معدل رشح الماء النهائي كمقياس للتنبؤ بقابلية ترب البحر المتوسط الحمراء للإنجراف

مراد ميلاد أبوراس[1]

DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v27i1.264

الملخص

تم الإختبار الإحصائي لمجموعة من خصائص التربة ذات العلاقة بقابلية التربة على الانجراف مثل محتوى الترب من السلت والرمل والطين و نسبة المادة العضوية ومعدل الرشح. بينت النتائج أن مكونات قوام التربة كنسبة السلت + الرمل الناعم جدا ونسبة الطين كانتا الأكثر ارتباطا مع قيم الانجرافية المقدرة بطريقة ويشماير البيانية. وأن معدل الرشح كان أقل ارتباطا بينما كانت نسبة المادة العضوية ضعيفة الارتباط. وفقا لنتائج اختبار علاقة الانحدار بين الخصائص تحت الدراسة والإنجرافية المقدرة فإن مكونات قوام التربة خصوصا نسبة السلت + الرمل الناعم جدا كانت العامل المحدد الأهم لدرجة قابلية التربة للانجراف. مع ذلك دلت نتائج القياسات الحقلية المباشرة أن انجرافية التربة أكثر تأثرا بخاصية معدل الرشح مقارنة بمكونات قوام التربة. مدعمة بنتائج مشابهة في إقليم البحر المتوسط باستخدام القياسات الحقلية، خلصت الورقة الحالية إلى أن استخدام معدل الرشح كمؤشر للتنبؤ بإنجرافية ترب البحر المتوسط خصوصا الضحلة منها قد يكون أكثر مصداقية ودقة من استخدام المؤشرات التقليدية الأخرى.

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

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

المقدمة

الجريان السطحي ونقل التربة عمليتان هامتان في تعرية التربة ترتبطان بشكل كبير بخصائص التربة الهيدروليكية، عليه فإن الجريان السطحي سوف يحدث دائما عندما تتجاوز شدة الهطول سعة الرشح بالتربة (Zeleke and Si, 2005).

تتأثر قابلية الرشح بخصائص عدة للتربة منها على سبيل المثال نسبة المادة العضوية بالتربة و الكثافة الظاهرية والتوزيع الحبيبي للتربة. كذلك فإن الترب ذات التجمعات الكبيرة والمستقرة تشجع حركة الماء داخل القطاع مما يقلل من الجريان السطحي. أماالترب الطينية ذات البناء المتطور والمستقر تتميز غالبا بنفاذية أعلى للماء من تلك ذات البناء الضعيف الذي لا يستطيع المحافظة على الفراغات بين المسامات مما يؤدي لتباطؤ الرشح (Troeh et al, 1980). عوامل أخرى قد تؤثر على تلك الخاصية مثل نوع معدن الطين السائد في التربة والايونات المرتبطة بها وكذلك نوع وطبيعة المواد التي تساهم في التصاق حبيبات التربة (Fox et al, 2005).

التناقص في معدلات الرشح في الترب الضحلة تحت مناخ البحر المتوسط قد يدل على تغيرات في التربة وخصائصها مشيرا إلى تدهورها والذي قد يقود إلى تزايد انجرافية التربة. بينما الترب العميقة ذات الأنظمة الجذرية المنتشرة والتي تساهم في زيادة مسامية التربة لا يظهر فيها ذلك جليا كونها غالبا ما تتميز بمعدلات رشح جيدة (Bosch and King, 2001).

إن التعرض المستمر للترب العارية من الغطاء النباتي لهطول الأمطار يقلل من الرشح بسبب تدهور البناء حيث أن عملية فصل الحبيبات من الكتل والتجمعات وغسلها داخل المسام يؤدي إلى تكون قشرة سطحية على التربة تخفض الرشح وتزيد الجريان السطحي (Wilkinson and Aina, 1977; Aina, 1979). قام Ben-Hur و Agassi (1997) بدراسة انجرافية ترب البحر المتوسط الحمراءRed Mediterranean soils واستخدموا معدل الرشح للدلالة على قابلية التربة للانجراف. وجد الباحثان إن معدل الرشح النهائي يكون أكثر ارتباطا بأنجرافية التربة تحت ظروف منع تسرب الماء بطبقتها السطحية (surface sealing) وتفتت تجمعاتها.

إن دراسة تأثير خاصية معدل الرشح على إنجرافية التربة تحت ظروف الجبل الأخضر قد يقود إلى فهم أكبر للعوامل التي تساهم في قابلية التربة للانجراف بواسطة التعرية المائية. خاصة مع توافر كم جيد من البيانات حول هذه الخاصية من دراسات سابقة أجريت بالجبل الأخضر. لذلك، فإن الهدف من هذا البحث مراجعة واختبار علاقة معدل الرشح بإنجرافية التربة والذي قد يؤدي إلى تحسين وتطوير التنبؤ بقابلية التربة للانجراف.

مواد وطرق البحث

تقع منطقة الدراسة بأقليم الجبل الاخضر شمال شرق ليبيا. تتصف المنطقة بمناخ البحر المتوسط مع معدل هطول سنوى يتراوح مابين 400 – 500 مم يهطل معظمها فى الفترة مابين شهري أكتوبر وابريل. معظم ترب المنطقة تتصف بقوام طيني وأعماق ضحلة (قد لاتزيد عن 50 سم)، بينما ترب البحر المتوسط الحمراء Terra Rossa هي السائدة فى المنطقة (بن محمود، 1995). تتعرض المنطقة لدرجات متفاوتة من التعرية المائية خصوصا فى الاجزاء التي تعرضت لإزالة غطائها النباتي الطبيعي لغرض الأستثمار الزراعي، ووفقا للدراسة التي أجرتها سيللخوز بروم أكسبورت (1980) فأن 79% من أراضي الأقليم شمال خط المطر 200 مم تأثرت بشكل ملحوظ بالتعرية المطرية. لغرض التعرف على أهم خصائص (مؤشرات) التربة التي أثرت في قيم انجرافية التربة المقدرة باستخدام منحنيات ويشماير البيانية (Wischmeier and Smith, 1978)، تم إجراء عدد من التحاليل الإحصائية في هذه الدراسة بإستخدام برنامج Minitab 15. النتائج في جدول 1 تم الحصول عليها في دراسة اجراها الباحث ضمن مشروع تقييم الغطاء النباتي بالجبل الأخضر (2003-2005) وتم استخدامها في الورقة الحالية لقياس معامل الارتباط (r) بين كل الخصائص المستخدمة في المنحنيات البيانية والقيم النهائية المقدرة لإنجرافية التربة. كذلك تم قياس علاقات الانحدار للمساعدة في تفسير قيم الانجرافية المقدرة بيانيا.لغرض المقارنة تم حساب معامل الارتباط (correlation coefficient) في فرز الخاصية الأكثر تأثيرا على إنجرافية التربة وذلك بإستخدام قيم إنجرافية التربة المقاسة تحت الظروف الحقلية والمتعارف على أنها أكثر ثقة ودقة (Hudson, 1995)، ومن ثم مقارنتها مع خصائص التربة المستخدمة في منحنيات ويشماير البيانية. وفقا لذلك تم التعرف على نقاط الضعف في الطريقة البيانية للتنبؤ بإنجرافية التربة. كذلك تم الأستفادة من بيانات معدلات الرشح لترب المنحدرات الشمالية للجبل الأخضر (جدول 5). البيانات تم تجميعها لترب ذات طبقات سطحية بأعماق متفاوتة وذلك لمحاولة التعرف على العلاقة مابين عمق الطبقة السطحية من التربة ومعدل الرشح النهائي. تم إجراء تحليل الأرتباط correlation analysis لإختبار هذه العلاقة مما يساعد على فهم التأثير المتبادل مابين هاتين الخاصيتين.لغرض تنويع المقارنات وتأكيد النتائج تم قياس معدل هدم التربة (مؤشر لثباتية التجمعات) معمليا بإستخدام طريقة الغربلة الرطبة التي أقترحها Adams واخرون (1958) وذلك لعينات تربة سطحية تم تجميعها من مناطق مسة و الوسيطة والحنية وقندولة. الدراسة تمت لترب يقع معظمها ضمن تحت الرتبة (Xeralfs) وهي ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز لمنطقة البحر

لمتوسط (بن محمود، 1995)، معرضة لظروف مناخية متقاربة ضمن مناخ البحر المتوسط.

جدول (1) بعض خصائص ترب Xeralfs ذات العلاقة بالقابلية للإنجراف بأقليم الجبل الأخضر

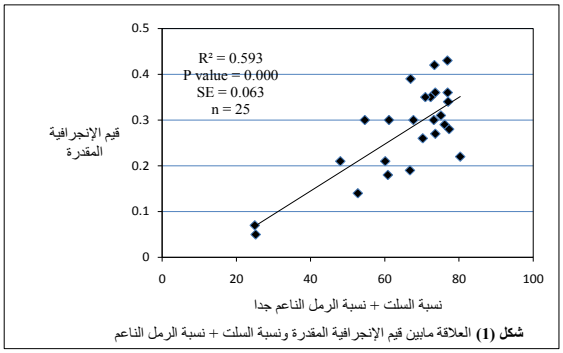
الموقع	معدل الرشح النهائي سم/دقيقة	نسبة المادة العضوية %	نسبة الطين %	نسبة السلت + الرمل الناعم جدا %	القيم المقدرة بيانيا لمعامل إنجرافية التربة (K)
الأصلاب	0.20	2.52	36.50	61.14	0.30
	0.48	9.60	25.75	66.79	0.19
راس عامر	0.14	3.60	24.50	73.39	0.42
	0.32	5.40	31.30	60.12	0.21
الحمامة–راس عامر	0.17	2.88	25.38	73.62	0.36
	0.50	5.70	28.76	70.24	0.26
بو ترابة	0.26	1.86	23.05	66.96	0.39
وادي الجبل	0.24	2.52	24.85	72.37	0.35
ميراد مسعود، الساحل	0.60	3.48	24.89	73.22	0.30
الحجاب	0.36	11.10	24.13	73.63	0.27
السطية	0.36	5.22	20.61	76.15	0.29
عرقوب سيدي حمد	0.09	4.68	19.91	77.08	0.34
سيدي خالد	0.28	2.52	20.85	76.96	0.36
غوط ميبرة	0.08	1.98	21.95	76.89	0.43
قندفورة	0.42	4.02	36.56	60.83	0.18
ميراد مسعود، السدود الرومانية	0.07	3.54	27.08	70.94	0.35
ميراد مسعود، المصاطب	0.55	8.46	23.33	48.01	0.21
وادي السودان	0.20	4.60	19.57	67.73	0.30
وادي الزاوية	0.80	8.64	13.62	80.34	0.22
	0.30	4.68	16.34	54.62	0.30
وادي الكوف	0.27	3.72	21.63	75.13	0.31
	0.40	6.48	20.78	77.37	0.28
قفنطة	0.12	1.92	72.96	24.94	0.07
المنصورة–الدبادب	0.90	3.60	72.30	25.18	0.05
عرقوب الابيض	0.32	4.98	45.34	52.73	0.14

1 النتائج و المناقشة

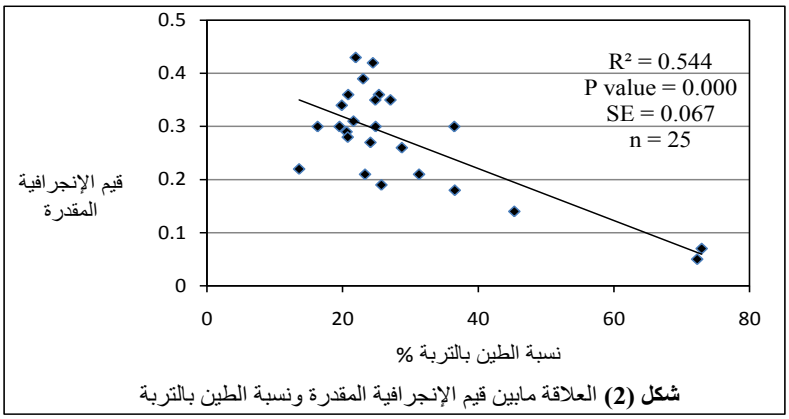
1 يوضح جدول (2) معامل الارتباط بين قيم الانجرافية المقدرة باستخدام منحنيات ويشماير البيانية وخصائص التربة ذات العلاقة بالانجرافية. من الجدول يتبين بوضوح أن نسبة مكونات قوام التربة مثل الطين و السلت + الرمل الناعم جدا تتصف بعلاقة ارتباط عالية المعنوية ($P<0.01$) مع انجرافية التربة بالمقارنة مع الخصائص المستخدمة الأخرى مثل معدل الرشح النهائي والمادة العضوية. هذا يشير إلى أن معظم الاختلافات في قيم انجرافية التربة يمكن تفسيرها بالتغير في مكون السلت + الرمل الناعم جدا وكذلك الحال مع مكون الطين عند استخدام منحنيات ويشماير البيانية (أنظر الأشكال البيانية 1 ، 2 ، 3). وبالتالي فأن قوام التربة يلعب دائما الدور الأساسي عند التنبؤ بحدوث التعرية في منطقة ما عند استخدام الطريقة البيانية المشار إليها.

جدول (2) معامل الأرتباط بين قيم الانجرافية المقدرة بيانيا (K) وبعض خصائص التربة ذات العلاقة بقابلية التربة للتعرية (n=25).

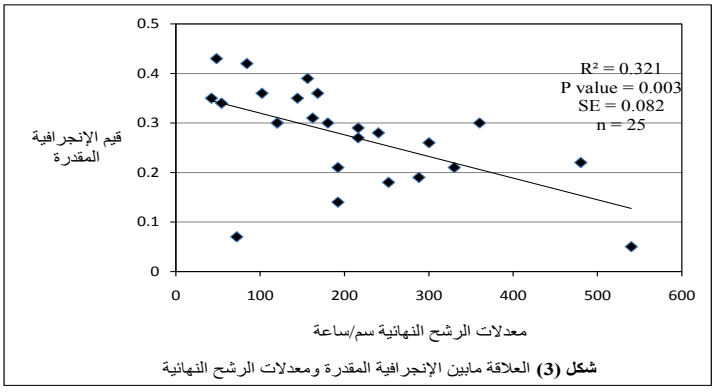
الخاصية	معامل الارتباط (r)	درجة المعنوية (P value)
معدل الرشح النهائي & K	- 0.567	0.003
نسبة المادة العضوية & K	- 0.297	0.149
نسبة الطين & K	- 0.738	0.000
نسبة السلت+الرمل الناعم جدا & K	0.771	0.000



شكل (1) العلاقة مابين قيم الإنجرافية المقدرة ونسبة السلت + نسبة الرمل الناعم



شكل (2) العلاقة مابين قيم الإنجرافية المقدرة ونسبة الطين بالتربة



شكل (3) العلاقة مابين الإنجرافية المقدرة ومعدلات الرشح النهائية

تتفق الطريقة البيانية في نتائجها إلى حد كبير مع الطريقة المعملية لتوصيف انجرافية التربة. نتائج التقدير المعملي لمعدل الهدم لتجمعات التربة السطحية (جدول 3) لعينات من أربع مناطق مختلفة أشار بوضوح إلى الدور الأساسي لمكون السلت + الرمل الناعم جدا في تحديد درجة انجرافية التربة. النتائج في جدول (3) مدعومة باختبار الارتباط في جدول (4) تبين أن الترب ذات المحتوى الأعلى من السلت + الرمل الناعم جدا تتصف بأعلى درجة من معدلات الهدم المرتبط بتزايد انجراف التربة كما كان الحال مع ترب الحنية. وهو ما يتفق مع نتائج دراسات أجريت على ترب البحر المتوسط مثل (Abu Hammad et al, 2005) وكذلك تتفق مع ما أشار إليه العديد من الباحثين مثل (Troeh et

al, 1980) من أن الترب العالية في محتواها من السلت هي أقل ثباتا في مواجهة عوامل التعرية. من جدول (3) نلاحظ أيضا أن ترب موقع الحنية تتصف أيضا بتوصيل هيدروليكي مشبع أقل مقارنة بالترب الأخرى. تهدم بناء التربة السطحية يقود غالبا لقفل الكثير من المسام وتكون ظاهرة منع التسرب السطحي surface sealing مما يقلل من النفاذية ويشجع على تزايد الجريان السطحي. من خلال الدراسة المعملية لخصائص التربة ذات العلاقة بالقابلية للإنجراف وكما يتبين من جدول (3)، يتضح أن كل من مكونات قوام التربة والتوصيل الهيدروليكي المشبع كانت قادرة على الدلالة على إنجرافية التربة معبرا عنها بمؤشر معدل الهدم.

جدول(3) خصائص ذات علاقة بإنجرافية التربة لأربع مواقع مختلفة بالجبل الأخضر*

الموقع	المادة العضوية %	التوصيل الهيدروليكي سم/دقيقة	الطين %	السلت + الرمل الناعم جدا %	الرمل الأكبر من 0.1 مم %	معدل الهدم جم/دقيقة
مسة	1.78	2.22	17.83	67.34	14.83	0.22
الوسيطة	1.70	1.64	23.30	74.86	1.84	0.23
الحنية	2.42	0.69	12.10	85.19	1.71	0.57
قندولة	3.79	1.26	17.08	59.59	23.33	0.10

القيم المعروضة بالجدول تمثل متوسطات لثلاث مكررات

جدول (4) معامل الأرتباط بين معدل هدم التربة السطحية والمقاس معمليا وبعض خصائص التربة .

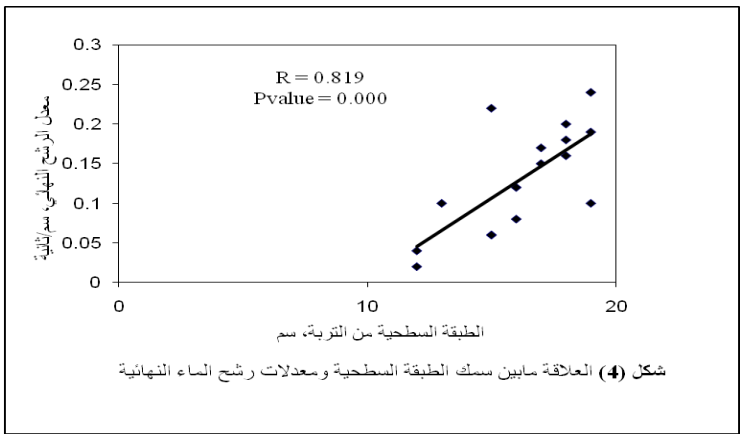
الخاصية	معامل الارتباط (r)	درجة المعنوية (P value)
نسبة المادة العضوية & معدل الهدم	- 0.294	0.706
التوصيل الهيدروليكي المشبع & معدل الهدم	- 0.620	0.380
نسبة الطين & معدل الهدم	- 0.647	0.353
نسبة السلت + الرمل الناعم جدا & معدل الهدم	0.936	0.064
نسبة الرمل الأكبر من 0.1 مم & معدل الهدم	- 0.730	0.270

من الجدير بالذكر أنه من الصعوبة بمكان إن تحاكي الطرق المعملية المشار إليها الظروف الحقلية وعليه فأن نتائجها يجب أن تؤخذ بحذر. بينما قد لا تعبر الطرق البيانية عن واقع الحال باعتبار انه تم تصميمها واختبارها تحت ظروف حقلية تختلف نسبيا عن تلك التي في منطقة الدراسة الحالية. فعلى سبيل المثال طور الشكل البياني لويشماير والمستخدم فى هذه الدراسة بالولايات المتحدة الأمريكية. على الجانب الأخر، تعتمد كثير من الدراسات نتائج القياس المباشر لإنجرافية التربة بالشرائح والملاحظات الحقلية كمرجعية موثوق بها (Van Lynden, 1999., Van Rompaey et al, 2003 and Roose, 2002). أختبار معامل الارتباط بين خاصية معدل الرشح وقيم الانجرافية الواقعية والمقاسة بالشرائح الحقلية أعطى إرتباطا سلبيا عاليا جدا بينهما ($r = -0.902$). مما يشير إلى الأهمية الكبيرة لخاصية معدل الرشح في تحديد إنجرافية التربة. يتفق هذا مع ما وجده Pierson وآخرون (2002) في دراستهم لترب البحر المتوسط بأسبانيا ، من زيادة في تعرية التربة كنتيجة لتناقص معدلات الرشح. كذلك Elliott و Carlson (2004) توصلوا لنتائج مشابهة. Ben-Hur و Aggasi (1997) في دراستهم لترب البحر المتوسط وجدوا كذلك ارتباطا كبيرا بين معدلات الرشح النهائية والانجرافية تحت ظروف تناقص التسرب بالترب السطحية وتدهور بنائها (surface sealing). سمك الطبقة السطحية من التربة (أو الأفق السطحي) غالبا ما يعكس درجة تدهور وتعرية التربة كما انه قد يعكس ماتؤول إليه التربة عندما تفقد غطائها النباتي الطبيعي الدائم. أقترح Van Lynden (1999) أن نسبة الفقد الكلي من التربة السطحية تصلح كمؤشر كمي لتدهور التربة المرتبط بالتعرية. في هذه الدراسة تم أيضا اختبار علاقة الأرتباط مابين خاصية معدل الرشح النهائي وعمق الطبقة السطحية لمجموعة من ترب الأقليم (جدول 5). حيث تبين من التحليل وجود أرتباط معنوي عالي بين الخاصيتين (شكل 4) مما يشير لأهمية عمق الطبقات السطحية جيدة البناء والعالية فى محتواها من المادة العضوية فى تحسين معدلات رشح الماء. كذلك تحسن معدلات الرشح الجيدة من مقاومة التربة لعوامل التعرية وذلك بتقليلها من معدلات الجريان السطحي المتسبب في فصل ونقل حبيبات التربة. الاختبار يؤكد من جديد أهمية معدل الرشح في العمليات المرتبطة بالتعرية وخصوصا نقل التربة بالجريان السطحي. عليه يمكن القول ان الترب الاعلى فى سعة رشح الماء ستحتفظ بطبقة سطحية أعمق وهو ماأكده أختبار الأرتباط في هذه الدراسة. مما سبق يتبين لنا ان معدل الرشح النهائي للماء يكون مؤشرا ذو مصداقية معتبرة للدلالة على قابلية التربة للإنجراف ضمن ترب البحر المتوسط الحمراء. وبالتالي سوف تشجع هذه النتائج على

مزيد من الأهتمام والبحث حول إمكانية أستخدامه للتنبؤ بالإنجرافية فى أقليم البحر المتوسط.

جدول (5) يوضح معدلات الرشح النهائية (سم/ دقيقة) لترب ذات طبقات سطحية بأعماق مختلفة

عمق الطبقة السطحية، سم	18	17	18	17	19	16	18	15	15	12	19	13	16	12	19	15
معدل الرشح النهائي	0.20	0.15	0.18	0.17	0.10	0.08	0.16	0.06	0.22	0.04	0.24	0.10	0.12	0.02	0.19	0.06



شكل (4) العلاقة مابين سمك الطبقة السطحية و معدلات رشح الماء النهائية

ينبغي الإشارة إلى أن الدراسات التي استخدمت طريقة ويشماير البيانية في تقدير عامل انجرافية ترب البحر المتوسط الحمراء بالجبل الأخضر أعطت قيما عالية ومبالغ فيها لذلك العامل (على سبيل المثال: دراسة شركة GEFLI، 1975 و دراسة تقييم الغطاء النباتي بالجبل الأخضر، 2005) عند مقارنة نتائجها مع الطرق الحقلية المباشرة الأكثر ثقة ودقة. كذلك عند الأخذ في الاعتبار أن العديد من المسوحات الميدانية في منطقة الدراسة (على سبيل المثال: Selkhoze Prom Export، 1980 و Aburas، 2009) لم تسجل أي مظاهر تعرية حادة على مناطق الميول المتوسطة إلى الخفيفة تؤيد نتائج الانجرافية المتوسطة إلى العالية التي قدرتها الطريقة البيانية، فإنه يمكن القول إن الاعتماد على طريقة ويشماير البيانية وعلى مكونات قوام التربة بشكل رئيسي قد لا يقود إلى نتائج دقيقة. استخدام مؤشرات أخرى غير مكونات قوام التربة قد يكون ضروريا للحصول على تقدير

أكثر دقة لإنجرافية ترب البحر المتوسط بالجبل الأخضر. وعليه فإن استخدام معدل الرشح النهائي في نماذج تجريبية جديدة ملائمة لظروف منطقة الدراسة سوف يكون خطوة في الاتجاه الصحيح، لكنها تحتاج لمزيد من الدراسات والبيانات التي يجب أن تغطي الترب الرئيسية بالمنطقة حتى يمكن تعميم النتائج على مستوى إقليم الجبل الأخضر. مع ذلك، كون خاصية معدل الرشح تتأثر بمدى واسع من خصائص التربة ومادة الأصل وتتداخل معها قد يجعل منها خاصية معقدة نسبيا يحتاج تطبيقها إلى الكثير من الحذر حتى يمكن من خلالها التنبؤ الدقيق بإنجرافية التربة.

الخلاصة

أستخدام خصائص التربة المطبقة في طريقة ويشماير البيانية مجتمعة للتنبؤ بإنجرافية ترب البحر المتوسط بالجبل الأخضر وخصوصا الضحلة منها لا يقود إلى تقييم أكثر دقة لظاهرة التعرية وتدهور التربة بالمنطقة. حيث أن النماذج التقليدية لتقدير إنجرافية التربة قد ثبت أنها تعاني خللا بنيويا مرجعه توظيف بعض المؤشرات (الخصائص) الأقل فعالية مما نتج عنه مبالغة في توصيف إنجرافية ترب المنطقة. بالتالي فإن تحسينها وتطويرها بالتركيز على المؤشرات الأكثر أرتباطا بخصائص المنطقة الطبيعية كمعدل رشح الماء بالتربة سوف يكون خيارا أفضل.

Final infiltration rate as an indicator for soil erodibility prediction

Murad M. Aburas[1]

Abstract

Erodibility-related soil properties such as silt, sand and clay contents, organic matter content and final infiltration rate were statistically tested. Silt + very fine sand and clay percentage were the most correlated to the predicted values of soil erodibility. Final infiltration rate was relatively less correlated, while organic matter percentage was the least correlated property to the predicted erodibility. According to the regression analysis, soil fractions especially silt + very fine sand were the most significant factor that determines predicted soil erodibility. However, actual field measurements showed that measured soil erodibility was more influenced by infiltration rate compared to soil fractions. Supported by similar results from the Mediterranean region, this paper concluded that the application of infiltration rate as an indicator of erodibility for shallow Red Mediterranean soils can be more reliable than other common indicators.

[1]Soil and Water Department, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University– Al-Beida – Libya.

المراجع

أبوراس، مراد ميلاد (1997). " تأثير إزالة غطاء الغابات للاستخدام الزراعي على فقد التربة وبعض خصائصها بمنطقتي شحات والحمامة"، دراسة ماجستير غير منشورة، جامعة عمر المختار، البيضاء.

بن محمود، خالد رمضان (1995). " الترب الليبية"، الهيئة القومية للبحث العلمي. طرابلس.

جامعة عمر المختار (2005). " دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر"، التقرير النهائي، مؤسسة القذافي العالمية للجمعيات الخيرية، ليبيا

Abu Hammad, A. H., Lundervam, H. and Berresen, T. (2005) 'Adaptation of RUSLE in the Eastern part of the Mediterranean Region', Environmental Management, 34, (6), pp. 829-841.

Aburas, M. (2009) Assessment of Soil Erodibility in Relation to Soil Degradation and Land Use in Mediterranean Libya. PhD thesis. University of Newcastle upon Tyne. UK

Aina, P. O. (1979) 'Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol 43: 173-176

Ben-Hur, M. and Aggasi, M. (1997) 'Predicting interrill erodibility factor from measured infiltration rate', Water Resources Research, 33, (10), pp. 2409-2415.

Bosch, D. D. and King, K. W. (2001) 'Preferential flow, water movement and chemical transport in the environment, proc', 2nd Int. Symp (3-5 January, 2001). Honolulu, Hawaii, USA

Elliott, A. and Carlson, W. (2004) 'Effects of sheep grazing episodes on sediment and nutrient loss in overland flow', Australian Journal of Soil Research, 42, (2), pp. 213-220.

Fox, D. M., Bryan, R. B. and Price, A. G. (2005) 'The role of soil surface crusting in desertification and strategies to reduce crusting', Environmental Monitoring and Assessment, 99, pp. 149-159.

GEFLI. (1975) Study of soil and water conservation in Jabal Lakhdar, Libya. Final repoert.

Hudson, N. (1995) Soil Conservation. London: B T Batsford Limited.

Pierson, F. B., Carlson, D. H & Spaeth, K. E. (2002) 'Impacts of wildfire on soil hydrological properties of steep sagebrush- steep rangeland', International Journal of Wildlife Fire, 11, (2), pp. 145-151.

Roose, E. (2002) 'Evaluationg Monitoring and Forecasting Erosion', 12 th ISCO Conference. Beijing, China

Selkhoze Prom, E. (1980) Soil studies in the eastern zone of Libya. Secretariat of Agriculture, Libya

Troeh, F. R., Hobbs, J. and Donahue, R. (1980) Soil and Water Conservation for productivity and environmental protection. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632.USA.

Van Lynden, G. W. J. (1999) Guidelines for the qualitative assessment of soil degradation, draft report 99. International Soil References and Information Centre (ISRIC), Wageningen

Van Rompaey, A. J., Bazzoffi, P., Jones, R. J., Montanavella, L. and Govers, G. (2003) Valadation of soil erosion risk assessment in Italy. European Commission, Joint Research Centre. EUR 20676 EN

Wilkinson, G. E. and Aina, P. O. (1977) 'Shifting tropical forest soils in Nigeria from bush to arable crops: The effect on the infiltration of water. Geoderma. 15: 51-59.

Wischmeier, W. H. and Smith, D. D. (1978) 'Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning', Agricultural Handbook No 537.