الترب الليبية

(تكوينها - تصنيفها - خواصها - إمكانياتها الزراعية)

الطبعة الثانية المستحدثة

أ.د. خالد رمضان بن محمود

د. حمدي عبد الخالق الزرقاني

منشورات جامعة عمر المختار

2026

الترب الليبية (تكوينها – تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية)
أ.د. خالد رمضان بن محمود/ د. حمدي عبد الخالق الزرقاني
الطبعة الثانية المستحدثة : 2026
رقم الإيداع 2026/156
الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب
دار الكتب الوطنية، بنغازي– ليبيا
هاتف: 9097074 -90966379- 9090509
بريد مصور: 9097073
البريد الالكتروني: nat_lib_libya@hotmail.com
ISBN ردمك 978-9959-79-138-2
DOI: https://doi.org/10.54172/OMUP.77

هذا كتاب يخضع لسياسة الوصول المفتوح (المجاني) ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي (CC BY-NC-ND 4.0)، والذي يسمح بالنسخ وإعادة التوزيع للأغراض غير التجارية دون أي اشتقاق، بشرط الاستشهاد بالمؤلف وبجامعة عمر المختار ناشرًا أصليًّا.

طريقة التوثيق المقترحة:
يُوثَّق هذا الكتاب في المراجع العربية على النحو الآتي:
بن محمود، خالد رمضان، والزرقاني، حمدي عبد الخالق. (2026) .
الترب الليبية (تكوينها – تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية) (الطبعة الثانية المستحدثة).
البيضاء، ليبيا: منشورات جامعة عُمر المختار.

منشورات جامعة عمر المختار
البيضاء 2026

بسمِ اللهِ الرَّحمنِ الرَّحيمِ

﴿ وَآيَةٌ لَهُمُ الْأَرْضُ الْمَيْتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ*وَجَعَلْنَا فِيهَا جَنَّاتٍ مِنْ نَخِيلٍ وَأَعْنَابٍ وَفَجَّرْنَا فِيهَا مِنَ الْعُيُونِ*لِيَأْكُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ وَمَا عَمِلَتْهُ أَيْدِيهِمْ أَفَلَا يَشْكُرُونَ﴾

(سورة يس)

الإهداء

إلى الأجيال الشابة من علماء ومهندسين وطلبة في مجالي التربة والمياه والجغرافيا الطبيعية (رجالاً ونساء)، والمؤمل منهم أن يجدوا حلولاً للتحديات والمعوقات التي تطرق لها هذا الكتاب، والتي تحول دون تحقيق التنمية المستدامة في ليبيا، نهدي إليهم هذا الجهد المتواضع.

كما وإننا نهدي هذا الكتاب إلى روح زميلنا الراحل د. يوسف فرج الغلاز عميد كلية الموارد الطبيعية في جامعة عمر المختار والذي وافته المنية أثناء طباعة ونشر الكتاب، عرفانا منا للمجهود الكبير الذي بذله مع زملائه المراجعين في المراجعة العلمية للكتاب وتبنيه لنشر هذا الكتاب في جامعة عمر المختار، وندعو الله أن يرحمه ويغفر له وان يكون هذا العمل في ميزان حسناته.

والله ولي التوفيق

المؤلفان

شكر وتقدير

يسر المؤلفيْن أن يتقدما بالشكر والتقدير لكل من **أ.د. محيي الدين محمد الخبولي**، و **أ.د. كريمة مصطفى عمار**، و **د. يوسف فرج الغلاز**، و **د. أحمد محمد بن مسكين** و **أ.د. مختار محمود العالم**، الذين قاموا بالمراجعة العلمية الدقيقة لهذا الكتاب، والشكر والتقدير موصولان أيضا إلى أ.د محمد مصطفى بالحاج على المجهود الكبير الذي بذله في مراجعته اللغوية الدقيقة. ولا نريد أن ننسى، في هذه اللحظات ونحن نضع الطبعة الثانية المستحدثة من الكتاب في الصورة النهائية لتقديمها إلى الطباعة والنشر، عدداً كبيراً من الأخوة الأعزاء زملائنا الذين رافقونا في مسيرتنا المهنية، سواء أكان ذلك في ليبيا أم في كل البلدان الأخرى أو في المنظمات الدولية التي عملنا بها، والذين تعلموا منا أو تعلمنا منهم. ونخص بالذكر هنا زملاءنا الذين عملنا معاً في ليبيا أثناء التدريس أو البحث العلمي في قسم التربة والمياه في كليات الزراعة بالجامعات الليبية، أو في الاستشارات والعمل الحقلي أثناء العمل معاً في تنفيذ دراسات التربة والأراضي التي أجريت في ليبيا أو في تنفيذ المشاريع والبرامج في مؤسسات الدولة الليبية الأخرى، مثل: وزارة الزراعة، وقسم التربة بالهيئة العامة للمياه سابقا، وجهاز استثمار مياه النهر الصناعي، ومشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط ، والمركز الليبي للاستشعار وعلوم الفضاء وغيرها، والذين أسهموا جميعا في تراكم الخبرة المحلية لدينا في مجال الترب الليبية، لنضعها بين أيديكم اليوم في هذا الكتاب. ونخص بالذكر مجموعة أعضاء هيئة التدريس في مجال بيدولوجيا التربة (تكوين التربة والأراضي وحصرها وتصنيفها وتخريطها) وهم:

أ.د عزالدين الطيب الحويج، ود. أبوعبدالله سعد الشريف، ود. بشير أحمد نوير، و أ. د. مختار محمود العالم (جامعة طرابلس)، و أ. د. محيي الدين محمد الخبولي، و د. يوسف فرج الغلاز (جامعة عمر المختار)، و د. أحمد محمد بن مسكين، و د. عبدالله أحمد آده (جامعة سبها)، و د. فرج فرج أبوشناف (جامعة بني وليد)، و م. عبدالله على ربيع (مساعد باحث سابق في مجال حصر التربة وتصنيفها في كلية الزراعة بجامعة طرابلس)، والمرحوم م. العجيلي المداح، و م. الفرجاني محمد الفرجاني، و م. علي الشرودي (الهيئة العامة للمياه سابقا)، و د. شعبان عبد الصمد، و أ. جميلة سليمان العربي في (المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء)، و أ. الهادي الراشدي، و أ. أحمد البوعيشي، م. صالح الصلابي من (مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط)، و أ. يوسف قجم و م. محمد الهذيلي (جهاز استثمار مياه النهر الصناعي)، وغيرهم الذين لا يتسع المجال لإحصائهم.

كما نتقدم بجزيل الشكر والعرفان لكل من السادة والسيدات الذين كانوا المزود المهم بالمعلومات والخرائط التي استعمل بعضها في الكتاب، وكذلك الشكر والعرفان موصولان أيضاً إلى الخبراء أصحاب الكتب والبحوث والتقارير العلمية المنشورة والواردة في مراجع هذا الكتاب، وهي المادة العلمية التي أفدنا منها في تأليف هذا الكتاب.

وختاما الشكر والتقدير أيضا موصلان إلى جامعة عمر المختار على تمويلها طباعة هذا الكتاب ونشره.

المؤلفان

المحتويات

الإهداء ..... ت

شكر وتقدير ..... ث

تقديم 1

1. لمحة تاريخية عن تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا 7

1.1 تاريخ تطور التعليم والمعرفة في مجال تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا 7

2.1 تاريخ تطور دراسات تصنيف التربة وتخريطها 10

3.1 تاريخ تطور البحوث العلمية في مجال تصنيف التربة وتخريط التربة والأراضي 17

2. مقدمه تمهيدية عن تُرب المناطق الجافة 22

1.2 المناطق الجافة 23

1.1.2 الأسباب الطبيعية لنشوء المناطق الجافة 23

2.1.2 التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة في العالم 25

3.1.2 انتشار المناطق الجافة في القارة الأفريقية 27

4.1.2 انتشار المناطق الجافة في الوطن العربي 29

5.1.2 التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة في ليبيا 31

2.2 تُرب المناطق الجافة 33

1.2.2 تصنيف تُرب المناطق الجافة وانتشارها 35

2.2.2 خصائص تُرب المناطق الجافة ومميزاتها 37

3.2.2 الظواهر الجيومورفولوجية المميزة لأراضي المناطق الجافة 51
3. نشأة الترب الليبية وتكوينها 60
1.3 عوامل تكوين الترب الليبية 61
1.1.3 المناخ 62
2.1.3 الأحياء (الغطاء النباتي) 86
3.1.3 التضاريس وأشكال سطح الأرض 105
4.1.3 مادة الأصل 120
2.3 نشأة الترب الليبية 142
1.2.3 عمليات التجوية 144
1.1.2.3 عميات التجوية الطبيعية أو الميكانيكية 144
2.1.2.3 عمليات التجوية الكيميائية 146
2.2.3 عمليات التكوين 148
1.2.2.3 مجموعة عمليات تكوين التربة النوعية Specific process of soil formation .. 148
2.2.2.3 مجموعة عمليات تكوين التربة المركبة 159
4. تصنيف الترب الليبية وانتشارها 174
1.4 تمهيد 174
2.4 تصنيف الترب الليبية 180
2.3.4 الترب الجافة (Aridisols) 193
3.3.4 تُرب الغابات (Alfisols) 207

4.3.4 تُرب الحشائش (Mollisols) 214
5.3.4 الترب القلابة (Vertisols) 217
5. خواص الترب الليبية 228
1.5 خواص الترب حديثة التكوين الرملية (Psamments) 228
2.5 خواص الترب حديثة التكوين الرسوبية (Fluvents) 235
3.5 خواص الترب حديثة التكوين الشائعة (Orthents) 243
4.5 خواص الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيطة التطور (Haploargids) 252
5.5 خواص الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور (Haplocalcids) 258
6.5 خواص الترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور (Haplocambids) 270
7.5 خواص الترب الجافة الملحية بسيطة التطور(Haplosalids) 277
8.5 خواص الترب الجافة الجبسية (Gypsids) 286
9.5 خواص تُرب الغابات ذات النظام المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs)... 291
10.5 خواص تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية (Natrixeralfs) 303
11.5 خواص تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور (الصفراء) (Haploxeralfs) 309
12.5 خواص الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xerepts) 317
13.5 خواص تُرب الحشائش الجيرية الضحلة (Haprendolls) 330
14.5 خواص الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور

(Haploxererts) 337
6. الإمكانيات الزراعية للأراضي الليبية والتحديات التي تواجه استخداماتها 347
1.6 تمهيد 347
2.6 المشاكل الرئيسة لاستزراع الترب الليبية 351
3.6 العوامل الطبيعية المحددة لإنتاج المحاصيل الزراعية في الأراضي الليبية 363
1.3.6 عامل المياه 363
2.3.6 عامل التربة 375
3.3.6 عامل المناخ 403
4.3.6 عامل تضاريس سطح الأرض 411
5.3.6 عامل طبيعية المحصول 413
4.6 أهم التحديات التي تواجه استدامة الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي في ليبيا 415
1.4.6 ندرة المياه (Water Scarcity) 416
2.4.6 تدهور الأراضي وتصحرها (Land Degradation and Desertification) 417
3.4.6 التغير المناخي Climate Change 424
1.3.4.6 تمهيد 424
2.3.4.6 الآثار السلبية العامة المحتملة لتغير المناخ في ليبيا 426
3.3.4.6 الآثار المحتملة لتغير المناخ على الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي 431
4.4.6 تلوث التربة والأراضي Soil and Land Pollution 444
7. تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة وتطبيقاتها في

مجالات موارد التربة، واستخدمات الأراضي وتخريطها 452
1.7 تمهيد 452
2.7 الاستشعار عن بعد 454
3.7 نظم المعلومات الجغرافية 459
1.3.7 لمحة تاريخية عن نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها 459
2.3.7 مكونات نظم المعلومات الجغرافية 463
4.7 تقييم الأراضي 479
5.7 التنبؤ المكاني بخصائص التربة 484
6.7 تطبيقات تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة، في مجالات موارد التربة واستخدمات الأراضي وتخريطها في ليبيا 488
8. التدابير اللازمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي واستدامة الموارد الأرضية في ليبيا 544
1.8 تمهيد 544
2.8 تدابير الرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية وأساليبها 548
1.2.8 استخدام الأراضي حسب قدراتها الإنتاجية 548
2.2.8 حماية الأراضي الزراعية الحالية 549
3.2.8 الإدارة الفنية المثلى للأراضي الزراعية 550
4.2.8 أساليب المحافظة على المياه 560
5.2.8 مقاومة تعرية التربة وانجرافها 563
6.2.8 استصلاح وإدارة الترب الحدية وتحسينها 566

3.8 تطبيق التقانات الحديثة المتوفرة والمستخدمة عالميا في إدارة الموارد الطبيعية الزراعية (تربة، مياه، غطاء نباتي) وتطويرها لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز الأمن الغذائي 583
1.9 المراجع العربية 593
2.9 المراجع الأجنبية 607

فهرس الجداول

جدول (1.2): مساحات أراضي المناطق الجافة في العالم ونسب اتشارها 26
جدول (2.2): أنواع أراضي المناطق الجافة حسب التقسيم المعتمد على النباتات الطبيعية 27
جدول (3.2): يبين تقسيم أراضي المناطق الجافة في القارة الأفريقية والمساحات التقريبية.....28
جدول (4.2): يبين تقسيم أراضي المناطق الجافة في الوطن العربي والمساحات التقريبية.....30
جدول (5.2): المساحات التقريبية للأراضي الليبية حسب معدلات تساقط الأمطار السنوية عليها..32
جدول (6.2): المساحات التقريبية لرتب الترب الأكثر شيوعا في المناطق الجافة من العالم.....36
جدول (2.3): نظم الرطوبة في التربة وخصائصها.....72
جدول (4.3): نظم درجة حرارة التربة.....79
جدول (8.3): تصنيف الأراضي الليبية حسب نظام تصنيف الغطاء الأرضي (LCCS).....96
جدول (9.3): كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في ليبيا.....101
جدول (10.3): نشاطات الإنسان وتأثيرها على خواص التربة.....103
جدول (11.3): معاني رموز الأفاق في قطاعات التربة في الترب الليبية المختلفة.....137
جدول (1.4): تصنيف التربة في ليبيا حسب نظام تصنيف التربة الأمريكي مستوى الرتبة و تحت الرتبة (الصنف) والمجموعات العظمى (النوع).....178
جدول (1.5): التركيب الميكانيكي لعينات سطحية من ترب حديثة التكوين.....223
جدول (2.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....225
جدول (3.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....227
جدول (4.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....228
جدول (5.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....233

جدول (6.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرسوبية.....236
جدول (7.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....237
جدول (8.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....241
جدول (9.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....244
جدول (10.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين.....245
جدول (11.5): الخواص المورفولوجية و الطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق.....248
جدول (12.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق الطيني.....252
جدول (13.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق الطيني 253
جدول (14.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.....257
جدول (15.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.....260
جدول (16.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور.....261
جدول (17.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية للترب ذات أفق التغيير بسيطة التطور.....266
جدول (18.5): أهم الخواص الكيميائية للترب الجافة ذات أفق التغيير بسيطة التطور.....269
جدول (19.5): الحالة الخصوبية للترب الجافة ذات أفق التغيير بسيطة التطور في ليبيا.....269
جدول (20.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية.....273
جدول (21.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية.....277
جدول (22.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية.....278
جدول (23.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لتربة جافة جبسية في ليبيا.....282

جدول (24.5): أهم الخواص الكيميائية لتربة جافة جبسية في ليبيا.....284
جدول (25.5): الحالة الخصوبية لتربة جافة جبسية في ليبيا.....284
جدول (26.5): التركيب الميكانيكي لحبيبات الرمل المختلفة الأحجام والسلت والطين في إحدى ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء.....286
جدول (27.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لأنواع مختلفة من ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة من الجبل الأخضر في ليبيا.....289
جدول (28.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة من الجبل الأخضر في ليبيا.....294
جدول (29.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.....295
جدول (30.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا.....299
جدول (31.5): أهم الخواص الكيميائية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا.....301
جدول (32.5): الحالة الخصوبية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا.....302
جدول (33.5): أهم الخواص المورفولوجية و الطبيعية لنوعين مختلفين من ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا.....306
جدول (34.5): أهم الخواص الكيميائية لنوعين مختلفين من ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا.....309

جدول (35.5): الحالة الخصوبية لنوعين مختلفين من ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا.....310
جدول (36.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط.....316
جدول (37.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط.....321
جدول (38.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط.....322
جدول (39.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لقطاعيْن يمثل أحداهما ترب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء، والآخر ترب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة.....326
جدول(40.5): أهم الخواص الكيميائية لترب الحشائش الجيرية الضحلة تمثل مواقع جغرافية متباينة.323
جدول (41.5): الحالة الخصوبية لترب الحشائش الجيرية الضحلة تمثل مواقع جغرافية متباينة.....329
جدول (42.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لإحدى الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور.....334
جدول (43.5): أهم الخواص الكيميائية لقطاع تربة من الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في ليبيا.....337
جدول (44.5): الحالة الخصوبية لقطاع تربة من الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة في ليبيا.....337
جدول (1.6): دليل تقييم صلاحية مياه الري للزراعة.....364
جدول (3.6): نسبة الاحتياجات الغسيلية من مياه الري المختلفة الملوحة.....366

جدول (4.6): العلاقة بين درجة ملوحة مياه الري ومدى صلاحيتها للري.....366
جدول (6.6): يبين العلاقة بين درجة الملوحة (التركيز) في التربة وتأثيرها على نمو المحاصيل.....369
جدول (7.6): يبين درجة حساسية بعض من المحاصيل الزراعية المنتشرة في ليبيا للتركيزات المختلفة من الملوحة في التربة.....370
جدول (8.6): درجة حساسية بعض المحاصيل الحقلية لنسبة الصوديوم المتبادل.....374
جدول (9.6): محتوى نسبة الصوديوم المتبادل في الترب الليبية.....375
جدول (10.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية نتيجة لتأثيرها بمحتوى التربة من كربونات الكالسيوم في الـ 50 سم العليا.....371
جدول (13.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بالقلوية 379
جدول (15.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية ذات الجذور السطحية والمحاصيل المعمرة عميقة الجذور نتيجة لتأثرها بعمق التربة.....385
جدول (16.6): قدرة تحمل المحاصيل الزراعية لارتفاع مستوى الماء الأرضي والتغدق والنقص في الأكسجين وزيادة محتوى ثاني أكسيد الكربون في التربة.....387
جدول (17.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية والمعمرة بصفة عامة نتيجة لتأثرها بعمق مستوى الماء الأرضي في التربة.....387
جدول (18.6): الانخفاض المتوقع للإنتاج المحصولي للمحاصيل الزراعية نتيجة لتأثرها بحالة الصرف الداخلي للتربة.....389
جدول (19.6): مساحة الأراضي المعرضة للانجراف المائي في ليبيا حسب نوعية الانجراف وشدته.391

جدول (20.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية والمعمرة نتيجة لتأثرها بالتعرية الريحية أو الانجراف المائي بمختلف شدته.....393
جدول (21.6) مدى استجابة المحاصيل الزراعية المنتشرة في ليبيا للعناصر النادرة.....395
جدول (23.6) الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي بالمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بميول سطح الأرض.....395
جدول (22.6): رتب ميول سطح الأرض (نوعية الميل ونسبة الميل)، وعلاقتها بمدى تعرض التربة للانجراف المائي ومدى إمكانية استعمال الميكنة الزراعية.....395
جدول (23.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي بالمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بميول سطح الأرض.....396
جدول (24.6): مقارنة في كمية الانتاج المحصولي بالكيلو جرام للهكتار لعدد من المحاصيل.....406
جدول (1.7): التسلسل التاريخي لعلم الاستشعار عن بعد.....446
جدول (1.3): معدلات تساقط الأمطار الشهري والسنوي لمناطق مختارة من ليبيا.....626
جدول (3.3): متوسط درجات الحرارة الشهرية والسنوية ومتوسط درجات النهايات 628
جدول (5.3 أ): معدلات المتوسط الشهري والسنوي للرطوبة النسبية لبعض المدن الرئيسية الساحلية.....631
جدول (5.3 ب): معدلات المتوسط الشهري والسنوي للرطوبة النسبية لبعض المواقع المختارة.....632
جدول (7.3): الأسماء المحلية و العلمية لأهم النباتات الطبيعية في أراضي المراعي والغابات في ليبيا.634
جدول (2.4): تصنيف أهم أنواع الترب الليبية على مستوى المجموعات العظمى في النظام الأمريكي، وما يعادله في النظام الروسي والدولي.....636
جدول (2.6) :النقص المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل المنتشرة في ليبيا نتيجة لتأثرها بدرجة ملوحة مياه الري.....638

جدول (5.6): تقييم أولي لنوعية المياه الجوفية في النطاقات المائية في ليبيا لأغراض الري.....640
جدول (7.6): يبين درجات الملوحة وعلاقتها بكميات الأملاح ونسبة الكلوريد ودرجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة وحالة نمو النباتات والإنتاج المحصولي لأهم المحاصيل الزراعية المعروفة في ليبيا.....641

فهرس الأشكال والخرائط

شكل (1.1): دراسات التربة المنجزة في ليبيا.....14
شكل (1.2): توزيع المناطق الجافة في العالم.....26
شكل (2.2): توزيع المناطق الجافة في القارة الأفريقية.....29
شكل (3.2): توزيع المناطق الجافة في الوطن العربي.....31
شكل (4.2): توزيع المناطق الجافة في ليبيا.....33
شكل (5.2): الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية في عدد من قطاعات التربة 43
شكل (6.2): التعرية الريحية في المناطق الجافة.....48
شكل (7.2): الانجراف المائي في المناطق الجافة (الجبل الأخضر).....49
شكل (1.3): خريطة الموقع الجغرافي لليبيا.....62
شكل (2.3): التقسيمات المناخية في ليبيا.....64
شكل (3.3): معدلات توزيع الأمطار السنوية في ليبيا.....67
شكل (4.3): التوزيع الجغرافي لمتوسط درجات الحرارة خلال الفصول المختلفة في ليبيا.....75
شكل (5.3): التوزيع الجغرافي لمتوسط درجات الحرارة خلال أشهر السنة في ليبيا.....76
شكل (6.3): التوزيع الجغرافي للمتوسط السنوي للرطوبة النسبية في ليبيا.....80
شكل (7.3): منظر عام لجانب من الغطاء النباتي في الشريط الساحلي من المنطقة الشمالية الغربية..89
شكل (8.3): منظر عام لجانب من الغطاء النباتي لإحدى سبخات المنطقة الشمالية الشرقية.....89
شكل (9.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بجبل غريان.....92
شكل (10.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بالجبل الأخضر.....93
شكل (11.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بوادي ساسو في فصل الربيع.....95

شكل (12.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بسهل الجفارة.....95
شكل (13.3) أحد التجمعات النباتية على الترب الرملية القوام بسهل الجفارة.....96
شكل (14.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي في المناطق المتاخمة للصحراء.....96
شكل (15.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي في المناطق الصحراوية الجنوبية.....97
شكل (16.3) خريطة الغطاء الأرضي/ النباتي في ليبيا.....99
شكل (17.3): خريطة كثافة انتشار الغطاء النباتي الطبيعي الرعوي في ليبيا وتوزيعه جغرافيا.....100
شكل (18.3) الأقسام التضاريسية لليبيا.....102
شكل (19.3): التكوينات الجيولوجية السطحية لليبيا.....120
شكل (20.3): رواسب اللوس (رواسب سلتية) في منطقة القواسم، غريان.....129
شكل (21.3): مراحل عملية قلب وخلط حبيبات التربة أثناء تكوين الترب القلابة.....150
شكل (22.3): القشرة الملحية (سبخة الفخفاخة، البوانيس – بمنطقة فزان).....157
شكل (23.3) يوضح تبادل الصوديوم مع الكاتيونات الأخرى على معقد الأدمصاص.....158
شكل (24.3): العلاقة بين معدلات تساقط الأمطار وعمق طبقة كربونات الكالسيوم.....162
شكل (1.4): مناطق الرمال والكثبان الرملية.....179
شكل (2.4): مناطق السرير أو الأديم الصحراوي.....179
شكل (3.4): مناطق الحمادات أو الصحاري الصخرية.....179
شكل (4.4): المناطق الصخرية المكشوفة (Rock Outcrops).....180
شكل (5.4): التوزيع الجغرافي للتربة والتكوينات غير التربة في ليبيا.....180
الشكل (6.4): توزيع أنواع الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الغربية.....181
الشكل (7.4): توزيع أنواع الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الشرقية.....182
شكل (8.4): انتشار ترب (Entisols) في المناطق الشمالية الغربية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة.....183

شكل (9.4): انتشار ترب (Entisols) في المناطق الشمالية الشرقية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة.....183
شكل (10.4): انتشار ترب (Aridisols) في المناطق الشمالية الغربية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة.....189
شكل (11.4): انتشار ترب (Aridisols) في المناطق الشمالية الشرقية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة.....189
شكل (12.4): خريطة تصنيف التربة في المنطقة الرعوية الغربية غرب مدينة بدر.....197
شكل (13.4): خريطة تصنيف التربة في المنطقة الرعوية الشمالية الشرقية من رأس الأنوف إلى إجدابيا 197
شكل (14.4): خريطة تصنيف التربة في منطقة غرب جبل العوينات، جنوب الكفرة.....198
شكل (15.4): خريطة تصنيف التربة في حوض مرزق (المجدول) في منطقة فزان.....199
شكل (16.4): مناطق انتشار ترب (Xeralfs) في الجبل الأخضر.....201
شكل (17.4): مناطق انتشار ترب (Rendolls) في الجبل الأخضر.....208
شكل (18.4): مناطق انتشار ترب (Xererts) في الجبل الأخضر.....211
شكل (19.4): مناطق انتشار (Xerepts) في جبال طرابلس.....215
شكل (20.4): مناطق انتشار (Xerepts) في الجبل الأخضر.....216
شكل (1.5): الترب حديثة التكوين الرملية في منطقة الزهراء (سهل الجفارة).....222
شكل (2.5): الترب حديثة التكوين الرملية في منطقة غرب جبل العوينات (جنوب الكفرة).....222
شكل (3.5): ترب حديثة التكوين الرسوبية في وادي سوف الجين (ورفلة).....231
شكل (4.5): صور لقطاعات ترب حديثة التكوين الشائعة.....239
شكل (5.5): الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيطة التطور(جنوب غرب بنغازي).....247
شكل (6.5): الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور(منطقة قماطة الغربية).....254
شكل (7.5): صورة لقطاع تربة جافة جيرية متحجرة (منطقة مرسى البريقة).....262

شكل (8.5): صورة لتربة جافة جيرية المحتوية على "الدوريبان" (وادي غدوة، جنوب سبها).....263
شكل (9.5): التربة الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور(منطقة السواني، سهل الجفارة).....265
شكل (10.5): التربة الجافة الملحية بسيطة التطور(منطقة ونزريك، وادي الشاطئ).....271
شكل (11.5): قطاع لتربة جافة جبسية بسيطة التطور(منطقة درج).....280
شكل (12.5): قطاع لتربة جافة جبسية متحجرة (واحة آجار، وادي الشاطئ).....280
شكل (13.5): ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء.....286
شكل (14.5): صورة لقطاع ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط.....297
شكل (15.5): ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور.....304
شكل (16.5): يبين تربتين تابعتين للترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط إحداهما من جبل ترهونة والأخرى من البيضاء بالجبل الأخضر.....312
شكل (17.5): صورة لقطاع تربة الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة.....324
شكل (18.5): تربة الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء.....324
شكل (19.5) صور توضح قطاع للترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور وظاهرة التشقق في هذه الترب (قرية الفائدية، الجبل الأخضر).....332
شكل (6.1): الموازنة المائية للأحواض المائية في ليبيا.....361
شكل (2.6): مؤشر بالمر لقياس شدة الجفاف للفترة ما بين (2019-1958م).....419
شكل (3.6): يبين الأنماط المكانية والزمنية لتصورات التغيرات المناخية لمؤشر شدة الجفاف "لبالمر" (PDSI)، على ليبيا خلال موسم الأمطار.....420
شكل (4.6): يبين مدينة غات قبل الفيضانات وبعدها.....422
شكل (5.6) حرائق الغابات بالجبل الاخضر ونتائجها.....432
شكل (1.7): تجميع الموزاييك وإنتاج الخريطة الفضائية.....477
شكل (2.7): الخرائط المساحية الورقية بمقياس رسم 50,000:1.....478

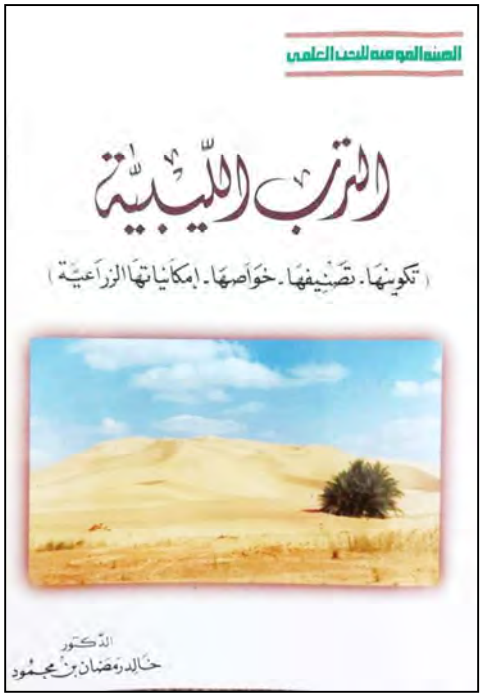
شكل (3.7): الطبقات التي جرت رقمنتها (الطرق، الكنتور، مسارات المياه السطحية، والمناطق العمرانية) مع تسمية أهم المدن والقرى والأودية.....497
شكل (4.7): يبين رقمنة خرائط التربة.....480
شكل (5.7): نماذج لخرائط التربة المرقمنة التي تم إنتاجها للمنطقة الشمالية الشرقية والمنطقة الشمالية الغربية على التوالي.....481
شكل (6.7 أ): خريطة الغطاء الأرضي/النباتي للجبل الأخضر.....484
شكل (6.7 ب): خريطة الغطاء الأرضي/النباتي لسهل الجفارة.....484
شكل (7.7): قاعدة بيانات التربة في ليبيا.....485
شكل (8.7): قاعدة بيانات المياه في ليبيا.....486
شكل (9.7): قاعدة بيانات المناخ في ليبيا.....487
شكل (10.7): نظام إدارة معلومات الموارد الأرضية الليبي (LLRIMS).....488
شكل (11.7): الأطلس الحركي للموارد الطبيعية في ليبيا.....491
شكل (12.7): موقع المعلومات المتاحة للموارد الطبيعية الزراعية في ليبيا.....492
شكل (13.7): الخرائط الغرضية المختلفة.....493
شكل (14.7): بعض نتائج استخدام نظم المعلومات الجغرافية و Boolean and Fuzzy Logic Theory في تخريط ملائمة الأرض لزراعة محصول القمح والشعير والذرة.....494
شكل (15.7): ملائمة الأرض للزراعة في منطقة سهل بنغازي.....495
شكل (16.7): ملائمة الأرض للزراعة بمنطقة قرية بطة – الجبل الأخضر.....496
شكل (17.7): يظهر مؤشر تصنيف إنتاجية التربة وفئات الملائمة لمحاصيل مختارة في الشمال الغربي.....498
شكل (18.7): يوضح إنتاج خرائط التربة التفسيرية من خرائط تصنيف التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في منطقتي زليتن – الخمس.....500
شكل (19.7): إنتاج خرائط تدهور الأراضي الناشئ عن التعرية الريحية.....501

شكل (20.7):خريطة الـ (SOTER) على مستوى الوحدات، في منطقة جنوب.....503
شكل (21.7 أ): خرائط تبين نوع ودرجة تدهور الأراضي الناتج عن الانجراف المائي باستخدام برنامج السويب (SWEAP) بدون استخدام أي تقنية لمقاومة الانجراف، في جنوب.....504
شكل (21.7 ب): خرائط تبين نوع تدهور الأراضي الناتج عن الانجراف المائي ودرجته باستخدام برنامج السويب (SWEAP)، مع استخدام سسناريو وجود مصاطب وزراعة محصول صيفي، في جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من طرابلس إلى جنوب غريان).....505
شكل (22.7) استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تصنيف التربة والغطاء النباتي ومقارنتها بالطرق التقليدية (منطقة الطلاب بالكفرة).....509
شكل (23.7): خرائط التوزيع المكاني لخصائص التربة المختارة.....509
شكل (24.7 أ، ب): مساحات التربة السطحية وتحت السطحية المتأثرة بالملوحة.....511
شكل (25.7): يبين الخرائط المنتجة والمستوحاة من المرئيات الفضائية لسنوات (1972، 1987، 2001) والتغير في مساحة السبخات خلال الفترة الزمنية السابقة.....514
شكل (26.7): يبين مستوى الخطر الناتج عن ارتفاع مستوى سطح البحر.....516
شكل (27.7): الغطاء الأرضي والمناطق المتضررة بالفيضانات قبل وبعد تأثير العاصفة المطرية على مدينة غات في العام 2019م.....517
شكل (28.7): خريطة توزيع الأراضي المروية في منطقة تاجوراء والنواحي الأربعة.....518
شكل (29.7): يقدم نموذجاً لدراسة متابعة التغير في الغطاء النباتي.....519
شكل (30.7): مقارنة المساحة المزروعة بمحصول القمح بمشروع الكفرة الإنتاجي للعامين 1989 و2000م.....520
شكل (31.7): تطور ظاهرة التغدق في التربة الناشئ عن استمرار الري لمدة 19.....521
شكل (32.7): يبين خرائط تصنيف الغطاء الأرضي بدقة 30م 523
شكل (33.7): يبين التطبيق الذي تم تصميمه لمقارنة البيانات المتحصل عليها من هذه الدراسة..524
شكل (1.8): الترب الجافة الملحية.....556

شكل (2.8): الترب الجافة الصودية.....558
شكل (3.8): الترب الجافة الجيرية المتحجرة.....559
شكل (4.8): الترب الرملية الخشنة.....562
شكل (5.8): الترب الطينية المندمجة.....564
شكل (6.8): الترب الحصوية.....566
شكل (7.8): الترب الحصوية الحجرية.....566

تقديم

صدر هذا الكتاب، الترب الليبية (تكوينها – تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية)، في طبعته الأولى عام 1995 م، عن د. خالد رمضان بن محمود، كتاباً منهجياً لمقرر الترب الليبية في قسم التربة والمياه في كلية الزراعة بجامعة طرابلس، كما استعمل فيما بعد؛ كتاباً مرجعياً في عدد من أقسام التربة وأقسام الجغرافيا في العديد من الكليات الأخرى في الجامعات الليبية.



بدأت مفردات هذا الكتاب في صورة مذكرات علمية كانت توزع على الطلبة الدارسين للمقرر، الذي استحدث في ثمانينيات القرن الماضي، بعد ما صدر قرار تعريب المناهج في كلية الزراعة، جامعة طرابلس. بدأ العمل لتحويل تلك المذكرات إلى كتاب منهجي عام 1993م ونشر الكتاب 1995م، لذلك فإن المعلومات التي في هذا الكتاب تعكس المعلومات المتوفرة عن الترب الليبية في حينها، وحيث إنه قد مر عليها الآن أكثر من 25 عاماً، وخلال تلك المدة تدفق كم هائل من المعلومات الحديثة عن الترب الليبية، وبرزت مواضيع جديدة متطورة تخدم أهداف هذا المقرر، وخاصة تلك التي تعنى بتقييم الأراضي والتخريط الزراعي لتحديد الاستخدامات المثلى للأراضي، مثل علم الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والتقانات المرادفة. عولج هذا الموضوع في السابق أثناء إعداد المحاضرات للطلبة بإدخال المعلومات الجديدة المتطورة ضمن المقرر، أثناء تدريسه في السنوات الأخيرة، ولذلك قرر المؤلفان تطوير الطبعة الأولى (1995م) من الكتاب وتحديثها، على أن يتم التطوير والتحديث وفق الحالة الراهنة للمعلومات المتوفرة عن الترب الليبية، ووفق المنهجيات المستحدثة في هذا الشأن، ولهذا نُعتت هذه الطبعة بالمستحدثة (Updated Version)، لكي يرقى الكتاب إلى مصاف الكتب الحديثة ليواكب بها الطالب المتخصص عصره، ومن ثم يوفر له حصيلة وفيرة من المعلومات عن هذه الترب في صورة علمية وسهلة ومبسطة تمكنه من الإلمام، وبصورة جيدة، بنوعيات الترب السائدة في ليبيا، وتصنيفها، وعوامل وعمليات تكوينها، وخواصها الرئيسية وإمكانياتها الزراعية، والتحديات التي

تواجهها، ومتابعتها وتقييمها، كما تمكنه من تفهم مقومات الأراضي الزراعية في ليبيا، وكيفية التغلب على مشاكلها الرئيسية.

هذا وقد قسم هذا الكتاب إلى ثمانية فصول مستقلة، تضمن الفصل الأول لمحة تاريخية عن تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا، أما الفصل الثاني فخصص لمقدمة تمهيدية عن تُرب المناطق الجافة التي تعد ليبيا جزءاً منها، وخصص الفصل الثالث لموضوع نشأة الترب الليبية وتكوينها، وفيه نوقشت عوامل تكوين الترب الليبية وعملياتها، واهتم الفصل الرابع بتصنيف الترب الليبية وانتشارها، أما الفصل الخامس فتعرض إلى الخواص الرئيسية للتربة في ليبيا، وفي الفصل السادس استعرضت الإمكانيات الزراعية للأراضي الليبية والتحديات التي تواجه استخداماتها، وفيه استعرضت المشاكل الرئيسة لاستزراع الترب الليبية، وعوامل التربة والأراضي المحددة لإنتاج المحاصيل الزراعية في الأراضي الليبية، والتحديات التي تواجهها الترب واستخدامات الأراضي في ليبيا. أما الفصل السابع فتناول تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة وتطبيقاتها في مجالات موارد التربة واستخدمات الأراضي وتخريطها، حيث اهتم بعدة مواضيع مهمة وهي: علوم الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وقواعد البيانات للموارد الأرضية ونظم إدارتها، وتقييم الأراضي والتنبؤ المكاني بخصائص التربة وتطبيقاتها في ليبيا، بما في ذلك تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستعملة حالياً، وختم الكتاب بالفصل الثامن الذي تناول التدابير اللازمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي واستدامة الموارد الطبيعية في ليبيا، كما أدرج في نهاية الكتاب

عـدد مـن المراجـع الـتي اسـتخدمت في كتابـة فصـول الكتـاب، ويمكـن الرجـوع إليهـا لـزيادة الاستفادة منها في أغراض أخرى.

كما نضع هذا الكتاب أيضا بين يدي المهتمين بشؤون التربة والزراعة في البلاد، من خبراء، وأعضاء هيئة تدريس، وطلبة الدراسات العليا في كليات الزراعة وأقسام الجغرافيا بالجامعات الليبية، والمهندسين الزراعيين وغيرهم، ليوفر عليهم الجهد المضني والعناء الشديد في الرجوع إلى الكم الهائل من المعلومات والبيانات والدراسات والبحوث التي تتعلق بالترب الليبية، التي قد لا تكون في متناول العديد منهم، وليجدوا في عصارة هذا الجهد المتواضع ما يغنيهم ويوفر لهم الوقت الكافي للإضافة والاستمرار في الإسهام في وضع الحلول اللازمة لكثير من التحديات والمعوقات التي تطرق لها الكتاب.

والله ولي التوفيق

المؤلفان

الفصل الأول

لمحة تاريخية عن تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا

1. لمحة تاريخية عن تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا

1.1 تاريخ تطور التعليم والمعرفة في مجال تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا

عند الحديث عن تاريخ تطور المعرفة في مجال موارد التربة في ليبيا بصفة عامة وتصنيف التربة وتخريطها بصفة خاصة، يجب الإشارة أولاً وقبل كل شيء، إلى أن ليبيا كانت مستعمرة إيطالية لمدة 32 عاماً (1911–1943م)، ولم تصبح دولة مستقلة، يحكمها الليبيون، حتى عام 1952م. ولهذا لم تكن هنالك محاولات جادة لتطوير المعرفة الزراعية بصفة عامة، وفي مجال موارد التربة بصفة خاصة، حيث لم تنشأ المؤسسات الزراعية المتخصصة، ولم يتم تكوين أطر فنية ليبية قبل فترة الاستقلال، هذا لا يعني تجاهل المعارف التقليدية التي جمعها السكان المحليون من مزارعين ورعاة في مجالي الزراعة والرعي عبر التاريخ البعيد، أو تجربة الاستعمار الإيطالي في التنمية الزراعية في المناطق الشمالية الغربية والشمالية الشرقية، خلال فترة الاستيطان الزراعي الإيطالي. أضف إلى ذلك أنه بسبب الفقر المدقع الذي عانت منه ليبيا بعد الاستقلال في الخمسينيات من القرن الماضي، لم تستطع الحكومة الليبية آنذاك أن تقدم الكثير في مجال تطوير القطاع الزراعي في بلد يفتقر إلى المؤسسات المتخصصة والأطر العلمية، ويعتمد بشكل كبير على المساعدات الخارجية من عدد من الدول أو المنظمات الدولية.

بدأت الحكومة الليبية الفتية بعد الاستقلال مباشرة، وتحت الظروف الاقتصادية السائدة في ذلك الوقت، بإنشاء وزارة للزراعة وبعض المعاهد الزراعية المتوسطة، وكذلك إرسال عدد محدود من الطلبة للدراسات الجامعية في الخارج. واستمر الوضع المالي المتأزم حتى منتصف الستينيات، أي بعد اكتشاف النفط وبداية تصديره، وهو ما أتاح تحسناً ملموساً في المستوى

المالي والاقتصادي الليبي. بعدها بدأت ليبيا في اتخاذ خطوات جادة في جميع مجالات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وأثمر هذا الجهد فوائد كبيرة على قطاع الزراعة.

كانت البداية بتأسيس كلية الزراعة في الجامعة الليبية بطرابلس في العام 1966م، وتطورت تدريجياً في الدراسات والبحث العلمي بجميع مجالات العلوم الزراعية، وخاصة في مجال موارد التربة. وفي المراحل الأولى من التأسيس تم الاستعانة بخبراء غير ليبيين في كافة مؤسسات وزارة الزراعة وكلية الزراعة. ومع نهاية الستينيات عادت أول دفعة، تحمل درجة البكالوريوس في مجال علوم التربة من جامعتي القاهرة وبغداد (وهم خالد رمضان بن محمود، بلقاسم صالح الباروني، عبد الجليل يوسف، الصادق بن يزيد)، وفي بداية السبعينيات تخرجت أول دفعة في مجال التربة والمياه من كلية الزراعة في الجامعة الليبية بطرابلس، وتوالى بعد ذلك إنشاء المؤسسات التعلمية الزراعية (كليات ومعاهد متوسطة وعليا) في مناطق مختلفة من ليبيا، شملت جميع المجالات الزراعية المختلفة، بما في ذلك أقسام التربة والمياه. وبلغ عدد الكليات والمعاهد العليا للزراعة إحدى عشرة مؤسسة حتى الآن. وتخرج من هذه الكليات والمعاهد آلاف الخريجين والخريجات المتخصصين في المجالات المختلفة في العلوم الزراعية، وبلغ عدد الخريجين والخريجات في كلية الزراعة بجامعة طرابلس حتى العام 2023م حوالي 16,000 خريجاً وخريجة، كان من بينهم حوالي 2,100 من الخريجين في مجال التربة والمياه (المصدر: كليات الزراعة في جامعات طرابلس، وعمر المختار، وسبها)، وهم يعملون في جميع مؤسسات الدولة ذات الصلة وكذلك في القطاع الخاص.

وفيما يخص مجال الدراسات العليا، كانت لوزارة الزراعة الأسبقية في محاولاتها الجادة

والمميزة في إيفاد مجموعة من المهندسين الزراعين إلى الخارج، لنيل درجتي الإجازة العالية (الماجستير) والدقيقة (الدكتوراه) منذ منتصف الخمسينيات، ولكن كان أغلبها في العلوم الزراعية الأخرى، غير علوم التربة، ولكن منذ افتتاح كلية الزراعة بالجامعة الليبية في طرابلس سنة 1967م، بدأت الجامعة الليبية في إيفاد عدد كبير من المهندسين حملة البكالوريوس (من المعيدين) إلى الجامعات خارج ليبيا لنيل درجتي الماجستير والدكتوراه، وكان جزء كبير منهم في مجال التربة والمياه. وبدأ وصول حملة شهادات الدكتوراه في العلوم الزراعية المختلفة والمبعوثين من وزارة الزراعة منذ نهاية الخمسينيات، وكان وصول أول أفواج المبعوثين من الجامعة الليبية في بداية السبعينيات، وكان منهم عدد لا بأس به في مجال علوم التربة المختلفة، وكان وصول أول خريج متحصل على درجة الإجازة الدقيقة (الدكتوراه) في مجال حصر وتصنيف التربة والتخريط الزراعي في كلية الزراعة جامعة طرابلس في العام 1977م، وهو أ. د خالد رمضان بن محمود.

بدأ أول برنامج للدراسات العليا في كليات الزراعة في ليبيا في قسم التربة والمياه بكلية الزراعة في جامعة طرابلس في عام 1980م. ومنذ ذلك الوقت تخرج ضمن برنامج الدراسات العليا في القسم، عشرات الخريجين المتخصصين في مجال التربة والمياه، وقد مُنحت أول درجة إجازة عالية (الماجستير) محلياً في قسم التربة والمياه، وكانت في مجال كيمياء التربة عام 1984م للمعيد (المحجوب القبي)، كما منحت أول درجة إجازة عالية (ماجستير) محلياً في مجال حصر وتصنيف التربة عام 1989م للباحث (مصطفى صالح الحجاجي)، وكانت أول خريجة بدرجة إجازة عالية (ماجستير) محلياً في مجال حصر وتصنيف التربة عام 2003م للباحثة (جميلة سليمان العربي).

وقد أوفد عدد لا بأس به للحصول على درجة الإجازة الدقيقة (الدكتوراه) من جامعات خارج الوطن، وهم الآن يعملون أعضاء هيئة التدريس في الجامعات والمعاهد العليا، وفي كثير من مؤسسات الدولة ذات الصلة وكذلك في القطاع الخاص. ومع ذلك، لا يزال برنامج الحصول على الدكتوراه في مجالي التربة والمياه معطلاً في الجامعات الليبية، ولا تزال الحكومة الليبية تقدم منحا للطلاب الليبيين للتقدم إلى برامج الماجستير والدكتوراه في مجالات علوم التربة في الخارج. حيث بلغ عدد الحاصلين على درجة الإجازة الدقيقة (الدكتوراه) في مجال بيدولوجيا التربة (حصر التربة والأراضي وتصنيفها وتخريطها) في ليبيا، حوالي 10 دكاترة.

وبعد رجوع الكفايات الجديدة، وخاصة في مجال استخدام التقانات الحديثة في مجال حصر وتصنيف التربة وتخريطها مثل تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، ونظم وإدارة قواعد البيانات للموارد الطبيعية، وغيرها، تم تطوير برنامج الدراسات العليا في مجال حصر التربة وتكوينها وتصنيفها ورسم الخرائط، وتوسيعه في غالبية كليات الزراعة في ليبيا، وبذلك أضيفت موضوعات علمية حديثة مثل علوم الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، ونظم وإدارة قواعد البيانات للموارد الطبيعية، وغيرها على المناهج القائمة، وهذه التقانات ساعدت في معالجة بيانات الموارد الطبيعية وحفظها وتخزينها رقمياً، ومن ثم إنتاج خرائط مرقمنة للتربة والأراضي.

2.1 تاريخ تطور دراسات تصنيف التربة وتخريطها

لم تنل دراسات تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا حظاً وافراً من الاهتمام، إلا في بداية السبعينيات من القرن الماضي، فمع بداية السبعينيات، بدأت أعمال التنمية الزراعية، تتسارع

مع إنشاء مجلس التنمية الزراعية، وفي الوقت نفسه كان قسم التربة بالإدارة العامة للغابات بوزارة الزراعة يفتقر إلى المتخصصين في مجال علوم التربة، لذلك تعاقد المجلس مع شركات عالمية لإجراء دراسات التربة والمياه لمختلف مناطق التنمية الزراعية في ليبيا. كما تم تعيين عدد من مهندسين وخبراء غير ليبيين من جنسيات مختلفة في قسم التربة بوزارة الزراعة، وقاموا بدورهم بتنفيذ بعض دراسات التربة ورسم الخرائط في مناطق متعددة من ليبيا، وفيما يلي نستعرض دراسات تصنيف التربة وتخريطها، التي أجريت في ليبيا طول الفترة السابقة، لخدمة أغراض متباينة أثناء تنفيذها، وحسب الإمكانيات الفنية والمادية المتوفرة في حينها، كما نلقي الضوء على تقييم كل مجموعة من هذه الدراسات، وقد أمكن الاستفادة من بعض نتائجها لكونها مادة علمية لتأليف كتاب الترب الليبية الذي هو جوهر اهتمامنا.

ويمكن تقسيم هذه الدراسات إلى ثلاث مراحل أساسية وهي:

المرحلة الأولى: دراسات التربة التي أجريت أثناء الاستعمار الإيطالي بغرض الاستيطان الزراعي، وهذه الدراسات، لم يُستفد منها من قبل المتخصصين الليبيين، بسبب اللغة والتخزين السيء للبيانات وغيرها [157].

المرحلة الثانية: من 1945م إلى 1970م، كانت هناك دراسات للتربة قليلة (حوالي 16 دراسة) ومتفرقة، تخدم أغراضاً محدودة، أهمها حسب تاريخ إجرائها هي:

- ✓ دراسة قسم الزراعة بالإدارة البريطانية، 1945م. وهي حصر موارد الأراضي في إقليم طرابلس "تريبوليتانيا" (المنطقة الشمالية الغربية)، وأعيدت طباعتها في العام 1950م، باللغة الإنجليزية [126].

- ✓ دراسة ستيورت، 1960م. الموارد الأرضية والمائية في إقليم طرابلس "تريبوليتانيا" (المنطقة الشمالية الغربية)، باللغة الإنجليزية. وقد أنتج فيها خريطة القدرة الإنتاجية للمنطقة بمقياس رسم 1: 100,000 [180].
- ✓ خبراء منظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو)، 1964م. الموارد الأرضية والمائية في إقليم برقة "سيرينايكا" (المنطقة الشمالية الشرقية)، باللغة الإنجليزية [153].

بالإضافة إلى بعض الدراسات المتفرقة الأخرى، التي أنجزت برعاية مؤسسة التربة في فترة الستينيات من قبل شركات بريطانية أو التي قامت بها جامعة دارم البريطانية بالتعاون مع قسم الجغرافيا بالجامعة الليبية في بنغازي [130].

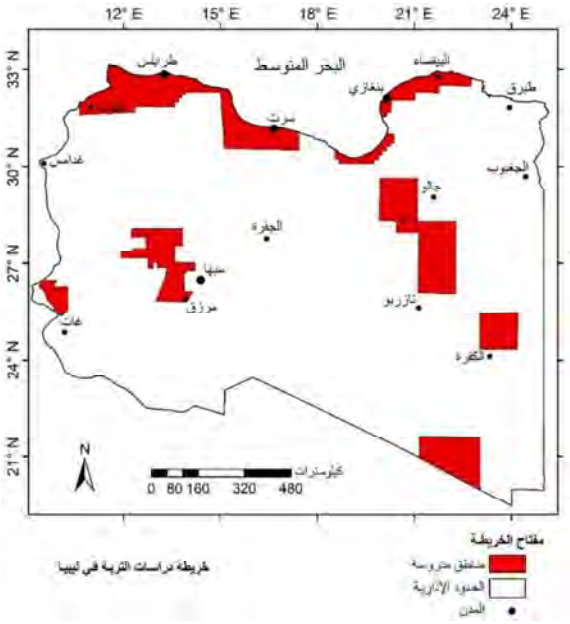
وكل تلك الدراسات كانت استكشافية أو استطلاعية، تهدف إلى التخطيط العام لاستخدامات الأراضي في المناطق الشمالية الغربية والشمالية الشرقية (إقليمي طرابلس وبرقة)، وأنتجت فيها خرائط القدرة الإنتاجية للأراضي لتبين مدى صلاحيتها للزراعة أو الرعي، وكانت جميعها لم تحتوي على خرائط لتصنيف التربة البيدولوجي [65].

المرحلة الثالثة: وهي الفترة الممتدة من 1970م إلى تاريخ تأليف هذا الكتاب، وفي هذه الفترة تم حصر عدد كبير من دراسات حصر التربة والأراضي، حيث بلغت أكثر من 350 دراسة، وكانت تخدم أغراضاً متباينة، واختلفت هذه الأغراض حسب الترتيب الزمني لإجرائها. وغطت هذه الدراسات مساحات شاسعة في ليبيا (شكل 1.1). مع العلم بأنه لم تجر أية دراسة إضافية لحصر التربة وتصنيفها في العشر سنوات الأخيرة [141].

كما يمكن تقسيم المرحلة الثالثة، إلى فترتين:

فترة السبعينيات: كل تلك الدراسات أجريت لغرض التنمية الزراعية في المناطق المرشحة للاستثمار الزراعي في جميع مناطق ليبيا، وأغلبها كانت تهدف إلى إنتاج خرائط صلاحية الأراضي للزراعة (البعلية أو المروية)، أينما توفرت مصادر للمياه (أمطار أو مياه جوفية)، وخرائط صلاحية الأراضي للرعي في المناطق التي تستقبل معدلات تساقط أمطار أقل من 200 ملم/السنة، وهي تختلف فيما بينها في مقاييس رسم الخرائط. وهي أغلبها من نوع خرائط القدرة الإنتاجية. فمنها الاستكشافي ومنها شبه التفصيلي، ولكن جميع هذه الدراسات لا تحتوي على خرائط لتصنيف التربة البيدولوجي. كما وإن نتيجة لتعدد الشركات وتنوع المكاتب العالمية التي قامت بتنفيذها، فلقد استعملت فيها هذه الدراسات طرق ومنهجيات متباينة حسب الجنسية التي تنتمي إليها الشركة أو المكتب (الفرنسية والألمانية والمصرية والدولية وغيرها). ولذلك فإن هذه الدراسات كانت الاستفادة منها ضئيلة في بناء هذا الكتاب.

فترة ما بعد 1980م: في ذلك الوقت تم تنفيذ العديد من دراسات التربة من قبل شركات ومكاتب عالمية ومحلية متعددة (لا يسعنا المجال هنا لذكرها جميعا)، كان من أبرزها ما يأتي:



شكل (1.1): دراسات التربة المنجزة في ليبيا

- ✓ دراسة شركة سلخوزبروم أكسبورت الروسية للمناطق التي تستقبل معدلات تساقط أمطار أكثر من 200 ملم/ السنة خلال السنوات (1978– 1980م)، عن حوالي ثلاثة مليون هكتار؛ بالإضافة إلى 500 ألف هكتار عن المنطقة الرعوية المحصورة بين رأس الأنوف وإجدابيا، وهي تستقبل معدلات تساقط أمطار أقل من 200 ملم/السنة [176].
- ✓ دراسة شركة تيليكارت المغربية لمنطقة النقاط الخمس (جنوب غرب سهل الجفارة)، تصنيف التربة وتقييم ملائمة التربة للزراعة تحت نظام الري الدائم، وفي مساحة 400 ألف هكتار (1994م) [8].
- ✓ دراسات شركة ريجوا المصرية، الأولى: في منطقة مثلث المجدول – تجرهي – القطرون (1993–1998م) في الجنوب الغربي الليبي، والثانية: في منطقة السارة بالجنوب الشرقي

الليبي، وذلك في خلال السنوات (2005–2006م)7].، [6

- ✓ دراسات للمكتب الوطني الاستشاري (من ضمن مشروع التخريط الزراعي) عن المناطق الشمالية الغربية الساحلية، وذلك في خلال السنوات (2002–2006م) [19].
- ✓ دراسات مكتب الإسطرلاب عن مشروع زراعة 100 ألف هكتار قمح مروي في المناطق الجنوبية الغربية والمناطق الجنوبية الشرقية، وهي التقارير الفنية خلال الفترة الزمنية (2005–2006م). [9، 10، 11، 12، 13، 14، 15، 16، 17، 18، 94].
- ✓ دراسات التربة التي قام بها جهاز استثمار مياه النهر الصناعي (المرحلة الأولى والثانية)، للمناطق المرشحة للاستثمار الزراعي بمياه النهر الصناعي في المناطق الغربية والشرقية والوسطى، خلال الفترة (1985– 2007م) [5، 96، 97، 98، 99].

بالإضافة إلى تنفيذ بعض دراسات التربة ذاتيا من قبل قسم التربة في وزارة الزراعة، بعدما توفرت عناصر ليبية متخصصة بمعاونة بعض من أعضاء هيئة التدريس من كلية الزراعة جامعة طرابلس وجامعة عمر المختار ومهندسي وخبراء تربة ليبيين وغير ليبيين من جنسيات مختلفة. وهذه الدراسات قامت بها أو أشرفت عليها بالإضافة إلى قسم التربة (في وزارة الزراعة أو في الهيئة العامة للمياه)، مؤسسات أخرى، مثل جهاز استثمار مياه النهر الصناعي (للمرحلتين الأولى والثانية)، والإدارة العامة للتنمية الزراعية بوزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية.

أما الدور الذي قامت به كليات الزراعة في ليبيا، وتحديداً قسم التربة والمياه بكلية الزراعة، جامعة طرابلس، منذ بداية الثمانينيات، فتركز في البداية على مشاركة بعض من أعضاء هيئة التدريس، حيث كانوا أعضاء في اللجان الفنية لمراجعة غالبية أعمال دراسات التربة وتقييمها ومتابعتها بمختلف المناطق في ليبيا، والتي قامت بها تلك الشركات والمكاتب

الاستشارية الأجنبية. إضافة إلى ذلك أسهم أعضاء هيئة التدريس في تنفيذ دراسات التربة التي نفذت من قبل المكاتب الاستشارية المحلية أو جهاز النهر الصناعي. وكانت أولى تلك الدراسات التي كانت دراسة بيدولوجية للتربة في ليبيا، هي دراسة شركة سلخوزبروم أكسبورت الروسية (1980م) [176]، وقد أحتوى في تقريرها الفني على خرائط تصنيف التربة البيدولوجي، وناقشت نوعيات الترب الموجودة في المناطق المعنية بالدراسة، ونشأتها (عوامل وعمليات تكوينها)، وخواصها البيدولوجية المختلفة (المورفولوجية والطبيعية والكيميائية والغذائية)، ولكن كل ذلك كان من خلال نظم التصنيف والمنهجيات المتبعة في روسيا. ولقد أنتجت الدراسة العديد من أنواع خرائط التربة والأراضي [65]، وهي:

- خرائط تصنيف التربة البيدولوجي.
- خرائط القدرة الإنتاجية للأراضي.
- خرائط الاستغلال الزراعي الأمثل للأراضي.
- خرائط ملوحة التربة.
- خرائط أعماق التربة.
- خرائط التعرية وانجراف التربة.

وبعد صدور نتائج هذه الدراسة، وضعت مواصفات فنية لدراسات التربة من قبل أعضاء هيئة التدريس بقسم التربة والمياه، كلية الزراعة جامعة طرابلس لأعمال حصر التربة وتخريطها اللاحقة، حددت فيها نوعية الخرائط المنتجة (خرائط تصنيف التربة والخرائط الغرضية)، ونظام التصنيف، ومقاييس الرسم في الدراسات الاستكشافية وشبه التفصيلية والتفصيلية، وتحاليل التربة المطلوبة، وطرق تقديرها وتفسيرها. واعتُمد النظام الأمريكي في

تصنيف التربة، وطرق تحاليل خواص التربة المعدنية والطبيعية والكيميائية والغذائية، ومواصفات تفسير النتائج. وتم اعتماد هذه المواصفات من قبل جهاز النهر الصناعي لدراسات التربة أولاً، ومن ثم، تم اعتمادها مواصفات فنية من قبل قسم التربة في الهيئة العامة للمياه، وعممت على كل مؤسسات الدولة الليبية المعنية. ولذلك كانت الاستفادة من نتائج هذه الدراسات كبيرة كمادة علمية في تأليف الكتاب الذي بين أيدينا.

3.1 تاريخ تطور البحوث العلمية في مجال تصنيف التربة وتخريط التربة والأراضي

منذ العام 1980م، زادت أنشطة البحث العلمي في مجال حصر التربة وتصنيفها ورسم الخرائط في قسم التربة والمياه بكلية الزراعة جامعة طرابلس، وكان التركيز في المراحل الأولى على البحوث التي تتعلق بنشأة الترب الليبية وتكوينها وتصنيفها، تم بدأت دراسات معادلة الوحدات التصنيفية بعضها ببعض حسب النظم التصنيفية الدولية الأكثر تداولا في ليبيا (الروسي والأمريكي والدولي)، ذلك أن دراسات التربة في ليبيا في ذلك الوقت، استخدمت فيها كل هذه النظم. وفي وقت لاحق، وفي فترة التسعينيات، أجريت بحوث في تقييم الأراضي للاستخدامات المختلفة، مثل: ملائمة الأراضي للمحاصيل الزراعية، وملائمة الأراضي للري، وما إلى ذلك.

إن الإنجازات والمخرجات الرئيسية في البحث العلمي في هذا المجال حتى عام 2024م، كانت عديدة، ولا يسع المجال لذكرها، حيث زاد عدد أعضاء هيئة التدريس في هذا المجال، وتم التركيز مؤخراً على استعمال التقانات الحديثة من الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والعلوم الرافدة الأخرى في مجال تخريط التربة والأراضي، وانعكس كل هذا التطور في

مجال تعليم التربة والأراضي في الرفع من القيمة العلمية لنوعية الدراسات والبحوث العلمية المنجزة التي تجرى في مجال تصنيف التربة وتخريطها.

وفي العام 2000م، قامت وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية بتوقيع عقد مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) لتنفيذ مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط في ليبيا. وهو برنامج يشمل إنشاء قواعد بيانات للموارد الطبيعية ونظام إدارتها للاستخدام الزراعي والتخطيط، وبدأ تنفيذ المشروع في بداية العام 2001م، وأستمر حتى العام 2010م [102].

ومما تجدر الإشارة إليه، أن ليبيا قبل تنفيذ هذا المشروع، لم تبدأ بعد في تحويل الخرائط والمعلومات والبيانات التي بحوزتها إلى صور رقمية، حيث لا توجد قبل العام 2001م أي خريطة واحدة مرقمنة في أي مجال، ولم يسبق لأي جامعة ليبية، أو مؤسسة تخريطية، بما فيها مصلحة المساحة في ليبيا، أن استعملت نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج الخرائط المرقمنة من قبل.

إضافة إلى ذلك، أن المشروع كان له الفضل في نشر ثقافة الزراعة الرقمية في أوساط المتخصصين في مجال تصنيف التربة وتخريطها، حيث فتح المجال لطلبة الدراسات العليا للتدريب على تطبيقات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وانخرطوا في تنفيذ هذه التطبيقات في مشاريعهم البحثية لنيل الدرجة العالية (الماجستير) في مجالات التصنيف والتخريط الزراعي المرقمن. وهو ما فتح لهم المجال لتكملة مسارهم العلمي في المجال نفسه في الجامعات الأجنبية، لنيل درجة الدكتوراه. وعندما عادوا شاركوا في تطوير المناهج باستحداثهم مناهج جديدة، وقاموا بالإشراف على عدد كبير من أطروحات طلبة الدراسات العليا في

المجال نفسه. وانعكس كل هذا التطور في الرفع من القيمة العلمية لنوعية الدراسات والبحوث العلمية التي تجرى الآن في مجال تصنيف التربة والأراضي وتخريطها.

وفي ملحق (1) نسرد عدداً من الأبحاث المنشورة في المجلات العلمية وأطروحات الماجستير والدكتوراه، التي صدرت في هذا المجال مؤخراً.

الفصل الثاني

مقدمة تمهيدية عن تُرب المناطق الجافة

2. مقدمه تمهيدية عن تُرب المناطق الجافة

تدخل الترب الليبية في نطاق تُرب المناطق الجافة من العالم، التي تتميز بقلة أو ندرة تساقط الأمطار، والتي بدورها تؤدي إلى قلة الغطاء النباتي أو انعدامه. وبالرغم من تباين الترب الليبية بوجه خاص في تكوينها ونشأتها، ومن ثم في سلوكها وخواصها، وذلك حسب عوامل وعمليات التكوين السائدة فيها محلياً، فإنها قد تتشابه في الكثير من خواصها بصفة عامة مع تُرب المناطق الجافة الأخرى في العالم. ومن هنا، تظهر أهمية التعرف، ولو باختصار شديد، في هذا الفصل على تُرب المناطق الجافة التي تعد الترب الليبية جزءاً منها، وهي تتميز بخصائص خاصة تميزها عن بقية تُرب البيئات المناخية الأخرى في العالم، وذلك حتى يسهل على المهتمين بشؤون الترب الليبية (طلبة ومهندسين زراعيين ومختصين) فهم التشابه والاختلاف بين الترب الليبية وترب المناطق الجافة الأخرى من العالم، بغرض تطبيق السبل والتدابير التي نجحت في حل مشكلة ما في تُرب بلد آخر، أو تجنب تجربة فاشلة في إدارة تربة معينة في منطقة معلومة على نوعية التربة نفسها في ليبيا.

الحقيقة أنه لم تدرس تُرب المناطق الجافة بجدية، إلا في وقت حديث نسبياً، ولا زلنا نجهل الكثير إلى وقتنا الحاضر عن سلوكها وإدارتها الإدارة الفنية المثلى، فإذا علمنا بأن حوالي ثلث مساحة اليابسة من الكرة الأرضية يمكن تصنيفه مناطق جافة، أصبح واضحا بأن هذا الجانب من الدراسة كان مهملا. وقبل التطرق إلى أنواع الترب الموجودة في المناطق الجافة وخواصها المميزة ومدى تباينها مع تُرب مناطق البيئات المناخية الأخرى، نبدأ بفكرة مبسطة عن ماهية المناطق الجافة ومدى انتشارها في العالم والقارة الأفريقية والوطن العربي بوجه عام

وليبيا بوجه خاص.

1.2 المناطق الجافة

ليس هناك تعريف واضح ومقنع تماماً للمناطق الجافة. فقد اقترح العديد من التعاريف لهذه المناطق في الكثير من المصادر، ولكن من المتفق عليه على العموم أن الميزة الأساسية للمناطق الجافة هي الجفاف، حيث تتلقى هذه المناطق مستويات منخفضة من الأمطار المتقطعة وغير المنتظمة. ومما تجدر الإشارة إليه، أن الجفاف لا يرجع فقط إلى قلة معدلات تساقط الأمطار، بل يتأثر بالحرارة والرطوبة النسبية والرياح والتوزيع الفصلي للأمطار، وجميعها تؤثر على معدلات البخر، أي أن السمة البارزة لهذا الجفاف، هي الميزان السالب بين كمية الأمطار السنوية ومعدلات البخر–نتح. وبذلك تعرف المناطق الجافة بأن نسبة معدلات تساقط الأمطار إلى البخر–نتح فيها تتراوح بين 0.05–0.20، ويصل فيها متوسط معدلات تساقط الأمطار السنوي إلى أقل من 200 ملم ونسبة اختلافات معدلات تساقط الأمطار السنوية تتراوح بين 50–100% [68].

1.1.2 الأسباب الطبيعية لنشوء المناطق الجافة

يحدث الجفاف بصفة عامة في المناطق الجافة نتيجة لظروف يمكن حصرها في ثلاثة عوامل أساسية تحدث مستقلة أو مجتمعة [132]، وهي:

- بعد المنطقة عن مصدر رطوبي رئيسي، أو تكون المنطقة مفصولة عنه بوضع طبوغرافي معين.
- وجود كتل هوائية جافة مستقرة على المنطقة.

- ندرة أو قلة نظم العواصف الممطرة.

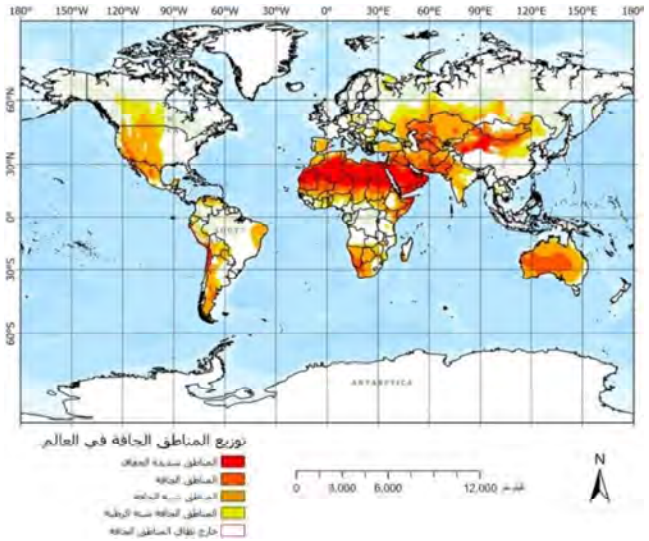
ففي نصف الكرة الأرضية الشمالي، يعد البعد عن المحيطات والبحار هو العامل الأساسي، ولكن ليس الكلي المسبب للجفاف، ولكن في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، نجد أن الظروف الثلاثة مجتمعة هي التي تسبب الجفاف. وطبقاً لوثيقة منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (1987م) [101]، فإن حركة توزيع الغلاف الجوي في العالم، هي التي تتحكم في المناطق الجافة، فهناك منطقة من الضغط المرتفع يتجه فيها الهواء الجاف دائماً إلى أسفل حول خط العرضْ 30° في كل من نصف الكرة الشمالي ونصفها الجنوبي، وهي تتعرض للحرارة من جراء الضغط الجوي. ويؤدي الهواء الجاف الدافئ إلى صفاء السماء من السحب، فتتعرض الأرض لأشعة الشمس بكامل تأثيرها، ومن وقت إلى آخر تظهر موجات موسمية قصيرة من الهواء الرطب، فتهطل أمطار قليلة بصورة غير منتظمة من حيث الزمان والمكان على السواء. وهكذا نشأت مجموعتان من الصحاري، تحيط بهما الأراضي الجافة، ففي نصف الكرة الشمالي توجد صحاري كولورادو، وجيلا، والمكسيك، والصحراء الكبرى، والصحراء العربية، والتار، وغوبي؛ وفي نصف الكرة الجنوبي توجد صحاري بتاغونيا، وكالاهاري، وأستراليا، ويلاحظ أنها جميعاً تندمج تدريجياً مع الأراضي الجافة المأهولة بالسكان التي تحيط بها.

والتأثيرات المناخية على هذه المساحات الشاسعة تجعلها توسع حدود الأراضي الجافة بعيداً عن خط الاستواء، لتجاوز كلاً من صحراء غوبي وصحراء باتاغونيا إلى خطي العرض 40° شمالا وجنوباً. وهكذا نشأت المناطق الجافة الباردة، وكذلك، فإن بعض سلاسل الجبال

المرتفعة تحول دون وصول الأمطار إلى بعض المناطق، فتصبح هي أيضاً أراضي جافةً، فالمنحدرات الشرقية لجبال الأنديز جافة، لأن الرياح الغربية التي تهب في معظم الأحيان، تجبرها على التخلص مما تحمله من أمطار، فتهطل على المنحدرات الغربية.

2.1.2 التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة في العالم

مما سبق اتضح لنا بأنه توجد في العالم مناطق جافة حارة، وأخرى باردة، وتقدر مساحة أراضي المناطق الجافة في العالم، بحوالي 60 مليون كيلو متر مربع [185]، وهي تعادل أكثر من ثلث المساحة الكلية (41%) من أراضي العالم، التي تبلغ حوالى 149 مليون كليو متر مربع. وتنحصر أراضي المناطق الجافة في العالم ما بين خطي 10° ، 50° شمالاً و15° ، 50° جنوباً، ويبين شكل (1.2) توزيع المناطق الجافة في العالم.



شكل (1.2): توزيع المناطق الجافة في العالم

المصدر: أنتجت الخريطة من قبل المؤلفين من بيانات المصدر الأصلي **[185]**

ولقد قسمت أراضي المناطق الجافة الحارة في العالم قديما (منذ خمسينيات القرن الماضي) إلى وحدات فرعية مختلفة، وذلك إما حسب المناخ أو النباتات الطبيعية السائدة فيها، أو حسب نظام الصرف الطبيعي السطحي. ففي تقسيم أراضي المناطق الجافة الحارة حسب المناخ، قسمت إلى شديدة الجفاف وجافة وشبه جافة وجافة شبه رطبة، وذلك حسب تقسيم العالم ميجز (Meigs) سنة 1953 [164] وقد اعتمد هذا العالم في تقسيمه على دليل الرطوبة المعروف باسم دليل "تورنتويت" (Thornthwaite)، وما زال الوضع قائما إلى الآن [185]. والجدول (1.2) يبين تقسيم أراضي المناطق الجافة والمساحات التقريبية ونسب انتشارها في العالم.

جدول (1.2): مساحات أراضي المناطق الجافة في العالم ونسب اتشارها*

تقسيم أراضي المناطق لجافة	المساحة (مليون كم^2)	% من المساحة الكلية لأراضي العالم	% من المساحة الكلية لأراضي المناطق الجافة
شديدة الجفاف	9.8	6.6	16.0
جافة	15.7	10.5	25.6
شبه جافة	22.7	15.2	37.0
جافة شبه رطبة	13.1	8.8	21.4
المجموع الفرعي	61.3	41.1	100
خارج نطاق المناطق الجافة	87.8	58.9	
المجموع الكلي	149.1	100	

* المصدر: جمعت البيانات من قبل المؤلفين من بيانات المصدر الأصلي **[185]**.

ومما تجدر الإشارة إليه أن هناك تقسيمات أخرى لأراضي المناطق الجافة تعتمد كذلك

على الظروف المناخية. ففي وثيقة منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة 1987م رقم (COAG/ 7/87) [101] استعملت مدة توافر رطوبة التربة اللازمة لنمو النباتات والمأخوذة من مقارنات بين احتمالات التبخر وهطول الأمطار. وتم تقسيم أراضي المناطق الجافة إلى قسمين: جاف (قاحل)، وفيه تقل هذه المدة عن 75 يوماً في السنة، في حين أن شبه الجاف تتفاوت فيه المدة بين 75 و120 يوماً في السنة. كما تم تقسيم أراضي المناطق الجافة قديما حسب النباتات الطبيعية السائدة فيها، وذلك كما هو مبين في جدول (2.2).

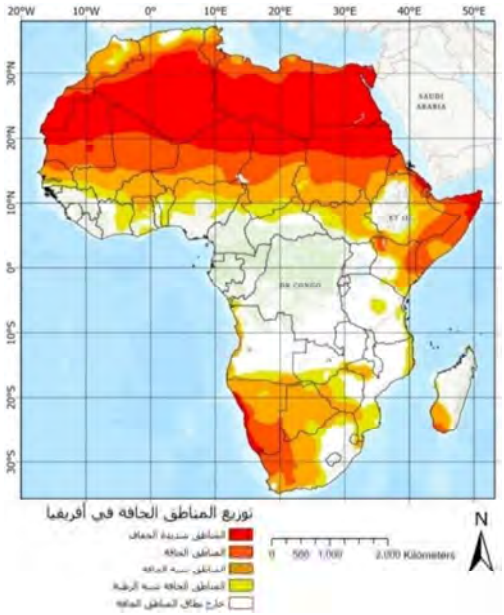
جدول (2.2): أنواع أراضي المناطق الجافة حسب التقسيم المعتمد على النباتات الطبيعية السائدة بها*

نوع الأراضي الجافة	نوع النباتات الطبيعية السائد
جافة شبه رطبة	شجيرات غابية وحشائش قصيرة
شبة جافة	شجيرات قزمية، حشائش قصيرة فصلية
جافة	حشائش السافانا الصحراوية، حشائش صحراوية، شجيرات صحراوية
شديدة الجفاف	صحراء شبه خالية من النباتات

* **المصدر: بتصرف من [177]**

3.1.2 انتشار المناطق الجافة في القارة الأفريقية

تحتوي قارة أفريقيا على أكبر مساحة من أراضي المناطق الجافة، إذا ما قورنت ببقية القارات الأربع الأخرى (30 مليون كم^2)، في حين تحتوي قارة أستراليا على أكبر نسبة مئوية لأراضي المناطق الجافة من المساحة الكلية للقارة (82%) [132]، والشكل (2.2) يبين توزيع المناطق الجافة في القارة الأفريقية. والجدول (3.2) يبين تقسيم أراضي المناطق الجافة في القارة الأفريقية.



شكل (2.2): توزيع المناطق الجافة في القارة الأفريقية

المصدر: أنتجت الخريطة من قبل المؤلفين من المصدر الأصلي [185]

جدول (3.2): يبين تقسيم أراضي المناطق الجافة في القارة الأفريقية والمساحات التقريبية ونسب انتشارها*

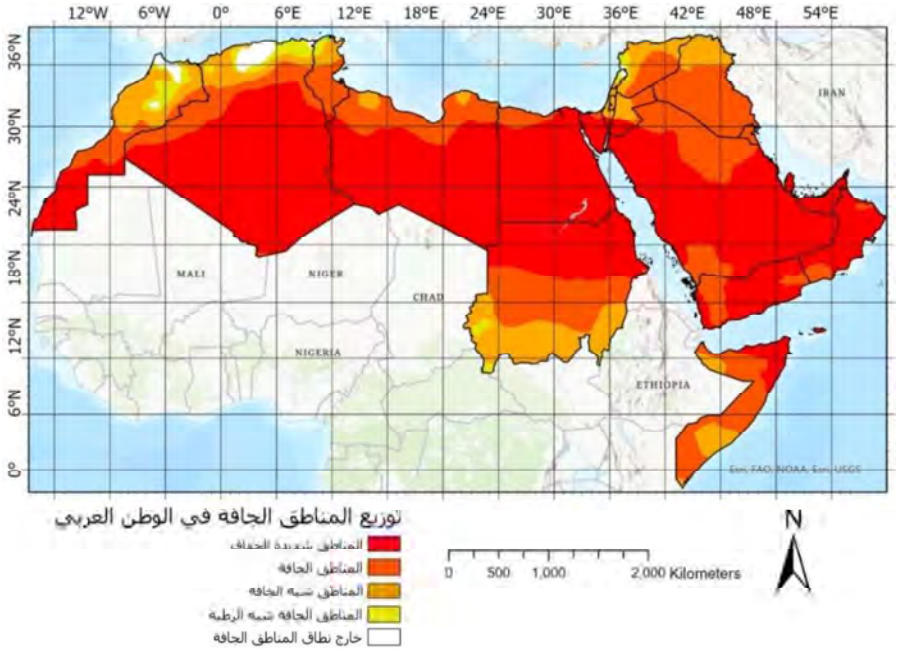
تقسيم أراضي المناطق لجافة	المساحة (مليون كم^2)	% من المساحة الكلية لأراضي القارة الأفريقية	% من المساحة الكلية لأراضي المناطق الجافة في أفريقيا
شديدة الجفاف	6.7	22.0	34.2
جافة	5.0	16.5	25.5
شبه جافة	5.1	16.8	26.0
جافة شبه رطبة	2.8	9.2	14.3
المجموع الفرعي	19.6	64.5	100
خارج نطاق المناطق الجافة	10.8	35.5	
المجموع الكلي	30.4	100	

* **المصدر: جمعت البيانات من قبل المؤلفين من المصدر الأصلي [185]**

4.1.2 انتشار المناطق الجافة في الوطن العربي

يشكل الوطن العربي بموقعه وحدة جغرافية، حيث تقع معظم أراضيه في نطاق المناطق الجافة، واستناداً إلى محمد الشخاترة (1986م و2001م) [36،37،38] فإن المناطق الجافة في الوطن العربي تشكل حوالي 12.8 مليون كيلومتر مربع، أي بنسبة 89% من المساحة الإجمالية للوطن العربي، البالغة حوالي 14.2 مليون كيلومتر مربع. وغالبية هذه المناطق جافة جداً، حيث تتلقى أقل من 100 ملم من الأمطار سنوياً، وتقدر هذه المساحات بحوالي 9.9 مليون كيلومتر مربع، أي بنسبة 69% من المساحة الإجمالية. أما باقي المساحة الكلية، فتنقسم إلى قسمين: القسم الأول تتراوح معدلات تساقط المطر به ما بين 100 إلى 400 ملم في السنة، وتقدر مساحته في حدود 2.9 مليون كيلومتر مربع، أي بنسبة 20% من المساحة الإجمالية. أما القسم الثاني المتبقي والذي يبلغ حوالي 1.6 مليون كيلو متر مربع، أي بنسبة 11% من مساحة الوطن العربي فقط، فهو خارج نطاق المناطق الجافة، حيث تزيد معدلات تساقط الأمطار به عن 400 ملم في السنة.

وفي دراسة حديثة لمؤلفي هذا الكتاب أمكن فيها استقطاع خريطة الوطن العربي من خرائط أفريقيا وأسيا في الشكل 1.2، وتحديد مساحات أراضي المناطق الجافة بتقسيماتها المختلفة باستخدام نظام المعلومات الجغرافية، والنتائج مبينة في الشكل (3.2) والجدول (4.2).



شكل (3.2): توزيع المناطق الجافة في الوطن العربي

المصدر: أنتجت الخريطة من قبل المؤلفين من بيانات المصدر الأصلي [185]

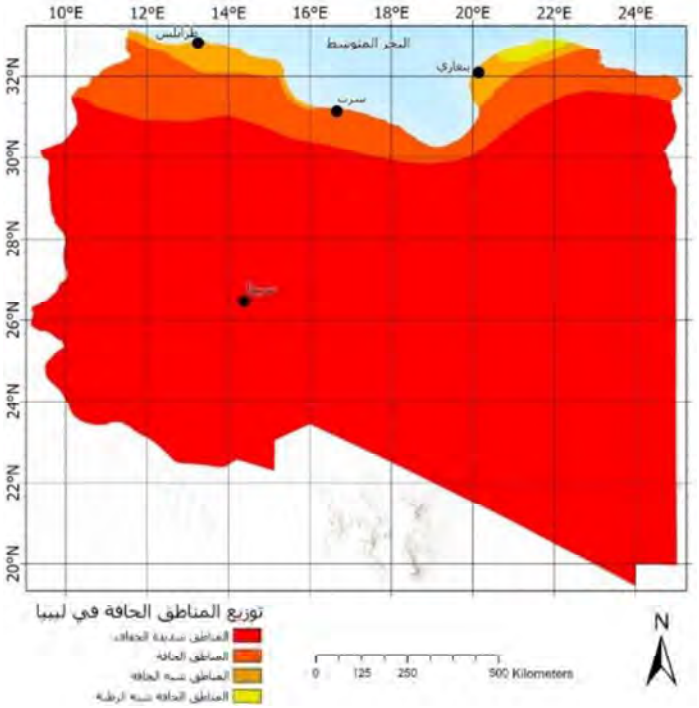
جدول (4.2): يبين تقسيم أراضي المناطق الجافة في الوطن العربي والمساحات التقريبية ونسب انتشارها *

تقسيم أراضي المناطق لجافة	المساحة (مليون كم^2)	% من المساحة الكلية لأراضي الوطن العربي
شديدة الجفاف	7.1	60.7
جافة	3.1	26.5
شبه جافة	1.2	10.3
جافة شبه رطبة	0.2	1.7
المجموع الفرعي	11.6	99.2
خارج نطاق المناطق الجافة	0.1	0.8
المجموع الكلي	11.7	100

*** المصدر: تم استخلاص البيانات من قبل المؤلفين من بيانات المصدر الأصلي [185]**

5.1.2 التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة في ليبيا

تقع كل الأراضي الليبية في نطاق المناطق الجافة عدا مساحة صغيرة جداً في منطقة الجبل الأخضر في المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا تقدر بحوالي 5,000 كيلو متر مربع [31]، أي بنسبة 0.3% من المساحة الكلية لليبيا، تدخل في نطاق المناطق الجافة شبه الرطبة، حيث تتلقى معدلات تساقط أمطار سنوية تزيد عن 400 ملم. ويمكن تقسيم الأراضي الليبية إلى شديدة الجفاف (معدلات تساقط الأمطار السنوية أقل من 50 ملم)، وجافة (معدلات تساقط الأمطار السنوية تتراوح بين 50 إلى 200 ملم)، وشبه جافة (معدلات تساقط الأمطار السنوية تتراوح بين 200 إلى 400 ملم)، وجافة شبه رطبة (معدلات تساقط الأمطار السنوية اكثر من 400 ملم). والشكل (4.2) يبين التوزيع الجغرافي للمناطق شديدة الجفاف والجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة في ليبيا. والجدول (5.2) يبين المساحات التقريبية للأراضي الليبية حسب معدلات تساقط الأمطار السنوية عليها.



شكل (4.2): توزيع المناطق الجافة في ليبيا

المصدر: أنتجت هذه الخريطة من قبل المؤلفين

جدول (5.2): المساحات التقريبية للأراضي الليبية حسب معدلات تساقط الأمطار السنوية عليها*

نوع الأراضي	معدلات تساقط الأمطار السنوية (ملم)	مساحة الأراضي (ألف هكتار)	النسبة المئوية من المساحة الكلية لليبيا
شديدة الجفاف	أقل من 50	1,466	88.0
جافة	200 – 50	162	9.7
شبه جافة	400 – 200	33	2.0
جافة شبه رطبة	600 - 400	5	0.3
المجموع		1,666	100

* المصدر: أعد من قبل المؤلفين

2.2 تُرب المناطق الجافة

تتميز المناطق الجافة أساساً بالمناخ الجاف ذي التوزيع غير المنتظم الذي يؤدي إلى قلة كثافة الغطاء النباتي أو انعدامه، وحيث إنه من المعروف أن المناخ وهو عامل من عوامل تكوين التربة، له دور فعال في جميع عمليات تكوين التربة المختلفة، (إضافة – فقد – نقل – تكوين مواد جديدة)، التي بدورها تؤثر على نوعية التربة الناتجة، لذلك يتضح الاختلاف الناشئ بين تُرب المناطق المناخية المتباينة.

فعلى سبيل المثال لا الحصر، إذا قارنا بصورة مبسطة بين المناطق الرطبة والمناطق الجافة، ففي المناطق الرطبة ونتيجة لوفرة مياه الأمطار، فإن الغطاء النباتي يوجد بصورة كثيفة، ما يساعد على تراكم كميات كبيرة نسبياً من المادة العضوية، التي تكسب التربة خصائص مميزة، وكذلك فإن التجوية الكيماوية في هذه المناطق تكون نشطة، بل سائدة على التجوية الطبيعية، وهو ما يؤدي إلى تكوين الكثير من المعادن الثانوية غير الموجودة أصلاً في مادة الأصل أو الصخر الأم، وهذا يؤدي في الكثير من الأحيان إلى زيادة المحتوى الطيني وبقية المعادن الثانوية الأخرى في التربة. ونتيجة لوفرة المياه كذلك، فإن عمليات الغسيل تكون فعالة في غسل كل الأملاح الذائبة في الماء والجبس وكربونات الكالسيوم (الجير)، ويحدث كذلك نقل لكثير من المواد، مثل المواد العضوية والطينية المتكونة على السطح، ويتم ترسيبها في الطبقات تحت السطحية مكونة بذلك العديد من الآفاق التشخيصية تحت السطحية، مثل الأفق الطيني (Argillic) والسبوديك (Spodic) والألبيك (Albic) والأوكسك (Oxic)، وغيرها.

وهكذا تنتج قطاعات لترب مميزة إلى آفاق واضحة، وتصل قطاعاتها إلى درجة النضج من التطور. أما إذا ما قارنا ذلك بما يحدث عادة في المناطق الجافة التي تتميز بانخفاض معدل سقوط الأمطار بها أو انعدامها، أضف إلى ذلك عدم انتظامها، كل هذا يؤدي إلى قلة الغطاء النباتي أو انعدامه، ومن ثم فإن تراكم المواد العضوية على سطح تُرب المناطق الجافة يكون دائماً قليلا. وفي الجانب الآخر نتيجة لقلة أو غياب عنصر الماء، فإن التجوية الكيماوية التي تؤدي إلى تكوين المعادن الثانوية، مثل معادن الطين السليكاتي وغيرها، تكون بطيئة أو معدومة. وتبرز بدلاً منها تحت هذه الظروف، التجوية الطبيعية التي تؤدي فقط إلى تكسير وتفتيت الصخور دون المساس بتركيبها الكيماوي. وهذا كله يؤدي إلى عدم اختلاف التركيب المعدني والكيميائي للتربة عن مادة الأصل أو الصخر الأم المتكونة منها.

أضف إلى ذلك فإن عمليات الغسيل تكون محدودة، ولذلك لا يتم فقد المواد العضوية أو المعدنية من قطاع التربة. بل تبقى في التربة الناتجة، وإذا تم أي نقل للمواد فسيكون محصوراً فقط، في المواد القابلة للذوبان في الماء، مثل الأملاح أو الجبس، وأحياناً كربونات الكالسيوم، ولذلك تحت هذه الظروف تنتج قطاعات لترب في الغالب غير مميزة إلى افاق واضحة، عدا الأفق السطحي الذي يحتوي على نسبة منخفضة فقط من المادة العضوية، وإن وجدت افاق تشخيصية تحت سطحية، فهي في الغالب لا تخرج عن الآفاق الملحية (Salic)، أو الجيرية (Calcic) أو الجبسية (Gypsic) أو الجيرية المتحجرة (Pertrocalcic) أو الجبسية المتحجرة (Petrogypsic)، هذا باستثناء الأفق الطيني (Argillic) أو الصودي (Natric) أو أفق التغيير (Cambic)، الذي قد يتكون ولكن تحت

ظروف محلية خاصة. وهكذا، فإن قطاعات تُرب المناطق الجافة ذات تطور بسيط، فهي غير ناضجة.

مما سبق يتضح جلياً بأن المناخ الجاف المميز للمناطق الجافة يشكل دوراً رئيساً وأساسياً في فرض خصائص وميزات خاصة لترب هذه المناطق، تميزها بالتأكيد عن تُرب المناطق المناخية الأخرى. ولكن بالرغم من تأثير المناخ الجاف الواضح على تكوين تُرب هذه المناطق، فيجب ألا نغفل أثر عوامل تكوين التربة الأخرى، وهي التضاريس ومادة الأصل والزمن أو عمر سطح الأرض، وأخيراً الأحياء وخاصة الغطاء النباتي الذي يؤثر ويتأثر بالمناخ، وذلك على الاختلافات التي قد تنتج في خواص الترب في المنطقة المناخية الواحدة. كما يجب أن لا يهمل دور الإنسان لكونه عاملاً مؤثراً على الجفاف بصفة خاصة في المناطق الجافة سواء بالإيجاب أو السلب.

1.2.2 تصنيف تُرب المناطق الجافة وانتشارها

نظراً إلى تعدد وتباين أنواع الترب الموجودة في العالم بصفة عامة نتيجة لاختلافات ظروف تكوينها، كان لا بد من وجود نظام لتصنيفها، حتى يسهل فهمها ودراستها وكيفية استخدام كل منها، وحيث إنه يوجد العديد من نظم تصنيف التربة في العالم، التي لا يتسع المجال هنا للإشارة إليها، كان لا بد من اختيار أحدها والأكثر تداولاً عالمياً، وهو نظام تصنيف التربة الأمريكي الحديث [179] والمعتمد حاليا في ليبيا، لمناقشة أنواع الترب الموجودة في المناطق الجافة بصفة عامة وفي ليبيا بصفة خاصة، التي نحن بصددها، مع الإشارة إلى ما يقابلها من تسميات في نظم تصنيف التربة العالمية الأخرى كلما أمكن ذلك، وإذا أراد

القارئ أن يحصل على معلومات أكثر تفصيلاً عن نظم تصنيف التربة العالمية المختلفة، فعليه أن يرجع إلى مصادرها الأساسية.

الترب حديثة التكوين التابعة لرتبة (Entisols) هي الأكثر انتشاراً في المناطق الجافة من العالم. وتليها في الانتشار على التوالي الترب الجافة التابعة لرتبة (Aridisols). وقد توجد في بعض المواقع من المناطق الجافة والأكثر رطوبة نسبيا (المناطق المتاخمة لمناطق الجافة) (شبه الجافة شبة الرطبة)، بعض من أصناف تُرب الحشائش التابعة لرتبة (Mollisols) وترب الغابات التابعة لرتبة (Alfisols)، وأخيراً الترب القلابة التابعة لرتبة (Vertisols)، أما الترب التابعة لرتبة (Inceptisols) فقد توجد بصورة محدودة، وفي أماكن متفرقة في المناطق شبه الجافة.

ومما تجدر الإشارة إليه، أنه باستثناء الترب الجافة (Aridisols) التي يقتصر وجودها فقط في المناطق الجافة، فإن بقية الترب التابعة للرتب المشار إليها أعلاه، قد توجد في بيئات مناخية أخرى بالإضافة إلى المناطق الجافة. هذا بالإضافة إلى أن هناك تربا تابعة لرتب أخرى لا توجد في المناطق الجافة بل هي مقتصرة على بيئات مناخية أخرى مميزة، ومنها تُرب الغابات الحامضية (Ultisols)، وترب المناطق الرطبة الباردة (Spodosols)، والترب الاستوائية الرطبة الحارة (Oxisols)، والترب العضوية (Histosols)، والترب المتكونة من الرماد البركاني (Andosols)، والترب الغدقة المبقعة (Gilesols) [179]، والجدول (6.2) يبين المساحات التقريبية لرتب الترب الموجودة عادة في المناطق الجافة من العالم.

جدول (6.2): المساحات التقريبية لرتب الترب الأكثر شيوعا في المناطق الجافة من العالم *

رتب الترب	أسم التربة المعرب	المساحة (مليون كم^2)	نسبة انتشارها في المناطق الجافة	نسبة انتشارها في العالم
Entisols	حديثة التكوين	19.15	41.5	13.1
Aridisols	الجافة	16.57	35.9	11.3
Mollisolls	الحشائش	5.48	11.9	3.7

Alfisols	الغابات	3.10	6.6	2.1
Vertisols	القلابة	1.89	4.1	1.3
المجموع		46.19	100	100

* المصدر: مأخوذ عن **[132]**

وفيما يلي نستعرض الخواص والمميزات الأساسية لترب المناطق الجافة التي تميزها عن خواص تُرب المناطق المناخية الأخرى ومميزاتها.

2.2.2 خصائص تُرب المناطق الجافة ومميزاتها

1. تطور قطاع التربة

نتيجة لقلة أو غياب عنصر الماء في المناطق الجافة، فإن شدة فاعلية عمليات تكوين التربة من إضافة ونقل وفقد وتكوين مواد عضوية أو معدنية تكون غالبا بطيئة، وهذا يؤدي إلى إنتاج تُرب بسيطة التطور أو غير متطورة (حديثة التكوين) وتحتوي على واحد أو أكثر من الآفاق التشخيصية المميزة للمناطق الجافة، وسيأتي ذكرها تباعاَ.

2. الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية

إن وجود أنواع معينة من الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية في تُرب المناطق الجافة له دلالة على طبيعة الظروف التكوينية التي تعرضت لها هذه الترب، والمتميزة بالجفاف وقلة تساقط الأمطار. وفيما يلي نستعرض باختصار هذه الآفاق الموجودة بترب المناطق الجافة وأكثرها انتشاراً (ولمزيد من التفاصيل انظر [179]):

أ. الافاق التشخيصية السطحية

❖ **أفق الأوكريك (Ochric):** وهو أفق غير سميك وفاتح اللون، غير صلب وغير متكتل

عندما يكون جافاً، ويحتوي على كمية منخفضة من المادة العضوية لا تزيد على 1%، وعادة ما يكون هذا الأفق موجوداً بصفة أساسية في تُرب المناطق الأكثر جفافاً من المناطق الجافة، التي تتبع الرتبتين المعروفتين بالترب حديثة التكوين (Entisols) والترب الجافة (Aridisols) وخاصة المتكونة تحت الغطاء النباتي مثل الشجيرات أو الأعشاب الصحراوية.

- **أفق الموليك (Mollie)**: وهو أفق سطحي سميك، قاتم اللون، يحتوي على كمية كبيرة نسبياً من المادة العضوية، ودرجة التشبع بالقواعد به عالية (أكثر من 50%)، وبناؤه غير صلب وغير متكتل. ويوجد هذا الأفق في بعض الترب المتكونة في المناطق شبه الجافة (الجانب الرطب من المناطق الجافة)، وخاصة تلك المتكونة تحت الأعشاب الطويلة أو المتوسطة الطول (أراضي الحشائش أو المروج)، التي تسمى بترب الحشائش أو المروج القاتمة (Mollisols).

ب. الآفاق التشخيصية تحت السطحية

- **الأفق الجيري (Calcic)**: وهو أفق تجمع كربونات الكالسيوم، تكون في بعض الأحيان مختلطة مع كربونات الماغنسيوم، وعادة ما يكون سمكه أكثر من 15 سم، ويحتوي على أكثر من 15% كربونات الكالسيوم، ولا بد من أن تزيد نسبة كربونات الكالسيوم به بمقدار 5% عن محتوى الطبقة التي تليه في العمق. ويتكون هذا الأفق من غسيل كربونات الكالسيوم من الطبقات السطحية للتربة وترسيبها تحت السطح، أو انتقال الماء الشعري الغني بالكربونات من مستوى الماء الأرضي السفلي إلى أعلى وترسيبه في الطبقات تحت السطحية. وإذا تصلب هذا الأفق أعطي له اسم الأفق الجيري المتحجر (Petrocalcic)، أو في بعض الأحيان يسمى بتسميات أخرى في أماكن متعددة من العالم، فيسمى بطبقة

أو قشرة "الكاليتشي" أو "كالكريت" أو أفق الحجر الجيري أو قشرة الكربونات. ووجود أحد هذين الأفقين في بعض الأنواع من الترب التابعة لرتبة الترب الجافة (Aridisols) أمراً شائعا.

- **الأفق الجبسي (Gypsic)**: وهو أفق تجمع كبريتات الكالسيوم المتأدرة (الجبس). ويحتوي على أكثر من 5% جبساً من الطبقة التي تليه في العمق، وبما أن الجبس يعد ملحاً قابلاً للذوبان بصورة متوسطة، فهو أكثر ذوباناً من كربونات الكالسيوم، ولكنه أقل ذوباناً من الأملاح الذائبة الأخرى في الماء، مثل كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم وغيرها. ولذلك، فإن تجمعه في التربة يكون على أعماق أكبر من تجمع كربونات الكالسيوم، وحيث إن الجبس قابل للغسيل بواسطة مياه الرشح، فإنه لا يتجمع في الطبقات تحت السطحية الجيدة الصرف والمنفذة للماء، إلا إذا كانت مادة أصل التربة جبسية. وهذا الأفق شائع وجوده في الترب ذات القوام الطيني الموجودة في القيعان المنخفضة في بعض المناطق الجافة. وإذا ما تصلب هذا الأفق أعطي له اسم الأفق الجبسي المتحجر (Petrogypsic). وهذان الأفقان محدودان الانتشار في بعض أنواع من الترب التابعة لرتبة الترب الجافة (Aridisols) التي توجد في بعض المناطق الصحراوية من العالم.
- **الأفق الملحي (Salic)**: أفق تجمع الأملاح الذائبة، مثل كلوريدات الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وكبريتات كل من الماغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكربونات وبيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم، وهذا الأفق يتكون عادة في الترب ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع في المناطق الجافة، وسمكه يزيد عن 15 سم، ويحتوي على الأقل 2% أملاحاً ذائبة، وعادة ما يكون فاتح اللون، عديم البناء وهشا ومنفذاً للماء. ويوجد الأفق الملحي في بعض أنواع الترب التابعة لرتبة الترب الجافة (Aridisols).

❖ **الأفق الطيني (Argillic)**: أفق ترسيب وتجميع الطين السليكاتي المتنقل من الطبقات العليا من قطاع التربة، حيث يحتوي هذا الأفق على أكثر من 1.2 مرة كمية طين سليكاتي من الطبقة التي تعلوه مباشرة في قطاع التربة. ومما تجدر الإشارة إليه، أنه لسنوات ماضية والمناقشات دائرة بين علماء التربة حول إمكانية تكوين هذا الأفق من عدمه تحت ظروف المناطق الجافة. ذلك أن الآراء القديمة تنفي إمكانية تكوينه في المناطق الجافة [155]، بالرغم من أنه قد تم وصفه مورفولوجيا في بعض الترب الصحراوية الجيدة الصرف، ولكن قد فسر أن مصدر تجمع الطين في هذا الأفق، هو تكوينه في المكان نفسه، أي في الأفق نفسه، وليس نتيجة لانتقال حبيبات الطين من الطبقات التي تعلوه. وحديثاً وجد كل من سمث وبول [178] وجيل وكروسمان [152] أدلة على انتقال الطين من الطبقات العليا وترسيبه في الطبقات تحت السطحية في بعض تُرب المناطق الجافة، وعلى العموم، فإن وجود هذا الأفق في تُرب المناطق الجافة مؤكد في نوعيات معينة من هذه الترب، مثل الترب الجافة ذات الأفق الطيني، وخاصة عندما يكون سطح الأرض قديماً، وغير معرض للتعرية أو الانجراف لمدة طويلة، ومادة أصل الترب فقيرة في كربونات الكالسيوم وغنية بالطين، أو تكون المنطقة قد تعرضت في الماضي البعيد إلى مناخ أكثر رطوبة من الوقت الحالي.

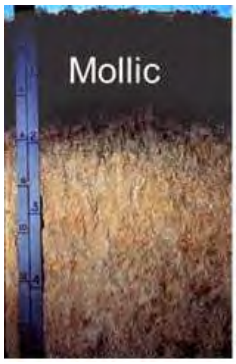
❖ **الأفق الصودي (Natric)**: وهو أفق ذو بناء منشوري أو عمودي، ونسبة التشبع بالصوديوم به أكثر من 15%، وتعرف الترب التي يوجد بها هذا الأفق بالترب الجافة الصودية ذات الخصائص الرديئة للاستخدام الزراعي، نظراً لارتفاع نسبة الصوديوم بها، ورداءة خواصها الطبيعية (النفاذية – الصرف الداخلي – إلخ). وتسمى هذه الترب في كثير من الأحيان بـ "السولونتز" (Solonetz).

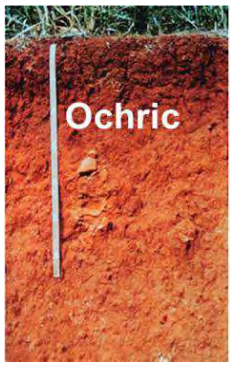
ج. بعض الآفاق التشخيصية تحت السطحية الأخرى

يوجد العديد من الآفاق التشخيصية الأخرى في بعض تُرب المناطق الجافة في العالم، ولكن أقل انتشاراً عما تقدم ذكره، ومن هذه الآفاق:

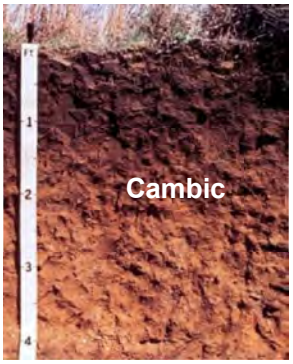
- **أفق "الكامبيك" (Cambic)** أو أفق التغيير، وهو يحتوي على تجمع للطين السليكاتي، ولكن بدرجة بسيطة لا تصل إلى الكمية المذكورة في الأفق الطيني، وعادة ما يكون لونه أكثر احمراراً من الطبقة التي تعلوه، ويكون بناؤه ضعيفاً، وفي بعض الأحيان يلاحظ عليه بعض الدلائل التي تشير إلى نقل كربونات الكالسيوم في الآفاق السفلية. وعلى العموم، هذا الأفق يتحول إلى الأفق الطيني على مر السنين، إذا كانت وضعية الأرض ثابتة وغير معرضة للانجراف أو التعرية لمدة طويلة.
- **أفق الطبقة الصماء السليكاتية (Duripan)** وهي الطبقة الصماء تحت السطحية الملتحمة بالسليكا، ويعتقد في تكوين هذا الأفق، أنه راجع إلى غسيل وانتقال السليكا الذائبة من سطح التربة إلى تحت التربة وترسيبها في فترات الجفاف.

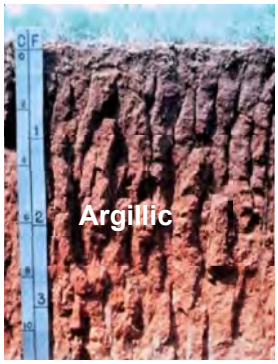
هذا ويوجد العديد من التكوينات الجديدة ذات التركيب الخاص والمعروفة باسم "كنكريشن" (Concretions)، تتكون في بعض الآفاق التشخيصية تحت السطحية الموجودة في المناطق الجافة، وأهمها التكوينات الجيرية والجبسية والحديدية، والشكل (5.2) يبين الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية المذكورة سلفاً في عدد من قطاعات التربة في المناطق الجافة.

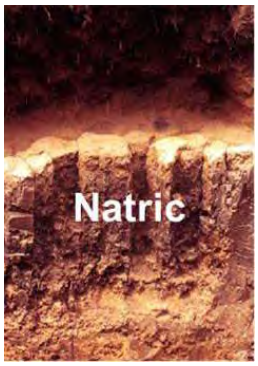


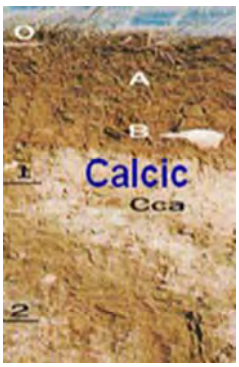


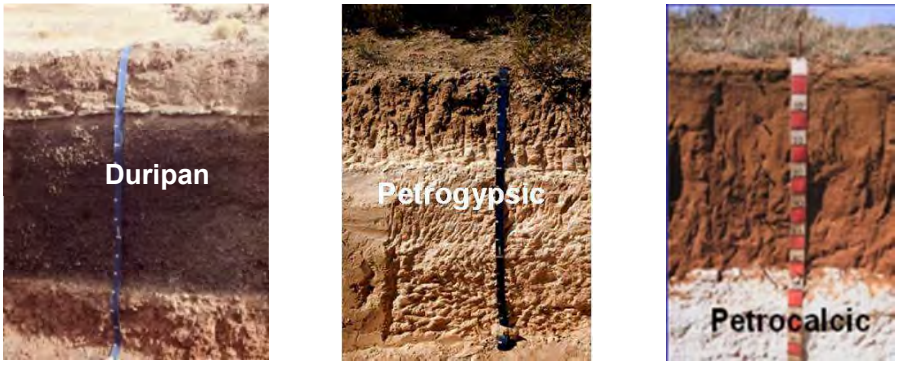
أ. الأفاق التشخيصية السطحية











ب. الآفاق التشخيصية تحت السطحية

شكل (5.2): الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية في عدد من قطاعات التربة في المناطق الجافة

3. شدة التجوية

من المعروف أن الظروف المناخية إذا أعطيت الوقت الكافي، فإنها أكثر من أي عامل آخر، تتحكم في نوع ومعدل ما يحدث من تجوية. فتحت ظروف الأمطار القليلة (المناطق الجافة) تسود عمليات التجوية الطبيعية التي ينتج عنها إقلال في حجم الحبيبات وتغيير ضئيل لا يذكر في تركيبها الكيميائي، غير أن وجود مزيد من الرطوبة يشجع التغيرات الكيميائية وكذلك الطبيعية، ما ينتج عنه معادن جديدة ونواتج ذائبة، ومن بين المعادن المتكونة وخاصة في المناطق الرطبة المعتدلة، أنواع الطين السليكاتي التي يعزى إليها الكثير من خواص التربة الزراعية الجيدة لهذه الأراضي. وتكون معدلات التجوية في العادة أكثر سرعة في المناطق التي تكون درجة الحرارة بها مرتفعة، خصوصاً إذا وجدت كميات كافية من الرطوبة لتشجيع التحليل الكيميائي، مثل المناطق الاستوائية الرطبة. ولذلك، ففي المناطق الجافة وفي غياب عنصر الماء تكون التجوية الطبيعية هي السائدة، وتكون معدلات التجوية الكيميائية بطيئة، وهذا يؤدي

إلى قلة تكوين المعادن الثانوية، وخاصة الطين السليكاتي والنواتج الذائبة الأخرى.

4. معادن الطين

طبقاً لجاكسون [156]، فإن مقاومة معادن الطين للتجوية الكيميائية تزداد كالآتي: الايلايت < الفرميكيولايت < كلورايت < المونتموريلونايت < كاؤولينيت < جبسيت < الألوفين < جيوتايت، حيث يكون معدن الايلايت أقل هذه المعادن مقاومة للتجوية، ويكون معدن الجيوتايت أكثرها مقاومة. ونحن نعرف أن الشدة القصوى للتجوية الكيميائية تحدث في المناخ الرطب الحار، وأقلها شدة في المناخ الجاف البارد، ففي المناخ الاستوائي الرطب الحار، نجد أن هذه المعادن كافة تتحلل كيميائياً إلى مكوناتها الأساسية، ولا يبقى في التربة إلا المعادن الأشد مقاومة للتجوية الكيميائية، وهي الجبسيت والألوفين والجيوتايت، لكن في المناطق الجافة يتوقع وجود كل المعادن حتى القليلة المقاومة للتجوية، فمعدن الايلايت مثلاً، إذا وجد أصلاً في مادة أصل أي تربة من تُرب المناطق الجافة، فإنه يقاوم التجوية الكيميائية البسيطة التي تحدث تحت المناخ الجاف. ولذلك، فإن كمية معادن الطين الموجودة في تُرب المناطق الجافة ونوعيها، تعتمد أساساً على الكمية والنوعية الموجودة أصلاً في مادة أصلها، وعلى العموم؛ إذا ما سمحت الظروف البيئية لتكوين معادن الطين في تُرب المناطق الجافة، فيكون من النوع المونتموريلونايت عند توفر كمية كافية من الماغنيسيوم الذائب في التربة، ويكون من نوع الايلايت في حالة احتواء التربة على كمية عالية من البوتاسيوم الذائب، ومما تجدر الإشارة إليه، أن معدن الايلايت – بغض النظر عن أنه موروث من مادة الأصل أو متكون أثناء تكوين التربة – فهو أكثر معادن الطين انتشاراً في الآفاق السطحية

وتحت السطحية لترب المناطق الجافة الموجودة في المرتفعات، على حين أن معدن المونتموريلونايت هو الأكثر انتشاراً في الترب الواقعة في القيعان أو المنخفضات [124]. ولكن بصفة عامة، إن نوعية معادن الطين وسيادة أحدها على الأخرى في تُرب المناطق الجافة، يعتمد أساساً على نوعية مادة الأصل، المتكونة منها هذه الترب. ففي أمريكا الشمالية ومناطق شمال آسيا، معدن المونتموريلونايت هو المعدن السائد في الآفاق الطينية لترب هذه المناطق، أما الايلايت والكاؤولينيت فهما موجودتان بكميات قليلة في هذه الآفاق، ومعدن المونتموريلونايت غير موجود في تُرب المناطق الجافة بأستراليا. إلا في الترب القلابة (Vertisols) أو في الترب الواقعة في القيعان والمنخفضات، حيث إن السائد في هذه الترب هو الايلايت والكاؤولينيت والكلورايت، أما معادن الطين الشائعة في تُرب المناطق الجافة في جنوب أفريقيا وفي الصحراء الكبرى فهي الايلايت والمونتموريلونايت والكلورايت [132].

5. المادة العضوية

يعتبر محتوى المادة العضوية في تُرب المناطق الجافة منخفضاً بوجه عام (فهي لا تتعدى 1% في المناطق الجافة والجافة جداً وقد تصل إلى 3% في بعض المناطق شبه الجافة)، وهذا راجع إلى أن الغطاء النباتي الطبيعي في هذه المناطق غير كثيف، أو يكاد أن يكون معدوما في بعض المناطق، بالإضافة إلى سرعة تحلل بقايا النباتات بواسطة الميكروبات، وخاصة في المناطق الجافة الحارة. هذا وإن انخفاض محتوى المادة العضوية في تُرب المناطق الجافة يكسبها الكثير من الخصائص التي تميزها، فترب المناطق الجافة عموماً تحتوي على الأفق التشخيصي

السطحي المعروف باسم "الأوكريك"، السابق الإشارة إليه، وغالباً ما تكون هذه الترب فقيرة في النتروجين الذي مصدره الأساسي في التربة هو المادة العضوية. أضف إلى ذلك ما لتأثير المادة العضوية على الكثير من خصائص التربة الطبيعية والكيميائية والحيوية.

6. نسبة التشبع بالقواعد

نسبة التشبع بالقواعد في تُرب المناطق الجافة، عادة ما تكون مرتفعة، فهي تتراوح بين 80 % و100 %، وهذا راجع إلى بطء عمليات غسيل القواعد (الكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم) بسبب قلة مياه الأمطار.

7. درجة تفاعل التربة

درجة تفاعل التربة في المناطق الجافة، بصفة عامة عادة ما تكون متعادلة، أو مائلة إلى القلوية أو قلوية، حيث إن عنصر الماء وتوفره يؤثر على تركيز أيون الهيدروجين في التربة.

8. العناصر الغذائية الأساسية للنبات

النتروجين هو أكثر العناصر الغذائية الأساسية للنبات نقصاً في تُرب المناطق الجافة، ويليه الفوسفور والحديد والزنك. علماً بأن النتروجين مرتبط في التربة بالمادة العضوية التي تفتقر إليها تُرب المناطق الجافة بصفة عامة، أما الفوسفور فنقصه راجع إلى قلة المادة العضوية أولاً، وكثيراً ما يكون نقص الفوسفور في المناطق الجافة، راجعاً إلى تحوله إلى صورة غير قابلة للامتصاص بواسطة النبات، بسبب القلوية وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم بهذه الترب. أما نقص الحديد والزنك في تُرب المناطق الجافة، فبالرغم من أنه أقل شيوعاً من نقص النتروجين والفوسفور، فإنه يكون عادة ظاهراً على النباتات النامية في الترب الجيرية المحتوية على نسبة مرتفعة من كربونات الكالسيوم، وخاصة تلك المسمدة بالفوسفور. ويجب أن نشير هنا إلى أنه قد يحدث في تُرب بعض المناطق الجافة نقص للبوتاسيوم والكبريت، ولكن بصورة محدودة، أما بقية العناصر الغذائية الأخرى، فهي في الغالب متوفرة وبكميات كافية في تُرب المناطق الجافة، ولا تظهر مشاكل نقص غذائي إلا في حالات خاصة تتعلق بعدم الاتزان الغذائي في التربة.

9. التعرية الريحية

يتعرض كثير من تُرب المناطق الجافة في العالم إلى التعرية الريحية، وذلك نتيجة للكثير

من العوامل التي لها تأثير فعال على عمليات التعرية الريحية، والتي تتصف بها تُرب هذه المناطق، ومنها الجفاف وقلة أو غياب الغطاء النباتي، وسيادة قوام التربة الرملي، وقلة محتواها من المادة العضوية. ولذلك، فإن التعرية الريحية هي سمة بارزة من سمات المناطق الجافة بوجه عام

(شكل 6.2)، وما تشكل الكثبان الرملية والصحاري الصخرية وانتشارها في هذه المناطق إلا دليل قاطع على نشاط وفاعلية هذه العملية. فإذا نظرنا إلى ظاهرة تكوين الكثبان الرملية في دول الوطن العربي نرى أنه لا تخلو أية دولة عربية باستثناء لبنان من هذه الظاهرة [38]. وتقدر المساحة المتأثرة بها في المنطقة العربية في قارة آسيا بحوالي 1.1 مليون كيلومتر مربع، في حين تقدر هذه المساحة في الدول العربية في قارة أفريقيا بحوالي 1.5 مليون كيلومتر مربع [37،36] وفي ليبيا تبلغ مساحة الرمال والكثبان الرملية حوالي 433 ألف كيلومتر مربع [63].

10. الانجراف المائي

بالرغم من أن الانجراف المائي، هو سمة من سمات المناطق الرطبة، وأكثر شيوعاً بها، إلا أن المناطق الجافة تتأثر كذلك وبدرجة كبيرة بالانجراف المائي، وخاصة في المناطق الجبلية والتلال والأراضي المنحدرة، وحتى مناطق الري القريبة من المياه (شكل 7.2).

شكل (6.2): التعرية الريحية في المناطق الجافة

شكل (7.2): الانجراف المائي في المناطق الجافة (الجبل الأخضر)

وما ظهور الصخور أو الطبقات تحت السطحية على السطح في هذه المناطق، إلا دليل على شدة فاعلية هذه العملية. حيث يوجد العديد من العوامل التي تتصف بها هذه المناطق في الأراضي الجافة، وهي تساعد على إحداث أضرار كبيرة في تُرب هذه المناطق، ومنها على سبيل المثال لا الحصر، طبيعة تساقط الأمطار، التي عادة ما تكون على هيئة

عواصف شديدة ولمدد قصيرة، وقلة أو غياب الغطاء النباتي وخاصة أثناء تساقط الأمطار، والميول والمنحدرات الشديدة، وقلة السعة التشبعية للرطوبة في التربة، وقلة نفاذية الترب ومحتواها من المادة العضوية، وغيرها من العوامل الأخرى. وعلى العموم، فإن الانجراف المائي في المناطق الجافة، هو القوة الرئيسية المسؤولة عن تكوين الكثير من الظواهر الجيومورفولوجية الموجودة والمميزة لأراضي المناطق الجافة، مثل الأودية والقيعان والمنخفضات والسبخات وغيرها.

11. الخواص الحيوية

من المعروف أن نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة يتوقف على ما تحتوي عليه من ماء وأكسجين ومواد عضوية وعناصر غذائية، إضافة إلى ما تتصف به التربة من خواص كيميائية وطبيعية أخرى، لذلك تتفاوت الترب المختلفة في نوعية الكائنات الحية الدقيقة السائدة فيها، وبذلك تتباين في قدرتها على القيام بالأدوار التي يضطلع بها كل صنف من تلك الأصناف. وعلى العموم، تتغلب البكتيريا في عددها على بقية مجاميع الكائنات الحية الدقيقة في معظم تُرب العالم، وتنتعش الفطريات في تُرب المناطق الرطبة ذات التفاعل الحامضي نسبيا.

وتتميز تُرب المناطق الجافة بصفة خاصة بمحتواها الرئيسي من مجاميع البكتيريا والأكتينومايسيتز ذات القدرة على التكيف لمقاومة الظروف البيئية الخاصة بهذه المناطق، وعلى الرغم من ذلك تحتوي تُرب المناطق الجافة على جميع الأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي تساهم في إنتاجية التربة بشكل أو بآخر، ولكن أعدادها في هذه الترب تبقى قليلة ما لم يتدخل الإنسان في إنعاش ما يهمه من الأصناف.

3.2.2 الظواهر الجيومورفولوجية المميزة لأراضي المناطق الجافة

يوجد العديد من الظواهر الجيومورفولوجية المميزة لأراضي المناطق الجافة، وهي ترتبط وتصاحب تُرب هذه المناطق، وتعد من المميزات التي تميزها عن تُرب المناطق الأخرى، ومن هذه الظواهر ما يأتي:

1. الرمال والكثبان الرملية (Sands and Sand Dunes)

بالرغم من أن الرمال والكثبان الرملية غير محصور وجودها في المناطق الجافة في العالم، فإنها تعد أكثر شيوعاً، وهي سمة بارزة من سمات المناطق الجافة. فالصحراء كلفظ في مخيلة الإنسان العادي هي بحر من الرمال لا تحدد بالبصر، ودرجة الحرارة فيها مرتفعة وعديمة الماء. إن بعض حقول الكثبان الرملية في العالم تتمشى مع هذا المفهوم العادي، مثل بحار الرمال في شمال أفريقيا، وخاصة في الصحراء الكبرى، والربع الخالي في الجزيرة العربية وصحراء التاكلا في الصين. هذا وتوجد الكثبان الرملية في أشكال وأحجام مختلفة، حيث تتراوح ارتفاعاتها من 30 سم إلى أكثر من 100 متر، وقد تكون متفرقة على سهول طينية، أو على شكل سلاسل متصلة، تغطي مساحات تصل إلى الآلاف من الكيلو مترات المربعة. وتتخذ الكثبان الرملية أشكالاً مختلفة، وذلك حسب العوامل الآتية:

- سرعة الرياح.
- درجة ثبات اتجاه الرياح.
- الإمداد الرملي.

ويمكن تمييز العديد من الأنماط، فمنها الكثيبُ الطولي أو السيف الذي يترسب على خط موازٍ لاتجاه الرياح السائدة، والكثيبُ العرضي، المستطيل الذي يترسب في صفوف متعامدة مع اتجاه الرياح السائدة، والكثيبُ الهلالي الذي يكون هلاليا ويحتوي على قرون في اتجاه الرياح، والكثيبُ القبي ذو الشكل المستدير، والكثيبُ الخميلي أو الأيكي، وهو الذي يتكون حول الشجيرات الصحراوية [65]. وقد تكون الكثبان الرملية متحركة أو ثابتة، وقد تختلف في التركيب المعدني والكيميائي للحبيبات المكونة لها. ففي حين أن معظمها يتكون

من معدن الكوارتز بصفة أساسية ومعدن الفلدسبار بصورة ثانوية، فإن بعضها قد يكون غنياً بكربونات الكالسيوم، وفي حالات محدودة تتكون هذه الرمال من الجبس، مثال ذلك، الرمال البيضاء في ولاية نيومكسيكو في أمريكا، وكثبان الكوبي المحاذية للقيعان الملحية في أستراليا [132].

2.الرصيف الصحراوي أو الأديم الصحراوي (Desert Pavement)

الرصيف الصحراوي هو ظاهرة أخرى منتشرة في تُرب المناطق الجافة في العالم، وهي طبقة مفككة من الحصى والزلط والحجارة، توجد على سطح بعض تُرب المناطق الجافة. وهذه الطبقة تحمي التربة التي تحتها من أية عمليات تعرية أو انجراف لاحقة، ولهذا في كثير من الأحيان تسمى بدرع الصحراء. هذا ويطلق عليها في شمال أفريقيا اسم السرير، وفي منغوليا والصين اسم الجوبي. وهذه الطبقة لا تحمي التربة فقط، بل تبطئ حركة الماء السطحي، وبذلك تكون كمية المياه النافذة داخل التربة أكثر، وكذلك تعمل على تقليل سطح التربة المعرض للبخر. وطبقاً لـ "دريجن" 1976م [132]، فإنه يوجد العديد من النظريات التي تفسر تكوين هذه الطبقة فوق التربة ومنها:

- انجراف التربة الناعمة بواسطة الرياح أو المياه تاركة أحجام الحبيبات الكبيرة التي لا تقدر على حملها، وهذا يتطلب أن تكون مادة أصل التربة ذات قوام حصوي، أو حصوي حجري.
- انتقال حبيبات الحصى والحجارة من داخل التربة إلى سطحها نتيجة لعمليات التمدد والانكماش الناتجة عن عمليات الجفاف والابتلال المتبادلة.
- ترسيب حبيبات الحصى والحجارة على سطح الترب بواسطة المياه الجارية في العصور

الممطرة السابقة.

- تجوية القشور السطحية السليكاتية أو الجيرية.

ومما تجدر الإشارة إليه، أن سطح الحصى والزلط والحجارة المكونة لهذه الطبقة عادة ما يكون قاتم اللون مسوداً، ويطلق عليه في هذه الحالة الدهان (الورنيش) الصحراوي، ويرجع هذا اللون القاتم المسود إلى أكاسيد الحديد والمنجنيز التي تترسب على سطح هذه المواد.

3. القيعان أو المنخفضات الملحية أو السبخات (Salt Depressions)

المنخفضات الملحية أو ما يعرف في ليبيا بالسبخات هي ظاهرة جيومورفولوجية أخرى مميزة للمناطق الجافة الحارة والباردة على السواء، وقد تغطي مساحات قليلة من الأراضي لا تتعدى العشرة هكتارات، أو تكون ممتدة لمساحات شاسعة مثل السبخة الموجودة في إيران والتي تصل إلى 75 ألف كيلو متر مربع، أو الموجودة في الأرجنتين والتي تصل إلى 11.5 ألف كيلومتر مربع. والمصدر الأساسي للأملاح في هذه المنخفضات هو الماء الأرضي القريب من سطح التربة، فارتفاع درجة الحرارة على سطح التربة يحدث تبخراً للماء من على سطح التربة، وهو ما يدفع حركة الماء الشعري إلى أعلى، مسبباً ارتفاع الماء الأرضي إلى سطح التربة، وعندما يتبخر يترك وراءه الأملاح الذائبة في الماء. وعادة ما تتكون على أسطح هذه المنخفضات الملحية قشرة صلبة نوعاً ما تسمى بالقشرة الملحية (Salt Crust)، وفي الغالب ما تكون بيضاء اللون، تتكون من كلوريدات وكبريتات الصوديوم، وفي بعض الأحيان تكون سوداء طاردة للماء، ومتكونة من تراكم كربونات الصوديوم، وأحياناً أخرى قد تحتوي على كميات كبيرة من الجبس.

4. الأودية الجافة (Wadis)

يكون التصريف المائي في معظم المناطق الجافة من العالم داخلياً، حيث يعجز في أغلب الأحيان عن الوصول إلى البحر، وهناك أنهار استثنائية تجري مخترقة الصحاري إلى البحر، أبرزها نهرا النيل وكلورادو، وهذه الأنهار هي أنهار دخيلة تتكون خارج المناطق الجافة ذات الأمطار المعتدلة أو الشديدة، وكمية الماء تكفي، عندما تخترق الصحاري، لبقائها رغم كثرة ما تفقده عن طريق التبخر والصرف أو التسرب الداخلي. ولذلك، فيما عدا هذه الأنواع القليلة من الأنهار، فإن معظم أنهار المناطق الجافة هي أنهار وقتية وقصيرة وغير مستمرة بشكل واضح، وتكون مجاري الأنهار جافة خلال معظم الوقت، وقد تفيض بالماء من حين إلى آخر بعد أمطار غزيرة محلية. والمجاري المائية الصغيرة التي تتصف بهذه الصفات تسمى بالأودية، ويوجد فرق واضح بين الفيضانات في المناطق الرطبة والجافة، إذ يستغرق فيضان نهر مثل أوهايو أو المسيسيبي بالولايات المتحدة الأمريكية بضعة أيام حتى يصل ذروته، ثم ينخفض إلى جريانه العادي، ولكن تصل فيضانات أودية المناطق الجافة إلى ذلك بصورة فجائية، ثم تتلاشى بسرعة أيضاً. إن المعالم البارزة للفيضانات التي تحدث في الأودية هي قصر المسافة التي تجري فيها وقصر مدتها، وذلك راجع إلى أن الأمطار الغزيرة التي تغذيها لا تستمر إلا فترة قصيرة من ناحية، وأن جريانها على سطوح جافة ومسامية وجرداء (شبه خالية من الغطاء النباتي) تكثر فيها المواد المفككة، تجعلها لا تستمر لمسافات طويلة من ناحية أخرى.

5. الصحاري الصخرية (Rocky Deserts)

يتصور كثير من الناس أن الصحاري تتكون من الرمال المتطايرة، فقد تكون الكثبان الرملية معالم بارزة، وتغطي مساحات شاسعة، وخاصة في مناطق معينة من العالم، كما ذكر آنفاً، ولكن الصحاري الصخرية أو ما يعرف باسم الحمادات في ليبيا، هي كذلك من أكثر معالم الصحاري انتشاراً، ويمكن تمييز نوعين من هذه الصحاري الصخرية، الأول وهو يشبه إلى حد كبير الرصيف الصحراوي، ويعده البعض نوعاً من أنواعه، حيث تكون الأرض مغطاة بصخور كبيرة الحجم وعادة ما تكون تحتها تربة حجرية أو تربة حجرية حصوية، أما النوع الثاني هو الصخور التحتية التي تبرز على السطح نتيجة لإزالة ما يغطيها بفعل التعرية، والتي كثيراً ما تتشقق وتتكسر إلى كتل صخرية كبيرة بفعل عمليات التجوية، وخاصة الطبيعية منها. وتقدر مساحة النوع الأول في ليبيا حوالي 41,483 ألف هكتار (أي يمثل 26% من مساحة ليبيا)، وتقدر مساحة النوع الثاني في ليبيا حوالي 63,512 ألف هكتار (أي يمثل 40% من مساحة البلاد) [63].

6. بعض الظواهر الجيومورفولوجية الأخرى

على الرغم من أن الجفاف هو الخاصية السائدة في هذه المناطق، فإن الاختلاف في المناخ والبنية الجيولوجية والتضاريس كبير. ونظراً لهذا التنوع، فإن أشكال الأرض يختلف في هذه المناطق عن بعضها عن بعض. أضف إلى ذلك، فإن كثيراً ما تربط أشكال الأرض في بعض المناطق الجافة بفترات أقدم وأكثر رطوبة من الظروف الحالية الحاضرة، مثل تفسير بعض الجيومورفولوجيين لوجود بعض الأودية الطويلة والمتكاملة في تطورها في مناطق صحراوية

متفرقة، أو تفسير تقطيع مرتفعات الجلف الكبير في الصحراء الليبية، وغيرها من الأمثلة التي لا يتسع المجال لسردها.

وعلى العموم، فإنه على خلاف المناطق المعتدلة الرطبة، حيث غالباً ما يكون الانتقال من الأرض المرتفعة إلى السهل سفحاً خفيفاً، يتميز كثير من المناطق الجافة بتجاور السهول خفيفة الانحدار والتلال الموضعية ذات الجوانب الشديدة الانحدار، ويكون تقطع السفح بينهما في العادة حاداً للغاية، ولذلك فقد يتخذ بعض الجبال الشكل النمطي للجبل المفرد، والواقع أن الكثبان الرملية والصحاري الصخرية التي ترسم عادة في التصور الشائع لأشكال الأرض في الصحراء، نجدها لا تكون إلا جزءاً من مجموع المنطقة الصحراوية في العالم، فقد أكد الخبراء في مصادر عديدة، بأن السهول بأنواعها المختلفة، هي من أكثر معالم المناطق الجافة انتشاراً، حيث قدر بأن في الجزء الغربي الجاف من الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تكون جبال الكتل الانكسارية شديدة الوضوح، تكون السهول أكثر من ثلاثة أرباع المنطقة كلها، على حين أن صحراء أستراليا مثلا، تتكون بنيوياً من هضبة متآكلة من الصخور البلورية والصخور الرسوبية القديمة [132].

ونظراً إلى هذا التنوع في المظاهر الجيومورفولوجية لأراضي المناطق الجافة، فإنه يجب التأكيد على أن المظاهر التي سبق الإشارة إليها، لا تتكرر جميعها في كل أراضي المناطق الجافة في العالم، بل كل منطقة لها خصائصها الطبوغرافية المميزة، وذلك لعدم وجود منطقتين يتماثل فيهما التركيب الجيولوجي تماماً أو حتى أنظمة تساقط المطر.

الفصل الثالث

نشأة الترب الليبية وتكوينها

3. نشأة الترب الليبية وتكوينها

إن عمليات تكوين أو نشوء التربة في أي منطقة من العالم، هي على جانب كبير من التعقيد، فهي تشمل تغيير المواد (المعدنية أو العضوية) والطاقة وتحورها وإضافتها وفقدها وانتقالها في الطبقات العليا السطحية من القشرة الأرضية المعروفة باسم "الريجوليت" (Regolite)، وذلك تحت تأثير مجموعة من العوامل التي تسمى بعوامل تكوين التربة. وعمليات تكوين التربة عديدة، تعمل إما كلها أو بعضاً منها في وقت واحد، وقد تعمل مجموعة معينة منها حيث يسود نشاطها في وقت ما، ثم تهدأ لتنشط مجموعة أخرى، وكأن الأولى تكون قد مهدت لزيادة نشاط المجموعة الثانية، والمحصلة النهائية لنشاط جميع هذه العمليات، هو إنتاج نماذج من قطاعات التربة ذات ترتيب طبقي، تسمى كل طبقة منها بالأفق. وتتميز هذه الآفاق عن بعضها البعض في الخواص الطبيعية والكيميائية والحيوية، ويكون لكل منها ملامح ومعالم مورفولوجية (ظاهرية) مميزة ذات علاقة وراثية بعضها مع البعض. وبما أن مدى شدة عوامل التكوين المختلفة وفاعليتها تتباين من منطقة جغرافية إلى أخرى، فهي بذلك تحدد ظروفاً خاصة بكل منطقة تتحكم في مدى شدة عمليات التكوين المختلفة وفاعليتها، ومن ثم تنتج تربةً مميزة لكل منطقة، وهكذا يتضح اختلافات نوعيات الترب الناتجة في المناطق المختلفة من العالم، وفي المنطقة الجغرافية الواحدة، بالرغم من أن جميعها تخضع لعمليات تكوين التربة نفسها [125].

وبما أننا بصدد دراسة أنواع الترب الليبية، فلا بد لنا من التعرف على ظروف تكوينها أولاً، حتى نتفهم سبب الاختلافات التي بينها، ونتمكن من الوقوف عن كثب على خواصها

المختلفة، ومشاكل استزراعها وكيفية استثمارها.

وفيما يلي نستعرض العوامل التي أدت إلى تكوينها:

1.3 عوامل تكوين الترب الليبية

تنحصر عوامل تكوين الترب الليبية – شأنها شأن تُرب أي منطقة أخرى من العالم – في خمسة عوامل رئيسية، وهي: **المناخ والأحياء (أهمها في ليبيا الغطاء النباتي) ومادة الأصل والتضاريس والزمن**. ولقد قسمت هذه العوامل إلى: عوامل تكوين **ساكنة**، وتشمل مادة الأصل والتضاريس والزمن، وذلك بوصفها عوامل موجودة أصلاً، وتمثل مصدر كتلة الأرض بصخورها ومعادنها المختلفة، وكذا الحالة التي توجد عليها من حيث الشكل والتضاريس عند زمن معين. وعوامل تكوين نشطة، وتشمل المناخ والأحياء، وذلك لأنها مسؤولة عن جميع عمليات تكوين التربة التي تحدث داخل قطاعها [73]. ويجب أن نشير هنا إلى أن جميع هذه العوامل تعمل بصورة متظافرة، وفي وقت واحد، وتتبادل التأثير، أي أنها لا تؤثر على التربة بصورة مباشرة فحسب، بل يؤثر كل منها على الآخر، كأن يؤثر المناخ مثلاً على الغطاء النباتي، ثم يؤثر الغطاء النباتي على فاعلية المناخ وتأثيره، وأيضاً تؤثر التضاريس في إعادة توزيع المناخ، وقد تكون التضاريس في منشئها أساساً نتيجة لفعل المناخ، وذلك خلال دورات عمليات التعرية والانجراف المختلفة، ثم عامل الزمن، وهو مؤثر اعتباري هام، يؤثر على العوامل الأخرى [125].

هذا ومما تجدر الإشارة إليه، أن الفاعلية النسبية لهذه العوامل على الترب في ليبيا، تتفاوت من منطقة إلى أخرى، بالرغم من أن جميع هذه العوامل مجتمعة هي المسؤولة عن

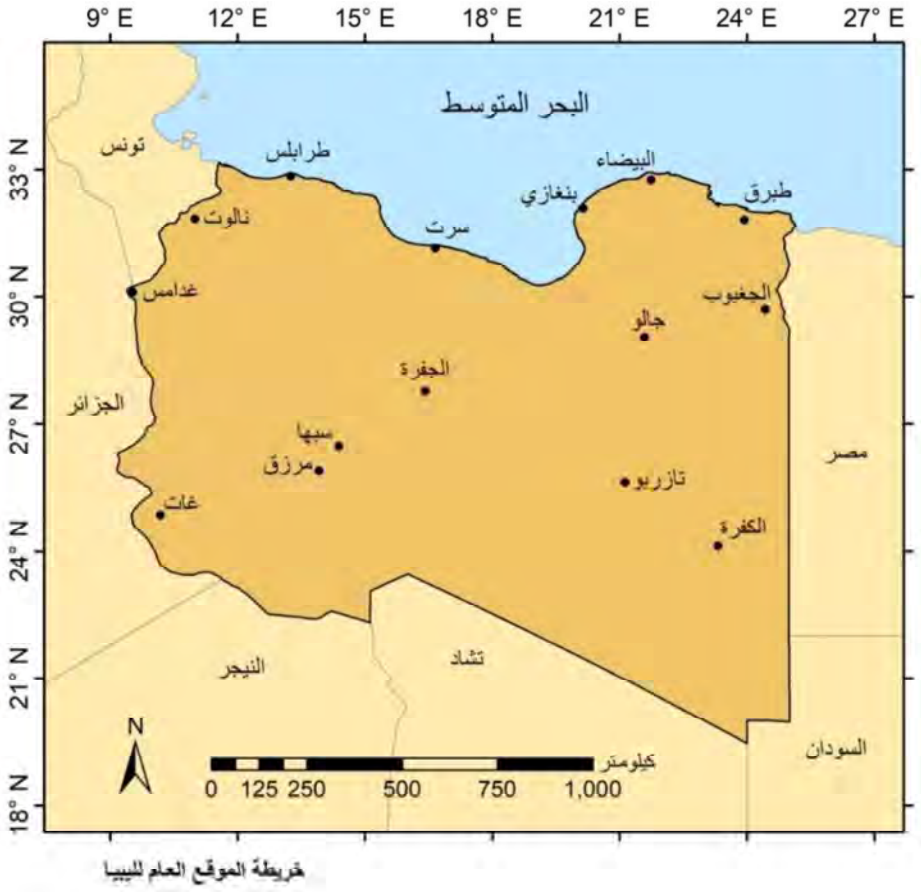
تكوين أي منها، ففي حين نجد أن عامليْ مادة الأصل والزمن مثلاً هما المسؤولان الرئيسيان عن تكوين تُرب المناطق الجنوبية الصحراوية في البلاد، نجد أن المناخ ومادة الأصل والتضاريس، هي العوامل المسؤولة الرئيسية عن تكوين تُرب الجبل الأخضر وهكذا. وفيما يلي نستعرض كل عامل من هذه العوامل على حدة، ونوضح أثره في تكوين الترب الليبية.

1.1.3 المناخ

يؤثر المناخ بجميع عناصره من أمطار وحرارة ورياح ورطوبة نسبية على تكوين الترب أينما وجدت، ويساهم في ذلك مساهمة فعالة، وقد يكون هذا التأثير مباشراً من خلال مساهمة المناخ في عمليات التجوية (طبيعية كانت أو كيميائية) وفي عمليات التكوين (عمليات إضافة وفقد وغسيل ونقل المواد والتفاعلات الكيميائية والحيوية الأخرى التي تحدث أثناء تكوين التربة). وقد يكون هذا التأثير غير مباشر خلال تحديده للغطاء النباتي الطبيعي (من حيث النوع وكثافة الانتشار) والذي بدوره يؤدي دوراً هاماً في عمليات تكوين التربة، وفي نوعية التربة الموجودة. ولذلك، فإن اختلاف المناخ من منطقة إلى أخرى عادة ما يؤدي إلى اختلاف نوعية التربة المتكونة، وهذا يتضح لنا جلياً في الاختلافات الموجودة بين تُرب المناطق المناخية المتباينة في العالم (المناطق الجافة بالمقارنة مع المناطق الرطبة على سبيل المثال كما وضحنا سابقا). وقد يظهر تأثير اختلاف المناخ، داخل المنطقة المناخية الواحدة، على نوعية التربة الموجودة، ولذلك يجب علينا أن نتعرف على المناخ في ليبيا ومدى اختلاف عناصره من موقع إلى آخر، حتى نفهم مدى الاختلاف والتباين الموجودين في الترب الليبية.

تقع ليبيا تقريباً بين خطي طول 25° – 50° 9 شرقاً، وأن أقصى امتداد لها من ناحية

الشمال، يصل إلى دائرة عرض "9 33° عند رأس جدير، وأقصى امتداد لها من ناحية الجنوب، يصل إلى دائرة عرض "45 18° شمالاً في جنوب الكفرة شكل (1.3)؛ فهي لذلك الموقع، تخضع في جملتها للمناخ المداري الحار، الذي يسود معظم القسم الشمالي من القارة الأفريقية، ولا يستثنى منها إلا الشريط الساحلي الضيق، الذي يمتد على طول البحر المتوسط، وكذلك مناطق الجبال الشمالية (جبال طرابلس، والجبل الأخضر)، وهذه المناطق لا يزيد مجموع مساحتها على 2% من المساحة الكلية للبلاد، وهي في مجملها تخضع لمناخ البحر المتوسط.

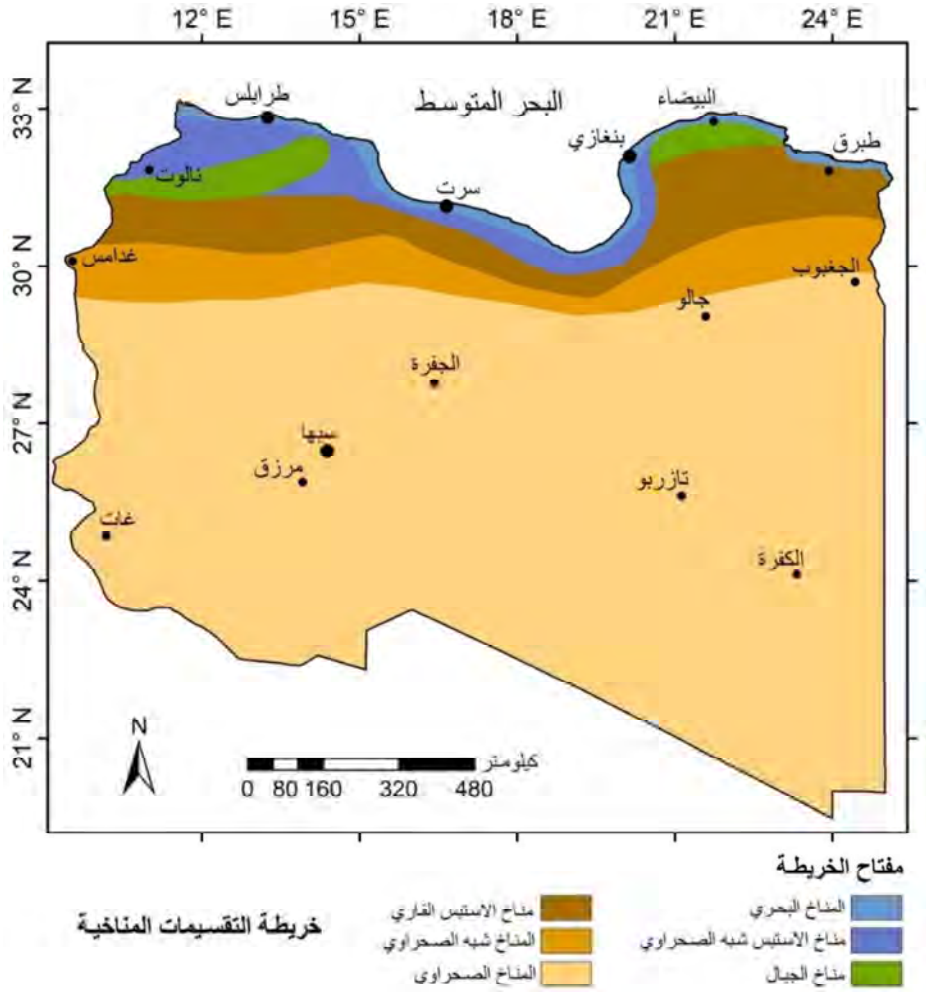


شكل (1.3): **خريطة الموقع الجغرافي لليبيا**

وهكذا، نجد أن المناخ المداري الحار، هو المظهر الطبيعي الذي تشترك فيه كل البلاد تقريباً، حتى المناطق الساحلية السابقة الإشارة إليها، لأن إحاطة الصحراء بها تجعلها دائماً معرضة لغزو المؤثرات الصحراوية، ولكن بدرجات تختلف من فصل إلى آخر، ومن مكان إلى آخر، على حسب الموقع بالنسبة للبحر من ناحية، والصحراء من ناحية أخرى، وكذلك

الظروف المناخية وخاصة المطر.

مما سبق يتضح أن مناخ ليبيا يمثل خليطاً من مناخ البحر المتوسط والمناخ الصحراوي، فإذا ما تركنا الشريط الساحلي المطل على البحر المتوسط، ويسود فيه تأثير البحر، واتجهنا ناحية الجنوب في المناطق التي لا تقترب فيها نطاقات الجبال عن الساحل، ومنها القسم الغربي من سهل الجفارة، والمناطق المحيطة بخليج سرت، ومناطق شرق الجبل الأخضر، نجد أن المناخ فيها لا يتمثل في نوع واحد محدد، بل يختلط المناخ الصحراوي مع مناخ البحر المتوسط، فقد يسود أحدهما على الآخر في بعض السنوات أو في بعض الفصول، ويسود الآخر في سنوات وفصول أخرى، هذا ويزداد تأثير المناخ الصحراوي ويتناقص تأثير مناخ البحر المتوسط كلما ابتعدنا نحو الجنوب، حتى نصل إلى المناخ الصحراوي الصرف بعد مسافة 100 كم تقريباً من الساحل، أما نطاق الجبال الشمالية (جبال طرابلس والجبل الأخضر)، فإن ارتفاعها وموقعها القريب من السواحل، قد جعل لهما ظروفاً مناخية خاصة، تميزها عن بقية المناطق التي حولها. ولذلك قُسم مناخ ليبيا إلى عدة تقسيمات مبينة في الشكل (2.3).



شكل (2.3): التقسيمات المناخية في ليبيا

ومن أهم العوامل التي أدت دوراً رئيسياً في سيادة المناخ الصحراوي الحار في القسم الأكبر من ليبيا هي [77]:

- موقع البلاد في العروض المدارية داخل نطاق الكتلة اليابسة الكبرى.
- خلو معظم أجزائها من نطاقات جبلية كبرى من نوع جبال الألب أو جبال أطلس الشاهقة.
- وقوعها في معظم شهور السنة في مهب الرياح التجارية الشمالية الشرقية الجافة بطبيعتها، بسبب هبوبها في مناطق يابسة قليلة الحرارة نسبياً، وعدم اتساع البحر المتوسط اتساعا كافيا يكفي لتحميلها بكميات كافية من بخار الماء.

مما سبق يتضح بأن تنوع المناخ في المناطق المختلفة من ليبيا، يرجع إلى التباين الجغرافي واختلاف التضاريس والقرب أو البعد عن ساحل البحر المتوسط. وحيث إن المناخ هو من العوامل الرئيسية التي تتحكم في تكوين التربة، وكذلك في وجود الحياة النباتية ودرجة كثافتها وتباينها، ولذلك فإنه من الضروري استعراض ولو باختصار أهم عناصر المناخ الأساسية التي لها تأثير واضح على نوعية التربة الناتجة وإمكانية استغلالها زراعياً:

1. المطر

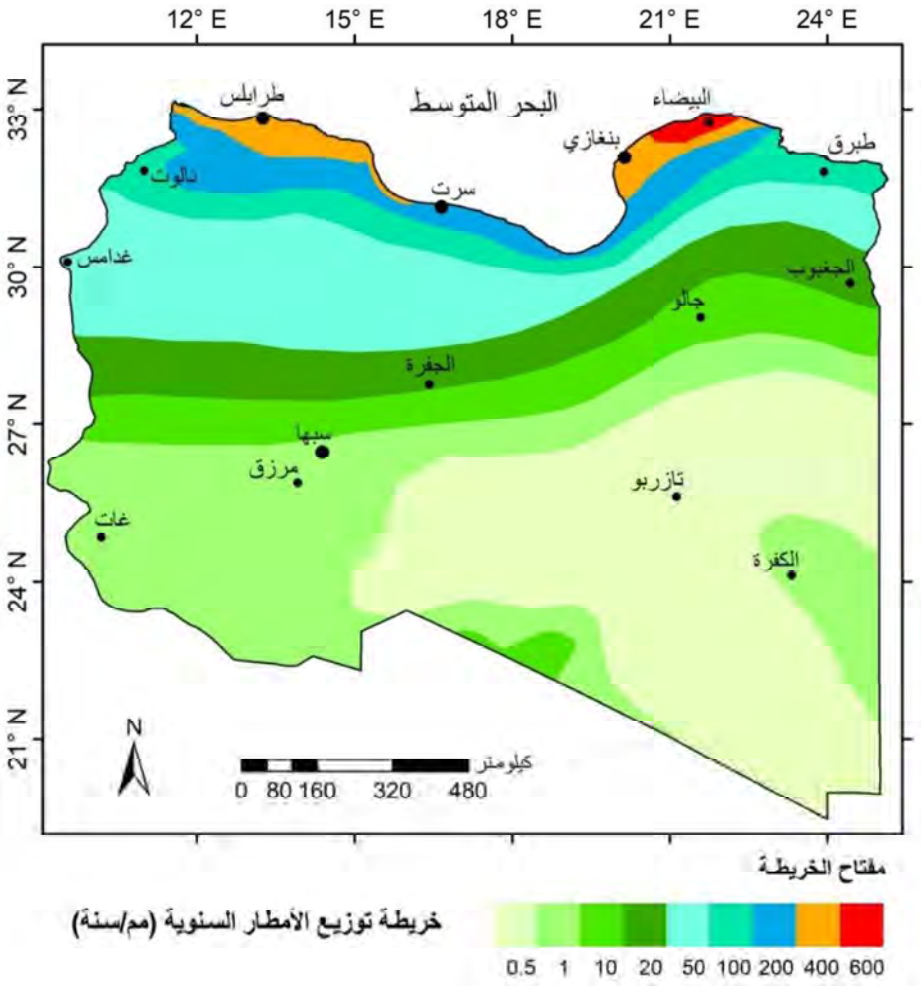
يعتبر المطر المصدر الرئيسي للمياه السطحية، والتي إما أن تخترق سطح الأرض، وتنفذ خلال موادها من تربة ومواد أصل وصخور حتى تستقر في الخزانات الجوفية، وخلال اختراقها لهذه المواد، تؤدي دوراً رئيسياً في عمليات التجوية وعمليات تكوين التربة المختلفة، وإما أن تجري على سطح الأرض مكونة المجاري المائية والأودية، والتي تعمل على نخر الصخور وانجراف المواد السطحية وترسيبها بطرق وأساليب مختلفة، وهذه العمليات تؤدي دوراً رئيسياً في تكوين مواد الأصل الفيضية والترب الناتجة منها.

ويُعدُّ الماء عاملاً أساسياً ومسؤولاً عن الانحلال الكيميائي للصخور ومواد الأصل، ولا

يمكن أن يتم أي تفاعل كيميائي إلا بوجوده، أضف إلى ذلك أنه بدون الماء لا يمكن أن تتم عمليات الغسيل من فقد ونقل للمواد داخل الترب، وهي من العمليات الرئيسية التي تعمل على تكوين التربة، كما أنه يؤثر بشكل غير مباشر على تكوين التربة عن طريق أهميته للغطاء النباتي. ومن ثم، فإن دراسة عامل المطر هي من الأمور الضرورية لتفهم مدى الاختلاف الناشئ في نوعيات الترب المتكونة في المناطق المختلفة من ليبيا.

والمطر في ليبيا هو من النوع الإعصاري الذي يسقط على شكل وابل في فترات زمنية متقطعة، وتختلف معدلات تساقط المطر في كميتها السنوية أو في توزيعها الشهري من منطقة إلى أخرى، والشكل (3.3) يبين معدلات توزيع الأمطار السنوية في ليبيا، والجدول (1.3) في ملحق (2)، يعطي معدلات تساقط المطر الشهري والسنوي لمناطق مختارة من ليبيا (1958 –2020م). ومن هذه النتائج يتبين لنا أن معدلات تساقط الأمطار السنوية في ليبيا تتفاوت وفقاً للموقع والتضاريس. وبصفة عامة، فالمناطق الجبلية الساحلية وخاصة الجبل الأخضر أكثر مناطق ليبيا نصيباً من الأمطار، إذ يصل متوسط الهطول السنوي 400 ملم/سنة وبأقصى هطول يصل 650 ملم/سنة بمنطقة حزام (مسه – البيضاء – شحات). وينخفض معدل سقوط الأمطار بشدة في اتجاه الجنوب حيث يصل متوسطه 275 ملم/سنة بمنطقة جنوب وسط الجبل الأخضر خط (تاكنس – مراوة). وتتساقط حوالي 75% من الأمطار خلال الموسم الشتوي (شهر 10 وحتى شهر 2)، وتمثل أشهر الصيف (شهر 4 وحتى شهر9) فترة جافة، حيث لا يزيد معدل الهطول السنوي خلالها على 7%. وتعتبر منطقة الجبل الأخضر منخفضة الكثافة المطرية حيث تتراوح كثافة معظم الحوادث المطرية ما بين 1

و20 ملم/يوم، كما يندر حدوث عواصف مطيرة تتجاوز 50 ملم/يوم، ويتسم التساقط المطري في هذه المنطقة عموماً بعدم الانتظام والتوزيع [71].



شكل (3.3): معدلات توزيع الأمطار السنوية في ليبيا

ويرجع ذلك إلى أن الرياح الممطرة التي تهب في معظم الأحيان من الشمال والشمال الغربي والغرب تصادم المنحدرات الشمالية. هذا كما يلاحظ أن الجبل الأخضر عموماً أغزر مطراً من جبال طرابلس، وذلك راجع إلى اقتراب الحافات الشمالية والشمالية الغربية للجبل الأخضر اقتراباً شديداً من الساحل، مع إحاطة مياه البحر بها من الغرب والشمال والشرق. وفي سلسلة جبال طرابلس فتصل أعلى معدلات تساقط الأمطار بها حوالي 300 ملم، فتصل في ترهونة وغريان 245 و297 ملم على التوالي. أما هضبة البطنان والدفه، فهي أقل المناطق الجبلية الساحلية مطراً، وذلك بسبب قلة ارتفاعها من ناحية، ثم موقعها في ظل الجبل الأخضر الذي يستأثر بمعظم الأمطار التي تحملها الرياح الغربية، فلا يصل منها إلى هذه الهضبة إلا النزر اليسير حيث تصل المعدلات السنوية للمطر في طبرق حوالي 110 ملم. ويلي منطقتي جبال طرابلس والجبل الأخضر من حيث كمية الأمطار، السهول الساحلية، وأكثر أجزاء هذه السهول مطراً هي الجوانب التي يبرز فيها الساحل نحو الشمال، لأنها تواجه الرياح الممطرة مباشرة، ومن أكبرها المنطقة الممتدة ما بين جنزور غرب طرابلس حتى الخمس شرقاً، والمنطقة الممتدة بين توكره ودرنة. ففي هاتين المنطقتين تتراوح كمية المطر السنوية بين 300-400 ملم، أما أقل المناطق مطراً فهي السواحل الغربية والجنوبية لخليج سرت، وكذلك السواحل الغربية والجنوبية لخليج البومبا.

هذا ويتناقص المطر بصفة عامة في هذه السهول كلما اتجهنا جنوباً، أو كلما بعدنا عن الساحل، حيث تصل معدلات تساقط المطر إلى أقل من 50 ملم، حيث إن هذا الخط المطري لا يبعد عن الساحل بأكثر من 20 كم في خليج سرت، وتستمر الأمطار في التناقص كلما

اتجهنا جنوباً، حتى تكاد تنعدم في بقية الأجزاء الجنوبية من ليبيا. ففي الواحات الشمالية مثل مرادة وجالو والجغبوب وودان وغدامس مثلاً، لا يسقط المطر فيها إلا نادراً، ولا يزيد معدله السنوي في أية واحة من هذه الواحات عن 28 ملم، وأما في سبها وغات فيصل متوسط معدلات المطر فيهما 16 و13 ملم على التوالي، وفي الجوف 1 ملم، وهي غالباً ما تكون على هيئة أمطار فجائية تسقط بغزارة ولمدة قصيرة.

هذا والفترة الممتدة من بداية شهر أكتوبر إلى نهاية شهر مارس هي موسم تساقط معظم الأمطار في ليبيا، ويُعد شهرا ديسمبر ويناير قمة معدل سقوط المطر السنوي، إذا ما قورنت مع بقية الشهور الأخرى، إلا أن كميات الأمطار تتباين تبايناً عظيماً من سنة إلى أخرى في توزيعها الشهري، وهذه الخاصية هي ميزة لمناخ ليبيا، مثلها مثل بعض المناطق المناخية الجافة الأخرى من العالم، ففي مدينة طرابلس مثلاً إذا نظرنا إلى أمطار شهر مارس، نلاحظ أنه في سنة 1933م كان تساقط المطر فيه أكثر من 260 ملم، ثم كان عديم الأمطار تماماً في سنتي 1931م و1947م [77]. في حين أن معدل تساقط الأمطار في هذا الشهر هو حوالي 25 ملم.

هذا ولقد درجت الأوساط العلمية والزراعية عند التعرض لموضوع المطر في بلادنا، أن تذكر الكمية متوسطاً سنوياً لتساقط الأمطار لموقع معين، ولكن يرى الدكتور خيري الصغير (1980م) [40]، أن هذه الطريقة غير صحيحة، أو غير علمية عند الحديث عن الزراعات البعلية، لأن الذي يهمنا هنا ليس هو الكمية الكلية من المطر السنوي، وإنما المهم هو توزيعها الفصلي في حالة نزولها وفقاً لتتابع العمليات الزراعية ومراحل نمو وتطور النبات المزروع فيها واحتياجاتها المائية، خاصة إذا علمنا مما سبق أن الأمطار في ليبيا لا تخضع لتوزيع منتظم طول

موسم هطولها، وإنما تنزل وفقاً لتوزيع عشوائي خلال السنة الزراعية، سواء تطابق نزولها مع الفترة التي يحتاج فيها النبات إلى الماء أو لم يتطابق. هذا من الناحية الزراعية، أما من ناحية الغطاء النباتي والذي يمثل دورا رئيسيا في تكوين التربة وهو من اهتماماتنا في هذا الفصل، فإن معرفتنا – في حد ذاتها – لكمية المطر السنوي وتوزيعها الفصلي، لا يفيدنا كثيراً في معرفة التأثير الفصلي لهذه الكمية على الغطاء النباتي، وذلك أن الغطاء النباتي لا يمكن أن يستفيد من كل هذه الكمية التي تسقط على سطح الأرض، لأن نسبة كبيرة منها تضيع بوسائل مختلفة (الجريان السطحي، والبخر، والتخلل داخل التربة، وغيرها). ولهذا السبب، فإن التضاريس ونوعية التربة بالإضافة إلى المناخ هي العوامل الأساسية التي تؤثر على الغطاء النباتي الطبيعي نوعاً وكماً.

مما تقدم يتبين لنا مدى الاختلاف في كميات الأمطار التي تختص بها أية منطقة من المناطق في ليبيا وتوزيعها الشهري، وما تنعكس عليه الحياة النباتية فيها، وتأثير ذلك على مدى نشاط عمليات تكوين التربة المختلفة وفاعليتها، وهي بدورها تحدد نوعية الترب الموجودة في كل منها، بالإضافة إلى كل ذلك فإن عامل المطر هو أحد العوامل التي تحدد نظم الرطوبة في التربة (Soil Moisture Regimes) وهو من ضمن الخصائص المهمة التي يعتمد عليها في تصنيف التربة، كما سيأتي ذكره لاحقاً. ولذلك، سوف نستعرض باختصار هنا مفهوم هذه النظم وأنواعها، وأياً منها توجد في الترب الليبية.

نظم الرطوبة في التربة (Soil Moisture Regimes): هو اصطلاح يعبر عن وجود أو غياب مستوى الماء الأرضي، أو الماء الممسوك بقوة تدفق أقل من 15 بار في التربة، أو في أفق

محدد فيها، وذلك على مدى الفترات الزمنية من السنة، حيث إن الماء الممسوك بقوة شد رطوبي 15 بار أو أكثر، يكون غير صالح للامتصاص بواسطة غالبية النباتات. كما أن صلاحية الماء للامتصاص تتأثر كذلك بتركيز الأملاح الذائبة، فمثلاً الترب المشبعة بالماء المحتوي على كمية كبيرة من الأملاح، لا يكون صالحاً للامتصاص من قبل معظم النباتات، ولذلك فمن الأحسن أن توصف هذه التربة بأنها مالحة، من أن توصف بأنها جافة، ونتيجة لذلك تكون التربة جافة عندما يكون الماء بها ممسوكاً بقوة شد رطوبي 15 بار أو أكثر، وتكون رطبة عندما يكون الماء بها ممسوكاً بقوة شد رطوبي أقل من 15 بار وأكثر من صفر بار، ولكن قد تكون التربة كلها أو بعض آفاقها رطبة طول السنة، أو لفترة معينة من السنة فقط، فقد تكون رطبة في فصل الشتاء وجافة في فصل الصيف أو العكس. وفي نصف الكرة الأرضية الشمالي، يكون فصل الصيف في الأشهر يونيو ويوليو وأغسطس، وفصل الشتاء يكون في الأشهر ديسمبر وينابر وفبراير، أما في نصف الكرة الأرضية الجنوبي فالعكس هو الصحيح. هذا وتُعد التربة مشبعة بالماء عندما يكون الماء ممسوكا بقوة شد رطوبي يساوي صفر بار، أو أن مستوى الماء الأرضي يكون قريباً أو يغطي سطح التربة. ونتيجة لاختلاف ظروف الرطوبة في التربة من منطقة إلى أخرى، وذلك حسب المناخ السائد للمنطقة ونوعية التربة والتضاريس، فقد تم تقسيمها إلى خمسة أنظمة رئيسية [179]. ولقد تم تلخيص الحدود التي تفصل بعضها عن بعض في جدول (2.3) الذي يبين نظم الرطوبة في التربة وخصائصها، علماً بأن هذه الحدود ليست بحدود فاصلة كمياً، ولكنها حدود فاصلة وصفياً.

ومن الجدول (2.3) يتضح أن نظم الرطوبة في التربة في ليبيا تنحصر في نظامين

أساسيين، الأول وهو النظام الرطوبي الجاف الحار (Aridic or Torriic) وهو النظام الأكثر انتشارا، والثاني النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric) وهو النظام السائد في تُرب الشريط الساحلي ومناطق الجبال الشمالية (جبال طرابلس والجبل الأخضر) فقط، أما النظام الرطوبي المائي أو الغدق (Aquic) فينحصر وجوده فقط في الترب ذات مستوى الماء الأرضي القريب من السطح، وهي في الغالب ملحية أو صودية، أما النظام الرطوبي الرطب (Udic) والنظام الرطوبي شبه الجاف (Ustic)، فهما لا يوجدان في ليبيا حيث إن الأول يكون شائعاً في المناطق الرطبة، والثاني في المناطق شبه الجافة وشبه الرطبة اللتين يختلف مناخهما عن مناخ البحر المتوسط.

جدول (2.3): نظم الرطوبة في التربة وخصائصها*

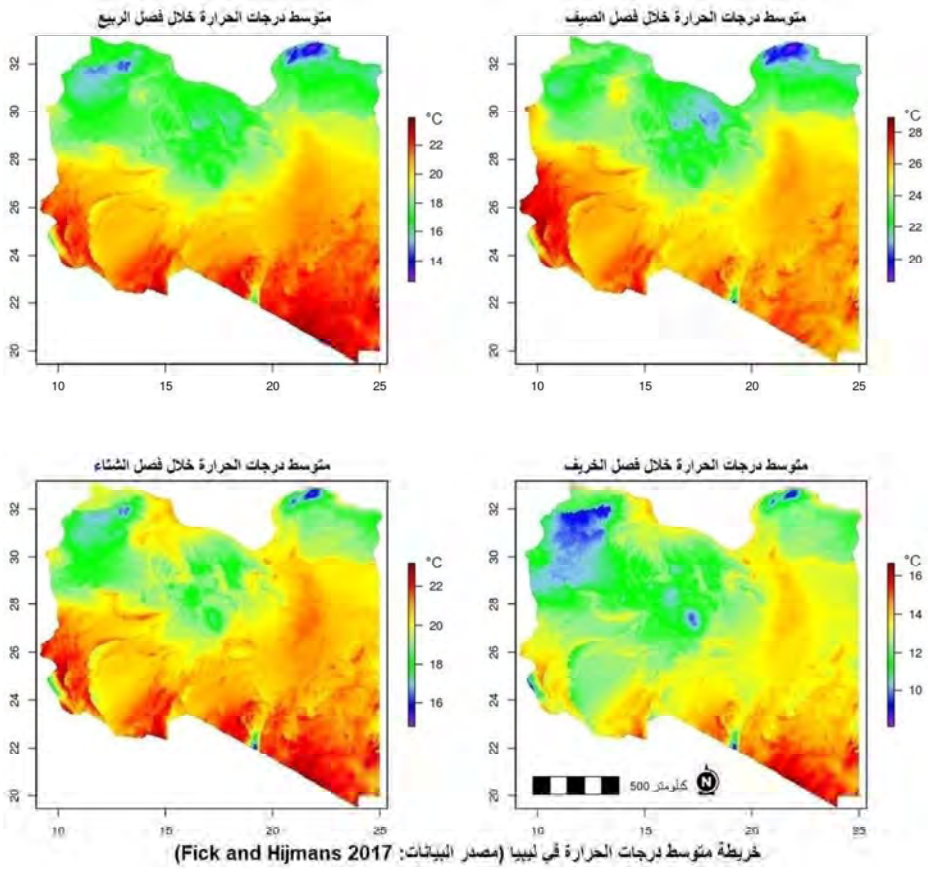
ر. م	النظام الرطوبي في التربة Soil Moisture Regime	الخصائص الرئيسية Major Characteristics
1	Aquic	التربة مشبعة بالماء وخالية فعليًا من الأكسجين الغازي لفترات كافية من الوقت، بحيث يكون هناك دليل على سوء التهوية (التنقيط والتبخير)؛ شائع في الأراضي الرطبة.
2	Udic	تكون رطوبة التربة مرتفعة بدرجة كافية على مدار العام في معظم السنوات لتلبية متطلبات النبات؛ شائعة في المناطق الرطبة.
3	Ustic	رطوبة التربة وسط بين النظامين الرطبة والجافة. بشكل عام، الرطوبة المتاحة للنبات خلال موسم النمو، ولكن قد تحدث فترات جفاف شديدة؛ شائعة في المناطق شبه الجافة.
4	Aridic	التربة جافة لمدة نصف موسم النمو على الأقل ورطبة لمدة تقل عن 90 يومًا متتالية؛ منتشر في المناطق الجافة (شبه الصحراوية.
5	Xeric	يوجد نظام رطوبة التربة في مناخ البحر المتوسط، مع شتاء بارد ورطب وصيف دافئ وجاف. مثل نظام Ustic، يتميز بفترات طويلة من الجفاف في الصيف.

* **المصدر: [179]**.

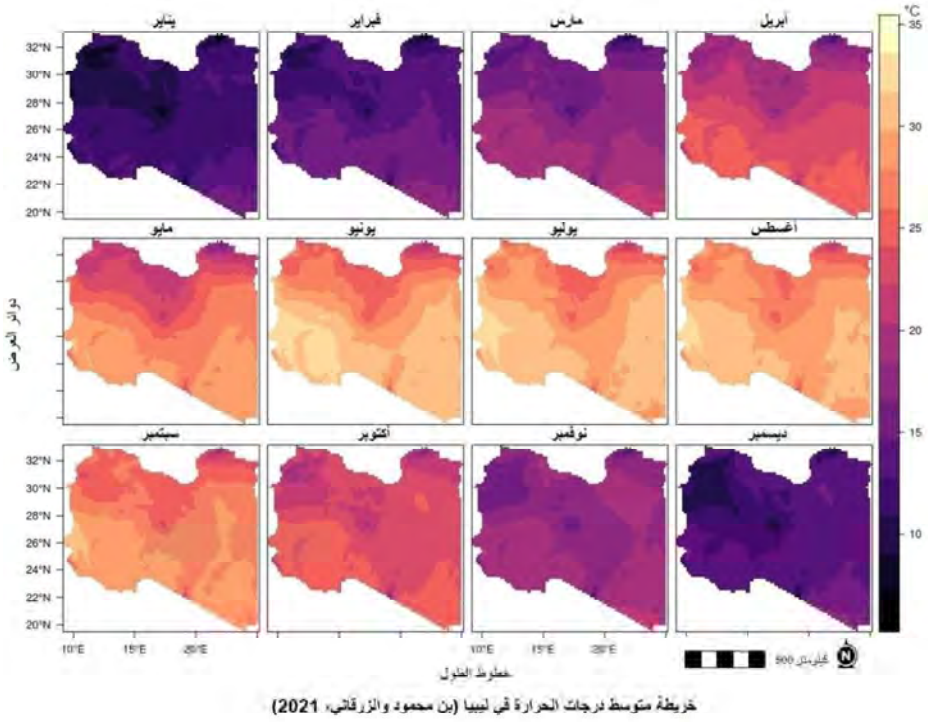
2. درجة الحرارة

الحرارة هي العنصر المناخي الأساسي الثاني بعد المطر لما لها من تأثير مباشر على التجوية الطبيعية التي تحدث للصخور وتحولها إلى مواد أصل للترب المتكونة عليها، وكذلك لما لها من تأثير على سرعة جميع العمليات الكيميائية التي تحدث أثناء تجوية الصخور ومواد الأصل كيميائياً أو أثناء عمليات تكوين التربة، حيث إن سرعة التفاعل الكيميائي تتضاعف، إذا زادت درجة الحرارة بدرجة مئوية واحدة، ومن هنا يفهم أن للماء أثراً أكبر في التفاعلات الكيميائية، إذا ما اقترن بارتفاع في درجة الحرارة، كما أن للحرارة تأثيراً كبيراً على معدلات البخر–نتح، التي بدورها تؤثر على ظروف الرطوبة في التربة. هذا وأن للحرارة أيضاً أثراً غير مباشر على تكوين التربة لما لها من تأثير واضح على الحياة النباتية، فضلاً عن تأثيرها الملحوظ في الضغط الجوي وتوزيع الرياح والرطوبة النسبية. وجميع هذه العوامل لها تأثير مباشر وغير مباشر على عمليات التجوية والتكوين للترب الواقعة تحت نطاقها. ولذلك يجدر بنا أن نلم بعض الشيء بحالات درجات الحرارة في ليبيا حتى نفهم الدور الذي تؤديه في تكوين الترب المختلفة بها. فبالرغم من أن مناخ ليبيا يدخل القسم الأكبر منه بصفة عامة ضمن المناخ الحار، فإن التباين الجغرافي واختلاف التضاريس واتجاه الساحل تنعكس على درجات الحرارة في البلاد. والجدول (3.3) في ملحق (2) يبين متوسط درجات الحرارة الشهرية والسنوية ومتوسط درجات النهايات العظمى والصغرى لبعض الأماكن المختارة من مواقع جغرافية وتضاريسية مختلفة في ليبيا (1958–2020م)، وذلك ليعطي فكرة مختصرة عن هذا التباين في درجات الحرارة.

ومن هذا الجدول يتضح بصفة عامة أن شهر يناير هو أقل شهور السنة حرارة في معظم البلاد، وأن درجة الحرارة ترتفع ابتداءً من شهر فبراير ارتفاعا منتظما وسريعا حتى تصل إلى نهايتها العظمى في شهريْ يوليو وأغسطس. والشكلان (4.3) و(5.3) يبينان التوزيع الجغرافي لمتوسط درجات الحرارة خلال الفصول الأربعة وخلال أشهر السنة على التوالي، ومنه يتضح لنا إذا ما اقترنت معدلات تساقط المطر مع درجات الحرارة، فإن أكثر شهور السنة أمطاراً أقلها في درجة الحرارة، وهذا له تأثير سلبي على سرعة تطور التربة من خلال تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث أثناء عمليات التجوية والتكوين كما ذكرنا سلفاً. حيث إنه إذا ما قورن بين منطقتين تتساقط عليها الكمية نفسها من الأمطار (ولتكن المعدلات بنفسها المتعارف عليها في ليبيا) إحداهما في الفترة التي تكون فيها درجة الحرارة مرتفعة والأخرى تكون فيها درجة الحرارة منخفضة، فإن سرعة تطور التربة وتكوينها في المنطقة الأولى تكون أكبر مما هي عليه في المنطقة الثانية.



شكل (4.3): التوزيع الجغرافي لمتوسط درجات الحرارة خلال الفصول المختلفة في ليبيا



شكل (5.3): التوزيع الجغرافي لمتوسط درجات الحرارة خلال أشهر السنة في ليبيا

هذا وبنظرة سريعة إلى التوزيع الجغرافي لدرجات الحرارة في البلاد، نلاحظ أن الشريط الساحلي ومعظم المناطق الجبلية القريبة منه يغلب عليها المناخ المعتدل، وذلك بسبب قربها من البحر أو ارتفاع تضاريسها، حيث إنه من الطبيعي أن يساعد وجود البحر على زيادة نسبة الرطوبة في هواء الشريط الساحلي، خصوصاً في فصل الصيف وأوائل الخريف، بسبب نشاط عمليات البخر وهبوب الرياح بانتظام من ناحية البحر، كما أن هذا البحر يتميز بأنه من البحار الدافئة عموماً، ولذلك فهو يُعد عاملاً مساعداً على تقليل حدة البرودة على

طول الساحل في فصل الشتاء، أما المناطق الجبلية الساحلية، فإن ارتفاع تضاريسها يساعد على خفض درجة حرارتها بالمقارنة بالسهول المجاورة لها، كما أنها تُعد حاجزاً يحول دون توغل الرياح الحارة نحو الشمال، أو الرياح الباردة نحو الجنوب، أما المناطق شبه الصحراوية أو الصحراوية الباقية فتتميز بالمناخ الصحراوي الحار، الذي يزيد من قسوته انتشار المظاهر الصحراوية في تلك المنطقة.

وعلى العموم، فإن هناك اختلافات كبيرة في المدى الشهري والمدى الفصلي بين المناطق الساحلية والمناطق الواقعة في قلب الصحراء، فإذا راجعنا معدلات النهايات العظمى لدرجات الحرارة لأشهر السنة، نجد أنها تتراوح بين 25° و27م° في المناطق الساحلية وبين 27° و30م° في المناطق شبه الصحراوية، وهي تزيد عن 30م° في قلب الصحراء، وكذلك بالنسبة للمدى الشهري الذي ينخفض نسبياً في المناطق الساحلية عنه في المناطق البعيدة عن البحر، فبينما نجد أن المتوسط السنوي يتراوح بين 19 و21م° في طرابلس ومصراتة وبنغازي، فإنه يصل من 17 إلى 19م° في المناطق الجبلية (غريان ويفرن والبيضاء وترهونة) وإلى ما بين 21 و25م° في بقية أجزاء البلاد.

ومما تجدر الإشارة إليه كذلك، أن اختلاف هذه المعدلات له تأثير كبير على التجوية الطبيعية لصخور تلك المناطق وخاصة الجنوبية منها. وبالإضافة إلى الاختلافات العامة في درجات الحرارة في البلاد، فإن الظروف المحلية الخاصة بكل منطقة لها تأثير واضح في درجة حرارتها، فإذا قارنا بعض المدن الساحلية، نجد على سبيل المثال أن معدات الحرارة في مدينة طرابلس، تنقص عموماً بنحو درجة مئوية واحدة عن معدلات مدينة سرت، ونجد أن معدل

درجة الحرارة في شهر أغسطس في طرابلس 27.2م°، وفي بنغازي 26.5م°، أما في شهر يناير فيبلغ معدل درجة الحرارة في طرابلس 13.1م° وفي بنغازي 13.6م°.

مما سبق يتضح أن الفروق الواضحة في درجات الحرارة السنوية والشهرية من منطقة إلى أخرى في ليبيا، تؤثر إلى حد كبير في شدة عمليات التجوية وفاعليتها، وخاصة الطبيعية منها، أضف إلى ذلك ما لها من تأثير فعال على معدلات البخر–نتح والضغط الجوي والرياح والرطوبة النسبية والغطاء النباتي. وكل هذه العوامل والظروف لها تأثير مباشر أو غير مباشر على عمليات تكوين التربة في أية منطقة من المناطق التي تسود فيها، ومن ثم على نوعية التربة الموجودة.

ومن الملاحظ، أن لدرجة حرارة التربة – التي تؤثر فيها بالتأكيد درجة حرارة الجو المحيط بها بالإضافة إلى العوامل الأخرى – تأثيراً واضحاً على الكثير من خصائص التربة الكيميائية والحيوية، وفي بعض الأحيان الخصائص الطبيعية، ولذلك فهي تُعطى اهتماماً خاصاً في نظام تصنيف التربة الأمريكي الذي تُستعمل فيه النظم المختلفة لدرجات حرارة التربة

(Soil Temperature Regimes)، والمبينة في الجدول (4.3)، علماً بأن درجات الحرارة المستعملة في تقسيم هذه النظم هي درجات الحرارة الحقيقية للتربة على عمق 50 سم من السطح، وفي حالة عدم توفر تلك البيانات عن التربة، تُضاف درجة مئوية واحدة إلى المتوسط السنوي لدرجة حرارة الجو، ويتضح من الجدول المذكور، بأن النظام الحراري للترب الليبية، يقع في نظام درجة حرارة التربة الحار (Termic) في المناطق الشمالية من البلاد، وفي

نظام درجة حرارة التربة الحار جداً (Hyperthermic) في المناطق الجنوبية الصحراوية.

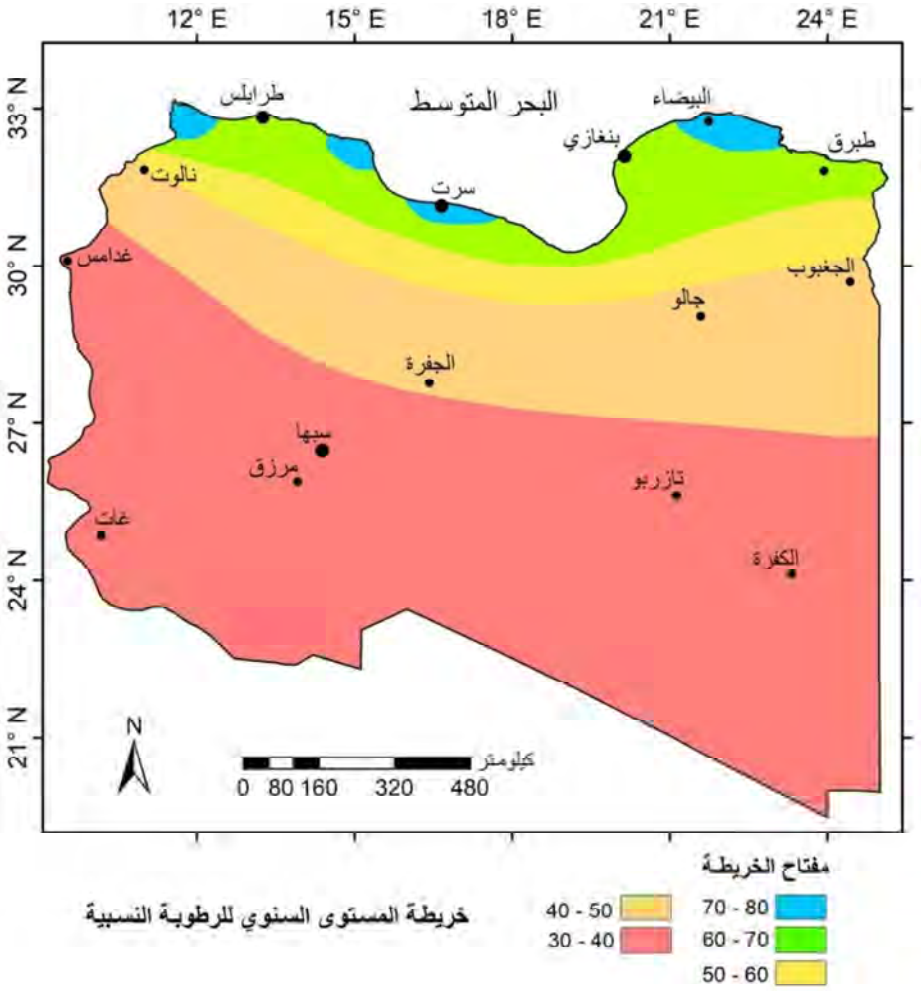
جدول (4.3): نظم درجة حرارة التربة*

ر. م	نظم درجة حرارة التربة Soil Temperature regime	الفرق بين متوسط درجة حرارة التربة في الصيف والشتاء (م°) Temperature range
1	Pergelic	~ -8 °C to -4 °C
2	Subgelic	~ -4 °C to 0 °C
3	Frigid	~ 0 °C to 8 °C
4	Mesic	8 °C to 15 °C
5	Thermic	15 °C to 22 °C
6	Hyperthermic	22 °C or higher

*المصدر: **[186]**

3. الرطوبة النسبية

إن الرطوبة النسبية هي كذلك من العناصر المناخية المهمة حيث تمثل نسبة بخار الماء العالق في الهواء (تشبيع الجو ببخار الماء) فهي تختلف بصفة عامة من شهر إلى آخر أثناء السنة، وكذلك تختلف من منطقة إلى أخرى، وذلك مرجعه إلى الاختلافات في درجات الحرارة والارتفاع عن سطح البحر والقرب والبعد عن مصدر مائي (البحر) والرياح وغيرها، الشكل (6.3) يبين لنا التوزيع الجغرافي للمتوسط السنوي للرطوبة النسبية في ليبيا.



شكل (6.3): التوزيع الجغرافي للمتوسط السنوي للرطوبة النسبية في ليبيا

والجدول (5.3 أ وب) في ملحق (2)، يبين المتوسط الشهري للرطوبة النسبية لبعض محطات الأرصاد الجوية في ليبيا (1981–2010م) و(2018–2022م) على التوالي، ومن

خلاله يتضح لنا أن الرطوبة النسبية في ليبيا – بصفة عامة – ترتفع على الشريط الساحلي. وهذا بطبيعة الحال مرجعه إلى البحر، بالإضافة إلى الارتفاع في منطقة الجبل الأخضر، حيث تصل في بعض المواقع إلى أكثر من 80%، ثم تنخفض كلما اتجهنا جنوباً حيث تصل إلى أقل من 30% في أقصى الجنوب. ومن المهم، أن الرطوبة النسبية، تؤثر تأثيراً مباشراً على معدلات البخر التي بدورها تتحكم في النظام الرطوبي في التربة، والأخير يلعب دوراً هاماً في عمليات تكوين الترب الناتجة.

4. الضغط الجوي والرياح

يعتبر الضغط الجوي والرياح من أهم العناصر المناخية، وهما مرتبطان ببعضهما ارتباطاً وثيقاً. فاختلاف الضغط الجوي هو السبب الرئيسي في تحرك الرياح من منطقة إلى أخرى على سطح الأرض. والمعروف أن للرياح دوراً هاماً في تكوين بعض تُرب المناطق الجافة، بما لها من تأثير كبير على عمليات نقل حبيبات التربة وترسيبها. ولو نظرنا إلى منطقة البحر المتوسط مثلاً، التي تشرف عليها المناطق الشمالية من ليبيا، لرأينا أن هذه المنطقة تتأثر بمناطق ضغط جوي مختلفة. ففي فصل الشتاء تكون معظم البلاد واقعة تحت تأثير الضغط المرتفع الأزوري الذي يمتد في هذا الفصل على الصحراء الكبرى، ثم يواصل امتداده نحو الشرق، حتى يتصل بنطاق الضغط الجوي المرتفع العظيم، الذي يتكون على الكتلة الأسيوية، ويكون النصف الشمالي من ليبيا خاضعاً في الوقت نفسه لتأثير نطاق صغير من الضغط المنخفض، الذي يتكون على البحر المتوسط، لذلك فإن الرياح السائدة على شمال البلاد، تأتي من الاتجاهات الجنوبية، خصوصاً من ناحية الجنوب الغربي، أما باقي البلاد فتسوده

وقتئذ الرياح التجارية الشمالية الشرقية. أما في فصل الصيف، ونتيجة لتحرك منطقة الضغط المرتفع الأزوري نحو الشمال، التي يمتد جزء منها فوق البحر المتوسط إلى الشمال من السواحل الليبية وبوجود نطاق عظيم الامتداد من الضغط المنخفض الاستوائي فوق الصحراء الكبرى، وهو يتحرك شمالاً في هذا الفصل، وكذلك وجود الضغط المنخفض الذي يتكون على الصحراء الكبرى نفسها بسبب شدة حرارتها، وكذلك وجود الضغط المنخفض الموسمي الذي يتكون على وسط آسيا وجنوبها الغربي، فإن البلاد تدخل كلها في نطاق الرياح التجارية الشمالية الشرقية [77،31،26]. هذا وإن للانخفاضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط بكثرة في فصليْ الشتاء والربيع، وكذلك ولو بصورة أقل في فصل الخريف، تأثيرها المهم على تحرك الرياح، وينتج عن ذلك رياح محلية مختلفة النوعية والشدة.

والجدول (6.3) في ملحق (2)، يبين حالة الرياح في بعض مناطق متفرقة من ليبيا ممثلة في معدلات سرعة الرياح الشهرية والسنوية على ارتفاع 10 أمتار فوق سطح الأرض لمناطق مختارة من ليبيا للفترة الممتدة ما بين (1958– 2022م). من هذا الجدول يتضح أن معدلات سرعة الرياح السنوية تتراوح بين 3.69 و4.48 (م/ث)، وأن أقصى معدلات لسرعة الرياح السنوية تكون في منطقة سرت. وفي دراسة لسلخوز إكسبورت 1980م [176]، بينت أن حالة الرياح في أغلب المناطق في ليبيا بصفة عامة نشطة، حيث إن عدد الأيام التي تكون الرياح بها ساكنة في السنة في غالبية المواقع لا تتعدى الـ 10%. وأن منطقة مصراتة تُعد منطقة استثناء حيث تصل هذه النسبة بها إلى 25%. أما بقية أيام السنة فهي تتميز برياح متباينة الشدة (السرعة). أما نوعية الرياح التي تهب على ليبيا فهي متباينة من موقع إلى آخر.

والجدير بالذكر هو أن الرياح الجنوبية الحارة الجافة والمحملة بالغبار، وتعرف في ليبيا برياح القبلي (وفي تونس والجزائر والمغرب برياح الشهيلي، وفي مصر برياح الخماسين) لها صفات مميزة منها:

- حرارتها المرتفعة التي تصل إلى 50 م°.
- جفافها بسبب انخفاض نسبة الرطوبة الجوية بها التي تصل إلى 2–3%.
- مصاحبتها غالباً للغبار.
- تلبد الجو وتغير لون السماء من الأزرق العادي إلى الرملي أو الأشهب.

وإن هذه الرياح لا تهب دائماً على وتيرة واحدة، ولكنها تختلف في شدتها باختلاف فصول السنة، أو داخل الفصل الواحد، ويستمر هبوب رياح القبلي من بضع ساعات إلى عدة أيام في المرة الواحدة، وغالباً ما يكون في الفترة الممتدة من شهر أكتوبر إلى شهر مايو. ويشير الدكتور خيري الصغير (1980م) [40] إلى أن أقل المناطق الساحلية حدوثاً للقبلي هي منطقة مصراته وأكثرها هي بنغازي والمرج، أما المناطق الأخرى وهي الخمس وترهونة والعزيزية وشحات، يكون تكرار رياح القبلي بها متوسطاً. هذا ويرجع السبب في هبوب رياح القبلي إلى التغيير الحاد في الضغط الجوي. وأن الأضرار التي تحدثها رياح القبلي في ليبيا كثيرة ومعروفة وخاصة للعاملين في الوسط الزراعي، وتشمل جفاف النباتات والمحاصيل الزراعية وموتها، وذلك بسبب الانخفاض الشديد في الرطوبة النسبية، والزيادة الكبيرة لمعدلات البخر–نتح، أضف إلى ذلك ما لهذه الرياح من تأثير على عمليات التعرية الريحية، وخاصة في المناطق الرملية ذات الغطاء النباتي المحدود، التي تؤدي إلى نقل الرمال من منطقة إلى مناطق أخرى وإعادة ترسيبها.

وهكذا يتبين لنا أنه بالرغم من أن مناخ ليبيا بصفة عامة يدخل ضمن نطاق المناطق الجافة الحارة من العالم، فإن عناصره الأساسية تتباين من منطقة إلى أخرى داخل ليبيا، ومن المعروف أن أي اختلاف في عنصر مناخي واحد على صخر في منطقة ما، يترك أثراً واضحاً في نوعية التربة الناتجة وخصائصها المميزة، بما يسببه هذا العنصر المناخي من أثر على عمليات التجوية والتكوين التي تسود في تلك المنطقة، ومن هنا نرى أثر أي عنصر من عناصر المناخ بصورة مفردة، أو أثر عناصر المناخ مجتمعة بحكم أنه عامل من عوامل تكوين التربة على اختلافات خواص الترب الموجودة في المناطق المختلفة من ليبيا.

والجدير بالذكر أن من أبرز سمات مناخ ليبيا التي لها دور كبير في وجود نوعيات محددة من الترب في هذه البقعة، هي: طول حالات الجفاف الدورية وتكرارها، وقلة الأمطار السنوية وتذبذبها الشديد، وشدة الرياح الضارة، وسيادة الرياح ذات المنشأ القاري أكثر من الرياح ذات المنشأ البحري، وسيادة الحرارة المرتفعة، وحدوث موجات الحرارة، وكبر المدى الحراري اليومي والفصلي. وكل هذه السمات تؤدي دوراً هاماً وأساسياً في نشوء الأنظمة البيئية الهشة المتمثلة في ضعف الغطاء النباتي وسيادة الترب غير المتطورة (الترب الجافة والترب حديثة التكوين) وندرة المصادر المائية.

2.1.3 الأحياء (الغطاء النباتي)

الأحياء وهي عامل من عوامل تكوين التربة، يشمل عادة كلاً من الغطاء النباتي، والحيوانات، والأحياء الدقيقة. إلا أن الغطاء النباتي هو العامل الأهم في ليبيا. ولذلك لزم التركيز هنا فقط على الغطاء النباتي، ويقصد به النباتات الطبيعية التي لم يكن للإنسان دور

في نموها أو زراعتها. فهذا الغطاء النباتي يمد التربة بالمخلفات النباتية (الأوراق المتساقطة — والجذور الميتة)، وهو المسؤول الرئيسي عن المحتوى العضوي بالتربة، كما أنه يؤدي دوراً أساسياً في بعض عمليات التجوية الطبيعية والكيميائية، وقد يكون له دور غير مباشر من خلال تعديله لمناخ التربة وتأثيره على خواصها الموجودة.

وتتباين المجتمعات النباتية الموجودة في تأثيرها على نوعية التربة الناتجة، لاختلاف كمية مخلفاتها العضوية ونوعيتها، وموضع تحللها في التربة. وعادة ما يقسم الغطاء النباتي بصورة عامة إلى ثلاثة أقسام رئيسية، وهي الأعشاب أو الحشائش، والشجيرات والأشجار، حيث تختلف كمية المادة العضوية وتوزيعها في قطاعات التربة طبقاً للنوعية وكثافة وجود أي من هذه الأقسام. وقد تختلف كذلك داخل القسم الواحد حسب النوعية وكثافة وجود أي منها. فمثلاً تحتوي قطاعات الترب المتكونة تحت الغطاء العشبي أو الحشائشي على كمية أكبر من المادة العضوية المنتظمة التوزيع مع العمق، عما تحتويه قطاعات الترب المتكونة تحت أشجار الغابات. وكذلك تحتوي الترب المتكونة تحت أشجار الغابات المتساقطة الأوراق على كمية أوفر من المادة العضوية مما تحتويه الترب المتكونة تحت أشجار الغابات المستديمة الخضرة. وكذلك تحتوي الترب المتكونة تحت أشجار الغابات ذات الأوراق العريضة على كمية أوفر من المادة العضوية مما تحتويه الترب المتكونة تحت أشجار الغابات ذات الأوراق الإبرية، وهكذا حسب اختلاف النوعية وكثافة وجود كل منها.

ومما هو معروف أن المناخ ومظاهر السطح ونوعية التربة الموجودة في أية منطقة، هي العوامل التي تحدد إلى حد كبير نوعية وجود الغطاء النباتي وكثافته. ولا ننسى الدور الفعال

الذي يقوم به الإنسان. سواء بالبناء أو الهدم على الغطاء النباتي، وذلك لما يقوم به من عمليات الخدمة الزراعية، مثل الري والحرث والعزق والتسميد، ومن استصلاح للأراضي، ومن إدخال نباتات جديدة على البيئة المحلية، أو تنمية الغطاء النباتي المحلي، ومن رعي جائر وقطع للأشجار ومساهمته بتعرية التربة أو الحفاظ عليها من التعرية أو الانجراف وغيرها من العمليات.

وكما سبق ذكره، يتضح أن المناخ في ليبيا يتميز بصفة عامة بقلة تساقط الأمطار وعدم انتظامها وارتفاع درجة الحرارة، وهو ما جعل ليبيا تتميز بغطاء نباتي مشابه إلى حد كبير في نوعية وكثافة النوع الموجود في المناطق المشابهة مناخياً (المناطق الجافة الصحراوية ومناطق البحر المتوسط). وإذا ما استثنينا المناطق الساحلية وخاصة الشمالية الشرقية والشمالية الغربية والمناطق الجبلية (جبال طرابلس والجبل الأخضر) التي تستقبل معدلات تساقط أمطار أكثر من 200 ملم سنوياً، فإن المساحات الشاسعة الأخرى من ليبيا، وتمثل حوالى 98% من المساحة الكلية، هي مناطق صحراوية جافة، غالبيتها معراة وخالية من النباتات الطبيعية، وإن وجدت تلك النباتات في الأحواض الصحراوية، مثل بعض الواحات والحطايا المتناثرة والأودية الصحراوية، فهي لا تخرج عن كونها نباتات صحراوية ذات كثافة منخفضة جداً، تتكون إما من شجيرات صحراوية قزمية متفرقة، أو أعشاب صحراوية سريعة النمو وقصيرة العمر، وهي لا تعتبر ذات أهمية تذكر في تكوين الترب الموجودة بها.

ولذلك، فنحن نركز هنا على الغطاء النباتي في المناطق الساحلية والجبلية، وخاصة في الجزئين الشمالي الغربي والشمالي الشرقي، لما له من دور فعال نسبيا في تكوين تُرب تلك

المناطق. ويمكن أن تقسم النباتات الطبيعية في تلك المناطق إلى قسمين رئيسيين:

أ. نباتات البحر المتوسط أو ما تسمى بالنباتات البحرية، وهي تتكون من حشائش، بعضها فصلي ينمو في موسم الأمطار ثم يموت في فصل الجفاف، وبعضها حولي ينمو ويكبر في فصل المطر ثم يجف في فصل الجفاف. وهي بصفة عامة المظهر السائد في غالبية مناطق الشريط الساحلي وجوانب الجبال المواجهة للبحر. بالإضافة إلى ذلك توجد أشجار الغابات والشجيرات (الأحراج) الدائمة الخضرة، وعلى الأخص على طول الشريط الساحلي بين حافة الجبل الأخضر والبحر، وفي الجبل الأخضر نفسه، ولكنها تنمو على نطاق ضيق في المنحدرات الشمالية للقسم الشرقي الذي يقترب من البحر في جبال طرابلس (قرب مدينة الخمس)، وتوجد الشجيرات كذلك في منطقة جنوب القره بوللي شرق مدينة طرابلس.

ب. النباتات الصحراوية، وهي تتكون أساساً من الحشائش من نوع الأستبس الفقير (أقل كثافة من الحشائش البحرية)، كما توجد بعض الشجيرات القزمية الصحراوية، وفي الغالب بصورة متفرقة.

هذا وتختلف النباتات البحرية والصحراوية في مظهرها العام من حيث الكثافة والأحجام وتنوع الفصائل. وبصفة عامة يتغير الغطاء النباتي في المناطق الشمالية ابتداءً من الشريط الساحلي المحاذي للبحر ثم مباشرة إلى الداخل، مارا بالسهول الداخلية إلى المنحدرات الجبلية المواجهة للبحر إلى المرتفعات نفسها، ثم إلى المنحدرات الجنوبية إلى مناطق الانتقال بين الجبال والصحراء، وذلك حسب القرب أو البعد عن البحر، وحسب اختلاف التضاريس واختلاف المناخ والتربة. ويمكن تقسيم المناطق الشمالية إلى الآتي [77]:

❖ **مناطق الشريط الساحلي**: المظهر النباتي السائد في هذه المناطق بصفة عامة، هي حشائش بحرية مختلفة الأنواع والفصائل، أما أشجار الغابات والشجيرات فهي من النوع المعروف في حوض البحر المتوسط، ولكنها تنتشر بصفة رئيسية على طول الشريط الساحلي بين حافة الجبل الأخضر والبحر، مثل الجداري والبطوم والقندول والصنوبر وغيرها. أما مناطق الشريط الساحلي في المنطقة الغربية، فتتركز فيها أشجار الغابات والشجيرات، ولم يبق منها الآن إلا منطقة جنوب القره بوللي شرق طرابلس والمناطق الساحلية القريبة لمدينة الخمس، وتشمل أشجارها الجداري والقندول والأثل والعوسج والسدر. وبصفة عامة، تكثر النباتات البحرية على طول الساحل، وتتناقص تدريجياً نحو الداخل كلما بعدنا عن تأثير البحر، حيث تختلط الأنواع والفصائل القارية (الصحراوية) التي تتزايد كلما توغلنا في الداخل، حتى تصبح هي المظهر النباتي السائد في الأماكن التي لا يصل إليها تأثير البحر. هذا وتعود النباتات البحرية مرة أخرى لتظهر على منحدرات الجبال الشمالية وعلى جوانب بعض الأودية التي تقطعها في اتجاه الشمال (انظر شكل (7.3) وشكل (8.3).

شكل (7.3): منظر عام لجانب من الغطاء النباتي في الشريط الساحلي من المنطقة الشمالية الغربية (سبخة أبوكماش)

شكل (8.3): منظر عام لجانب من الغطاء النباتي لأحد سبخات المنطقة الشمالية الشرقية (بالقرب من أجدابيا)

مناطق الجبال الشمالية

❖ **الجبل الأخضر**: تتمتع منطقة الجبل الأخضر بسمات بيئية متميزة لكونها منطقة الغابات دائمة الخضرة الوحيدة من نوعها على طول المنطقة الممتدة بمحاذاة البحر المتوسط من جبال أطلس غرباً وحتى بلاد الشام شرقاً، وتتشابه هذه المنطقة في بيئتها النباتية والحيوانية مع مناطق أخرى في كل من بلاد الشام وجنوب أوروبا مثل إيطاليا والجزر اليونانية وتركيا. ولقد ارتبطت الحضارات التي أسست بمنطقة الجبل الأخضر في العصور القديمة والحديثة على السواء بغطائها النباتي الطبيعي الفريد وعلى الرغم من أن منطقة الجبل الأخضر تشكل من حيث المساحة نسبة 1% فقط من المساحة الكلية لليبيا، غير أنها تتميز بتنوعها الحيوي الكبير حيث تضم أكثر من 50% من إجمالي الأنواع النباتية المنتشرة في مساحة ليبيا بكاملها. إذ يصل عدد الأنواع النباتية بهذه المنطقة حوالي 1100 نوعاً من إجمالي الأنواع النباتية الليبية المقدر عددها بحوالي 2000 نوعاً، كما يوجد نحو 75 نوعاً من النباتات لا تنمو إلا في هذه المنطقة من العالم كله، وهي تشكل حوالي 4 % من مجموع الأنواع النباتية في ليبيا، تمثلت في حوالي ثلاث وثلاثين عائلة نباتية، إضافة إلى حوالي ثمانية أصناف نباتية. والجدير بالذكر أن هذه المنطقة غنية بالنباتات الطبية والعطرية مثل الزعتر والشيح والزريقا وعشبة الأرنب والقعمول والكليل التي تدخل – بالإضافة لأهميتها البيئية – في إنتاج بعض المركبات الدوائية، كما تعتبر مرعى خصباً للنحل الذي ينتج أجود أنواع العسل. ويشتمل الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الجبل الأخضر على مجموعات متنوعة من العشائر النباتية، منها نباتات حولية وأخرى معمرة. وتمثل الأعشاب النجيلية والشبرق والزهيرة والقندول والبربش جزءاً هاماً من الغطاء النباتي، إضافة لأنواع عدة من الأشجار المعمرة التي تمثل الغطاء النباتي الأساسي، الذي ينتشر

على هضاب وسواحل وأودية الجبل الأخضر في المنطقة الواقعة بين أم الرزم شرقاً وحتى قمينس غرباً ويمتد جنوباً حتى حدود المناطق الرعوية. وتعتبر اشجار العرعر (الشعرة) التي تشكل 80% من إجمالي أعداد الأشجار والشجيرات دائمة الخضرة بمناطق الجبل الأخضر، إضافة للشماري والبطوم والخروب والزيتون والبلوط والجداري والسدر أهم الأنواع السائدة في هذه المنطقة. كما يضم الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الجبل الأخضر أنواعاً مهمة من النباتات الطبية والعطرية التي من أهمها الكليل والزعتر وعشبة الأرنب والزريقا والحرمل والشيح والقميلة والحلاب، وغيرها. [71].

❖ **مرتفعات جبال طرابلس**: الغطاء النباتي في مرتفعات جبال طرابلس يختلف عما هو عليه في الجبل الأخضر، فهو متأثر تأثيراً كبيراً بنشاطات الإنسان المدمرة منذ سنوات طويلة، وما زالت مستمرة، حيث أدت عمليات التصحر فيه إلى القضاء على الغطاء النباتي بصورة واضحة، ونتيجة لذلك اختفى الكثير من أشجار الغابات المشابهة لأشجار غابات الجبل الأخضر، التي كانت موجودة، مثل العرعر (الشعرة) والصنوبر والبلوط وغيرها، ولا توجد الأشجار دائمة الخضرة إلا على نطاق ضيق، ونخص بالذكر المنحدرات الشمالية للقسم الشرقي من الجبل، والتي تقترب من البحر. هذا وتوجد في الوقت الحالي زراعات لبعض أشجار الفاكهة، مثل الزيتون والتين واللوز والخوخ، بالإضافة إلى الزراعات الحقلية من محاصيل وخضر تغطي مساحات شاسعة من جبال طرابلس. أما المساحات غير المستخدمة للزراعة، فالغطاء النباتي السائد فيها هو الحشائش المختلفة الأنواع والكثافة مع بعض الشجيرات، ومن أهم أشجار الغابات في القسم الشمالي الشرقي لهذه الجبال

(مناطق مسلاته والخمس)، وهي: البطوم والطلح والسدر والأثل والجداري، أما شجيرات

الإكليل والزعتر، فهي كذلك مميزة لتلك المناطق. وعلى العموم، فإن الأحزمة النباتية الموجودة في مرتفعات جبال طرابلس، تختلف حسب الارتفاع عن سطح البحر واتجاه المنحدرات والاختلاف في نوعية التربة وتوزيع الأمطار. فالغطاء النباتي بقدم الجبل الشمالي، يشمل بالإضافة إلى أعشاب نباتات الليرقة أو القزاح والجارد والزعتر والصر والحماضة والزفزاف وغيرها. أما مرتفعات وسطوح الجبال نفسها فالغطاء النباتي فيها، يشمل في الغالب نباتات الحلفاء والرمث والشيح والصر والجارد والزعتر والقزاح والزفزاف والحلفاء القابلة للتصنيع وبعض الحشائش المختلفة الأنواع والأصناف. ونلاحظ في المناطق الجنوبية من الجبل، وخاصة تلك المتاخمة للصحراء، أن عمليات التصحر بها نشطة، وأن الغطاء النباتي يشمل الرمت والشيح والجارد والصر، وفي مناطق الرمال والكثبان الرملية، تكثر نباتات مثل الرثم والسبط والتقوفت. انظر شكل (9.3) وشكل (10.3).

شكل (9.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بجبل غريان

شكل (10.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بالجبل الأخضر

❖ **مناطق السهول الشمالية والمناطق المتاخمة للصحراء:** وتشمل هذه المناطق وسط سهل الجفارة وجنوبه في قسمه الغربي، وإقليم القبلة والمنحدرات الجنوبية لجبال طرابلس، وسهل سرت ما عدا الشريط الساحلي الضيق، ثم المنحدرات الجنوبية للجبل الأخضر وإقليم البلط الذي يليه من الجنوب ومعظم هضبة البطنان والدفه. وحيث إن هذه المناطق — وكما أوضحنا سابقاً — تتميز بمعدلات تساقط أمطار منخفضة نسبياً بمقارنتها بالمنطقتين السابقتين، فإن هذه الكميات من الأمطار لا تكفي إلا لنمو حشائش من نوع الاستبس القاري (الصحراوي) الفقير، وأغلبها نباتات حولية، توجد في مجموعات كبيرة ولكنها متفرقة، مع وجود بعض الشجيرات وخاصة القزمية منها في الكثير من المواقع. هذا وتُعد هذه المناطق — ما عدا ما يستغل منها للزراعة الدائمة — أهم المناطق الرعوية في البلاد (بل هي المناطق الرئيسية). هذا وتختلف نوعية الغطاء النباتي وكثافته في هذه المناطق باختلاف بعد أو قرب هذه المناطق عن البحر، واختلاف توزيع معدلات تساقط المطر وصور سطح الأرض ونوعية التربة. وتوجد النباتات من النوع المختلط (البحري والصحراوي) في المناطق الأقرب إلى البحر. ويسود النوع الصحراوي في المناطق الأبعد، حيث نجد أن عامل المطر يؤثر في كثافة الغطاء النباتي. فكلما زادت معدلات تساقط المطر زادت كثافة الغطاء النباتي. كما إن هذه الكثافة تتأثر كذلك بصورة سطح الأرض من منخفضات ومرتفعات محلية، وهي تؤثر في إعادة توزيع مياه الأمطار، وبذلك تؤثر على كمية الرطوبة في التربة، ومن ثم فإن المنخفضات الطبوغرافية عادة ما تستقبل كمية أكبر من مياه الأمطار عن طريق الجريان السطحي، وبذلك تكون أكثر رطوبة، ويكون الغطاء النباتي بها أكثر كثافة. أضف إلى ذلك فإن نوعية التربة واختلاف خصائصها كذلك تحدد نوعية الغطاء النباتي، فالترب رملية القوام مثلاً تُغطى بنوعيات من الغطاء

النباتي، وتختلف عما هو عليه الترب ذات القوام الطيني، وكذلك الترب الملحية والترب الحجرية وغيرها. ومن أهم أنواع الغطاء النباتي في هذه المناطق هي: الرتم والتقوفت والسبط والرمت والحماضة والشيح والقزاح والباقل والقطف، وطبعاً بالإضافة إلى الأعشاب المختلفة الأنواع والأصناف، أما في المناطق الملحية والسبخات فتكثر فيها النباتات الملحية، مثل بلبال الجمل والسويدة وبوقرية وغيرها. والأشكال من (11.3) إلى (15.3) توضح مناظر عامة لجانب من الغطاء النباتي في أماكن متفرقة من مناطق السهول والأودية الشمالية والمناطق المتاخمة للصحراء). والجدول (7.3) في ملحق (3)، يعطي الأسماء المحلية والأسماء العلمية لأهم النباتات الطبيعية في أراضي المراعي والغابات في ليبيا.

شكل (11.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بوادي ساسو في فصل الربيع

شكل (12.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي بسهل الجفارة

شكل (13.3) أحد التجمعات النباتية على الترب الرملية القوام بسهل الجفارة

شكل (14.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي في المناطق المتاخمة للصحراء (جنوب سرت)

أ .الغطاء النباتي في أحد الأودية الصحراوية الجافة

ب. الغطاء النباتي في المناطق المحاذية لمصدر مائي (واحة أوباري، بحيرة قبر عون)

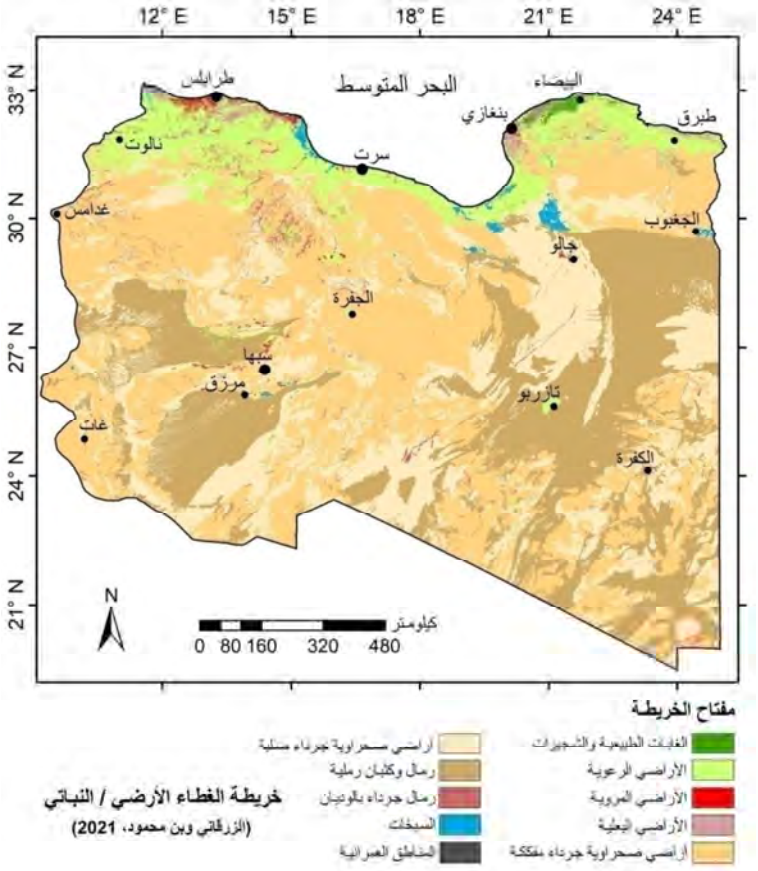
شكل (15.3) منظر عام لجانب من الغطاء النباتي في المناطق الصحراوية الجنوبية

إن التوزيع الجغرافي للغطاء النباتي وكثافة وجوده في ليبيا عبرت عنه دراسة شاملة حديثة نسبيا (2006م) من خلال مشروع التخريط الزراعي، وهي دراسة للغطاء الأرضي/النباتي في ليبيا، استخدم فيها التحليل البصري لمرئيات الأقمار الصناعية (GEOVIS) ونظام تصنيف الغطاء الأرضي العالمي (LCCS)، وتمكنت من إنتاج خريطة رقمية للغطاء الأرضي/النباتي في ليبيا (شكل 16.3)، كما تم حساب مساحات الأراضي المختلفة التصنيف، كما هو موضح في جدول (8.3)، [63]. ومن هذه النتائج، يتضح أن الأراضي التي يغطي سطحها غطاء نباتي (أعشاب وشجيرات رعوية وأشجار غابية طبيعية أو مشجرة)، تمثل حوالي 9% من المساحة الكلية (حوالي 15 مليون هكتار)، وتقع معظمها في المناطق الساحلية والمرتفعات الجبلية الشمالية.

وإذا ما ركزنا على مناطق المراعي الطبيعية ومناطق الغابات الطبيعية والتشجير، كل على

حدة، يمكن التعرف على تأثير المناخ على الغطاء النباتي في ليبيا. كما يتضح أن الغطاء النباتي وهو عامل من عوامل تكوين التربة، له دور محصور فقط في المناطق التي يوجد فيها، وخاصة تلك المناطق التي يوجد فيها بكثافة قادرة على تراكم كمية من بقايا هذه النباتات، تستطيع أن تحدث تغيراً محسوسا في عمليات تكوين التربة التي تغطيها، وهذه قد تظهر بصفة خاصة في المناطق الشمالية من البلاد، وخاصة منطقة جبال طرابلس والجبل الأخضر وبعض المناطق الساحلية، أما في الجزء الأعظم من البلاد، فإن الدور الذي يمكن أن يقوم به هذا العامل فهو محدد، بل يكاد أن يكون معدوماً في غالبية هذا الجزء.

وتقدر مساحة الأراضي الرعوية حسب دراسات الغطاء الأرضي/النباتي لسنة 2006م حوالي 14.8 مليون هكتار (8.8 % من المساحة الكلية). وتقع معظمها في المناطق الساحلية والمرتفعات الجبلية الشمالية في جبال طرابلس والجبل الأخضر، ويبين الشكل (17.3) توزيع هذه الأراضي في ليبيا وكثافة انتشارها.



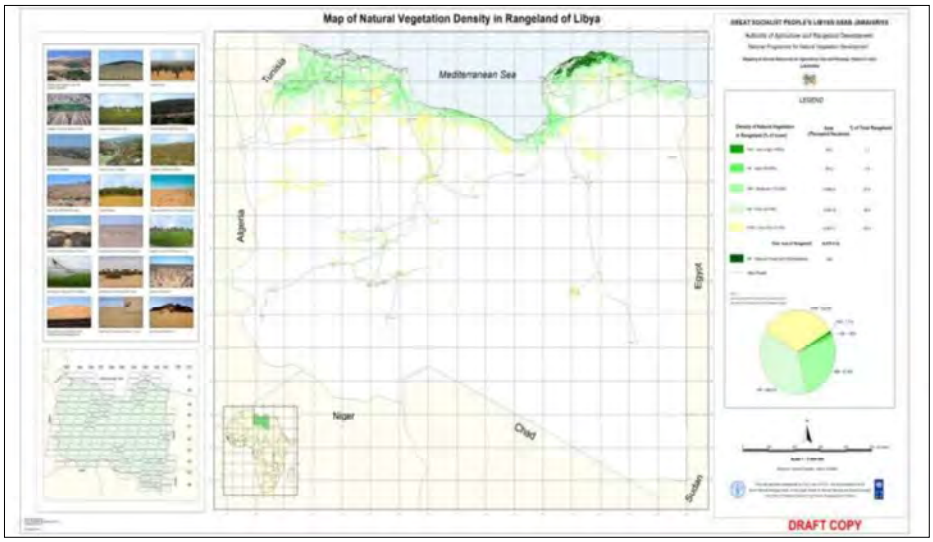
شكل (16.3): خريطة الغطاء الأرضي/ النباتي في ليبيا

المصدر: أنتجت الخريطة من قبل المؤلفَيْن من بيانات المصدر الأصلي [120، 159]

جدول (8.3): تصنيف الأراضي الليبية حسب نظام تصنيف الغطاء الأرضي (LCCS)*

التصنيف	المساحة بألف هكتار	% من المساحة الكلية
أراض زراعية مروية	610	0.4
أراض زراعية بعلية	1,489	0.9
غابات طبيعية ومناطق التشجير	338	0.2
أراض رعوية (أعشاب وشجيرات)	14,833	8.8
أراض صحراوية جرداء	103,405	62.1
رمال وكثبان رملية	44,864	27.0
السبخات	856	0.5
المناطق العمرانية	165	0.1
المجموع	**166,560**	**100**

* المصدر: [62]



شكل (17.3): خريطة كثافة انتشار الغطاء النباتي الطبيعي الرعوي في ليبيا وتوزيعه جغرافيا [62]

جدول (9.3): كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في ليبيا*

ر. م	كثافة الغطاء النباتي	المساحة بالألف هكتار	نسبة الانتشار%
1	**الأراضي الرعوية**		
	غطاء ذو كثافة عالية جدا (>65 %)	91	0.6
	غطاء ذو كثافة عالية (40-65 %)	276	1.8
	غطاء ذو كثافة متوسطة (15-40 %)	4,573	30.1
	غطاء ذو كثافة منخفضة (4 -15 %)	5,892	38.8
	غطاء ذو كثافة منخفضة جدا (1-4 %)	4,001	26.4
	المجموع	**14,833**	**97.7**
2	**أراضي الغابات والتشجير**	338	2.3
	الإجمالي	**15,171**	**100**

* المصدر: **[62]**

وإذا فحصنا كثافة الغطاء النباتي الطبيعي (الرعوي) في ليبيا (جدول9.3) نجد أن مساحة الأراضي ذات الغطاء النباتي الطبيعي الفقير والفقير جداً (نسبة الانتشار من 1–4% و4–15% على التوالي) تصل إلى 65.2%، في حين أن مساحة الأراضي ذات الغطاء الكثيف جداً والكثيف (نسبة الانتشار أكثر من 65 % و40–65%) تصل إلى 2.4%.

وكما سبق أن أشرنا في بداية هذا الجزء، فإن عامل الغطاء النباتي هو عامل من عوامل تكوين التربة، عادة ما يناقش بوصفه عنصراً من عناصر عامل الأحياء، الذي يشمل بالإضافة إلى الغطاء النباتي العناصر الأخرى، مثل الحيوانات والأحياء الدقيقة، وفي بعض الأحيان يضاف عنصر آخر وهو الإنسان، ونظراً لقسوة الظروف البيئية فإن الدور الذي تقوم به الحيوانات والأحياء الدقيقة في تكوين الترب الليبية محدوداً جداً، بل يكاد أن يكون معدوماً بالمقارنة

بالدور الذي تلعبه هذه العناصر في المناطق المناخية الأخرى الأكثر أمطاراً، وذلك إذا استثنينا الدور الذي تلعبه الفئران أو القوارض الأخرى في خلط التربة وخاصة الآفاق السطحية في أماكن محدودة، ولذلك اكتفينا بمناقشة الدور الذي يلعبه الغطاء النباتي فقط. أما عن عامل الإنسان فيمكن اعتباره عاملاً مستقلاً فقط في المناطق التي تمتد إليها يد الإنسان من هدم أو بناء، وتأثير ذلك على عوامل تكوين التربة الأخرى، ومن ثم على عمليات تكوين التربة. ويمكن توضيح دور نشاطات الإنسان على أهم التأثيرات الحقيقية أو المحتملة التي قد يحدثها في الترب، كما هو مبين في جدول (10.3).

3.1.3 التضاريس وأشكال سطح الأرض

التضاريس وأشكال سطح الأرض هما كذلك من أهم عوامل تكوين الترب الليبية، لما لهما من تأثير على المناخ والغطاء النباتي من جهة، حيث إنه كلما زاد الارتفاع عن سطح البحر، كان المناخ رطبا وباردا، ويتبع ذلك اختلاف في نوع الغطاء النباتي وكثافته، ومن ثم في نوعية التربة الموجودة. ومن جهة أخرى، فإن التضاريس وأشكال سطح الأرض تؤثران على كمية الماء التي تنفذ خلال سطح التربة (المناخ المحلي)، لما له من تأثير على الجريان السطحي للمياه، ومن ثم على نشوء ظروف رطوبة مختلفة في المنطقة الواحدة حسب الارتفاعات والمنخفضات والمنحدرات، تؤدي إلى تكوين أنواع مختلفة من الترب، كما وأن للتضاريس وأشكال سطح الأرض أثرهما على حرارة التربة، حيث تستقبل المنحدرات، بدرجات ميولها المختلفة وأشكالها المتباينة ونظم ترتيبها، أشعة الشمس بزوايا مختلفة، الأمر الذي يصاحبه اختلاف في كمية الحرارة المكتسبة، التي بدورها تؤثر على نوع وجود الغطاء النباتي وكثافته،

وعلى نوعية التربة المتكونة، وأخيراً فإن للتضاريس وأشكال سطح الأرض تأثيراً كبيراً على عمق مستوى الماء الأرضي في التربة، ولمستوى الماء الأرضي أيضا تأثير كبير على تكوين الترب الملحية والجبسية، وخاصة في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية الجافة.

جدول (10.3): نشاطات الإنسان وتأثيرها على خواص التربة*

نشاط الإنسان	التأثير الفعلي أو المحتمل الذي قد يسببه في التربة
إزالة الغطاء النباتي وحرق الغابات	فقد في المادة العضوية والعناصر الغذائية يزيد من شدة التعرية والانجراف
إضافة المادة العضوية	يزيد في المادة العضوية والعناصر الغذائية
إضافة الأسمدة الكيميائية	زيادة العناصر الغذائية واحتمال تغير درجة التفاعل
الري	زيادة ظروف الرطوبة في التربة واحتمال تملح التربة
الصرف الزراعي	تغير في ظروف الرطوبة في التربة، وغسيل الأملاح من قطاع التربة
الزراعة والحرث	تكوين الأفق السطحي المعروف بأفق طبقة المحراث
عمل المدرجات والمصاطب	تؤثر مستويات الردم والكشط على قطاع التربة
أعمال حفظ التربة وصيانتها	تخفض معدلات التعرية والانجراف
الرعي الجائر	يقضي على الغطاء النباتي ويزيد من شدة التعرية والانجراف
إضافة المواد والمركبات الكيميائية السامة	يؤدي إلى تلوث التربة

* **جمعت من قبل المؤلفيْن**

وفيما يلي نستعرض حالة التضاريس وأشكال سطح الأرض في ليبيا بصفة عامة وموجزة، حتى يتضح لنا تأثير هذا العامل على تكوين الترب الليبية، وذلك كما أوضحها الدكتور عبد العزيز طريح شرف (1971م) [77] في كتابه «جغرافية ليبيا» والدكتور سالم الحجاجي (1989م) [26] في كتابه «ليبيا الجديدة».

يتضح لنا بمجرد النظر إلى الخريطة الطبوغرافية (التضاريس) لليبيا أن غالبية الأراضي

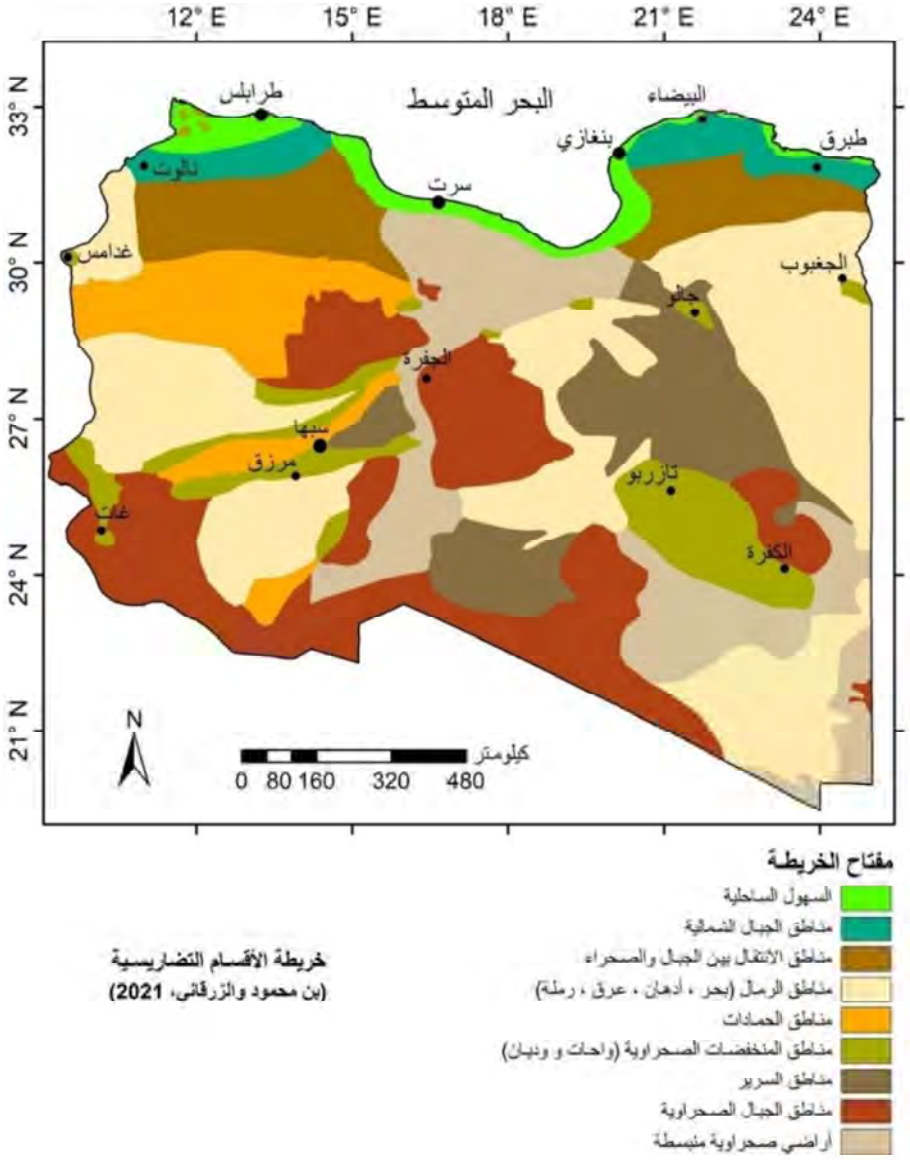
الليبية، تشكل مساحة عظيمة من الصحراء الكبرى، وهي في جملتها تشكل هضبة عظيمة الاتساع، وإذا ما استثنينا بعض الأحواض التي ينخفض مستوى سطحها عن المستوى العام لسطح الهضبة (وهي التي نشأت فيها الواحات المتناثرة في قلب الصحراء)، والمناطق الجبلية المرتفعة التي تبرز بروزا ظاهرا فوق السطح (جبال العوينات ومرتفعات تيبستي وغيرها)، نجد أن سطح هذه الصحراء، يتميز باستوائه في معظم المناطق، ويتراوح ارتفاعه في المتوسط بين 200 إلى 300 متر فوق سطح البحر. وتنحدر هذه الهضبة انحدارا تدريجيا بصفة عامة كلما اتجهنا شمالا حتى تنتهى عند ساحل البحر المتوسط، ويكون انتهاؤها تدريجياً في بعض المناطق (حول خليج سرت)، وفجائياً في مناطق أخرى، كما هو الحال في الجبل الأخضر وهضبة البطنان والدفه في الشمال الشرقي، وفي نطاق مرتفعات جبال طرابلس، إذ إن هذه الجبال ليست في الواقع إلا الحافات الشمالية للهضبة، وحيث إن منطقتيْ جبال طرابلس والجبل الأخضر تعرضتا في بعض العصور الجيولوجية لعدة حركات أرضية، فقد ترتب على ذلك ازدياد ارتفاع مستوى سطحهما نوعاً ما عن مستوى سطح الأرض التي تليهما من ناحية الجنوب مباشرة، ولكنه كان على أي حال ارتفاعاً طفيفاً لدرجة أن الانتقال بين الجبال وبين الأراضي المجاورة يحدث بصورة تدريجية جداً. وهكذا، فبينما نجد أن الجوانب الشمالية للجبلين تنحدر انحداراً فجائياً نحو ساحل البحر، أو نحو السهول الساحلية التي تفصلها عن هذا الساحل، نجد أن المنحدرات الجنوبية للجبال نفسها، تنحدر انحداراً تدريجياً نحو الصحراء، وتتداخل بشكل غير محسوس في بقية المناطق الواقعة إلى الجنوب منها مباشرة. وعلى العموم، يمكن أن تنقسم ليبيا من حيث التضاريس إلى الأقسام الآتية، انظر شكل

.(18.3)

1. نطاق السهول الساحلية وتشمل:

أ. سهل الجفارة

ويقع ما بين الحدود التونسية في الغرب والخمس شرقاً. وهو أكبر سهول ليبيا وأهمها، وينحصر ما بين ساحل البحر في الشمال ونطاق مرتفعات جبال طرابلس في الجنوب. وهو سهل مثلث الشكل يقع رأسه بالقرب من منطقة رأس المسن في غرب مدينة الخمس، حيث تلتقي الجبال مباشرة بالساحل، وتتمشى قاعدته مع الحدود الليبية التونسية، وأن أقصى اتساع له يبلغ حوالى 125 كم، ويبلغ طوله من الشرق إلى الغرب حوالى 160 كم، وبالرغم من أن سهل الجفارة يوصف بأنه منطقة سهلية، فإن سطحه ليس مستوياً في كثير من أجزائه، حيث يضم كثيراً من التلال والكثبان الرملية التي تبرز فوق المستوى العام للمنطقة، وتكثر هذه التلال والكثبان في القسم الجنوبي من السهل، ويتدرج سطح سهل الجفارة عموما في الارتفاع كلما اتجهنا نحو الجنوب، فبينما نجد أن ساحله الشمالي يقع في مستوى سطح البحر تقريباً أو يرتفع عنه بضعة أمتار فقط، نجد أن ارتفاعه يصل إلى 50 م على بعد 15 كم في الداخل، ثم يصل إلى 380 م عند قاعدة نطاق جبال طرابلس [77]. ولذلك، يقسم سهل الجفارة عادة إلى ثلاثة أشرطة رئيسية، وهي الشريط الساحلي، والشريط الأوسط، والشريط الجنوبي.



شكل (18.3) الأقسام التضاريسية لليبيا

المصدر: أنتجت الخريطة من قبل المؤلفين من بيانات المصدر الأصلي [26]

والأودية التي تخترق هذا السهل وتصل إلى البحر قليلة، وتوجد بصفة خاصة ما بين مدينة طرابلس والخمس، ومنها وادي المجينين ووادي الرمل، ومن الأودية الأخرى التي تخترق سهل الجفارة ولكنها من الأنواع التي لا تصل إلى البحر، مثل: وادي الأثل ووادي الهيرة ووادي غان ووادي الحي ووادي زقزاو.

ب. السهول الساحلية الممتدة بين الخمس ومصراتة

بما أن نطاق الجبال يقترب اقتراباً شديداً من البحر في هذه المنطقة، لهذا فإن السهول الساحلية بها محدودة وضيقة، ومن أهمها المواضع السهلة التي توجد بين زليتن ومصراتة. ومن المهم ملاحظة أن الجبال في هذه المناطق لا تشرف عليها بشكل حافات مرتفعة محددة، بل إن سطح الأرض يأخذ في الارتفاع بسرعة نحو الداخل، وتتكون منه منحدرات وعرة تقطعها أودية كثيرة، تنحدر نحو الساحل، وهي غالباً ما تكون ضيقة وقصيرة، ومن أمثلة تلك الأودية: وادي عين كعام ووادي لبده ووادي ماجر.

ج. سهول سرت

وتشمل كل السهول المحيطة بخليج سرت من مصراتة غرباً إلى الزويتينة شرقاً، وتشغل هذه السهول مساحات واسعة إلى الجنوب من الخليج، ويأخذ سطح الأرض في الارتفاع بصفة عامة ارتفاعاً تدريجياً كلما ابتعدنا عن الخليج، سواء نحو الشرق أو الغرب أو الجنوب، وتستمر في الارتفاع إلى أن تصل إلى مستوى 600 م تقريباً فوق مستوى سطح البحر إلى الشمال من نطاق المنخفضات التي تشغلها واحات أوجلة وجالو ومرادة والجفرة. ويتميز الجزء الساحلي من هذه السهول بسلاسل طويلة من الكثبان الرملية المرتفعة، وتلي هذه

الكثبان من ناحية الجنوب أحواض مستطيلة تمتد بجانب الساحل، تشتهر باسم السبخات، ومن أكبرها سبخة تاورغاء. ونظراً إلى انخفاض منطقة سرت عن المناطق المحيطة بها، فإنها أصبحت بمثابة حوض ينحدر نحوه عدد من الأودية الكبيرة. فمن ناحية الشرق تنحدر أودية من أهمها الوادي الفارغ ووادي المسوس، ومن ناحية الغرب تنحدر مجموعة من الأودية أهمها وادي سوف الجين. ومن أهم الأودية التي تصب في خليج سرت كذلك، وادي البي الكبير ووادي زمزم ووادي جارف ووادي ثامت. هذا بالإضافة إلى العديد من الأودية الصغيرة الأخرى. ويجب ألا يفهم من إشارتنا إلى الأودية السابقة أنها تدخل كلها في سهول سرت، حيث إن بعضاً منها يدخل بأجزائه الدنيا وبعض أجزائه الوسطى فقط لهذه المنطقة.

د. سهل بنغازي

يطلق هذا الاسم بصفة عامة على كل المنطقة السهلية الممتدة من الزويتينة في الجنوب حتى بلدة الدرسيه (طلميثه) في الشمال الشرقي، ومن الساحل الشرقي لخليج سرت في الغرب حتى حافة الجبل الأخضر في الشرق. وهذه المنطقة تأخذ شكل المثلث الذي يقع رأسه عند الدرسية في الشرق، ثم يتسع كلما اتجهنا جنوباً حتى يتداخل تدريجياً في سهول سرت في الجنوب ومنطقة البلط في الشرق. ويتميز هذا السهل بتربته الحمراء، وينحدر من الجبل الأخضر إلى هذا السهل العديد من الأودية، أغلبها ينتهي على مسافات قصيرة من حافة الجبل، ولم يتمكن من الوصول منها إلى البحر إلا وادي القطارة ووادي السلايب. وعلى العموم، فإن السهل في جملته يبدو مستويا لأن سطحه يأخذ في الارتفاع بشكل تدريجي جدا كلما تقدمنا من ساحل البحر نحو الداخل. ويوجد بهذا السهل العديد من

السبخات، أكبرها سبخة الكوز، وسبخة بوجرار، وسبخة برسس، وهي جميعاً موجودة في المنطقة الواقعة شمال مدينة بنغازي، وتوجد بجوار الساحل في بعض المواقع كذلك سلاسل طويلة من الكثبان الرملية الشاطئية، هذا بالإضافة إلى وجود السطوح الصخرية التي لا تغطيها رواسب ناعمة، ومن أكبرها المنطقة الممتدة بين بنغازي وبنينة.

هـ. السهول الساحلية الشرقية المتفرقة الأخرى

وهي السهول التي تفصل الجبل الأخضر وهضبة البطنان والدفه وشاطئ البحر، وهي أشرطة ضيقة نظراً لاقتراب حافة الجبل أو الهضبة من شاطئ البحر. ومن أشهرها سهل سوسة ورأس الهلال ولثرون ودرنة.

2. نطاق الجبال الشمالية

أ. جبال طرابلس

تطلق جبال طرابلس على السلاسل الجبلية الممتدة ما بين الحدود التونسية في الغرب وساحل البحر المتوسط عند بلدة الخمس في الشرق بطول حوالى 500 كم وهي تشكل جبل نفوسة (السلاسل الجبلية الممتدة من يفرن إلى الحدود التونسية) وجبل غريان وجبل ترهونة وجبل مسلاته وجبل الخمس (النقيزة). وترتفع ارتفاعاً فجائياً إلى الجنوب من سهل الجفارة، في حين تنحدر انحداراً تدريجياً نحو الجنوب حتى تنتهي في منطقة القبلة التي تفصلها عن المنحدرات الشمالية للحمادة الحمراء. وإذا ألقينا نظرة سريعة على سطح هذه الجبال عموماً، نجد أن أعلى أجزائها يوجد إلى الجنوب من غريان، ويصل فيها الارتفاع نحو 850 متراً فوق سطح البحر، وأعلى نقطة في هذه الجبال يصل ارتفاعها إلى 981 متر في منطقة العربان. وإذا

ما تركنا هذا القطاع المرتفع واتجهنا شرقاً أو غرباً نجد أن الارتفاع يتناقص تدريجياً، ففي الشرق في ترهونة يبلغ الارتفاع من حوالى 400 إلى 500 متراً، وفي مسلاته من 300 إلى 350 متراً، ويستمر في التناقص التدريجي نحو الشرق، حتى يصل عند ساحل البحر في مدينة الخمس. ومن ناحية الغرب نجد أن الارتفاع يتناقص كذلك، ولكن بشكل أقل وضوحاً من تناقصه نحو الشرق، ففي يفرن يبلغ الارتفاع 730 متراً، ويقل عن ذلك قليلا عند الحدود التونسية [77،26].

وتنتشر فوق سطح هذه الجبال وعلى جوانبها شبكة عظيمة من الأودية، وهي تنحدر في اتجاهات مختلفة. فمن المنحدرات الجنوبية يتكون العديد من الأودية التي يصب أغلبها في وادي سوف الجين، وأشهرها وادي بني وليد، وهو يتصل بوادي تماسلة ليكونا معاً وادي المردوم. والأخير يواصل سيره نحو الشرق حتى يلتقي بوادي سوف الجين. وهناك أيضاً وادي ميمون دراج الذي تغذيه المنحدرات الشرقية من الجبل، وهو كذلك يلتقي بوادي سوف الجين. ويبدأ وادي سوف الجين نفسه من المنحدرات الجنوبية بجبال جادو ويفرن. هذا ويوجد العديد من الأودية التي تنحدر إلى الشمال وتنتهي في سهل الجفارة، وهي الأودية التي سبقت الإشارة إليها، ويجدر بنا أن نشير إلى أنه بالإضافة إلى التلال والأودية الموجودة بالجبل، فإن هناك نطاقات من السهول أو الأحواض الفيضية المتسعة تنصرف إليها المياه المنحدرة من الجبل، ومن التلال المجاورة، وتغطي هذه الأحواض رواسب فيضية سيأتي الحديث عنها لاحقاً.

ب. الجبل الأخضر

يقع هذا الجبل في المنطقة الشمالية الشرقية من البلاد، ويمتد من خليج البومبا شرقاً إلى خليج

سرت غرباً ويمتد لمسافة 200 كم. وكما هو الحال بالنسبة لجبال طرابلس، فإن الجبل الأخضر ينحدر نحو الساحل انحداراً شديداً، كما أن تضاريس المنطقة المتميزة تضم ثلاث مساطب تختلف فيما بينها مناخياً. وتتميز الحافة المشرفة على السهل الساحلي بأن انحدارها يحدث على ثلاث درجات، يتراوح ارتفاع الأولى بين 250 إلى 300 متر، والثانية بين 450 إلى 600 متر، والثالثة 800 متر، وأعلى نقطة يصل إليها الجبل الأخضر في منطقة سلنطة (سيدي الحمري) (882 متراً)، ويقل الارتفاع بالاتجاه نحو الشرق فيصل إلى 300 متر تقريباً. فبينما يمثل المستوى الأول – المحاذي لشاطئ البحر – أراضي سهليةً ومناخ بحر متوسطي، فإن المستوى التضاريسي الثالث من الجبل، يتميز بمناخ بارد شتاء وحار في معظم أجزائه صيفاً.

كما أدى اختلاف الموقع الجغرافي لمناطق الجبل الأخضر إلى وجود تباين ملحوظ في متوسطات معدلات الأمطار التي يبلغ أقصى متوسط سنوي لها 650 ملم بمنطقة " سلطنة " ليهبط تدريجياً شرق وغرب وشمال وجنوب هذه المنطقة حيث يصل إلى أقل من 200 ملم بمنطقة الفتايح، وإلى أقل من ذلك بكثير على امتداد الحد الجغرافي الجنوبي للغطاء الشجيري بالجبل الأخضر [71].

ويوجد على سطح الدرجة الأولى عدد من المناطق الحوضية التي تنحدر نحوها الأودية من المرتفعات المجاورة، ويتغطى سطحها بتربة حمراء، وأكبر هذه الأحواض هو حوض المرج وحوض الأبيار. وإذا تركنا أجزاء الجبل العليا متجهين ناحية الجنوب، نجد أن سطح الأرض ينحدر تدريجيا، ولكنه يكون متموجاً ويتغطى في معظم الأجزاء بقطع من الصخور المهشمة،

ويقطعه كثير من الأودية التي تنحدر نحوه من الشمال، وبعد ذلك يأخذ سطح الأرض في الاستواء ويتحول في بعض الأماكن إلى مسطحات واسعة، ينخفض سطحها نسبياً عما حولها، وتغطيها الرواسب الطينية الناعمة التي تحملها إليها مياه الأودية، وهذه المسطحات تعرف باسم البلط. أما من الناحية الشرقية للجبل، نجد أن سطح الأرض ينحدر انحداراً تدريجيا، ولكن بشكل غير منتظم، أما المنحدرات الغربية المواجهة لخليج سرت، فهي تنحدر على شكل حافة نحو سهل بنغازي.

ومما تجدر الإشارة إليه، أن هناك شبكة عظيمة من الأودية التي يبدأ معظمها من منطقة سيدي الحمري، وهي منطقة تقسيم المياه في الجبل الأخضر، ومنها ينحدر الكثير من الأودية ومن أهمها الأودية التي تنحدر نحو الشمال، وهي وادي درنة ووادي الكوف ووادي الناقة وغيرها، ومن أهم الأودية الأخرى التي تقطع الحافة الشمالية، هي الدبوسية والقلاع والإنجيل وستوا والخليج وغيرها، هذا وتوجد أودية أخرى تنحدر نحو خليج البومبا في الشرق، وأكبرها وادي المعلق ووادي التميمي ووادي الحناوي، ويُعد وادي المعلق بروافده أطول أودية الجبل الأخضر. والأودية التي تنحدر نحو الجنوب وادي سمالوس ووادي تماثلو ووادي الرملة، وهي جميعها تصب في منطقة البلط، أما الأودية التي تنحدر على الجانب الغربي فأهمها وادي القطارة ووادي السلايب اللذان يخترقان سهل بنغازي في طريقهما إلى البحر [77].

ج. هضبة البطنان والدفه

تمتد هضبة البطنان من عين الغزالة غرباً حتى كمبوت شرقاً، أما هضبة الدفه فهي المنطقة الممتدة من كمبوت حتى الحدود المصرية. والهضبتان بالرغم من اختلاف تسميتهما

فهما تشكلان هضبة واحدة (كانت تعرف بهضبة مرمريكا) لا يزيد ارتفاعها عن 200 متر. ومن هذا الارتفاع ينحدر سطح الأرض انحداراً شديداً نحو الساحل وانحداراً تدريجياً نحو الجنوب، ويفصل الهضبة عن البحر سهل ساحلي ضيق يختلف اتساعه من مكان إلى آخر، ويضم سطح هذه الهضبة عدداً من المنخفضات الطولية التي يفصل بعضها عن بعض أراض مرتفعة، ويلاحظ أن سطح هذه المرتفعات تخترقه أودية متباينة في العمق والطول.

3. مناطق الانتقال بين الجبال والصحراء

تعرف منطقة الانتقال بين جبال طرابلس والصحراء بمنطقة القبلة، كما تعرف منطقة الانتقال بين الجبل الأخضر والصحراء بمنطقة البلط، وهي مناطق منخفضة نسبياً عن سطح الصحراء الممتدة إلى الجنوب منهما. وينحدر سطح الأرض نحوها تدريجياً سواء من ناحية الجبال في الشمال أو من ناحية الصحراء في الجنوب. فمنطقة القبلة تشمل القسم الأكبر من أحواض الأودية الثلاثة الكبيرة التي تنتهي في سبخة تاورغاء، وهي وادي سوف الجين ووادي زمزم ووادي البي الكبير، وكلها تنحدر مع الانحدار العام لسطح القبلة نحو خليج سرت، أما الظاهرة الرئيسية لمنطقة البلط، فهي وجود عدد من المساحات التي ينخفض مستواها عما حولها، والتي تغمرها مياه الأمطار في فصل الشتاء وهي ذات صرف داخلي.

4. المنطقة الصحراوية

المنطقة الصحراوية هي جزء من الصحراء الكبرى، وهي في جملتها –كما ذكرنا سابقاً– هضبة مترامية الأطراف، ويرتفع سطح هذه الهضبة تدريجياً من الشمال إلى الجنوب، وتوجد على الحافات الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية لهذه المنطقة عدة مجموعات

جبلية، وهي جبال تيبستي التي تغطي مساحة تقدر (30,000) كم^2، ويبلغ أقصى ارتفاع لها (3,376 متراً) فوق سطح البحر، وجبال نقي ومرتفعات أنيدي وأردي التي يبلغ ارتفاعها في المتوسط (2,000 متر)، وجبل خسو(1,726 متراً) وجبل أركنو (1,435 متراً) وجبل العوينات (1,907 متراً): وهضبة الجلف الكبير (860 متراً) وجبلي تمو وتاسيلي (1,000 متر) وجبل أدنر. وإلى جانب هذه المرتفعات يوجد العديد من التلال الصغيرة التي تبرز فوق السطح، وتأخذ أشكالاً متباينة، وتوجد هذه التلال منفردة أو في مجموعات، وتسمى باسم (قارة) والجمع (قور) وهي بقايا هضاب قديمة أزالتها عوامل التعرية. وعادة ما توجد هذه القور حول المنخفضات والأودية الجافة الموجودة في الصحراء، كما هي الحال حول الوادي الفارغ وحول منخفض واحة مرادة والجغبوب، كما توجد مجموعة منها على الطريق بين أجدابيا وأوجلة. هذا وتوجد في قلب الصحراء الليبية مجموعة ضخمة من الجبال، تضم جبال الهروج (أقصى ارتفاع لها 1,200 متر) وجبل السودا (850 متراً). والجدير بالذكر أن كثيراً من المرتفعات التي تقع في أقصى الجنوب الليبي والمذكورة سابقاً، ممتدة جنوبا وقد تدخل في أراضي تشاد والنيجر الحدوديتين. وبالإضافة إلى هذه المرتفعات، فإن هذه المنطقة، تشتهر بسلسلة من المنخفضات الصحراوية التي هي من أهم المعالم التضاريسية في هذه المنطقة. ومنها المنخفضات الشمالية مثل منخفض الجغبوب وجالو وأوجلة وجخرة ومرادة والجفرة وغدامس. وتتميز هذه المنخفضات بأن سطحها مغطى بالأنواع الثلاثة الرئيسية من التكوينات التي يتميز بها سطح الصحراء الليبية ألا وهي الحمادة والعرق أو الرملة والسرير. هذا وتتميز هذه المنخفضات وخاصة الثلاثة الأولى منها بوجود طبقة من المياه قريبة من السطح، وبالإضافة

إلى هذه المنخفضات، توجد المنخفضات الجنوبية، والتي أهمها منخفض الكفرة، وتسمى أحياناً بوادي الكفرة، وسطح هذا المنخفض ليس مستوياً.

ويوجد العديد من الواحات داخل هذا المنخفض، ويلاحظ أن كل واحة أو مجموعة من الواحات الصغيرة الموجودة في هذا المنخفض، توجد في منخفض صغير داخل المنخفض الكبير، ويلاحظ أيضاً أن سطح الأرض في كل منخفض من هذه المنخفضات مكون من ثلاثة مستويات، أحدها منخفض تغطيه تربة سبخة ملحية، وتتكون على سطحه أحياناً طبقة من الأملاح. أما المستوى الثاني فيرتفع ارتفاعاً قليلاً عن المستوى الأول، وتغطيه تربة صفراء محمرة. أما المستوى الثالث والعلوي فيوجد على أطراف الواحة وتغطيه تربة رملية جافة. وبالإضافة إلى منخفض الكفرة، يوجد ما يسمى بحوض فزان، وهو حوض عظيم الاتساع يخترقه عدد من المنخفضات الطولية، أو ما يسمى بالأودية وهي تمتد بين الجنوب الغربي والشمال الشرقي، وإذا ألقينا نظرة عامة على هذا الحوض، نجد أنه ينقسم أيضاً إلى عدة منخفضات طولية، منها وادي الشاطئ في الشمال، ثم يليه وادي الحياة، اللذان تفصل بينهما رملة الزلاف، ثم منخفض برجوج – الحفرة، الذي يفصله عن وادي الحياة حمادة مرزق. ثم يوجد في أقصى الجنوب الغربي منخفض وادي تنزفت، وفي جنوب مرزق يوجد منخفض وادي حكمة. ومما تجدر الإشارة إليه أن هذه المنخفضات والأودية تتجمع بها أهم مظاهر النشاط البشري بسبب وفرة المياه الجوفية.

وعلى العموم، فمن المظاهر الرئيسية لهذه المنطقة الصحراوية، وجود المناطق ذات التكوينات السطحية الخاصة والمنتشرة بصورة متفرقة في هذه المناطق، وهي الكثبان الرملية أو

العروق أو بحر الرمال أو الأذهان والسبخات والهضاب الصخرية، أو ما يسمى بالحمادات والأراضي المغطاة بالحصى أو ما يعرف بالأديم الصحراوي (السرير) وكذلك الحطايا.

مما سبق يتضح أن اختلاف التضاريس في ليبيا، له تأثير فعال على نوعية الترب الناتجة في المناطق المختلفة، وذلك لما لهذه التضاريس من تأثير على المناخ بعناصره المختلفة، وكذلك على نوعية الغطاء النباتي وكثافة وجوده، ويظهر تأثير التضاريس وهو عامل من عوامل تكوين التربة جلياً في المناطق الشمالية الساحلية وخاصة في نطاق الجبال الشمالية (جبال طرابلس والجبل الأخضر) التي يظهر فيها ازدياد معدلات تساقط المطر كلما ارتفعنا عن سطح البحر. وكما أوضحنا سابقاً، إن هذا الاختلاف في معدلات تساقط المطر، له تأثير كبير على نوعية الغطاء النباتي وكثافته، والاثنان لهما أثر كبير على تكوين التربة في تلك المناطق.

أضف إلى ذلك، أن هذه المرتفعات هي مناطق تقسيم المياه السطحية، ومنها ينحدر الكثير من الأودية والمجاري المائية الصغيرة الأخرى، التي تؤدي دوراً رئيسياً في تكوين الترب المختلفة عن طريق انجراف المواد الفيضية وترسيبها. ولذلك تؤثر على نوعية مادة الأصل التي ستتكون منها التربة، أو على الرطوبة المحلية للترب الموجودة في المرتفعات والمنحدرات والمنخفضات الطوبوغرافية المختلفة، ذلك أن الطوبوغرافية المحلية (Microrelief)، لها تأثير على اختلاف الترب في المنطقة الواحدة عن طريق تأثيرها في الرطوبة المحلية والحرارة، ومن ثم على نوعية الغطاء النباتي وكثافة وجوده، ومن ثم على التربة الناتجة.

وعلى العموم، إذا ما استثنينا مناطق المنخفضات الشمالية والجنوبية من المنطقة

الجنوبية الصحراوية، التي تظهر فيها آثار التضاريس على عمق مستوى الماء الأرضي، ومن ثم على نوعية التربة الناتجة. وكما أسلفنا سابقاً، فإن بقية المناطق الصحراوية الأخرى، وفي غياب تساقط الأمطار بها، يكون دور عامل التضاريس محدوداً. ولكن يبرز عامل آخر من عوامل تكوين التربة والذي يؤثر تأثيراً رئيسياً على نوعيات الترب الموجودة في هذه المنطقة، ألا وهو عامل مادة الأصل، وذلك كما سيأتي ذكره فيما يلي:

4.1.3 مادة الأصل

تعرف مادة الأصل بأنها المادة المفككة التي شابها القليل أو الكثير من التجوية، التي تتكون منها التربة بفعل عمليات تكوين التربة، وهذه العمليات هي المرحلة الوسطية للانتقال من الصخر الأم إلى التربة. وهي تؤدي دوراً هاماً في تكوين التربة، حيث إن الكثير من خواص الترب المهمة تورث من مادة الأصل التي نشأت منها. ومع مرور الزمن وتطور عمليات تكوين التربة، تظهر في الترب صفات جديدة تميزها عن مادة الأصل الأم، تسمى بالصفات المكتسبة.

هذا ويظهر تأثير مادة الأصل على خواص التربة الناتجة عنها أكثر وضوحاً في المناطق الجافة، مثل ما هو الحال عليه في ليبيا، حيث تكون غالبية عمليات تكوين التربة فيها بطيئة أو غائبة. هذا وتؤثر مادة الأصل على نوعية التربة الناتجة من خلال تأثيرها على مسار مختلف عمليات تكوين التربة، فقوام مادة الأصل ومدى اندماجها ودرجة نفاذيتها، مثلا، تؤثر في الصرف الداخلي لمادة الأصل، ومن ثم تؤثر على عمليات الغسيل من فقد أو نقل للمواد داخل قطاع التربة. كما أن التركيب الكيميائي والمعدني والطبيعي لمادة الأصل، يتحكم في كثير من خواص التربة الناتجة، مثل القوام واللون والبناء ودرجة التفاعل ومدى احتوائها على المركبات

والعناصر الكيميائية وغيرها من الخواص. كما أن تركيبها الكيميائي والمعدني والطبيعي لا يقتصر على هذا فحسب، بل نجده في بعض الأحيان يؤثر على مدى فاعلية عوامل التكوين الأخرى، ومثال ذلك أن وجود حجر جيري في منطقة رطبة يبطئ من تطور قطاع التربة الناتجة، وهي العملية التي يشجعها المناخ الرطب، هذا بالإضافة إلى تحكمه جزئيا في نوعية الغطاء النباتي الذي يؤثر على نوعية الترب الناتجة.

وحيث إن مواد أصل الترب بصفة عامة هي نواتج وسطية لتجوية الصخور بمختلف أنواعها، ولذلك فإن التعرف على اختلاف التركيب الجيولوجي للطبقات السطحية في ليبيا — ولو بصفة عامة – يعطي فكرة عن مدى اختلاف مواد الأصل التي نشأت منها الترب الليبية، ومن ثم يتضح لنا الدور الذي تفعله نوعية مواد الأصل في تباين خصائص الترب الليبية من منطقة إلى أخرى، وكذلك في المنطقة الواحدة.

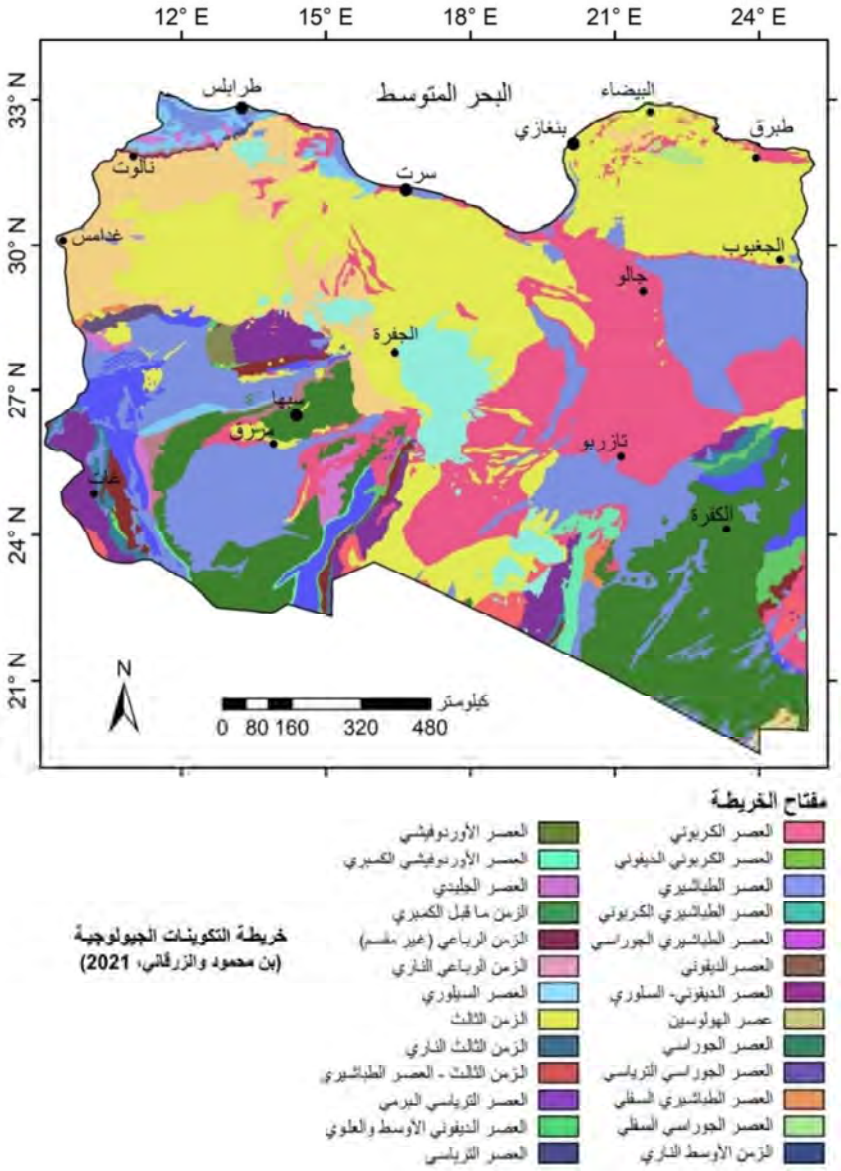
ويجب التذكير هنا، أن التركيب الجيولوجي لليبيا هو موضوع متشعب ومعقد، ويحتاج إلى مؤلف خاص به، ولا يسعنا المجال هنا للحديث عنه بالتفصيل لأنه مجال خارج نطاق موضوع هذا الكتاب، ولذلك فإننا سنكتفي بسرد مختصر عام للتكوينات الجيولوجية السطحية للبلاد كما أوضحها د. عبد العزيز طريح شرف (1971 م) [77] في كتابه «جغرافية ليبيا»، ود. سالم الحجاجي (1989 م) [26] في كتابه «ليبيا الجديدة»، وذلك لتوضيح ما لهذه التكوينات من دور في تحديد نوعية مواد الأصل التي تكونت منها الترب الليبية. ولمزيد من المعلومات يستطيع القارئ الرجوع إلى الخرائط الجيولوجية الليبية والتقارير المرفقة معها (مقياس رسم 1: 250,000) الصادرة عن مركز البحوث الصناعية.

إن معظم الدراسات الجيولوجية تدل على أن الأراضي الليبية عموماً، باستثناء المناطق الساحلية الضيقة ونطاقات الجبال (طرابلس والأخضر)، تمثل جزءاً من الصحراء الكبرى التي تشترك معظم أجزائها في تاريخها وتركيبها الجيولوجي، مع بعض الاستثناءات المحلية. فالطبقات الرسوبية التي يتكون منها سطح هذه الصحراء، ترتكز في كل مكان على قاعدة من الصخور الأركية (ما قبل الكمبري) ذات الأعماق المختلفة، تتكون منها القارة الأفريقية عموماً. وقد تظهر هذه القاعدة على السطح في بعض المواقع حيث استطاعت عوامل التعرية أن تزيل التكوينات الرسوبية التي كانت تغطيها. وباستثناء هذه المواضع نلاحظ أن القاعدة الأركية، تتغطى بطبقات رسوبية عظيمة السمك والامتداد، تنتمي إلى عصور جيولوجية مختلفة.

وبالنظر السريع إلى التوزيع العام للتكوينات الجيولوجية التي تكون منها سطح البلاد (شكل 19.3)، يتبين أن أقدم هذه التكوينات يظهر على السطح غالباً في جنوب البلاد، وتتدرج في الحداثة كلما اتجهنا نحو سواحل البحر المتوسط.

وعلى العموم، فإن الأجزاء الجنوبية من البلاد تسود فيها تكوينات الزمنيْن الأركي (ما قبل الكمبري) والأول (الباليوزوي) وبعض تكوينات الزمن الثاني (الميزوزوي)، وأن المنطقة الشمالية الغربية تسود بها تكوينات الزمن الثاني (الميزوزوي)، وتسود تكوينات الزمن الثالث في منطقة خليج سرت والمنطقة الشمالية الشرقية من البلاد، ولكن يلاحظ في جميع أجزاء البلاد، أن مناطق كبيرة من التكوينات الجيولوجية القديمة، قد اختفت تحت طبقات سميكة من الرواسب الهوائية والفيضية التي تراكمت خلال الزمن الرابع (البليستوسين) والحديث (كواترناري) أو تحت صخور بركانية تراكمت نتيجة لثورانات بركانية في عصور مختلفة. وفيما

يلي نعطي نبذة مختصرة عن أهم تكوينات الأزمنة الجيولوجية وانتشارها في ليبيا.



خريطة التكوينات الجيولوجية
(بن محمود والزرقاني، 2021)

شكل (19.3): التكوينات الجيولوجية السطحية لليبيا

المصدر: أنتجت الخريطة من قبل المؤلفيْن من بيانات المصدر الأصلي [120]

1. تكوينات الزمن ما قبل الكمبري

أهم تكوينات هذا الزمن هي الصخور الأركية، مثل النيس والشيست، وهي تظهر على السطح في الأطراف الجنوبية للبلاد، وخاصة المناطق الجبلية، مثل مناطق تيبستي.

2. تكوينات الزمن الأول

توجد تكوينات كل عصور هذا الزمن في الأجزاء الجنوبية من البلاد، ومنها:

أ) صخور عصر السيلوري الأسفل والأعلى، وهي تظهر على السطح في نطاق كبير في غرب فزان ومعظم مرتفعات تاسيلي والأحواض الممتدة إلى الشرق منها مباشرة.

ب) تكوينات عصر الديفوني، وهي تتكون غالباً من صخور رملية، وهي أوسع انتشاراً من السابقة، وأهم مناطقها جبال أكاكوس ومنطقة الحدود الليبية الجزائرية والجافة الجنوبية للحمادة الحمراء، كما توجد في منطقة محدودة في الطرف الجنوبي الشرقي من البلاد.

ج) الصخور الجيرية التي ترجع إلى العصر الكربوني، وأهم مناطقها الجافة الغربية لحمادة مرزق.

3. تكوينات الزمن الثاني

أهم تكوينات هذا الزمن هو الحجر الرملي النوبي الذي بدأ تكوينه في أواخر الزمن الأول وأوائل الزمن الثاني، وهي تغطي معظم القسم الجنوبي الشرقي للبلاد، وخاصة المناطق الواقعة بين جبال تيبستي في الغرب وجبال العوينات في الشرق، كما يمتد نطاق منه يحيط بحوض مرزق من ناحية الشرق والجنوب والغرب والشمال، ويمتد نحو الشمال الشرقي حتى قرب

جبل السودا. وقد تختفي هذه الصخور في كثير من الأماكن تحت غطاءات رملية وحصوية حديثة، كما تكون هذه الصخور معظم مناطق الحمادات في فزان. هذا وقد تختفي صخور العصر الترياسي والجوراسي شمال ليبيا تحت طبقات الصخور الأحدث منها، ولا تظهر إلا في أماكن محدودة، حيث وجدت صخور العصر الترياسي عند قاعدة جبل غريان، وهي صخور جيرية. أما صخور العصر الجوراسي فلا تظهر على السطح إلا على جوانب بعض الأودية العتيقة، أما تكوينات العصر الكريتاسي فهي أهم التكوينات الجيولوجية اتساعاً في المنطقة الشمالية من البلاد، حيث يتكون منها معظم النطاق الجبلي ما بين الخمس والحدود التونسية، وتتكون من صخور جيرية متباينة تختلط في طبقاتها بتكوينات طينية أو رملية. وتمتد تكويناتها جنوباً لتشمل الحمادة الحمراء ومنطقة غدامس ومناطق الجفرة وجزءاً من منطقة جبل السودا، ولكنها لا تظهر على السطح في المناطق الشمالية الشرقية من البلاد، إلا في بقع محدودة جداً على سطح الجبل الأخضر، خصوصاً في مناطق جردس الأحرار والمجاهير قرب مراوة.

4. تكوينات الزمن الثالث

باستثناء تكوينات عصر البليوسين التي لم تكتشف على السطح في أية منطقة من ليبيا، فإن تكوينات العصور الأخرى لهذا الزمن تتمثل على نطاق واسع خصوصاً في المنطقة الشمالية الشرقية من البلاد، وكذلك في معظم الأراضي الممتدة من خليج سرت في الشمال إلى خط عرض 24° جنوباً في الجنوب. ويسود في الأراضي الأخيرة تكوينات عصر الأيوسين (الأسفل والأوسط والأعلى) في نطاقات متتابعة تتدرج في حداثتها كلما اتجهنا شمالاً وشرقاً. ولكن تختفي هذه التكوينات في الجهات الشرقية من المنطقة تحت بحر الرمال والكثبان

الرملية، خصوصاً في منطقة بحر الرمال العظيم، أو تحت طبقات الرمل والحصى التي تتكون منها منطقة السرير الشاسع. كما أن صخور عصر الأيوسين تشكل قاعدة لمرتفعات الجبل الأخضر والهضاب الممتدة منه إلى الجنوب. وقد تظهر هذه الصخور على السطح كذلك في بقع صغيرة على الجبل الأخضر نفسه إلى الغرب من بلدة مراوة، وعلى منحدراته الخارجية، وفي جوانب بعض أوديته العميقة. وهذه الصخور جيرية بيضاء دقيقة الحبيبات، وقد تختلط بها في منطقة خليج سرت بعض الصخور الطينية والرملية. أما صخور عصر الأوليجوسين، فتظهر بصفة خاصة في أراضي خليج سرت بشكل نطاق طويل، يمتد عموماً بين الشمال الغربي والجنوب الشرقي، كما تظهر كذلك في بعض أجزاء الجبل الأخضر خصوصاً في المنحدرات وعلى جوانب الأودية العميقة، كما يظهر بعضها في بقع محددة في المنطقة الشمالية الغربية من البلاد. أما صخور عصر الميوسين، فتوجد في معظم هضاب المنطقة الشمالية الشرقية، ويتواصل امتدادها نحو الغرب في جنوب خليج سرت، ولكن نطاقها يضيق تدريجياً نحو الغرب حتى يختفي تقريباً عند وادي البي الكبير.

5. تكوينات الزمن الرابع والحديث

تشمل هذه التكوينات أنواعاً متباينة من الرواسب الهوائية والفيضية والبحرية التي تراكمت منذ بداية الزمن الرابع، وما زالت تتكون وتتراكم في الوقت الحاضر، وأهم هذه الرواسب هي:

- **الرواسب الفيضية:** وهي منتشرة في مناطق عديدة من ليبيا في الأودية والأحواض الشمالية، وكذلك في الأودية الصحراوية في فزان وغيرها من أحواض جنوب البلاد

ووسطها، حيث إن هذه المناطق كانت في بعض فترات الزمن الرابع، كثيرة الأمطار وغنية بالأودية النهرية، شأنها شأن بقية أجزاء الصحراء الكبرى.

- **الأديم أو الرصيف الصحراوي**: الذي تتغطى به مناطق السرير المنتشرة في جنوب البلاد، مثل السرير الشاسع، ومناطق السرير الأخرى في الجنوب مثل سرير القطوسة وسرير تيبستي، وبعض الأودية الشمالية والجنوبية وغيرها.
- **الرمال القارية**: التي تغطي مساحات شاسعة في كثير من مناطق الصحراء، مثل منطقة العرق الكبير (بحر الرمال العظيم) في الشرق، والمناطق الرملية الأخرى في فزان وفي الكفرة وفي المناطق الشمالية من البلاد وغيرها، وأساس تكوينها معدن الكوارتز.
- **الرمال الشاطئية**: وهي رمال جيرية مختلطة مع بعض القواقع البحرية، وتكون شريطاً ضيقاً لا يتعدى عرضه 100 متر محاذياً للشواطئ البحرية، وهذه الرمال تنتقل بواسطة الرياح من الشواطئ إلى الداخل قليلا، مكونة كثباناً تصل إلى أكثر من 12 متراً في الارتفاع أحياناً.
- **التلال الصخرية**: وهي تتكون نتيجة لتماسك الرمال الجيرية، وهي صخور أوليتية توجد على امتداد معظم السواحل الليبية.
- **رواسب السبخات والقيعان الملحية**: وهي تتراكم في مناطق السبخات الشمالية بالقرب من شاطئ البحر، وفي منخفضات الواحات الصحراوية المختلفة في الجنوب.

وهكذا يتضح أن التركيب الجيولوجي السطحي للبلاد متباين من منطقة إلى أخرى. وهذا التباين يعكس إلى حد كبير الاختلاف في مواد أصل الترب الليبية أينما وجدت، من حيث خواصها الطبيعية والمعدنية والكيميائية، والتي بدورها تورثه للترب التي تنشأ عنها، ومن المعلومات السابقة وكذلك المعلومات المتحصل عليها من دراسات التربة في مناطق عديدة

من ليبيا، وخاصة تلك الدراسة التي قامت بها شركة سلخوزبروم أكسبورت سنة 1980م [176] يمكن أن نعطي سرداً مختصراً عن أهم مواد أصل الترب الليبية وتأثيرها على الترب الناتجة منها.

إذا ما استثنينا المناطق التي لا تتكون عليها تربة بمفهومها العلمي، مثل: ما يعرف **بالتكوينات غير الترابية** (الصخور السطحية المفككة (الحمادات)، والسطوح الصخرية (الصحاري الصخرية)، والأديم الصحراوي (السرير)، **والتكوينات الترابية** مثل: الكثبان الرملية (بحر الرمال العظيم وأدهان أوباري ومرزق وغيرها من المناطق)، وهي جميعها تغطي مساحات شاسعة من ليبيا. وكذلك بعض مناطق المنخفضات والواحات والسهول والأودية الجافة المنتشرة بصورة متفرقة في الصحراء الليبية. يمكن تقسيم مواد أصل الترب الليبية إلى قسمين رئيسين هما:

1. مواد أصل محلية أو متبقية

وهي المواد المفتتة المتكونة من الصخور بفعل عمليات التجوية (الطبيعية أو الكيميائية) التي بقيت في مكانها، أي موقعها الأصلي فوق المهد الصخري، وهي ما تسمى برواسب نواتج تجوية الصخور (Eluvial) [176]. هذه الرواسب محصورة في المناطق المحيطة بمرتفعات جبال طرابلس والجبل الأخضر في الطبقات العليا من المنحدرات غير الثابتة، وهي نواتج عمليات التجوية للصخور الموجودة في تلك الأماكن، ويمكن تمييز نوعين منها حسب الصخور المكونة لها، وهما:

- نواتج تجوية الصخور النارية (البازلت).

- نواتج تجوية الصخور الرسوبية البحرية (الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي، والحجر الدولوميتي).

والصخور التحتية لهذه الرواسب هي صخور البازلت والصخور الجيرية الصلبة على التولي، ويُعد النوع الثاني أكثر انتشاراً في تلك المناطق من النوع الأول، ذلك أن النوع الأول يوجد بصورة منفردة في منطقة جنوب شرق مدينة غريان. هذا ويوجد نوعان من نواتج الصخور الجيرية، وهما نواتج الصخور الجيرية الصلبة، وهي الأكثر انتشاراً، ونواتج الصخور الجيرية الهشة، التي تغطي مناطق صغيرة محصورة في منطقة البيضاء وشحات والقبة وبعض المناطق المحدودة في مرتفعات جبال طرابلس.

وتوجد رواسب نواتج تجوية الصخور بصفة عامة في مراحل تكوينية مختلفة، فتكون على هيئة فتات صخري في مراحلها الأولى، وهي ناتجة عن عمليات التجوية الطبيعية، وتتكون أساساً من المعادن الأولية المكونة للصخر الأصلي، أما معادن الطين السليكاتي الذي يتكون بواسطة التجوية الكيميائية، فلا يتجمع في هذه الرواسب إلا في مرحلة متقدمة من التكوين.

وجدير بالذكر، أن نواتج تجوية صخور الحجر الجيري الهش، لا تمر بالمرحلة الأولى من التكوين، هذا ويتراوح سمك هذه الرواسب بصفة عامة بين 0.2–0.5 متر (الفتات الخشن الصخري)، وقد يصل هذا السمك إلى أكثر من 1 متر في رواسب تجوية الصخور الطينية.

وعلى العموم، فإن نواتج تجوية الصخور الصلبة الرفيعة السمك (30 سم) تكون الترب الجبلية القرفية قليلة التطور الضحلة (Lithic Haploxerepts) ، والترب حديثة التكوين

الشائعة الضحلة (Lithic Xerorthents) في جبال طرابلس. أما في الجبل الأخضر، فتكون تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء الضحلة (Lithic Rhodoxeralfs)، وترب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء (Rhodic) Haprendoll، وفي حالات محدودة تكون التربة الجافة الملحية بسيطة التطور (Haplosalids)، أما تُرب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة (الرندزينا القاتمة) (Sobmic Haprendolls) فتتكون من نواتج تجوية الصخور الجيرية الهشة الرفيعة السمك، أما نواتج تجوية الصخور السميكة والمتقدمة في مراحل التكوين فهي تكون الترب الجبلية القرفية قليلة التطور العميقة (Typic Haploxerepts) في جبال يفرن وغريان وترهونة، وفي بعض الحالات تكون الترب الجافة الجيرية العميقة (Typic Haplocalcids)، وفي حالات أخرى تكون الترب الجافة ذات أفق التغيير (Haplocambids) ، وأما في الجبل الأخضر فهي تكون تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء والصفراء (التراروسا) (Rhodoxeralfs) أو (Haploxeralfs)، والترب الجبلية القرفية القليلة التطور (Haploxerepts)، وفي بعض الحالات تكون الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور (Haplocalcids)، أو الترب الجافة ذات أفق التغيير بسيطة التطور (Haplocambids).

2. مواد أصل منقولة

وهي المواد المفتتة المتكونة من الصخور بفعل عمليات التجوية، وقد تعرضت للنقل إلى مواقع جديدة قريبة أو بعيدة عن الصخر الأم، بفعل القوى الميكانيكية للطبيعة

(من رياح، ومياه جارية، وجاذبية أرضية، وغيرها). وتسمى الترب المتكونة منها بالترب المنقولة، وهي تُعد من أهم مواد أصل الترب الليبية حيث تغطي مساحات شاسعة من ليبيا، وتدخل ضمن هذا القسم.

وهذه الرواسب تنتمي إلى العصر الحديث (الكواترناري). ويمكن تقسيمها إلى:

أ. الرواسب الريحية

وهي الرواسب التي تنقلها الرياح، وتُعد من أهم مواد الأصل المتكون منها كثير من الترب الليبية وأكثرها انتشاراً، فهي تغطي مناطق شاسعة في شمال البلاد وجنوبها، فترب سهل الجفارة، وترب المناطق الساحلية الرملية، وترب الكفرة والسرير وأشكدة وقمينس وسلوق وسهل القرضابية وسرت، ما هي إلا أمثلة فقط للترب المتكونة من هذه الرواسب، وتقسم هذه الرواسب إلى قارية، ومنشؤها الصخور القارية، وبحرية أو شاطئية، ومنشؤها الصخور البحرية، وغالباً ما تسود بهذه الرواسب حبيبات الرمل، فتعرف بالرواسب الرملية، وأحياناً تسود بها حبيبات السلت (0.002–0.5 مم) فتعرف بالرواسب السلتية (رواسب اللوس)، والأخيرة محدودة الانتشار في ليبيا، ومحصورة في منطقة قريبة من القواسم بمرتفعات غريان (شكل 20.3)، وتختلف أحجام حبيبات الرمل السائدة في هذه الرواسب وذلك باختلاف الصخر الأم المتكونة منه، وكذلك تختلف الرياح المسؤولة عن نقلها حسب شدتها وسرعتها ونوعيتها واتجاهها. فقد تسود في هذه الرواسب حبيبات الرمل الخشن (0.5–1 مم) عن بقية الأحجام الأخرى، كما هو الحال في منطقة الكفرة والسرير وأشكده وغيرها. وقد تسود في البعض الآخر حبيبات الرمل الناعم

(0.1–0.25) مم، كما هو الحال في سهل الجفارة [64]. كما تختلف هذه الرواسب في تركيبها الكيميائي والمعدني، وذلك حسب مصدرها الأصلي، ولكن أساس تركيبها هو معدن الكوارتز بصفة عامة، وقد تحتوي على نسب متفاوتة من كربونات الكالسيوم أو الأملاح في بعض الأحيان، وفي أحيان أخرى تكون مختلطة مع بعض القواقع البحرية، كما هو الحال في الرواسب الرملية البحرية أو الشاطئية.

وعلى العموم، فإن الرواسب الريحية غير المثبتة بالغطاء النباتي، تكون عادة غير ثابتة، ومعرضة للتعرية الريحية، فغالبا ما تكون كثباناً رملية. ويمكن تمييز نوعيين منها هما: الكثبان الرملية القارية، والكثبان الرملية الشاطئية أو البحرية، وهي ليست تربة بمفهومها العلمي، بل تنعت بالتكوينات الترابية. أما الرواسب الرملية، المثبتة طبيعياً بالغطاء النباتي أو بحكم موقعها التضاريسي، فهي مواد أصل الترب حديثة التكوين الرملية (Torripsamments) أو (Xeropsamments)، والترب الجافة الجيرية (Haplocalcids)، وأحياناً الترب الجافة ذات أفق التغيير (Haplocambids).

شكل (20.3) رواسب اللوس (رواسب سلتية) في منطقة القواسم، غريان

ب. الرواسب المائية

وهي الرواسب التي تنقلها المياه الجارية والسيول في العصر الحديث (الكواترناري) وتعرف في بعض الأحيان بالرواسب الفيضية، وهي منتشرة في مناطق عديدة من ليبيا في

الأودية والأحواض الشمالية، وفي مرتفعات جبال طرابلس والأخضر، وكذلك في الأودية الجافة جنوب البلاد ووسطها، وتتكون هذه الرواسب بفعل التجوية وانجراف كثير من الصخور النارية والرسوبية. ولذلك، فهي تختلف في تركيبها الطبيعي والمعدني والكيميائي، وذلك باختلاف الصخر الأم المتكونة منه، وكذلك باختلاف ظروف تكوينها، وبذلك يمكن تمييز العديد من أنواع مواد الأصل التي تدخل ضمن هذا القسم، ومنها:

❖ **رواسب الأودية الفيضية (Alluvial Deposits)**

يغطي هذا النوع من الرواسب مساحات شاسعة من أراضي الأودية المنتشرة في المناطق الشمالية الغربية والوسطى والشرقية، وكذلك في أراضي الأودية الجافة في المنطقة الجنوبية الصحراوية، وهي مواد ترسيب بفعل السيول التي تحدث على فترات زمنية متلاحقة، وما زالت تتكون وتتراكم إلى وقتنا الحالي في أودية المنطقة الشمالية الساحلية، على حين توقف هذا التراكم منذ فترة زمنية طويلة في الأودية الجافة في المنطقة الجنوبية الصحراوية. وهذه الرواسب تتراكم على هيئة طبقات مختلفة الأعمار متباينة الخواص، ويرجع اختلاف خواص هذه الطبقات إلى اختلاف المواد الجيولوجية المنجرفة بالمياه الجارية، وكذلك اختلاف شدة جريان هذه المياه، التي تحددها معدلات تساقط الأمطار في كل مرة، وكذلك تضاريس الوادي نفسه. وتتكون هذه الطبقات من حبيبات مختلفة الأحجام، يتراوح قوامها ما بين الرملي إلى الطيني مع احتوائها على نسب مختلفة من الحصى والحجارة، كما تحتوي على كميات متفاوتة من كربونات الكالسيوم والجبس والأملاح الذائبة في الماء. وهذه الرواسب هي مواد أصل للترب حديثة التكوين الرسوبية (Torrifluvents) أو (Xerofluvents)، والترب الجافة الجيرية (Haplocalcids)، أو الترب الجافة الجبسية (Haplogypsids)، أو الترب الجافة الملحية (Haplosalids)، أو الترب الجافة ذات أفق التغيير (Haplocambids)،

أو الترب الجافة ذات الأفق الجيري المتحجر (Petrocalcids)، كما أنها في بعض الأحيان تكون الترب حديثة التكوين الشائعة (Torriorthents).

❖ رواسب المنحدرات أو الأنقاض السفحية (Deluvial Deposits)

وهي توجد في الأجزاء السفلية من المنحدرات أو بعض الأحواض المنخفضة بصورة صغيرة ومحدودة في الجبل الأخضر وجبال طرابلس. وهي نواتج انتقال رواسب نواتج تجوية الصخور النارية والرسوبية البحرية بواسطة انجراف مياه الأمطار. وعادة فإن هذه الرواسب لا تكون على هيئة طبقات كما هو الحال بالنسبة لرواسب الأودية الفيضية، ومما تجدر الإشارة إليه، أن خواص هذه الرواسب تختلف في الجبل الأخضر عنه في جبال طرابلس. فهي طينية القوام، شديدة التماسك، وذات نفاذية منخفضة، وبها بقع ملونة في مناطق الجبل الأخضر، على حين أن قوامها طميي أو طمي رملي وغير متماسكة وذات نفاذية ومسامية جيدة في مناطق جبال طرابلس، وعلى العموم، فإن هذه الرواسب تكون الترب القلابة (Haploxerets)، والترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Haploxerepts)، وترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs) أو الصفراء (Haploxeralfs) في منطقة الجبل الأخضر. وتكون تلك الرواسب الترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Haploxerepts)، والترب حديثة التكوين الشائعة (Xerorthents) في منطقة جبال طرابلس. هذا ويوجد نوع آخر من هذه الرواسب يسمى بالرواسب المختلطة (Eluvium – Deluvial Deposits) وهو أكثر شيوعاً في الجبل الأخضر، ويوجد في الأجزاء العليا والوسطى من المنحدرات المختلفة الميول والانتشار، وهو نواتج انتقال رواسب نواتج تجوية الصخور ورواسب المنحدرات أو الأنقاض السفحية معاً من المنحدرات العلوية المجاورة، وهذه الرواسب أساساً وهي فتات صخري مختلف الأحجام يملأ الفراغات التي بينها الحبيبات

الناعمة، وهي مختلفة الأعماق، والتماسك فيها يتراوح بين الهش إلى الصلب، وقوامها في مناطق جبال طرابلس رملي طميي إلى رملي. أما في مناطق الجبل الأخضر فقوامها طميي أو طيني. وهذه الرواسب هي مواد أصل لترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs) أو الصفراء (Haploxeralfs)، والترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Haploxerepts)، والترب حديثة التكوين الشائعة (Xerorthents) في الجبل الأخضر. أما في جبال طرابلس فإن تلك الرواسب تكون الترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Haploxerepts)، والترب حديثة التكوين الشائعة (Xerorthents).

❖ رواسب مسيلات المجاري المائية (Proluvial Deposits)

وينحصر وجود هذه النوعية من الرواسب في مناطق جبال طرابلس والجبل الأخضر في مجاري المياه الصغيرة والأخاديد وشعب الأودية والأودية الصغيرة، وهي تختلف عن رواسب الأودية الفيضية السابقة الإشارة إليها (Alluvials)، في أنها تترسب بواسطة الجريان المائي القادر على الامتداد الحر تحت ظروف عدم تساوي سقوط المياه، الأمر الذي يؤدي إلى وجود رواسب مختلفة القوام، غنية بالحجارة (المستديرة وغير المستديرة)، وهي نادراً ما تكون على هيئة طبقات. والرواسب القديمة منها تتكون أساساً من الفتات الحجري، ويصل سمكها إلى عدة أمتار، وهذه الرواسب عادة ما تكون متماسكة ومتلاحمة بواسطة الكربونات أو الجبس، وهي تكون الترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Haploxerepts)، والترب الحديثة التكوين الشائعة (Xerorthents)، ولكن بدرجات متفاوتة من الحجارة والصخور السطحية في جبال طرابلس. أما في الجبل الأخضر فتكون تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs)، والترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Haploxerepts)، والترب حديثة التكوين الشائعة (Xerorthents)، ولكن بدرجات

متفاوتة من الحجارة والصخور السطحية كذلك، وعندما تكون كمية الحجارة والصخور كبيرة وتظهر على السطح، فلا تُعد هذه الرواسب تربة، بل تبقى مواد أصل وتوصف بأنها تكوينات غير ترابية. وقد تختلط هذه الرواسب مع رواسب الأودية الفيضية (Alluvials)، مثلما هو حاصل في مناطق المرج وفي شرق غريان وفي شرق مدينة الخمس، وتكون طبقات مختلفة في القوام وكذلك في ما تحتويه من حجارة، وهي تغطي المنخفضات الصخرية بغطاء يتراوح سمكه ما بين 2 إلى 15 متراً، وعادة ما تكون رملية طمية أو طمية أو طينية القوام متداخلة مع طبقات من الحجارة الدائرية التي عادة ما تكون جيرية أو سليكاتية.

ج. رواسب السبخات والقيعان الملحية البحرية

توجد هذه الرواسب في مواقع عديدة على طول الشريط الساحلي لليبيا، وهي برك بحرية ضحلة، تتكون من طبقات طمية أو طينية متداخلة مع الرمال والرمال الطمية والسلت، وعادة ما تغطيها قشور ملحية وجبسية سطحية، وتتميز بارتفاع محتواها من الأملاح الذائبة في الماء. والترب التي تكونها هذه الرواسب هي الترب الجافة الملحية (Haplosalids)، والترب الجافة الجبسية (Haplogypsids).

د. رواسب التلال الساحلية

ويمكن تمييز العديد من هذه الرواسب حسب تكوينها الجيولوجي، ومنها:

- **رواسب تكوين قرقارش**، وهذه الرواسب ترجع إلى العصرين البليستوسين العلوي والهولوسين، وتكون شريطاً على طول خط شاطئ البحر، وتنتشر بدرجة واضحة شرق مدينة زليتن، ويمكن وجودها كذلك في مصراتة على بعد 20 كم من الشاطئ، ويصل عرضها إلى 5 كم في منطقة دريانة في الجبل الأخضر، وتتكون من طبقتين، السفلى تتكون من مواد جيرية متداخلة مع حبيبات سلت بنية فاتحة اللون، والعليا تتكون من أحجار رملية هشة مختلفة الكثافة، ويصل سمك هذه الرواسب في بعض المواقع إلى 60 م، وتوجد تحت هذه الرواسب أحجار رملية طينية متداخلة مع الطين والمارل، وقد تظهر على السطح، وبذلك تكون الترب الحديثة التكوين الشائعة (Xerorthents) أو تغطى بغطاء من الرواسب الريحية أو الفيضية.
- **رواسب تكوين قصر الحاج**، وتوجد هذه الرواسب في المناطق الداخلية والمنخفضة من سهل الجفارة، وفي بعض الأودية وبعض منحدرات جبال طرابلس، رواسب الأودية المختلطة مع رواسب المجاري المائية السيلية السابقة الإشارة إليهما، ويبلغ سمك هذه الرواسب حوالي 20 متراً.
- **رواسب تكوين الجفارة**، وتشغل مساحات شاسعة في المنطقة الشمالية من سهل الجفارة، وهي كذلك من رواسب الأودية المختلطة مع رواسب المجاري المائية السيلية. ويتراوح سمك هذه الرواسب من 20 إلى 40 متراً، حيث يقل السمك في اتجاه الشمال.

مما سبق يتضح بصفة عامة مدى الاختلاف والتباين في نوعية مواد الأصل التي تتكون منها الترب الليبية، وبذلك يتضح لنا سبب الاختلاف في خواص التربة من منطقة إلى منطقة

أخرى. أضف إلى ذلك أنه يمكن لنوع واحد من التربة أن يتكون من مواد أصل مختلفة، وهذا راجع إلى أن عوامل التكوين الأخرى (مناخ، غطاء نباتي، تضاريس، زمن) مع مادة الأصل هي جميعا مجتمعة تتحكم في نوعية التربة الناتجة، وخاصة في المناطق الممطرة. كما لاحظنا سابقاً أن مادة الأصل واحدة – مثل رواسب نواتج تجوية الصخور أو رواسب الأودية الفيضية يمكن أن تكون أكثر من نوع واحد من الترب، وهذا مرجعه إلى أن رواسب تجوية الصخور مثلاً تختلف في خصائصها الطبيعية والمعدنية والكيميائية من منطقة إلى أخرى، حسب الصخر الأصلي المتكونة منه وظروف تكوينها، أضف إلى ذلك الاختلاف في مدى فاعلية عوامل التكوين الأخرى من منطقة إلى منطقة أخرى.

5. الزمن

لا يقصد بالزمن هنا مجرد عدد السنوات التي وصلت فيها التربة إلى ما هي عليه، منذ أن كانت صخراً. فالواقع أن الترب بصفة عامة تخضع للتغيير المستمر، ولكن هذه التغيرات تحدث ببطء شديد، وعلى هذا الأساس صار الزمن عاملاً أساسياً في تكوين التربة، خصوصاً أن الزمن يشمل التغيرات المناخية والتكوين البيدولوجي والنشاط الحيوي على سطح الأرض. وما التربة بقطاعها الطولي إلا سجل كامل يحمل في ثناياه تاريخ عوامل التكوين الأخرى، وبذلك نستطيع أن نقول: إنه قد يكون الزمن اللازم لتطور التربة من الصخر الأم كبيراً تحت ظروف معينة من عوامل التكوين، ومن ناحية أخرى، فإن التطوير يستطيع أن يتم بسرعة تحت ظروف أخرى، فالظروف التي تسرع تطور التربة، هي المناخ الرطب والدافئ ونمو الغابات ومواد الأصل المنفذة والمفككة، ذات المحتوى المنخفض من الجير (كربونات الكالسيوم) والتضاريس المستوية أو المنخفضة ذات الصرف الجيد، أما العوامل أو الظروف

التي تعمل على تعطيل التطور في الترب، فهي المناخ الجاف والبارد ونمو الحشائش والشجيرات ومواد الأصل غير المنفذة والمندمجة وذات المحتوى المرتفع من الجير والتضاريس الشديدة الانحدار. ومن ذلك يتضح أن معدل التطور يختلف بشدة من منطقة إلى أخرى، حسب الظروف أو العوامل التكوينية للتربة، فأي فترة زمنية محددة قد تنتج تغييراً كبيراً في تُرب منطقة ما، وتعطي قليلاً من التغيير في تُرب منطقة أخرى، ولهذا السبب، فإنه يعبر عن عمر التربة بدرجة تطور قطاعها بدلاً من عدد السنوات.

مما سبق، يتضح لنا بصفة عامة أن الترب الليبية باستثناء منطقة الجبل الأخضر ومواقع صغيرة في جبال طرابلس تقع تحت المناخ الجاف والجاف جداً، ومن ثم فإن تطور قطاعات هذه الترب يكون محدوداً، فينتج عنه تُرب غير متطورة أو حديثة التكوين، وذلك راجع إلى عدم فاعلية عمليات التكوين من تراكم للمادة العضوية وعمليات الغسيل من نقل وفقد مواد وخلافه. ولذلك فإن قطاع هذه الترب بصفة عامة لا يحتوي إلا على أفقين هما A وC، وفي بعض الحالات وتحت ظروف محلية مشجعة نوعا ما، تتكون الآفاق مثل (B_{2sa}) أو (B_{2sc}) أو (B_{2ca})، (انظر جدول 11.3 لمعرفة معاني هذه الرموز)، ويختلف الحال قليلاً في المناطق الساحلية، وخاصة منطقة الجبل الأخضر وجبال طرابلس حيث معدلات تساقط المطر أكثر قليلاً، والمناخ معتدل (مناخ البحر المتوسط)، وهو ما يشجع وجود الغطاء النباتي ويدفع ببعض عمليات التكوين الأخرى (تكوين الطين السليكاتي – عمليات الغسيل من نقل وفقد لبعض المواد) للعمل، ولذلك فإن الترب المتكونة في هذه المناطق، تكون أكثر تطوراً مقارنة بالمناطق الأخرى، وقد يحتوي قطاع بعض هذه الترب على الأفق (B_{2t}، الطيني)، مع العلم بأن غالبية مواد أصل تُرب هذه المناطق تحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم وتقع في تضاريس منحدرة، وهو ما يبطئ من عمل المناخ والغطاء النباتي، ومن ثم من تطوير التربة في تلك

المناطق.

جدول (11.3): معاني رموز الأفاق في قطاعات التربة في الترب الليبية المختلفة*

ر. م	رمز الأفق	التعريف
1	A	أفق الطبقة السطحية
2	A_1	أفق الطبقة السطحية الغنية نسبياً بالمادة العضوية
3	A_P	أفق طبقة المحراث
4	A_2	أفق الغسيل
5	A_3	أفق انتقالي بين أفقي A وB
6	B	أفق الترسيب
7	B_1	أفق انتقالي بين أفقي B وA
8	B_{2t}	أفق ترسيب حبيبات الطين
9	B_{2na}	أفق ترسيب الصوديوم
10	B_{2sa}	أفق ترسيب الأملاح
11	B_{2ca}	أفق ترسيب الجير (كربونات الكالسيوم)
12	B_{2sc}	أفق ترسيب الجبس
13	B_{2m}	افق ترسيب متبقع
14	B_{2d}	أفق طبقة (الدوريبان)
15	B_3	أفق انتقالي بين أفقي B وC
16	C	أفق مادة الأصل
17	C_1	الطبقة الأولى من أفق مادة الأصل
18	C_2	الطبقة الثانية من أفق مادة الأصل
19	C_{ca}	أفق مادة الأصل الغنية بالجير
20	C_{sc}	أفق مادة الأصل الغنية بالجير
21	C_m	أفق مادة الأصل المتبقع
22	R	الصخر

* المصدر: **[179]**

ومما تجدر الإشارة إليه كذلك أن بعض الترب الليبية وخاصة الموجودة في الصحراء لا ترتبط في صفاتها بمناخنا الحاضر، بل يرجع تشكيلها إلى الفترة الممطرة التي يمكن إرجاعها إلى الزمن الرابع وأوائل العصر الحديث، حيث إن بعض قطاعات هذه الترب تحتوي على أفق (B_{2t})، وهو الأفق الطيني (Argillic) الذي يحتاج لتكوينه إلى كمية أكبر من الأمطار بالتأكيد، مما تستقبله تلك المناطق في الوقت الحاضر.

2.3 نشأة الترب الليبية

من المعروف أن الترب بصفة عامة تنشأ من الصخور الصلبة بالقشرة الأرضية – المقصود هنا الترب المعدنية وهي الأكثر انتشاراً في العالم، وتتبعها جميع الترب الليبية. وهذه تتميز عن الترب العضوية المحدودة الانتشار في مواقع معينة من العالم، وهي التي تتكون من مواد أصل عضوية – وذلك بفعل مجموعة من العمليات تنقسم إلى مجموعتين أساسيتين، وليس من السهل الفصل بينهما، وهما: عمليات التجوية، وهي التي تكون مسؤولة أساساً عن تكوين مواد الأصل من الصخور الناتجة منها، وعمليات تكوين التربة، التي تبدأ نظرياً بمجرد تراكم مواد الأصل، وهي المسؤولة عن تمييز الآفاق داخل قطاع التربة، مكونة تراباً مميزة وذات خواص محددة، ويمكن التعبير عن نشأة التربة بالمعادلة المبسطة التالية:

الصخر ← (عمليات التجوية) **مادة الأصل** ← (عمليات التكوين) **التربة**

إن نشأة التربة ليست بالسهولة التي تعبر عنها المعادلة السابقة، بل هي عملية معقدة تشتمل على العديد من العمليات المتداخل بعضها في بعض، ولا يمكن تحديد مراحل واضحة لكل منها. فعمليات التجوية، تشمل العديد من العمليات، ودور هذه العمليات يمكن وصفه أساساً في مراحل تكوين مواد الأصل من الصخور، إلا أن هذه العمليات تستمر في عملها حتى بعد تكون مواد الأصل وأثناء تكوين التربة، وذلك أدى إلى أن بعض علماء التربة قسموا عمليات التجوية وخاصة الكيميائية منها إلى قسمين رئيسين، وهما: عمليات التجوية الجيوكيميائية، وهي تحدث أثناء تكوين مادة الأصل من الصخر الأم، وعمليات التجوية البيدوكيميائية، وهي تحدث أثناء تكوين التربة من مادة الأصل، ولذلك كان لا بد من فصل عمليات تكوين التربة إلى مجموعات مفردة تشمل العديد من العمليات، ولكل منها وظائف محددة، وهي في مجموعها المسؤولة عن نشأة التربة الناتجة [125].

ومما سبق توضيحه، أن عوامل تكوين الترب الليبية تتميز أساساً بالمناخ الجاف الحار (قلة تساقط الأمطار، وعدم انتظامها، وارتفاع درجة الحرارة، وكبر المدى الحراري اليومي والفصلي، وشدة سرعة الرياح) الذي يؤدي دورا هاما في ضعف الغطاء النباتي وفقره. ولذلك فإن هذه السمات تفرض نوعيات معينة من عمليات التجوية والتكوين تكون سائدة في ليبيا. وتقل، إذا لم تغب، فاعلية الكثير منها. وفيما يلي نستعرض أهم عمليات التجوية والتكوين السائدة في الترب الليبية، ونستثني العمليات التي لم تسمح لها الظروف المحلية من عوامل التكوين من المشاركة في تكوينها.

1.2.3 عمليات التجوية

تعرف التجوية بأنها مجموعة من العمليات والظواهر التي تؤدي إلى حدوث تغييرات وتحويرات في الحالة الطبيعية والمكونات الكيميائية للصخور، فهي أساساً خليط من عمليات الهدم والبناء، فالصخور – وهي نقطة البدء الأصلية في عمليات التجوية – تتكسر وتتفتت أولاً إلى صخور أصغر فأصغر إلى أن تصل في النهاية إلى المعادن المفردة التي تكونت منها، وفي الوقت نفسه تتعرض المعادن لفعل قوى التجوية (إذا سمحت لها الظروف الطبيعية للمنطقة) التي تغيرها إلى معادن جديدة غير موجودة أصلاً في الصخر الأم، وقد يصحب هذه التغيرات نقص مستمر في حجم الحبيبات وانطلاق المكونات الذائبة وتحررها، التي يتعرض بعضها للفقد في مياه الصرف التي عادة ما تستقر في البحر. وتقسم عمليات التجوية إلى:

1.1.2.3 عميات التجوية الطبيعية أو الميكانيكية

والمقصود بها هي تلك العمليات التي من شأنها أن تؤثر على الصخر، بحيث تغير من درجة صلابته وتماسكه، وتؤدي إلى تفتته إلى قطع صغيرة مختلفة الأحجام، وقد تصل إلى أحجام حبيبات الرمل أو السلت أحياناً، ولكن دون المساس بتركيبها الكيميائي وشكلها البلوري. وهذه العمليات هي من أهم العمليات التي تكون غالبية مواد أصل الترب الليبية، وذلك لأن مناخ ليبيا الذي يتميز بالمزايا التي ذكرت آنفاً، يشجع ويزيد من فاعلية هذه العمليات. ومن أهم عمليات التجوية الطبيعية السائدة على الأراضي الليبية، ما يأتي:

1. التغيير اليومي والفصلي والسنوي في درجات الحرارة

حيث تتصف ليبيا بصفة عامة بكبر المدى الحراري اليومي والفصلي والسنوي، الذي يؤدي إلى تفتت الصخور بسبب اختلاف معامل تمدد المعادن التي تحتويها وانكماشها باختلاف درجات الحرارة، حيث إن توالي التغيرات الحرارية تعمل على تصدع الصخور وتشققها ومن ثم على تفتتها، وحيث إنه كلما كبر المدى الحراري في منطقة ما، زادت فاعلية هذه العملية في المنطقة، فإننا نلاحظ أن تأثير العملية أشد في المناطق الجنوبية الصحراوية عنه في الجبال عنه في المنطقة الساحلية، وقد أوضحنا سابقاً اختلافاتها في المدى الحراري. وعادة ما ينشأ عن هذه العملية مواد أصل تتكون من فتات صخري مختلف الأحجام، كما هو الحال في التلال الصخرية على امتداد السواحل، وفي مناطق المرتفعات الجبلية، ويظهر أكثر وضوحاً في الحمادات وغيرها من المناطق الصخرية المكشوفة في المناطق الجنوبية الصحراوية.

2. التعرية والانجراف

تعمل المياه الجارية، وخاصة في الأودية والمنحدرات الجبلية، وكذلك الرياح وخاصة المحملة بالرمال والمواد العالقة الأخرى، على تاكل وتكسير الصخور التي تمر عليها أو تصطدم بها، أضف إلى ذلك ما لهذين العاملين (المياه الجارية والرياح) من أهمية في نقل هذه المواد المتكسرة والمفتتة وترسيبها في أماكن أخرى، قريبة أو بعيدة عن أماكن تكوينها. وتبرز أهمية هذه العمليات في تكوين غالبية الترب الليبية المنقولة، فالرواسب الريحية (الرملية أو السلتية) التي تكونت بفعل الرياح، هي من أهم مواد الأصل المتكونة منها الترب الليبية ذات القوام الرملي وأكثرها انتشاراً، والرواسب المائية بمختلف أنواعها– كما ذكرت سابقاً – شارك فيها الفعل الميكانيكي للمياه الجارية مشاركة كبيرة.

3. الفعل الميكانيكي لأمواج البحر

مياه البحر هي المسؤولة عن تفتيت الصخور في قاع البحر، وأثناء العواصف الشديدة ترمي أمواج البحر بالفتات الناتج إلى الشاطئ، مكونة مواد أصل، وهي المعروفة برواسب طرح البحر الرملية أو بالرمال الشاطئية، وقد تدفع هذه الرمال إلى الداخل بواسطة الرياح مكونة شريطاً ضيقاً من الرمال، أو الكثبان الرملية على طول الشريط الساحلي.

4. النباتات والحيوانات

يؤدي نمو جذور النباتات الطبيعية وامتدادها في الصخور وخاصة الهشة منها إلى إحداث ضغط كبير عليها، ومن ثم يساعد على توسيع الشقوق بتلك الصخور وتكسيرها، وكذلك تعمل الحيوانات الأرضية على حفر أنفاق صغيرة في الصخور تساعد على تكسيرها، غير أن هذه العمليات من التجوية الطبيعية محدودة جداً، ومحصورة تقريباً في أماكن صغيرة جداً في الجبل الأخضر فقط، وذلك لضعف الغطاء النباتي ومحدودية وجود أشجار الغابات من جانب، وقسوة المظاهر الصحراوية في غالبية البلاد وأثرها على الحيوانات الأرضية بصفة عامة.

2.1.2.3 عمليات التجوية الكيميائية

يطلق هذا المصطلح على عمليات تحلل المعادن المكونة للصخور، التي تتم فيها تغيرات كيميائية محددة، تؤدي إلى تكوين معادن جديدة غير موجودة في الصخر الأصلي، وتفقد أثناءها الصخور الكثير من المواد الذائبة. وهذه العمليات أقوى فاعلية من عمليات التجوية الطبيعية، فهي تنتج موادً تختلف في تركيبها الكيميائي وشكلها البلوري عن الصخر

الأصلي الذي نشأت منه. وأهم هذه العمليات، هي: عمليات الإذابة والتأدرت والأكسدة والاختزال والتحلل أو التحليل المائي والكربنة. ويعتقد أن العامل الأساسي الذي يُعد مسؤولاً عن جميع هذه العمليات هو الماء، وفي حالة غيابه في أية منطقة، فإن العوامل الأخرى اللازمة للتفاعلات الكيميائية، مثل: الحرارة والغازات والأحياء الدقيقة، تبدو وحدها عاجزة عن القيام بأي دور، ولذلك فإن فعل التجوية الكيميائية يكون محصوراً في المناطق التي تتساقط عليها مياه الأمطار. فكلما كانت معدلات تساقط المطر في أية منطقة أكبر، زادت فاعلية عمليات التجوية الكيميائية. وفي حالة وجود مياه الأمطار، كلما زادت درجة الحرارة كلما زادت فاعلية عمليات التجوية الكيميائية. ومن ذلك يتضح لنا أن تأثير عمليات التجوية الكيميائية في تكوين مواد الأصل، أو أثناء تكوين التربة في ليبيا محصور فقط في المناطق التي تستقبل كميات كافية من الأمطار، وتكون أشد نسبياً كلما زادت معدلات تساقط المطر، وهذا هو السبب في سيادة عمليات التجوية الطبيعية في المناطق الصحراوية أو المناطق التي تستقبل كميات محدودة من الأمطار. ولذلك فإن الدور الذي تؤديه التجوية الكيميائية في تكوين مواد أصل الترب الليبية، محصور تقريباً في المناطق التي تتساقط عليها كميات كبيرة نسبياً من الأمطار، ونخص بالذكر مناطق الجبل الأخضر وجبال طرابلس وبعض المناطق الساحلية. ولكن بصفة عامة، فإن التجوية الطبيعية هي التي تسود فيها حتى في هذه المناطق، بسبب انخفاض معدلات تساقط المطر بصفة عامة في ليبيا، مقارنة بالمناطق الرطبة في العالم، التي عادة ما تسود فيها التجوية الكيميائية. أضف إلى ذلك أنه يوجد عامل آخر يقلل من تأثير عمليات التجوية الكيميائية في ليبيا، ألا وهو انخفاض درجات الحرارة في فترة

تساقط الأمطار.

وعلى العموم، فإن للتجوية الكيميائية تأثيرا على تكوين رواسب نواتج تجوية الصخور (Eluvial) في منطقتيْ الجبل الأخضر وجبال طرابلس، وهي مواد أصل لكثير من تُرب المنطقتيْن (كما أوضحنا سابقاً)، كما أنها تشارك إلى حد ما مع الفعل الميكانيكي للمياه الجارية في تكوين غالبية الرواسب المائية السابقة الإشارة إليها.

كما أن لعمليات التجوية الكيميائية وخاصة العمليات البيدوكيميائية دوراً محسوسا أثناء تكوين الكثير من تُرب المناطق الساحلية والجبلية الشمالية في البلاد كما سيتضح لنا لاحقاً.

2.2.3 عمليات التكوين

وهي تلك العمليات التي تعمل على تمييز الآفاق داخل قطاع التربة، مكونةً بذلك تربا ذات خواص محددة، ويمكن حصر هذه العمليات في مجموعتين رئيسيتين: الأولى مجموعة العمليات النوعية (Specific Processes)، والثانية مجموعة العمليات المركبة (Composite Processes) وفيما يلي نستعرض كل مجموعة على حدة.

1.2.2.3 مجموعة عمليات تكوين التربة النوعية Specific process of soil formation

ويمكن تقسيمها إلى الأقسام الآتية:

1. **عمليات إضافة المواد المعدنية والعضوية إلى سطح التربة**

وتشتمل هذه العمليات على:

❖ **عمليات تراكم بقايا النبات الميتة (الأوراق – الجذور) على سطح التربة (Littering)**

وهذه العملية مع عملية تحلل المادة العضوية، والتي سيأتي ذكرها لاحقاً، هي المسؤولة عن تكوين الأفق السطحي المعروف باسم أفق (A_1)، وهذا الأفق يتكون في بداية تكوين أي تربة، ولكنه يتطور ويأخذ صفات وخواص مميزة من منطقة إلى أخرى، حسب نوعية الغطاء النباتي وكثافته، وما ينتج عنه من مخلفات نباتية، وكذلك حسب معدل تحلل تلك المخلفات. ونتيجة لفقر الغطاء النباتي وندرته في ليبيا، فإن كمية المخلفات النباتية التي تتراكم على سطح الترب الليبية بصفة عامة قليلة. أضف إلى ذلك، ونتيجة لارتفاع درجة الحرارة، فإن معدلات تحلل تلك المواد تكون سريعة، فيؤدي هذا إلى تراكم قليل جداً من المادة العضوية، وعادة ما يكون أفق (A_1) من النوع المسمى بالأفق التشخيصي السطحي "الأوكريك" (Ochric)، حيث يتميز بصفة عامة بأنه غير سميك وفاتح اللون ولا يحتوي على أكثر من 1% مادة عضوية، كما سبق أن أوضحنا. ويختلف هذا الأفق في خواصه (سمكه ولونه ومدى احتوائه على المادة العضوية) من تُرب منطقة إلى تُرب منطقة أخرى في ليبيا، تبعاً لنوعية وكثافة الغطاء النباتي، ولا يستثنى من الترب الليبية إلا نوعية واحدة من التربة التي توجد تحت أشجار الغابات والأحراج والأعشاب الكثيفة نسبياً في بعض مناطق الجبل الأخضر، حيث يتكون بها الأفق التشخيصي السطحي المعروف بـ "المولليك" (Mollic)، وهو عادة قاتم اللون سميك نوعاً ما، ويحتوي على أكثر من 1% مادة عضوية، ودرجة تشبعه بالقواعد تصل إلى أكثر من 50%، وهو غير متكتل وغير صلب، والتربة التي يوجد بها هذا الأفق تعرف بترب الحشائش الجيرية الضحلة (Haplrendolls)

(وسيأتي ذكرها فيما بعد).

❖ **عمليات تراكم الحبيبات المعدنية المختلفة الأحجام على سطح التربة (Cumulation)**

وأهم هذه العمليات هي ترسيب الرمال بواسطة الرياح، وكذلك ترسيب المواد الفيضية بواسطة المجاري المائية والأودية على سطح التربة. وهذه العمليات نشطة في كثير من المناطق في ليبيا، وخاصة عملية ترسيب الرمال، وتؤدي هذه العمليات إلى تأخر وتطور قطاعات التربة التي تترسب عليها، وذلك لعدم توفر الوقت الكافي لعمليات تكوين التربة الأخرى لإحداث تغيير بها نتيجة للترسيب الحديث عليها من فترة إلى أخرى.

2. عمليات فقد المواد المعدنية فقداً كاملاً من قطاع التربة

وتشمل هذه العمليات، عمليات الغسيل الكامل للمواد المعدنية، مثل الأملاح الذائبة في الماء أو العناصر الكيميائية المختلفة والمتحررة أثناء التجوية البيدوكيميائية أو كربونات الكالسيوم أو الجبس وغيرها من قطاع التربة، وتسربها وفقدها إلى أعماق بعيدة. وحيث إن هذه العملية تحتاج في الأساس إلى كمية كافية من الماء لتقوم بعملية الغسيل، فإن المناطق التي لا تسقط عليها أمطار كافية، لا تتم فيها هذه العملية، حيث إن شدة عملية الغسيل تزداد بصفة عامة كلما زادت كمية المياه، وإذا احتسبنا كمية مياه المطر المتساقطة على ليبيا، يتضح لنا أن هذه العملية فعالة بصفة محدودة في اماكن تساقط الأمطار الغزيرة نسبياً، وكذلك نجد أن هذه الكمية لا تكفي لغسيل كل المواد من التربة، حيث إنها قد تكون كافية فقط للمواد الذائبة في الماء، مثل الأملاح الذائبة والجبس، وفي بعض الأحيان المواد الشحيحة الذوبان في الماء، مثل كربونات الكالسيوم. ولذلك إذا سمحت النفاذية والصرف الداخلي للتربة ومواد الأصل، فإن غسيل هذه المواد فقط قد يحدث في أكثر المناطق مطراً في ليبيا، أما المواد أو

العناصر الأخرى صعبة الذوبان في الماء، مثل أكاسيد السليكا وأكاسيد الحديد والألومنيوم والمادة العضوية، لا يتوقع غسلها من قطاع الترب الموجودة في ليبيا.

3. عمليات التعرية والانجراف السطحي (Surface Erosion)

وهي عمليات فقد الطبقة السطحية وزوالها من التربة عن طريق التعرية الريحية أو الانجراف المائي، ونقلها إلى مكان آخر. وهذه العمليات منتشرة بصورة نشطة في ليبيا، حيث الفقر في الغطاء النباتي والجفاف هما السمة البارزة في كثير من المناطق. وتؤدي هذه العمليات إلى تأخر تطور قطاعات التربة المتعرضة لها، وتنتج تربةً تعرف بذات القطاع المكشوط (Truncated Profiles)، كما هو الحال في بعض تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs) في الجبل الأخضر وغيرها.

4. عمليات نقل المواد المعدنية داخل قطاع التربة

تشبه هذه العمليات عمليات الغسيل السابق الإشارة إليها، ولكن المواد فيها لا تفقد بالكامل من قطاع التربة، بل يتم نقلها من مكان وترسيبها في مكان آخر داخل القطاع نفسه (أي إعادة توزيع)، وقد تنقل المواد من أعلى إلى أسفل أو العكس من أسفل إلى أعلى. وتحتاج هذه العمليات إلى الماء عاملاً أساسياً لعمليات النقل هذه، ولكن ليس بالكمية التي تحتاج إليها عمليات الغسيل التام من قطاع التربة، وتشارك هذه العمليات في تكوين العديد من الآفاق التشخيصية تحت السطحية الموجودة في كثير من الترب الليبية. ومن هذه العمليات:

❖ **عمليات نقل الأملاح الذائبة** من الطبقات العليا من التربة بواسطة مياه الأمطار المتخللة

في قطاع التربة. وتترسب هذه الأملاح في الطبقات تحت السطحية، مكونة أفقاً يتميز باحتوائه على نسبة عالية من الأملاح (أكثر من 2%) وهو ما يحدث في الترب الجافة الملحية بسيطة التطور (Haplosalids) الموجودة في مناطق حول مدينة بنغازي. وقد يكون نقل مثل هذه الأملاح من مستوى الماء الأرضي القريب إلى السطح والغني بالأملاح إلى أعلى. وتترسب هذه الأملاح على السطح أو قريبة منه، مكونةً بذلك الأفق الملحي (Salic)، وفي أغلب الأحيان تكون القشرة الملحية السطحية الصلبة، وهو ما يحدث في الترب الجافة الملحية المائية أو الغدقة (Aquisalids)، أو ما تعرف بترب السبخات أو القيعان الملحية.

- **عملية نقل كربونات الكالسيوم** من الطبقات العليا في التربة بواسطة مياه الأمطار المتخللة. وقد تترسب على أعماق مختلفة وبكميات متفاوتة، وذلك على حسب كمية مياه الأمطار المتوفرة في المنطقة. وقد تتجمع كربونات الكالسيوم في الطبقات بكميات (أكثر من 15%) لتكوين الأفق الجيري (Calcic)، كما الحال في الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور (Haplocalcids)، والمنتشرة في مناطق كثيرة من ليبيا، وخاصة في المنطقة الشمالية الغربية، وبعض المناطق الصحراوية، وبعض أراضي الأودية المختلفة. وقد يتصلب هذا الأفق ويعرف حينئذ بالأفق الجيري المتحجر (Petrocalcic) أو طبقة "الكاليتشي" (Caliche Layer)، وذلك كما هو الحال في الترب الجافة الجيرية المتحجرة (Petrocalcids)، والموجودة في المناطق المشار إليها نفسها.
- **عملية نقل الجبس (كبريتات الكالسيوم المتأدرة)** من الطبقات العليا من التربة بواسطة مياه الأمطار المتخللة. وقد تترسب كذلك على أعماق مختلفة وبكميات متفاوتة، وذلك على حسب كمية مياه الأمطار المتوفرة في المنطقة، ونادراً ما تتجمع بكمية كافية بهذه

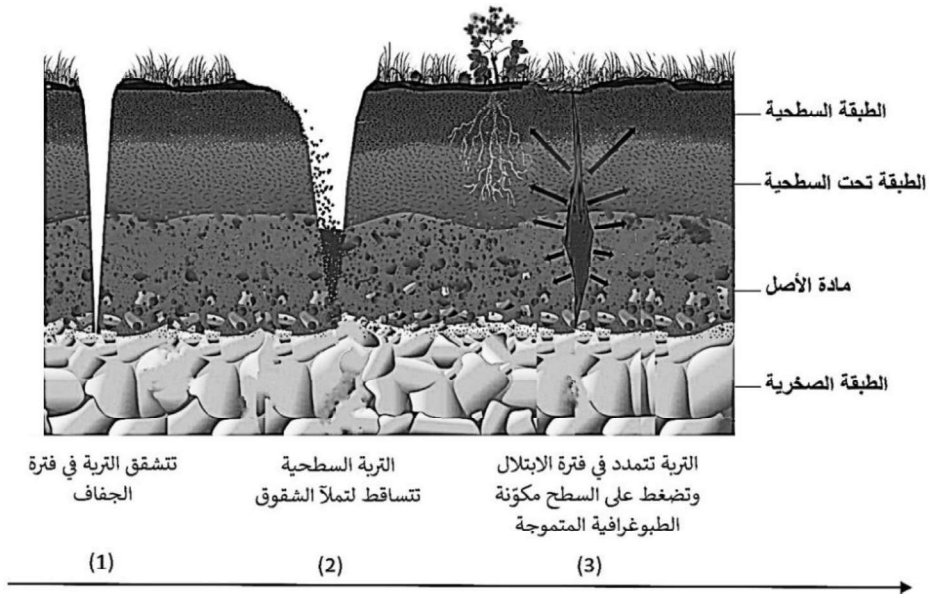
الطريقة لتكوين الأفق الجبسي (Gypsic)، ولكن يتكون عادة الأفق الجبسي في بعض الترب الليبية عن طريق انتقال الجبس من مستوى الماء الأرضي القريب من السطح في بعض السبخات أو القيعان الملحية مثلما تنتقل الأملاح الذائبة. وعادة ما يكون تجمع الجبس في هذه الحالة مباشرة تحت الطبقة أو الأفق الملحي، وذلك ما يحدث في الترب الجافة الجبسية بسيطة التطور (Haplogypsids).

❖ **عملية نقل الطين السليكاتي (Illuviation)**، وبالرغم من أن عملية نقل الطين السليكاتي إلى الطبقات تحت السطحية، تحتاج أولاً إلى تكوينه في الطبقات السطحية عن طريق التحليل المائي للمعادن الأولية، وهذا مستبعد تحت ظروف المناخ المحلي، حيث إنه يحتاج إلى ظروف مناخية أكثر رطوبة، تعمل على زيادة فاعلية ونشاط التجوية الكيميائية القادرة على القيام بهذه المهمة، ونجد بالمقابل بعض الترب الليبية شأنها شأن بعض تُرب المناطق الجافة من العالم، توجد فيها الآفاق التشخيصية تحت السطحية التي تنشأ من نقل الطين السليكاتي وترسيبها. ومن أمثلة هذه الافاق الأفق الطيني (Argillic) والأفق الصودي (Natric) وأفق التغيير (Cambic). ولم يتفق علماء التربة على تفسير هذه الظاهرة حيث يوجد العديد من الآراء حولها. فبعضهم يفسر هذه الظاهرة بأن الأفق الطيني تكون في تُرب المناطق الجافة في ظروف مناخية مغايرة، وأكثر رطوبة مما هو عليه الآن. وبعضهم يفسرها بأن الطين المتجمع في الطبقات تحت السطحية لم ينتقل من الطبقات السطحية، ولكنه تكون في المكان نفسه. والبعض الآخر يرى أن تُرب المناطق الجافة التي يوجد بها هذا الأفق، تتكون من مواد أصل طينية غنية أساساً من الطين السليكاتي. وأن هذا الطين ينتقل إلى الطبقات تحت السطحية عن طريق الهجرة الميكانيكية المعروفة باسم (Lessavege) من خلال الشقوق والفراغات بين الحبيبات،

وليس بتحليل معادن الطين السليكاتي كيميائياً وانتقال النواتج مع محلول التربة إلى أسفل. وخلاصة القول إن جميع هذه الآراء قد تكون صحيحة، ولكن لكل تربة ظروفها التكوينية الخاصة بها (انظر ما جاء بشان هذا الموضوع في الفصل الثاني).

5. عملية قلب أو خلط حبيبات التربة داخل قطاعها (Pedoturbation)

وهذه العملية يتم فيها خلط أو قلب الآفاق السطحية وتحت السطحية بعضها مع بعض عن طريق انتقال حبيبات التربة من خلال الشقوق الكثيرة والسميكة والعميقة التي تتكون في بعض الترب، مثل الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ النحر المتوسط البسيطة التطور (Haploxererts)، الموجودة في بعض مناطق الجبل الأخضر. وهذه الشقوق قد تنشأ طبيعياً عن طريق تعرض التربة لدورات من الرطوبة والجفاف (كما هو الحال في الترب الموجودة في الجبل الأخضر) والشكل (21.3) يوضح ذلك، أو قد تحدث حيوياً عن طريق الحيوانات الأرضية والحشرات.



شكل (21.3): مراحل عملية قلب وخلط حبيبات التربة أثناء تكوين الترب القلابة

أُنتج هذا الشكل من قبل المؤلفيْن بالاستعانة بالمصدر الأصلي **[124]**

6.عمليات التحويل والتحوير وإنتاج المواد الجديدة غير الموجودة أصلاً في مادة الأصل

جميع هذه العمليات تحدث عن طريق التفاعلات الكيميائية والكيميائية الحيوية والكيميائية الطبيعية. وحيث إن جميع هذه التفاعلات تقوم أساساً على الماء مع بقية العوامل الأخرى، وقد سبق توضيحها عند الحديث عن التجوية الكيميائية، فإن فاعلية أغلب هذه العمليات قد تكون قليلة، إذا لم تكن معدومة في الترب الليبية، وخاصة التي توجد في المناطق الجنوبية الصحراوية. وفيما يلي بعض من هذه العمليات التي تحدث تغييراً ولو طفيفاً في بعض الترب الليبية، وخاصة في المناطق الشمالية الشرقية والشمالية الغربية:

- **عملية تحلل بقايا النباتات الميتة (Decomposition)**

هذه العملية يقوم بها العديد من ميكروبات التربة وهي تقوم بتفسيخ وتحليل للبقايا النباتية، وينتج عنها مركبات وسطية غير متحللة كلياً تسمى الدبال، وهو الغروي العضوي الذي يكون مع معادن الطين السليكاتي والغرويات المعدنية الأخرى المعقد الغروي، الذي يؤثر في كثير من خواص التربة الطبيعية والكيميائية، وذلك وفقاً للمعادلة الآتية:

$$Organic\ matter \xrightarrow{Oxidation} Intermediate\ products \rightarrow CO_2 + H_2O + Energy$$

$$\text{مادة عضوية} \xrightarrow{\text{أكسدة}} \text{نواتج وسطية} \rightarrow H_2O + CO_2 \ + \ \text{طاقة}$$

وإنتاج المركبات الوسطية المعروفة بالدبال في هذا التفاعل يحتاج إلى ظروف من الرطوبة العالية والحرارة المنخفضة. ولذلك، فإن الترب الليبية نتيجة لجفاف المناخ وقلة الغطاء النباتي وارتفاع درجة الحرارة وظروف التهوية الجيدة في غالبية الترب، كل هذه الظروف تعمل على دفع التفاعل السابق إلى نهايته، ومن ثم إلى إنتاج كمية منخفضة جداً من الدبال.

❖ التحليل المائي وإنتاج معادن الطين السليكاتي

وهي من أشد عمليات التجوية البيدوكيميائية التي تحدث أثناء تكوين التربة، حيث يتم فيها هدم كيميائي للمعادن الموجودة في الصخور، وتكوين معادن جديدة من أبرزها معادن الطين السليكاتي. والمعروف عن التحليل المائي هو انقسام جزئي لجزئيات الماء إلى (H^+) و(OH^-). ومن أهم المعادن الأولية القابلة للتحليل المائي هي مجموعة معادن السليكات. فعند ملامسة الماء المتأين لمعدن السليكات تتحد أيونات (H^+) مع الحامض وتتحد أيونات (OH^-) مع القاعدة الموجودة في السليكات، والمثال الآتي يوضح ذلك:

$$KAlSi_3O_8 + (H^+)(OH^-) - - - \rightarrow HAlSi_3O_8 + KOH$$

Feldspar mineral

$$Orthoclase\ (monoclinic) - - - \rightarrow Silicic\ acid$$

والحامض الناتج من هذا التفاعل لا يبقى طويلاً في التربة، ولهذا فإن العنصرين (السليكا والألومنيوم) يعيدان تنظيمهما مع الأكسجين والهيدروجين ويكونان إما معادن غير متبلورة مثل الألوفين، أو معادن متبلورة مثل الهالوسايت ($Al_2\ Si_2\ O_5\ (OH)_4$)، وهو أحد معادن الطين السليكاتي. ويوجد العديد من الأمثلة الأخرى التي تشترك فيها هذه العملية لإنتاج أنواع أخرى من معادن الطين السليكاتي، مثل التحليل المائي لمعدن الميكا وتحويله إلى معدن الأيلات أو الفرميكولايت وغيرها من العمليات. وعلى العموم، هذا التفاعل –كما سبق أن أوضحنا – يعتمد أساساً على الماء، وذلك فإن معادن الطين السليكاتي لا تنتج بوفرة في الترب الليبية بصفة عامة. وقد يفسر كثرة هذه المعادن في بعض الترب الليبية بأن هذه المعادن موروثة أصلاً من مادة الأصل المتكونة منها هذه الترب، وقد نشأت في ظروف مناخية أكثر رطوبة مما هي عليه الآن، أو تكون قد نشأت في مكان تجمعها تحت ظروف رطوبة محلية عالية.

7. عمليات تحويل وتحوير بعض المعادن في التربة

تتم هذه العمليات في كثير من معادن التربة، وتقوم بها تفاعلات كيميائية مختلفة تحت ظروف مواتية لكل منها. ومن هذه العمليات ما يلي:

- **التأدرت:** وهي عملية ارتباط جزيئات الماء القطبية بمكونات المعدن، ومثال ذلك تحول معدن الهيماتيت إلى معدن الليمونايت، أو تحول كبريتات الكالسيوم غير المتأدرة إلى معدن الجبس.

$$2Fe_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2Fe_2O_3.3H_2O$$

$$Hematite\ (red) \longrightarrow Limonite\ (yellow)$$

$$CaSO_4 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_2O$$

$$Calcium\ sulfate \longrightarrow Gypsum$$

❖ **الكربنة**: عندما يذوب (CO_2) في الماء ينتج حامض الكربونيك (**H_2CO_3**)، وهو يقوم بدور فعال في إذابة بعض المعادن الموجودة في التربة، مثل كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم الشحيحة الذوبان في الماء، ويحولها إلى مركبات البيكربونات الذائبة في الماء.

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$Calcium\ carbonate + CarbonicAcid \longrightarrow Calcium\ bicarbonate$$

❖ **الأكسدة والاختزال**: تتم هذه العمليات إذا توفرت لها الظروف المناسبة، وذلك في المعادن التي تحتوي على عناصر قابلة للأكسدة والاختزال. ومن أمثلة هذه التفاعلات تأكسد المركبات المحتوية على حديد في صورة حديدوز إلى أكاسيد الحديديك المتأدرة.

$$Fe_2O_3 \xrightarrow[-O_2\ (reduction)]{} 2FeO \xrightarrow[+O_2\ (reduction)]{} Fe_2O_3$$

$$Ferric\ oxide\ (red) \rightarrow Ferrous\ oxide\ (black) \rightarrow Ferric\ oxide\ (red)$$

وعلى العموم، فإن مثل هذه العمليات قد تحدث في بعض الترب الليبية، إذا

توفرت لها الظروف الملائمة من رطوبة أو تهوية. وهذه العمليات هي المسؤولة عن التبقع في التربة.(Mottling)

❖ **العمليات الحيوية التي تقوم بها ميكروبات التربة**: عند توفر الظروف الملائمة لنوعيات معينة من ميكروبات التربة، تقوم هذه الميكروبات في التربة بالعديد من التفاعلات الحيوية الكيميائية التي ينتج عنها تحويل وتحوير وإنتاج في مركبات كيميائية جديدة غير موجودة اصلاً في مادة أصل التربة. ومن هذه العمليات على سبيل المثال لا الحصر:

- تجوية معادن التربة وما ينتج عنها من تحرير للعناصر الكيميائية الهامة، مثل البوتاسيوم والفوسفور والحديد والكبريت وغيرها.
- تثبيت النتروجين الجوي وتحويله إلى نتروجين معدني في التربة.
- عملية التأزت أو النترتة، وهي تحويل النتروجين العضوي إلى معدني.
- عملية عكس التأزت وهي تحويل النتروجين المعدني إلى نتروجين غازي وفقده من التربة.
- عمليات أكسدة مركبات الحديد والكبريت وغيرها.

وجميع هذه العمليات وغيرها قد تحدث في غالبية الترب الليبية إذا توفرت لها الظروف الملائمة لنمو ونشاط ميكروبات التربة المسؤولة عنها، ولكن نتيجة للظروف البيئية غير الملائمة بصفة عامة في غالبية الترب الليبية، وخاصة في المناطق الجنوبية الصحراوية، فإن نشاط ميكروبات التربة بها غالباً ما يكون محدوداً في القيام بمثل تلك العمليات.

2.2.2.3 مجموعة عمليات تكوين التربة المركبة

(Composite processes of soil formation)

وهي مجموعات من عمليات تكوين التربة النوعية التي تعمل كل مجموعة منها، بعضها مع

البعض لتكوين نوعية محددة من التربة، وذلك تحت ظروف معينة من عوامل تكوين التربة. وليس معنى هذا أن عمليات تكوين التربة النوعية داخل المجموعة الواحدة تعمل جميعها في وقت واحد، ولكن قد يعتمد بعضها على بعض. وعادة ما تسمى كل مجموعة من هذه العمليات باسم عملية تكوين التربة التي تنتجها. فعلى سبيل المثال عملية التمليح، وهي العملية التي تؤدي إلى تكوين التربة الجافة الملحية بسيطة التطور (Haplosalids)، وعملية التجيّر هي العملية التي تؤدي إلى تكوين التربة الجافة الجيرية بسيطة التطور (Haplocalcids)، وهكذا. هذا ويوجد العديد من هذه العمليات التي تعمل على تكوين بعض الترب الليبية المحددة، ومن أهمها:

1. عملية التمليح (Salinization)

تحدث هذه العملية في المناطق المنخفضة ذات الصرف الرديء، مثل المناطق المنخفضة على طول الشريط الساحلي، أو على قيعان البحيرات الجافة في المناطق المتاخمة لمدينة بنغازي، أو في المنخفضات الصحراوية بوجه عام، وتكون نوعية معينة من التربة تعرف بعدة تسميات، مثل التربة الجافة الملحية (Haplosalids)، أو تُرب السبخات أو تُرب القيعان الملحية أو تُرب "السولانشاك" (Solonchack). وتمتاز هذه التربة باحتوائها على نسب غير عادية من الأملاح الذائبة، وقد تتجمع هذه الأملاح بدرجة كبيرة (أكثر من 2%) في أحد آفاق التربة، وتكون ما يعرف باسم الأفق التشخيصي تحت السطحي الملحي (Salic)، وقد تتجمع هذه الأملاح على سطح التربة وتكون ما يعرف بالقشرة الملحية البيضاء (Crust Salt) (شكل 22.3).

هذه الأملاح تشتمل على كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم والكالسيوم

وكربونات البوتاسيوم والصوديوم وبيكربونات الصوديوم وكبريتات الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم، أما أملاح النترات والبورات فتوجد بصورة نادرة. وأصل هذه الأملاح قد يكون ناتجاً مباشرة من المعادن الأولية المكونة لمادة الأصل، أو يكون ناتجاً بطريقة غير مباشرة من مياه البحر. وعملية إعادة توزيع الأملاح داخل قطاع التربة تحدث بطريقتين:

الأولى: بواسطة نقل الأملاح من الطبقات السطحية عن طريق عمليات الغسيل المحدودة وترسيبها في الطبقات تحت السطحية؛

شكل (22.3): القشرة الملحية (سبخة الفخفاخة، البوانيس – بمنطقة فزان)

والثانية: تتوقف على وجود مستوى الماء الأرضي القريب إلى السطح الذي يحتوي

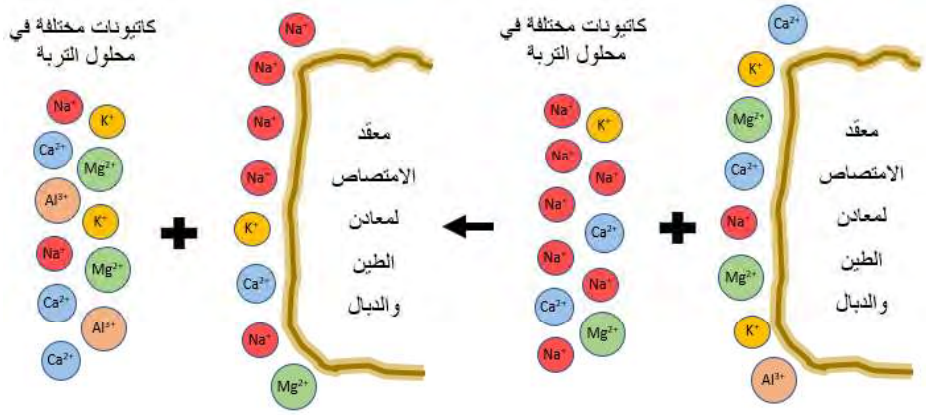
على أملاح ذائبة. فعن طريق الخاصية الشعرية، يرتفع هذا الماء خلال قطاع التربة ويصل إلى الطبقات القريبة من السطح ويتركز عندها، وقد يصل في كثير من الأحيان إلى سطح التربة. ونتيجة لارتفاع درجة الحرارة في تلك المناطق، فإن الماء يتبخر تاركاً الأملاح تتجمع على السطح مكونة القشرة الملحية كما ذكرنا سابقاً.

وعلى العموم، فإن الظروف المناسبة من عوامل التكوين التي تسمح لهذه العملية بالعمل على تكوين تُرب ملحية الخواص، هي: المناخ الجاف الحار، والتضاريس المنخفضة، ومستوى الماء الأرضي المرتفع، واحتواء مادة الأصل على الأملاح الذائبة، وانخفاض النفاذية أو التخلل أو الصرف الداخلي لمادة الأصل.

ومما تجدر الإشارة إليه، أن عملية إزالة الأملاح (Desalinization) من هذه النوعيات من الترب، التي تستعمل عند استصلاحها، هي عكس عملية التمليح، وتتم بوضع مصارف خاصة لتخفيض مستوى الماء الأرضي وبإضافة مياه ري كافية لغسيل الأملاح.

2. العملية الصودية (Solonization)

وهذه العملية تشمل إحلال عنصر الصوديوم محل العناصر الكيميائية الأخرى على معقد الادمصاص لمعادن الطين السليكاتي والدبال، واتحاد الصوديوم مع الكربونات في محلول التربة وترسيب (Na_2CO_3)، حتى تصل نسبة تشبع التربة بالصوديوم أكثر من 15% (أنظر شكل 23.3).



شكل (23.3) يوضح تبادل الصوديوم مع الكاتيونات الأخرى على معقد الأدمصاص

وعندها يعمل الصوديوم المتبادل على تفريق حبيبات الطين السليكاتي الذي يتم نقله بواسطة عمليات الغسيل إلى الطبقات تحت السطحية من التربة التي تكون قد ازداد فيها تركيز الكاتيونات القاعدية الأخرى (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+})، التي تحررت في الطبقات السطحية من تفاعل الإحلال وانتقلت إلى تلك الطبقات، وعندها يتم تفاعل الإحلال العكسي على معقد الادمصاص لمعادن الطين السليكاتي، فتحل العناصر القاعدية الأخرى محل الصوديوم، ومن ثم يعاد تجميع حبيبات الطين في تلك الطبقات تحت السطحية مكونة أفقاً تشخيصياً تحت سطحي يعرف بالأفق الصودي (Natric)، الذي يتميز بالبناء العمودي أو المنشوري. وهذه العملية تكون نوعية محددة من التربة تعرف باسم الترب الجافة الصودية (Natriargids). والظروف المناسبة من عوامل التكوين التي تسمح لهذه العملية بالعمل على تكوين تلك التربة، هي: المناخ الجاف غير القادر على غسيل الأملاح كلياً من قطاع التربة،

لكنه قادر على عمليات النقل من الطبقات السطحية إلى تحت السطحية فقط، وأن الأملاح السائدة في مادة الأصل تكون أملاح الصوديوم، وأن يكون قوام مادة الأصل طينياً، هذا بالإضافة إلى الظروف الأخرى المشابهة لظروف تكوين الترب الجافة الملحة (Haplosalids). على العموم، فإن حدوث هذه العملية في الترب الليبية محدودة في مناطق صغيرة من الترب ذات القوام الطيني، ولكن ليست بالحدة التي تكون المميزات الرئيسية لهذه الترب، وهي الأفق الصودي ذو البناء العمودي أو المنشوري الشديد التماسك غير المنفذ للماء والمعيق لامتداد الجذور، والتي تحتوي على القشور السطحية ذات اللون الداكن، والتي تتكون من تفاعل كربونات الصوديوم مع المادة العضوية، المؤدي إلى إنتاج هيومات الصوديوم التي تصل إلى سطح التربة عن طريق ارتفاع المياه بواسطة الخاصية الشعرية، التي تترسب على السطح بعد تبخر المياه.

ومما تجدر الإشارة إليه، أن عملية إزالة الصوديوم من الترب (Desolonization)، وتستعمل عند استصلاح هذه الترب، هي عكس هذه العملية، وتتم كذلك بوضع مصارف خاصة لتخفيض مستوى الماء الأرضي وبإضافة مركبات الكالسيوم (الجبس الزراعي أو الجير) لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم في معقد الادمصاص وإضافة مياه ري كافية لغسيل الصوديوم من التربة.

3. عملية التجيّر أو التكلّس (Calcification)

أعطيت هذه التسمية لمجموعة من عمليات تكوين التربة النوعية التي تؤدي إلى تجّمع كربونات الكالسيوم وأحياناً مع كربونات الماغنيسيوم وتركيزها في أعماق مختلفة داخل قطاع

التربة لتكوّن الأفق الجيري (Calcic). وتتفاوت هذه العملية تبعا لظروف عوامل التكوين، حيث تحدث عادة تحت ظروف التجوية البيدوكيميائية المتوسطة الشدة وظروف الغسيل القادرة على التخلص من الأملاح الذائبة كلياً أو جزئياً من قطاع التربة، ولكن تكون غير قادرة على غسيل كربونات الكالسيوم أو الماغنسيوم، بل قادرة على نقلها من سطح التربة إلى أسفل. وفي هذه العملية، لا يتم نقل الطين السليكاتي بصورة واضحة، ولا يتم فيها غسيل أو نقل السليكا، بل يمكن أن يتم غسيل العناصر القاعدية وبصورة ضعيفة.

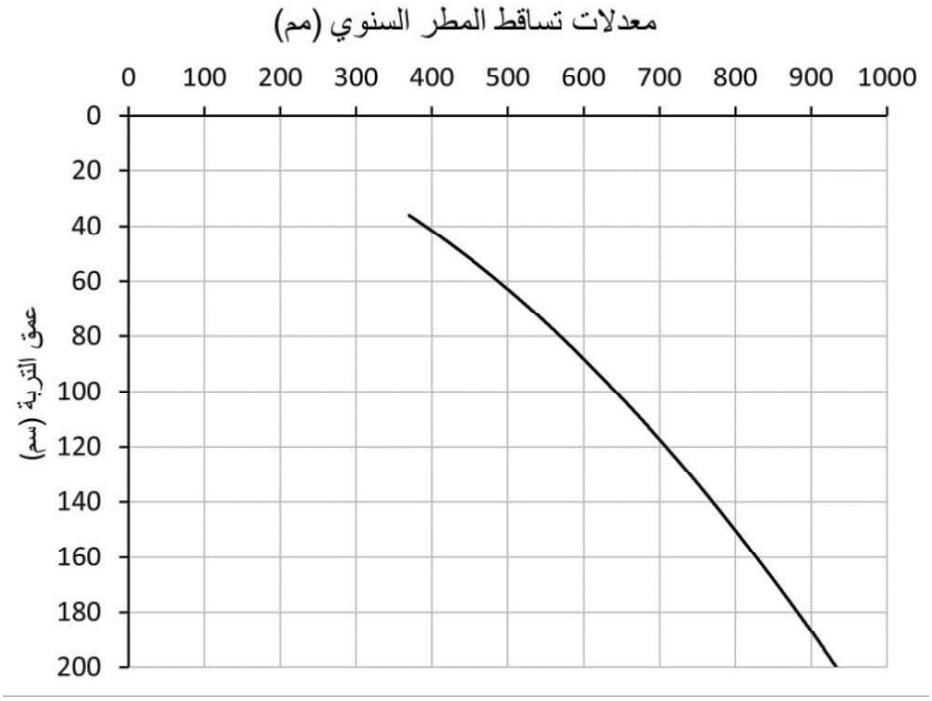
وعلى العموم فإن هذه العملية تكوّن العديد من الترب في العالم، كلها تشترك في احتوائها على نسب مرتفعة من كربونات الكالسيوم أو الماغنسيوم. ولكنها تتفاوت في مدى تطورها، تبعاً لظروف تكوينها. وهذا سبب وجود أنواع مختلفة من هذه الترب في ليبيا، حيث تنتشر انتشاراً واسعاً في المناطق الشمالية من البلاد، وتنعت هذه الترب بصفة عامة، بالترب الجيرية، أو المحتوية على كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم أو الماغنسيوم، وهي جميعاً ذات تفاعل غير حمضي، أي أن درجة التفاعل (pH) أكثر من 7، وأن الكاتيون السائد على معقد الادمصاص فيها هو الكالسيوم المتبادل.

ومما تجدر الإشارة إليه كذلك، أن هذه العملية هي المسؤولة عن تكوين تُرب معينة مثل الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور (Haplocalcids) والترب الجافة المتحجرة (Petrocalcids)، وتحتوي الأخيرة على الأفق الجيري المتحجر (Petrocalcic). إن هذه العملية قد تشارك مع عمليات تكوين نوعية أو مركبة أخرى في تكوين تُرب أخرى مميزة. هذا وأن مصادر كربونات الكالسيوم التي يعاد توزيعها داخل قطاع التربة بهذه العملية عديدة،

ومن أهمها:

- مادة أصل التربة.
- ترسيب الكربونات التي تنقلها المياه السطحية الجارية أو الرياح.
- ارتفاع مستوى الماء الأرضي إلى سطح التربة وهو غني بالكربونات الذائبة.

وعلى العموم، فإن عملية التجير ليست بالعملية البسيطة التي يمكن أن توصف بأنها عملية نقل، أو إعادة توزيع لكربونات الكالسيوم بواسطة مياه الأمطار المتخللة داخل قطاع التربة، أو بارتفاع مستوى الماء الأرضي الغني بالكربونات الذائبة إلى سطح الأرض وتجمعها في مكان ما داخل قطاع التربة، مكونة بذلك أفقاً جيرياً (Calcic) أو أفقاً جيرياً متحجراً (Petrocalic). وهذا قد يكون صحيحاً في بعض الترب وخاصة في المواقع ذات النصيب الأكبر من الرطوبة في المناطق الجافة (أكثر من 200 ملم)، فطبقا لـ " دريجن" (1976م) [132] الذي استنتج أن هناك علاقة طردية بين عمق تجمع كربونات الكالسيوم مع معدلات تساقط المطر في تُرب الرواسب السلتية في السهول العظمى بالولايات المتحدة الأمريكية، كما هي مبينة في الشكل (24.3)، إلا أن هذه العلاقة لا تكون صحيحة عند مقارنة تُرب ذات مواد أصل مختلفة، حتى تحت هذه الظروف من الرطوبة.



شكل (24.3): العلاقة بين معدلات تساقط الأمطار وعمق طبقة كربونات الكالسيوم

أنتج هذا الشكل من قبل المؤلفين بالاستعانة بالمصدر الأصلي **[132]**

هذا وقد أشار "بول" (1965م) [124]، إلى أن على الأقل نظرية انتقال كربونات الكالسيوم من الآفاق السطحية إلى الآفاق تحت السطحية قد تتحقق فقط في المواقع الأكثر رطوبة من المناطق الجافة، ولكن في المواقع الأقل حظاً من الأمطار، فإن وجود آفاق تجمع كربونات الكالسيوم في تُرب هذه المناطق لا يرجع إلى المناخ الحالي، ولكن يرجع إلى مناخ سابق أكثر مطراً مما هو عليه الآن، أو يكون تكوينها قد تم جيولوجياً عن طريق ترسيبها بواسطة المياه الجارية، وبعد ذلك تمت تغطيتها برواسب أخرى في فترات متباعدة، أي أنه ليس لهذه الطبقة علاقة وراثية مع الطبقة السطحية التي ترسبت فوقها. هذا، ولقد لخص "جيلي وآخرون" (1966م) [151] عملية تكوين آفاق تجمع كربونات الكالسيوم وتطوّرها في الآتي:

في البداية قسيم الدارسون الرواسب إلى قسمين، أحدهما غير حصوي والآخر حصوي، والنتائج التي تحصلوا عليها قادتهم إلى وجود أربع مراحل أساسية لوصف طبيعة تجمع كربونات الكالسيوم ودرجتها لتكوين آفاق كربونات الكالسيوم المختلفة. ففي الرواسب الحصوية، يبدأ تجمع كربونات الكالسيوم على هيئة غشاء يغطي سطح حبيبات الحصى، ثم تتقدم المرحلة ليصبح هذا الغشاء سميكاً بدرجة تملأ الفراغات بين حبيبات الحصى، ثم في المرحلة الثالثة يكون طبقة صلبة رفيعة من كربونات الكالسيوم، تتكون فوق الطبقة أو الأفق الذي أصبح غير منفذ.

أما في الرواسب غير الحصوية، فيبدأ تجمع كربونات الكالسيوم بغشاء رقيق حول حبيبات الرمل، ثم تبدأ حبيبات على هيئة عقد تتكوّن وتبدأ تنمو في الحجم، وفي الوقت نفسه تتجمع كربونات الكالسيوم في الفراغات بين هذه العقد إلى أن تصبح غير منفذة. وأخيراً تتكون طبقة

صلبة رفيعة فوق هذه الطبقة مثلما يحدث في الرواسب الحصوية. وفي الحالتين تنمو تلك الطبقة الصلبة الرفيعة إلى أعلى كلما زاد ترسيب الكربونات. ولذلك فإن تجّمع كربونات الكالسيوم في الطبقات السفلى في الترب، يتفاوت حسب مرحلة التطور التي عليها. وعادة ما ينعت أفق تجمع الكربونات بالوصف (B_{2ca} أو B_{Ca}) في مراحله التطورية الأولى، ويسمى بالأفق الجيري في مراحل تطوره الوسطى. وفي هذه المرحلة يكون قد بلغ سمكه أكثر من 15 سم ودرجة صلابته قليلة، ونسبة احتوائه على كربونات الكالسيوم تفوق 15 %. أما عندما تصل مرحلة تطور أفق تجمع كربونات الكالسيوم إلى المرحلة الرابعة والأخيرة، فيسمى الأفق الجيري المتحجر، وهو يتشابه مع الأفق الجيري، إلا في درجة الصلابة حيث يكون صلباً. هذا وقدرت أعمار الآفاق المختلفة السابقة الإشارة إليها في بعض الترب الممثلة لولاية نيومكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية بواسطة الكربون المشع، فوجدت كالاتي: الكربونات الموجودة في الأفق التحتي غير المنفذ يصل عمرها إلى 18,000 سنة، والطبقة الصلبة الرفيعة فوقها تصل إلى 14,000 سنة، وتقدر الطبقة الهشة التي تعلوها 4,500 سنة، والطبقة التي تعلوها مباشرة 1,300 سنة، مع العلم بأن معدل تساقط الأمطار في تلك المنطقة في الوقت الحاضر هو حوالي 200 إلى 250 ملم/ السنة، وهو ما يشبه إلى حد كبير مناطق سهل الجفارة [132].

هذا وقد فسر "ستيوارت ودكسن" (1973م) [181] سبب وجود آفاق كربونات الكالسيوم الصلبة الشائعة الانتشار وتوجد مباشرة فوق الطبقات الحصوية تحت السطحية أو مباشرة فوق الصخور الصلبة في بعض الترب، مثل ما هو موجود في ليبيا في كثير من أراضي الأودية، بأن كربونات الكالسيوم والسليكا معاً، تتجمع وتتصلب عندما يصادفها تغيير

فجائي في قوام التربة، وهذا التغيير قد يكون من القوام الخشن إلى القوام الناعم أو العكس.

وهذا التجمع يحدث بأن تنتقل هذه المركبات وهي ذائبة في الماء إلى هذه المنطقة وتُحجز فيها، وبعدها يتم تبخر الماء تاركاً هذه المواد لتترسب في تلك المنطقة، وقد تساعد النباتات على امتصاص الماء من هذه المنطقة مع البخر. وعلى العموم، يمكن لهذا التفسير أن يصدق على المراحل الأربع نفسها التي أشار إليها "جيلي وآخرون" (1966م) [151] والتي ذكرت سابقاً.

4. العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallization)

وهذه العملية هي المسؤول الرئيسي عن تكوين تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs)، أو تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور (Haploxererts)، والموجودة في الجبل الأخضر وسهل بنغازي. وتشمل هذه العملية غسيلاً جزئياً للأملاح الذائبة والعناصر القاعدية من الطبقات العليا من قطاع التربة وإنتاج معادن سليكاتية جديدة، وتجمعها في مكان تكوينها في نفس وقت تجمع أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد، حيث إن في فترات الجفاف يطغى الاحمرار على لون التربة دليلاً على إزالة الماء من الصور المختلفة لعنصر الحديد (Dehydration). وهذه تؤثر على التركيب المعدني والخواص المورفولوجية للتربة. ومما تجدر الإشارة إليه أن هذه العملية قد تكون مصاحبة لعمليات تكوين تربة نوعية أو مركبة أخرى مثل، عملية التأدرت أو التبقع أو تكوين الأجسام ذات التركيب الخاص (Concretions)، أو عملية تكوين القشور، أو عملية التمليح التي قد تحدث اختلافات في خصائص هذه

التربة من منطقة إلى أخرى [176].

الفصل الرابع

تصنيف الترب الليبية وانتشارها

4. تصنيف الترب الليبية وانتشارها

1.4 تمهيد

مما سبق توضيحه في الفصل الثالث من تباين في عوامل تكوين التربة في المناطق المختلفة من ليبيا، ومن اختلاف واحد أو أكثر من هذه العوامل في المنطقة الواحدة، وهو ما أدى إلى تكوين ظروف بيئية متباينة بين منطقة وأخرى وداخل المنطقة الواحدة، تحكمت في تحديد نوعيات معينة من عمليات التكوين مختلفة الشدة والفاعلية في كل موقع، ونتج عن ذلك العديد من الترب المختلفة التي تشكل في مجموعها الترب الليبية. وكان لزاماً علينا – ونتيجة لتعدد الترب الليبية وتنوعها– أن نضعها في نظام تصنيفي معين يسهّل فهم خواص كل منها، ويساعد على دراسة العوامل المعيقة لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها بها، وذلك بهدف استخدامها الاستخدام الأمثل، وإيجاد الحلول من طرق وسبل للرفع من القدرة الإنتاجية لكل منها. وهذا ما نتناوله في هذا الفصل والفصول التي تليه.

من المعروف أن تصنيف التربة يعني وضع الترب في مجاميع متشابهة أو متقاربة في خواصها، وتسمية كل منها بأسماء مستمدة من خواصها الرئيسية على أسس متفق عليها في صورة مستويات تصنيفية محددة، وذلك بهدف إيجاد لغة مشتركة بين المتخصصين يتم بواسطتها نقل المعلومات ومقارنة الدراسات الخاصة بكل نوع من أنواع الترب في المناطق المختلفة. هذا ويوجد العديد من نظم تصنيف الترب المتداولة عالمياً، تختلف فيما بينها في الأسس التي قامت عليها، وفي بناء هيكلها وتسمياتها. ومن أهم نظم تصنيف التربة والأكثر تداولا عالميا ومحليا هو نظام تصنيف التربة الأمريكي الحديث، ونظام تصنيف التربة الروسي

الحديث، ونظام تصنيف التربة الدولي الحديث (WRB). ولقد تم اختيار النظام الأول لتصنيف الترب الليبية في هذا الكتاب، نظرا لاعتماده في دراسات التربة منذ تسعينيات القرن الماضي في ليبيا، مع الإشارة إلى ما يعادله من تسميات في النظاميْن الآخريْن.

ويعتمد النظام الأمريكي أساساً على الصفات والخواص المورفولوجية للتربة، وذلك في صورة آفاق تشخيصية سطحية وتحت سطحية، وعلى نظم الرطوبة والحرارة في التربة وغيرها من الخواص – يمكن الرجوع إلى نظام تصنيف التربة الأمريكي الحديث من حيث الأسس والمفاهيم التي بني عليها اشتقاق الأسماء والتعاريف بكل مستوى تصنيفي في مراجعه ألأصلية، حيث إن هذا المجال خارج نطاق الكتاب [179].

هذا وإن هيكلية هذا النظام متعددة المستويات، فهي تضم ستة مستويات تصنيفية وهي: الرتب (Orders) وتحت الرتب (Sub-Orders) (ونستبدل بها مصطلح الصنف في هذا الكتاب للتسهيل) والمجموعات العظمى (Great Groups)، وتحت المجموعات (Sub-Great Groups) (تعني النوع) والعائلات (Families) والسلاسل (Series). وكل هذه المستويات يرتبط بعضها ببعض في تسلسل هرمي تكون أعلى قمته الرتبة.

وتتألف تسمية المستويات التصنيفية المختلفة من عدة مقاطع لكلمات مختلفة، مصدرها في الغالب اللغة اللاتينية أو الإغريقية، ويعبر كل مقطع منها على خاصية من خواص التربة المميزة أو على ظرف من ظروف البيئة المحيطة بالتربة. فمثلا رتبة (Aridisols) تتكون من مقطعين هما. الأول (Arid) وهو اختصار للكلمة اللاتينية (Aridus) تعني جاف، والثاني (Sol) وهو اختصار للكلمة – اللاتينية (Solum) والتي تعني تربة، أي أن

الترب التابعة لهذه الرتبة تسمى بالترب الجافة. ويوجد المقطع (id) المأخوذ من هذه الرتبة في جميع تسميات المستويات التصنيفية الأدنى من هذه الرتبة. فالصنف (تحت الرتبة) (Calcids) يتكون من مقطعين: (id) تعني الترب الجافة و(Calc)، وهي اختصار للكلمة اللاتينية (Calcis) تعني الجير (كربونات الكالسيوم) أي وجود الأفق التشخيصي تحت السطحي الجيري (Calcic Horizon)، وبذلك فالصنف (Calcids) يعرف بالترب الجافة الجيرية.

وإن أحد المجموعات العظمى التي تتبع هذا الصنف هي (Haplocalcids)، حيث إن المقطع (Haplo) هو اختصار لكلمة لاتينية تعني بسيطة التطور، لتميزها عن الترب الجيرية الأخرى التي تحتوي على أفق تشخيصي تحت سطحي متطور، وهو الأفق الجيري المتصلب (Petrocalcic Horizon).

ولذلك فإن هذه المجموعة العظمى تعرف بالترب الجافة الجيرية بسيطة التطور. أما المستوى التصنيفي تحت المجموعة (النوع). فالتسمية فيه تعتمد على ما يعرف بالمفهوم النموذجي، حيث تضاف كلمة (Typic) وتعني نموذجية على اسم المجموعة العظمى في حالة أن اسم المجموعة العظمى يعبر عن جميع خصائص التربة، ولا توجد بالإضافة إلى هذه الخصائص الرئيسية خاصية أخرى انتقالية من تُرب أخرى. ولذلك فإن الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور النموذجية في المثال السابق يعبر عنها بـ (Typic Haplocalcids)، أما إذا وجدت خاصية أخرى بالإضافة إلى الخصائص التي تعبر عنها تحت المجموعة النموذجية، فيستبدل لفظ (Typic) بلفظ آخر، يدل على تلك الخاصية الإضافية، فمثلا تحت المجموعة (Lithic Haploclcids) استبدل اللفظ (Typic) باللفظ (Lithic)، حيث إن (Lithic) هو

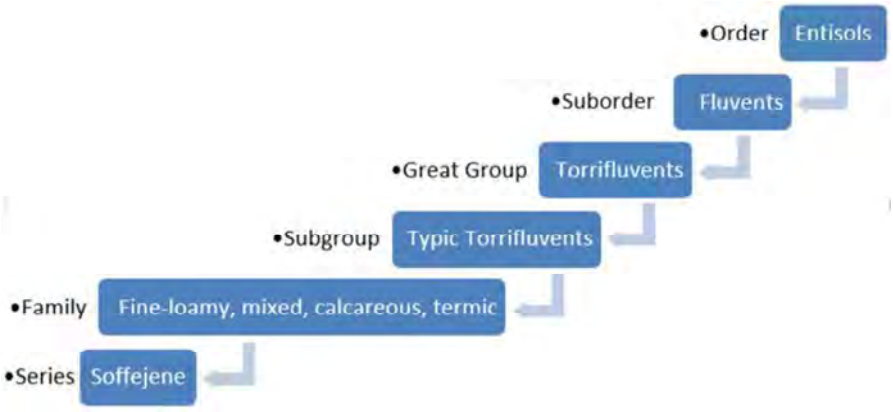
اختصار للكلمة الإغريقية (Lithos)، وهي تعني ضحلة، أي أن عمقها أقل من 50 سم، فلذلك تسمى تحت المجموعة هذه بالترب الجافة الجيرية بسيطة التطور الضحلة، وهكذا.

أما إذا وجدت اختلافات في خصائص الترب التابعة لتحت المجموعة الواحدة، فهي تظهر في المستوى الأدنى من التصنيف وهي العائلة. وهذه الخصائص عادة ما يكون لها التأثير المباشر على الاستخدام الزراعي للتربة، مثل القوام والتركيب المعدني ومدى احتوائهما على كربونات الكالسيوم ودرجة التفاعل والنظام الحراري للتربة، كأن نقول مثلاً العائلة (الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور النموذجية ذات القوام الرملي والتركيب المعدني المختلط، وذات النظام الحراري الحار جدا للتربة) Typic Haplocalcids, Sandy, Mixed, Hyperthermic وهذه تختلف عن عائلة أخرى تتبع تحت المجموعة السابقة نفسها، وهي: الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور النموذجية ذات القوام الطميي، والتركيب المعدني السائد بها هي معادن الطين السليكاتي العروف بالمونتموريللونايت وذات النظام الحراري الحار للتربة Typic Haplocalcids, Loamy, Montmorilloonitic, Termic.

أما أسماء السلاسل، وهي المستوى الأدنى في التصنيف، فتشتق من اسم البلد أو المكان الذي تم التعرف فيه على تلك التربة لأول مرة، أو المكان الذي توجد فيه بصورة شائعة. فمثلا، قد تسمى العائلة السابقة نفسها باسم سلاسل مختلفة، وذلك إذا تباينت بعض خصائص الترب التابعة لها تبايناً يؤدي إلى اختلاف إنتاجيتها، كأن نقول سلسلة وادي الحي، وسلسلة وادي الأثل، وهما تتبعان العائلة نفسها. ولزيادة في توضيح النظام الهرمي المتبع في النظام الأمريكي لتصنيف الترب، نورد المثلين الآتيين:

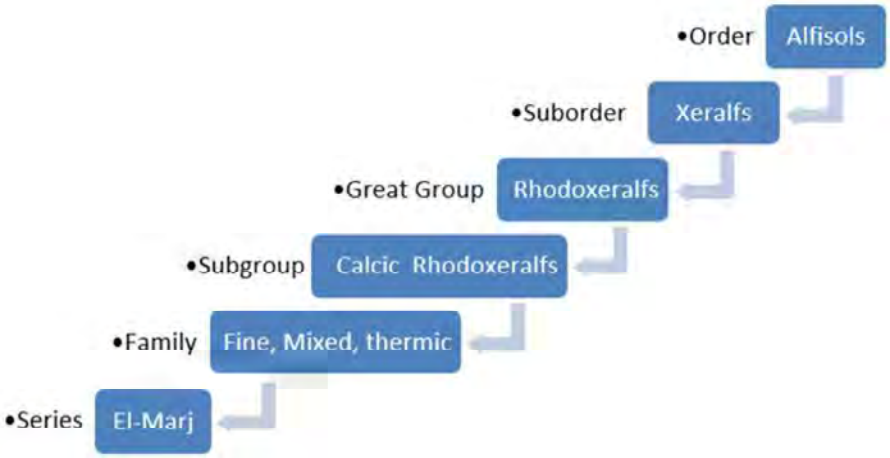
المثال الأول:

Order: Entisols
Suborder: Fluvents
Great Group: Torrifluvents
Subgroup: Typic Torrifluvents
Family: Fine-loamy, mixed, calcareous, termic
Series: Soffejene



المثال الثاني:

Order: Alfisols
Suborder: Xeralfs
Great Group: Rhodoxeralfs
Subgroup: Calcic Rhodoxeralfs
Family: Fine, Mixed, thermic
Series: El-Marj



هذا وقد أمكن تمييز اثنتي عشرة رتبة من تُرب العالم في كل المناطق البيئية المختلفة في العالم (الرطبة والجافة) في هذا التصنيف، منها ستّ رتب فقط توجد في المناطق الجافة (أنظر الفصل الثاني) [179].

2.4 تصنيف الترب الليبية

من واقع الأعمال والدراسات والبحوث التي أُجريتّ على الترب الليبية إلى وقتنا الحاضر، ومن خرائط تصنيف التربة للقارة الإفريقية التي أُعدت من قبل "دي هور" (1964م) [131]، وخرائط تصنيف التربة للقارة الإفريقية أُعدت من قبل منظمة الأغذية والزراعة واليونيسكو (1975م) [144]، وخريطة تصنيف التربة في ليبيا التي أُعدت من قبل المركز العربي (أكساد) 2005م، وبناء على ما نشر عن الترب الليبية، وخاصة في [23، 56، 57، 62 ،63، ،176، 192]، وغيرها من الأبحاث المنشورة وغير المنشورة عن الترب الليبية، فإنه يمكن حصر أهم الترب الليبية في الرتب الآتية:

- الترب حديثة التكوين (Entisols)
- الترب الجافة (Aridisols).
- ترب الغابات (Alfisols).
- ترب الحشائش (Mollisols).
- الترب القلابة (Vertisols).
- الترب القليلة التطور (Inceptisols).

وعلى العموم، باستثناء منطقة الجبل الأخضر ومناطق محدودة من مرتفعات طرابلس، فإن جميع الترب الليبية في المناطق الأخرى لا تخرج عن الرتبتيْن الأولى والثانية: الترب حديثة التكوين (Entisols)، والترب الجافة (Aridisols). وإن جميع الأصناف والأنواع التي تدخل تحت هاتين الرتبتيْن وتوجد في غالبية المناطق الجافة الأخرى من العالم، وقد ذكرت في الفصل الثاني، فهي موجودة في ليبيا. أما الأصناف الموجودة في الرتب الأربع الأخرى، فهي محدودة

بمثيلاتها الموجودة تحت مناخ البحر المتوسط فقط، فالترب الموجودة في الجبل الأخضر فقط، وتتبع رتبة تُرب الحشائش القاتمة (Mollisols)، فهي محصورة في صنف الترب الجيرية الضحلة، والمعروفة على المستوى الدولي سابقا باسم "الرندزينا"، فهي (Rendolls)، وأما الترب الموجودة كذلك في الجبل الأخضر فقط والتابعة لرتبة تُرب الغابات (Alfisols)، فهي محصورة في صنف تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeralfs). وهذا الصنف يعرف دوليا بـ تُرب "التراروسا" (الترب الحمراء). وأما الترب الموجودة كذلك في الجبل الأخضر فقط، والتابعة لرتبة الترب القلابة (Vertisols)، فهي محصورة في صنف الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xerets). أما الترب التابعة لرتبة الترب قليلة التطور، فيوجد صنف واحد منها فقط في بعض مناطق جبال طرابلس (ترهونة وغريان ويفرن)، والجبل الأخضر، وهو المعروف محليا باسم الترب الجبلية القرفية، وهو (Xerepts)، أي الترب قليلة التطور ذات الأفق "الأوكريك" (Ochric) وأفق التغيير (Cambic)، وذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط.

ومما يجدر أن نشير إليه، هو أنه يوجد العديد من الأنواع المختلفة من الترب التي تدخل تحت كل صنف من الأصناف التي ذكرت تحت كل رتبة من الرتب الستة المذكورة أعلاه. وهذه الأنواع بالرغم من أنها تتشابه إلى حد كبير في خواصها داخل الصنف الواحد، فإنها تختلف فيما بينها في خاصية أو أكثر من الخواص، وذلك حسب الظروف والعوامل وعمليات التكوين المحلية التي أدت إلى تكوينها. والجدول (1.4) يبين تصنيف التربة في ليبيا حسب نظام تصنيف التربة الأمريكي -مستوى الرتبة وتحت الرتبة (الصنف) والمجموعات

العظمى (النوع).

والجدول (2.4) ملحق 4 يبين تصنيف أهم أنواع الترب الليبية على مستوى المجموعات العظمى في النظام الأمريكي، وما يعادلها في النظام الروسي والدولي.

أضف إلى ذلك أنه ليست جميع الأراضي الليبية مغطاة بالتربة بمفهومها العلمي المشار إليه سابقاً، بل إن القسم الأكبر من سطحها يتميز بوجود تكوينات خاصة غير التربة، يمكن تصنيفها إلى ما يلي:

- مناطق الرمال والكثبان الرملية (Sands and sand dunes).
- مناطق السرير أو الأديم الصحراوي (Desert Pavement).
- مناطق الحمادات أو الصحاري الصخرية (Rocky Desert).
- المناطق الصخرية المكشوفة (Rock Outcrops).

جدول (1.4): تصنيف التربة في ليبيا حسب نظام تصنيف التربة الأمريكي مستوى الرتبة وتحت الرتبة (الصنف) والمجموعات العظمى (النوع)

Orders الرتبة	Suborders تحت الرتبة (الصنف)	Great Groups المجموعات العظمى (النوع)
Entisols	Psamments	Torripsamments
		Xeropsamments
	Fluvents	Torrifluvents
		Xerofluvents
	Orthents	Torriorthents
		Xerorthents
Aridisols	Argids	Haplargids
		Paleargids
		Natriargids
	Calcids	Haplocalcids
		Petrocalcids
	Cambids	Haplocambids
	Salids	Haplosalids
		Aquisalids
	Gypsids	Haplogypsids
		Petrogypsids
Alfisols	Xeralfs	Rhodoxeralfs
		Haploxeralfs
		Natrixeralfs
Mollisols	Rendolls	Haprendolls
Vertisols	Xerets	Haploxerets
		Calcixererts
		Durixererts
Inceptisols	Xerecrepts	Haploxerepts Calcixerepts

والأشكال من (1.4) إلى (4.4) توضح صور فوتوغرافية لهذه التكوينات على التوالي:

أ. رمال شاطئية (المنطقة الشرقية)

ب. الرمال القارية (خارج مدينة غدامس)

شكل (1.4): مناطق الرمال والكثبان الرملية

أ. بالقرب من مشروع السرير الزراعي

ب. سرير القطوسة جنوب سبها

شكل (2.4): مناطق السرير أو الأديم الصحراوي

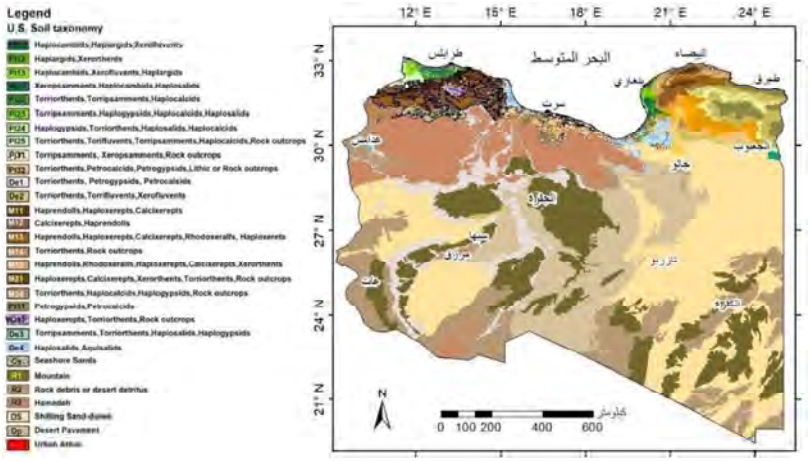
أ. الحمادة الحمراء

ب. الصحاري الصخرية

شكل (3.4): مناطق الحمادات أو الصحاري الصخرية

شكل (4.4): المناطق الصخرية المكشوفة (Rock Outcrops)

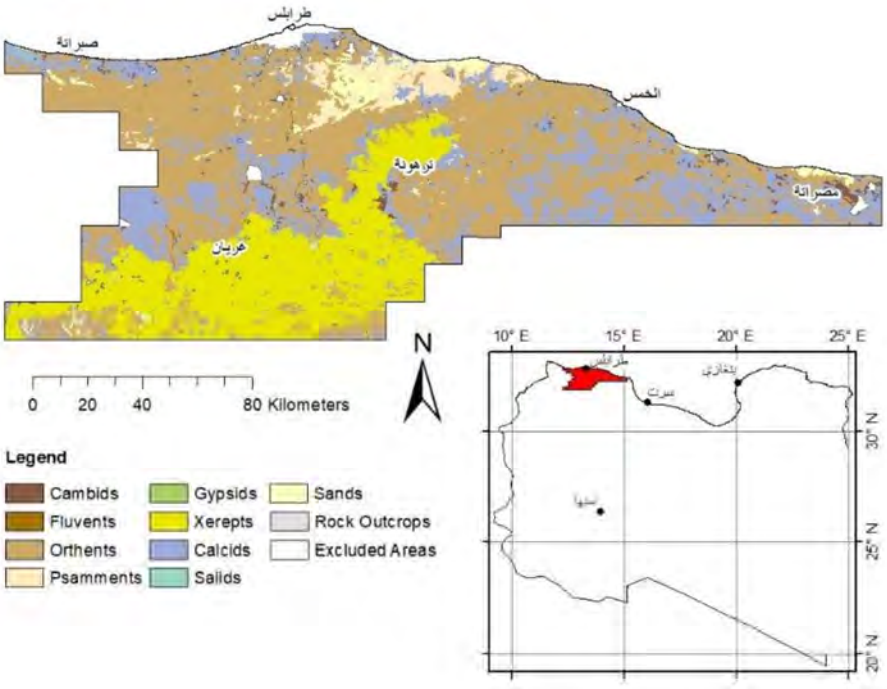
وفيما يلي سنتعرض أهم أنواع هذه الترب التي تغطي الأراضي الليبية مبينين مواقع انتشار كل منها والمساحات التي تغطيها كلما توفر ذلك، موضّحين باختصار الظروف والعوامل وعمليات تكوين كل منها. يعطي الشكل (5.4) فكرة عامة عن انتشار الأنواع المختلفة من الترب والتكوينات الترابية وغير الترابية في ليبيا.



شكل (5.4): التوزيع الجغرافي للتربة والتكوينات غير التربة في ليبيا

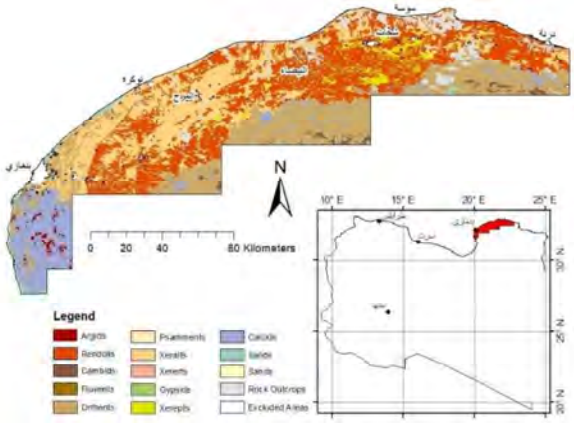
المصدر: أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[49]**

ويوضح الشكلان (6.4) و(7.4) توزيع أنواع الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الغربية والمنطقة الشمالية الشرقية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/السنة على التوالي.



الشكل (6.4): توزيع أنواع الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الغربية

المصدر: أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[176]**



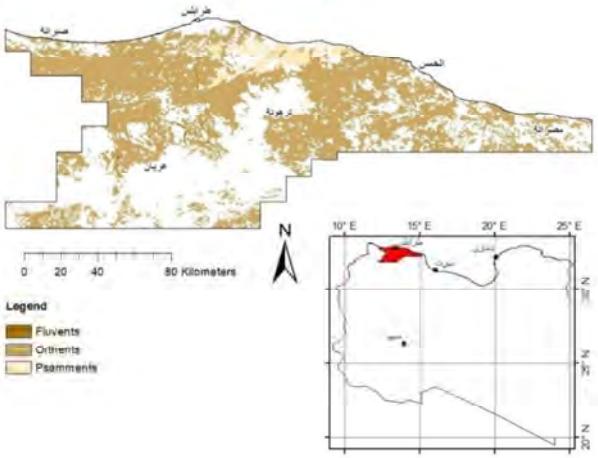
الشكل (7.4): توزيع أنواع الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الشرقية

المصدر: أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[176]**

3.4 الوحدات التصنيفية في ليبيا وانتشارها

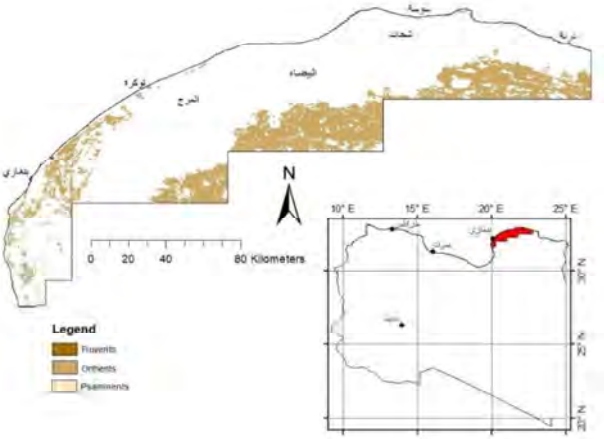
1.3.4 الترب حديثة التكوين (Entisols)

تتميز هذه الترب بصفة عامة بقطاعها غير المميز إلى آفاق بيدولوجية عدا الأفق التشخيصي السطحي "الأوكريك". وهذه الترب التابعة لهذه الرتبة هي الأكثر انتشاراً في ليبيا، فهي تغطي مساحات شاسعة في غالبية المناطق الجغرافية في البلاد، وتقسم هذه الرتبة إلى ثلاث تحت رتب (صنف)، طبقا لمادة أصل التربة، فالترب المتكونة من الرواسب الرملية تسمى تحت الرتبة (Psamments)، والترب التي تتكون من رواسب الأودية الفيضية تسمى (Fluvents)، أما بقية الترب الحديثة التكوين الأخرى فهي (Orthents)، والشكلان (8.4) و(9.4) يوضحان توزيع أنواع الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الغربية والمنطقة الشمالية الشرقية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/السنة على التوالي.



شكل (8.4): انتشار تُرب (Entisols) في المناطق الشمالية الغربية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/السنة

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[176]**



شكل (9.4): انتشار تُرب (Entisols) في المناطق الشمالية الشرقية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/السنة

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[176]**

وفيما يلي نبذة مختصرة عن هذه الأصناف:

1. الترب حديثة التكوين الرملية (Psamments)

السمة الرئيسية المميزة لهذا الصنف عن غيره من الأصناف التابعة لهذه الرتبة هي قوامه الرملي الذي تصل فيه النسبة المئوية لحبيبات الرمل إلى أكثر من 85%، ولا تزيد فيه النسبة المئوية للحصى على 35 %. وهو يغطي مساحات شاسعة من ليبيا، فهو النوع الرئيسي لغالبية تُرب سهل الجفارة، ويوجد كذلك بدرجة سائدة في المناطق الساحلية من البلاد، وفي سهول المنطقة الشمالية الوسطى، كما ينتشر في المناطق الجنوبية الصحراوية بدرجة كبيرة، فمنها على سبيل المثال لا الحصر، تُرب المشاريع الصحراوية في الكفرة والسرير وأشكدة والأريل ومكنوسة وغيرها. وتقدر مساحات هذه الترب في ليبيا بحوالي 2,130,000 هكتار [62].

ومادة أصل هذه الترب هي الرواسب الريحية (القارية منها أو الشاطئية)، ويرجع عدم تطور قطاع هذه الترب إلى المناخ الجاف والغطاء النباتي الفقير، وإلى حداثة عمر مواد الأصل الناتجة من ترسيب المواد الرملية المتكرر خلال الأزمنة الحديثة. ونتيجة لهذه الظروف من عوامل التكوين، فإن عملية التكوين السائدة بها هي تجّمع وتراكم مخلفات بقايا النباتات المحدودة الكمية وتحللها السريع على سطحها. ولكن نتيجة لاختلاف هذه الظروف محلياً، فإنه تتكون أنواع مختلفة من الترب، تتشابه في المميزات الرئيسية لهذا الصنف، وتختلف فيما بينها في بعض الخواص الأخرى، مثل سمك الأفق السطحي ولونه، ومدى احتوائه على المادة العضوية، وعمق القطاع، والتركيب الميكانيكي لحبيبات الرمل، ومدى احتوائها على كربونات

الكالسيوم، واختلاف ظروف الرطوبة بها. وكل هذه الاختلافات تظهر في المستويات الدنيا المختلفة من التصنيف، وعلى سبيل المثال، فإن صنف الـ (Psamments) يتضمن في ليبيا مجموعتين عظيمتين هما:

- ❖ Torripsaments: وهي ذات النظام الرطوبي الجاف الحار، وتوجد في غالبية المناطق التي تبعد عن البحر.
- ❖ Xeropsamments: وهي ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط، وتوجد في المناطق القريبة من البحر.

وكل مجموعة عظمى منهما تنقسم إلى مستوى تصنيفي أدنى يعرف بتحت المجموعة، فالمجموعة العظمى (Torripsaments) توجد في ليبيا منها تحت المجموعتين هما الترب النموذجية العميقة (Typic Torripsaments) والترب الضحلة التي لا يتعدى عمقها 50 سم (Lithic Torripsaments)، كما أن اختلاف الخواص بين كل تحت مجموعة يظهر في المستويات التصنيفية الأدنى في العائلة أو السلسة وهكذا.

2. الترب حديثة التكوين الرسوبية (Fluvents)

السمة الرئيسية المميزة لهذا الصنف هي وجود طبقات رسوبية متباينة الخواص مختلفة الأعمار في قطاعها. وينتشر هذا الصنف من الترب في أراضي جميع الأودية في البلاد، كما يوجد في الكثير من المنخفضات الصحراوية. وتقدر مساحات هذه الترب في ليبيا بحوالي 106,500 هكتار [62]. ومادة أصل هذه الترب هي رواسب الأودية ورواسب مسيلات

المجاري المائية التي حدثت على فترات متلاحقة. ويرجع عدم تطور قطاع هذه الترب إلى المناخ الجاف والغطاء النباتي الفقير، وإلى الترسيب المتكرر للمواد خلال الأزمنة المختلفة. وأن عمليات تكوين التربة السائدة في هذه الترب لا تخرج عن تجمّع وتراكم مخلفات بقايا النباتات المحدودة الكمية وتحللها السريع على سطح التربة، وإلى العملية الرئيسية للتكوين وهي نقل المواد وفقدها وترسيبها عن طريق الانجراف المائي. ونتيجة لاختلاف تضاريس الأودية التي تتحكم في سرعة الجريان السطحي للمياه واختلاف معدلات تساقط المطر السنوي والفصلي، وكذلك للظروف المحلية الأخرى الخاصة بكل وادي، فإنه تتكون كذلك أنواع مختلفة من الترب تتشابه في المميزات الرئيسية لهذا الصنف. ولكنها تختلف فيما بينها في بعض الخواص الأخرى، وأهمها نوعية الطبقات الرسوبية من حيث أحجام الحبيبات التي تحويها وعمق القطاع ومدى احتواء التربة عن الأملاح الذائبة وكربونات الكالسيوم والجبس وغيرها من الخواص. ويجب ألا ننسى ما ذكرناه سابقا وهو أن المواد التي تكونت منها هذه الترب ما زالت تتراكم إلى وقتنا الحاضر في أودية المناطق الشمالية، على حين توقف هذا التراكم منذ فترة زمنية طويلة في أودية المناطق الصحراوية. هذا وتقسم تُرب هذا الصنف إلى مستويات تصنيفية دنيا مثل ما هو عليه بالنسبة للصنف (Psamments).

ففي ليبيا توجد المجموعتان العظيمتان: (Torrifluvents) و(Xerofluvents)، وذلك حسب النظام الرطوبي كما ذكر سابقاً. وتنقسم الأولى منهما إلى: النموذجية (Typic Torrifluvents) وهي العميقة والأكثر انتشاراً، والضحلة (Lithic Torrifluvents)، وهي التي يقل عمقها عن 50 سم، وذات الطبقة الصماء السليكاتية

(Durothic Torrifluvents) وهي تحمل خواص تحت المجموعات السابقة نفسها، إلا أنها تحتوي على طبقة صماء سليكاتية تحت سطحية. وتنقسم الثانية إلى: النموذجية (Typic Torrifluvents) وهي العميقة وتنتشر بصفة رئيسية في الأودية المنحدرة شمالاً من الجبل الأخضر، والضحلة (Lithic Xerofluvents) وهي التي يقل عمقها عن 50 سم، والمتشققة (Vertic Xerofluvents)، وهي تحمل نفس خواص الترب الأخرى التابعة لتحت المجموعات السابقة، إلا أن سطحها به شقوق وقوامها طيني. كما أن اختلاف الخواص بين كل تحت مجموعة يظهر في المستويات التصنيفية الأدنى، مثل العائلة التي يظهر فيها الاختلاف في التركيب الميكانيكي لأحجام حبيبات التربة (القوام) والتركيب المعدني والنظام الحراري والعمق وغيرها.

3. الترب حديثة التكوين الشائعة (Orthents)

يدخل تحت هذا الصنف جميع الترب حديثة التكوين الأخرى غير الرملية القوام وغير الرسوبية، وهي بالطبع لا تنطبق عليها خصائص هذين الصنفين. وهي تشمل الترب حديثة التكوين غير الرملية القوام أو رملية، ولكنها تحتوي على نسبة مئوية من الحصى أكثر من 35%، وعادة ما تكون غير عميقة في ليبيا (ضحلة إلى متوسطة العمق). وتنتشر الترب التابعة لهذا الصنف في الكثير من المواقع من ليبيا، وخاصة في المناطق الشمالية الغربية والوسطى والجنوبية (الجزء الأكثر جفافاً)، وفي بعض أراضي الأودية وفي سفوح الجبال ومنحدرات التلال، وخاصة جبال طرابلس، وكذلك في المناطق المختلفة المُعرّضة للتعرية والانجراف، كما أنها توجد في مناطق متفرقة، وبصفة مصاحبة مع الترب حديثة التكوين الأخرى، والترب الجافة بمختلف أصنافها في غالبية مناطق البلاد. وتقدر مساحات هذه الترب في ليبيا بحوالي 532,500 هكتار

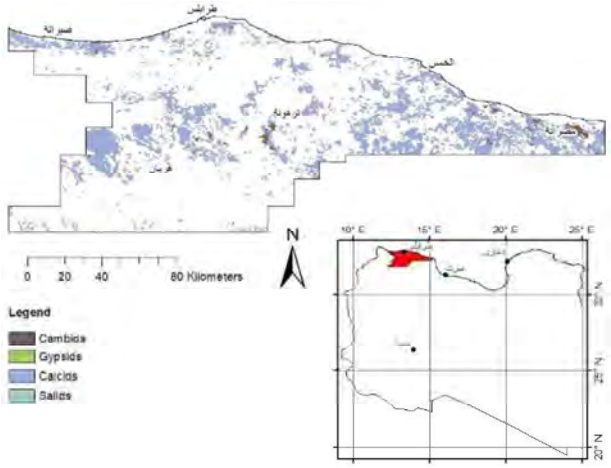
.[62]

ومادة أصل هذه الترب متباينة، فمنها مواد أصل متبقية أو محلية من الحجر الرملي أو الحجر الجيري تعرضت للتجوية وخاصة الطبيعية منها، ومنها مواد أصل منقولة بفعل الرياح أو الرياح والمياه معاً. ويرجع عدم تطور قطاعات الترب التابعة لهذا الصنف كذلك إلى المناخ الجاف وفقر الغطاء النباتي، وإلى تضاريسها المنحدرة في بعض أنواعها. ولا توجد عملية تكوين أخرى نشطة تؤدي إلى تغيير في خواصها المختلفة، بجانب تجمّع وتحلل مخلفات بقايا النباتات المحدودة الكمية، إلا تعرضها لعمليات التعرية أو الانجراف. هذا ونتيجة لاختلافات عوامل تكوينها المحلية فتتكون منها أنواع متعددة أهمها المجموعتان العظيمتان:(Torriorthents) و(Xerothents)، أهمها على مستوى تحت المجموعة (Typic Xerothents) و(Typic Torriorthents) وهي التي تكون أعماقها أكثر من 50 سم و(Lithic Xerothents) و(Lithic Torriorthents) وهي الضحلة التي يقل عمقها عن 50 سم. هذا وتوجد تحت مجموعة معينة في المناطق المتداخل فيها النظام الرطوبي الجاف الحار مع النظام الرطوبي للبحر المتوسط (المناطق الشمالية غير البعيدة عن البحر) والتي تعرف بـ (Xeric Torriorthents). كما أن هذه تحت المجموعة قد تكون ضحلة (Lithic) أو عميقة نوعاً ما (Typic). هذا وأن الاختلافات في خواص الترب التابعة لهذه تحت المجموعات تظهر في المستويات الدنيا من التصنيف كما أوضحنا سابقاً.

2.3.4 الترب الجافة (Aridisols)

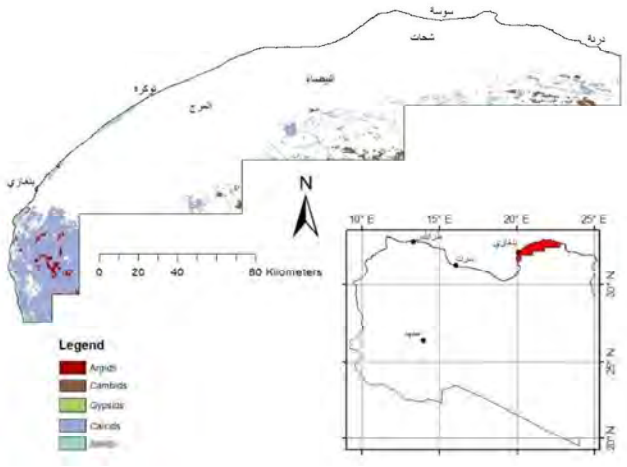
تغطي تُرب هذه الرتبة مساحات كبيرة من ليبيا وخاصة في المناطق الصحراوية وشبه

الصحراوية، كما أن البعض من أصنافها يوجد كذلك في المناطق الشمالية من البلاد، وخاصة المنطقة الشمالية الغربية والوسطى ومناطق شرق الجبل الأخضر وغربه وجنوبه، وهي تلي من حيث الانتشار رتبة الترب حديثة التكوين. والشكلان (10.4) و(11.4) يوضحان توزيع أنواع هذه الترب المختلفة في المنطقة الشمالية الغربية والمنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا، وهي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة على التوالي.



شكل (10.4): انتشار تُرب (Aridisols) في المناطق الشمالية الغربية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [176]



شكل (11.4): انتشار تُرب (Aridisols) في المناطق الشمالية الشرقية التي تستقبل معدلات لتساقط الأمطار أكثر من 200 ملم/ السنة

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [176]

تتكون تُرب هذه الرتبة من مواد أصل متباينة، وتحت مناخ جاف حار يؤدي إلى انعدام الغطاء النباتي أو وجوده على هيئة أعشاب، أو شجيرات صحراوية غير كثيفة، الأمر الذي يكون له تأثير ضئيل في تراكم المادة العضوية على هذه التربة وإنتاج الأفق التشخيصي السطحي "الأوكريك" ذي السمك الرفيع. كما أن الأمطار المتساقطة تكون بكمية غير كافية لغسيل الأملاح الذائبة والجبس وكربونات الكالسيوم وفقدها من قطاع التربة كلياً، بل يؤدي إلى نقل هذه المواد من مكان وترسيبها في مكان آخر داخل قطاع التربة فقط (إعادة توزيع) مكونة بذلك آفاقاً تشخيصية تحت سطحية، أهمها: الأفق الملحي والأفق الجيري والأفق الجيري المتحجر والأفق الجبسي والأفق الجبسي المتحجر. كما أن بعضها يكوّن الأفق الطيني أو الأفق الصودي أو أفق التغيير (Cambic)، أو الطبقات الصماء السليكاتية المعروفة باسم "الديوريبان" (Duripan)، وذلك تحت ظروف متباينة من عوامل وعمليات تكوين التربة المحلية. ومن المزايا المتفردة بترب هذه الرتبة أن بعضها يكون مغطى بالأديم الصحراوي. هذا ويدخل تحت هذه الرتبة العديد من أصناف الترب الليبية التي يمكن أن توضع تحت الرتب (الأصناف) الآتية:

- الترب الجافة ذات الأفق الطيني (Argids).
- الترب الجافة الجيرية (Calcids).
- الترب الجافة ذات أفق التغير (Cambids).
- الترب الجافة الملحية (Salids).
- الترب الجافة الجبسية.(Gypsids)

يشمل كل منها أنواعاً مختلفة، تتباين في خواصها المورفولوجية والكيميائية والطبيعية والمعدنية حسب ظروف تكوين كل منها، وهذه الأنواع يمكن حصرها في:

1. الترب الجافة ذات الأفق الطيني (Argids)

السمة الرئيسية لهذا الصنف من الترب هو احتواؤها على الأفق الطيني أو الصودي، ولكنها قد تحتوي أو لا تحتوي على الأفق الجيري أو الجيري المتحجر أو الطبقات الصماء السليكاتية، كما أنها تتميز عادة بقوامها الطيني. والترب التابعة لهذا الصنف منتشرة في ليبيا انتشاراً محدوداً في منطقة الخضراء جنوب غرب بنغازي وفي أراضي بعض الأودية. وأهم المجموعات العظمى التابعة لهذا الصنف والموجودة في ليبيا هما (Haplargids) و(Paleargids) وهما تحتويان على الأفق الطيني الذي يتكون من انتقال الطين السليكاتي من الطبقات السطحية إلى الطبقات تحت السطحية (راجع الفصل الثالث). والاختلاف بين الاثنتيْن أن الأولى لا تحتوي على طبقة صماء سليكاتية أو الأفق الجيري المتحجر، وأن الثانية قد تحتوي على الأفق الجيري المتحجر تحت الأفق الطيني، وهي عادة ما يدل وجودها على قدم عمر الأرض (البليستوسين المتأخر أو أقدم). أما المجموعة العظمى الأخرى التي قد توجد في مناطق محدودة من جنوب غرب بنغازي، فهي (Natrargids) التي تتميز بوجود الأفق الصودي، وتتكون بواسطة عملية تكوين التربة المركبة المعروفة باسم العملية الصودية (Solonization)
(راجع الفصل الثالث). هذا وتقسم كل مجموعة عظمى من هذه المجموعات إلى تُرب تتبع تحت مجموعات مختلفة، وهي:

❖ الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيط التطور (Haplargids)، ومن أهم ما تشمله من تحت مجموعات الآتي:

- النموذجية (Typic Haplargids).
- ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة لبحر لمتوسط (Xeric Haplargids).
- الضحلة (Lithic Haplargids).

❖ الترب الجافة ذات الأفق الطيني القديمة (Paleargids)، ومن أهم ما تشمله من تحت مجموعات الآتي:

- النموذجية (Typic Paleargids)
- المحتوية على الأفق الجيري المتحجر (Petrocalcic Paleargids).

❖ الترب الجافة الصودية (Natrargids) ومن أهم ما تشمله من تحت مجموعات الآتي:

- ذات التطور البسيط (Haplic Natrargids).
- ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط (Xeric Natriargids).
- الضحلة (Lithic Natrargids).

هذا وإن الاختلافات في خواص الترب التابعة لكل واحدة منها تظهر في المستويات الدنيا من التصنيف كما أوضحنا سابقاً.

❖ الترب الجافة الجيرية (Calcids)

تنتشر هذه الترب في الكثير من المناطق في ليبيا، وتوجد في جبال طرابلس والمناطق الشمالية الغربية والوسطى، وفي بعض الأودية الشمالية والجنوبية. وتقدر مساحات هذه الترب في ليبيا بحوالي 594,000 هكتار [62]. وتنقسم إلى صنفين على مستوى المجموعات العظمى:

❖ **الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور (Haplocalcids)**

وتتميز هذه الترب بوجود الأفق الجيري وباحتوائها على نسب مرتفعة من كربونات الكالسيوم، وهي تتكون من مواد أصل متباينة، تشترك جميعا في احتوائها على نسبة عالية من كربونات الكاسوم، وعملية التكوين السائدة فيها هي عملية التجيير التي سبق شرحها. هذا وتقسم هذه الترب إلى تحت مجموعات مختلفة أهمها:

- النموذجية، (Typic Haplocalcids).
- ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric Haplocalcids).
- الضحلة التي لا يزيد عمقها عن 50 سم (Lithic Haplocalcids).

❖ **الترب الجافة الجيرية المتحجرة** (Petrocalcids)

وتنتشر هذه المجموعة من الترب بصورة مصاحبة في المناطق نفسها التي تنتشر فيها الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور، وتتميز بوجود الأفق الجيري المتحجر. وفيما عدا ذلك، فهي تتشابه في الميزات الرئيسية في ظروف وعمليات تكوينها مع الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور، إلا أن عملية التجيير بها في مراحلها النهائية. هذا وتقسم هذه الترب إلى تحت مجموعتين رئيسيتين في ليبيا وهما:

- النموذجية (Typic Petrocalcids)
- ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط (Xeric Petrocalcids)

2. الترب الجافة ذات أفق التغيير (Cambids)

وتنتشر هذه الترب بصورة محدودة في سهل الجفارة وفي بعض الأودية الشمالية. وهى تتميز بوجود أفق التغيير بها، وعادة ما تتكون من مواد أصل مختلفة غير جيرية أو جيرية بدرجة بسيطة. وتتكون بنقل بعض المواد مثل كميات قليلة من الطين السليكاتي أو كربونات

الكالسيوم، وبترسيب هذه المواد في الطبقة تحت السطحية لتحدث فيها تغييراً في اللون أو القوام أو البناء أو في كمية كربونات الكالسيوم، بحيث لا تصل إلى درجة تكوين الأفق الطيني أو الجيري. ولقد أمكن تمييز مجموعة عظمى واحدة في ليبيا، وهي الترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور Haplocambids. وأهم ما تشمله هذه المجموعة من تحت مجموعات الآتي:

- النموذجية (Typic Haplocambids)
- التي تحتوي على طبقات رسوبية (Fluventic Haplocambids)
- ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric Haplocambids).
- الضحلة التي لا يزيد عمقها عن 50 سم (Lithic Haplocambids)

3. الترب الجافة الملحية (Salids)

تعرف هذه الترب بعدة تسميات في السابق، منها الترب الملحية غير الصودية، أو تُرب السبخات والقيعان المالحة، أو تُرب "السولانشاك" (Solonchaks). وتتكون نتيجة لعملية تكوين التربة المركبة التي تسمى بعملية التمليح التي سبق شرحها. وهي تنتشر في المنخفضات الشمالية والجنوبية من البلاد، فعلى سبيل المثال لا الحصر، توجد هذه الترب في صبراتة والعسة وتاجوراء ومصراتة وتاورغاء والهيشة ومناطق دفع الأودية في خليج سرت ومناطق بشر ومرسي البريقة وقمينس وسهل بنغازي. وفي الواحات الجنوبية في هون وسكونة وتازربو والعوينات وتهالا وونزريك والفخفاخة، ووادي عتبة، وأدري، وتراغن وغدامس والجغبوب وغيرها من المناطق [58]. وتقدر مساحات هذه الترب في ليبيا بحوالي 400,000

هكتار [62]. وتتميز هذه الترب باحتوائها على نسبة عالية من الأملاح الذائبة ووجود الأفق الملحي. هذا ويوجد نموذجان أساسيان من هذه الترب، الأول وهو ذاتي (Automorphic) وينتشر فقط في المناطق الشمالية الشرقية، مثل مراوة والفائدية وتاكنس والقيقب ودرنة، وهو يتكون من مواد أصل غنية بالأملاح، ولكن مستوى الماء الأرضي عميق، والنموذج الثاني، وهو الأكثر انتشاراً في ليبيا، هو المائي (Hydromorphic)، وللتضاريس المنخفضة ومستوى الماء الأرضي المرتفع دور أساسي في تكوينه [176]. وتدخل التربة الأولى في المجموعة العظمى (Haplosalids)، والتربة الثانية في المجموعة العظمى (Aquisalids).

وأهم ما تشمله المجموعة الأولى (Haplosalids) من تحت مجموعات الآتي:

- النموذجية (Typic Haplosalids).
- ذات الطبقات الرسوبية (Fluventic Haplosalids).
- ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط (Xeric Haplosalids).
- الضحلة التي لا يزيد عمقها عن 50 سم (Lithic Haplosalids)
- على حين تشمل المجموعة الثانية (Aquisalids) من تحت مجموعات الآتي:
- النموذجية (Typic Aquisalids).
- التي تحتوي على أفق ملحي وأفق جبسي (Gypsic Aquisalids).
- التي تحتوي على أفق ملحي وأفق جيري (Calcic Aquisalids).

4. الترب الجافة الجبسية (Gypsids)

تنتشر هذه الترب بصفة محدودة ومتصاحبة مع الترب الجافة الملحية في بعض القيعان والمنخفضات الصحراوية، وفي الواحات والأودية الجافة، التي تكون مادة أصلها غنية بالجبس

ويكون مستوى الماء الأرضي فيها مرتفعاً. وتقدر مساحات هذه الترب في ليبيا بحوالي 124,250 هكتاراً [62]. ولقد أمكن التعرف على هذه الترب في واحات غدامس ودرج والجفرة وغيرها. وتتميز بوجود الأفق الجبسي الغني بكبريتات الكالسيوم المتأدرة. وقد يوجد الجبس على شكل حبيبات دقيقة أو على هيئة تكوينات مختلفة الأشكال والأحجام، فقد يكون على هيئة ندب أو أنابيب أو عروق جبسية، وتسمى هذه المجموعة العظمى (Haplogypsids).

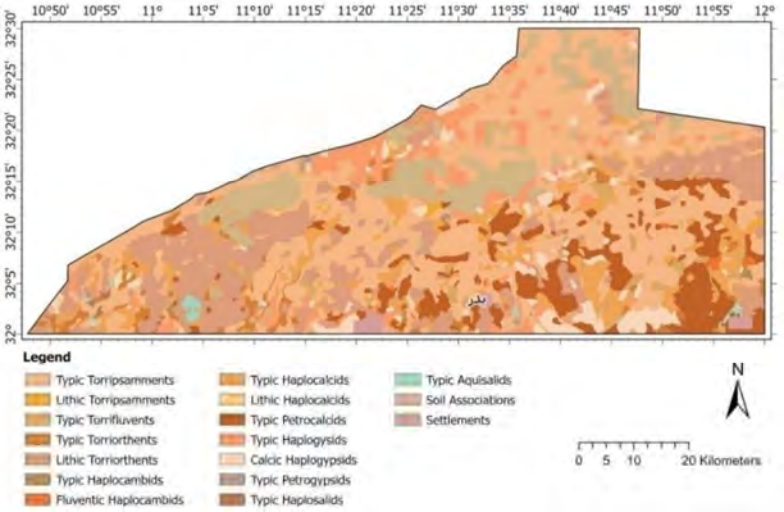
هذا وقد يتصلب الأفق الجبسي في بعض أنواع هذه الترب، ويكوّن طبقة صماء جبسية، تعرف باسم الأفق الجبسي المتحجر، وتسمى هذه المجموعة العظمى (Petrogypsids).

وأهم ما تشمله المجموعة الأولى (Haplogypsids) من تحت مجموعات الآتي:

- النموذجية، تحتوي على أفق جبسي فقط (Typic Haplogypsids).
- تحتوي على أفق جبسي وأفق جيري (Calcic Haplogypsids).
- على حين تشمل المجموعة الثانية (Petrogypsids) من تحت مجموعات الآتي:
- النموذجية، تحتوي أفق جبسي محجر فقط (Typic Petrogypsids).
- تحتوي كذلك على أفق جيري (Calcic Petrogypsids).
- تحتوي كذلك على أفق جيري متحجر (Petrocalcic Petrogypsids).

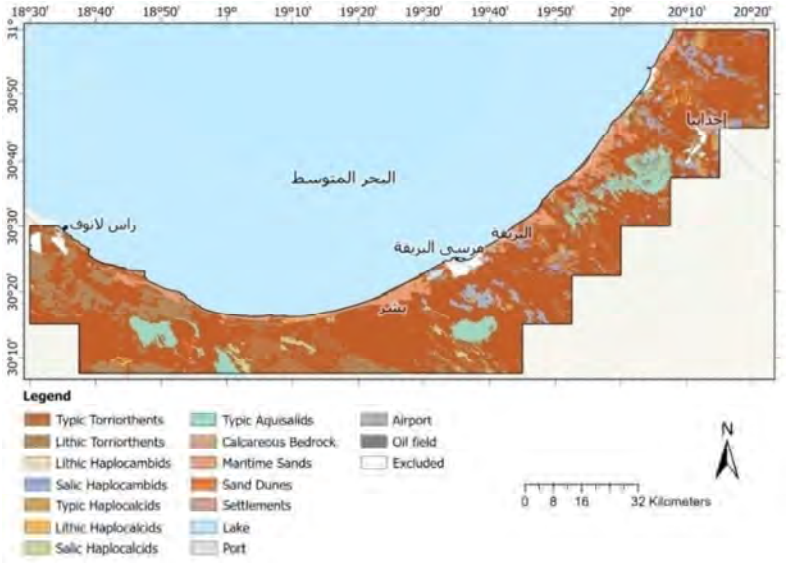
والجدير بالذكر، أن التربتين حديثة التكوين والجافة، المشار إليهما سلفاً، عادة ما ينتشران في صور متداخلة في الموقع الواحد، وفي المنطقة الواحدة في جميع أنحاء ليبيا، وخاصة في المناطق الشمالية الغربية (عدا المناطق الجبلية في ترهونة وغريان ويفرن)، والشمالية الشرقية

(عدا الجبل الأخضر)، والمناطق الساحلية الوسطى، والمناطق الصحراوية وشبه الصحراوية في الجنوب الليبي. والأشكال من 12.4 إلى 15.4 تبين نماذج من خرائط تصنيف التربة لمواقع مختلفة رُشحت للاستخدام الزراعي.



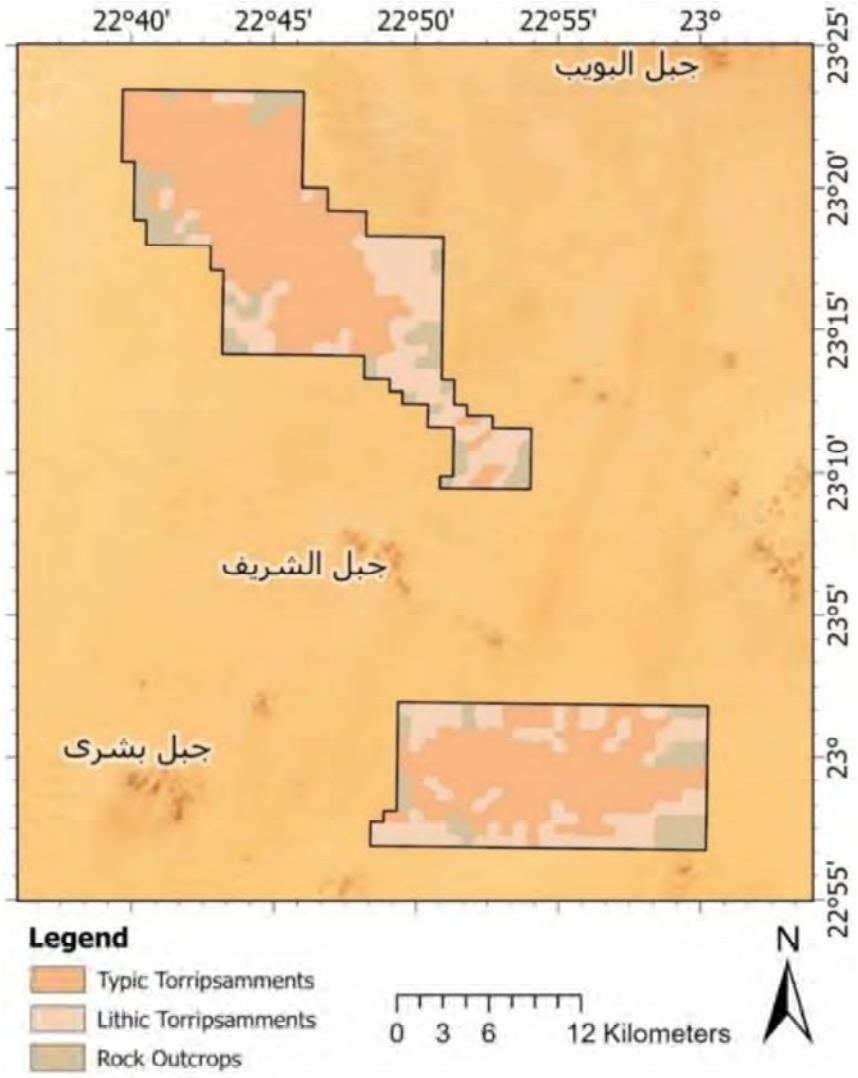
شكل (12.4): خريطة تصنيف التربة في المنطقة الرعوية الغربية غرب مدينة بدر

أُنتجت هذه الخريطة من قبل المؤلفيْن بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [78]



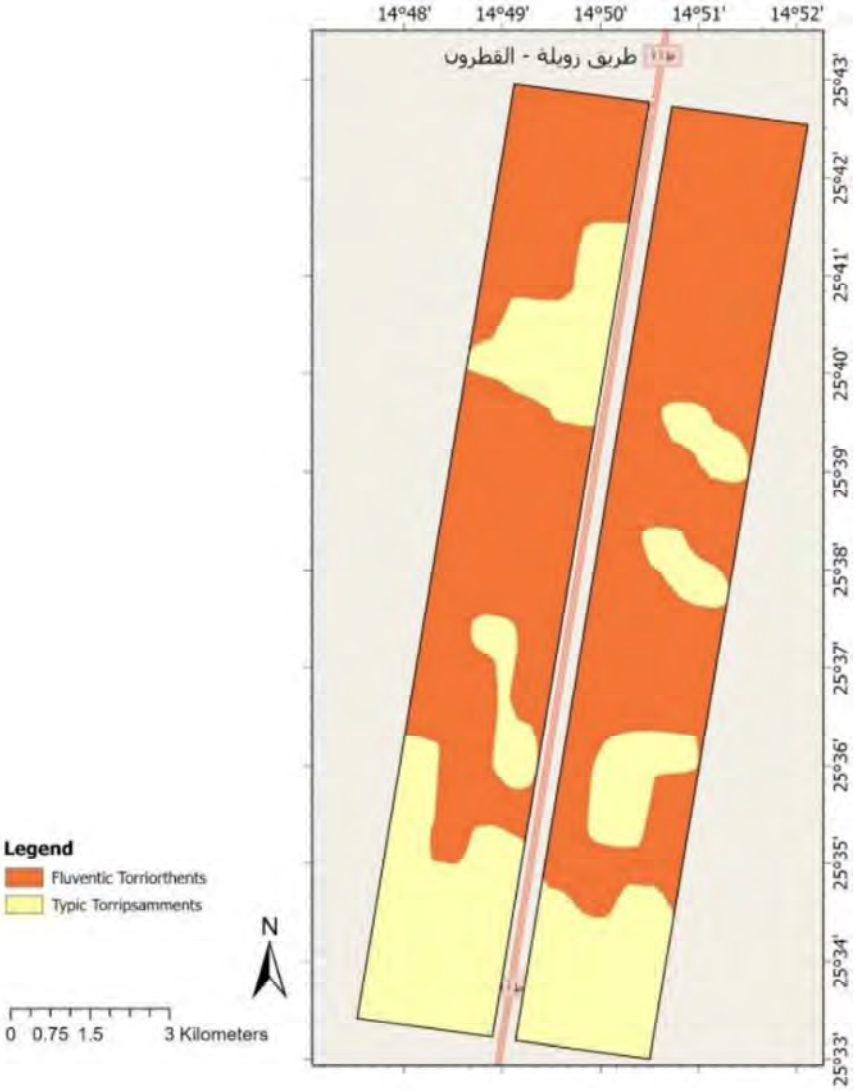
شكل (13.4): خريطة تصنيف التربة في المنطقة الرعوية الشمالية الشرقية من رأس الأنوف إلى إجدابيا

أُنتجت هذه الخريطة من قبل المؤلفيْن بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[176]**



شكل (14.4): خريطة تصنيف التربة في منطقة غرب جبل العوينات، جنوب الكفرة

أُنتجت هذه الخريطة من قبل المؤلفيْن بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [94]



شكل (15.4): خريطة تصنيف التربة في حوض مرزق (المجدول) في منطقة فزان

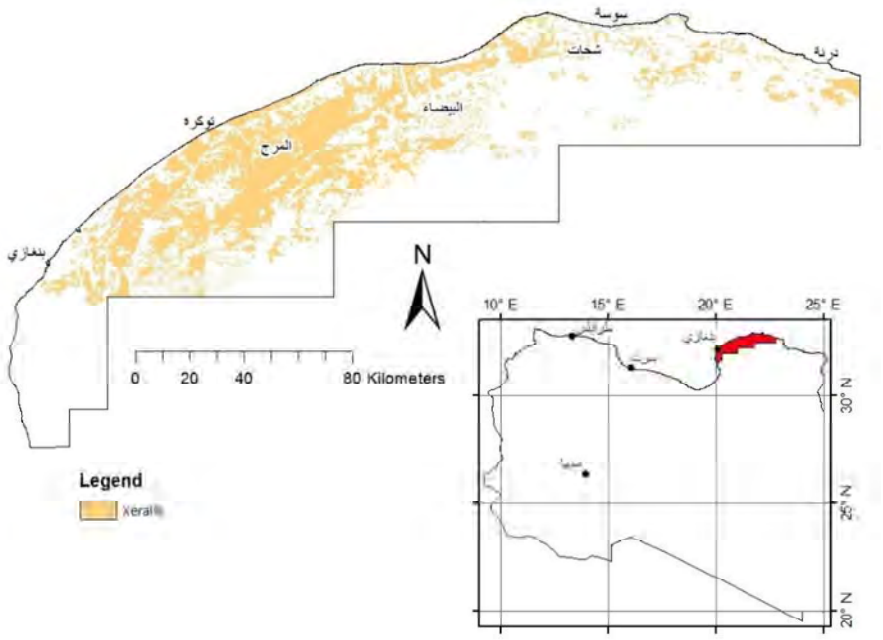
أُنتجت هذه الخريطة من قبل المؤلفيْن بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [94]

3.3.4 تُرب الغابات (Alfisols)

بالرغم من أن الانتشار الأساسي لترب هذه الرتبة هي المناطق المناخية القارية الرطبة، فإن أحد أصنافها، وهو تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط المعروف باسم (Xeralfs) موجود في المناطق شبه الرطبة والمناطق شبه الجافة المتاخمة للبحر في منطقة الجبل الأخضر، فقط دون غيرها من المناطق في ليبيا، وهي الترب الطينية التي تحتوي على الأفق الطيني ونسبة تشبع بالقواعد مرتفعة تزيد على 35% [62 ،176].

وتُعد تحت الرتبة هذه من أكبر الترب انتشاراً في السهول الساحلية للجبل الأخضر، وتحديداً في مناطق سهليْ المرج والأبيار، وجنوب شرق تاكنس ودريانة وبطّة ودرنة وغيرها من المناطق، انظر شكل (16.4). ويُعزى سبب وجودها بمنطقة الجبل الأخضر، أولاُ للارتفاع النسبي في معدلات الأمطار لسيادة مناخ البحر المتوسط الذي يشجع الأشجار والشجيرات الغابية مستديمة الخضرة على النمو، وبذلك لا تتراكم كميات كبيرة من المادة العضوية التي تعمل على تكوين الأفق التشخيصي السطحي المعروف بـ "الأوكريك".

ثانياً لوجود مواد أصل متنوعة تحتوي على كميات مناسبة من معادن الألومينوسيليكات، التي تعطي عند تجويتها كميات مناسبة من معادن الطين [23، 62، 142]. وقطاع هذا النوع من الترب متطور نسبياً بالمقارنة بالترب الأخرى في ليبيا، حيث يتميز بوجود الأفق الطيني (B_{2t})، ذي البناء الكتلي المضلع.



شكل (16.4): مناطق انتشار تُرب **(Xeralfs)** في الجبل الأخضر

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي **[176]**

وقد صُنفت تحت الرتبة هذه إلى ثلاث مجموعات عظمى وهي:

1. تُـرب الغـابات ذات النظـام الرطـوبي المميـز لمنـاخ البحـر المتوسـط الحمـراء (Rhodxeralfs)

تعرف هذه المجموعة بعدة تسميات أخرى، منها تُرب "الترا روسا" (Terra Rosa) أي الأراضي الحمراء، والترب الحديدية السليكاتية الحمراء (Ferosiallitic) وغيرهما. ويرجع اللون الأحمر في هذه الترب لوجود تركيز عالٍ من أكاسيد الحديد غير المتأدرة مختلطة مع حبيبات الطين، ويمكن ملاحظتها بوضوح في سهل المرج على طول الطريق الرئيسي. وهي

تغطي مساحات كبيرة في الجبل الأخضر تقدر بحوالي (356,000) هكتار. يوجد منها حوالي (200,000) هكتار بصورة ممتدة متواصلة، وتوجد المساحة الباقية منها وهي (156,000) هكتار متداخلة مع بعض الترب الأخرى [176]. وترب هذه المجموعة تكونت من مواد أصل متباينة، تشمل رواسب نواتج تجوية الصخور المتبقية (Eluvial) ورواسب المنحدرات والأنقاض السفحية (Delluvial)، ورواسب الأودية (Alluvial)، ورواسب مسيلات المجاري المائية (Proluvial) المختلطة مع رواسب الأودية أو رواسب المنحدرات والأنقاض السفحية، ولكن جميعها مصدرها الحجر الجيري الغني بأكاسيد الحديد. أما الصخور التحتية فهي صخور الحجر الجيري الدولاميتي. والغطاء النباتي، الذي تكونت تحته هذه الترب، يشمل المجموعات النباتية مثل: البطوم والعرعر (الشعرة) والشماري بالإضافة إلى الحشائش البحرية.

وأن أهم عملية تكوين أدت إلى وجود هذه التربة في تلك المناطق هي العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallitization)، (راجع الفصل الثالث). إلا أن هذه العملية قد تكون مصحوبة بعمليات تكوين نوعية أخرى تحدث تحت ظروف من الرطوبة والحرارة المختلفة محلياً، وأهمها عملية التأدرت وعملية تكوين القشور وتطورها والتكوينات الخاصة (Concretions). ومن ثم تنتج نوعيات مختلفة من الترب تتبع لتحت مجموعات وعائلات وسلاسل مختلفة. ومن أهم تحت المجموعات التابعة لهذه المجموعة العظمى، ما يأتي:

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء النموذجية (Typic Rhodoxeralfs)**

وهذه الترب هي التي تحمل الصفات النموذجية للمجموعة، فهي حمراء داكنة يكون

تدرج اللون بها أكثر احمراراً من (5YR)، وقيمة اللمعان، وهي رطبة أكثر من 4، ودرجة النقاوة لا تزيد عن درجة واحدة، وهي جافة عنها وهي رطبة)، كما أنها لا تحتوي على الأفق الجيري أو الأفق الجيري المتحجر تحت الأفق الطيني، وعادة ما تكون تُرباَ عميقة (أكثر من 50 سم)، وغير متبقعة. وهذه الترب هي النوعية السائدة في المنطقة وتغطي مساحات تقدر بحوالي (239,000) هكتار أي 67% من المساحة التي تغطيها تُرب هذا الصنف (Xeralfs)، ويتركز انتشار الترب المذكورة في مناطق المرج والأبيار وتاكنس والبياضة وبطة وسوسة والبيضاء ودرنة وغيرها. هذا ويوجد حوالي (162,000) هكتار منها بصورة ممتدة ومتواصلة، وتتداخل المساحة الباقية منها (77,000) هكتار مع بعض الترب الأخرى [176].

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء الجيرية (Calcic Rhodoxeralfs):**

وهي لا تختلف عن السابقة النموذجية إلا في محتواها المرتفع من كربونات الكالسيوم ووجود الأفق الجيري.

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء الضحلة (Lithic Rhodoxeralfs)):**

وهي تختلف عن النموذجية في عمق قطاعها حيث إن الترب التابعة لهذه المجموعة تكون بها الصخور الجيرية تحت السطحية قريبة إلى السطح (غالباً أقل من50 سم).

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء المتبقعة (Gleyic Rhodoxeralfs):**

وهي محدودة الانتشار في المنخفضات التي قد تستقبل كميات إضافية من المياه الجارية

من المناطق المجاورة، والتي تحدث بها عملية الأكسدة والاختزال، وتسبب تبقعاً في ألوان بعض آفاقها تحت السطحية.

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء ذات التكوينات الخاصة الحديدية (Plinthic Rhodoseralfs):**

وهي تغطي مساحة تقدر بحوالي (1,025) هكتاراً في شمال شرق المرج، وتتميز باحتوائها على التكوينات الخاصة الحديدية.

ومما تجدر الإشارة إليه أن جميع تُرب تحت المجموعات التي ذكرت هنا، توجد بصورة متداخلة مع تُرب تحت المجموعة النموذجية، كما أن الاختلافات في تُرب كل تحت مجموعة منها قد تظهر في المستويات التصنيفية الدنيا كما أوضحنا سابقاً.

2. تُـرب الغـابات ذات النظـام الرطـوبي المميـز لمنـاخ البحـر المتوسـط البسـيطة التطـور (Haploxeralfs)

وهي تختلف عن سابقتها بأنها لا تحتوي على كميات كبيرة من أكاسيد الحديد المتأدرة، وهي بذلك غير محمرة اللون، مقارنة بالنوع السابق، ويتطابق فيها التركيب المعدني مع مادة الأصل. وتنتشر هذه الترب في المدرجات السفلى من مرتفعات الجبل الأخضر بدرجة محدودة، فهي تغطي مساحات صغيرة نوعاً ما تقدر بحوالي (6,185) هكتاراً حيث يوجد حوالي (4,973) هكتاراً منها بصورة ممتدة متواصلة، وتتداخل المساحة الباقية منها (1,212) هكتاراً مع تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء [176]. ومادة أصل هذه الترب من رواسب الانحدارات المختلطة مع نواتج تجوية الصخور الجيرية الكائنة في مناطق تكوينها، كذلك قد تتكون من رواسب مسيلات المجاري المائية

المختلطة مع رواسب الأودية المتنقلة من السفوح الجبلية العليا للمرتفعات المجاورة لمناطق وجودها. وغالبيتها الآن مستخدمة في الزراعة، ولكن المناطق غير المزروعة منها، فتوجد فيها المجموعات النباتية المعروفة بالعرعر. والمناخ المحلي لمناطق وجودها يتميز بالارتفاع النسبي للرطوبة النسبية وبأقل تذبذب في درجات الحرارة الفصلية. وهذا يسبب تقليلا لعمليات البخر نسبيا. وعملية التكوين السائدة في تُرب هذه المجموعة، هي كذلك العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallitization) التي تتميز بتكوين معادن الطين السليكاتي الكاؤولينيت والايلايت وتجميع أكاسيد الحديد المتأدرة، مع غسيل للأملاح الذائبة والكربونات. وغياب كربونات الكالسيوم يزيد من محتوى الحديد الذائب أو المتحرك في الترب الذي يتأدرت وتنتج عنه أكاسيد الحديد المتأدرة التي تعطي اللون الأصفر أو الأصفر البني لترب هذه المجموعة، وهي الميزة التي تميزها عن المجموعة العظمى الحمراء (Rhodozeralfs) التي تتميز بتوفر أكاسيد الحديد غير المتأدرة. هذا وتقع هذه المجموعة تحت مجموعتين رئيسيتين، وهما:

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور النموذجية (Typic Haploxeralfs)**

وهي الأكثر وجوداً في هذه المجموعة، حيث تغطي حوالي (5,729) هكتاراً، أي حوالى 93% من المساحة التي تغطيها تُرب المجموعة التابعة لها. وهي توجد شمالاً وشمال غرب وشمال شرق من المرج، وشمال شرق شحات [176].

✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور التي تحتوي على تكوينات خاصة حديدية (Iron Concretions, Plinthic Haploxeralfs)**

تغطي الترب التابعة لتحت المجموعة هذه، مساحات صغيرة تصل إلى (456) هكتاراً، وبالتحديد في شمال شرق المرج، وتتميز عن تحت المجموعة السابقة باحتوائها على التكوينات الخاصة الحديدية في الآفاق السطحية وتحت السطحية.

3. تُـرب الغـابات ذات النظـام الرطـوبي المميـز لمنـاخ البحـر المتوسـط الصـودية (Natrixeralfs)

وهي الترب تحتوي على الأفق الصودي المتكون على أنقاض الأفق الطيني، ويحدث ذلك عادة إذا توفر مصدر لأملاح الصوديوم في المناطق المنخفضة أو المستوية بالمنطقة الجبلية التي تتجمع فيها عادة مياه الأمطار وهو ما يعمل على تراكم ملحوظ لأملاح الصوديوم داخل القطاع وتكوين الأفق الصودي [62،176].

وتوجد هذه الترب في منطقة محدودة جداً لا تزيد مساحتها في الجبل الأخضر عن 500 هكتار، وذلك في الجزء الغربي من منطقة دريانة وشمال البيضاء، وتحديدا في المنخفضات التي يتكون فيها مستوى ماء أرضي معلق، يتراوح عمقه ما بين 1.2 إلى 3 أمتار. وتحت هذه الظروف من مستوى الماء الأرضي المعلق القريب إلى السطح، تنشط عمليات التكوين المعروفة بالعملية الصودية (Solonezation)، وهي المسؤولة عن تكوّن الأفق الصودي الذي يميزها، وكذلك عمليات التبقع، بالإضافة إلى العملية الرئيسية لجميع المجموعات العظمى التابعة لصنف (Xeralfs) وهي العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallitization)، ومواد

الأصل التي تنتج فيها هذه الترب تختلف في الخواص وظروف التكوين عن الترب الجافة الصودية. وتتبع هذه المجموعة تحت مجموعتين، وهما:

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية النموذجية (Typic Natrixeralfs):**

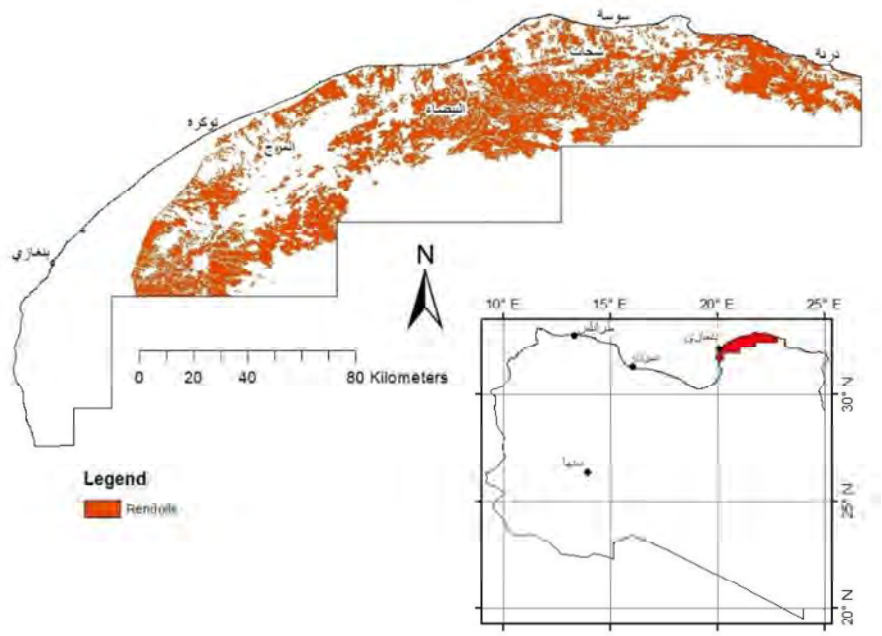
وهي التي لا تكون غدقة في معظم الوقت، ولا يظهر في قطاعها تبقع في الألوان.

- ✓ **ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية الغدقة (Aquic Natrixeralfs)**

وهي التي تكون غدقة في معظم أوقات السنة وتظهر في قطاعها بُقع في الألوان.

4.3.4 تُرب الحشائش (Mollisols)

تنتشر الترب التابعة لهذه الرتبة بصفة عامة في المناطق شبة الجافة وشبه الرطبة من العالم حيث مناطق الحشائش الطبيعية المختلفة الأطوال. ولا يوجد في ليبيا منها إلا صنف واحد تابع لهذه الرتبة يعرف باسم (Rendolls)، وهي تشتهر عالمياً بترب "الرندزينا" (Rendzina)، أي الترب الجيرية الضحلة التي تتكون فوق الصخور الجيرية لمرتفعات الجبل الأخضر، وخاصة في المناطق الأكثر حظاً في تساقط الأمطار (400–600 م/ السنة)، وتشكل المساحة التي تغطيها حوالي (340,000) هكتار، انظر شكل (17.4).



شكل (17.4): مناطق انتشار تُرب (Rendolls) في الجبل الأخضر

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [176]

وبالرغم من أن هذه الترب توجد في المناطق الأكثر مطرا وتغطى بغطاء نباتي كثيف نسبيا من المجموعات النباتية المختلفة من حشائش وغابات وشجيرات دائمة الخضرة، وقد سبقت الإشارة إليها، فإن عمليات تكوين التربة بها (عمليات تكوين الطين السليكاتي وعمليات الغسيل والنقل) تتعرقل نتيجة لطبيعة مواد أصل هذه التربة الغنية بكربونات الكالسيوم، حيث إن غرويات هيدروكسيدات الحديد والألومنيوم إذا لم تحفظ بغروي الدبال، فإنها تتجمع بواسطة كربونات الكالسيوم، ولذلك فإن هجرة حبيبات الطين داخل القطاع تعاق إلى حد كبير، وأن آفاق الترسيب مثل الأفق الطيني وغيره لا تتكون، والنتيجة النهائية

لكل هذا هو أن الحجر الجيري يميل إلى تكوين تربة غير ناضحة وغير عميقة، ولا تحتوي على آفاق تحت سطحية. أضف إلى ذلك، فإن كربونات الكالسيوم تعمل على تجميع الغرويات العضوية (الدبال) على سطح التربة وتمنع انتقاله إلى أسفل. ونتيجة لتراكم المادة العضوية على سطح التربة التي قد تصل من 2% إلى 5%، يتكون أفق "المولیك" الذي تتميز به هذه الترب.

هذا وإن طبيعة مادة الأصل الجيرية تتحكم كذلك في لون التربة الناتج، فقد لاحظ خبراء شركة سلخوز بروم إكسبورت، 1980م، أن الحجر الجيري الصلب النقي يعطي تربةً لونها أحمر، أما الحجر الجيري الهش (اللين) والمحتوي على شوائب، فيعطي تربةً لونها رمادي قاتم أو بني. هذا ولقد أمكن التعرف على مجموعة عظمى واحدة تسمى (Haprendolls) تنقسم إلى تحت مجموعتين مختلفتين من هذا النوع في مناطق متفرقة من الجبل الأخضر، وهاتان تحت المجموعتين هما:

- ✓ **ترب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة (Sombric Haprendolls)**

وهي تغطي مساحة تقدر بحوالي (45,000) هكتار، أي حوالى 13 % من المساحات التي تغطيها تُرب هذا الصنف. هذا ولا يوجد منها بصورة ممتدة ومتواصلة إلا حوالي (14,000) هكتار فقط، وتتداخل المساحة الباقية منها وهي (31,000) هكتار مع تُرب أخرى. وتوجد هذه الترب بصفة رئيسية في منطقة البياضة وبطة والفايدية وسلنطة والأبرق وشحات وجنوب تاكنس وطلميثة [176] .

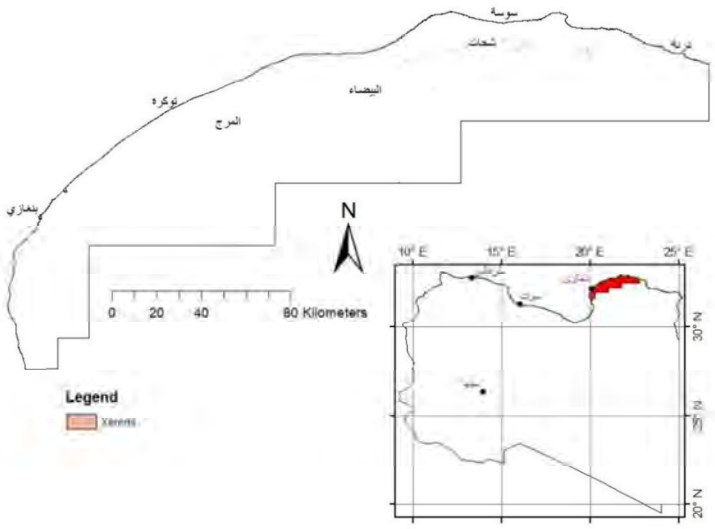
- ✓ **ترب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء (Rhodic Haprendolls)**

وهي أكثر انتشاراً من تُرب تحت المجموعة السابقة، فهي تغطي مساحة تقدر بحوالي (295,000) هكتار، حيث توجد مساحة كبيرة منها تقدر بحوالي (241,000) هكتار بصورة متداخلة مع تُرب أخرى، أما المساحة الباقية وتقدر بحوالي (54,000) هكتار فموجودة بصورة ممتدة ومتواصلة. وبالرغم من أن هذه الترب تنتشر في غالبية مناطق الجبل الأخضر، فإنها تتركز بصفة أساسية في منطقة جردس الأحرار ومرتفعات الرجمة، وفي الأبيار والبياضة وبطة والفايدية وسلنطة ودرنة والأبرق وشحات وغيرها.

ويلاحظ، أن تُرب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء قد وجدت في مراحل نمو وتطور مختلفة، وأن بعضاً من هذه الترب، في مراحلها المتقدمة من التطور، قد تم غسيل كربونات الكالسيوم من سطحها، ولذلك فهذه المرحلة مرحلة انتقال إلى تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs)، حيث إن تُرب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء وتحت ظروف تكوينية محددة (بعد ما يتم غسلها من كربونات الكالسيوم وزيادة نشاط العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallitization) يمكن أن تتحول إلى تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الحمراء.

5.3.4 الترب القلابة (Vertisols)

هذه الترب انتشارها محدود في ليبيا، وتقدر مساحتها بحوالي (1,544) هكتارا فقط، وهي محصورة في شريط ضيق على طول الطريق الذي يصل مدينة البيضاء بدرنة في السفوح العليا لمرتفعات الجبل الأخضر، وخاصة في منطقة البيضاء والقبة والفائدية والأبرق وشحات، انظر شكل (18.4).



شكل (18.4): مناطق انتشار تُرب (Xererts) في الجبل الأخضر

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [176]

هذا وتنتشر هذه الترب انتشاراً واسعاً في الكثير من المناطق في العالم، فهي موجودة في استراليا والولايات المتحدة الأمريكية والهند، وفي شرق قارة إفريقيا وغربها وجنوبها. أما في الوطن العربي، فتوجد في الجزائر والمغرب وفلسطين المحتلة (حيفا) والسودان. وقد قدر "ديودال" 1965م [129] المساحات التي تغطيها هذه الترب في العالم، بحوالي (257) مليون هكتار. هذا ولقد أعطي لهذه الترب العديد من التسميات المحلية المختلفة في العالم جاوزت العشرين اسماً، ففي الولايات المتحدة الأمريكية يطلق عليها (Dark Clay Soil)، وفي الهند (Regur)، وفي الصين (Makande)، وفي فرنسا (Dian)، وفي المغرب والجزائر (Shachiang)، وغيرها من التسميات [45].

وعلى العموم، فإن أهم ما تتميز به الترب التابعة لهذه الرتبة، هو ضعف تمايز الآفاق بها وتشققها أثناء الجفاف وطبوغرافية سطحها المتموجة المنتفخة، وعادة ما يكون قوامها طينياً تسود فيه معادن الطين السليكاتي المعروف بقابليته للتمدد والانكماش، وهي المنتموريللونايت. وغالباً ما تكون قاتمة اللون، ويرجع هذا إلى الطبيعة الجيرية لمادة الأصل التي تعمل على تجميع المواد العضوية الغروية (الدبال) على سطح التربة التي ترتبط جزئيا مع الحبيبات الناعمة جدا من الطين السليكاتي [112]. ومادة أصل الترب التابعة لهذه الرتبة في ليبيا هي رواسب المنحدرات (Delluvial)، التي تتميز بقوامها الطيني وبتماسكها الشديد وباحتوائها على كميات مرتفعة من كربونات الكالسيوم والمحتوية على معادن الطين السليكاتي المتمددة. أما الغطاء النباتي الطبيعي لهذه الترب فهو غير موجود في وقتنا الحاضر نتيجة لوضع هذه الترب تحت الزراعة الدائمة لمدة طويلة. وعمليات تكوين التربة السائدة فيها تنحصر في عمليات تراكم وتحلل وتحوير في معادن الطين السليكاتي وإنتاج النوع المتمدد (المنتموريللونايت)، وعمليات التمدد والانكماش أثناء فترات الابتلال والجفاف وعملية خلط أو قلب حبيبات التربة داخل قطاع التربة عن طريق الشقوق المتكونة (Pedoturbation)، وأخيراً عملية الضغط (Compaction) التي تسببها حبيبات التربة السطحية التي تسقط في الشقوق عندما تتمدد أثناء فترة الابتلال (راجع الفصل الثالث).

هذا وإن الترب الليبية التي تتبع هذه الرتبة تدخل جميعها تحت صنف واحد وهو الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط (Xererts)، حيث تتميز هذه الترب عن الأصناف الأخرى التابعة لهذه الرتبة والموجودة في مواقع مختلفة من العالم في أن

الشقوق بها تبقى مفتوحة مدة لا تقل عن 60 يوماً متصلة في السنة، وأن الشقوق تقفل وتفتح مرة واحدة في السنة. إضافة إلى ذلك، أن لون التربة هو رمادي قاتم، حيث إن درجة نقاوة اللون (Chroma) على طول القطاع أقل من 1.5 (جاف أو رطب) وأن قيمة لمعان اللون (Value) أقل من 3.5 (رطب) وأقل من 5.5 (جاف) [45، 62، 112، 133].

وتصنف الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط على مستوى المجموعات العظمى إلى:

1. الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الجيرية (Calcixerets)

وذلك لوجود تجمعات ملحوظة من كربونات الكالسيوم داخل القطاع، وهي الترب التي قد تحتوي على الأفق الجيري أو الجيري المتحجر. ويتبع هذه المجموعة تحت مجموعتين، وهما:

- ✓ **النموذجية** (Typic Calcixerets).
- ✓ **ذات الأفق الجيري المتحجر** (Petrocalcic Calcixerets)

2. الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط والمحتوية على طبقة متصلدة (Durixererts)

وذلك لوجود طبقة صماء متصلدة (Duripan) داخل قطاع التربة. ويتبع هذه المجموعة تحت مجموعة واحدة فقط في ليبيا، وهي:

- ✓ الضحلة التي لا يزيد عمق قطاعها عن 50 سم (Durixererts)

3. الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور (Haploxerets)

وهي تُرب تشبه بقية تُرب تحت الرتبة الأخرى، ولكنها لا تحتوي على الأفق الجيري أو الطبقة الصماء المتصلدة، ويتبع هذه المجموعة تحت مجموعة واحدة فقط في ليبيا، وهي:

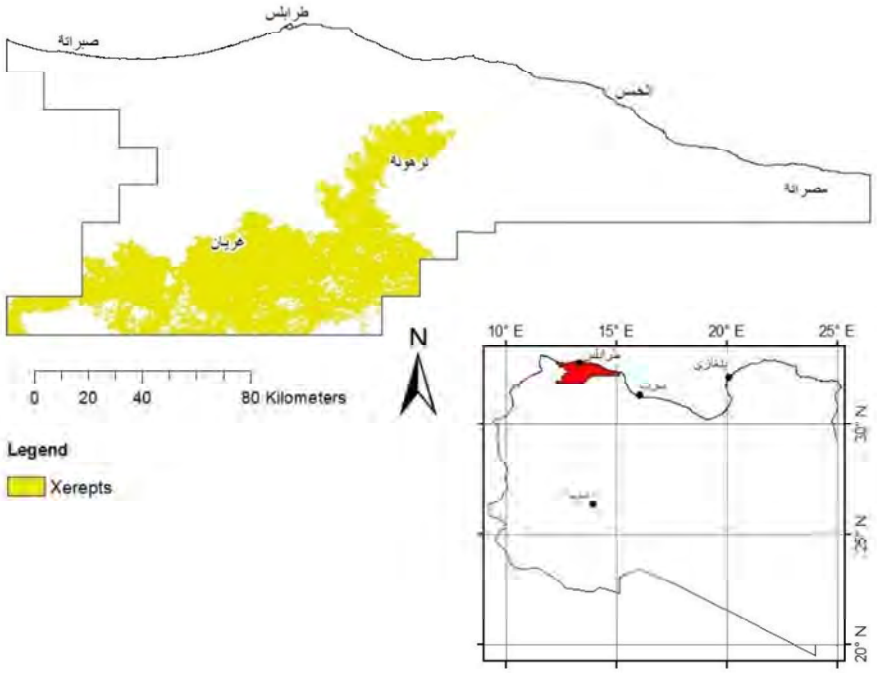
✓ **النموذجية** (Typic Haploxerets).

6.3.4 الترب القليلة التطور (Inceptisols)

تدخل الترب التي يتكون في قطاعها أفق تشخيصي أو أكثر من الآفاق التي يمكن أن تتكون بسرعة، مثل الآفاق السطحية (الأوكريك وغيره) وأفق التغيير "الكامبيك" (Cambic) في هذه الرتبة. وتتميز تُرب هذه الرتبة بغياب آفاق الترسيب، مثل الطيني والصودي والأوكسيك والسبوديك وغيرها التي تنتج عن عمليات الهجرة أو النقل الشديدة وذلك قاعدة عامة، وأن تأثير فعل عمليات التكوين السائدة في هذه الترب ليست من الوضوح بدرجة تسمح بوضع هذه الترب في الرتب الأخرى. وترب هذه الرتبة توجد في العديد من المناطق المناخية المختلفة متفاوتة من المناخ شبه الجاف إلى الرطب، وعادة ما تتكون على رواسب حديثة نسبياً أو سطوح أرضية حديثة. والصنف الوحيد في ليبيا وهو يتبع هذه الرتبة هو الترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Xerochrepts)، وأمكنته في سفوح المرتفعات الجبلية لكل من جبال طرابلس (تحديدا ترهونة وغريان ويفرن) والجبل الأخضر.

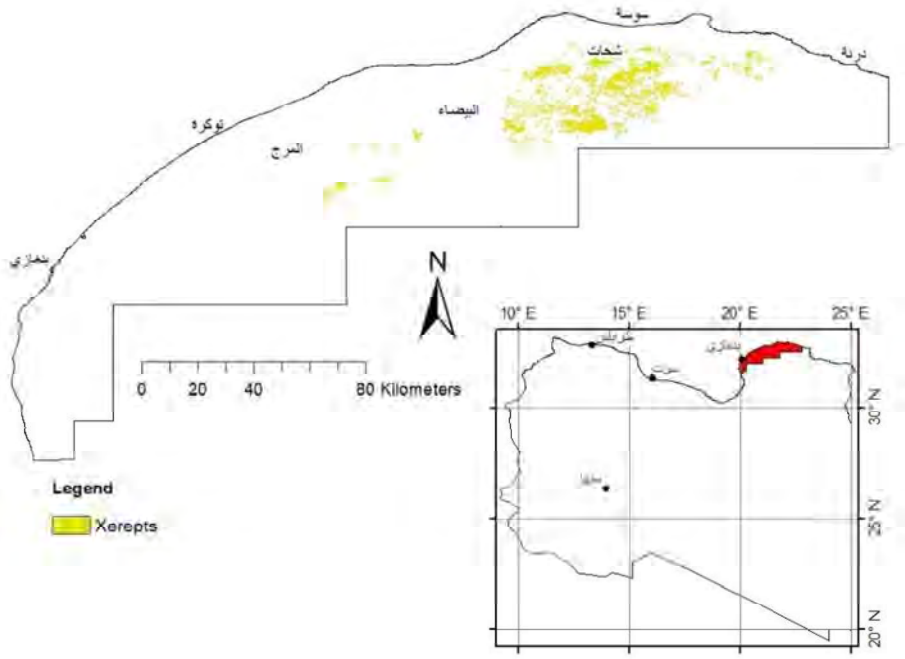
وتتميز تحت الرتبة هذه بوجود الأفق التشخيصي السطحي الأوكريك، والأفق التشخيصي تحت السطحي الكامبيك (أفق التغيير)، كما أن هذا الصنف تحديداً في هذه

المناطق (وخاصة في جبال طرابلس) يتميز باللون القرفي، ولذلك اختير لهذه الترب محليا اسم الترب الجبلية القرفية قليلة التطور (Xerepets)، لتميزها عن بقية الترب الليبية الأخرى، التي قد تحتوي على أفق الأوكريك وأفق الكامبيك مثل الترب الجافة ذات أفق التغيير (Cambids). وهذا الصنف من الترب هو الأكثر انتشاراً من حيث المساحات التي يغطيها في منطقة جبال طرابلس عنه في منطقة الجبل الأخضر، أنظر الشكليّن (19.4) و(20.4). فهو يغطي مساحة تقدر بحوالي (213,000) هكتار في مناطق جبال طرابلس، ويغطي فقط مساحة تقدر بحوالي (44,000) هكتار في مناطق الجبل الأخضر [176].



الشكل (19.4): مناطق انتشار (Xerepts) في جبال طرابلس

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [176]



الشكل (20.4): مناطق انتشار (Xerepts) في الجبل الأخضر

أُنتجت هذه الخريطة بالاستعانة ببيانات المصدر الأصلي [176]

وتتكون هذه الترب تحت ظروف مختلفة من التضاريس، وعلى ارتفاعات متباينة من مستوى سطح البحر، تتراوح بين 400 إلى 880 م، ولكنها أكثر انتشاراً في التضاريس المائلة إلى الاستواء، كالأجزاء السفلى من المنحدرات الخفيفة والمنخفضات السهلية وبطون الأودية وغيرها. إن مستوى الماء الأرضي في مناطق تواجد هذه الترب عميق. وليس له تأثير على عملية تكوينها. ومواد أصل هذ الترب متباينة، تشمل رواسب الأودية، ورواسب مسيلات المجاري المائية المختلطة مع رواسب الأودية، ورواسب المنحدرات المختلطة مع نواتج الصخور

المحلية. وغالبية هذه الرواسب هي نواتج تجوية الصخور الرسوبية، وقليل منها نواتج تجوية الصخور النارية. وأهم ما يميز هذه الرواسب هي أنها محتوية على كربونات الكالسيوم، كما أنها تعرضت لتجوية شديدة. ومناخ المناطق الكائنة فيها يتميز بموسمين رئيسيين، أحدهما جاف (من شهر مايو إلى شهر أكتوبر)، والآخر ممطر (من شهر نوفمبر إلى شهر أبريل). ولذلك فإن نشاط عمليات تكوين التربة في هذه المناطق محصور في الفترة الممطرة فقط. والغطاء النباتي الطبيعي لهذه الترب في جبال طرابلس غير موجود بصورة تذكر في الوقت الحاليْ ذلك أن غالبية هذه الترب مزروعة بأشجار الزيتون واللوز والعنب والتين والخوخ وغيرها من الزراعات الحقلية، أما مناطق الجبل الأخضر التي بها هذا الصنف من التربة، فالغطاء النباتي فيها يتكوّن من أشجار الغابات والشجيرات مثل العرعر (الشعره) والبطوم والشماري والبلوط والشبرق (القندول) وغيرها. وعمليات تكوين هذه الترب تتأثر إلى حد كبير باختلاف التضاريس، وبالطبيعة المميزة لمواد الأصل وفترات الابتلال والجفاف المتعاقبة، وهذه جميعها تعمل على تحلل المواد العضوية على سطح التربة لتكوين أفق سطحي فقير في المادة العضوية وفاتح اللون، كما تعمل تلك المؤثرات على زيادة كمية حبيبات الطين نسبياً في الطبقات تحت السطحية، مكوّنة أفق التغيير (Cambic)، وكذلك تعمل على غسيل كربونات الكالسيوم ونقلها وترسيبها بدرجات متفاوتة، حسب الظروف المحلية لعوامل التكوين المختلفة.

هذا وأن الصنف الموجود في ليبيا من هذه الرتبة وهو (Xerepets)، يتبعه مجموعتان عظمتان، وهما: الأولى: (Calcixerepets) وهي التي تحتوي على الأفق الجيري تحت أفق التغيير، والثانية: (Haploxerepets) وهي التي لا تحتوي على أي افق تشخيصي تحت

سطحي آخر تحت أفق التغيير، وأن اختلاف عوامل تكوين التربة محليا في تلك المناطق يؤدي إلى وجود نوعيات يختلف بعضها عن بعض في بعض الخواص، ويمكن وضعها في تحت مجموعات مختلفة، منها [39، 62، 176]:

- ✓ **النموذجية** (Typic Haploxerepets): وهي النموذجية العميقة القطاع، ولا تحتوي على الأفق الجيري، وقد تكون غير جيرية أو جيرية خفيفة، وهي أكثر الترب انتشاراً في منطقتيْ جبال طرابلس والجبل الأخضر، ومكانها في مناطق غريان ويفرن وترهونة بصورة أساسية من جبال طرابلس، وفي مناطق البيضاء والفايدية والأبيار بصورة أساسية في مناطق الجبل الأخضر.
- ✓ **الجيرية** (Typic Calcixerepets): وهي لا تختلف عن الأولى النموذجية إلا في احتوائها على الأفق الجيري.
- ✓ **الضحلة** (Lithic Haploxerepts): وهي ضحلة لا يتعدى عمقها أكثر من 50 سم، وينحصر وجودها في مناطق جبال طرابلس فقط، وتغطي مساحة تقدر بحوالي (29,000) هكتار.
- ✓ **الرسوبية** Fluventic Haploxerepets: وهي التي تتكون من رواسب الأودية، وتنتشر بصورة محدودة جداً في بعض بطون الأودية التي تخترق جبال طرابلس.
- ✓ **القلابة** (Vertic Haploxerepets): وهي التي تكوّن شقوقاً سطحية قد تكون عميقة أو غير عميقة، وتتأثر قليلاً بعملية تكوين التربة المعروفة بعملية القلب أو الخلط المشار إليها في الترب القلابة. وتنتشر بصورة محدودة في مناطق الجبل الأخضر فقط، وتغطى مساحة 2,500 هكتار تقريباً في مناطق الفايدية والبيضاء وشحات والأبرق.

الفصل الخامس

خواص الترب الليبية

5. خواص الترب الليبية

بعد أن تعرفنا على أنواع الترب الليبية، ومناطق انتشار كل منها، وكيفية تكوينها ونشأتها، وأسباب اختلاف خواصها، نستعرض الآن الخواص الرئيسية لهذه الترب، وخاصة تلك التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بالإنتاج الزراعي.

هذا، وسوف نتناول كل نوع من الأنواع الرئيسية للترب الليبية على حدة (أما على المستوى التصنيفي تحت الرتبة أو على مستوى المجموعة العظمى)، ونبين أوجه الاختلافات في خواص التربة بين الأنواع وداخل النوع الواحد. وذلك لتسهيل المقارنة بين خواص الأنواع المختلفة من الترب الليبية [142،65،56]، وذلك كما يلي:

1.5 خواص الترب حديثة التكوين الرملية (Psamments)

أهم ما تتميز به هذه الترب، أن قطاعها غير مميز إلى آفاق واضحة، عدا الأفق التشخيصي السطحي المعروف باسم الأوكريك، وقوامها الرملي.

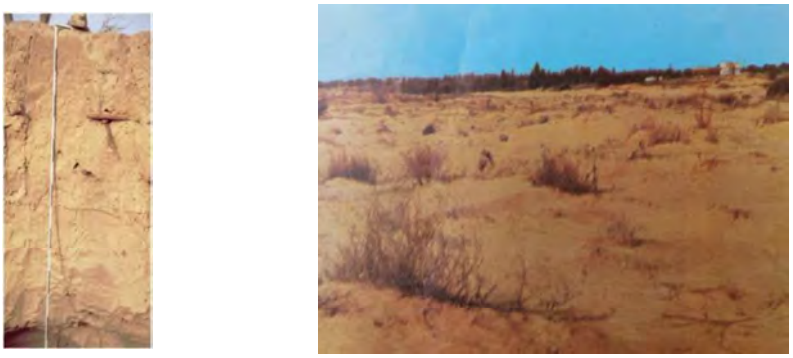
1. الخواص المورفولوجية

- ❖ قطاع التربة يحتوي على أفقين رئيسيين هما أفق (A_1) أو(A_p) وأفق (C) أفق مادة الأصل.
- ❖ الأفق التشخيصي الوحيد بها هو الأفق التشخيصي السطحي الأوكريك، ولا يوجد فيها أي من الآفاق التشخيصية تحت السطحية.
- ❖ عادة ما تكون هذه التربة فاتحة اللون (صفراء أو بنية أو بنية صفراء أو بنية محمرة) وذلك لفقرها من المادة العضوية ولاحتوائها على معادن الكوارتز بصفة سائدة.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق، فهي جافة في معظم الوقت من السنة، والنظام الرطوبي بها إما النظام الرطوبي الجاف الحار (Torric) وهي تبع المجموعة العظمى

(Torripsamments) أو النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric) وهي تتبع للمجموعة العظمى (Xeropsamments).

- ❖ تختلف هذه الترب في عمق القطاع، فمنها العميق وهي تتبع تحت المجموعة النموذجية (Typic)، ومنها التي لا يزيد عمقها عن 50 سم وتتبع تحت المجموعة الضحلة (Lithic).
- ❖ لا يوجد على سطحها حصى أو حجارة أو قشور صلبة بدرجة تعيق العمليات الزراعية.

والشكلان (1.5 و2.5) يبينان صورة للتربة حديثة التكوين الرملية.



شكل (1.5): الترب حديثة التكوين الرملية في منطقة الزهراء (سهل الجفارة)

شكل (2.5): الترب حديثة التكوين الرملية في منطقة غرب جبل العوينات (جنوب الكفرة)

2. الخواص الطبيعية

❖ **القوام**: تتميز جميع هذه الترب بالقوام الرملي حيث تحتوي على نسبة مئوية تزيد عن 85% من حبيبات الرمل، وإن نسبة الحصى فيها في أي حال من الأحوال لا تزيد عن 35 %، ولكن تختلف هذه الترب فيما بينها باحتوائها على نسب متباينة من مختلف أحجام حبيبات الرمل، فقد تسود حبيبات الرمل الخشن (0.5–1 مم) والمتوسط (0.5–0.25 مم) كما هو الحال في منطقة الكفرة (Kufra)، وتسود حبيبات الرمل الناعم (0.10–0.25 مم) والرمل الناعم جدا (0.05–0.10 مم) في منطقة سهل الجفارة، وهما تربتان تتبعان صنف التربة نفسه، ذلك أن هذا الاختلاف يؤثر في علاقة التربة بالماء (منحى الرطوبة المميز، قدرة حفظ التربة للماء وغيرها). والجدول (1.5) يبين التركيب الميكانيكي لعينات سطحية من تُرب حديثة التكوين الرملية من مناطق مختلفة في ليبيا [64].

جدول (1.5): التركيب الميكانيكي لعينات سطحية من تُرب حديثة التكوين الرملية من مناطق مختلفة في ليبيا*

المنطقة	النسبة المئوية من الوزن الكلي لعينة التربة			النسبة المئوية من الوزن الكلي لحبيبات الرمل في عينة التربة				
	طين	سلت	رمل	رمل ناعم جدا	رمل ناعم	رمل متوسط	رمل خشن	رمل خشن جدا
الزاوية	1.57	1.25	97.02	58.09	41.62	0.28	0.07	0.0
القواسم	3.67	3.12	93.20	76.70	31.38	0.88	0.04	0.0
تاجوراء	3.50	3.27	93.23	67.14	5.72	14.68	3.46	0.0
زليتن	1.19	2.14	96.67	5.08	40.31	52.68	1.94	0.0
الكفرة	1.58	1.46	96.96	20.94	13.78	71.23	44.31	3.63
السرير	1.29	1.08	95.60	13.03	16.76	21.82	34.13	14.06
أشكدة	3.43	0.54	96.03	2.28	4.86	23.60	84.88	4.29

*** مأخوذ عن [64]**

❖ **البناء**: تُعد هذه الترب جميعها عديمة البناء، وتوجد في صورة حبيبات مفردة أو في كتل مصمتة، وذلك راجع إلى قلة المواد الغروية فيها، سواء كانت معدنية (معادن الطين

السليكاتي) أو عضوية (الدبال).

- **التماسك**: تماسك هذه الترب بصفة عامة قليل جدا أو معدوم، فهي سهلة الفرك عندما تكون جافة أو رطبة، وغير مرنة وغير لاصقة عندما تكون مبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: من أهم ما يميز هذه الترب هو انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء وارتفاع معدل النفاذية والرشح بها، كما أن صرفها الداخلي يعتمد على عمق القطاع، فتكون سريعة الصرف في الأنواع العميقة النموذجية، وتكون بطيئة الصرف في الأنواع الضحلة التي تحتوي على صخور صلبة قريبة من السطح.
- **التهوية**: تتميز هذه التربة بجودة تهويتها، وذلك لاتساع مساماتها وسرعة صرف الماء فيها.

والجدول (2.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرملية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

التركيب المعدني: يدل التركيب المعدني لحبيبات الرمل والسلت في هذه الترب بصفة عامة، على أنها تتكون بصفة أساسية من معدن الكوارتز مع وجود الفلدسبار بكميات قليلة. أما التركيب المعدني لحبيبات الطين فيحتوي أساساً على مجموعة الباليجورسكايت (Palygorskite) والكاؤلينيت (Kaolinite)، وقد يكون معهما كذلك الايلايت (Illite) والايلايت – سمكتاتيت (Illite - Smectite) والكلورايت (Clorite)، وفي بعض الأحيان السمكتايت (Smectite) والكلورايت المتمدد. هذا التركيب المعدني وجد في الترب الممثلة للصنف في المناطق الشمالية الغربية والمناطق الشمالية الشرقية [176]. أما في دراسة لـ عبد الجواد وآخرين [109] لترب السرير الرملية التابعة لهذا الصنف، فقد وجدوا أن التركيب المعدني لحبيبات الطين تتكون أساساً من المعادن الأولية (الكوارتز والفلدسبار (الأورتوكليز)

(Orthoclase))، مع كميات أقل من الكاؤلينيت والدولومايت (Dolomite) والفلدسبار (البلاجيوكليز) (Plagioclase). ومن المعادن التي وجدت كذلك في حبيبات الطين: المسكوفايت والكروسولايت (Chrosolite) والهورنبلد والأباتيت والجيوتات والكالسيت وأناتيس (Anatase).

جدول (2.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الرملية حديثة التكوين تمثل مواقع جغرافية متباينة بمختلف في ليبيا *، **

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين%		
(1) النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xeropsamments								
A_1	0-26	أصفر محمر	عديم البناء	94.2	2.8	3.0	رملي	
C_1	26-100	أصفر محمر	عديم البناء	90.7	6.3	3.0	رملي	
C_2	100-300	أصفر محمر	عديم البناء	88.3	7.1	4.6	رملي	
(2) النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xeropsamments								
A_1	0-28	بني مصفر	عديم البناء	98.4	1.6	صفر	رملي	
C_1	28-95	أصفر بني	عديم البناء	99.0	0.5	0.5	رملي	
C_2	95-300	بني مصفر	عديم البناء	95.3	4.0	0.7	رملي	
(3) النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torripsamments								
A_1	0-15	أصفر محمر	عديم البناء	90.0	8.0	2.0	رملي	
C_1	15-63	أصفر محمر	عديم البناء	86.0	10.0	4.0	رملي	
C_2	63-220	أصفر محمر	عديم البناء	89.0	4.0	7.0	رملي	
(4) النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torripsamments								
C_1	0-40	أصفر باهت	عديم البناء	94.0	3.5	2.5	رملي	
C_2	40-80	أصفر باهت	عديم البناء	95.0	3.3	1.7	رملي	
C_3	80-120	أصفر باهت	عديم البناء	96.5	0.8	2.7	رملي	
(5) النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الضحلة Lithic Xeropsamments								
A_1	0-15	أصفر محمر	عديم البناء	93.9	2.0	2.0	رملي	
C	15-50	أصفر محمر	عديم البناء	91.4	4.1	4.1	رملي	
R	50-60	أبيض	---	---	---	---	---	
(6) النظام الرطوبي الجاف الضحل Lithic Torripsamments								
C	0-48	أصفر	عديم البناء	93.4	1.0	5.6	رملي	
R	48-58	زيتوني باهت	عديم البناء	---	---	---	---	

*** مصدر البيانات معدل عن (1) [176] (قطاع 1،2،5)، (2) [95] (قطاع 4)، (3) [21] (قطاع 3)، و(4) [118] (قطاع 6).**

**** مواقع القطاعات: (1) الخضراء بتزهونة (2) قمينس، (3) سواوة – سرت، (4) السرير، (5) سوق الجمعة، زليتن، (6) أشكدة، وادي الشاطئ.**

❖ **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب باحتوائها المنخفض على المادة العضوية، التي لا تصل بأي حال من الاحوال إلى أكثر من 1 %. وهي عادة ما تكون في مستواها الأقصى في السطح، وتتناقص إلى أن تختفي بالعمق. هذا ويكون متوسط كمية المادة العضوية في الطبقات السطحية من هذه الترب في المناطق الشمالية من البلاد حوالى 0.5 %، ولا تزيد على 0.1 % في المناطق الجنوبية من البلاد.

❖ **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل لهذه الترب قلوية، وعادة ما تكون محصورة بين 7 و9 درجات.

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية للكاتيونات في هذه الترب منخفضة، وذلك لقلة حبيبات الطين والمادة العضوية بها، وهي عادة ما تكون أقل من 5 ملي مكافئ/100 جم تربة، وتكون الترب مشبعة كُلياً بالكاتيونات القاعدية (K^+، Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}).

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: فهذه الترب غير ملحية، حيث درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة بها لا تزيد على 2 ملي سيمنز/سم على درجة 25 م°. وفي الوقت نفسه عادة ما تحتوي على كميات منخفضة من الجبس، كما أنها غير جيرية أو جيرية بسيطة، حيث تتراوح كربونات الكالسيوم بها من أقل من 1 % إلى 10 %.

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: تتميز هذه الترب باحتوائها المنخفض على النيتروجين، وذلك لقلة المادة العضوية بها، ولارتفاع درجة التفاعل، ولوجود كربونات الكالسيوم ولو بصورة غير كبيرة. فعادة ما تعاني هذه الترب من نقص غذائي في عنصر الفوسفور والعناصر النادرة وخاصة الحديد والزنك، وذلك لما لهذين العاملين من تأثير على تحويل العناصر في التربة إلى صور غير صالحة للامتصاص بواسط النبات. أما قدرة هذه التربة الخصوبية

بالنسبة للعناصر الغذائية الأخرى فهي، جيدة بسبب وجود تلك العناصر بكميات لا بأس بها.

والجدولان (3.5) و(4.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرملية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (3.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرملية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربائي ملي سيمنز/سم/ 25ْم	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة المتبادلة للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xeropsamments								
A_1	26-0	0.4	8.7	2.5	7.5	0.08	0.4	
C_1	100-26	0.5	8.8	2.5	7.9	0.03	0.6	
C_2	100-300	0.5	8.9	3.5	7.03	-	0.5	
(2) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xeropsamments								
A_1	28-0	1.1	8.8	35.3	3.6	0.23	3.7	
C_1	95-28	1.1	8.8	35.1	3.5	0.21	1.7	
C_2	300-95	1.1	8.9	37.1	4.9	صفر	1.8	
(3) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torripsamments								
A_1	15-0	0.32	7.9	2.0	5.1	0.12	10.3	
C_1	63-15	0.24	8.2	4.0	4.7	0.22	12.2	
C_2	220-63	0.25	8.7	5.0	8.4	-	7.7	
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torripsamments								
C_1	40-0	0.44	8.3	1.8	1.4	0.01	14.8	
C_2	80-40	1.90	7.9	1.3	1.3	0.01	10.4	
C_3	120-80	1.65	8.0	1.8	-	-	-	
(5) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الضحلة Lithic Xeropsamments								
A_1	15-0	0.61	8.4	1.1	4.8	0.12	0.6	
C	50-15	0.68	8.3	2.9	5.0	0.11	0.6	
R	60-50	0.93	8.4	70.2	4.1	-	0.7	
(6) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torripsamments								
C	48-0	9.2	7.8	0.81	1.5	0.80	22.0	
R	58-48	-	-	-	-	-	-	

* مصدر البيانات: (أنظر جدول **2.5**)

جدول (4.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الرملية حديثة التكوين تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xeropsamments								
A_1	26-0	0.007	3.5	141	2.15	9.0	0.21	0.17
C_1	100-26	0.003	2.1	116	1.15	8.6	0.23	0.21
C_2	300-100	---	1.3	167	1.57	5.5	0.23	0.14
(2) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xeropsamments								
A_1	28-0	0.023	3.5	25	6.68	16.0	0.40	0.20
C_1	95-28	0.018	3.2	20	8.61	16.0	0.62	0.12
C_2	300-95	صفر	3.5	20	9.00	15.0	0.86	0.18
(3) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torripsamments								
A_1	50-0	0.003	0.14	52	1.75	2.30	0.45	0.40
C_1	63-15	---	0.03	46	1.60	1.40	0.42	0.37
C_2	220-63	---	---	59	1.60	1.50	0.42	0.47
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torripsamments								
C_1	40-0	0.001	0.30	137	4.13	9.00	آثار	آثار
C_2	80-40	0.001	0.20	66	3.13	10.00	آثار	آثار
C_3	120-80	---	---	---	---	---	---	---
(5) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الضحلة Lithic Xeropsamments								
A_1	15-0	0.008	3.8	198	3.00	20.0	0.44	0.10
C	50-15	0.008	1.8	226	2.50	14.0	0.42	0.17
R	60-50	---	---	---	---	---	---	---
(6) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torripsamments								
C	48-0	0.002	1.1	9.0	1.70	1.32	0.64	0.22
R	58-48	---	---	---	---	---	---	---

* مصدر البيانات: (أنظر جدول 2.5)

2.5 خواص الترب حديثة التكوين الرسوبية (Fluvents)

أهم ما تتميز به هذه الترب أن قطاعها غير مميز إلى آفاق بيدولوجية، عدا الأفق التشخيصي السطحي الأوكريك، وهو مميز في طبقات رسوبية متباينة الخواص مختلفة الأعمار داخل القطاع الواحد أو بين القطاعات المختلفة للترب التابعة لهذا الصنف (تحت الرتبة).

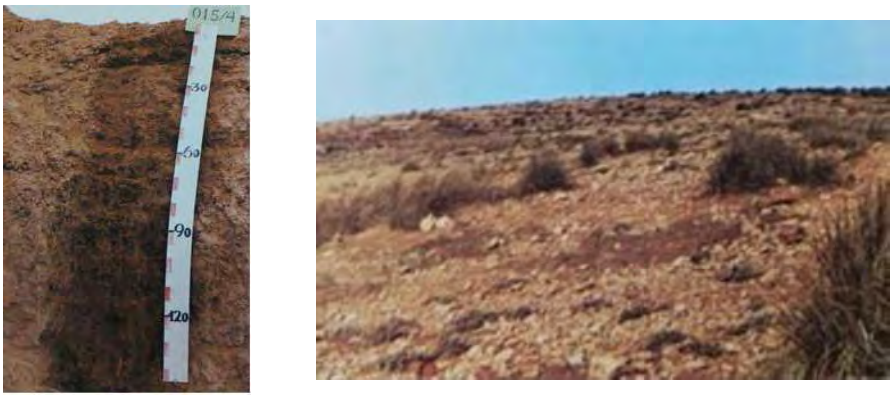
1. الخواص المورفولوجية

- ❖ قطاع التربة يحتوي أساساً على أفقين هما (A_1) أو (A_p) وأفق (C). وأن أفق (C) مقسّم في القطاع الواحد إلى آفاق ثانوية وهي (C_1)، (C_2)، (C_3)، (C_4)، وغيره، وذلك حسب عدد الطبقات الرسوبية المختلفة الخواص.
- ❖ الأفق التشخيصي الوحيد للتربة هو السطحي الأوكريك، ولا يوجد فيها أي من الآفاق التشخيصية تحت السطحية الأخرى.
- ❖ عادة ما تكون التربة قاتمة اللون (بنية غامقة أو بنية محمرة أو رمادية محمرة)، وكثيراً ما تأخذ كل الطبقات الرسوبية لونها المميز، حيث تفصل بينها حدود واضحة، ويتحدد لون الطبقة بلون المواد الرسوبية المختلفة التي تكوّنها.
- ❖ عادة ما تكون التربة عميقة القطاع في وسط السهول الفيضية من الوادي، وتقل في العمق كلما اتجهنا صوب جانبي الوادي.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق نوعاً ما (أكثر من 3 أمتار)، فهي جافة في معظم الوقت من السنة. ففي تُرب الأودية الشمالية من البلاد والقريبة من البحر، يكون النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric) هو السائد، وهي تُرب تتبع للمجموعة العظمى (Xerofluvents). أما في الأودية البعيدة عن البحر، يكون النظام الرطوبي بها الجاف الحار (Torric)، وهي تتبع المجموعة العظمى (Torrifluvents).
- ❖ من المزايا المورفولوجية المميزة لهذه الترب أن قطاعها قد يحتوي على طبقات مختلفة القوام، فمنها الطيني، أو الطيني الطميي، أو الطمي السلتي، أو السلتي، أو الرملي الطميي، أو الرملي. أضف إلى ذلك، أن هذه الطبقات قد تحتوي على نسب متفاوتة من الحصى والحجارة. وفي بعض الأحيان تكون الطبقة غير حصوية، وفي أحيان أخرى تكون

حصوية، أو حصوية جداً، وقد تصل نسبة الحصى بها إلى أكثر من 90 %.

- ❖ نسبة وجود الحصى والحجارة على سطح التربة متفاوتة من موقع إلى آخر، فقد لا يوجد على سطحها أية كمية من الحصى والحجارة بدرجة تعيق العمليات الزراعية في موقع ما في الوادي، وفي موقع آخر نجد أن كمية الحصى والحجارة الموجودة على سطح التربة تعيق العمليات الزراعية.
- ❖ تختلف أعمار الطبقات المختلفة لهذه الترب من موقع معين إلى موقع آخر، وكذلك داخل التربة الواحدة. وعلى العموم، فإن الطبقات الرسوبية في تُرب الأودية الجنوبية الصحراوية، تكون أقدم عمراً من الطبقات الرسوبية في تُرب أودية المناطق الشمالية. هذا وكثيراً ما يتخلل الطبقات الرسوبية في أودية المناطق الشمالية وخاصة الشمالية الغربية والوسطى، طبقات مترسبة هوائياً (طبقات رملية)، وأحياناً كثيراً ما تكون هذه الترب في تلك المناطق مدفونة تحت طبقة سطحية مختلفة الأعمار من الرمال السافية التي ترسبت كذلك بفعل التعرية الريحية النشطة في تلك المناطق.

والشكل (3.5) يبين صورة للتربة حديثة التكوين الرسوبية.



شكل (3.5): تُرب رسوبية حديثة التكوين في وادي سوف الجين (ورفلة)

2.الخواص الطبيعية

❖ **القوام**: تختلف الترب التابعة لهذا الصنف في القوام، كما أوضحنا سابقاً، ولكنها بصفة عامة يتميز أغلبها بالقوام الطيني أو الطيني الطميي، الذي قد يحتوي على نسب متفاوتة من الحصى.

❖ **البناء والتماسك**: هذه الترب بصفة عامة ضعيفة البناء بالرغم من احتوائها على نسب لا بأس بها من حبيبات الطين، وذلك نتيجة للتوزيع غير المنتظم لحبيبات التربة، واحتوائها على الحصى، وضعف محتواها من المادة العضوية. حيث إنها بصفة عامة؛ صلبة التماسك وهي جافة، متماسكة وهي رطبة، ومرنة ولاصقة وهي مبللة.

❖ **علاقة التربة بالماء**: أهم ما تتميز به هذه الترب هي قدرتها على الاحتفاظ بالماء، أما معدلات النفاذية والرشح بها فهي من بطيئة إلى متوسطة، كما أن

صـرفها الـداخلي يتوقـف علـى نوعيـة وقـوام الطبقـات الرسـوبية الـتي تحتـوي عليهـا، فهي تتراوح من بطيئة الصرف إلى معتدلة.

❖ **التهوية**: تختلف هذه الترب في حالة التهوية، وذلك لاختلاف المسامية فيها من موقع إلى آخر. حسب القوام والبناء، ولاختلاف حالة الرطوبة بها من موسم إلى آخر، وعلى العموم فهي من متوسطة إلى سيئة التهوية. والجدول (5.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرسوبية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: يختلف التركيب المعدني لهذه الترب بصفة عامة من تربة إلى أخرى، وذلك حسب التركيب المعدني للرواسب المائية التي كوّنت طبقاتها. فمن دراسة سلخوزبروم إكسبورت (1980) [176] للترب حديثة التكوين الرسوبية في المنطقة الشمالية الغربية من البلاد، وجد أن نوعيات الترب التابعة لهذا الصنف والخفيفة القوام، يتكون فيها التركيب المعدني لحبيبات الطين أساساً من **مجموعة الأيلات – الكاؤلينيت – الباليجورسكايت**. أما الثقيلة القوام فتتكون أساساً من **مجموعة الباليجورسكايت – الأيلات – الكاؤلينيت**، وهاتان المجموعتان يوجد معهما كمية قليلة من كل من **الايلايت– سمكتايت**، وكمية ضئيلة مختلطة من الكلورايت والكلورايت المتمدد. أما الحبيبات غير الطينية، فتتكون أساساً من الكوارتز والفلدسبار اللذين وجدا كذلك في الحبيبات الطينية.

جدول (5.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرسوبية تمثل مواقع جغرافية متباينة بمختلف في ليبيا *، **

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين%		
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xerofluvents								
A_1	19-0	بني محمر	محبب	13.4	27.5	59.1	طيني	حصوية
C_1	41-19	بني محمر	محبب	13.3	26.0	60.7	طيني	حصوية
C_2	53-41	بني محمر	صفائحي	52.0	19.5	28.5	طمي طيني	حصوية
R	63-53	أحمر وردي	---	---	---	---	رملي	حجر جيري
(2) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_1	15-0	رمادي فاتح	فتاتي	48.5	34.1	17.4	طمي	
C_1	49-15	رمادي فاتح	فتاتي	57.8	23.7	18.3	طمي رملي	
C_2	93-49	أصفر محمر	فتاتي	71.2	17.4	10.6	طمي رملي	
C_3	128-93	بني محمر فاتح	فتاتي	67.9	16.2	7.7	رملي طمي	
C_4	174-128	بني محمر فاتح	فتاتي	43.5	34.3	22.2	طمي	
C_5	300-174	أصفر محمر	فتاتي	70.7	15.3	14.0	طمي رملي	
(3) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_p	35-0	بني معتم	صفائحي	8.8	53.2	38.0	طمي طيني سلتي	
C_1	52-35	بني معتم	كتل مصمتة	4.0	59.6	36.4	طمي طيني سلتي	
C_2	78-52	بني معتم	كتل مصمتة	10.6	60.6	28.8	طمي طيني سلتي	
C_3	95-78	بني	حبيبات مفردة	89.3	4.6	6.1	رملي حصوي	
CR	105-95		كتل مصمتة	---	---	---	---	
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_p	30-0	بني قاتم	كتلي	---	---	---	طيني رملي	
C_1	50-30	بني قاتم	كتلي	---	---	---	طيني رملي	
C_2	90-50	بني قاتم	كتلي مضلع	---	---	---	طمي طيني رملي	
C_3	150-90	بني قاتم	كتلي شبه مضلع	---	---	---	طمي سلتي	

*** مصدر البيانات معدل عن (1) [176] (قطاع 1، 2)، (2) [98] (قطاع 4)، و(3) [118] (قطاع 3).**

**** مواقع القطاعات: (1) وادي الوطية بمرسى الهلال الجبل الأخضر (2) من منطقة وشتاتة بترهونة، (3) من تمالا، العوينات، (4) من منطقة سوف الجين.**

❖ أما الحبيبات غير الطينية، فتتكون أساساً من الكوارتز والفلدسبار اللذين وُجدا كذلك في الحبيبات الطينية. إضافة إلى ذلك، وجد المختصون أنفسهم في دراستهم للصنف نفسه من التربة في المناطق الشمالية الشرقية، أن التركيب المعدني لحبيبات الطين يتكون أساساً من المجموعة الكاؤلينيت – الايلايت — الباليجورسكايت، كما توجد فيها كمية مختلطة لا بأس بها من الايلايت — سمكتايت، وكميات قليلة من الكاؤلينيت — سمكتايت،

والكلورايت والكلورايت المتمدد. وفي دراسة أجراها بن محمود وعبد الجواد (1993) [118] لترب هذا الصنف نفسه في المنطقة الجنوبية الصحراوية، وبالتحديد في منطقة تهالا، وجدا أن التركيب المعدني لحبيبات الرمل والسلت يتكون أساساً من الكوارتز والميكا (مسكوفايت) (Muscovite) والبوتاسيوم فلدسبار (Orthoclase)، أما حبيبات الطين، فالتركيب المعدني بها يتكون من الكاؤلينيت والميكا (الايلايت) بصفة أساسية مع معدن الفرميكولايت الذي يتناقص في الكمية مع العمق، ومعدن الباليجورسكايت الذي تزداد كميته بالزيادة في العمق. والمعادن التي توجد كذلك بكميات ضئيلة جداً هي الكلورايت والايلايت – كاؤولينيت المختلط.

- المادة العضوية: تحتوي هذه الترب بصفة عامة، على كمية منخفضة من المادة العضوية لا تصل في أقصاها إلى أكثر من 1 %، وتكون أعلى ما يمكن في الترب الحديثة التكوين الرسوبية في المنطقة الشمالية الشرقية، وتليها الترب نفسها في المنطقة الشمالية الغربية، وأقلها الترب نفسها في المناطق الجنوبية الصحراوية والتي لا تصل فيها المادة العضوية إلى أكثر من 0.1 %.
- **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل لهذه الترب قلوية، وعادة ما تكون محصورة بين 8 و9 درجات.
- **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: بالرغم من أن هذه الترب فقيرة في المادة العضوية، ومن ثم فهي فقيرة في الدبال (الغروي العضوي)، فإن احتواءها على حبيبات الطين بدرجات متفاوتة يؤدي إلى ارتفاع السعة التبادلية للكاتيونات بها بالمقارنة مع الترب حديثة التكوين الرملية، حيث تتراوح هذه السعة من 5 إلى 25 ملي مكافئ/100 جرام تربة. وتكون هذه الترب كذلك مشبعة تماما بالكاتيونات القاعدية (K^+, Na^+, Ca^{2+},

.(Mg^{2+})

- **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس:** تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها على كميات متفاوتة من الأملاح الذائبة وكربونات الكالسيوم والجبس. فهي قد تكون غير ملحية في المناطق الشمالية الشرقية، وغير ملحية إلى ملحية بدرجة بسيطة في المناطق الشمالية الغربية، وعادة ما تكون ملحية بدرجة متوسطة في المناطق الوسطى والجنوبية. أما كربونات الكالسيوم بها فهو يتراوح بين 2 إلى أقل من 15 %، وأما الجبس فعادة ما يكون بكميات منخفضة في هذه الترب.
- **محتوى العناصر الغذائية:** بالرغم من أن القدرة الخصوبية لهذه الترب بصفة عامة، هي أفضل كثيراً من الترب الرملية حديثة التكوين والترب الشائعة حديثة التكوين، فإن هذه الترب تتميز كذلك باحتوائها المنخفض على النيتروجين، وذلك لقلة المادة العضوية بها، كما أنها قد تعاني من نقص غذائي للفوسفور بسبب ارتفاع درجة التفاعل بها، ولوجود كربونات الكالسيوم بدرجة عالية نسبيا. أما قدرتها الخصوبية بالنسبة للعناصر الغذائية الأخرى فهي جيدة نسبياً بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة. والجدولان (6.5) و(7.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرسوبية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

3.5 خواص الترب حديثة التكوين الشائعة (Orthents)

أهم ما تتميز به هذه الترب هو أن قطاعها كذلك غير مميز إلى آفاق واضحة، عدا الأفق التشخيصي السطحي الأوكريك، وأن قوامها متباين، ولكنه غير رملي (قد يكون رملياً حصوياً يحتوي على أكثر من 35 % حصى)، وأن قطاعها لا توجد به الطبيعة الترسيبية لطبقات تُرب رسوبية حديثة التكوين.

جدول (6.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الرسوبية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربائي ملي سيمنز/سم/25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة المتبادلة للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xerofluvents								
A_1	19-0	1.2	8.2	5.4	25.9	3.30	0.77	
C_1	41-19	1.2	8.2	11.5	21.2	2.61	1.04	
C_2	53-41	1.2	8.2	85.4	5.2	0.87	0.38	
R	63-53		8.6	90.4				
(2) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_1	15-0	0.74	8.2	7.7	10.4	0.62	0.28	
C_1	49-15	0.68	8.3	9.6	10.8	0.32	0.65	
C_2	93-49	1.50	7.9	7.1	8.3	0.12	0.36	
C_3	128-93	0.62	8.2	7.3	6.9	0.10	0.44	
C_4	174-128	0.74	8.3	10.4	11.5	0.18	0.35	
C_5	300-174	0.56	8.3	6.2	8.2	0.03	0.42	
(3) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
Ap	35-0	17.0	7.3	0.56	28.7	0.81	16.4	
C_1	52-35	19.6	7.6	0.50	32.0	0.81	11.0	
C_2	78-52	24.2	7.5	0.56	13.4	0.72	26.7	
C_3	95-78	18.0	8.1	0.66	3.1	1.45	12.3	
CR	105-95	15.0	8.1	0.38	2.6	0.33	16.8	
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Tyoic Torrifluvents								
A_p	30-0	0.22	7.5	10.9	10.4	0.05	0.43	
C_1	50-30	0.20	7.5	16.9	16.7	0.25	0.11	
C_2	90-50	0.22	7.4	22.4	27.8	0.45	0.75	
C_3	105-90	0.22	7.8	24.1	32.0	0.32	17.0	

* مصدر البيانات: أنظر جدول **5.5**

جدول (7.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الرسوبية حديثة التكوين تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xerofluvents								
A_1	19-0	0.152	4.5	10.27	7.22	39.0	0.18	0.06
C_1	41-19	0.128	2.5	706	2.63	36.0	0.17	0.09
C_2	53-41	0.080	1.5	118	10.14	26.0	0.71	0.14
R	63-53	---	---	---	---	---	---	---
(2) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_1	15-0	0.032	12.5	495	2.76	81.0	0.60	0.37
C_1	49-15	0.019	3.4	236	2.37	44.0	0.38	0.30
C_2	93-49	0.010	2.6	165	2.91	31.0	0.22	0.22
C_3	128-93	0.009	1.4	141	2.91	30.0	0.16	0.18
C_4	174-128	0.007	2.0	188	1.78	41.0	0.24	0.33
C5	300-174	0.002	1.1	94	2.81	34.5	0.18	0.24
(3) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_p	35-0	0.007	8.4	28.5	5.10	6.80	3.20	2.22
C_1	52-35	0.010	5.5	28.0	2.56	4.10	1.32	1.36
C_2	78-52	0.008	4.8	25.0	2.04	3.52	0.96	0.82
C_3	95-78	0.008	2.6	12.5	3.40	0.66	0.28	0.28
CR	105-95	0.002	2.4	12.5	2.56	0.66	0.28	0.28
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torrifluvents								
A_p	30-0	0.005	15.8	100.0	12.02	1.98	0.30	1.25
C_1	50-30	0.003	2.4	110.0	1.66	1.54	0.46	0.69
C_2	90-50	0.004	0.0	198.0	1.26	1.61	0.28	0.74
C_3	150-90	0.002	0.5	168.0	2.38	2.44	0.10	0.59

* مصدر البيانات: أنظر جدول **5.5**

1.الخواص المورفولوجية

- قطاع التربة يحتوي أساساً على أفقين رئيسيين هما: (A_1) أو (A_p) و(C) أو (A_1) أو (A_p) و(R)، وقد تحتوي بعض الترب على الأفق الانتقالي (AC) أو (AR)، وبذلك تكون هذه الترب، إما محتوية على الآفاق (A_1) و (C) أو الآفاق (A_1) و(R)، أو الآفاق (A_1) و(AC) و(C) أو الآفاق (A_1) و(AR) و(R).
- الأفق التشخيصي الوحيد بها هو السطحي الأوكريك، ولا يوجد بها أيٌّ من الآفاق التشخيصية تحت السطحية الأخرى.

- ❖ عادة ما تكون هذه التربة فاتحة اللون (صفراء، أو بنية، أو بنية صفراء، أو بنية محمرة)، وذلك لفقرها في المادة العضوية، ولاحتوائها على المعادن الأولية بصفة رئيسية.
- ❖ تختلف هذه الترب في عمق القطاع، فمنها العميق أو متوسط العمق، وهي تتبع تحت المجموعة النموذجية (Typic)، ومنها لا يزيد عمقها عن 50 سم، وتتبع تحت المجموعة الضحلة (Lithic).
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق، فهي جافة في كل الوقت أو في معظمه. والنظام الرطوبي السائد بالترب الواقعة في نطاق خطوط المطر المرتفعة نسبياً والقريبة إلى البحر، يكون الـ (Xeric)، وهي تتبع المجموعة العظمى (Xerorthents). أما بقية الترب الواقعة في المناطق الأخرى من البلاد، فالنظام الرطوبي بها هو الجاف الحار (Torric)، وهي تتبع المجموعة العظمى (Torriorthents).
- ❖ نسبة وجود الحصى والحجارة على سطحها متفاوتة من موقع إلى آخر، فقد لا يوجد على سطحها أية كمية من الحصى أو الحجارة بدرجة تعيق العمليات الزراعية في موقع ما، وفي موقع آخر نجد أن كمية الحصى والحجارة على سطح التربة تعيق العمليات الزراعية.
- ❖ هناك بعض أنواع من هذه الترب في التضاريس المنحدرة أو المتموجة. والشكل (4.5) يبين صوراً لثلاث قطاعات ممثلة للترب حديثة التكوين الشائعة (عميقة، ضحلة، هيكلية "حصوية– حجرية").

أ. عميق
(مكنوسة بأوباري، فزان)

ب. ضحل
(العسة بالمنطقة الغربية)

ج. حصوي
(سرير القطوسة بمطقة فزان)

شكل (4.5): صور لقطاعات تُرب حديثة التكوين الشائعة

2. الخواص الطبيعية

- **القــوام**: تختلـف هـذه الـترب التابعـة لهـذا الصـنف في القـوام، كمـا وضـحنا سـلفاً، ولكـن بصـفة عامـة يتميـز أغلبهـا بالقـوام الخفيـف غـير الرملـي، وقـد يحتـوي علـى نسـب متفاوتـة مـن الحصـى أو الحجـارة. فقـد يكـون قوامهـا غالبـاً رمليـاً طمييـاً، أو طمييـاً رملياً، أو طمييـاً سلتياً، أو طمييـاً.
- **البناء والتماسك**: هذه الترب بصفة عامة ضعيفة أو عديمة البناء، وذلك لاحتوائها على نسب مرتفعة نسبياً من الرمل والسلت والحصى، وكذلك لفقرها الشديد في المادة العضوية، وهي بصفة عامة مفككة أو ضعيفة التماسك في الحالة الجافة، وقابلة للفرك في الحالة الرطبة، ومرنة ولاصقة بصورة بسيطة في الحالة المبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: أهم ما تتميز به هذه الترب هو انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وارتفاع معدل النفاذية والرشح بها، ولكن ليس بالدرجة التي عليها الترب حديثة التكوين الرملية. أما الصرف الداخلي بها فهو يعتمد على عمق القطاع، فتكون معتدلة الصرف في

الأنواع العميقة النموذجية، وتكون بطيئة الصرف في الأنواع الضحلة التي تحتوي على صخور صلبة قريبة من السطح.

❖ **التهوية**: تتميز هذه الترب بجودة تهويتها بصفة عامة، وذلك لاتساع المسامات بين حبيباتها واعتدال صرف الماء بها. والجدول (8.5): يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الشائعة تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: يختلف التركيب المعدني لهذه الترب اختلافا كبيراً من تربة إلى أخرى، وذلك لاختلاف مواد أصل هذه الترب واختلاف الصخور التي نشأت منها (كما تم توضيحه سابقا). هذا وقد يختلف التركيب المعدني للتربة اختلافاً طفيفاً عن التركيب المعدني لمادة الأصل، بحيث لا يكون في نوعية المعادن، ولكن في كمية وجودها في التربة بالمقارنة بمادة الأصل.

وفيما يلي التركيب المعدني لبعض الأنواع من هذه الترب: من دراسة لسلخوزبروم إكسبورت (1980) [176] للتربة حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي الجاف الحار الضحلة (Lithic Toiriorthents) في منطقة سوق الجمعة بزليتن وتكونت من صخور رسوبية جيرية. ويتضح أن التركيب المعدني لحبيبات الطين ينحصر بصفة رئيسية في مجموعة الكاؤلينيت – الباليجورسكايت، هذا ويوجد معها بكميات ضئيلة كل من معادن الايلايت والايلايت – سمكتايت المختلط.

جدول (8.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الشائعة تمثل مواقع جغرافية متباينة بمختلف في ليبيا *، **

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل%	سلت%	طين%		
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xerorthents								
A_p	17-0	أصفر محمر	كتل مصمتة	83.4	7.9	8.7	رملي طميي	
C_1	40-17	أصفر محمر	كتل مصمتة	76.7	10.9	12.4	رملي طميي	
C_2	75-40	أصفر محمر	كتل مصمتة	84.8	6.0	9.2	رملي طميي	
C_3	136-75	أصفر محمر	كتل مصمتة	50.3	26.4	23.3	طمي طيني رملي	
CR	146-136	أبيض	---	---	---	---	---	
(2) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Toriorthids								
A_1	18-0	أصفر محمر	عديم البناء	89.0	6.0	5.0	رملي	
C_1	97-18	أصفر محمر	عديم البناء	82.0	12.0	6.0	رملي طميي	
C_2	160-97	بني معتم	عديم البناء	74.0	14.0	12.0	طمي رملي	
(3) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الضحلة Lithic Xerorthents								
A_1	11-0	بني	حبيبي	36.1	39.8	24.1	طمي	
AR	23-11	بني فاتح	محبب	32.3	40.9	26.8	طمي	
R	33-23	أبيض محمر	---	---	---	---	---	
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torriorthents								
A_1	18-0	أضفر محمر	عديم البناء	68.7	21.0	10.3	طمي رملي	حصوي
R	28-18	أصفر محمر	---	---	---	---	---	جدا
(5) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torriorthents								
A_1	25-0	أصفر محمر	عديم البناء	63.0	24.0	13.0	طمي رملي	حصوي
C	40-25	أصفر محمر	عديم البناء	62.0	19.7	18.3	رملي	حصوي
CR	50-40	---	---	---	---	---	---	

*** مصدر البيانات معدل عن (1) [176] (قطاع 1، 3،4)، (2) [21] (قطاع 2)، و(3) [118] (قطاع 5).**

**** مواقع القطاعات: (1) من منطقة قمينس (2) من سواوة في سرت، (3) من بير مازق بالجبل الأخضر، (4) من سوق الجمعة بزليتن، (5) من الزويلة.**

والكلورايت والكلورايت المتمدد وأحياناً السمكتايت. أما التركيب المعدني لحبيبات الرمل والسلت فتتكون أساساً من المعادن الأولية، وأهمها الكوارتز والفلدسبار، ومن الدراسة نفسها للتربة حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الضحلة (Lithic Xerorthents) في منطقة بئر المصير بالقرب من وادي أم العقرب بالجبل الأخضر، وقد تكونت كذلك على الصخور الرسوبية الجيرية، اتضح أنها تحتوي على التركيب المعدني نفسه لحبيبات الطين للتربة السابقة.

ووجدوا أن التركيب المعدني لحبيبات الطين للترب حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط النموذجية (Typic Xerorthents) في منطقة قريبة من منطقة بئر المصير السابقة يتكون من مجموعة الايلايت – الباليجورسكايت — الكاؤلينت، مع كميات ضئيلة من الايلايت – سمكتايت والكلورايت والكلورايت المتمدد، وفي بعض الأحيان الكوارتز. وعند مقارنة التركيب المعدني لحبيبات الطين في هذه التربة بالتركيب المعدني لمادة الأصل التي نشأت منها، وجدت أنها متطابقة من حيث النوعية ومتغيرة من حيث كمية كل نوع من المعادن، فكمية الباليجورسكايت تنقص في التربة عما هي عليه في مادة الأصل، وتزداد كمية الكاؤلينيت والايلايت نسبياً.

هذا وقد وجد من دراسة لـ بن محمود وعبد الجواد (1993) [118] ، على تربة من منطقة زويلة في الجنوب من البلاد، تتبع تحت مجموعة الترب حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي الجاف الحار النموذجية (Typic Torriorthents)، أن التركيب المعدني لحبيبات الطين بها، يتكون أساساً من الباليجورسكايت والكاؤلينيت مع كميات أقل من الايلايت والسمكتايت المختلط وكميات ضئيلة من الكوارتز.

❖ **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها المنخفض على المادة العضوية، التي لا تصل بأي حال من الأحوال إلى أكثر من 1 %، وهي عادة ما تكون أقصى ما يمكن في سطح التربة، وتتناقص إلى أن تختفي بالعمق. وتحتوي عادة الترب التابعة للمجموعة العظمى حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط على كمية أكبر نسبياً من المادة العضوية (بمتوسط 0.5 %) مقارنة بالمجموعة الأخرى ذات النظام الرطوبي الجاف الحار (بمتوسط أقل من 0.2 %).

❖ **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل لهذه التربة قلوية، وعادة ما تكون محصورة بين 7.5 إلى 9 درجات.

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية لهذه الترب منخفضة نسبياً، حيث إن هذه الترب تقع في الوسط من حيث السعة التبادلية بين الترب حديثة التكوين الرملية، والترب حديثة التكوين الرسوبية، ولكنها لا تزيد عن 10 ملي مكافئ/100 جم تربة في أغلب الأحيان. وذلك لأنها فقيرة في المادة العضوية (الدبال)، ولقلة حبيبات الطين بها في أغلب الأحيان. هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص.

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها على كميات متفاوتة من الأملاح الذائبة وكربونات الكالسيوم والجبس، فهي غير ملحية بصفة عامة في مناطق معدلات تساقط الأمطار العالية (الجبل الأخضر وجبال طرابلس وغالبية المناطق الساحلية)، وملحية بدرجة بسيطة إلى متوسطة في المناطق الأخرى. أما كربونات الكالسيوم بها فتتراوح ما بين 2 إلى أقل من 15 %، والجبس عادة ما يكون بكميات منخفضة في هذه الترب.

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: تتميز هذه الترب باحتوائها المنخفض على النيتروجين، كما أنها تعاني كذلك من نقص غذائي للفوسفور والعناصر النادرة وخاصة الحديد والزنك. أما قدرتها الخصوبية بالنسبة للعناصر الغذائية الأخرى، فهي جيدة نسبياً، وذلك بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة. والجدولان (9.5) و(10.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الحديثة التكوين الشائعة التي تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (9.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الشائعة حديثة التكوين تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربائي ملي سيمنز/سم/25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	السعة التبادلية	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط النموذجية Typic Xerorthents								
A_p	17-0	1.4	8.8	44.0	4.99	1.09	2.0	
C_1	40-17	1.4	9.1	43.0	3.58	0.63	4.7	
C_2	75-40	1.6	9.4	44.0	2.99	0.30	4.7	
C_3	136-75	8.0	8.8	40.0	6.86	0.20	5.5	
CR	146-136	2.8	---	88.0	---	---	---	
(2) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torriorthents								
A_1	18-0	0.6	8.8	18.0	2.6	0.30	30.0	
C_1	97-18	0.6	8.5	15.5	2.7	0.40	20.0	
C_2	160-97	0.6	8.5	---	---	0.10	---	
(3) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الضحلة Lithic Xerorthents								
A_1	11-0	1.2	8.8	28.0	14.11	0.75	2.13	
AR	23-11	1.1	8.9	28.9	13.97	0.72	2.50	
R	33-23	0.9	8.8	80.0	6.17			
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torriorthents								
A_1	18-0	4.4	8.1	13.3	12.26	1.00	4.0	
R	28-18	4.6	8.2	78.9	---	---	---	
(5) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torriorthents								
A_1	25-0	1.36	8.1	18.6	8.7	1.29	5.9	
C	40-25	6.60	8.0	18.2	13.4	1.45	12.2	
CR	50-40	---	---	---	---	---	---	

* مصدر البيانات: انظر جدول **(5–8)**.

جدول (10.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب حديثة التكوين الشائعة تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي%	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الأنموذجية Typic Xerorthents								
A_p	17-0	0.087	4.7	212	2.05	41.0	1.18	0.41
C_1	40-17	0.040	0.5	212	1.25	21.0	0.90	0.41
C_2	75-40	0.026	صفر	194	1.27	27.0	0.96	0.48
C_3	136-75	0.019	صفر	130	1.26	18.0	0.66	0.42
CR	146-136	---	---	---	---	---	---	---
(2) ذات النظام الرطوبي الجاف النموذجية Typic Torriorthents								
A_1	18-0	0.007	0.019	21.4	1.46	3.68	0.41	0.046
C_1	97-18	0.021	0.040	22.2	1.17	2.97	0.45	0.60
C_2	160-97	0.021	0.008	24.2	---	---	---	---
(3) ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر المتوسط الضحلة Lithic Xerorthents								
A_1	11-0	0.066	8.9	659	3.61	65.0	0.87	0.57
AR	23-11	0.060	3.5	518	2.72	60.0	0.37	027
R	33-23	---	---	---	---	---	---	---
(4) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torriorthents								
A_1	18-0	0.050	3.4	212	1.5	32.5	0.62	0.18
R	28-18	---	---	---	---	---	---	---
(5) ذات النظام الرطوبي الجاف الضحلة Lithic Torriorthents								
A_1	25-0	0.003	4.6	168	1.54	3.52	0.22	0.28
C	40-25	0.002	5.5	254	1.70	0.82	0.28	0.22
CR	50-40	---	---	---	---	---	---	---

* مصدر البيانات: انظر جدول (8.5)

4.5 خواص الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيطة التطور (Haploargids)

تتميز هذه الترب بأنها جافة في معظم أوقات السنة، وبتطور قطاعها البسيط بوجود الأفق التشخيصي تحت السطحي المعروف بالأفق الطيني (Argillic)، وبقوامها الثقيل.

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ يحتوي قطاع التربة على الآفاق الرئيسية الثلاثة (A) و(B) و(C)، حيث إن أفق (B) يمكن أن ينقسم إلى (B_1)، (B_{2t}) (لأفق الطيني)، و(B_3).
- ❖ الأفق التشخيصي السطحي لهذه الترب هو الأفق الأوكريك، والأفق التشخيصي الرئيسي تحت السطحي هو الأفق الطيني، وقد سبق أن وضحنا ظروف تكوينه في المناطق الجافة.
- ❖ تتميز هذه الترب بصفة عامة، بلونها الغامق نسبياً، وهو عادة ما يكون بنياً غامقاً، أو بنياً محمراً غامقاً، وذلك لارتفاع نسبة حبيبات الطين بها.
- ❖ تختلف هذه الترب في العمق، فمنها العميق ومتوسط العمق، وهما يتبعان تحت المجموعة النموذجية (Typic)، ومنها الضحل الذي يتبع تحت المجموعة الضحلة (Lithic).
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عادة عميق، فهي جافة في معظم أوقات السنة، والنظام الرطوبي المميز بها هو النظام الجاف الحار (Torric) أو (Aridic)، وقد سميت باسمه. هذا ويوجد بعض من هذه الترب في المنطقة الانتقالية في النظام الرطوبي بين الجاف الحار والنظام المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric)، ولذلك وضعت هذه الترب بالذات تحت المجموعة (Xeric Haploargids).
- ❖ نسبة الحصى والحجارة على سطحها وداخل قطاعها متفاوتة من تربة إلى أخرى، وذلك حسب طبيعة مادة الأصل التي تكوّنها. والشكل (5.5) يبين صورة لأحد هذه الترب.

شكل (5.5): الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيطة التطور (جنوب غرب بنغازي)

2. الخواص الطبيعية

- **القوام**: تتميز هذه الترب بقوامها الثقيل بصفة عامة حيث ينحصر بين القوام الطمي الطيني إلى الطيني. وعادة ما تزيد نسبة حبيبات الطين في قطاع التربة بالعمق إلى أن تصل إلى نهايتها العظمى في الأفق الطيني، ثم ترجع في تناقص إلى أن تثبت في آفاق مادة الأصل تقريباً.
- **البناء والتماسك**: نتيجة لفقر هذه الترب في المادة العضوية ولارتفاع محتواها من حبيبات الطين، فإن هذه الترب عادة ما تكون بناء مندمجاً، يفتقر إلى تكوين تجمعات التربة الصغيرة بدرجة واضحة، وهو ما يجعل البناء في الطبقات السطحية بها نادراً ما يكون من النوع المتفتت (Crumbs). أما في الطبقات تحت السطحية، وخاصة في الأفق الطيني، فعادة ما يكون البناء كتلياً أو كتلياً مضلعاً. أما التماسك فهو صلب إلى صلب جداً في الحالة الجافة، أما تماسكها في الحالة الرطبة فهي قابلة للفرك، ومرن جداً ولاصق جداً في الحالة المبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: نتيجة لارتفاع محتوى التربة من حبيبات الطين، ولاندماج وانضغاط التربة وزيادة تماسكها، وخاصة في الطبقات تحت السطحية، فإنه بالرغم من ارتفاع قدرتها على الاحتفاظ بالماء، فإن كمية الماء المتيسر للنبات بها منخفضة نتيجة لقوة شدها

للرطوبة العالية، وأن معدلات النفاذية والرشح بها منخفضة، والصرف الداخلي بها رديء.

❖ **التهوية**: تعتبر هذه التربة ملائمة ومقبولة نسبياً من حيث التهوية، وذلك في الطبقات السطحية فقط، حيث المسامية الهوائية فيها لا تقل عن 15 % حجماً، بينما نتيجة لارتفاع نسب حبيبات الطين في الطبقات تحت السطحية وزيادة اندماجها، فإن التهوية بها تقل إلى أن تصبح غير ملائمة. والجدول (11.5) يبين الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق الطيني في منطقة الخضراء جنوب بنغازي.

جدول (11.5): الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق الطيني في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل%	سلت%	طين%		
(1) البسيطة التطور Haplargids								
A_p	13-0	بني قاتم	كتلي	28.0	46.0	26.0	طميي	
B_{2t}	33-13	بني قاتم	كتلي مضلع	8.01	42.0	40.0	طيني سلتي	
B_{2tca}	56-33	أصفر محمر	كتلي مضلع	22.0	38.0	40.0	طيني	
C_{ca}	80-56	بني محمر	مصمت	34.0	32.0	34.0	طمي طيني	
(2) القديمة Paleargids								
A_p	14-0	بني قاتم	كتلي	27.0	46.0	27.0	طمي طيني	
B_{21t}	30-14	بني قاتم	كتلي مضلع	21.0	40.0	39.0	طمي طيني	
B_{22t}	60-30	اصفر محمر	كتلي مضلع	17.0	40.0	43.0	طيني سلتي	
C_{1ca}	85-60	أصفر محمر	صفائحي	13.0	34.0	53.0	طيني	صلبة جداً وهي جافة متماسكة جداً وهي رطبة
C_{2ca}	115-85	بني محمر	عديم البناء	23.0	32.0	45.0	طيني	
C_{3ca}	150-115	بني محمر	عديم البناء	19.0	36.0	45.0	طيني	
(3) الصودية Natrargids								
A_p	12-0	بني قاتم	كتلي مستدير	40.0	29.0	31.0	طمي طيني	
B_{21t}	30-12	بني قاتم	كتلي عمودي	22.0	33.0	45.0	طيني	
B_{22t}	50-30	بني	كتلي مضلع	18.0	37.0	45.0	طيني	
C_{ca}	100-50	بني محمر	مصمت	24.0	33.0	43.0	طيني	
(4) الصودية Natrargids								
A_p	13-0	بني	كتلي مضلع	29	46	25	طمي	
B_{21t}	33-13	بني قاتم	كتلي مضلع	21	42	37	طمي طيني	
B_{22t}	58-33	بني قاتم	كتلي مضلع	22	39	39	طمي طيني	
B_{23}	87-58	بني قاتم	كتلي مضلع	17	38	45	طيني	
B_3	150-87	بني قاتم	كتلي مضلع	16	35	49	طيني	

* مصدر البيانات: دراسات التربة لمنطقة غرب الخضراء في الشمال الشرقي من ليبيا [96]

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

- **التركيب المعدني**: التركيب المعدني لحبيبات الطين للترب التابعة لهذه المجموعة في منطقة جنوب غرب بنغازي، يتكون أساساً من الكاؤلينيت والايلايت والايلايت – السمكتايت المختلط والكلورايت [72]، وأما الحبيبات غير الطينية، فتتكون أساساً من الكوارتز والفلدسبار. هذا والتركيب المعدني لهذه التربة يتطابق مع التركيب المعدني لمواد أصلها، وهو يؤكد أن هذه المعادن في التربة موروثة عن مواد الأصل التي نشأت منها.
- **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب بصفة عامة، باحتوائها على كمية منخفضة من المادة العضوية، والتي لا تصل إلا نادراً إلى 1 %، وتنخفض تدريجياً بالعمق.
- **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل لهذه الترب قلوية، تزيد عن 7.5 وتزداد بالعمق.
- **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية للكاتيونات لهذه الترب تعادل في المتوسط العام 20 ملي مكافئ/100 جم تربة، وهي مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكاتيون السائد على معقد الادمصاص هو الكالسيوم المتبادل.
- **محتوى التربة من الأملاح وكربونات الكالسيوم والجبس**: هذه الترب بصفة عامة ملحية بدرجة بسيطة إلى متوسطة، وتحتوي على كميات ضئيلة من الجبس. أما كربونات الكالسيوم بها فهي متفاوتة وعادة ما تكون غير جيرية إلى جيرية بدرجة بسيطة في الطبقات السطحية، وتزداد كمية كربونات الكالسيوم كلما تعمقنا في القطاع. والخلاصة هنا، أن بعضاً من هذه الترب الغنية بأملاح الصوديوم قد تزيد بها نسبة

التشبع بالصوديوم إلى أكثر من 15%، وهو ما يؤدي إلى تفرق حبيبات الطين بهذه الترب، ويبدأ فيها تكوين الأفق الصودي (Natric) على أنقاض الأفق الطيني. وهذه الترب بالذات تتبع مجموعة أخرى من الترب تعرف بالترب الجافة الصودية (Natrargids)، حيث إن خواصها مشابهة إلى حد كبير خواص هذه الترب، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل بها وزيادة رداءة خواصها الطبيعية من حيث النفاذية والصرف الداخلي والتهوية. وقد تتجمع في هذه الترب وخاصة القديمة منها تحت الأفق الطيني، كربونات الكالسيوم بدرجة كبيرة، مكونة الأفق التشخيصي تحت السطحي الجيري المتحجر (Petrocalcic). وهذه الترب تحديداً تتبع مجموعة ثالثة منن الترب تعرف بالترب الجافة ذات الأفق الطيني القديمة (Paleargids). وعندما يتوفر هذا الأفق في هذه الترب يجعلها ذات صرف داخلي رديء، حيث يشكل هذا الأفق طبقة صماء غير منفذة للماء، ومانعةً لانتشار الجذور، وبوضع مثل هذه الترب تحت الري الدائم، يتكون بها مستوى ماء أرضي معلق قريب من السطح قد يؤدي إلى ارتفاع محتواها من الأملاح أو الصوديوم المتبادل.

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: هذه الترب فقيرة في النيتروجين الكلي، كما وأنها تحتوي على كميات ضئيلة وغير كافية من الفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة، وذلك بسبب فقرها في المادة العضوية، وارتفاع درجة التفاعل بها، ووجود كميات مرتفعة نسبياً من كربونات الكالسيوم. أما قدرتها الخصوبية بالنسبة للعناصر الغذائية الأخرى، فهي في الغالب ملائمة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة في هذه الترب. والجدولان

(12.5) و(13.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية للترب الجافة ذات الأفق الطيني بمختلف أنواعها الكائنة في ليبيا.

5.5 خواص الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور (Haplocalcids)

تتميز هذه الترب بأنها جافة معظم أوقات السنة، وبوجود الأفق التشخيصي تحت السطحي المعروف بالأفق الجيري (Calcic)، وباحتوائها على كميات مرتفعة من كربونات الكالسيوم على طول القطاع.

1. الخواص المورفولوجية

- قطاع التربة يحتوي أساساً على ثلاثة آفاق، وهي: (A_1) أو (Ap) و(B_{2ca}) و(C_{ca}) أو(C)، وأحياناً (R)، حيث أفق (B_{2ca})، هو أفق ترسيب كربونات الكالسيوم وتجمعها (الأفق الجيري).
- الأفق التشخيصي السطحي الوحيد بها، هو الأفق الأوكريك، أما الأفق التشخيصي تحت السطحي الرئيسي في هذه الترب، فهو الأفق الجيري (Calcic)، وهو يوجد على أعماق متباينة من تربة إلى أخرى.
- عادة ما يحدث فوران على طول القطاع عند تفاعل التربة مع حامض الهيدروكلوريك المخفف، دالاً على وجود كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم، هذا وتزداد حدة الفوران كلما تعمقنا في القطاع.

جدول (12.5): الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق الطيني في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربائي ملي سيمنز /سم/25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم	المادة العضوية%	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100 جم تربة	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) البسيطة التطور Haplargids								
A_p	13-0	0.52	8.3	15.0	0.79	15.8	4.5	
B_{2t}	33-13	1.92	8.1	18.0	0.66	15.7	7.9	
B_{2tca}	56-33	0.92	8.6	24.0	0.56	14.9	10.8	
C_{ca}	80-56	0.55	9.1	50.0	0.39	8.5	---	
(2) القديمة Paleargids								
A_p	14-0	0.56	7.9	21.0	1.24	15.7	3.3	
B_{21t}	30-14	0.62	8.2	23.0	0.78	16.7	5.0	
B_{22t}	60-30	0.54	8.4	30.0	0.46	15.8	8.4	
C_{1ca}	85-60	1.30	8.2	45.0	0.46	11.6	12.8	
C_{2ca}	115-85	0.69	8.9	46.0	0.13	10.9	20.1	
C_{3ca}	150-115	1.61	8.7	39.0	0.07	12.5	24.2	
(3) الصودية Natrargids								
A_p	12-0	0.77	8.3	18.0	0.48	15.8	4.0	
B_{21t}	30-12	4.65	8.3	17.0	0.85	17.0	10.3	
B_{22t}	50-30	4.37	8.3	22.0	0.65	15.9	16.3	
C_{ca}	100-50	3.01	8.1	60.0	0.23	6.9	20.8	
(4) الصودية Natrargids								
A_p	13-0	2.25	8.1	11.0	1.65	-	24.8	
B_{21t}	33-13	4.35	7.9	11.0	1.10	-	31.1	
B_{22t}	48-33	3.61	8.1	11.0	0.45	-	44.2	
B_{23}	87-48	3.46	8.5	15.0	0.41	-	42.0	
B_3	150-87	5.14	8.4	15.0	0.10	-	29.6	

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(11.5)**

جدول (13.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة ذات الأفق الطيني في ليبيا*

البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	النيتروجين الكلي %	المادة العضوية %	عمق الأفق (سم)	الأفق
(1) البسيطة التطور Haplargids					
665	3.0	0.030	0.79	13-0	A_p
665	3.0	0.019	0.66	33-13	B_{21t}
547	3.0	0.009	0.56	56-33	$B_{22t\,ca}$
298	3.0	0,002	0.39	80-56	C_{ca}
(2) القديمة Paleargids					
528	3.0	0.050	1.24	14-0	A_p
821	1.2	0.030	0.78	30-14	B_{21t}
782	1.0	0.008	0.46	60-30	B_{22tca}
684	1.0	0.008	0.46	80-60	C_{1ca}
508	0.6	0.001	0.13	115-80	C_{2ca}
419	0.6	0.000	0.07	150-115	C_{3ca}
(3) الصودية Natrargids					
762	6.0	0.040	0.90	12-0	A_p
547	6.0	0.035	0.85	30-12	B_{21t}
391	5.0	0.020	0.65	80-30	B_{22t}
136	4.0	0.001	0.12	100-80	C_{ca}

* مصدر البيانات: **[96]**

- ❖ عادة ما يظهر على الطبقات تحت السطحية من التربة ندب وتجمعات بيضاء من كربونات الكالسيوم تأخذ أشكالاً وأحجاماً مختلفة تعرف بالتكوينات الجيرية الخاصة.
- ❖ لون التربة عادة ما يكون فاتح اللون (صفراء أو بنية فاتحة أو بنية مصفرة أو بنية مائلة للاحمرار)، وذلك لفقر التربة من المادة العضوية، ولارتفاع محتواها من كربونات الكالسيوم البيضاء اللون.
- ❖ تختلف هذه الترب في عمق القطاع، فمنها العميق ومتوسط العمق ومنها الضحل. فالترب التي تتبع تحت المجموعة النموذجية (Typic)، هي عميقة أو متوسطة العمق (شكل 6.5)، أما الترب التي تتبع تحت المجموعة الضحلة (Lithic)، فلا يزيد عمقها على

50 سم.

الشكل (6.5): الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور (منطقة قماطة الغربية)

- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق، فهي جافة في معظم الوقت، والنظام الرطوبي المميز بها هو النظام الجاف الحار (Torric أو Aridic) وقد سميت هذه الترب باسمه. هذا وهناك بعض من هذه الترب في المنطقة الانتقالية في النظام الرطوبي بين الجاف الحار والنظام المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric)، ولذلك وضعت هذه الترب تخصيصاً في تحت مجموعة مستقلة، وهي (Xeric Haplocalcids).
- ❖ نسبة الحصى والحجارة على سطحها وداخل قطاعها، متفاوتة من تربة إلى أخرى، فقد تكون هذه النسبة بالدرجة التي لا تعيق العمليات الزراعية وقد توجد طبقات بداخلها حصوية أو حجرية، أو قد يتغطى سطحها بالأديم الصحراوي (Desert Pavements).

2. الخواص الطبيعية

- ❖ **القوام**: نتيجة لاختلاف مواد الأصل التي تكوّن هذه الترب، كما أوضحنا سلفاً، فإن القوام بها متباين من الرملي إلى الطمي الطيني، ولكن نادراً ما يكون طينياً طمياً أو طينياً.

فالترب التي تتكون من مواد أصل رواسب هوائية، عادة ما تكون رملية أو رملية طمييية، وخالية من الحصى والحجارة، أما الترب التي تتكون من الرواسب المائية بصفة عامة، فعادة ما تكون طمييية أو طمييية رملية أو سلتية، وتتفاوت نسبة الحصى والحجارة داخل قطاعاتها. ومما تجدر الإشارة إليه، أن هذه الترب غنية بكربونات الكالسيوم، وأن هذه الكربونات قد تأخذ أشكالاً وأحجاماً مختلفة في التربة، فأحجامها تتراوح بين حجم حبيبات الرمل إلى حجم حبيبات الطين، ولذلك فإن إجراء عملية التحليل الميكانيكي لمعرفة قوامها بطريقة إزالة الكربونات، قد يؤدي إلى عدم معرفة قوام التربة الحقيقي في الحقل.

- **البناء والتماسك**: تتميز هذه الترب بصفة عامة ببناء ضعيف وقدرة منخفضة على تكوين تجمعات التربة الصغيرة، وخاصة الترب خفيفة القوام منها، وعادة ما تكون عديمة البناء، ولكن ليست بشكل حبيبات مفردة، بل على هيئة كتل مصمتة (Massive)، نتيجة لالتحام الحبيبات بواسطة كربونات الكالسيوم. هذا وتزداد درجة الاندماج والانضغاط في الطبقات الوسطى من قطاع التربة، الذي عادة ما يحتوي على كمية أكبر من كربونات الكالسيوم. وعادة ما يكون التماسك بهذه الترب متفاوتاً أي من ناعمة سهلة الفرك، إلى صلبة في الحالة الجافة، وقابلة للفرك إلى متماسكة في الحالة الرطبة، ولاصقة ولينة بصورة بسيطة في الحالة المبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: تتحدد علاقة التربة بالماء في هذه الترب – بالإضافة إلى اختلاف القوام ومدى احتوائها على الحصى والحجارة في قطاعها – بانخفاض محتواها بصفة عامة،

من المادة العضوية، وبارتفاع درجة اندماجها وانضغاطها في الطبقات تحت السطحية وخاصة الأفق الجيري، وبظاهرة الالتحام (Cementation) التي تنشأ عن وجود نسبة مرتفعة من كربونات الكالسيوم. ولذلك ونتيجة لهذه العوامل، فإن الخواص المائية في هذه الترب تتفاوت من تربة إلى أخرى، ولكن على العموم، فإن هذه الترب بصفة عامة، لها قدرة منخفضة جداً إلى متوسطة على الاحتفاظ بالماء، وأن معدلات النفاذية والرشح الداخلي بها مقبولة. أما الصرف الداخلي لهذه الترب فهو من متوسط إلى ردئ، وذلك حسب عمق الصخور التحتية ومدى صلابتها وحسب مدى تلاحم وانضغاط الأفق الجيري.

- **التهوية**: التهوية بصفة عامة في هذه الترب، وخاصة الطبقات السطحية، جيدة وملائمة. فالمسامية الهوائية عادة ما تزيد على 15 % حجماً، هذا وتسوء حالة التهوية كلما تعمقنا في القطاع، وذلك لزيادة درجة الاندماج والانضغاط في الطبقات السفلية. والجدول (14.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع من الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (14.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
(1) ذات النظام الرطوبي لمناخ البحر المتوسط Xeric Haploclcids								
A_p	14-0	أصفر محمر	عديم البناء	91.0	3.5	5.5	رملي	
B_{1ca}	29-14	أصفر محمر	عديم البناء	91.4	2.8	5.8	رملي	
B_{2Ca}	75-29	أصفر محمر	عديم البناء	93.8	0.9	5.3	رملي	
B_{Cca}	137-75	أصفر محمر	عديم البناء	88.9	3.3	7.8	رملي	
C_{1ca}	170-137	أصفر محمر	عديم البناء	79.0	11.4	9.4	رملي طمي	طبقة من الحجر
C_{2ca}	215-170	أصفر محمر	عديم البناء	65.5	14.8	19.7	طمي رملي	الجيري الصلب
CR	225-215	أبيض محمر	عديم البناء	---	---	---		
(2) النموذجية Typic Haploclcids								
A_p	17-0	بني فاتح	محبب	21.1	37.5	41.4	طيني	تجمعات من
B_{1ca}	40-17	بني	محبب	19.9	37.1	43.0	طيني	كربونات
B_{2Ca}	80-40	بني قاتم	كتلي ضعيف	30.2	24.4	45.4	طيني	الكالسيوم
B_{3ca}	128-80	بني	كتلي ضعيف	33.1	24.5	42.4	طيني	تجمعات من
B_{Cca}	200-128	بني	عديم البناء	24.2	26.7	49.1	طيني	كربونات
CRca	300-200	بني	عديم البناء	21.4	29.4	49.2	طيني	الكالسيوم
(3) النموذجية Typic Haploclcids								
A_1	27-0	بني قاتم	كتلي ضعيف	33.8	41.0	24.6	طمي	تجمعات من
B_{2Ca}	68-27	أصفر محمر	كتلي ضعيف	63.8	15.6	0.6	طمي طيني	كربونات
Cca	170-68	أصفر محمر	كتلي ضعيف	59.6	15.7	24.7	رملي	الكالسيوم
(4) الضحلة Lithic Haplocalcids								
A_p	14-0	أصفر محبب	محبب	41.1	30.5	28.4	طمي طيني	وجود تجمعات
B_{1ca}	35-14	بني فاتح	محبب	29.7	28.9	41.4	طيني	من كربونات
B_{2ca}	42-35	بني فاتح	محبب	29.9	26.7	43.4	طيني	الكالسيوم
R	52-42	أبيض محمر						طبقة من الحجر الجيري الصلب

* مصدر البيانات: **[176]** (قطاع **1**، **2**، **4**)، **[99]** (قطاع **1** من منطقة طمينة بمصراتة، و(قطاع **2،4**) من منطقة بئر المصير جنوب غربي درنة، و(قطاع **3**) من وادي الأثل.

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: نتيجة لاختلاف مواد الأصل التي تكونت منها هذه الترب، فإن التركيب المعدني لهذه الترب يختلف بعضها عن بعض وذلك حسب التركيب المعدني لمواد الأصل. وفيما يلي نعطي نتائج التركيب المعدني لبعض من هذه الترب التي تتوزع في مناطق جغرافية متباينة في البلاد. فمن دراسة لسلخوزبروم إكسبورت (1980) لتربة جافة جيرية بسيطة التطور نموذجية في مصراتة، يتكون التركيب المعدني لحبيبات الطين بها أساساً، من مجموعة الباليجورسكايت – كاؤلينيت مع كميات أقل من الايلايت والايلايت – سمكتايت والكلورايت والكلورايت المتمدد. أما التركيب المعدني للحبيبات غير الطينية، فيتكون أساساً من الكوارتز والفلدسبار، وكميات كبيرة من الكالسيت والدولومايت. ومن دراسة لهذه النوعية من التربة نفسها في منطقة قمينس، وجد أن هذه التربة تحتوي تقريباً على التركيب المعدني السابق نفسه، مع العلم بأن هذين النوعين من الترب قوامهما رملي طميي، ومواد أصلهما رواسب ريحية. وعند مقارنة هذا التركيب المعدني مع التركيب المعدني للتربة نفسها في أرض أحد الأودية الشمالية الغربية (وادي الحي)، وهي مادة أصلها رواسب مائية، وجد أنه يتكون أساساً من مجموعة الباليجورسكايت – ايلايت – كاؤلينيت مع كميات أقل من الايلايت — سمكتايت، وكميات صغيرة مختلطة من الكلورايت والكلورايت المتمدد. أما التركيب المعدني للحبيبات غير الطينية، فيتكون أساساً من الفلدسبار مع كميات كبيرة من الكالسيت والدولومايت كذلك. هذا وأن التركيب المعدني من حيث النوعية والكمية في الترب الأولى المتكونة من مواد أصل ريحية، ثابت لا يتغير بالعمق خلال قطاع التربة، ولكن يوجد تغيير طفيف في كمية بعض معادن الطين في قطاع الترب المكونة من الرواسب المائية.

❖ **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها المنخفض جداً من المادة العضوية، حيث لا تصل بأي حال من الأحوال إلى أكثر من 0.5 %، وأقصى ما يمكن أن تكون عادة في سطح التربة، وتتناقص إلى أن تختفي بالعمق.

❖ **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل لهذه الترب قلوية، وغالباً ما تكون محصورة بين 7.5 إلى 9 درجات، حيث تزداد عادة بالعمق.

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: تُعد السعة التبادلية للكاتيونات في هذه الترب بصفة عامة منخفضة، وذلك لاحتوائها المنخفض جداً على المادة العضوية، ولسيادة معادن الطين غير المتمددة في أغلب أنواعها، حيث إنها لا تزيد عن 10 ملي مكافئ/100 جم تربة في أغلب الأحيان. هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص.

❖ **الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها على كميات متفاوتة من الأملاح الذائبة والجبس، فهي تتراوح بين غير ملحية أو غير جبسية إلى ملحية أو جبسية بدرجة بسيطة أو متوسطة، ولكن على العموم، فإن غالبية هذه الترب، لا تزيد درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة بها على 4 ملي سيمنز/سم – 25م°، أما كربونات الكالسيوم بها، فهي مرتفعة بصفة عامة، على طول القطاع، وعادة ما تزيد نسبة كربونات الكالسيوم في الأفق الجيري على 15%، وقد تصل في كثير من الأحيان إلى نسب عالية جداً (أكثر من 40 %).

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: هذه الترب فقيرة جداً من النيتروجين، كما أنها تحتوي على كميات ضئيلة وغير كافية من الفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة وخاصة الحديد والزنك، وذلك بسبب ارتفاع درجة التفاعل، ووجود كربونات الكالسيوم بكميات كبيرة.

أما قدرتها الخصوبية في العناصر الغذائية الأخرى، فهي في الغالب ملائمة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة في هذه الترب. والجدولان (15.5) و(16.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور، تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (15.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز /سم/ 25 مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم	المادة العضوية%	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) ذات النظام الرطوبي لمناخ البحر المتوسط Xeric Haploclcids								
A_p	14-0	0.68	8.4	20.6	0.28	4.7	0.64	
B_{1ca}	29-14	0.50	8.4	20.6	0.13	4.9	0.61	
B_{2Ca}	75-29	0.50	8.6	22.5	0.24	4.0	0.75	
BC_{ca}	137-75	0.60	8.6	23.5	0.16	5.0	0.60	
C_{1ca}	170-137	0.68	8.5	20.0	صفر	7.0	4.4	
C_2c_a	215-170	1.43	8.4	25.5	صفر	6.7	3.7	
CR	225-215	0.93	8.6	70.1	---	4.1	4.6	
(2) النموذجية Typic Haploclcids								
A_p	17-0	1.1	8.4	15.4	1.14	14.8	1.3	
B_{1ca}	40-17	0.8	8.6	15.5	1.12	17.8	1.3	
B_{2Ca}	80-40	0.9	8.7	23.2	0.83	15.4	2.1	
B_{3ca}	128-80	0.8	8.7	23.3	0.20	14.5	1.7	
BC_{ca}	200-128	1.3	8.7	19.4	0.11	14.0	2.3	
CR_{ca}	300-200	1.9	8.8	24.7	صفر	12.9	9.1	
(3) النموذجية Typic Haploclcids								
A_1	27-0	0.79	7.7	21.9	0.71	2.8	11.2	
B_{2Ca}	68-27	0.40	8.1	21.9	0.58	6.1	8.2	
C_{ca}	170-68	0.56	7.9	18.1	0.73	8.7	2.9	
(4) الضحلة Lithic Haplocalcids								
A_p	14-0	1.2	8.4	15.8	0.79	13.1	1.8	
B_{1ca}	35-14	1.9	8.3	16.1	0.89	19.7	3.4	
B_{2ca}	42-35	3.2	8.3	17.0	0.62	16.6	4.1	
R	52-42	1.2	8.5	93.4	---	7.7	---	

*مصدر البيانات: أنظر جدول (14.5)

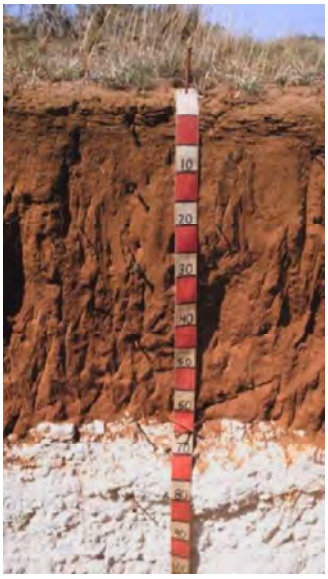
جدول (16.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور، تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	بوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) ذات النظام الرطوبي لمناخ البحر المتوسط Xeric Haploclcids								
A_p	14-0	0.023	10.8	313	5.66	30.0	1.11	0.27
B_{1ca}	29-14	0.013	3.8	299	5.65	29.0	0.91	0.21
B_{2Ca}	75-29	0.025	2.6	284	4.15	29.0	0.91	0.18
BC_{ca}	137-75	0.016	1.8	240	3.24	32.0	0.79	0.31
C_{1ca}	170-137	-	1.1	199	0.77	30.0	0.61	0.43
$C_{2c}a$	215-170	-	0.4	185	2.70	25.0	0.45	0.43
CR	225-215	-	1.8	155	65.00	18.0	2.17	0.69
(2) النموذجية Typic Haploclcids								
A_p	17-0	0.066	15.2	1296	3.08	52.5	0.74	0.26
B_{1ca}	40-17	0.066	4.2	1296	2.61	31.5	0.58	0.33
B_{2Ca}	80-40	0.055	3.8	919	2.11	28.5	0.44	0.14
B_{3ca}	128-80	0.016	3.8	707	1.32	25.5	0.40	0.21
BC_{ca}	200-128	0.012	3.0	707	2.18	25.0	0.40	0.11
CR_{ca}	300-200	صفر	1.1	699	2.17	22.0	0.31	0.16
(3) النموذجية Typic Haploclcids								
A_1	27-0	0.087	11.5	335.0	-	-	-	-
B_{2Ca}	68-27	0.018	3.5	160.0	-	-	-	-
C_{ca}	170-68	0.018	0.5	155.0	-	-	-	-
(4) الضحلة Lithic Haplocalcids								
A_p	14-0	0.038	10.2	1295	2.44	61.5	0.45	0.21
B_{1ca}	35-14	0.044	3.0	10.93	2.00	47.5	0.55	0.28
B_{2ca}	42-35	0.047	2.2	777	1.62	42.0	0.49	0.48
R	52-42	---	0.9	409	1.24	8.0	0.17	0.15

*مصدر البيانات: أنظر جدول (14.5)

والجدير بالذكر أن هناك توجد تربأً أخرى تتشابه إلى حد كبير في الخواص العامة مع الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور، ولكنها تتبع مجموعة أخرى، وهي الترب الجافة الجيرية المتحجرة (Petrocalcids) (شكل 7.5)، حيث تتميز عنها في أن الأفق الجيري بها قد تطور بطول الوقت وأصبح صلبا (راجع عملية التجيير أو التكلس في الفصل الثالث). وهذا الأفق

يسمى بالأفق الجيري المتحجر (Petrocacic). ويوجد هذا الأفق في أعماق مختلفة في هذه الترب. وأن وجود هذا الأفق في هذه الترب، بدلاً من الأفق الجيري في الترب الأخرى يغير كثيراً من خواص هذه الترب، حيث يشكل هذا الأفق طبقةً صماء غير منفذة للماء ومانعة لانتشار الجذور. وعندما يكون هذا الأفق قريباً من السطح (في المتر العلوي من التربة) تصبح التربة رديئة الصرف الداخلي، وبوضعها تحت نظام الري الدائم يتكون بها مستوى ماء أرضي معلق قريب من السطح، قد يؤدي إلى ارتفاع في محتواها من الأملاح، وإلى رداءة تهويتها، ومن ثم يُحد من استخدامها للمحاصيل الزراعية.



شكل (7.5): صورة لقطاع تربة جافة جيرية متحجرة (منطقة مرسى البريقة)

كذلك قد تكون هذه الطبقة الصماء ملتحمة بالسليكا وكربونات الكالسيوم في بعض الترب الأخرى، وتعرف عندئذ بـ (الدوريبان Duripan)، وتصنف هذه الترب على مستوى

المجموعة العظمى بالترب الجافة الجيرية المحتوية على الدورييان (Duricacids)، وهي نادرة الوجود في ليبيا (انظر شكل 8.5).

شكل (8.5): صورة لتربة جافة جيرية المحتوية على "الدورييان" (وادي غدوة، جنوب سبها)

6.5 خواص الترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور (Haplocambids)

تتميز هذه الترب بأنها جافة في معظم أوقات السنة، وبتطور قطاعها البسيط وبوجود الأفق التشخيصي تحت السطحي المعروف بالأفق الكامبيك (Cambic)، وهي لا تحتوي على كميات مرتفعة من الأملاح الذائبة والجبس وكربونات الكالسيوم.

1. الخواص المورفولوجية

❖ يحتوي قطاع التربة بها على الافاق الرئيسية الثلاثة: (A_1) أو (Ap) و(B) و(C). حيث أفق (B) متغير عن أفق (A) بما يحتوي عليه من زيادة قليلة في كمية حبيبات الطين التي

تعمل على تغيير خواصه المورفولوجية والطبيعية والكيميائية تغيراً طفيفاً. ولكن هذه الزيادة في حبيبات الطين لا تصل بالدرجة التي تؤدي إلى تكوين الأفق الطيني (وهي 1.2 مرة أكثر من الطبقة التي تعلوه مباشرة). كما يلاحظ على أفق (B) بعض الدلائل التي تشير إلى نقل كربونات الكالسيوم من الآفاق السطحية وتجميعها فيه، ولكن ليس بالدرجة التي تؤدي إلى تكوين الأفق الجيري. ولذلك، فإن خواص هذه الترب تتوسط خواص الترب الجافة ذات الأفق الطيني من ناحية، وخواص الترب الجافة الجيرية من ناحية أخرى.

- ❖ الأفق التشخيصي السطحي لهذه الترب هو الأفق الأوكريك، والأفق تحت السطحي الوحيد هو الأفق الكامبيك.
- ❖ تختلف هذه الترب في عمق القطاع، فمنها العميق والمتوسط العمق الذي يتبع تحت المجموعة النموذجية (Typic)، ومنها الضحل اللذان يتبعان تحت المجموعة الضحلة (Lithic).
- ❖ لون التربة عادة ما يكون فاتح اللون (بنياً محمراً أو بنياً)، وذلك لفقر التربة في المادة العضوية.
- ❖ إن مستوى الماء الأرضي بها عميق، فهي جافة معظم أوقات السنة، والنظام الرطوبي المميز بها هو النظام الجاف الحار (Torric أو Aridic)، وقد سميت هذه الترب باسمه. هذا وهناك بعض من هذه الترب في المنطقة الانتقالية في النظام الرطوبي بين الجاف الحار والنظام المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric)، ولذلك وضعت هذه الترب بخاصة تحت مجموعة مستقلة وهي (Xeric Haplocambids).
- ❖ إن نسبة الحصى والحجارة على سطحها، وداخل قطاعها، متفاوتة من تربة إلى أخرى، وذلك على حسب مواد الأصل التي تكونها، فعادة الترب التي تتكون من مواد أصل

رواسب ريحية، تكون خالية تقريباً من الحصى والحجارة، والترب التي تتكون من مواد أصل رواسب مائية تحتوي في الغالب على كميات متفاوتة من الحصى والحجارة، وهذه الأخيرة وضعت في تحت مجموعة مستقلة وهي (Fluventic Haplocambids). والشكل (9.5) يبين صورة للتربة الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور.

شكل (9.5): التربة الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور (منطقة السواني، سهل الجفارة)

2. الخواص الطبيعية

- **القوام**: نتيجة لاختلاف مواد الأصل التي نشأت منها هذه الترب، كما أشرنا سابقاً، فإن القوام بها متباين من الرملي الطميي إلى الطيني الطميي. ولكن عادة لا يكون رملياً أو طينياً. هذا وأن جميع هذه الترب تزداد فيها حبيبات الطين زيادة طفيفة في الآفاق تحت السطحية (أفق B_1 و B_2).
- **البناء والتماسك**: تتميز هذه الترب بصفة عامة بقوامها المتوسط، ومحتوها المنخفض نسبياً من المادة العضوية، وببنائها غير الواضح وقدرتها المتوسطة على تكوين تجمعات التربة الصغيرة، ولذلك فإن البناء بها، يكون عديم البناء وعلى هيئة كتل مصمتة أو بناء

حبيبي ضعيف. وعادة ما يكون التماسك بهذه الترب ناعماً سهل الفرك في الحالة الصلبة، وقابلا للفرك في الحالة الرطبة، ولاصقاً ليناً بدرجة بسيطة في الحالة المبللة.

❖ **علاقة التربة بالماء:** من الملاحظ أن قوام هذه التربة متوسط، وبنائها ضعيف نسبياً، واحتوائها على كميات منخفضة نسبياً من الأملاح وكربونات الكالسيوم، وتتسم بغياب مستوى الماء الأرضي، كل هذه العوامل تؤدي إلى خصائص مائية جيدة، إذا ما استثنينا قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وكمية الماء المتيسر للنبات، وهي تتراوح بين منخفضة ومتوسطة. وعلى العموم، فهي جيدة النفاذية والرشح والصرف الداخلي.

❖ **التهوية:** التهوية في هذه الترب بصفة عامة، جيدة وملائمة، حيث إن المسامية الهوائية بها عادة ما تزيد على 20% حجماً. والجدول (17.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لنوعين مختلفين من الترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور في ليبيا.

جدول (17.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية للترب ذات أفق التغيير البسيطة التطور في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
(1) النموذجية Typic Haplocambids								
A_1	14-0	أصفر محمر	عديم البناء	80.0	11.7	8.3	رملي طميي	تجمعات من كربونات الكالسيوم
B_1	39-14	أصفر محمر	محبب	62.0	16.5	22.5	طمي طيني رملي	
B_2	90-39	أصفر محمر	كتلي ضعيف	51.0	23.0	26.0	طميي رملي	
B_3	150-90	أصفر محمر	كتلي ضعيف	68.4	16.5	15.1	رملي	
BC	220-150	أصفر محمر	عديم البناء	89.3	5.3	5.4	طميي رملي	
C_1	250-220	أصفر محمر	عديم البناء	68.9	19.1	12.9	رملي	
C_2	300-250	أصفر محمر	عديم البناء	76.1	15.3	8.6	طميي رملي	
(2) الضحلة Lithic Haplocambids								
A_1	15-0	أصفر محمر	محبب	27.8	41.1	31.1	طمي طيني	حجر جيري صلب
B_2	36-15	أصفر محمر	كتلي ضعيف	20.1	27.0	52.9	طيني	
R	46-36	أبيض	---	---	---	---		

* مصدر البيانات: مأخوذ ومعدل عن [176]، القطاع (1) من منطقة البياضة بالقرب من قماطة الغربية والقطاع (2) من جنوب درنة.

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: نتيجة لاختلاف مواد الأصل التي تكونت منها هذه الترب، فإن التركيب المعدني بها يختلف من تربة إلى أخرى وذلك حسب التركيب المعدني لمواد الأصل. وفيما يلي نعطي نتائج التركيب المعدني لبعض من هذه الترب في مناطق جغرافية متباينة في البلاد. فمن دراسة لسلخوزبروم إكسبورت (1980) [176] لتربة جافة ذات أفق التغيير بسيطة التطور النموذجية في منطقة البياضة جنوب القره بولي على الطريق الممتد بين غريان وترهونة، وجد أن التركيب المعدني لحبيبات الطين يتكون أساساً من مجموعة الباليجورسكايت – كاؤولينيت، مع كميات أقل من الايلايت والايلايت – سميكتايت، وكميات ضئيلة من السمكتايت والكلورايت والكلورايت المتمدد، أما التركيب المعدني للحبيبات غير الطينية، فيتكون أساساً من الكوارتز والفلدسبار. وفي الدراسة نفسها لنوعية التربة المشار اليها سابقاً في منطقة تاكنس بالمنطقة الشمالية الشرقية من البلاد، وجد أن التركيب المعدني لحبيبات الطين، يتكون أساساً من معادن الطين السابقة نفسها، وعند مقارنة هذا التركيب المعدني مع التركيب المعدني لتربة تتبع تحت المجموعة الرسوبية (Fluventic) من هذه المجموعة نفسها في أرض أحد الأودية في المنطقة الشمالية الشرقية (منطقة رأس الهلال)، وجد أن التركيب المعدني لحبيبات الطين بها يتكون أساساً من مجموعة الكاؤلينيت – ايلايت – باليجورسكايت، مع كميات أقل من مختلط من الايلايت – سمكتايت، وكميات ضئيلة من الكاؤلينيت – سمكتايت، والكلورايت والكلورايت المتمدد. وعلى العموم، فإن هذه الترب تسود بها معادن الطين غير المتمددة مع كميات قليلة نسبياً من معادن الطين المتمددة، وهذا يظهر واضحاً في انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وعلى قيم السعة التبادلية للكاتيونات المنخفضة نسبياً.

❖ **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها المنخفض من المادة العضوية، حيث لا تصل بأي حال من الأحوال في الطبقات السطحية منها إلى أكثر من 1%، وهي عادة ما تتناقص تدريجياً بالعمق.

❖ **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل في هذه التربة مائلة إلى القلوية وتزداد بالعمق.

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: تُعد السعة التبادلية بهذه الترب بصفة عامة، منخفضة نسبياً، حيث تتراوح بين 10 إلى 18 ملي مكافئ/100 جم تربة، هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص.

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب بصفة عامة، باحتوائها المنخفض من الأملاح الذائبة والجبس، فهي عادة لا تزيد بها درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة على 2 ملي سيمنز/سم – 25 م°، ولا تزيد بها نسبة الجبس على 0.3%. أما طبيعة محتواها من كربونات الكالسيوم فهي غير جيرية في معظم الأحيان، إلى جيرية بدرجة بسيطة، إلى متوسطة في أحيان أخرى. ولكن لا تصل نسبة كربونات الكالسيوم في أي جزء من قطاعها إلى 15%. هذا وتوزيع كربونات الكالسيوم بها يزداد تدريجياً بالعمق.

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: تعدّ هذه الترب كذلك فقيرة في النيتروجين، كما أنها تحتوي على كميات غير كافية من الفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة، وخاصة الحديد والزنك، ولكن ليست بالحدة التي عليها الترب الجافة الجيرية. أما قدرتها الخصوبية في العناصر الأخرى، فهي في الغالب ملائمة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة في هذه الترب. والجدولان (18.5) و(19.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية

لنوعين مختلفين من الترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور في ليبيا.

جدول (18.5): أهم الخواص الكيميائية للترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم/25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) النموذجية Typic Haplocambids								
A_1	14-0	0.62	8.5	5.5	0.31	8.4	1.5	
B_1	39-14	0.56	8.6	11.0	0.33	9.4	0.4	
B_2	90-39	0.62	8.7	10.8	0.20	12.1	0.3	
B_3	150-90	0.68	8.7	8.4	0.13	10.6	0.3	
BC	220-150	0.62	8.6	5.7	0.10	6.8	7.2	
C_1	250-220	1.00	8.9	6.6	0.10	8.9	4.5	
C_2	300-250	1.05	8.8	5.6	---	7.3	3.4	
(2) الضحلة Lithic Haplocambids								
A_1	15-0	0.90	8.3	صفر	1.13	21.5	2.1	
B_2	36-15	1.90	8.2	0.4	1.05	25.7	4.2	
R	46-36	1.90	8.1	94.4	---	7.8	---	

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(17.5)**.

جدول (19.5): الحالة الخصوبية للترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) النموذجية Typic Haplocambids								
A_1	14-0	0.019	7.1	188	3.61	20.0	0.59	0.34
B_1	39-14	0.015	2.7	118	3.24	16.0	0.47	0.25
B_2	90-39	0.012	1.8	71	3.64	19.0	0.51	0.25
B_3	150-90	0.009	0.9	47	3.46	18.0	0.66	0.29
BC	220-150	0.001	0.4	71	4.58	12.0	0.37	0.18
C_1	250-220	-	0.4	71	5.20	18.0	0.56	0.11
C_2	300-250	-	-	71	6.01	25.0	0.47	0.34
(2) الضحلة Lithic Haplocambids								
A_1	15-0	0.078	0.4	777	44.22	54.5	0.66	0.35
B_2	36-15	0.078	0.7	730	35.33	27.0	0.62	0.38
R	46-36	---	1.4	71	5.61	19.0	0.22	0.24

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(17.5)**

7.5 خواص الترب الجافة الملحية بسيطة التطور (Haplosalids)

أهم ما يميز هذه الترب هو احتواؤها على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة، التي تعيق أو تمنع النمو الطبيعي للمحاصيل الزراعية. وقد تتركز هذه الأملاح في طبقات أو آفاق قطاع التربة، مكونة ما يعرف بالأفق التشخيصي تحت السطحي الملحي (Salic).

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ يحتوي قطاع التربة أساساً على ثلاثة آفاق هي: (A_1) و(B_{2sa}) و(C) حيث أفق (B_{2sa}) هو أفق ترسيب الملح الذائب وتجميعه.
- ❖ الأفق التشخيصي السطحي الوحيد، إن وجد، هو الأفق الأوكريك. والأفق التشخيصي تحت السطحي الرئيسي في هذه الترب، هو الأفق الملحي (Salic)، وهو على أعماق متباينة من تربة إلى أخرى.
- ❖ في الطبقات تحت السطحية، غالبا ما يزداد الفوران عند تفاعل التربة مع حامض الهيدروكلوريك المخفف، دالاً على وجود كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم، التي تكون قد تجمعت في تلك الطبقات، وقد تكون مصاحبة في بعض الأحيان ببلورات أو عروق جبسية، مكوّنة قشوراً صلبة مختلفة السمك، متلاحمةً بواسطة كربونات الكالسيوم والجبس.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها مرتفع أو قريب من السطح في أغلب الأحيان، والنظام الرطوبي بها جاف حار في الطبقات السطحية ومائي (Aquic) في الطبقات العميقة تحت السطحية، والجدير بالذكر أنه توجد تربة أخرى تتشابه إلى حد كبير في الخواص العامة مع الترب الجافة الملحية بسيطة التطور، إلا أنها متغدقة ومتبقعة الألوان، ويصل فيها مستوى الماء الأرضي إلى السطح في أغلب أشهر السنة، والنظام الرطوبي بها مائي (Aquic) في

أغلب طبقات قطاع التربة، ولذلك فهي تتبع مجموعة أخرى، وهي الترب الجافة الملحية المتغدقة (Aquisalids).

- ❖ لون الترب مختلف على حسب لون مادة الأصل المتكونة منها، ولكنها في الغالب تكون فاتحة اللون، نتيجة لاحتوائها على كميات كبيرة من الأملاح. وهذا بالإضافة إلى أنها تتميز بوجود تبقع التربة (Mottling) في الطبقات التي يتذبذب فيها مستوى الماء الأرضي، والتي تتعرض للجفاف (ظروف أكسدة) في فترات زمنية معينة، وللابتلال (ظروف اختزال) في فترات زمنية أخرى.
- ❖ تختلف الترب التابعة لهذا النوع في عمق القطاع، فمنها العميق والمتوسط العمق، ومنها الضحل.
- ❖ عادة لا تحتوي على حصى وحجارة على سطحها، ولكنها قد تحتوي على قشرة ملحية بيضاء مختلفة الصلابة على سطحها.
- ❖ توجد جميع هذه الترب عادة في المنخفضات والقيعان ذات الطبوغرافية شبه المستوية.

والشكل (10.5) يبين صور للتربة الجافة الملحية بسيطة التطور.

الشكل (10.5): التربة الجافة الملحية بسيطة التطور (منطقة ونزريك، وادي الشاطئ)

2. الخواص الطبيعية

- **القوام**: تختلف هذه الترب بصفة عامة من منطقة إلى منطقة أخرى في القوام، وذلك لاختلاف قوام مواد الأصل التي تنشأ منها، فمنها الرملية الطمية، والطميية الرملية، والطمية السلتية، والطينية الطمية، وغيرها.
- **البناء والتماسك**: تتميز هذه الترب بصفة عامة، بانعدام البناء فيها، وضعف اندماجها، وشدة تفككها، وذلك لاحتوائها على كميات كبيرة من الأملاح.
- **علاقة التربة بالماء**: أهم ما يميز هذه الترب أنها ذات صرف رديء، وذلك لارتفاع مستوى الماء الأرضي بها. وبالرغم من توفر الماء بها، حيث إنها مشبعة بالماء في أغلب الوقت، وخاصة الطبقات تحت السطحية، فإن هذا الماء لا يكون متيسراً لنباتات المحاصيل العادية بسبب ارتفاع ضغطه الأسموزي، نتيجة لاحتوائه على كميات مرتفعة من الأملاح.
- **التهوية**: تتميز هذه الترب بأنها رديئة التهوية، بصفة عامة، وذلك لوجود مستوى الماء الأرضي المرتفع. والجدول (20.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (20.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

عمق الطبقات (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
			رمل %	سلت %	طين %		
(1) النموذجية (الذاتية) Typic							
12-0	أصفر محمر	عديم البناء	38.3	38.4	3-23	طمي	
50-12	أحمر باهت	عديم البناء	34.0	35.7	30.3	طمي طيني	حصوي19%
60-50	أبيض	---	---	---	---	---	صخر جيري صلب
(2) الغدقة (المائية) Aquic							
29-0	أصفر محمر	فتاتي	33.7	21.5	44.8	طيني	تبقعات ملحية
49-29	أصفر محمر	فتاتي	50.2	18.4	31.4	طمي طيني	خيوط ملحية
71-49	أحمر	عديم البناء	39.1	11.5	49.4	رملي	بقع ملحية وبلورات جبسية
114-71	أحمر فاتح	عديم البناء	25.6	4.8	69.6	طيني	بقع ملحية وبلورات جبسية
300-114	أصفر زيتوني	عديم البناء	28.5	13.7	57.8	طيني	تبقع شديد في الألوان
مستوى الماء الأرضي على عمق 114 سم من سطح التربة							
(3) الغدقة (المائية) Aquic							
9-0	بني محمر	عديم البناء	78.8	17.3	3.9	رملي طمي	تجمعات ملحية
38-9	بني محمر فاتح	عديم البناء	83.9	13.9	2.6	رملي طمي	تجمعات ملحية
140-38	بني فاتح	عديم البناء	83.6	44.9	2.0	رملي طيني	تبقعات في الألوان
مستوى الماء الأرضي على عمق 140 سم من سطح التربة							
(4) الغدقة (المائية) Aquic							
10-0	أصفر محمر	فتاتي ضعيف	55.6	35.8	8.6	طمي رملي	تجمعات ملحية
35-10	أصفر محمر	فتاتي ضعيف	52.1	34.0	13.9	طمي رملي	بقع ملحية وبلورات جبسية
62-35	أصفر محمر	عديم البناء	23.0	32.1	44.9	طيني	طبقة متلاحمة من الكربونات
120-62	رمادي محمر	عديم البناء	---	---	---	---	تبقع في الألوان
مستوى الماء الأرضي على عمق 120 سم من سطح التربة							
(5) الغدقة (المائية) Aquic							
15-0	أصفر محمر	فتاتي ضعيف	58.5	27.9	13.6	رملي طمي	تزهر الأملاح على السطح
53-15	أصفر محمر	فتاتي ضعيف	67.4	13.7	18.9	رملي طمي	تجمعات ملحية
90-53	بني	فتاتي	55.2	18.0	37.2	طمي رملي طيني	تبقع في الألوان
مستوى الماء الأرضي على عمق 90 سم من سطح التربة							
(6) الغدقة (المائية) Aquic							
15-0	أصفر محمر	كتل مصمتة	79.2	5.3	15.5	طمي رملي	قشرة ملحية صلبة
35-15	أصفر محمر	كتل مصمتة	74.0	3.9	22.1	طمي طيني رملي	حصوي 35% وتجمعات
60-35	أحمر مصفر	كتل مصمتة	82.4	1.9	15.7	طمي رملي	ملحية بوفرة
80-60	أحمر مصفر	عديم البناء	83.5	1.7	14.8	رملي	
120-80	أصفر محمر	عديم البناء	90.8	0.7	8.5	رملي	
180-120	أصفر محمر	عديم البناء	90.2	0.6	9.2	رملي	
مستوى الماء الأرضي على عمق 80 سم من سطح التربة							

*** مصدر البيانات: مأخوذ ومعدل عن [176] (قطاع 1، 2، 3، 4) و [118] (قطاع 5، 6). قطاع 1 من منطقة سيدي عبدالباري بوسنان جنوبي شرقي الأبيار، وقطاع 2 من منطقة دريانة وقطاع 3 من قرية جروثة جنوب بنغازي، وقطاع 4 من صبراتة، وقطاع من5 وادي الشاطئ، وقطاع 6 من أوباري).**

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: يختلف التركيب المعدني لهذه الترب اختلافاً كبيراً من تربة إلى أخرى، وذلك لاختلاف مواد الأصل التي تكونت منها هذه التربة، حيث إن عمليات تكوين التربة السائدة فيها لا تؤدي إلى تغيير يذكر في التركيب المعدني لمادة الأصل. وطبقاً لدراسة سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176] للتربة الجافة الملحية المتغدقة بمنطقة صبراتة، فإن التركيب المعدني لحبيبات الطين لهذه التربة يتكون من مجموعة الكاؤلينيت — الباليجورسكايت، المصحوب بكميات قليلة من الايلايت والايلايت – سميكتايت المختلط، وكميات ضئيلة من الكاؤولينيت – سمكتايت المختلط والكلورايت والكلورايت المتمدد. وفي بعض الآفاق توجد أدلة على وجود السمكتايت والهالوسايت (Halloysite) والكوارتز. هذا وقد وجد هذا التركيب نفسه للتربة نفسها في منطقة دريانة بالمنطقة الشمالية الشرقية. وللتربة نفسها في منطقة مصراتة، وكان التركيب المعدني لحبيبات الطين يتكون أساساً من مجموعة الايلايت – كاؤلينيت — باليجورسكاريت، وتصاحبها كميات ضئيلة جداً من الايلايت– سمكتايت المختلط والكلورايت. وفي دراسة الشركة سلخوزبروم إكسبورت نفسها (1980م) [176] على الترب الجافة الملحية بسيطة التطور في منطقة سيدي عبد الباري بوسنان على طريق الأبيار– المرج – البيضاء في المنطقة الشمالية الشرقية، وجد أن التركيب المعدني لحبيبات الطين لهذه التربة، يتكون من مجموعة كاؤلينيت — باليجورسكايت، مصاحبة مع كميات عالية من الايلايت، وكميات أقل من الايلايت – سمكتايت المختلط والكوارتز. وفي دراسة لبن محمود وعبد الجواد (1993م) [118] لترب المجموعة نفسها في منطقة تراغن جنوب البلاد، وجد أن التركيب المعدني لحبيبات الطين، يتكون أساساً من الباليجورسكايت والكاؤلينيت، وكميات أقل

من الايلايت والسمكتايت والكوارتز، هذا وأن التركيب المعدني لحبيبات الرمل والسلت في هذه الترب جميعها يتكون أساساً من الكوارتز، ويليه الفلدسبار، ونسب قليلة من بعض المعادن الأولية الأخرى، تشمل: المسكوفايت والكالسيت والدولومايت والجبس والجيوتايت (Goethite) وغيرها، أما الهاليت (Halyite)، فإن هذه الترب تحتوي بالتأكيد على كميات كبيرة منه.

- **المادة العضوية**: هذه الترب، بصفة عامة، فقيرة جداً في المادة العضوية، حيث لا تزيد نسبة المادة العضوية فيها على 0.5%.
- **درجة التفاعل (pH)**: درجة التفاعل لهذه الترب قلوية، وعادة ما تكون محصورة بين 8 إلى 9.5 درجات.
- **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية لهذه الترب منخفضة بصفة عامة، وتعتمد اعتماداً مباشراً على قوام التربة، ونوعية معادن الطين، ولكنها لا تزيد في أغلب الأحيان على 15 ملي مكافئ/100 جرام تربة، وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، ولكن نسبة التشبع بالصوديوم المتبادل بها لا تزيد على 15%.
- **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب باحتوائها على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة كما ذكرنا سابقاً، حيث إن درجة التوصيل الكهربي بها تزيد دائماً على 4 ملي سيمنز/سم – 25 م°، وقد تصل في بعض الترب إلى أرقام كبيرة جداً، حيث وصلت في تُرب تراغن 130 ملي سيمنز/سم – 25 م°، وفي العوينات 151 ملي سيمنز/سم–25 م°، [118] وإلى 213 ملي سيمنز/سم – 25 م°، في منطقة أوباري [58]. وعلى العموم، فإن الأفق الملحي لهذه الترب يحتوي بصفة عامة، على أكثر من 2% أملاح ذائبة. هذا وإن نوعية الأملاح الذائبة السائدة في هذه الترب، هي كلوريد الصوديوم

وكبريتات الصوديوم مع كلوريد الكالسيوم وكلوريد الماغنيسيوم وبيكربونات الصوديوم وكبريتات الماغنيسيوم وكربونات الصوديوم. كما أنها نتيجة لاحتوائها المرتفع على الأملاح الذائبة، فإن العناصر القاعدية بها مرتفعة جدا. هذا وتختلف هذه الترب فيما بينها ليس فقط في كمية الأملاح التي تحتوي عليها، بل في نوعية الأملاح الذائبة السائدة في كل منها، وكذلك في العمق الذي تتجمع فيه أكبر كمية من الأملاح الذائبة داخل قطاع التربة. هذا الاختلاف يجعل الترب التابعة لهذه المجموعة متباينة التأثير في الضرر الذي تسببه للنباتات، فكلما كانت الملوحة عالية وكان عمق تجمعها قريباً إلى السطح، كانت أكثر ضرراً لنمو النباتات. كما أن نوعية الأملاح السائدة في التربة، تتباين في مدى الضرر الذي تسببه للنباتات، فأكثرها ضرراً للنباتات هي الأملاح التي تحتوي على الصوديوم، وتليها الأملاح التي تحتوي على الكلوريد، وأكثرها ملاءمة نسبياً هي الأملاح الكبريتاتية. أما محتواها من كربونات الكالسيوم فهو يتراوح بين 5–25 %، أما الجبس فهو أقل من5 إلى 10 %، وعادة ما تزداد نسبتهما في التربة كلما تعمقنا في القطاع. وقد يوجد الجبس على هيئة بللورات أو عروق جبسية تكوّن مع كربونات الكالسيوم قشوراً صلبة مختلفة السمك متلاحمة بواسطة كربونات الكالسيوم والجبس، كما ذكرنا سابقاً، وذلك كما هو الحال في السبخ المكتملة النمو مثل سبخة وادي عتبة وسبخة الفخفاخة في الجنوب على سبيل المثال لا الحصر.

- **محتوى العناصر الغذائية**: هذه الترب من الناحية الخصوبية فقيرة في النيتروجين. كما أنها لا تحتوي على كميات كافية من الفوسفور والعناصر النادرة المتيسرة للامتصاص بواسطة النبات، ولكنها غنية بالعناصر الغذائية القاعدية (K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+})، تصل إلى درجة أن تكون سامة بالنسبة للنبات. والجدولان (21.5) و(22.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية

والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (21.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

عمق الطبقات (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم/25مْ	الجبس %	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/ 100 جم تربة	نسبة الصوديوم المتبادل %	البورون (جزء في المليون)
(1) النموذجية (الذاتية) Typic								
12-0	18.6	0.3	8.0	16.1	0.91	21.2	0.14	2.8
50-12	17.6	0.3	8.1	18.0	0.99	20.9	0.57	3.7
60-50	3.4	0.3	8.3	84.5	---	6.3	---	0.7
(2) الغدقة (المائية) Aquic								
29-0	47.8	1.6	7.9	19.8	3.16	17.6	54.8	14.8
49-29	31.1	1.0	8.5	43.8	1.06	15.2	40.9	7.2
71-49	30.7	1.6	8.4	18.4	0.75	17.8	33.9	8.4
114-71	26.4	2.2	8.3	10.1	0.45	20.6	27.1	4.7
300-114	24.6	1.9	7.7	21.5	0.13	15.4	4.8	7.5
(3) الغدقة (المائية) Aquic								
9-0	186.0	2.7	8.3	50.1	1.41	6.6	30.0	5.1
38-9	89.1	16.9	8.8	45.2	0.85	4.6	28.5	16.0
140-38	71.4	25.1	8.6	43.9	0.14	4.6	39.3	7.7
(4) الغدقة (المائية) Aquic								
10-0	74.0	8.2	8.4	23.1	0.95	3.5	2.6	58.5
35-10	48.4	7.8	7.9	24.2	0.82	3.4	10.3	20.8
62-35	46.8	1.5	7.9	15.2	0.09	3.0	1.3	10.7
120-62	---	---	---	---	---	---	---	---
(5) الغدقة (المائية) Aquic								
15-0	50.2	0.3	9.1	15.4	0.93	10.1	3.0	9.5
53-15	56.7	0.1	8.7	7.7	0.74	8.0	3.5	10.4
90-53	46.6	0.1	9.0	5.1	0.45	9.7	3.9	10.3
(6) الغدقة (المائية) Aquic								
15-0	213170	2.0	8.2	1.0	1.65	5.2	53.3	-
35-15	4.9	0.3	8.1	2.3	1.00	7.5	71.3	-
60-35	1.0	0.01	9.5	1.1	0.72	6.5	66.6	-
80-60	0.6	0.02	9.5	0.4	0.98	5.8	37.3	-
120-80	0.5	0.02	9.5	0.3	0.69	3.4	31.0	-
180-120		آثار	8.7	0.1	0.83	4.0	12.8	-

* مصدر البيانات: أنظر جدول (20.5)

جدول (22.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الملحية تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا*

العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)				عمق الطبقات (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)
حديد	منجنيز	زنك	نحاس				
(1) النموذجية (الذاتية) Typic							
0.15	0.54	45.0	4.33	707	6.5	0.060	12-0
0.19	0.74	43.0	4.31	377	6.0	0.058	50-12
0.28	0.94	13.5	4.85	141	15.0	-	60-50
(2) الغدقة (المائية) Aquic							
0.50	0.88	118.5	58.04	2120	8.3	0.174	29-0
0.40	0.94	88.0	14.43	1340	4.1	0.094	49-29
0.59	0.58	71.5	15.48	18.50	3.4	0.045	71-49
0.81	0.90	101.0	20.38	2320	1.6	0.036	114-71
0.56	2.43	147.3	186.3	937	2.2	0.013	300-114
(3) الغدقة (المائية) Aquic							
0.32	0.65	28.0	23.50	1160	6.0	0.065	10-0
0.24	0.68	30.0	0.90	800	4.0	0.050	35-10
0.14	1.82	17.0	9.60	1660	8.0	0.006	62-35
---	---	---	---	---	---	---	120-62
(4) الغدقة (المائية) Aquic							
1.03	1.44	65.0	38.54	2080	1.8	0.079	9-0
0.47	0.97	62.5	27.52	1380	1.6	0.062	38-9
1.20	1.55	65.5	26.51	665	0.9	0.010	140-38
(5) الغدقة (المائية) Aquic							
0.42	0.70	50.0	8.71	1036	3.6	0.046	15-0
0.38	0.90	46.0	16.30	452	6.7	0.036	53-15
0.20	0.26	13.0	24.80	1178	2.6	0.025	90-53
(6) الغدقة (المائية) Aquic							
0.54	0.22	1.48	4.08	87.5	10.0	0.008	15-0
0.64	0.36	3.28	4.42	116.0	6.4	0.005	35-15
0.28	0.32	2.30	4.26	46.5	17.2	0.007	60-35
0.28	0.22	2.70	6.12	44.0	4.4	0.004	80-60
0.22	0.22	1.40	2.04	26.5	26.5	0.001	120-80
0.18	0.22	1.24	2.22	20.0	20.0	0.002	180-120

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(20.5)**

8.5 خواص الترب الجافة الجبسية (Gypsids)

تتميز هذه الترب عن الترب الجافة الملحية التي تصاحبها في السبخات والمنخفضات الملحية في احتوائها على الأفق الجبسي، مكونةً الترب الجافة الجبسية بسيطة التطور (Haplogypsids)، أو الأفق الجبسي المتحجر مكونة الترب الجافة الجبسية المتحجرة (Petrogypsids)، وهما يحتويان على كميات كبيرة نوعاً من الجبس (كبريتات الكالسيوم المتأدرة)، وهما غالباً ما تكونان ملحية وجيرية.

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ يحتوي قطاع التربة أساساً على ثلاثة آفاق، هي: (A_1) و(B) و(C)، حيث (B) هي الطبقة الوسطى من القطاع الذي قد يتجمع فيها جزئيا أو كلياً الجبس حيث ينعت بـ(B_{2SC})، وقد تتجمع في أجزائه الأخرى الأملاح (B_{2sa}) أو كربونات الكالسيوم (B_{2ca}).
- ❖ الأفق التشخيصي السطحي الوحيد، إن وجد، هو الأفق الأوكريك، حيث إن هذه الترب في الغالب مغطاة بالقشرة الملحية الصلبة. والآفاق التشخيصية تحت السطحية هي في الأساس الأفق الجبسي وهو يحتوي على الأقل 5% من الجبس (كبريتات الكالسيوم المتأدرة) أكثر مما تحتوي عليه الطبقة التي تليه مباشرة، أو الأفق الجبسي المتحجر. هذا وقد يوجد في هذه الترب الافاق تحت السطحية الملحية أو الجيرية.
- ❖ يوجد الجبس في هذه الترب على هيئة تكوينات مختلفة في أشكالها وأحجامها ودرجة صلابتها، فقد يكون على هيئة قشور رقيقة تغلف حبيبات التربة، أو على هيئة ندب أو أنابيب أو عروق جبسية.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها مرتفع وقريب من السطح في أغلب الأحيان، والنظام الرطوبي بها جاف حار في الطبقات السطحية ومائي في الطبقات تحت السطحية.

- ❖ لون الترب مختلف على حسب لون مادة الأصل المتكونة منها، ولكنها في الغالب فاتحة اللون نتيجة لاحتوائها على الأملاح والجبس وكربونات الكالسيوم، ولفقرها الشديد في المادة العضوية. هذا بالإضافة إلى وجود تبقع في ألوان التربة في الطبقات التحتية.
- ❖ لا تحتوي هذه الترب عادة على حصى وحجارة على سطحها، ولكنها قد تحتوي على قشرة ملحية بيضاء ومختلفة الصلابة. والشكلان (11.5) و(12.5) يبينان صورتين لقطاع ممثل للترب الجافة الجبسية بسيطة التطور، والأخرى للترب الجافة الجبسية المتحجرة.

شكل (11.5): قطاع لتربة جافة جبسية بسيطة التطور (منطقة درج)

شكل (12.5): قطاع لتربة جافة جبسية متحجرة (واحة آجار، وادي الشاطئ)

2. الخواص الطبيعية

- **القوام**: تختلف هذه الترب بصفة عامة من حيث القوام، وذلك باختلاف قوام مادة الأصل التي تنشأ منها، ولكنها في الغالب ذات قوام طميي سلتي أو طميي طيني. ونتيجة لوجود كميات كبيرة من الأملاح والجبس وكربونات الكالسيوم، في صور مختلفة من أحجام حبيبات التربة، فإن تقدير القوام بطريقة إزالة هذه المكونات يؤدي إلى عدم معرفة قوام التربة الحقيقي في الحقل.
- **البناء والتماسك**: تتميز هذه الترب بصفة عامة، بانعدام بنائها، وشدة اندماجها والتحامها في الطبقات تحت السطحية، وخاصة تلك الترب التي تحتوي على الأفق الجبسي المتحجر.
- **علاقة التربة بالماء**: أهم ما يميز هذه الترب هو أنها ذات صرف رديء، وذلك لارتفاع مستوى الماء الأرضي بها. وفي حالة غمرها بالماء، فإن الماء قد يصل إلى الطبقات الجبسية تحت السطحية، التي تشغل حيزاً كبيراً نسبياً، وفي حالة ذوبانها في الماء فإنه يؤدي إلى هبوط الأرض، وتكوّن ما يعرف بالخنادق الأرضية (Sink Holes). أضف إلى ذلك أنه نتيجة لارتفاع محتوى التربة من الأملاح والجبس، فإن الضغط الأسموزي لماء التربة يكون مرتفعاً، ولذلك، بغض النظر عن توفره، فهو غير متيسر للامتصاص بواسطة النباتات.
- **التهوية**: تتميز هذه التربة بصفة عامة بالتهوية الرديئة، وذلك لوجود مستوى الماء الأرضي المرتفع، ولانعدام البناء، وشدة اندماج والتحام الطبقات تحت السطحية. والجدول (23.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجافة الجبسية،

لأحد أنواع الترب الجافة الجبسية في ليبيا (درج).

جدول (23.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لتربة جافة جبسية في ليبيا*

عمق الطبقات (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
			رمل %	سلت %	طين %		
40-0	بني مصفر فاتح	حبيبات مفردة	50.0	33.0	17.0	طمي	
80-40	بني باهت	كتلي	12.0	50.0	38.0	طمي طيني سلتي	عروق جبسية
110-80	أحمر باهت	كتلي	78.6	11.4	10.0	طمي رملي	
160-110	أحمر باهت	كتل مصمتة	76.1	8.5	15.4	طمي رملي	حصوي

* مصدر البيانات: **[118]** – القطاع مأخوذ من منطقة زاوية لاكور – الفجيج بوادي الآجال

2. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

- **التركيب المعدني**: بالرغم من احتواء هذه الترب على كميات كبيرة من الجبسايت والكالسيت والهاليت والدولومايت في الأحجام المختلفة من حبيبات التربة، فإن معادن حبيبات الطين بها، تختلف من تربة إلى أخرى، وذلك حسب التركيب المعدني لمادة الأصل التي تنشأ منها. فلقد وجد كلوس وآخرون (1978) [189]، أن التركيب المعدني لحبيبات الطين في تربة جافة جبسية في منطقة تهالا – العوينات في الجنوب الغربي من البلاد، تتكون أساساً من الكاؤلينيت مع كميات أقل من الايلايت والسمكتايت والباليجورسكايت والكاؤلينيت – ايلايت والجبسايت.
- **المادة العضوية**: هذه الترب بصفة عامة، فقيرة جداً من المادة العضوية.
- **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل لهذه الترب قلوية، وعادة ما تكون محصورة بين 8 و9 درجات.
- **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية للكاتيونات لهذه الترب منخفضة بصفة عامة، وتعتمد اعتماداً مباشراً على قوام التربة ونوعية معادن الطين، ولكنها لا تزيد على 15 ملي مكافئ/100 جم تربة. وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية،

ولكن نسبة التشبع بالصوديوم المتبادل بها لا تزيد على 15%.

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب بصفة عامة، بمحتوها المرتفع من الملوحة والجبس وكربونات الكالسيوم، وقد تصل فيها كمية الجبس والأملاح وكربونات الكالسيوم إلى قيم عالية جداً، وخاصة في تُرب السبخات المكتملة النمو، مثل: سبخة وادي عتبة، وسبخة الفخفاخة في الجنوب من البلاد. وعلى العموم، فإن هذه الترب قد تم تقسيمها إلى تحت مجموعات عديدة، وفقاً لما تحتوي عليه من الآفاق الملحية والجيرية والجبسية المتحجرة. فالترب التي تحوْي بالإضافة إلى الأفق الجبسي، أفقاً جيرياً تتبع تحت مجموعة الترب الجافة الجبسية البسيطة التطور الجيرية (Calcic Haplogypsids)، والترب التي تحتوي بالإضافة إلى الأفق الجبسي، على أفق ملحي تتبع تحت المجموعة الترب الجافة الجبسية البسيطة التطور الملحية (Salic Haplogypsids)، والترب التي لا تحتوي على آفاق ملحية أو جيرية مع الأفق الجبسي تتبع تحت مجموعة الترب الجافة الجبسية البسيطة التطور النموذجية (Typic Haplogypsids)، والترب التي تحتوي على أفق جبسي متحجر بدلاً من الأفق الجبسي، ولا تحتوي على آفاق ملحية أو جيرية، فتتبع تحت المجموعة الترب الجافة الجبسية المتحجرة النموذجية (Typic Petrogypsids).

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: هذه الترب من الناحية الخصوبية فقيرة من النيتروجين والفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة، ولكنها غنية بالعناصر الغذائية القاعدية (K^+ Ca^{2+}, Mg^{2+})، هذا وقد يتوفر عنصرا البورون والكبريت في هذه الترب بكميات قد تكون سامة للمحاصيل الزراعية. والجدولان (24.5) و(25.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأحد أنواع الترب الجافة الجبسية في ليبيا (درج).

جدول (24.5): أهم الخواص الكيميائية لتربة جافة جبسية في ليبيا*

عمق الطبقات (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم /25 مْ	الجبس %	درجة التفاعل	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100 جم تربة	نسبة الصوديوم المتبادل %	كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية %	ملاحظات
40-0	4.5	5.58	8.0	24.5	7.9	8.6	1.62	
80-40	130.0	6.34	6.6	20.4	68.2	1.4	1.93	
110-80	62.0	1.03	7.4	11.0	10.9	6.9	0.48	
160-110	31.5	0.03	7.1	8.0	64.8	35.5	---	

* مصدر البيانات: انظر جدول (23.5)

جدول (25.5): الحالة الخصوبية لتربة جافة جبسية في ليبيا*

عمق الطبقات (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
				حديد	منجنيز	زنك	نحاس
40-0	0.004	11.0	56.5	1.70	1.64	0.22	0.18
80-40	0.004	5.9	112.0	2.72	2.70	0.32	0.28
110-80	0.003	12.1	73.0	3.06	2.78	0.32	0.32
160-110	0.005	11.0	43.5	3.40	3.86	0.44	0.32

* مصدر البيانات: انظر جدول (23.5)

9.5 خـواص تُـرب الغـابات ذات النظـام المميـز لمنـاخ البحـر المتوسـط الحمـراء (Rhodoxeralfs)

أهم ما يميز هذه الترب أن قطاعها متطور نسبياً مقارنة بالترب الليبية الأخرى، فهو يحتوي على الأفق الطيني ذي البناء الكتلي أو الكتلي المضلع، بالإضافة إلى لونها الأحمر المميز وقوامها الطيني.

1. الخواص المورفولوجية

❖ قطاع التربة يتميز بالعديد من الآفاق، التي تشمل أفق(A_1) أو (A_p) وآفاق (B) المختلفة: (B_1) و(B_{2t}) و(B_3). و (BC) وأفق (C)، وفي بعض الأحيان أفق (R)، أو (CR).

❖ الأفق التشخيصي السطحي الوحيد لهذه الترب هو الأوكريك، الذي يتراوح سمكه ما بين 8 إلى 14 سم، أما الأفق تحت السطحي الرئيسي فهو الأفق الطيني. وقد توجد أيضاً

الآفاق التشخيصية تحت السطحية الآتية: الأفق الجيري أو أفق التبقع (Gleyic). هذا وقد توجد في بعض تُرب هذه المجموعة التكوينات الخاصة الحديدية (Iron Concretions) على درجة متفاوتة من الانتشار.

- ❖ تتميز هذه الترب باللون الأحمر الداكن الذي تكون فيه المتغيرات الأساسية الثلاثة للون كما يلي: تدرج اللون – أكثر احمراراً من YR5، وقيمة اللمعان، والتربة رطبة، أكبر من 4، ودرجة النقاوة لا تزيد على درجة واحدة، والتربة جافة عنها وهي رطبة. ويرجع اللون الأحمر الداكن المميز لهذه الترب إلى وجود أكاسيد الحديد غير المتأدرة بكميات كبيرة مختلطة مع حبيبات الطين السائد في هذه الترب.
- ❖ تختلف هذه الترب في عمق القطاع. فمنها العميق، ومنها متوسط العمق، ومنها الضحل، فالنوع العميق منها يوجد في رواسب الأودية وفي سهول المصطبة السفلية من مرتفعات الجبل الأخضر، أما متوسطة العمق فهي في المواقع السفلى من المنحدرات القليلة الميول، أما الضحلة منها فتكون في السفوح المشابهة لمناطق مساقط المياه.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق، والنظام الرطوبي السائد بها هو النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric)، وقد سميت باسمه.
- ❖ نسبة وجود الحصى والحجارة بها متفاوتة، ولكنها بصفة عامة قليلة. ونتيجة لاختلافاتها المورفولوجية، وخاصة في العمق، ومدى احتوائها على كربونات الكالسيوم والتبقع والتكوينات الخاصة الحديدية، وقد تم تصنيفها إلى تحت مجموعات مختلفة (راجع الفصل الرابع). والشكل (14.5) يبين صوراً لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء.

شكل (13.5): تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (منطقة تاكنس بالجبل الأخضر)

2. الخواص الطبيعية

❖ **القوام**: تتميز هذه الترب بقوامها الطيني بصفة عامة، حيث تصل حبيبات الطين بها إلى أكثر من 45 %. هذا وقد ينحصر قوام الترب التابعة لهذه المجموعة ما بين الطميي الطيني إلى الطيني. وعلى العموم، إن حبيبات التربة السائدة في هذه الترب على التوالي، هي حبيبات الطين والسلت والرمل الناعم، أما حبيبات الرمل المتوسط والخشن فهي ضئيلة جداً أو تكاد تكون معدومة. والجدول (26.5) يبين التركيب الميكانيكي لحبيبات الرمل المختلفة الأحجام والسلت والطين في إحدى هذه الترب. هذا وقد توجد في بعض هذه الترب نسب متفاوتة من الفتات الصغير من الحجر الجيري.

جدول (26.5): التركيب الميكانيكي لحبيبات الرمل المختلفة الأحجام والسلت والطين في إحدى تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء*

الأفق	عمق الأفق (سم)	طين (%)	سلت (%)	الرمل (%)			
				ناعم	متوسط	خشن	المجموع
A_{P1}	12-0	64.6	21.7	13.1	0.4	0.2	13.7
A_{P2}	32-12	68.2	21.3	9.5	0.4	6.2	10.5
B_1	60-32	65.5	20.0	13.7	0.8	0.0	14.5
B_{2t}	134-60	68.3	20.7	10.3	0.4	0.3	11.0
B_{3ca}	150-134	70.0	16.5	11.2	0.6	1.7	13.5
C_{ca}	200-150	35.8	41.6	15.2	6.9	0.5	23.6

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]**

❖ **البناء**: تتميز هذه الترب بصفة عامة ببنائها المحدد، ففي الآفاق السطحية يتكون البناء الحبيبي (Granular) أو البناء الحبيبي المتفتت (Crumbly Granular)، ولكن نادراً ما يتكون البناء المتفتت (Crumb). وفي الطبقات تحت السطحية وخاصة الأفق الطيني، يتكون البناء الكتلي أو الكتلي المضلع، ونادراً جداً ما يصل إلى درجة المنشوري أو العمودي المكوّر. وعلى العموم، فإن درجة تكوين تجمعات التربة الصغيرة (Microaggregates) في هذه الترب، مرتفعة نوعاً. وكقاعدة عامة، فهي أكثر وجوداً في الطبقات السطحية، ولكنها تختلف في درجة تكوينها من تربة إلى أخرى حسب اختلاف القوام (حبيبات الطين) والمادة العضوية والأملاح الذائبة.

❖ **التماسك**: نتيجة لارتفاع محتوى حبيبات الطين بهذه التربة، فإن التماسك بها يُعدّ صلباً في الحالة الجافة، ومتماسكاً في الحالة الرطبة، ومرناً جداً ولاصقاً جداً في الحالة المبللة.

❖ **علاقة التربة بالماء**: علاقة التربة بالماء في هذه الترب تتحدد بالتركيب الميكانيكي لحبيبات التربة، ومدى تطور البناء في كل تربة من الترب التابعة لهذه المجموعة، ولكن بصفة عامة، فإن قدرة حفظ هذه الترب للماء تُعدّ مرتفعة. فلقد وجدت دراسة لسلخوزبروم إكسبورت (1980م) أن المسامية الكلية للترب التابعة لهذه المجموعة تتراوح بين 39.2 % و60.4 %، وأما السعة الصغرى للرطوبة، فهي تتراوح بين 25.8 % و35.5 %، ونسبة الرطوبة حجما عند نقطة الدبول (الشد الرطوبي 15 بار) تتراوح بين 11.0 % و25.3 %. كما وجد أن معدل النفاذية من سطح الترب التابعة لهذه المجموعة جيد وملائم في الساعة الأولى، ويتناقص في الطبقات تحت السطحية، التي غالباً ما تكون مندمجة أكثر. وعلى العموم، فإن التصرف الداخلي لهذه الترب بطئ، ويُعدّ رديئاً، وخاصة في تُرب تحت المجموعات الضحلة والمبقعة.

❖ **التهوية**: نتيجة لاختلاف المسامية الكلية لهذه الترب واختلاف السعة الصغرى للرطوبة، فإن المسامية الهوائية (Aeration Porosity) تختلف من تربة إلى أخرى، ومن أفق إلى آخر داخل قطاع التربة الواحدة، حيث تتراوح بين 4.8 % و29 % حجماً [176]، ولذلك، فإن الآفاق التي تكون بها المسامية الهوائية من 16 % إلى 29 % حجماً، هي ملائمة ومقبولة، أما التي تكون بها المسامية الهوائية أقل من ذلك، فهي رديئة التهوية. وعلى العموم، فإن معظم الطبقات السطحية لهذه التربة تعتبر ملائمة التهوية، على حين أن الآفاق تحت السطحية وخاصة الآفاق الطينية المندمجة، فعادة ما تكون رديئة التهوية. والجدول (27.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة من الجبل الأخضر في ليبيا.

جدول (27.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة من الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
(1) النموذجية Typic Rhodoxeralfs								
A_{p1}	0-12	أحمر	حبيبي	13.7	21.7	64.6	طيني	
A_{12}	12-32	أحمر	حبيبي	10.5	21.3	68.2	طيني	
B_1	32-60	أحمر	كتلي	14.5	20.0	65.5	طيني	
B_{2t}	60-134	أحمر	كتلي مضلع	11.0	20.7	68.3	طيني	
B_{3ca}	134-150	أحمر	كتلي	13.5	16.5	70.0	طيني	
C_{ca}	150-300	أحمر	كتلي	27.6	41.6	35.8	طمي طيني	
(2) الجيرية Calcic Rhodoxeralfs								
A_p	0-30	أحمر	حبيبي	21.2	41.3	37.5	طمي طيني	
B_1	30-62	أحمر	كتلي	15.7	32.8	51.5	طيني	تكوينات خاصة
B_{2tca}	62-102	أحمر	كتلي مضلع	18.8	30.1	51.6	طيني	جيرية
B_{3ca}	102-130	أحمر	كتلي	20.3	28.1	51.6	طيني	
B_c	130-200	أحمر	كتلي	22.2	27.4	50.4	طيني	
C	200-300	أحمر	كتلي	14.1	19.3	66.6	طيني	
(3) الضحلة Lithic Rhodoxeralfs								
A_P	0-11	أحمر	حبيبي	41.6	26.0	32.4	طمي طيني	نسبة الحصى 2.0%
B_{2tca}	11-35	أحمر	كتلي	26.1	24.8	49.1	طيني	نسبة الحصى7.6 %
CR	35-45	أبيض محمر	---	---	---	---	---	-------
(4) المتبقعة Gleyic Rhodoxeralfs								
A_{p1}	0-18	أحمر مصفر	حبيبي فتاتي	32.9	42.0	25.1	طمي	
A_{12}	18-35	أحمر مصفر	كتلي فتاتي	20.4	37.0	42.6	طيني	
B_{1m}	35-66	أحمر مصفر	كتلي	15.1	38.1	46.8	طيني	تبقع مصفر
B_{2tm}	66-140	أصفر محمر	كتلي مضلع	20.5	35.2	44.3	طيني	تبقع مصفر
B_{3cam}	140-180	أصفر محمر	كتلي	11.4	23.8	64.8	طيني	تبقع مصفر
C_{ca}	180-300	أحمر	كتلي	10.2	13.2	76.6		

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]**، جميع القطاعات من المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا **(منطقة الجبل الأخضر)**.

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: طبقاً لدراسة سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176]، إن التركيب المعدني لحبيبات الطين في هذه الترب يتكون من الكاؤلينيت، والايلايت، والايلايت – سمكتايت المختلط، والكلورايت والكلورايت المتمدد والسمكتايت والباليجورسكايت،

وبعضٍ من الكوارتز والفلدسبار. هذا وقد وُجد أن التركيب المعدني لحبيبات الطين لا يختلف في نوعية معادن الطين بين الترب المختلفة، ولكن يختلف في كمية كلٍ منها، في كل تربة وسيادة نوعيات معينة في الترب المختلفة. ففي الترب التابعة لتحت المجموعة النموذجية والجيرية، فإن معادن الكاؤلينيت والايلايت هي المعادن السائدة، حيث إن هذه الترب غنية بالكاؤلينيت الذي يتميز بتبلوره الجيد، وهي فقيرة جداً أو تكاد أن تكون معدومة في معدن السمكتايت. هذا بالإضافة إلى وجود المعادن الأخرى التي ذكرت سلفاً بكميات أقل. وفي الترب التابعة لتحت المجموعة ذات التكوينات الخاصة الحديدية، فإن معادن الطين السائدة هي الكاؤلينيت والايلايت والايلايت – سمكتايت المختلط، أما المعادن الأخرى فتوجد بكميات قليلة. وفي الترب التابعة لتحت المجموعة الضحلة، فإن معادن الطين السائدة هي مجموعة الكاؤلينيت – الباليجورسكايت ومجموعة الايلايت – كاؤلينيت، مع كميات قليلة من المعادن الأخرى. وأخيراً في الترب تحت المجموعة المبقعة، يتكوّن التركيب المعدني لحبيبات الطين بها أساساً من مجموعة الايلايت – كاؤلينيت مع كميات أقل من الايلايت – سمكتايت والسمكتايت والكاؤلينيت — سمكتايت، وكميات ضئيلة من الباليجورسكايت المختلط مع الكلورايت. ومن التركيب المعدني لمختلف الترب التابعة لهذه المجموعة، والمبين فيما تقدم، نستطيع أن نستنتج أن المعادن السائدة في حبيبات الطين، هي بصفة عامة معادن سليكات الألومنيوم. وهذا يؤكد التركيب السليكاتي لهذه الترب، مع الأخذ في الحسبان تجمع أكاسيد الحديد غير المتبلورة، التي تتحرر من الطبقات المتبلورة (Crystal Lattice). وهذه الأكاسيد هي التي تعطي اللون الأحمر المميز لهذه الترب. أضف إلى ذلك أن تكوين معدن الكاؤلينيت بالصورة السائدة في هذه الترب، يرجع إلى

أنه قد تكون تحت ظروف مناخية أكثر رطوبة مما هو عليه الآن. وهذا يؤكد مدى تأثير مادة الأصل في تكوين هذه الترب. أما اختلاف النسبة الكمية لمعادن الطين داخل قطاعات الترب المختلفة بمعدلات متباينة، فهو يرجع إلى اختلاف مواد أصل هذه الترب، وكذلك لعمليات التكوين التي تعرضت لها كل تربة. ومما تجدر الإشارة إليه، أن التركيب المعدني لمعادن الطين في كل تربة من هذه الترب يتحكم في العديد من خواص التربة الكيميائية والطبيعية في بعض الأحيان، فمثلاً الترب التي تسود فيها معادن الطين غير المتمددة مثل: الكاؤلينيت أو الايلايت، تكون السعة التبادلية للكاتيونات فيها بالتأكيد أقل مما هي عليه في الترب التي بها معادن السمكتايت المتمدد بكمية كبيرة نوعاً. وظاهرة التشقق في أسطح التربة تعتمد على وجود معادن الطين المتمددة التي تنتفخ (تتمدد) أثناء الموسم الرطب، وتنكمش لتكون الشقوق أثناء فترة الموسم الجاف. وعلى العموم فإن هذه الظاهرة تكون معدومة أو قليلة الحدوث في هذه الترب، وذلك لاحتوائها المنخفض نسبيا على معادن الطين المتمدد.

- **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها المرتفع نسبياً على المادة العضوية مقارنة بالترب حديثة التكوين أو الترب الجافة، حيث تتراوح نسبة المادة العضوية في الآفاق السطحية ما بين 0.7 % وأقل من 2 %، وبمتوسط 1.3 % تقريباً. هذا وتتناقص كمية المادة العضوية إلى أن تختفي بالعمق.
- **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل لهذه الترب تتراوح بين المتعادلة إلى القلوية، فهي تنحصر ما بين 7.3 و9، وذلك لاختلاف الترب داخل هذه المجموعة. ففي حين تكون مرتفعة في تُرب تحت المجموعات الجيرية والضحلة (7.8–9)، تكون منخفضة نسبياً في تُرب تحت المجموعات النموذجية وذات التكوينات الحديدية والمبقعة (7.3–8.7).

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: كما هو معلوم إن السعة التبادلية للكاتيونات تتحكم فيها كمية حبيبات الطين، ونوعية معادن الطين، ومحتوى التربة من المادة العضوية. ولذلك فإن السعة التبادلية لترب هذه المجموعة تتراوح في الآفاق السطحية ما بين 11 و37 ملي مكافئ/100 جم تربة، وفي الآفاق الطينية تحت السطحية تتراوح بين 10 و34 ملي مكافئ/100 جم تربة، وذلك بمتوسط عام يصل إلى حوالى 21 ملي مكافئ/100 جم تربة. هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة تماماً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص.

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: هذه الترب بصفة عامة غير ملحية، حيث لا تزيد درجة التوصيل الكهربي لجميع أنواعها على 1 ملي سيمنز/سم–25 م° إلا نادراً. وفي هذه الحالات المحدودة، لا تزيد على 2 ملي سيمنز/سم–25 م° بأي حال من الأحوال. كما إنها بصفة عامة تحتوي على نسب منخفضة جداً، لا تكاد تذكر، من الجبس في جميع الترب التابعة لهذه المجموعة، حيث يبلغ أقصى ما وصل إليه تركيز الجبس في آفاق محدودة جداً، هو 0.3 %. أما كربونات الكالسيوم بها، فهي متفاوتة من تربة إلى أخرى، وتتراوح من 0% إلى 50%. فالترب التابعة إلى تحت المجموعات النموذجية وذات التكوينات الخاصة الحديدية والمبقعة، لا تزيد فيها نسبة كربونات الكالسيوم على 7%. أما الترب التابعة إلى تحت المجموعة الضحلة، فهي تحتوي على كربونات الكالسيوم، وتتراوح بين 5 و30%، وأما الترب التابعة لتحت المجموعة الجيرية، فهي تتراوح بين 15 و50%.

❖ **محتوى أكاسيد الحديد والألومنيوم**: تتميز هذه الترب باحتوائها المرتفع على أكاسيد الحديد والألومنيوم بصفة عامة، ولكنها تختلف من تربة إلى أخرى، حيث إن النسبة المئوية

لأكاسيد الألومنيوم، تتراوح ما بين 8 % إلى 82 %، بمتوسط يقدر بحوالي 18 %. وتتراوح النسبة المئوية لأكاسيد الحديد بين 3 % إلى31 %، بمتوسط يقدر بحوالي 8 %. هذا والترب الخفيفة القوام نوعاً، والمحتوية على كميات كبيرة نسبياً من الكوارتز، وكذلك الترب المحتوية على تركيزات عالية من كربونات الكالسيوم، هي التي تحتوي على الكميات الأقل من أكاسيد الحديد والألومنيوم. هذا ويلاحظ أن كمية أكاسيد الحديد والألومنيوم بصفة عامة تزداد تدريجياً كلما تعمقنا في قطاع التربة، حيث تصل إلى غايتها في آفاق الترسيب، أفقي (B_2)، (B_3)، وأن أقل كمية من أكاسيد الحديد والألومنيوم في القطاع، تكون موجودة في الطبقة الصخرية تحت التربة. هذا وأن نسبة أكاسيد الألومنيوم إلى أكاسيد الحديد تكون كبيرة في السطح، وتقل بالتدريج كلما تعمقنا في القطاع.

❖ **محتوى العناصر الغذائية:** تحتوي هذه الترب بصفة عامة على كمية متوسطة نسبياً من النيتروجين، حيث تتراوح بين 0.05 % و0.3 %، بمتوسط حوالى 0.1 %، وتتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين بها بين 4 إلى 14، بمتوسط حوالى 9، وهذه النسبة تؤكد أن المادة العضوية في هذه الترب غنية نسبيا بالمركبات النيتروجينية. أما الفوسفور الكلي لهذه الترب بصفة عامة غير مرتفع، فهو يتراوح ما بين 0.02 % إلى 0.32% (P_2O_5) بمتوسط حوالى 0.1 % (P_2O_5). ولظروف ارتفاع درجة التفاعل ولوجود كربونات الكالسيوم أو الحديد في الصورة الذائبة، فإن النباتات التي تنمو في هذه الترب تعاني من النقص الغذائي للفوسفور، بسبب انخفاض مستوى الفوسفور المتيسر. أما قدرتها الخصوبية في العناصر الغذائية الأخرى، فهي جيدة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة. والجدولان (28.5) و(29.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة

في ليبيا.

جدول (28.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء تمثل مواقع جغرافية متباينة من الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم/ 25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100 جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) النموذجية Typic Rhodoxeralfs								
A_{p1}	12-0	0.93	7.8	صفر	17.9	1.28	1.1	
A_{12}	32-12	0.87	8.0	1.25	19.6	1.01	2.0	
B_1	60-32	0.50	8.0	صفر	18.6	0.62	2.2	
B_{2t}	134-60	0.80	8.5	0.20	18.8	0.43	4.1	
B_{3ca}	150-134	2.6	8.3	9.13	18.8	0.34	9.6	
C_{ca}	300-150	2.2	8.6	52.0	10.0	صفر	9.6	
(2) الجيرية Calcic Rhodoxeralfs								
A_p	30-0	0.74	8.3	3.75	22.6	1.76	0.8	
B_1	62-30	0.74	8.4	4.03	21.5	0.94	1.1	
B_{2tca}	102-62	0.74	8.5	2.85	22.7	0.81	2.6	
B_{3ca}	130-102	0.74	8.6	1.60	23.9	0.52	3.6	
BC	200-130	0.99	8.8	1.98	24.2	0.26	5.7	
C	300-200	1.38	8.8	11.6	27.1		7.3	
(3) الضحلة Lithic Rhodoxeralfs								
AP	11-0	0.87	8.6	0.35	20.3	1.82	1.6	
B_{2tca}	35-11	1.20	8.5	8.38	21.4	2.13	3.6	
CR	45-35	2.11	8.5	86.65	7.2			
(4) المتبقعة Gleyic Rhodoxeralfs								
A_{p1}	18-0	0.62	7.8	0.33	12.1	1.37	0.3	
A_{12}	35-18	0.24	7.5	0.33	12.4	0.58	1.2	
B_{1m}	66-35	0.43	7.6	0.52	10.9	0.40	1.4	
B_{2tm}	140-66	0.50	7.8	0.52	11.6	0.28	3.8	
B_{3cnm}	180-140	1.86	8.2	7.50	24.8	0.26	3.6	
C_{ca}	300-180	2.98	8.1	19.00	22.7		4.6	
(5) المحتوية على تكوينات خاصة حديدية Plinthic Rhodoxeralfs								
A_{1pc}	16-0	0.50	7.7	0.33	24.0	1.70	1.3	
A_{21c}	33-16	0.37	7.5	0.28	25.3	1.40	0.8	
B_1	60-33	0.43	7.5	0.73	24.5	1.16	0.8	
B_{2t}	93-60	0.93	7.9	1.30	24.5	0.76	1.3	
B_{3ca}	120-93	2.30	8.0	32.50	23.1	0.62	2.1	
R	130-120	0.87	8.4	92.65	5.7	----	0.5	

* مصدر البيانات: انظر جدول **(27.5)**

جدول (29.5): الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من تُرب الغابات الحمراء ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط تمثل مواقع جغرافية متباينة من الجبل الأخضر في ليبيا*

العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)				البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	النيتروجين الكلي%	عمق الأفق (سم)	الأفق
نحاس	زنك	منجنيز	حديد					
(1) النموذجية Typic Rhodoxeralfs								
0.21	0.28	11.0	45.81	754	3.2	0.076	12-0	A_{p1}
0.11	0.40	4.0	42.23	565	1.5	0.052	32-12	A_{12}
0.07	0.34	6.0	58.16	518	0.8	0.054	60-32	B_1
0.46	0.60	7.0	62.05	479	صفر	0.040	134-60	B_{2t}
0.36	0.54	5.0	5.59	495	صفر	0.038	150-134	B_{3ca}
0.36	0.64	5.0	2.51	216	صفر	صفر	300-150	C_{ca}
(2) الجيرية Calcic Rhodoxeralfs								
0.44	0.42	47.5	6.91	965	5.0	0.070	30-0	A_p
0.38	0.16	10.0	4.23	659	2.3	0.070	62-30	B_1
0.44	0.10	8.5	5.11	424	1.5	0.055	102-62	B_{2tca}
0.10	0.44	5.5	32.54	367	1.1	0.045	130-102	B_{3ca}
0.21	0.28	2.5	19.84	353	3.4	0.016	200-130	BC
0.18	0.33	1.5	34.28	338	0.5	---	300-200	C
(3) الضحلة Lithic Rhodoxeralfs								
0.28	0.53	43.0	22.20	730	3.5	0.122	11-0	A_p
0.38	0.41	27.0	5.60	683	1.8	0.128	35-11	B_{2tca}
1.13	1.55	29.0	11.20	141	1.8	---	45-35	CR
(4) المتبقعة Gleyic Rhodoxeralfs								
0.22	0.32	67.4	138.05	198	3.8	0.053	18-0	A_{p1}
0.26	0.15	20.7	105.04	198	1.9	0.039	35-18	A_{12}
0.22	0.03	16.0	105.03	155	1.1	0.028	66-35	B_{1m}
0.24	0.09	8.0	42.52	127	0.7	0.024	140-66	B_{2tm}
0.18	0.18	15.5	93.01	226	0.4	0.023	180-140	B_{3cam}
0.15	0.13	9.5	9.78	212	0.3		300-180	C_{ca}
(5) المحتوية على تكوينات خاصة حديدية Plinthic Rhodoxeralfs								
0.23	0.20	16.7	93.00	326	3.1	0.089	16-0	A_{1pc}
0.29	0.25	13.2	105.03	423	3.1	0.067	33-16	A_{21c}
0.32	0.59	15.5	84.01	325	1.9	0.061	60-33	B_1
0.36	0.26	14.7	32.02	311	0.7	0.042	93-60	B_{2t}
0.47	0.40	19.5	5.74	283	0.7	0.036	120-93	B_{3ca}
0.28	0.20	9.0	3.86	28	0.3	-----	130-120	R

* مصدر البيانات: انظر جدول **(27.5)**

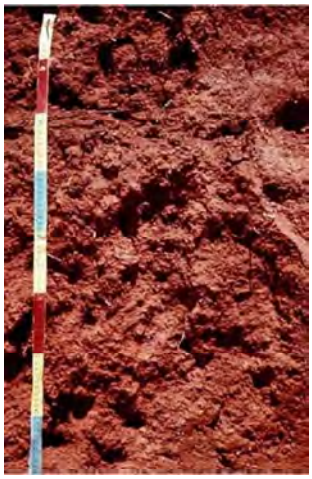
10.5 خواص تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية (Natrixeralfs)

هذه الترب تشبه إلى حد كبير تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء، إلا أنها تختلف عنها في وجود مستوى الماء الأرضي المعلق القريب إلى السطح (عمق 1.2 إلى 3 أمتار)، وهي غنية بالأملاح الذائبة، وخاصة أملاح الصوديوم، وهو ما يؤدي إلى تكوين الأفق الصودي بقطاعها على أنقاض الأفق الطيني. وعلى العموم، وكما أشرنا سابقاً، فإن هذه الترب تكوّنت بواسطة العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallitization)، بالإضافة إلى عملية التبقع (Gleyification)، والعملية الصودية (Solonization).

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ يتميز قطاع التربة إلى الآفاق: (A_1)، (B_1)، (B_{2tna})، (B_{3m})،(BC_m))، (C_m)، حيث (na) يرمز إلى الأفق الصودي، و(m) ترمز إلى أفق التبقع.
- ❖ الأفق التشخيصي السطحي هو الأوكريك، ويتراوح سمكه ما بين 10 سم إلى 30 سم. أما الآفاق تحت السطحية، فهما الأفق الصودي، وأفق التبقع، هذا وقد يوجد أو لا يوجد أفق التبقع. وفي حالة عدم وجود أفق التبقع تتبع التربة لتحت المجموعة النموذجية، وفي حالة وجوده تتبع التربة لتحت المجموعة المتغدقة (المائية).
- ❖ تتميز هذه الترب بصفة عامة باللون الأحمر، مع وجود تبقع في الألوان في الآفاق تحت السطحية في وسط القطاع وأسفله.
- ❖ عمق التربة يتحدد بعمق مستوى الماء الأرضي الذي غالباً ما يكون مرتفعاً والنظام الرطوبي بها هو المائي (Aquic).

❖ تتميز هذه الترب بعدم احتوائها على الحصى والحجارة على سطحها، وفي كل قطاعها. والشكل (14.5) يبين صورة لقطاع تربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية.



شكل (14.5): صورة لقطاع تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية (المرج، بالجبل الأخضر)

2. الخواص الطبيعية

❖ **القوام**: تتميز هذه الترب بالقوام الطيني، حيث تحتوي على أكثر من 45% من حبيبات الطين، وعادة ما تزيد نسبة حبيبات الطين في قطاع التربة بالعمق إلى أن تصل إلى غايتها العظمى في الأفق الصودي، ثم ترجع لتتناقص إلى أن تثبت في أفق مادة الأصل.

❖ **البناء**: يتميز بناء الآفاق السطحية لهذه الترب بالبناء الحبيبي أو الحبيبي المتفتت، على حين يتميز الأفق الصودي بالبناء المنشوري أو العمودي المكوّر. هذا ودرجة تكوين تجمعات التربة الصغيرة (Microaggregates) بها منخفضة، بعكس تُرب الغابات ذات

النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء، وذلك راجع إلى ارتفاع نسبة تشبعها بالصوديوم، الذي عادة ما يعمل على تفريق حبيبات الطين.

- **التماسك**: هذه الترب صلبة مندمجة وهي جافة، متماسكة جداً وهى رطبة، ومرنة جداً ولاصقة جداً وهي مبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: علاقة التربة بالماء في هذه الترب تتحدد بالقوام الطيني، وضعف تكوّن تجمعات التربة الصغيرة، وبارتفاع درجة الملوحة، ونسبة الصوديوم المتبادل، وكذلك ارتفاع مستوى الماء الأرضي، حيث إن كل هذه العوامل تؤثر على الكثافة الظاهرية (تتراوح من 1.37 و1.53 جم/سم^3)، ومن ثم على المسامية الكلية (تتراوح بين 43 % و48 %) وعلى الخواص المائية. وهذه الترب ذات قدرة مرتفعة للاحتفاظ بالماء، حيث تتراوح السعة الصغرى للرطوبة بها بين 34 % إلى 36 %، ولكن نسبة الرطوبة حجما عند نقطة الذبول، تتراوح بين 16 % إلى 24 %. وكمية الرطوبة المتيسرة للنبات بها منخفضة، فهي تتراوح بين 11.8 % و18.7 % حجماً. كما أن معدل الرشح والنفاذية بها منخفض، وصرفها الداخلي رديء.
- **التهوية**: التهوية بصفة عامة في هذه الترب رديئة وغير ملائمة وذلك لصغر المسامية الهوائية بها، وهي تتراوح بين 5% و13.5% حجما، وخاصة في الطبقات تحت السطحية التي لا تصل بها المسامية الهوائية حجماً إلى أكثر من 9 %، ولوجود مستوى الماء الأرضي المرتفع. والجدول (30.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا.

جدول (30.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
A_1	22-0	أحمر	كتلي ضعيف	16.6	29.7	53.7	طيني	
B_1	57-22	أحمر قاتم	كتلي صغير	11.2	24.0	64.8	طيني	
B_{2t}	112-57	أحمر	كتلي مضلع	17.1	23.8	59.1	طيني	
B_{3m}	170-112	أحمر	كتلي ضعيف	15.3	26.3	58.4	طيني	تبقع في الألوان
BC_m	230-170	بني محمر	عديم البناء مندمج	21.8	26.1	52.1	طيني	تبقع في الألوان
C_m	300-230	بني محمر فاتح	عديم البناء مندمج	7.2	29.0	63.8	طيني	تبقع في الألوان
مستوى الماء الأرضي على عمق 220 سم من سطح التربة								

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]** (القطاع في منطقة سيدي بوسبيحة بالجبل الأخضر)

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: طبقاً لدراسة سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176]، فإن التركيب المعدني لحبيبات الطين في هذه الترب، يتكون أساساً من مجموعة الايلايت —كاؤلينيت، مع كميات قليلة من كاؤلينيت – سمكتايت والايلايت – سمكتايت والكلورايت والباليجورسكايت، ويختلف التركيب المعدني لمادة الأصل اختلافاً واضحاً عن التركيب المعدني للتربة، حيث يتكون أساساً من كميات كبيرة من الكاؤلينيت المصاحب مع الباليجورسكايت، وفتاتات من الحجر الجيري. وهذا التركيب المعدني الذي يتميز بسيادة المعادن غير المتمددة (الايلايت والكاؤلينيت)، هو الذي يحدد الكثير من خصائص هذه التربة، حيث تكون السعة التبادلية للكاتيونات بها منخفضة نسبياً، بالرغم من ارتفاع نسبة حبيبات الطين، وهذه الترب لا تظهر على سطحها شقوق تُذكر، وذلك بسبب انخفاض معدلات التمدد والانكماش لهذه المعادن. أضف إلى ذلك أن هذه الترب قد تحتوي على كميات مرتفعة من البوتاسيوم الاحتياطي الذي يوجد في تركيب معادن الايلايت.

❖ **المادة العضوية**: تتشابه هذه الترب في احتوائها على المادة العضوية مع تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء. حيث تتراوح نسبة المادة العضوية في الآفاق السطحية بين 0.68% و1.96%، وبمتوسط حوالى 1.39%. هذا وتتناقص كمية المادة العضوية إلى أن تختفي بالعمق.

❖ **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل بهذه الترب قلوية، أي أكثر من 8، وعادة ما تزداد درجة التفاعل بالعمق.

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية للكاتيونات في هذه التربة وهي من متوسطة إلى عالية نسبياً، حيث تتراوح في الآفاق السطحية من 13 إلى 23 ملي مكافئ/100 جم تربة، وبمتوسط 17 ملي مكافئ/ 100 جم تربة، وتزداد كلما تعمقنا في القطاع، حيث تصل إلى أعلى قيمة لها في الأفق الصودي. هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكاتيون المتبادل السائد بها هو الصوديوم، ولكن أهم ما تتميز به هذه الترب هو أن النسبة المئوية للصوديوم المتبادل دائماً تكون أكثر من 15 %.

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب بارتفاع الملوحة بها بصفة عامة، حيث تصل درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة إلى 10 ملي سيمنز/ سم –25م° في بعض الأحيان، على حين تحتوي هذه الترب على نسب منخفضة من الجبس حيث تبلغ في المتوسط حوالى 0.2 %. هذا وتُعد هذه الترب بصفة عامة غير جيرية حيث تحتوي على أقل من 2 % من كربونات الكالسيوم.

❖ **محتوى أكاسيد الحديد والألومنيوم**: تتميز هذه الترب كذلك باحتوائها المرتفع من أكاسيد الحديد والألومنيوم، حيث تحتوي في المتوسط على 20 % أكاسيد الألومنيوم

و8.5 % أكاسيد الحديد. ويلاحظ أنه ونتيجة لارتفاع مستوى الماء الأرضي، وتشبع التربة، وخاصة الطبقات تحت السطحية بالماء فترات زمنية طويلة، يؤدي ذلك إلى وجود ظروف اختزال في هذه الطبقات، تعمل على تحويل أكاسيد الحديديك إلى أكاسيد الحديدوز، منتجةً آفاقاً تحت سطحية متعددة الألوان (تبقع في الألوان).

❖ محتوى العناصر الغذائية: تحتوي هذه الترب بصفة عامة على كمية منخفضة نسبياً من النيتروجين الكلي، وهو يتراوح في الآفاق السطحية بين 0.06% – 0.12% وبمتوسط حوالى 0.09%، ونسبة الكربون: النيتروجين، تساوي حوالي 8، وهذا يؤكد أن المادة العضوية في هذه الترب غنية بالمركبات النيتروجينية. هذا وتحتوي هذه الترب على كميات منخفضة جداً من الفوسفور الكلى والفوسفور المتيسر للنبات. أما القدرة الخصوبية للعناصر الغذائية الأخرى، فهي جيدة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة نسبياً، مع العلم بأن محتوى هذه الترب من البورون يعدُ عالياً بدرجة قد تسبب تسمما لكثير من المحاصيل الزراعية. والجدولان (31.5) و(32.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لهذه التربة.

جدول (31.5): أهم الخواص الكيميائية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم 25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100 جم تربة	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
A_1	22-0	5.9	7.9	0.73	15.9	1.53	18.9	
B_1	57-22	9.4	8.1	1.30	16.7	0.64	17.4	
B_{2t}	112-57	2.0	8.6	1.30	17.6	0.49	18.5	
B_{3m}	170-112	4.9	8.4	1.40	18.3	0.36	19.1	
B_{Cm}	230-170	3.2	7.9	0.48	16.8	0.23	16.3	
C_m	300-230	3.4	8.2	1.40	19.4	---		

* مصدر البيانات: انظر جدول **(30.5)**

جدول (32.5): الحالة الخصوبية لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية في الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
A_1	22-0	0.120	5.9	707	52.3	20.0	0.43	0.31
B_1	57-22	0.052	3.1	871	46.0	6.0	0.61	0.31
B_{2t}	112-57	0.048	1.8	824	46.0	3.0	0.56	0.27
B_{3m}	170-112	0.039	2.4	648	60.2	22.5	0.31	0.33
B_{Cm}	230-170	0.024	1.9	489	51.8	48.5	0.45	0.38
C_m	300-230	---	1.5	354	150.0	62.0	0.63	0.57

* مصدر البيانات: انظر جدول (30.5)

11.5 خواص تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور (الصفراء) (Haploxeralfs)

تتشابه هذه الترب مع تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء في الكثير من الخواص، إلا أنها تختلف عنها في ظروف تكوينها، كما أوضحنا سابقاً، حيث تتعرض لظروف رطوبة محلية أكثر حظاً من الترب الحمراء التي تؤدي إلى زيادة فاعلية عملية التكوين المميزة لهذه الترب، وهي العملية السليكاتية الحديدية (Ferrisiallization) التي تعمل على تكوين معادن الطين السليكاتية الألومونيومية والحديدية الثانوية (كاؤلينيت وايلايت) بكميات أكبر نسبياً من الترب الحمراء. أضف إلى ذلك، أن كربونات الكالسيوم في هذه الترب يتم غسلها كلياً من قطاع التربة، وفي غياب هذه الكربونات، فإن الحديد الذائب أو المتحرك، تزداد كميته في التربة، حيث يتأدرت ويتجمع في هذه الترب في صورة أكاسيد الحديد المتأدرة، التي تعطي اللون الأصفر أو الأصفر البني المميز لهذه الترب.

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ يتميز قطاع التربة بالعديد من الآفاق، التي تشمل (A_1) أو (A_p)، وآفاق (B) المختلفة، (B_1)، (B_{2t})، (B_3)، وأفق (BC)، وأفق (C).
- ❖ الأفق التشخيصي السطحي لهذه الترب هو أفق الأوكريك، الذي يتراوح سمكه بين من 12 إلى 39 سم، بمتوسط حوالى 21 سم. أما الأفق الرئيسي تحت السطحي، فهو الأفق الطيني الذي يعدُّ أكثر تطوراً عما هو عليه في الترب الحمراء. هذا وقد توجد في الآفاق تحت السطحية لبعض تُرب هذه المجموعة التكوينات الخاصة الحديدية، وبهذا فلقد قسمت هذه المجموعة إلى تحت مجموعتين، وهما: النموذجية التي لا تحتوي على هذه التكوينات، وذات التكوينات الخاصة الحديدية التي تحتوي في قطاعها على هذه التكوينات.
- ❖ تتميز تُرب هذه المجموعة باللون الأصفر، أو الأصفر البني، أو البني المصفر.
- ❖ هذه الترب بصفة عامة، عميقة حيث توجد الصخور الجيرية الصلبة عادة على أعماق من 2 إلى 3 أمتار.
- ❖ مستوى الماء الأرضي عميق جداً، والنظام الرطوبي السائد بها هو النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric).
- ❖ نسبة وجود الحصى والحجارة فيها متفاوتة، ولكنها بصفة عامة قليلة، وذلك راجع إلى اختلاف مواد الأصل التي نشأت منها هذه الترب. وعلى العموم، فإن الترب التي تكونت من مواد أصل رواسب الأودية المختلطة مع رواسب مسيلات المجاري المائية. هي أكثرها في نسب وجود الحصى والحجارة. والشكل (15.5) يبين صورة لتربة الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور.

شكل (15.5): تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور (منطقة المرج القديمة، الجبل الأخضر)

2.الخواص الطبيعية

- **القوام**: تتميز هذه الترب بقوامها الطيني بصفة عامة، مع وجود بعض الترب ذات القوام الطميي الطيني. وتتراوح نسبة حبيبات الطين في الآفاق السطحية بين 25% و55%، في حين يزداد كلما تعمقنا إلى أسفل القطاع، حيث يصل من 60% إلى 70% في الآفاق الطينية، ثم يعود للتناقص إلى أن يثبت في آفاق مادة الأصل. هذا وقد تصل نسبة حبيبات الطين في الآفاق تحت السطحية لبعض القطاعات إلى ثلاثة أضعاف نسبتها في الطبقات أو الآفاق السطحية.
- **البناء**: تتميز هذه الترب ببنائها المتطور، ففي الآفاق السطحية يتكون البناء الحبيبي المتفتت بصفة رئيسية، أو البناء المتفتت في بعض الأحيان، وفي الطبقات تحت السطحية يتكون البناء الكتلي أو الكتلي المضلع، الذي تظهر على سطوحه الوجوه اللامعة (Stress Cutans) والأغشية الطينية (Clay Films)، التي تؤكد حدوث عمليات نقل الطين من الآفاق السطحية وترسيبها في الآفاق تحت السطحية (Eluviation – Illuviation) هذا وأن درجة تكوين تجمعات التربة الصغيرة بها مرتفعة،

حيث تكون التجمعات ذات الأقطار من 0.25 إلى 0.05 مم و0.05 إلى 0.01 مم هي السائدة في جميع هذه الترب.

- **التماسك**: التماسك صلب في الحالة الجافة، ومتماسك في الحالة الرطبة، ومرن جداً ولاصق جداً في الحالة المبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: هذه العلاقة تتحدد باحتواء هذه الترب على نسب أكبر من حبيبات الطين وكثافة أكثر نسبياً مقارنةً بالترب الحمراء، بالإضافة إلى أن هذه الترب تتجمع فيها كمية أكبر من أكاسيد الحديد والألومنيوم في الطبقات تحت السطحية، وأن معدل عملية التأدرت بها عالية مقارنةً بالترب الحمراء. ولذلك، فإن هذه الترب عادة ما تتميز بظروف سيئة أكثر من حيث التهوية وكمية الماء المتيسر، إذا ما قورنت بالتربة الحمراء. وعلى العموم، فإن السعة الصغرى للرطوبة بها تتراوح بين 27% و40% حجماً، وأن محتوى الماء المتيسر المتطابق مع هذه السعة في المتر العلوي من التربة يتراوح بين 7.3% إلى 20.6% حجماً، وأن النسبة المئوية للرطوبة حجماً عند نقطة الذبول، وهي تزيد عن كمية الماء المتيسر تتراوح بين 10.3% و24.1% حجماً. ونتيجة لقدرة هذه الترب على تكوين تجمعات التربة الصغيرة، فإن معدل النفاذية بالآفاق السطحية يكون جيداً وملائماً في الساعة الأولى، ويتناقص معدل النفاذية والرشح الداخلي كلما تعمقنا في القطاع.
- التهوية: التهوية بصفة عامة في هذه الترب مقبولة وملائمة في الطبقات أو الآفاق السطحية، حيث تتراوح المسامية الهوائية بها من 19% إلى 29% حجماً، لكنها في الطبقات تحت السطحية رديئة وغير ملائمة، حيث تقل هذه المسامية كلما تعمقنا في

القطاع، وهي تتراوح ما بين 1.8 % و13.6 % حجماً. والجدول (33.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لنوعين مختلفين من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا.

جدول (33.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لنوعين مختلفين من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
(1) النموذجية Typic Haploxeralfs								
A_p	16-0	بني مصفر	حبيبي فتاتي	33.0	34.6	32.4	طمي	
B_1	63-16	بني مصفر فاتح	كتلي صغير	23.5	31.4	45.1	طيني	
B_{2t}	144-63	بني مصفر فاتح	كتلي مضلع	17.8	21.3	60.9	طيني	
B_C	210-144	أصفر بني	كتلي	16.7	20.0	63.1	طيني	
R	220-210	أبيض	---	---	---	---	طيني	
(2) المحتوية على تكوينات خاصة حديدية Plinthic Haploxeralfs								
A_{p1}	10-0	أصفر بني	حبيبي فتاتي	16.3	15.1	68.6	طيني	وجود تكوينات خاصة حديدية بوفرة
A_{12c}	27-10	أصفر بني	حبيبي فتاتي	11.4	15.6	73.0	طيني	
B_{1c}	63-27	بني أصفر	كتلي صغير	14.1	12.6	73.3	طيني	
B_{2t}	132-63	بني أصفر	كتلي مضلع	13.5	14.1	72.4	طيني	
B_3	165-132	أصفر بني	كتلي	13.6	12.2	74.2	طيني	
R	300-165	أصفر بني	كتلي	12.5	13.7	73.8	طيني	

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]**. **(القطاعين 1 و2 من منطقة المرج)**

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: تدل دراسات سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176] على أن التركيب المعدني لحبيبات الطين لتحت المجموعة النموذجية التابعة لهذه المجموعة، يتكون أساساً من مجموعة الايلايت — كاؤلينيت، مع كميات أقل من الايلايت – سمكتايت والكلورايت والكاؤلينيت – سمكتايت. وأن التركيب المعدني لهذه الترب يتطابق مع التركيب المعدني لمادة الأصل من حيث النوعية، ونسبة وجود كل معدن، وذلك بالرغم من زيادة حبيبات

الطين بالعمق كما أشرنا سابقا. ومن هذه النتائج يمكن أن نستخلص أن توزيع معادن الطين في قطاعات هذه الترب، يتأثر إلى حد كبير بنوعية مادة الأصل وتاريخ تكوينها، ولا يتغير تغييراً يذكر أثناء تكوين التربة. هذا ووُجد أن التركيب المعدني لترب تحت المجموعة الأخرى ذات التكوينات الخاصة الحديدية، يتكون أساساً من مجموعة الايلايت – كاؤلينيت، مع كميات قليلة من الكاؤلينيت – سمكتايت. وكذلك، فإن التركيب المعدني من حيث النوعية ونسبة وجود المعادن في هذه التربة، لا تختلف عما هي عليه في مادة الأصل التي نشأت منها، ولذلك فإن معادن الطين التي في هذه الترب مصدرها مادة الأصل التي نشأت منها. وعلى العموم، فإن سيادة معادن الطين غير المتمددة (الايلايت والكاؤلينيت) في هذه الترب، هي المسؤولة عن الانخفاض النسبي للسعة التبادلية للكاتيونات، وعن عدم حدوث ظاهرة التشقق على سطوح هذه الترب.

- **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب باحتوائها المرتفع نسبياً على المادة العضوية، إذا ما قورنت بالترب الحمراء، فهي تتراوح في الآفاق السطحية بين 1.1 % إلى 2.8%، وبمتوسط 1.8% تقريبا. هذا وتتناقص كمية المادة العضوية تدريجيا في الآفاق تحت السطحية، مع العلم بأن المادة العضوية يستمر وجودها ولو بكميات قليلة إلى أعماق كبيرة في القطاع.
- **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل لهذه الترب تتراوح بين المتعادلة إلى المائلة للقلوية، حيث تتراوح بين 7.1 و8.2 بمتوسط 7.6 وتزداد درجة التفاعل ناحية القلوية كلما تعمقنا في قطاع التربة.

❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: السعة التبادلية للكاتيونات في هذه الترب، متوسطة بصفة عامة، وعالية نسبياً في بعض القطاعات، ومنخفضة في أخرى، فهي تتراوح ما بين 9 و20 ملي مكافئ/100 جم تربة، وبمتوسط حوالى 15 ملي مكافئ/100 جم تربة. هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكاتيون السائد بها هو الكالسيوم المتبادل.

❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: تتميز هذه الترب بصفة أساسية بعدم احتوائها على الأملاح الذائبة وكربونات الكالسيوم والجبس، فهي خالية تماماً من هذه المركبات الكيميائية، وقد وقع غسيلها كلياً من قطاع هذه الترب أثناء عمليات تكوين التربة.

❖ **محتوى أكاسيد الحديد والألومنيوم**: تتميز هذه الترب باحتوائها المرتفع على أكاسيد الحديد والألومنيوم، وخاصة في الآفاق تحت السطحية. حيث تتراوح أكاسيد الألومنيوم والحديد في الآفاق السطحية من 10.5 % إلى 21.7 % (Al_2O_3)، وبمتوسط 17 % (Al_2O_3)، ومن 4.8 % إلى 10.2 % (Fe_2O_3)، وبمتوسط 7.8 % (Fe_2O_3). وتزداد هذه الكمية في الطبقات تحت السطحية، مع العلم بأن الصخور الجيرية التحتية منخفضة المحتوى من هذه الأكاسيد. أضف إلى ذلك أن أكاسيد الحديد الكائنة في هذه الترب من النوع المتأدرة ذات اللون المائل إلى الاصفرار.

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: تحتوي هذه الترب بصفة عامة على كمية منخفضة نسبياً من النيتروجين الكلي، وهو يتراوح في الآفاق السطحية بين 0.07% و0.21%، وبمتوسط 0.11%، وأن نسبة الكربون: النيتروجين تتراوح ما بين 6.2 و13.9 بمتوسط 10.2،

وتضيق هذه النسبة إلى 7.4 كمتوسط في الطبقات تحت السطحية، هذا وتحتوي هذه الترب على كميات منخفضة من الفوسفور الكلي والفوسفور المتيسر للنبات، بالإضافة إلى احتوائها على كميات ضئيلة من الزنك المتيسر. أما الحديد المتيسر فيوجد في هذه الترب بمعدلات عالية قد تصل إلى درجة التسمم في بعض من هذه الترب. أما القدرة الخصوبية للعناصر الغذائية الأخرى فهي جيدة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة. والجدولان (34.5) و(35.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لنوعين مختلفين من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا.

جدول (34.5): أهم الخواص الكيميائية لنوعين مختلفين من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم 25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) النموذجية Typic Haploxeralfs								
A_p	16-0	0.8	7.4	صفر	12.2	1.78	0.5	
B_1	63-16	0.5	7.6	صفر	16.1	0.65	1.0	
B_{2t}	144-63	0.8	8.2	صفر	20.0	0.45	1.6	
B_C	210-144	1.1	8.3	صفر	19.1	0.28	2.6	
R	220-210	0.7	8.5	77.8	2.8		3.2	
(2) المحتوية على تكوينات خاصة حديدية Plinthic Haploxeralfs								
A_{p1}	10-0	1.1	7.6	صفر	21.6	0.98	2.1	
A_{12c}	27-10	0.5	7.4	صفر	20.7	0.79	1.5	
B_{1c}	63-27	0.5	7.9	صفر	26.5	0.55	1.4	
B_{2t}	132-63	0.7	8.2	صفر	26.9	0.38	2.6	
B_3	165-132	1.9	8.4	صفر	25.3	0.17	2.5	
R	300-165	1.1	8.4	0.5	26.3	صفر	2.9	

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(33.5)**

جدول (35.5): الحالة الخصوبية لنوعين مختلفين من تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسر (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) الأنموذجية Typic Haploxeralfs								
A_p	16-0	0.078	7.1	367	55.32	10.0	1.02	0.18
B_1	63-16	0.054	1.4	431	51.92	30.0	0.43	0.20
B_{2t}	144-63	0.027	صفر	226	37.52	16.5	0.20	0.15
B_C	210-144	0.018	صفر	198	31.02	10.0	0.34	0.15
R	220-210		---	41	3.51	4.1	0.40	0.24
(2) المحتوية على تكوينات خاصة حديدية Plinthic Haploxeralfs								
A_{p1}	10-0	0.076	7.1	919	75.02	64.0	0.48	0.39
A_{12c}	27-10	0.048	3.5	849	102.01	24.0	0.32	0.31
B_{1c}	63-27	0.056	0.9	707	117.03	23.0	0.68	0.88
B_{2t}	132-63	0.040	0.9	636	93.02	22.0	0.64	0.53
B_3	165-132	0.017	1.8	612	75.03	6.0	0.26	0.73
R	300-165	صفر	---	542	51.74	3.7	2.81	1.37

* مصدر البيانات: أنظر جدول (33.5)

12.5 خواص الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xerepts)

هذه الترب توجد بصفة خاصة في جبال طرابلس، وتحديدا في ترهونة وغريان ويفرن، كما تتواجد كذلك في الجبل الأخضر، وهي تتميز بلونها القرفي (بني فاتح) ولهذا تنعت بالترب الجبلية القرفية. وهي قليلة التطور، ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط، والمحتوية على الأفق الأوكريك، وأفق التغيير (Cambic).

1. الخواص المورفولوجية

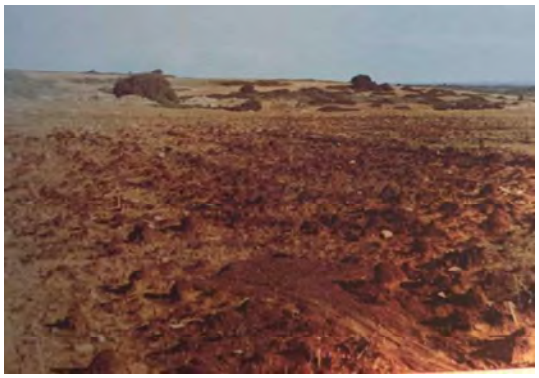
❖ قطاع التربة بهذه المجموعة من الترب قليلة التطور، ويتكون أساساً من الآفاق (A_1) أو (A_p)، وآفاق (B) المختلفة (B_2)، (B_1)، (B_3)، وأفق (BC)، وأفق (C) وأحيانا أفق

(R). هذا وقد يغيب واحد أو أكثر من هذه الآفاق في قطاعات الترب المختلفة، التي تنتمي إلى هذه المجموعة. ففي حين أن ترتيب الآفاق المشار إليه، يكون لترب تحت المجموعة النموذجية، فإن الترب تحت المجموعة الجيرية، تأخذ الترتيب الآتي: (A_1) أو (A_p)، (B_2)، (B_{3ca})، (C_{ca})، ونأخذ الترب تحت المجموعة الضحلة، الترتيب (A_1) أو(A_p)، (B_2)، (CR)، (R) وهكذا.

- ❖ الأفق التشخيصي السطحي الوحيد لهذه الترب هو الأوكريك، الذي يتراوح سمكه ما بين 7 إلى 37 سم، بمتوسط 20 سم. أما الأفق تحت السطحي الرئيسي لهذه الترب جميعاً فهو أفق التغيير (Cambic)، ويتوفر كذلك الأفق الجيري فقط في الترب التي تتبع تحت المجموعة الجيرية أو في بعض الأحيان في تُرب تحت المجموعة الضحلة أو ذات التشقق السطحي (Vertic).
- ❖ تتميز هذه الترب بصفة رئيسية باللون القرفي الذي سميت باسمه تمييزاً لها عن ألوان بقية الترب الليبية، وهذا اللون ينحصر أساساً في الترب الواقعة في مناطق جبال طرابلس، وقد يميل إلى الاحمرار أو إلى الرمادي في الترب الواقعة في مناطق الجبل الأخضر.
- ❖ تختلف هذه الترب في عمق القطاع، فمنها العميق، ومنها متوسط العمق، ومنها الضحل، والترب تحت المجموعة الضحلة تنتشر بصفة أساسية في منطقة جبال طرابلس فقط.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق، والنظام الرطوبي السائد بها هو النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric).
- ❖ إن نسبة الحصى والحجارة بها أو على سطحها بصفة عامة قليلة، وليس بها أو على سطحها الحصى والحجارة بصورة لافتة للنظر، إلا في الترب الضحلة جداً. والشكل (16.5) يبين صورا لنوعين في هذه المجموعة من الترب أحداهما من جبل ترهونة والأخرى

من البيضاء في الجبل الأخضر.

أ. منطقة ترهونة



ب. منطقة البيضاء بالجبل الأخضر

شكل (16.5): يبين تربتين تابعتين للترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط أحداهما من جبل ترهونة والأخرى من البيضاء في الجبل الأخضر

2. الخواص الطبيعية

❖ **القوام**: ينحصر قوام هذه الترب بصفة عامة ما بين الرملي الطميي والطيني، حيث إن جميع الترب التابعة لهذه المجموعة في منطقة جبال طرابلس، تتميز بالقوام الرملي الطميي، أو الطميي وهو أقل انتشاراً، أما الترب التابعة لهذه المجموعة في منطقة الجبل الأخضر، فتتميز بالقوام الطميي الطيني أو الطيني، وهو أقل انتشاراً. هذا مع العلم، بأن الترب التابعة لتحت المجموعة المتشققة (Vertic)، وهي فقط في منطقة الجبل الأخضر، فإن قوامها هو الطيني، وفي بعض الأحيان الطميي الطيني. ومما تجدر الإشارة إليه، بالرغم من أن التركيب الميكانيكي لهذه الترب متفاوت من تربة إلى أخرى داخل هذه المجموعة، فإن توزيع حبيبات الطين داخل القطاع يأخذ النمط نفسه في جميع هذه الترب، حيث تزداد كميته مع العمق، وعادة ما يصل إلى النهاية العظمى له في أفق (B_2)، وأحياناً في أفقي (B_2) و(B_3)، ثم يتناقص إلى أن يثبت في مادة الأصل.

❖ **البناء**: من المعلوم أن البناء يتوقف على كمية حبيبات الطين، وعلى نوعية معادن الطين السائدة، وعلى محتوى التربة من المادة العضوية، ولذلك فإن الترب خفيفة القوام، وهي أساساً في منطقة جبال طرابلس، تتميز بالبناء الضعيف بصفة عامة، وبتكوينها المنخفض لتجمعات التربة الصغيرة. أما الترب الثقيلة القوام، التي تتركز أساساً في منطقة الجبل الأخضر، فهي ذات بناء جيد وقوي نسبياً. ودرجة تكوين تجمعات التربة الصغيرة بها مرتفعة نسبياً، وهذا راجع إلى زيادة كمية حبيبات الطين والمادة العضوية في هذه الترب عنها في تُرب منطقة جبال طرابلس. وعلى العموم، فالبناء في الطبقات السطحية لترب منطقة جبال طرابلس من النوع المتفتت، أما البناء في هذه الطبقات نفسها لترب منطقة الجبل الأخضر فهو من النوع الحبيبي. هذا ولا يصل البناء إلى درجة البناء الكتلي في آفاق

(B) في هذه الترب، إلا في تُرب تحت المجموعة المتشققة.

- **التماسك**: يختلف تماسك هذه الترب كذلك باختلاف قوامها، فالترب خفيفة القوام مفككة وهي جافة، سهلة الفرك وهي رطبة، ولصقه ولينة بصورة قليلة وهي مبللة، أما الترب ثقيلة القوام، فهي صلبة وهي جافة، متماسكة وهي رطبة، ولصقة ولينة وهي مبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: بما أن هذه العلاقة تتحدد كذلك بالتركيب الميكانيكي لحبيبات التربة، ومدى تطور البناء في كل تربة من الترب التابعة للمجموعة، لذا فإن الخواص المائية لهذه الترب تتفاوت بدرجة كبيرة. فالترب خفيفة القوام وذات البناء الضعيف (ترب هذه المجموعة في جبال طرابلس بصفة خاصة)، تتميز بانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء مقارنة بالترب ثقيلة القوام حيث إن الكثافة الظاهرية بها تتراوح بين 1.3 و1.7 جم/سم^3، والمسامية الكلية تتراوح بين 9.4% و29.5% حجما، ونسبة الرطوبة عند نقطة الذبول تتراوح بين 2.4% و12.3% حجما، وكمية الماء المتيسر للنبات تتراوح بين 6.7% و20.7% حجماً. كما أن معدل النفاذية والرشح الداخلي بهذه الترب يُعدُّ جيداً وملائماً. هذا فيما يتعلق بنوعيات هذه الترب العميقة، أما الترب الضحلة خفيفة القوام التي تحتوي على كميات كبيرة من الحصى والحجارة في قطاعها، فإن الخواص المائية بها تختلف قليلاً عما ذكر سابقاً، فهي أقل قدرة على الاحتفاظ بالماء، وتحتوي على أقل كمية من الماء المتيسر. أما الترب الثقيلة القوام (ترب هذه المجموعة في الجبل الأخضر)، فتتميز بقدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء، حيث إن الكثافة الظاهرية لهذه الترب تتراوح بين 1.1 و1.6 جم/سم^3، حيث يزداد معدل التضاغط كلما تعمقنا في القطاع، ويصل إلى النهاية العظمى له في آفاق (B_2) و(B_3)، والمسامية الكلية تتراوح بين 40% و58%.

والسعة الصغرى للرطوبة تتراوح بين 22% و42% حجما، ونسبة الرطوبة عند نقطة الذبول تتراوح بين 12 % إلى 27% حجماً، وكمية الماء المتيسر للنبات تتراوح بين 8% إلى 26% حجماً. هذا وأن معدل النفاذية من سطح هذه الترب يعدُّ جيداً وملائماً في الساعة الأولى، لكنه يتناقص في الطبقات تحت السطحية، التي غالباً ما تكون أكثر اندماجاً وانضغاطاً. أما الرشح والصرف الداخلي لهذه الترب فهي أقل ملائمة من الترب الخفيفة القوام. هذا وإن الخواص المائية للترب التابعة لهذه المجموعة في منطقة الجبل الأخضر، ترجع إلى زيادة محتواها من حبيبات الطين ووجود معادن الطين المتمددة بها، التي تؤدي إلى تشققها أثناء الجفاف، وإلى وجود البناء الكتلي المندمج في الطبقات تحت السطحية. كل هذه العوامل تؤثر على قدرتها على الاحتفاظ بالماء وعلى محتواها من الماء المتيسر، وعلى نفاذيتها ورشحها وصرفها الداخلي.

- **التهوية**: نتيجة لاختلاف الخواص الطبيعية التي أشرنا إليها، فإن المسامية الهوائية لهذه الترب تتباين كذلك من تربة إلى أخرى، ففي الترب خفيفة القوام تتراوح المسامية الهوائية بين 20% و35% حجما، وهي جيدة التهوية، وفي الترب الثقيلة القوام، فإن المسامية الهوائية بها تتراوح في الطبقات السطحية من 21% إلى 32% حجما، وتقل عن ذلك في الطبقات تحت السطحية حيث تتراوح من 15% إلى 20% حجما، وهي بصفة عامة من مقبولة إلى جيدة التهوية. أما الترب التابعة لتحت المجموعة المتشققة، فإن نسبة المسامية الهوائية في الطبقات السطحية تصل إلى أقصى حد لها وهي 20% فقط في الطبقات السطحية، وتتراوح في الطبقات تحت السطحية ما بين 5% و13%، ولذلك فالتهوية في هذه الترب مقبولة في الطبقات السطحية ورديئة في الطبقات تحت السطحية. والجدول (36.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية

قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط.

جدول (36.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
(1) بسيطة التطور النموذجية Typic Haploxerepts								
A_p	15-0	بني قرفي	عديم البناء	97.0	1.5	1.5	رملي	
B_1	30-15	بني قرفي	عديم البناء	94.8	2.7	2.5	رملي	
B_2	92-30	بني قرفي	عديم البناء	96.5	2.9	0.6	رملي	
B_2	134-92	بني قرفي	عديم البناء	95.8	1.8	2.4	رملي	
c_{ac}	205-134	بني	عديم البناء	90.9	4.5	4.6	رملي	
(2) الجيرية النموذجية Typic Calcixerepts								
A_p	16-0	بني قرفي	محبب	71.2	20.7	8.1	طمي رملي	
B_{1ca}	46-16	بني قرفي	متكتل	66.6	15.6	17.8	طمي رملي	تكوينات جيرية
B_{2ca}	100-46	بني قرفي	متكتل	51.2	21.4	27.4	طمي طيني رملي	وعروق وتكوينات
B_{3ca}	160-100	بني داكن	متكتل	57.4	21.3	21.3	رملي	جيرية
C_{ca}	300-160	بني داكن	عديم البناء	61.0	17.2	21.8	رملي	
(3) الجيرية النموذجية Typic Calcixerepts								
A_p	18-0	بني قرفي	محبب فتاتي	24.7	27.7	47.6	طيني	فتات حجر جيري
B_{1ca}	45-18	بني قرفي	محبب فتاتي	23.9	28.7	47.4	طيني	تكوينات جيرية
B_{2ca}	66-45	بني قرفي	متكتل	23.3	29.3	47.4	طيني	تكوينات جيرية
B_{3cac}	98-66	بني مصفر	متكتل	13.4	39.5	47.1	طيني	تكوينات جيرية
B_{4ca}	125-98	أصفر	متكتل	20.6	41.1	38.3	طمي طيني	تكوينات جيرية
Cca	210-125	أصفر	عديم البناء	28.6	38.1	33.3	طمي طيني	تكوينات جيرية
R	220-210	أبيض	عديم البناء	---	---	---	---	**حجر جيري صلب**
(4) بسيطة التطور الضحلة Lithic Haploxerepts								
A_p	12-0	بني قرفي	محبب فتاتي	20.3	28.5	51.2	طيني	
B_1	44-12	بني قرفي	محبب فتاتي	19.6	29.1	51.3	طيني	
R	54-44	أبيض	---	---	---	---	---	**حجر جيري صلب**
(5) بسيطة التطور الضحلة Lithic Haploxerepts								
A_1	11-0	بني قرفي	محبب	61.8	25.1	13.1	طمي رملي	فتات حجري
B_2	28-11	أصفر محمر	محبب	62.3	24.6	13.1	طمي رملي	فتات حجري
R	38-28	أبيض	---	---	---	---	---	**حجر جيري صلب**
(6) بسيطة التطور المتشققة السطح Vertic Haploxerepts								
Ap_1	19-0	بني قرفي	محبب فتاتي	26.3	24.4	49.3	طيني	وجود شقوق
A_2	37-19	بني قرفي	محبب فتاتي	19.0	25.2	55.8	طيني	سطحية
B_{1ca}	62-37	بني محمر	كتلي	20.8	24.9	54.9	طيني	
B_{2ca}	89-62	بني محمر	كتلي	27.9	30.3	41.8	طيني	
B_{3ca}	137-89	بني زيتوني	متكتل	18.1	32.6	39.3	طمي طيني	
BC	174-137	بني زيتوني	متكتل	9.6	45.9	44.5	طمي سلتي	وجود تبقع
Cca	235-174	أحمر فاتح	عديم البناء	23.3	42.9	33.8	طمي طيني	وجود تبقع
R	245-235	أبيض محمر	---	---	---	---	---	

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]**، القطاعات **(1)**، **(2)**، و**(5)** من جبال طرابلس والقطاعات **(3)**، **(4)**، و**(6)** من الجبل الأخضر

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: يختلف التركيب المعدني لهذه الترب بصفة عامة، وذلك لاختلاف مواد أصل هذه الترب، كما أوضحنا سابقاً. وعلى العموم، فإن التركيب المعدني لحبيبات التربة غير الطينية يتكون أساساً من الكوارتز والفلدسبار، أما التركيب المعدني لحبيبات الطين فيتميز بصفة عامة باحتوائه على نسبة متفاوتة من معادن السمكتايت المتمددة التي يرجع إليها الفضل في الكثير من خصائص هذه الترب الإيجابية. وفيما يلى نعطي التركيب المعدني لحبيبات الطين في الترب المختلفة التابعة لهذه المجموعة، وذلك طبقاً لما ورد في دراسة سلخوزبروم إكسبورت (1980) [176]. التركيب المعدني لحبيبات الطين في الترب النموذجية والجيرية العميقة في مناطق جبال طرابلس، يتكون أساساً من مجموعة الايلايت – كاؤلينيت — باليجورسكايت، مع كميات أقل من الايلايت – سمكتايت والسمكتايت والكلورايت والكلورايت المتمدد. والتركيب المعدني لحبيبات الطين في الترب النموذجية والجيرية متوسطة العمق في مناطق جبال طرابلس، فيتكون أساساً من مجموعة الكاؤلينيت – ايلايت — سمكتايت، مع كميات أقل من الايلايت – سمكتايت والكلورايت والباليجورسكايت، وكميات ضئيلة من الكلورايت المتمدد. أما التركيب المعدني لحبيبات الطين في الترب الضحلة في مناطق جبال طرابلس، فيتكون أساساً من مجموعة كاؤلينيت — باليجورسكايت، مع كميات أقل من الايلايت، وأحياناً ايلايت – سمكتايت وكلورايت وكلورايت متمدد وسمكتايت. وأما التركيب المعدني لحبيبات الطين في الترب النموذجية والجيرية العميقة ومتوسطة العمق في منطقة الجبل الأخضر، فيتكون أساساً من مجموعة الكاؤلينيت — سمكتايت، مع كميات أقل من الايلايت والكلورايت، وفي بعض الأحيان الباليجورسكايت. وأخيراً التركيب المعدني لحبيبات الطين للترب المتشققة في

منطقة الجبل الأخضر، يتكون أساساً من مجموعة الكاؤلينيت – ايلايت – سمكتايت، مع كميات أقل من الايلايت والكلورايت وأحياناً الباليجورسكايت. ومما يجدر التنبيه إليه، أن التركيب المعدني لكل تربة من هذه الترب، لا يختلف عن التركيب المعدني لمادة الأصل التي نشأت منها، مع تغيير طفيف في توزيع معادن الطين المختلفة على طول القطاع، حيث عادة ما تزداد نسبة وجود معادن الكاؤلينيت والايلايت والكلورايت والباليجورسكايت في الطبقات السطحية، وتزداد نسب السمكتايت والسمكتايت – ايلايت في آفاق (B). وهذا يؤكد أن معادن الطين في هذه الترب بصفة عامة، حتى الطينية القوام منها، موروثة من مواد الأصل التي نشأت منها، وأن التغيير الطفيف الذي يحدث في انتقال معادن الطين في الطبقات تحت السطحية وتجمعها، يرجع إلى عمليات التكوين ذات الشدة البسيطة في هذه الترب.

- **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب بصفة عامة باحتوائها المنخفض نسبياً على المادة العضوية، وخاصة تلك التي تنتشر في جبال طرابلس التي تتراوح المادة العضوية في الطبقات السطحية منها بين 0.1 % و2 %، بمتوسط حوالي 0.45 %. أما الترب نفسها الواقعة في الجبل الأخضر، فتتراوح المادة العضوية في الطبقات السطحية منها بين 1.1 % و5.5 % بمتوسط حوالى 2 %. هذا وتتناقص كمية المادة العضوية في هذه الترب بصفة عامة تدريجياً إلى أن تختفي بالعمق.
- **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل لهذه الترب تتراوح بين القلوية الخفيفة والقلوية المتوسطة، فهي تنحصر بين 7.3 و9، وعادة ما تزيد درجة التفاعل كلما تعمقنا في القطاع.
- **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: تتوقف السعة التبادلية للكاتيونات في هذه الترب

على محتواها من حبيبات الطين، والمادة العضوية، وعلى كمية معادن الطن المتمددة، ولذلك فإن السعة التبادلية لهذه الترب تتفاوت من المنخفضة إلى العالية. ففي الترب التابعة لهذه المجموعة، في منطقة جبال طرابلس، تُعدُّ السعة التبادلية للكاتيونات بها منخفضة، فهي تتراوح بين 3 و20 ملي مكافئ/ 100 جم تربة، وبمتوسط حوالى 8 ملي مكافئ/ 100 جم تربة، ولكن في هذه الترب نفسها في منطقة الجبل الأخضر نجد أن السعة التبادلية للكاتيونات عالية بصفة عامة، فهي تتراوح بين 8 و40 ملي مكافئ/ 100 جم تربة، بمتوسط يعادل 25 ملي مكافئ/ 100 جم تربة. هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص.

- **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: هذه الترب بصفة عامة غير ملحية، حيث لا تزيد درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة في جميع أنواعها على 2 ملي سيمنز/ سم– 25م°، ولكن في بعض الأحيان تحتوي الطبقات العميقة منها (أعمق من 100 سم) على درجات قليلة ومتوسطة من الملوحة، وتزيد درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة بها على 2 ملي سيمنز/ سم–25م°، وقد تصل في بعض الأحيان الى 6 ملي سيمنز/ سم – 25 25م°، علماً بأن هذه القطاعات تنتشر بقلة في مناطق جبال طرابلس فقط. كما تحتوي بصفة عامة على نسب منخفضة من الجبس، حيث يبلغ أقصى ما وصل إليه تركيز الجبس في آفاق محدودة جداً من قطاعات هذه الترب هو 0.8 %، أما كربونات الكالسيوم فتحتوي هذه الترب على نسب متفاوتة منه، حيث إن الترب تحت – المجموعة النموذجية غير جيرية بالكامل، بعكس الترب التابعة لتحت – المجموعة الجيرية التي تصل فيها نسبة كربونات الكالسيوم في الآفاق تحت السطحية وخاصة الأفق

الجيري من 15 % إلى 57 %.

❖ **محتوى العناصر الغذائية:** تحتوي هذه الترب بصفة عامة على كمية من منخفضة جداً إلى متوسطة نسبياً من النيتروجين الكلي، وذلك تبعاً لمحتواها من المادة العضوية، كما وضحنا سابقاً. وعلى العموم، فالنيتروجين الكلي للترب المتواجدة في منطقة جبال طرابلس يتراوح في الطبقة السطحية من 0.01 % إلى 0.14 % بمتوسط 0.04 %، ونسبة الكربون: النيتروجين بها تتراوح من 5 إلى 11 بمتوسط 7، لكن الترب في منطقة الجبل الأخضر، تتراوح فيها نسبة النيتروجين الكلي بين 0.06 % و0.47 %، بمتوسط 0.47 % ونسبة الكربون: النيتروجين بها تتراوح بين 6 و14 بمتوسط 9. وعادة ما يقل محتوى التربة من النيتروجين الكلي، وتضيق نسبة الكربون: النيتروجين، كلما تعمقنا في القطاع. أما الفوسفور المتيسر للنبات فعادة ما تكون كميته في جميع هذه الترب منخفضة، وخاصة ذات المحتوى المرتفع من كربونات الكالسيوم، أما العناصر النادرة فهي تختلف كميتها من تربة إلى أخرى، ولكن في الغالب أن معظم هذه الترب وخاصة تلك التي في منطقة جبال طرابلس، تحتوي على كميات منخفضة من العناصر النادرة المتيسرة للنبات، وخاصة الحديد والزنك. أما قدرتها الخصوبية للعناصر الغذائية الأخرى، فهي ملائمة بسبب وجود تلك العناصر بكميات مناسبة. والجدولان (37.5) و(38.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (37.5): أهم الخواص الكيميائية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز /سم 25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100 جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) بسيطة التطور النموذجية Typic Haploxerepts								
A_p	15-0	0.7	7.8	صفر	4.3	0.23	0.7	
B_1	30-15	0.6	8.1	صفر	3.5	0.26	1.4	
B_2	92-30	0.4	8.2	صفر	3.5	0.14	1.1	
B_{2cac}	134-92	0.6	8.3	1.5	4.2	0.10	0.7	
C_{ca}	205-134	0.6	8.3	1.5	4.8	صفر	1.3	
(2) الجيرية النموذجية Typic Calcixerepts								
A_p	16-0	1.1	8.3	8.4	8.9	0.36	1.0	
B_{1ca}	46-16	1.1	8.3	11.3	10.2	0.42	0.9	
B_{2ca}	100-46	1.3	8.2	19.1	9.5	0.30	1.2	
B_{3ca}	160-100	1.3	8.2	15.8	9.2	0.15	1.2	
C_{ca}	300-160	1.2	8.3	10.7	7.3	صفر	1.9	
(3) الجيرية النموذجية Typic Calcixerepts								
A_p	18-0	0.6	8.0	22.7	25.7	1.62	0.4	
B_{1ca}	45-18	0.6	8.1	28.3	27.2	1.28	0.6	
B_{2ca}	66-45	0.7	8.3	29.4	27.4	0.87	1.4	
B_{3cac}	98-66	0.8	8.6	38.5	26.7	0.34	2.5	
B_{4ca}	125-98	1.2	8.4	50.5	17.5	0.30	3.9	
C_{ca}	210-125	4.5	8.2	56.6	14.1	صفر	5.0	
R	220-210	1.9	8.3	85.5	4.8		4.6	
(4) بسيطة التطور الضحلة Lithic Haploxerepts								
A_p	12-0	1.1	7.3	0.3	21.3	3.39	0.05	
B_1	44-12	1.2	7.5	صفر	20.5	2.64	2.30	
R	54-44	1.3	8.3	90.3	5.8	---	0.35	
(5) بسيطة التطور الضحلةLithic Haploxerepts								
A_1	11-0	0.7	8.3	9.5	7.3	0.70	0.8	
B_2	28-11	1.9	8.2	31.0	8.9	0.39	2.8	
R	38-28	1.9	8.3	78.0	3.9	---	3.3	
(6) بسيطة التطور المتشققة السطح Vertic Haploxerepts								
A_{p1}	19-0	1.1	8.2	26.2	28.7	2.37	0.6	
A_2	37-19	0.9	8.4	25.7	28.1	1.95	0.9	
B_{1ca}	62-37	1.1	8.5	35.2	25.8	1.37	1.0	
B_{2ca}	89-62	0.9	8.7	62.2	23.9	0.46	1.3	
B_{3ca}	137-89	1.1	8.7	54.7	18.1	0.43	1.4	
B_C	174-137	0.9	8.7	52.1	14.7	0.20	2.0	
C_{ca}	235-174	1.1	8.7	56.9	16.9	صفر	1.5	
R	245-235	1.1	8.5	85.5	3.6	---	2.8	

* مصدر البيانات: انظر جدول **(36.5)**

جدول **(38.5)**: الحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط*

الأفق	عمق الأفق (سم)	النيتروجين الكلي %	الفوسفور المتيسر (جزء في المليون)	البوتاسيوم المتيسر (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
(1) بسيطة التطور النموذجية Typic Haploxerepts								
A_p	15-0	0.018	1.1	186	28.17	10.2	0.30	0.07
B_1	30-15	0.019	1.1	172	27.18	8.1	0.28	0.05
B_2	92-30	0.011	0.4	80	20.14	10.3	0.34	0.09
B_{2cac}	134-92	0.008	0.7	60	14.10	8.4	0.31	0.07
C_{ca}	205-134	صفر	0.7	48	10.85	10.6	0.42	0.15
(2) الجيرية النموذجية Typic Calcixerepts								
A_p	16-0	0.031	8.5	186	4.75	29.0	0.53	0.23
B_{1ca}	46-16	0.010	1.7	112	3.32	22.5	0.35	0.18
B_{2ca}	100-46	0.028	0.3	46	3.05	20.5	0.47	0.26
B_{3ca}	160-100	0.015	0.3	32	4.72	30.0	0.49	0.29
C_{ca}	300-160	صفر	0.2	60	3.33	22.0	0.36	0.37
(3) الجيرية النموذجية Typic Calcixerepts								
A_p	18-0	0.098	2.3	377	5.70	20.0	0.28	0.03
B_{1ca}	45-18	0.116	1.5	212	10.00	14.0	0.20	0.01
B_{2ca}	66-45	0.080	2.8	188	9.00	12.0	0.14	0.03
$B_{3ca\ c}$	98-66	0.33	0.7	118	4.50	8.0	0.56	0.03
B_{4ca}	125-98	0.30	0.4	118	7.00	8.0	1.62	0.02
C_{ca}	210-125	صفر	0.2	106	8.3	30.0	1.93	0.12
R	220-210	صفر	صفر	28	3.2	5.0	0.24	0.06
(4) بسيطة التطور الضحلة Lithic Haploxerepts								
A_p	12-0	0.304	6.0	480	72.06	23.5	1.13	0.34
B_1	44-12	0.262	2.5	359	73.80	24.7	1.03	0.28
R	54-44	---	---	62	3.50	6.0	0.24	0.13
(5) بسيطة التطور الضحلةLithic Haploxerepts								
A_1	11-0	0.074	7.0	306	4.51	45.0	0.48	0.41
B_2	28-11	0.037	4.2	141	2.54	18.0	0.34	0.44
R	38-28	---	3.0	71	2.03	13.0	2.30	0.75
(6) بسيطة التطور المتشققة السطح Vertic Haploxerepts								
A_{p1}	19-0	0.240	4.5	610	5.65	20.0	0.42	0.46
A_2	37-19	0.181	1.4	420	6.47	12.0	0.30	0.32
B_{1ca}	62-37	0.096	0.9	250	5.63	11.0	0.36	0.39
B_{2ca}	89-62	0.048	0.9	180	4.64	9.0	0.30	0.39
B_{3ca}	137-89	0.045	0.8	160	3.51	9.0	0.30	0.32
B_c	174-137	0.023	0.8	150	2.48	5.0	0.18	0.23
C_{ca}	235-174	صفر	0.3	150	3.92	6.0	0.20	0.23
R	245-235	---	0.2	75	2.20	5.5	0.10	0.10

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]** (انظر جدول **36.5**)

13.5 خواص تُرب الحشائش الجيرية الضحلة (Haprendolls)

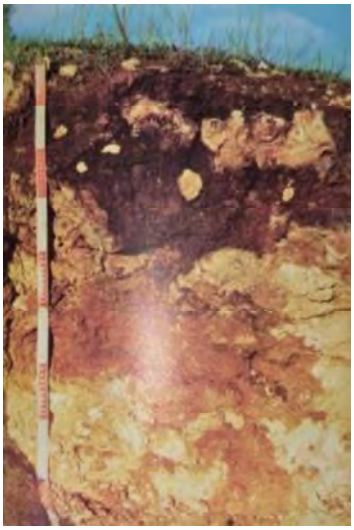
وهي تُرب ضحلة لا يتعدى عمقها الـ 60 سم، غنية نسبياً بالمادة العضوية، وتتكون فوق الحجر الجيري وعلى المنحدرات الجبلية.

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ قطاع التربة بها غير ناضج، ويتكون أساساً من أفق (A_1) وأفق (AR) وأفق (R).
- ❖ الأفق التشخيصي الوحيد بهذه الترب، هو الأفق السطحي المعروف بالموليك (Mollic)، الذي يتراوح سمكه ما بين 5 إلى 30 سم بمتوسط 15 سم، كما تتميز بوجود الأفق الانتقالي (AR) الذي يحتوي على خصائص (A_1) و(R) معاً. كما تتميز هذه الترب بغياب أفق (C) من قطاعها.
- ❖ اللون: يوجد نوعان رئيسيان من هذه الترب، يدخلان تحت مجموعتين منفصلتين، إحداها لونها رمادي غامق (غالباً أسود اللون) والآخر أحمر. ويرجع سبب اختلاف اللونين في هذه الترب إلى طبيعية مادة الأصل الجيرية. فالترب المتكونة من الحجر الجيري الصلب النقي يعطي اللون الأحمر للتربة، ولكن في الترب المتكونة من الحجر الجيري الهش، والمحتوي على شوائب يبرز اللون الرمادي القاتم أو الأسود [176]. ولذلك، تنعتُ هنا الترب الحمراء اللون بترب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء (Rhodic Haprendolls)، وتنعتُ الترب الرمادية القاتمة أو السوداء، بترب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة (Sombric Haprendolls). أما لون الحجر الجيري في هذه الترب فهو أبيض.
- ❖ عمق القطاع في جميع هذه الترب ضحل، ويتراوح عمق الصخر تحت السطحي من 6 إلى 60 سم.
- ❖ مستوى الماء الأرضي بهذه الترب عميق، والنظام الرطوبي السائد بها هو النظام المميز لمناخ

البحر المتوسط (Xeric).

❖ نسبة الحصى والحجارة فوق السطح أو داخل القطاع بهذه الترب من متوسطة إلى مرتفعة. والشكلان (17.5 و18.5) يبينان صوراً لترب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة وترب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء على التوالي.



شكل (17.5): صورة لقطاع تربة الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة (منطقة سلنطة بالجبل الأخضر)

شكل (18.5): تربة الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء (منطقة سوسة بالجبل الأخضر)

2. الخواص الطبيعية

- القوام: ينحصر قوام هذه الترب ما بين الرملي الطميي إلى الطيني. هذا والقوام الطميي والطميي الطيني، هما السائدان في الترب القاتمة، ولكن القوام الطيني والطميي الطيني، هما السائدان في الترب الحمراء. هذا وقد تحتوي هذه الترب على نسب متفاوتة من الحصى والحجارة الجيرية المختلفة الأشكال والأحجام، وتكون بدرجة من بسيطة إلى متوسطة في الآفاق العليا (أفق A_1)، وتزداد بالعمق.
- **البناء**: تتميز هذه الترب ببنائها الجيد في الآفاق السطحية، فيتكون بها البناء المتفتت الحبيبي، ذو المسامات الكثيرة. وارتفاع محتوى التربة من المادة العضوية، وكربونات الكالسيوم، والنشاط الملحوظ للكائنات الحية الدقيقة بها، يشجع تكوين تجمعات التربة الصغيرة والكبيرة في هذه الترب بصفة عامة. وهذه الخاصية تزيد من مقاومة التربة للانجراف المائي. ونتيجة لاختلاف قوام هذه الترب، فإن درجة تكوين هذه التجمعات، ومدى قدرتها على البناء، تختلف من تربة إلى أخرى. وعلى العموم، فإن الترب الطمييية الطينية والطينية القوام أكثر قدرة على تكوين تجمعات التربة الصغيرة، وأكثرها مقاومة للتكسير.
- **التماسك**: التماسك في هذه الترب يعتمد كذلك على القوام والبناء. فكلما كانت التربة أكثر احتواء على حبيبات الطين، كان تماسكها أكثر صلابة في الحالة الجافة، ومرونتها ولصوقها أكثر شدة في الحالة المبللة.
- **علاقة التربة بالماء**: علاقة التربة بالماء في هذه الترب تتحدد أساساً على القوام، ومدى احتوائها على الحصى والحجارة، وارتفاع محتواها من المادة العضوية. فالترب المحتوية على كميات كبيرة من المادة العضوية والطمييية أو الطمييية الطينية القوام، يتكون بها البناء

المتفتت المتوسط التضاغط، الذي يؤدي إلى تهوية جيدة وقدرة حفظ للمياه ملائمة. ولكن العمق الضحل يؤدي إلى نقص في محتوى الماء المخزون في التربة. أما احتواء التربة على الحصى والحجارة، فهو يؤثر على الكثافة الظاهرية، فيزيد من قيمتها ويقلل من قيمة المسامية الكلية. ولذلك، فإن هذه العوامل جميعها، تؤدي إلى اختلاف الترب التابعة لهذه المجموعة في الخواص المائية. وإجمالاً، فإن هذه الترب تتفاوت في قدرتها لحفظ الماء، وفي قوة الشد الرطوبي بها، ولذلك تتفاوت في مدى احتوائها على الماء المتيسر للنبات. وأما معدل النفاذية والرشح لترب هذه المجموعة، فهو جيد وملائم بصفة عامة.

❖ **التهوية**: نتيجة لاختلاف الخواص الطبيعية السابقة المشار إليها، فإن السعة الهوائية لغالبية هذه الترب جيدة، وهي تتراوح في الآفاق السطحية بين 17% و26%. والجدول (39.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لقطاعيْن يمثل أحداهما تُرب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء، والآخر تُرب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة.

جدول (39.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لقطاعيْن يمثل أحداهما تُرب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء، ويمثل الآخر تُرب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة*

الأفق	عمق الأفق (سم)	اللون في الحالة الجافة	البناء	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				رمل %	سلت %	طين %		
(1) الجيرية الضحلة القاتمة Sombric Haprendolls								
A_{11}	12-0	رمادي داكن	حبيبي فتاتي	43.4	29.5	27.1	طمي طيني	فتات جيري 3.8%
A_{12c}	25-12	رمادي أبيض	حبيبي فتاتي	45.8	26.6	27.6	طمي طيني	فتات جيري 27.5%
R	35-25	أبيض	---	---	---	---		حجر جيري هش
(2) الجيرية الضحلة الحمراء Rhondic Haprendolls								
A_{11}	10-0	أحمر	حبيبي فتاتي	28.4	23.1	48.5	طمي طيني	فتات جيري 5%
A_{12c}	28-10	أحمر مبيض	حبيبي فتاتي	28.6	33.4	38.0	طمي طيني	فتات جيري 21%
R	38-28	رمادي فاتح	---	---	---	---	---	حجر جيري صلب

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]**، قطاع **1** من منطقة سلنطة وقطاع **2** من منطقة سوسة في الجبل الأخضر

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

❖ **التركيب المعدني**: طبقاً لدراسة سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176]، فإن التركيب

المعدني لحبيبات الطين في تُرب الحشائش الجيرية الضحلة القاتمة، يتكون أساساً من مجموعة الكاؤلينيت – باليجورسكايت، مع كميات أقل من الايلايت – سمكتايت والايلايت، وكميات ضئيلة من خليط من الكلورايت والكلورايت المتمدد، وفي بعض الأحيان السمكتايت والكاؤلينيت – سمكتايت. ومعادن الطين لهذه الترب موروثة من الجزء السليكاتي لمادة الأصل (الحجر الجيري)، أما توزيع معادن الطين داخل التربة فهو غير منتظم، حيث إن الايلايت – سمكتايت يزداد بالعمق، ويتوفر الكاؤلينيت والايلايت بكميات أكبر في الآفاق السطحية. وهذا يدل على أن عمليات تكوين التربة (Deluvial Processes)، لها دور أساسي في التوزيع غير المنتظم للمعادن داخل قطاع التربة. أما التركيب المعدني لحبيبات الطين في تُرب الحشائش الجيرية الضحلة الحمراء، فيتكون أساساً من مجموعتين من المعادن. المجموعة الأولى، تتكون من مجموعة الكاؤلينيت – باليجورسكايت، مع كميات ضئيلة من الايلايت والايلايت – سمكتايت والكلورايت المتمدد، والمجموعة الثانية، تتكون من مجموعة الباليجورسكايت – الكاؤلينيت، مع كميات أقل من الايلايت سمكتايت والايلايت، وكميات ضئيلة من خليط الكلورايت والكلورايت المتمدد، وفي بعض الأحيان سمكتايت وكاؤلينيت – سمكتايت. هذا وأن معادن الطين في هذه الترب كذلك موروثة من الجزء السليكاتي لمادة الأصل (الحجر الجيري). أما توزيع معادن الطين داخل قطاع هذه الترب فهو متغير من تربة إلى أخرى. وقد أمكن تمييز ثلاثة أنواع من هذا التوزيع في قطاعات الترب التابعة تحت المجموعة الأخيرة وهي: النوع الأول، هو زيادة تركيز كمية الكاؤلينيت والايلايت في الآفاق السطحية، على حين تزداد في الآفاق تحت السطحية كميات كل من الباليجورسكايت والايلايت – سمكتايت والسمكتايت. والنوع الثاني، هو عكس النوع الأول تماماً. أما

النوع الثالث، وهو توزيع معادن الطين داخل القطاع فهو ثابت غير متميز. وهذا الاختلاف سببه راجع إلى أن معدلات عمليات ترسيب رواسب المنحدرات والأنقاض السفحية (Delluvials) التي حدثت في هذه الترب متباينة.

- **المادة العضوية**: تتميز هذه التربة باحتوائها المرتفع على المادة العضوية، إذا ما قورنت بجميع أنواع الترب الليبية الأخرى، حيث تتراوح المادة العضوية في الآفاق السطحية للترب القاتمة بين 1% و6% بمتوسط 3.5%، وتتراوح هذه النسبة في الأفاق السطحية للترب الحمراء بين 1% و8.8% بمتوسط 3.4%.
- **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل لهذه الترب تتراوح بين المتعادلة إلى المائلة للقلوية، حيث تنحصر بين 7.1 و8.8 بمتوسط حوالي 8.0 وعادة ما تزيد درجة التفاعل قليلاً بالعمق.
- **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: تختلف السعة التبادلية للكاتيونات باختلاف كمية حبيبات الطين ونوعية معادن الطين ومحتوى التربة من المادة العضوية، وعلى العموم، فهي من متوسطة إلى مرتفعة، وتتراوح في الآفاق السطحية ما بين 10 و40 ملي مكافئ/100 جم تربة، بمتوسط قدره 22 ملي مكافئ/100 جم تربة، هذا وتكون جميع هذه الترب مشبعة كلياً بالكاتيونات القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص.
- **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: هذه الترب بصفة عامة غير ملحية، حيث لا تزيد درجة التوصيل الكهربي في مستخلص التربة في غالبية قطاعاتها عن 2 ملي سيمنز/سم –25 م°، إلا أنه سجلت بعض القطاعات التي قد تحتوي على أكثر من 2 ملي سيمنز/سم – 25 م°، ولكنها قطاعات محدودة. كما أنها بصفة عامة، تحتوي على

نسب منخفضة من الجبس، حيث إنه لا يزيد على 0.7%. أما عن وجود كربونات الكالسيوم، فإن جميع هذه الترب تعتبر جيرية، وتبلغ في معظم الآفاق السطحية أكثر من 15 %، وتزيد هذه النسبة كثيراً كلما تعمقنا في القطاع حيث تصل إلى 90% في الصخور الجيرية التحتية (أفق R).

❖ **محتوى العناصر الغذائية**: تحتوي هذه الترب بصفة عامة على كمية مرتفعة نوعاً من النيتروجين الكلي، حيث تتراوح في الآفاق السطحية بين 0.1% و0.5% بمتوسط حوالى 0.2 %، ونسبة الكربون إلى النيتروجين بها، تتراوح بين 5 و14 بمتوسط 10 ونتيجة لارتفاع محتواها من كربونات الكالسيوم، فإن الفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة، وخاصة الحديد والزنك، بهذه الترب منخفضة جداً، وهو يؤدي بدون شك إلى ظهور أعراض نقص هذه العناصر على النباتات التي تزرع فيها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة. وباستثناء عنصر البورون الذي يتوفر بكميات عالية نسبيا في بعض قطاعات هذه الترب، والذي قد يسبب تسمماً للنباتات بها، فإن بقية العناصر الغذائية الأخرى متوفرة بصورة مناسبة للنباتات في جميع هذه الترب. والجدولان (40.5) و(41.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لأنواع مختلفة من تُرب الحشائش الجيرية الضحلة (الحمراء والقاتمة) تمثل مواقع جغرافية متباينة في ليبيا.

جدول (40.5): **أهم الخواص الكيميائية لترب الحشائش الجيرية الضحلة تمثل مواقع جغرافية متباينة في الجبل الأخضر في ليبيا***

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم 25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100 جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
(1) الجيرية الضحلة القاتمة Sombric Haprendolls								
A_{11}	12-0	1.00	8.2	40.3	23.8	4.5	0.3	
A_{12c}	25-12	1.00	8.2	41.3	22.7	3.6	1.0	
R	35-25	1.24	8.2	86.3	4.6	---	2.2	
(2) الجيرية الضحلة الحمراء Rhondic Haprendolls								

	0.1	4.1	25.2	3.4	7.6	1.61	10-0	A_{11}
	0.1	2.3	21.9	20.5	7.7	1.24	28-10	A_{12c}
	1.1	---	4.4	85.5	8.0	1.55	38-28	R

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(39.5)**

جدول (41.5): الحالة الخصوبية لترب الحشائش الجيرية الضحلة تمثل مواقع جغرافية متباينة في الجبل الأخضر في ليبيا*

العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)				العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)	عمق الأفق (سم)	الأفق
نحاس	زنك	منجنيز	حديد					
(1) الجيرية الضحلة القاتمة Sombric Haprendolls								
0.29	1.13	40.0	2.81	400	4.3	0.210	12-0	A_{11}
0.25	0.55	38.0	2.33	329	3.5	0.166	25-12	A_{12c}
0.12	0.21	6.0	2.06	58	1.0	---	35-25	R
(2) الجيرية الضحلة الحمراء Rhondic Haprendolls								
0.14	0.81	13.0	15.33	248	9.4	0.327	10-0	A_{11}
0.38	0.59	35.5	8.16	704	3.5	0.218	28-10	A_{12c}
0.15	0.21	7.5	3.23	95	0.8	---	38-28	R

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(39.5)**

14.5 خواص الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور (Haploxererts)

تتميز هذه الترب بقوامها الطيني، ولونها الرمادي القاتم، وبوجود الشقوق على سطحها، التي تبقى مفتوحة مدة لا تقل عن 60 يوماً متصلة في السنة، وهي تقفل وتفتح مرة واحدة فقط في السنة. كما تتميز بطبوغرافية منتفخة متموجة (Gilgai) [45].

1. الخواص المورفولوجية

- ❖ قطاع الترب غير مميز إلى آفاق تفصلها حدود واضحة، وذلك نتيجة لعمليات القلب والخلط، التي تتم في قطاع هذه الترب، كما وضحنا سابقاً.
- ❖ تتميز هذه الترب بلونها الرمادي القاتم، الذي تكون فيه درجة نقاوة اللون (Chroma) على طول القطاع أقل من 1.5 (جاف أو رطب)، وأن قيمة اللمعان (Value) أقل من 3.5 (رطب)، وأقل من 5.5 (جاف).

- ❖ مستوى الماء الأرضي بها عميق، يصل إلى أكثر من 6 أمتار، ولا يكون له أي تأثير يذكر على التربة، والنظام الرطوبي بها هو النظام المميز لمناخ البحر المتوسط (Xeric).
- ❖ عمق التربة يتراوح بين العميق (أكثر من 120 سم)، ومتوسط العمق (80 إلى 120 سم).
- ❖ تتميز هذه الترب بظاهرة التشقق حيث تظهر عادة هذه الشقوق بسمك عادة من 1 إلى 3 سم، وبعمق قد يصل إلى أكثر من 1 متر في فترات الجفاف (فصل الصيف). ولكنها تختفي في فترات الابتلال (أثناء موسم تساقط الأمطار). وهذا راجع إلى وجود معادن الطين المتمددة بكميات كبيرة، وهي تتعرض للانتفاخ (التمدد) أثناء الابتلال، وإلى الانكماش وتكوين الشقوق أثناء الجفاف [45].
- ❖ تتميز هذه الترب بطبوغرافية سطحها المنتفخة المتموجة، وهي تحدث عندما تتساقط حبيبات الترب من السطح إلى داخل الشقوق، إلى أن تُملأ هذه الشقوق جزئياً أو كلياً بحبيبات التربة. ويحدث هذا في فترة الجفاف، ولكن في فترة الابتلال تبدأ معادن الطين في هذه الحبيبات عملية الانتفاخ، حيث يزداد حجمها (تتمدد) وتضغط على التربة المجاورة لها في اتجاه السطح مكونة طبوغرافية سطحية منتفخة ومتموجة، (راجع الفصل الثالث للتوضيح). كما وأن الشكل (19.5) يبين صوراً توضح قطاع للترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور وظاهرة التشقق السطحي التي تظهر عليها في فصل الصيف.

والجدير بالذكر، أنه توجد، في مناطق انتشار المجموعة العظمى بسيطة التطور، مجموعتان أُخريان، وهما أقل انتشارا بكثير منها، وهما: الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الجيرية (Calcixererts)، والترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط والمحتوية على طبقة متصلدة (Durixererts). ذلك أن الأولى تحتوي على

تركيزات عالية من الجير (كربونات الكالسيوم) في الطبقات السفلى من قطاع التربة، أما الثانية فهي تحتوي على طبقة متصلدة (Duripan) في أسفل القطاع.

شكل (19.5) صور توضح قطاع للترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور وظاهرة التشقق في هذه الترب (قرية الفائدية، الجبل الأخضر)

2. الخواص الطبيعية

- **القوام**: تتميز هذه الترب بقوامها الطيني بصفة عامة، حيث تتراوح نسبة حبيبات الطين فيها من 33% إلى 60%، وبمتوسط يصل إلى 44%. والصفة المميزة لهذه الترب هي أن توزيع حبيبات التربة داخل قطاعاتها ثابت تقريباً لا يتغير بالعمق.
- **البناء**: تتميز هذه الترب بالبناء الحبيبي القوي، أو بالبناء الحبيبي المتفتت في الطبقات السطحية من التربة، ويسود البناء الكتلي في الطبقات تحت السطحية، هذا ودرجة تكوين تجمعات التربة الصغيرة بها مرتفعة حيث إن كميتها في الطبقات السطحية، تصل في المتوسط إلى 60%.
- **التماسك**: تتميز هذه التربة بتماسكها الصلب في الحالة الجافة، والمتماسك في الحالة

الرطبة، والمرن جداً واللاصق جداً في الحالة المبللة.

❖ **علاقة التربة بالماء**: أهم ما يميز الخواص المائية لهذه التربة، هو اختلافها في فترة الجفاف عنها في فترة الابتلال. فالكثافة الظاهرية تزيد والمسامية الكلية تقل عند الجفاف عنها عند الابتلال، وهذا راجع إلى زيادة الصلابة والتضاغط أثناء الجفاف. بالإضافة إلى وجود الشقوق في فترة الجفاف وما لها من تأثير على الخواص المائية لهذه الترب. وعلى العموم، فإن الكثافة الظاهرية داخل قطاعات هذه الترب تزداد بزيادة العمق، فهي تتراوح من 1.07 إلى 1.68 جم/سم^3، وتقل المسامية الكلية بزيادة العمق فهي تتراوح من 36% إلى 58%. إن الخواص المائية للتربة تتأثر إلى حد كبير بكمية حبيبات الطين بصفة عامة، وكمية معادن الطين المتمدد بصفة خاصة، فكلما زادت هاتان الكميتان بزيادة العمق، ارتفعت السعة الصغرى للرطوبة، وزاد محتوى الرطوبة حجما عند نقطة الذبول، وانخفضت كمية الماء المتيسر للنبات. وعلى العموم، فإن هذه الترب تتميز بارتفاع السعة الصغرى للرطوبة (32 % إلى 56.6% حجماً)، وارتفاع محتوى الرطوبة حجماً عند نقطة الذبول (16% إلى 32%)، وانخفاض كمية الماء المتيسر للنبات (8% إلى 20% حجماً)، بالرغم من قدرتها العالية للاحتفاظ بالماء. هذا وأن هذه الترب تتصف بمعدلات نفاذية جيدة في الطبقات السطحية، نتيجة لاحتوائها على المواد العضوية، وبنائها الحبيبي، وقلة انضغاطها، ولكن هذه المعادلات تتناقص لتصبح منخفضة في الطبقات تحت السطحية. أما في حالة الجفاف ووجود الشقوق فتصبح التربة ذات معدلات نفاذية وذات رشح داخلي عالٍ.

❖ **التهوية**: عندما تكون التربة رطبة، فإن التهوية بهذه الترب ليست ملائمة إلا في الطبقات السطحية فقط، أما الطبقات تحت السطحية فهي رديئة التهوية، والمسامية الهوائية

للطبقات السطحية بهذه الترب تتراوح من 13% إلى 16%، وتتناقص بحدة في الطبقات تحت السطحية حيث تتراوح هذه المسامية بها من أقل من 1% إلى 6%. والجدول (42.5) يبين أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لإحدى الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور.

جدول (42.5): أهم الخواص المورفولوجية والطبيعية لإحدى الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التركيب الميكانيكي	التركيب الميكانيكي	التركيب الميكانيكي			القوام	ملاحظات
				طين %	طين %	طين %		
A_p	20-0	رمادي داكن	فتاتي	19.4	33.0	47.6	طيني	وجود شقوق
B_{1ca}	50-20	رمادي داكن	فتاتي	20.7	17.9	51.4	طيني	سطحية في فترة
B_{2ca}	78-50	رمادي	كتلي	20.7	19.0	50.3	طيني	الجفاف مع
B_{3ca}	149-78	رمادي فاتح	كتلي	22.1	23.8	54.1	طيني	وجود لتجمعات
BC_{ca}	210-149	أصفر زيتوني	عديم البناء	14.5	34.3	51.2	طيني	الكالسيوم على
C_{ca}	300-210	بني زيتوني	عديم البناء	16.2	33.1	50.7	طيني	طول القطاع

* مصدر البيانات: معدل عن **[176]**، القطاع من منطقة الفائدية بالجبل الأخضر

3. الخواص المعدنية والكيميائية والغذائية

- **التركيب المعدني**: أهم ما يميز هذه الترب هو وجود معادن الطين المتمددة السمكتايت بصفة سائدة، ويعزى إليه الكثير من الخواص المميزة لهذه الترب، حيث يتكون التركيب المعدني لحبيبات الطين أساساً من مجموعة الكاؤلينيت – سمكتايت، مع كميات ضئيلة من الايلايت والايلايت – سمكتايت والايلايت – كلورايت والكلورايت. هذا وقد وجد أن بعضاً من هذه الترب تحتوي على سمكتايت فقط [176]، وأن هذا التركيب المعدني يتطابق مع التركيب المعدني لمواد أصل هذه الترب من حيث النوعية والكمية لمعادن الطين، وهذا يؤكد أن هذه المعادن قد تم توريثها للتربة من مادة الأصل.
- **المادة العضوية**: تتميز هذه الترب باحتوائها المرتفع نسبياً من المادة العضوية، وتتراوح في الطبقات السطحية ما بين 1% و4 %، ومتوسط يصل إلى 2%،

وهـي عـادة مـا تتنـاقص بالعمـق، ولكـن لـيس بالصـفة المنتظمـة نتيجـة لعمليـة الخلـط أو القلب التي سبقت الإشارة إليها.

- ❖ **درجة التفاعل (pH)**: إن درجة التفاعل لهذه الترب قلوية على طول القطاع، فهي عادة ما تنحصر بين 7.8 و8.7.
- ❖ **السعة التبادلية للكاتيونات (CEC)**: تتميز هذه الترب بارتفاع السعة التبادلية للكاتيونات فيها، فهي تتراوح من 20 إلى 40 ملي مكافئ/100 جم تربة، وذلك لارتفاع محتوى التربة من حبيبات الطين والمادة العضوية، وكذلك لسيادة معادن الطين السمكتايت المتمددة. هذا وتكون جميع الترب مشبعة كلياً بالعناصر القاعدية، وأن الكالسيوم المتبادل هو الكاتيون السائد على معقد الادمصاص. والقاعدة العامة، أن السعة التبادلية للكاتيونات (الكالسيوم والماغنسيوم المتبادل) تتناقص بزيادة العمق داخل قطاع التربة الواحدة، ويزداد الصوديوم المتبادل في العمق، حيث يتصف بارتفاع محتواه في مادة الأصل.
- ❖ **محتوى الملوحة وكربونات الكالسيوم والجبس**: هذه الترب بصفة عامة، غير ملحية في المتر العلوي من قطاعاتها، حيث لا تزيد درجة التوصيل الكهربي به على 1 ملي سيمنز/سم – 25 م°. هذا وقد يزيد محتوى الملوحة في التربة كلما تعمقنا أكثر من1 متر، حيث تتراوح الملوحة في الطبقات التحتية إلى أكثر من 3 ملي سيمنز/سم –25 م°. وتحتوي هذه الترب على كميات ضئيلة جداً من الجبس، ولكن عادة ما يزيد محتوى الجبس، كلما تعمقنا في القطاع. هذا وقد يحتوي بعض من هذه الترب، على كميات

مرتفعة من كربونات الكالسيوم، مثل الذي يظهر جليا في مجموعة الترب الجيرية، التي عادة ما تزداد في كمياتها كلما تعمقنا في القطاع، وتتراوح نسبة كربونات الكالسيوم في هذه الترب من 5% إلى 50%.

❖ **محتوى العناصر الغذائية:** تحتوي هذه الترب بصفة عامة، على كميات متوسطة نسبياً من النيتروجين الكلي، حيث تتراوح في الطبقات السطحية بين 0.08% إلى 0.27% بمتوسط حوالي 0.15%، وتتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين من 5.5 إلى 13 بمتوسط حوالى 8 وهذه النسبة تؤكد أن المادة العضوية بهذه الترب غنية نسبياً بالمركبات النيتروجينية، وأن كمية النيتروجين الكلي تقل في الطبقات تحت السطحية، ولكنها لا تختفي إلا في مادة الأصل. أما الفوسفور الكلي لهذه الترب فهو منخفض حيث يتراوح من 0.09% إلى 0.3% (P_2O_5) في الطبقات السطحية بمتوسط حوالى 0.19% (P_2O_5)، أما الفوسفور المتيسر فيتراوح من منخفض إلى متوسط، والقاعدة العامة، أن الفوسفور الكلي والمتيسر يقل كلما تعمقنا في القطاع. هذا وباستثناء العناصر النادرة، وخاصة الحديد والزنك، فإن القدرة الخصوبية للعناصر الغذائية الأخرى في هذه الترب جيدة وملائمة. والجدولان (43.5) و(44.5) يبينان أهم الخواص الكيميائية والحالة الخصوبية لقطاع تربة من الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور في الجبل الأخضر في ليبيا.

جدول (43.5): أهم الخواص الكيميائية لقطاع تربة من الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	التوصيل الكهربي ملي سيمنز/سم 25مْ	درجة التفاعل	كربونات الكالسيوم %	السعة التبادلية للكاتيونات ملي مكافئ/100جم تربة	المادة العضوية %	نسبة الصوديوم المتبادل %	ملاحظات
A_p	20-0	1.1	8.2	45.7	29.1	2.04	0.76	
B_{1ca}	50-20	1.1	8.4	46.8	28.2	1.42	0.78	
B_{2ca}	78-50	1.1	8.5	52.0	26.6	0.92	0.83	
B_{3ca}	149-78	1.5	8.6	50.4	26.1	0.49	3.37	
BC_{ca}	210-149	3.1	8.4	53.0	24.6	0.20	6.02	
C_{ca}	300-210	2.8	8.5	55.5	24.0	صفر	5.33	

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(42.5)**

جدول (44.5): الحالة الخصوبية لقطاع تربة من الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة في ليبيا*

الأفق	عمق الأفق (سم)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)	العناصر النادرة المتيسرة (جزء في المليون)			
					حديد	منجنيز	زنك	نحاس
A_p	20-0	0.128	2.0	165	3.84	12.0	0.32	0.39
B_{1ca}	50-20	0.088	0.5	165	3.53	11.0	0.30	0.36
B_{2ca}	78-50	0.056	0.5	151	4.28	13.0	0.22	0.30
B_{3ca}	149-78	0.033	0.3	147	3.49	16.5	0.28	0.32
BC_{ca}	210-149	0.010	صفر	124	2.64	15.0	0.32	0.30
C_{ca}	300-210	صفر	صفر	306	2.17	13.0	0.33	0.13

* مصدر البيانات: أنظر جدول **(42.5)**

الفصل السادس

الإمكانيات الزراعية للأراضي الليبية والتحديات التي تواجه استخداماتها

6. الإمكانيات الزراعية للأراضي الليبية والتحديات التي تواجه استخداماتها

1.6 تمهيد

المعروف أن مفهوم الأرض (Land) أكثر شمولية من مفهوم التربة (Soil) من الناحية الزراعية، حيث إن التربة هي أحد عناصرها الرئيسية. فالأراضي الزراعية بجميع عناصرها من تربة ومياه ومناخ ووضع طبوغرافي وموقع جغرافي وغيرها، هي في الحقيقة الوسط الذي تنمو فيه المحاصيل الزراعية. وحيث إنه لا توجد أرض واحدة في العالم تكون صالحة لجميع المحاصيل الزراعية، فإن الأمر يتطلب، إما ضرورة ملائمة المحاصيل الزراعية لنوعية الأراضي التي ستزرع فيها، أو محاولة التغلب على العوامل التي تحول دون نمو المحاصيل الزراعية أو تخفض إنتاجيتها، كلما أمكن ذلك فنياً واقتصادياً. وحيث إن هذه العوامل قد توجد في واحد من عناصر الأرض أو أكثر، فكان لا بد من تحديدها أولاً، ثم دراسة إمكانية التغلب عليها جزئياً أو كلياً، وعلى مراحل واختيار المحاصيل الزراعية الملائمة لكل مرحلة. كما أن الأرض معرضة باستمرار للتغيير في خواص أهم عناصرها، ألا وهما التربة والمياه، فقد تكون هذه التغيرات بما يفيد المحاصيل الزراعية، ويساعدها على النمو والزيادة في الإنتاج، وقد يكون العكس هو الصحيح.

ومن هنا، نجد أن اهتمام المشتغلين بالزراعة، يأخذ أكثر من اتجاه وذلك بهدف استخدام الأراضي الاستخدام الزراعي الأمثل، مع المحافظة عليها من التدهور والفقد والتلوث. وأحد هذه الاتجاهات هو ما نحن بصدده في هذا الكتاب وهو التعرف على صلاحية الترب والأراضي الليبية وملاءمتها للزراعة، مع بيان بعض من الطرق والسبل التي

يمكن اتباعها للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية.

يتوقف الإنتاج الزراعي في الأراضي الليبية قبل كل شيء على مقدار ما يوجد من موارد مائية (أمطار أو مياه سطحية أو جوفية). وقد تبين لنا سلفاً أن المناطق التي يمكن أن تعتمد فيها الزراعة على الأمطار كلياً ضئيلة جداً، ذلك أن المساحة التي تزيد فيها معدلات تساقط الأمطار عن 200 ملم في السنة تقدر بحوالي 3 ملايين هكتار، أي تمثل 1.8% من المساحة الكلية للبلاد [176]. هذا وإذا عرفنا أن مساحة كبيرة من هذه المناطق التي تتمتع بكمية معقولة من المطر والموجودة في الجبال والسبخات يصعب استغلالها زراعيا لطبيعتها الصخرية وتضاريسها الصعبة من ناحية، وعدم ملائمة تربتها من ناحية أخرى، تبين لنا كم من هذه المساحة تخرج عن نطاق الإنتاج الزراعي. وإذا أضفنا إلى ذلك السمة البارزة للأمطار في ليبيا المتمثلة في طول حالات الجفاف الدورية وتكرارها، وشدة تذبذب الأمطار السنوية وسوء توزيعها، عرفنا أن الإنتاج الزراعي الفعلي في البلاد، لا بد من اعتماده على الزراعة المروية. وإذا تعرفنا على حقيقة المصادر المائية للبلاد (مياه سطحية وجوفية) من حيث الكمية والنوعية في أماكن الترب الملائمة للزراعة نسبياً لعرفنا أن الماء هو أهم العوامل المعيقة لإنتاج المحاصيل الزراعية في البلاد على الإطلاق، حيث إنه المحدد الأساسي لمساحة الرقعة الزراعية.

تأتي التربة في الدرجة الثانية بعد الماء، ولكن بالأهمية والضرورة نفسها للإنتاج الزراعي، فإذا ألقينا نظرة على خارطة البلاد وما يغطي سطحها من تربة وتكوينات ترابية وغير ترابية، لوجدنا أن مساحة الأراضي التي تغطيها تُرب بمفهومها العلمي والقادرة على الإنتاج الزراعي،

إذا ما توفر الماء اللازم، تمثل جزءاً ضئيلاً جداً من مساحة البلاد الكلية، ولوجدنا أن الأراضي التي لا تساعد تكويناتها السطحية على نمو النباتات والمحاصيل الزراعية (وهي مناطق الرمال والكثبان الرملية ومناطق السرير ومناطق الحمادات وغيرها من المناطق الصخرية المكشوفة والمناطق المغطى سطحها بطبقة من أجزاء الصخور والأحجار الهشة ومناطق السبخات والقيعان الملحية) تشغل ما يزيد على 95% من المساحة الكلية للبلاد. وإذا ما تناولنا الترب فقط وتركنا جانباً التكوينات السطحية الأخرى، لوجدنا مما سبق توضيحه في مواضع أخرى من الكتاب أن هذه الترب تختلف في خواصها من منطقة إلى أخرى، وحتى داخل المنطقة الواحدة، ولكل منها مشاكل استزراع محددة تعيق نمو بعض من المحاصيل الزراعية وإنتاجها، ولذلك فإن نوعية التربة لها دخل في التوزيع المحلي للمحاصيل الزراعية.

أضف إلى ذلك، أن الصفات التي يتصف بها محصول ما، مثل مقدار إنتاجيته أو حجم ثماره أو مقاومته لمرض أو حشرة معينة، هي محصلة لتفاعل التركيب الوراثي لهذا المحصول مع العوامل البيئية السائدة خلال دورة حياته [41]. ومن أهم العوامل البيئية التي تؤثر على نمو المحاصيل وإنتاجها، بالإضافة إلى خواص التربة، هو المناخ المتمثل في الرطوبة والحرارة والضوء والهواء وطول موسم النمو وغيرها. فالمناخ هو العامل الرئيسي الثالث الذي يحدد إمكانية زراعة محصول ما في منطقة معينة، وأحسن دليل على ذلك هو تشابه المحاصيل التي تزرع في المناطق ذات المناخ المتماثل، حيث إن المحاصيل المختلفة تتباين في احتياجاتها المناخية (احتياجات ضوئية واحتياجات حرارية، إلخ) خلال دورة حياتها منذ بذر البذور أو زراعة الشتلات أو الأجزاء الخضرية حتى حصاد المحصول. وترجع أهمية المناخ مقارنة بالعوامل

البيئية الأخرى، إلى أنه يمكن تحسين العوامل البيئية الأخرى لتكون أكثر ملائمة لنمو المحاصيل وإنتاجها، على حين يتعذر التحكم تماماً في العوامل المناخية، ما لم يكن المحصول مزروعاً في الصوبات أو البيوت الزجاجية المكيفة أو غيرها من البيئات. بالإضافة إلى هذه العوامل الرئيسية الطبيعية الثلاث هناك عوامل طبيعية أخرى مثل تضاريس سطح الأرض ووجود الترب المختلفة الخواص والمتباينة الملائمة للزراعة في صورة مختلطة في بقعة جغرافية واحدة (Soil Association)، (أي صغر مساحات الترب الملائمة للزراعة وتفرقها في مساحات كبيرة من الترب غير الملائمة) وغيرها من العوامل.

وما تجدر الإشارة إليه أن اختيار المحاصيل الزراعية المناسبة لكل أرض، لا يتوقف فقط على العوامل الطبيعية أو البيئية السابق ذكرها، ولكنه بالإضافة إلى ذلك هناك العديد من العوامل الأخرى، بعضها يتعلق بطبيعة المحصول نفسه، مثل القدرة الإنتاجية للمحصول، وقدرته على التأقلم، واحتياجاته المائية والغذائية والضوئية والحرارية وللأكسجين، ومقاومته للآفات والأمراض وغيرها، والبعض الآخر يتعلق بطبيعة الإنسان وظروفه، وتشمل جميع العوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، وحيث إن العوامل التي تتعلق بطبيعة المحصول نفسه والتي تختص بها علوم المحاصيل المختلفة (علوم المحاصيل الحقلية، وعلوم محاصيل الأعلاف، ,علوم محاصيل الخضر، وعلوم محاصيل البستنة). ومع ذلك فسوف نذكر باختصار شديد المشاكل الرئيسية لاستزراع الترب الليبية أولا، ثُم نستعرض باختصار كذلك أثر بعض هذه العوامل على نمو أنواع المحاصيل المختلفة وإنتاجها. أما العوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية فهي خارج نطاق هذا الكتاب، لأنه يقتصر على المقومات الطبيعية للإنتاج

الزراعي وخاصة التربة.

وفيما يلي نستعرض العوامل التي تُعيق نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها في الأراضي الليبية وخاصة في عناصرها الأساسية، وهي المياه والتربة والمناخ والتضاريس، وذلك بعد التعرف على المشاكل الرئيسية لاستزراع الترب الليبية:

2.6 المشاكل الرئيسة لاستزراع الترب الليبية

إن التعرف على المشاكل الرئيسية للتربة تأتي مرحلة لاحقة بعد مرحلة حصر التربة وتصنيفها وإعداد خرائطها وتحديد الوحدات التصنيفية في المنطقة المراد استثمارها زراعيا، وذلك بعد التعرف على خواصها المورفولوجية والمعدنية والطبيعية والكيمائية والغذائية، تمهيدا لدراسة مدى صلاحيتها للزراعة وملائمتها لزراعة المحاصيل الزراعية المختلفة، مع الأخذ في الحسبان عوامل الأرض الأخرى من توفر للمياه ومناخ ملائم وطبوغرافية أرضية مناسبة، وذلك باستخدام نظم تقييم الأراضي التي سيتم الحديث عنها لاحقا.

ومن خلال ما استعرضناه من الخواص الرئيسية للترب الليبية (الفصل الخامس)، يمكن سرد المشاكل الرئيسية لاستزراع الترب الليبية الآتية:

1. الترب حديثة التكوين الرملية (Psamments)

- ❖ نتيجة لجفاف هذه الترب بصفة مستمرة خلال معظم السنة، لا يمكن زراعتها إلا تحت نظام الري الكامل (يستثنى من ذلك الترب الواقعة في نطاق خطوط المطر والقادرة على نجاح الزراعات البعلية أثناء موسم سقوط الأمطار).
- ❖ ملاحظة القوام الرملي للتربة، وبنائها المفكك، فهي سريعة النفاذية والرشح وغير قادرة

على الاحتفاظ بالماء، وغالباً ما تكون عرضة للضياع عن طريق التعرية بواسطة الرياح.

- ❖ نظراً إلى طبيعة التربة الرملية، وانخفاض محتواها من المادة العضوية، وارتفاع درجة التفاعل بها، واحتوائها على كربونات الكالسيوم، فهي فقيرة في محتوها من العناصر الغذائية، وخاصة النيتروجين والفوسفور والعناصر النادرة. أضف إلى ذلك أنها قد تفقد بسهولة ما يضاف إليها من أسمدة خصوصاً الأسمدة النيتروجينية عن طريق الرشح.

2. الترب حديثة التكوين الرسوبية (Fluvents)

- ❖ الطبيعة التكوينية للطبقات الرسوبية المختلفة القوام، والتي غالباً ما تكون حصوية أو حصوية حجرية، مع وجود الحصى والحجارة بكميات كبيرة على سطح بعض هذه الترب، يؤثر على علاقة التربة بالماء، ويعيق كثيراً من العمليات الزراعية.
- ❖ تماسك التربة الصلب، وخاصة عند الجفاف، يؤدي إلى صعوبة القيام بعمليات الخدمة الزراعية المختلفة.
- ❖ احتواء بعض من هذه الترب على كميات مرتفعة نسبياً من الملوحة وكربونات الكالسيوم، يقلل من نجاح زراعة بعض المحاصيل بها.
- ❖ حدوث الفيضانات الموسمية في أودية المنطقة الشمالية من البلاد، يؤدي إلى تعرض هذه الترب في تلك المناطق إلى الانجراف المائي.
- ❖ فقر التربة من النيتروجين والفوسفور بصفة رئيسية، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذين العنصريْن على المحاصيل التي تزرع بها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة.

3. الترب حديثة التكوين الشائعة (Orthents)

- ❖ الجفاف هو المشكلة الرئيسية لهذه الترب بصفة عامة، فهي جافة في كل أو معظم أوقات من السنة، وبذلك لا يمكن زراعتها، إلا تحت نظام الري الكامل

(يستثنى من ذلك الترب الواقعة في نطاق خطوط المطر والقادرة على نجاح الزراعات البعلية أثناء موسم سقوط الأمطار).

- ❖ غالبية هذه الترب غير عميقة (متوسطة العمق أو ضحلة). ولذلك، فإن الصخور بها تكون قريبة إلى السطح، وخاصة الصلبة منها، وهي تعيق نمو جذور محاصيل أشجار الفاكهة، ومن ثم تحد من استخداماتها، إلا في زراعة المحاصيل الحقلية ذات الجذور السطحية أو المراعي.
- ❖ احتواء بعض من هذه الترب على كميات مرتفعة من الحصى والحجارة على السطح أو في داخل القطاع، مما يعرقل العمليات الزراعية بها.
- ❖ احتواء بعض من هذه الترب على كميات مرتفعة نسبياً من الأملاح الذائبة وكربونات الكالسيوم، يحد ملائمتها لبعض المحاصيل الحساسة للملوحة أو كربونات الكالسيوم.
- ❖ نتيجة لجفاف هذه الترب وتفكك بنائها، فهي عرضة للتعرية الريحية، كما وأن الأنواع المتواجدة منها على المنحدرات الجبلية تتعرض للانجراف المائي.
- ❖ إن فقر هذه التربة في النيتروجين والفوسفور والعناصر النادرة بصفة رئيسية، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذه العناصر على المحاصيل، التي تزرع بها، إذا لم يتم امدادها بالأسمدة اللازمة.

4. الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيطة التطور (Haploargids)

- ❖ جفاف التربة بصفة مستمرة طوال السنة، هو أحد هذه المشاكل، حيث لا يمكن زراعتها، إلا تحت نظام الري الدائم.
- ❖ احتواء التربة على نسبة مرتفعة من حبيبات الطين وضعف بنائها واندماجها، يؤديان إلى قلة كميات الماء المتيسر التي تحتوي عليها، وإلى رداءة التهوية بها بوجه عام وصعوبة

خدمتها.

- ❖ فقر التربة من النيتروجين والفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذه العناصر على المحاصيل التي تزرع بها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة.
- ❖ ارتفاع محتواها من الأملاح الذائبة نسبياً يحد من استخدامها لبعض المحاصيل التي لا تتحمل هذه الملوحة.
- ❖ الترب الأخرى من هذا الصنف، التي تحتوي على الأفق الصودي، والذي تكون على أنقاض الأفق الطيني، وذات النسبة المرتفعة من الصوديوم المتبادل، تزداد فيها الخواص السلبية السابقة الذكر، الطبيعية منها والكيميائية. كما أن الصوديوم قد يؤدي إلى تسمم المحاصيل التي تزرع فيها.
- ❖ أضف إلى ذلك، أن الترب من الصنف نفسه، التي يوجد فيها الأفق الجيري المتحجر تحت الأفق الطيني، معرضة لحدوث عمليتيْ التمليح الثانوي والصودية الثانوية. بالإضافة إلى أنها تمنع انتشار الجذور، وتمنع نفاذ الماء، وهو ما يسبب سوء التهوية.
- ❖ إن جميع المجموعات التابعة لهذا الصنف من الترب، هي عرضة للتعرية الريحية أو الانجراف المائي.

5. الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور (Haplocalcids)

- ❖ إن جفاف التربة بصفة مستمرة طوال السنة، هو أهم مشكلة من مشاكل استزراعها، فلا يمكن زراعتها إلا تحت نظام الري الكامل (يستثنى من ذلك الترب الواقعة في نطاق خطوط المطر القادرة على نجاح بعض الزراعات البعلية أثناء موسم سقوط الأمطار).
- ❖ إن احتواء هذه الترب على كميات مرتفعة من كربونات الكالسيوم، يؤدي إلى ظهور

الكثير من الخواص السلبية التي تحد أو تعرقل نمو وإنتاج الكثير من المحاصيل الزراعية بصفة عامة، ومن هذه المشاكل ما يلي:

- تتميز هذه الترب بانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء، حيث وجد أن الترب الجيرية بها منحنيات شد رطوبي مماثلة في شكلها للترب الرملية، حيث يؤدي إلى انخفاض واضح في محتواها الرطوبي، عند شد رطوبي أقل من واحد بار، ثم يقل معدل الانخفاض بعد ذلك كثيراً مع زيادة الشد الرطوبي. وهذا راجع إلى وجود حبيبات كربونات الكالسيوم الخاملة كيميائياً بدرجة كبيرة. ومن الواضح أن لهذه الخاصية السلبية أهمية تطبيقية كبيرة، لأن هذه الترب تستلزم تكرار الري باستمرار مثلها مثل الترب حديثة التكوين الرملية.
- إن تماسك الطبقات تحت السطحية وتضاغطها واندماجها، وخاصة الأفق الجيري منها، قد يؤدي إلى عرقلة امتداد الجذور ورشح الماء إلى أسفل.
- إن فقر هذه الترب من بعض العناصر الغذائية في الصورة المتيسرة للنبات، وخاصة الفوسفور والعناصر النادرة، قد يؤدي إلى ظهور أعراض نقص هذه العناصر على النباتات التي تزرع فيها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة.
- تظهر على بعض النباتات النامية بها، وخاصة تلك التي تعرف بأنها كارهة لكربونات الكالسيوم، أعراض ظاهرة "الكالسيوز" (Calciose)، وهو حالة اصفرار وانخفاض في كمية النمو والمحصول، بسبب ما تحدثه لها كربونات الكالسيوم من ارتباك في عملية التمثيل الغذائي (Metabolism)، مثل انخفاض تكوين الكلورفيل، وتجمّع أو انخفاض في محتويات النبات من المركبات العضوية.
- نتيجة لوجود الكالسيوم بتركيزات عالية في هذه الترب، يحدث عدم توازن غذائي في

بعض العناصر مثل البوتاسيوم والماغنسيوم، يؤدي إلى صعوبة امتصاصها بالرغم من توفرها بكميات مناسبة.

- ❖ إن فقر جميع هذه الترب من النيتروجين يستلزم إضافة المادة العضوية والأسمدة النيتروجينية في حالة استخدامها للزراعة.
- ❖ نتيجة لجفافها، وتفكك بنائها، وندرة الغطاء النباتي عليها، وقلة محتواها من المادة العضوية، يجعلها عرضة للتعرية الريحية، وخاصة تلك الترب ذات القوام الخفيف منها.
- ❖ ضحالة قطاعات بعض من هذه الترب، واحتواء بعضها على كمية مرتفعة نسبياً من الأملاح الذائبة، واحتواء الأخرى على كميات مرتفعة من الحصى والحجارة، يحد من اختيار المحاصيل التي تناسبها.

6. الترب الجافة ذات أفق التغيير البسيطة التطور (Haplocambids)

إذا توفر الماء اللازم لزراعة هذه الترب، مع برنامج تسميد وحفظ للتربة جيد، فإن هذه الترب تعدُّ من أجود أنواع الترب الجافة في ليبيا، وذلك بما تتميز به من قوام متوسط وانخفاض محتواها من الأملاح الذائبة والجبس وكربونات الكالسيوم، ولذلك يمكن حصر مشاكل استزراعها في الآتي:

- ❖ جفاف التربة وقدرتها المنخفضة للاحتفاظ بالماء.
- ❖ فقرها من النيتروجين والفوسفور المتيسر وبعض من العناصر النادرة المتيسرة.
- ❖ تعرضها للتعرية الريحية أو الانجراف المائي.

7. الترب الجافة الملحية بسيطة التطور (Haplosalids)

- ❖ ارتفاع محتواها من الأملاح الذائبة، ووجود القشور الملحية في بعضها والقشور الجيرية

والجبسية في بعضها الآخر، يعرقل أو يمنع النمو الطبيعي لمعظم المحاصيل الزراعية.

❖ ارتفاع مستوى الماء الأرضي الغني بالأملاح بها، يؤدي إلى عدم صلاحية المياه للامتصاص بواسطة النبات، وإلى رداءة الصرف الداخلي بها، وإلى سوء التهوية.

وعلى العموم، ونتيجة لهذه المشاكل الرئيسية (بغض النظر عن محتواها من العناصر الغذائية وخواصها الأخرى)، فإن استخدامات مثل هذه الترب للزراعة محدودة جداً فهي لا تستخدم في الزراعة إلا تحت الظروف القصوى، بعد استصلاحها عن طريق الغسيل والصرف (عملية إزالة الأملاح التي سبقت الإشارة إليها). أما استعمالاتها وهي على حالتها الطبيعية فهي ضيقة جداً، وتنحصر في المناطق التي تحتوي على غطاء نباتي ضعيف ومتناثر لأغراض رعي الإبل، أما المناطق المنخفضة من السبخات التي ينعدم فيها الغطاء النباتي، فهي لا تصلح حتى للرعي.

8. الترب الجافة الجبسية (Gypsids)

مشاكل استزراع هذه الترب تشبه إلى حد كبير مشاكل استزراع الترب الجافة الملحية، التي سبقت الإشارة إليها، إلا أن هذه الترب تزيد عنها بتكوين الخنادق الأرضية (Sink Holes) عند محاولة استصلاحها عن طريق الغمر بالمياه لغسيل الأملاح، ولذلك فهي لا تصلح للزراعة بوضعها الطبيعي، ولا تستصلح إلا تحت الظروف القصوى.

9. تُرب الغابات ذات النظام المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء (Rhodoxeralfs)

من الخواص السابق ذكرها لهذه الترب (الفصل الخامس)، يتضح أنه إذا توفر الماء اللازم، فإن هذه الترب بصفة عامة تكون صالحة لزراعة معظم المحاصيل الزراعية، إلا أن هناك

بعض العوامل التي قد تعيق نمو بعض من المحاصيل الزراعية وإنتاجها في هذه الترب، ويمكن تلخيصها في الآتي:

- ❖ كلما احتوت التربة على نسب أعلى من حبيبات الطين، زادت خواصها السلبية في الظهور أكثر فأكثر (سوء التهوية، وانخفاض معدلات النفاذية والرشح، وزيادة التماسك، وتعرضها أكثر للتغدق ولتكوين الشقوق والطبقات الصماء الطينية، وشدة الالتصاق بزيادة

الرطوبة، إلخ). وهذه الخواص تجعلها غير ملائمة لأشجار الفاكهة وللخضراوات الجذرية بصفة عامة، ولكنها ملائمة أكثر لمحاصيل الحبوب والخضراوات الورقية ومحاصيل الأعلاف.

- ❖ جميع الترب التابعة لهذه المجموعة، لها قوة شد رطوبي عالية، تؤدي إلى احتوائها على كميات منخفضة من الماء المتيسر للنبات، حتى بالرغم من قدرة حفظها للمياه العالية، حيث وجد أن أكثر من نصف كمية المياه التي تحتفظ بها هذه التربة، غير متيسر للامتصاص بواسطة النباتات.
- ❖ فقرها في النيتروجين والفوسفور المتيسر للنبات بصفة رئيسية، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذين العنصريْن على المحاصيل التي تزرع بها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية.

10. تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية (Natrixeralfs)

- ❖ وجود الصوديوم بتركيزات عالية في هذه الترب، يؤدي إلى حدوث التسمم الصودي للنباتات.

- ❖ احتواء هذه الترب على كميات كبيرة من حبيبات الطين، ووجود نسبة عالية من الصوديوم المتبادل بها، وهو ما يجعل هذه الحبيبات في صورة متفرقة، ويؤدي إلى ضعف في تكوّن تجمعات التربة الصغيرة، وكذلك لارتفاع مستوى الماء الأرضي بها، كل هذه الخواص السلبية، تؤدي إلى سوء التهوية، وإلى انخفاض معدلات النفاذية والرشح والصرف الداخلي، وزيادة التماسك وهي جافة وشدة الالتصاق وهي مبللة.
- ❖ بالرغم من أن هذه الترب لها قدرة عالية للاحتفاظ بالماء، فإن الماء بها ممسوك بقوة شدٍ رطوبي عالية، بالإضافة إلى ارتفاع الضغط الأسموزي لماء التربة نتيجة لارتفاع كمية الأملاح بها، وكل هذا يؤدي إلى احتواء هذه التربة على كميات منخفضة من الماء المتيسر للنبات.
- ❖ فقرها في النيتروجين والفوسفور المتيسر للنبات بصفة رئيسية، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذيْن العنصريْن على المحاصيل التي تزرع بها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية. أضف إلى ذلك ما يسببه عنصر البورون من تسمم لكثير من المحاصيل نتيجة لوجوده بكميات كبيرة نسبياً.

كل هذه المشاكل تحدُّ من ملائمة المحاصيل الزراعية لهذه الترب وتجعلها ملائمة فقط لعدد محدود منها، مثل النخيل والشعير والتشجير بأشجار الغابات.

11. تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور (Haploxeralfs)

بالنظر إلى خواص التربة الجيدة للآفاق السطحية لهذه الترب (0–50 سم)، فهي ملائمة جداً للمحاصيل الحقلية ذات الجذور الضحلة. ونتيجة لاندماج التربة وسوء التهوية في الآفاق تحت السطحية، بالإضافة إلى انخفاض معدلات الرشح والصرف الداخلي لهذه

الآفاق، فإن زراعة أشجار الفاكهة بها، وخاصة الموالح، يعرضها لمشاكل عديدة. والمشاكل الرئيسية لاستزراع هذه الترب، هي المشاكل نفسها التي تواجهها المحاصيل الزراعية في تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور الحمراء، وقد سبقت الإشارة إليها، ولكن بدرجات متفاوتة.

12. الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط (Xerochrepts)

من الخواص، السابق ذكرها لهذه الترب في الفصل الخامس، يتضح أنه إذا توفر الماء اللازم للاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة، فإن غالبية هذه الترب وخاصة العميقة منها تكون صالحة لزراعة مختلف المحاصيل الزراعية، إلا أن هناك بعض العوامل والعوائق التي تحدُّ من نمو بعض من هذه المحاصيل وإنتاجها، يمكن تلخيصها في الآتي:

❖ الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط، والمنتشرة في جبال طرابلس:

- نتيجة لقوامها الخفيف وبنائها الضعيف، فهي عادة ما تكون جافة، لأن قدرة حفظها للمياه منخفضة، وتكون عرضة للتعرية الريحية.
- أضف إلى ذلك، فإنها واقعة في منطقة تقل فيها المصادر المائية الجوفية بصفة عامة، ولذلك يقتصر استخدامها في الوقت الحاضر، على الزراعات البعلية، لمحاصيل محددة، تتوافق احتياجاتها المائية مع كمية المياه التي تتساقط على تلك المنطقة. ولذلك فهي تستخدم الآن في زراعة المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة، مثل: الزيتون واللوز والتين والخوخ بصفة رئيسية، ولكن كمية المياه المتوفرة في المنطقة لا تكفي الاحتياجات المائية

لأشجار الموالح، وكثير من محاصيل الخضر.

- أضف إلى ذلك فقرها الشديد من النيتروجين والفوسفور المتيسر وبعض العناصر النادرة وخاصة الحديد والزنك المتيسر، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذه العناصر على المحاصيل التي تزرع فيها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة.
- هذا بالإضافة إلى أن ضحالة قطاعات بعض من هذه التربة (تحت – المجموعة الضحلة) تحدُّ من زراعة كثير من أشجار الفاكهة، ويقتصر استعمالها فقط على محاصيل الحبوب ذات الجذور السطحية مثل الشعير والقمح.

❖ الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط المنتشرة في منطقة الجبل الأخضر:

- نتيجة لقوامها الثقيل، وبنائها الجيد، وقدرة حفظها للمياه العالية، ووجودها في مناطق تستقبل معدلات تساقط مطر عالية نسبياً، فإن هذه المميزات تسمح بزراعة كثير من المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة، وذلك باستثناء الخضروات الجذرية (الجزر واللفت وغيرها) والبطاطس.
- ولكن هناك بعض من هذه الترب في تضاريس منحدرة، تجعلها عرضة للانجراف المائي وغير ملائمة للزراعة، إلا بعد عمل مدرجات أو مصاطب لها.
- أضف إلى ذلك، بأن هذه المحاصيل تحتاج إلى إضافة الأسمدة وخاصة النيتروجينية والفوسفاتية منها.

13. تُرب الحشائش الجيرية الضحلة بسيطة التطور (Haprendolls)

❖ إن ضحالة قطاعات هذه الترب، وارتفاع محتواها من كربونات الكالسيوم، ووجود بعضها على المنحدرات الجبلية، يحدُّ بصفة أساسية من استعمالها الزراعي، وخاصة زراعة أشجار

الفاكهة، كما أنه يحدٌّ من وضعها تحت نظام الري الدائم. ولكن الترب الجيرية الضحلة بسيطة التطور وذات الصخور التحتية الهشة المفككة، وهي توجد على ميول مستوية نسبياً، هي أفضل هذه الترب للاستعمال الزراعي، أما التي تحتوي على صخور جيرية صلبة أو توجد على المنحدرات الجبلية الشديدة الانحدار، فأفضل استعمال لها هو الرعي أو التشجير.

- ❖ وجود الحصى والحجارة على سطح بعض هذه الترب بكميات كبيرة نسبياً، يعرقل عمليات الخدمة الزراعية بها.
- ❖ نتيجة للوضع الطبوغرافي لبعض من هذه الترب، ولارتفاع معدلات تساقط المطر نسبيا في مناطق انتشارها، فإن هذه الترب عرضة بدرجة كبيرة للانجراف المائي، الذي يسبب كشطاً للطبقات السطحية الغنية بالمادة العضوية، ذات الخواص الطبيعية الجيدة ويعري التربة، وكثيراً ما يكشف الصخور الجيرية التحتية على سطح الأرض.
- ❖ فقر التربة من الفوسفور المتيسر والعناصر النادرة، وخاصة الحديد والزنك بصفة رئيسة، قد يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذه العناصر على المحاصيل الزراعية، التي تزرع فيها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة.

14. الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور (Haploxererts)

- ❖ نتيجة لارتفاع محتوى هذه الترب من حبيبات الطين، وسيادة معادن الطين المتمددة (السمكتايت) بها، فإن كثيراً من الخواص الطبيعية السلبية تبرز في هذه الترب، وقد تعيق أو تحد من نمو وإنتاج الكثير من المحاصيل الزراعية، ومنها سوء التهوية، وانخفاض معدلات النفاذية والرشح، والصلابة والانضغاط وشدة الالتصاق وغيرها.
- ❖ بالرغم من أن هذه الترب لها قدرة عالية للاحتفاظ بالماء، فإن لها قوة شد رطوبي عالية

جداً، تؤدي إلى عدم احتوائها على كميات كافية من الماء المتيسر للنباتات.

- ❖ فقرها من النيتروجين والفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة للنبات بصفة رئيسية، يؤدي إلى ظهور أعراض النقص الغذائي لهذه العناصر على المحاصيل التي تزرع بها، إذا لم يتم إمدادها بالأسمدة اللازمة.
- ❖ وجود ظاهرة التشقق في هذه الترب تحد من ملائمتها لزراعة الأشجار بصفة عامة، وذلك لما قد تسببه هذه الظاهرة من تلف لجذوع الأشجار في فترة الجفاف، كما وأن استعمالها للرعي، قد تشكلّ هذه الشقوق، وخاصة المتسعة منها، ضرراً لأقدام الأغنام التي قد تدخل فيها أثناء الرعي في فترات الجفاف.
- ❖ تتعرض هذه الترب للانجراف المائي بعد تشبعها بالماء.
- ❖ بالإضافة إلى المشاكل الزراعية، فإن هذه الترب قد تسبب الكثير من المشاكل الهندسية عند استخدامها للبناء أو الطرق، وذلك نتيجة لاحتوائها على كميات كبيرة من معادن الطين المتمددة، التي قد تسبب هبوطاً وتشقق في الطرق وتصدّع المباني وتكسر الأنابيب المدفونة بها وغيرها.

3.6 العوامل الطبيعية المحددة لإنتاج المحاصيل الزراعية في الأراضي الليبية

مما سبق توضيحه، أن العوامل الطبيعية المحددة للإنتاج الزراعي بصفة عامة، وملائمة الأراضي للاستخدامات الزراعية بصفة خاصة، يمكن حصرها في أربعة عوامل رئيسية، وهي: المياه والتربة والمناخ والتضاريس. وفيما يلي نستعرض باختصار هذه العوامل:

1.3.6 عامل المياه

الماء أحد العوامل الأساسية وأهمها لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها، وبدونه لا حياة لأي نبات، فهو مكون أساسي لأنسجة النبات الحية، كما أنه يقوم بإذابة العناصر الغذائية

في التربة، وتنتقل فيه من مكان إلى آخر في التربة، وكذلك تنتقل فيه من التربة إلى داخل النبات. بالإضافة إلى أنه يمد النباتات بعنصر الهيدروجين وهو أحد العناصر الأساسية اللازمة لنمو النبات، فضلاً على ما يقوم به الماء من دور في جميع العمليات الكيميائية والطبيعية والحيوية التي تحدث في التربة، وتكون لها تأثيرات غير مباشرة على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية، هذا بالإضافة إلى ما يقوم به الماء من تعديل للمناخ المحيط بالنبات.

وتزيد أهمية الماء للزراعة في بلدان المناطق الجافة وليبيا هي إحدى هذه البلدان، حيث تتنافس القطاعات الأخرى مع قطاع الزراعة على كميات المياه المتاحة، التي عادة ما تكون محدودة، وبذلك يصبح فقدان الماء أحد العوامل المعيقة لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها في هذه البلدان. ولكي نتفهم ذلك لا بد لنا من استعراض مختصر للمصادر المائية في ليبيا من حيث كمياتها المتاحة ونوعيتها ومدى صلاحيتها لري المحاصيل الزراعية.

والحقيقة أنه يوجد لدينا الآن كم هائل من المعلومات والبيانات حول مصادر المياه في ليبيا، التي لا يسع المجال لذكر كل هذه المصادر، إلا أننا نشير إلى بعض المصادر الرئيسية التي تناولت المصادر المائية في ليبيا بالتفصيل، وهي من وجهة نظرنا المراجع الأم لهذا الموضوع وهي: (1) (Jones 1969) [160] الذي وضع أول تقرير عن الوضع المائي في ليبيا قبل 1969م، و(2) تقرير لجنة الموارد الطبيعية (1977) [89] الذي تم فيه تقييم الوضع المائي في ليبيا من واقع الدراسات الكثيرة التي عملت بعد عام 1969م، و(3) البحث المقدم من بالاس (Pallas 1980) [171] بعنوان المصادر المائية في ليبيا، الذي تناول فيه الوضع الراهن والمستقبلي للمياه في ليبيا، و(4) السلاوي (1995) [32]، و(5) عمر سالم (2006م) [74]،

و(6) الباروني (2015م) [4]، وأخيرا (7) الدروبي (2006م) [28] الذي ناقش فيه الخزانات الجوفية المشتركة في الوطن العربي (ليبيا إحدى هذه الدول).

وفي الوقت الذي ننصح فيه القارئ المقتدر للرجوع إلى هذه المصادر، نجد أنه لا بد من إعطاء نبذة مختصرة عن الوضع الراهن للمياه في ليبيا من حيث الكمية والنوعية (بالاستعانة بتلك المصادر)، وذلك أولاً: أن معظم هذه المصادر، قد نشرت بلغات أجنبية، وثانياً: لوضع مواضيع هذا الفصل في صورة متكاملة.

1. كمية المياه الجوفية المتوفرة

إذا ما استثنينا المياه غير التقليدية (مياه التحلية والمياه المعالجة)، تنقسم الموارد المائية المتاحة في ليبيا بصفة أساسية إلى مياه سطحية ومياه جوفية.

أ. **المياه السطحية في ليبيا:** محدودة جداً ولا تسهم إلا بقدر ضئيل في إجمالي الاستهلاك المائي، حيث يقدر إجمالي كمية الأمطار التي تهطل على ليبيا، ما بين 30 إلى 63 مليار متر مكعب سنوياً، بمعدل 61 مليار متر مكعب سنوياً (0.88%). وتقدر كمية الجريان السطحي من الأودية الموسمية في مناطق جبال طرابلس والجبل الأخضر وأودية المنطقة الوسطي بحوالي 200 مليون متر مكعب في السنة، وذلك في مجاري الأودية الموسمية التي تقع فوق خط أمطار 100 ملم/سنة. ويتم حجز 60 مليون متر مكعب منها سنوياً خلف السدود المقامة حتى الآن، والبالغ عددها 16 سداً، وسوف ترتفع هذه الكمية إلى حوالي 120 مليون متر مكعب سنوياً، بإنشاء حوالي 20 سداً إضافياً، كما يتم تجميع كميات من مياه الأمطار بواسطة صهاريج وخزانات أرضية مقامة في المناطق ذات الهطول المطري العالي نسبياً، ويوجد أيضاً في ليبيا عدد من العيون الطبيعية يتجاوز 450 عيناً، وهي ذات

إنتاجية منخفضة عموماً، إذ يتراوح تصريفها من 1 إلى أكثر من 10 لتر/ثانية، ويتم حالياً استغلال عدد منها في أغراض الزراعة والشرب، والتخطيط والتنفيذ توقف في المدة الماضية لاستغلال الباقي.

ب. **المياه الجوفية في ليبيا:** تمثل أكثر من 97 % من إجمالي المياه المستهلكة في الأغراض المختلفة، وتوجد في أحواض مائية رئيسية، تغطي معظم مساحة ليبيا (تشمل سهل الجفارة، والجبل الأخضر، والحمادة الحمراء، والسرير، والكفرة، ومرزق)، (راجع المراجع التي ذكرت سابقاً بالخصوص).

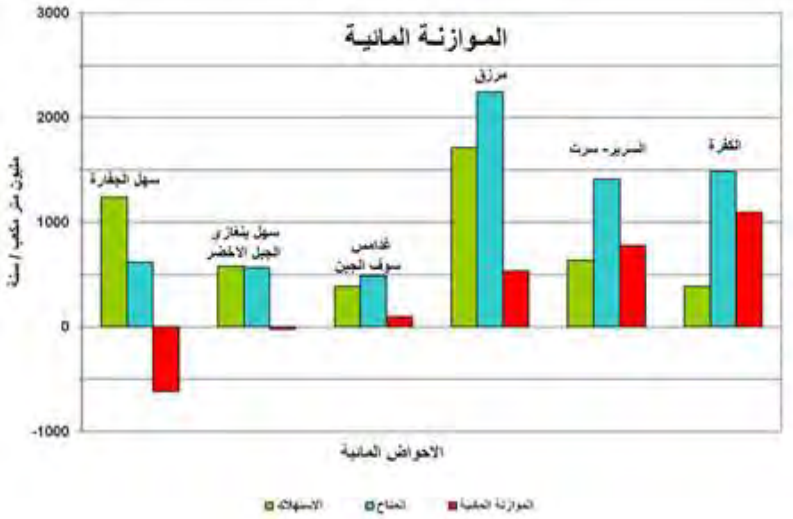
وتنقسم المياه الجوفية إلى قسمين رئيسيين هما:

- **مياه جوفية متجددة:** تستقبل تغذية من مياه الأمطار والجريان السطحي، قدرت بحوالي 650 مليون متر مكعب سنوياً بالأحواض المائية الواقعة بالمناطق الشمالية من البلاد في سهل الجفارة والجبل الأخضر. وهذه الكميات جميعها قابلة للاستثمار بواسطة الآبار، بل يتم تجاوز هذه الكميات بالسحب من الخزانات، ما يؤدي إلى ظهور مشاكل الانخفاض الشديد في منسوبها وارتفاع الملوحة بها نتيجة تداخلها بمياه البحر.
- **الموارد المائية الجوفية غير المتجددة:** فهي موجودة في الأحواض المائية الجوفية الكبرى التي تغطي معظم النصف الجنوبي من ليبيا، وبالتحديد في حوض مرزق بالجنوب الغربي، وحوض الكفرة والسرير بالجنوب الشرقي، بالإضافة إلى حوض الحمادة الحمراء في شمال غرب ليبيا. وتوجد المياه الجوفية بهذه الأحواض ضمن خزانات جوفية ذات امتداد أفقي وعمودي كبير. وهي جميعاً خزنات جوفية مشتركة مع الدول المجاورة [4]. وتعود هذه المياه إلى حقب الحياة القديمة والوسطى. وتشير الدراسات التي أجريت على هذه الأحواض خلال العقود الماضية إلى أن المياه بها غير متجددة [74]. وقد تجمعت خلال

العصور المطيرة منذ آلاف السنين. وهي ذات احتياطي ضخم من المياه الجوفية. وقد قدرت كمية المياه الممكن استغلالها من هذه الأحواض بحوالي 3,200 مليون متر مكعب في السنة. ويقدر إجمالي الاستهلاك الحالي بحوالي 4,980 مليون متر مكعب في السنة، ويشير ذلك إلى إن 87% من المياه الجوفية المستعملة حالياً تأتي من المصادر المائية غير المتجددة.

والجدير بالذكر، أن الموارد المائية العذبة في ليبيا في تناقص مستمر، وأن إجمالي الطلب على المياه يتجاوز بكثير ما هو متاح. وتعد ليبيا من أكثر المناطق شحاً للموارد المائية في العالم، حيث تقع بين مستوى الندرة المطلقة للمياه (500 م^3 للفرد) إلى عتبة الفقر المائي (1000 م^3 للفرد)، حيث وصلت إلى 380 م^3/ السنة للعام 2005م، ومن المتوقع أن تصل إلى 190 م^{3}عام 2025م، كما أن حصة الفرد من المياه المتجددة لسنة 2020 م حوالي 120 م^3/فرد [74].

وفي كل الأحوال، فإن الميزان المائي العام يوحي بخطورة الوضع المائي في ليبيا، وخاصة في حوضيي الجفارة والجبل الأخضر، ويستوجب اعتماد خطط تأخذ في حسبانها المحافظة على الموارد المائية وفق متطلبات الميزان المائي، وإيجاد البدائل اللازمة لسد العجز في الإمداد المائي ليتناسب مع النمو السكاني، خاصة في المناطق الشمالية من البلاد، (شكل 1.6) [74].



شكل (1.6): الموازنة المائية للأحواض المائية في ليبيا

المصدر: **[74]**

ويتعرض الوضع المائي في ليبيا حالياً إلى عدة ظواهر أهمها:

- زيادة الطلب على المياه الجوفية في المناطق الساحلية، مسببا هبوطاً حاداً لمناسيب المياه، نتج عنه تداخل مياه البحر بالخزانات الجوفية السطحية على طول امتداد الساحل؛ وخاصة بمنطقة سهل الجفارة وسهل بنغازي، وجفافها في بعض المناطق الداخلية.
- الزيادة المتنامية في المساحات المروية بالمناطق الجنوبية وما صاحبها من زيادة في استهلاك للمياه، نتج عنها هبوط في مناسيب المياه وانخفاض الضغط الارتوازي بالعديد من المناطق، مثل وادي الشاطئ والجفرة وغدامس وسوف الجين.
- ومن المتوقع أن يزداد العجز في الميزان المائي مستقبلاً، حيث يتوقع أن يزداد عدد

السكان في ليبيا ليصل إلى ما بين 8 إلى 10 مليون نسمة في سنة 2025م، ما يترتب عليه زيادة تدريجية في الطلب على المياه للأغراض المختلفة لتصل إلى حوالي من 7 إلى 10 مليارات متر مكعب للسنة ذاتها.

ومن هنا تبرز أهمية العلاقة بين الموارد المائية المتاحة والمناخ، فهي تؤثر بصفة مباشرة على كمية المياه السطحية لكل سنة، وعلى كميات المياه المغذية للأحواض المتجددة في المناطق الساحلية من البلاد. ولكن يجب ألا ننسى الدور السلبي المهم للعامل البشري في إدارة الموارد المائية غير المستدامة حالياً. ونظراً للظروف المناخية السائدة، من تدني معدلات سقوط الأمطار، وتذبذبها من سنة إلى أخرى، وارتفاع في درجات الحرارة؛ ومن ثم ارتفاع في درجات التبخر– النتح، فإن الناتج الزراعي الوطني في ليبيا يعتمد اعتماداً شبه كلي على الري الدائم؛ ويتفاوت استهلاك الهكتار المروي من المياه من منطقة إلى أخرى، ويبلغ أقصاه (أكثر من 30 ألف متر مكعب/سنة) في المناطق الجنوبية من البلاد. وباحتساب متوسط الاستهلاك السنوي من 9 إلى 10 آلاف متر مكعب للهكتار الواحد، يتضح أن إجمالي استهلاك المياه الحالي في أغراض الزراعة المروية يقدر بحوالي 3,800 مليون متر مكعب في السنة، لسنة 2005م، أي ما يعادل 78 % من إجمالي الاستهلاك العام للمياه [74].

ومن هنا، تبرز أهمية حفظ المياه، واتباع جميع التدابير المشددة لخفض الاستهلاك المائي الزائد عن الحاجة، واستخدام المياه المنقولة (مياه النهر الصناعي) استخداماً مستداماً، إلى أماكن أخرى يسهل استغلالها، وذلك بعد الدراسة الوافية للمناطق التي سوف تستغل فيها لتعطي مردوداً اقتصادياً مناسباً، كما يتطلب الوضع المائي الحالي، التوسع في برامج تحلية

مياه البحر وخاصة للاستهلاك الحضري في كل التجمعات السكنية الساحلية، وإعادة تدوير مياه الصرف الصحي عن طريق معالجته لاستخدامه في ري بعض المحاصيل المحددة [3].

وخلاصة القول إن السؤال الأهم هو ليس في توفر الماء من عدمه في أية منطقة من ليبيا، ولكن كيف وأين يستغل وتحت أية ظروف اقتصادية يجب أن يوفر ويستعمل؟

2. نوعية المياه الجوفية في ليبيا

إن ماء الري يجب ألا يكون متوفراً بالكمية الكافية لاحتياجات النبات أثناء دورة حياته فحسب، بل يجب أن يكون ذا نوعية ملائمة للمحاصيل التي ستزرع، بحيث لا تسبب لها أضراراً مباشرة أو غير مباشرة تعيق نموها أو تخفض من إنتاجها المحصولي. ومن هنا، تظهر أهمية نوعية مياه الري التي هي عامل محدد للنمو والإنتاج المحصولي للمحاصيل الزراعية، وقد وضعت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة [114]، دليلاً لتقييم صلاحية مياه الري للزراعة، وهو مبين في جدول (1.6).

وتتحدد نوعية مياه الري ومدى ملاءمتها للزراعة بعدد من الخواص الرئيسية المهمة للمياه، وهي: محتوى المياه من الأملاح الكلية الذائبة، والتركيز النسبي للصوديوم بالنسبة للكالسيوم والماغنسيوم. حيث تعرف هذه النسبة عادة بنسبة الصوديوم المدمص المعدلة (Ajd. SAR) ، وتركيز البيكربونات، وتركيز البورون، وتركيز بعض العناصر والمركبات الكيميائية الأخرى. ولمزيد من التفاصيل بشأن هذه الخواص وأثرها على نمو مختلف المحاصيل الزراعية وإنتاجها، يمكن الرجوع إلى المصدر الأصلي [114].

جدول (1.6): دليل تقييم صلاحية مياه الري للزراعة*

نوعية مشكلة مياه الري		درجات احتمال حدوث المشكلة إذا استعملت مياه الري بالنوعية المذكورة		
		بدون مشكلة	تزايد احتمال المشكلة	حدوث المشكلة بشدة
1.الملوحة (**) (تؤثر على صلاحية المياه للامتصاص)		0.75 >	3-0.75	3 <
2. نفاذية التربة (توثر على نفاذ الماء في التربة)				
أ. درجة التوصيل الكهربي (ملي سيمنس/ سم عند 25 م°)		0.5 >	0.5-0.2	0.2 >
ب. نسبة الصوديوم المدمص المعدلة	في حالة سيادة مجموعة معادن السمكتايت	6 >	9-6	9 <
	في حالة سيادة مجموعة معادن الايلايت والفرميكيولايت	8 >	16-8	10 <
	في حالة سيادة مجموعة معادن الكاؤلينايت وأكاسيد الحديد والألومنيوم	16 >	24-16	24 <
3.التأثير السام للأيون (يؤثر على المحاصيل الحساسة)	الصوديوم (نسبة الصوديوم المدمص المعدلة)	3 >	9-3	9 <
	الكلوريد (ملي مكافئ/لتر)	4 >	10-4	10<
	البورون (ملجم/ لتر)	0.75 >	2-0.75	2<
التأثيرات المتنوعة (يؤثر على المحاصيل المقامة، استخدام الري بالرش الفوقي)	النترات والأمونيوم (ملي مكافئ/لتر)	5 >	30-5	30<
	البيكربونات (ملي مكافئ/لتر)	15 >	8.5-1.5	8.5<
	درجة التفاعل	المدى العادي 6.5 – 8.4		

* **المصدر: [114]**

** **درجة التوصيل الكهربي (ملي سيمنس/سم عند 25 م°)**

ويمكن أن نهتم في هذا الجزء من الكتاب فقط بعامل زيادة نسبة الأملاح الكلية الذائبة في مياه الري، وهي بصفة عامة أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها، وذلك لأنها تؤدي إلى حدوث أضرار جسيمة للمحاصيل الزراعية، وذلك عن طريق التأثير المباشر على النمو الخضري للمحصول في حالة الري بالرش أو بزيادة محتوى

التربة من الملوحة وما تسببه من أضرار للمحاصيل بطريقة غير مباشرة (تقلل من صلاحية ماء التربة للامتصاص وتدهور الخواص الطبيعية والكيميائية والغذائية للتربة وغيرها). هذا وتختلف المحاصيل الزراعية عن بعضها البعض في قدرتها على تحمل درجات الملوحة في مياه الري، حيث يشمل هذا الاختلاف جميع مراحل نمو النبات. والجدول (2.6) في ملحق 5 يبين النقص المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل المنتشرة في ليبيا نتيجة لتأثرها بدرجة ملوحة مياه الري.

هذا بالإضافة إلى أن ارتفاع نسبة الملوحة في مياه الري يزيد من استهلاك كميات المياه، حيث عادة ما تضاف كمية من الماء عند حساب الاحتياجات المائية عن التي يحتاج إليها النبات أثناء عمليات النتح والبخر، تعرف بالاحتياجات الغسيلية (Leaching Requirements)، وذلك لغسل الأملاح في التربة إلى أسفل بعيدا عن منطقة انتشار الجذور. ذلك أن زيادة الملوحة في مياه الري تؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة، إلى الحد الذي يتضرر منه النبات بصورة سريعة، أو في زمن أقل، إذا ما قورن بعلميات الري التي تتم بمياه ذات نوعية جيدة أو قليلة الملوحة نسبياً. والجدول (3.6) يبين نسبة الاحتياجات الغسيلية من مياه الري المختلفة الملوحة، والجدول (4.6) يبين العلاقة بين درجة ملوحة مياه الري ومدى صلاحيتها للري.

جدول (3.6): نسبة الاحتياجات الغسيلية من مياه الري المختلفة الملوحة*

درجة التوصيل الكهربي في مياه الري (1)	الاحتياجات الغسيلية للحد الأقصى المسموح به من الملوحة في منطقة الجذور (%)			
	4(1)	8(1)	12(1)	16(1)
0.10	2.5	1.2	0.8	0.6
0.25	6.2	3.1	2.1	1.6
0.75	18.8	9.4	6.2	4.7

14.1	18.8	28.0	56.2	2.25
31.2	41.7	62.5	--	5.00

* المصدر: **[22]**، (1) ملي سيمنز/ سم عند **25**م°.

جدول (4.6): العلاقة بين درجة ملوحة مياه الري ومدى صلاحيتها للري*

درجة الملوحة في مياه الري		مدى صلاحية المياه للري
جزء في المليون	درجة التوصيل الكهربي (1)	
500 >	0.75 >	يمكن استعمالها لري جميع أنواع الترب.
1100-500	1.75-0.75	تصلح للترب جيدة الصرف مع ملاحظة الإكثار من كمية المياه المستعملة حتى يتسنى غسل وإزالة الأملاح المتبقية في التربة من الريّات السابقة.
2000-1100	3-1.75	يمكن استعمالها في الترب جيدة النفاذية والصرف الداخلي مع ملاحظة الإكثار من كمية المياه المستعملة واختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة المتوسطة.
5000-2000	5-3	هذه المياه شديدة الملوحة ولا تصلح إلا لري المحاصيل الشديدة المقاومة للملوحة في الترب جيدة النفاذية والصرف.
5000 <	5 <	غير صالحة للري.

* المصدر: **[22]**، (1) ملي سيمنز/ سم عند 25م°

مما سبق يتضح أنه عند استعمال المياه الجوفية للري في ليبيا، لا بد من مراعاة نوعية المياه لكونها العامل المحدد لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها. وفي محاولة لتقييم نوعية مصادر مياه الري في ليبيا، تمكن عبد الجواد وآخرون، (1981م) [108] من تجميع التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية في النطاقات المائية الخمسة الرئيسية في البلاد، حسب تقسيم بالاس [170]، واستعملوا الدليل السابق المشار إليه في تقييم نوعية هذه المياه وصلاحيتها للري. والجدول (5.6) في ملحق 5 يبين النتائج التي تحصلوا عليها، وهي تعطي فكرة عامة عن

نوعية المياه الجوفية في مختلف المواقع من ليبيا، واستخلصوا من هذه الدراسة، أن معظم المياه الجوفية في المناطق المختلفة من ليبيا، قد تسبب مشكلة أو أخرى، إذا ما طبق دليل تقييم صلاحية مياه الري للزراعة المشار إليه، ولكن تحت ظروف معينة للبيئة المحلية، فإن هذا الاستنتاج ليس دائماً صحيحاً. فعلى سبيل المثال، إن التركيز الحرج للأملاح الذائبة الكلية، الذي قد يسبب مشكلة الملوحة كما ذكر هذا الدليل، هو أن تكون درجة التوصيل الكهربي تساوي 3 ملي سيمنز/سم –25م°. في حين أنه توجد بعض الحالات في ليبيا، وقد تم فيها استعمال مياه الري ذات درجة توصيل كهربي حوالى 7 ملي سيمنز/سم – 25م°، لترب رملية عميقة، ولم يحدث تأثير ضار على نوعيات معينة من المحاصيل. وأظهر الدارسون العديد من الأمثلة التي تبين أهمية الظروف المحلية، وهي العامل الأساسي لتطوير دليل مناسب لتقييم نوعية مياه الري لكل منطقة محددة. هذا وقد تم وضع تصنيف من قبلهم لنوعية مياه الري للمناطق المختلفة في ليبيا، يُعدُّ منطلقاً وقاعدة لتطوير دليل مناسب لتقييم نوعية مياه الري في كل منطقة محددة.

مما سبق يتضح لنا أن نوعية المياه الجوفية المستخدمة للري في ليبيا مختلفة اختلافاً كبيراً من منطقة إلى أخرى، وذلك حسب تكويناتها الجيولوجية ومواقعها وطرق وكيفية استغلالها. وأن الاختلاف في نوعية المياه هذه ليس بين منطقة ومنطقة أخرى فحسب، ولكنه داخل المنطقة الواحدة، كما تختلف نوعية المياه في البئر الواحد مع مرور الزمن، وخاصة في المناطق الساحلية التي تتعرض لتداخل مياه البحر. وعلى ذلك، فإن لنوعية مياه الري أهمية كبيرة في اختيار المحاصيل المناسبة مع مراعاة خواص التربة والظروف البيئية الأخرى.

2.3.6 عامل التربة

التربة هي ثاني الدعائم الأساسية للإنتاج الزراعي بعد الماء، حيث تحصل منها جذور النباتات بصفة عامة على الماء والعناصر الغذائية اللازمة والأكسجين، كما تُعدُّ وسطاً ملائماً لتثبيت جذور النباتات. هذا وكما أوضحنا سابقاً، تختلف الترب بصفة عامة في مدى قدرتها على توفير الظروف الملائمة لنمو المحاصيل الزراعية، فقد يوجد بالتربة مشكلة أو أكثر تعمل على عرقلة النمو أو انخفاض إنتاجية هذه المحاصيل. ولذلك فإن عامل التربة هو من العوامل المهمة للأراضي الزراعية، الذي يجب دراسته دراسة وافية قبل اختيار المحاصيل الزراعية التي ستزرع بهذه الأرض.

ولقد سبقت مناقشة الترب الليبية من حيث خواصها الأساسية (الفصل الخامس)، ومشاكل استزراع كل منها (الفصل السادس، الجزء 2.6)، واتضح لنا أن الكثير من خواص هذه الترب قد يعيق نمو كثير من المحاصيل الزراعية أو يقلل من إنتاجية بعضها الآخر، بالرغم من أنها قد تظهر نامية نمواً طبيعيا، ولذلك؛ فسوف نتطرق الآن إلى خواص التربة السلبية التي تعيق النمو أو تخفض إنتاج المحاصيل الزراعية في الأراضي الليبية.

1. الملوحة

وجود الملوحة في التربة. أو في مياه الري، يعيق نمو الكثير من المحاصيل الزراعية ويقلل إنتاجية بعضها الآخر، حيث إن تأثير الملوحة على المحاصيل الزراعية يشمل ما يلي:

- ❖ يقلل من وفرة المياه للنبات، وذلك أن زيادة درجة الملوحة في التربة تزيد من الضغط الأسموزي لماء التربة، وبذلك تقلل من قدرة النبات على امتصاص الماء اللازم لنموه.

- ❖ تسبب الأملاح أضراراً مباشرة نتيجة وجودها بكميات كبيرة تكون سامة للنبات، فتسبب في توقف أو اختلال العمليات الحيوية كالتنفس، وتكوين المركبات الحيوية الأساسية المختلفة وغيرها.
- ❖ وجود الأملاح بالترب يغير الكثير من خواصها الطبيعية والكيميائية والغذائية وهو ما يؤثر تأثيراً مباشراً أو غير مباشر على نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها.

هذا وتختلف المحاصيل الزراعية فيما بينها اختلافاً كبيراً في درجة حساسيتها لتركيز الأملاح. والجدول (6.6) يبين العلاقة بين درجة الملوحة (التركيز) في التربة وتأثيرها على نمو المحاصيل بصفة عامة، والجدول (7.6) يبين درجة حساسية بعض من المحاصيل الزراعية المنتشرة في ليبيا للتركيزات المختلفة من الملوحة في التربة، وبالإضافة إلى تركيز الأملاح في التربة، فإن لنوعية الأملاح السائدة وعمق أعلى تركيز لهذه الأملاح في قطاع التربة، دوراً كبيراً في مدى الضرر الذي تسببه هذه الأملاح للمحاصيل الزراعية أثناء دورة حياتها.

جدول (6.6): يبين العلاقة بين درجة الملوحة (التركيز) في التربة وتأثيرها على نمو المحاصيل*

درجة الملوحة	درجة التوصيل الكهربي [1]	تأثير الملوحة على نمو المحاصيل
غير ملحية	2 >	تأثير الملوحة معدوم
ملحية بدرجة بسيطة	4-2	تأثير إنتاج المحاصيل الحساسة محتمل.
ملحية بدرجة متوسطة	8-4	يتأثر إنتاج كثير من المحاصيل
ملحية بدرجة شديدة	18-8	يقتصر الإنتاج على المحاصيل المقاومة فقط
ملحية بدرجة شديدة جدا	18>	يقتصر الإنتاج على المحاصيل عالية المقاومة

* **المصدر: [104]**

[1] **ملي سيمنز/ سم عند** 25م°

جدول (7.6): يبين درجة حساسية بعض من المحاصيل الزراعية المنتشرة في ليبيا للتركيزات المختلفة من الملوحة في التربة*

درجة الحساسية	المحاصيل

مقاومة جدا	النخيل
مقاومة	الشعير والزيتون والسبانخ وبنجر السكر
مقاومة بدرجة بسيطة	القمح والذرة والشوفان والفاصوليا والفول والبرسيم وحشيشة السودان والذرة السكرية والطماطم والكرنب والشبت والبصل والسلاطة والفلفل والجزر والدلاع وفول الصويا والقرعة والتين والمشماش والعوينة والعنب.
حساسة	البطاطس والبازيلاء والموالح والتفاح والكمثرى والبطاطا الحلوة

* **المصدر: مجمعة من مصادر مختلفة أهمها [122،123].**

وكما أشرنا سابقاً؛ وبصفة عامة، فإنه كلما كان عمق أعلى تركيز للأملاح قريباً من السطح كان أكثر ضرراً لنمو المحاصيل، أما من حيث نوعية الأملاح فأكثرها ضرراً هي الأملاح الصودية وتليها الأملاح الكلوريدية، وأقلها ضرراً الأملاح الكبريتاتية. ولكن يجب أن يكون واضحاً أن مدى الضرر الذي تسببه الأملاح في التربة على نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها يتوقف بالإضافة إلى العوامل السابقة، على كمية الرطوبة في التربة وعلى قوامها وخواصها الطبيعية الأخرى، وعلى الظروف المناخية ونوعية المحصول (والصنف داخل كل نوع)، ومراحل نموه المختلفة، وكذلك على مستوى الإدارة الفنية في العمليات الزراعية المتبعة، وغيرها من العوامل.

ولذلك، فإنه عند اختيار المحاصيل الزراعية الملائمة لمختلف الأراضي الليبية يجب أن يؤخذ في الحسبان كل هذه العوامل التي تتعلق بالملوحة مجتمعة، فلا يستند فقط إلى البيانات والمعلومات المعروفة خارج ليبيا وذلك لوجود تفاوت محلي شديد، ليس بين ليبيا المنطقة والدول الأخرى فحسب، بل بين المناطق المختلفة داخل ليبيا كذلك. والجدول (8.6) في ملحق 5، يبين درجات الملوحة وعلاقتها بكميات الأملاح ونسبة الكلوريد، ودرجة التوصيل

الكهربي لمستخلص التربة، وحالة نمو النباتات والمحاصيل وأنواعها وأسمائها، حسب نموها في مستويات درجات الملوحة المختلفة [176].

وفي محاولة لتصنيف الترب بالنسبة للملوحة Soil Salinity Classification في المناطق التي تتساقط عليها أمطار بمعدلات أكثر من 200 ملم في السنة، ملاحظاً العوامل السابقة الذكر. وقد وجدت مؤسسة سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176] أن مساحة الأراضي التي تغطيها تُرب ملحية أو متأثرة بالملوحة تصل في المنطقة الشمالية الغربية من البلاد إلى حوالى 200 ألف هكتار، وهي تعادل حوالى 12% من المساحة الكلية لهذه المنطقة (حوالي 1.5 مليون هكتار)، ووصلت في المنطقة الشمالية الشرقية من البلاد إلى حوالى 334 ألف هكتار حيث تعادل 23% تقريباً من المساحة الكلية لتلك المنطقة (حوالى 1.4 مليون هكتار)، وأن نوعية الأملاح السائدة في هذه الترب من النوع الكلوريدي بصفة أساسية.

هذا وتتفاوت درجة الملوحة في الترب الملحية والمتأثرة بالأملاح، وكذلك في أعماق أعلى تركيز لهذه الأملاح داخل قطاع التربة [58،168،191]. وأن الترب التي تحتوي على تركيزات عالية من الأملاح هي الترب الجافة الملحية والترب الجافة الجبسية والترب الجافة الصودية وترب الغابات ذات النظام المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء الصودية، أما الترب المتأثرة بالملوحة بدرجات متفاوتة بين البسيطة إلى المتوسطة، فهي كل الترب الجافة الأخرى، والترب حديثة التكوين الرسوبية والترب حديثة التكوين الشائعة، وبعض من الترب الجبلية القرفية قليلة التطور، وترب الحشائش الجيرية الضحلة [58].

مما سبق تتضح أهمية هذا العامل ألا وهو أن الملوحة في هذه المناطق المشار إليها، ويفترض أنها أقل تعرضاً للتمليح مقارنةً بالمناطق الأخرى من البلاد، التي تتساقط عليها معدلات مطرية أقل. فماذا لو عرفنا أن تُرب المناطق الأخرى تتكون فقط من الترب الجافة والترب حديثة التكوين بمختلف أنواعها.

2. الصوديوم المتبادل

تتميز الترب الجافة الصودية وترب الغابات ذات النظام المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء الصودية بارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل على معقد الادمصاص، حيث تصل هذه النسبة إلى أكثر من 15%. إن ارتفاع هذه النسبة في تلك الترب يعيق نمو الكثير من المحاصيل الزراعية ويُخفض من إنتاجها، ويعزى النقص في نمو المحاصيل الزراعية إلى زيادة نسبة الصوديوم المتبادل في التربة، وذلك لأسباب هي:

- ❖ يؤثر ارتفاع تركيز الصوديوم في هذه الترب تأثيراً مباشراً ناتجاً عن التسمم للمحاصيل التي تزرع في هذه الترب (Specific Ion Effects).
- ❖ يصاحب ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل في التربة عادة ارتفاع في درجة تفاعل التربة ويزيد من قلويتها.
- ❖ يعمل الصوديوم على تفريق حبيبات الطين في الترب، ويمنع تكوين تجمعات التربة الصغيرة، فيؤدي إلى اختلال في خواص التربة الطبيعية حيث تنخفض معدلات النفادية والرشح للماء، وتعوق حركة الجذور وتسوء التهوية في التربة.
- ❖ نتيجة لزيادة الصوديوم في هذه الترب، فإنه يؤدي إلى حالة عدم اتزان كيميائي في التربة، يعمل على نقص فرص امتصاص كل من البوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم بواسطة

النبات. هذا وتتفاوت النباتات بصفة عامة فيما بينها في درجة حساسيتها للصوديوم، والجدول (8.6)، يوضح ذلك.

وإذا ألقينا نظرة بصفة عامة على محتوى الصوديوم المتبادل في الترب الليبية والمبين في جدول (9.6)، لوجدنا أن ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل في الترب الجافة الصودية وترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية تعيق نمو غالبية المحاصيل الزراعية. وأن تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء، والترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور، والترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيطة التطور، لها قابلية بأن تصبح بها هذه النسبة بدرجة تحد من نمو وإنتاج العديد من المحاصيل الزراعية، وخاصة إذا تم ريها بواسطة مياه تحتوي على تركيزات عالية من الصوديوم.

أما الترب الأخرى، فإن نسبة الصوديوم المتبادل فيها غالباً ليست عاملاً يعيق نمو المحاصيل وانتاجها بها. ومما يجدر ذكره أنه قد سجلت قيم عالية لنسب الصوديوم المتبادل في العديد من الترب الصحراوية (ترب حديثة التكوين والترب الجافة)، حيث وجد على سبيل المثال أن هذه النسب تتراوح في تُرب حديثة التكوين الرملية في منطقة السرير بين 3 إلى 28% [95]، ولكن يجب أن يكون واضحاً في الذهن أن السعة التبادلية للكاتيونات في هذه الترب منخفضة جداً، حيث تتراوح بين 1–10 ملي مكافئ/100 جم تربة، وبمتوسط أقل من 5 ملي مكافئ/ 100 جم تربة. وهذا يعني بأن كمية الصوديوم المتبادل في هذه الترب غير كبيرة، وأن ارتفاع هذه النسب راجع إلى انخفاض قيم السعة التبادلية للكاتيونات، وبذلك،

فإنه ليس للصوديوم المتبادل تأثير على غالبية المحاصيل الزراعية في مثل هذه الترب، حتى ولو كانت هذه النسب مرتفعة، ولذلك فإن هذه الظاهرة يجب أن تعامل بحذر، كما أنها تحتاج إلى دراسة أكثر استفاضة في المستقبل.

جدول (8.6): درجة حساسية بعض المحاصيل الحقلية لنسبة الصوديوم المتبادل*

درجة الحساسية	نسبة الصوديوم المتبادل% (المدى التأثيري)	المحصول	استجابة نمو المحصول تحت الظروف الحقلية
ذات حساسية عالية	10-2	محاصيل الفاكهة متساقطة الأوراق واللوزيات والموالح	تصيبها التسمم وتظهر أعراض التسمم حتى عند النسب المنخفضة من الصوديوم المتبادل.
حساسة	20-10	الفول	نمو قزمي أو غير طبيعي عندما تكون النسبة منخفضة بالرغم من توفر ظروف طبيعية جيدة للتربة نسبيا.
مقاومة بدرجة متوسطة	40-20	البرسيم والشوفان والأرز	نمو قزمي نتيجة عوامل نقص العناصر الغذائية وظروف التربة القاسية.
مقاومة	60-40	القمح والشعير والقطن	نمو قزمي في العادة نتيجة لظروف التربة الطبيعية السيئة.
عالية المقاومة	60<	بعض أنواع من محاصيل العلف (حشيشة القمح)	نمو قزمي في العادة نتيجة لظروف التربة الطبيعية السيئة.

* المصدر: **[104]**

جدول (9.6): محتوى نسبة الصوديوم المتبادل في الترب الليبية*

ر. م	الترب الليبية	نسبة الصوديوم المتبادل %
1	الترب حديثة التكوين الرملية	2>
2	الترب حديثة التكوين الرسوبية	5-2
3	الترب حديثة التكوين الشائعة	5-2
4	الترب الجافة ذات الأفق الطيني بسيطة التطور	15-5
5	الترب الجافة ذات أفق التغيير بسيطة التطور	2>
6	الترب الجافة الصودية	15<
7	الترب الجافة الجيرية البسيطة التطور	2>
8	الترب الجافة الملحية البسيطة التطور	5-2
9	الترب الجافة الجبسية	5-2
10	خواص تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء	2>
11	خواص تُرب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية	15<
12	ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور (الصفراء)	2>
13	الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط	5-2
14	ترب الحشائش الجيرية الضحلة	2>
15	الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور	5-2

* **المصدر: جمعت البيانات من قبل المؤلفيْن من دراسات حصر وتصنيف التربة في ليبيا**

3. كربونات الكالسيوم

تتميز الترب الليبية –كما عرفنا سابقاً– بصفة عامة، بارتفاع محتواها من كربونات الكالسيوم، حيث لا توجد في أي مجموعة من الترب الليبية التي سبق الحديث عنها، تربة واحدة تخلو تماما من كربونات الكالسيوم إلا نادراً. هذا وتتفاوت الترب الليبية في مقدار ما تحتويه من كربونات الكالسيوم حيث تصل أعلى نسب لها في الترب الجافة الجيرية بسيطة

التطور، والترب الجافة الجيرية المتحجرة، وترب الحشائش الجيرية الضحلة، حيث تزيد نسب كربونات الكالسيوم في هذه الترب في كثير من الأحيان عن 40%، ولكن قد تخلو الطبقات السطحية لبعض الترب الليبية من كربونات الكالسيوم بسبب الغسيل.

وتوجد كربونات الكالسيوم في الترب الليبية في عدة صور كما أوضحنا سابقاً، حيث يتواجد في صورة حبيبات في أحجام حبيبات التربة المختلفة (طين، سلت، رمل) منتشرة في قطاع التربة أو على هيئة ندب أو تكوينات خاصة (Concretions) في أحجام مختلفة في الطبقات تحت السطحية. وقد تتجمع كربونات الكالسيوم في طبقة واحدة وتكون الأفق الجيري. وقد يتصلب هذا الأفق ويكون الأفق الجيري المتحجر (طبقة صماء جيرية). وهذه الطبقات تختلف في أعماق أماكنها حسب ظروف تكوينها. وعلى ذلك، فإن وجود كربونات الكالسيوم قد يغير من خواص الترب الطبيعية والكيميائية والغذائية بمستويات مختلفة حسب كمية توفره والصورة التي هو عليها في قطاع التربة. وعموماً، فإنه كلما زادت نسبة كربونات الكالسيوم في الترب، كلما ساءت خواصها المختلفة، ومن ثم انخفضت إنتاجيتها وقلت فرص نجاح زراعة المحاصيل بها [62].

وعموماً يمكن تقسيم المحاصيل الزراعية إلى ثلاث مجموعات رئيسة حسب حساسيتها لكمية كربونات الكالسيوم في التربة كما يلي [188]:

- ❖ محاصيل حساسة لكربونات الكالسيوم مثل الموالح بصفة عامة والبطاطس والموز.
- ❖ محاصيل مقاومة إلى حد معين لكربونات الكالسيوم مثل الشعير والجلبان والقطن والذرة والحمص والأرز والعنب والبصل وقصب السكر وبنجر السكر والبطيخ (الدلاع)

والسلاطة والطماطم والبازيلاء والتبغ والخرشوف.

❖ محاصيل مقاومة بل محبة لكربونات الكالسيوم مثل القمح والبرسيم والتين والزيتون والنخيل.

هذا وتظهر على النباتات الحساسة النامية في الترب التي تحتوي على كميات مرتفعة من كربونات الكالسيوم، أعراض الظاهرة المعروفة "الكالسيوز" (Calciose)، وهي اصفرار أوراق النبات وانخفاض في كمية النمو والإنتاج المحصولي، حيث إن كربونات الكالسيوم تسبب ارتباك عملية التمثيل الغذائي لهذه النباتات. أما النباتات المقاومة أو المحبة لكربونات الكالسيوم فهي لها المقدرة على النمو الطبيعي واستخلاص العناصر الغذائية من التربة تحت ظروف ارتفاع محتوى كربونات الكالسيوم، وتنخفض إنتاجيتها في غياب كربونات الكالسيوم. وبالإضافة إلى ذلك، فإن وجود كربونات الكالسيوم في التربة بكميات مرتفعة يؤدي إلى بناء غير جيد وضعيف، يتصف بعدم الاستقرار في الطبقات السطحية التي سرعان ما تتهدم عندما يبتل بالماء ويتصلب عند الجفاف.

ونتيجة لارتفاع معدل النفاذية في هذه الترب المحتوية على كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم التي يترتب عليها فقدان للماء في المدى الذي من المفترض أن يمتصه النبات (التسرب التحتي السريع) حيث يجعل من غير الممكن لكثير من النباتات أن تعيش في هذا الوسط نتيجة لعدم قدرتها على الحصول على احتياجاتها من الماء. وهذا يستدعي الزيادة أو التكرار في عدد الريات، بمعنى تقصير الفترة بين كل رية وأخرى. وهذا، بالطبع سوف يترتب عليه زيادة في الاستهلاك المائي [105]، كما يؤدي وجود كربونات الكالسيوم بدرجة مرتفعة

في التربة إلى انخفاض السعة التبادلية للكاتيونات، حيث إن حبيبات كربونات الكالسيوم في التربة، حتى ولو كانت في أحجام حبيبات الطين، فهي حبيبات خاملة خالية من الشحنات السالبة تحت درجات التفاعل القلوية (8–9).

كما يؤدي ارتفاع درجة التفاعل في الترب المحتوية على كربونات الكالسيوم بكميات كبيرة إلى تحويل بعض من العناصر الغذائية، مثل الفوسفور والعناصر النادرة وخاصة الحديد والزنك إلى صور غير متيسرة لامتصاص النباتات كما أوضحنا سابقاً. هذا بالإضافة إلى ما يسببه ارتفاع درجة التفاعل وارتفاع محتوى التربة من كربونات الكالسيوم من فقدان في النيتروجين من التربة على هيئة أمونيا (NH_3)، أضف إلى ذلك ما يسببه ارتفاع تركيز أيون الكالسيوم في محلول الترب التي تحتوي على كميات كبيرة من كربونات الكالسيوم على عدم الاتزان الغذائي الذي يؤدي إلى صعوبة امتصاص البوتاسيوم والماغنيسيوم بكميات كافية للنبات، حتى في حالة توفرهما بكميات مناسبة في التربة.

ومما يجدر ذكره كذلك، أن وجود كربونات الكالسيوم بكميات كبيرة في الطبقات السطحية من التربة يؤدي إلى تكوين ما يعرف بالقشرة الجيرية السطحية التي تؤدي إلى تأخير إنبات البادرات وعرقلة نموها.

وخلاصة القول إن كل هذه المشاكل التي يسببها وجود كربونات الكالسيوم بكميات مرتفعة في الترب الليبية تؤدي إلى الحد من قدرتها الإنتاجية. وتصبح كربونات الكالسيوم أحد العوامل المعيقة لنمو بعض من المحاصيل الزراعية أو التي تؤدي إلى خفض في كمية إنتاج بعضها الاخر. والجدول (10.6) يبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل

الحولية نتيجة لتأثيرها بمحتوى التربة من كربونات الكالسيوم في الـ 50 سم العليا. أما الجدول (11.6) في ملحق 5 فيبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل المعمرة ذات الجذور العميقة نتيجة لتأثرها بمحتوى التربة من كربونات الكالسيوم في 100 سم العليا من التربة في حالة عدم وجود الأفق الجيري بالتربة، وأما في حالة وجود الأفق الجيري، فتحسب نسبة كربونات الكالسيوم في الطبقة العليا التي فوق الأفق الجيري ونسبتها في الأفق الجيري منفصلة بعضها عن بعض.

ومما تجدر الإشارة إليه، أن وجود كربونات الكالسيوم في الترب على هينة الأفق الجيري المتحجر (الطبقة الصماء الجيرية) يسبب مشاكل أخرى إضافية عما ذكر أعلاه، وهذه سنتناولها لاحقاً في موضع آخر من هذا الفصل.

جدول (10.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية نتيجة لتأثيرها بمحتوى التربة من كربونات الكالسيوم في الـ 50 سم العليا*

كربونات الكالسيوم [1]	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمجاميع الرئيسية للمحاصيل %		
	الحساسة	المقاومة لحد معين	المقاومة والمحبة
0.3>	0	0	10
10-0.3	10	0	5
25-10	20	5	0
50-25	30	10	5
50<	60	20	10

[1] تعني المتوسط الوزني لكربونات الكالسيوم في الـ 50 سم العليا من التربة أو الطبقة العليا في الترب الضحلة التي لا يزيد عمقها عن 50 سم.

*** المصدر: معدل من [188]**

4. درجة التفاعل

تؤثر درجة التفاعل تأثيراً مهماً على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية بطريقة مباشرة أو غير

مباشرة. حيث إن معظم المحاصيل الزراعية تنمو نموا جيدا في الترب ذات درجة التفاعل القريبة من التعادل، وأي انحراف كبير عن نقطة التعادل سواء في الاتجاه القلوي أو الحامضي، قد يكون له تأثير ضار أو في بعض الأحيان مميت على النباتات بصفة عامة [41]. هذا ويكون هذا التأثير مباشراً على الأنسجة فيؤدي إلى تسممها وموتها، أو يكون غير مباشر بما تسببه درجة التفاعل من تغيير لخواص التربة الكيميائية والغذائية والحيوية بصفة خاصة. وتختلف النباتات من حيث درجة تحملها لدرجة تفاعل التربة. هذا ولقد أجريت عدة دراسات في هذا الموضوع إلا أن النتائج لم تكن متطابقة. والجدول (12.6) يعطي فكرة عامة عن المدى الأمثل لدرجة تفاعل التربة لبعض من المحاصيل المختارة.

وعلى العموم، فإن معظم المحاصيل الزراعية تفضل درجة التفاعل من 6 فأكثر، حيث إن درجة تفاعل الترب الليبية بصفة عامة أكثر من 7، فهي إما مائلة إلى القلوية أو قلوية، ولذلك سنوضح الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بالقلوية، وذلك في الجدول (13.6).

جدول (12.6): المدى الأمثل لدرجة تفاعل التربة لبعض من المحاصيل المختارة*

المحاصيل	المدى الأمثل لدرجة التفاعل بالتربة	المحاصيل	المدى الأمثل لدرجة التفاعل بالتربة
المحاصيل الحقلية		محاصيل الفاكهة	
البرسيم	7.8-6.2	التفاح	6.5-5.0
الشعير	7.8-6.5	المشماش	7.0-6.0
القمح	7.5-5.5	الخوخ	7.5-6.0
الذرة الشامية	7.5-5.5	العوينة	6.5-5.5
الأرز	6.5-5.0	محاصيل الخضراوات	
الذرة السكرية	7.5-5.5	الكرنب	7.5-6.0

المحاصيل	المدى الأمثل لدرجة التفاعل بالتربة	المحاصيل	المدى الأمثل لدرجة التفاعل بالتربة
فول الصويا	7.0-6.0	الطماطم	7.5-5.5
التبغ	7.5-5.0	الجزر	7.0-5.5
الكاكاوية	6.6-5.3	الخيار	7.0-5.5
الشوفان	7.5-5.0	السلاطة	7.0-6.0
الفاصوليا	7.5-6.0	البصل	7.0-5.8
البازيلاء	7.5-6.0	البطاطس	6.5-4.8

* المصدر: **[150]**

جدول (13.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بالقلوية*

درجة التفاعل	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي
8.5>	0
9.0-8.5	10
9.0<	20

* المصدر: **[188]**

5. قوام التربة

من المعروف أن قوام التربة هو أحد خواص التربة المهمة التي تتحكم في نمو المحاصيل الزراعية وقدرتها على الإنتاج، وذلك عن طريق تأثيره في ظروف الرطوبة والتهوية بالتربة من جانب، وفي تأثيره على الحالة الخصوبية الذاتية للتربة من جانب آخر.

كما أن لقوام التربة تأثيراً مباشراً أو غير مباشر على قدرة اختراق جذور المحاصيل الزراعية للتربة وانتشارها. هذا بالإضافة إلى أن قوام التربة يُعدُّ أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر في مدى مقاومة التربة للتعرية والانجراف، كما سنوضح ذلك لاحقاً. ونتيجة لهذه التأثيرات، فإن قوام التربة عادة ما يُعدُّ أحد العوامل الأساسية عند ملاءمة المحاصيل الزراعية للأرض التي تناسبها. فعلى سبيل المثال في الترب الرملية القوام، ونتيجة لقدرتها المنخفضة على الاحتفاظ

بالماء وسرعة الرشح والنفاذية بها، حيث عادة ما يتسرب الماء إلى أسفل بسرعة، بحيث قد يصبح على عمق يحول دون استفادة النباتات السطحية الجذور منه، ولذلك عادة ما ينصح بزراعة مثل هذه الترب بالمحاصيل المعمرة عميقة الجذور. هذا بعكس الترب الطينية القوام، التي بالرغم من تميزها بارتفاع قدرة حفظها للمياه، فإن الطبقة السطحية منها سريعة الجفاف.

وقد يؤدي ذلك إلى إعاقة نفاذ الجذور في التربة قبل وصول الجذور إلى الطبقة السفلية الرطبة، ومن ثم يجعل النباتات سطحية الجذور أكثر تعرضاً لأضرار الجفاف والعطش. وحيث إن هذه الترب تصبح رطبة جداً بعد ريها، وتصبح جافة جداً عند نقص الرطوبة بها نتيجة لسرعة جفافها أو فقد الماء منها بواسطة البخر، لذلك عند اختيار المحاصيل الملائمة لها يجب أن تتحمل هذه المحاصيل هذه الظروف من رطوبة عالية ثم جفاف سريع. ومن أهم المحاصيل التي تتحمل مثل هذه الظروف القمح والبرسيم ثم الذرة [41].

وبالرغم من أن قوام الترب الليبية، كما أوضحنا سابقاً، يتراوح ما بين الرملي إلى الطيني، ويحتوي على نسب متفاوتة من الحصى والحجارة، فإنه باستثناء بعض من الترب في المنطقة الشمالية الشرقية من البلاد وبعض الترب المحتوية على رواسب الأودية المنتشرة في شمال البلاد وجنوبها، والتي قوامها عادة ما يكون ثقيلا (طميي طيني أو طيني)، فإن غالبية الترب الليبية يغلب عليها القوام الخفيف أو المتوسط (الرملي أو الرملي الطميي أو الطميي الرملي).

وعلى العموم، فإن النباتات بصفة عامة يختلف بعضها عن بعض في مدى استجابتها للنمو على الترب المختلفة القوام. ويمكن تحديد أربع مجموعات رئيسية من المحاصيل الزراعية

التي تستجيب لنوعيات محددة من قوام التربة [188]، وهي كالآتي:

- ❖ محاصيل تعطي أفضل إنتاج في الترب الثقيلة القوام، وتعطي إنتاجاً منخفضاً في الترب خفيفة القوام، مثل: القمح والشعير والبرسيم والذرة والأرز وقصب السكر وبنجر السكر والبصل والموز.
- ❖ محاصيل تعطي أفضل إنتاج في الترب الثقيلة القوام، ولكن تعطي إنتاجاً مرضياً في التربة خفيفة القوام، مثل: القطن والتبغ والذرة السكرية "السورجم" (Sorghum) والحمص.
- ❖ محاصيل تعطي أفضل إنتاج في الترب خفيفة القوام وتعطي إنتاجاً منخفضاً في الترب الثقيلة القوام: الكاكاوية والجزر والبطاطا والسلاطة والطماطم والبطيخ (الدلاع).
- ❖ المحاصيل المعمرة العميقة الجذور، مثل: الموالح والنخيل والعنب والتين والزيتون، تختلف إنتاجيتها حسب القوام، ولكنها تعطي أفضل إنتاج لها بصفة عامة في الترب ذات القوام المتوسط.

والجدول (14.6) ملحق 5، يبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي لهذه المجموعات الأربع من المحاصيل نتيجة لتأثيرها بقوام التربة.

6. عمق التربة

يؤدي عمق التربة دوراً رئيسياً في نمو وتطور النظام الجذري للمحاصيل الزراعية، ومن ثم فهو أحد العوامل المعيقة في ملاءمة التربة لزراعة المحاصيل المختلفة. ويُعرّف عمق التربة بأنه سمك طبقة التربة التي تعلو أي طبقة صماء تمنع نفاذ الماء وتعيق اختراق وامتداد الجذور. هذا وقد تأخذ الطبقة الصماء في التربة عدة صور، كما أنها تكون في التربة على أعماق مختلفة، فقد تكون صخوراً تحتية مختلفة النوعية والصلابة، وقد تكون طبقات صماء معلقة في داخل

قطاع التربة مثل: الطبقات الصماء الجيرية (الأفق الجيري المتحجر) أو طبقات صماء جبسية (الأفق الجبسي المتحجر) أو طبقات صماء سليكاتية (أفق الديوريبان). ويختلف سمك وصلابة كل طبقة من هذه الطبقات في الترب المختلفة حسب ظروف تكوين كل منها. هذا وقد قسمت التربة من حيث العمق إلى: تُرب عميقة وهي أكثر من 100 سم، وترب متوسطة العمق من 50 إلى 100 سم، وترب ضحلة أقل من 50 سم. وتعتبر ضحالة قطاع التربة هو من العوامل الرئيسية التي تحد من استخدام العديد من الترب الليبية في الزراعة، حيث إن جميع الترب الليبية لتحت المجموعة الضحلة (Littic) في جميع المجموعات الرئيسية منها، ومجموعة تُرب الحشائش الجيرية الضحلة فهي لا يزيد عمق التربة فيها عن 50 سم.

ومما يجدر ذكره كذلك، أنه كلما اقتربت هذه الطبقات الصماء من السطح، زاد احتمال تكوين مستوى ماء أرضي قريب من السطح عند ري هذه الترب لفترات طويلة، وعندها تتعرض هذه الترب إلى التمليح الثانوي والتغدق، ومن ثم تقل أو تنخفض إنتاجيتها. والجدول (15.6) يبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية ذات الجذور السطحية والمحاصيل المعمرة عميقة الجذور نتيجة لتأثرها بعمق التربة.

جدول (15.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية ذات الجذور السطحية والمحاصيل المعمرة عميقة الجذور نتيجة لتأثرها بعمق التربة*

صلابة الطبقة الصماء أو الصخور التحتية	عمق التربة (سم)	الانخفاض المتوقع في الانتاج المحصولي للمحاصيل	
		الحولية	المعمرة
هشة غير صلبة	150<	0	0
	150-100	0	30
	100-50	20	50
	50-30	20	60
	30>	50	90
صلبة غير منفذة	150<	0	0
	150-100	0	20
	100-50	10	50
	50-30	30	80
	30>	60	100

* المصدر: **[188]**

7. عمق مستوى الماء الأرضي

عمق مستوى الماء الأرضي هو من العوامل الرئيسية في التربة التي تعيق نمو كثير من المحاصيل الزراعية وتقلل من إنتاجيتها، حيث إن وجود مستوى الماء الأرضي قريباً من سطح التربة يؤثر بدرجة أساسية على تهوية التربة، ومن ثم على الاحتياجات الأكسجينية اللازمة لتنفس جذور المحاصيل والكائنات الحية الدقيقة في التربة، كما يؤثر على صرف التربة الداخلي الذي يؤدي إلى ظروف لاهوائية تشجع عمليات الاختزال التي تعمل على تحرير بعض العناصر الكيميائية وتحولها إلى صور ذائبة في محلول التربة بتركيزات عالية قد تسبب تسمما للنباتات، بالإضافة إلى ما لعمق مستوى الماء الأرضي من تأثيرات على عمليات تمليح التربة، كما وضّحنا سابقاً. بالإضافة إلى ما لعمق مستوى الماء الأرضي من تأثيرات على عمليات تمليح التربة، كما وضحنا سابقاً.

وتظهر مشكلة ارتفاع مستوى الماء الأرضي في تُرب محدودة في ليبيا تنحصر أساساً في بعض الترب الجافة الملحية أو الجبسية وترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء الصودية أو المتبقعة، وعموماً باستثناء نبات الأرز القادرة جذوره على استخلاص الأكسجين الذائب في الماء، فإن جميع المحاصيل الزراعية الأخرى، والمنتشرة في ليبيا، تتأثر إلى درجة كبيرة بارتفاع مستوى الماء الأرضي في التربة. والجدول (16.6) يعطي فكرة عن قدرة تحمل المحاصيل الزراعية لارتفاع مستوى الماء الأرضي والتغدق والنقص في الأكسجين وزيادة محتوى ثاني أكسيد الكربون في التربة.

جدول (16.6): قدرة تحمل المحاصيل الزراعية لارتفاع مستوى الماء الأرضي والتغدق والنقص في الأكسجين وزيادة محتوى ثاني أكسيد الكربون في التربة*

درجة التحمل	المحاصيل الزراعية ومدى تحملها لـ			
	نقص O_2 في التربة	زيادة تركيز CO_2 في التربة	ارتفاع مستوى الماء الأرضي	التغدق
عالية التحمل(1)	الأرز، قصب السكر	الموالح	قصب السكر، البطاطس، الفول	العوينة، الفراولة
متوسطة التحمل(2)	الشوفان، الشعير، البصل، القطن، الموالح، فول الصويا، التفاح	التفاح، الطماطم، عباد الشمس	بنجر السكر، القمح/ الشعير، الشوفان، البازيلاء، القطن	الموالح، التفاح، الكمثرى، اللوز
حساسة(3)	الذرة، البازيلاء، الفاصوليا، الطماطم	التبغ	الذرة	الخوخ، النخيل، الزيتون

(1) الأكسجين (1.0%)، ثاني أكسيد الكربون (<20%)، مستوى الماء الأرضي (0-10 سم)

(2) الأكسجين (2-5%)، ثاني أكسيد الكربون (10-20%)، مستوى الماء الأرضي (10=20 سم)

(3) الأكسجين (1.0%)، ثاني أكسيد الكربون (<20%)، مستوى الماء الأرضي (<20 سم)

* المصدر: [145]

والجدول (17.6) يبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية والمعمرة بصفة عامة نتيجة لتأثرها بعمق مستوى الماء الأرضي في التربة.

جدول (17.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية والمعمرة بصفة عامة نتيجة لتأثرها بعمق مستوى الماء الأرضي في التربة*

عمق مستوى الماء الأرضي (سم)	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الانتاج المحصولي (%)	
	محاصيل حولية	محاصيل معمرة
300< (الماء الأرضي غير موجود)	0	0
300-200	0	0
300-200	0	5
200-150	0	10
150-100	10	20
100-50	20	60
50>	40	80

* المصدر: [188]

8. التماسك

يتوقف تماسك التربة على قوامها وبنائها، وعلى ما تحتويه من مادة عضوية ومواد لاحمة معدنية أخرى مثل: أكاسيد الحديد وكربونات الكالسيوم والسليكا وغيرها. فكلما ازداد تفكك التربة وقل تماسكها كانت أوفق من حيث نمو المحصول، نتيجة وجود الماء والهواء في حالة مناسبة لنمو الجذور، أو بمعنى اخر تكون التربة أكثر مسامية ونفاذية للماء، وبذلك تزداد تهوية الجذور. كما وأن لتماسك التربة وانضغاطها أهمية في اختيار المحصول المناسب للتربة، فعادة لا تختار مثلا محاصيل الخضر الجذرية مثل: الجزر أو اللفت أو الفجل أو المحاصيل الأخرى مثل البطاطس أو الكاكاوية (الفول السوداني) للترب شديدة التماسك والانضغاط، وتفضل زراعة هذه المحاصيل في الترب المفككة وغير المضغوطة. هذا بالإضافة إلى ما لتماسك وانضغاط الترب من تأثير على نوعية المعاملات الزراعية التي يجب اتباعها عند الزراعة والحصاد. وعلى العموم، فإن مشكلة زيادة التماسك والانضغاط محصورة في الترب الثقيلة القوام في المناطق الشمالية الشرقية من البلاد، وكذلك في بعض الترب حديثة التكوين الرسوبية، أما غالبية الترب الليبية الأخرى فهي ذات قوام خفيف وبناء معدوم أو غير متطور، ومن ثم فهي مفككة غير متصلبة. هذا ويقدر الانخفاض المتوقع للإنتاج المحصولي للمحاصيل الزراعية بصفة عامة من 5–15% عندما تكون التربة متماسكة جداً أو شديدة التماسك والانضغاط.

9. الصرف الداخلي

تؤثر حالة الصرف الداخلي للتربة بدرجة كبيرة على نوعية النظام الجذري للمحاصيل

الزراعية وكثافته، وذلك لما لها من تأثير على حالة الرطوبة والتهوية بالتربة. والجدول (18.6) يبين الانخفاض المتوقع للإنتاج المحصولي للمحاصيل الزراعية، نتيجة لتأثرها بحالة الصرف الداخلي للتربة.

10. تعرية التربة وانجرافها

أ. التعرية الريحية

التعرية الريحية هي من أهم مشاكل الإنتاج الزراعي في ليبيا بصفة عامة. وأحد أهم عناصر التصحر فيها، حيث إنه باستثناء مناطق محدودة في الشمال الغربي والشرقي تقدر بحوالي (360) ألف هكتار غير معرضة للتعرية الريحية [176]، فإن بقية الترب المنتشرة في طول البلاد وعرضها عرضة للتعرية الريحية. وغالباً ما تكون الآثار المدمرة للتعرية الريحية خطيرة للغاية، فهي لا تسلب الأرض تربتها السطحية المنتجة فحسب، بل إنها، إما أن تقتلع المحصولات أو تتركها لتموت بجذورها مكشوفة أو بردمها بالرمال السافية. وقد لا يكون هبوب الرياح شديداً.

جدول (18.6): الانخفاض المتوقع للإنتاج المحصولي للمحاصيل الزراعية نتيجة لتأثرها بحالة الصرف الداخلي للتربة*

حالة الصرف الداخلي للتربة	التوصيل الهيدروليكي (سم/يوم)	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي (%)		
		محاصيل حولية	محاصيل معمرة	الأرز
عالٍ	300<	50	40	70
جيد	300-100	0	0	20
متوسط	100-40	0	10	10
غير كامل	40-10	25	40	0
رديء	10-1	40	70	5

رديء جدا	<1	40	80	20

* المصدر: **[188]**

غير أن فعل الرمال بصفة خاصة على المحصولات الغضة هو ذو أثر مدمر في أغلب الأحيان. وتعدُّ مشكلة زحف الرمال على الحقول الزراعية والمنشآت بصفة عامة من أخطر المشاكل التي يظهر أثرها بصفة خاصة في المناطق الجنوبية من البلاد، وخاصة تلك التي تكتنفها كثبان رملية. هذا وإن قابلية الترب الليبية بصفة عامة للتعرية الريحية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بجفاف الترب وقوامها الخفيف وقدرتها المنخفضة لحفظ المياه وانخفاض محتواها من المادة العضوية وندرة أو غياب الغطاء النباتي الطبيعي والاستخدام السيئ للأراضي الزراعية والرعوية (الاستعمال السيئ للمحاريث وقطع النباتات الطبيعية وتدميرها بطريقة غير مدروسة بحجة استصلاح الأراضي والرعي الجائر وغيرها) [121،60].

هذا وتختلف الترب بصفة عامة في مدى مقاومتها للتعرية الريحية، وذلك حسب خواصها واستخداماتها، حيث تقسم الترب من حيث تعرضها للتعرية الريحية إلى تُرب مقاومة (لا تحدث بها التعرية)، وترب متأثرة بالتعرية الريحية بدرجات متباينة، بسيطة أو متوسطة أو شديدة.

ب. الانجراف المائي

الانجراف المائي هو أحد العوامل التي تعيق نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها في ليبيا، وخاصة في المناطق التي تتساقط عليها أمطار غزيرة نسبياً، وذلك لما تسببه من تلف للمحاصيل الزراعية المزروعة بطريقة مباشرة، أو من خلال تأثيره على فقد المياه التي كانت

ستنفذ إلى التربة، وربما احتاجت إليها المحاصيل، أو من خلال إزالة التربة السطحية الغنية نسبياً بالمواد العضوية والعناصر المغذية وذات الخواص الطبيعية المرضية. وبالرغم من أن مساحة الترب المعرضة للانجراف المائي في ليبيا صغيرة جداً، حيث تقدر بحوالي 4.0% من المساحة الكلية للبلاد، فإنها تمثل نسبة مرتفعة نوعاً (أي حوالى 5.22%) من مساحة الترب التي تستقبل معدلات تساقط مطر سنوية أكثر من 200 ملم، وهذه المنطقة هي من أهم المناطق الزراعية في ليبيا [119]. وطبقاً للمعلومات والبيانات المنشورة بواسطة سلخوزبروم إكسبورت (1980م) [176] للمناطق الشمالية الغربية والشمالية الشرقية من البلاد والمجمعة في جدول (19.6)، فإن مساحة الأراضي المعرضة للانجراف المائي في هذه المناطق تصل إلى (7.896) ألف هكتار، وأن الانجراف الخندقي أو الخلجاني (Gully) هو النوع السائد في المناطق الشمالية الغربية لجبال طرابلس، ولكن الترب المعرضة للانجراف السطحي (Sheet) بدرجات خفيفة ومتوسطة تصل إلى 68% من المساحة المعرضة للانجراف المائي في ليبيا.

جدول (19.6): مساحة الأراضي المعرضة للانجراف المائي في ليبيا حسب نوعية الانجراف وشدته*

نوع الانجراف المائي وشدته	المساحة (ألف هكتار)	
	المنطقة الشمالية الغربية	المنطقة الشمالية الشرقية
الانجراف السطحي		
بسيط	165.6	241.7
متوسط	164.6	41.5
شديد	64.5	1.7
الانجراف الخندقي أو الخلجاني		
بسيط	86.3	0.8
متوسط	73.0	0

شديد	57.0	0
المجموع	611	285.7

* المصدر: **[119]**

ومن العوامل التي تؤدي إلى الانجراف المائي في هذه المناطق:

- ❖ طبيعة تساقط الأمطار على المرتفعات والمنحدرات الجبلية.
- ❖ غياب النباتات الطبيعية في تلك المناطق وخاصة أثناء تساقط الأمطار.
- ❖ الانحدارات المختلفة الميول والأطوال وخاصة في مناطق الجبل الأخضر وجبال طرابلس.
- ❖ انخفاض قدرة الترب للاحتفاظ بالماء مع ضحالة قطاعاتها (أقل من 80 سم عمقاً).
- ❖ انخفاض محتوى الترب من المادة العضوية بصفة عامة.

إن الترب المعرضة للانجراف المائي تشمل غالبية الترب في الجبل الأخضر وجبال طرابلس والواقعة على التضاريس غير المستوية، حيث إن ميول سطح الأرض بالإضافة إلى العوامل الأخرى، تحدد شدة الانجراف المائي. فالترب ذات الانجراف المائي البسيط توجد على ميول خفيفة، تصل إلى أقل من 5 درجات، وذات الانجراف المائي المتوسط توجد على ميول من 5 إلى 12 درجة، أما الترب ذات الانجراف المائي الشديد فهي على ميول من 12 إلى أكثر من 25 درجة. وعلى العموم، فإن الضرر الذي يسببه الانجراف المائي يعتمد على نوعية الانجراف وشدته، حيث إن الانجراف السطحي يسبب فقدا في التربة السطحية المنتجة والعناصر الغذائية المتيسرة للنبات، ويهدم تجمعات التربة الصغيرة، ومن ثم يتلف بناءها الجيد، ويقلل من سعتها الإنتاجية. أما الانجراف الخندقي أو الخلجاني، فهو يزيد من الصرف السطحي للأرض ومن ثم يؤثر على النظام الرطوبي في التربة، كما أنه يعمل على تعقيد تضاريس الأرض، ومن ثم يقلل من إمكانية استخدامها زراعياً، هذا وإن الانجراف المائي قد

يعمل على تدمير الطرق والمباني الزراعية، وعلى العموم، فإن لمدى تعرض التربة للتعرية الريحية أو الانجراف المائي أثراً بالغاً على الإنتاج المحصولي للمحاصيل التي تزرع في هذه الترب.

والجدول (20.6) يبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية والمعمرة، نتيجة لتأثرها بالتعرية الريحية أو الانجراف المائي بمختلف شدته.

جدول (20.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل الحولية والمعمرة نتيجة لتأثرها بالتعرية الريحية أو الانجراف المائي بمختلف شدته*

شدة التعرية الريحية أو الانجراف المائي	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي (%)	
	محاصيل حولية	محاصيل معمرة
تربة غير متعرية أو منجرفة	0	0
بسيط	5	0
متوسط	20	5
شديد	35	20

* المصدر: معدل من **[188]**

ومما يجدر ذكره أن اختيار المحاصيل في الترب المعرضة للتعرية أو الانجراف، يجب أن يتم بناء على مدى ما تقدمه تلك المحاصيل من حماية للتربة أثناء زراعتها فيها، حيث إن المحاصيل الزراعية تختلف في مدى حمايتها للتربة حسب طبيعة نموها والمعاملات الزراعية التي تتطلبها خلال دورة حياتها. وعلى هذا الأساس أمكن تقسيم المحاصيل الزراعية إلى مجموعتين وهما:

- **محاصيل واقية للتربة**: وتشمل محاصيل الحبوب مثل القمح والشعير والشوفان، ومحاصيل الأعلاف وتشمل البقوليات والحشائش وغيرها، حيث إن طبيعة نمو وزراعة هذه

المحاصيل توفر غطاء جيداً للتربة. وهذه المحاصيل تختلف فيما بينها في درجة حمايتها للتربة، فمحاصيل الحبوب مثلا أقل حماية للتربة من الحشائش أو الحشائش المختلطة بالبقوليات وهكذا.

- **محاصيل كاشفة للتربة:** وتشمل القطن والذرة والتبغ وفول الصويا والبطاطس والفول والكاكاوية وغالبية محاصيل الخضراوات والفاكهة، حيث تختلف هذه المحاصيل في مدى الحماية التي تقدمها للتربة أثناء النمو وبعد الحصاد، فالبطاطس والكاكاوية والخضراوات الجذرية عادة ما تترك التربة مفككة ناعمة سهلة التعرية أو الانجراف بعد الحصاد، وتُزال غالبية محاصيل الخضراوات من التربة بالكامل عند حصادها تاركة الترب معراة تماماً، ومحاصيل الفاكهة وخاصة عند عدم زراعتها على الخطوط الكنتورية التي عادة ما تزرع على مسافات كبيرة، وهو ما يسهم في تعريض مساحات كبيرة من سطح التربة للتعرية أو الانجراف.

11. العناصر الغذائية

تتميز الترب الليبية بصفة عامة – كما أوضحنا سابقاً – بانخفاض محتواها من النيتروجين والفوسفور المتيسر والعناصر النادرة المتيسرة وخاصة الزنك والحديد، حيث إن النيتروجين مرتبط في الترب بالمادة العضوية، وهي منخفضة في الترب الليبية. أما نقص الفوسفور المتيسر للنبات في هذه الترب فهو راجع إلى ارتفاع درجة التفاعل ومحتوى كربونات الكالسيوم بصفة أساسية، حيث يتحول معظم الفوسفور في التربة تحت هذه الظروف إلى الصورة غير المتيسرة للامتصاص بواسطة النبات (فوسفات ثنائي الكالسيوم وثلاثي الكالسيوم). أضف إلى ذلك أن كمية الفوسفور من المصدر العضوي في التربة قليلة في

الأساس نتيجة لانخفاض محتوى المادة العضوية، كما أن ارتفاع درجة التفاعل المصاحبة لوجود كربونات الكالسيوم في الترب الليبية، تؤدي إلى انخفاض صلاحية كل من الزنك والحديد، وفي بعض الأحيان المنجنيز والنحاس للامتصاص بواسطة النبات.

كما إن انخفاض المادة العضوية في هذه الترب وسيادة حبيبات الرمل في غالبيتها، يسهم إلى حد كبير في المحتوى المنخفض من هذه العناصر. والجدول (21.6) يبين مدى استجابة المحاصيل الزراعية المنتشرة في ليبيا للعناصر النادرة. ولذلك، فإن هذه العناصر الغذائية إذا لم تُضفْ أثناء زراعة المحاصيل الزراعية في الترب الليبية بالكمية المناسبة والكيفية الملائمة لكل محصول عن طريق برنامج تسميدي معين، فإن هذه العناصر تشكل عاملاً معيقاً لنمو غالبية المحاصيل الزراعية، وتقلل إنتاجية بعضها الآخر.

جدول (21.6) مدى استجابة المحاصيل الزراعية المنتشرة في ليبيا للعناصر النادرة*

المحاصيل	Zn	Fe	Mn	Cu	Mo	B
البرسيم	منخفض	متوسط	متوسط	عالي	متوسط	عالي
الشعير	متوسط	عالي	متوسط	عالي	منخفض	منخفض
القمح	منخفض	منخفض	عالي	عالي	منخفض	منخفض
الذرة	عالي	متوسط	متوسط	متوسط	منخفض	منخفض
الشوفان	منخفض	متوسط	عالي	عالي	متوسط	منخفض
الذرة السكرية	متوسط	عالي	عالي	متوسط	منخفض	منخفض
الفاصوليا	عالي	عالي	عالي	منخفض	منخفض	منخفض
البازيلاء	منخفض	–	عالي	منخفض	متوسط	منخفض
الكرنب	–	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
الجزر	منخفض	–	متوسط	عالي	منخفض	متوسط
الخيار	–	–	عالي	متوسط	–	منخفض

المحاصيل	Zn	Fe	Mn	Cu	Mo	B
السلاطة	–	–	عالي	عالي	عالي	متوسط
البطاطس	متوسط	–	متوسط	منخفض	منخفض	منخفض
طماطم	متوسط	عالي	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
الموالح	عالي	عالي	عالي	عالي	متوسط	منخفض
التفاح	عالي	–	عالي	متوسط	منخفض	عالي
العنب	منخفض	عالي	عالي	–	منخفض	متوسط

* المصدر: **[110]**

هذا وتختلف المحاصيل الزراعية بصفة عامة في احتياجاتها الغذائية من هذه العناصر حسب نوع المحصول ومرحلة نموه، كما أنها تختلف كذلك في مدى استجابتها للعناصر المضافة عن طريق التسميد (يراجع أي مصدر يتعلق بخصوبة التربة). ومما يجدر ذكره أن بعضاً من الترب الليبية وخاصة الملحية أو المتأثرة بالملوحة، قد تحتوي على تركيزات مرتفعة من البورون تصل في كثير من الأحيان إلى مستوى التركيز الذي يؤدي إلى تسمم النبات، كما إن تركيز البورون الذي يصل إلى أكثر من 1 جزء في المليون في مياه الري، يؤدي إلى المشكلة نفسها لمعظم المحاصيل الزراعية، كما أوضحنا سابقاً. هذا وإن بقية العناصر الغذائية الأخرى في الغالب متوفرة بكميات كافية في الترب الليبية، ولا تظهر في العادة أية مشاكل تتعلق بالنقص الغذائي على غالبية المحاصيل الزراعية، إلا في حالات خاصة تتعلق بعدم الاتزان الغذائي في الترب، الناشئ عن إضافة الأسمدة بطريقة غير مدروسة أو بإجهاد التربة لمدة طويلة بمحاصيل زراعية مجهدة، دون اكتراث لاتباع دورات زراعية ملائمة.

3.3.6 عامل المناخ

يتحكم المناخ في كثير من الاحتياجات الضرورية لنمو المحاصيل المختلفة وإنتاجها،

وأهمها في ليبيا هي الاحتياجات الضوئية والحرارية والمائية. هذا بالإضافة إلى ما تسببه الرياح، وخاصة الحارة الجافة منها، من أضرار تتعلق بنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها، وحيث إنه سبق أن تحدثنا عن المناخ في ليبيا بعناصره المختلفة (الفصل الثالث). ولذلك سنتناول هذه العوامل المناخية من ناحية إعاقتها لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها في ليبيا.

1. المطر

لا يعدُّ المطر بطريقة مباشرة من العوامل المناخية المهمة في تحديد أنواع المحاصيل المزروعة في المناطق التي يتوفر فيها ماء الري في ليبيا، ولكنه ذو أهمية قصوى في المناطق التي تعتمد في زراعتها على المطر مصدراً وحيداً للمياه (مناطق الزراعات البعلية في سهل الجفارة وجبال طرابلس والجبل الأخضر وبعض الأودية الشمالية). وعموماً، فإن المناطق الجافة والجافة جداً في ليبيا غير صالحة للزراعة إلا في الأحوال التي يمكن ريها رياً كاملاً من الآبار الجوفية، أما المناطق شبه الجافة، فإنه يمكن زراعتها بأنواع من المحاصيل الزراعية المتأقلمة مع الجفاف أو الاستعانة بالري التكميلي. ويرى الصغير وقاسم (1983م) [41] أن كميات المطر المتساقطة سنوياً على هذه المناطق ليست هي العامل الوحيد في تحديد مدى نجاح زراعة المحاصيل الزراعية المختارة، بل إن هناك عوامل مناخية أخرى، وأهمها:

- ❖ موسم أو موعد سقوط المطر أثناء السنة، وتوافق ذلك مع احتياجات المحصول من الماء.
- ❖ سرعة المطر وغزارته الذي يسقط في كل مرة من مرات السقوط.
- ❖ نسبة الرطوبة الجوية.
- ❖ درجة الحرارة وقت سقوط المطر.

ولقد قام خيري الصغير (1980م) [40] بدراسة العلاقة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وتوزيع المطر في ليبيا، على الفصول الثلاثة التي تشملها السنة الزراعية، وذلك بهدف معرفة مدى توافق تلك العوامل مع إنتاج المحاصيل في المناطق التي تعتمد في زراعتها على المطر. وأوضحت هذه الدراسة وجود تعارض بين عناصر المناخ الثلاثة في هذه الفصول، ففي فصل

الشتاء الذي يسقط فيه 61% من كمية المطر السنوية، نجد أن درجة الحرارة منخفضة والرطوبة النسبية مرتفعة، الأمر الذي يجعل كمية المطر المتساقطة أعلى بكثير من احتياجات النبات، في حين أنه في فصلي الخريف والربيع تكون كمية المطر قليلة في الوقت الذي تكون فيه درجة الحرارة مرتفعة نسبياً والرطوبة النسبية منخفضة، الأمر الذي يؤدي إلى عدم توفير كل احتياجات النبات من الماء، ومن ثم ينخفض إنتاج المحاصيل.

وعلى العموم، فإن قلة معدلات تساقط الأمطار في ليبيا وسوء توزيعها أثناء مراحل النمو المختلفة للمحاصيل الزراعية، لا يتمشى مع الاحتياجات المائية لكثير من المحاصيل الزراعية، بل يحد كثيراً من نمو وإنتاج العديد منها. وليس هذا فقط بل إنه قد تتعرض محاصيل الحبوب، مثل القمح والشعير، المعروفة بملاءمتها للزراعة بعلياً في هذه المناطق إلى الفشل، إذا لم ينزل المطر البتة في الثلث الأخير من الفترة الخريفية، أو ينزل بكمية قليلة لا يمكن معها ضمان الزراعة في الموعد المناسب، أو إنبات البذور وتأسيس البادرات لكي تعطي نباتات يحصل منها على محصول مجز من الحبوب [40].

2. الحرارة

درجات الحرارة السائدة في منطقة ما هي من أهم العوامل المحددة لنجاح زراعة المحاصيل بها. وحيث إن المحاصيل الزراعية تتفاوت فيما بينها في مدى قدرتها على تحمل درجات الحرارة ومدى تغيرها، فإن محاصيل معينة فقط تكون قادرة على النمو والإنتاج تحت الظروف الحرارية في ليبيا. هذا وقد أوضح الصغير وقاسم (1983م) [41] أن معظم المناطق الشمالية من ليبيا تقع ضمن المنطقة المعتدلة حسب تقسيم هنري (Henry) ومساعديه

للمناطق الحرارية بالنسبة لحياة النبات في العالم، في حين تقع المناطق الجنوبية في المنطقة تحت الاستوائية. هذا ولقد وجد أن لكل محصول ثلاث درجات حرارة حرجة (صغرى ومثلى وعظمى) تمثل درجات الحرارة التي يكون لها تأثير على قدرة النبات على البقاء حياً، أو النمو أو القدرة على التكاثر، وهي تختلف تبعاً لأطوار حياة النبات المختلفة، كما تختلف من محصول لآخر. ولذلك، فلقد قسمت المحاصيل الزراعية بصفة عامة إلى قسمين رئيسيين هما [161]:

- ❖ محاصيل ملائمة لدرجات الحرارة الباردة.
- ❖ محاصيل ملائمة لدرجات الحرارة الدافئة.

ومما هو جدير بالذكر أن أعضاء النبات نفسه تختلف في مدى تأثرها بالحرارة، وأن مدى تأثر النبات بدرجة الحرارة يتوقف كذلك على طول فترة تعرض النبات لدرجات الحرارة الشاذة (المتطرفة) ونسبة الرطوبة الجوية.

مما سبق يتضح أن المحاصيل الزراعية التي تلائم منطقة ما في ليبيا، هي فقط تلك المحاصيل التي تتحمل مدى التغيير في درجة حرارة تلك المنطقة طيلة دورة حياتها. ولذلك يتضح لنا أن التباين في معدلات درجات الحرارة في البلاد، له تأثير مباشر على اختيار محاصيل زراعية معينة في منطقة ما، واختيار محاصيل أخرى في منطقة أخرى. فعلى سبيل المثال لا يمكن زراعة التفاحيات في تُرب منطقة الكفرة بسبب درجة الحرارة المرتفعة حتى لو توفرت لها جميع الاحتياجات الأخرى (ماء وغذاء وضوء، إلخ)، ولكن يمكن زراعتها في بعض مناطق الجبل الأخضر بنجاح. في حين لا يمكن زراعة محاصيل المنطقة الاستوائية في المناطق

الشمالية من البلاد، وخاصة منطقة الجبل الأخضر التي تنخفض فيها درجات الحرارة انخفاضاً ملحوظاً في ثلاثة أشهر من السنة على الأقل.

3. الضوء

الضوء هو من أهم العوامل المناخية، حيث إنه العامل الأساسي في تكوين اليخضور وفي عملية البناء الضوئي. إذ بواسطة ضوء الشمس تحصل النباتات على الطاقة اللازمة لاستمرار الحياة. ويكون تأثير الضوء على النباتات، إما عن طريق شدته أو مكوناته ومدة بقائه. ويختلف طول النهار (الفترة الضوئية) من مكان لآخر في العالم، حسب خط العرض وخلال فصول السنة. هذا ولقد وجد أن احتياجات النباتات بصفة عامة للضوء تختلف من نوع لآخر، وأن لمدة تعرض النبات للضوء أثراً على بعض أطوار حياته، وخاصة موعد إزهار النباتات وإثمارها ونضجها. هذا ولقد استعمل اصطلاح التواقت الضوئي، ليعبر عن مدى استجابة النباتات للطول النسبي للنهار والليل، ولقد وجد أن أنواع النباتات تختلف فيما بينها في مدى استجابتها للتواقت الضوئي، حيث يوجد لكل نبات فترة ضوئية مثلى وأخرى حرجة. ولقد قسمت النباتات عموماً على أساس احتياجاتها من المدة الضوئية [41] إلى:

- ❖ نباتات النهار القصير.
- ❖ نباتات النهار الطويل.
- ❖ النباتات المحايدة أو المتعادلة.
- ❖ النباتات الوسطية.

وعلى العموم، فإن طول النهار بالنسبة للنباتات هو العامل المحدد غالباً في استطالة أو

قصر السلاميات وفي تكوين أو عدم تكوين الأزهار. وعموماً تنمو في المناطق المعتدلة (كما هو الحال في ليبيا) نباتات إما متأقلمة مع النهار الطويل أو مع النهار القصير، فتكون النباتات التي تزهر في أواخر الصيف وأوائل الخريف هي نباتات النهار القصير، والتي تزهر في أواخر الربيع وأوائل الصيف هي نباتات النهار الطويل. وعلى العموم، ونتيجة لموقع ليبيا الجغرافي ووجودها في المناطق المعتدلة من حيث الضوء في العالم، فإن الضوء بالرغم من أهميته، فهو لا يُعدُّ عاملاً محدداً للنمو والإنتاج الزراعي لمعظم المحاصيل الزراعية في ليبيا.

4. الرياح

كما سبق توضيحه، تهب على ليبيا رياح مختلفة النوعية والشدة والاتجاه، وبالرغم من التأثير الإيجابي لهذه الرياح في تكوين السحب وتنقية الهواء ونقل لحبوب اللقاح وغيرها، فإن الرياح الشديدة وخاصة الحارة الجافة (القبلي) منها، تؤدي إلى حدوث بعض الأضرار الفسيولوجية والتشريحية والميكانيكية للمحاصيل الزراعية، وتصبح أحد العوامل الرئيسية التي تعيق نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها في أماكن وأوقات نشاطها. ولقد لخص الصغير وقاسم (1983م) [41] ما تسببه هذه الرياح من أضرار في النقاط التالية:

- ❖ تزيد من سرعة فقدان الماء من النبات أو التربة، أي تزيد من معدلات النتح والبخر، ويكون هذا التأثير مدمراً على المحاصيل الزراعية البعلية، إذا تصادف هبوب هذه الرياح خلال الفترات الجافة التي لا يسقط بها المطر.
- ❖ قد تؤدي إلى الإضرار بالمحاصيل وخاصة القمح والشعير إذا تعرضت حبوبها، وهي في طور النضج اللبني لهذه الرياح، حيث تعمل على تجفيفها حتى تضمر، فينتج عنه خفض

كمية المحصول وتقليل جودته. ويؤدي هبوب القبلي إلى الإضرار بالمحاصيل كذلك في مراحل نموها الأولى، أو إذا كانت النباتات في طور الإزهار وتكوين الثمار والبذور. ولقد وجد الصغير(1980م) [40] في دراسته لتأثير رياح القبلي على المحاصيل البعلية، أن أكثر المناطق ضرراً هي منطقتي المرج وبنغازي.

- ❖ وإذا كانت الرياح محملة بالرمال، كما هو الحال في المناطق الغربية والوسطى والجنوبية في ليبيا، فإنها قد تسبب جروحاً لأوراق النباتات، وتضر بالباذرات وقد تقتلعها من التربة أو تزيل أوراقها، وقد تزيل الرياح أجزاء من قلف الأشجار أو براعمها، وقد تدفن الرمال النباتات والأشجار جزئياً أو كلياً نتيجة ترسيب حبيبات الرمل التي تحملها هذه الرياح على النباتات، كما يحدث في بعض الأماكن المكشوفة في ليبيا.
- ❖ ومن أضرار الرياح الشديدة بصفة عامة أنها قد تسبب في إحداث تحورات في نمو النباتات، فقد تجعل النباتات قزمية أو شاذة التكوين، وقد تجعل نموها غير متماثل، حيث يحدث لبعض الأشجار التي تتعرض باستمرار لهبوب الرياح من اتجاه واحد أن تنمو البراعم فقط في الجانب المحمي من الرياح. ويؤدي ذلك إلى جعل ثقل الشجرة في هذا الجانب، ويجعلها سهلة الاقتلاع، ومن ثم الموت. هذا وقد تؤدي الرياح إلى رقاد النباتات وخاصة المحاصيل النجيلية مثل القمح والذرة وغيرها.
- ❖ وفي المناطق المجاورة للسواحل البحرية في ليبيا، فقد تحمل الرياح رذاذ المياه المالحة، وتلقي به على النباتات، وقد تؤثر هذه الأملاح على المحاصيل الزراعية وخاصة الحساسة منها، فتقلل من نموها ومن ثم تتأثر إنتاجيتها، ولكن يقل هذا التأثير الضار كلما بعدنا عن البحر جنوباً.
- ❖ أضف إلى ذلك ما لتأثير الرياح على تعرية الطبقة السطحية من التربة وخفض خصوبتها أو على ترسيب الرمال فوق الطبقات السطحية الخصبة نسبياً كما أوضحنا سلفاُ.

5. الرطوبة النسبية

تؤثر الرطوبة النسبية على المحاصيل الزراعية بعدة طرق أهمها:

- ❖ من خلال تأثيرها على سرعة وكمية الماء الذي يفقد من النباتات بواسطة النتح أو من التربة وسطوح المياه الحرة بواسطة البخر.
- ❖ كذلك لتأثيرها على سرعة تكاثر الأمراض والحشرات وانتشارها.
- ❖ كما تؤثر على مدى انتشار حبوب اللقاح.

والذي يهمنا هنا هو تأثيرها على معدلات النتح والبخر بصفة أساسية، فكلما قلت الرطوبة النسبية ازدادت معدلات النتح والبخر، ومن ثم تزداد الاحتياجات المائية للمحاصيل. ومن المعلومات السابق توضيحها في الفصل الثالث أن الرطوبة النسبية مرتفعة على الشريط الساحلي، حيث تصل في المتوسط في بعض المناطق (الجبل الأخضر) إلى أكثر من 80% ثم تنخفض تدريجياً كلما اتجهنا جنوباً، حيث تصل إلى أقل من 30% في الكفرة والسرير، وبذلك نستنتج أن الاحتياجات المائية لمحصول معين مثل القمح، يكون أكثر بكثير عندما يزرع في منطقة الكفرة عنه عندما يزرع في منطقة المرج في الجبل الأخضر.

4.3.6 عامل تضاريس سطح الأرض

بالرغم من أن التضاريس بصفة عامة تؤدي دوراً أساسياً في اختيار المحاصيل الزراعية لما لها من تأثير على المناخ المحلي والغطاء النباتي ونوعية التربة وظروف الرطوبة والحرارة المحلية بها، ومدى تعرضها للتعرية أو الانجراف وغيرها، فإن الذي يهمنا هنا هو أحد عناصرها الذي يتحكم في الأساليب التي يجب أن تتبع عند زراعة المحاصيل الزراعية، وخاصة المروية منها ألا وهو ميل سطح الأرض (Slope %). هذا ويرى الكثير من المشتغلين بعلم التربة أن ميل سطح الأرض هو أحد خصائص التربة المهمة التي تتحكم في اختيار المحاصيل الزراعية،

وكذلك في اختيار العمليات الزراعية التي يجب أن تتبع (استعمال الميكنة الزراعية من عدمه، ونوعية نظام الري، والتدابير التي تتعلق بحفظ التربة والمياه وغيرها). والجدول (22.6) يبين رتب ميول سطح الأرض (نوعية الميل ونسبة الميل)، وعلاقتها بمدى تعرض التربة للانجراف المائي ومدى إمكانية استعمال الميكنة الزراعية.

والجدول (23.6) يبين الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي بالمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بميول سطح الأرض.

جدول (22.6): رتب ميول سطح الأرض (نوعية الميل ونسبة الميل)، وعلاقتها بمدى تعرض التربة للانجراف المائي ومدى إمكانية استعمال الميكنة الزراعية*

الرتبة	ميل سطح الأرض			مدى تعرض التربة للانجراف المائي	مدى إمكانية استعمال الميكنة الزراعية
	ميل بسيط	ميل معقد	مدى نسبة الميل (%)		
أ	مستوي تقريبا	مستوي تقريبا	3-0	معدوم إلى قليل جداً(1)	لا توجد صعوبة مطلقاً
ب	مائل بسيط إلى متوسط	متموج	8-3	قليل إلى متوسط(2)	يمكن استعمال جميع الميكنة الزراعة بدون صعوبة تذكر
ج	مائل شديد	متدرج	16-8	متوسط إلى شديد(3)	توجد صعوبة كبيرة في استعمال الميكنة الزراعية الكبيرة والثقيلة
د	منحدر بسيط إلى متوسط	تلّي	30-16	شديد إلى شديد جداً(4)	يحتمل استعمال الميكنة الزراعية العادية ولكن الثقيلة لا يمكن
هـ	منحدر شديد	منحدر شديد	45-30	شديد جداً(5)	يمكن استعمال الميكنة الزراعية الخفيفة
و	منحدر شديد جداً	منحدر شديد جداً	45<	شديد جداً(6)	لا يستعمل بها أي نوع من الميكنة الزراعية

(1) لا تحتاج إلى تدابير حفظ التربة، (2) بعض الترب تحتاج إلى عمل مصاطب، (3) غالبية الترب تحتاج إلى عمل مصاطب أو تزرع تحت نظام الزراعة الشريحية، (4) تستعمل للأشجار مع عمل مصاطب، (5) تستعمل للأشجار في الترب الخصبة فقط أو المراعي وتشجير الغابات، (6) تستعمل فقط للتشجير بالغابات.

* **المصدر: [186]**

جدول (23.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي بالمحاصيل بصفة عامة نتيجة لتأثرها بميول سطح الأرض*

نسبة الميل (%)	الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي

	مع وجود مصاطب	بدون وجود مصاطب
3-0	0	0
8-3	0	5
10-8	5	10
30-10	15	25

* المصدر: **[188]**

5.3.6 عامل طبيعة المحصول

تتوقف إنتاجية المحصول على العديد من العوامل، منها العوامل الطبيعية أو البيئية، التي سبق أن تعرضنا لها سلفاً (مياه، تربة، مناخ، تضاريس)، حيث إنه قد يغل محصول ما إنتاجاً عالياً في منطقة معينة، في حين أنه يعطي محصولاً منخفضاً في منطقة أخرى، ومثال ذلك أن متوسط محصول هكتار من الكاكاوية في منطقة الزاوية يعطي 2,473 كجم، في حين أن الهكتار، يغل 568 كجم فقط في منطقة مصراتة [41].

ولكن مستوى الإدارة الفنية (استخدام التقنية في عمليات الري والتسميد ومقاومة الحشائش والآفات والحشرات الزراعية وغيرها من العمليات)، يؤثر تأثيراً كبيراً على إنتاج المحاصيل الزراعية. والجدول (24.6) يعطي مقارنة بين ما ينتجه الهكتار لعدد من المحاصيل في ليبيا وما ينتجه دول العالم النامية التي عادة ما تستعمل بها سبل الزراعة التقليدية، وبين ما يمكن إنتاجه إذا تطورت سبل ومستوى الإدارة الفنية لزراعة المحاصيل.

وحيث إن الإنتاج المحصولي هو محصلة لتفاعل التركيب الوراثي للمحصول مع العوامل الطبيعية أو البيئة خلال دورة حياته، وهذه العوامل بعضها يمكن التغلب عليها باستعمال مستوى مرتفع من الإدارة الفنية، وبعضها الآخر لا يمكن أن يتحكم فيه كالعوامل الجوية. يبقى لنا طبيعة المحصول نفسه بوصفه عاملاً من العوامل التي تتحكم في كمية الإنتاج

المحصولي.

جدول (24.6): مقارنة في كمية الانتاج المحصولي بالكيلو جرام للهكتار لعدد من المحاصيل في ليبيا ودول العالم النامية التي عادة ما تستعمل بها سبل الزراعة التقليدية، وبين ما يمكن إنتاجه إذا تطورت سبل ومستوى الإدارة الفنية لزراعة المحاصيل*

المحصول	كمية الانتاج المحصولي (كجم/هكتار)		ما يمكن إنتاجه تحت مستوى عالٍ من الإدارة الفنية (كحم/ هكتار)
	في الدول النامية	في ليبيا	
الذرة	1205	840	4000-3000
الكاكاوية	800	1440	2400-1200
الفول	440	1030	1500-500
القمح	1150	298 بعلي 2770 مروي	8000-5000
الشعير	1120	1920 بعلي	3000-1500
ذرة رفيعة	685	--	3000-2000
قصب السكر	45000	--	200,000-100,000
الأرز	1730	--	6000-4000
الموز	1200	--	60,000-40,000

* **المصدر: جمعت من عدد من المصادر لدى منظمة الفاو والمنظمة العربية للتنمية الزراعية.**

إن أهمية التركيب الوراثي للمحاصيل الزراعية ظهرت في السنوات الأخيرة عندما استعملت البذور المهجنة (Hybird Seeds)، وأعطيت إنتاجية محصولية عالية. حيث إن ارتفاع الإنتاجية وتحسين نوعية الإنتاج المحصولي ومقاومة هذه المحاصيل للأمراض وتحملها للجفاف وغيرها، كلها لها ارتباط بتركيبها الوراثي. والبحوث العلمية القائمة في هذا المجال والتي ستعمل مستقبلاً ستجيب على الكثير من الاستفسارات التي تتعلق بسلوك هذه المحاصيل. ولذلك، فإن القدرة الإنتاجية للمحاصيل تختلف من صنف إلى صنف داخل النوع الواحد من

المحصول، حيث إن الأصناف المختلفة للنوع الواحد من المحصول تختلف بعضها عن بعض في الكثير من الصفات، ومن ثم فإن اختيار التربة الجيدة والاهتمام بتطبيق جميع عمليات رعاية المحصول كالري والتسميد والخدمة ومقاومة الآفات وغيرها، لا يمكن أن تغطي على النتائج السيئة لزراعة صنف رديء من المحصول، يعطي غلة منخفضة رديئة الجودة.

4.6 أهم التحديات التي تواجه استدامة الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي في ليبيا

فضلاً عن محدودية المياه وتغير نوعيتها في العديد من المناطق في ليبيا، وخاصة الشمالية الساحلية منها، تتعرض الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي في ليبيا، لمجموعة من العمليات البيئية والأنشطة البشرية السلبية التي تسبب فقدها وتدهورها وتلوثها وتحولها إلى أراضٍ غير ملائمة للإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني، أو تخفض من إنتاجيتها، أو تقلل من استخداماتها. كما إن التغير المناخي وآثاره السلبية المحتملة في السنوات القادمة ستعزز من تلك التحديات. وكل ذلك له تأثير فعال على التنمية الزراعية المستدامة في ليبيا، ويمكن حصر عدد من التحديات الرئيسية، أهمها:

- ندرة المياه.
- التصحر وتدهور الأراضي.
- التغير المناخي.
- تلوث التربة والأراضي.

وأهمية هذه القضايا في ذاتها بالغة التأثير، فعندما تتعرض القدرات الإنتاجية للأراضي الزراعية والرعوية للخطر نتيجة تدهورها (التصحر، التلوث، قلة الموارد المائية وتدهور نوعيتها)، تتقوض أسس الأمن الغذائي. ومع ازدياد عدد السكان وارتفاع معدلات الاستهلاك، تزداد الفجوة بين إنتاج الغذاء واستهلاكه وازدياد الاعتماد على الاستيراد، وهذا يؤكد ويزيد من استنزاف المخزون من العملة الحرة للدولة. ولك أن تتخيل سوء العواقب، إذا ما أضيف لهذه التحديات عامل تغير المناخ السلبي المحتمل على الأراضي الليبية من تسارع للجفاف وزيادة موجات الجفاف وتسارع تدهور الأراضي وتصحرها والتغيرات في معدلات الحرارة، والتقلبات المناخية الشديدة (مثل: موجات الحر)؛ والتغيرات في الآفات والأمراض؛ والتغيرات في غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي وتركيزات طبقة الأوزون القريبة من سطح الأرض؛ والتغيرات في الجودة الغذائية لبعض الأطعمة؛ والتغيرات في مستوى سطح البحر. كل هذا يبرز أهمية التغيرات المناخية المحتملة على الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي [55، 70، 90]. وفيما يلي نستعرض أولاً وباختصار شديد تلك التحديات:

1.4.6 ندرة المياه (Water Scarcity)

من خلال استعراضنا للموارد المائية في ليبيا سابقاً (الفقرة 2.6)، يتضح أن مع تزايد حدة التغيرات المناخية، فمن المتوقع أن تشهد زيادة ملحوظة في التحديات المتعلقة بالموارد المائية، بما في ذلك توفير المياه العذبة الصالحة للشرب، وتلبية متطلبات الزراعة والصناعة وحماية الاستدامة البيئية، وإدارة الموارد المائية المشتركة على النحو المثالي. ومن المتوقع أيضاً أن تزداد الظواهر السلبية المتطرفة (جفاف، فيضانات... وموجات الحر الشديد والعواصف الشديدة)،

حاملةً معها انعكاسات سالبة على الموارد المائية المتاحة والنظم البيئية الهشة أصلا، وخاصة في المناطق الشمالية من ليبيا. إن العجز الكبير في الميزان المائي يتم تعويضه من الضخ المفرط من المياه الجوفية بالخزانات الساحلية. وينتج عن ذلك هبوط حاد في المنسوب وارتفاع في الملوحة، ومن المتوقع أن يزداد العجز في الميزان المائي حدة خلال السنوات القادمة نتيجة لتغير المناخ؛ وخاصة في الأحواض الشمالية، وهذا الوضع يشير إلى عمق المسألة المائية في ليبيا وآثارها السلبية على البيئة والتنمية، ومن ثم على السكان في البلاد [4،74].

2.4.6 تدهور الأراضي وتصحرها (Land Degradation and Desertification)

تشير الدراسات الحديثة في العالم أن التصحر ظاهرة مهمة لها آثار خطيرة على حياة البشر واقتصادهم، إذ يهدد التصحر سبل العيش لأكثر من مليار شخص يعيشون في 100 بلد في العالم، أما عربياً فإن الأراضي القاحلة تشغل حوالي 70% من مساحة الوطن العربي، وأن 20% من الأراضي الزراعية مهددة بالتصحر. ويخسر العالم 10 مليون هكتار سنوياً، وعربياً من 60,000 إلى 80,000 هكتار سنويا بسبب التصحر [52]. وتشير تقارير الأمم المتحدة إلى أنه لتلبية حاجة الفرد من الغذاء والكساء يتطلب 3 هكتار للفرد، وبسبب الأزمة البيئية التي يعيشها العالم وتهدد الأمن الغذائي العالمي من تعاظم التصحر وزيادة السكان في العالم إلى أكثر من 7 مليارات نسمة، فقد تراجع نصيب الفرد. أما عربياً فتراجع نصيب الفرد إلى أقل من 1.5 هكتار، حيث بلغ عدد السكان أكثر من 300 مليون نسمة، وهو ما تسبب بفجوة غذائية قاربت 44 مليار دولار [52].

وعلى الرغم من عدم توفر معلومات محلية عن حجم التصحر رقمياً في ليبيا (أي لا توجد بعد خرائط رقمية لتدهور الأراضي في ليبيا)، فإن نتائج تحليل أرشيف الصور الفضائية (GIMMS و SPOT) للسنوات من 1982 إلى2007م) لحساب مساحات المناطق المتغيرة في الغطاء النباتي في الدول العربية [86]، أظهرت أن حجم التصحر في ليبيا وصل 58 % في العام 2007م. كما نشر القصاص عام 1999م [46]، تقديرات عن درجة التصحر في أراضي الوطن العربي، فكانت في ليبيا كما يلي: 24 % من الأراضي الزراعية، و35 % من الأراضي البعلية، و80 % من أراضي المراعي، هي أراض متدهورة بدرجات متباينة، وهذه التقديرات نوعاً ما قديمة، والمتوقع الآن أن تزداد هذه النسب كثيراً.

وفي دراسة حديثة أجراها الزرقاني وآخرون (2022م) [194] تناولوا فيها تغيرات الغطاء النباتي واستخدامات الأراضي في شمال غرب ليبيا خلال فترة 30 عامًا الماضية من 1990م إلى 2020م باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية على منصة Google Earth Engine. وأظهرت النتائج أن 50.31% من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة كانت غير متغيرة خلال هذه الفترة، ولكن تغير 49.68% من المساحة المتبقية بشكل كلي. حيث شهدت المناطق الحضرية توسعاً مستمراً على مدار الوقت، وارتفعت من 176.39 كم^2 إلى 508.28 كم^2 خلال فترة الدراسة، على حين انخفضت مساحة الأراضي الزراعية المروية من 206.99 كم^2 إلى 178.37 كم^2. وأيضا شهدت مناطق الغابات والشجيرات المزروعة أعلى معدل انخفاض في الغطاء النباتي، وظلت مناطق المراعي قادرة على البقاء في حالة متزنة نوعا ما [194].

هذا وتتعرض جميع الأراضي الليبية، مثلها مثل الأراضي الجافة في الوطن العربي [68،46]، إلى أنواع مختلفة من التدهور ناتجة بصفة أساسية عن سوء إدارة واستخدام للموارد الطبيعية (المياه، والتربة، والغطاء النباتي)، ويشكلّ الجفاف عاملاً مساعداً ومؤكداً. وإن ما نشهده اليوم من سرعة تدهور الأراضي الليبية يعزى بصفة أساسية إلى زيادة الجفاف بسبب تغير المناخ والضغط السكاني المتزايد على الموارد الطبيعية، وهذا التدهور والتدمير للموارد الطبيعة في مناطق كثيرة من ليبيا، نتج عنهما انحسار مساحات الأراضي المنتجة (الزراعية والرعوية)، وانخفاض الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني، وفقد للتربة وزيادة في الجريان السطحي للمياه، وزحف للرمال وتكوين الكثبان الرملية، وظهور السطوح الصخرية على سطح الأرض، وتملح في التربة وتغدقها وتلوثها، وفقد الكثير من ثروة التنوع الحيوي وغيرها [68، 121].

ونظراً للآثار السلبية التي تخلفها ظاهرة تدهور الأراضي وتصحرها في ليبيا من الناحية الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، فقد أولت الدولة اهتماماً كبيراً بالتدهور الكبير الذي لحق بالموارد الطبيعية والبيئية، ودعت إلى تكثيف كل الجهود الوطنية لوقف أسباب التدهور بتطبيق السبل الملائمة لحماية الموارد الطبيعية والبيئية وصيانتها، وإلى وضع البرامج والأنشطة على المستوى الوطني وعلى المستوى المحلي للمناطق من أجل المحافظة على الأراضي وإعادة تأهيل المتردي منها بما يحقق الربط الأمثل بين متطلبات التنمية المستدامة ومكافحة التدهور ودواعي حماية البيئية، إلا أن هذه النشاطات توقفت كلياً طيلة السنوات الخمس عشرة الماضية بسبب عدم الاستقرار السياسي والأمني الذي تمر بها ليبيا الآن. ومن خلال المعلومات المتوفرة في

عدد كبير من المراجع منها [50، 59، 60، 68]. يمكن حصر أسباب تدهور الأراضي وتصحرها في ليبيا في عاملين هما: عامل المناخ والعامل البشري (الاستعمال غير المستدام للموارد الطبيعية):

1. عامل المناخ وتغيره

يؤدي عامل المناخ في ليبيا دوراً مهماً في نشوء الأنظمة البيئية الهشة (Fragile Ecosystems)، التي تتصف بضعف الغطاء النباتي وسيادة الترب غير المتطورة والترب الضحلة سهلة التعرية الريحية والانجراف المائي، وندرة الموارد المائية، وإن من أبرز خصائص هذا المناخ ما يلي:

- ❖ الانخفاض الشديد في معدلات الهطول المطري وعدم انتظامه، وهطول الأمطار العاصفة.
- ❖ تكرار دورات القحط (الجفاف) الطويلة والقصيرة.
- ❖ ارتفاع درجات الحرارة، وحدوث موجات الحرارة، واتساع المدى الحراري اليومي والسنوي.
- ❖ سيادة الرياح الشديدة ذات المنشأ القاري بشكلٍ أكبر من الرياح ذات المنشأ البحري.

وكل هذه المظاهر ستسوء أكثر بفعل الآثار المحتملة عن تغير المناخ، وستعمل على الإسراع من عملية تدهور الأراضي واستنزاف الموارد الطبيعية.

2. العامل البشري

إنّ لزيادة عدد السكان وارتفاع معدلات النمو وزيادة الكثافة السكانية والممارسات السلبية للعامل البشري أثراً متزايداً في تدهور الموارد الطبيعية والبيئية، وخاصةً في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية أو الاستخدام المكثف للأراضي.

ومن أمثلة سوء الإدارة وسوء استخدام الإنسان للموارد الطبيعية ما أورده بن محمود (2013م) [62] ما يلي:

أ. استنزاف الموارد المائية المحدودة في التوسع الزراعي غير المدروس

يعدُّ نقص المياه كماً وانخفاض نوعيتها من أهم الأسباب الرئيسة في حدوث تدهور التربة وتصحرها، في حين أن توافر المياه بالكمية والنوعية المناسبة هو الشرط الأساسي لمكافحة التصحر وإعادة التوازن البيئي للمناطق المتدهورة. ولقد أدى الضغط السكاني على الموارد المائية وسوء استعمالها في الكثير من المناطق بليبيا، إلى حدوث عجز كبير في الميزان المائي، وهبوط مناسيب المياه الجوفية في بعض هذه المناطق، فكانت النتيجة تداخل مياه البحر، وتدهور الواحات، وارتفاع نسبة الملوحة في كل من المياه والتربة، وهو ما شكل أضراراً كبيرة على إنتاجية الأراضي.

ب. استعمال مناطق المراعي الطبيعية والمناطق الهامشية في الزراعات البعلية

امتدت زراعة الحبوب إلى كثير من المناطق الرعوية في ليبيا في السنوات الأخيرة؛ وذلك نتيجة تنامي الطلب على الغذاء وانتشار الآليات الزراعية، حيث أسهمت زراعة هذه الأراضي الهشة التي تستقبل معدلاً مطرياً أقل من 200 ملم/السنة بدرجة كبيرة في القضاء على الغطاء النباتي الذي تتعذر إعادته تحت ظل تلك الظروف القاسية. وقد أدى ذلك إلى تفكك التربة وتعرضها للتعرية الريحية، والإسراع في تحويل تلك المناطق إلى كثبان رملية. والأمثلة على ذلك كثيرة نشاهدها في منطقة الهيرة والوطية ووشتاتة وغيرها [82].

ج. تحويل الأراضي الرعوية ومناطق الغابات إلى مزارع مروية

بازدياد الكثافة السكانية، ازداد الضغط على الأراضي الرعوية ومناطق الغابات الطبيعية والاصطناعية، وخاصة تلك المناطق القريبة من المدن الكبيرة مثل طرابلس والزاوية وبنغازي، وذلك بتوسيع الرقعة الزراعية في هذه المناطق وتحويلها إلى مزارع مروية. وقد ترتب على ذلك اقتلاع الأشجار الغابية والشجيرات الرعوية التي كانت تحمي هذه المدن من العواصف الترابية، حيث تعرّضت تلك المناطق لعوامل التعرية والتصحر.

د. الرعي المبكر والرعي الجائر

يتصف الغطاء النباتي في المناطق الرعوية في ليبيا بالضعف العام وانخفاض الإنتاجية وقلة الكثافة. لذلك فهي مراعٍ فقيرة منخفضة الإنتاجية الرعوية، ذلك أن غالبيتها تقع ضمن نطاق المناخ الجاف بين خطي تساقط الأمطار 50 إلى 200 مليمتر/السنة. وتشير الدراسات إلى أنّ الرعي الجائر والإدارة غير السليمة للموارد الرعوية في ليبيا، سببت تدهوراً في الغطاء النباتي الرعوي المستساغ، وخرجت مساحات كبيرة من دائرة الإنتاج وأصبحت غير كافية لتلبية احتياجات الثروة الحيوانية من الأعلاف، بالإضافة إلى سيادة العديد من الأنواع النباتية غير الصالحة للرعي (شوكية، وسامة)، وأنواع نباتية ذات كفاية إنتاجية متدنية، الأمر الذي أدى إلى تدهور النظم البيئية الرعوية، واختلال توازنها، وانهيار نظم الإنتاج الحيواني المعتمدة عليها.

هـ. إزالة الغابات

إزالة الغابات لغرض التحطيب أو صناعة الفحم أو حرق الغابات المتعمد هي أحد مسببات التصحر، كما يؤدي سوء استغلال الغابات واستنزافها، إلى انحسار العديد من الأغطية

النباتية الشجيرية وتراجعها، وهو ما أثر سلباً في بيئة هذه المناطق وتنوعها الحيوي، وساعد في تدمير العديد من موائل الأنواع النباتية والحيوانية، وزاد من عمليتي التعرية الريحية والانجراف المائي. ونتيجة للتقصير في تطبيق التشريعات الخاصة بالغابات في ليبيا، تقلصت أراضي الغابات الطبيعية والاصطناعية في السنوات الأخيرة؛ وذلك بسبب الممارسات البشرية الخاطئة مثل الحرق والتحطيب وتفاقم ظاهرة الرعي الجائر داخل مناطق الغابات، إضافة إلى الزحف العمراني المتسارع الذي قضى على معظم الغابات الاصطناعية التي أنشئت حول المدن الكبيرة وخاصة مدينتي طرابلس وبنغازي [27].

و. استعمال التربة غير الملائم وغير المرشد في الزراعات البعلية والمروية

يُعد استعمال التربة غير الملائم وغير المرشد من الأسباب الأساسية في تدهور الأراضي وتصحرها في كثير من مناطق التوسع الزراعي الأفقي التي تمت تنميتها بمناطق عديدة من ليبيا، ومن هذه الأمثلة:

- يؤدي وضع الترب الضحلة أو المحتوية على طبقاتٍ صماء تحتية تحت نظام الري الدائم إلى تغدقها.
- يُعرض استعمال المحاريث غير المناسبة لنوعية التربة إلى عوامل التعرية الريحية وتكوين الكثبان الرملية.
- تُشكل الحراثة في اتجاه الانحدار في الأراضي الواقعة على المنحدرات الجبلية مسالك مائية تسهم في فقد التربة عن طريق الانجراف المائي.
- يساعد استعمال المياه ذات الملوحة العالية لري المحاصيل في تسريع وتيرة تدني نوعية الأراضي وتملحها.

- يؤدي استعمال مقننات مائية عالية لري الترب الطينية القوام بدون وجود شبكات للصرف إلى تغدقها وتملحها.
- يؤدي استنزاف العناصر الغذائية من التربة بسبب الغسيل بمياه الري أو نتيجة عدم التسميد أو عدم اتباع الدورات الزراعية الملائمة إلى إجهاد التربة وتدهورها.

ز. فقدان التنوع الحيوي

تدهور الأراضي له وجه آخر يتصل بتدهور التنوع الحيوي، أي فقد عناصر من النباتات الطبيعية والحيوانات البرية التي تعجز عن البقاء قي ظل التدهور البيئي (التصحر والجفاف). هذا الفقد له أهمية خاصة على المستوى الوطني والعالمي [80].

ويتعرض التنوع الحيوي في ليبيا للعديد من التهديدات أهمها:

- تدمير الموائل وتجزئتها.
- الاستثمار الجائر للتنوع الحيوي.
- التلوث.
- الأنواع الغازية.

3.4.6 التغير المناخي Climate Change

1.3.4.6 تمهيد

مصطلح التغير المناخي متعدد التعاريف، فقد عرفته الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ في المادة الأولى، بأنه "يعني تغيراً في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة". ووفقاً لتعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير

المناخ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)، فإن التغير في حالة المناخ يمكن تحديده (على سبيل المثال، باستخدام الاختبارات الإحصائية)، من خلال التغيرات في متوسط و/أو تباين خصائصه، التي تستمر فترة طويلة، تكون عادة عقوداً أو أكثر. سواء كان هذا التغيير في المناخ بمرور الوقت، بسبب التقلب الطبيعي، أو نتيجة للنشاط البشري [88].

بدأ تغيّر المناخ على سطح الأرض منذ تكوّنها، أي قبل نحو 4.5 مليارات سنة، وذلك نتيجةً لعوامل طبيعية، مثل: الانفجارات البركانية، والتغيّرات في مدار كوكب الأرض، وحركة الصفائح التكتونية، وغيرها. فقد كان المناخ على الكوكب يتغيّر تقريباً كلّ مئة ألف عام بشكلٍ متزامن خلال مرحلتين؛ هما مرحلة الفترات الجليدية، ومرحلة ما بين الفترات غير الجليدية التي تتميّز بدرجات حرارة أكثر دفئاً، وذلك بسبب التغيّرات التي كانت تحدث في مدار دوران كوكب الأرض حول الشمس، إلّا أنّ ذلك لم يستمرّ طويلًا، فمنذ بداية الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر الميلادي أصبحت النشاطات البشرية – مثل حرق الوقود الأحفوري، وتغيير استخدامات الأراضي – السبب الرئيسي لتغيّر المناخ، إذ أدّت إلى ارتفاع درجات الحرارة على مستوى العالم بطريقةٍ سريعةٍ جداً [88].

وتعد مشكلة تغير المناخ قضية مهمة في عصرنا الحاضر، وذلك لما يترتّب عليها من آثار واسعة النطاق، مثل حدوث تغيّرات في درجات الحرارة، ومعدّلات هطول الأمطار، وأنماط الطقس، وهو ما يهدّد الإنتاج العالمي للغذاء، إلى جانب ارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات، الأمر الذي يؤدّي إلى زيادة خطر حدوث الفيضانات، وهذا يؤثّر بدوره سلباً على

كلٍّ من صحة الإنسان، والأنظمة الطبيعية والبيئية، ومصادر المياه، والمستوطنات البشرية، والتنوّع الحيوي، ويؤكّد التسارع غير المسبوق في تغيّر المناخ العالمي على مدى السنوات الخمسين الماضية، على أنّ المناخ يتأثّر بانبعاثات الغازات الدفيئة الصادرة عن الأنشطة البشرية [88].

ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تغير في ظروف استعمالات الاراضي الليبية مستقبلا، خاصة مع وجود تأثيرات تفاعلية على المناخ الإقليمي. حيث تظهر التأثيرات المناخية على ليبيا بشكل متزايد في الآونة الاخيرة والمتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة وتزايد موجات الحر في فصل الصيف، وتباين معدلات هطول الأمطار سواء في كميتها، أو في توزيعها. وقد يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم عمليات تدهور الأراضي من خلال زيادة تواتر نوبات الجفاف وشدتها، تغير أنماط الرياح، وحدوث تحولات في أنماط هطول الأمطار وتوزيعها الجغرافي، ما قد يؤدي إلى زيادة في حدوث فيضانات وسيول في بعض المناطق، وارتفاع مستوى سطح البحر، وغيرها من المشاكل البيئية.

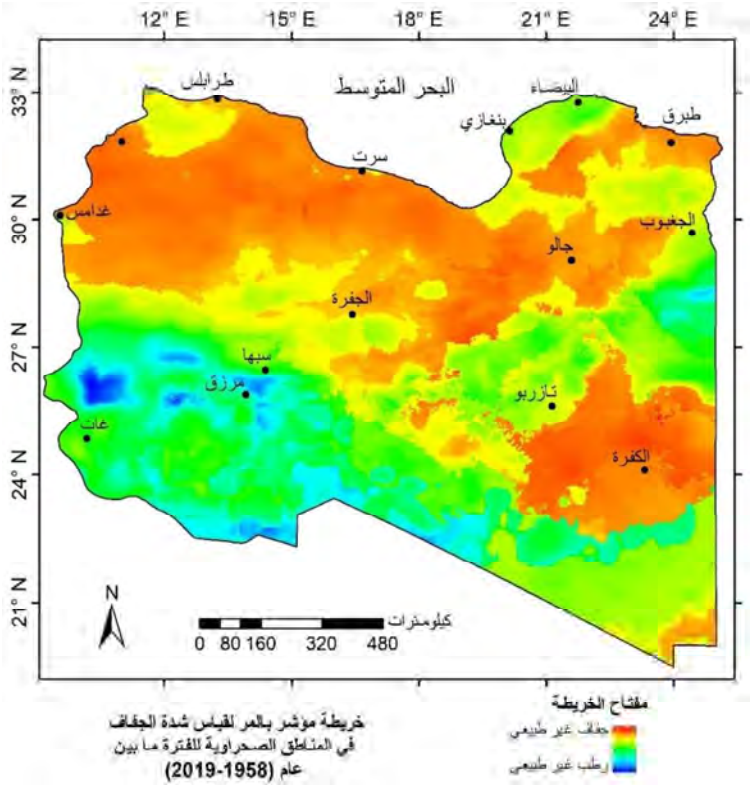
وفيما يلي نستعرض الظواهر الرئيسية السلبية التي يسببها تغير المناخ في ليبيا.

2.3.4.6 الآثار السلبية العامة المحتملة لتغير المناخ في ليبيا

1. الجفاف

الجفاف هو حدث "ميتيورولوجي" يتضمن انحباس هطول الأمطار لفترة زمنية معينة، وهو يؤدي إلى نقص في رطوبة التربة وفي كمية المياه المتاحة للنباتات، وهو ما يؤدي إلى عدم كفاية المياه المتاحة لسد الاحتياجات الزراعية (سواء في كميتها أو في توزيعها خلال فصل النمو) والذي سيؤدي إلى الحد من نمو النبات البيولوجي الكامل. وحسب ما يظهره مؤشر

"بالمر" لخطورة الجفاف (الشكل 2.6) فمن الواضح أن ليبيا تشهد تبايناً في درجة تأثرها بالتغير المناخي، حيث إنه على الرغم من تأثر اغلب المناطق بدرجة جفاف غير طبيعية، فإن بعض مناطق الجنوب الغربي تظهر تأثرا واضحا بدرجة من الرطوبة غير الطبيعية حسب المؤشر.

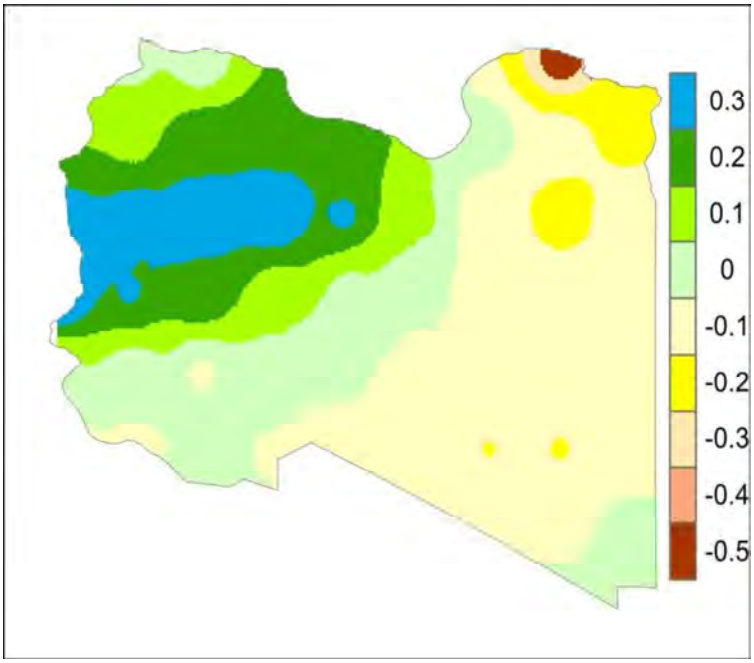


شكل (2.6): مؤشر بالمر لقياس شدة الجفاف للفترة ما بين (1958-2019م)

المصدر: **[29]**

كما أن الشكل (3.6) يبين الأنماط المكانية والزمنية لتصورات التغيرات المناخية لمؤشر شدة

الجفاف "لبالمر" (Palmer) (PDSI)، على ليبيا خلال موسم الأمطار أو الموسم الزراعي (سبتمبر – مايو) للفترة المناخية (2025–2050م)، بناءً على أعلى سيناريو للانبعاثات الكربونية (RCP8.5)، معتمدة في التقرير الخامس للهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC,2014)، المصدر: اتصال شفهي مع الدكتور خالد الفاضلي 2021م



شكل (3.6): يبين الأنماط المكانية والزمنية لتصورات التغيرات المناخية لمؤشر شدة الجفاف "لبالمر" (PDSI)، على ليبيا خلال موسم الأمطار أو الموسم الزراعي (سبتمبر– مايو) للفترة المناخية (2025-2050م)

المصدر: اتصال مباشر مع الدكتور خالد الفاضلي **2021م**

2. الفيضانات والسيول

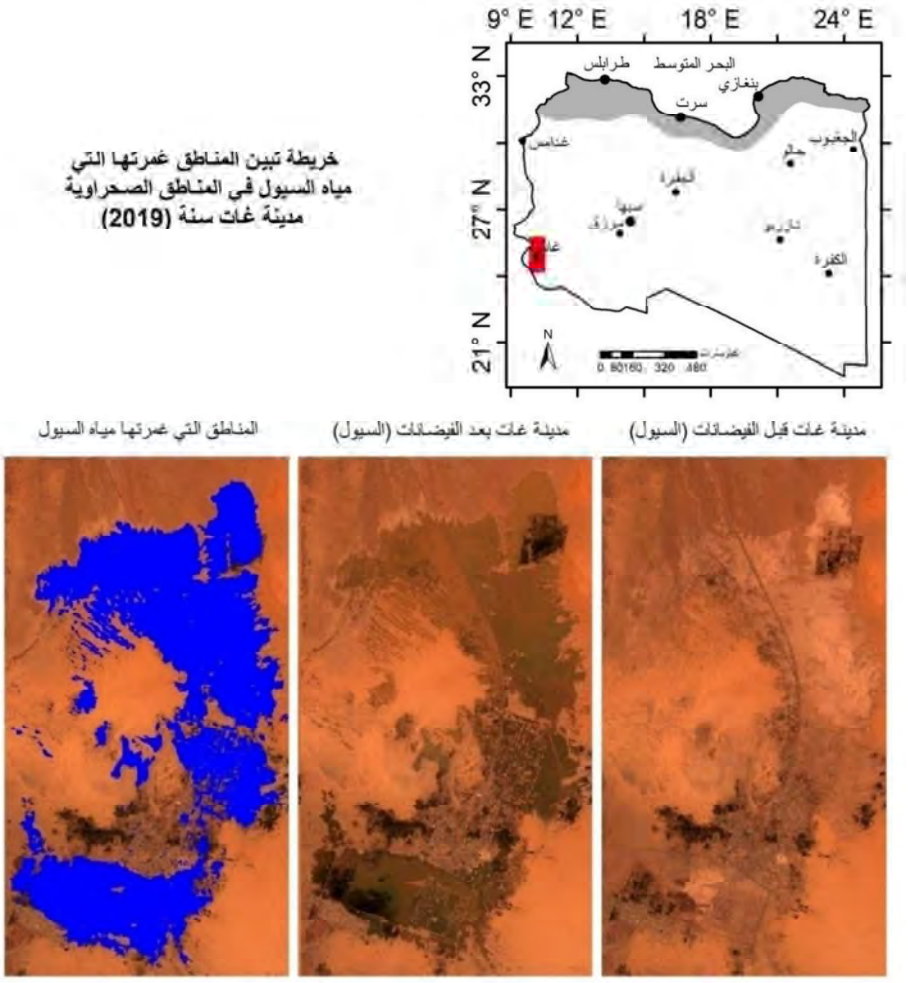
تُعدُّ الفيضانات والسيول من الكوارث الطبيعية التي تسبب الكثير من الخسائر في الأرواح

والممتلكات وتدمير للبنية التحتية. ذلك ان هطول كميات كبيرة من الأمطار في بعض فصول الشتاء، تودي إلى حدوث فيضانات وسيول ذات آثار سلبية مختلفة. وحسب ما يظهره مؤشر"بالمر" عن خطورة الجفاف في الشكل (2.6) من تأثر منطقة جنوب غرب ليبيا لموجة رطوبة غير طبيعية، فقد تعرضت مدينة غات لسيول شديدة نتيجة لأمطار غزيرة ضربت المدينة في الفترة ما بين 3–7 يوليو 2019م، وتسببت في نزوح أكثر من 4,000 شخص وتضرر أكثر من 20,000 نسمة، وقد غمرت مياه السيول مساحات شاسعة من المدينة بسبب موقعها الجغرافي في منطقة منخفضة بين جبال أكاكوس وجبال تاسيلي، كما بينتها صور الأقمار الاصطناعية (شكل 4.6)، والتي تقدر بحوالي 1,760 هكتار [195]، ولقد تكررت مثل هذه السيول والفيضانات في الجنوب الغربي والجوب الشرقي من ليبيا في العام 2024 م، كما تُعد السيول والفيضانات المدمرة التي تعرضت لها مدينة درنة والمناطق المجاورة في العام 2023 م وجهاً آخراً من الكوارث الطبيعية التي تسببها التغير المناخي الإقليمي.

3. ارتفاع مستوى سطح البحر

تشير الكثير من الدراسات إلى أن "الاحتباس الحراري" يؤدي إلى ارتفاع درجات حرارة الهواء والماء، ومن ثم يسبب في ارتفاع مستوى سطح البحر"، الأمر الذي سيؤدي إلى تغيير النظم البيئية المحلية والإنتاجية الزراعية في البلدان التي لديها ساحل على البحر المتوسط. وليبيا إحدى هذه الدول، وتملك أطول ساحل من بين هذه الدول، ويبلغ حوالي 1,770 كم، هذا وسيؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر إلى تآكل الشواطئ، وإغراق المناطق الساحلية المنخفضة، وإضعاف البنية التحتية الساحلية. حيث تظهر مخاطر ارتفاع مستوى سطح البحر

في المناطق الساحلية في ليبيا خسائر في مساحة الأرض تساوي 700 كيلومتر مربع بتوقعات 1 متر (تأثير منخفض)، و3,200 كيلومتر مربع بتوقعات 3 أمتار (تأثير متوسط)، و7,200 كيلومتراً مربعاً، بتوقعات 6 أمتار (تأثير عالٍ). ومن المتوقع أن تتأثر المدن القريبة من البحر عند ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متر واحد مثل زوارة ومصراتة ورأس لانوف والعقيلة والبريقة والزويتينة، وكلما زاد ارتفاع مستوى سطح البحر سيزيد من نسبة الضرر في هذه المدن [196]. ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع راجع [88].



الشكل (4.6): يبين مدينة غات قبل الفيضانات (السيول) وبعدها

المصدر: **[29]**

3.3.4.6 الآثار المحتملة لتغير المناخ على الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي

أظهرت نتائج الإحصاءات [51،76،47]، أن البلدان العربية، فقد أسهمت بنسبة

4.2% من مجموع الانبعاثات العالمية التي بلغت 33 ألف تيراغرام. أسهمت منها ليبيا وحدها بحوالي 50 تيراغرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. هذه المساهمة الصغيرة للمنطقة العربية والصغيرة جداً لليبيا، لا تتلاءم مع التأثيرات المتوقعة لتغير المناخ على المنطقة. كما خلصت أحدث التقييمات إلى أن المنطقة العربية بما فيها ليبيا، التي تدخل ضمن المناطق الجافة، هي شديدة التعرض لتأثيرات تغير المناخ بسبب مناخها الجاف. فإذا ارتفعت درجة الحرارة في المنطقة أو انخفض معدل تساقط الأمطار، اشتد الضغط على النظم الطبيعية والبيئية. وكما أفادت دراسات للنماذج المناخية في المنطقة العربية (ليبيا إحدى هذه الدول)، أن ليبيا ستواجه زيادة بمقدار 2–5.5 درجة مئوية في الحرارة السطحية مع نهاية القرن الحادي والعشرين. وسوف تتوافق هذه الزيادة مع انخفاض متوقع في تساقط الأمطار من 0 – 20 %. وهذه التغيرات المتوقعة سوف تجعل فصول الشتاء أقصر وفصول الصيف أشد جفافاً وأكثر سخونة، وسترفع وتيرة موجات الحر، وتزيد تكرار وقوع أحداث مناخية متقلبة ومتطرفة.

وإذا ألقينا نظرة عامة على التغيرات المناخية المتوقعة على المنطقة العربية التي تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد والنماذج الرياضية والتوقعات [69]، يمكن حصر أهم هذه التغيرات في:

- ❖ التأثير على الموارد المائية المتجددة والري.
- ❖ تأثير ازدياد الجفاف على التربة والزراعة والرعي والغابات.
- ❖ التأثير على التنوع الحيوي.

وفي ليبيا ما زالت الدراسات البحثية المتعلقة بتغير المناخ قليلة ومحدودة، بسبب وجود نقص هائل في القدرات العلمية والتقانة والمؤسساتية للتصدي للمشاكل التي يسببها تغير المناخ محلياً ومواجهتها. وإن إستراتيجيات التخفيف والتكيف مع التغيرات المناخية المتوقعة لم توضع بعد. ولذلك فإن دمج إجراءات وتدابير التكييف مع تغير المناخ، والتخفيف منه في إستراتيجيات وسياسات التنمية يقوي هذه الاستراتيجيات ويزيد فاعليتها ولمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى المصدر [88].

1. تأثير تغير المناخ على الموارد المائية والري

هذا التأثير يتركز أساساً في زيادة الانخفاض الشديد في معدلات الهطول المطري وعدم انتظامه، وهطول الأمطار العاصفة، وتكرار دورات القحط (الجفاف) الطويلة والقصيرة، وارتفاع درجات الحرارة، وحدوث موجات الحرارة، واتساع المدى الحراري اليومي والسنوي. وهذا كله يؤدي على المدى المتوسط والبعيد إلى تناقص موارد المياه السطحية التي هي أصلاً محدودة جداً، بالإضافة إلى تناقص كمية مياه تغذية الخزانات الجوفية السطحية في المناطق الشمالية، وهي الآن تعاني من استنزاف مفرط من قبل السكان، وهذا يؤدي إلى زيادة هبوطها وتملحها. وكل هذا يعمل على انخفاض كميات مياه الري في هذه المناطق، ويعمل على تقليص مساحات الأراضي المروية. كما تعد الفيضانات والسيول وجهاً آخر من تأثير تغير المناخ في ليبيا وخاصة في الجنوب الغربي، وهي من الكوارث الطبيعية التي تسبب الكثير من الخسائر في الأرواح والممتلكات وتدمير للبنية التحتية. ذلك أن هطول كميات كبيرة من الأمطار في بعض فصول الشتاء، تودي إلى حدوث فيضانات وسيول ذات آثار سلبية مختلفة

كما ذكر سابقا.

2. تأثير تغير المناخ على التربة والزراعة

تعد التربة أحد الموارد الأرضية الطبيعية الهامة، فهي الوسط الطبيعي التي تنمو فيه المحاصيل الزراعية والنباتات الطبيعية (نباتات المراعي والغابات)، حيث تعتمد النباتات بصفة أساسية على التربة في الحصول على الماء والهواء والغذاء، بالإضافة إلى الدور التي تقوم به في دعم وتثبيت النباتات طيلة مراحل نموها. وحيث إن التربة بصفة عامة تختلف في نوعيتها وخصائصها من مكان إلى آخر في ليبيا (مثلها مثل أي بلد في العالم)، وفق عوامل وعمليات تكوينها، لذلك فهي تختلف من حيث نوعية استخدامها، وإمكانياتها الزراعية، ومقدرتها الإنتاجية

(كما ذكرنا سابقا). والواقع أن جميع الأراضي المنتجة زراعياً هي أنظمة هشة قابلة للتدهور ومعرضة للتصحر إلى حد بعيد. وإن الآثار المترتبة على تغير المناخ، يتوقع لها أن تؤدي إلى ارتفاع في درجات الحرارة ونقص أكثر في معدلات الأمطار، مع زيادة موجات الجفاف، وهذا سيؤدي إلى نقص الإنتاجية الزراعية وتذبذب في الإنتاج. ويمثل التصحر وتدهور الأراضي وتغير المناخ المحتمل، التهديد الأكثر إلحاحاً للأراضي المنتجة في ليبيا بوجه عام، ومن المهم الإدراك أن التصحر وتدهور الأراضي هما ظاهرتان من صنع الإنسان، يضاعف تأثيرهما تغير المناخ.

وكما سبق أن أوضحنا، فإن الأراضي الزراعية هي التي تتساقط عليها كميات كافية من الأمطار (أكثر من 200 مليمتر/السنة) أو القريبة من مصادر المياه الجوفية المتوفرة. وإن الترب التي يمكنها أن تدعم الانتاج الزراعي إذا توفر لها الماء اللازم تمثل فقط 3% من مساحة

البلاد، وإذا ما تم التركيز على هذه الترب فقط، فنجد أن خواص هذه الترب تختلف من منطقة إلى أخرى، وأن بعضاً من خصائصها المرفولوجية والطبيعية والكيميائية تعيق استزراعها والانتاج الزراعي بها (مثل قوام التربة غير المناسب، وعمق التربة، ومحتوى التربة من الأملاح والصوديوم وكربونات الكالسيوم، وفقر التربة من العناصر الغذائية). وهذا يسبب قصوراً في الترب لإمداد النباتات بالاحتياجات الأساسية، ومن ثم فشل الإنتاج أو تدني معدلاته، وهذا ينجم عنه الحاجة إلى تطبيق إجراءات إدارة التربة من عمليات الاستصلاح والخدمة والري وإضافة الأسمدة والتسميد [68، 167]. وهناك تداخلات عديدة بين تقلبات المناخ وتغيراته وبين الزراعة. فالزراعة تتأثر بهبات المناخ، وتساهم في زيادة تقلباته وتغيراته، سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة، من خلال انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وانقطاع الدورات الطبيعية لكثير من العناصر والمياه، بسبب تدهور الأراضي وقطع الأشجار وغير ذلك. وبالإضافة إلى ما يقوم به المجتمع الدولي من دراسة الجوانب التقنية والعلمية، فإنه يتخذ الآن إجراءات أغلبها في مجال السياسات والقانون والمؤسسات، لإلزام البلدان باتباع أساليب وتشريعات جديدة تتعلق بقطاعي الزراعة والغابات. ذلك أن أنماط تقلبات المناخ لا تعدل إلا تدريجياً، فإن تغير المناخ يمكن أن يحدث دون أن يلحظه أحد لبعض الوقت. فتقلب المناخ ليس مؤذياً بالضرورة في حد ذاته، وإنما تنشأ المشكلة من الأحداث العنيفة، ومن الاضطراب الناجم عن صعوبة التنبؤ بالأحوال الجوية لأكثر من أسبوع أو نحو ذلك.

إن تأثير تقلب المناخ على جميع أشكال الإنتاج الزراعي معروف جيداً. فبحسب مستوى التنمية والتأثير التكنولوجي على المحاصيل، يمكن أن يعزى ما بين 10% إلى 100% من تفاوتات

الإنتاج في الأجل القصير إلى تقلبات الطقس. أما الخسائر المرتبطة بالتقلبات الأساسية في المناخ، فهي أكثر من تلك المرتبطة بالكوارث المحلية الهائلة المرتبطة بالطقس مثل: الأعاصير والفيضانات.

وأكد مؤتمر القمة العالمي للأغذية الذي عقدته منظمة الأغذية والزراعة في عام 1996م، وبالأخص خطة العمل الصادرة عنه، أن قاعدة موارد الأغذية والزراعة، ومصايد الأسماك والغابات، تتعرض للإجهاد، وتهددها مشكلات مثل التصحر، وقطع الأشجار، والصيد الجائر، وفقدان التنوع البيولوجي، وعدم كفاية المياه المستخدمة، وتغير المناخ. ولا شك في أن تغير المناخ قد يثير تقلبات تظل هي أحد الأسباب الرئيسية وراء عدم استقرار إنتاج الأغذية من سنة إلى أخرى. ويدخل ضمن تقلبات المناخ تغير وتيرة الأحداث الخطيرة. وسعياً وراء موجة التهديدات البيئية للأمن الغذائي، شجعت خطة العمل الصادرة عن مؤتمر القمة العالمي للأغذية مختلف الحكومات على مراعاة التأثيرات المتوقعة لتقلبات المناخ الطبيعية وتغير المناخ على كمية الأمطار ودرجة الحرارة عند وضع سياساتها للزراعة واستخدام الأراضي. وأمام هذا الواقع ونتيجة لخطورته، لا بد من القيام بالإجراءات الكفيلة بالحد من آثار تغير المناخ على الزراعة. ولكن التحدي الأساسي في جميع المناطق الجافة هو إدارة المياه بشكل صحيح للمحافظة على الماء واستخدامه بعناية عالية، والمحافظة على إنتاجية التربة، كما أن زيادة درجة الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون، وتوفر الرطوبة يمكن أن يلائم نمو الأعشاب والآفات والفيروسات والبكتريا والحشرات، وهو ما يؤدي إلى الإضرار بغلة المحاصيل المزروعة. ويُعد مرض الصدأ على القمح مثلا من الأمراض التي تُهدد الأمن الغذائي، وهو يزداد نتيجة للتغيرات المناخية.

إن التأثيرات المحتملة لتغير المناخ على الإنتاج الزراعي لن تعتمد على المناخ في حد

ذاته فحسب، وإنما ستعتمد أيضاً على الديناميكيات الداخلية للنظم الزراعية، بما في ذلك قدرتها على التكيف مع التغيرات المناخية، ويمكن أن نلخص التأثير السلبي لتغير المناخ على البلدان النامية في المناطق المدارية، فيما يلي [55]:

- ❖ فقدان الكربون المخزون في التربة؛
- ❖ تعديل أنماط تآكل التربة، وزيادة تدهور الأراضي؛
- ❖ تحركات بشرية، وزيادة انعدام الأمن؛
- ❖ فقدان التنوع البيولوجي، وتعديل تركيب أصناف النظم الإيكولوجية والتمثيل الغذائي؛
- ❖ هجرة الأصناف والنظم الإيكولوجية والمحاصيل والحيوانات إلى مناطق جديدة؛
- ❖ إدخال تعديلات على التفاعلات والتوازن فيما بين الأصناف، بما في ذلك الآفات والأمراض.

أما أثر التغير المناخي على موارد الأراضي الزراعية، فيتخلص فيما يأتي:

- ❖ تباطؤ عمليات نشوء التربة وتشكلها بسبب نقص الأمطار وارتفاع الحرارة.
- ❖ نقص الرطوبة في التربة وزيادة الاحتياجات المائية للمحاصيل.
- ❖ تدهور الأراضي وتناقص مساحاتها الصالحة للزراعة بسبب الجفاف.
- ❖ تسارع انجراف التربة تحت تأثير عوامل التعرية نتيجة لانخفاض نسبة التغطية النباتية.
- ❖ تدني إنتاجية الأراضي وتناقص الغلة بسبب الإجهاد الحراري وتكرار موجات الجفاف.
- ❖ تناقص الغذاء بسبب النقص في إنتاج الحبوب.

ولا بد من الإشارة هنا إلى خطورة تضافر التغير المناخي مع القوى الدافعة التي تؤدي إلى تسارع تدهور الأراضي وتصحرها مثل الضغط السكاني والتكثيف الزراعي والإدارة الزراعية غير الرشيدة. وهذا ما ينتج عنه أشكال مختلفة لتدهور الأراضي مثل:

- التدهور بفعل التعرية الريحية والانجراف المائي للتربة (ضياع التربة السطحية، تخريب سطح الأرض، ترسيب المواد المنقولة، زحف الرمال، تشكل الكثبان الرملية).
- التدهور الفيزيائي للتربة (الانضغاط، تشكل القشرة وانسداد المسامات، التجفيف، الغدق).
- التدهور الكيميائي للتربة (التملح، ضياع المخصبات، التلوث بالأسمدة والمبيدات).

ويؤدي تدهور الأراضي بسبب التغير المناخي كذلك إلى ندرة الأراضي الصالحة للزارعة وإنتاج الغذاء، وتقلص مخصصات الفرد الليبي من المساحة الزراعية مقارنة مع النسب العالمية. وهذا ما يؤدي بدوره إلى استمرار الهجرة من المناطق الطاردة إلى المناطق الجاذبة، وانتشار ظاهرة المناطق العشوائية، وتفاقم الضغوط على الأنظمة البيئية والمرافق العامة، وزيادة تلوث الهواء وتراكم النفايات.

3. تأثير تغير المناخ على المراعي

كما سبق توضيحه، إن القيم التقديرية لمساحات الأراضي الرعوية في ليبيا، حسب المصادر المرجعية المختلفة، هي ما بين 13–15 مليون هكتار، وإن مساحة الأراضي ذات الغطاء النباتي الطبيعي الفقير والفقير جداً (نسبة الانتشار من 1–4 % و4– 15 % على التوالي) تصل إلى حوالي 65 %. وتلعب الظروف البيئية دوراً هاماً في الإنتاجية العلفية الكلية للمراعي، وحسب التقديرات التي بنيت على أساس كميات الأمطار الهاطلة سنوياً، تم تقدير الإنتاجية العلفية الكلية للمراعي الطبيعية الموجودة شمال خط مطر 50 مليمتراً/السنة بحوالي 516 مليون وحدة علفية، وهذا يعني أن نسبة مساهمة المراعي الطبيعية من الاحتياجات

الغذائية لمجموع الحيوانات الرئيسية (أغنام، وماعز، وأبقار، وإبل) تقدر بحوالي 16%، بملاحظة أن ما تحتاج إليه الثروة الحيوانية بالبلاد يقدر بحوالي 3,367 مليون وحدة علفية في السنة. ومن هنا يستخلص وجود عجز في الاحتياجات العلفية يقدر بحوالي (1,854) مليون وحدة علفية في السنة، أو بما يعادل 55 % من المتطلبات الغذائية السنوية لمجموع الحيوانات الرئيسية. وهذا العجز الكبير عادة ما يكون على حساب قدرة إنتاج المرعى؛ الأمر الذي ترتب عنه الرعي الجائر والإخلال بالتوازن بين أعداد الحيوانات وكميات الأعلاف المتاحة بالمرعى [91،35،34].

إن زيادة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة وتسارع تدهور الأراضي الرعوية بسبب التغيرات المناخية المنتظرة، سيؤدي إلى تقلص مساحات الأراضي الرعوية واضمحلال الغطاء النباتي وتدني إنتاجيتها والتغير في تركيبة الغطاء النباتي وانخفاض مردودها. ومن هنا يتضح ضرورة تقليص الأعداد الحالية من الأغنام والماعز على هذه الأراضي، والتركيز على إنتاجيتها بأساليب التربية المغلقة والاعتماد على الأعلاف المصنعة المستوردة.

4. تأثير تغير المناخ على الغابات

كانت معظم الأراضي الليبية خلال العصور القديمة مغطاة بغابات طبيعية، إلا أن الظروف المناخية اللاحقة وتعدي الإنسان على البيئة عبر المراحل التاريخية التي مرت بها البلاد أدت إلى انحسار الغطاء النباتي الطبيعي بها. ولم يتبق من هذه الغابات إلا القليل، حيث تقدر المساحة التي تغطيها الغابات الطبيعية منذ عقود قليلة بحوالي 751 آلف هكتار أي تعادل 0.4% من مساحة البلاد الكلية التي تبلغ 176 مليون هكتار، منها حوالي 500 ألف هكتار

تتركز في منطقة الجبل الأخضر. أما المساحات الغابية الباقية فهي بقايا غابات طبيعية في مناطق متفرقة بالبلاد خصوصاً في الأودية. وكذلك هناك غابات اصطناعية، وهي المناطق التي تم تشجيرها. خصوصا حول المناطق الساحلية لغرض حمايتها من زحف الرمال والتصحر، وتقدر مساحتها بحوالي 354 ألف هكتار. والتقديرات الحالية للغابات الكلية في ليبيا تبلغ نحو 338 ألف هكتار أي 0.2% من مساحة ليبيا. (ولمزيد من المعلومات حول الغابات الطبيعية ومناطق التشجير في ليبيا (بين الحاضر والمستقبل) اقرأ المرجع [27].

إن تغير المناخ المتمثل في زيادة الجفاف وارتفاع درجة الحرارة، سيكون أيضاً تهديداً بالغاً للغابات في ليبيا، كما أن الحرائق الطبيعية والمصطنعة وتواترها، سيزيد من الخسائر الناجمة في الغابات. وقد شهدت غابات الجبل الأخضر العديد من الحرائق أدت إلى فقدان الهكتارات من الأشجار والشجيرات الغابية (شكل 5.6).

وكذلك نقص الأمطار وتذبذب هطولها سيكون عاملاً أساسياً في تدهور الغطاء النباتي الطبيعي بما فيها الغابات. ففي العام 2006م، ظهرت في الجبل الأخضر ظاهرة موت أشجار العرعر (وهذه الأشجار هي من أكثر الأشجار الغابية انتشاراً)، وهي الظاهرة نفسها التي حدثت في جبال العسير بالمملكة العربية السعودية، ومن خلال الدراسات المبدئية التي أجريت على هذه الظاهرة في جامعة عمر المختار(2010م) [71]، يعتقد أن هذه الأشجار تعرضت للجفاف، حيث لم تعد تصلها احتياجاتها المائية الكافية في بيئتها الطبيعية. وجاء في ملخص هذه الدراسة أن الأسباب ترجع إلى تناقص معدلات تساقط الأمطار، وإلى الرعي الجائر تحت أشجار الغابات، الذي أدى إلى غياب الغطاء النباتي العشبي، فعرض التربة إلى

الانجراف المائي، وقلل من قدرة حفظ التربة للمياه. وكل هذا شارك في ضعف الأشجار فأصبحت غير مقاومة للآفات والأمراض التي أدت إلى موتها (وبالنظر إلى خطورة هذه الظاهرة، فلا بد من مواصلة دراستها وإيجاد الحلول المناسبة للمحافظة على هذه الأشجار).

شكل (5.6) حرائق الغابات بالجبل الاخضر ونتائجها

ولا بد من الإشارة هنا إلى خطورة تضافر التغير المناخي مع القوى الدافعة إلى تقلص

مساحات الغابات الطبيعية أو مناطق التشجير، وذلك لأسباب منها الإدارة غير الرشيدة للغابات، ومنها زحف المدن والقرى على هذه المناطق، وقطع الأشجار والشجيرات الغابية لأغراض تحويلها إلى أراض زراعية (بعلية أو مروية) أو لغرض الاحتطاب. وهذا كله نتج عنه كل الأشكال المختلفة من تدهور لهذه الأراضي.

5. تأثير تغير المناخ على التنوع الحيوي

كما أشرنا في الفصل الثالث، إن ليبيا فقيرة من حيث التنوع الحيوي الطبيعي، ويعزى ذلك إلى الظروف المناخية والتضاريس. وإذا نظرنا إلى النباتات الليبية نجدها ليست غنية من حيث عدد الأنواع، كما هو متوقع مقارنة بالمساحة المترامية الأطراف لليبيا، حيث يقدر عدد أنواع النباتات الليبية حوالي 1,750 نوعاً، وتنمو حوالي 75% من مجموع النباتات الليبية في منطقة الجبل الأخضر. ويشتهر التنوع الزراعي في ليبيا بالأشجار المثمرة وبشكل أساسي في الزيتون والحمضيات والنخيل واللوز والتفاح والخوخ والتين والعنب، وفي محاصيل الشعير والقمح والذرة وبعض البقوليات. وتقوم معظم النشاطات الزراعية في القطاع الضيق الطويل الموازي لساحل البحر المتوسط، وفي بعض الواحات المنتشرة في المنطقة الداخلية، إضافة إلى مشاريع التنمية الزراعية الصحراوية التي تستعمل المياه الجوفية غير المتجددة.

هذا وسيواجه التنوع الحيوي الفقير أصلاً في ليبيا، تهديدات تغير المناخ المرتبطة بارتفاع سطح البحر، وارتفاع درجات الحرارة، وقلة هطول الأمطار السنوي، وهو أهم عامل بيئي، وما يترتب عنها من تأثيرات متنوعة. كما سيسبب تغير المناخ سلسلة من الآثار الجانبية على التنوع الحيوي، على اليابسة وفي البحر. وسيكون تغير المناخ تحدياً للنباتات والحيوانات المحلية

للتكيف مع الظروف المتغيرة، ويمكن أن تنتهي بعض الأنواع بسبب زيادة الإجهاد، وهو ما يؤدي إلى تقليل التنوع الحيوي، مثل المجتمعات الكائنة بالمنطقة الساحلية، وستكون الشعاب المرجانية عرضة للتهديدات نتيجة ارتفاع درجة حرارة سطح البحر والحموضة. هذه الضغوط ستكون أكثر على الأنواع المهددة بالانقراض، حيث يقدر أن حوالي 50 نوعاً من الأنواع النباتية والحيوانية مهددة أو ستكون نادرة، منها: 7 أنواع من الأشجار و13 نوعاً من الثدييات، و4 أنواع من الزواحف مهددة بالانقراض، وحوالي 43 نوعاً من الأسماك معرضة كذلك للانقراض، و41 من الطيور معرضة أيضاً للتهديد [88]، ويمكن أن يضاف إليها الأنواع الغازية التي توفر لها التغيرات في الموائل بيئة جديدة للانتشار الأمر الذي يهدد الأنواع المحلية. وقد سجل في ليبيا حوالي 29 نوعاً نباتياً دخيلاً، وعدد 73 نوعاً دخيلاً بحرياً على طول الشاطئ الليبي، وهذه ظاهرة يصعب التنبؤ بنتائجها على المدى الطويل [172].

وفي ظل تزايد درجة الحرارة، فمن المحتمل أن تقوم الأنواع الغريبة بتوسيع انتشارها [2]. ومع توقع ازدياد الأثر السلبي لتغير المناخ على موارد الأراضي واستخدمات الأراضي، فإن الأمر يتطلب تكاملاً في التعامل مع حالات تغير المناخ للحد من آثاره على القطاع الزراعي والبيئي بشكل عام، والتحرك باتجاه مواكبة التطورات الدولية في مجال تنفيذ أهداف التنمية المستدامة، والعمل على تنفيذ الأهداف الاستراتيجية للاتفاقيات الدولية البيئية، خاصة اتفاقية مكافحة التصحر والتخفيف من آثار الجفاف، واتفاقية التنوع الحيوي، التي تصب بمجملها في التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره السلبية، وتحسين حياة سكان المناطق المتأثرة، والمحافظة على النظم البيئية. يضاف إلى ذلك تبني خطط عمل وطنية وإقليمية

للتعامل مع أوضاع تغير المناخ لتقييم آثاره المختلفة، ووضع برامج التكيف والتخفيف، لكون هذه البرامج هي الوسيلة الفعالة للتصدي للآثار المحتملة لتغير المناخ، مع التركيز بصفة خاصة على تحسين إدارة الموارد الأرضية الطبيعية، والاستعداد لمجابهة الكوارث الناجمة عن تغير المناخ، ورفع مستوى التوعية العامة في هذا المجال [88].

4.4.6 تلوث التربة والأراضي Soil and Land Pollution

تتعرض التربة والأراضي في ليبيا للعديد من الملوثات، التي تُخفض إنتاجيتها أو تخرجها من الاستخدام الزراعي. وفيما يلي نستعرض أهم أنواع التلوث في ليبيا:

1. التلوث النفطي

التلوث النفطي هو من أكبر المخاطر التي تواجه البيئة عامة، والتربة على وجه الخصوص. حيث يحتوي النفط الخام على مركبات ضارة، تكون على شكل ملوثات نفطية عضوية وغير عضوية سامة، مثل مركبات الفينول ومركبات السيانيد والكبريتيدات، وأيونات المعادن السامة، والمواد الذائبة والعالقة، والمواد الهيدروكربونية. حيث تعمل هذه المركبات على تدمير التربة الزراعية الخصبة وتحويلها إلى تربة عقيمة (شكل 6.6). إن النفط المتدفق من الآبار يشجع نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة ونشاطها لتتحول المركبات الهيدروكربونية إلى مركبات عالية السمية، تؤثر بدرجة كبيرة على مجاميع الأحياء الدقيقة الأخرى المنتشرة في التربة، وهذا يؤدي إلى الحد من دورها في الاتزان البيئي (Environmental Equilibrium) [82].

هذا ويسبب احتراق النفط والغاز انبعاث العديد من الغازات شديدة السمية، ومنها

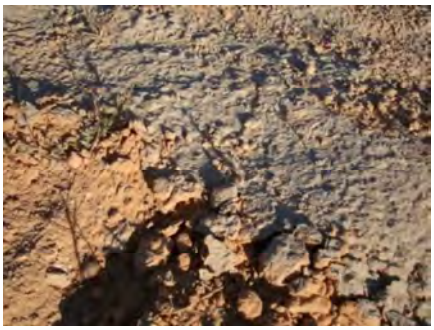
على سبيل المثال، غاز كبريتيد الهيدروجين واكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين، بالإضافة إلى انطلاق بعض العناصر المعدنية السامة، مثل الزئبق والزرنيخ والفناديوم. فعلي سبيل المثال، أشار بانانا وآخرون (2017م)، [115] أن منطقة أبو كماش في المنطقة الشمالية الغربية من ليبيا ملوثة بالعديد من العناصر السامة والمركبات البتروكيماوية، ويجب عدم استخدام التربة للزراعة حتى تتم معالجتها لضمان صحة الإنسان.

شكل (6.6): التلوث النفطي حول أحد آبار النفط

2. الاستخدام غير السليم للكيماويات

الكيماويات بجميع أنواعه هي من العوامل الرئيسية لتلوث التربة، فعادة ما ينتج عنها مستويات عالية من التلوث مثل ما يلاحظ في كثير من الأحيان عند صبّ سيارات نقل مياه المجاري على الأراضي الزراعية، أو أن تُكبّ مواد تحتوي على أنواع مختلفة من البطاريات وغيرها، وتحتوي على مواد كيميائية سامة في مكان غير مخصص لذلك، وغيره من السلوكيات السلبية التي تضر البيئة. كما أن الإفراط في استعمال الأسمدة الحيوانية والكيميائية ينتج عنه

مستويات عالية من الملوثات، فعلى سبيل المثال، تحتوي الأسمدة الفوسفاتية على نسبة من الكادميوم الموجود بشكل رئيسي في صخور الفوسفات، كما تحتوي بعض أنواع الأسمدة الأخرى على مستويات عالية من النحاس والزنك. كما تسهم المبيدات بمختلف أنواعها (المبيدات الحشرية، ومبيدات الأعشاب، ومبيدات الفطريات) في تلوث التربة. فعلى سبيل المثال، ستصل المبيدات الحشرية التي تستخدم على بذور الأشجار والأوراق إلى التربة، وهو ما يؤدي إلى تراكم رواسب هذه المبيدات فيها عبر الزمن، وهو ما يحدث آثاراً ضارة على صحة الإنسان الشكل (7.6).



أ. التلوث بمياه المجاري

ب. التلوث بالكيماويات

ج. التلوث بالأسمدة

الشكل (7.6): يبين الاستخدام غير السليم للكيماويات

3. تلوث الناتج عن غبار مصانع الأسمنت

تعد مصانع الإسمنت أحد مصادر التلوث في ليبيا، حيث تنتج هذه المصانع العديد من الملوثات الغازية والصلبة من خلال مداخنها التي ترتفع بحوالي 20 متراً عن سطح الأرض. وعلى الرغم من استخدام بعض أنواع وسائل الحماية من التلوث بالغبار في هذه المصانع، مثل حقائب اصطياد الغازاتAir bags))، فإنها فعليا لا تعمل بكفاية تامة. وهذا يمكن ملاحظته بسهولة من خلال حجم الملوثات الصلبة المتراكمة في المناطق المجاورة لهذه المصانع [87]. ويتكون الإسمنت من ثلاث مواد خام أساسية، هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الجيري، والسيليكا (الموجودة في الطين والرمل)، والألومينيوم.

كما أن الغبار المتصاعد يحتوي أيضا على العديد من الأكاسيد مثل: أكاسيد الكالسيوم، والماغنسيوم، والسيلكون، والحديديك، والألومنيوم [100]. ويؤدي هذا الغبار إلى انخفاض طول نمو الأشجار وعدد الأوراق ووزنها ومساحتها، حيث يترسب الغبار على أوراق الشجر، فيسد الثغور في الأوراق ويقلل من التبادل الغازي، فتتكون طبقة ناعمة تؤدي إلى تساقط الأوراق وجفاف النباتات، وموت أجزاء من الأشجار، وأحيانا ما نؤدي أيضا إلى انخفاض إنتاجية النبات والتربة [42]. حيث تشير الدراسة التي قام بها مليطان وآخرون (2013م) [166] في المنطقة المحيطة بمصنع الأسمنت زليتن، إلى أن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (درجة التفاعل ومحتوى الماء والمواد العضوية) تحت تأثر قوي بغبار الأسمنت الذي استقر على التربة من المصنع (شكل 8.6).

4. النفايات الصلبة

تعد النفايات الصلبة بمختلف أنواعها من بين المسببات الرئيسة في تلوث البيئة، نظرا لاحتوائها على الكثير من المواد السامة (العناصر الكيميائية والمعادن الثقيلة). ويعد هذا النوع من التلوث (التلوث الكيميائي) أحد العوامل الأساسية لتلوث التربة. وعادة ما تصل هذه المواد الكيماوية إلى التربة عن طريق القمامة أو مخلفات الصرف الصحي غير المعالجة للمناطق الحضرية. وعلى الرغم من أن النفايات الحضرية تختلف في مكوناتها عن النفايات الصناعية، فإنها تشكل تهديداً حقيقياً للتربة، لأنها غير قابلة للتحلل بسهولة.

الشكل (8.6): الغبار الناتج عن مصانع الأسمنت

هذا ويسبب الري بمياه الصرف الصحي غير المعالج تغيّرات جذرية في التربة، ومنها تغيرات فيزيائية، مثل: قدرة التربة على الرشح، وتغيّر محتوى الدبال في التربة، والمسامية، بالإضافة إلى العديد من التغيّرات الكيميائية، مثل: التفاعلات الحاصلة في التربة، وقاعدية التربة، والملوحة، وكمية ووفرة العناصر والمغذيات كالنيتروجين، والبوتاسيوم، والفسفور، كما قد تتلوث التربة بسبب تراكم عدد من المعادن كالرصاص، والزنك، والكادميوم، والنيكل فيها (الشكل 9.6).

شكل (9.6): التلوث بالمواد الصلبة

الفصل السابع

تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة وتطبيقاتها في مجالات موارد التربة، واستخدمات الأراضي وتخريطها

7. تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة وتطبيقاتها في مجالات موارد التربة، واستخدمات الأراضي وتخريطها

1.7 تمهيد

يشير مصطلح الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) إلى استخدام أجهزة استشعار تعمل عن بعد (Remotely operated sensors) لقياس سطح الأرض ورصده ومراقبته. ويمكن تركيب هذه المستشعرات (Sensors) على الأقمار الصناعية (Satellites) أو الطائرات (Aircraft) أو الطائرات بدون طيار (Unmanned Aerial Vehicles/Drones) واستخدامها لجمع البيانات حول سطح الأرض في أشكال مختلفة، بما في ذلك الصور والارتفاع والمعلومات الطيفية (Spectral Information).

ونظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems) واختصاراً (GIS)، هي أنظمة قائمة على الحاسوب تتيح للمستخدمين جمع البيانات والمعلومات الجيومكانية وصيانتها وتخزينها وتحليلها وإخراجها وتوزيعها. هذا وكثيرا ما يحدث لبس بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وبين نظام تحديد الموقع العالمي (Global Positioning System) واختصاراً (GPS)، ربما بسبب تشابه المصطلحين. ونظام (GPS) هو تقانة تستعمل الأقمار الصناعية للحصول على بيانات تحدد موقعنا على الأرض بدقة بالغة (غالباً إحداثيات الطول، العرض، الارتفاع، والزمن). أما نظم المعلومات الجغرافية فهي أنظمة تؤدي مهام أكثر تعقيداً من الناحية التحليلية والمعالجة، بالاعتماد على مدى دقة المدخلات ويتحصل عليها من أنظمة أخرى، مثل تحديد الموقع العالمي (GPS) وغيرها، وتخزينها في

قاعدة بيانات ضخمة لمعالجتها.

ويمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لرسم الخرائط وتحليل البيانات وإجراء التحليل المكاني، فتكون مفيدة في مجموعة متنوعة من المجالات، بما في ذلك موارد التربة واستخدامات الأراضي. وغالباً ما تستخدم ايضا برامج اخرى متخصصة، جنباً إلى جنب، مع نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، للتحليل وتفسير البيانات التي تم جمعها. وعلى سبيل المثال، قد يستخدم علماء التربة برمجيات لتحليل الخصائص الكيميائية والطبيعية للتربة أو لنمذجة تأثيرات ممارسات استخدام الأراضي المختلفة على إنتاجية التربة. أضف إلى ذلك، يمكن استخدام برامج التحليل الإحصائي وغيرها، لتعزيز قدرات هذه التقانات على تحليل البيانات والمعلومات المتحصل عليها بتحليل أكثر تفصيلاً ودقة.

وفي مجال موارد التربة، يمكن استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، لرسم خرائط تصنيفية، وتقييم إنتاجية التربة وخصائصها، بما في ذلك محتواها من المغذيات النباتية، ودرجة الملوحة بها، واحتمالات تعريتها أو انجرافها وغيرها. حيث يمكن استخدام هذه المعلومات لتحسين ممارسات استخدام الأراضي واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن أفضل طريقة لإدارة موارد التربة وحمايتها. هذا ويمكن أيضا استخدام هذه التقانات في مجال استخدام الأراضي، لتحديد أنواع الغطاء الأرضي/النباتي المختلفة، ورسم خرائط لها، مثل الغابات والأراضي الزراعية والرعوية والمناطق الحضرية. حيث يمكن استخدام هذه المعلومات لتقييم تأثير استخدام الأراضي على البيئة من خلال المساعدة في توجيه قرارات تخطيط استخدام الأراضي لدعم صناع القرار في تطوير الاستراتيجيات (الخطط الاستشرافية)،

والسياسات لتعزيز التنمية المستدامة في البلاد.

وبشكل عام، فإن تطبيقات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرامج المتخصصة في مجالات موارد التربة، واستخدامات الأراضي، ورسم الخرائط، والتنمية المستدامة، هي عديدة ومتنوعة. كما يمكن استخدامها لرصد التقدم المحرز في مشاريع التنمية المستدامة ولتحديد المجالات التي تحتاج إلى دعم إضافي. حيث تتيح لنا هذه الأدوات فهم موارد كوكبنا وإدارتها بشكل أفضل واتخاذ قرارات سليمة وعملية حول كيفية استخدام هذه الموارد والحفاظ عليها للأجيال القادمة.

وفيما يلي نستعرض بصورة موجزة تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة، وتطبيقاتها في موارد التربة واستخدامات الأراضي، ونركز بصفة خاصة على تطبيقاتها في مجاليْ تقييم الأراضي والتنبؤ المكاني بخصائص التربة:

2.7 الاستشعار عن بعد

تقانات الاستشعار عن بعد هي من بين أحدث الاختراعات في التقانة الحديثة، ويستخدم للكشف عن أسرار الأرض من الفضاء. ويعتمد هذا الأسلوب على قياس الأشعة الكهرومغناطيسية التي تعكس من الموارد الطبيعية المدفونة في الأعماق أو الموجودة على سطح الأرض. وعلم الاستشعار عن بعد هو من علوم القرن العشرين الحديثة، التي استحدثت في بادئ الأمر استجابة للطلب الحاد عليها إبان الحربين العالميتين الأولى والثانية، حيث استخدمت لأغراض عسكرية، منها الاستطلاع وكشف تحركات مجاميع الجنود والتعرف على طبيعة طوبوغرافية الأراضي حتى يتسنى وضع الخطط التفصيلية العسكرية. والجدول (1.7)

يبين التسلسل التاريخي لعلم الاستشعار عن بعد [128].

جدول (1.7): التسلسل التاريخي لعلم الاستشعار عن بعد [128]

السنة	الحدث
1800	اكتشاف الأشعة تحت الحمراء بواسطة السير وليام هيرشل
1839	بداية ظهور الصور الفوتوغرافية (الضوئية)
1860-1850	التقاط صور فوتوغرافية من المناطيد
1909	التقاط صور فوتوغرافية من الطائرات
1918-1914	الحرب العالمية الأولى: الاهتمام بالاستكشاف الجوي
1930-1920	التطورات والتطبيقات البدائية للصور الجوية، وبداية ظهور علم المساحات التصويرية
1939-1929	الكساد الاقتصادي العالمي أدى إلى ظهور مشكلات بيئية دفعت الحكومات لاستغلال تقانة التصوير الجوي لمعالجة هذه المشكلات
1945-1939	الحرب العالمية الثانية: تخللتها استخدامات لنطاقات الأشعة غير المرئية لأغراض التجسس والتخطيط العسكري، بالإضافة إلى تدريب مكثف للعناصر البشرية لمعالجة الصور وتحليلها
1960-1950	الحرب الباردة: أبحاث عسكرية مكثفة وتطورات سريعة في حقل الاستشعار عن بعد
1956	دراسة كولويل (Colwell) لإحدى الآفات الزراعية باستخدام صور جوية تبين انعكاسات الأشعة تحت الحمراء لسطح الأرض.
1970-1960	بداية استخدام مصطلح "الاستشعار عن بعد". وإطلاق أول قمر صناعي للأرصاد الجوية
1972	إطلاق أول قمر صناعي من سلسلة أقمار لاندسات (Landsat) لدراسة سطح الأرض
1980-1970	تطورات سريعة في معالجة الصور الرقمية
1986	إطلاق القمر الصناعي الفرنسي سبوت لمراقبة سطح الأرض
خلال فترة 1980	تصميم المستشعرات ذات النطاقات الإشعاعية الكثيرة (Hyperspectral Sensors)
خلال فترة 1990	ظهور أنظمة الاستشعار عن بعد العالمية

هذا ولقد استخدم مصطلح علم الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) لأول مرة في عام 1960، وحتي ذلك العام كان يعرف بمصطلح دراسة الصور الجوية وتحليلها

(Air Photo Interpretation)، وكان يُقصد بالصور الجوية تلك الصور الفوتوغرافية التي تلتقط بواسطة الطائرات. ومن هنا تمحورت الدراسة في هذا العلم حول المساحة الجوية أو التصويرية (Photogrammetry) التي تعني تحليل الصور الجوية بهدف إنشاء الخرائط، والتعرف علي الظواهر الأرضية.

هناك تعاريف مختلفة لمصطلح الاستشعار عن بعد، كلها تدور حول المفهوم الأساسي الذي هو جمع المعلومات والبيانات من مسافة (بعد). ومن هذه التعاريف، التعريف الذي ورد في كتاب جيمس كامبل (James Campbell) (2008م) [127]، الذي يعرف علم الاستشعار عن بعد بأنه علم استخلاص المعلومات والبيانات عن سطح الأرض والمسطحات المائية باستخدام صورة ملتقطة من أعلى، وذلك بواسطة تسجيل الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من سطح الأرض، ومن الأمثلة التوضيحية والقريبة إلينا لمبدأ الاستشعار عن بعد، حاسة البصر لدى البشر، حيث تكشف العين معلومات هائلة عن طبيعة الأشياء والظواهر وذلك فقط من خلال النظر من دون أي تلامس. كما هو الحال في الأقمار الصناعية حيث يلعب التفاعل بين الأشعة الكهرومغناطيسية مع المواد المكونة لسطح الأرض لانعكاس درجات معينة من هذه الطاقة تختلف حسب طبيعة كل مادة، تُحفظ هذه البيانات على هيئة حزم ضوئية (Bands) على شريط الطيف الكهرومغناطيسي.

ويمكننا أيضا تعريف علم الاستشعار عن بعد بأنه فن الحصول على البيانات الأرضية والجوية بدون الاتصال المباشر بين الجهاز الذي يجمع البيانات عن جسم أو مساحة أو ظاهرة مطلوب دراستها أو مراقبتها دون الاحتكاك المباشر بها. هذا ويعتمد علم الاستشعار

عن بعد على استنتاج المعلومة عن جسم ما أو ظاهرة ما بتحليل الطاقة التي تصل إلى هذا الجسم أو الظاهرة أو تصدر منها، فالطاقة الكهرومغناطيسية، هي من أهم مجالات ومكونات نظام الاستشعار عن بعد. وعندما تصدر هذه الطاقة من الشمس وتسقط على جسم ما، فهي تتفاعل معه، إما أن تمتص أو تنتقل أو تنعكس أو أن تنبعث. والطاقة المنعكسة والمنبعثة، هي التي تُستخدم لاستكشاف أو استبيان الجسم والظاهرة، التي يتم البحث عنها، وتستقبلها الأجهزة الخاصة التي تستخدم في الاستشعار عن بعد.

شهدت تقانات الاستشعار عن بعد تطوراً كبيراً خلال فترة الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، حيث تم تحميل المعدات التصويرية من مستشعرات (Sensors) وأنظمة تحديد المواقع (Global Navigation Satellite System) على الأقمار الصناعية، بعد أن كانت فقط تُحمل على الطائرات، وهذا أضاف قدرة على مراقبة مساحة أكبر من سطح الأرض، وخارج الحدود الوطنية للدولة المالكة للقمر الصناعي، وذلك خلال فترات زمنية منتظمة، وبحسب الحاجة، الأمر الذي أعطى أفضلية نوعية للصور الملتقطة من الأقمار الصناعية عن نظيرتها الملتقطة من الطائرات. وخلال هذا العقد أيضاً تم إطلاق أول قمر صناعي أمريكي للأرصاد الجوية في عام 1960م، وتم إطلاق أول قمر صناعي مدني أمريكي لرصد ومراقبة سطح الأرض، "لاندسات" (Landsat)، في عام 1972م.

بالإضافة إلى ذلك، وفي ظل التطور التقاني في مواصفات الحواسيب، تم الانتقال من الصور التقليدية (Analog) إلى الصور الرقمية (Digital)، التي أطلقت البادرة الأولى لمراكز البحوث والجامعات ووكالات الفضاء لدخول سباق التنافس في كسب براءة الاختراع في بناء

البرمجيات واللوغاريتمات التي تساعد على استخراج المعلومات النوعية، وتساعد في فهم وتفسير الصور بشكل أسرع وأكثر دقة وثباتاً، حيث تمكنت هذه البرمجيات استنباط معلومات خارج نطاق قدرة العين البشرية في تفسير الصور، بالتزامن مع قدرة المستشعرات على التقاط البيانات خارج الضوء المرئي مثل الأشعة تحت الحمراء والميكروويف على خط الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي.

هذا التطور البحثي والتقاني في علم الاستشعار عن بعد، لم يكن محدوداً فقط في مجال البرمجيات التحليلية، بل تطور أيضاً في مجال المعدات التصويرية للأقمار الصناعية. فتم استحداث مستشعرات فعالة (Active Sensors) يمكن الاعتماد عليها في الإضاءة اللازمة لعملية التصوير، باستخدام باقة أطياف الميكروويف التي تمتاز بقدرتها على اختراق الغيوم والغبار. وقد أطلق أولها في سنة (1987م)، وكان يحمل اسم (SeaSat)، وكان مزودا بلاقط يعمل بالرادار (Synthetic Aperture Radar)، في حين كانت بداية الأقمار الصناعية تعتمد على مستشعرات غير فعالة (Passive Sensors)، تعتمد فقط على أشعة الشمس للتصوير خلال النهار.

اكتسبت تقانات الاستشعار عن بعد اهتماماً متزايداً نتيجة للتوسع الملحوظ في مجالاته التطبيقية وتطوراته التقانية العملية، سعياً للكشف عن خبايا الأرض من الفضاء، والمساعدة في تحديد المشاكل البيئية وفهمها، وتقديم الحلول المناسبة لبيئة مستدامة تلبي طموحات البشر. فقد وفرت التطبيقات المختلفة للاستشعار عن بعد، المعلومات اللازمة لتحسين صياغة القرارات في مجالات عدة في إدارة المنظومة البيئية (Ecosystem) وإدارة

الموارد الطبيعية والتخطيط الاقتصادي والطبيعي ومراقبة التلوث، الأمر الذي جعل من الاستشعار عن بعد أداة تقنية تستطيع المساهمة في عمليات صنع القرار ومراقبته تنفيذه. وسنسرد لكم على سبيل المثال لا الحصر بعضاً من تطبيقات تقانات الاستشعار عن بعد، منها:

- رسم خرائط الغطاء الأرضي/ النباتي، واستعمالات الاراضي ودراسة التغيير فيها.
- مراقبة المساحات الخضراء والكشف عن الآفات والأمراض النباتية.
- دراسة أنواع التربة المختلفة وتقدير مقدرتها الإنتاجية ومدى صلاحيتها للاستخدامات الزراعية.
- دراسة المسطحات المائية وتوجيه استغلالها بجدوى أكبر، بالإضافة إلى البحث عن المياه الجوفية.
- دراسة الظواهر الجيولوجية والتصحر والمساهمة في عمليات التنقيب عن النفط والغاز.
- إدارة الكوارث والأزمات عن طريق أجهزة الإنذار المبكر، مثل رصد البقع النفطية وتوقع اتجاهها.
- تحليل الأوبئة وتحديد المناطق الخطرة والوقاية من الأمراض.
- دراسة التغيرات المناخية على مستويات مختلفة ومراقبتها، وأثرها على البيئة.
- التعرف على المناطق الأثرية والمساعدة في اكتشاف المغمور منها تحت سطح الارض.
- تحليل مواقع الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والمياه وتحديد المناطق التي تتوفر فيها هذه المصادر بكفاية عالية.

3.7 نظم المعلومات الجغرافية

1.3.7 لمحة تاريخية عن نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها

بنظرة تاريخية خاطفة نجد أن نظم المعلومات الجغرافية بدأت في كندا عام 1964م على يد روجر تومنلسون، ويلقب أحيانا بأبي نظم المعلومات الجغرافية، وهو متخصص في مجال جغرافية التربة وتصنيفها. وخلال فترة السبعينيات زاد عدد الشركات المتخصصة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وشهدت فترة الثمانينيات زيادة في الميزانية المرصودة للهيئات الحكومية والشركات الخاصة لنظم المعلومات الجغرافية في العالم، وكذلك زيادة في عدد المتخصصين وانخفاض في أسعار أجهزة الحاسب والبرمجيات. وشهدت حقبة التسعينيات تحسناً في البرمجيات وإمكانية برنامج واحد القيام بأعمال كانت في الماضي تحتاج لأكثر من برنامج. كما ازداد في التسعينيات من هذا القرن اهتمام الحكومات والمؤسسات بنظم المعلومات الجغرافية، والاستفادة من هذه التقانة في مجال الدراسات الطبيعية وحماية البيئة البرية والبحرية، وهي تعتمد على بيانات متعددة متشابكة. وفي عام 1970م تم عقد أول مؤتمر دولي في نظم المعلومات الجغرافية بتنظيم من الاتحاد الدولي للجغرافيين وبدعم من اليونسكو. وبدأت العديد من الجامعات بتنظيم محاضرات وتقديم دروس وأبحاث علمية في نظم المعلومات الجغرافية، ساعدت على زيادة القاعدة الأساسية لنجاح انتشار نظم المعلومات الجغرافية. ثم بدأ عدد من الشركات التجارية الخاصة بتطوير برامج خاصة بها لنظم المعلومات الجغرافية، والرسم بالحاسب الآلي ومعالجة الصور، وقد أدى دخول الشركات الخاصة بتطوير البرامج والنظم إلى وجود نظم ضخمة ومتعددة الوظائف واحتوائها على عدد كبير من العمليات التحليلية.

وفي التسعينيات زاد الاهتمام بتدريس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات والمعاهد

العلمية، وزادت قدرة الأجهزة والبرامج مع ظهور طرق تحديد المواقع بالأقمار الصناعية عن طريق نظام التموضع العالمي، كما ساعد وجود صور الأقمار الصناعية وتوافرها بأسعار مناسبة إلى توفير معلومات كثيرة وغزيرة عن سطح الأرض. ومع دخول القرن 21 تطورت المستشعرات الموجودة على الأقمار الصناعية، وأدت إلى توفير معلومات تفصيلية وبدقة ممتازة وبسرعة عالية. وبتطور أجهزة الحاسب الآلي خلال الألفية الثالثة، بدأ استخدام الوسائط المتعددة وشبكة الإنترنت، وسوف تشهد الفترة القادمة ثورة في استخدام الخرائط المتحركة، وذلك بفضل التحسن الملحوظ في أجهزة الحاسب المحمولة يدويا (Palm PC)، والإنترنت، والاتصال اللاسلكي (WAP).

وفي ليبيا دخل استخدام تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في الزراعة لأول مرة في العام 2000م، عندما وقّعت وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية اتفاقية مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، ليتولى بموجبها خبراء من منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) مع الخبراء والفنيين الليبيين، تنفيذ مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط.

وهو يشمل إنشاء قواعد بيانات للموارد الطبيعية ونظام إدارتها للاستخدام الزراعي والتخطيط. وبدأ المشروع في العام 2001م. لتحقيق، الأهداف التالية [102]:

- بناء قواعد معلومات للموارد الطبيعية الزراعية (تربة ومياه ومناخ وغطاء أرضي/نباتي) من واقع البيانات والمعلومات المتاحة والدراسات والتقارير والخرائط الورقية المتوفرة والخرائط الرقمية المنتجة من خلال المشروع.

- تخريط الغطاء الأرضي/النباتي للمناطق المختلفة في ليبيا، وتأسيس قاعدة بيانات للمناطق الرعوية، وذلك باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والبرمجيات المتخصصة.
- إدارة المعلومات وتقييم استخدامات الأراضي في المناطق الزراعية والرعوية .
- تكوين عناصر (كفايات) فنية وطنية بالتدريب أثناء العمل في مجالات التقانات الحديثة مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وإدارة المعلومات وتقييم الأراضي...الخ.
- بناء قدرة ذاتية وطنية في قطاع الزراعة لإدارة واستخدام نظام معلومات الموارد الطبيعية الزراعية، الذي تم إنشاؤه من خلال هذا المشروع، ليكون قادرا على المساهمة في عمليات اتخاذ القرار في مجال الاستخدام المستدام لهذه الموارد.

كان حجم العمل الذي تم نفيذه في هذا المشروع كبيراً جدا، وخاصة في بلد، لم تبدأ قطاعاته المختلفة بعد في ذلك الوقت، في تحويل الخرائط والمعلومات والبيانات التي بحوزتها إلى صور رقمية. بالإضافة إلى أن الجامعات الليبية لم تدخل بعد في مناهجها تطبيقات علوم الاستشعار عن بعد أو نظام المعلومات الجغرافية. بالإضافة إلى ذلك، قام هذا المشروع بدور مهم، وهو تدريب العناصر الفنية في وزارة الزراعة في مجالات تطبيق الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، ونشر ثقافة الزراعة الرقمية لذى طلبة وطالبات الدراسات العليا في أقسام التربة والمياه في كليات الزراعة، وفي أقسام الجغرافيا بكليات الآداب في الجامعات الليبية، حيث سُمح لهم بالاشتراك في الدورات التدريبية في الداخل والخارج، ووفر لهم البيانات والمعلومات المرقمنة من واقع قواعد البيانات للموارد الطبيعية المتوفرة في المشروع. ومن خلال

هذا البرنامج تحصل عدد كبير منهم على درجة الماجستير من الجامعات الليبية في هذا المجال، كما أن عدداً من حملة الماجستير أكملوا دراسة الدكتوراه في جامعات خارج ليبيا في المجال ذاته، وهم الآن أعضاء هيئة تدريس في أقسام التربة والمياه وأقسام الجغرافيا وغيرها، حيث استحدثوا مناهج جديدة في مجاليْ تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في أقسامهم، وهذا هو الطريق الصحيح للوصول لمجتمع المعلوماتية [67، 66، 103].

2.3.7 مكونات نظم المعلومات الجغرافية

كما ذكرنا سابقا، يعد برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أداة حاسوبية متخصصة ومصممة خصيصاً لتخزين البيانات المكانية أو الجغرافية ومعالجتها وتحليلها وعرضها. وهي أنظمة تعمل على جمع، وادخال، ومعالجة، وتحليل، وعرض، وإخراج المعلومات المكانية والوصفية، من أجل أهداف محددة، تساعد على التخطيط واتخاذ القرار فيما يتعلق بالزراعة وتخطيط المدن والتوسع في السكن، بالإضافة إلى قراءة البنية التحتية لأي مدينة عن طريق إنشاء ما يسمى بالطبقات. كما يُمكننا هذا النظام من إدخال المعلومات الجغرافية (خرائط، صور جوية، مرئيات فضائية) والوصفية (أسماء، جداول)، ومعالجتها (تنقيحها من الخطأ)، وتخزينها، واسترجاعها، واستفسارها، وتحليلها تحليلاً مكانياً وإحصائياً، وعرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط، تقارير، ورسومات بيانية أو من خلال الموقع الإلكتروني [33، 75].

وهذا ما يميز برامج نظم المعلومات الجغرافية عن أنواع البرامج الأخرى، التي قد لا يكون لها التركيز نفسه على البيانات المكانية والتحليل المكاني. حيث إن برنامج نظم

المعلومات الجغرافية مصمم خصيصاً للعمل مع البيانات التي لها موقع جغرافي أو تشير إلى موقع على سطح الأرض. ويتضمن ذلك بيانات مثل النقاط والخطوط والمضلعات والبيانات النقطية. وفي المقابل، قد لا تتمتع الأنواع الأخرى من البرامج بمستوى الدعم نفسه للبيانات المكانية، أو قد لا تتمكن من إجراء أنواع التحليل المكاني نفسها. وبشكل عام، تعد تقانات نظم المعلومات الجغرافية أداة قوية لفهم البيانات المكانية وإدارتها حيث يمكن استخدامها للمساعدة في فهم موارد التربة وإدارتها بطريقة أكثر استنارة وفعالية. وقد لوحظ أن معظم القرارات تعتمد على المعلومات الجغرافية من حيث الكم والنوع، وتكاد تكون بنسبة 80% أو أكثر، ولهذا السبب أصبحت نظم المعلومات الجغرافية أداة مهمة خاصة في التحليل المكاني والإحصائي.

وتتكون نظم المعلومات الجغرافية من ستة عناصر أساسية هي: البيانات وتتمثل في المعلومات المكانية والوصفية، والأجهزة وتشتمل على أجهزة الحاسب الآلي والماسحات الضوئية والأجهزة الأخرى المستخدمة لجمع البيانات وتخزينها ومعالجتها، والبرامج التطبيقية المتخصصة لالتقاط البيانات وتخزينها ومعالجتها وتحليلها وعرضها، والقوة البشرية (مهنيين مدربين لإنشاء النظام وصيانته، واستخدامه لحل المشكلات واتخاذ القرارات)، والمناهج والإجراءات التي تستخدم للتحليل المكاني، والشبكات حيث يمكن توصيل نظم المعلومات الجغرافية بالشبكات، مثل الإنترنت، للوصول إلى البيانات والمعلومات ومشاركتها مع الآخرين. وفى هذا الجزء نلقى الضوء على كل من هذه العناصر:

1. المعلومات المكانية والوصفية

تشمل المعلومات المكانية والوصفية في نظم المعلومات الجغرافية، المعلومات التي تشير إلى المواقع الجغرافية والفئات الخاصة بها. وهي تشمل المعلومات المكانية والخرائط الجغرافية والمعلومات المتعلقة بها، وهي مفصلة عن الأماكن، مثل الخرائط التي تعرض المواقع والاحداثيات الجغرافية للأشياء المختلفة، مثل الطبيعة والمباني والطرق والمدن والمجاميع السكانية المختلفة. وبينما المعلومات المكانية مرتبطة بالمواقع الجغرافية، توصف المعلومات الوصفية العناصر الموجودة في هذه المواقع. وهذه المعلومات قد تشمل الأسماء والعناوين والوصفات والإحصاءات الأخرى المتعلقة بالعناصر في هذه المواقع، كالحدود الجغرافية للمنطقة، بالإضافة إلى البيانات الجغرافية الأخرى التي يمكن استخدامها لتوصيف المواقع، مثل السطح الأرضي والسطوح الجبلية والنباتات والحيوانات والمياه وغيرها. كما تشمل المعلومات الوصفية الصور والفيديوهات والصوتيات المتعلقة بالمكان الجغرافي التي يمكن تخزينها في الكتب الوصفية والدلائل والموسوعات والمواقع الإلكترونية. وهناك نوعان من البيانات في أنظمة المعلومات الجغرافية: البيانات الجغرافية الخطية (Vector Data)، والبيانات الجغرافية المساحية، التي تُعرف باسم البيانات الشبكية أو النقطية (Raster Data).

أ. البيانات الخطية أو الاتجاهية (Vector Data)

تتمثل البيانات الخطية أو الاتجاهية (Vector Data) في أنواع ثلاثة من البيانات، وذلك حسب الشكل الهندسي لها، وهي: البيانات النقطية (Point) والبيانات الخطية (Line) والبيانات المضلعة (Polygons).

النقطة هي العنصر الأساسي في استخدام البيانات الخطية في نظم المعلومات

الجغرافية، وكلٌ نقطة تُحدد بواسطة زوجين من الإحداثيات (X, Y)، ويتم تمثيل الظاهرة الخطية من خلال زوجين من الإحداثيات (النقاط)، تمثل الأولى نقطة بداية الخط، والثانية تمثل نقطة نهاية الخط. حيث يتم توقيع جميع الخطوط عن طريق ربط نقاط محددة، ويحتاج الخط البسيط إلى نقطتين، ولكن إذا كان الخط متعرجاً، فإنه يحتاج إلى مجموعة من الخطوط لتحديده. هذا وتتميز البيانات الخطية أو الاتجاهية (Vector Data) بدقة التمثيل الجغرافي وقدرتها على العمل على البيانات الجغرافية بسرعة ويسر.

ب. البيانات الشبكية أو النقطية (Raster Data)

بشكل مبسط، فإن البيانات النقطية عن شبكة من الخلايا يطلق عليها (Cells أو Pixels) منظمة في صفوف وأعمدة متقاطعة مكونة شكل الشبكة. هذا ويعتمد التمثيل الشبكي على تقسيم المكان – أو العالم – إلى عدد من المربعات أو الخلايا (Cells أو Pixels) بحيث يكون لكل خلية (أو بكسل) قيمة محددة للظاهرة المطلوب تمثيلها أو المعلومة غير المكانية (Attribute). ومن أشهر أنواع البيانات الشبكية تلك البيانات المتحصل عليها من تقانة الاستشعار عن بعد، حيث يقوم القمر الصناعي بتسجيل البيانات بهذا الأسلوب الشبكي. وبالطبع فإن حجم الخلية (Cell Size) ودرجة الوضوح المكاني (Spatial Resolution)، أي قيمة طول الخلية أو البكسل المناظر علي سطح الأرض، تختلف من قمر صناعي إلى آخر، فنجد مرئيات فضائية (Imagery) بوضوح مكاني يتراوح بين عدد من السنتيمترات إلى الكيلومترات لكل مربع أو خلية.

وتمثل هذه البيانات المخزنة في صورة بيانات نقطية (Raster) ظواهر سطح الأرض

الحقيقية ومنها:

- ✓ البيانات الموضوعية (Thematic data) مثل خرائط التربة، واستخدام الأرض، وهي بيانات منفصلة (Discrete data) ذات حدود محددة واضحة.
- ✓ البيانات المتواصلة (Continuous data) مثل الحرارة وارتفاعات سطح الأرض والبيانات الطيفية مثل صور الأقمار الاصطناعية.
- ✓ الصور الممثلة في الخرائط والرسوم الهندسية المدخلة للحاسب الآلي بالمسح الضوئي.

وتختلف البيانات النقطية الجغرافية المكانية عن الصورة الرقمية فقط من حيث أنها مصحوبة بمعلومات مكانية تربط البيانات بموقع معين، أي لها قيم محددة عند كل نقطة (Cell أو Pixel).

وهناك عدة طرق للحصول على المعلومات المكانية، منها ما يعرف بالمعلومات الأولية، التي يمكن جمعها بواسطة المساحة الأرضية، والتصوير الجوي، والاستشعار من بعد، والنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS). ومنها ما يعرف بالمعلومات الثانوية التي يمكن جمعها بواسطة استخدام الماسح الضوئي، أو لوحة الترقيم، أو المتتبع للخطوط الأتوماتيكي. وقد شهدت السنوات الماضية تطورا ملحوظا في سبل جمع المعلومات المكانية من الناحية الكمية والكيفية. فنجد مثلا أن دقة مرئيات الأقمار الصناعية قد ازدادت إلى أقل من متر. وهذا يساعد في كثير من الدراسات التي تحتاج إلى دقة عالية. كما نجد أن اجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع أصبحت أكثر دقة وأصغر حجما وأقل تكلفة وكذلك أجهزة المساحة الأرضية. ولكي تكون الخريطة مقروءة، لابد من تعريف أسماء المناطق، ولدراسة الخرائط النوعية، لابد من وجود معلومات في شكل جداول أو تقارير إحصائية، وهذه المعلومات

تعرف بالمعلومات الوصفية. هذا وتعُدُّ تكلفة جمع المعلومات هي أكبر عقبة، ولها نصيب الأسد في ميزانية نظم المعلومات الجغرافية، لذلك يجب تبادلها. وتبادل المعلومات يجب أن يكون رأسيا بين الأقسام المختلفة في المؤسسة نفسها، وأفقيا بين المؤسسات المختلفة لتفادي تكرار الجهود. وإذا تم تبادل المعلومات فسوف يكون ذا فائدة اقتصادية واجتماعية كبرى.

1. الأجهزة

في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، تشير مكونات الأجهزة إلى الأجهزة المادية والمعدات المستخدمة لإدخال البيانات المكانية وتخزينها ومعالجتها وإخراجها. وتنقسم هذه المكونات عادةً إلى ثلاث فئات: أجهزة الإدخال، وأجهزة التخزين، وأجهزة الإخراج. تُستخدم أجهزة الإدخال لجمع البيانات المكانية ورقمنتها، بما في ذلك النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، والصور الجوية (Aerial Photographs)، والأقمار الصناعية (Satellite Imagery)، وأقراص التحويل الرقمي (Digitizing Tablets)، التي تستخدم لتحويل الرسومات التقليدية والرسومات المصورة إلى بيانات رقمية.

ويتم استخدام هذه الأجهزة في العديد من المجالات، وبشكل خاص في مجالات الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وتعد من أدوات الاستخدام الرئيسية في هذه المجالات، حيث تتيح للمستخدمين الرسم والتعديل على الرسومات المصورة باستخدام القلم الذكي، وتحويلها إلى البيانات الرقمية وتتميز بسرعة العمل والمرونة في التعديل على الرسومات، وتتيح للمستخدمين التحكم في مستوى الدقة في التعديلات، كما توفر المساحة والوقت، مقارنةً مع العمل على الرسومات التقليدية. هذا وتُستخدم أيضا أجهزة التخزين، لتخزين وإدارة كميات كبيرة من البيانات المكانية، بما في ذلك، الخوادم أو الشبكات (Servers)، ومحركات الأقراص الصلبة (Hard drives)، ومصفوفات التخزين (Storage arrays)، حيث يتم استخدام هذه الأجهزة في العديد من المنصات المعلوماتية للتخزين المركزي، وتتيح للمستخدمين الوصول إلى البيانات من أي مكان وفي أي وقت. وتتميز هذه

الأجهزة بقدرة التخزين الكبيرة والسرعة العالية في معالجة الطلبات المعلوماتية المتعددة في الوقت نفسه. كما تتيح للمستخدمين التحكم في مستوى المعالجة الذكية للبيانات وتعدد المستويات المعلوماتية للتخزين المركزي. هذا وتُستخدم أجهزة الإخراج لتصور البيانات المكانية وعرضها، بما في ذلك الشاشات والطابعات والرسومات. كما تشمل مكونات الأجهزة الأخرى، التي يمكن استخدامها في نظام المعلومات الجغرافية، والمعالجات والذاكرة ومعدات الشبكات، وهي تُستخدم لدعم وظائف معالجة البيانات وتحليلها في نظام المعلومات الجغرافية، بالإضافة إلى مكونات الأجهزة هذه، تمثل الحواسيب (Computers) العنصر الأساسي في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث تقوم بالتحليل ومعالجة البيانات التي تم تخزينها في قواعد بيانات ضخمة. وتُخزّن بيانات نظام المعلومات الجغرافية في أكثر من طبقة (Layer) واحدة، للتغلب على المشاكل التقانية الناجمة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة.

ولقد شهدت السنوات الماضية، تطورا ملحوظا في قدرات وحدات الحاسوب، خاصة في السرعة والسعة التخزينية والذاكرة العشوائية. وهذا التطور أدى إلى سرعة إنجاز كثير من عمليات التحليل المكاني في وقت قصير. وكذلك أصبحت أجهزة الإدخال والإخراج أكثر دقة، وأصبح استخدام الوسائط المتعددة جزءا منها. واستخدام الوسائط المتعددة من تكامل صوت وصورة وفيديو، له أهمية خاصة في فهم كثير من الظواهر الجغرافية. بالإضافة إلي التطور في أجهزة الحواسيب، نجد أن أسعارها قد انخفضت بكثير عما كان عليه في الماضي. كما أن الشبكات الداخلية والخارجية والشبكة العالمية للإنترنت صارت ذات أهمية عالية في

تبادل المعلومات الجغرافية.

2. البرامج التطبيقية

البرامج هي مكون فرعي في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وهي المكون الذي يقوم بتحليل البيانات الجغرافية والوصفية وعرضها. ويمكن أن تتكون البرامج من عديد الأدوات والخدمات المختلفة التي تساعد في تحليل وعرض البيانات. فمثلاً، قد تشمل البرامج العديد من الأدوات التي تساعد في التنبؤ والتحليل الإحصائي، والذي يستخدم للتفاعل مع النظام وتحليل وعرض البيانات الجغرافية.

وفي الفترة الأولى لظهور نظم المعلومات الجغرافية، كان البرنامج الواحد مكونا ببساطة من مجموعة من البرامج الفرعية، التي يمكن لمستخدم ذي خبرة في البرمجة استخدامها لبناء برنامج تنفيذي. أيضا كانت هذه البرامج تختلف كثيراً في إمكانياتها الفنية ومتطلبات تشغيلها. ومع نمو سوق برامج نظم المعلومات الجغرافية في السبعينيات والثمانينيات من القرن العشرين، زاد الطلب على برامج ذات إمكانيات أعلي ولها واجهة تنفيذية قياسية مختلفة عن طريقة كتابة الأوامر (Line Command)، من خلال لوحة المفاتيح. ومن هنا بدا تطبيق واجهة المستخدم بالرسومات (Graphical User Interface)، وذلك من خلال إنشاء القوائم (Menus) والأيقونات .(Icons) وبدأت أيضاً البرامج تحتوي إمكانية البرمجة (Programming)، لكي يستطيع المستخدم إنشاء تطبيقات لاستخدامات خاصة (Specific Purposes)، لا تتوافر بالبرنامج الأساسي، وذلك من خلال لغات البرمجة مثل الجافا (Java) وغيرها.

وتنقسم أهم برامج نظم المعلومات الجغرافية إلى فئتين هما: البرامج التجارية والبرامج

المجانية مفتوحة المصدر:

أ. برامج نظم المعلومات الجغرافية التجارية (Commercial Software)

يوجد العديد من البرمجيات يقوم على تطويرها وترويجها شركات كبيرة، تحصل نظير هذه الخدمات على مقابل مادي، وتتميز هذه البرمجيات بحرفية عالية، وفيما يلي نستعرض اهم هذه البرمجيات:

- ✓ **ArcGIS** وهو برنامج تم تطويره من قبل شركة (ESRI) الشركة الرائدة في السوق العالمية في مجال برمجيات نظام المعلومات الجغرافية. وهو يحتوي على مجموعة من الأدوات الخاصة بالتحليل المكاني والتصميم الجغرافي. ويتيح أيضا للمستخدم الوصول إلى البيانات الجيومكانية الموجودة على الإنترنت، فيمكنه استخدامها في إنشاء الخرائط والتحليل المكاني.
- ✓ **MapInfo** هو برنامج تحليل مكاني متاح بشكل خاص أو مشترك، تم تطويره من قبل شركة (Pitney Bowes) ، ويحتوي على مجموعة من الأدوات لإنشاء الخرائط والتحليل المكاني. يمكن استخدامه لإنشاء الخرائط المكانية الدقيقة، والتحليل المكاني للبيانات المكانية والمقاييس المبنية عليها.
- ✓ **Geomedia** هي مجموعة من البرامج والأدوات الجغرافية، التي تم تطويرها من قبل شركة (Hexagon Geospatial)، يتيح هذا البرنامج الوصول إلى البيانات المكانية المتوفرة على الإنترنت، وإنشاء الخرائط المكانية الدقيقة والمحسنة. ويتيح أيضًا إجراء التحليل المكاني والقيام بالتصحيح الجغرافي للبيانات الجيومكانية والتعامل مع بيانات الاستشعار عن بعد.
- ✓ **IDRISI** هو أيضاً برنامج للتحليل المكاني، تم تطويره من قبل شركة (Clark Labs).

يتيح هذا البرنامج الوصول إلى البيانات المكانية التي تم تحديدها من قبل المستخدمين والتحليل المكاني لها. كما يتيح أيضًا إنشاء الخرائط المكانية الدقيقة والتحليل المكاني للبيانات الجيومكانية المختلفة.

ب. برامج نظم المعلومات الجغرافية المجانية (Free and Open Source Software)

هناك العديد من البرامج الجغرافية المجانية والمفتوحة المصدر (Free and Open Source Software)، يمكن للمستخدمين العمل معها مجاناً، وتتيح لهم العديد من الخيارات في العمل مع البيانات الجغرافية وتحليلها وعرضها. وفيما يلي بعض البرامج والمنصات الجغرافية المجانية الشهيرة:

- ✓ QGIS (أو :Quantum GIS) وهو برنامج مجاني مفتوح المصدر، يمكن تنزيله وتثبيته على سطح المكتب الخاص بك مجاناً. ويعمل على أنظمة تشغيل (Windows) و(Mac OS X) و(Linux)، ويتيح هذا البرنامج للمستخدمين إنشاء المعلومات الجيومكانية وتحريرها وتخزينها وتحليلها وعرضها.
- ✓ GRASS GIS: وهو برنامج مجاني لنظم المعلومات الجغرافية (GIS)، يستخدم لإدارة البيانات الجغرافية المكانية وتحليلها، ومعالجة الصور والرسومات/ الخرائط، ويدعم العديد من الإصدارات واللغات. ويتضمن أدوات لنمذجة التضاريس والنظام البيئي، والهيدرولوجيا، وتصور البيانات النقطية والمتجهات، وإدارة البيانات الجغرافية المكانية وتحليلها، ومعالجة الصور الملتقطة عبر الأقمار الصناعية والجوية. ويأتي مع إطار زمني لمعالجة السلاسل الزمنية المتقدمة، وواجهة برمجة تطبيقات (Python) للبرمجة الجغرافية المكانية السريعة.
- ✓ Open JUMP: وهي منصة جغرافية متقدمة ومجانية ومفتوحة المصدر. يتم تطويرها

وصيانتها من قبل مجموعة من المتطوعين من جميع أنحاء العالم. وهو مصمم لدعم عرض البيانات الجغرافية المكانية وتحريرها وتحليلها. وهي تدعم العديد من تنسيقات الملفات الشائعة، بما في ذلك، ملفات الأشكال وقواعد بيانات (PostGIS)، وتنسيقات الصور المختلفة. وتوفر المنصة أدوات لرقمنة البيانات وتحريرها، وإنشاء الخرائط وإجراء التحليل المكاني.

- ✓ GeoServer: وهي خدمة جغرافية متقدمة ومجانية ومفتوحة المصدر (Open-Source Server) ، تتيح للمستخدمين عرض البيانات الجغرافية المكانية وتحليلها ومشاركتها من خلال واجهة برمجة التطبيقات (Application Programming Interface) ، عبر الويب باستخدام معايير مفتوحة. ويمكن استخدامها في التعامل مع الكثير من البيانات متنوعة المصادر، بما في ذلك (PostGIS) و(MongoDB) و(Shapefiles) و(GeoTIFF). ويمكن استخدام (GeoServer) لإنشاء خرائط تفاعلية، كما يمكن دمجها مع تطبيقات الويب. حيث يمكن استخدامها لإنشاء خدمات (WMS) و(WFS) و (WCS)، ويمكن استخدامها أيضا لإنشاء خدمات الويب للأجهزة المحمولة.
- ✓ Mapnik: وهي عبارة عن مكتبة مجانية مفتوحة المصدر مكتوبة بلغة C++. تم تصميمها ليتم استخدامها لإنشاء خرائط جميلة ودقيقة لتطبيقات الويب، وسطح المكتب. ويتم استخدامها لإنشاء خرائط تفاعلية لمواقع الويب والتطبيقات مثل Open Street Map وCarto DB. وتوفر (Mapnik) واجهة برمجة قوية للمطوّرين، لإنشاء خرائط تفاعلية مخصصة مع مجموعة متنوعة من خيارات التصميم. ويمكن استخدامها في التعامل مع الكثير من البيانات متنوعة المصادر، بما في ذلك، (PostGIS) و(Shapefiles) و(GeoTIFF). هذا ويمكن استخدام (Mapnik)، لإنشاء خرائط تفاعلية، كما يمكن

دمجها مع تطبيقات الويب. ويمكن استخدامها أيضا لإنشاء خدمات الويب للأجهزة المحمولة.

- ✓ Google Earth Engine (GEE): وهي منصة سحابية متقدمة مفتوحة المصدر (Cloud-Based Platform) ومتاحة على الإنترنت بصورة مجانية للاستخدام غير التجاري. وهي قائمة على العديد من البيانات الجغرافية التاريخية والحديثة، والأدوات المتقدمة للتحليل وعرض البيانات الجغرافية ومعالجاتها بكل سهولة ومرونة. ويمكن للمستخدمين العمل مع العديد من البيانات الجغرافية المتعددة الأصناف والمصادر، وتحليلها وعرضها من خلال هذه المنصة. وتوفر للباحثين والعلماء والمستخدمين الآخرين القدرة على الوصول إلى الكثير من صور الاقمار الصناعية من مصادر متنوعة، مثل (Landsat) و(Sentinel) و(MODIS)، والكثير من البيانات الاخرى كالبيانات المناخية وغيرها، من أجل مراقبة التغيرات في الغطاء الأرضي وتحليلها واستخدام الأراضي بمرور الوقت.

وعند اختيار البرنامج سواء كان لمؤسسة حكومية أو لجهة أكاديمية، يجب مراعاة الهدف من شرائه، ونوعية التطبيقات المطلوبة، ومقدرة البرنامج، والتكلفة، وسهولة تعلمه وفهمه، والدعم من الشركة المنتجة لهذا البرنامج. وقد شهدت السنوات الماضية تطوراً ملحوظاً في مقدرة برامج نظم المعلومات الجغرافية، تمثلت في الكفاية في إنجاز العمليات التحليلية، إضافة إلى إمكانيات جديدة، وسهولة التعامل معها، بالإضافة إلى انخفاض أسعارها عموما.

3. القوة البشرية (الأيدي العاملة)

تُعدُّ القوة البشرية جزءا هاما وعاملا أساسيا في نظم المعلومات الجغرافية، وهي تشمل

أعضاء هيئة التدريس، والفنيين، والمستخدمين (تسخير الحاسب لخدمة الإنسان وليس الإنسان لخدمة الحاسب). والنقاط التي يجب مراعاتها بالنسبة للقوة البشرية، تتعلق بالتعليم، والتدريب، والميزانية، والإدارة، والأمن، والقانون، وكيفية التنسيق وتبادل المعلومات بين المؤسسات، أما الطبيعة البينية لنظم المعلومات الجغرافية فتضُمَّ القوة البشرية أشخاصاً من مختلف التخصصات من إداريين واقتصاديين ومبرمجين ومهندسين وجغرافيين. وكذلك نجد تفاوتاً في درجة التعليم، فنجد بعض المختصين في نظم المعلومات الجغرافية ممن يحمل دبلوماً أو درجة بكالوريوس، والبعض الآخر يحمل شهادة عليا مثل الماجستير أو الدكتوراه. وللقيام بأي مشروع في مجال نظم معلومات الجغرافية، لابد من إشراك كل العاملين في المؤسسة في خطوات تنفيذ المشروع، من تحليل المتطلبات، وتحديد الأهداف، ودراسة الجدوى، ودراسة الفائدة الاقتصادية من المشروع، وعمل نموذج للدراسة، وتحديد المتطلبات، وطلب المقترحات من الشركات، وتحديد أنسب المقترحات، ووضع الخطة التنفيذية للمشروع، إن قوة أي مؤسسة في نظم المعلومات الجغرافية، تقاس بقوتها البشرية في هذا المجال، لذلك يجب وضع موجهات للتدريب والتشجيع والمكافأة وتنمية القدرات الذاتية لذى الإنسان، لمواجهة المتغيرات في مجال المعلومات الجغرافية.

4. الأساليب أو الإجراءات التي تستخدم للتحليل المكاني

إن قوة نظم المعلومات الجغرافية وأهميتها، تكمنان في مقدرتها على التحليل المكاني والإحصائي، والتحليل هو القلب النابض الذي بدونه لا حياة ولا فائدة من المعلومات المجمعة والمنقحة. يمكن أن تشمل الأساليب أو الإجراءات في نظم المعلومات الجغرافية

(GIS)، الخوارزميات والعمليات التي يتم استخدامها في معالجة المعلومات الجغرافية وتحليلها. هذه الأساليب تشمل مجموعة متنوعة من التقنيات والعمليات التي تستخدم للعثور على الإجابات على الأسئلة التي يتعلق بها المعلومات الجغرافية. على سبيل المثال، يمكن استخدام التعلم الآلي لتحليل البيانات الجغرافية وتنفيذ الأساليب التي تساعد في التوقعات والتحليلات الجغرافية. كما يمكن استخدام الأساليب الرياضية والإحصائية للتعامل مع البيانات الجغرافية والعمل على الحصول على نتائج مجدولة وموثوقة.

ويمكن أن تشمل الأساليب أو الإجراءات في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، جمع البيانات، وتحليل البيانات، ونمذجة البيانات، وعرض البيانات، ونشر البيانات. ويشمل جمع البيانات الحصول على البيانات الجغرافية من مصادر مثل صور الأقمار الصناعية، والتصوير الجوي، والخرائط وغيرها. ويتضمن تحليل البيانات معالجة البيانات للحصول على معلومات ورؤى جديدة. هذا وتشمل نمذجة البيانات استخدام البيانات، لإنشاء نماذج للمنطقة يمكن استخدامها للتنبؤ بالنتائج واتخاذ القرارات المناسبة. ويتضمن عرض البيانات إنشاء الخرائط والتمثيلات المرئية الأخرى للبيانات، مثل الرسوم البيانية والمخططات. وأخيراً، يتضمن نشر البيانات مشاركة البيانات مع أصحاب المصلحة وصناع القرار.

وهناك عدة مجالات يمكن تسخير نظم المعلومات الجغرافية لخدمتها، وعلى سبيل المثال التحليلات التي تعتمد على عامل الزمان والمكان (تغير استعمال الأراضي)، وتحديد مواقع جديدة (مصنع، مزرعة، ومدرسة)، وأنسب الطرق بين نقطتين (نقل البضائع، وتوزيع الخطابات والحاويات، وما شابه ذلك)، وتخطيط المدن، والشرطة والدفاع، والدراسات

الاستراتيجية. ولاستخدام نظم المعلومات الجغرافية، لابد من وجود خطة مدروسة، وأهداف محددة، ومنهجية بحثية. ومعظم منهجيات نظم المعلومات الجغرافية، تنبع من النظريات المتوافرة في الكتب والمراجع بجميع فروعها (طبيعية، بشرية، اجتماعية، اقتصادية، هندسية، صحية، زراعية، مناخية، بيئية)، حسب نوعية التطبيق.

5. شبكات التواصل (Network Communication)

شبكات التواصل، هو المصطلح الذي يشير إلى المحادثة أو التواصل الذي يحدث بين الأجهزة المتصلة بالشبكة. وفي نظم المعلومات الجغرافية، حيث يمكن استخدام (Network Communication) للوصول إلى البيانات والمعلومات الجغرافية، ومشاركتها مع الآخرين. ويمكن استخدام الشبكات، مثل الإنترنت، للوصول إلى البيانات والمعلومات المدرجة في نظم المعلومات الجغرافية ولمشاركتها. كما يمكن استخدام الشبكات للتواصل والتعاون مع الآخرين في العمل. وقد تكون هذه الشبكات مجموعات من الأجهزة والخدمات التي تعمل معاً في المكان، مثل نظم المعلومات الجغرافية في مكتبة أو مركز علمي، أو قد تكون متصلة عبر الإنترنت على مستوى العالم، ويسمح للمستخدمين في مكان ما في العالم، بالوصول إلى البيانات والمعلومات المتاحة في نظام المعلومات الجغرافية في مكان آخر.

4.7 تقييم الأراضي

من المعلوم أن عمليات حصر التربة والأراضي وتخريطها (Soil and Land Survey and Mapping)، تشمل دراسة وفحص التربة و/أو الأرض في الحقل لمعرفة خواصها ومميزاتها، ومنها يمكن تصنيفها إلى وحدات تصنيفية. بالإضافة إلى توقيع تلك الوحدات التصنيفية على خرائط متنوعة، وبمقاييس رسم متباينة، حسب الأغراض المطلوبة من عمليات الحصر. كما تشمل كذلك عمليات أخذ العينات المختلفة من التربة (العامة والشاملة)، وتحليلها في المختبرات المجهزة، وتجميع البيانات الأخرى وتدوينها.

وتكون النتائج النهائية لعمليات الحصر والتخريط، هي إنتاج خرائط تصنيفية وغرضية للتربة و/أو الأراضي، إلى جانب إعداد وكتابة التقارير الفنية التي تترجم الأعمال المكتبية والحقلية والمختبرية ومضمون الخرائط التي تشملها تلك الدراسات والتوصيات الفنية للاستخدامات المثلى للتربة و/أو الأرض ذات الاهتمام [65,24,23].

وتهدف هذه العمليات إلى إنتاج خرائط التربة التصنيفية وخرائط التربة الغرضية المختلفة (ملوحة التربة، التعرية والانجراف، أعماق التربة، الري، الحالة الخصوبية، الخ). بالإضافة إلى إنتاج خرائط استخدامات الأراضي للزراعة (الحالية أو المثلى)، والقدرة الإنتاجية للأراضي، وملائمة الأراضي للمحاصيل الزراعية (والنشاطات الأخيرة تدخل في إطار تقييم الأراضي)، وذلك حسب النظم والأساليب والمواصفات الفنية المتبعة في هذا الشأن.

ولعمليات الحصر أنواع متعددة تختلف باختلاف الهدف وطبيعة الدراسة، ولكل من الخرائط المنتجة عنها مقياس رسم معترف بها. ويعدُّ تقييم الأراضي زراعياً، أحد الأنشطة المطلوب إنتاجها أثناء إجراء عمليات حصر التربة والأراضي وتخريطها، ذلك أنها أهم ركيزة للمحافظة على الأراضي الزراعية واستدامتها، وكما سبق الإشارة إليه في الفصول السابقة، فإن الأرض الزراعية بجميع عناصرها من تربة ومياه ومناخ ووضع طبوغرافي وموقع جغرافي وغيرها، تمثل في الحقيقة الوسط الذي تنمو فيه المحاصيل الزراعية. ولذلك فإن الأمر يتطلب إما ضرورة ملائمة المحاصيل الزراعية لعناصر الأرض المختلفة، أو استصلاح عناصر الأرض السلبية، لملائمة الأرض للمحاصيل المختارة، كلما أمكن ذلك فنياً واقتصادياً. ويوجد العديد من التعاريف لتقييم الأراضي زراعياً لا يتّسع المجال لذكرها، بسبب تغيرها وتطورها خلال

السنوات المنصرمة، وهي تُعنى جميعها بملائمة الأرض لاستخدام الإنسان في مجال زراعة المحاصيل والمراعي والغابات وغيرها من الاستعمالات التي تهمه.

كما أن هناك العديد من أنظمة تقييم الأراضي التي تطورت خلال العقود القليلة الماضية في مختلف دول العالم، وفي المنظمات الدولية المعنية. ولقد بدأت على هيئة نُظمٍ تصنيفية وصفية (نوعية)، ووضعت لحل مشاكل تخطيط استخدامات الأراضي، أي نُظم تُعنى بمدى ملائمة قطعة أرض ما لاستخدام مُعيّن، وفق درجات من الملائمة، قد تكون عالية أو متوسطة أو غير مناسبة. ذلك ان الأنظمة السابقة لتقييم الأراضي صُنفت الاراضي بترتيب معين لغرض معرفة الأفضل من استخدامات الأرض بشكل عام أو على شكل مناطق لأغراض معينة مثل الزراعة والمراعي والغابات وغيرها. ثم تطوّرت إلى أنظمة كمية تُعنى بمدى الإنتاج الذي سوف يتحقق من خلال استعمال محدد لأرضٍ معينة. وأخيراً النظم الاقتصادية التي تُعني بمدى الربح أو الخسارة الناجمة عن استعمالٍ محدد لأرضٍ مُعيّنة. وفي السنوات الأخيرة، وبعد تطوّر استخدام الحواسيب، وتوفر العديد من الدراسات العلمية التي تم فيها دمج هذه النظم مع استخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية في تقييم الأراضي.

إن موضوع تقييم الأراضي هو من المواضيع المعقدة والمتشعبة، التي تحتاج وحدها إلى مؤلف خاص بها، وقد أصبحت الآن أحد الفروع الهامة لعلم حصر التربة والأراضي وتصنيفها وتخريطها، وبذلك ليس من العدل، أن نتناوله في إحدى فقرات هذا الفصل من الكتاب بصورة تفصيلية، ومن ثم ننصح القارئ الكريم مزيدا من المتابعة للحصول على مزيد من المعلومات التفصيلية في المصادر الأصلية.

ولكي تكتمل أهداف هذا الكتاب، نكتفي في هذه الفقرة من هذا الفصل بذكر النظم والطرق والبرامج الخاصة بتقييم الأراضي والأكثر تداولا عالميا، وبصورة مختصرة كما وردت في مصادرها الأصلية. ومن الأمثلة الأكثر تداولاً وانتشاراً عند تنفيذ مشاريع التنمية الزراعية، وقد تم استخدامها في ليبيا، منذ بداية السبعينيات هي:

- ❖ الطريقة الأمريكية لتقييم القدرة الإنتاجية للأراضي (Land Capability Classification) [162].
- ❖ الطريقة الأمريكية لملائمة الأراضي لأغراض الري

The United States Bureau of Reclamation.[187]

- ❖ طريقة منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) لتقييم الأراضي للزراعة [148،146].
- ❖ طريقة منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) لتقييم الأراضي للري [147،145].

كما يوجد العديد من الطرق المستخدمة الأخرى في برامج تقييم الأراضي والمعروفة بالنظم البارومترية (Parametric Systems)، وهي أنظمة تعتمد على تأثير العامل المفرد، ألا وهو التربة. هذا النظام شبيه بمؤشر "ستوري" (Storie Index) المستخدم للحصول على مؤشر الإنتاجية (Productivity Index) أو مؤشر الملائمة (Suitability Index) أو تقدير الإنتاجية (Productivity rating)، أو الملائمة (Suitability rating). النظام البارومتري تم استخدامه أولاً في تُرب المناطق الجافة وشبه الجافة في الولايات المتحدة الأمريكية.

وتجدر الاشارة هنا إلى أن هذه الطرق تم تكييفها من قبل الدكتور خالد بن محمود تحت ظروف الترب الليبية [56]. حيث اعتمد المؤشر التقديري للترب الليبية على عمل

تقدير تصنيفي لكل خاصية من خواص التربة وأثرها على نمو المحصول وإنتاجه، بحيث أن 100% مثلاً تُعطي للظروف المثالية لتلك الخاصية، وصفر % للخاصية غير المثالية. وقد راعى المؤشر التقديري للترب الليبية إحدى عشرة خاصية من خواص التربة في معادلة على النحو الآتي:

المؤشر التقديري للترب الليبية =

(قوام التربة × التماسك × عمق التربة × مستوى الماء الأرضي × حالة الصرف الداخلي × الملوحة × الصوديوم المتبادل × درجة تفاعل التربة × نسبة كربونات الكالسيوم × التعرية والانجراف × درجة الميل) × 100.

والنظام الأخير تم استخدامه في دراسات تقييم الأراضي أثناء دراسات الجغرافية الطبيعية في المنطقة الشمالية الغربية من ليبيا (غرب مدينة صبراتة وإلي الحدود الليبية التونسية) [53]، ودراسات حصر وتصنيف التربة لمشروع 100,000 هكتار لزراعة القمح في الجنوب الليبي [94]، ودراسات التربة التي أجريت لجهاز استثمار مياه النهر الصناعي، المرحلة الأولى والثانية [5].

بالإضافة إلى ذلك فإن هناك العديد من برامج تقييم الأراضي المعتمدة على استخدام الحواسيب، ومنها الآتية:

- ❖ برنامج تقييم الأراضي (MicroLEIS): وهو اختصار لـ (Microcomputer Land Evaluation Information System). هذا البرنامج تم تصميمه من قبل العالم De la Ros، وهو مخصص لترب البحر المتوسط، ويعتمد على مايكروسفت دوس. هذا البرنامج

تم وصفه وشرحه بالتفصيل بواسطة De la Rosa وآخرين [129].

❖ برنامج تقييم الأراضي الآلي (ALES): مصطلح (ALES) وهو اختصار لـ Automated Land Evaluation System، وقد قام بتصميم هذا البرنامج وتطويره كلٌ من Rossiter وVan Wambeke في سنة 1997 م [174].

كما أن هناك العديد من الدراسات التي تم من خلالها استخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية في دراسات تقييم الأراضي خلال الآونة الاخيرة. والتي سنتطرق لها لاحقا.

5.7 التنبؤ المكاني بخصائص التربة

تعدُّ دراسة خرائط التوزيع المكاني بخصائص التربة ونمذجتها ورسمها أمرًا بالغ الأهمية في وضع استراتيجية لإدارة إنتاجية التربة، والأكثر فعالية من حيث التكلفة [182]. فقد أشارت العديد من الدراسات في ليبيا إلى المشاكل التي تزيد من ظاهرة التصحر بسبب التغيرات المناخية والأنشطة البشرية؛ ويؤدي إلى تدهور الأراضي وانخفاض الإنتاجية الحيوية في الأراضي الزراعية [196, 193, 111, 106]، إن هذه المعلومات أصبحت مطلوبة بشكل متزايد من قبل الحكومات وصناع القرار للمساعدة في تحسين إدارة الأراضي على المستوى المحلي، حيث يمكن استخدام هذه الخرائط لتحديد المناطق ذات القيود الهامة على إنتاجية التربة [182]، وكذلك لتحديد مخاطر تدهور التربة [143]، واقتراح خيارات إدارة مناسبة لتحسين التربة واستصلاحها [143، 149، 190].

إن استخدام التنبؤ المكاني (Spatial Prediction) لدراسة التغيرات المكانية لخصائص التربة المختلفة، مثل قوام التربة ودرجة التفاعل والمادة العضوية وغيرها من الخواص، تتيح لنا

القدرة على تقدير بيانات التربة غير المدروسة حقليا، عن طريق التنبؤ بقيم هذه البيانات لأي موقع على سطح الأرض، وذلك بناءً على الملاحظات والبيانات المتوفرة في المواقع القريبة منها. هذا وتُستخدم تقانة التنبؤ المكاني لملء الفجوات في بيانات التربة المتوفرة في منطقة ما، وإنشاء سطح ممتدٍ من النقاط (Raster – Continuous Surface) لخصائص التربة، يمثل منطقة الدراسة بأكملها. وبشكل عام، يعتمد التنبؤ المكاني لخصائص التربة على مجموعة متنوعة من الطرق، مثل مقلوب المسافة الوزنية (Inverse Distance Weighted)، و"كريجنج"Kriging))، و"كو كريجنج" (Co-Kriging)، وطرق الإحصاء المكاني الأخرى. وبغض النظر عن الطريقة المستخدمة، يجب مراعاة العديد من العوامل عند التنبؤ بخصائص التربة، مثل دقة البيانات، وحجم المساحة المراد التنبؤ بخصائص التربة لها، ودقة خوارزمية التنبؤ. بالإضافة إلى ذلك، وبشكل خاص يجب مراعاة مواقع البيانات المستخدمة في عملية التنبؤ ودرجة ارتباطها التلقائي المكاني.

ولقد تم استخدام طرق رسم الخرائط الرقمية للتربة وخصائصها بنشاط كبير في العقود الأخيرة [184,165]. وهذه الطرق تتطلب تكامل بيانات التربة ومتغيراتها البيئية لغرض إنشاء خرائط بدقة مكانية عالية وتكلفة أقل نسبيًا [191،183،163]. هذا وتعدُّ هذه الطرق ذات صلة مباشرة بشكل خاص برسم الخرائط الرقمية لخصائص التربة، حيث يمكن أن تكون القياسات الميدانية والمختبرية لخصائص التربة مكلفة ومستهلكة للوقت [191].

إن التقدم الكبير في تقانات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، واستخدام الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)، مثل نماذج تعلم الآلة (Machine

Learning) المختلفة، بما في ذلك الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression)، والشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network)، وشجرة القرار (Decision Tree)، والغابات العشوائية (Random Forest)، وآلة المتجهات الداعمة (Support Vector Machines)، ساعدت بشكل كبير في زيادة دقة التنبؤ بخصائص التربة في الآونة الأخيرة. حيت تم استخدام عدد كبير من مجموعات بيانات الاستشعار عن بعد الحالية (على سبيل المثال، SPOT وRapid Eye وLandsat وSentinel-2)، لوضعها وسائل أو سبل للتنبؤ بخصائص التربة [149، 158،184].

علاوة على ذلك، فإن نماذج الارتفاعات الرقمية ومشتقاتها (على سبيل المثال، الارتفاع، والمنحدر، وما إلى ذلك) كانت أيضًا ممتازة للدراسة ورسم خرائط التوزيع المكاني لخصائص التربة [143،154،182]. وقد أشار الزرقاني (2022م) [193]، إلى إن الجمع بين البيانات البيئية المساعدة المتحصل عليها من تقانات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، ونماذج الارتفاع الرقمية (Digital Elevation Model) عبر النماذج التنبؤية، يوفر نهجاً فعالاً من حيث التكلفة، وقابلًا للتكرار لتقدير التباين في خصائص التربة. ولقد أظهرت نتائج العديد من هذه الدراسات نجاحاً للتنبؤ بخصائص التربة وعلاقتها بالمتغيرات البيئية الأخرى في عدة مناطق من العالم [143،154، 182]. وفي ليبيا كانت أول دراسة قام بها الزرقاني في سنة 2022م [193] في هذا المجال، حيث استخدم طريقة شجرة القرار (Decision Tree) ومنصة جوجل إيرث انجن (Google Earth Engine) [193] لمجموعة من خصائص التربة في المنطقة الشمالية الغربية من ليبيا، وأظهرت هذه الدراسة أنه من

الممكن استخدام الاستشعار عن بعد ومتغيرات الطبوغرافيا مع خوارزمية شجرة القرار، للتنبؤ بخصائص التربة في ليبيا، والحصول على نتائج دقيقة.

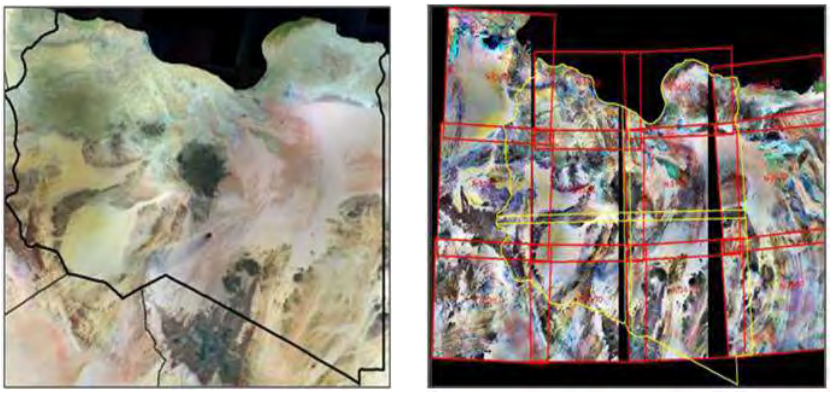
6.7 تطبيقات تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة، في مجالات موارد التربة واستخدمات الأراضي وتخريطها في ليبيا

فيما يلي نذكر باختصار شديد المجهودات التي بذلت من قبل مؤسسات الدولة الليبية المختلفة في مجال تطبيقات علوم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والبرمجيات المتخصصة في مجالات موارد التربة واستخدمات الأراضي وتخريطها في العقدين السابقين:

أولاً: المجهودات التي بذلت من قبل مشروع تخريط الموارد الأرضية الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط [61]

إن هذا المشروع قد أنجز الكثير من الأعمال مثل: رقمنة الخرائط الورقية المتوفرة في ليبيا (الخرائط المساحية، وخرائط التربة)، وتخريط الغطاء الأرضي/ النباتي لكل مساحة ليبيا، وبناء قواعد لبيانات التربة والمياه والمناخ وغيرها، كما استحدث نظام إدارة معلومات للموارد الأرضية يهدف إلى الحفظ والتبويب والإعداد ونشر للخرائط والبيانات والمعلومات ذات العلاقة، وذلك من خلال معلومات قواعد البيانات المتعددة (Modules)، وقد تتمثل في قواعد بيانات (التربة، المياه، المناخ، الغطاء النباتي، المحاصيل، وما إلى ذلك)، وفي استنتاج مؤشرات خاصة بالزراعة وتحديد ملائمة الأراضي لزراعة المحاصيل وإنتاج خرائط الملائمة، التي بدورها تساعد متخذي القرار في اتخاد القرار السليم في تقدير ملائمة الأرض للزراعة وتقييم فوائد التنمية ومحدداتها من خلال محاكاة سيناريوهات (توقعات مشروطة) متعددة، حيث يمكن لهذا النظام المستخدم من التعامل مع الكم الهائل من المعلومات بسهولة ويسر. وفيما يلي نورد باختصار شديد الأعمال التي تمت كأمثلة لهذه الدراسات:

1. **إعداد الخرائط الفضائية:** وتشمل: عمليات تأمين الصور الفضائية المطلوبة، وتصحيحها ومعالجتها وتحسينها، وإعداد الموزاييك وتجميعها وإنتاج الخرائط الفضائية، والشكل (1.7) يبين كيفية تجيع الموزاييك وإنتاج الخرائط الفضائية.



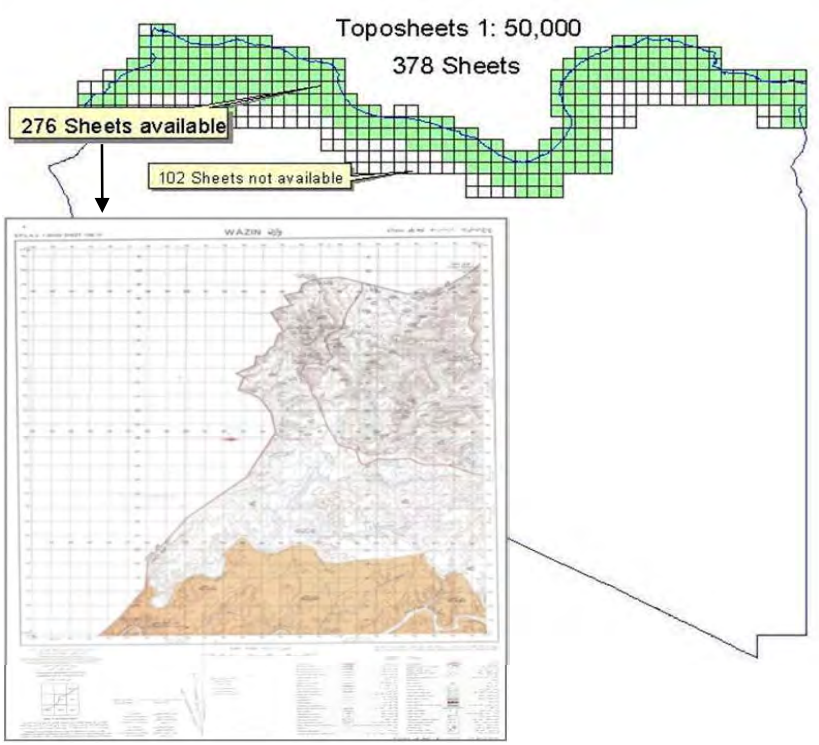
قبل الموزاييك　　بعد الموزاييك

شكل (1.7): تجميع الموزاييك وإنتاج الخريطة الفضائية

2. رقمنة الخرائط الورقية وإنتاج الخرائط المرقمنة

أ. رقمنة الخرائط المساحية

تمت رقمنة 276 خريطة مساحية بمقياس رسم (1: 50,000)، وقد غطت جميع المناطق الشمالية للبلاد (شكل 2.7). كما تمت رقمنة 64 خريطة بمقياس رسم (1: 250,000) لتغطي المنطقة الشمالية والمناطق الجنوبية الغربية، كما تمت أيضا رقمنة 558 خريطة بمقياس رسم (1: 25,000). وتعتبر هذه الخرائط هي جميع ما تملكه مصلحة المساحة بمقاييس الرسم السابقة الذكر.

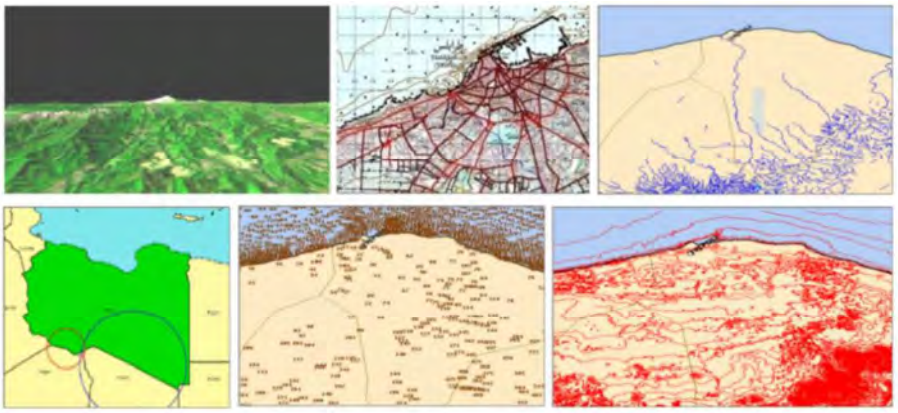


شكل (2.7): الخرائط المساحية الورقية بمقياس رسم 50,000:1

وكانت مراحل رقمنة الخرائط المساحية على هذا النحو:

- ✓ تجهيز الخرائط الورقية ونسخها ضوئياً (**Scanning**).
- ✓ ضبط الخرائط طبقاً للإحداثيات الدولية ((**Georeferencing**).
- ✓ الرقمنة وإدخال البيانات وربطها مع الخرائط (**Digitizing & Data Entry**) .
- ✓ المراجعة والتعديل (**Editing**).
- ✓ تجميع الخرائط والطبقات (Edge Matching).
- ✓ الإخراج النهائي (Out Puts).

ولقد استخدمت طريقة الترقيم على الشاشة (**On Screen Digitizing**) في رقمنة الخرائط. والطبقات التي جرتّ رقمنتها وهي الطرق، والكنتور، ومسارات المياه السطحية، والمناطق العمرانية، مع تسمية اهم المدن والقرى والأودية (الشكل 3.7).

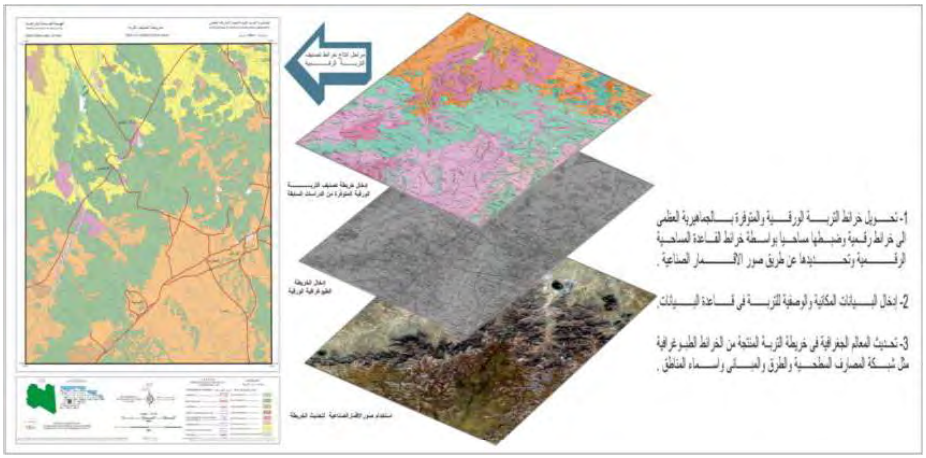


شكل (3.7): الطبقات التي جرتّ رقمنتها (الطرق، الكنتور، مسارات المياه السطحية، والمناطق العمرانية) مع تسمية أهم المدن والقرى والأودية

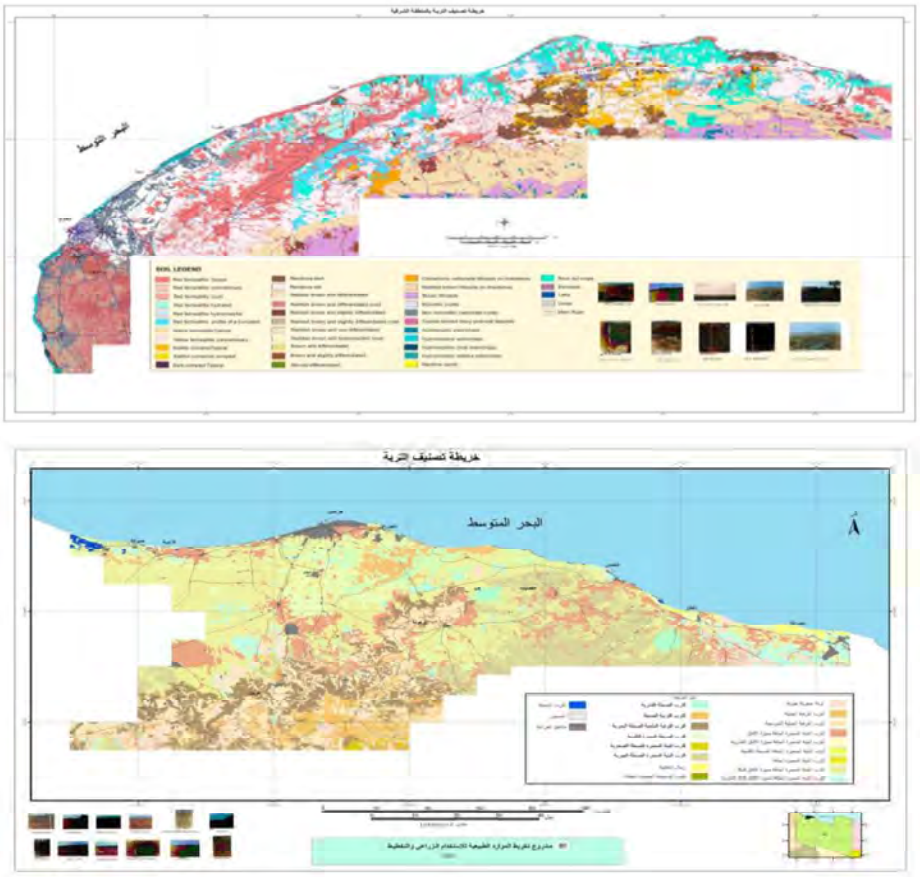
ب. رقمنة خرائط التربة

أُنجزت رقمنة خرائط التربة للمناطق الشمالية الغربية والشمالية الشرقية والوسطي بمقياس رسم 1: 50,000 [176]، وكذلك رقمنة خرائط التربة للمنطقة الغربية من ليبيا بمقياس رسم 1: 50,000 [78]، وكذلك جميع خرائط التربة المتوفرة الأخرى في مناطق متفرقة من ليبيا. فبلغ عدد خرائط التربة التي جرتّ رقمنتها حوالي 300 خريطة، واشتملت مراحل رقمنة خرائط التربة، على تجهيز الخرائط الورقية ونسخها ضوئياً (Scanning)، وضبط الخرائط بالنسبة للإحداثيات الدولية (Georeferencing)، الرقمنة (Digitizing) واستخدمت طريقة

الترقيم على الشاشة (On Screen Digitizing)، وفيها جرى رسم حدود الوحدات التصنيفية وترميزها وأدخلت أسماء الوحدات التصنيفية لكل منها، ثم المراجعة والتعديل (Editing). وتجميع الخرائط والطبقات (Edge Matching)، والاخراج النهائي (Out Puts)، الشكل (4.7) يبين الإخراج النهائي للخريطة، والشكل (5.7) يبين نماذج لخرائط تربة مرقمنة مجمعة في المنطقة الشمالية الشرقية والمنطقة الشمالية الغربية من ليبيا.



الشكل (4.7): يبين رقمنة خرائط التربة



شكل (5.7): نماذج لخرائط التربة المرقمنة التي تم إنتاجها للمنطقة الشمالية الشرقية والمنطقة الشمالية الغربية على التوالي

3. تخريط الغطاء الأرضي/النباتي في ليبيا رقمياً

تمت هذه العملية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والبرمجيات المتخصصة ومنها برنامج الـ (GeoVIS)، ونظام تصنيف الغطاء الأرضي والنباتي ((LCCS المعتمد من منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO). هذا وتمر عملية التخريط

بعدة مراحل وهي:

- تفسير المرئيات الفضائية باستخدام برنامج (GeoVIS)
- تحديد الوحدات التصنيفية المختلفة باستخدام نظام (LCCS)
- التحقيقات الميدانية لتصنيف المرئيات الفضائية
- إنتاج خرائط الغطاء الأرضي/النباتي وتبويب المعلومات باستخدام (GIS).

4. تخريط الغطاء الأرضي/النباتي في ليبيا رقميا

تمت هذه العملية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والبرمجيات المتخصصة ومنها برنامج الـ (GeoVIS)، ونظام تصنيف الغطاء الأرضي والنباتي (LCCS) المعتمد من منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO). هذا وتمر عملية التخريط بعدة مراحل وهي:

- تفسير المرئيات الفضائية باستخدام برنامج (GeoVIS).
- تحديد الوحدات التصنيفية المختلفة باستخدام نظام (LCCS).
- التحقيقات الميدانية لتصنيف المرئيات الفضائية
- إنتاج خرائط الغطاء الأرضي/النباتي وتبويب المعلومات باستخدام (GIS).

ومن خلال هذا العمل أمكن إنتاج خرائط مرقمنة للغطاء الأرضي/النباتي بمقياس رسم 1: 50,000 حسب الخرائط المساحية، كما تم إنتاج خرائط مجمّعة للمناطق الشمالية الشرقية والوسطى والغربية بمقاييس رسم 500,000:1. أما خريطة الغطاء الأرضي/النباتي على مستوي ليبيا، فأنتجت بمقياس رسم 1 إلى 2 مليون، وتوضح خريطة الغطاء الأرضي/النباتي، المناطق الزراعية (المروية أو البعلية) أو النباتات الطبيعية (المراعي أو الغابات)، أو المناطق ذات

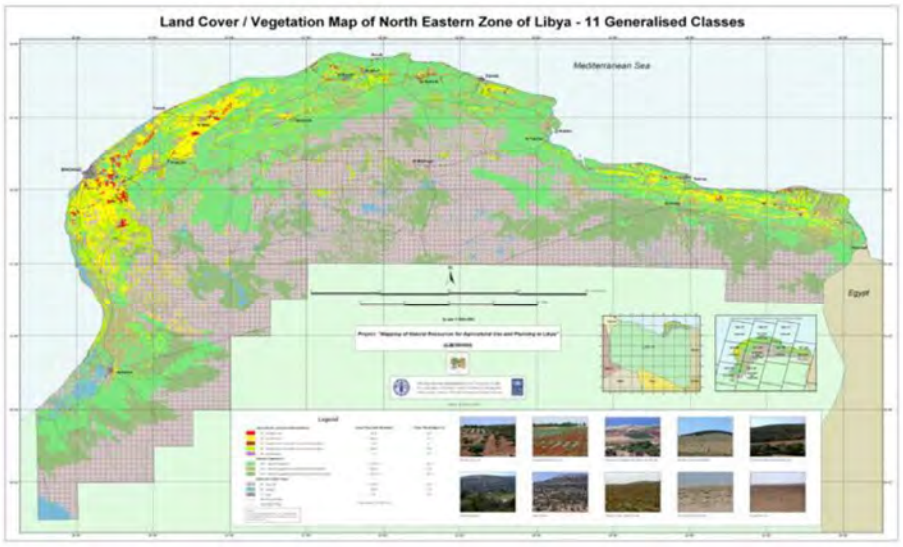
التكوينات السطحية غير التربة، مثل الرمال والكثبان الرملية والصحاري الصخرية ومناطق الحمادات والسرير وغير ذلك، بالإضافة إلى حساب مساحة كل فئة من الفئات التصنيفية للغطاء الأرضي/ النباتي. كما أمكن أيضا إنتاج خرائط الغطاء الأرضي/النباتي بمقاييس رسم متباينة ولمناطق وأقاليم مختلفة في ليبيا، وذلك لخدمة أهداف وأغراض معينة (شكل 6.7 أ ، ب)، كما يمكن من خلال خريطة الغطاء الأرضي/النباتي تحديد كثافة انتشار النباتات الطبيعية في المناطق الرعوية مثلا. والجدير بالذكر أن المعلومات المتوفرة من خريطة الغطاء الأرضي/النباتي تم إدخالها إلى قاعدة بيانات الموارد الطبيعية الزراعية، والتي سيأتي ذكرها لاحقاً.

5. قواعد البيانات للموارد الطبيعية

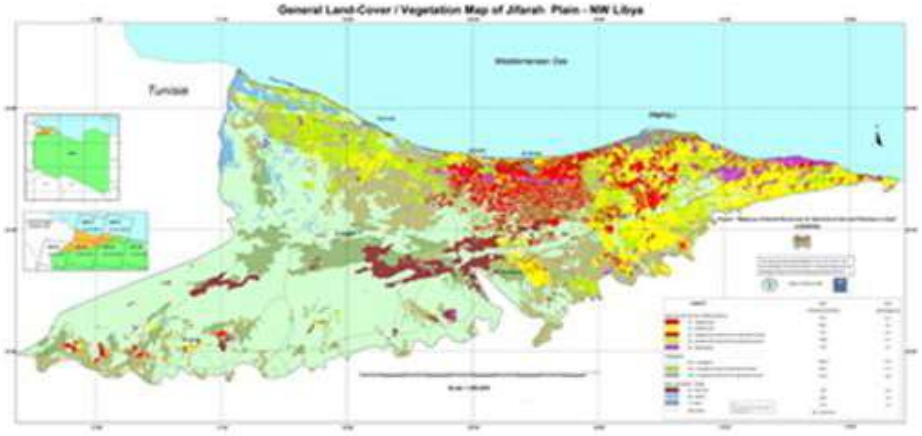
تم بناء قواعد البيانات للموارد الأرضية الطبيعية في ليبيا وفق الإجراءات التالية:

- تجميع كل المعلومات المتوفرة عن الموارد الطبيعية في ليبيا من تربة ومياه وعناصر مناخية
- تأسيس قواعد معلومات للتربة والمياه والبيانات المناخية الزراعية.
- تصميم قواعد البيانات للتربة والمياه والمناخ. وبرمجتها.
- ادخال كل بيانات التربة والمناخ والمياه في قواعد البيانات للمنطقة الشمالية الغربية، والمنطقة الشمالية الشرقية
- ربط قواعد البيانات مع الخرائط المرقمنة وإنتاج خرائط التربة الغرضية المختلفة (مثل خرائط أعماق التربة، وخرائط ملوحة التربة، وخرائط الخصوبة الذاتية للتربة، وغيرها) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .
- ربط قواعد البيانات مع خرائط الغطاء الأرضي/النباتي وإنتاج خرائط غرضية مختلفة.

وفيما يلي نستعرض قواعد البيانات المنجزة:



شكل (6.7 أ): خريطة الغطاء الأرضي/النباتي للجبل الأخضر



شكل (6.7 ب): خريطة الغطاء الأرضي/النباتي لسهل الجفارة

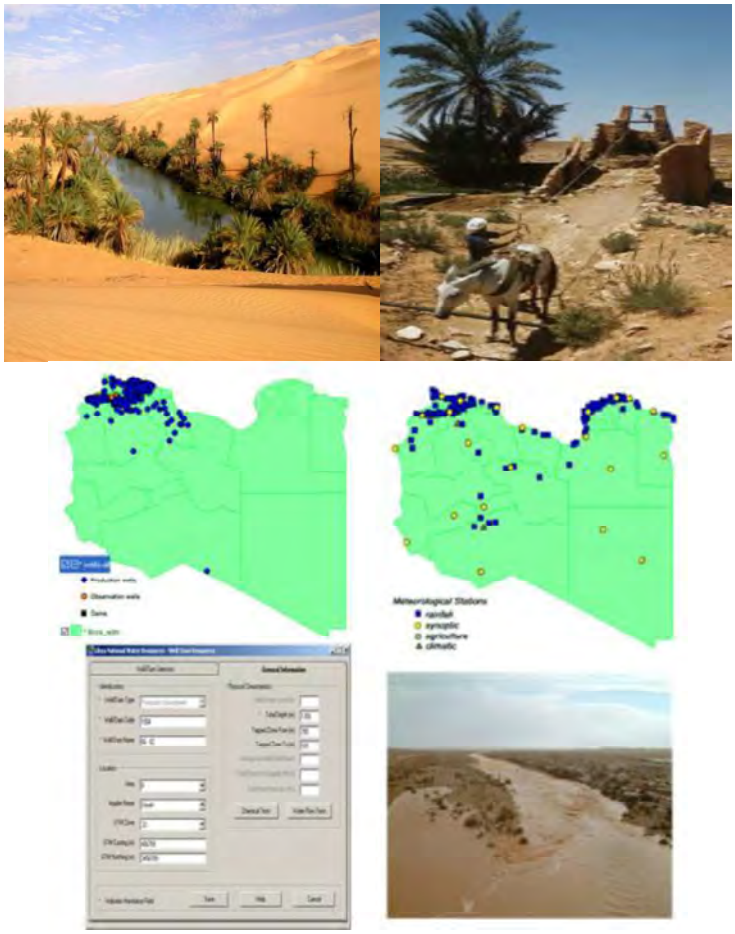
أ. قاعدة بيانات التربة

بعد التأسيس والتصميم وبرمجة قاعدة بيانات التربة، تم إدخال خرائط تصنيف التربة المرقمنة المتوفرة من أعمال رقمنة خرائط تصنيف التربة، وحُددت الوحدات التصنيفية بكل خريطة، ووقعت قطاعات التربة الممثلة لكل وحدة تصنيفية على الخرائط، وتم إدخال بيانات هذه القطاعات التي اشتملت على خواص التربة المورفولوجية والطبيعية والكيميائية والغذائية والمعدنية وربطها مع الخرائط. والشكل (7.7) يوضح قاعدة بيانات التربة في ليبيا.

شكل (7.7): قاعدة بيانات التربة في ليبيا

ب. قاعدة بيانات المياه

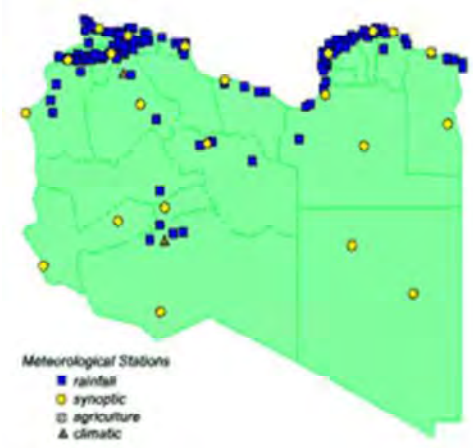
بعد التأسيس والتصميم وبرمجة قاعدة بيانات المياه، تم إدخال بيانات تخص مصادر المياه ونوعيتها، مثل الآبار المنتجة وآبار الملاحظة والمياه السطحية وربط مواقعها على الخرائط. والشكل (8.7) يوضح قاعدة بيانات المياه في ليبيا.



شكل (8.7): قاعدة بيانات المياه في ليبيا

ج. قاعدة بيانات المناخ

بعد التأسيس والتصميم وبرمجة قاعدة بيانات المناخ، جرى تسلّم البيانات المناخية المختلفة والمتوفرة في المركز الوطني للأرصاد الجوية، وفق برنامج (Clicom)، ومنه تم تخزينها في برنامج (Access) عن طريق برنامج خاص تم برمجته في المشروع. والشكل (9.7) يوضح قاعدة بيانات المناخ في ليبيا.



Rainfall : Table

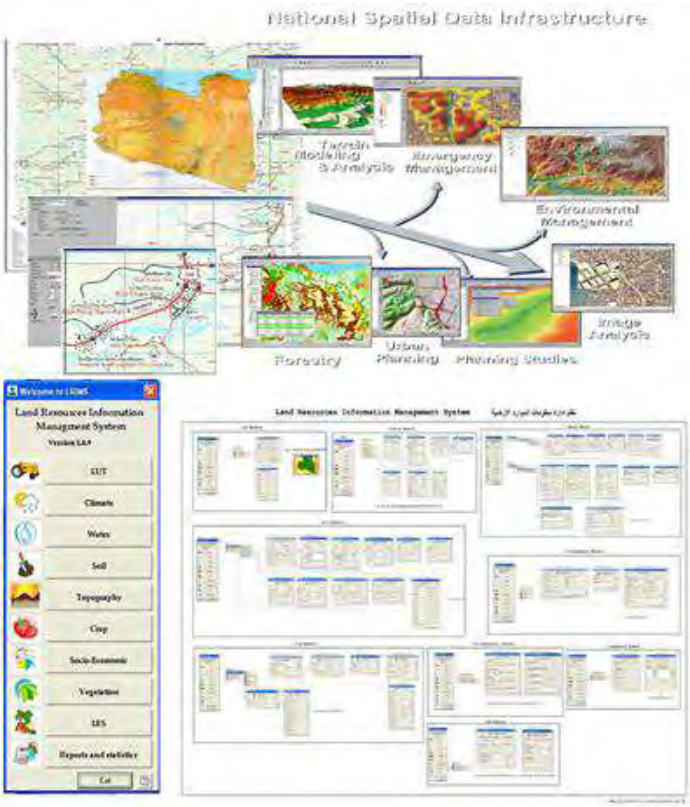
StationID	ElemCode	Date	Time	Rainfall
SYNO2053	005	01-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	02-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	03-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	04-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	05-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	06-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	07-Jan-56		11.1
SYNO2053	005	08-Jan-56		13.1
SYNO2053	005	09-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	10-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	11-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	12-Jan-56		0.3
SYNO2053	005	13-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	14-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	15-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	16-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	17-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	18-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	19-Jan-56		0.0
SYNO2053	005	20-Jan-56		0.0

شكل (9.7): قاعدة بيانات المناخ في ليبيا

6. نظام إدارة معلومات الموارد الأرضية الليبي

Libyan Land Resources Information Management System

تهدف منظومة ادارة معلومات الموارد الأرضية الليبية (LLRIMS) إلى حفظ وتبويب وإعداد ونشر الخرائط والبيانات والمعلومات ذات العلاقة (شكل 10.7)، وذلك من خلال معلومات قواعد البيانات المتعددة (Modules)، وهي تتمثل في:



شكل (10.7): نظام إدارة معلومات الموارد الأرضية الليبي (LLRIMS)

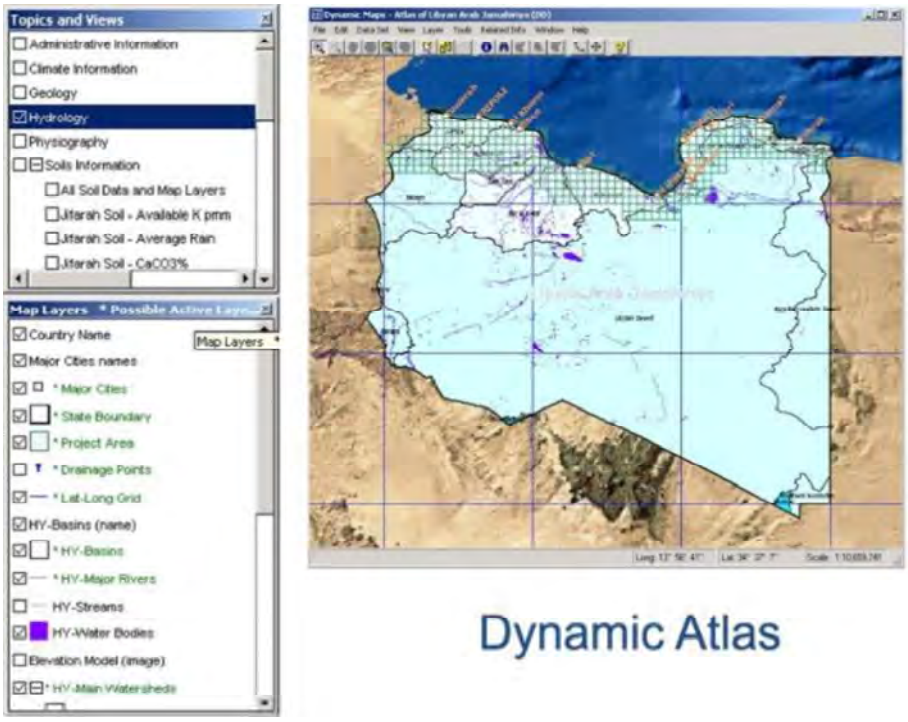
(البنية التحتية للبيانات المكانية الوطنية ووحدات البيانات المتعددة على التوالي)

- ✓ **وحدة نوع استخدام الأراضي (LUT)**: تتناول هذه الوحدة ملاءمة أنواع استخدامات الأراضي المختلفة لتنمية موارد الأراضي.
- ✓ **الوحدة المناخية**: الغرض من الوحدة المناخية هو تحليل بيانات الأرصاد الجوية ومتطلبات المحاصيل لمعرفة العلاقات بين الظروف المناخية والمحاصيل. وتؤدي العملية إلى تقييم الملائمة الزراعية – المناخية للمحاصيل المدروسة وتحديد المناطق الزراعية /المناخية (Agro-Climatic Zones).
- ✓ **وحدة المياه**: تشتمل هذه الوحدة على أربع وظائف رئيسية، وهي: تقدير التدفق الثابت للتصريف في أي مكان، وتقدير إعادة تغذية/سحب المياه الجوفية، وتحديد المناطق المحتملة لسحب المياه المستدام، وتقدير جودة المياه الجوفية.
- ✓ **وحدة التربة**: تتناول هذه الوحدة ملائمة التربة الزراعية لمتطلبات المحاصيل.
- ✓ **وحدة الطبوغرافيا**: تدرس هذه الوحدة تأثير التضاريس على ملائمة الأرض للزراعة.
- ✓ **وحدة الغطاء الأرضي/ النباتي**: تشمل هذه الوحدة المكونات التالية: حزمة البرامج المتاحة بسهولة LCCS))، وحزمة البرامج المتاحة بسهولة GeoVis))، وتحسينات الوظائف وتحليل الملائمة، وبناء وظائف التوافق المخصصة من أجل جعل الوحدة أكثر ملائمة لنظام تقييم الأراضي LES)).
- ✓ **وحدة المحاصيل**: تشمل هذه الوحدة المكونات التالية: حزمة البرامج المتاحة بسهولة CROPWAT، وتحسينات الوظائف، وتحليل الملاءمة، وإنشاء وظائف التوافق المخصصة لجعل الوحدة أكثر ملاءمة لـ LES.
- ✓ **وحدة ملائمة تقييم الأراضي**: تحسب هذه الوحدة العائد الذي يمكن تحقيقه لمحصول ما، ثم تحسب النسب المئوية لتخفيض الإنتاج المحصولي بسبب الضغوط وبسبب جميع

العوامل الأخرى التي تتحكم في تقسيم المناطق الزراعية البيئية (Agro-Ecological Zones) مثل: (التربة، جودة المياه، الطبوغرافيا، نوع استخدام الأرض، الغطاء الأرضي /النباتي، والعوامل الاجتماعية/الاقتصادية).

- ✓ **وحدة أدوات الإحصاء وإعداد التقارير**: تم تطوير أداة لإعداد التقارير المعنية بتزويد المستخدم بالقدرات اللازمة لإنشاء تقرير شامل خاص به. كما تم تطوير أداة إحصائية معنية بتزويد المستخدم بالقدرات اللازمة لإنشاء التحليل الإحصائي الخاص به. ستكون هذه الأدوات متاحة (يتم الوصول إليها) لجميع الوحدات النمطية الأخرى.

وتعمل المنظومة لاستنتاج مؤشرات خاصة بالزراعة وتحديد ملاءمة الأراضي لزراعة المحاصيل، وانتاج خرائط الملاءمة، التي بدورها تساعد متخذي القرار في اتخاذ القرار السليم في تقدير ملاءمة الأرض للزراعة وتقييم فوائد التنمية ومحدداتها من خلال محاكاة سيناريوهات متعددة، حيث يمكن هذا النظام المستخدم من التعامل مع الكم الهائل من المعلومات بسهولة ويسر، من خلال الشبكة المعلوماتية المحلية أو على نطاق أوسع على صفحة الموقع للمشروع (Project Website) وذلك لتعميم المعلومات وتسهيل اتخاذ القرارات. ومن خلال هذا النظام، تم بناء الأطلس الحركي للموارد الطبيعية الليبي وتطويره (Libyan Dynamic Atlas) (الشكل 11.7).



شكل (11.7): الأطلس الحركي للموارد الطبيعية في ليبيا (Libyan Dynamic Atlas)

تم تصميم موقع معلومات عن الموارد الطبيعية (Web Information Access System) وبناءه ونشره، ويهدف هذا الموقع الى تبادل المعلومات المتوفرة بالمشروع ونشرها على صفحات الإنترنت لتعميم الفائدة على جميع مؤسسات الدولة ذات العلاقة، بحيث يمكن المعنيين من استخدام المعلومات المتاحة والمسموح بتداولها بدرجات مختلفة عن طريق كلمات السر المستخدمة شكل (12.7).

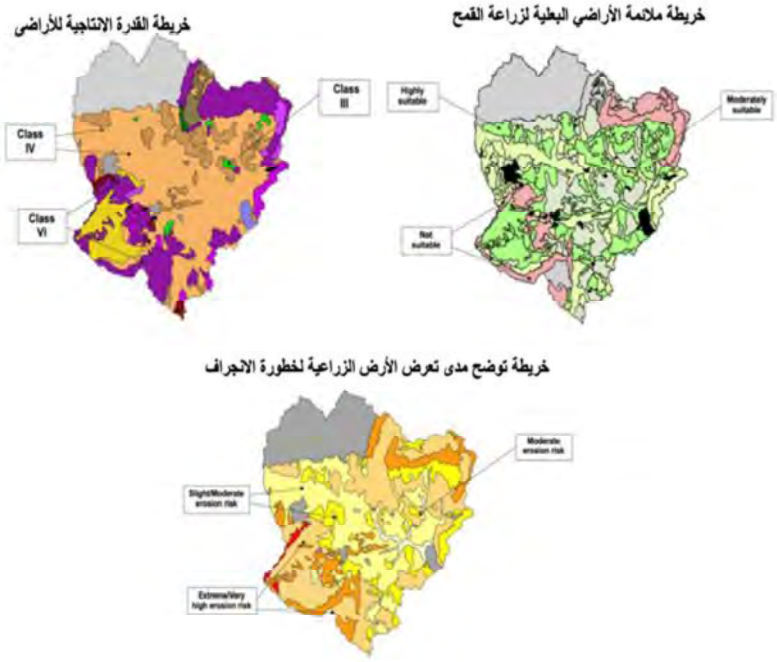
شكل (12.7): موقع المعلومات المتاحة للموارد الطبيعية الزراعية في ليبيا

ثانياً: أمثلة من الدراسات والبحوث التي أجريت في مجال تقييم الأراضي وإنتاج الخرائط الغرضية الرقمية باستخدام التقانات الحديثة في العقدين الأخيرين في الجامعات والمراكز البحثية:

بعدما تأسست قواعد ونظم إدارة المعلومات المتاحة للموارد الطبيعية، أصبحت هذه القواعد مصدرا هاما للعديد من مؤسسات الدولة في إنتاج العديد من الخرائط الغرضية متعددة الاستعمالات بمقاييس وإحجام مختلفة. ويهدف هذا النشاط إلى تقييم الأراضي، وإنتاج خرائط ملائمة الأراضي للزراعة لأغراض مختلفة، وذلك من خلال تصميم برمجيات

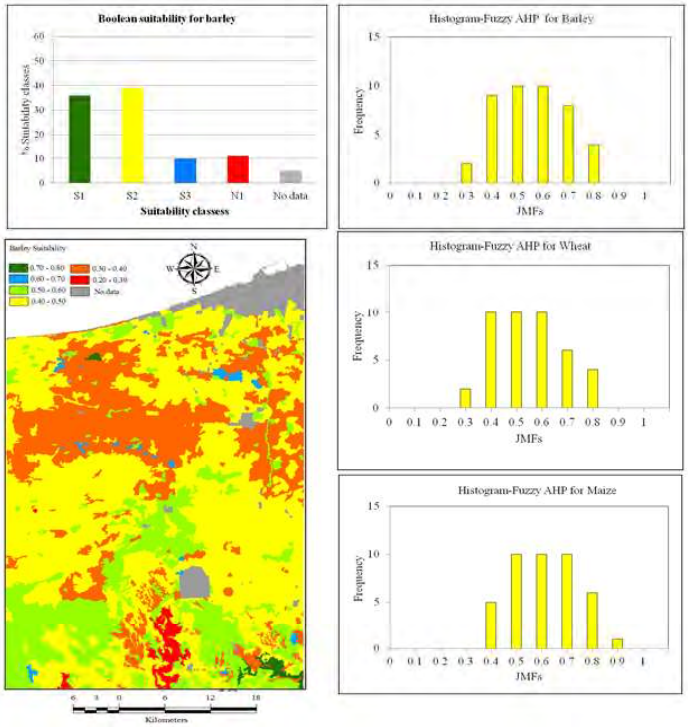
مناسبة وربطها مع قواعد بيانات الموارد الطبيعية الزراعية المتاحة. وفيما يلي نسرد بعض الأمثلة لحالات دراسية:

1. إنتاج خرائط تقييم الأراضي في المنطقة الممتدة من العزيزية إلى قدم الجبل الغربي: هذا العمل قام به مجموعة من المتدربين في مشروع التخريط الزراعي بإشراف خبراء منظمة الفاو، وذلك في جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من العزيزية إلى قدم الجبل الغربي). وتم إنتاج عدد من الخرائط الغرضية المختلفة مثل القدرة الإنتاجية للأراضي، وخرائط ملائمة الأراضي البعلية لزراعة القمح، وخرائط مدى تعرض الأرض الزراعية لخطورة الانجراف باستخدام منهجية تقييم الأراضي، المطورة من قبل (Istituto Agronomico per l'Oltremare) [175] (شكل 13.7).



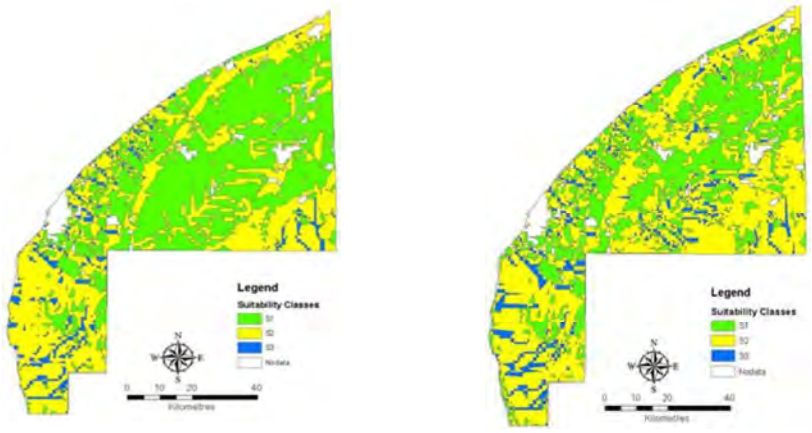
شكل (13.7): الخرائط الغرضية المختلفة

2. استخدام نظم المعلومات الجغرافية وBoolean and Fuzzy Logic Theoryفي إنتاج خرائط تقييم الأراضي لمحاصيل القمح والشعير والذرة في منطقة جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من طرابلس إلى جنوب العزيزية): الشكل (14.7) يوضح بعض نتائج استخدام نظم المعلومات الجغرافية و Boolean and Fuzzy Logic Theory [135،137،138،139] في تخريط ملائمة الأرض لزراعة محصول القمح والشعير والذرة في منطقة جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من طرابلس إلى جنوب العزيزية) [134].

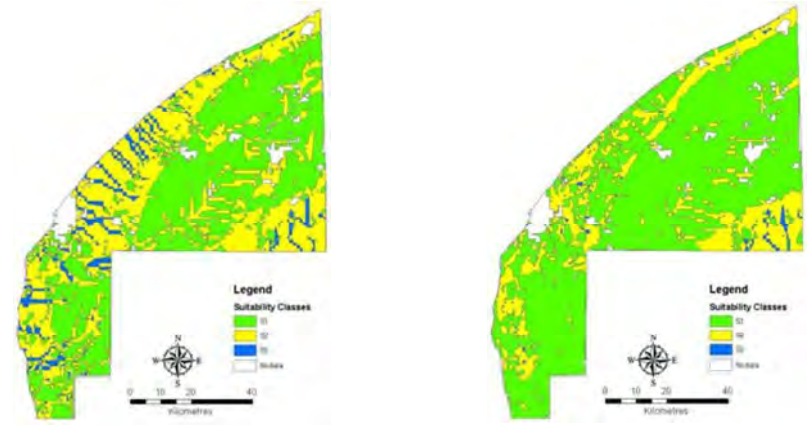


شكل (14.7): بعض نتائج استخدام نظم المعلومات الجغرافية و Boolean and Fuzzy Logic Theory في تخريط ملائمة الأرض لزراعة محصول القمح والشعير والذرة في منطقة جنوب طرابلس [134]

3. استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط تقييم الأراضي لمحاصيل القمح والشعير والذرة الرفيعة والذرة الصفراء في منطقة سهل بنغازي: والشكل (15.7) يبين استخدام نظم المعلومات الجغرافية و Boolean y Logic Theory في تخريط ملائمة الأرض لزراعة القمح والشعير والذرة الرفيعة والذرة الصفراء في منطقة سهل بنغازي [167].



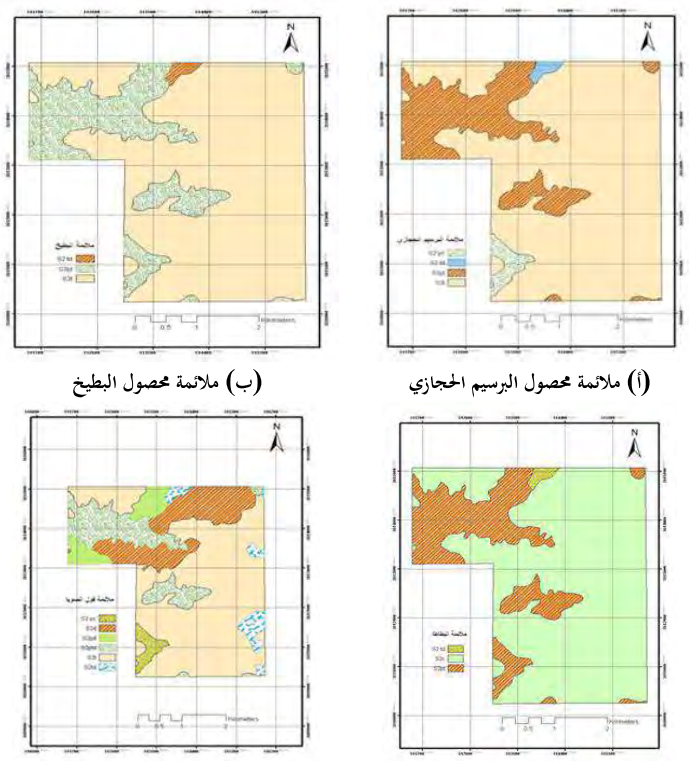
(أ) ملائمة محصول القمح (ب) ملائمة محصول الشعير



(ج) ملائمة محصول الذرة الرفيعة (د) ملائمة محصول الذرة الصفراء

شكل (15.7): ملائمة الأرض لزراعة (أ) القمح و(ب) الشعير و(ج) الذرة الرفيعة و(د) الذرة الصفراء في منطقة سهل بنغازي [167]

4. استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط ملائمة الأراضي لمحاصيل زراعية محددة في منطقة قرية بطة – الجبل الأخضر: والشكل (16.7) يبين استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تخريط ملائمة الأرض لزراعة البرسيم الحجازي والبطيخ والبطاطا وفول الصويا [93].

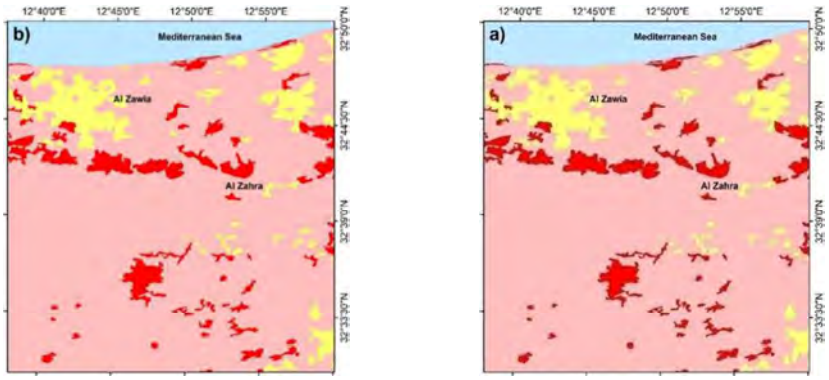


(أ) ملائمة محصول البرسيم الحجازي (ب) ملائمة محصول البطيخ

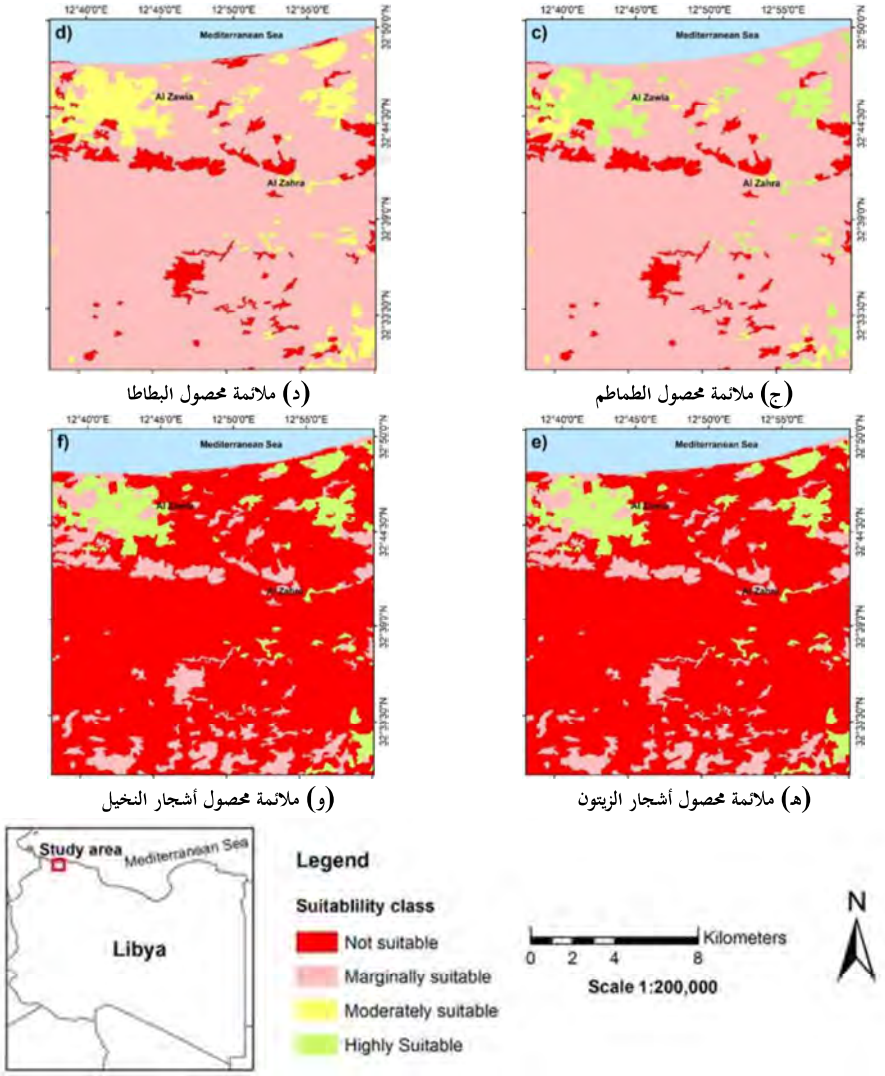
(ج) ملائمة محصول البطاطا (د) ملائمة محصول فول الصويا

شكل (16.7): ملائمة الأرض لزراعة (أ) البرسيم الحجازي و(ب) البطيخ و(ج) البطاطا و(د) فول الصويا بمنطقة قرية بطة – الجبل الأخضر [93]

5. نموذج مؤشر تصنيف إنتاجية التربة باستخدام نظام المعلومات الجغرافية في ليبيا [169]: هذه الدراسة أنتجت نموذجًا محوسبًا لمؤشر تصنيف إنتاجية التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في المنطقة الشمالية الغربية لليبيا [169]. واستند هذا البحث إلى البيانات والمعلومات المتوفرة في تقرير دراسة التربة لشركة سلخوز بروم إكسبورت (1980م) في منطقة الدراسة [176]، وخريطة التربة الرقمية المتوفرة في ليبيا. وتم حساب مؤشر إنتاجية التربة لجميع المحاصيل المختارة في نموذج جدول بيانات، وثم تصدير هذه المعلومات إلى نظام المعلومات الجغرافية لتوقيعها على الخريطة، وحساب المساحات التي تغطيها كل فئة إنتاجية. أظهرت النتائج أن الزيتون والطماطم من استخدامات التربة ذات المساحة الأكبر من الصنف المناسب للغاية. في المقابل، فإن أشجار النخيل والبطاطا والشعير والقمح هي من المحاصيل ذات المساحة الأكبر مع فئة مناسبة هامشيًا (الشكل 17.7).



(أ) ملائمة محصول القمح (ب) ملائمة محصول الشعير



(د) ملائمة محصول البطاطا

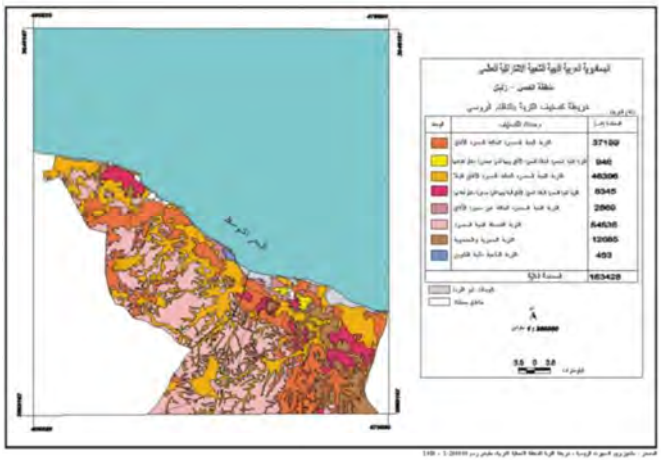
(ج) ملائمة محصول الطماطم

(و) ملائمة محصول أشجار النخيل

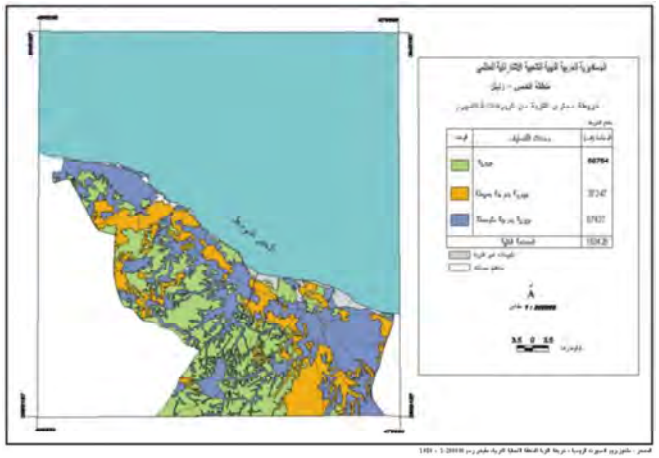
(هـ) ملائمة محصول أشجار الزيتون

الشكل (17.7): يظهر مؤشر تصنيف إنتاجية التربة وفئات الملائمة لمحاصيل مختارة في الشمال الغربي من ليبيا: (أ) القمح، (ب) الشعير، (ج) الطماطم، (د) البطاطا، (هـ) أشجار الزيتون، (و) أشجار النخيل، [169]

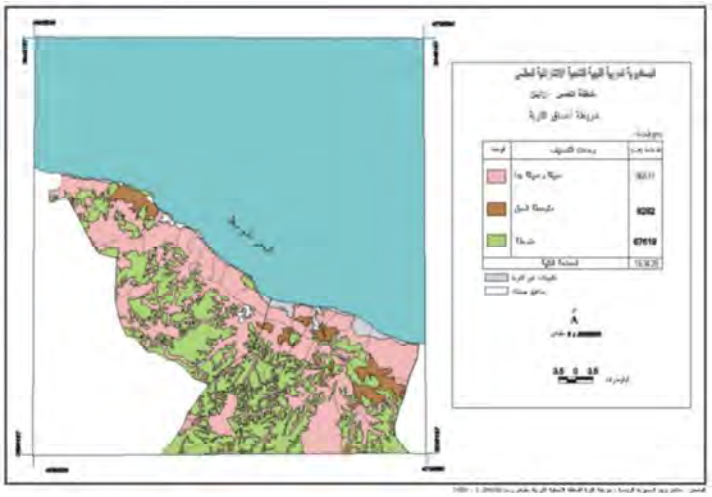
6. في مجال إنتاج خرائط التربة التفسيرية من خرائط تصنيف التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية: الشكل (18.7 أ، ب، ج، د) يوضح إنتاج خرائط التربة التفسيرية من خرائط تصنيف التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في منطقتيْ زليتن – الخمس [25].



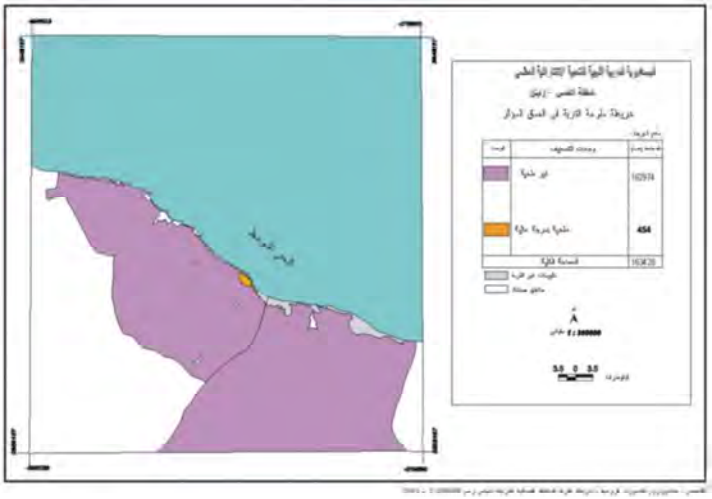
(أ) إنتاج خرائط تصنيف التربة بالنظام الروسي.



(ب) إنتاج خرائط محتوى التربة من كربونات الكالسيوم من خرائط تصنيف التربة.



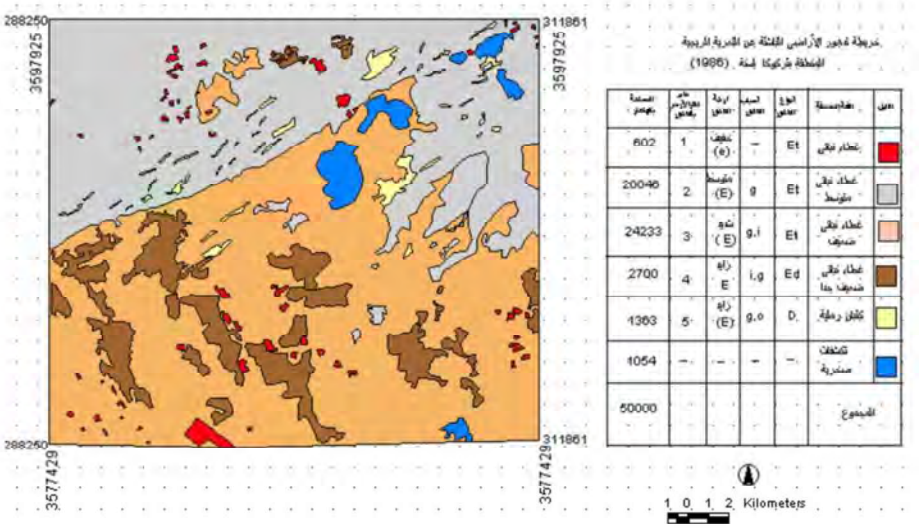
(ج) إنتاج خرائط أعماق التربة من خرائط تصنيف التربة



(د) إنتاج خرائط ملوحة التربة في العمق المؤثر في التربة من خرائط تصنيف التربة

شكل (18.7): يوضح إنتاج خرائط التربة التفسيرية من خرائط تصنيف التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في منطقتيْ زليتن – الخمس [25]

7. متابعة التغير في الغطاء النباتي وإنتاج خرائط تدهور الأراضي الناشئ عن التعرية الريحية: الشكل (19.7) يوضح إنتاج خرائط تدهور الأراضي الناشئ عن التعرية الريحية في منطقة بئر كوكا في سهل الجفارة [82].



شكل (19.7): إنتاج خرائط تدهور الأراضي الناشئ عن التعرية الريحية في منطقة بئر كوكا في سهل الجفارة [82].

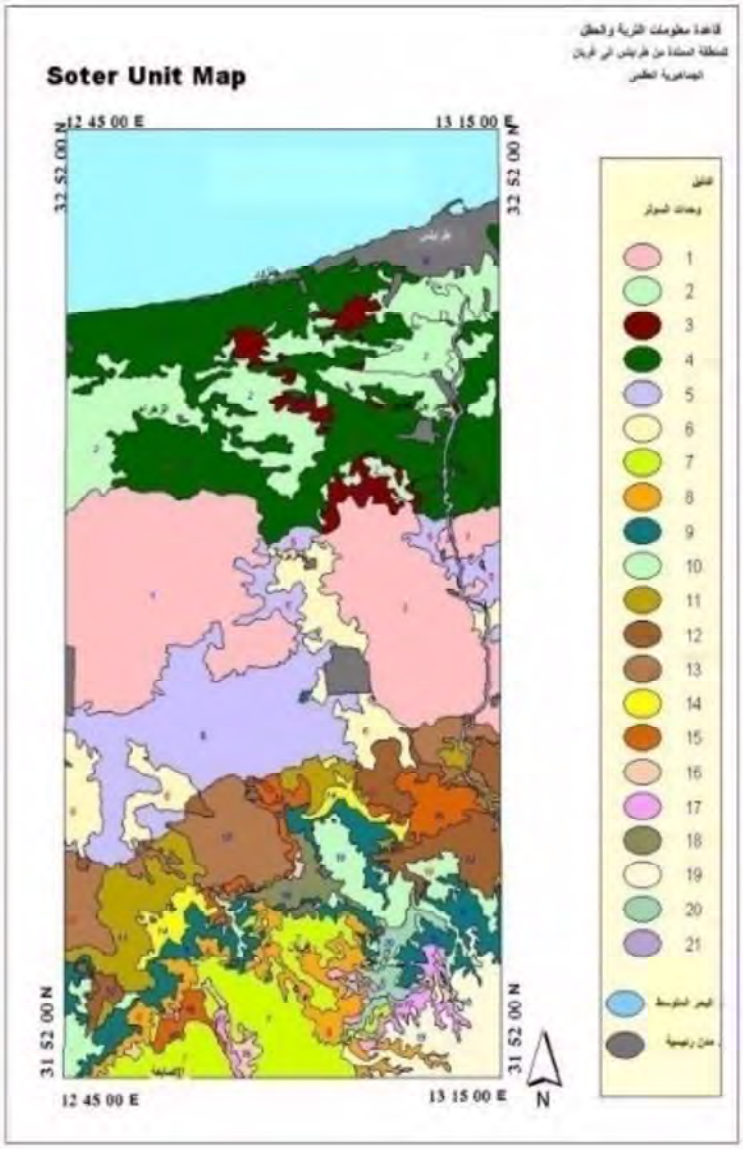
8. في مجال قاعدة بيانات التربة والحقل وتطبيقاتها

Soil and Terrain Data Base and its Applications

هي قاعدة بيانات التربة والحقل (SOTER) والتي تهتم بخصائص التربة مجتمعة مع خصائص تضاريس الأرض وجيولوجيتها، وتصنف هذه القاعدة على مستويين من التصنيف: الوحدة (SOTER Unit)، وتحت الوحدة (SOTER Sub-Unit)، وذلك طبقا للنظام الدولي المعروف [117]. كما يمكن استخدامها لإنتاج خرائط رقمية تكون قاعدة بيانات

لعدة نظم تشغيلية أخرى. ومن ثم إنتاج خرائط غرضية مختلفة من خلالها. ومن بين هذه التطبيقات المتاحة استخدامها نظام التشغيل المعروف بـ (SWEAP)، ومن خلاله يمكن إنتاج خرائط تقدير مخاطر الانجراف المائي في التربة وفق سيناريوهات مختلفة [44]. ونستعرض هنا باختصار شديد حالتين دراسيتين:

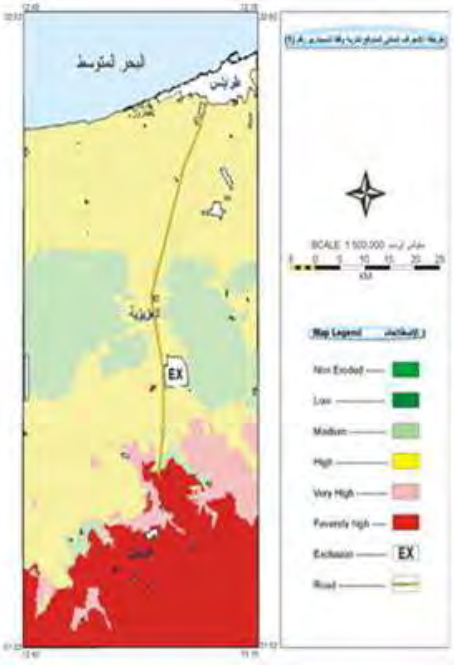
أ. **إنشاء قاعدة التربة والحقل SOTER**، وذلك من خلال خرائط تصنيف التربة والخرائط التضاريسية والجيولوجية للمنطقة المراد دراستها وبتطبيق نظام SOTER ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد الوحدات التصنيفية ورسم الخرائط وتدوين البيانات رقميا. والشكل (20.7) يوضح قاعدة بيانات التربة والحقل (SOTER) على مستوى الوحدة (SOTER Unit) في منطقة جنوب طرابلس (الممتدة من طرابلس إلى جبل غريان) [43].



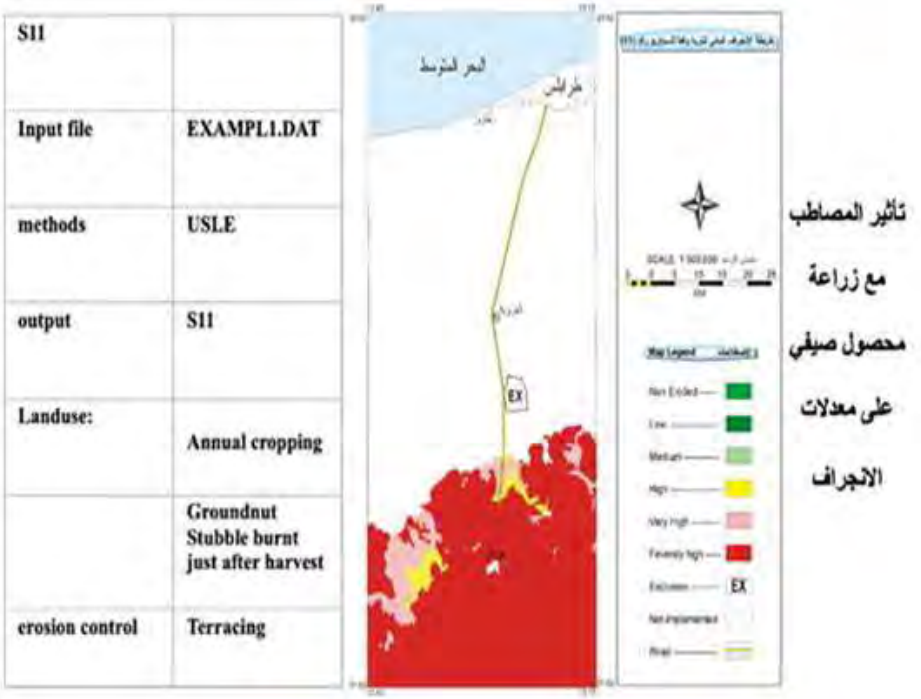
شكل (20.7): خريطة الـ (SOTER) على مستوى الوحدات، في منطقة جنوب طرابلس (الممتدة من طرابلس إلى جبل غريان) [43]

ب. إنتاج خرائط تبين نوع تدهور الأراضي الناتج عن الانجراف المائي ودرجته باستخدام برنامج السويب (SWEAP) SOTER Water Erosion Assessment Program: ويوضح الشكل (21.7 أ، ب) خريطتين: أ. تبين نوع تدهور الأراضي الناتج عن الانجراف ودرجته باستخدام برنامج السويب (SWEAP) بلا استخدام أي تقانة لمقاومة الانجراف المائي، وب. مع استخدام سيناريو وجود مصاطب وزراعة محصول صيفي، وذلك في جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من طرابلس إلى جنوب غريان)، مع العلم بأنه يمكن إنتاج خرائط عديدة أخرى حسب السيناريوهات المطلوبة في الدراسة [44].

S1	
INPUT FILE	EXAMPLI.DAT
METHODS	USLE
OUTPUT	S1
VEGETATION	Data from SOTER file
EROSION CONTROL	No erosion control



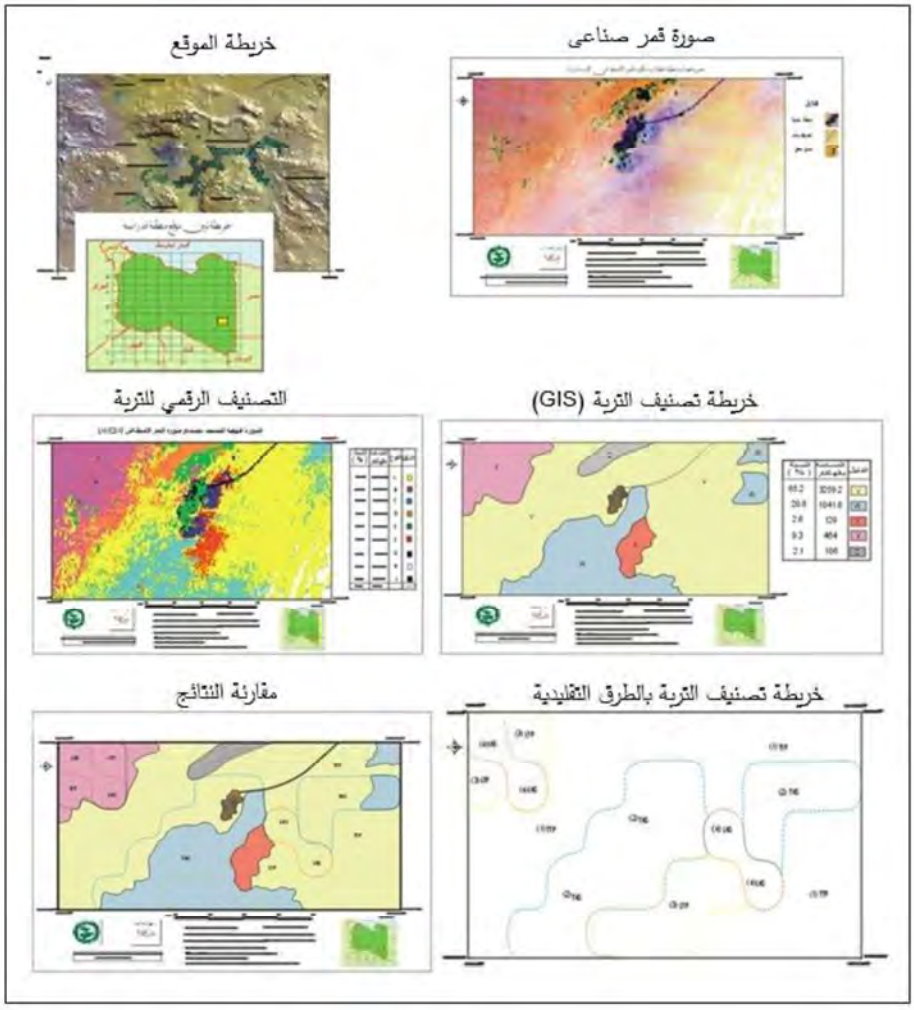
شكل (21.7 أ): خرائط تبين نوع تدهور الأراضي الناتج عن الانجراف المائي ودرجته باستخدام برنامج السويب (SWEAP) بلا استخدام أي تقانة لمقاومة الانجراف، في جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من طرابلس إلى جنوب غريان)، [44].



شكل (21.7 ب): خرائط تبين نوع تدهور الأراضي الناتج عن الانجراف المائي ودرجته باستخدام برنامج السويب (SWEAP)، مع استخدام سسناريو وجود مصاطب وزراعة محصول صيفي، في جنوب طرابلس (المنطقة الممتدة من طرابلس إلى جنوب غريان) [44].

9. استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في تصنيف التربة، ومقارنتها بالطرق التقليدية (منطقة الطلاب بالكفرة): أُقيمت هذه الدراسة بمنطقة الطلاب بالكفرة، وتبلغ مساحتها 5,000 هكتار، بغرض تصنيف التربة وتخريطها باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ومقارنتها بالطرق التقليدية، والشكل (22.7) يوضح استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تصنيف التربة

ومقارنتها بالطرق التقليدية (منطقة الطلاب بالكفرة) [85].



شكل (22.7) استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تصنيف التربة والغطاء النباتي ومقارنتها بالطرق التقليدية (منطقة الطلاب بالكفرة) [85].

ولقد أظهرت نتائج الدراسة أنه يمكن لهذه التقانة أن تستخدم للتمييز بين حدود الترب التي يختلف بعضها عن بعض في خصائص سطح الأرض، ولكن هناك قصور في هذه التقانة وحدها في التمييز بين حدود الترب التي تتشابه في هذه الخواص.

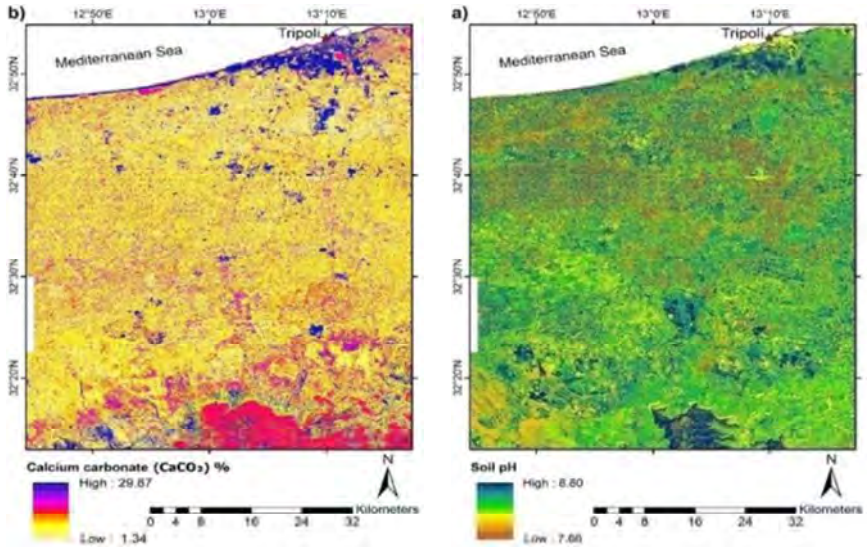
ثالثاً: أبحاث مختارة في مجال التنبؤ المكاني بخصائص التربة في ليبيا (حالات دراسية مختارة):

1. دمج بيانات الاستشعار عن بعد وتقانة تعلم الآلة للتنبؤ المكاني بخصائص التربة في المنطقة الشمالية الغربية من ليبيا [193]

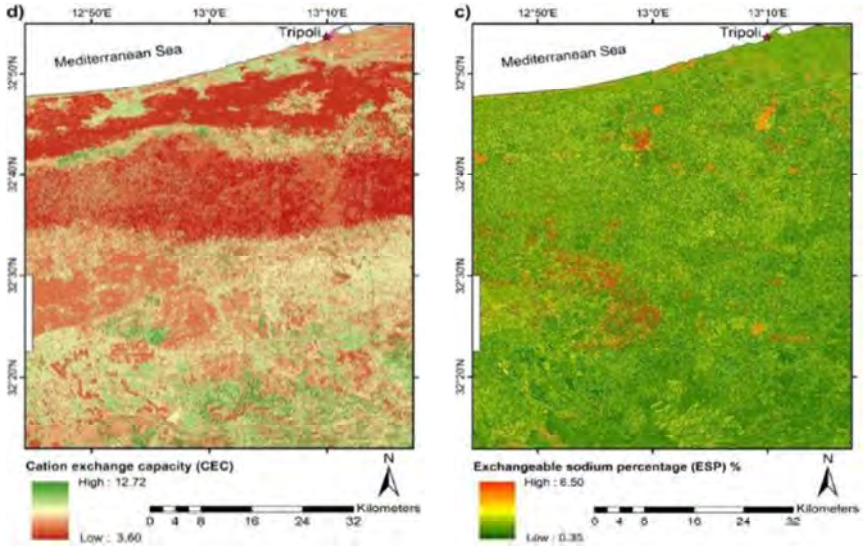
أُجريت هذه الدراسة في منطقة طرابلس، شمال غرب ليبيا. وهي جزء من سهل الجفارة، وهو من أهم المناطق الزراعية في البلاد، وتغطي حوالي 3,700 كيلومتر مربع. والهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو إجراء تنبؤ جيومكاني لخصائص التربة السطحية المختارة، مثل درجة تفاعل التربة (pH)، وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)، ونسبة الصوديوم المتبادل (ESP)، والسعة التبادلية للكتيونات (CEC)، باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونهج تعلم الآلة. وأشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن معامل التحديد (R^2) يتراوح من 0.22 إلى 0.42، وأن جذر متوسط الخطأ التربيعي (RMSE) يتراوح بين 0.35 و6.96، والجذر الوسطي للخطأ التربيعي (NRMSE) يتراوح بين 0.12 و0.26. وهذا يشير إلى تباين أقل في قيم التباين المتبقي (Residual Variance). ومن ثم موثوقية استعمال نموذج التعلم الآلي المستخدم. وبناءً على هذه النتائج، يمكن استنتاج أن هذا النهج هو منهجية فعالة وسليمة لنمذجة ورسم خرائط خصائص التربة المكانية في هذه المنطقة، ويمكن أيضًا تطبيق هذه

الطريقة على مناطق أخرى ذات خصائص مماثلة.

ويعدُّ رسم خرائط خصائص التربة خطوة أولية نحو اتخاذ التدابير الازمة لتحسينها. وتساعد هذه البيانات ايضا في تحديد مناطق زراعة المحاصيل المناسبة وتطبيق الإدارة الخاصة بالموقع. والشكل 23.7 أ، ب، ج، د)، يبين خرائط التوزيع المكاني لخصائص التربة المختارة في هذه الدراسة والمتمثلة في pH و$CaCO_3$ وESP وCEC للتربة السطحية (0–30 سم). هذا وتتراوح قيم pH المتوقعة للتربة بين 7.66 و8.80، على حين أظهرت نتائج $CaCO_3$ تقلبًا مكانيًا مرتفعًا يتراوح من 1.37 إلى 29.87% في منطقة الدراسة. وتراوحت قيم ESP وCEC من 0.35 إلى 6.50% و3.60–12.72 (ملي مكافئ/100 جم تربة)، على التوالي، ويبين التنبؤ المكاني لخصائص التربة في هذه الدراسة أن توزيع خصائص التربة على السطح متغير بدرجة كبيرة، بسبب الاختلافات في إدارة الأراضي واستخدامها في المنطقة.



(أ) التوزيع المكاني لدرجة التفاعل (Soil pH)　　(ب) التوزيع المكاني لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)



(ج) التوزيع المكاني للنسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP)　　(د) التوزيع المكاني للسعة التبادلية الكاتيونية (CEC)

شكل (23.7) يبين خرائط التوزيع المكاني لخصائص التربة المختارة لهذه الدراسة والمتمثلة في التوزيع المكاني (أ) درجة التفاعل (pH)، و(ب) كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)، و(ج) النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP)، و(د) السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) [193]

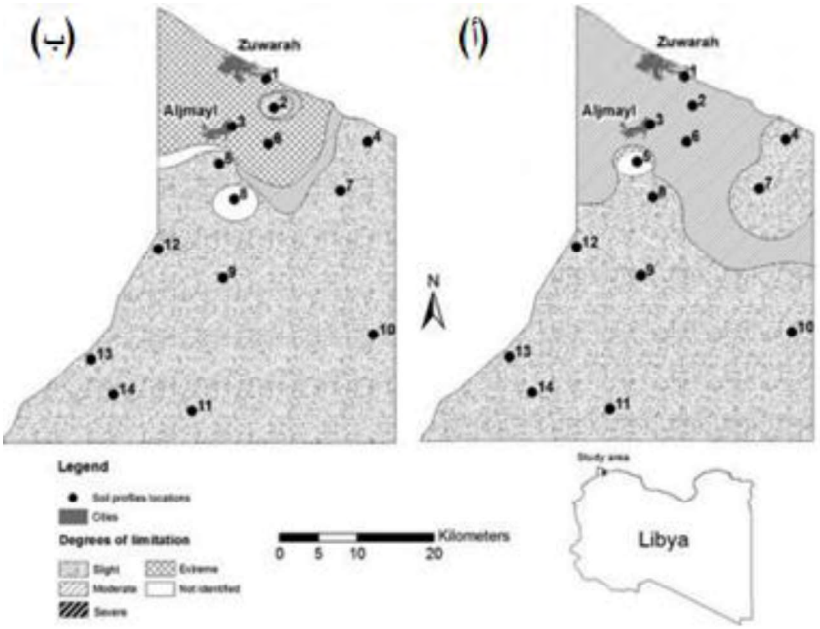
2. التنبؤ المكاني بفئات التربة المتأثرة بالملوحة وتوزيعها في شمال غرب ليبيا [191]

تدهور الأراضي بسبب تملح التربة له آثار ضارة على الغطاء النباتي والمحاصيل الزراعية، حيث تؤثر الملوحة على إنتاجية التربة، وهي من المعوقات الشائعة لنمو النبات في المناطق الجافة. وتقع منطقة الدراسة في شمال غرب ليبيا في منطقة زوارة، وتبلغ مساحتها حوالي 134 ألف هكتار [20].

حددت هذه الدراسة إطارًا لتصنيف التربة المتأثرة بالملوحة ورسم خرائط لها باستخدام

القياسات الميدانية لكل من (ECe، pH وSAR) في طبقات التربة السطحية وتحت السطحية، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). واقترحت أربع درجات من القيود على التربة: درجة طفيفة (التربة العادية)، ودرجة متوسطة (التربة الملحية)، ودرجة شديدة (التربة الصودية)، ودرجة شديدة جدا (التربة الملحية الصودية). وتم التحقق من التنبؤ المكاني للبيانات الميدانية عن طريق التحقق المتبادل، وتم إنشاء خرائط للتربة المتأثرة بالملوحة والصودية في المنطقة.

وكانت النتائج كما يلي: بلغت مساحة التربة السطحية المتأثرة بالملوحة بدرجة طفيفة (التربة عادية) حوالي 77% من مساحة منطقة الدراسة (الشكل 24.7 أ)، في حين بلغت مساحة الدرجة الشديدة جدا (التربة الملحية الصودية) حوالي 18%، وكانت التربة السطحية المتأثرة بالملوحة بدرجة متوسطة (التربة الملحية) 3% فقط. هذا وتوجد مساحة صغيرة بدرجة طفيفة (تربة عادية) موضحة على الخريطة، تحتوي على درجة تفاعل تزيد عن 8.5، وهذا لا يتوافق مع الخصائص الأخرى التي تعدُّ درجة شديدة (التربة الصودية). وأيضًا، هناك منطقة بها ECe أقل من 4 وSAR أكثر من 13، لكن درجة التفاعل في التربة أقل من 8.5، وهي لا تلبي جميع العوامل التي تعبر عن التربة بدرجة شديدة (التربة الصودية). وبلغت مساحة هذه المناطق غير المحددة حوالي 2% من مساحة الدراسة الكلية. وفي الطبقة تحت السطحية (الشكل 24.7 ب) بلغت مساحة التربة تحت السطحية المتأثرة بالملوحة بدرجة طفيفة (التربة العادية Normal Soils) حوالي 69% من المساحة الكلية، ولكن بلغت مساحة التربة تحت السطحية المتأثرة بالملوحة بدرجة متوسطة (التربة الملحية) حوالي 29% وذات الدرجة الشديدة جداً (التربة الملحية الصودية Saline-Sodic Soils) حوالي 1%.



شكل (24.7 أ، ب): مساحات التربة السطحية وتحت السطحية المتأثرة بالملوحة في منطقة الدراسة [191]

3. التغيرات المكانية لبعض خواص التربة الكيميائية لمنطقة سهل الجفارة (حالة دراسية: طرابلس، وادي المجينين، قصر بن غشير) [136]

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم استخدام طرق التنبؤ المكاني في دراسة التغيرات المكانية لخصائص التربة الكيميائية. حيث تم اختيار أقسام التربة التمثيلية من طرابلس ووادي المجينين وقصر بن غشير لتحديد التوزيع المكاني لنسبة الصوديوم المتبادل (ESP)، والسعة التبادلية للكاتيونات (CEC)، ونسبة كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وذلك باستخدام طريقة Kriging وIDW. وقد تم استخدام 250 عينة من التربة، موزعة عشوائيًا في منطقة الدراسة،

ذلك بواقع 225 مقطعًا من التربة في التنبؤ المكاني للخصائص الكيميائية للتربة، و25 عينة تمثل أقسام التربة المستخدمة لتقييم النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام إحدى الطريقتين.

وأظهرت النتائج أن طريقة Kriging البسيطة لم تكن مناسبة للتنبؤ المكاني لـ ESP أو CEC أو $CaCO_3$، على الرغم من تحولها إلى توزيعات لوغاريتمية طبيعية مناسبة للاستخدام مع Kriging. كما أظهرت النتائج أيضًا أنه لم يكن من الممكن الحصول على اعتمادية محلية موثوقة، وهو ما يبرز استخدام طريقة IDW الأقل تعقيدًا في رسم خرائط ESP وCEC و$CaCO_3$. وكانت النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة IDW موثوقة، كما يتضح من القيم المنخفضة لجذر متوسط الخطأ التربيعي ومتوسط خطأ التحيز. لذلك جاءت التوصية باستخدام طريقة IDW لرسم خرائط الخواص الكيميائية للتربة في منطقة الدراسة. ولمزيد من المعلومات يرجع إلى المصدر الأصلي [136].

4. تطبيق طريقة مقلوب المسافة الوزنية (Inverse Distance Weighting) في تخريط بعض الخصائص الكيميائية للتربة في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس [140]

تناولت هذه الورقة استخدام طريقة الوزن العكسي للمسافة (IDW) لرسم خرائط للخصائص الكيميائية للتربة في مناطق مختلفة من شرق ليبيا. استخدمت الدراسة 220 عينة تربة تمثيلية، موزعة عشوائياً بالمنطقة، بالإضافة إلى 22 عينة إضافية تم اختيارها عشوائياً لاستخدامها في تقييم النتائج. وأظهرت النتائج أنه يمكن استخدام طريقة (IDW) لرسم خريطة الخصائص الكيميائية للتربة في المنطقة، وأن النتائج كانت موثوقة بشكل عام، كما

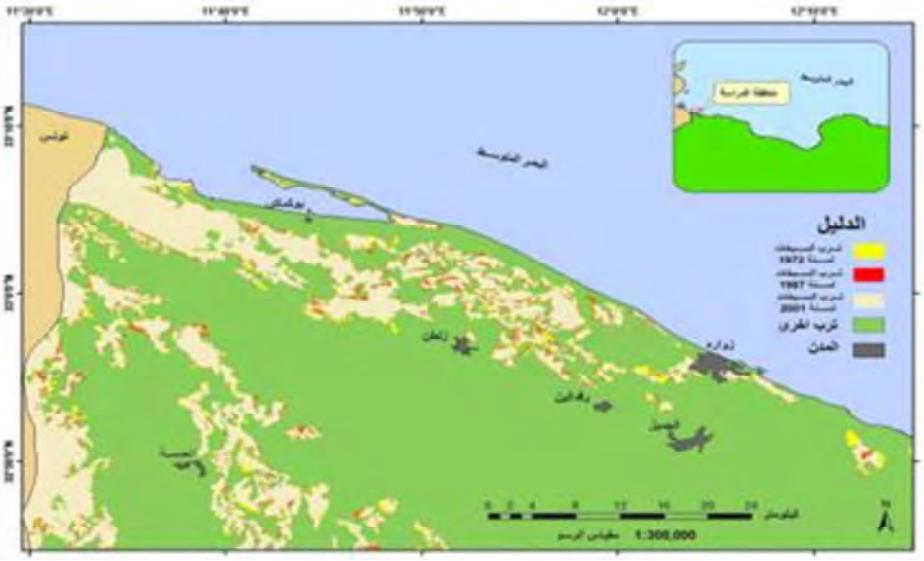
يتضح من قيم R التي تزيد على 0.8 لمعظم الخصائص المدروسة. ولقد وجد الباحثون أيضًا أن طريقة (IDW) كانت أكثر دقة من الطرق الأخرى لرسم خرائط خصائص التربة، ولا سيما في المناطق ذات التربة المتجانسة نسبيًا. ولمزيد من المعلومات يرجع إلى المصدر الأصلي [140].

رابعاً: تطبيقات أخرى متفرقة:

1. تقييم التغيرات المكانية والزمانية لملوحة التربة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية في ليبيا [197]

تم في هذه الدراسة استخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتتبع التغيرات المكانية في الترب الملحية (السبخات) في المنطقة الشمالية الغربية من ليبيا. وأجريت هذه الدراسة في منطقة تبلغ مساحتها حوالي 221,689 هكتاراً أي نسبة حوالي 0.125% من مساحة الكلية للبلاد. وتقع منطقة الدراسة بين خطيْ طول (15 12 – 33 11°) وبين دائرتين عرض (30 32° – 10 33°) شمالاً. حيث يحدها من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب مدينة بئر الغنم، ومن الشرق مدينة العجيلات، وتمتد من الغرب حتى الحدود الليبية التونسية، وقع في هذه الدراسة الاعتماد على ثلاثٍ من المرئيات الفضائية للقمر الصناعي (Landsat) للسنوات التالية (1972، 1987، و2001)، وتمت معالجة هذه الصور الفضائية عن طريق منظومة (ERDAS IMAGINE 8.4)، وذلك للحصول على صور أكثر دقة. وبعدها استخُدمت منظومة (Arc GIS 9.2) لتحويل المظاهر المراد تمييزها على هيئة رقمية (Shape files)، وكان نوع التمثيل الجغرافي (Polygon) مساحة مغلقة، بعد

ما كانت على هيئة (Raster format). وتم تحديد الشكل العام للسبخة وتحديد مساحتها الفعلية، وتخزين هذه النماذج في ملف قاعدة البيانات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية. وقد تم إنتاج عدد من الخرائط المستوحاة من المرئيات الفضائية لسنوات (1972، 1987، 2001). وهي تمثل مساحة السبخات في منطقة الدراسة لكل سنة من السنوات خلال الفترة الزمنية المشار إليها أعلاه، الشكل (25.7).



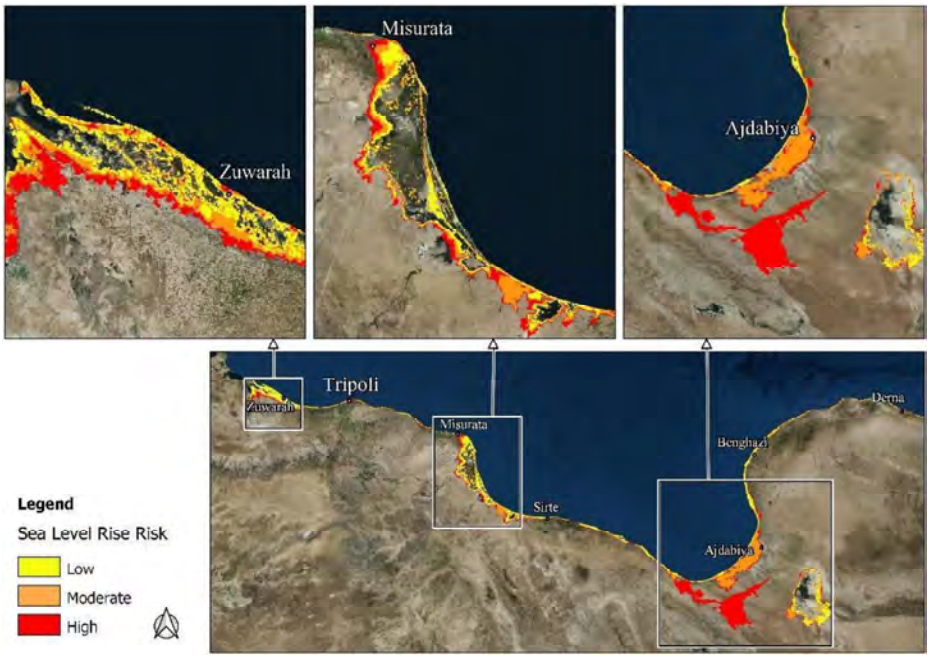
الشكل (25.7): يبين الخرائط المنتجة والمستوحاة من المرئيات الفضائية لسنوات (1972، 1987، 2001) والتغير في مساحة السبخات خلال الفترة الزمنية السابقة [197]

هذا وقد تبين من خلال هذه الدراسة أن مساحة هذه السبخات في تناقص طيلة الفترة الزمنية السابقة، وذلك بسبب تعرض هذه المنطقة للتعرية الريحية بصورة شديدة، شجعتْ على زحف الرمال في هذه السبخات. حيث إن طبيعة السبخات على صور

الأقمار الصناعية لم تعد واضحة بسبب الغطاءات الرملية وكانت نسبة التغير في وحدة المساحة حوالي 0.45 % لكل سنة من السنوات السابقة.

2. مراجعة قواعد بيانات التربة الليبية للاستخدام ضمن إطار خدمات النظام البيئي [196]

تشير الكثير من الدراسات الحديثة إلى ارتفاع درجات حرارة الهواء والماء الناتج عن ارتفاع درجة حرارة الأرض "الاحتباس الحراري" في السنوات الأخيرة، وسيؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر، وهذا سيزيد من احتمال تغيير النظم البيئية المحلية، ويؤثر على الإنتاجية الزراعية في البلدان التي لديها ساحل على البحر المتوسط. وفي هذه الدراسة استخدمت تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقدير مخاطر ارتفاع مستوى سطح البحر في المناطق الساحلية في ليبيا .ذلك أن ليبيا هي إحدى هذه الدول وهي تملك أطول ساحل من بين هذه الدول، يبلغ طوله حوالي 1770 كم .هذا وسيؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر إلى تآكل الشواطئ، وإغراق المناطق الساحلية المنخفضة، وإضعاف عمليات البنية التحتية الساحلية. وتسبب مخاطر ارتفاع مستوى سطح البحر في المناطق الساحلية في ليبيا خسائر في مساحة الأرض تساوي 700 كيلومتر مربع بتوقعات 1 متر (تأثير منخفض)، و3,200 كيلومتر مربع بتوقعات 3 أمتار (تأثير متوسط)، و7,200 كيلومتر مربع بتوقعات 6 أمتار (تأثير عالٍ) [196] ومن المتوقع أن تتأثر المدن القريبة من البحر عند ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متر واحد مثل زوارة ومصراتة ورأس لانوف والعقيلة والبريقة والزويتينة. وكلما زاد ارتفاع مستوى سطح البحر سيزيد من نسبة الضرر في هذه المدن، شكل (26.7).

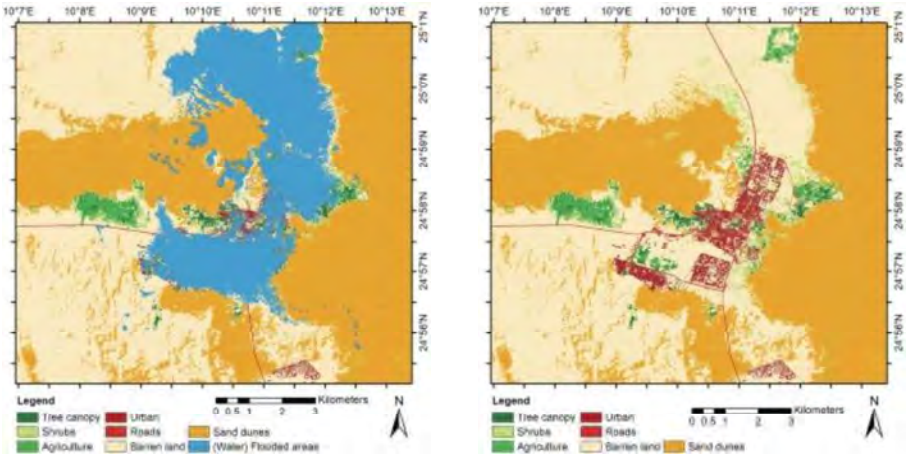


الشكل (26.7): يبين مستوى الخطر الناتج عن ارتفاع مستوى سطح البحر على طول مناطق الساحل الليبي [196]

3. رسم الخرائط الجغرافية المكانية وتحليل مدى كارثة الفيضانات لعام 2019 وتأثيرها في مدينة غات في جنوب غرب ليبيا باستخدام Google Earth Engine وتقنية التعلم العميق [195]

تعدُّ تأثيرات الفيضانات الناجمة عن هطول الأمطار الغزيرة والعواصف الرعدية وغيرها من الأخطار الطبيعية مصدر قلق كبير في العديد من المناطق في جميع أنحاء العالم. وكانت أهداف هذه الدراسة هي: (1) تطوير إطار لتحديد المناطق المتضررة من الفيضانات بعد تأثير العاصفة. (2) رسم خريطة لمناطق الفيضانات الناجمة عن هطول الأمطار الغزيرة

والعواصف الرعدية في المنطقة؛ و(3) تقييم التأثير الرئيسي للعاصفة على الغطاء الأرضي خلال فترة الفيضان. وأشارت نتائج تحليل مدى الفيضان إلى أن ما يقرب من 2,256 هكتاراً من منطقة الدراسة قد غُمرت خلال موجة الأمطار الغزيرة والعواصف الرعدية في يونيو 2019م، فسببت حدوث فيضانات وأضرار في عدة مواقع حول المدينة. وخلال هذا الحدث، تأثرت 70% من المناطق الحضرية والطرق بالفيضانات، وتليها 30% من مساحة الأراضي الزراعية والأشجار وأراضي البور، في حين أن الكثبان الرملية كانت أقل تأثراً. وتشير هذه النتائج إلى مخاطر الفيضانات على الغطاء الأرضي، وتوضح ميزة استخدام منصة (Google Earth Engine) وقاعدة البيانات المكانية المجانية الضخمة المتوفرة في نظامه، والذكاء الاصطناعي "تقانة التعلم العميق" لتتبع المخاطر الطبيعية ومراقبتها بمرور الوقت، شكل (27.7).



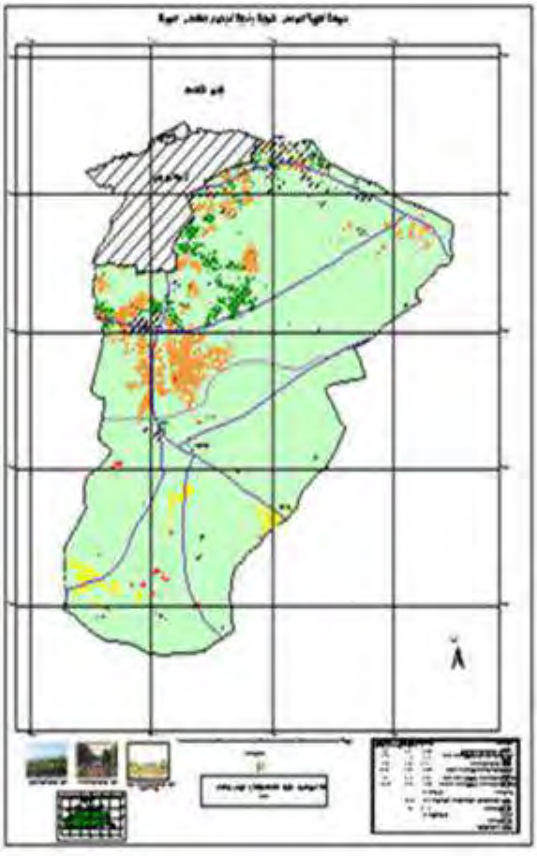
(أ) التوزيع المكاني للغطاء الأرضي (قبل حدوث الفيضان) (ب) المناطق المتأثرة (خلال فتره حدوث الفيضان في يونيو 2019)

شكل (27.7): الغطاء الأرضي والمناطق المتضررة بالفيضانات قبل وبعد تأثير العاصفة المطرية على مدينة غات في

العام 2019م [195].

4. إنتاج خريطة توزيع الأراضي المروية لمنطقة تاجوراء والنواحي الأربعة

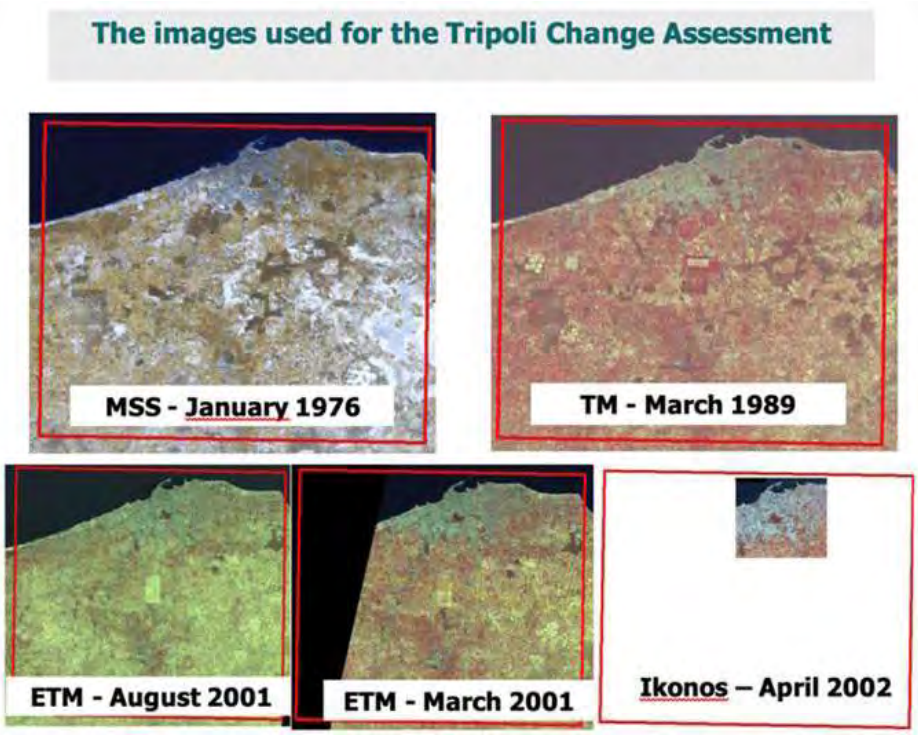
أُنتجت هذه الخريطة في إطار تنفيذ برنامج لوضع خرائط زراعية مرقمنة للشعبيات سابقا، لخدمة أهداف متباينة. والشكل (28.7) يقدم نموذجاً لإحدى الخرائط الزراعية المرقمنة لشعبية تاجوراء والنواحي الأربعة سابقا، والتي تم إنتاجها من خلال البيانات التي وفرتها خريطة الغطاء الأرضي/النباتي وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية [67].



شكل (28.7): خريطة توزيع الأراضي المروية في منطقة تاجوراء والنواحي الأربعة [67].

5. في مجال متابعة التغيير الذي يحدث مع الوقت خلال استخدامات الأراضي الزراعية والرعوية

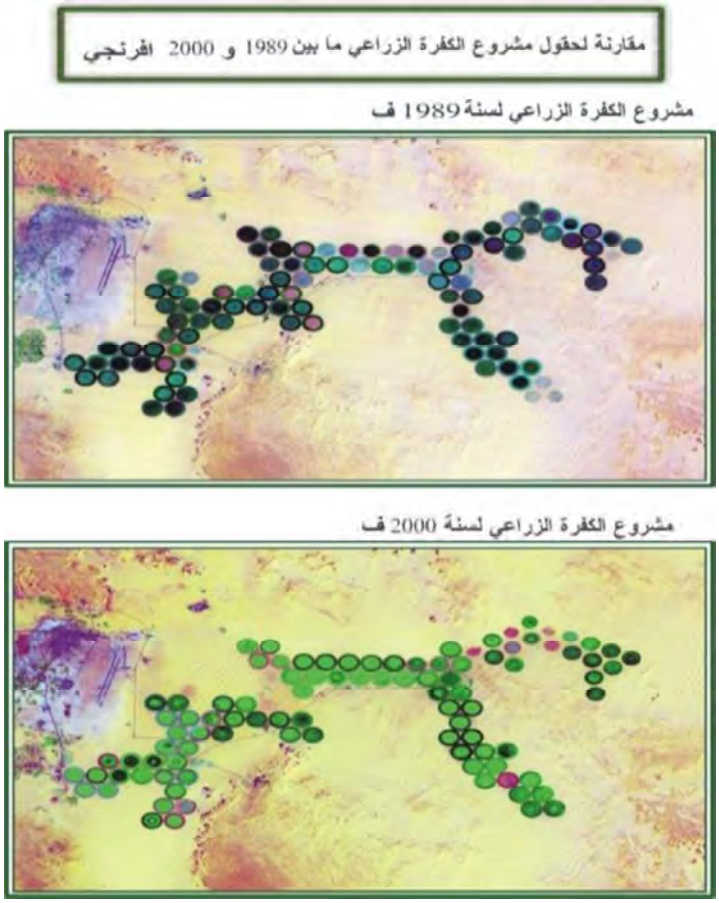
والشكل (29.7) يقدم نموذجاً لدراسة متابعة التغير في الغطاء النباتي للسنوات 1976، 1989، 2001م) باستخدام المرئيات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية في منطقة جنوب طرابلس [66]. وقد أظهرت النتائج النقص الشديد في كثافة العطاء النباتي الناشئ على التوسع العمراني العشوائي غير المدروس.



الشكل (29.7): يقدم نموذجاً لدراسة متابعة التغير في الغطاء النباتي في منطقة جنوب طرابلس [66].

6. مقارنة المساحة المزروعة بمحصول القمح بمشروع الكفرة الإنتاجي للعامين 1989 و2000

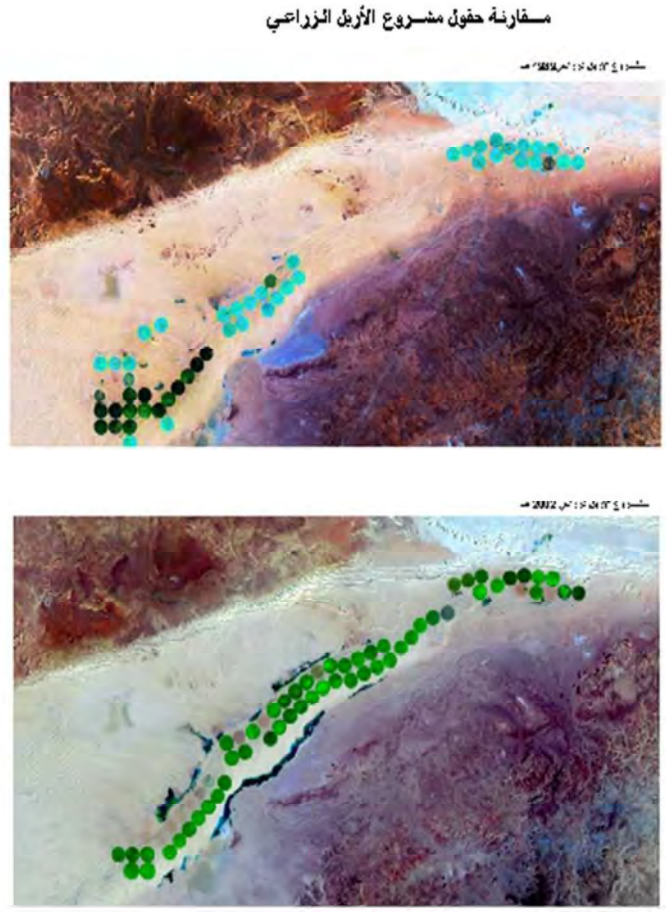
الشكل (30.7) يوضح مقارنة المساحة المزروعة بمحصول القمح بمشروع الكفرة الإنتاجي للعامين 1989 و2000م [84].



شكل (30.7): مقارنة المساحة المزروعة بمحصول القمح بمشروع الكفرة الإنتاجي للعامين 1989 و2000 م [84]

7 . تطور ظاهرة التغدق في التربة في مشروع الأريل الزراعي للعاميْن 1985 و1995م

الشكل (31.7) بين تطور ظاهرة التغدق في التربة الناتج عن استمرار الري لمدة 19 سنة في مشروع الأريل الزراعي بوادي الشاطئ [83].



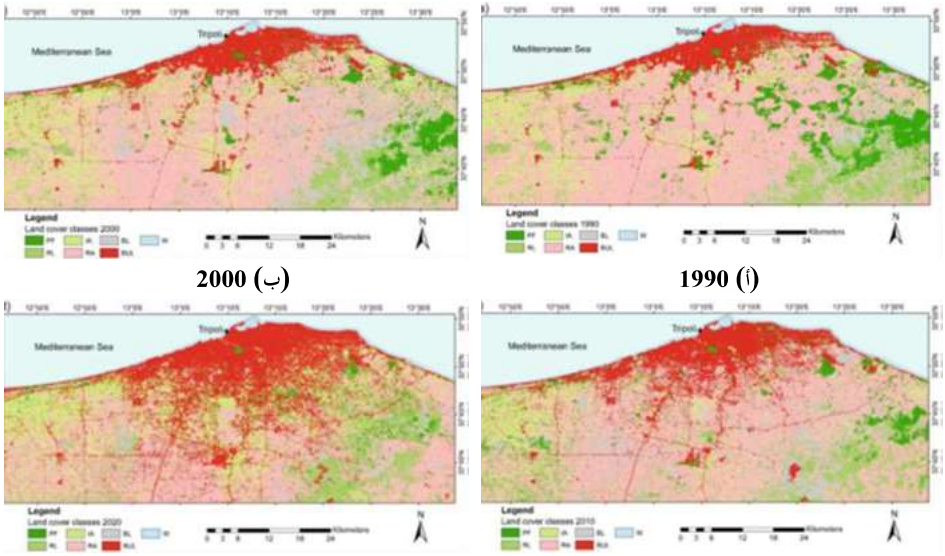
شكل (31.7): تطور ظاهرة التغدق في التربة الناشئ عن استمرار الري لمدة 19 سنة في مشروع الأريل الزراعي بوادي الشاطئ [83]

8. توظيف تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لرسم خرائط الغطاء الأرضي وكشف التغير في استعمالات الأراضي باستخدام منصة Google Earth Engine: (حالة دراسية: شمال غرب ليبيا) [194]

تناولت هذه الدراسة تغيرات الغطاء النباتي واستخدامات الأراضي في شمال غرب ليبيا خلال فترة 30 عامًا الماضية باستخدام نموذج تعلم الالة، للغابات العشوائية (Random Forest)، وذلك لأربع فترات زمنية (1990، 2000، 2010، و2020م)، ولسبع فئات من الغطاء الأرضي (مناطق الغابات، والمراعي، والزراعة المروية، والزراعة البعلية، والاراضي البور، والمناطق الحضرية، والماء. وتم في هذه الدراسة إنتاج خرائط الغطاء الأرضي بدقة مكانية تتراوح من 83.49% إلى 84.71% للسنوات التي تمت دراستها.

والشكل (32.7 أ، ب، ج، د)، يبين خرائط تصنيف الغطاء الأرضي بدقة 30م للسنوات المختارة لهذه الدراسة. حيث أظهرت النتائج أن 50.31% من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة كانت غير متغيرة خلال هذه الفترة، على حين تغير 49.68% من المساحة المتبقية بشكل كليْ. حيث شهدت المناطق الحضرية توسعا مستمرا على مدار الوقت، حيث ارتفعت من 176.39 كم^2 إلى 508.28 كم^2 خلال فترة الدراسة، وانخفضت مساحة الأراضي الزراعية المروية من 206.99 كم^2 إلى 178.37 كم^2. وايضا شهدت مناطق الغابات والشجيرات المزروعة أعلى معدل انخفاض في الغطاء النباتي، وظلت مناطق المراعي قادرة على البقاء في حالة متزنة نوعا ما [194]. كما تم تصميم ونشر تطبيق على الإنترنت يمكن من خلاله مقارنة البيانات المتحصل عليها بكل سهولة (الشكل 33.7)، بحيث يمكن

المعنيين من استخدام هذه المعلومات لتقييم تغير استخدام الأراضي والغطاء الأرضي على المستويات المكانية والزمنية، وهو ما يتيح لصناع القرار توفر المعلومات الكافية لفهم وتخطيط وإدارة الظواهر المختلفة المرتبطة بالموارد الطبيعية.



(أ) 1990 (ب) 2000

(ج) 2010 (د) 2020

شكل (32.7): يبين خرائط تصنيف الغطاء الأرضي بدقة 30 م للسنوات:

(أ) 1990، (ب) 2000، (ج) 2010، و(د) 2020 [194].

شكل (33.7): يبين التطبيق الذي تم تصميمه لمقارنة البيانات المتحصل عليها من هذه الدراسة [194].

وخلاصة القول، إنه بالرغم من التحدي الذي واجهه الخبراء الليبيون في مؤسسات الدولة الليبية في مجال تطبيقات التقانات الحديثة (من استشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة) في مجالات الموارد الأرضية الطبيعية واستخدامات الأراضي وتخريطها، ومنذ بداية تنفيذ مشروع التخريط الزراعي ، سواء كان ذلك في تجميع الدراسات السابقة أو استخلاص البيانات منها، أو تأسيس قواعد البيانات للموارد الطبيعية ونظم إدارتها، وإعداد وتدريب الكفايات الوطنية التي تقوم بالعمل في المؤسسات الوطنية المتعددة ذات العلاقة بهذه التقانات الحديثة، أو في التنسيق بين الأطراف الوطنية والدولية كافةً، ولذلك فإن ما تم إنجازه إلى تاريخ إعداد هذا الكتاب هو خطوه على الطريق.

إن استمرار هذا العمل يتطلب المزيد من الدعم، حيث إن تأسيس نظام لإدارة المعلومات المتعلقة بالموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط واستمراره يحتاج إلى مواصلة العمل من خلال:

1. الاستمرار في تطوير البنية الاساسية لقطاع الزراعة لاستخدام قاعدة المعلومات المتطورة عاما بعد عام تكون مزودة بأجهزة حاسوب، ومعدات نسخ وتصوير وطباعة خرائط متقدمة، وبرمجيات تطبيقية متنوعة، مع إدخال تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في المجالات الزراعية. وهذا دائما مقدور عليه ولا يحتاج إلا توفير التمويل اللازم لذلك .

2. مواصلة تدريب الكوادر الفنية الليبية وتأهيلها لكي تكون قادرة على استخدام قواعد المعلومات والاستفادة منها وتطويرها، ذلك أن هذا المجال مجال تقاني حديث يتطور باستمرار. وهذا دائما هو الموضوع الأصعب .

3. صحيح أن تحديث وتطوير أي قطاع من القطاعات يعد أمرا مهما، ولكنه في حد ذاته لا يمثل أساسا كافياً للسير نحو مجتمع المعلوماتية والمعرفة. فالقضية تتجاوز مسألة تحديث وتطوير قطاعات معينة تكون في النهاية بمثابة جزر متطورة معزولة في المجتمع.

والخلاصة هي أن السير على طريق الوصول إلى الزراعة الرقمية في ليبيا يتطلب في نظرنا توفر ثلاث مكونات اساسية وهي:

- إرادة مجتمعية جادة برؤية واضحة
- خطة طموحة في ضوء الواقع القائم.
- قيادات تنفيذية مؤهلة على درجة عالية من الوعي والشجاعة.

وإذا ما توفرت هذه المكونات يمكننا القول بأن وزارة الزراعة والثروة الحيوانية لابد لها من تطوير **مؤسسة مستقلة** تعمل على دمج مركز المعلومات والتوثيق ومشروع التخريط

الزراعي بالوزارة، وتعيد بناء هذه المؤسسة بحيث تكون قادرة علميا وإداريا للقيام بمهامها. ذلك أن تطبيق الزراعة الرقمية هو **عمل مؤسساتي** وليس بعمل أفراد (خبراء أو بُحاث، أعضاء هيئة تدريس، طلبة دراسات عليا، وخلافه تعمل خارج إطار المؤسسة)، وليس معنى ذلك أن أعمال كل هؤلاء غير مهمة، ولكن ستكون أكثر أهمية، إذا ما تم التنسيق مع مؤسسة الدولة المعنية في قطاع الزراعة، بحيث تكون جميع أعمالهم من ضمن اولويات العمل المعتمد حسب استراتيجية وخطط عمل وبرامج محددة مسبقا من قبل المؤسسة.

ولذلك نوصي باستمرارية العمل فيما يلي:

- استكمال قاعدة المعلومات الرقمية للموارد الطبيعية (مياه، تربة، غطاء أرضي/ نباتي، مناخ، جيولوجيا ... الخ) وذلك للمناطق غير المدروسة.
- استكمال تجميع المعلومات الاقتصادية والاجتماعية للمناطق الزراعية المتباينة في ليبيا، وإدخالها في قاعدة البيانات أولاً بأول، وقد توقف العمل بها منذ 2010م بسبب وقف التمويل وسوء الإدارة.
- استخدام نظام إدارة معلومات الموارد الطبيعية في ليبيا (LRIMS) المتوفرة حاليا في المشروع.
- الإشراف على استكمال دراسات التربة والأراضي وإعداد خرائطها المرقمنة، بمقاييس 50,000:1، كلما لزم الأمر.
- تحديث بيانات وخرائط الغطاء الأرضي/النباتي التي أُنتجت في العام 2006م.
- دعم قاعدة البيانات لتكون قاعدة إقليمية، أو على مستوى البلديات لخدمة التنمية المستدامة، ولتوسيع قاعدة حصر الموارد الطبيعية، وإعداد خرائط الغطاء الأرضي

واستعمالات الأراضي.

- استمرار إنتاج خرائط زراعية وخرائط رعوية وخرائط الغابات (المشجرات) مرقمنة للبلديات والمناطق ذات العلاقة كلما دعت الحاجة.
- جمع البيانات الخاصة بالموارد الطبيعية والمعلومات الاجتماعية والاقتصادية، في كل بلدية وربطُها مع وحدة قاعدة البيانات عن طريق شبكات الاتصال.
- الاهتمام بالتخطيط والإدارة المستدامة لاستخدامات الأراضي الزراعية (المروية والبعلية) بالمشاركة مع مؤسسات الدولة المعنية .
- استخدام الخرائط الطبوغرافية لسنة 1970م وتحديثها على كل الساحل الليبي وجمع البيانات لكل البلديات غير المدروسة بالخرائط الطبوغرافية.
- تحديث خرائط الموارد المائية، وذلك بالتعاون مع وزارة للموارد المائية لإدخال كل البيانات المتعلقة بالموارد المائية (الطبقات الموجودة في الاحواض المائية وأعماقها، والطبقات الحاملة للمياه، وطبقات المياه المالحة والكبريتية وأعماقها، والاستنزاف الشهري والسنوي للمياه، والتنبؤات القادمة، وغيره) وإدخالها في قاعدة البيانات لتقييمها والتقليل من تدهورها.
- تحديث بيانات المناخ (سنة 2005 – 2023 م) وبيانات التنبؤ في التغير المناخي القادم، بالتعاون مع المركز الوطني للأرصاد الجوية لإنتاج خرائطها.
- الشروع في تنفيذ مشروع وطني لمراقبة تدهور الأراضي وتقديره، وإعداد الخرائط الخاصة به.
- وضع منهجية وطنية مناسبة لرصد الجفاف ومراقبته والتخفيف من آثاره.
- استخدام مصفوفة سيناريوهات للإنذار المبكر للأمن الغذائي وتطويرها محلياً بنماذج التنبؤ ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير إنتاجية المحاصيل في ظل تغير المناخ والتربة والمصادر المائية وأنواع المحاصيل.

- تسخير تطبيقات الاستشعار عن بعد والأنظمة الرافدة في متابعة الكوارث الطبيعية (الفيضانات، تحركات أسراب الجراد الصحراوي)، وتحديد مواقع انتشاره.
- مراقبة التوسع في الأراضي الزراعية (المروية والبعلية) وتقييمه.
- تقييم ملائمة الأراضي للزراعة ونمذجتها باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، لتستجيب للإنتاج الزراعي المحتمل.
- استخدام المنظومات والبرمجيات المتخصصة في التنبؤ بالآثار السلبية المنتظرة للتغير المناخي في الزراعة واستخدامات الأراضي.
- تتبع التوسع العمراني حول المدن الكبرى والإبلاغ بمنعه، عندما يتجه نحو المناطق الزراعية الخصبة.
- التركيز على التدريب الفني الراقي على نظم المعلومات الجغرافية لطلبة الدراسات العليا بكليات الزراعة في ليبيا، وتشجيعهم على اختيار هذا المجال في أطروحاتهم لنيل درجة الإجازة العالية (الماجستير) ودرجة الاجازة الدقيقة (الدكتوراه).
- الاستمرار في تدريب بعض الخبراء المحليين من مؤسسات الدولة المعنية في مجالات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والغطاء الأرضي/النباتي وإعداد الخرائط الرقمية.

الفصل الثامن

التدابير اللازمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي واستدامة الموارد الأرضية في ليبيا

8. التدابير اللازمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي واستدامة الموارد الأرضية في ليبيا

1.8 تمهيد

مما لاشك فيه أن جهوداً كبيرة قد بذلت في العقود الأخيرة لتطوير الزراعة والإنتاج الزراعي في ليبيا في معظم المجالات الزراعية، وحيث إن المجال هنا لا يسعنا لسرد كل ما أنجز، ولا نحن بصدد ذلك في هذا الفصل، حيث إن ذلك خارج موضوعات هذا الكتاب، إلا أننا نؤكد على الاهتمامات والتدابير الرئيسية التي وجهت لمجاليْ المياه والتربة، وهدفت إلى المحافظة على هذين المصدرين الطبيعيين لكونهما ثروة قومية أساسية ومحددة للزيادة في الإنتاج الزراعي الأفقي والرأسي، والاستمرار في هذه الاتجاهات، وذلك حتى يتسنى لنا أن نبني على ذلك ونعدد الخطط والتدابير التي يمكن اتباعها في الرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية في الوقت الحاضر والمستقبل.

ومن الاهتمامات والتدابير التي وجهت في مجاليْ المياه والتربة، الآتي:

1. في مجال المياه

- ❖ الاهتمام بدراسة المياه الجوفية والسطحية ومعرفة مقدارها وتوزيعها في غالبية مناطق البلاد. ويوجد لدينا الآن كم هائل من المعلومات والبيانات في هذا المجال، يمكن الرجوع إليها في مصادرها الأصلية.
- ❖ تنظيم استغلال المياه الجوفية وسن القوانين لحمايتها من التدهور والاستنزاف.
- ❖ صيانة السدود القائمة على الأودية الرئيسية في البلاد، وتكملت إقامة بقية السدود المخطط لها أن تنفذ، للاستفادة من مياه السيول والجريان السطحي.
- ❖ إقامة المصاطب أو المدرجات في بعض المواقع الجبلية (جبال طرابلس والجبل الأخضر)،

وعمل الجسور والسدود التعويقية في بعض الأودية الشمالية من البلاد، وغير ذلك لمقاومة الانجراف المائي.

- ❖ الاهتمام الجاد بالاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة في بعض المدن الرئيسية.
- ❖ المحاولات الجادة لإمكانية استعمال المياه الكبريتية والمياه شبه المالحة في الزراعة في عدد الأماكن المتوفرة بها هذه المياه.
- ❖ الاهتمام بتحلية مياه البحر لغرض الشرب في المناطق الساحلية من البلاد.
- ❖ تقنين استخدام مياه مشروع النهر الصناعي في الزراعة [4].

2. في مجال التربة:

- ❖ الاهتمام بدراسات التربة وخاصة في المناطق التي تتوفر فيها مصادر المياه (أمطار كافية أو خزانات جوفية)، ويوجد الآن كم هائل من هذه الدراسات يمكن الرجوع إليها في مصادرها الرئيسية.
- ❖ المحاولات الجادة في مقاومة تعرية التربة والحفاظ عليها عن طريق برامج التشجير والتدابير الأخرى المتبعة في هذا الخصوص.
- ❖ استصلاح واستزراع واستحداث أراضٍ زراعية جديدة في مناطق متفرقة من البلاد بعد إجراء دراسات التربة المعمقة، كلما توفرت مصادر كافية من المياه.
- ❖ الاهتمام بإقامة مشاريع الري وتطويرها، والاعتناء بمشاريع الصرف الزراعي في بعض المناطق وخاصة الصحراوية أو الملحية منها.

وبالرغم من المجهودات الكبيرة التي بذلت في السابق، والمجهودات التي ما زالت تبذل، فإن الطريق ما زال طويلا في بلد يتميز بهذه الظروف القاسية من نقص للمياه وتدهور مستمر في نوعيتها، وانخفاض في درجة إنتاجية التربة وتدهور صلاحيتها، حتى نصل عند

مستوى مرضي من الإنتاج الزراعي مع المحافظة على التربة والمياه من التدهور في الوقت نفسه. إن الحصول على إنتاج محصولي مجزي مع المحافظة على التربة والمياه، مشكلة غاية في التعقيد، لأنها ترتبط بكثير من العوامل المتغيرة التي لا تمت بطريقة مباشرة إلى طبيعة الأرض الزراعية في حد ذاتها فحسب، بل تتأثر إلى حد كبير بالسياسات الزراعية التي تضعها الدولة وفق استدامة الموارد الطبيعية الزراعية، ووفق رُؤى واستراتيجيات وخطط وبرامج واقعية تعبر عن الموارد الطبيعية والبشرية المتاحة، بالإضافة إلى تأثيرها بدرجة وعي الإنسان المستخدم لهذه الأرض.

وعلى العموم، لابد لنا من استعراض عدد من التدابير والطرق (ولو بشكل مختصر)، يمكن اتباعها للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية، ويجب أن نعمل على تحقيقها فرادى أو جماعات أو هيئات أو مؤسسات، ونتأكد جميعاً من توفير الظروف الملائمة لتطبيقها جميعها أو بعض منها، في الوقت الحاضر، وبعض منها مستقبلاً، حيث إن هذه التدابير هي إجراءات قد تكون بحثية أو دراسية أو إدارية أو خططاً تنفيذية تدخل ضمن برامج التنمية المستدامة التي تهدف مباشرة لزيادة الإنتاج الزراعي، واستدامة الموارد الطبيعية الزراعية. ويجب أن يكون واضحاً في الذهن أن هذه التدابير والطرق ليست بخاتمة المطاف أو العصا السحرية التي ستحل كل مشاكلنا، ولكنها توصيات استمدت من الدراسات والبحوث التي قامت في ليبيا أو في مناطق مشابهة من العالم، وخاصة في بلدان المناطق الجافة. وهي مجهودات بذلت ويجب أن تستمر بواسطة خبرائنا المحليين على أساس من البحث العلمي الجاد بغية وضع حلول لهذه المشاكل أو لمعالجة المشاكل المحتملة أو المستجدة.

وقد أكد أ. د. خالد بن محمود، 2013م في كتابة نحو استراتيجية وطنية لاستدامة الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي في ليبيا [62]، ان الطلب المتزايد على الغذاء في ليبيا، يعني أن على قطاع الزراعة بالضرورة أن يوفر معدلات أعلى من الإنتاج الزراعي من أراض زراعية محدودة ومياه أقل. لذا تحتاج ليبيا إلى تقانات زراعية جديدة، وتحسين في طرق استغلال مواردها المحدودة من الأراضي والمياه والغطاء النباتي، علاوة على ترشيد استخدام مدخلات الإنتاج الزراعي، مع تحسين في خطط حماية الموارد الطبيعية والبيئة.

إن تطوير وتطبيق التقنيات الحديثة التي تحسّن الإنتاجية وتقلل المخاطر وتزيد من الاستخدام الأمثل والمستدام للموارد الطبيعية هو السبيل الناجع لإمكانية إحداث تحول فعلي. وهناك آفاق كبيرة أمام التقانات الحديثة لكي تؤدي دورا مفيدا ومهما وأساسيا في مجالات الزراعة والمراعي وإدارة الموارد الطبيعية وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة وغيره [48]. إن قدرة ليبيا على استيعاب التقنيات الجديدة هي الآن أكبر مما كانت عليه سابقاً، وذلك بسبب الارتفاع المستمر في المستويات التعليمية، وهي أكثر اندماجاً من ذي قبل في العلوم المتقدمة وأنظمة التعليم التقاني مع الدول الأكثر تقدما في التقانات الحديثة، إلا أنه ما يزال هناك حاجة إلى المزيد من بناء القدرات والمهارات الوطنية (مؤسساتٍ وأفرادا) لنقل التقانات الملائمة وتوطينها وتطويرها في البيئة المحلية، وذلك من خلال وضع السياسات المعنية وتمكينها وزيادة الوعي على المستويين: مستوى صناع القرار والمستخدمين النهائيين، ومستوى الاستفادة من الدعم الفني المتاح من المؤسسات والمنظمات الدولية في هذا الخصوص.

2.8 تدابير الرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية وأساليبها

1.2.8 استخدام الأراضي حسب قدراتها الإنتاجية

إن أول خطوة يجب أن تُعمل هي مراجعة وتقييم الاستخدام الحالي للأراضي، وإجراء التقديرات الواقعية للموارد الطبيعية من تربة ومياه وغطاء نباتي. وتحديد أولويات الاستثمارات الملائمة لقدراتها، أي بيان أوجه استخداماتها بشكل علمي سليم للوصول إلى الإنتاج الدائم والمستمر في ظل الظروف البيئية السائدة. ويتم ذلك عن طريق التخريط الزراعي لبلديات ليبيا، وهو يشمل الحصر العلمي الدقيق لموارد التربة والموارد المائية المتاحة، سواء المياه السطحية أو الجوفية في كل بلدية. وكذلك دراسة الوضع الحالي للمراعي الطبيعية والوضع الحالي للغابات، والتعرف على المشكلات التي تعيق تنمية هذه الموارد، لوضع السياسة اللازمة لتنميتها وتطويرها، وتشمل كذلك حصر الثروة الحيوانية، كماً ونوعاً، وكميات الغذاء اللازمة للأعداد المتزايدة منها. كل هذا ونحن مدركون أن السلبيات الناجمة عن نشاطات الإنسان المدمرة للبيئة يمكن تفاديها إذا استطاع الإنسان أن يتحكم في أفعاله.

أما فيما يتعلق بالعوامل الخارجة عن إرادة الإنسان، كالجفاف الطبيعي أو النقص في موارد المياه أو انخفاض درجة إنتاجية التربة أو ضعف الغطاء النباتي الطبيعي، فإنها تبقى دائماً العائق الرئيسي أمام تنمية وتطوير هذه المواد الطبيعية، ليس في ليبيا فحسب بل في كل المناطق الجافة من العالم، وأن كل جهد بشري يبذل في تطوير هذه الموارد الأقل قابلية للتكيف، يؤدي إلى الرفع من القدرة الإنتاجية لهذه الأراضي.

تأتي الخطوة الثانية، وهي ملاءمة الترب أو الأراضي للمحاصيل الزراعية المختلفة، ويتم فيها اختيار المحاصيل الزراعية الملائمة لكل منطقة. وتشمل تحديد العوامل المعيقة لنمو وإنتاج المحاصيل الزراعية، وملاءمة هذه المحاصيل للظروف البيئية السائدة من تربة ومياه ومناخ وتضاريس، وتحديد أولويات الاستثمار حسب السياسات الاقتصادية والاجتماعية للبلاد، آخذين في الحسبان تلك الظروف البيئية.

2.2.8 حماية الأراضي الزراعية الحالية

إن حماية الأراضي الزراعية الحالية وخاصة ذات الإنتاجية الجيدة، هي من أهم التدابير التي يجب أن يستمر التشديد عليها، مهما تغيرت الظروف الاجتماعية والاقتصادية للبلاد. وأول وأهم خطر يهدد الأراضي الزراعية الحالية، هو الزحف العمراني (التوسع الحضري)، سواء أكان ذلك في المدن أو في التجمعات السكانية أو التجارية أو الصناعية، على حساب الأراضي الزراعية الجيدة. والأمثلة على ذلك في ليبيا كثيرة، منها على سبيل المثال لا الحصر، المناطق ذات الأراضي الزراعية الجيدة حول مدينة طرابلس مثل الهضبة الخضراء والمنشية وخلة الفرجان وعين زارة وقصر بن غشير والزاوية وغيرها. حيث إن نتيجة للتطور الاقتصادي والاجتماعي المطرد في ليبيا في الفترة الماضية، كان لا بد من ازدياد مساحات الأراضي للتوسع الحضري لتلبية الطلب المتزايد على بناء المساكن وشق الطرق وإقامة الكباري وإنشاء المصانع والمخازن والمطارات وغيرها من النشاطات المدنية المتعددة والمختلفة، ومن سوء الحظ أنه كان نتيجة لتغيير استخدامات هذه الأراضي المتزايد، حدوث خسارة كبيرة لمساحات من الأراضي الزراعية، أدتْ إلى الانخفاض الحاد في الإنتاج الزراعي لهذه المناطق، ومن هنا تظهر

أهمية دراسة زحف النمو العمراني وتوسعه، وخاصة في مدن المناطق الشمالية من البلاد التي كان يجب أن يتم فيها تحقيق قدر ملائم من التوازن بين الاستخدامات الزراعية والعمرانية للأراضي، بحيث يحفظ ويحمي أكبر قدر ممكن من الأراضي الزراعية الجيدة، وتحدد البدائل المتاحة للاستخدام العام الأمثل للأراضي في كل منطقة. هذا وأن حماية الأراضي الزراعية الحالية تشمل كذلك حماية عناصرها الأساسية وخاصة التربة والمياه، حيث تتعرض التربة في غياب الإدارة الفنية الجيدة إلى الفقد والتلوث والإجهاد، وكذلك تتعرض المياه إلى الفقد والتلوث والإسراف الزائد عن الحاجة، وسنتناول التدابير اللازمة للحد من العوامل التي تؤدي إلى ذلك في نقاط منفصلة لاحقاً.

3.2.8 الإدارة الفنية المثلى للأراضي الزراعية

تشمل جميع العمليات الزراعية التي تبذل للوصول إلى توفير احتياجات المحاصيل المختارة بدرجة ملائمة للحصول على أقصى إنتاج لها وفق الظروف السائدة لموارد التربة والمياه، وفيما يلي نستعرض التدابير اللازمة بهذا الخصوص باختصار.

1. خدمة التربة

تدخل ضمن خدمة التربة مجموعة من العمليات، وتشمل تسوية سطح الأرض وتجهيز الثرى (المهد الجيد) (Soil Tillage) عن طريق عمليات الحرث والعزيق، حيث إن أول المطالب للحصول على إنتاج جيد هو تسوية سطح الأرض للحصول على توزيع متجانس لمياه الري ولمنع الانجراف السطحي الذي قد ينشأ أثناء عمليات الري [116]، ويجب أن تكون عمليات التسوية مدروسة بحيث لا تؤدي إلى فقد الطبقة السطحية الغنية نسبياً بالمادة

العضوية ووفق طريقة الري المختارة. ويأتي تجهيز الثرى الجيد من ضمن المطالب الرئيسية للحصول على إنتاج عال، حيث يتم فيها توفير ظروف مناسبة من الخواص الطبيعية للتربة تهيئ تنظيماً مُرْضياً للرطوبة والتهوية في التربة. وتتضمن هذه العمليات حفظ المادة العضوية في التربة أو العمل على إضافتها لأثرها المشجع في تكوين تجمعات التربة أو تحبيبها. كما أنها تتضمن عمليات الحرث، ولكن يجب أن يتم الحرث بحيث يفكك التربة مع إحداث أقل ما يمكن من إتلاف للتجمعات، خصوصاً فيما يتعلق بمقدار الرطوبة في التربة.

وحيث إن آلات تمهيد التربة أو الحرث هي أدوات قوية ذات تأثير طيب إذا ما أجيد استعمالها، وذات تأثير ضار إذا ما أسيء العمل بها، أو استخدمت في ظروف غير ملائمة. ولعله من المناسب هنا أن نشير إلى العناية الكبيرة التي يجب أن نعطيها لعمليات الحرث تحت ظروفنا الليبية بصفة خاصة، وخاصة في الترب ذات القوام الرملي التي تتعرض للتعرية الريحية بدرجة كبيرة. هذا وتختلف عمليات الحرث وأنواع المحاريث التي تستعمل باختلاف نوع التربة، ونوع الزراعة (مروية أو بعلية)، ونوع الحشائش وطريقة تكاثرها ونموها، ونوعية المحصول المراد زراعته والمحصول السابق إن وجد أو المحاصيل اللاحقة. ولذلك؛ فإننا إذا أردنا أن نصل إلى أقصى إنتاج محصولي من المحاصيل الزراعية مع المحافظة على التربة والرطوبة بها، فلا بد لنا من اختيار المحاريث المناسبة ونوعية الحرث (عمق الحرث وتوقيته) حسب العوامل السابقة، وهذا لا يتأتى إلا بوضع برنامج متكامل للدراسة والبحث العلمي التطبيقي في المناطق المختلفة من البلاد، مع الاستفادة من المعلومات والبيانات المتوفرة في المناطق المشابهة للظروف الليبية.

هذا وتُعدُّ عمليات التخلص من الحشائش عن طريق عمليات الحرث أو المكافحة

الكيميائية بمبيدات الحشائش، وكذلك عمليات مقاومة أمراض النبات والآفات الحشرية في كثير من الحالات، هي ضمن عمليات خدمة التربة. وذلك لأن الحشائش تأخذ ماء التربة وعناصرها الغذائية التي كان من الواجب أن يأخذها المحصول، فهي مشكلة خطيرة تواجه كثيراً من المزارعين. كما أن بعض الحشرات والأحياء المسببة لكثير من أمراض المحاصيل، وجزءاً من دورة حياتها أو كلها في التربة، قد تُحدُّ من إنتاجية التربة من شدة أضرارها.

2. التسميد

إن الحصول على أقصى إنتاج محصولي للمحاصيل الزراعية المختارة لأي أرض زراعية، لا بد له من توفير كمية كافية من العناصر الغذائية في التربة، بصورة متيسرة للامتصاص بواسطة النبات. فإذا توفرت في التربة كميات كافية من هذه العناصر، فإن الثّرى الجيد الذي يوفر الرطوبة والتهوية الملائمة التي سبق التنويه بأهميتها، ستمكن المحاصيل الزراعية من امتصاص العناصر الغذائية بالكميات المناسبة، التي تكفي لإمداد المحاصيل لتنمو نمواً طبيعياً، ولكن إذا نقص واحد أو أكثر من هذه العناصر، فإن إضافته عن طريق عمليات التسميد تصبح ضرورية، وحيث إن الترب الليبية، كما أوضحنا سابقاً، تفتقر افتقاراً شديداً إلى النيتروجين والفوسفور المتيسر وبعض العناصر النادرة المتيسرة بصفة عامة، فإن الحصول على محصول مُجزٍ من أي تربة من الترب الليبية، لا يمكن أن يتم إلا بإضافة هذه العناصر الغذائية، بالإضافة إلى أن زراعة الترب لسنوات طويلة متتالية بدون اتباع دورات زراعية مناسبة أو برنامج تسميدي يعوض العناصر الغذائية التي تستنفدها المحاصيل الزراعية من التربة، تعرض التربة للإجهاد وتتحول إلى تربة غير منتجة. بالإضافة إلى ذلك، أن إضافة أي عنصر من

العناصر الغذائية للتربة قد تخلق مشاكل جانبية أخرى (ظاهرة التضاد وظاهرة عدم الاتزان الغذائي)، وغالباً ما تختلف مشاكل إضافة عنصر غذائي ما عن مشاكل إضافة عنصر غذائي آخر، كما وأن الاحتفاظ بالكمية المثلى من أحد العناصر الغذائية في التربة، لا يمكن أن يتحقق إلا بالاحتفاظ باتزان مناسب بين إضافة هذا العنصر وعمليات الفقد التي تتم في التربة.

إن المحاصيل الزراعية تختلف فيما بينها في مقدار ما تستنفده من عناصر غذائية، ومن ثم تختلف في احتياجاتها السمادية، كما أن الاحتياجات السمادية للمحاصيل (نوعية الأسمدة وكمياتها وطرق إضافتها وموعد إضافتها) تتوقف على العديد من العوامل، منها نوعية التربة وخواصها والدورة الزراعية المتبعة، ونوع المحصول المزروع ونوعية الزراعة (مروية أو بعلية) وطول موسم نمو المحصول والظروف الجوية ونوعية مياه الري، والعمليات الزراعية المتبعة وغيرها، ولذلك؛ فإن إضافة الأسمدة بطريقة عشوائية لن تصل بالإنتاج المحصولي إلى أقصاه. وحيث إنه لا يتأتى هنا الدخول في شرح عميق حول التسميد من نواحيه المختلفة، ولكن هذا المجال يُشرح عادة بتوسع في مجالات علوم التربة الأخرى الخاصة بخصوبة التربة وتغذية النبات، ويمكن الرجوع إلى ذلك في مصادره الأساسية. لذلك نكتفي بالقول إن التدابير اللازمة لإضافة العناصر الغذائية التي تحتاج إليها المحاصيل المختلفة، لا بد لها من وضع برنامج متكامل على مستوى المناطق الزراعية المتباينة في ليبيا، يعتمد على تحليل التربة والنبات ومياه الري والتجارب الحقلية، وتستمد منه التوصيات السمادية اللازمة للحصول على أقصى إنتاج محصولي للمحاصيل الزراعية المختلفة تحت الظروف البيئية والزراعية المتباينة. هذا مع التركيز

على اتباع تقانات الري التسميدي في ري كل المحاصيل المروية، حيث تؤدي هذه التقانات إلى تقنين استعمالات الأسمدة، وتُحدُّ من التلوث وتزيد من كفاية استعمال المياه والأسمدة.

3. الري

عرفنا فيما سبق، أن الماء هو العامل المحدد لنجاح زراعة المحاصيل بصفة عامة، وأن غالبية الأراضي الليبية (باستثناء بعض المناطق المحدودة في سهل الجفارة، وجبال طرابلس والجبل الأخضر وبعض الأودية الشمالية) غير صالحة للزراعة، إلا في الأحوال التي يمكن ريها رياً كاملاً من مصادر المياه المتاحة. وعرفنا أيضاً أن المناطق المستثناة التي تتساقط عليها كميات من الأمطار تكفي للاحتياجات المائية لبعض المحاصيل المختارة، تتعرض في كثير من السنوات إلى التذبذب في معدلات تساقط الأمطار، أو تسقط فيها في أوقات غير مناسبة لنمو المحاصيل، وكثيراً ما تفشل الزراعة المطرية بهذه المناطق، ولذلك فإنه إذا أردنا أن نحصل على إنتاج محصولي مُجْزٍ من هذه المناطق، لا بد من الاستعانة بالري التكميلي، إن وجدت في تلك المناطق مصادر المياه. وعلى ذلك، فإن عمليات الري، سواء أكان كلياً أو تكميلياً، هي من أهم عمليات الإدارة الفنية للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية. هذا وتتعدد طرق الري المستعملة في ري المحاصيل الزراعية في ليبيا لتشمل:

- ✓ الري بالرش باستخدام الأنابيب المتنقلة.
- ✓ الري بالرش باستخدام النظام الثابت.
- ✓ الري السطحي.
- ✓ الري الدائري (Central pivot).

- ✓ الري بالرش باستخدام شبكة ثابتة ذات رشاشات كبيرة من نوع المسدس.
- ✓ الري بالتنقيط أو التقطير أو الري الموضعي.

وحيث إن نظم الري المختلفة السابقة الذكر، تتفاوت في تأثيرها على المصادر المائية من حيث فقدان المياه (الفقد الناتج عن توصيل مياه الري للحقل، والفقد الناتج من عدم تجانس توزيع المياه في الحقل المروي، والفقد الناتج عن التبخر أو التسرب العميق) [1]، كما أن للظروف المناخية ونوعية التربة، ونوعية مياه الري والاحتياجات المائية للمحاصيل وتضاريس الأرض، تأثيراً كبيراً على مدى فاعلية كل طريقة من هذه الطرق.

وعلى ذلك، فإن اختيار الطريقة الفاعلة من طرق الري لري المحاصيل الزراعية المختلفة في المناطق البيئية الزراعية المتباينة (تربة ومناخ وتضاريس ونوعية وكمية المياه) التي تعمل على توفير الاحتياجات المائية لهذه المحاصيل، مع تلافي، بأقصى قدر ممكن، فقدان المياه الزائدة عن الحاجة وتدهور التربة، هو السبيل الصحيح للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الزراعية، وهذا يتطلب إجراء الدارسات والبحوث التي تتعلق بالاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في المناطق المتباينة من البلاد، وتحديد الفترات ما بين الريات لكل محصول، حسب نوع التربة، ونوع المحصول، وموسم الزراعة وارتباطه بالعناصر المناخية وكمية المياه المتوفرة وغيرها [113].

أضف إلى ذلك إجراء الدراسات التي تتعلق بنوعية المياه ومدى تأثيرها على تآكل الأنابيب وأدوات الري المستخدمة، سواء أكان ذلك في شبكات الري الرئيسية أو الفرعية أو الحقلية، وفي أنابيب مد وتوصيل المياه من الآبار إلى شبكات الري المختلفة. هذا ويجب ألا

نغفل دراسات الجدوى الاقتصادية في استعمال نظام معين دون غيره، لما تطلبه نظم الري المختلفة من نفقات متباينة تتعلق بتجهيز الأرض وإقامة الإنشاءات والشبكات، وتفاوت تكاليف شراء معدات الري.

4. الصرف الزراعي

التربة جيدة الصرف هي أحد العوامل الرئيسية المهمة للإنتاج العالي للمحاصيل الزراعية، وذلك لما تتميز به هذه التربة من ظروف تهوية ملائمة توفر الاحتياجات الأكسجينية اللازمة لتنفس الجذور والكائنات الحية الدقيقة في التربة، وتمنع نشاط عمليات الاختزال في التربة التي تؤدي في بعض الأحيان إلى زيادة تركيز المنجنيز في التربة إلى درجة التسمم، وفقد للنيتروجين من التربة إلى الجو، وغيرها.

ويُعرّف الصرف الزراعي بأنه عملية التخلص من المياه الزائدة في التربة وذلك بغرض:

- ✓ التخلص من الماء السطحي الزائد حتى لا تصبح التربة غدقة.
- ✓ خفض مستوى الماء الأرضي.
- ✓ غسيل الأملاح الذائبة في الماء.
- ✓ منع أو قطع الرشح من الأراضي العالية إلى الأراضي المنخفضة.

هذا وتختلف الترب الليبية، كما أوضحنا سابقاً، في مدى احتياجها للصرف، وذلك حسب قوامها ومدى وجود الطبقات غير المنفذة بها، ومستوى الماء الأرضي بها، ودرجة الملوحة ونسبة الصوديوم المتبادل ووضعها التضاريسي.

هذا وتظهر أهمية صرف الأراضي صناعياً بوضوح في غالبية تُرب المناطق الجافة من

البلاد عند وضعها تحت نظام الري الدائم، وخاصة في الترب المتأثرة بالملوحة، أو في حالة استعمال مياه الري رديئة النوعية، أو في الترب ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع، أو في الترب ذات الطبقات غير المنفذة للماء (الطبقات الصماء الطينية والجيرية وغيرها)، أو الترب الطينية ذات معدلات النفاذية المنخفضة في الطبقات السطحية.

هذا ويوجد العديد من الأنواع لهذه المصارف يمكن وضعها في مجموعتين رئيسيتين وهما:

- ✓ المصارف المفتوحة أو المكشوفة (Surface Drainage).
- ✓ المصارف المغطاة أو المدفونة (Tile Drainage).

وحيث إن تصميم شبكات المصارف الصناعية وتنفيذها بصفة عامة، يحتاج إلى تخطيط مسبق، وخبرة كبيرة قبل الشروع في التنفيذ، كما أنه إذا أريد للمصرف أن يبقى مدة طويلة، يحتاج إلى بناء الإنشاءات الخاصة به، بطريقة ملائمة وصيانة دورية مستمرة، وحيث إنه لم يُنتبه لأهمية صرف الأراضي التي تم وضعها تحت نظام الري الدائم في بعض المشاريع الزراعية إلا بعد إنشائها (مشروع الحمام، ومشروع أشكدة، ومشروعيْ تهالا والعوينات بغات، وغيرها)، لذلك فإن التدابير اللازمة في هذه المجالات لا بد أن تتم بتحديد الأراضي التي يجب صرفها صناعيا عند وضعها تحت نظام الري الدائم وتحديد نوعية المصارف الملائمة لكل منها، حسب الغرض من عمليات الصرف، وتصميم وإنشاء شبكات الصرف بما يلائم الظروف الطبيعية للأرض (من تربة ومستوى ماء أرضي وتضاريس ومصادر مياه وظروف مناخية). ويأتي ذلك بإجراء البحوث والدراسات الميدانية على الترب الليبية المختلفة

واستعمال البيانات والمعلومات المتوفرة بهذا الخصوص في مناطق مشابهة للظروف الليبية.

5. الدورة الزراعية

اتباع الدورة الزراعية الملائمة هو أحد أهم عمليات الإدارة الفنية للأرض الزراعية للرفع من قدرتها الإنتاجية أولاً، وللمحافظة على خصب التربة بها ثانياً. ولا يعرف سوى قليل من المزارعين المزايا التي يمكن أن تحققها الدورة المحصولية المناسبة، وذلك لفقده الوسائل التي يقيس بها فوائد تبادل المحاصيل، في حين يرى بوضوح آثار إضافة الأسمدة مثلاً. وتعمل الدورة الزراعية على زيادة درجة التكثيف الزراعي، بمعنى إنتاج محصولَيْن أو أكثر في الحقل نفسه، وفي السنة الزراعية نفسها. ولكن يتعذر القيام بها إلا في المناطق التي تكون فيها العوامل المناخية ملائمة للإنتاج الزراعي طول العام، مثل ما هي متوفرة في ليبيا، ولكن مع توافر مياه الري اللازمة طول السنة. ولقد أثبتت البحوث والدراسات والتجارب الطويلة الأجل في مناطق كثيرة من العالم حقائق في غاية الأهمية بخصوص مزايا الدورة الزراعية الملائمة. وقد عَّددت في الكثير من المصادر، منها على سبيل المثال لا الحصر، الصغير وقاسم (1983م) [41]، ويمكن الإشارة إليها باختصار شديد في رفع إنتاجية الهكتار، وتحسين جودة المحصول، والمحافظة على المادة العضوية والنيتروجين، وتنظيم استعمال العناصر الغذائية، وحماية التربة من التعرية والانجراف، ومقاومة الحشائش والأمراض والحشرات، وتنظيم العمل بالمزرعة، وتنويع دخل المزرعة، وتقليل عنصر المجازفة نتيجة التقلبات الجوية، وغيرها، وقد ظهر في السنوات الأخيرة عدد من الآراء التي تدعو إلى عدم التقيد بالدورات، بل تنصح المزارع بأن يزرع أرضه باستمرار بمحصول واحد أو محصولَيْن مهمَيْن، وذلك أن هذه الآراء

استندت إلى أن التقدم العلمي في الوقت الحاضر في مجال التسميد وفي خدمة الأرض ومقاومة الأمراض والحشائش قد أعطى المزارع حرية الاختيار بين استعمال الدورات أو الاكتفاء بزراعة محصول واحد أو محصولين، كما أفقدت الدورات أهميتها وحُرّر المزارع من عبودية الدورات.

ولقد استعرض الصغير وقاسم (1983م) [41] النقد الموجه إلى مزايا الدورات من قبل العالم "الدريتش" ، واستنتج أنه عند المقارنة بين الدورات الزراعية، فإنه يجب علينا أن نأخذ في الحسبان أمريْن مختلف أحدهما عن الآخر، ولو أنهما مرتبطان، أولهما خاص بآثار اتباع أيٍ من السياستيْن على الحقل الواحد، ويمكن قياسها عن طريق زراعة الأرض بمحصول واحد لمدة طويلة مع تقدير غلة المحصول في كل موسم، أما الأمر الثاني فيشمل آثار السياسة المتبعة على المزرعة كلها، إذ إنها إلى جانب كمية المحصول الناتج، فهي تتصل بالعوامل الاقتصادية المختلفة، وكذلك العوامل التي تؤثر على إدارة المزرعة، مثل استثمار الأموال في الآلات الزراعية، وتوزيع العمل خلال الموسم، ومقدار الدخل السنوي وثباته، وقد طُبق في ليبيا العديد من الدورات الزراعية في المشاريع الزراعية العامة في مختلف البلاد، مع أنها كانت تختلف من منطقة إلى أخرى، حسب التركيب المحصولي، ومدى وفرة مياه الأمطار وغزارتها، ووجود أو عدم وجود مصادر المياه الجوفية. وتجمع الآن لدينا كم هائل من المعلومات تتعلق بنجاح أو فشل هذه الدورات ومدى تحقيقها للزيادة في الإنتاج المحصولي، والحفاظ على خصب التربة، وما علينا إلا تقييم كل منها وتعميم الناجح منها في المناطق المشابهة، وتعديل

أو تغيير الدورات التي لا تفي بالغرض المعمولة من أجله حتى تحقق النجاح المطلوب.

4.2.8 أساليب المحافظة على المياه

عرفنا مما سبق أن الأراضي الليبية تعاني من نقص شديد في المياه، ولذلك فإن ترشيد استخدام المياه المتاحة، ومقاومة فقدها، هو من التدابير اللازمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي، وكذلك للمحافظة على الثروة الطبيعية الهامة ألا وهي المياه. إن عملية المحافظة على المياه أثناء استخدامها تأخذ العديد من الأوجه ومنها:

- ✓ إيجاد علاقات متوازنة بين التربة والنبات والمياه.
- ✓ التقليل من الفواقد المائية الناتجة عن الجريان السطحي والبخر–النتح والرشح العميق والتسرب من الخزانات والقنوات وشبكات الري.
- ✓ استخدام المخزون الجوفي من المياه بما يتناسب مع كميات التغذية المائية.
- ✓ توفير مصادر مياه إضافية من خلال تجميع مياه الأمطار والسيطرة على مياه الفيضانات بالأودية، أو تنقية مياه الصرف الصحي أو عمليات نقل المياه.
- ✓ تطوير استنباط النباتات المقاومة للجفاف التي تكتفي برطوبة قليلة وتتميز بخصائص تقلل من النتح والتبخر.
- ✓ دراسة استخدام المياه المالحة بعد تحليتها بدرجات متفاوتة في عمليات استصلاح الأراضي.

وفيما يلي نتناول العديد من التدابير التي تستعمل في تلك الأوجه:

- ✓ إيجاد علاقات متوازنة بين الترب والنبات والمياه، يتم بتحديد الاحتياجات المائية الفعلية للمحاصيل المختلفة تحت الظروف البيئية المتباينة، وتحديد طرق الري الملائمة والفترة بين

الريات وتحديد الاحتياج الفعلي للمصارف ونوعية المصارف الملائمة حسب الغرض والظروف الطبيعية للأرض.

- ✓ التقليل من الجريان السطحي للمياه أو الانجراف المائي، ويتم عن طريق الزراعة الكنتورية أو الزراعة الشريطية أو استعمال المصاطب أو المدرجات أو استعمال التحويلات، وذلك حسب شدة الجريان السطحي للمياه أو الانجراف المائي ودرجة انحدار الأرض وغيرها. هذا بالإضافة إلى تطوير العمليات الزراعية التي تهدف إلى تحسين الخواص الطبيعية للطبقة السطحية من التربة وتزيد من معدلات نفاذيتها.
- ✓ التقليل من بخر المياه من سطح التربة، ويكون عن طريق استعمال الأغطية البلاستيكية، أو بقايا المحاصيل، وفي بعض الحالات استعمال الحصى. أما البخر الذي يتم من البحيرات التي تحجز بها المياه وراء السدود أو من الخزانات المائية أو من قنوات الري المفتوحة، فيتم التقليل منه بتغطية سطح المياه بأغطية مانعة للبخر، أو بإضافة المواد الكيميائية مثل الكحولات الدهنية أو الشمع الزبدي وغيرها.
- ✓ القضاء على الحشائش بالوسائل الميكانيكية كالحرث والعزيق، أو بالوسائل الكيميائية، كمبيدات الحشائش لتقليل ما تستنفده هذه الحشائش من مياه عن طريق النتح والبخر.
- ✓ يتم تقليل الفواقد المائية الناتجة من الرشح العميق، وخاصة في الترب الرملية، بتنظيم عملية الري، أو باستعمال الحواجز الإسفلتية أو البلاستيكية تحت سطح التربة، أو بتحسين خواص التربة الطبيعية عن طريق إضافة المواد العضوية.
- ✓ منع التسرب من الخزانات والقنوات المائية وشبكات الري ويكون بالصيانة الدورية.
- ✓ إن الاستعمال الخاطئ للمصادر المائية الجوفية، بحيث لا يضمن استخدام المخزون الجوفي من المياه، بما يتناسب مع كميات التغذية المائية، يؤدي إلى الكثير من المشاكل المستعصية

مثل: تداخل مياه البحر المالحة في الخزانات المائية الجوفية العذبة، كما حدث في كثير من مناطق الشريط الساحلي بليبيا، وقد يؤدي إلى تدهور نوعية المياه الجوفية، نتيجة تداخل مياه جوفية ذات نوعية غير جيدة عن طريق الإزاحة العلوية لمياه جيدة أعلاها. ولذلك، إذا لم تؤخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تدهور المياه في المناطق التي لم يصل إليها بعد هذا التدهور، فإن خسائر جسيمة قد تنجم عن تلف أهم الأراضي الزراعية من حيث القدرة الإنتاجية في البلاد. ولذلك يجب تطبيق جميع السبل والتدابير التي تحد من استهلاك المياه الجوفية في هذه المناطق، ليس فيما يتعلق بالزراعة فحسب، بل في كل المجالات الاقتصادية الأخرى والاجتماعية بصفة عامة. ويجب أن لا تقف هذه التدابير عند إصدار قوانين لتنظيم وحماية المياه الجوفية لهذه المناطق فحسب، بل يجب أن يتم التركيز على توعية المواطن بطريقة مركزة ومستمرة حتى يصل إلى اقتناع تام بحجم المشكلة وأثرها على حياته ومستقبله ومستقبل أولاده من بعده، وذلك لأن المواطن هو العنصر الأساسي والمهم في جميع التدابير التي تتعلق بالحد من استهلاك المياه في تلك المناطق.

- ✓ إن عملية توفير مصادر مائية إضافية مثل ما اتبع سابقاً في ليبيا من معالجة لمياه الصرف الصحي، وعمليات نقل المياه، وتجميع مياه الأمطار، وعمل السدود على الأودية الشمالية في البلاد، وزراعة السحب، وتجارب تحلية مياه البحر، وكلها من التدابير المهمة للحد من استهلاك المياه الجوفية في المناطق الساحلية المتركز فيها غالبية السكان من جانب، وفي الرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي من جانب آخر، وذلك لتوفير كميات إضافية من المياه لاستخدامها في الري الكلي أو التكميلي للأراضي الزراعية الحالية أو الجديدة، إذا أحسنت إدارتها واستمرت صيانتها.
- ✓ إن عملية اختيار المحاصيل ذات الاحتياجات المائية القليلة نسبياً تحتاج إلى استنباط

أصناف من المحاصيل المقاومة للجفاف وارتفاع درجة الحرارة والملوحة وتطويرها، هي كذلك من التدابير المهمة للمحافظة على المياه وحسن استخدامها.

5.2.8 مقاومة تعرية التربة وانجرافها

عرفنا مما سبق أن التعرية بالرياح والانجراف المائي، لا يؤثران على نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها فحسب، بل يسببان كذلك خسائر مهمة في فقدان التربة والمياه. ولذلك، فإن مقاومة التعرية والانجراف هي من التدابير المهمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية، إلا أن هذه التدابير قد تأخذ مستويات متعددة، فقد تكون على مستوى إقليمي مثل: دول حوض البحر المتوسط أو دول شمال أفريقيا أو الدول المتاخمة للصحراء الكبرى، أو تكون على مستوى الدولة كلها، أو على مستوى مناطق محددة في البلاد، أو على مستوى مشاريع كبيرة عامة وخاصة أو على مستوى المزرعة الواحدة. ولكن جميع هذه التدابير تهدف إلى هدف واحد، ألا وهو الحد من التعرية والانجراف. والحقيقة أن البحوث والدراسات والتجارب الطويلة الأجل، التي تتعلق بمقاومة التعرية والانجراف في جميع أنحاء الوطن العربي وفي ليبيا بوجه خاص، وضعت الكثير من الحلول والتدابير المختلفة التي يمكن أن تكون لها فعاليات جيدة في مقاومة التعرية والانجراف [68]، ويمكن تلخيصها في النقاط التالية:

1. مقاومة التعرية الريحية

- ✓ تثبيت الكثبان الرملية باستخدام النباتات الجافة أو استعمال المواد العضوية اللاصقة مثل: النفط أو المطاط الصناعي والمواد البلاستيكية القابلة للذوبان في الماء.
- ✓ تشجير المناطق التي تتوفر بها كميات كافية من مياه الأمطار مع اختيار الأشجار

والشجيرات الغابية المقاومة للجفاف، أو إقامة الأحزمة الخضراء ومصدات الرياح.

- ✓ العمل على تنظيم الرعي عن طريق تنمية المراعي وتطويرها، وطرق استغلالها بما يكفل الحد من إتلاف الغطاء النباتي عن طريق الرعي الجائر.
- ✓ دراسة ميكانيكية حركة الرمال في الصحراء، من خلال صور الاستشعار عن بعد المأخوذة بصورة دورية عن طريق الأقمار الصناعية والبحث في سبل الحد من حركة تلك الرمال.

إن التدابير السابقة تستعمل في العادة على مستويات إقليمية، أو على مستوى مناطق أو أقاليم في الدولة الواحدة، ولكن يوجد العديد من التدابير التي تحد من التعرية الريحية في الأراضي الزراعية على مستوى المزرعة، وتؤدي إلى الرفع من قدرتها الإنتاجية، وهذه هي:

- ✓ إقامة مصدات الرياح لتقليل سرعة الرياح قرب سطح التربة.
- ✓ استعمال نظام الزراعات الشريطية للمحاصيل بحيث تكون عمودية على اتجاه الرياح السائدة.
- ✓ الاحتفاظ بالغطاء النباتي في الأرض لأطول مدة ممكنة.
- ✓ ترك بقايا المحاصيل في الأرض بعد الحصاد (الزراعة الحافظة).
- ✓ الحد من عمليات الخدمة الزائدة في الترب الرملية (الحرث السطحي بأمشاط عريضة مسطحة).
- ✓ إضافة المواد العضوية ومخلفات المزرعة على سطح التربة، حيث تعمل على تحسين بناء التربة وتكوين التجمعات بها.

أما التدابير التي تحد من التعرية الريحية في أراضي المراعي فتشمل:

- ✓ الاحتفاظ بكمية كافية من الأعلاف الجافة أو المصنعة، وتستعمل احتياطياً عند الحاجة، وتكون جاهزة وقريبة من مكان الحيوانات حتى لا تضطر للرعي الجائر على النباتات

الطبيعية.

- ✓ الاحتفاظ بعدد من الحيوانات تكون ملائمة لمعدلات تساقط الأمطار ولكثافة الغطاء النباتي في المنطقة.
- ✓ توفير أماكن متعددة لسقي الحيوانات حتى لا تضطر للرعي الزائد عن الحاجة لغرض الحصول على الماء.
- ✓ العمل على تشجيع الرعي المتجانس وذلك بإدارة المرعي إدارة فنية ملائمة.
- ✓ تنمية المراعي وتطويرها، سواء بزراعة بذور النباتات الرعوية أو شتولها أو التسميد، وهي تعمل على تقليل التعرية الريحية.

2. مقاومة الانجراف المائي

يستعمل العديد من التدابير لمقاومة الانجراف المائي بغرض حفظ التربة والمياه، ومن هذه التدابير:

- ✓ استعمال نظام الزراعة الكنتورية، حيث تخدم الأرض وتزرع المحاصيل نحو الميول ومع خطوط الكنتور، بدلاً من فوق وتحت المرتفعات، وذلك لغرض تقليل سرعة الانجراف المائي، وزيادة رطوبة التربة عن طريق تقليل كمية الفقد عن طريق الجريان السطحي.
- ✓ استعمال المصاطب أو المدرجات، وذلك بتحويل المنحدرات الشديدة إلى سلسلة من المدرجات يمكن زراعتها بالأشجار أو المحاصيل المناسبة. وتستعمل هذه الطريقة لمقاومة الانجراف المائي وفي حفظ المياه.
- ✓ استعمال نظام الزراعات الشريطية، وفيها يقسم المنحدر إلى أشرطة أفقية في اتجاه الخطوط الكنتورية، حيث تزرع المحاصيل بطريقة متبادلة مع أشرطة متروكة بدون زراعة. وتستخدم هذه الطريقة في الانحدارات الخفيفة.

- ✓ استعمال التحويلات وهي أكثر الطرق فاعلية في منع وصول مياه الجريان السطحي من المرتفعات إلى الأراضي الزراعية، فهي تعتبر عملية حماية للمحاصيل المزروعة، كما أنها تستعمل في جمع مياه الأمطار في أحواض وفسقيات سطحية.
- ✓ كما أن تحسين خواص التربة الطبيعية وخاصة بناء تجمعات التربة بالإدارة الفنية الملائمة، يزيد من معدلات النفاذية والرشح بالتربة، ومن ثم يحدّ كثيراً من عملية الانجراف المائي.
- ✓ هذا ويعمل بناء السدود بجميع أنواعها على مجاري الأودية الشمالية من البلاد، على خفض خطر الفيضانات، وحفظ المياه والتقليل من حدة الانجراف المائي.
- ✓ عمليات تشجير المناطق المنحدرة، أو زراعة أشجار وشجيرات غابية لتثبيت حواف وجوانب المصاطب أو المدرجات، هي من التدابير الشائعة في مقاومة الانجراف المائي.

ومما يجدر ذكره أن التدابير كافة المذكورة أعلاه في مقاومة التعرية أو الانجراف، قد طبقت في مناطق متفرقة من ليبيا، ويجب أن تكون لدينا الآن حصيلة هائلة من المعلومات تتعلق بمدى فاعلية كل منها، وما علينا إلا تقييم هذه التجارب والاستمرار في تعميم الناجح منها في المناطق المشابهة، مع التركيز الشديد على مقاومة التعرية الريحية على مستوى المزرعة أو المشاريع الزراعية العامة.

6.2.8 استصلاح وإدارة الترب الحدية وتحسينها

الترب الحدية هو اصطلاح غير محدد، يقصد به في أغلب الأحيان الترب التي تتميز بخواص سلبية معينة، تحدُّ من النمو أو تخفض من إنتاج معظم المحاصيل الزراعية، وعند ملاءمة الترب بظروفها الطبيعية للمحاصيل الزراعية، أو عند دراسة القدرة الإنتاجية للأراضي، فإن عامل التربة بوضعها الطبيعي يخرج الأراضي التي تحتوي على هذه الترب من

الاستخدام الزراعي. ولذلك، فإن تحديد هذه الخواص أو العيوب في التربة ومحاولة التغلب عليها، أو معالجتها يزيد من فرص نجاح المحاصيل الزراعية بها، ويرفع من قدرتها الإنتاجية. وتعرف التدابير التي تستعمل لمحاولة التغلب أو تغيير خواص التربة السلبية. بطرق إدارة الترب الحدية واستصلاحها.

ويجب التنبيه إلى أن عمليات الاستصلاح، لا تعني دائماً القضاء على المشكلة الكائنة في التربة قضاء نهائياً، وإنما المقصود في الغالب التخفيف من حدة المشكلة فقط، كما أن عمليات الاستصلاح ليست دائماً عمليات تنفيذ في وقت محدد يتم فيه القضاء على المشكلة وينتهي كل شيء، وإنما في الغالب هي عمليات مستمرة باستمرار استخدامنا للتربة، وإذا ما توقفنا ترجع المشكلة كما كانت عليه، بفعل القوى الطبيعية السائدة في المنطقة.

فعلى سبيل المثال، إذا أردنا استصلاح أحد الترب الحدية وهي الملحية مثلاً، فإن المشكلة الأساسية لهذه التربة هي ارتفاع نسبة الأملاح فيها، وقد تكون مصحوبة بارتفاع مستوى الماء الأرضي، وهذه المشكلة تحد من النمو وتخفض من إنتاج المحاصيل الزراعية، وإن استصلاحها يعني خفض نسبة الأملاح ومستوى الماء الأرضي من منطقة انتشار جذور المحاصيل في التربة، وعادة ما يتم ذلك بغسيل الأملاح بمياه الري وصرف المياه الزائدة من منطقة الجذور.

وعند هذه النقطة يأتي التساؤل: هل نعمل على غسيل الأملاح كافة من التربة بحيث نصل بها إلى مستوى نستطيع عنده أن نزرع المحاصيل الحساسة للملوحة؟ أو نعمل فقط على تخفيض نسبة الملوحة في التربة بدرجة تسمح لزراعة بعض المحاصيل المقاومة للملوحة؟ طبعا

الإجابة على هذا التساؤل ليست سهلة، وإنما يحكمها العديد من العوامل الاقتصادية والبيئية (خواص التربة، ومدى توفر مياه الغسيل، ونوعية المياه، والمناخ، وغيرها).

أضف إلى ذلك، أنه إذا ما توقفنا لأي سبب من الأسباب في وقت ما عن إضافة مياه الغسيل، أو تدهورت حالة المصارف، أو لم نقم بخدمة التربة بحيث تضمن معدلات نفاذية ورشح ملائمة، فإن الأملاح ترجع لتتراكم، أو مستوى الماء الأرضي يرجع ليرتفع، وتعود التربة كما كانت بالمشاكل نفسها، وعلى العموم، فإن عملية استصلاح الترب الحدية هي من الصعوبة بمكان، ولا يلجأ إليها إلا تحت ظروف قاسية، حيث تحكمها عوامل متعددة ومتشابكة، بعضها فني يتعلق بالوسيلة الفنية القابلة للتنفيذ على أرض الواقع وفق الإمكانيات الطبيعية المتاحة، وبعضها اقتصادي أو اجتماعي. ومن هنا، تظهر أهمية تحديد أولويات استثمار هذه النوعيات من الترب، بحيث يبدأ باستصلاح الترب الحدية التي لا تحتاج إلى مستويات عالية من التقانة والإدارة الفنية لاستثمارها، ومن ثم تكون تكاليفها الاقتصادية أقل. كما يفضل غض النظر كلياً عن الترب الحدية التي لا جدوى من استصلاحها بسبب ظروفها الطبيعية القاسية التي يصعب التعامل معها فنياً وتقنياً، أو أن استثمارها تترتب عليه مصاريف ونفقات باهظة، قد لا يكون لها أي مردود اقتصادي في المدى القريب ولا البعيد وقد لا تحقق الهدف أياً كان نوعه.

وفيما يلي نستعرض أهم التدابير التي يمكن أن تطبق في استصلاح أهم الترب الحدية في ليبيا، وباختصار شديد، ولكن يجب أن يكون واضحاً في الذهن أن ما نذكره هنا لا يشمل التدابير الممكن اتباعها كافة في كل حالة، ولا نقصد من ورائه طرح كل الحلول، حيث

إن غالبية هذه المعلومات قد تكون معادة ومألوفة في كتب أخرى، ولكن الذي يهمنا من وضع هذه المعلومات هنا أن تتكامل الأوجه المختلفة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية.

ويمكن تقسيم أهم الترب الحدية في ليبيا حسب الخواص السلبية التي تتميز بها إلى:

1. الترب الملحية أو المتأثرة بالملوحة (الترب الجافة الملحية) شكل (1.8)

يقتضي استصلاح هذه الترب ما يلي:

- ✓ خفض تركيز الأملاح إلى درجة مناسبة في قطاع التربة حتى العمق الذي يسمح لجذور المحاصيل بالنمو.
- ✓ خفض مستوى الماء الأرضي إلى عمق أبعد من العمق الحرج.
- ✓ فصل مياه الرشح التي قد تصل إلى هذه الترب من المناطق المرتفعة المجاورة.

شكل (1.8): الترب الجافة الملحية (لاحظ الطبقة الملحية البيضاء على السطح)

ويتم استصلاح هذه النوعية من الترب بالعديد من الطرق [104]، نذكر أهمها:

- ✓ تسوية سطح التربة.
- ✓ تصميم شبكات المصارف وتنفيذها.
- ✓ خدمة التربة لغرض الحصول على تربة متجانسة، لها معدلات نفاذية ورشح ملائمة، ويتطلب ذلك الحرث العميق، وتكسير الطبقات الصلبة تحت السطحية، وإضافة المواد العضوية وغيرها.
- ✓ عمليات الغسيل، وتعنى تمرير مقدار من الماء خلال التربة، يعمل على إذابة الأملاح وحملها مع الماء بعيداً عن منطقة نمو الجذور أو إلى المصرف.

وتعتمد كمية المياه المستعملة في الغسيل على:

- ✓ تركيز الملوحة في التربة
- ✓ كمية الملوحة المراد التخلص منها.
- ✓ نوعية المياه المستعملة في الغسيل.
- ✓ كفاية عمليات الغسيل.
- ✓ الظروف المناخية السائدة في المنطقة.
- ✓ الخواص الطبيعية للتربة.

هذا ومن المهم ملاحظة، أن عمليات الغسيل لها تأثيرات جانبية تنحصر في فقد بعض العناصر الغذائية، ولذلك، يجب الاهتمام بتسميد الترب بكميات ملائمة أثناء استزراعها.

2. الترب الصودية (الترب الجافة الصودية) شكل (2.8)

يقتضي استصلاح هذه الترب ما يلي:

- خفض نسبة الصوديوم المتبادل على غرويات التربة.
- تحسين الخواص الطبيعية للتربة.

ويتم ذلك بالعديد من الطرق أهمها:

- ✓ إضافة المحسنات الكيميائية التي تحتوي على عنصر الكالسيوم أو تعمل على إذابة الكالسيوم الموجود في التربة، وذلك بهدف إحلال الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل على غرويات التربة. وتستخدم عدة مركبات ومواد كيميائية لهذا الغرض، مثل: كلوريد الكالسيوم والجبس وكربونات الكالسيوم وكبريتيدات الكالسيوم الخماسية والكبريت وحامض الكبريتيك وغيرها.

شكل (2.8): الترب الجافة الصودية (لاحظ الأفق الصودي ذا البناء العمودي)

- ✓ عمليات الغسيل والصرف، ويسبق هذه العمليات تسوية الأرض وخدمة التربة، كما أسلفنا سابقاً، في استصلاح الترب الملحية. وتتم عملية الغسيل لإزالة الصوديوم في الترب الصودية، ولإزالة الصوديوم والأملاح الذائبة معاً في الترب الصودية المتأثرة بالملوحة (الترب الملحية الصودية)، وحمله مع الماء بعيدا عن منطقة نمو الجذور، أو إلى المصرف. وتتطلب عمليات الغسيل كميات كافية من المياه تتوقف على خواص التربة ونوعية المياه المستعملة بصفة عامة.

هذا وتتم عمليات غسيل الترب الصودية على مرحلتيْن، إذا كانت التربة ذات قوام خفيف، الأولى قبل إضافة المحسنات الكيميائية، والثانية بعدها.

- ✓ عمليات تحسين الخواص الطبيعية للتربة، وتشمل الحراثة العميقة، وخاصة في الترب الصودية ذات القوام الطيني، وهي تحتوي على الأفق الصودي وإضافة المواد العضوية وغيرها من العمليات [104].

3. الترب الجيرية

عادة ما تعدُّ التربة جيرية إذا زادت فيها نسبة كربونات الكالسيوم عن 15%. ونفهم مما سبق توضيحه في الفصول السابقة من هذا الكتاب، أن الترب التي تحتوي على أكثر من 15% من كربونات الكالسيوم، متنوعة ومختلفة الخواص، ولذلك لا نستطيع القول إن جميع الترب الجيرية هي تُرب حدية، ولكن قد نحصرها هنا فقط في الترب التي تحتوي على قشور سطحية صلبة أو طبقات صماء متماسكة تحت سطحية، غير منفذة للماء، وتمنع انتشار الجذور الناتجة عن ترسيب كربونات الكالسيوم (الأفق الجيري المتحجر أو طبقة "الكاليتشي")، أي الترب الجافة الجيرية المتحجرة (شكل 3.8).

شكل (3.8): الترب الجافة الجيرية المتحجرة (لاحظ الأفق الجيري المتحجر)

هذا ويُتّبع في استصلاح هذه الترب العديد من التدابير منها:

- ✓ تكسير القشور السطحية والطبقات الصماء الجيرية تحت السطحية عن طريق الحراثة السطحية أو العميقة حسب الحاجة. ويعتمد مدى نجاح عملية التكسير هذه على درجة صلابة القشور السطحية وسمكها من ناحية، وسمك الطبقات الصماء الجيرية وعمقها وصلابتها، وتوفر الآلات والمعدات اللازمة والقادرة على القيام بعملية التكسير. كما أن لدرجة رطوبة التربة أثراً واضحاً على سهولة كسر القشور والطبقات المتماسكة وتفككها، ولذلك فعادة ما يسبق عمليات الحراثة، بعمليات غمر الأرض بكميات كافية من المياه في حالة توفرها، أو تجري عمليات الحراثة بعد موسم سقوط الأمطار الغزيرة.
- ✓ بعد تكسير القشور والطبقات وتفتتها، يتم جمع الأجزاء المتكسرة وإزالتها من التربة. وبذلك تصبح التربة مثلها مثل الترب الجيرية الأخرى غير الحدية، ويتبع فيها التدابير التي عادة ما تتبع في إدارة الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور، التي تشمل إضافة الأسمدة العضوية والبقايا النباتية والعناية بالتسميد بالأسمدة الكيميائية ذات التأثير الحامضي، وخاصة الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية، كما تجب العناية بالتسميد بالعناصر النادرة، وكذلك يراعى عند زراعتها تحت نظام الري الدائم بتقريب فترات الري وخاصة في فترات الإنبات الأولى وهكذا [105].

ومما يجدر ذكره أن عملية تكسير القشور والطبقات التحتية الجيرية الصلبة وتجميعها وإزالتها من هذه الترب لمساحات كبيرة من الأراضي، هي عملية صعبة وشاقة ومكلفة اقتصادياً، وقد تكون من الناحية العملية غير ذات جدوى إلا تحت الظروف القاسية، مثل ما هو متبع في بعض جزر البحر المتوسط عندما تكون مساحة الأراضي الصالحة للزراعة محدودة جداً، ولهذا قد تُستبدل هذه الطريقة بحفر جُورٍ عميقة بآليات خاصة، تعمل على تفكيك

الطبقة التحتية الجيرية وتكسيرها في حدود كل جورة فقط، وذلك بعمق مناسب، ثم تختار لها نوعيات معينة من أشجار الفاكهة المقاومة للمحتوى المرتفع من كربونات الكالسيوم، مع العناية بالري والتسميد، وتحسين الخواص الطبيعية لمنطقة انتشار الجذور.

4. الترب ذات القوام غير الملائم

وتشمل الترب الرملية الخشنة، والترب الطينية المندمجة، والترب الحصوية أو الحجرية، وتعدُّ هذه الترب من أصعب الترب الحدية من حيث استصلاحها. وفيما يلي نستعرض عيوب كل منها والتدابير التي يمكن اتباعها للحد من مشاكل استزراع كل منها:

(أ) التربة الرملية الخشنة (شكل 4.8)

وتتميز بالعيوب الآتية:

- ✓ ذات رشح وصرف داخلي مفرط، حيث يخترق الماء قطاع التربة بسرعة كبيرة.
- ✓ فقرها الشديد إلى العناصر الغذائية بصفة عامة، حيث إن تركيبها المعدني يتكون أساسا من الكوارتز مع نسب ضئيلة جدا لا تذكر من الفلدسبار، أضف إلى ذلك عدم قدرتها على تثبيت العناصر الغذائية التي تضاف إليها من الأسمدة، حيث عادة ما تفقد جزءا كبيرا منها عن طريق الرشح السريع قبل أن يستفيد منه النبات.

شكل (4.8): الترب الرملية الخشنة

- ✓ كثرة تفككها يؤدي دائماً إلى استمرار فقد الطبقة السطحية منها عن طريق التعرية الريحية [64].

والحقيقة أنه يوجد العديد من التدابير يمكن إتباعها عند استزراع مثل هذه الترب، تشمل:

- ✓ وضع حاجز أسفلتي عند عمق تحدده أنواع المحاصيل المختارة، حيث يعمل هذا الحاجز على منع تسرب الماء إلى أسفل وفقده من منطقة الجذور، وتستعمل لذلك آلات خاصة معدة لهذا الغرض.
- ✓ وضع برنامج إدارة فنية ملائم لهذه النوعية من التربة، يعمل على تحسين خواصها الطبيعية نسبياً، ويوفر الماء والغذاء اللازمين أثناء نمو المحاصيل الزراعية. ويشمل هذا البرنامج إضافة

الأسمدة العضوية، وذلك لزيادة تماسك التربة والرفع من قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، وتفكيك التربة السطحية بالحراثة السطحية الخفيفة التي تعمل على تكسير أي قشرة سطحية رقيقة تعرقل خروج الباذرات من جهة، وتقلل من سرعة البخر من جهة أخرى. وتنظيم الري بطريقة ملائمة تضمن توفير الكميات اللازمة من الماء لنمو المحاصيل المزروعة دون إسراف زائد عن الحاجة، وذلك بتقليل كميات الري وزيادة عدد فترات الري أي تقريبها، واستعمال الأسمدة الكيميائية التي تحتوي على معظم العناصر الغذائية، بحيث توضع بطريقة وأسلوب يحدان من فقدانها أثناء عمليات الري، وقد تستعمل البكتيريا العقدية كذلك لتساعد على تثبيت النيتروجين الجوي وذلك بخلطها مع البذور أثناء الزراعة، وغيرها من العمليات.

- ✓ مقاومة التعرية الريحية بالتدابير التي سبق ذكرها.
- ✓ اختيار المحاصيل الزراعية التي تناسب القوام الرملي مع التركيز على المحاصيل البقولية.

(ب) الترب الطينية المندمجة شكل (5.8):

وبها العيوب الآتية:

- ✓ سوء تهويتها.
- ✓ شدة تماسكها.
- ✓ إذا احتوت على كميات كبيرة من نوعيات الطين المتمدد المعروف بمجموعات السمكتايت، فإنها كثيرا ما تتشقق شقوقا غائرة متسعة تؤدي إلى تمزيق جذور المحاصيل، كما تؤدي إلى تعرض البذور الآخذة في التنبيت للهواء فتجف وتتلف.

شكل (5.8): الترب الطينية المندمجة

- ❖ بطيئة النفاذية والرشح والصرف الداخلي حيث إن هذه العوامل تؤدي إلى تعرضها للانجراف المائي، وقد تؤدي كذلك إلى تكوين مستوى ماء أرضي معلق فوق الطبقات الصماء الطينية تحت السطحية العديمة النفاذية [176].

هذا ويوجد العديد من التدابير التي يمكن إتباعها عند استزراع مثل هذه الترب، منها:

- ✓ تحرث هذه التربة حرثاً عميقاً بمحراث قلاب، وذلك لتفكيكها وتهويتها، وتراعى عند الحرث درجة الرطوبة الملائمة.
- ✓ الإكثار من الأسمدة العضوية لتحسين خواصها الطبيعية من ظروف ملائمة للرطوبة والتهوية.
- ✓ تنظيم الري بها بما يلائم ظروف التربة وضماناً لعدم تشققها من جانب، وعدم تغدقها

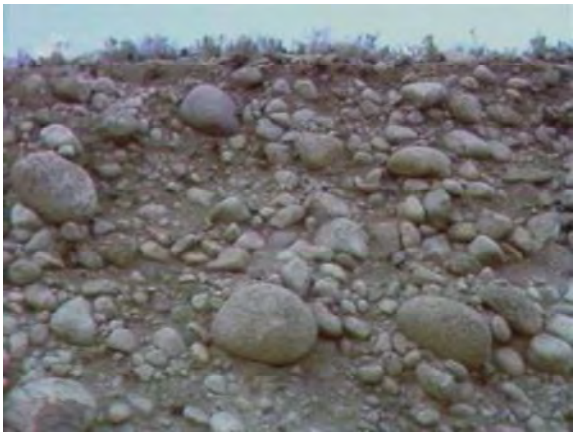
وانجرافها من جانب آخر، كما يراعى جعل الفترة ما بين الريات أطول مما في الترب الخفيفة القوام لأنها أقدر في حفظها للماء.

- ✓ اختيار المحاصيل الملائمة للقوام الثقيل في الزراعات المروية أو البعلية حسب الحالة.
- ✓ عند وضعها تحت نظام الري الدائم لا بد من العناية بصرفها.

(ج) الترب الحصوية

المقصود بالترب الحصوية هنا، هي الترب التي تحتوي على أكثر من 20% من وزنها الجاف من الحصى. وتتراوح أحجام حبيبات الحصى ما بين 2.0 إلى 7.5 سم، وعادة ما تسمى التربة بالترب الحصوية عندما تتراوح نسبة الحصى فيها من 20 إلى 50%، وحصوية جدا عندما تتراوح نسبة الحصى فيها ما بين 50 إلى 90%، ويطلق عليها لفظ حصى فقط عندما تكون نسبة الحصى أكثر من 90% (شكل 6.8). هذا وقد تكون الترب الحصوية مختلطة بالأحجار ذات الأقطار من 5.7 إلى 25 سم وبذلك قد تنعت بأنها حصوية حجرية أو حجرية حصوية (شكل 7.8)، ويتوقف ذلك على مدى سيادة الحصى أو الحجارة في التربة. هذا وقد يكون قوام التربة الناعم في هذه الترب متبايناً من رملي إلى طيني. وعليه فقوام هذه الترب قد يكون رملياً حصوياً أو رملياً حصوياً جدا، أو رملياً حصوياً حجرياً، أو طمييا حصوياً جداً أو طينياً حصوياً حجرياً وهكذا.

شكل (6.8): الترب الحصوية



شكل (7.8): الترب الحصوية الحجرية

ومما يجدر ذكره كذلك، أن أعلى نسب للحصى قد تتركز في الطبقات السطحية من التربة أو في الطبقات تحت السطحية بشكل كلي، أو في طبقة واحدة فقط من الطبقات تحت السطحية، أو يكون كل قطاع التربة حصوياً أو حصوياً جداً. وعلى ذلك فقد تتفاوت حدية أو درجة انخفاض إنتاجية هذه الترب طبقا لهذه الاختلافات. هذا وإن وجود الحصى

والحجارة بصفة عامة في هذه الترب، يسبب عرقلة نمو المحاصيل الزراعية، وعرقلة عمليات الخدمة المختلفة، كما يؤثر على خواص التربة الطبيعية المختلفة وخاصة تلك التي تتعلق بعلاقة المحاصيل الزراعية بالماء والهواء.

هذا، بالرغم من أن وجود الحصى بكميات مناسبة داخل قطاع الترب ثقيلة القوام يزيد من تهويتها، ووجوده على الطبقات السطحية يحدُّ من عمليات التعرية الريحية والانجراف المائي، ويقلل بل يعرقل الجريان السطحي للمياه، فيزيد من كمية الماء الراشح داخل التربة، ويقلل من سرعة البخر من سطح التربة، بما يسببه من عزل للحرارة ويحول دون وصولها للتربة [105].

والسبيل الوحيد لاستصلاح مثل هذه الترب يتمثل في تجميع الحصى والحجارة إزالتها، إما بالطريقة اليدوية، أو الآلية، حسب ما تسمح به الظروف والإمكانيات. ومن هنا تتضح صعوبة استصلاح مثل هذه الترب على نطاق واسع، وتزداد الصعوبة كلما زادت نسبة الحصى أو الحجارة، وكلما كان الحصى منتشرا في الطبقات تحت السطحية من القطاع. وعلى ذلك، فإن استصلاح مثل هذه الترب، قد يتم بعمل جور عميقة بآليات خاصة، مع تجميع الحصى والحجارة إزالتها فقط في كل جورة، وزراعة هذه الجور بأشجار ملائمة لظروف التربة والمناخ وكمية المياه المتوفرة (مرويا أو بعلياً).

(د) الترب الضحلة

وتشمل الترب كافة التي لا يتعدى سمكها أكثر من 50 سم، مهما كان نوعها، حيث تتضمن جميع الترب الليبية التي تدخل تحت المجموعة المعروفة بالضحلة (Lithic) (راجع

تصنيف الترب الليبية في هذا الكتاب)، وكذلك التكوينات غير الترابية التي تعرف بالسطوح الصخرية أو الأراضي التي يغطى سطحها بطبقة من أجزاء الصخور والأحجار الهشة (Lithosols) أو القشور (Crusts) (أنظر شكل 8.8).

الحقيقة أنه عادة ما تستعمل مثل هذه الترب مراعي في المناطق التي تتساقط عليها كميات من الأمطار، تكفي لنمو غطاء نباتي طبيعي، وتستثنى من الزراعة بسبب ضحالتها، أي بسبب عدم وجود عمق كاف من التربة لتثبيت جذور المحاصيل الزراعية وانتشارها، وخاصة الأشجار. وعادة يكون سبب عدم زراعة حتى بعض الأنواع منها، التي عليها تربة بعمق من 30 إلى 50 سم، بالمحاصيل ذات الجذور السطحية، هو أنها غالبا ما تكون مقترنة بتضاريس غير مستوية. ولذلك؛ فإن استصلاح مثل هذه الترب يكون من الصعوبة بمكان، حيث إن استصلاح الترب الضحلة على المنحدرات الجبلية يتطلب عمل مصاطب أو مدرجات وتكسير الصخور وتنعيمها، وعمل جور ونقل تربة ناعمة لوضعها في هذه الجور، مع زراعة الأشجار الملائمة للبيئة (مناخ ومياه)، وهذا يتطلب مصاريف ونفقات باهظة. أما الترب الضحلة ذات الأعماق من 30 إلى 50 سم والمنتشرة في السهول المنبسطة فهي لا تصلح للزراعات المروية بأي حال من الأحوال، وذلك نتيجة لأن سوء تنظيم عمليات الري في هذه الترب قد يؤدي إلى زيادة نسبة الملوحة في التربة. ولهذا لا ينصح بزراعتها إلا في المناطق التي تستقبل معدلات تساقط أمطار كافية لنمو بعض المحاصيل ذات الجذور السطحية مثل الشعير أو القمح أو تركها أراضي رعوية [176].

شكل **(8.8):** الترب الضحلة

3.8 تطبيق التقانات الحديثة المتوفرة والمستخدمة عالميا في إدارة الموارد الطبيعية الزراعية (تربة، مياه، غطاء نباتي) وتطويرها لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز الأمن الغذائي

مما سبق ذكره في الفصول السابقة، نجد أنه بالإضافة إلى ندرة المياه (Water Scarcity) وتغير نوعيتها في ليبيا، تواجه الموارد الطبيعية بها عدداً من التحديات الرئيسية، أهمها: القحل (الجفاف Aridity)، والقحط (نوبات الجفاف Drought)، والتصحر (Desertification) وتدهور الأراضي (Land Degradation)، وفقدان التنوع الحيوي (Loss of Biodiversity)، والتغير المناخي (Climate Change).

إن قضية الجفاف ذات علاقة وثيقة بمشكلة شح الموارد المائية. والواقع أن جميع

الأراضي المنتجة زراعيا (مروية أو بعلية)، أو المنتجة رعويا في ليبيا، هي أنظمة هشة ميالة للتدهور، ومعرضة للتصحر إلى حد بعيد. وإن الآثار المترتبة على التغير المناخي يتوقع لها أن تؤدي إلى: ارتفاع في درجات الحرارة، ونقص في معدلات الأمطار، مع زيادة موجات الجفاف، وفقد في التنوع الحيوي الزراعي، ونقص في مساحات الأراضي الزراعية البعلية، ونقص أيضا في الإنتاجية، وتذبذب في الإنتاج. ويمثل التصحر وتدهور الأراضي التهديد الأكثر إلحاحا للأراضي المنتجة في ليبيا، ومن المهم الإدراك أن التصحر وتدهور الأراضي هما ظاهرتان من صنع الإنسان، يفوقهما تغير المناخ [54،88].

وخلاصة القول، إن تغير المناخ والتصحر وفقدان التنوع الحيوي ترتبط فيما بينها ارتباطاً وثيقاً، وهي قضايا عالمية متشابكة، ولها آثار خطيرة على تحقيق التنمية المستدامة. وتأثيرها يعزز بعضه بعضاً، والمشكلات البيئية الثلاث هي من أكبر التحديات التي تواجه التنمية المستدامة، ولا يمكن أن نعالج قضية دون أن نعالج الأخرى وفي الاتجاه نفسه [88].

ولقد ناقش كلٌّ من بن محمود (2013 م) [62]، وقريميدة وآخرون (2022م) [88] بالتفصيل تطبيق التقانات المتوفرة والمستخدمة في العالم وخاصة في دول المناطق الجافة، في مجالات استدامة الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي، ولمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى هذه المواضيع في مصادرها الأصلية. ونأمل أن يؤخذ بها عملياً أثناء وضع الخطط والبرامج والأنشطة ذات العلاقة، وخاصة تلك التي تتعامل مع مواضيع التكيف مع آثار تغير المناخ المحتملة والتخفيف منه.

بالإضافة إلى ذلك، فإن موضوع التغلب على هذه التحديات يجب أن يكون من أولويات البحث العلمي الزراعي الملحة للدولة الليبية، وذلك من خلال الدور الذي تقوم به الجامعات الليبية ومؤسسات البحث العلمي المتعددة في ليبيا، التي تزخر بكم هائل من حملة الشهادات العليا (ماجستير ودكتوراه) ذات الخبرات العملية المهمة في معظم التخصصات المطلوبة للقيام بهذه المهمة، إذا ما توفر لها الإمكانات المالية واللوجستية (الخدمية). ويمكن حصر هذا الدور في أربع اتجاهات رئيسية:

- ✓ **الاتجاه الأول**: دعم مؤسسات الدولة في وضع الاستراتيجية الوطنية للأمن الغذائي، ووضع الخطط والبرامج والمشاريع ذات الأولوية القصوى، والمشاركة في تنفيذها.
- ✓ **الاتجاه الثاني**: تطوير التعليم العالي والتقاني، وبناء القدرات والمهارات الوطنية (مؤسسات وأفراداً)، وتوسيع المعرفة وزيادة الوعي على المستويين: صناع القرار، والمنفّذين.
- ✓ **الاتجاه الثالث**: نقل التقانات الحديثة الملائمة وتوطينها وتطويرها في البيئة المحلية.
- ✓ **الاتجاه الرابع**: دعم مؤسسات الدولة في الاستفادة القصوى من الدعم الفني المتاح من المؤسسات والمنظمات الدولية ذات الصلة.

وفيما يلي نعدد بعضاً من البرامج والمشاريع ذات الأهمية والتي نرى بأن تكون من ضمن الأولويات الملحة للبحث العلمي التي تجرى في الجامعات الليبية بالتنسيق والتعاون الوثيق بينها وبين المراكز البحثية المتخصصة والمؤسسات الأخرى ذات الصلة، وأهم هذه التقانات:

1. تعزيز مفهوم تقانات الزراعة الرقمية في قطاع الزراعة والثروة الحيوانية، والاستفادة من الأعمال السابقة التي أُجريت في مشروع التخريط الزراعي وفي مركز التوثيق

والمعلومات، وتطويرها.

2. تطوير تقنيات الرصد والمراقبة والتقدير والإنذار المبكر للموارد الطبيعية الزراعية والبيئة والأمن الغذائي، ويمكن إعطاء أهمية قصوى للمواضيع الآتية:
   - مراقبة تدهور الأراضي وتقديره وإعداد خرائط خاصة به، وتحديد المناطق المتأثرة بالتصحر التي تستدعي التدخل السريع.
   - وضع منهجية وطنية مناسبة لرصد الجفاف ومراقبته والتخفيف من آثاره.
   - تطوير مصفوفة سيناريوهات للإنذار المبكر للأمن الغذائي في ظل التغير المناخي المحتمل.
3. استخدام النمذجة والسناريوهات المتاحة لتقييم التأثيرات المستقبلية في ليبيا لكل من:
   - التغيرات في عناصر المناخ المختلفة.
   - ارتفاع مستوى سطح البحر.
4. تطوير تقانات تحسين إدارة الموارد المائية وسياساتها تحت ظروف الندرة والتغير المناخي، وتشمل:
   - تشجيع تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية.
   - تحسين كفاية استعمالات المياه في الزراعة.
   - التوسع في استخدام موارد المياه غير التقليدية (المياه المعالجة — المياه المالحة وشبه المالحة – المياه الكبريتية).
   - تطوير تقانات حصاد المياه لحفظ المياه في التربة أو تجميعه لاستعماله في الري التكميلي.
5. تطوير تقانات تحسين التربة، وتشمل:

- تقانات مكافحة انجراف التربة.
- تقانات حفظ المياه في التربة.
- تقانات إدارة الترب الملحية.
- تقانات تحسين خصوبة التربة.

6. تطوير تقانات إعادة تأهيل الأراضي الرعوية المتدهورة
   - الحماية.
   - نثر البذور الرعوية.
   - استزراع الشتول الرعوية.
   - تقانات مكافحة زحف الرمال وتثبيت الكثبان الرملية.
7. تطوير تقانات حماية التنوع الحيوي (الحفظ داخل الموقع الطبيعي وخارجه)
8. الاستعداد لمواجهة التغيرات المناخية المحتملة، وذلك بالتكيف معها والتخفيف من آثارها.
9. تطوير تقانات المعاملات الزراعية والنظم المزرعية وسياساتها:
   - الإدارة المستدامة للأراضي.
   - الأراضي الزراعية البعلية.
   - الأراضي الزراعية المروية.
   - أراضي المراعي.
   - أراضي الغابات ومناطق التشجير.
   - سياسات تطوير إنتاجية المحاصيل.
   - حفظ المصادر الوراثية.

- استنباط الأصناف المحسنة من المحاصيل (بذور وتقاوي).
- التحسين والتطوير للتدابير المتبعة في مقاومة الآفات الزراعية [79].
- تطبيق أسلوب الزراعة الحافظة.
- التكثيف والتنويع المستدام لنظم الإنتاج.

10. تعزيز سياسات توطين التقانات الحديثة ونشرها، وتشمل:
- التعليم والبحث والتطوير التقاني.
- تطوير برامج التوعية والإعلام.
- بناء القدرات والتطوير المؤسساتي.
- القوانين والتشريعات.
- التعاون الإقليمي والدولي.

إن هذا العمل ضخماً ومتشعباً، ويستغرق وقت طويل، ويحتاج إلى استمرارية، ولا بد من أن يتم في مؤسسات مختصة مستدامة بحيث يُدمج فيها المختصون في الجامعات والمراكز البحثية الوطنية، وأن يتوفر لها التمويل الكافي المستمر. إن الكثير من البرامج والمشاريع المقترحة هنا، ذات الأولوية في هذه الفقرة ليست بجديدة على ليبيا، فلقد نفذ عدداً منها في العقود القليلة الماضية، ولكن نتيجة لعدم الاستقرار الإداري سبب انقطاع الإنفاق عليها وتوقف أغلبها. ولذلك يجب تقييم ما نُفّذ من هذه المشاريع، وإحياء ما توقف منها، والاستعداد لوضع البرامج والمشاريع التي لم تبدأ، وخاصة التي تعنى بمواجهة التغيرات المناخية المحتملة، وذلك بالتكيف معها والتخفيف من آثارها.

وختاماً، وكما تبين لنا مما استعرضناه من حقائق أساسية في هذا الكتاب، لمقومات

الأراضي الزراعية في ليبيا، وخاصة ما تم التركيز عليه بصفة أساسية عن طبيعة الترب الليبية وخواصها إلى جانب علاقتها بنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها، فيمكننا أن نستخلص أن الأراضي الليبية تتميز بنقص الماء أولاً، وبحدية التربة ثانياً. ولهذا كان الماء والتربة، وما زالا العاملَيْن الأساسيَيْن المحددَيْن للزيادة في الإنتاج الزراعي، عن طريق التوسع الزراعي الأفقي. ولذلك فمن المستحسن والمرغوب فيه عند هذه النقطة إذن، أن نركز جل اهتمامنا على الرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي الليبية الصالحة للزراعة، ونعمل جميع المحاولات لزيادة الإنتاج الزراعي، عن طريق ما يعرف بالتوسع الزراعي الرأسي، أي توظيف التقانات العلمية الحديثة المتكيفة مع الظروف المحلية في جميع عمليات الإنتاج الزراعي.

وليس معنى ذلك أننا نقف مستسلمين متحججين بقسوة الظروف غير المواتية للزراعة في كثير من المناطق، فلا نقوم بالتفكير الجدي والعلمي بإيجاد موارد مائية جديدة أو زيادة الرقعة الزراعية باستصلاح تُرب حدية أخرى، والمحافظة على الأراضي الزراعية والرعوية الحالية. ولكن في تصورنا، وتحت هذه الظروف البيئية القاسية، أن السبيل لذلك هو إجراء التجارب على كل فكرة صالحة ولكن في أضيق نطاق، فإن نجحت الفكرة فلنضاعف من نطاق التجربة عاماً بعد عام، حيث إن جميع الأفكار الصالحة والسليمة تحتاج لإخراجها إلى حيز الوجود التطبيقي طرقاً وسبلاً علمية وخططاً وبرامج زمنية سليمة تضمن لها سبل النجاح.

والله أعلم

المراجع

1.9 المراجع العربية

1. أبــوراوي، عبــد المجيــد. 1978. الطــرق المســتعملة في الــري والاحتياجــات المائيــة للمحاصيل الزراعية في ليبيا. تقرير فني رقم 5. وحدة بحوث الأراضي والري. مركز البحوث الزراعية. طرابلس.

2. اتفاقية رامسار. 2009. الاهتمام بالأراضي الرطبة حل لتغير المناخ، تقرير خاص بمناسبة اليوم العالمي للأراضي الرطبة.

3. أرسلان، أوديس أو جزدان، عمر. 2009. الاستعمال الآمن للمياه العادمة المعالجة والحمأة في الزراعة العربية. مجلة الزراعة والمياه عدد 24. أكساد.

4. الباروني، سليمان صالح .2015. الموارد المائية في ليبيا. مجلد أبحاث المؤتمر الوطني للمياه.

5. التقارير الفنية لدراسات التربة التي أجريت لاستثمار مياه النهر الصناعي بمرحلتيه الأولى والثانيــة (1985 م– 2007 م)، أكثــر مــن 25 تقريــر في مختلــف المنــاطق المرشحة للاستثمار الزراعي.

6. التقرير الفني لدراسات التربة الاستكشافية وشبه التفصيلية والتفصيلية في مثلث المجدول–تجرهي–القطرون، الشركة العامة للأبحاث والمياه الجوفية المصرية (ريجوا)، 1993–1998 م.

7. التقرير الفني لدراسات التربة الاستكشافية وشبه التفصيلية والتفصيلية في منطقة السارة (الشركة العامة للأبحاث والمياه الجوفية المصرية (ريجوا) 2005–2006 م.

8. التقرير الفني لدراسة التربة لمنطقة النقاط الخمس (سهل الجفارة)، تصنيف التربة وتقييم ملائمة التربة للزراعة تحت نظام الري الدائم. 400 لمساحة ألف هكتار. 1994 م. (شركة

تيليكارت المغربية).

9. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع الدبوات. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

10. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية موقع إيراون. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

11. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع البرجوج. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

12. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع المكنوسة. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

13. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع وادي النشوع والعرائس. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

14. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع جنوب حوض مرزق (المجدول). مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

15. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية موقع سرير القطوسة. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005 م.

16. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع توسع مشروع الكفرة. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2006 م.

17. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع الطلاب. أمانة اللجنة الشعبية للزراعة والثروة الحيوانية والمياه. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2006 م.

18. التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية في موقع غرب العوينات. أمانة اللجنة الشعبية للزراعة والثروة الحيوانية والمياه. تنفيذ مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2006 م.

19. التقرير الفني لمشروع استكمال دراسة فنية حول حصر الأراضي وتصنيفها في المناطق الشمالية الغربية الساحلية بليبيا (زوارة، وسواني الزرير، وسبخة الجذر، والعسة، وزلطن، وأبي كماش). الهيئة العامة للمياه. تنفيذ المكتب الوطني الاستشاري.2002 م– 2005 م.

20. التقرير الفني لمشروع استكمال دراسة فنية حول حصر الأراضي وتصنيفها في اللوحات الطبوغرافية (فوار العجيلات، وبئر بن عمار، وبئر الطويلة، وبئر الحوض). الهيئة العامة

للمياه، تنفيذ المكتب الوطني الاستشاري.2006 م.

21. الجبالي، عبدالله ساسي، والحويج، عزالدين الطيب، وسليمان، خليل أبوبكر، وربيع، عبدالله علي. 1988. دراسة التربة التفصيلية في منطقة سواوة وسهل القرضابية في سرت. إدارة استثمار مياه النهر الصناعي، مكتب المرحلة الثانية.

22. الحنديل، عدنان رشيد. 1980. الزراعة ومقوماتها في ليبيا. الدار العربية للكتاب، بيروت.

23. الحويج، عزالدين الطيب، ونوير، بشير أحمد. 2015. حصر وتصنيف التربة وتقييم الأراضي.

24. الحويج، عزالدين الطيب، والعالم، مختار محمود. 2012. دليل الوصف المورفولوجي وتصنيف خصائص التربة في الميدان. 80 صفحة.

25. الحبتي، أبوبكر عبدالله. 2003. التربة: خصائصها وعلاقتها المكانية بالاستثمار الزراعي بمنطقة زليتن — الخمس. أطروحة ماجستير في قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة السابع من أبريل سابقا.

26. الحجاجي، سالم علي. 1989. ليبيا الجديدة (دراسة جغرافية، اجتماعية، اقتصادية، سياسية). منشورات مجمع الفاتح للجامعات.

27. الخطابي، خليفة عبد الصمد، والأشهب، محمد عبد الكريم. 2020. الغابات في ليبيا (بين الحاضر والمستقبل. وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية. 408 صفحة.

28. الدروبي، عبد الله صالح .2006. الموارد المائية في الصحاري العربية وواقع استثمارها.

المركز العربي (أكساد)، دمشق، سوريا.

29. الزرقاني، حمدي عبد الخالق.2021. سيول وفيضانات منطقة غات. دراسة غير منشورة.

30. الزني، السنوسي عبد القادر وبيومي، محمد عباس.2009. الأشجار والشجيرات الهامة المحلية والمستوردة بالجبل الأخضر، ليبيا. الدار الأكاديمية للطباعة والتأليف والترجمة والنشر– طرابلس.

31. الزوام، سالم محمد. 1984. الجبل الأخضر، دراسة في الجغرافيا الطبيعية. المنشأة العامة للنشر والتوزيع والإعلان. طرابلس/ليبيا.

32. السلاوي، محمود. 1995. الموارد المائية في ليبيا. نشرة رقم (4)، منشورات جامعة طرابلس.

33. السهلي، محمد مهنا. 2010. محاضرات في "مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية". جامعه الكويت، كليه العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا.

34. الشاوش، عثمان. 1995. دراسة الوضع الراهن للمراعي في الجماهيرية. ندوة الأمن الغذائي (1)، (الحبوب واللحوم والثروة السمكية– المشاكل والحلول المقترحة). كلية الزراعة– جامعة الفاتح سابقا. طرابلس.

35. الشاوش، عثمان. 1996. الوضع الحالي للمراعي في ليبيا. الندوة القومية حول تطوير المراعي وحماية البيئية في الوطن العربي. طرابلس/ليبيا.

36. الشخاترة، محمد. 1986. التصحر في الوطن العربي (مفهومه وماضيه — أسبابه ونتائجه — وأهم الأسس والسبل لمعالجته). الزراعة والمياه. أكساد. دمشق/ سوريا.

37. الشخاترة، محمد. 2001. التصحر في الوطن العربي (مفهومه وأسبابه ونتائجه). وزارة الزراعة. عمان، الأردن.

38. الشخاترة، محمد وعثمان، أحمد. 1981. التجربة العربية في مجال تثبيت الكثبان الرملية. بحث مقدم إلى الندوة العربية الأولى لتثبيت ومكافحة التصحر. بغداد.

39. الشريف، أبوعبدالله سعد. 1995. طبيعة وتكوين وتصنيف الترب الجبلية القرفية بمناطق غريان ويفرن وترهونة. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

40. الصغير، خيري. 1980. التوزيع الفصلي لبعض عناصر الطقس في ليبيا. منشورات جامعة طرابلس، ليبيا.

41. الصغير، خيري، وقاسم، محمد 1983. أسس إنتاج المحاصيل. منشورات جامعة طرابلس.

42. الصل، ميلاد، ومليطان، عبد المجيد. 2006. أثر التلوث بغبار الإسمنت على نباتي اللوز والتين في منطقة المرقب، المؤتمر الدولي الثالث للتنمية والبيئة في الوطن العربي 21 –23 مارس.

43. العالم، مختار محمود. 2000. تطبيق قاعدة بيانات التربة والحقل ونظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط رقمية وغرضية للمنطقة الممتدة من طرابلس إلى غريان. أطروحة ماجستير في العلوم الزراعية. قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس .

44. العربي، جميلة سليمان. 2003. تطبيقات قاعدة بيانات التربة والحقل (السوتر) في إنتاج خرائط التربة الرقمية الغرضية باستخدام نظام التشغيل السويب للمنطقة الممتدة من طرابلس إلى غريان. أطروحة ماجستير في العلوم الزراعية. قسم التربة والمياه، كلية الزراعة،

جامعة طرابلس.

45. الغلاز، يوسف أبوبكر.2002. طبيعة وتكوين وتصنيف الترب الطينية المتشققة الليبية. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

46. القصاص، عبد الفتاح. 1999. التصحر وتدهور الأراضي في المناطق الجافة، سلسلة عالم المعرفة. العدد 242، 255 ص، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

47. المحاسنة، حسين. 2019. ورقة أكساد في ورشة العمل المنعقدة بأكساد في دمشق بعنوان: إجراءات التكيف مع التغيرات المناخية في قطاع الزراعة (الزراعات المطرية).

48. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا). التقارير السنوية 2005 – 2009. حلب سوريا.

49. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). 2005. خريطة تصنيف التربة لليبيا. دمسق، سوريا.

50. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، 2005، الخطة الوطنية لمكافحة التصحر في ليبيا. الهيئة العامة للمياه، طرابلس – ليبيا.

51. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). 2018. اتجاهات تغيير المناخ في المنطقة العربية وأثرها على الموارد المائية، التقرير الفني – ريكارد 4/ مرجع.

52. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). 2022. كلمة مدير عام المركز في الاحتفالية باليوم العالمي للتصحر والجفاف. أكساد، دمشق، سوريا.

53. المكتب الوطني الاستشاري.2002 – 2005. التقرير الفني لمشروع استكمال دراسة فنية

حول حصر الأراضي وتصنيفها في المناطق الشمالية الغربية الساحلية بليبيا (للوحات المساحية لكل من فوار العجيلات، وبئر بن عمار، وبئر الطويلة، وبئر الحوض، وفوار العجيلات، وبئر بن عمار، وبئر الطويلة، وبئر الحوض وزوارة، وسواني الزرير، وسبخة الجذر، والعسة، وزلطن، وأبي كماش). الهيئة العامة للمياه. طرابلس، ليبيا.

54. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2007. التقرير التقييمي الرابع: تغير المناخ.

55. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. 2020. تغير المناخ والأراضي. ملخص لصانعي القرار.

56. بن محمود، خالد رمضان. 1995. الترب الليبية (تكوينها – تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية). الهيئة القومية للبحث العلمي. طرابلس. 615 صفحة، الطبعة الأولى.

57. بن محمود، خالد رمضان. 1996. الترب الليبية ومشاكل الملوحة. الدورة التدريبية حول استعمال المياه شبه المالحة والمالحة في الري. مركز البحوث الزراعية بطرابلس والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بدمشق. المنعقدة بطرابلس.

58. بن محمود، خالد رمضان.1998. الترب الليبية ومشاكل الملوحة. مجلة مركز البحوث الزراعية بطرابلس — ليبيا. ص 34 –151.

59. بن محمود، خالد رمضان. 1999. تدهور الأراضي وتصحرها في ليبيا. (أسبابه ونتائجه – الوسائل المتبعة في مكافحته – تحوطات المستقبل). المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء. طرابلس.

60. بن محمود، خالد رمضان. 2004. إدارة الكوارث الناتجة عن تدهور الأراضي. ورقة

مقدمة في ندوة إدارة الكوارث الطبيعية وتشبيك الرصد الزلزالي. المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء والمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس. غريان.

61. بن محمود، خالد رمضان (المنسق الوطني للمشروع). 2002– 2007. تقارير متابعة مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط. وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو).

62. بن محمود، خالد رمضان. 2013. نحو استراتيجية وطنية لاستدامة الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي في ليبيا (محاولة لدعم اتخاذ القرار)، 123 صفحة.

63. بن محمود، خالد رمضان. 2021. الصحراء الليبية (إمكاناتها الطبيعية والبشرية وآفاق استثمارها). دار الحكمة، طرابلس. 584 صفحة.

64. بن محمود، خالد رمضان، وسليمان، خليل أبوبكر. 1980.الأراضي الرملية. منشورات جامعة طرابلس. طرابلس، ليبيا.

65. بن محمود، خالد رمضان، والجنديل، عدنان رشيد. 1984. دراسة التربة في الحقل. منشورات جامعة طرابلس .272 صفحة.

66. بن محمود، خالد رمضان، ويوقو، روبيرتو.2006. التغير في الغطاء النباتي لمنطقة في جنوب طرابلس. حالة دراسية. مشروع التخريط الزراعي، طرابلس.

67. بن محمود، خالد رمضان، وكشك، الدسوقي إبراهيم. 2006. إنتاج خرائط زراعية متنوعة لشعبية تاجوراء والنواحي الأربعة سابقاً. مشروع التخريط الزراعي، طرابلس.

68. بن محمود، خالد رمضان، ولولو، عبد الرحيم.2010. قضايا التصحر وتدهور الأراضي

في المنطقة العربية. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دمشق، سوريا.

69. بن مصطفى، مؤمن. 2020. أسباب وآثار تغير المناخ على البيئة.

70. تقرير التقييم العالمي بشأن الحد من خطر الكوارث لعام (2009) (المخاطر والفقر في مناخ متغير).

71. جامعة عمر المختار. 2005. دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر. التقرير النهائي.

72. جهاز استثمار مياه النهر الصناعي. 1988. دراسات التربة التفصيلية لمنطقة جنوب غرب بنغازي لمساحة 13ألف هكتار (المرحلة الأولى).

73. حسن، نجيب محمد وخضر، مصطفى.1989. أصول البيدولوجي. المكتب المصري الحديث للطباعة والنشر. الإسكندرية، مصر.

74. سالم، عمر .2006. الوضع المائي في ليبيا. الهيئة العامة للمياه. طرابلس، ليبيا.

75. سعيد، محمد يعقوب محمد. 2020. نظم المعلومات الجغرافية. برنامج الجغرافيا. جامعة الإمارات العربية المتحدة. URL: http://faculty.uaeu.ac.ae/~myagoub.

76. سيد، حوراء أحمد. 2019. التغير المناخي أسبابه ونتائجه. المجلة الأكاديمية للأبحاث والنشر العلمي. الإصدار الخامس.

77. شرف، عبد العزيز طريح. 1971. جغرافية ليبيا. منشأة المعارف بالإسكندرية. مصر.

78. شركة تيليكارت المغربية. 1994. التقرير الفني لدراسة التربة لمنطقة النقاط الخمس (سهل

الجفارة)، تصنيف التربة وتقييم ملائمة التربة للزراعة تحت نظام الري الدائم. لمساحة400 ألف هكتار.

79. طاهر، محمود، وزيادة، إبراهيم، وتابث، توفيق، وناجي، عبد الحميد. 1978. أساسيات وقاية النبات. الشركة العامة للنشر والتوزيع والإعلان. طرابلس.

80. طلبه، مصطفى كمال وصعب، نجيب. 2008. البيئة العربية (تحديات المستقبل). المنتدى العربي للبيئة والتنمية

81. عبد النبي، مهدي هنداوي، ومحمد، عائشة أبوبكر. 2020. المخاطر الصحية والمهنية إزاء الانبعاثات عن إشعال الغاز الطبيعي في حقول النفط والغاز. المؤتمر العلمي الثالث لجامعة النحم الساطع.

82. عبدالصمد، شعبان أمحمد منصور. 2003. استخدام تقانات الاستشعار ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة تدهور الأراضي في منطقة بئر كوكا بسهل الجفارة. أطروحة ماجستير في العلوم الزراعية. قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس.

83. عبد القادر، عبد الحميد سليمان محمد .1996. تطور ظاهرة التغدق في التربة في مشروع الأريل الزراعي للعاميْن 1985 و1995.تقرير فني مقدم إلى إدارة مركز البيروني للاستشعار عن بعد. طرابلس.

84. عبد القادر، عبد الحميد سليمان محمد. 2001. مقارنة المساحة المزروعة بمحصول القمح بمشروع الكفرة الإنتاجي للعاميْن 1989 و2000. تقرير فني مقدم إلى إدارة مركز البيروني للاستشعار عن بعد. طرابلس.

85. عبد القادر، عبد الحميد سليمان محمد. 2003. حصر وتصنيف أراضي منطقة الطلاب

بالكفرة باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ومقارنتها بالطرق التقليدية. أطروحة ماجستير في العلوم الزراعية. قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس.

86. عريان، وديد. 2007. نظام المركز العربي "أكساد" الإقليمي للإنذار المبكر لتدهور الأراضي. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة. دمشق.

87. عكاشة، علي. 2012. تأثير مصنع إسمنت المرقب على الغطاء النباتي بالمنطقة المجاورة له. مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الطبيعية)، مجلد 26.

88. قريميدة، سامية الفيتوري، والككلي، علي رجب، وبن محمود، خالد رمضان.2022. التغير المناخي وآثاره على استدامة الموارد الأرضية واستخدامات الأراضي في ليبيا والتدابير المفترحة لمجابهته. مكتبة طرابلس العلمية العالمية، طرابلس.

89. لجنة توجيه الزراعة. اللجنة الفرعية للموارد الطبيعية. فريق الموارد المائية.1977. تقرير تقييم الموارد المائية في ليبيا.

90. لولو، عبد الرحيم. 2019. ورقة أكساد حول تأثير التغيرات المناخية على موارد الأراضي والتكيف معها. أكساد، دمشق.

91. مجلس التخطيط العام. 2003. تقرير لجنة إعداد مشروع السياسة الزراعية. طرابلس.

92. مجموعة عمل الاتحاد الدولي لعلوم التربة ت.ت.د 2006. القاعدة المرجعية العالمية لموارد التربة 2006. الطبعة الثانية. تقارير موارد التربة العالمية رقم 103. الفاو، روما ISBN . 92-5-105511 -
نسخة http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2006final.pdf

محفوظة 23-09-2020 على موقع واي باك مشين

93. محمد، حواء عمر فتح الباب. 2014. رصد التغير في استعمال الأرض وخصائص التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (بطة —الجبل الأخضر) – ليبيا. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة عمر المختار.

94. مكتب الإسطرلاب. "مهندسون استشاريون" .2005– 2006.التقرير الفني لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروع زراعة (100) ألف هكتار قمح مروي. دراسات التربة شبه التفصيلية لمواقع الدبوات، وبرجوج، ومكنوسة، ووادي النشوع والعرائس، والمجدول، وسرير القطوسة، وتوسع مشروع الكفرة، والطلاب، وغرب العوينات. مصلحة التنمية الزراعية والرعوية. طرابلس، ليبيا.

95. مكتب الدراسات والاستشارات الزراعية. 1975. التقرير الفني لحصر وتصنيف التربة (استكشافي) لمشروع السرير الإنتاجي. لمساحة 12 ألف هكتار.

96. مكتب دراسات المرحلة الأولى، إدارة أاستثمار مياه النهر الصناعي. 1989. دراسة التربة في منطقة الخضراء، جنوب غرب بغازي.

97. مكتب دراسات المرحلة الثانية، إدارة استثمار مياه النهر الصناعي. 1994. دراسة التربة في منطقة جنوب ترهونة ووشتاتة.

98. مكتب دراسات المرحلة الثانية، إدارة استثمار مياه النهر الصناعي. 1990. دراسة التربة في منطقة وادي سوف الجين وقرارة القطف. تنفيذ مكتب الدراسات والاستشارات الزراعية، طرابلس.

99. مكتب دراسات المرحلة الثانية، إدارة استثمار مياه النهر الصناعي. 1990. دراسة التربة

في وادي الأثل.

100.مليطان، عبد المجيد، وأبوتره، حواء، والقديم، رجب، والرعيض، زهرة، وأبوبريدعة، نجاة. 2018. أثر التلوث بغبار الإسمنت على التربة حول مصنع إسمنت بنغازي. مجلة البحوث الأكاديمية، العدد الحادي عشر.

101.منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو). 1987. وثيقة رقم DCOAG/7/87.

102.وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو). 2000. مشروع تخريط الموارد الأرضية للاستخدام الزراعي والتخطيط. وثيقة المشروع. طرابلس ليبيا.

103.وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو). 2007. مشروع تخريط الموارد الأرضية للاستخدام الزراعي والتخطيط. طرابلس، ليبيا.

104.يحيي، الطاهر أحمد. 1982. إدارة واستصلاح الترب الملحية في ليبيا. منشورات جامعة طرابلس. طرابلس، ليبيا.

105.يحيي، الطاهر أحمد. 1984. إدارة واستصلاح الأراضي الجيرية. منشورات قسم الإرشاد والتعاون الزراعي. وزارة الاستصلاح الزراعي وتعمير الأراضي. طرابلس.

2.9 المراجع الأجنبية

106. Abagandura, G., 2016. Using Soil Conditioners to Improve Soil Physiochemical Properties and Agricultural Productivity in Libya (Doctoral dissertation, Clemson University).

107. Abatzoglou, J.T., S.Z. Dobrowski, S.A. Parks, K.C. Hegewisch, 2018, Terraclimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015, Scientific Data 5:170191

108. Abdelgwad. G.A., K. R. Benmahmoud, M. Albakhbakhi, and M. El Salawi. 1981. Water Resource Quality for Irrigation in Libya. In Water and Fertilizer Use for Food Production In Arid and Semiarid Zones. C.I.E. and Bangazi Univ. Pub. pp71-79.

109. Abdelgwad. G.A., Rahoma, E.T, and Buch,W. 1978. Charactarization of Sarir Shara Soils in Libya. J. of Agri. Vol.7. Faculty of Agri. Unv. Of Tripoli.

110. Abed, A.H. and A. Wallace. 1984. Micronutrients Problems in Arid Regions. Chapter 3. In Micronutrients in Libya. Ed. A. Wallace et.al. Unv. Of Tripoli.

111. Aburas, M., Payton, R. and Gowing, J., 2008. sf Assessment of soil erodibility, degradation and its relation to land use practices in AljabalAlakhdar region, Libya. School of Agriculture, Food and Rural Development, Newcastle University. UK.

112. Ahmed, N. 1983. Vertisols. Chapter 3. In Pedogenesis and Soil

Taxonomy. II. The Soil Orders. (ed) L.P. Wilding et.al. Elsevier. New York. Pp.91 – 124.

113. Alghariani, S.A. 2007. Reducing agricultural water demand in Libya through the improvement of water use efficiency and crop water productivity. In: J. Wilson, Ed. Proceedings Water Resources Management WRM 2007 20-22 August 2007. Honolulu, Hawaii, USA: 99-108.123.

114. Ayers, R.S, and D.W. Westcot. 1976. Water quality for Irrigation and Drainage. Paper no. 29 FAO-UN.

115. Banana AA, Al-Gheethib AA, Nomanc EA, RMSR M (2017) Assessment of soil pollution by toxic metals and petrochemical compounds in western Libya. Desalination Water Treat 83, 272–276. https://www.deswater.com/DWT_abstracts/vol_83/83_2017_272.pdf

116. Bazzoffi, P.. 2002. Integrated Photogrammetric-celerimetric analysis to detect soil translocation due to land levelling. In 12th International Soil Conservation Organisation Conference May (pp. 26-31).

117. Ben Mahmoud K.R.1997. Application of SOTER in Libya. A Technical Report, Regional Soil Office. REN. FAO. Cairo. Egypt.

118. Ben Mahmoud, K.R. and Abdelgawad, G.A. 1993. Nature and properties of soils of Fezzan area of Libya. Journal of the Academy of .scientific Research

119. Ben Mahmoud, K.R.; Salem, O. and Sulaiman, K. A. 1998. Soil and

Water Resources in Libya. A Technical Report. Submitted to FAO Sub -Regional Office for the North Africa. Tunis, Tunisia.

120. Ben Mahmoud., K. R., and Zurqani, H. A. 2021. Soil Forming Factors and Processes; in The Soils of Libya. World Soils Book Series. .Switzerland. Springer International Publishing AG

121. Ben Mahmoud; K. R. Mansur, S. and Al- Gomati, A. 2003. Land Degradation and Desertification in Libya. In A.S. Alsharhan, W.W. Wood, A.S. Goudie, A. Fowler and E.M. Abdullatif (eds.), Dubai Desertification in the Third Millennium. Swetsand Zeitlinger (Balkema) Publishers, The Netherland, ISBN 90 5809 5711, P339 – 350.

122. Bernstein, I. 1964. Salt Tolerance of Plants. USDA Agr. Int. Bull. No.283.23p.

123. Bernstein, I. 1965. Salt Tolerance of Fruit Crops. USDA Agr. Int. Bull. No.292. 8p.

124. Boul, S.W. 1965. Present Soil Forming Factors and Processes in Arid and SemiaridRegions. Soil sci. 99: 45-49.

125. Boul, S.W., F.H.Hole, and R.J. McCracken. 1973. Soil Genesis and Classification. The Iowa state Univ. Press. Ame.

126. British Administration, Department of Agriculture. 1945. Soil Survey of Tripolitania. Reprinted in 1950.

127. Campbell, J. B.and Whnne, R.H. 2011. Introduction to remote

sensing. 4th edition. The Guilford Press. New York, NY.

128. Campbell, James B., 2008. Introduction to remote sensing. 4th edition. The Guilford Press. New York, NY 10012 USA. ISBN 978-1-60623-074-9

129. De la Rosa, et al. 1979, 1981, 1992.A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection: With special reference to the Mediterranean region.

130. Dept of Geography, Durham University, UK. 1961. Soil Survey of Tauorga Tripolitania, Libya, (soil survey, reconnaissance, irrigation, analytical methodology, soil color, soil profile descriptions).

131. DHoore, J.L. 1964. Soil Map of Africa> Scale 1:5,000,000. Explanatory Monograph and Maps. Joint Project No. 11.Pub. No. 93. 250 pp + 13 maps.

132. Dregne, H.E. 1976. Soils of Arid Regions. Development Soil Science (Vol. 6). Elsevier Scientific publishing Company. Amsterdam, Netherlands. New York.pp.236.

133. Dudal, R. 1965. Dark Clay Soils of Tropical and Subtropical Regions. FAO Agr. Del. Pub. 83: 161p

134. Elaalem, M. 2010. The Application of Land Evaluation Techniques in Jeffara Plain in Libya using Fuzzy Methods. published PhD thesis, Leicester University.

135. Elaalem, M., 2012. Land Suitability Evaluation for Sorghum Based on

Boolean and Fuzzy-Multi-Criteria Decision AnalysisMethods. International Journal of Environmental Science and Development, 3(4), p.357.

136. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P. 2010, May. Land evaluation techniques comparing fuzzy AHP with TOPSIS methods. In 13th AGILE international conference on geographic information science (Vol. 2010, pp. 1-8).

137. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P. 2010. Land Evaluation Techniques Comparing Fuzzy AHP with Ideal Point methods. Pp 217-223 in M. Hally, J Moreley and H Rahemtulla (eds). Proceedings of the GIS Research UK 18th Annual Conference, 14th-16th April 2010, University College, London.

138. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P. 2010. Land Suitability Analysis comparing Boolean logic with fuzzy analytic hierarchy process. Pp245-247 in N Tate and P Fisher (eds.), Proceedings of the 9th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, 20th-23rd July 2010, University of Leicester, Leicester.

139. Elaalem, M., Ezlit, Y. and Elgmati, A. 2020. Application of Inverse Distance Weighting in Mapping Some of Soil Chemical Properties in Ayn Hizam, Qaryat Batth and Taknis. Journal of Misurata University for Agricultural Sciences.

140. Elaalem, M.M., 2017. Spatial Variability of Some Soil Chemical

Proprieties in Jeffara Plain, Libya (Case Study: Tripoli, Wadi Almjainin and Bin Ghashir). The Libyan Journal of Agriculture, 22(1).

141. Elaalem, M.M., Zurqani, H.A., Ben Mahmoud, K.R. (2021). The History of Soil Mapping and Research. In: Zurqani, H.A. (eds) The Soils of Libya. World Soils Book Series. Springer, Cham.

142. Elaalem, M.M., Zurqani, H.A., Ben Mahmoud, K.R., Elhawej, A.R. (2021). Soil Classification and Properties. In: Zurqani, H.A. (eds) The Soils of Libya. World Soils Book Series. Springer, Cham.

143. Esfandiarpour-Boroujeni I, Shamsabadi MS, Shirani H, Mosleh Z, Bodaghabadi MB, Salehi MH (2020) Comparison of error and uncertainty of decision tree and learning vector quantization models for predicting soil classes in areas with low altitude variations. Catena 191:104581

144. FAO and UNESCO. 1975. Soil Map of Africa. Scale 1:5,000,000.

145. FAO -UNESCO. 1973. Irrigation, Drainage, and Salinity. An International Source Book. Rome.

146. FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soil Bulletin No. 32. Rome.

147. FAO. 1979. Soil Survey Investigation for Irrigation, Soil Bulletin No. 42. Rome.

148. FAO. 1985. Land capability Classification System for Agriculture.

Rome.

149. Forkuor G, Hounkpatin OK, Welp G, Thiel M (2017) High resolution mapping of soil properties using remote sensing variables in south-western Burkina Faso: a comparison of machine learning and multiple linear regression models. PLoS One 12(1):e0170478.

150. Foth, H.D. 1978. Formation Of Soil Science. 6th ed. John Wily and Sons New York.

151. Gile, L.H. and R. B.Crosmen. 1968. Morphology of the Argillic Horizon in Desert Soils of Soudren New Mexico. Soil sci.106: 6 – 15.

152. Gile, L.H., Peterson, F.F. and Grossman, R.B., 1966. Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils. Soil Science, 101(5), pp.347-360.

153. Habert. P (FAO). 1964. The soils of northern Cyrenaica. Soil Survey Report (Scale of 1:100000).

154. Hateffard F, Dolati P, Heidari A, Zolfaghari AA (2019) Assessing the performance of decision tree and neural network models in mapping soil properties. J Mt Sci 16(8):1833–1847

155. Jackson, E. A. 1957. Soil Features in Arid Region wirh Particular Reference to Australia. J. Aust. Agri. sci. 25: 196 – 308.

156. Jackson, E. A. 1964. Chemical Compassion of Soils. In F.E. Bear (ed). Chemistry of Soils. Reinhold. New York. P 71 – 141.

157. Jerry Lynn Farler. 2006. Italian Agricultural Settlement in Libya (Tripoli Area). Publications of the Libyan Jihad Center for Historical Studies. Translated by Abdul Qader Al MuhaishiM

158. John K, Abraham Isong I, Michael Kebonye N, OkonAyito E, Chapman Agyeman P, Marcus Afu S (2020) Using machine learning algorithms to estimate soil organic carbon variability with environmental variables and soil nutrient indicators in an alluvial soil. Land 9(12):487

159. John Latham. 2010. Atlas of Natural Resources For Agricultural use In Libya. (LIB/00/004 Project), FAO. (Draft).

160. Johns, j. R. 1969. Ground Water of Libya. A Summary of Hydrology of the Southern Mediterranean Literal of North Central Sahara of Libya. US. Open-File Rep.

161. Kipps, M. S. 1970. Production of Field Crops. 6th Ed. McGraw Hill. New York.

162. Klingebiel, A.A., 1961. Land-capability classification (No. 210). Soil Conservation Service, US Department of Agriculture. USDA Agr. Handbook No.210. Us gov. printing Office. Washington D.C.

163. Lucà F, Buttafuoco G, Terranova O (2018) GIS and soil. In: Huang B (ed) Comprehensive geographic information systems. Elsevier, Oxford, pp 37–50

164. Meigs, P. 1953. Word Distribution of Arid and Semiarid

Homoclimate. In UNESCO Previews of Research on Arid Zones. Hydrology Arid Zones. Res. I: 203 – 210

165. Minasny B, McBratney AB (2016) Digital soil mapping: a brief history and some lessons. Geoderma 264:301–311

166. Mlitan, A.B., Alajtal, A.I. and Alsadawy, A.M., 2013. Toxicity of heavy metals and microbial analysis of soil samples collected from the area around Zliten cement factory. Open Journal of Air Pollution, 2(1), pp.25-28.

167. Nwer, B. A .2005. The application of land evaluation technique in the north-east of Libya, published PhD thesis, Cranfield University, Silsoe.

168. Nwer, B., Zurqani, H., and,.Rhoma, E. 2013. The use of remote sensing and geographic information system for soil salinity monitoring in Libya. GSTF International. Journal of Geological Sciences, 1(1), 1–5.

169. Nwer, B., Zurqani, H., Jadour., K. 2013. Soil productivity rating index model using geographic information system in Libya.Proceedings of the Annual International Conference 7th Edition of GeoTunis, Tunis, Tunisia.

170. Pallas, P. 1978. Water Resources of Libya. The Ministry of dams and Water Resources.

171. Pallas, P. 1980. Water Resources of Libya. The Geology of Libya.

Volume II. Ed. M.J.Salem & M.T. Busrewil. Academic Preess. pp 539-594.

172. Pullaiah .2019. Global Biodiversity.Volume 3: Selected Countries in Africa.1st EditionPublished March 31, 2021 by Apple Academic Press.452 Pages 126 Color & 4 B/W Illustrations.ISBN 9781774631300.

173. Rodell, M., Houser, P.R., Jambor, U.E.A., Gottschalck, J., Mitchell, K., Meng, C.J., Arsenault, K., Cosgrove, B., Radakovich, J., Bosilovich, M. and Entin, J.K., 2004. The global land data assimilation system. Bulletin of the American Meteorological society, 85(3), pp.381-394.

174. Rossiter, D.G. and Wambeke, A.R. Van. 1997. Automated Land Evaluation System. ALES Version 4.65 User's Manual. Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences, Ithaca., Cornell University. USA. 279p.

175. Sarfath Paolo et.al. 2005. Land Evaluation for Sustainable Natural Resources Management in Libya. LibL00L004 Progect.FAO> Tripoli – Libya.

176. Selkhozprom Export. Soil Ecological Expedition. USSR 1980. Soil studies in western zone, eastern zone and central zone of Libya. Ministry of Agr. and Land Development. Tripoli. Three separate volumes.

177. Shantz, H.L. 1956. History and Problems of Arid Land Development in G.F. White (ed). The Future of Arid Lands. Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ. no 45: 3-25.

178. Smith, B.R. and S.W. Boul. 1968. Genesis and Relative Weathering Intensity in Three Semiarid Soils. Soil sci. soc.Amer.pro. 32: 261 – 265.

179. Soil Survey Staff (2014). Soil taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436 (PDF). United States Dept. of Agriculture, Naturel Resources Conservation Service. Retrieved November 22, 2019. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf.

180. Stewart. J. H.1960. Land and water Resources of Tripolitania (report and maps, (scale of 1: 100000).

181. Stuart, D. M. and K. M. Dixon. 1973. Water Movement and Caliche Formation in Layered Arid and Sime-Arid Soils. Soik Sci. Soc. Ame. Proc. 17: 323-324.

182. Suleymanov A, Abakumov E, Suleymanov R, Gabbasova I, Komissarov M (2021) The soil nutrient digital mapping for precision agriculture cases in the trans-ural steppe zone of Russia using topographic attributes. ISPRS Int J Geo Inf 10(4):243

183. Taghizadeh-Mehrjardi R, Nabiollahi K, Kerry R (2016) Digital mapping of soil organic arbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma 266:98–110

184. Taghizadeh-Mehrjardi R, Schmidt K, Amirian-Chakan A, Rentschler T, Zeraatpisheh M, Sarmadian F, Valavi R, Davatgar N, Behrens T, Scholten T (2020) Improving the spatial prediction of soil organic carbon content in two contrasting climatic regions by stacking machine learning models and rescanning covariate space. Remote Sens 12(7):109.

185. U.S.A. Soil Survey Staff. 1999. Soil survey Manual. USDA.

186. UNEP World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). 2008. Annual Report 2007. Available online: https://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/214/original/Annual_Report_2007.pdf?1400677478 (accessed latest on 1st June 2022)

187. US Bureau of Reclamation. 1950. Land suitability for Irrigation. USBR. Washington D.C.

188. Verheye, W.1973. Formation, Classification, and Land Evaluation of Soils in the Mediterranean Areas with Special Reference to southern Lebanon. Gent Belgium.

189. Werner Smykatz –Kloss, Ben Mahmoud, Khaled R. and Gilani Abdgawad. 1978. The Kaolin Deposit of Al Awaynat, Fazzan. In the Geology of Libya. Volume III. Ed. M.J. Salem and M.T.Busrewill.

Tripoli, Libya.

190. Zeraatpisheh M, Ayoubi S, Jafari A, Tajik S, Finke P (2019) Digital mapping of soil properties using multiple machine learning in a semi-arid region, Central Iran. Geoderma 338:445–452

191. Zurqani, H., Mikhailova, E., Post, C., Schlautman, M. and Sharp, J., 2018. Predicting the classes and distribution of salt-affected soils in Northwest Libya. Communications in soil science and plant analysis, 49(6), pp.689-700.

192. Zurqani, H.A. (ed). The soils of Libya. World soils book series. Springer International Publishing AG.

193. Zurqani, H.A., 2022. Integration of Remotely Sensed Data and Machine Learning Technique for Spatial Prediction of Selected Soil Properties in Northwestern Libya. In Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya (pp. 81-96). Cham: Springer International Publishing.

194. Zurqani, H.A., Al-Bukhari, A. and Shanta, M.B., 2022. Application of Remote Sensing and GIS in Land Cover/Land Use Mapping and Change Detection Using Google Earth Engine Platform: A Case Study in Northwestern Libya. In Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya (pp. 11-32). Cham: Springer International Publishing.

195. Zurqani, H.A., Al-Bukhari, A., Aldaikh, A.O., Elfadli, K.I. and Bataw,

A.A., 2022. Geospatial Mapping and Analysis of the 2019 Flood Disaster Extent and Impact in the City of Ghat in Southwestern Libya Using Google Earth Engine and Deep Learning Technique. In Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya (pp. 205-226). Cham: Springer International Publishing.

196. Zurqani, H.A., Mikhailova, E.A., Post, C.J., Schlautman, M.A. and Elhawej, A.R. 2019. A review of Libyan soil databases for use within an ecosystem services framework. Land, 8(5), p.82.

197. Zurqani, H.A., Nwer, B.A. and Rhoma, A.R. 2012. Assessment of spatial and temporal variations of soil salinity using remote sensing and geographic information system in Libya. In Proceedings of the 1st Annual International Conference on Geological and Earth Sciences, Singapore, 3–4 December 2012.

الملاحق

ملحق (1)

الأبحاث المنشورة في المجلات العلمية وأطروحات الماجستير والدكتوراه، والتي صدرت في العقدين الأخيرين في موضوع تطبيق التقنيات الحديثة في مجالات موارد التربة واستخدامات الأراضي وتخريطها في ليبيا

أولاً: البحوث العلمية:

- **البحوث العلمية المنشورة باللغة العربية:**

1. الخبولي، محيي الدين محمد حمد. 2007. استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصميم وبناء قاعدة معلومات مكانية للتربة بمنطقة توكرة – ليبيا.2007. مجلة المختار للعلوم. العدد السادس عشر.
2. الخبولي، محيي الدين محمد حمد. 2007. تبسيط معلومات خرائط وحدات التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. 2007. مجلة المختار للعلوم. العدد السادس عشر.
3. العالم، مختار محمود. 2015. تطبيق نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات مكانية وغير مكانية لترب المنطقة الشرقية - ليبيا. مجلة المختار للعلوم. مجلد (30)، العدد (1)، 80-98.
4. عبد السلام، منير عمران، والعالم، مختار محمود، ودريبيكة، مصطفى شاكر، وخماج، أحمد ابراهيم، وزايد، يونس ضوء. 2016. تتبع التغير في الغطاء الأرضي في منطقة القره بوللي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية الفترة من 1992 إلى 2010 م. مجلة المختار للعلوم. مجلد (31)، العدد (1). 91-106.
5. العالم، مختار محمود. 2017. التغايرات المكانية لبعض خواص التربة الكيميائية لمنطقة

سهل الجفارة (حالة دراسية: طرابلس، وادي المجينين، بن غشير). المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (22): العدد (1): 2017:19 – 34.

6. العالم، مختار محمود، وبن عمارة، محمد مؤيد، ودريبيكة، مصطفى شاكر.2017. تتبع التغير في الغطاء الأرضي لمنطقة الخمس للسنوات 1987 و2110 و 2100م باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (22): العدد (2): 2017:32.

7. البشتي، ماجدة بشير، والشريف، أبوعبد الله سعد، والصقر، ايهاب محمد. 2019. استخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) لإنتاج خرائط لبعض خواص التربة في محطة الابحاث الزراعية جامعة طرابلس. مجلة المختار للعلوم. مجلد (34)، العدد (4)، 315–327.

8. العالم، مختار محمود، وزايد، يونس ضو، والقماطي، أسماء علي. 2020. تطبيق طريقة مقلوب المسافة الوزنية (Inverse Distance Weighting) في تخريط بعض الخصائص الكيميائية للتربة في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس. مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية، المجلد الثاني، العدد (1)، 1–18.

9. كريمة مصطفى عمار. قاعدة البيانات في إدارة الاراضي مزارع الزيتون بالجزء الشمالي لمنطقة جودائم، مجلة الجغرافي، دمشق، 2009.

10. كريمة مصطفى عمار. قاعدة البيانات الجغرافية وادارة الاستخدام الزراعي في الجبل الاخضر، مجلة الجغرافي، قسم الجغرافيا، الزاوية، 2012.

11. كريمة مصطفى عمار. التخريط الفضائي وخرائط التربة بمنطقة الزاوية، مجلة فكر ومجتمع،

الجزائر، 2015.

12. كريمة مصطفى عمار. الواقع المكاني للتربة وادارة الاراضي اقليم الجبل الاخضر، مجلة فكروابداع، القاهرة، 2015.

- **البحوث العلمية المنشورة باللغة الانجليزية:**

1. Shbeli, E., 2003, April. Impacts of Grownd water-over exploitation on agricultural development and Environment in north-west Libya (Garabolli area) using RS and GIS. In EGS-AGU-EUG Joint Assembly (p. 1697).
2. Shbeli, E., 2004. Impacts of ground water over exploitation on agricultural development and environment using RS & GIS case study (Garabolli area Northwest of Libya). In 35th COSPAR Scientific Assembly (Vol. 35, p. 1346).
3. Bitelli, G., Curzi, P.V. and Mandanici, E., 2009, October. Morphological and lithological aspects in the northeastern Libyan desert by remote sensing. In Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IX (Vol. 7478, pp. 496-506). SPIE.
4. Adelsberger, K.A. and Smith, J.R., 2009. Desert pavement development and landscape stability on the Eastern Libyan Plateau, Egypt. Geomorphology, 107(3-4), pp.178-194.
5. FAO. 2009a. Libya: Land Cover Change Analysis Global Land Cover

Network.

6. FAO. 2009b. Mapping of Natural Resources for Agriculture Use and Planning in Libya. Global Land Cover Network.

7. FAO. 2009c. Summary of Change Assessment Results for Tripoli Area. Global Land Cover Network.

8. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P., 2010. Land Evaluation Techniques Comparing FAHP with TOPSIS methods. In proceedings of AGILE 2010.

9. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P., 2010. Land Evaluation Techniques Comparing Fuzzy AHP with Ideal Point methods. Pp 217-223 in M. Hally, J Moreley and H Rahemtulla (eds). Proceedings of the GIS Research UK 18th Annual Conference, 14th-16th April 2010, University College, London.

10. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P., 2010. Land Suitability Analysis comparing Boolean logic with fuzzy analytic hierarchy process. In Accuracy 2010 Symposium, July (pp. 20-23).

11. Saad, A.M.A., Shariff, N.M. and Gairola, S., 2011. Nature and causes of land degradation and desertification in Libya: Need for sustainable land management. African Journal of Biotechnology, 10(63), pp.13680-13687.

12. Elaalem, M., Comber, A. and Fisher, P., 2011. A comparison of fuzzy AHP and ideal point methods for evaluating land suitability.

Transactions in GIS, 15(3), pp.329-346.

13. Elaalem, Mukhtar Mahmud. 2012. Land Suitability Evaluation for Sorghum Based on Boolean and Fuzzy- Multi-criteria Decision Analysis Methods". International Journal of Environmental Science and Development, vol. 3, No.4, pp.357-361.

14. Zurqani, H.A.; Nwer, B.A.; Rhoma, A.R. Assessment of spatial and temporal variations of soil salinity using remote sensing and geographic information system in Libya. In Proceedings of the 1st Annual International Conference on Geological and Earth Sciences, Singapore, 3–4 December 2012.

15. Elaalem, Mukhtar Mahmud. 2013. A Comparison of Parametric and Fuzzy Multi-Criteria Methods for Evaluating Land Suitability for Olive in Jeffara Plain of Libya". Paper published in ELSEVIER, ISSN: 2212-6708, and included in ScienceDirect, vol. 5, pp.405-409, 2013.

16. Abushnaf, F.F., Spence, K.J. and Rotherham, I.D., 2013. Developing a land evaluation model for the Benghazi region in northeast Libya using a geographic information system and multi-criteria analysis. APCBEE procedia, 5, pp.69-75.

17. Nwer, B., Ali, A. and Zurqani, H., 2013. Soil Salinity Mapping Model Developed Using RS and GIS in Libya. In Global Science & Technology Forum.

18. Nwer, B., Zurqani, H., and,.Rhoma, E. 2013. The use of remote sensing

and geographic information system for soil salinity monitoring in Libya. GSTF International. Journal of Geological Sciences, 1(1).

19. Nwer, B., Zurqani, H., Jadour., K. 2013. Soil productivity rating index model using geographic information system in Libya.Proceedings of the Annual International Conference 7th Edition of GeoTunis, Tunis, Tunisia.

20. El Osta, M.M. and Masoud, M.H., 2015. Implementation of a hydrologic model and GIS for estimating Wadi runoff in Dernah area, Al Jabal Al Akhadar, NE Libya. Journal of African Earth Sciences, 107, pp.36-56.

21. Zurqani, H.A., E.A. Mikhailova., and C.J. Post. 2015. Adaptation of Soil Judging to Libya. The Annual meetings abstracts [CD-ROM]. ASA, CSSA, and SSSA Annual Meeting in Minneapolis, MN. November 15-18

22. Zurqani, H.A., E.A. Mikhailova., C.J. Post., M.A. Schlautman. and Sharp, J.L. 2016. Predicting plant sensitivity to salt-affected soils in Libya. Clemson Biological Sciences 8th Annual Student Symposium, Clemson, SC. February 20.

23. Abagandura, G.O., Park, D., White, D. and Jr, W.C.B., 2017. Modelling soil degradation in Libya. J. Natu. Sci. Res, 7(24), pp.30-40.

24. Mohammed, H.A. and Habib, B.M.O.B., 2017. (Landscape monitoring

and assessment in Sirte (Libya): مراقبة وتقييم المناظر الطبيعية في سِرْت (ليبيا). مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية)، pp.96-84.

25. Pradhan, B., Moneir, A.A.A. and Jena, R., 2018. Sand dune risk assessment in Sabha region, Libya using Landsat 8, MODIS, and Google Earth Engine images. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 9(1), pp.1280-1305.

26. Abd El-Aziz, S.H., 2018. Evaluation of land suitability for main irrigated crops in the North-Western Region of Libya. Eurasian Journal of Soil Science, 7(1), pp.73-86.

27. Mahmoud, A.M., Hasmadi II, M. and Alias, M.S., 2018. Prediction of Landscape Function and Soil Surface Condition in the Libyan Rangelands Using Selected Spectral Vegetation Indices. Al-Mukhtar Journal of Sciences, 33(3), pp.161-168.

28. Zurqani, H., Mikhailova, E., Post, C., Schlautman, M. and Sharp, J., 2018. Predicting the classes and distribution of salt-affected soils in Northwest Libya. Communications in soil science and plant analysis, 49(6), pp.689-700.

29. Zurqani, H.A., Mikhailova, E.A., Post, C.J., Schlautman, M.A. and Elhawej, A.R., 2019. A Review of Libyan Soil Databases for Use within an Ecosystem Services Framework. Land, 8(5), p.82.

30. Al Rayani, A.A., Al Madani, A.H.M. and Ekhmaj, A.I., 2019. Analysis of surface Runoff for Some Wadi Basins in Northwest Libya. The

Libyan Journal of Agriculture, 24(1).

31. Alawamy, J.S., Balasundram, S.K., Mohd. Hanif, A.H. and Boon Sung, C.T., 2020. Detecting and analyzing land use and land cover changes in the region of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya using time-series landsat data from 1985 to 2017. Sustainability, 12(11), p.4490.

32. Zamot, J. and Afkareen, M., 2020. Geomorphological parameters by remote sensing and GIS techniques (A case study of flash flood in Mikhili Village, Al Jabal Al Akhdar, NE of Libya). In The fourth international conference for geospatial technologies–Libya GeoTec (Vol. 4).

33. Aburas, Murad M., Habel, Ahmed Y., Alferjani, Asama S. and Yousef, Mohammed S. 2020. Assessment of Soil Erodibility and Erosion Risk of Some Semiarid Slopes of Libya. Quality Assurance Journal for Academic Researches.

34. Nwer, B. 2020. The Use of Geographic Information System Soil Erosion Assessment in the North-east of Libya. The Libyan Journal of Agriculture (25): (1-2), 2020: 89 -102

35. Hamad, S., 2020. Surface runoff estimation of Wadi Ba Al-Arid watershed NE Libya using SCS-CN, GIS and RS data. Iran J Earth Sci, 12, pp.168-175.

36. Nwer, B., Whaida, A., Grab, F. 2020. Development of Soil Suitability Ratings Index for Crops in the Northeast of Libya Using Geographic

Information System. Journal of Misurata University for Agriculture Science.2 (1), 19-28.

37. Alawamy, J.S., Balasundram, S.K., Mohd. Hanif, A.H. and Teh Boon Sung, C., 2021. Response of Potential Indicators of Soil Quality to Land-Use and Land-Cover Change under a Mediterranean Climate in the Region of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya. Sustainability, 14(1), p.162.

38. Khalil, G.A.N., Yousuf, M.S., Ahmed Hussein, A.H., Aburass, M.M. and Mahmoud, H.A.F., 2021. Land management and its impact on the fertility status of southern Al Jabal al Akhdar, Libya. Journal of the Advances in Agricultural Researches, 26(4), pp.328-345.

39. Salem, M., Alzarqah, A., Alnaas, A., Sharif, O., Nassar, Y. and Assad, M.E.H., 2022. Determination of some heavy metals concentrations in urban soils using pollution indices and multivariate analysis-A case study of Tripoli city, Libya.

40. Zurqani, H.A. ed., 2022. Environmental applications of remote sensing and GIS in Libya. New York (NY): Springer.

41. Zurqani, H.A. 2022. Introduction to Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.

42. Zurqani, H.A., Al-Bukhari, A., Shanta, M.B. 2022. Application of Remote Sensing and GIS in Land Cover/Land Use Mapping and

Change Detection Using Google Earth Engine Platform: A Case Study in Northwestern Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.

43. Al-Bukhari, A., Brewer, T., Hallett, S. 2022. Evaluation of Selected Vegetation Indices to Assess Rangeland Vegetation in Eastern Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
44. Elfadli, K.I., Zurqani, H.A. 2022. Spatiotemporal Analysis of Vegetation Health Index (VHI) and Drought Patterns in Libya Based on Remote Sensing Time Series. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
45. Zurqani, H.A. 2022. Integration of Remotely Sensed Data and Machine Learning Technique for Spatial Prediction of Selected Soil Properties in Northwestern Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
46. Aburas, M.M., Alferjani, A.S., Yousef, M.S. 2022. Field and Laboratory Estimation of Soil Erodibility, Erosion and Degradation of the Semi-Arid Aljabal Alakhdar Region, Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
47. Ellafi, M., Zurqani, H.A., Deeks, L.K., Simmons, R.W. 2022. DRAINMOD Applications to Design Drainage Systems in Libya Using Soil Salinity Data Predicted by GIS, Remote Sensing and Artificial

Neural Networks. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.

48. Hamad, S., Patel, N. 2022. Surface Water Potential and Suitable Sites Identification for RWH in the Semi-Arid and Arid Watershed of Wadi Sammalus, Northeast Libya Using GIS and Remote Sensing Approach. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
49. Salim, A.M., Albira, I.A., Ebsheer, S.A. 2022. Stepwise Approach for Morphometric Modeling of Wadi Zamzam Watershed in North-Western Libya Using GIS and Remote Sensing Techniques. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
50. Zurqani, H.A., Al-Bukhari, A., Aldaikh, A.O., Elfadli, K.I., Bataw, A.A. 2022. Geospatial Mapping and Analysis of the 2019 Flood Disaster Extent and Impact in the City of Ghat in Southwestern Libya Using Google Earth Engine and Deep Learning Technique. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
51. Abdunaser, K. 2022. Oil Pollution Monitoring and Detection Using GIS and Remote Sensing Techniques: A Case Study from Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.
52. Zurqani, H.A. 2022. Conclusions and Recommendations for

Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. In: Zurqani, H.A. (eds) Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya. Springer, Cham.

53. Abou-Shleel, S.M., Salama, E.S., Megahed, K. and Alsawi, S.A., 2023. Soil Evaluation using GIS and Remote Sensing Techniques: A Case study Wadi Al-kuf Northeast of Libya. Al-Azhar Journal of Agricultural Research.

54. Omar, M.Y., 2023. Evaluation of Soils of Qasr Libya Region (Jabal Al Akhdar, Libya) Terms in their Morphological and Chemical Characteristics. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 14(1), pp.11-15.

55. Zurqani H. A., Mikhailova E. A., Post C. J., Schlautman M. A., Sharp J.L., Judour K., and A. Sharif. 2023. Soil Science Education: Adaptation of Soil Judging (Evaluation) to Libya. Al-Mukhtar Journal of Sciences. x(x), xx-xx.

ثانيا: أطروحات الإجازات العالية (الماجستير) والدقيقة (الدكتوراه):

أ. رسائل الإجازات العالية (الماجستير):

1. العالم، مختار محمود مختار. 2000. تطبيق قاعدة بيانات التربة والحقل (SOTER) ونظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط رقمية وغرضية للمنطقة الممتدة من طرابلس إلى غريان. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

2. أبوشناف، فرج فرج. 2002. استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات

الجغرافية في تحديد الوحدات التصنيفية للتربة ومقارنتها بالطرق التقليدية المتبعة حاليا في ليبيا. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

3. العربي، جميلة سليمان. 2003. تطبيقات قاعدة التربة والحقل (SOTER) في إنتاج خرائط التربة الغرضية باستخدام نظام التشغيل (SWEAP). رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

4. عبد القادر، عبد الحميد سليمان محمد. 2003. حصر وتصنيف أراضي منطقة الطلاب بالكفرة باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ومقارنتها بالطرق التقليدية. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

5. عبد الصمد، شعبان امحمد. 2003. استخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة تدهور الأراضي لمنطقة بئر كوكا سهل جفارة. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

6. الحبتي، أبوبكر عبد الله. 2003. التربة: خصائصها وعلاقتها المكانية بالاستثمار الزراعي (منطقة زليتن– الخمس). رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم الجغرافيا، كلية الآداب– جامعة الزاوية.

7. الخرماني، وداد البشير. 2004. تحليل التباين المكاني لملوحة التربة في سهل الجفارة. رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم الجغرافيا، كلية الآداب– جامعة الزاوية.

8. الشوشان، حنان محمد. 2006. دراسة الغطاء النباتي باستخدام تقانة الاستشعار عن بعد في منطقة القره بوللي. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

9. الشامخ، نعيمة عمر المزوغي. 2009. إنتاج خريطة زراعية رقمية باستخدام نظم

المعلومات الجغرافية لشعبية الجفارة. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

10. بدر، أسماء يونس عبد السلام. 2009. إنتاج خريطة زراعية رقمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لشعبية طرابلس. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

11. القرباعي، عبد المطلوب عبدالله عبد الحفيظ. 2009. إنتاج خريطة زراعية رقمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لشعبية الجبل الأخضر. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

12. الزرقاني، حمدي عبد الخالق علي. 2010. تحديد انتشار وتداخل تُرب السبخات بالمنطقة الشمالية الغربية لليبيا، وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

13. محمد، حواء عمر فتح الباب. 2014. رصد التغير في استعمال الأرض وخصائص التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (بطة – الجبل الأخضر) – ليبيا. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة – جامعة عمر المختار.

14. المحمد، مفتاح علي. 2015. تقييم وتخريط ملوحة التربة للمحاصيل المروية باستخدام طرق الإحصاء المكاني (Geostatistics) والدراسات الحقلية بمنطقة سواوة، سرت. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

15. عبد السلام، منير عمران. 2015. دراسة التغير في الغطاء النباتي في منطقة القره بوللي لسنوات مختلفة باستخدام تقانتيْ الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. رسالة

ماجستير مقدمة إلى الاكاديمية الليبية.

16. الفرجاني، فاطمة عبدالله محمد. 2016. اختبار بعض نماذج تقييم الاراضي لزراعة محصول الشعير في منطقة سهل الجفارة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

17. أنبية، أسامة مصطفى ميلاد. 2017. تأسيس قاعدة بيانات مكانية لبعض الخواص الكيميائية وإنشاء خرائط تفسيرية لترب منطقة سهل الجفارة. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

18. بن عمارة، محمد مؤيد. 2017. استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تتبع التغير في الغطاء الأرضي لمنطقة الخمس للسنوات من (1987 إلى 2015). رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

19. القماطي، أسماء علي. 2018. تطبيق الإحصاء المكاني في تخريط بعض الخواص الكيميائية لترب المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا - حالة دراسية: عين حزام، وقرية بطة، وتاكنس. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

20. مرعي، محمد عمران. 2022. تخريط التغير في الغطاء الأرضي لمنطقة سوف الجين خلال الفترة (1987 – 2017) باستخدام تقانة الاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

21. الفرجاني، عواطف محمد. 2023. تطبيق نموذج البحر المتوسط لاستعمالات الأراضي (موديلس) بمنطقة سهل الجفارة. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة – جامعة طرابلس.

22. البكوش، نورية محمد التومي. 2023. دراسة للتغير المكاني والزماني للغطاء الأرضي لمنطقة محددة في الجبل الأخضر. رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة– جامعة طرابلس.

ب. رسائل الإجازات الدقيقة (الدكتوراه):

- **رسائل الإجازات الدقيقة (الدكتوراه) المنشورة باللغة العربية:**

1. كريمة مصطفى عمار.2006. توظيف المرئيات الفضائية وقاعدة البيانات الجغرافية في تحديث خرائط التربة للمنطقة الممتدة من الماية إلى صبراتة. رسالة دكتوراه مقدمة إلى قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة الزاوية.

- **رسائل الاجازات الدقيقة (الدكتوراه) المنشورة باللغة الانجليزية:**

2. Sherif, Abu Abdalla. S. 2004. Modeling Soil Erosion in Northwest Libya. Reading University, UK.

3. El-Tantawi, Attia Mahmoud Mohamed. 2005. Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain - Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques. Dissertation. 246.

4. Nwer, B. A .2005. The application of land evaluation technique in the north-east of Libya, published PhD thesis, Cranfield University, Silsoe.

5. Elaalem, Mukhtar Mahmud. 2010. The Application of Land Evaluation Techniques in Jeffara Plain in Libya using Fuzzy Methods. published PhD thesis, Leicester University.

6. Froja, Nagib. M. 2013. Fuzzy- GIS Development of Land Evaluation for Agricultural Production in Northwest Libya. Heriot-Watt University, UK.

7. Yousef. F Algalaz. 2013. Assessing Land Degradation and Land

Use in the Libyan Al-Jabal Al-Akhdar Region. Sheffield Hallam University, UK.

8. Abdalrahman, Y., 2013. Assessing land degradation and land use in the Libyan Al-jabal Alakhdar region. Sheffield Hallam University (United Kingdom).
9. Shaban. A. Mnsur. 2014. An evaluation of Land Degradation and Desertification in the Jeffara Plain, Libya. Sheffield Hallam University, UK.
10. Mnsur, S.E.A., 2014. An evaluation of land degradation and desertification in the Jeffara Plain, Libya. Sheffield Hallam University (United Kingdom).
11. Atman, S.A., 2016. Comparison of Soil Salinity Between Laboratory Analysis and Remote Sensing Data in Al-Jafarah, Libya (Doctoral dissertation, Universiti Sains Malaysia).
12. Zurqani, Hamdi A. 2019. Application of Geospatial Technologies for Land Use Analysis and Soil Science Education. Clemson University, USA.
13. Ali, Azalarib S. 2019. Integrated Model of an Early Warning System (EWS) of Desertification in Libya. Cranfield University, Silsoe, UK.

ملحق (2)

البيانات المناخية في ليبيا

جدول (1.3): معدلات تساقط الأمطار الشهري والسنوي لمناطق مختارة من ليبيا للفترة الممتدة ما بين (1958- 2022) *

المنطقة	معدلات تساقط الأمطار الشهرية (ملم)												المعدل السنوي (ملم)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
طرابلس	59.13	36.2	25.13	13.16	3.53	0.86	0	0	13.78	32.8	42.19	73.17	299.94
الزاوية	33.33	19.77	15.08	11.7	4.48	0.05	0	0.13	13.13	32.06	39.63	40.97	210.31
زوارة	43.05	29.61	17.81	10.34	2.64	0.06	0	0.02	8.97	20.17	33.83	62.06	228.57
غريان	54.27	43.13	26.77	16.17	3.48	2.31	0	1.41	10.89	22.08	23.38	41.72	245.6
ترهونة	54.94	44.77	41.25	27.86	5.19	3.47	0	0.81	18.81	34.05	28.42	37.86	297.42
مصراتة	52.36	28.39	18.06	9.33	3.69	0.64	0	1.77	12.2	34.67	44.03	53.53	258.67
غدامس	2.44	3.31	5.95	2.97	2.73	0.33	0	0	1.09	1.5	1.98	4.47	26.78
سرت	33.3	19.77	12.94	4.36	2.86	0.33	0	0	9.41	22.59	21.84	45.72	173.11
ودان	4.09	3.11	3.06	3.06	1.73	1.22	0	0	1.86	4.67	1.58	3.81	28.2
غات	0.28	2.34	1.86	0.84	1.95	2.48	0	0	1.41	2.17	0.45	0.11	13.91
سبها	9.86	0.69	1.31	0.48	0.44	0	0	0	0.38	2.08	0.5	0.58	16.31

المنطقة	معدلات تساقط الأمطار الشهرية (ملم)												المعدل السنوي (ملم)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
إجدابيا	38.95	20.95	6.25	2.34	2.09	1.16	0	0	1.83	6.17	10.38	37.44	127.56
بنغازي	57	38.09	13.66	4.75	2.19	0.5	0	0	2.88	15.52	22.56	62.98	220.13
البيضاء	115.34	93.39	43.91	19.58	7.55	0.14	0	0.38	6.92	44.95	44.2	103.73	480.09
طبرق	26.95	18.17	9.14	5.92	2.31	0	0	0	3.83	11.66	8.39	23.94	110.31
الجغبوب	5.19	2.11	0.66	0	0	0	0	0	0	0	1.72	2.78	12.45
الجوف	0.45	0	0.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.03

* تم استخلاص هذه البيانات من **[107]**

جدول (3.3): متوسط درجات الحرارة الشهرية والسنوية ومتوسط درجات النهايات الصغرى والعظمى للفترة الممتدة ما بين (1958– 2022)*

المنطقة	المعدلات (متوسط)	أشهر السنة												المتوسط السنوي
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
طرابلس	الصغرى	8.25	8.31	10.19	12.81	16.46	19.81	21.57	22.26	20.73	18.04	13.07	9.56	15.71
	العظمى	17.95	18.85	21.09	23.63	26.61	29.89	31.73	32.5	30.71	28.35	23.95	19.31	26.05
	الشهرية	13.10	13.58	15.64	18.22	21.53	24.85	26.65	27.38	25.72	23.19	18.51	14.44	20.88
الزاوية	الصغرى	7.20	7.91	9.84	12.61	15.82	19.07	20.53	21.56	20.55	17.64	12.55	8.52	15.15
	العظمى	17.92	18.95	21.36	24.11	27.16	30.33	32.88	33.61	31.34	28.77	24.00	19.17	26.52
	الشهرية	12.56	13.43	15.6	18.36	21.49	24.70	26.70	27.59	25.94	23.20	18.28	13.85	20.83
زوارة	الصغرى	7.70	8.53	10.96	14.12	16.87	19.96	21.94	23.27	22.59	19.09	12.96	8.76	16.28
	العظمى	17.77	19.09	21.02	23.05	25.72	28.35	31.40	32.41	30.59	28.3	24.07	19.52	25.77
	الشهرية	12.73	13.81	15.99	18.58	21.3	24.15	26.67	27.84	26.59	23.69	18.51	14.14	21.02
غريان	الصغرى	3.29	4.63	6.83	10.02	14.39	18.22	19.38	19.72	17.35	13.80	9.80	4.94	12.64
	العظمى	14.74	16.37	19.68	23.93	28.54	33.20	35.43	35.14	31.23	26.72	21.52	15.80	26.14
	الشهرية	9.02	10.50	13.26	16.97	21.47	25.71	27.41	27.43	24.29	20.26	15.66	10.37	19.39
ترهونة	الصغرى	4.97	6.06	8.06	10.82	14.68	18.41	19.73	20.11	18.44	15.02	11.12	6.53	13.54
	العظمى	15.83	17.3	20.41	24.23	27.92	32.50	34.37	34.33	31.42	27.22	22.22	16.98	26.26
	الشهرية	10.40	11.68	14.23	17.52	21.30	25.46	27.05	27.22	24.93	21.12	16.67	11.76	19.90
مصراتة	الصغرى	8.54	8.78	10.75	13.47	16.60	19.38	21.81	22.98	21.68	18.61	14.54	10.26	16.26
	العظمى	18.62	19.84	22.40	25.04	27.52	31.07	32.84	33.36	31.95	29.55	24.48	20.19	27.11

المنطقة	المعدلات (متوسط)	أشهر السنة												المتوسط السنوي
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	الشهرية	13.58	14.31	16.57	19.26	22.06	25.23	27.33	28.17	26.82	24.08	19.51	15.23	21.69
غدامس	الصغرى	4.10	6.47	9.86	13.93	18.90	22.43	23.20	23.45	20.65	15.84	10.57	5.21	15.50
	العظمى	19.01	22.10	27.08	32.28	36.48	41.51	43.53	42.51	39.15	32.86	25.50	19.59	32.96
	الشهرية	11.56	14.29	18.47	23.11	27.69	31.97	33.37	32.98	29.90	24.35	18.04	12.40	24.23
سرت	الصغرى	7.93	9.23	11.13	12.99	16.06	18.60	21.13	22.61	21.71	18.47	14.23	9.99	16.01
	العظمى	19.14	20.14	22.25	25.54	27.26	29.78	31.24	31.71	30.65	29.29	25.04	20.71	26.69
	الشهرية	13.53	14.69	16.69	19.27	21.66	24.19	26.19	27.16	26.18	23.88	19.63	15.35	21.35
ودان	الصغرى	3.29	5.46	7.81	10.99	14.74	17.53	18.33	19.27	17.84	14.78	10.47	6.07	13.03
	العظمى	19.89	21.75	25.64	29.88	31.96	35.60	36.51	36.97	35.28	31.96	26.57	20.98	30.28
	الشهرية	11.59	13.6	16.72	20.44	23.35	26.56	27.42	28.12	26.56	23.37	18.52	13.52	21.65
سبها	الصغرى	6.05	7.56	11.25	15.50	19.12	22.54	23.12	23.65	21.55	17.01	11.66	8.73	16.52
	العظمى	18.94	22.00	26.76	31.98	35.90	39.50	38.91	38.12	36.68	32.30	25.87	18.45	31.50
	الشهرية	12.49	14.78	19.00	23.74	27.51	31.02	31.01	30.88	29.11	24.66	18.76	13.59	24.01
غات	الصغرى	6.93	9.69	14.19	19.72	23.97	27.13	27.25	26.93	24.67	19.91	13.43	8.88	19.61
	العظمى	20.74	24.07	28.39	34.48	38.41	41.11	40.85	39.78	38.39	33.96	27.39	21.87	33.52
	الشهرية	13.83	16.88	21.29	27.10	31.19	34.12	34.05	33.35	31.53	26.93	20.41	15.37	26.56
إجدابيا	الصغرى	7.25	7.80	9.24	12.93	16.27	18.56	19.63	19.46	18.20	16.09	12.18	8.93	14.48
	العظمى	19.12	20.70	23.80	27.89	31.73	34.88	34.53	35.56	34.48	31.01	25.57	20.15	29.12
	الشهرية	13.19	14.25	16.52	20.41	24.00	26.72	27.08	27.51	26.34	23.55	18.88	14.54	21.80

المنطقة	المعدلات (متوسط)	أشهر السنة												المتوسط السنوي
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
بنغازي	الصغرى	9.73	10.36	11.57	14.17	17.23	20.20	22.12	22.46	21.11	18.75	14.40	11.50	16.71
	العظمى	17.46	18.00	20.72	24.22	27.33	29.19	29.37	30.49	29.51	27.67	23.46	18.92	25.35
	الشهرية	13.60	14.18	16.15	19.19	22.28	24.69	25.75	26.48	25.31	23.21	18.93	15.21	21.03
البيضاء	الصغرى	5.91	5.73	7.44	9.48	12.75	15.98	18.02	18.66	16.54	13.78	11.08	7.61	12.46
	العظمى	13.71	14.54	17.35	21.22	25.02	28.86	28.90	28.98	27.25	24.61	20.28	15.73	22.98
	الشهرية	9.81	10.14	12.39	15.35	18.89	22.42	23.46	23.82	21.89	19.19	15.68	11.67	17.72
طبرق	الصغرى	8.74	8.98	11.11	13.5	17.20	20.21	22.68	23.25	21.48	18.2	14.43	10.11	16.47
	العظمى	17.16	18.05	20.49	23.42	26.08	28.35	29.21	29.27	28.09	26.56	22.82	18.93	24.66
	الشهرية	12.95	13.52	15.8	18.46	21.64	24.28	25.94	26.26	24.78	22.38	18.62	14.52	20.56
الجغبوب	الصغرى	6.86	7.82	10.12	12.97	17.57	20.68	21.69	21.66	20.00	16.65	12.29	7.93	15.40
	العظمى	18.95	21.22	25.13	29.43	33.71	37.20	38.14	37.51	34.85	30.58	25.43	21.07	30.39
	الشهرية	12.91	14.52	17.62	21.2	25.64	28.94	29.91	29.59	27.43	23.61	18.86	14.50	22.89
الجوف	الصغرى	6.73	8.73	13.03	17.82	20.75	22.88	24.67	24.41	22.76	18.06	12.37	8.16	17.60
	العظمى	21.34	23.53	28.35	33.63	38.24	40.78	39.27	38.98	36.36	32.65	26.58	22.25	32.78
	الشهرية	14.03	16.13	20.69	25.73	29.49	31.83	31.97	31.7	29.56	25.35	19.48	15.2	25.19

* تم استخلاص هذه البيانات من **[107]**

جدول (5.3 أ): معدلات المتوسط الشهري والسنوي للرطوبة النسبية لبعض المدن الرئيسية الساحلية من ليبيا والمناطق الجنوبية الصحراوية للفترة الممتدة ما بين (1981–2010)*

المنطقة	معدلات المتوسط الشهري للرطوبة النسبية												المعدل السنوي
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
طرابلس	69	66	65	64	63	64	66	67	67	67	67	68	66.3
مصراتة	71	68	69	68	69	71	73	72	71	70	68	68	69.8
سرت	69	67	66	66	69	72	76	75	72	69	66	66	69.4
بنغازي	75	72	66	56	53	53	64	66	63	64	69	74	64.4
المناطق الجنوبية الصحراوية	47	40	35	30	27	26	30	35	34	38	44	46	35.8

* المصدر: [62] و[63]

جدول (5.3 ب): معدلات المتوسط الشهري والسنوي للرطوبة النسبية لبعض المواقع المختارة من ليبيا للفترة الممتدة ما بين (2018–2022)*

المنطقة	معدلات المتوسط الشهري للرطوبة النسبية												المعدل السنوي
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
طرابلس	59.40	61.46	61.66	63.32	63.35	60.45	64.29	64.03	64.19	61.01	57.46	58.34	61.58
الزاوية	56.79	58.94	57.99	59.38	59.74	56.68	60.80	62.55	62.49	59.22	55.50	55.61	58.81
غريان	58.86	56.16	51.02	44.82	40.13	36.35	42.51	47.77	50.96	57.63	55.31	56.19	49.81
ترهونة	60.22	57.02	49.93	41.36	35.89	32.18	35.48	40.78	45.57	56.10	55.28	56.47	47.19
مصراتة	56.17	56.85	55.33	56.16	54.08	52.25	57.05	57.65	59.03	58.71	54.37	55.49	56.10
غدامس	40.42	33.96	28.19	22.46	19.50	16.71	16.26	20.24	23.74	34.22	37.64	40.64	27.83
سرت	57.44	58.63	54.07	52.70	52.05	53.29	60.56	60.30	59.50	58.74	54.06	55.84	56.43
ودان	47.10	41.78	32.84	26.88	24.46	25.67	31.78	33.78	36.01	42.14	42.56	45.10	35.84
غات	29.30	23.16	18.06	13.98	13.58	13.66	13.25	16.17	18.63	24.65	27.86	29.62	20.16
سبها	39.16	31.81	23.32	18.68	16.64	17.37	19.60	20.79	23.66	31.70	34.27	38.48	26.29
إجدابيا	60.69	61.21	53.29	48.27	48.34	56.46	64.44	62.53	59.51	55.45	56.18	60.33	57.23
بنغازي	61.67	62.41	55.08	50.08	50.21	56.81	63.58	62.75	59.49	55.77	56.91	60.99	57.98
البيضاء	65.22	67.82	63.88	60.79	60.70	66.48	70.05	69.41	66.40	62.97	63.15	65.07	65.16
طبرق	63.34	64.26	60.00	59.08	61.52	69.49	71.99	71.67	67.78	63.99	62.28	63.98	64.95
الجغبوب	53.05	45.96	35.49	27.47	25.78	30.74	35.13	36.47	41.72	43.90	48.26	55.69	39.97
الجوف	38.20	32.26	21.13	15.07	14.37	16.80	17.90	19.20	22.53	26.24	33.00	41.20	24.83

* تم استخلاص هذه البيانات من [173]

جدول (6.3): معدلات سرعة الرياح الشهرية والسنوية على ارتفاع 10 أمتار فوق سطح الأرض لمناطق مختارة من ليبيا للفترة الممتدة ما بين (1958 – 2022) *

المنطقة	معدلات سرعة الرياح الشهرية (م/ث)												المعدل السنوي (م/ث)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
طرابلس	4.44	3.83	4.4	4.54	4.34	4.73	4.4	4.32	3.94	3.85	3.92	3.79	4.21
الزاوية	4.38	3.85	4.16	4.37	4.93	4.90	4.81	4.69	4.32	4.14	4.34	4.02	4.41
زوارة	4.51	3.84	4.18	4.43	4.36	4.80	4.17	4.30	3.99	3.86	3.83	3.94	4.18
غريان	3.72	3.34	3.68	3.77	4.00	4.37	4.10	4.28	3.89	3.71	3.79	3.44	3.84
ترهونة	3.57	3.15	3.42	3.52	3.91	4.24	4.01	4.03	3.75	3.62	3.66	3.39	3.69
مصراتة	4.15	3.40	4.07	4.34	3.82	4.52	3.93	3.85	3.88	3.72	3.52	3.35	3.88
غدامس	3.43	3.46	3.38	3.93	4.52	4.78	4.89	4.91	4.16	3.99	4.10	3.64	4.10
سرت	4.56	4.09	4.41	4.65	4.85	5.13	4.71	4.40	4.27	4.08	4.38	4.24	4.48
ودان	3.25	3.04	3.15	3.66	4.22	4.42	4.33	4.03	3.82	3.46	3.66	3.28	3.69
غات	3.20	3.04	2.60	3.50	4.07	4.30	4.29	3.89	4.03	3.65	3.60	3.23	3.62
سبها	3.04	3.01	2.86	3.59	4.03	4.35	4.26	4.31	3.76	3.5	3.53	3.24	3.62
إجدابيا	4.26	3.33	3.98	4.17	4.57	4.51	4.38	4.32	4.5	3.93	3.83	3.41	4.1
بنغازي	4.75	4.20	4.56	4.87	4.98	5.25	4.53	4.49	4.80	4.40	4.76	4.27	4.66
البيضاء	4.81	4.08	4.89	5.27	5.00	4.29	3.88	4.13	3.90	3.90	3.63	3.48	4.27
طبرق	5.03	4.11	4.69	4.90	4.99	5.42	4.67	4.77	5.25	4.58	4.49	4.14	4.75
الجغبوب	3.49	2.53	2.74	3.32	3.9	3.89	3.94	3.93	3.94	3.35	3.23	2.91	3.43
الجوف	3.20	3.13	2.97	3.58	4.24	4.22	4.14	4.05	3.73	3.62	3.71	3.39	3.66

(*) تم استخلاص هذه البيانات من [107]

ملحق (3)

جدول (7.3): الأسماء المحلية والعلمية لأهم النباتات الطبيعية في أراضي المراعي والغابات في ليبيا*

ر. م	الاسم المحلي	الاسم العلمي
1	العرعر (الشعرة)	Juniper Phoenicea
2	البطوم	Pistacia Lentiscus
3	الجداري	Rhus Tripartite
4	البلوط	Quercus Coccifer
5	الشماري	Arbutus Pavani
6	السرو	Cupressus Sempervirens
7	الصنوبر	Pinus Halepensis
8	الخروب	Ceratonia Siliqua
9	الزيتون البري	Olea Europaea
10	الشبرق	Poterium Spnonsum
11	الخروع	Ricinus Communts
12	السدر	Zizyphus Lotus
13	القندول	Claycotome Villosa
14	المثنان	Thymelaea Hirsuta
15	العوسج	Lycium Europaeum
16	الحلفاء القابلة للتصنيع	Lygeum Sparturn
17	الرمت	Hammada Seoparia
18	الشيح	Artemisia Herbo albo
19	الرثم	Retama Raetam
20	السبط	Stipagrostis Pungens
21	التقوفت	Artemisia Monosprerma
22	الباقل/العجرم	Anabasis Articulata
23	القطف	Atriplex Mollis

ر. م	الاسم المحلي	الاسم العلمي
24	بلبال الجمل	Arthrocnemum Glaucum
25	السويدة	Suadea Fruticosa
26	سوقرية/بلبال	Zygophyllum Album
27	طوراش أحمر/ بربش العبيد	Cistus Parviflorus
28	جعدة	Teucrium Polium
29	الزريقة	Globullaria Alypum
30	حمرا	Erica Multiflora
31	الأثل	Tamarix Aphylia
32	الكليل	Rosmarinus Officinalis
33	الزعتر	Thymus Capitatus
34	الليرقة	Helianthemum Sp.
35	القزاح	Pituronthos Torthosus
36	القجرود	Gymmocorpos Decander
37	الصر	Atractylis Concellata
38	الحلفاء	Stipa Tenacissima
39	الروبيا	Morrubium Vulgara
40	الزهيرة	Phlomis Floccosa
41	التفاح (التبة)	Salvia Triloba
42	الدفلة	Nerium Oleander
43	السلفيوم	Sylphium Sp.
44	الحنضل	Orginea Martima
45	الحماضة	Hammada Schmyttia

* المصدر: **[56]**، ولمزيد من أسماء النباتات الطبيعية في أراضي المراعي والغابات في ليبيا راجع **[27]**، ص **397** إلى **401**.

ملحق (4)

جدول (2.4): تصنيف أهم أنواع الترب الليبية على مستوى المجموعات العظمى في النظام الأمريكي، وما يعادله في النظام الروسي والدولي*

النظام الدولي **Soil Sub-Units** (تحت الوحدات)	النظام الروسي (النوع) **Soil Types**	الاسم المعرب	النظام الأمريكي **Soil Great groups** المجموعة العظمى (النوع)
Aridic Arenosols	Redish Brown Arid Soils Desert soils	حديثة التكوين الرملية ذات النظام الرطوبي الجاف الحار	Torripsamments
Haplic Arenosols	Redish Brown Arid Soils	حديثة التكوين الرملية ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط	Xeropsamments
Aridic Fluvisols	Alluvial Soils	حديثة التكوين الرسوبية ذات النظام الرطوبي الجاف الحار	Torrifluvents
Haplic Fluvisols	Alluvial Soils	حديثة التكوين الرسوبية ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط	Xerofluvents
Aridic Leptosols	Redish Brown Arid Soils, Desert Soils	حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي الجاف الحار	Torriorthents
Haplic Leptosols	Redish Brown Arid Soils	حديثة التكوين الشائعة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ للبحر المتوسط	Xerorthents
Haplic Luvisols	Serozems	الترب الجافة ذات الأفق الطيني البسيط التطور	Haplargids
Petric Luvisols	Serozems	الترب الجافة ذات الأفق الطيني القديمة	Paleargids
Aridic Solonetz	Solonetz	الترب الجافة الصودية	Natriargids
Haplic Calcisols	Brown Arid Soils	الترب الجافة الجيرية بسيطة التطور	Haplocalcids
Petrocalcic Calcisols	Brown Arid Soils	الترب الجافة الجيرية المتحجرة	Petrocalcids
Haplic Cambisols	Brown Arid Soils	الترب الجافة ذات أفق التغيير بسيطة التطور	Haplocambids
Hypersalic Solonchaks	Automorphic Solonchaks	الترب الجافة الملحية بسيطة التطور	Haplosalids
Gleyic Solonchaks	Hydromorphic Solonchaks	الترب الجافة الملحية المتغدقة	Aquisalids
Haplic Gypsisols	Gypsiferous Solonchaks	الترب الجافة الجبسية بسيطة التطور	Haplogypsids
Petric Gypsisols	Gypsiferous Solonchaks	الترب الجافة الجبسية المتحجرة	Petrogypsids
Rhodic Luvisols	Red Ferrisiallitic Soils	ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الحمراء	Rhodoxeralfs

النظام الدولي **Soil Sub-Units** (تحت الوحدات)	النظام الروسي (النوع) **Soil Types**	الاسم المعرب	النظام الأمريكي **Soil Great groups** المجموعة العظمى (النوع)
Haplic Luvisols	Yellow Ferrisiallitic Soils	ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط البسيطة التطور	Haploxeralfs
Gleyic Solonetz	Red Ferrisiallitic Solonetzic Soils	ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الصودية	Natrixeralfs
Rendzic Leptosols	Rendzina Dark Rendzina Red	ترب الحشائش الجيرية الضحلة	Haprendolls
Haplic Vertisols	Dark Compact Typical Soils	الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط بسيطة التطور	Haploxerets
Calcic Vertisols	Dark Compact Carbonated Soils	الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط الجيرية	Calcixererts
Duric Vertisols	Dark Compact Lithosols Soils	الترب القلابة ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط والمحتوية على طبقة متصلدة	Durixererts
Xeric Cambisols	Siallitic Cinnamonic Soils	الترب الجبلية القرفية قليلة التطور ذات النظام الرطوبي المميز لمناخ البحر المتوسط	Haploxerepts

* **المصدر: أعدت من المصادر التالية: [179]، [92]، و[176]**

ملحق (5)

جداول لتقييم صلاحية مياه الري وبعض عناصر التربة لزراعة المحاصيل في ليبيا

جدول (2.6) النقص المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل المنتشرة في ليبيا نتيجة لتأثرها بدرجة ملوحة مياه الري*

المحاصيل	درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة ومياه الري التي عندها يتناقص الانتاج المحصولي بالنسبة المبينة								
	%0		%10		%25		%50		**%100
	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة
أ. المحاصيل الحقلية									
القمح	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13.0	8.7	20.0
الشعير	8.0	5.3	10.0	6.7	13.0	8.7	18.0	12.0	28.0
فول الصويا	5.0	3.3	5.5	3.7	6.2	4.2	7.5	5.0	10.0
الكاكاوية	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	6.5
الذرة	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
الفول	1.6	1.1	2.6	1.8	4.2	2.0	6.8	4.5	12.0
السورجوم	4.0	2.7	5.1	3.4	7.2	4.8	11.0	7.2	18.0
ب. محاصيل الخضر									
الطماطم	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	12.5
الخيار	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10.0
السبانخ	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15.0
الكرنب	1.8	1.2	2.0	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12.0
الشمام	2.2	1.5	3.6	2.4	5.7	3.8	9.1	6.1	16.0
البطاطس	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
البطاطا الحلوة	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	10.0
السلاطة	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.2	3.4	9.0
الفجل	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	9.0
البصل	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.5
الجزر	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.1	8.0
البازلاء	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.5
القرنبيط	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	13.5

المحاصيل	درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة ومياه الري التي عندها يتناقص الانتاج المحصولي بالنسبة المبينة								
	%0		%10		%25		%50		**%100
	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة	مياه الري	مستخلص التربة
ج. محاصيل الفاكهة									
النخيل	4.0	2.7	6.8	4.5	10.9	7.3	17.9	12	32.0
التين	2.7	1.8	3.8	2.6	5.5	3.7	8.4	5.6	14.0
الزيتون	2.7	1.8	3.8	2.6	5.5	3.7	7.4	5.6	14.0
الرمان	2.7	1.8	3.8	2.6	5.5	3.7	8.4	5.6	14.0
القريبفروت	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0
البرتقال	1.7	1.1	2.3	1.6	3.2	2.2	4.8	3.2	8.0
الليمون	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0
التفاح	1.7	1.0	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0
الكمثرى	1.7	1.0	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0
الخوخ	1.7	1.1	2.2	1.4	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5
المشمش	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	6.0
العنب	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12.0
اللوز	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.7	7.0
العوينة	1.5	1.0	2.1	1.4	2.9	1.9	4.3	2.8	7.0
الفراولة	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	4.0
د. محاصيل الأعلاف									
البرسيم	1.5	1.0	3.2	2.1	5.9	3.9	10.3	6.8	19.0
الألفا ألفا	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	15.5
الجلبان	3.0	2.0	3.9	2.6	5.3	3.5	7.6	5.0	12.0
حشيشة السودان	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14.4	9.6	26.0
الزوان	5.6	3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12.2	8.1	19.0
النفل	2.3	1.5	2.8	1.9	3.6	2.4	4.9	3.3	7.5

* **المصدر: جدول (5) من [114]**

** **درجة التوصيل الكهربي التي عندها يقل الماء الممتص عن طريق النبات عن كمية الاحتياج المائي للمحصول نتيجة لتأثير الضغط الأسموزي ولانخفاض الماء المتيسر إلى صفر% (أي 100% انخفاض متوقع في الإنتاج المحصولي)**

جدول (5.6): تقييم أولي لنوعية المياه الجوفية في النطاقات المائية في ليبيا لأغراض الري (*)

النطاق المائي**	درجة التوصيل الكهربي (ملي سيمنز/سم عند 25م°)		كمية الأملاح الذائبة (جزء في المليون)		الكلوريد (ملي مكافئ/لتر)		نسبة الصوديوم المدمص (%)		البورون (جزء في المليون)		أضرار الماغنيسيوم (%)	
	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م
حوض مرزق	0.8<	0.3>	500<	200>	8<	2>	8<	4>	0.5<	0.2>	40<	-
حوض الكفرة	0.6<	0.2>	400<	120>	13<	8>	-	-	0.4<	0.3>	-	-
المنطقة الشمالية الغربية	6.0<	3.0>	4500<	2000>	30<	20>	30<	20>	14<	0.8>	-	-
منطقة سرت	3.8<	1.9>	3400<	1200>	20<	10>	15<	10>	0.8<	0.4>	-	-

* **المصدر: [108]**

** **المنطقة الشرقية مستثناة لعدم توفر معلومات كافية في وقت إجراء الدراسة**

(ع) عالٍ و(م) منخفض (–) لا توجد مشكلة

جدول (7.6): يبين درجات الملوحة وعلاقتها بكميات الأملاح ونسبة الكلوريد ودرجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة وحالة نمو النباتات والإنتاج المحصولي لأهم المحاصيل الزراعية المعروفة في ليبيا*

درجة الملوحة	تركيز الملوحة		الكلوريد %	حالة نمو النباتات والإنتاج المحصولي	المحاصيل
	% **	درجة التوصيل الكهربي ***			
غير ملحية	0.03/0.1>	2 >	0.01>	نمو طبيعي للنباتات وإنتاج محصولي عادي	محاصيل الحبوب: شعير – قمح – ذرة- شوفان. محاصيل العلف: البرسيم – حشيشة السودان محاصيل الخضر: طماطم – البطاطا – الكرنب – الشبت – البصل – الجزر _ السلاطة – البازلاء – الفاصولياً – الدلاع محاصيل الفاكهة: الموالح – اللوز-التفاح – الرمان – التين – المشماش – الخوخ – العنب _ الزيتون – النخيل – العوينة.
ملحية بدرجة بسيطة	/0.2-0.1 0.12-0.03	4-2	0.03-0.01	نمو طبيعي للنباتات وإنتاج محصولي عادي	الشعير – الذرة – الشوفان – البرسيم – حشيشة السودان – الشبت- السلاطة – البصل – الكرنب _ الدلاع – الرمان – التين – المشماش – الخوخ – العوينة – العنب – العنب – الزيتون - النخيل
				انخفاض بسيط في النمو ونقص في المحصول من 10 – 20%	القمح – البازلاء – الطماطم – الفاصوليا – الجزر - الليمون – البرتقال – التفاح – اللوز - البطاطا
ملحية بدرجة متوسطة	/0.4-0.2 0.35-0.12	8-4	0.10-0.03	نمو طبيعي للنباتات وإنتاج محصولي عادي	الزيتون - النخيل
				انخفاض بسيط في النمو ونقص في المحصول من 10 – 20%	الشعير – الذرة – الشوفان – البرسيم – حشيشة السودان – الشبت – البصل – السلاطة – الرمان – التين – المشماش – الخوخ - العنب
				انخفاض متوسط في النمو ونقص في المحصول من 25 – 50%	القمح – الفاصوليا – الطماطم – الكرنب – الدلاع - العوينة
				انخفاض شديد في النمو ونقص في المحصول من 50 – 80%	البطاطا - البازيلاء – الجزر – الليمون – البرتقال – التفاح - اللوز

درجة الملوحة	تركيز الملوحة		الكلوريد %	حالة نمو النباتات والإنتاج المحصولي	المحاصيل
	% **	درجة التوصيل الكهربي ***			
ملحية بدرجة شديدة	/0.8-0.4 0.7-0.35	18-8	0.23-0.10	انخفاض بسيط في النمو ونقص في المحصول من 10 – 20%	النخيل
				انخفاض متوسط في النمو ونقص في المحصول من 25 – 50%	الشعير - الزيتون
				انخفاض شديد في النمو ونقص في المحصول من 50 – 80%	القمح- الذرة- الشوفان – البرسيم – حشيشة السودان – الفاصوليا- الطماطم- البصل – الكرنب- السلاطة – البطيخ - الرمان – التين – المشماش – العنبة - العنب
ملحية بدرجة شديدة جدا	/1.0-0.8 0.8-0.7	24-18	-0.23 0.30	انخفاض متوسط في النمو ونقص في المحصول من 25 – 50%	النخيل
				نباتات منفردة يمكن أن تعيش ولكن بدون محصول من الناحية العملية	الشعير - الزيتون
	> 0.8/1.0	>24	< 0.30	انخفاض شديد في النمو ونقص في المحصول من 50 – 80%	النخيل

* المصدر: معدل من [176].

** البسط يعطي النسبة المئوية للأملاح الكلية الذائبة، والمقام يعطي النسبة المئوية للأملاح السامة.

*** درجة التوصيل الكهربي لمستخلص التربة (ملي سيمنز/ سم عند 25م°).

جدول (11.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمحاصيل المعمرة ذات الجذور العميقة نتيجة لتأثرها بمحتوى التربة من كربونات الكالسيوم في حالة وجود أو عدم وجود الأفق الجيري*

ر. م	حالة كربونات الكالسيوم في قطاع التربة	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي		
		الحساسة	المقاومة إلى حد معين	المقاومة والمحبة
1	حالة كربونات الكالسيوم أكثر من 50% في حالة وجود أو عدم وجود الأفق الجيري	60	20	10
2	كربونات الكالسيوم من 25 – 50% بدون أفق جيري	30	10	5
3	كربونات الكالسيوم من 25 – 50% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 سم العليا من التربة	60	20	10
4	كربونات الكالسيوم من 25 – 50% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 - 100 سم من التربة	40	15	3
5	كربونات الكالسيوم من 10 – 25% بدون أفق جيري	20	5	0
6	كربونات الكالسيوم من 10 – 25% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 سم العليا من التربة والذي يحتوي على 25-50% كربونات الكالسيوم	30	10	5
7	كربونات الكالسيوم من 10 – 25% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50- 100 سم من التربة والذي يحتوي على 25-50% كربونات الكالسيوم	25	8	3
8	كربونات الكالسيوم من 10 – 25% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 سم العليا من التربة والذي يحتوي على أكثر من 50% كربونات الكالسيوم	60	20	10
9	كربونات الكالسيوم من 10 – 25% فوق الأفق الجيري الذي يتواجد في العمق 50 – 100 سم من التربة والذي يحتوي على أكثر من 50% كربونات الكالسيوم	40	13	5
10	كربونات الكالسيوم من 0.3 – 10% بدون أفق جيري	10	0	5
11	كربونات الكالسيوم من 0.3 – 10% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 سم العليا من التربة والذي يحتوي على 10-25% كربونات الكالسيوم	20	5	0
12	كربونات الكالسيوم من 0.3 – 10% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50- 100 سم من التربة والذي يحتوي على 10-25% كربونات الكالسيوم	15	3	3
13	كربونات الكالسيوم من 0.3 – 10% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 سم العليا من التربة والذي يحتوي على 25–50% كربونات الكالسيوم	30	10	5
14	كربونات الكالسيوم من 0.3 – 10% فوق الأفق الجيري الذي يوجد في العمق 50 - 100 سم من التربة والذي يحتوي على 25-50% كربونات الكالسيوم	20	5	5
15	أقل من 0.3% كربونات الكالسيوم	0	0	10

* **المصدر: معدل من [188]**

جدول (14.6): الانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي لمجموعات من المحاصيل نتيجة لتأثرها بقوام التربة*

قوام التربة (1)	نسبة الحصي والحجارة (2)	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمجموعات (3)			
		أ	ب	ج	د
رملي	1	55	45	40	45
	2	65	55	50	55
	3	75	75	75	75
	4	75	65	75	75
	5	80	75	75	75
رملي طميي	1	45	35	20	30
	2	55	45	30	40
	3	70	65	55	65
	4	65	55	55	65
	5	75	70	65	75
طميي رملي	1	35	25	10	15
	2	45	35	20	25
	3	65	60	45	50
	4	55	45	45	50
	5	70	65	60	65
طيني رملي + طيني طميي رملي	1	25	15	5	10
	2	35	25	15	20
	3	60	50	35	40
	4	45	35	35	40
	5	65	60	55	60
طميي أو طميي طميي	1	15	5	0	5
	2	25	15	10	15
	3	50	45	30	35
	4	35	25	30	35
	5	60	55	50	55
سلتي أو طميي سلتي	1	5	0	10	0
	2	15	10	20	10
	3	45	40	35	20
	4	25	20	35	20
	5	55	55	65	50

قوام التربة (1)	نسبة الحصي والحجارة (2)	النسبة المئوية للانخفاض المتوقع في الإنتاج المحصولي للمجموعات (3)			
		أ	ب	ج	د
طميي طيني سلتي	1	0	5	20	30
	2	10	15	25	35
	3	40	45	35	40
	4	20	25	30	40
	5	50	55	70	65

* المصدر: معدل عن **[188]**

(1) القوام: متوسط القوام في **100** سم العليا من التربة، أما في التربة الضحلة فهو متوسط القوام في الطبقة التي تعلو الصخور التحتية.

(2): **1.** غير حصوية أو لا تزيد نسبة الحصى والحجارة عن **15%**

2. نسبة الحصى والحجارة **15 – 50%** من النوع الجيري

3. نسبة الحصى والحجارة أكثر من **50%** من النوع الجيري

4. نسبة الحصى والحجارة **15 – 50%** من النوع غير الجيري الصلب

5. نسبة الحصى والحجارة أكثر من **50%** من النوع غير الجيري الصلب

(3) مجاميع المحاصيل

أ. محاصيل تعطي أفضل إنتاج في الترب ثقيلة القوام وتعطي إنتاجاً منخفضاً في الترب خفيفة القوام، مثل: القمح والشعير، البرسيم، الذرة، الأرز، وقصب السكر، وبنجر السكر، البصل، الموز.

ب. محاصيل تعطي أفضل إنتاج في الترب ثقيلة القوام وتعطي إنتاجاً مرضياً في الترب خفيفة القوام، مثل: القطن، التبغ، الذرة السكرية، الحمص.

ت. محاصيل تعطي أفضل إنتاج في الترب خفيفة القوام وتعطي إنتاجاً منخفضاً في الترب الثقيلة القوام، مثل: الكاكاوية، الجزر، البطاطا، السلاطة، الطماطم، الدلاع.

ث. المحاصيل المعمرة العميقة الجذور، مثل الموالح، النخيل، العنب، التين، الزيتون، تختلف إنتاجيتها حسب القوام، ولكنها تعطي أفضل إنتاج لها، بصفة عامة، في الترب متوسطة القوام.

ملحق (6)

مختصر السيرة الذاتية للمؤلفيْن

1.6 المؤلف الأول: الأستاذ الدكتور خالد رمضان بن محمود

أ. د. خالد رمضان بن محمود هو أستاذ علم موارد التربة والأراضي. ولد في مدينة طرابلس، ليبيا عام 1947م، وهو عالم متميز، له مجموعة واسعة من الخبرات العلمية والعملية في ليبيا وخارجها. حصل على درجة البكالوريوس في علوم الأراضي في العام 1969م من كلية الزراعة، جامعة القاهرة، ودرجتيْ الماجستير والدكتوراه في العاميْن 1973م و1977م على التوالي من جامعة ولاية كولورادو (الولايات المتحدة الأمريكية). أنشطته وأبحاثه الرئيسية كان القسم الأكبر منها في قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا. حيث قام بتدريس طلاب البكالوريوس والدراسات العليا في علوم التربة واستخدامات الأراضي مدة تزيد عن 30 سنة، وأشرف على العديد من أطروحات الماجستير والدكتوراه في ليبيا والخارج. وركز بشكل أساسي على موارد التربة وتقييم الأراضي والتخريط الزراعي ومكافحة التصحر، وشارك في دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية للعديد من مشاريع التنمية الزراعية في ليبيا والخارج. كما أسهم في العديد من برامج تخريط التربة، ومراقبة ومكافحة التصحر، واستعمالات المياه غير التقليدية في الزراعة في الوطن العربي، عندما كان مديراً عاماً لإدارة الأراضي واستعمالات المياه بالمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة بدمشق التابع لجامعة الدول العربية (2007 –2011).

بالإضافة إلى أنه كان عضو الفريق العربي لجامعة الدول العربية المسؤول عن متابعة تنفيذ الاتفاقيات الدولية للبيئة (التصحر، والتنوع الحيوي، والتنمية المستدامة، والتغير المناخي) في الدول العربية.

وهو متقاعد من الخدمة في الجامعة منذ العام 2007م، وهو الآن أستاذ شرف بقسم التربة والمياه، في كلية الزراعة، جامعة طرابلس. وكانت حصيلة أعماله العلمية في الأربعين سنة الأخيرة أكثر من 40 بحثا علمياً، إلى جانب التقارير القطرية، وإصدارات أخرى في مختلف المجلات العلمية والندوات العلمية المحلية والدولية. كما أعد أو شارك في تأليف العديد من الكتب التعلمية، والمرجعية، والعلمية الشاملة، بلغت أكثر من 10 كتب في مجالات موارد التربة والأراضي وتدهور الأراضي وتصحرها والصحراء الليبية والتنمية الزراعية المستدامة والتغير المناخي. وكان أحدثها في الخمسة عشر سنة الأخيرة الآتي:

1. نحو استراتيجية وطنية لاستدامة الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي في ليبيا (محاولة لدعم اتخاذ القرار)، 123 صفحة. 2013.
2. الصحراء الليبية (إمكاناتها الطبيعية والبشرية وآفاق استثمارها). دار الحكمة، طرابلس. 584 صفحة.2021.
3. شارك في كتابة خمسة فصول (Chapters) في كتاب:

Zurqani, H.A. ed., 2021. The Soils of Libya. Springer.

4. التغير المناخي وآثاره على استدامة الموارد الأرضية، واستخدامات الأراضي في ليبيا، والتدابير المقترحة لمجابهته. مكتبة طرابلس العلمية العالمية، طرابلس. 373 صفحة. 2021.

أما الوظائف الإدارية التي تقلدها أثناء عمله في جامعة طرابلس فهي:

1978 – 1983 رئيس قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس.

1983 – 1985 عميد لكلية الزراعة جامعة طرابلس

1997 – 2001 منسق الشؤون البحثية بجامعة طرابلس

2001 – 2002 عضو المجلس العلمي لكلية الدراسات العليا بجامعة طرابلس.

أما اللجان العلمية والوظائف الاستشارية التي شارك فيها خارج جامعة طرابلس فهي:

1988 – 1989 عضو مجلس إدارة بالمكتب الوطني للاستشارات والدراسات الزراعية.

1998– 1999 عضو لجنة الإدارة لجهاز استثمار مياه منظومة الحساونة الجفاره للنهر الصناعي.

2000 – 2002 عضو لجنة إدارة مركز البحوث الزراعية. طرابلس.

1997 – 2007 عضو اللجنة الدائمة لمعادلة المؤهلات العلمية ومنسق لجنة العلوم الزراعية والغذائية باللجنة، وزارة التعليم العالي. طرابلس.

1998 –2007 عضو اللجنة العلمية بالمركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء. طرابلس.

2000 – 2007 رئيس الفريق الفني المشرف على تنفيذ مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط (ليبيا/004/00) المنفذ من قبل منظمة الأمم المتحدة للغذاء والزراعة (FAO)، والمنسق الوطني للمشروع.

2000 – 2005 رئيس اللجنة الفنية الليبية لإنتاج خريطة تصنيف التربة لليبيا، وبناء قاعدة معلومات التربة والحقل (SOTER) وإنتاج خرائطها، والمنفذة بالتعاون مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

2005 — 2007 المنسق العام للبرنامج الوطني لتنمية الغطاء النباتي.

2018– 2021 المستشار الفني لرئيس المجلس الرئاسي لحكومة الوفاق للزراعة.

2023 عضو فريق العمل المختص بقطاع الزراعة لوضع الاستراتيجية الوطنية الاقتصادية

والاجتماعية. مجلس التخطيط العام. طرابلس.
للتواصل: benmahmoud.kh@gmail.com

2.6 المؤلف الثاني: د. حمدي عبد الخالق الزرقاني

د. حمدي عبد الخالق الزرقاني هو أحد أعضاء هيئة التدريس بدرجة أستاذ مساعد في مركز بحوث شجرة النخيل التابع للهيئة الوطنية للبحث العلمي – طرابلس، ليبيا، حيث يركز في عمله الأكاديمي والبحثي على العلوم الجيومكانية وتقييم الأراضي، وتحليل البيانات المكانية باستخدام أحدث تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية. وإلى جانب عمله البحثي في المركز، يُشرف د. الزرقاني على رسائل ماجستير ومشاريع بحثية في جامعة عمر المختار – البيضاء، ليبيا، حيث يستخدم طلابه أحدث الأدوات الجيومكانية، بما في ذلك Google Earth Engine، النمذجة السحابية، تحليل السلاسل الزمنية، وتقنيات الذكاء الجيومكاني (GeoAI). كما أجرى أبحاثاً في مختلف أنحاء العالم، بما في ذلك الولايات المتحدة الأمريكية وأفريقيا، وشغل دور الباحث الرئيس (PI)، أو الباحث المشارك (co-PI) أو Co-Investigator في عدة مشاريع بحثية ممولة على المستويات الوطنية والدولية.

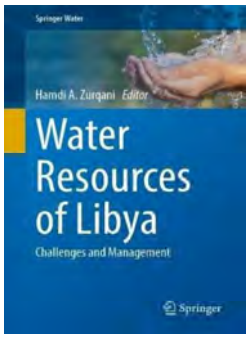
يتمتع الدكتور الزرقاني بأساس أكاديمي قوي وشغف بالتقنيات المبتكرة، وهو أيضاً طيار مرخص للطائرات بدون طيار الصغيرة (sUAS) من إدارة الطيران الفيدرالية الأمريكية (FAA - Part 107). ويوظف الدكتور الزرقاني هذه الخبرة لتعزيز كفاءته في مجال الاستشعار عن

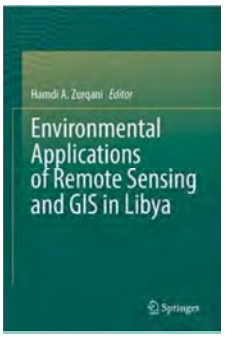
بعد، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وتحليل البيانات الجيومكانية، حيث يطبق هذه التقنيات لتطوير أبحاثه وتدريسه في مجال الرصد والتحليل البيئي. يُعد الدكتور الزرقاني خبيراً معترفاً به نتيجة لعمله المشهود له دولياً في مجالات علوم المعلومات البيئية، والاستشعار عن بعد، والتحليل الجيومكاني، والتعلم الآلي والعميق، وتحليلات البيانات الضخمة، ومراقبة الأرض، وتقييم الأراضي، والاستدامة، وعلم نشأة وتكوين التربة وتصنيفها (Pedology)، وتعليم علوم التربة. وقد حصل على درجة الدكتوراه في علوم التربة والموارد الطبيعية من جامعة كليمسون (Clemson University)، كارولينا الجنوبية، الولايات المتحدة الأمريكية (2019)، ودرجة الماجستير في علوم التربة من قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا (2010). وقد ركّز في رسالتيه على توظيف الاستشعار عن بُعد والتحليل المكاني في توصيف التربة وتقييم خصائصها، الأمر الذي أسهم في تعزيز تخصصه في علوم المعلومات الجيومكانية وتقييم الأراضي.

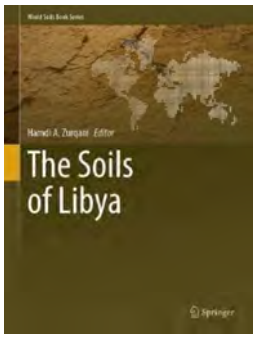
على الصعيد الدولي، يساهم الدكتور الزرقاني في المجتمع الأكاديمي من خلال مجموعة متنوعة من الأدوار القيادية والتعاونية. فهو عضو نشط في اللجنة التوجيهية لندوة معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) لعلوم الأرض والاستشعار عن بعد في البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط (M2GARSS)، ودوره كسفير لفرع جمعية علوم الأرض والاستشعار عن بعد (GRSS) التابعة لـ IEEE في ليبيا، مما يسهل التواصل والتعاون وتبادل المعرفة داخل مجتمعات الاستشعار عن بعد والمجتمعات الجيومكانية. وتقديراً لخبرته وإسهاماته الكبيرة في هذا المجال، دُعي الدكتور الزرقاني في عام 2024 للعمل في لجنة البرنامج الفني لمؤتمر IEEE لآسيا والمحيط الهادئ حول علوم الأرض والإلكترونيات وتكنولوجيا الاستشعار عن بعد (AGERS). وفي عام 2025، انضم أيضاً إلى اللجنة الفنية لبيئة الاستشعار عن بعد والتحليل وتقنيات المناخ (REACT) التابعة لـ IEEE GRSS.

كما تسلط أنشطة التحرير ومراجعة الأقران التي يقوم بها الدكتور الزرقاني الضوء على التزامه بتطوير البحث العلمي. فهو عضو في هيئات تحرير العديد من المجلات العلمية العالمية المحكمة، بما في ذلك: Frontiers in Earth Science (Geoinformatics)، Scientific Reports (Nature)، وDiscover Soil (Springer Nature)، و Frontiers in Remote Sensing، وRemote Sensing (MDPI). كما تم دعوته محرراً ضيفاً للكثير من الأعداد الخاصة لعدة مجلات والتي تركز على موضوعات متقدمة مثل: التنبؤ المكاني لخصائص التربة باستخدام بيانات الاستشعار عن بُعد، والذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)، وإدارة الزراعة باستخدام الطائرات بدون طيار. وللدكتور الزرقاني منشورات واسعة النطاق، تشمل أكثر من 51 مقالاً بحثياً، و15 ورقة في مؤتمرات دولية، و3 كتب، و21 فصلاً في كتب، تم نشرها في مجلات عالمية مرموقة مثل:

Scientific Reports (Nature) ،International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation (Elsevier), Remote Sensing in Earth Systems Sciences (Springer Nature), Frontiers in Environmental Science (Frontiers) ، Ganoderma (Elsevier), Land (MDPI), Urban Forestry & Urban Greening (Elsevier) .







من أبرز أعماله: كتاب The Soils of Libya (2021) ضمن سلسلة World Soils Book Series، وكتاب Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya (2022)، وكتاب Water Resources of Libya: Challenges and Management (2025) ضمن سلسلة Springer Water Series (SPWA)، مما يعكس خبرته متعددة التخصصات والتزامه بمعالجة التحديات البيئية في ليبيا وخارجها.

للتواصل: h.zurqani@gmail.com

﴿ نَرْفَعُ دَرَجَاتٍ مَّن نَّشَاءُ وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ ﴾

(الآية 76 من سورة يوسف)

تم بحمد الله وتوفيقه

الترب الليبية

(تكوينها – تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية)

تناول الكتاب في البداية لمحة تاريخية عن تصنيف التربة وتخريطها في ليبيا، ثم استعرض مقدمة تمهيدية عن ترب المناطق الجافة التي تعد ليبيا جزءاً منها، ومن ثم ناقش الكتاب مجموعة من المواضيع الرئيسية والتي اشتملت على: نشأة الترب الليبية وتكوينها، وتصنيف الترب الليبية وانتشارها، وخواصها الرئيسية. كما استعرض الإمكانيات الزراعية للأراضي الليبية والتحديات التي تواجه استخداماتها، وفيه استعرضت المشاكل الرئيسية لاستزراع الترب الليبية، وعوامل التربة والأراضي المحددة لإنتاج المحاصيل الزراعية في الأراضي الليبية، والتحديات التي تواجهها الترب واستخدامات الأراضي في ليبيا. كما تناول الكتاب تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والبرمجيات المتخصصة وتطبيقاتها في مجالات موارد التربة واستخدامات الأراضي وتخريطها، كما اهتم بقواعد البيانات للموارد الأرضية ونظم إدارتها، وتقييم الأراضي والتنبؤ المكاني بخصائص التربة وتطبيقاتها في ليبيا، بما في ذلك تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستعملة حاليا في جميع أنحاء العالم. وختم الكتاب بمجموعة من التدابير اللازمة للرفع من القدرة الإنتاجية للأراضي، ولتحقيق استدامة الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي في ليبيا.

أ.د. خالد رمضان بن محمود

د. حمدي عبد الخالق الزرقاني

منشورات جامعة عمر المختار

2026