# استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصميم وبناء قاعدة معلومات مكانية للتربة بمنطقة توكرة – ليبيا

محي الدين محمد حمد الخبولي*

DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v16i1.870


## الملخـــــص

أوضحت هذه الدراسة إمكانية استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية لربط المعلومات مع بعضها ، الأمر الذي يعد في غاية الأهمية خاصة عندما تكون البيانات كثيرة ومتنوعة المصادر مما يفيد في الدراسات التخطيطية ، حيث تم تصميم وبناء قاعدة معلومات مكانية لخصائص التربة عن طريق تخزين البيانات سواء كانت نصية أو رقمية باستخدام برنامج ArcView GIS 3.2 وملحقاته لنظم المعلومات الجغرافية عبر عدة خطوات حيث تم ربط البيانات المتحصل عليها مع مواقعها المكانية (الجغرافية) لمنطقة توكرة – ليبيا، وبعد أجراء عدة عمليات تحليلية مختلفة أمكن إنتاج خرائط لبعض خصائص التربة مثل العمق،القوام ، كربونات الكالسيوم ، العناصر الغذائية الكبرى و الصغرى التي قد تؤثر على عملية الإنتاج الزراعي بمنطقة الدراسة .


## المقدمـــــة

هناك العديد من الجهود قد بذلت في السنوات الماضية لتطوير الزراعة والإنتاج الزراعي في ليبيا خاصة الاهتمامات والتدابير الرئيسية التي وجهت لمجال التربة والتي هدفت إلى المحافظة على هذا المصدر الطبيعي كثروة قومية استراتيجية محدودة من أجل زيادة الإنتاج الزراعي الأفقي والرأسي ، إلا أنه هناك العديد من خواص التـرب الليبية التي قد تعيق نمو كثير من المحاصيل الزراعية أو يقلل من إنتاجية بعضها الآخر بالرغم من أنها قد تظهر نمواً طبيعياً(بن محمود ،1995) . وبالرغم من المجهودات التي بذلت في السابق فان الطريق مازال طويلا في بلد يتميز بظروف قاسية من انخفاض في درجة إنتاجية التربة وتدهور صلاحيتها حتى نصل إلي مستوى مرضي من

* قسم التربة والمياه ، كلية الزراعة ، جامعة عمر المختار ، البيضاء – ليبيا ، ص.ب. 919 .

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

الإنتاج الزراعي مع المحافظة على التربة من التدهور في الوقت نفسه . وعليه فإن هذا يتطلب الاهتمام بأحد العناصر الرئيسية لتسيير وتدعيم النشاطات التنموية ألا وهي المعلومات ، إن النقص في المعلومات له انعكاسات سلبية على الخطط التنموية في المجتمع إذ أن المعلومات تعتبر مورداً أساسيا لوضع الاستراتيجيات وإعداد الخطط على المستويين المحلي والوطني ، ولهذه الاعتبارات وغيرها كما ورد في العديد من الدراسات (Nielsen et. al., 1996; Burrough, 1991; Arnold, 1984) يمكن أن توفر قواعد بيانات هامة تشكل حجر الأساس في التخطيط ورسم السياسات الاقتصادية و الاجتماعية وبما يحقق مفهوم التنمية المستدامة للموارد الطبيعية ، كذلك بات من الضروري تطوير عملية توفير المعلومات وتنظيم أساليب جمع و توثيق ومتابعة وتبادل المعلومات على مختلف المستويات ، ومن أهم هذه الأدوات نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems GIS وهي وسيلة تعتمد أساسا على استخدام الحاسوب في تجميع ، معالجة ، عرض وتحليل البيانات المرتبطة بمواقع مكانية (جغرافية) ، لاستنتاج معلومات ذات أهمية كبيرة في اتخاذ قرارات مناسبة وتستخدم هذه النظم بواسطة الأفراد المؤهلين لحل مشاكل التعامل مع البيانات والمعلومات الخاصة بمجالات التنمية المختلفة (Burrough and McDonnell,1998) . وتتمتع برامج نظم المعلومات الجغرافية بخاصية الطبولوجي Topology التي تمكنها من عمل اكبر قدر من التخمينات المنطقية في نماذج المعلومات بدرجة تحاكي الحقيقة عن طريق الربط بين البيانات الجدولية وبيانات خريطة الأساس الرقمية بما يعرف بالترميز ، أي تنسب الإحصاءات والأرقام في قاعدة البيانات و جداولها الآلية لمواقعها المعرفة على الخريطة في شكل غطاء بياني (Kerr and Zilmer,1993) .

تأتي هذه الدراسة من أجل تجميع المتاح من المعلومات من الدراسات السابقة للوحة توكرة (وهي تشتمل على جزء من سهل بنغازي و تقع من ضمنها مدينة توكرة التي تبعد حوالي 60 كيلو متر عن مدينة بنغازي من ناحية الشرق و جزء من الجبل الأخضر) للربط بينها لكي تكون أساساً يمكن أن يسهم بفاعلية في وضع الخطط للمحافظة علي الموارد الطبيعية وتنميتها .

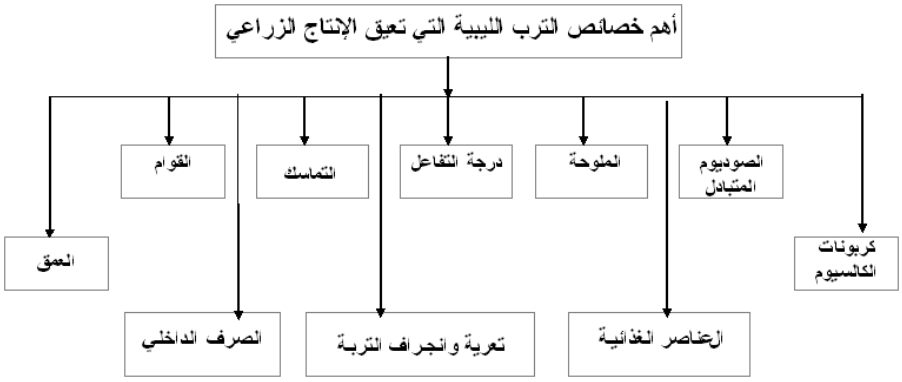
لذا تهدف هذه الدراسة إلى :

1- بناء قاعدة معلومات مكانية للتربة بمنطقة الدراسة .
2- الاستفادة من إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط لبعض خصائص التربة بمنطقة الدراسة .

## المواد وطرق البحث

من أجل تصميم وبناء قاعدة معلومات مكانية تم الاستعانة بالبيانات التي تم جمعها وتقديرها وقياسها بواسطة مؤسسة سلخوزبروم اكسبورت السوفيتية سنة 1980 لدراسة التربة بالمنطقة الشرقية (Selkkozprom Export,1980) حيث أنتجت خمس خرائط فقط (مواقع قطاعات التربة ، الملوحة ، القدرة الإنتاجية والاستغلال الأمثل) ، حيث تم اختيار لوحة توكرة شمال شرق ليبيا التي تقع بين خطي طول(453030 م- 476555 م) شمالا ودائرتي عرض(3595973 م- 3614450 م ) شرقا حسب إسقاط الماركيتور العالمي المستعرض للمنطقة التربيعية N34 ، بمساحة قدرت بحوالي 16860 هكتار حيث تقع من ضمنها منطقة توكرة (العقورية) لتحقيق أهداف الدراسة ، تم تحديد مواقع قطاعات التربة الممثلة لمنطقة الدراسة وعددها 34 قطاع تربة بالاستعانة بخريطة مواقع قطاعات التربة المنتجة سابقاً ، وقد تم تسجيل الإحداثيات الجغرافية لأماكن القطاعات مما يسهل الوصول إليها وتوقيعها علي خريطة الأساس ، وبعد تحديد مواقع قطاعات التربة تم أخذ وحساب متوسطات القياسات والتقديرات لقطاعات التربة لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة إلى جانب تقدير العناصر الغذائية الكبرى والصغرى و خاصة بعض الخصائص التي قد تؤثر على الإنتاج الزراعي ( شكل 1) وبعد استبعاد المباني والمناطق الغير صالحة للزراعة و الشواطئ الرملية كانت المساحة المتبقية 15720 هكتار .

تم استخدام برنامج ArcView GIS 3.2 لنظم المعلومات الجغرافية (ESRI, 1999a) عبر عدة خطوات منها تحويل البيانات التي تم جمعها في صورة نصوص وأرقام إلى صورة رقمية عن طريق إدخال البيانات المكانية (نقطية ، خطية و مساحية) بواسطة تحويل الخرائط الورقية إلى خرائط رقمية بواسطة الترقيم ، وتوقيع إحداثيات قطاعات التربة وربط وإدخال البيانات الوصفية ( أرقام ، نصوص) المتحصل عليها ، ثم مراجعة عمليات إدخال البيانات وتصحيح الأخطاء ،وبعد ذلك تم معالجة وتحليل البيانات بواسطة عدة أدوات ملحقة ببرنامج ArcView GIS 3.2 (ESRI, 1999) عبر مجموعة من الخطوات منها توقيع الإحداثيات الجغرافية على الخريطة ، إعادة تصنيف للبيانات ، مطابقة الطبقات المعلوماتية ، دمج الحدود بين الطبقات المتشابهه ، و حساب المساحات من أجل إنتاج خرائط لبعض خصائص التربة المختلفة لمنطقة الدراسة .




**شكل 1** بعض خصائص الترب الليبية التي قد تؤثر على الإنتاج الزراعي

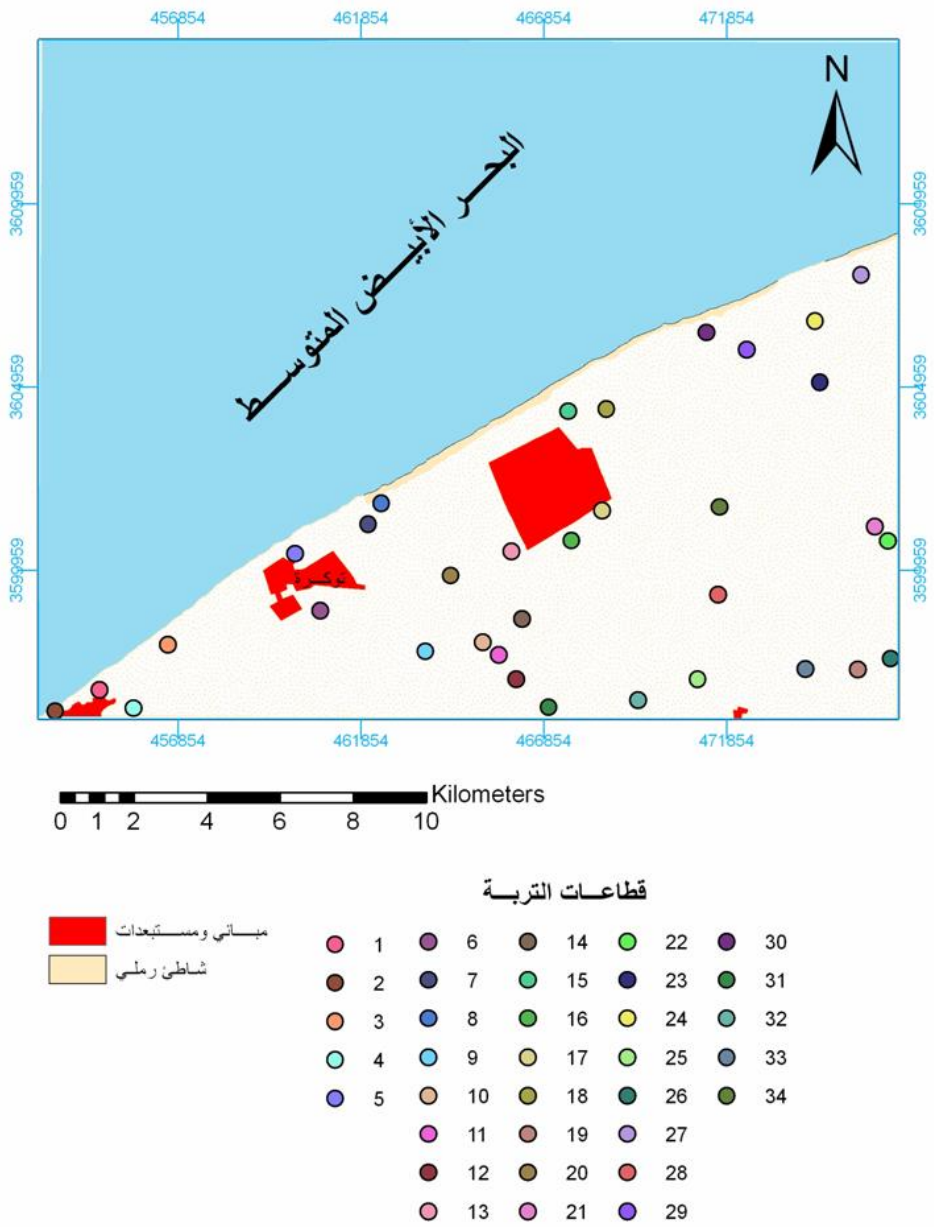
## النتائج والمناقشة

### مواقع قطاعات التربة

حددت مواقع قطاعات التربة الممثلة لمنطقة الدراسة وعددها 34 قطاع تربة كما في جدول (1) ، و أنتجت خريطة لمواقع هذه القطاعات استناداً على مواقعها الجغرافية (شكل 2) .

**جدول 1** الإحداثيات السينية والصادية لمواقع قطاعات التربة بمنطقة الدراسة

| رقم القطاع | الإحداثيات السينية | الإحداثيات الصادية | رقم القطاع | الإحداثيات السينية | الإحداثيات الصادية |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 454696 | 3596680 | 18 | 468574 | 3604359 |
| 2 | 453491 | 3596095 | 19 | 475454 | 3597242 |
| 3 | 456571 | 3597914 | 20 | 464310 | 3599802 |
| 4 | 455626 | 3596181 | 21 | 475910 | 3601139 |
| 5 | 460051 | 3600399 | 22 | 476269 | 3600743 |
| 6 | 460740 | 3598849 | 23 | 474419 | 3605084 |
| 7 | 462048 | 3601208 | 24 | 474286 | 3606764 |
| 8 | 462410 | 3601776 | 25 | 471068 | 3596972 |
| 9 | 463615 | 3597730 | 26 | 476349 | 3597535 |
| 10 | 465182 | 3597989 | 27 | 475539 | 3608017 |
| 11 | 465629 | 3597644 | 28 | 471618 | 3599285 |
| 12 | 466094 | 3596973 | 29 | 472402 | 3605978 |
| 13 | 465974 | 3600468 | 30 | 471304 | 3596202 |
| 14 | 466266 | 3598626 | 31 | 466996 | 3596202 |
| 15 | 467523 | 3604290 | 32 | 469437 | 3596405 |
| 16 | 467609 | 3600761 | 33 | 474009 | 3597249 |
| 17 | 468453 | 3601587 | 34 | 471670 | 3601673 |




شكل **2** توزيع مواقع قطاعات التربة بمنطقة الدراسة

**الخصائص الفيزيائية**

هناك العديد من الخصائص الفيزيائية للتربة التي قد تؤثر على الإنتاج الزراعي من أهمها عمق التربة و قوامها ، حيث وجد أن العمق يتراوح بين ترب ضحلة جداً وعميقة وإن 6590 هكتار من منطقة الدراسة ذات ترب عميقة (جدول 2) ، وبناء على الجدول السابق تم إنتاج خريطة توزيع وحدات العمق (شكل 3) ، أما قوام التربة فيتدرج من القوام الرملي إلى القوام الطيني ، حيث يشكل القوام طمي طيني 9260 هكتار من مساحة منطقة الدراسة (جدول 3) ، و شكل (4) يوضح توزيع وحدات القوام بمنطقة الدراسة .

**جدول 2** عمق التربة (سم) و المساحة بالهكتار

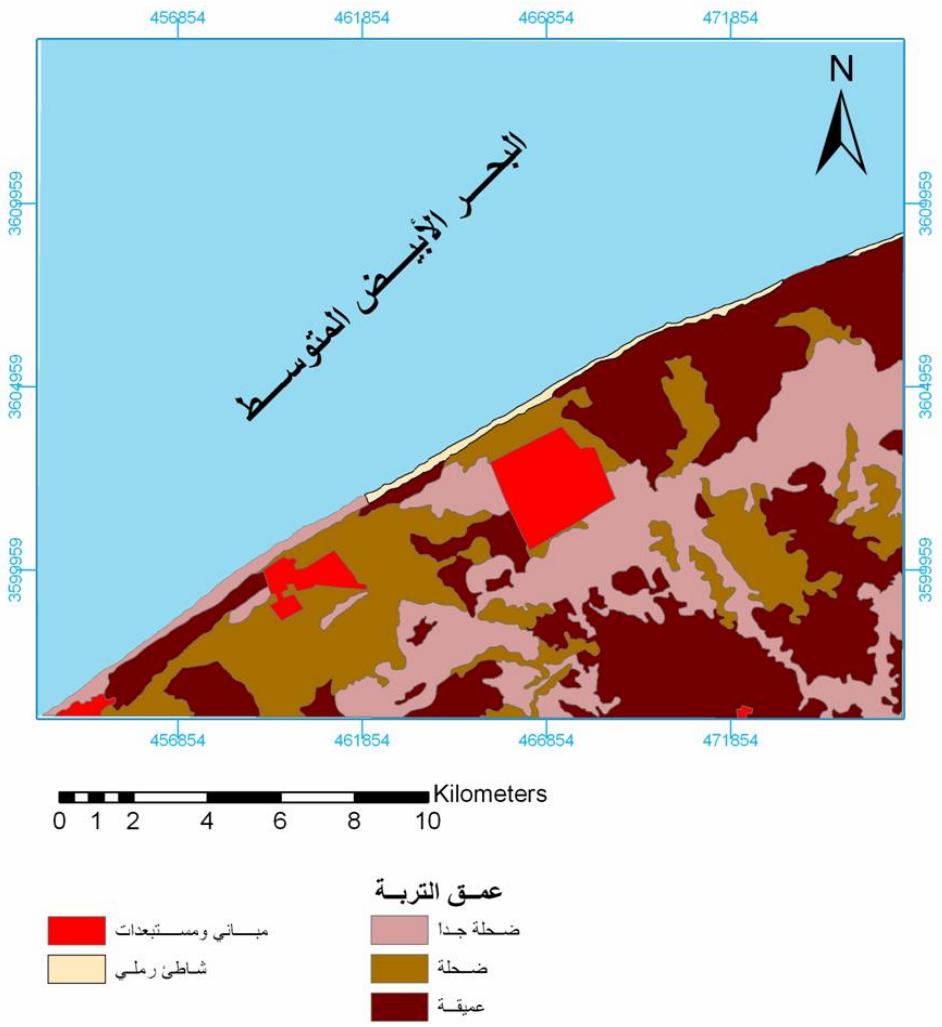
| رقم الوحدة | الدرجة* | العمق(سم) | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | ضحلة جداً | اقل من 25 | 5010 |
| 2 | ضحلة | 50-25 | 4120 |
| 3 | عميقة | اكبر من 75 | 6590 |

*( Selkkozprom Export,1980)

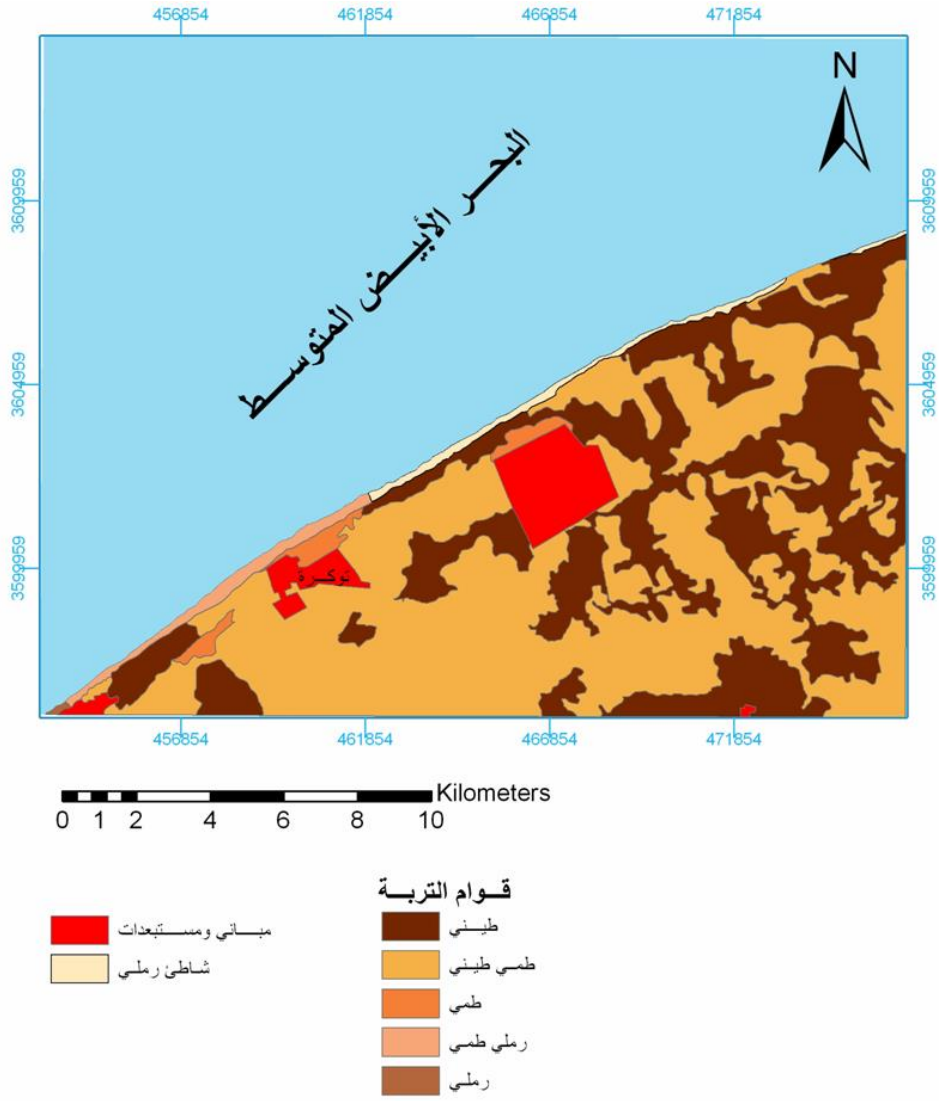
**جدول 3** قوام التربة و المساحة بالهكتار

| رقم الوحدة | القوام* | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|
| 1 | طيني | 5950 |
| 2 | طمي طيني | 9260 |
| 3 | طمي | 250 |
| 4 | رملي طمي | 250 |
| 5 | رملي | 10 |

*( Selkkozprom Export,1980)




**شكل 3** توزيع وحدات عمق التربة بمنطقة الدراسة




**شكل 4** توزيع وحدات قوام التربة لمنطقة الدراسة

**الخصائص الكيميائية**

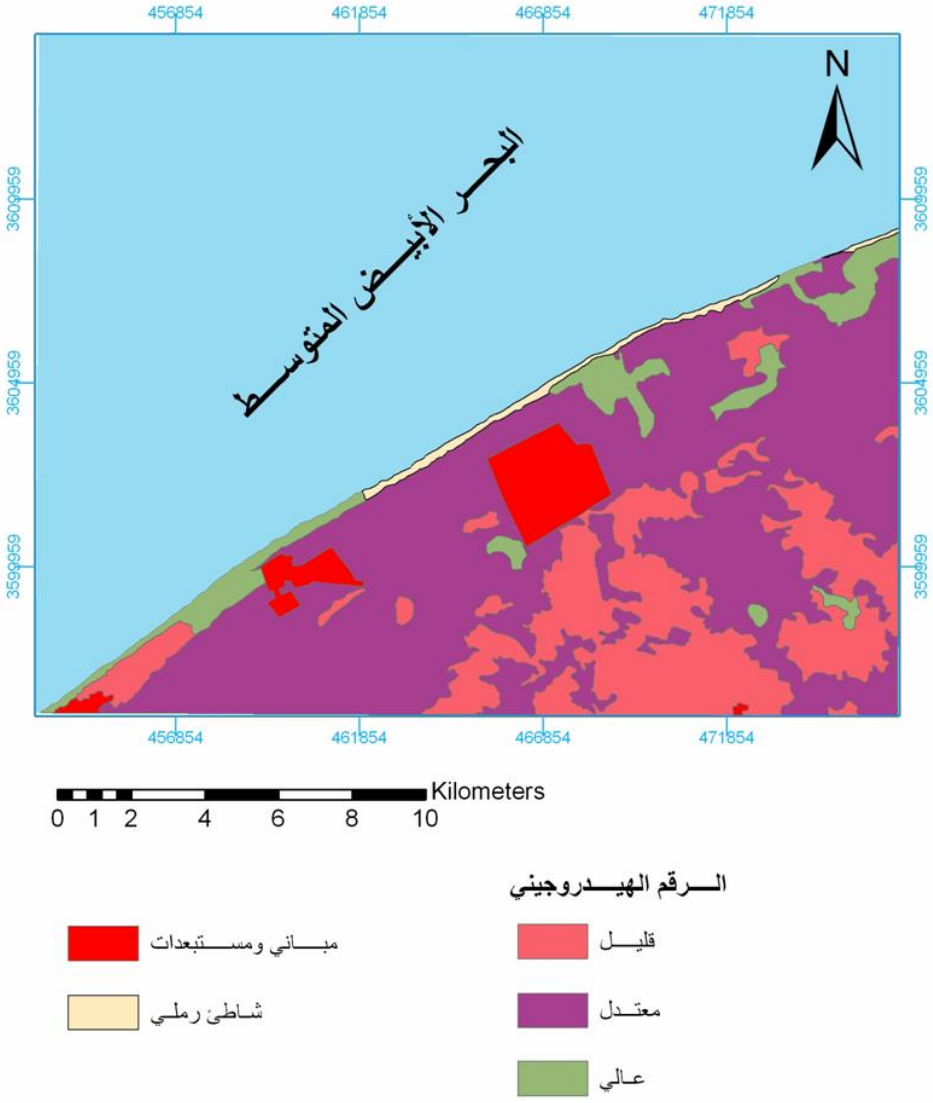
هناك العديد من الخصائص الكيميائية للتربة التي قد تؤثر على الإنتاج الزراعي من أهمها الرقم الهيدروجيني ، الملوحة ، نسبة الصوديوم المتبادل و نسبة كربونات الكالسيوم . وباستخدام GIS أمكن إنتاج عدة خرائط منها الرقم الهيدروجيني (درجة تفاعل) للتربة و يلاحظ من الجدول (4) أن الرقم الهيدروجيني للتربة يتراوح ما بين7.4–9.0 أي يميل للقاعدية ، حيث وجد أن 10180 هكتار من مساحة منطقة الدراسة معتدلة القاعدية ، وبناء على الجدول السابق أمكن إنتاج خريطة توضح توزيع مستويات القاعدية المختلفة بمنطقة الدراسة كما في شكل (5) .

أما التوصيل الكهربائي للتربة فهو يتراوح بين 0.3 – 1.75 ديسي سيمنز / م حيث وجد أن منطقة الدراسة غير ملحية ، وكذلك وجد إن نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) التي تزيد عن 15% تشكل مساحة بسيطة من منطقة الدراسة في حدود 80 هكتار وبالتالي لا تشكل الملوحة و الصوديوم المتبادل عائق أمام الزراعة بمنطقة الدراسة .

**جدول 4** الرقم الهيدروجيني و المساحة بالهكتار

| رقم الوحدة | الدرجة* | الرقم الهيدروجيني | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | قليل | 7.4-7.9 | 4290 |
| 2 | معتدل | 8.0-8.5 | 10180 |
| 3 | عالي | 8.6-9.0 | 1250 |

*( Selkkozprom Export,1980)



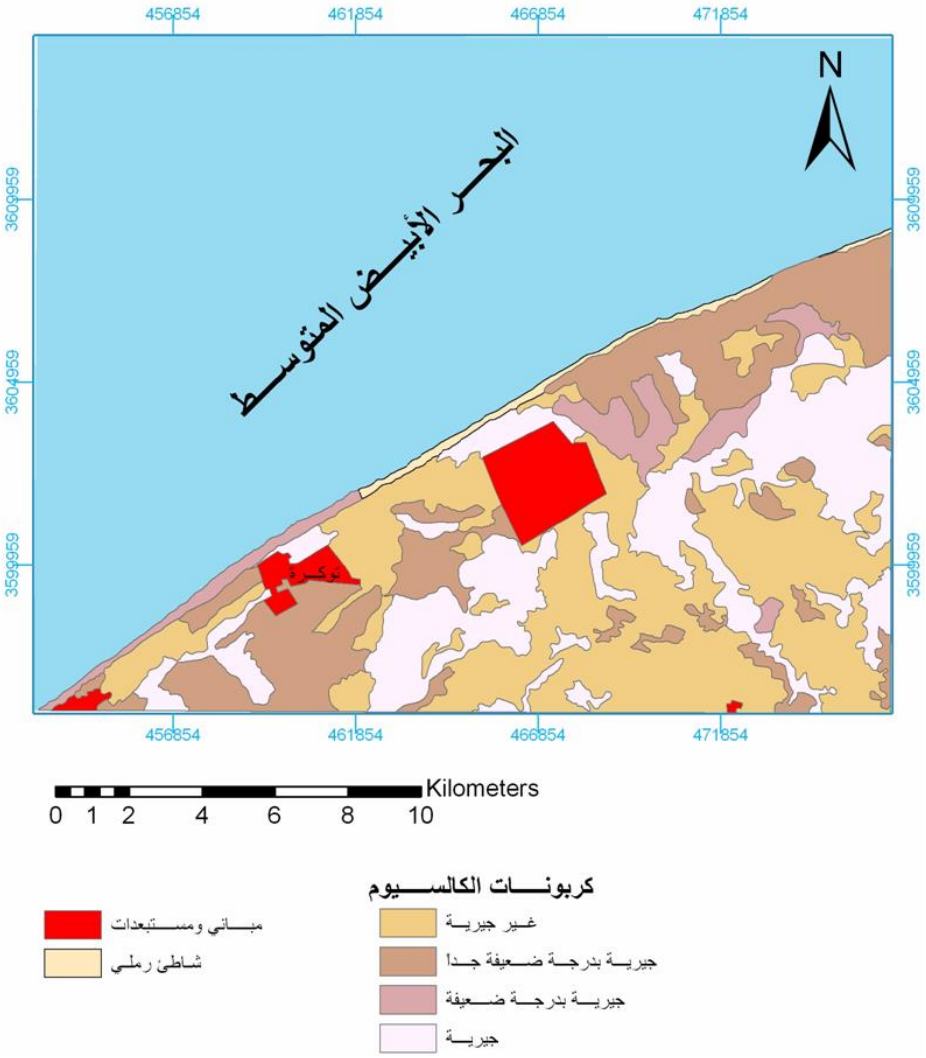

**شكل 5** توزيع وحدات الرقم الهيدروجيني pH للتربة بمنطقة الدراسة

كما يوضح جدول (5) أن نسبة كربونات الكالسيوم تتدرج من أقل 0.5 إلى 15% وان الترب التي أقل من 0.5 % تبلغ مساحتها 6430 هكتار بينما الترب التي نسبة كربونات الكالسيوم بها بين 10–15 % تبلغ مساحتها 4440 هكتار ، ويوضح الشكل (6) توزيع وحدات كربونات الكالسيوم بنسبها المختلفة في منطقة الدراسة .

**جدول 5** النسبة المئوية كربونات الكاسيوم (%) والمساحة بالهكتار

| رقم الوحدة | الدرجة | النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم* | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | غير جيرية | اقل من 0.5 | 6430 |
| 2 | جيرية بدرجة ضعيفة جدا | 5-0.5 | 3930 |
| 3 | جيرية بدرجة ضعيفة | 10-5 | 920 |
| 4 | جيرية | 15-10 | 4440 |

* (ساسي وآخرون ، 1987)




**شكل 6** توزيع وحدات النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم للتربة بمنطقة الدراسة

**العناصر الغذائية الكبري**

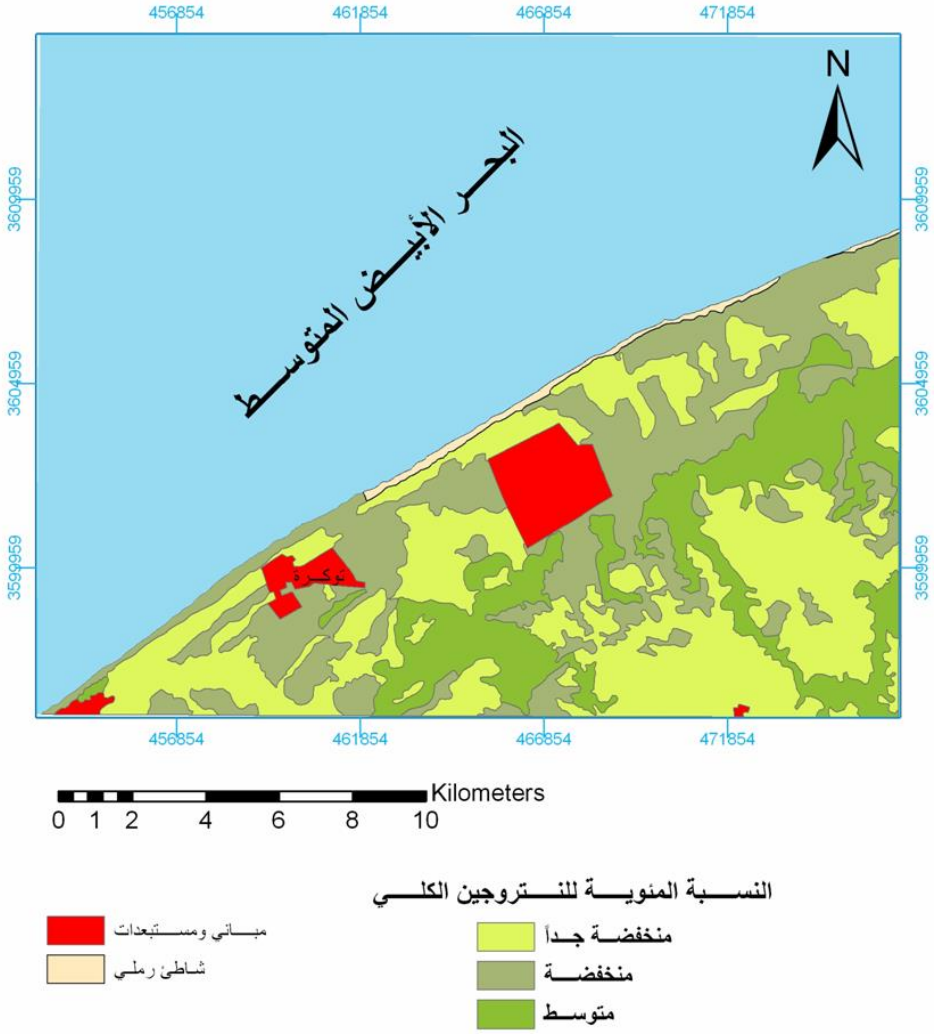
توضح النتائج في (جدول 6) إن النسبة المئوية للنيتروجين الكلي للتربة منخفضة بشكل عام

حيث يتبين إن 6720 هكتار من منطقة الدراسة ذات درجة جاهزية قليلة للنتروجين ، و يوضح الشكل (7) توزيع وحدات النسب المختلفة للنيتروجين الكلي بمنطقة الدراسة . أما محتوى التربة من الفوسفور المتيسر فهو منخفض بشكل عام بمنطقة الدراسة حسب النتائج والتصنيف الوارد في (Selkkozprom Export,1980) . بينما تتميز ترب منطقة الدراسة بالوفرة في البوتاسيوم الميسر حسب النتائج والتصنيف الوارد في (Selkkozprom Export,1980) .

**جدول 6** النسبة المئوية للنيتروجين الكلي (%) و المساحة بالهكتار

| الرقم | درجة الجاهيزية* | النسبة المئوية للنتروجين الكلي | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | منخفض جداً | اقل من 0.1 | 6720 |
| 2 | منخفض | 0.15 -0.1 | 5410 |
| 3 | متوسط | 0.25 -0.15 | 3590 |

* (Selkkozprom Export,1980)




**شكل 7** توزيع وحدات النسبة المئوية للنتروجين الكلي للتربة بمنطقة الدراسة

**العناصر الغذائية الصغرى**

يتضح من (جدول 7) أن 13220 هكتار من عنصر الزنك بالتربة محتواها غير كاف لإمداد النباتات من احتياجاتها منه في منطقة الدراسة ، ويوضح شكل (8) توزيع وحدات عنصر الزنك بمنطقة الدراسة . بينما وجد أن

عنصري البورون والحديد محتواها في التربة أعلى الوارد في (Black et. Al.,1965) .
من احتياجات النباتات الضرورية حسب التصنيف

**جدول 7** محتوى عنصر الزنك (جزء في المليون) و المساحة بالهكتار

| رقم الوحدة | الدرجة | محتوي الزنك (جزء في المليون)* | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | غير كاف | اقل من 0.5 | 13220 |
| 2 | متوسط | 1-0.5 | 2240 |
| 3 | كافي | اكبر من 1 | 260 |

*(Black et. Al.,1965)

أما محتوي التربة من عنصر النحاس فقد وجد أن 13530 هكتار من منطقة الدراسة محتواها كافي منه (جدول 8) بالنسبة للنباتات حسب التصنيف الوارد في (Black et. Al.,1965) ويوضح شكل (9) توزيع وحدات عنصر النحاس بمنطقة الدراسة . بينما كان محتوى عنصر المنجنيز ذا درجة متوسطة بالتربة حيث بلغت مساحته بمنطقة الدراسة 8360 هكتار (جدول 9) ، ويوضح شكل (10) توزيع وحدات عنصر المنجنيز بمنطقة الدراسة .

**جدول 8** محتوى عنصر النحاس (جزء في المليون) و المساحة بالهكتار

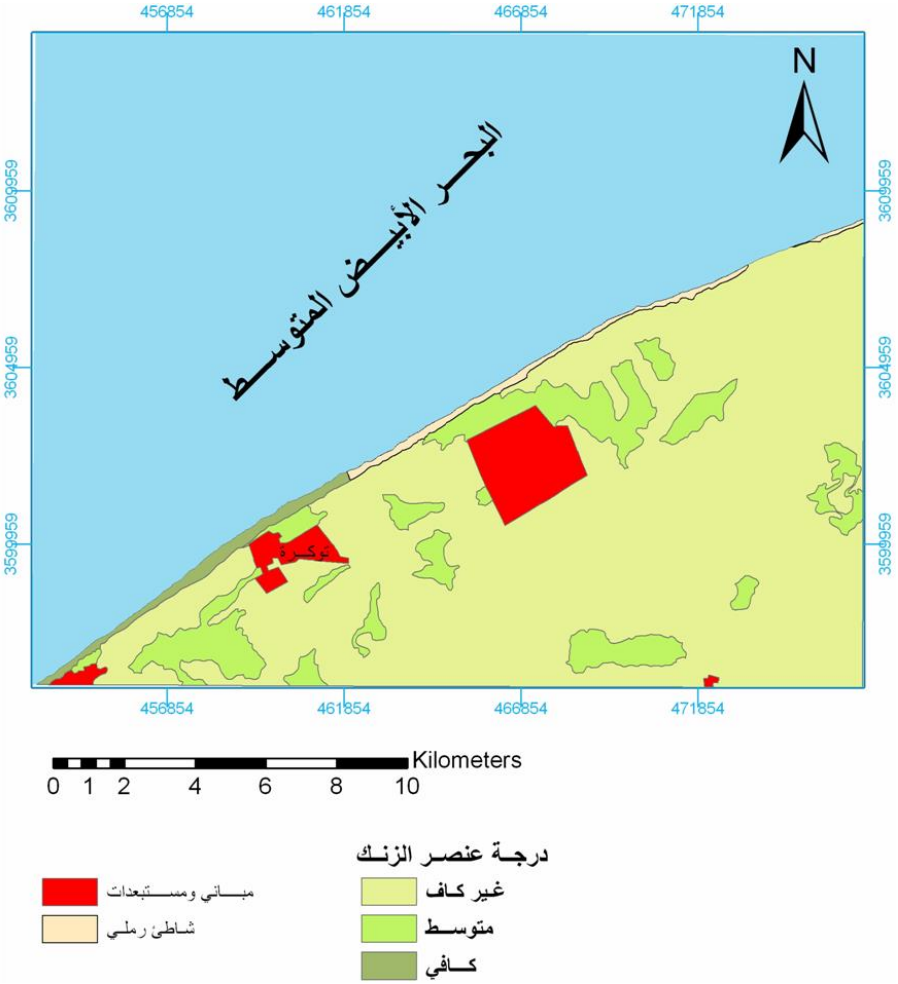
| رقم الوحدة | الدرجة* | محتوي النحاس (جزء في المليون)* | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | غير كاف | اقل من 0.2 | 2190 |
| 2 | كافي | اكبر 0.2 | 13530 |

* (Black et. Al.,1965)

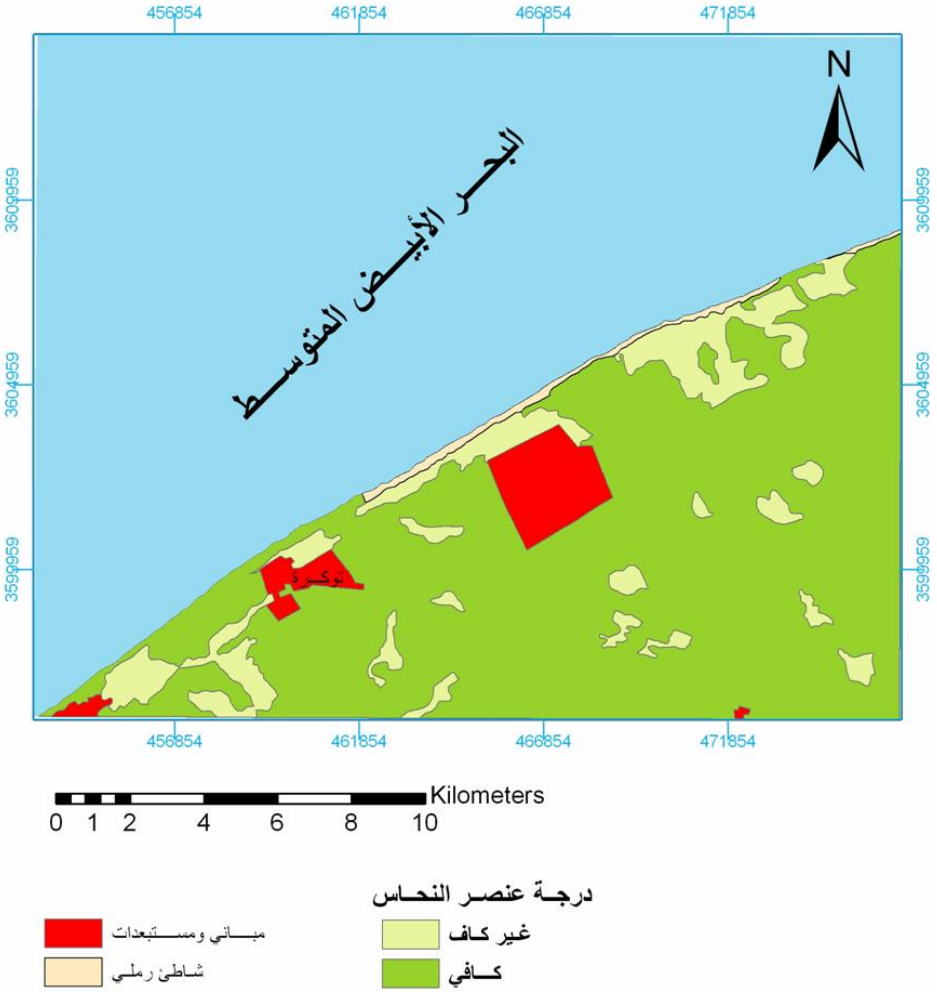
**جدول 9** محتوى عنصر المنجنيز (جزء في المليون) والمساحة بالهكتار

| رقم الوحدة | الدرجة* | محتوي المنجنيز(جزء في المليون) * | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|---|
| 1 | غير كاف | اقل من 20 | 3810 |
| 2 | متوسط | 40-20 | 8360 |
| 3 | كافي | اكبر من 40 | 3550 |

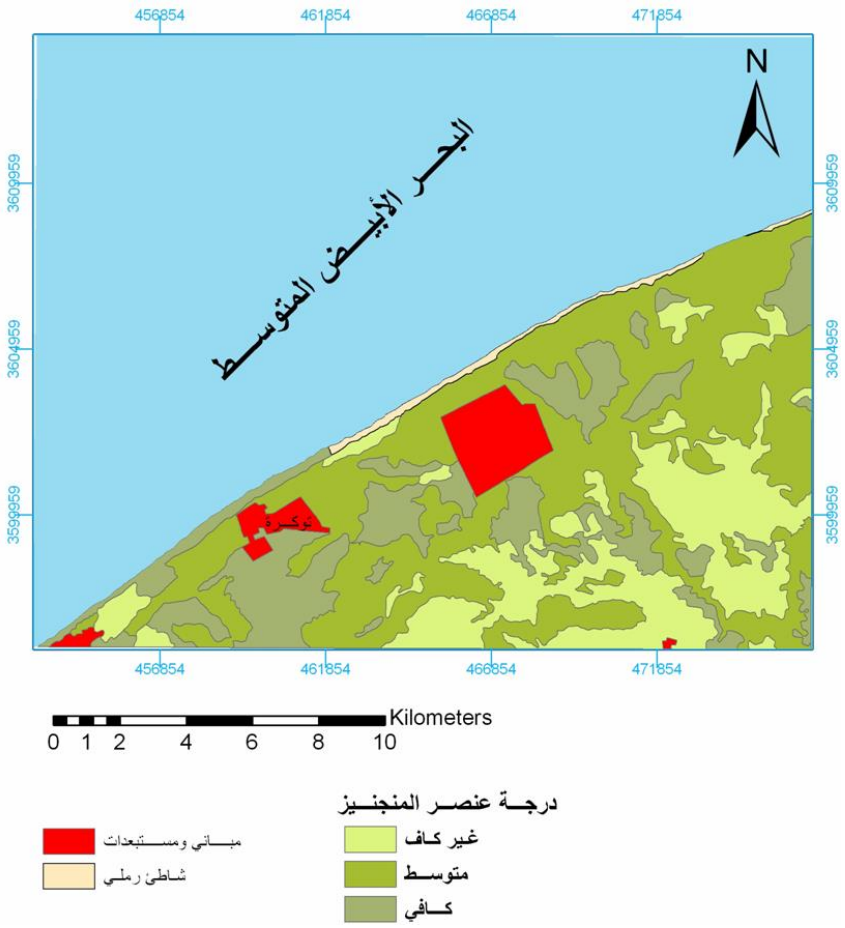
* (Selkkozprom Export,1980)




**شكل 8** توزيع وحدات تركيز عنصر الزنك للتربة بمنطقة الدراسة




**شكل 9** توزيع وحدات تركيز عنصر النحاس للتربة بمنطقة الدراسة

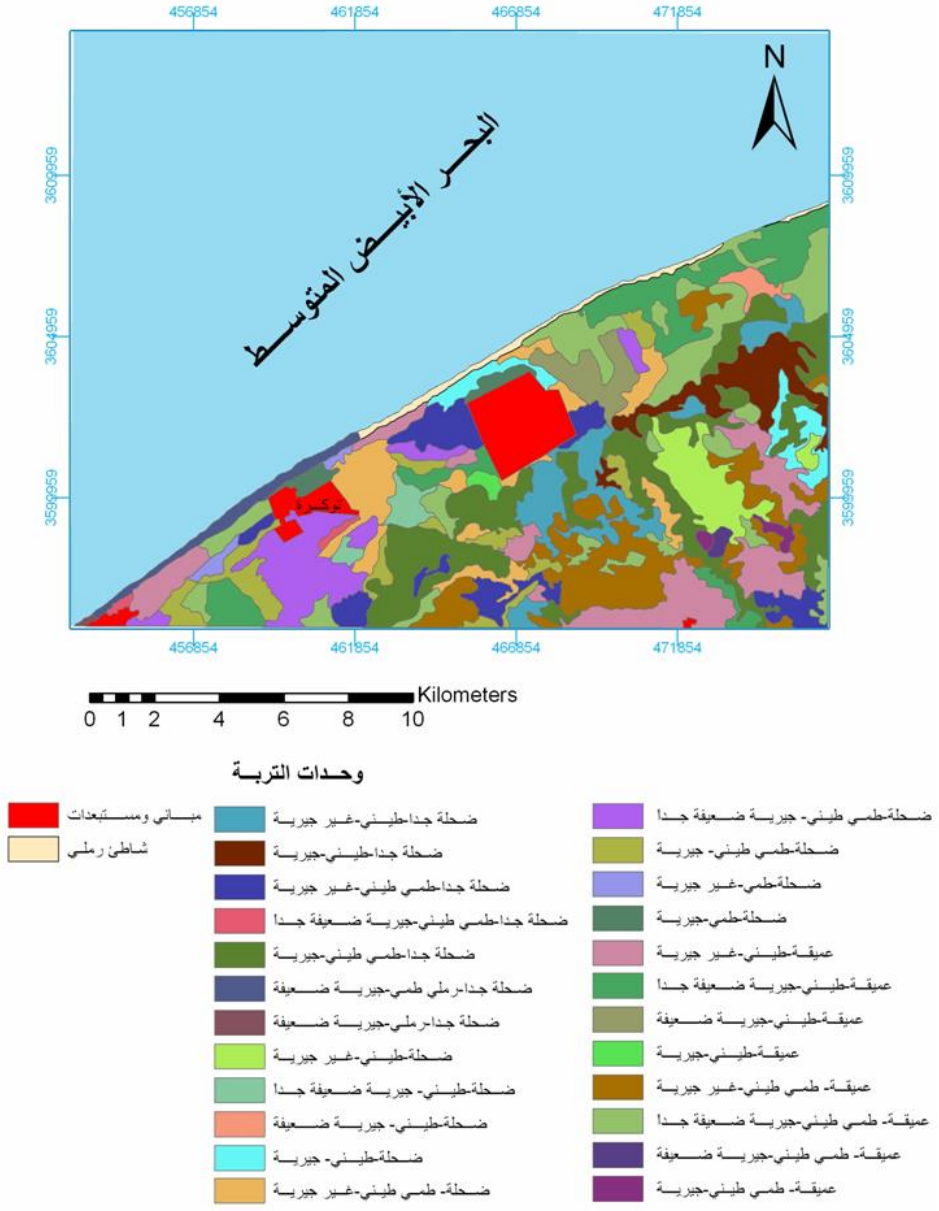



**شكل 10** توزيع وحدات تركيز عنصر المنجنيز للتربة بمنطقة الدراسة

مما سبق وجد إن هناك ثلاث عوامل أساسية متباينة (عمق التربة ، قوام التربة و نسبة كربونات الكالسيوم) قد تؤثر على الإنتاج الزراعي في الترب الليبية بشكل عام كما ورد في (بن محمود ، 1995) وبمنطقة الدراسة بشكل خاص ولإبرازها تم استخدام إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في الدمج بين الطبقات المختلفة التي تمثل كل من عمق التربة ، قوام التربة والنسبة المئوية من كربونات الكالسيوم والخروج منها بخريطة مركبة تمثل وحدات التربة بمنطقة الدراسة ، حيث يتضح من الجدول (10) أن حوالي 2290 هكتار من مساحة منطقة الدراسة ذات عمق ضحل جداً وقوام طمي طيني وذات درجة جيرية من كربونات الكالسيوم (10-15%) ، كما أن الشكل (11) يوضح توزيع وحدات التربة بمنطقة الدراسة .

**جدول 9** يوضح وحدات التربة و المساحة بالهكتار بمنطقة الدراسة

| رقم الوحدة | وحدات التربة | المساحة (هكتار) |
|---|---|---|
| 1 | ضحلة جدا–طيني–غير جيرية | 840 |
| 2 | ضحلة جدا–طيني–جيرية | 690 |
| 3 | ضحلة جدا–طمي طيني–غير جيرية | 880 |
| 4 | ضحلة جدا–طمي طيني–جيرية ضعيفة جداً | 50 |
| 5 | ضحلة جدا–طمي طيني–جيرية | 2290 |
| 6 | ضحلة جدا–رملي طمي–جيرية ضعيفة | 250 |
| 7 | ضحلة جدا–رملي–جيرية ضعيفة | 10 |
| 8 | ضحلة–طيني–غير جيرية | 560 |
| 9 | ضحلة–طيني– جيرية ضعيفة جداً | 190 |
| 10 | ضحلة–طيني– جيرية ضعيفة | 100 |
| 11 | ضحلة–طيني– جيرية | 430 |
| 12 | ضحلة– طمي طيني–غير جيرية | 950 |
| 13 | ضحلة–طمي طيني– جيرية ضعيفة جداً | 910 |
| 14 | ضحلة–طمي طيني– جيرية | 730 |
| 15 | ضحلة–طمي–غير جيرية | 90 |
| 16 | ضحلة–طمي–جيرية | 160 |
| 17 | عميقة–طيني–غير جيرية | 1440 |
| 18 | عميقة–طيني–جيرية ضعيفة جداً | 1270 |
| 19 | عميقة–طيني–جيرية ضعيفة | 380 |
| 20 | عميقة–طيني–جيرية | 50 |
| 21 | عميقة– طمي طيني–غير جيرية | 1670 |
| 22 | عميقة– طمي طيني–جيرية ضعيفة جداً | 1510 |
| 23 | عميقة– طمي طيني–جيرية ضعيفة | 180 |
| 24 | عميقة– طمي طيني–جيرية | 90 |




**شكل 11** توزيع وحدات التربة بمنطقة الدراسة

# Using GIS in designing and structuring a spatial data base for soil in Tukara, Libya

**M. M. H. Elkhboli***

## Abstract

This study show the possibility of using the GIS technology to connect information, which is very important especially with varied data. This system is also useful for planning studies. A spatial data base was designed and prepared for soil properties by saving digital and text data using ArcView GIS 3.2 and its software through consecutive steps. The results were connected with its spatial (geographical) sites in the area of study. Different analytical processes were carried out, resulting in the producing of maps for some soil properties such as soil depth, soil texture, calcium carbonate content and the mineral nutrient elements, which may have an effect on agricultural productivity.

* University of Omar El-Mukhtar, P. O. Box. 919, El-beida- Libya.

## المراجـــــع


بن محمود ، خالد رمضان . 1995 . الترب الليبية (تكوينـــها– تصـــنيفها – خواصـــها – إمكانياتها الزراعية) . الهيئة القومية للبحث العلمي ، طرابلس ، ليبيا .

ساسي ، عبدالله ، خليل سليمان وعبد الله ربيع . 1987 . دراسات التربة التفصيلية لمنطقـــة سهل القرضابية وسواوة – سرت (التقرير النهائي) . إدارة استثمار الميـــاه– جهـــاز تنقيذ وإدارة مشروع النـــهر الصـــناعي ، ليبيا .

Arnold, R. W. 1984. Soil database management. Pp. 135-146. In Proc. Int. Symp. Minimum Data Sets Agrotech. Transf. Pantacheru, India. March 21-26, 1984. Icrisat Center, India.

Black, C. A.; D. D. Evans; J. W. White; E. Ensminger and F. E. Clark. 1965. Methods of soil analysis part II. Agron. No. 9. Am. Soc. Agron. Madison. Wis. U.S.A.

Burrough, P. A. 1991. Soil information systems. In D. J. Maguire et al. (ed.) Geographic information systems. Principles and applications. Vol. 2: Applications. Longman Scientific and Technical, Essex, UK.

of soil survey attribute data to GIS pollution assessment models. Pp. 175-183. In D. L. Corwin and K. Loague (ed.) Application of GIS to the modeling of non-point source pollutants in thevadose zone. Soil Sci. Soc. Am. Pub. 48. Soil Science of America, Madison, WI.

Selkkozprom Export. 1980. Soil studies(Soil-Ecological Expedition V/O) in the Eastern Zone of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. Secretariat for Agricultural Reclamation and Land Development. Tripoli, Libya.

Burrough, P. A. and R. A. McDonnell. 1998. Principles of geographical information systems. Oxford University Press.

Environmental Systems Research Institute (ESRI). 1999a. Manual of Arcview, Ver.3.2. Redlands, CA, USA.

Environmental Systems Research Institute (ESRI). 1999b. Spatial analyst version 2.0 user manual. Redlands, CA, USA.

Kerr,J. and Zilmer, G. 1993. Getting started in GIS. Ontario.

Nielsen, D. A.; R. J. Biggler; T. Sobecki; and D. J. Lytle. 1996. Application