

تقدير كميات الترب المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات الجيوماتيك في محافظة طرطوس، سورية

جلال سلهب*

محمد العبد*

صفاء دويري**

هاني ابراهيم**

الملخص

شهدت العقود الأخيرة استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GIS) في دراسة تدهور الأراضي بشكل كبير، ويأتي هذا البحث ليوضح كيفية التكامل بين هذه التقانات ومعادلة فقدان التربة العالمية (USLE) Universal Soil Loss Equation لتقدير كميات الترب المنجرفة بالانجراف المائي لأراضي محافظة طرطوس، وتوضيح أماكن انتشار الانجراف ومساحاته. تم استخدام صورة التابع الصناعي Landsat 2009، وتقارير وصف مقاطع تربة، وخرائط استعمال الأراضي والغطاء الأرضي، وخرائط طبوغرافية، وبيانات مناخية لتعيين قيم عوامل USLE. أظهرت نتائج الدراسة أن خطورة الانجراف المائي للتربة تكمن في المناطق الجبلية حيث التضاريس شديدة الانحدار والأمطار الغزيرة والأراضي غير المحمية بغطاء نباتي كافي. تنتزع هذه الأراضي بشكل رئيسي في مناطق الأودية والهضاب لاسيما بالمنطقة الشمالية والوسطى، حيث تفقد هذه المناطق من تربها سنوياً أكثر من 150 طن

* مدير مركز البحوث، دمشق.
** باحث، قسم تربة.

تقدير كميات الترب المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات... العبد، سلهب، ابراهيم، دويري

/هكتار/سنة، وتشغل مساحة قدرها 2.46 كم² من كامل اراضي المحافظة (حوالي 0.13% من أراضي المحافظة). وبالمقابل فإن أدنى معدلات انجراف للتربة توزعت في المنطقة السهلية والممتدة من جنوب مدينة طرطوس حتى سهل عكار. إن كميات الانجراف هذه تعتبر عالية جداً، وإذا استمر الانجراف المائي بهذه المعدلات فإنه سيؤدي إلى انجراف التربة وتكشف المادة الأم في هذه المناطق. وضع البحث بعض التدابير والإجراءات من أجل صيانة التربة للحد من معدلات انجرافها مما يساهم في الإدارة المستدامة للأراضي الساحلية.

الكلمات المفتاحية: انجراف تربة مائي، معادلة فقدان التربة العالمية USLE، الإدارة المستدامة للأراضي، استشعار عن بعد، GIS، محافظة طرطوس.

Estimation of Eroded Soil Using Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geomatics in Tartous Governorate, Syria

Mohammed Al-Abd*

Hani Ibrahim**

Jalal Salhab*

Safaa Douiri**

Abstract

Significant advancements of remote sensing application and geographic information system (GIS) in assessing soil degradation problems have been taken place over the last decades. This study explains the methodology used to integrate remote sensing and GIS techniques to characterize the spatial distribution of soil erosion by water in Tartus governorate, Syria. The universal soil loss equation (USLE) was used to calculate the annual soil loss rates for Tartus soils. Mainly Landsat ETM 2009, thematic maps of soils, landuse, Digital Elevation Model (DEM), soil profile descriptions and climate data were used to determine USLE factors. The study showed that soil erosion by water mainly threatens those soils expand over mountainous areas that partly covered with vegetation and exposed to heavy rain. Mostly those lands are distributed in the northern and central parts of Tartus governorate. These areas loss about 150t/ha/y and occupy an area about 2.46 km² (equal to 0.13%) of total lands of Tartus. On the other hand, the lowest rates of soil erosion were distributed in the coastal plain, extending from the south of Tartous to the Akkar plain. These quantities of annual soil loss are considered very high, and if this water erosion persists in these high rates the soil will be

* Director of the Researches Center in Damascus

** Researcher, Soil Department

eroded and the parent material will be exposed in those regions. The study also mentioned a package of remedial measures to combat land degradation.

Keywords: water erosion, USLE, Sustainable land use, Remote sensing, GIS, Tartus governorate.

المقدمة:

يوجد الكثير من الدراسات والابحاث حول دراسة الانجراف المائي للتربة عن طريق التكامل بين بيانات الاستشعار عن بعد وتحليل البيانات باستخدام نظام GIS ومعادلة فقدان التربة USLE، يذكر من هذه الأبحاث على سبيل المثال دراسة قام بها كل من Jurgens و Fander (1993) حيث تم انشاء شرائح GIS لعامل طول الانحدار L وشدته S من موديل الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation Model، وشريحة عامل الغطاء النباتي C من صور لاندسات، وشريحة عامل التربة K من خرائط التربة وذلك من أجل حساب كميات التربة المنجرفة باستخدام معادلة USLE. كذلك قام كل من You و Li (1999)، باستخدام صور لاندسات لتقدير عامل الغطاء النباتي C وعامل الصيانة P لدراسة انجراف التربة. كما قام (Abed 2000) بدراسة انجراف التربة في محافظة اللاذقية اعتماداً على صور سيوت ولاندسات، وخرائط تربة واستعمالات اراضي وطبوغرافية وبيانات هطول مطرية، وتحليل هذه البيانات ضمن نظام GIS لحساب كميات التربة المنجرفة سنوياً باستخدام معادلة فقدان التربة USLE.

تم اختيار محافظة طرطوس كمنطقة دراسة، لأنها تمتلك ظروفًا زراعية ممتازة بسبب موقعها الجغرافي. لكن نتيجة للتطور الزراعي، التوسع العمراني، قطع الغابات، الرعي الجائر، الممارسات الزراعية الخاطئة، وحرث الغابات إضافة لمعدلات الهطل المطري العالية، فإن المنطقة أصبحت تواجه أنماطاً عدة من تدهور الأراضي، ويات الانجراف المائي للتربة يعد مشكلة رئيسية في الكثير من ترب المنطقة. لهذا فانه من الضروري إيجاد

تقنية جديدة لحل هذه المشاكل وتحديد مدى وخطورة انجراف التربة إضافة إلى تطبيق التقانات الحديثة لصيانة الأراضي الزراعية وأراضي الغابات.

تأتي أهمية هذا البحث من كونه يهدف إلى دراسة الانجراف المائي لترتب محافظة طرطوس باستخدام طرائق ومنهجيات جديدة، كما أنه يهدف إلى تقدير كميات التربة المنجرفة سنوياً بشكل كمي، ومن ثم وضع التوصيات اللازمة لإدارة الموارد الأرضية لمنطقة الدراسة من أجل صيانتها وإعادة تأهيل ماتم إنجرافه وتدهوره، وللمحافظة على ما تبقى من التربة المهددة بالإنجراف المائي. يمكن إيجاز أهداف البحث بالنقاط التالية:

1. تقدير كميات التربة المنجرفة السنوية حسابياً نتيجة الإنجراف المائي للتربة.
2. بيان العوامل الأكثر تأثيراً في انجراف التربة.
3. وضع خريطة انجراف التربة لأراضي محافظة طرطوس.
4. وضع التدابير والإجراءات من أجل صيانة التربة للحد من معدلات انجرافها.

مواد البحث Research Materials

تم الاعتماد على طريقة التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و الـ GIS ومعادلة فقدان التربة العالمية (USLE) من أجل تحديد مدى وخطورة انجراف التربة المائي لترتب المنطقة. بشكل عام من أجل تنفيذ البحث تم استخدام المواد التالية:

- صور فضائية متوسطة قدرة التمييز 30 م (LandsatETM8, 30/5/2009)
- خرائط طبوغرافية، ونموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييز مكاني 30م syria_aster_dem30m_utm
- خريطة استعمالات أراضي بمقياس (1:50000)
- معدلات الهطل المطري لعام 2009 مأخوذة من 19 محطة مناخية تغطي أراضي محافظة طرطوس

- بيانات عن ترب منطقة الدراسة خاصة قوام الترب وكميات المواد العضوية، بالاعتماد على تقرير (تصنيف الأراضي ومسح التربة في محافظة طرطوس، وزارة الزراعة، 1986).
- برنامج ERDAS لمعالجة الصور الفضائية، وبرامج ArcGIS و ArcView لتحليل البيانات وربطها.

منهجية البحث Research methodology

تعد النماذج الرياضية مفيدة جداً في تحديد خطورة ومدى وموقع الانجراف، وبشكل عام يعد نموذج معادلة فقدان التربة (USLE) من أكثر النماذج المستخدمة عالمياً لتقدير كميات الترب المنجرفة سنوياً، إذ يستخدم هذا النموذج لتحديد خطورة ومدى انتشار وموقع الانجراف المائي للتربة (Abed، 2000) وذلك بتطبيق المعادلة التالية:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \dots\dots (1)$$

حيث:

- A: Annual soil loss (t/Km².a) الفقد السنوي للترب (طن/كم²/سنة)
- R: Rainfall erosivity factor. عامل قدرة الهطل المطري على التعرية.
- K: Soil erodibility factor. عامل قابلية التربة للتعرية.
- L: Length of slope factor, meter. عامل طول المنحدر (م).
- S: Steepness of slope factor, percent. عامل شدة انحدار المنحدر (%).
- C: Cropping and management factor. عامل الزراعة والغطاء النباتي.
- P: Supporting conservation practice factor عامل إجراءات صيانة التربة.

يلخص الشكل (1) خطوات تطبيق المعادلة (1) من أجل حساب كميات الترب المنجرفة سنوياً بالانجراف المائي لكامل أراضي منطقة الدراسة.

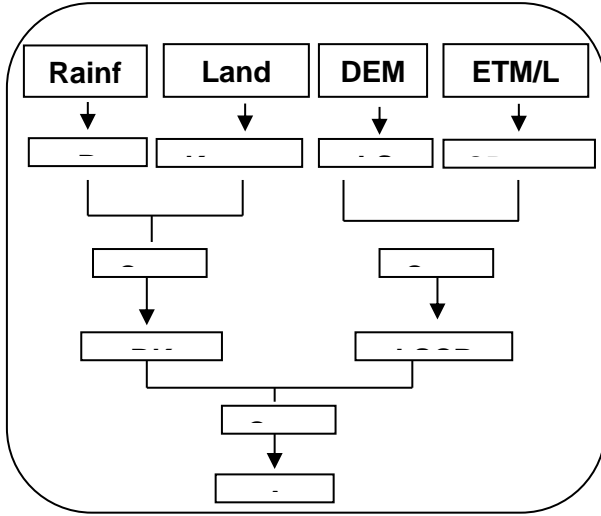
1. حساب عامل قدرة الهطل المطري في انجراف التربة (R) Evaluating the Rainfall Erosivity Factor

يعبر هذا العامل عن قدرة الهطل المطري على جرف التربة من أراضي غير مغطاة أو غير محمية (FAO، 1965) وكلما زادت قوة العاصفة زاد معدل تفكك حبيبات التربة وبالتالي زادت قدرة مياه الأمطار على جرف التربة. كما أن الجريان السطحي يزداد مع زيادة شدة ومدة العاصفة المطرية وهذا بدوره يسرع انجراف التربة (James، 1995). ويمثل هذا العامل القوى المهاجمة بينما بقية العوامل الأخرى تمثل القوى المدافعة في معادلة USLE. يمكن حساب هذا العامل من المجموع السنوي لكميات الأمطار وذلك بتطبيق المعادلة التالية (Dong، 1997):

$$Ei = 1.735 \times 10^{(1.5 \times 1g \frac{Pi^2}{P} - 0.8188)} \dots \dots \dots (2)$$

حيث: Ei: المعدل الشهري للانجراف (مم)، Pi: كمية الهطل المطري الشهري (مم)، P : كمية الهطل المطري السنوي (مم)

تم حساب قيمة عامل R بأخذ معدل Ei السنوي لجميع المحطات المناخية الـ 19 الموجودة في منطقة الدراسة باستخدام المعادلة (2)، وبالنتيجة كانت قيم R تتراوح بين 7.28 و 266.74 .



الشكل (1) منهجية تقدير كميات التربة المنجرفة سنوياً في منطقة الدراسة

الشكل (1) خطوات حساب كميات التربة المنجرفة سنوياً

حساب عامل قابلية التربة للانجراف..... (K) Evaluating the Soil

Erodibility Factor

يعد هذا العامل محصلة لقيم العديد من مواصفات التربة التي تتأثر بالهطل المطري والجريان السطحي، ومن أهم هذه المواصفات كمية المادة العضوية في التربة، والقوام، والبناء، ونفاذية التربة للمياه. إن قابلية التربة للانجراف تزداد مع زيادة نسبة السلت في التربة وتتنخفض مع زيادة نسب الرمل والطين. أما المادة العضوية فتقوم بربط حبيبات التربة مع بعضها وهذا بدوره يزيد من قدرة الحبيبات على التماسك وبالتالي تزداد مقاومتها للانجراف، أما بناء التربة له تأثير كبير على معدل نفاذية التربة للماء، لذا فإن التعرية لن تحدث إذا كان معدل نفاذية التربة أكبر من معدل الهطل المطري. إن التربة ذات البناء القوي لا تنجر بسهولة كما أنها أقل قابلية للانجراف من تلك الضعيفة أو المعدومة البناء (Jerry،

James؛1982، 1995). وجد Wischmeier وزملاؤه 1971 أنه بمعرفة قوام التربة ومحتوى المادة العضوية وبناء التربة ونفاذية قطاع التربة يمكن تقدير قيمة قابلية التربة للانجراف اللازمة للتنبؤ بانجراف التربة في الحقل. في هذا البحث وبسبب قلة البيانات تم تقدير قيمة K اعتمادا على عاملين هما المادة العضوية حسب Bu و Li (1995) ، وقوام التربة حسب Dickinson et at. 1989 جدول (1). وبذلك تم الحصول على شريحة K. تم حساب هذا العامل اعتمادا لى تقرير تصنيف الأراضي ومسح التربة في محافظة طرطوس (وزارة الزراعة، 1986). وباعتماد على الجدولين 1 و2 تم تقدير قيم K التي تراوحت بين 0 و0.309.

تقدير كميات الترب المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات... العبد، سلهب، ابراهيم، دويري

الجدول (1) قيم عامل التربة K حسب كميات المادة العضوية وقوام التربة

قيم K حسب قوام التربة				قيم K حسب كميات المادة العضوية	
قيم K	صفوف قوام التربة	قيم K	صفوف قوام التربة	قيم K	محتوى المادة العضوية (غ/كغ)
0.35	سilty loam سilty لومي	0.11	Sand رمل	1	< 40
0.52	Silt سilty	0.17	Fine sand رمل ناعم	0.9	41 ~ 60
0.21	Sandy clay loam رمل طيني لومي	0.50	Very fine sand رمل ناعم جدا	0.8	61 ~ 80
0.25	Clay loam طيني لومي	0.12	Loamy sand لومي رمل	0.7	81 ~ 100
0.32	Silty clay loam سilty طيني لومي	0.19	Loamy fine sand لومي رمل ناعم	0.6	101 ~ 120
0.13	Sandy clay رمل طيني	0.47	Loamy very fine sand لومي رمل ناعم جدا	0.5	> 121
0.14	Silty clay سilty طيني	0.15	Sandy loam رمل لومي		
0.10	Clay طيني	0.22	Fine sandy loam رمل ناعم لومي		
0.04	Heavy clay طيني ثقيل	0.39	Very fine sandy loam رمل ناعم جدا لومي		
		0.31	Loam لومي		

2. Steepness Factor

يعتبر شكل المنحدر وطوله وشدة انحداره ذو تأثير كبير على الجريان السطحي لمياه الأمطار وبالتالي انجراف التربة (Jerry 1982)، وغالباً ما يعبر طول المنحدر عن المسافة بين نقطة بدء جريان المياه من أعلى قمة في المنحدر إلى تلك النقطة التي ينخفض عندها الانحدار وتبدأ المواد بالترسيب أو إلى تلك النقطة التي يدخل عندها الجريان قناة محددة (Wischmeier و Smith 1965). وعادة ما يعبر عن الانحدار إما كنسبة مئوية أو بالدرجات. إن طول وشدة المنحدر يمكن حسابهما بالمعادلة (3) (Smith و Wischmeier، 1987):

$$LS = (L' / 22.1) m (65.41 * \sin^2\theta + 4.56 * \sin\theta + 0.065) \dots\dots\dots(3)$$

حيث: L عامل طول المنحدر، S عامل ميل المنحدر gradient (%)، L' طول المنحدر slope length (م)، m قيم الأس exponent، تعطى قيمه بالجدول (2) (Wischmeier و زملائه، 1978):

الجدول (2) قيم العامل الأسّي لحساب تأثير طول المنحدر

Slope %	m
≥ 5	0.5
5 ~ 3	0.4
3 ~ 1	0.3
< 1	0.2

عادة يتم حساب قيم عوامل المعادلة USLE بناء على مخططات قياسية بطول 22.13 متر، ويجري حساب قيمة عامل طول الانحدار (L) حسب المعادلة (5) (Wischmeier و Smith، 1965) وذلك بتطبيق الخطوات التالية:

$$L = \left(\frac{L'}{22.13} \right) M \dots\dots\dots(4)$$

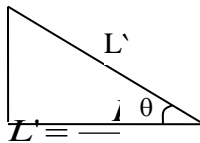
حيث:

- L = slope length factor..... عامل طول المنحدر

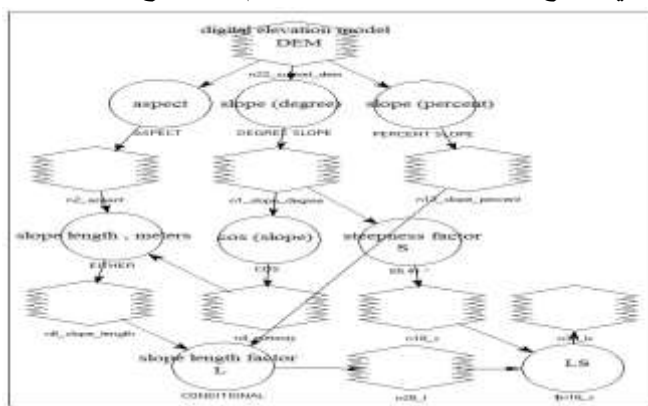
تقدير كميات التربة المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات ... العبد، سلهب، ابراهيم، دويري

- $L' =$ slope length, meters..... طول المنحدر
- $m =$ exponent..... (لاحظ قيمه بالجدول 4)

Since: $\cos\theta = \frac{D}{L'} \Rightarrow L' = \frac{D}{\cos\theta} \dots\dots\dots (5)$



بتطبيق المعادلة 3 تم حساب قيم العاملين معا LS بالاعتماد على الموديل الرياضي الشكل (2) الذي تم بناؤه في برنامج ERDAS، وبالنتيجة كانت قيم LS تتراوح بين 0 إلى 113.8.



الشكل (2) موديل حساب عاملي طول و شدة الانحدار LS

3. حساب عامل الزراعة والغطاء النباتي (C) Evaluating the Cropping & Management Factor

يمثل هذا العامل نسبة فقدان التربة من نظام زراعي معين أو حالة محددة لغطاء نباتي إلى فقدان التربة لأراضي محروثة ومراحة بنفس شروط التربة والطبوغرافية والأمطار. يتضمن هذا العامل التأثير المتداخل ما بين نوع الغطاء النباتي، وتعاقب المحاصيل، ومستوى الإنتاجية،

وطول فترة النمو، وعمليات حصاد المحاصيل، وإدارة مخلفات بقايا المحاصيل، وتوزع الأمطار (Kent و Gary 1980) وتتراوح قيم هذا العامل بين 0 و 1. بشكل عام تم حساب قيمة هذا العامل اعتماداً على صورة التابع الصناعي Landsat ETM8، حيث تم حساب القرينة النباتية المعدلة Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)، التي تحسب وفق المعادلة (6):

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \dots \dots \dots (6)$$

حيث أن NIR تمثل النطاق تحت الأحمر القريب، R النطاق الأحمر. ويتطبيق المعادلة أعلاه كانت قيم القرينة النباتية بين 0.41 إلى 0.66. بعد حساب NDVI، تم حساب عامل الزراعة والغطاء النباتي (C) بتطبيق المعادلة (7) (ACSAD، 2009)، وبالنتيجة تراوحت قيم عامل الغطاء النباتي C بين 0.10 إلى 0.76:

$$C = 0.431 - (0.0805 \times NDVI) \dots \dots \dots (7)$$

4. حساب عامل صيانة التربة (P) Evaluating the Conservation Practice Factor

Practice Factor

يعبر هذا العامل عن النسبة بين فقدان التربة لأراضي تجرى عليها إجراءات الصيانة مع أراضي منحدره محروثة من أعلى لأسفل. ويشمل هذا العامل الإجراءات التالية: الزراعة الشرائطية الكنتورية، إقامة المصاطب أو المدرجات، الزراعة الحافظة، الدورة الزراعية، التسميد، ومعاملة المخلفات النباتية (Kent و Gary 1980). تعتبر الحراثة المستقيمة من أعلى المنحدر إلى أسفله من أسوأ إجراءات صيانة التربة (P=1)، أما الحراثة الكنتورية فإنها تخفض P بمعدل 10-50% (White، 1987) ويتم تقدير قيمة هذا العامل بناء على الخبرة الشخصية للمستخدم، وغالباً فإن قيمة P القريبة من 1 تمثل غياب إجراءات صيانة التربة (Brain، 1996). تم تقدير قيم هذا العامل لأراضي طرطوس حسب دراسة قام بها كل من You وزملاؤه 1999 و CSAR 1995 وذلك لتشابه ظروف استخدامات الأراضي في تلك المناطق مع استخدامات الأراضي السائدة في طرطوس، كما بين ذلك الجدول (3):

تقدير كميات الترب المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات ... العبد، سلهب، ابراهيم، دويري

الجدول (3) قيم عامل صيانة التربة (P) لأنواع مختلفة من استعمالات الأراضي

استعمالات الاراضي	Landcover	قيم P
أراضي مروية	Drainage basin	0.15
زراعات كثيفة	Intensive paddy	0.15
زراعات كثيفة ومحاصيل أخرى	Paddy and other crops	0.35
غابات وأحراج	Brush	1.00
بسائين	Tress	1.00
غير معروفة	Unknown	1.00
مياه	Water	0

حسب الجدول (4) تم تعديل شريحة استعمالات الأراضي في محافظة طرطوس لتناسب انواع

استعمالات الأراضي الواردة فيه، ومن ثم تقدير قيم هذا العامل، التي تتراوح بين 0 و 1.

الجدول (4) قيم العامل P لأنواع مختلفة من استخدامات الأراضي لمنطقة الدراسة

Code	استخدام الاراضي	Landuse Type	P Value
1	مناطق سكنية	Urban land	0
2	زراعات كثيفة مروية	Intensive irrigated agriculture	0.15
3	زراعات مروية	Irrigated agriculture	0.35
4	زراعات غير مروية	Non-Irrigated agriculture	0.35
5	أشجار	Trees	1
6	شجيرات	Brush	1
7	مياه	Water	0
8	أراضي قاحلة	Barren land	1

(adapted from CSAR 1995).

النتائج والمناقشة Results and Discussion

تم الحصول على كميات التربة المنجرفة سنوياً $Annual\ soil\ loss$ (A)، عن طريق ضرب شرائح USLE السنة المذكورة أعلاه مع بعضها البعض من أجل الحصول على خريطة الفقدان السنوي للتربة المنجرفة بالانجراف المائي. من هذه الخريطة نلاحظ أن كميات التربة المنجرفة تتراوح بين 0 - 250 (طن/كم²/سنة)، تم تصنيف هذه القيم حسب دراسة Bu وزملاؤه 1997 وتوضيحها في الجدول (5)، وكما يبين الشكل البياني (3). تظهر خريطة الفقدان السنوي للتربة المنجرفة مناطق انتشار وتوزع الانجراف (الشكل 4).

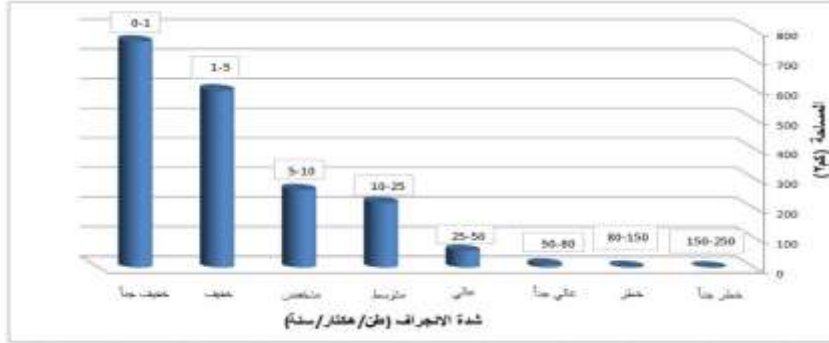
الجدول (5) درجات وكميات التربة المنجرفة سنوياً لأراضي طرطوس

كمية التربة المنجرفة (طن/هكتار/سنة)	Soil loss grade	شدة انجراف التربة	المساحة (هكتار)	المساحة (كم ²)
0 - 1	Very slight	خفيف جداً	76361.22	763.6122
1 - 5	Slight	خفيف	59834.97	598.3497
5 - 10	Low	منخفض	26220.51	262.2051
10 - 25	Moderate	متوسط	21867.57	218.6757
25 - 50	High	عالي	5659.92	56.5992
50 - 80	Very high	عالي جداً	971.46	9.7146
80 - 150	Sever	خطر	223.2	2.232
150 - 250	Very sever	خطر جداً	023.13	0.2313
			1911.389	

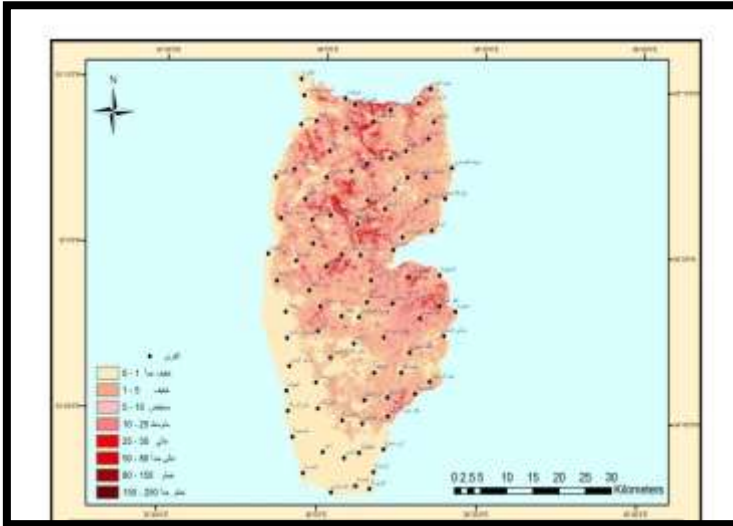
من الجدول نلاحظ أن مساحة الأراضي التي تعاني من معدلات انجراف خفيفة جداً إلى خفيفة تبلغ حوالي 1362 كم²، وهي بذلك تشكل حوالي 71% من مساحة منطقة الدراسة، أما مساحة الأراضي التي تعاني من معدلات انجراف منخفضة إلى متوسطة فهي حوالي 481 كم²، أي بنسبة 25% من مساحة منطقة الدراسة، أما معدلات الإنجراف العالية والعالية

تقدير كميات التربة المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات ... العبد، سلهب، ابراهيم، دويري

جدا تبلغ مساحتها حوالي 66.5 كم²، أي حوالي 3.5% من مساحة المنطقة، بينما درجات الانجراف الخطرة إلى خطرة جداً فهي تشغل مساحة قدرها 2.46 كم² أي بنسبة 0.13%.



الشكل (3) درجات وكميات التربة المنجرفة سنوياً لأراضي طرطوس



الشكل (4) الفقدان السنوي للتربة المنجرفة مائياً في محافظة طرطوس

تظهر نتائج البحث أن خطورة الانجراف المائي للتربة تكمن في المناطق الجبلية حيث التضاريس شديدة الانحدار والامطار الغزيرة والاراضي غير المحمية بغطاء نباتي كافي. وبشكل رئيسي تتوزع هذه الأراضي في مناطق الأودية والهضاب لاسيما في الأماكن التالية من أراضي محافظة طرطوس (لاحظ الشكل 4):

- المنطقة الشمالية: لاسيما المنطقة الواقعة بين قريتي جوبيات وحمى حريصون، كذلك حوالي قرى بلوطية، العامودية، الدويلية، طيرو.
 - المنطقة الوسطى: تتركز مناطق انجراف التربة الأعظمية بالقرب من مدن وقرى حمام واصل، الشيخ بدر، عقر زيتي، قلعة الخوابي، شرق الدلبة، الصفاصيف
 - المنطقة الجنوبية: هناك منطقة وحيدة تعاني تربها من نسب انجراف عالية نسبيا لاسيما جنوب قرية السيسنية وذلك في أقصى الجنوب الشرقي للمحافظة.
- تفقد هذه المناطق من تربها سنوياً أكثر من 150 طن /هكتار/سنة، وتشغل مساحة قدرها 2.46 كم² من كامل اراضي المحافظة البالغ مساحتها حوالي 1900 كم²، وبذلك فهي تشكل حوالي 0.13% من أراضي المحافظة، وهذه معدلات انجراف خطيرة، وإذا ما استمر الانجراف بهذه المعدلات العالية فإن ترب هذه المناطق ستجرف وتظهر الطبقة الأم على المدى القريب، والملاحظ حالياً بالعين المجردة تكشف الصخور الأم في العديد من هذه المناطق، وانجراف التربة بشكل كبير، لاسيما في منطقة الشيخ بدر حيث زرعت الكثير من أراضيها بالزيتون وتكشف صخورها الأم. وبالمقابل فإن أدنى معدلات انجراف تربة توزعت في المنطقة السهلية والممتدة من جنوب مدينة طرطوس حتى سهل عكار، مرورا بقرى وبلدات ومدن مشتى بيت عليان وظهر الدبس والهيشة وعين الزرقا وزاهد والقنيطرة والخرابة والحسنة.

إن كميات الترب المنجرفة المقدرة بهذا البحث تقارب تلك الكميات الواردة في تقرير مشروع (دراسة انجراف التربة في المنطقة الساحلية اللاذقية-طرطوس)، الذي نفذته جامعة

تقدير كميات التربة المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات... العبد، سلهب، ابراهيم، دويري

تشرين بالتعاون مع وزارة الإدارة المحلية والبيئة، حيث تم تقدير كميات التربة المنجرفة حقلياً باستخدام أحواض انجراف خاصة، وبلغت كميات التربة المنجرفة عام 2012 حوالي 194طن/هكتار في منطقة القدموس، و153 طن/هكتار في منطقة الدريكيش (كبيبو وزملاؤه، 2014).

يلاحظ من خلال مقارنة قيم العوامل الستة أن عوامل الانحدار والهطل المطري هي الأكثر تأثيراً على انجراف التربة المائي في منطقة الدراسة. وهذا يؤكد على ضرورة تطبيق إجراءات الصيانة ومكافحة انجراف التربة مثل الحراثة الكنتورية وإقامة المصاطب والمدرجات، التحريج وعدم قطع الغطاء النباتي الطبيعي لاسيما في تلك المناطق الجبلية من أجل تقليل معدلات انجراف التربة والحفاظ على إنتاجية التربة. إذ أن تطبيق إجراءات صيانة مناسبة للتربة من شأنها زيادة نفاذية التربة، وتقليل نسبة الجريان السطحي، وهذا ما يؤدي بالتالي إلى زيادة مخزون المياه الجوفية. أضف إلى ذلك أنه يجب على طرق مكافحة الانجراف في أراضي المنحدرات والغابات أن تراعي تلك الأماكن الغير مستقرة لتجنب حدوث الانزلاقات والانهيارات فوق المناطق شديدة الانحدار.

تظهر الدراسة مدى فاعلية التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و GIS ومعادلة فقدان التربة العالمية (USLE)، وأن هذه الطريقة فعالة لدراسة ومراقبة انجراف التربة على مقياس كبير، لاسيما تقنيات الاستشعار عن بعد كأداة فعالة لمراقبة مناطق شاسعة في وقت قصير وتكلفة منخفضة.

الاستنتاجات والمقترحات

بشكل عام إن المناطق التي تتميز بأراضٍ منجرفة بشكل خفيف، أو أراضٍ متوسطة الانجراف، أو تلك التي لم تتجرف بعد هي الأكثر شيوعاً ويجب أن تعطى اهتماماً خاصاً للمحافظة عليها من التدهور. أما مناطق الأراضي المنجرفة بشدة فيجب أن تكون إجراءات

- مكافحة الانجراف محددة وقابلة للتطبيق. بشكل عام يمكن ايجاز التوصيات والمقترحات للحد من انجراف التربة المائي كما يلي:
1. مراقبة مواقع ومساحات المناطق التي تعاني من معدلات انجراف تربة عالية بواسطة محطات مراقبة انجراف تخصص لهذا الغرض، والاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد في عمليات الرصد والمراقبة
 2. عدم الاخلال بالتوازن البيئي في المناطق شديدة الانحدار بهدف زراعة الاراضي أو شق الطرقات أو اقامة المنشآت السكنية أو السياحية أو الصناعية
 3. توجيه الانتشار العمراني واقامة المنشآت السياحية والصناعية بعيداً عن الاراضي الزراعية وأراضي الغابات
 4. الحد من قطع الغطاء النباتي ومنع الرعي واشعال الحريق في أراضي الغابات أو تلك القريبة منها
 5. تطبيق اجراءات مكافحة الانجراف سيما في المناطق المنحدرة، كالزراعة الكنتورية وإقامة المصاطب والمدرجات، وزيادة فعاليات التشجير الحراجي وبالأخص المثمر
 6. توعية السكان المحليين بخطورة الانجراف، وكيفية الحد منه، وإشراكهم في خطط التنمية المستدامة.

المراجع

1. كيبو عيسى، عبد العزيز بوعيسى، وجهاد ابراهيم. (2014). دراسة انجراف التربة في المنطقة الساحلية اللاذقية-طرطوس، جامعة تشرين ووزارة الإدارة المحلية والبيئة
2. وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي. 1986. تقرير تصنيف الأراضي ومسح التربة في محافظة طرطوس.
3. Abed, M. (2000). The Development of Latakia GIS-Based Soil Database and Related Applied Model, Case Study: Latakia district, Syria. Ph. D. thesis. Zhejiang University, China. 133 p
4. ACSAD, Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands. (2009). Monitoring and assessing land degradation process, selected methods and case studies.
5. Brian, R. (1996). Combining the USLE and GIS for planning crop rotation. <http://www.nhq.nrcs.usda.gov/land/meta/m2030.html>
6. Bu, Z.; and Li, Q. (1995). Preliminary study on the method of soil erodibility value mapping. J. Rural Eco-Environment. 11(1):5~9.
7. Bu Z.; Sun J.; Zhou F.; Tang W.; and Xi C. (1997). A study on quantitative remote sensing method of soil erosion and its application. J. ACTA Pedologica Sinica. 34(3): 235-245
8. CSAR. 1995. Erosion hazards assessment. In: Second Land Resource Evaluation and Planning Project (LREP-II) part C. technical report No. 16, version 1.o, Bogor, Indonesia. Pp. 7-12.
9. Dickinson, T.; Rudra, P.; and Wall, J. (1989). Nomographs and software for field and bank erosion. J. Soil and water conservation. Nov.-Dec: 596-600.
10. Dong, L. (1997). Application of GIS to nonpoint source pollution in West Lake watershed: a case study. Master thesis. Hangzhou. Zhejiang agri. university. Pp. 20-24.
11. FAO. (1965). Soil erosion by water some measures for its control on cultivated lands. Rome. Pp. 141- 156.
12. James, H. (1995). <http://hermes.ecn.purdue.edu/cgi/convertwq?7778>

13. Jerry, M. (1982). Soil and water management and conservation. Handbook of soils and climate in agriculture. CRC press, Florida. Pp. 349-369.
14. Jurgens, C.; and Fander, M. (1993). Soil erosion assessments by means of Landsat TM and ancillary digital data in relation to water quality. J. Soil Technol. (6):215~223.
15. Kent, M.; and Gary, B. (1980). Soil erosion. Jhon Willy & Sons. Ltd., 17-62.
16. Wischmeier, H.; and Smith, D. (1965). Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the rocky mountains, agriculture handbook No. 282. USDA. Washington, D. C.
17. Wischmeier, H.; Johnson, B.; and Cross, V. (1971). A soil erodibility nomograph for farm land and construction sites. J. Soil water conservation. 26, 189.
18. Wischmeier, H.; and Smith, D. (1978). Predicting Rainfall-Erosion Losses, Agriculture Handbook No. 537. USDA. Washington, D. C.
19. White, R.; E.(1987). Introduction to the principles and practice of soil science. 2nd edition. Blackwell scientific publications. Pp. 184-190.
20. You S.; and Li, W. (1999). Estimation of soil erosion supported by GIS: a case study in Guanji township, Taihe, Jiangxi. J. Natural resources. 14(1):63-68.