

دراسة تحديد العوامل المسببة للانجراف المائي لمنطقة البايير والبسيط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

فراس الغماز (1) (2)* ومحمد دكه (1) ويونس إدريس (3)

- (1). قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
 - (2). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
 - (3). الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سورية.
- (*المراسلة: م. فراس الغماز، البريد الإلكتروني: fghammaz@gmail.com، هاتف 0947350420).

تاريخ القبول: 2024/01/28

تاريخ الاستلام: 2023/12/4

الملخص

يُعد الانجراف المائي من أهم المشاكل التي تتعرض لها الأراضي على المنحدرات وبخاصة عند زيادة الهطل السنوي في منطقة البايير والبسيط في محافظة اللاذقية. تم تقاطع شرائح العوامل التالية باستخدام الـ GIS بعد تثقيفها لتحديد الأراضي المتدهورة ودرجة التدهور وهي شرائح الهطولات المطرية العليا المتكررة، وقوام التربة، والنسبة المئوية للمادة العضوية، واستعمالات الأراضي، والميل. وبالتالي الخارطة المنتجة تدل على بؤر تدهور الأراضي أو الأراضي الأكثر عرضة للتدهور والانجراف بواسطة الجريان السطحي لمياه الهطولات المطرية الشديدة، والتي عند مقاطعتها مع شريحة الوحدات الفيزيوجرافية نتجت شريحة المناطق الممثلة لكل نوع تدهور (خفيف، متوسط، شديد.. إلخ) اعتماداً على اختلاف الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة الدراسة ونوع التربة، حيث تم أخذ عينات تربة للمناطق المختارة لدراسة خواص التربة. تم إنتاج خارطة فقد التربة من خلال مقاطعة شرائح الهطول المطري، ودرجات الانحدار، واستعمالات الأراضي والنشاط البشري، وقوام التربة، ومؤشر التغطية النباتية NDVI. يُلاحظ من خارطة فقد التربة أن المناطق التي كان تقييم الانجراف فيها منخفضاً هي المناطق التي تكون منبسطة أي أن عامل الميل فيها يكون منخفضاً والمناطق التي ينتشر فيها غطاء نباتي، ونستنتج من ذلك أن عاملي (الميل والغطاء النباتي) هما العاملان اللذان يتحكمان بعملية الانجراف في منطقة الدراسة، لأن عامل الغطاء النباتي يساهم في التخفيف من القدرة الانجرافية لقطرة المطر وتقليل حركة الجريان السطحي للمياه، وبالتالي يخفف من عمليات انجراف التربة.

الكلمات المفتاحية: الانجراف المائي، خارطة فقد التربة، الأراضي المتدهورة، الجريان السطحي، القدرة الانجرافية لقطرة المطر، عامل الميل.

المقدمة:

يعرف تدهور التربة بأنه ما يحدث من انخفاض أو فقدان للإنتاجية والتنوع الحيوي لأراضي المحاصيل والغابات والمراعي، ويحدث نتيجة عوامل فيزيائية وكيميائية وبيولوجية (Lal, 1993) أو نتيجة عدم التطابق بين نوعية الأراضي واستخداماتها (Beinroth et al 1994).

كما يعرف تدهور الأراضي حسب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف بأنه ما يحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة من انخفاض أو فقدان للإنتاجية والتنوع الحيوي لأراضي المحاصيل البعلية والمروية وأراضي المراعي

والغابات نتيجة لاستخدامات الأراضي أو نتيجة لعملية ما أو مجموعة من العمليات بما في ذلك العمليات الناجمة عن الأنشطة البشرية ويساهم عامل الجفاف في تسارع عمليات تدهور الأراضي اتفاقية التصحر العالمية (UNCCD, 2009). ويتجلى هذا التدهور بتدهور خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والخصوبية والحيوية ثم فقدان الطويل الأمد للغطاء النباتي ومن ثم انجراف وتعرية التربة.

هناك أسباب عديدة لتدهور التربة أهمها الانجراف بنوعيه المائي والريحي، وتتعلق شدة الانجراف المائي بما يلي:

1. حجم قطرات المطر Rain drop size
2. الشدة المطرية Rainfall intensity
3. نفاذية التربة Soil permeability
4. حجم حبيبات التربة Particle size
5. التهام حبيبات التربة
6. حراثة التربة
7. انحدار السطح Slope
8. طول المنحدر Slope Length
9. شكل المنحدر Slope Shape
10. الغطاء النباتي

يساعد الغطاء النباتي على خفض معدلات انجراف التربة بشكل كبير، ويتناسب ذلك طردياً مع كثافة هذا الغطاء. (Wischmeier, 2013).

ففي دراسة أجريت بهدف تقييم خطر الانجراف المائي في أحد الأحواض المائية في الهند باستخدام المعادلة العالمية المعدلة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية تبين أن الحد الأعلى من فقد التربة بلغ 17.73 طن/هـ/سنة حيث تكثر الغابات المتدهورة الواقعة على منحدرات شديدة (Prasannakumar et al., 2013).

ولتحديد مدى تدهور التربة، تستخدم تقانات الاستشعار عن بعد Remote Sensing (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System كأدوات فعالة في دراسة بعض الظواهر الطبيعية كانجراف التربة المائي، ومراقبة التغيرات في الغطاء النباتي الطبيعي، كما تستخدم بشكل أكثر فعالية في تصنيف الأراضي وتحديد مقدرتها الإنتاجية ودرجة تدهورها وتحديد أسباب وعوامل هذا التدهور، كما تساعد في محاولة إيجاد الحلول لتخفيف أثر هذه العوامل.

ترتبط ظاهرة الانجراف المائي بمجموعة من العوامل، وقد حاول (Henin, 1950) التعبير عنها رياضياً بالشكل التالي:

$$E = \frac{I_p \cdot R \cdot S}{K \cdot V_e}$$

حيث إن:

I_p : شدة الهطول المطري.

R : الميل.

S : عامل التربة (درجة قابلية التربة للانجراف).

K : النفوذية.

Ve: النبت.

هذا يعني أن الانجراف متعلق بعوامل مناخية، طبوغرافية، التربة، النبت، بالإضافة إلى العامل البشري الذي له الدور الكبير في زيادة أو تخفيض الانجراف.

فمثلاً يمكن التأثير في عاملي S, K وذلك عن طريق تحسين بنية التربة واستخدام المصاطب لزيادة رشح الماء وقطع الانسيال السطحي بالإضافة إلى زراعة النباتات، أو إعادة التشجير لحماية التربة وهذه تمثل العامل V_e . وبذلك يمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الرمزية الوصفية التالية:

الانجراف = متغير (المناخ، الطبوغرافية، النبت، التربة، الإنسان)

هذه المتغيرات متداخلة مع بعضها ومرتبطة فيما بينها، والانجراف هو محصلة مرتبطة بهذه التغيرات.

ويُعد استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد من أفضل الوسائل الحديثة لدراسة الموارد الطبيعية والتعرف على خصائصها وأماكن تواجدها ثم مراقبتها ووضع الخطط لاستغلالها، بالإضافة إلى تطبيقاتها في رصد وتتبع الظواهر البيئية التي تؤثر على عمليات التنمية الزراعية المتواصلة مثل الجفاف والتصحر وعوامل التعرية والانجراف وتدهور التربة، ثم يلي ذلك استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية لإدخال وتخزين وتحليل البيانات والمعلومات والخرائط وصولاً إلى استخلاص النتائج والمؤشرات التي تقيد كثيراً في توفير قواعد بيانات جغرافية متكاملة تخدم كثيراً الباحثين والدارسين والمهتمين ومتخذي القرار.

إن عملية مراقبة الموارد الأرضية بطرق علم الاستشعار عن بعد تتطلب عمليتين أساسيتين هما:

- جمع البيانات Data Acquisition.

- تحليل البيانات Data Analysis.

وجد العسكر (2006) أن معدل الانجراف المائي بطريقة المساكب في جبل البشري ان بحدود (35.5-36.5) طن/هكتار/سنة، أما معدل تطور التعرية الأخدودية فقد بلغ (1-1.7) م/سنة. تشير الدراسات السابقة أن الانجراف المائي يُشكل خطورة على الطبقة السطحية للتربة الأكثر خصوبة ويسبب خسارة التربة بالكامل، وتكشف المهد الصخري، لذا لا بد من العمل على وقف هذا التدهور تحقيقاً لمبدأ الاستخدام المستدام للتربة، حيث بيّنت التقديرات إلى أنه عند فقدان سماكة 1 ملم طبقة تربة تشرنوزوم يضيع من الهكتار الواحد نحو 76 كغ أزوت، 24 كغ فوسفور، و 80 كغ بوتاسيوم، علماً أنه لإنتاج 1 طن من الحبوب يلزم قرابة 33 كغ أزوت و 10 كغ فوسفور و 26 كغ بوتاسيوم (Zachar, 1982). كما يُفقد مع ماء الانسيال السطحي كثيراً من العناصر الصغرى، مثل المنغنيز والنحاس والكوبالت، وهذا دليل على أن التعرية المائية تؤدي إلى جرف وغسيل طبقة التربة الأكثر خصوبة المحتوية على العناصر المعدنية المغذية اللازمة لنمو النباتات وتطورها (Zachar, 1982).

كذلك أظهرت دراسة بهدف التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي باستخدام المعادلة العالمية المعدلة RUSLE والد GIS في منطقة حوض سد صلاح الدين بعد أن تم اشتقاق خارطة انجراف التربة باستخدام برنامج ArcGIS بالاعتماد على مجموعة طبقات عوامل الانجراف بعد عمل مطابقة لها Overlying وبناءً عليه تم تقدير معدل الانجراف السنوي في التربة (طن/هكتار/سنة) وقد تم تصنيفها إلى خمسة صفوف بناءً على تمثيل القيم المستخرجة بواسطة منحني تراكمي حيث أن خطر الانجراف المائي يقع ضمن خمس صفوف: منخفض جداً أقل من 5 طن/ه/سنة، منخفض تتراوح كميات الفقد بين (5-9.5) طن/ه/سنة، ومتوسط تتراوح كميات الفقد بين (9.5-16) طن/ه/سنة، وعالي تتراوح كميات الفقد بين (16-94) طن/ه/سنة، وتركز في الجزء الغربي والمتوسط وعالي جداً تجاوزت كميات الفقد 94 طن/ه/سنة (حشمة، 2016).

وأكدت العديد من الدراسات على تركّز أعلى معدلات انجراف التربة في مناطق البحر الأبيض المتوسط إذ بلغت نسبة الأراضي المتدهورة بسبب الانجراف 80% (Rodrigo et al., 2015)، ويُعزى السبب في ذلك إلى تراجع مساحة الأراضي المزروعة، والانحسار التدريجي للغابات بالإضافة للأمطار الغزيرة التي تهطل بكميات كبيرة خلال فترات قصيرة وتدني درجة ثباتية بناء التربة، علماً أن عمليات تشكّل التربة بطيئة جداً وتحدث بمعدل (0.01-0.1) ملم/سنة، معتمدةً على الوضع الجيولوجي والظروف البيئية، يُعزى السبب في ذلك إلى سيطرة فترة الجفاف لمدة طويلة على مدار العام يليها هطول مطري غزير خلال فترة قصيرة مع ملاحظة وجود التضاريس شديدة الانحدار في تلك المناطق (Panagos et al., 2015).

كما تمت دراسة الغطاء النباتي الطبيعي والاصطناعي في الساحل السوري، بالاعتماد على بيانات الاستشعار عن بعد، وهدفت الدراسة إلى إجراء مناقشة عامة حول الغطاء النباتي وتوزعه، وأثر المناخ، والارتفاع عن سطح البحر، وأنواع الأتربة، على الغطاء النباتي في تلك المنطقة. كما وُضعت خارطة الغطاء النباتي الطبيعي واستعمالات الأراضي للمنطقة الساحلية. (كبيبو وجلول، 2002).

تم استخدام العديد من التقنيات لمنع أو تقليل معدلات الانجراف المائي نذكر منها: الحراثة وفق خطوط الكونتور، والابتعاد عن الحراثة باتجاه الميل وإضافة الأسمدة العضوية والمعدنية، استصلاح الأراضي الغدقة والمالحة والقلوية وإضافة الجبس والمركبات الكيميائية المساعدة على زيادة درجة التحبب. (العسكر والمسبر، 2018).

يشكل انجراف التربة في المناطق الجبلية والمنحدرة أهم النتائج السلبية لتهور الغابات أو زوالها الجزئي أو الكلي مع العلم أن شدة الانجراف ترتبط بعوامل عديدة من أهمها نوع التربة والنبات وانحدار الأرض والهطولات المطرية (نحال، 2005).

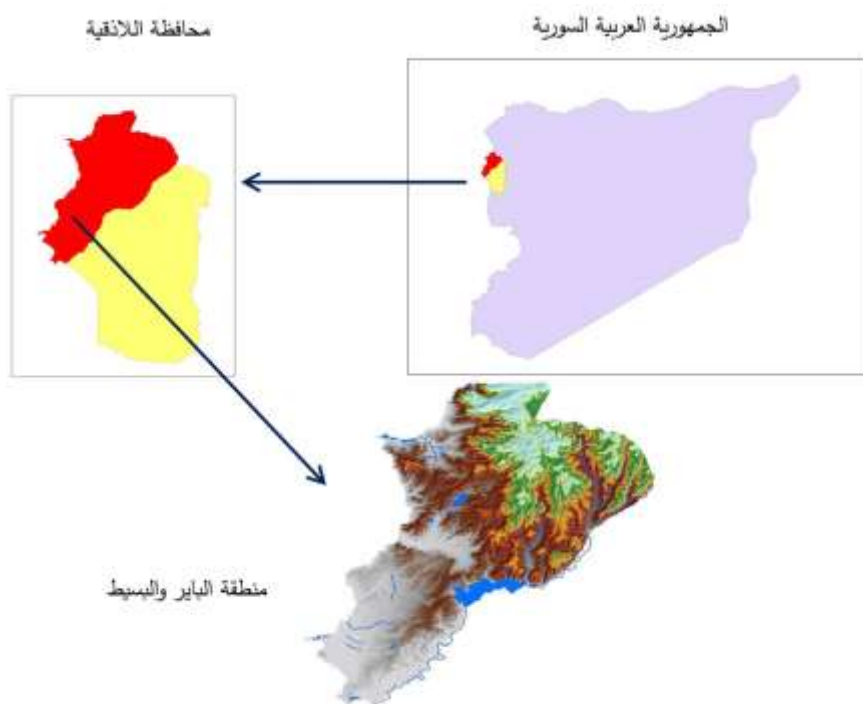
يهدف البحث إلى تحديد العوامل المؤثرة في الانجراف المائي وإنتاج خارطة فقد التربة في منطقة البايير والبيسط

مواد البحث وطرائقه:

1. منطقة البحث (منطقة البايير والبيسط):

أُجريت الدراسة في منطقة البايير والبيسط وتمثل هذه المنطقة استمراراً لكتلة جبال الساحل السوري الأساسية وتمتد حتى لواء اسكندرون وتسمى (جبال البايير والبيسط) وتعدّ هذه السلسلة من أجمل المناطق الطبيعية في سوريا وأغناها وأشدها خضرة وأوفرها بالحياة البرية والغابات، تسمى الأجزاء الشرقية للسلسلة بالباير والأجزاء الغربية بالبيسط وتضم هذه الجبال مناطق متعددة مشهورة بجمالها منها كسب وغابات الفرلق ورأس البسيط وتشالما ومنطقة السمرا وربيعة، أعلى قمة في السلسلة جبل الأقرع المشهور وسبب تسميته خلو قمته من الأشجار ويبلغ ارتفاعه 1736 متر، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة 86517.2 هكتار.

ويبين الشكل (1) موقع الدراسة ضمن محافظة اللاذقية وعلى خارطة سورية.



الشكل (1): موقع الدراسة بالنسبة للجمهورية العربية السورية وبالنسبة لمحافظة اللاذقية

2. المواد والبرامج والأجهزة المستخدمة في البحث:

A. البيانات المناخية:

وتشمل بيانات الهطولات المطرية اليومية والشهرية للمحطات المناخية المتوزعة في منطقة البايير والبسيط، لاختيار قيم الهطولات المطرية الغزيرة والمتكررة.

B. الخرائط الطبوغرافية:

الحصول على رقع الخرائط الطبوغرافية الأساس لمنطقة البايير والبسيط بمقياس 1:25000

C. الخرائط الغرضية:

خارطتي تصنيف التربة واستعمالات الأراضي لمنطقة البايير والبسيط.

D. الصور الفضائية:

- الحصول على أرشيف الصور الفضائية الخاص بالكتلة الحيوية النباتية NDVI.

- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation Model بدقة 30 م.

- صور فضائية لاندسات 8.

E. برنامج Microsoft Office Excel لمعالجة البيانات المناخية المطرية.

F. برنامج ArcGIS 10.8

G. برنامج Earth Explorer من موقع <https://earthexplorer.usgs.gov>

3. حساب العوامل المؤثرة في الانجراف:

1.3. إعداد البيانات المطرية:

تم العمل في البداية على معالجة البيانات المناخية المطرية باستخدام برنامج Excel حيث تم فرز القيم العليا للهطولات المطرية وإنشاء شريحة (Layer) بالهطولات المطرية العليا باستخدام برنامج ArcGIS، ثم من قيم الهطولات المطرية العليا تم فرز القيم

المتكررة وإنشاء شريحة (Layer) بالهطولات المطرية العليا المتكررة باستخدام برنامج ArcGIS، وذلك للمساعدة لاحقاً في تحديد المناطق المتدهورة بفعل الانجراف المائي أو بما تسمى المناطق الساخنة (Hot Spot).

2.3. شريحة استعمالات أراضي:

إنتاج شريحة استعمالات أراضي لمنطقة البايير والبسيط لتحديد نسب التغطية النباتية (خشونة سطح التربة) ومن ثم مقاطعتها مع خارطة الهطولات المطرية العليا والمتكررة وذلك لتحديد أثر خشونة السطح في التقليل من تأثير الهطولات المطرية في انجراف التربة، حيث تمت الاستعانة بخارطة استعمالات الأراضي للساحل السوري المنتجة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية والخارطة المنتجة في مشروع مسح الموارد الطبيعية سنارز ومقارنتها مع صورة فضائية لاندسات 8 لتحديثها بعد إنتاج خارطة مؤشر القرينة النباتية (NDVI).

3.6. المسح الحقلّي:

تم أخذ تحاليل عينات التربة في المناطق المتدهورة بفعل الهطولات المطرية العليا والمتكررة السابقة الذكر، مع التركيز على نتائج التحليل الميكانيكي التي تعطي مؤشر لقابلية الأرض للانجراف والتدهور، وإنتاج شريحة (Layer) لقوام التربة وشريحة (Layer) للنسبة المئوية للمادة العضوية.

4.3. إنشاء شريحة الميل (Slope):

أنتجت شريحة الميل بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتم تطبيق تحليل السطوح Surface Analyses للحصول على خارطة اتجاه الميل السائد في منطقة الدراسة وتم تصنيفها إلى أربع وحدات انحدار في المناطق المدروسة كالاتي:

- i. نسبة الانحدار (الميل) $\leq 30\%$ (الميل شديد جداً)
- ii. نسبة الانحدار (الميل) $\leq 20\%$ و $> 30\%$ (شديدة الميل)
- iii. نسبة الانحدار (الميل) $> 20\%$ و $< 3\%$ (متوسطة الميل)
- iv. نسبة الانحدار (الميل) $= (3 - 0)\%$ (مناطق مستوية).

وبالتالي تم تقاطع Intersection شرائح العوامل التالية باستخدام الـ GIS بعد تنقيتها لتحديد الأراضي المتدهورة ودرجة التدهور:

1. شريحة الهطولات المطرية العليا المتكررة.
2. شريحة قوام التربة.
3. شريحة النسبة المئوية للمادة العضوية.
4. شريحة استعمالات أراضي.
5. شريحة الميل (Slope).

حيث تتضمن خارطة تحديد الأراضي المتدهورة العوامل التالية:

- A. تغير الغطاء النباتي.
- B. نسبة انحدار عالية.
- C. شدة مطرية عالية.
- D. ممارسات بشرية خاطئة.

وبالتالي الخارطة المنتجة تدل على بؤر تدهور الأراضي أو الأراضي الأكثر عرضة للتدهور والانجراف بواسطة الجريان السطحي لمياه الهطولات المطرية الشديدة (Focus Degraded Spots). والتي عند مقاطعتها مع شريحة الوحدات الفيزيوجرافية سينتج شريحة المناطق الممثلة (Representative Areas) لكل نوع تدهور (خفيف، متوسط، شديد.. إلخ) اعتماداً على اختلاف الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة البايير والبسيط ونوع التربة، حيث تم أخذ عينات تربة للمناطق المختارة لدراسة خواص التربة. مع ملاحظة إمكانية وجود أكثر من منطقة ممثلة في المنطقة المتدهورة الواحدة (Hot Spot) ولنفس الوحدة الفيزيوجرافية. يتم إعادة تصنيف شريحة الهطول المطري وشريحة درجات الانحدار وشريحة استعمالات الأراضي والنشاط البشري وشريحة قوام التربة وشريحة مؤشر التغطية النباتية NDVI، لإنتاج الخارطة النهائية لانجراف التربة المائي، حيث يتم تصنيفها إلى صفوف تبعاً لأولويات انجراف التربة كما في الجدول (1).

الجدول (1): درجات الانجراف المائي

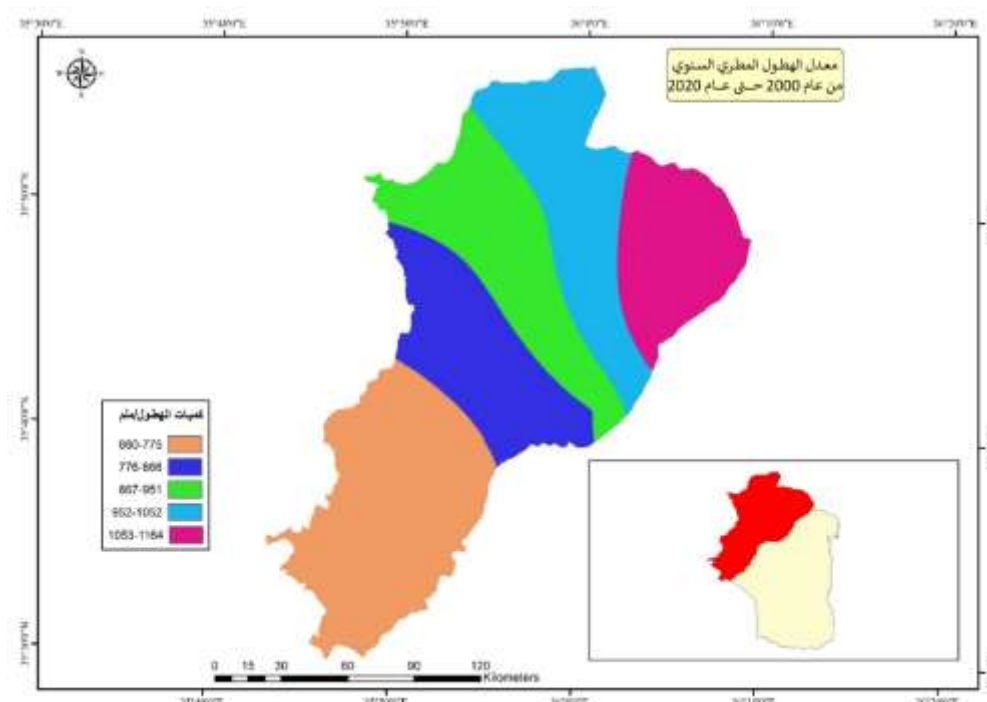
5	4	3	2	1	مؤشرات الانجراف
1053-1164	952-1052	867-951	776-866	-680 775	الهطل والجريان
-	الترب لومية طينية	الترب لومية طينية	الترب لومية	-	قوام التربة
-	> 30%	%30	%20	%3	النسبة المئوية للانحدار
-0.2	0.079	0.20	0.26	0.32	دليل القرينة النباتية NDVI
بحيرات وعمران	تكشفت صخرية	أراضي زراعية مروية (محاصيل)	أشجار مثمرة	غابات	استعمالات الأراضي والغطاء الأرضي

النتائج والمناقشة:

A. عامل الهطل:

يحدث المطر في منطقة الدراسة على شكل زخات قوية، ويمتاز بعدم انتظامه إذ تهطل كميات كبيرة من الأمطار وبشدات عالية، الأمر الذي يشجع على انجراف التربة.

وتتباين معدلات الأمطار في منطقة الدراسة حسب الارتفاع عن سطح البحر، وحسب الشكل التالي يوضح التباين المكاني لمعدل المطر السنوي في منطقة الدراسة، إذ توضح الخارطة كمية المطر الموسمية والتي تراوحت بين (680) ملم/سنة في الأجزاء الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة، و (1164) ملم/سنة في الأجزاء الشمالية الشرقية. ويبين الشكل (2) خارطة معدل الهطول المطري السنوي من عام 2000 حتى 2020 في منطقة البايير والبسيط.



الشكل (2): خارطة معدل الهطول المطري السنوي من عام 2000 حتى 2020 في منطقة البايير والبسيط

يقل الانجراف في المناطق قليلة الأمطار لأن الماء الهاطل تمتصه التربة بسرعة ويُستهلك من قبل النبات في حال وجود نباتات وبذلك لا توجد إمكانية لتشكيل ماء الانسيال السطحي. كما أن ارتفاع معدل الهطول السنوي (أكثر من 1000 ملم/سنة) يقلل أيضاً من الانجراف وذلك لأن هذه الأمطار تسبب في نمو غطاء نباتي غابوي كثيف قادر على حماية وصيانة التربة، أما المناطق المتوسطة الهطول فهي الأكثر تعرضاً للانجراف بسبب تبعثر الغطاء النباتي وفعاليتها ضعيفة في حماية سطح التربة (دكة، 2004). وبناءً على وجود التغطية النباتية وبيانات الهطول المطري السنوي من عام 2000 حتى عام 2020 في منطقة البايير والبسيط يتم وضع جدول معدلات الهطول المطري وتثقيلاً.

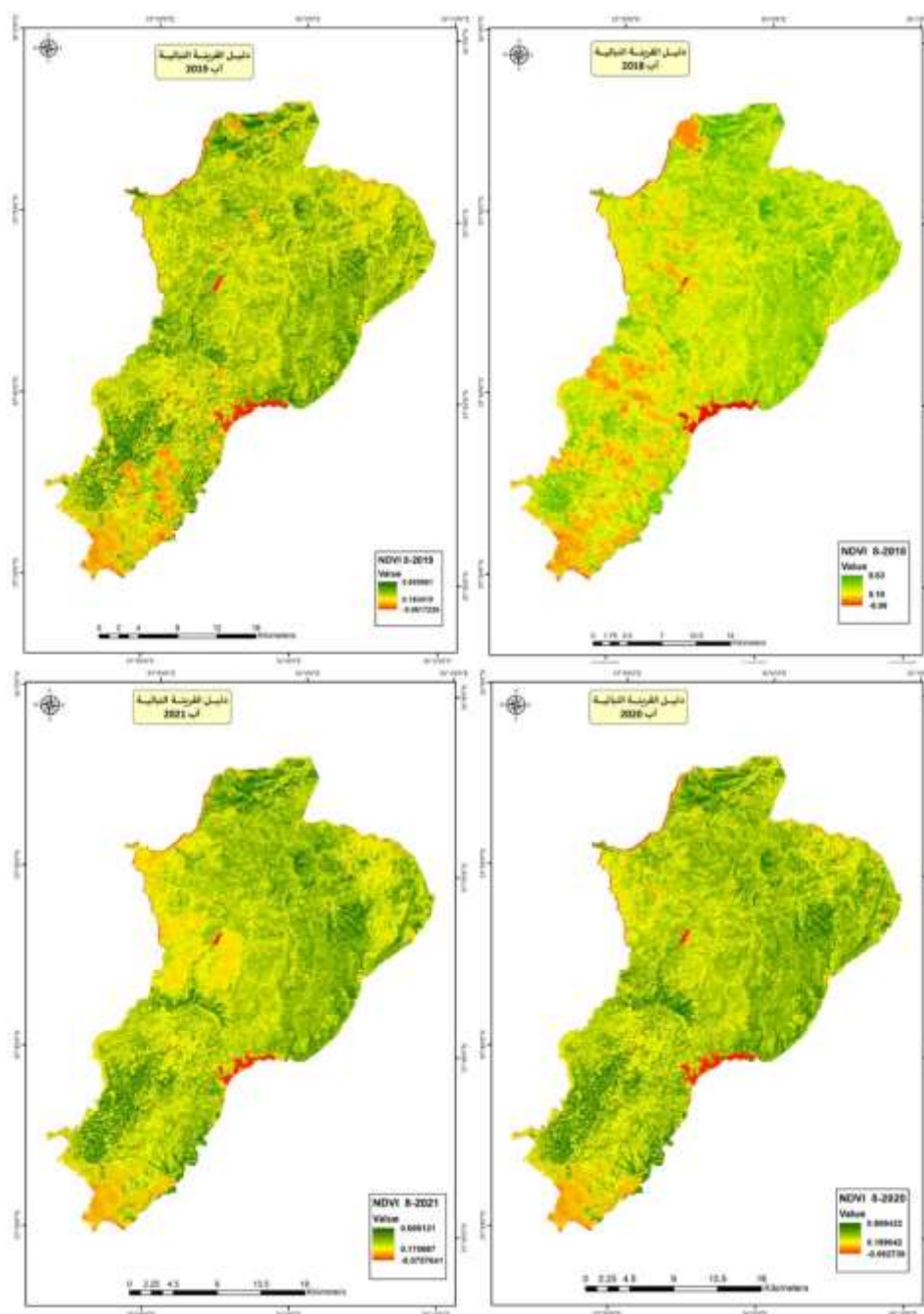
الجدول (2): تصنيف معدلات الهطول المطري

التصنيف	الوزن	معدلات الهطول المطري من عام 2000 حتى 2020
قابلية الانجراف قليلة جداً	1	775 – 680
قابلية الانجراف قليلة	2	866 – 776
قابلية الانجراف متوسطة	3	951 – 867
قابلية الانجراف شديدة جداً	5	1052 – 952
قابلية الانجراف شديدة	4	1164 – 1053

B. عامل الغطاء النباتي:

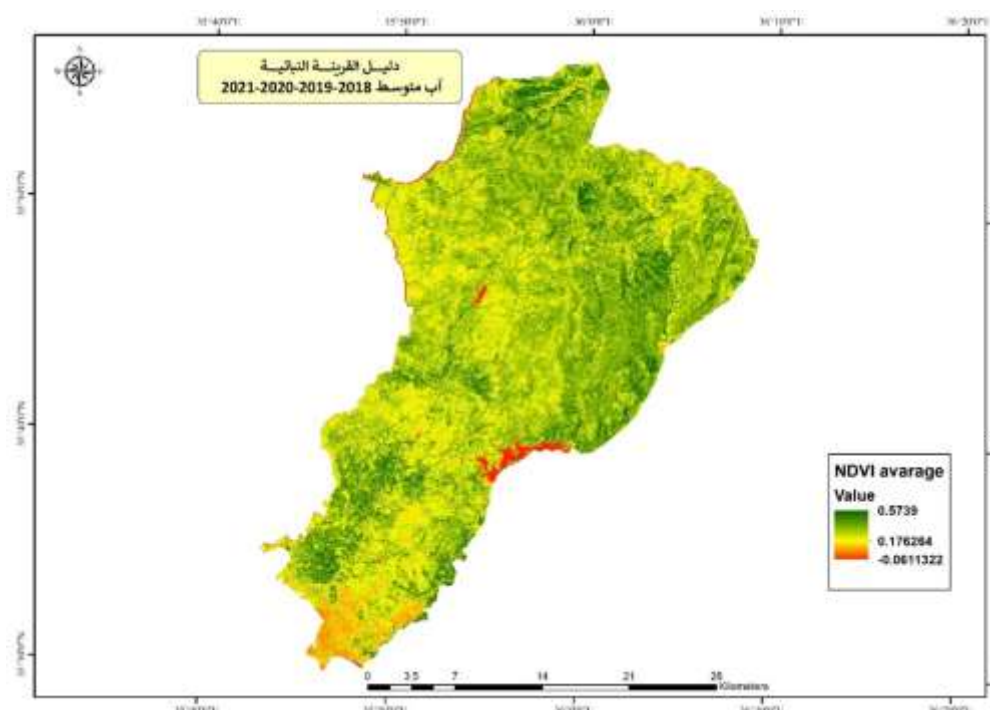
يُعد الغطاء النباتي من أهم العوامل التي تؤثر على انجراف التربة إذ يعمل على تقليل سرعة الجريان السطحي ويقلل حدة التصادم بين قطرات المطر وسطح التربة ويمنع الفعل التخريبي لها (Anejionu et al, 2013). ويعتبر الدليل Normalized difference vegetation index (NDVI) من أكثر الأدلة النباتية استخداماً في الاستشعار عن بُعد. ويستخدم على نطاق واسع لتحليل الغطاء النباتي ودراسته، إذ إنه يساعد في تمييز الغطاء النباتي عن الأنواع الأخرى من الغطاء الأرضي، وتحديد حالته الكلية. كما يسمح بتحديد وفصل المناطق ذات الغطاء النباتي واكتشاف التغيرات غير الطبيعية في عملية النمو.

بعد إعداد خارطة NDVI من أربع صور فضائية لاندسات 8 مأخوذة في شهر آب للأعوام (2021-2020-2019-2018)، كما في الشكل التالي:



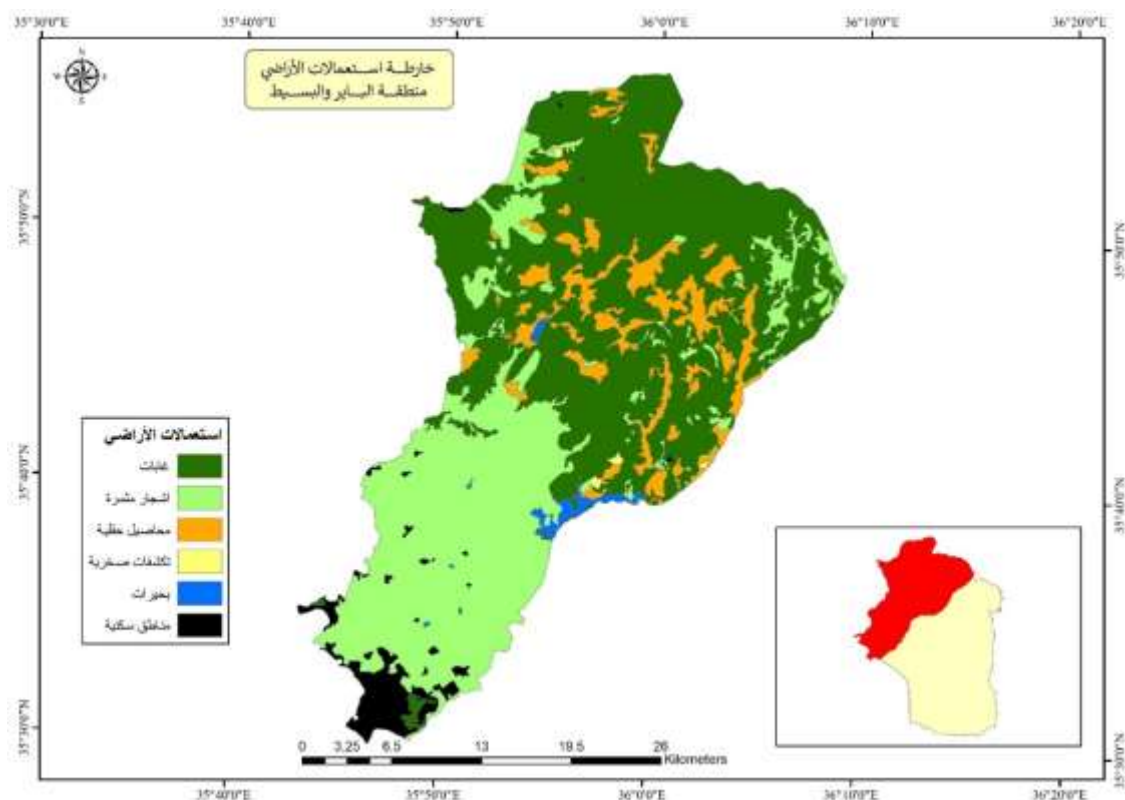
الشكل (3): دليل القرينة النباتية في شهر آب للأعوام 2021-2020-2019-2018

وتم حساب متوسط دليل القرينة النباتية للأعوام الأربعة باستخدام برنامج ArcGIS من خلال الأداة Raster Calculator لإنتاج خارطة دليل القرينة النباتية لمتوسط الأعوام الأربعة كما في الشكل (4).



الشكل (4): خارطة متوسط دليل القرينة النباتية

حسب الشكل السابق تمثل القيم العليا (0.57) المناطق الشمالية الغربية من منطقة الدراسة حيث توجد الغابات وأراضي المحاصيل والأشجار المثمرة بالتالي، بينما القيم المنخفضة (0.17) وأقل من تلك القيم تمثل بعض الأشجار المثمرة والمناطق السكنية. تم التحقق من خارطة استعمالات الأراضي بمقاطعها مع خارطة متوسط دليل القرينة النباتية، ويبين الشكل التالي خارطة استعمالات الأراضي لمنطقة البايير والبسيط.



الشكل (5): خارطة استعمالات الأراضي لمنطقة البايير والبسيط

حيث كانت مساحات استعمالات الأراضي كما في الجدول (3):

الجدول (3): مساحات استعمالات الأراضي لمنطقة البايير والبسيط

استعمالات الأراضي	المساحة / الهكتار	النسبة المئوية من المساحة الكلية
غابات	43809.2	50.894
أشجار مثمرة	30255.3	35.148
محاصيل حقلية	7953.15	9.239
تكشفات صخرية	210.332	0.244
بحيرات	790.267	0.918
مناطق سكنية	3060.43	3.555
المجموع	86078.679	100

تم استبعاد مناطق التكشفات الصخرية والبحيرات والمناطق السكنية من التثقيل لأنها لا تدخل في العوامل المؤثرة في الانجراف المائي للتربة، كما في الجدول التالي:

الجدول (4): تصنيف استعمالات الأراضي

استعمالات الأراضي	الوزن	التصنيف
محاصيل حقلية	3	شديدة القابلية للانجراف
أشجار مثمرة	4	متوسطة القابلية للانجراف
غابات	5	قليلة القابلية للانجراف

C. خصائص التربة:

جُمعت نتائج تحليل عينات التربة المأخوذة من منطقة البايير والبسيط في الجدول رقم (5).

الجدول (5): بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب منطقة الدراسة

رقم العينة	نوع القوام	% رمل	% سلت	% طين	% OM	pH
1	لومي	42	40	18	1.9	5.9
2	لومي	51	34	15	1.18	6.5
3	طيني	17	37	46	2.4	7.5
4	طيني	25	24	51	2.57	7.1
5	رملّي سلتّي طيني	49	26	25	1.9	7.1
6	طيني	38	12	50	1.71	6.5
7	طيني لومي	42	26	32	2.38	7.1
8	رملّي لومي طيني	60	12	28	1.5	7.5
9	رملّي لومي طيني	47	25	28	3.5	6.7
10	طيني	28	20	52	2.33	7.2
11	طيني	26	18	56	2.27	7.3
12	طيني لومي	38	28	34	1.94	6.8
13	طيني	13	25	62	2.44	7.1
14	طيني	28	26	46	5.86	6.9
15	طيني	16	24	60	1.39	7.4
16	طيني	40	16	44	2.33	7.3
17	طيني	42	14	44	1.1	7.2
18	رملّي لومي طيني	64	16	20	0.68	7.4
19	طيني لومي	24	46	30	1.69	7.5
20	طيني	42	18	40	0.95	7.1
21	لومي	42	24	34	3.27	6.9
22	طيني	36	20	44	1.11	7.4

7.2	0.95	56	18	26	طيني	23
7.2	1.05	24	24	52	رملي لومي طيني	24
7.3	1.96	30	34	36	طيني لومي	25
6.9	4.04	62	18	20	طيني	26
6.8	1.24	38	34	28	طيني لومي	27
7.3	1.4	48	22	30	طيني	28
6.9	2.2	28	25	47	رملي لومي طيني	29
6.9	1.35	38	23	39	طيني لومي	30
7.1	1.46	64	15	21	طيني	31
6.8	2.4	46	36	18	طيني	32
7.1	1.78	42	20	38	طيني	33
7.1	2.66	54	22	24	طيني	34
6.9	0.9	24	32	44	لومي	35
7.3	2.34	44	22	34	طيني	36
7.1	3.88	34	24	42	طيني لومي	37
6.5	1.02	24	24	52	رملي لومي طيني	38
7.4	0.68	59	28	13	طيني	39
7.3	1.68	41	18	41	طيني	40
7.1	4.5	32	30	38	لومي طيني	41
7.4	3.6	36	38	26	لومي طيني	42
7.3	1.2	32	30	38	لومي طيني	43
7.1	10.3	26	38	36	لومي	44
7.3	1.6	62	6	32	طيني	45
7.3	9	34	52	14	سلتي لومي طيني	46
8	3.8	30	24	46	رملي لومي طيني	47
7.7	3.3	36	32	32	لومي طيني	48
7.8	5.2	38	40	22	طيني	49
7.5	0.8	12	16	72	رملي لومي	50

يُعدّ قوام التربة أهم الصفات الفيزيائية التي تؤثر على قابلية التربة للانجراف، لأنه يحدد مقدار نسبة التجمعات الترابية الثابتة والتي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنسبة الطين فضلاً عن تأثيره الشديد على معدل الارتشاح في التربة (Corbane et al., 2008) وأوضح أيضاً بأنّ الترب ذات القوام السلتي الطيني والرملي الناعم والطيني أكثر مقاومة للانجراف من الترب الرملية والرملية اللومية واللومية. يوضح الجدول التالي أن ترب المنطقة المدروسة متباينة القوام حيث تراوحت نسبة الطين بين (12-64) %. أما محتوى الترب من المادة العضوية فتراوح (0.68-10.3) %، ذات درجة تفاعل متعادلة تقريباً.

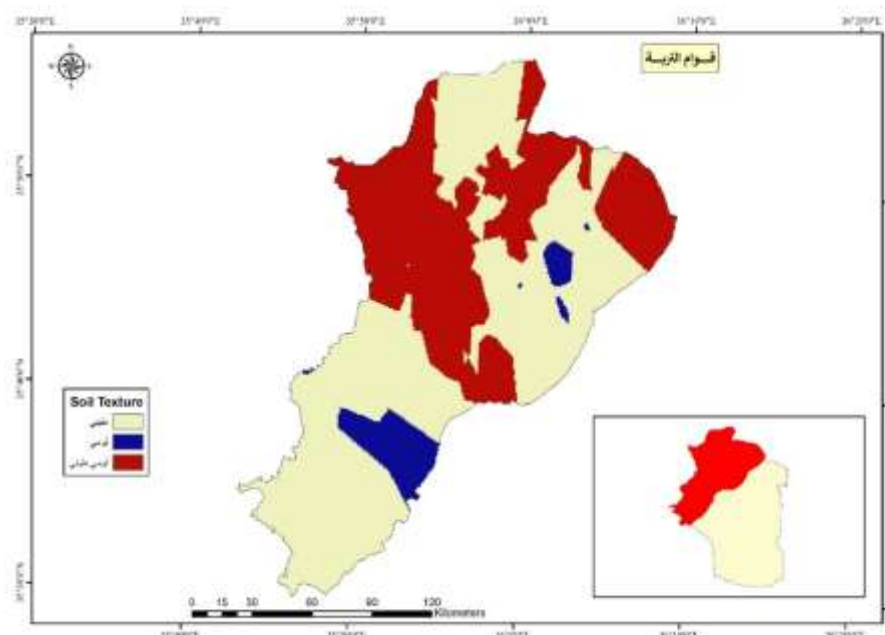
حيث تمّ تقسيم قوام التربة كما في الجدول التالي:

الجدول (6): تصنيف قوام التربة

التصنيف	الوزن	قوام التربة
شديدة القابلية للانجراف	2	لومي
متوسطة القابلية للانجراف	3	لومي طيني
قليلة القابلية للانجراف	4	طيني

وكانت خارطة توزيع قوام التربة كما في الشكل (6).

العلاقة بين القوام وشدة الانجراف تتعلق بنسبة الطين حيث مجموعة الطين صعبة التفكك ولكنها سهلة الحمل بمياه الجريان السطحي على العكس فإن الرمل سهل التفكك ولكنه صعب الانتقال بماء الجريان السطحي نظرا لثقل حبيباته .



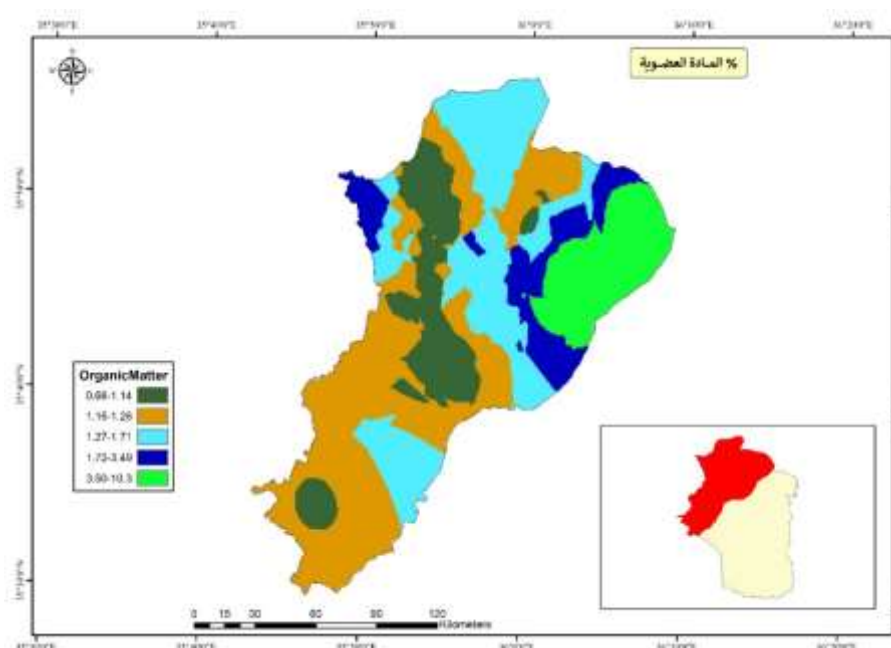
الشكل (6): خارطة قوام التربة السطحي

وتم تتقيل قيم المادة العضوية كما في الجدول التالي

الجدول (7): تصنيف المادة العضوية

النسبة المئوية للمادة العضوية	الوزن	التصنيف
1.14-0.68	1	قابلية الانجراف شديدة جداً
1.26-1.15	2	قابلية الانجراف شديدة
1.71-1.27	3	قابلية الانجراف متوسطة
3.49-1.72	4	قابلية الانجراف قليلة
10.3-3.50	5	قابلية الانجراف قليلة جداً

أما خارطة توزيع النسبة المئوية للمادة العضوية كانت كما في الشكل (7)



الشكل (7): توزيع النسبة المئوية للمادة العضوية

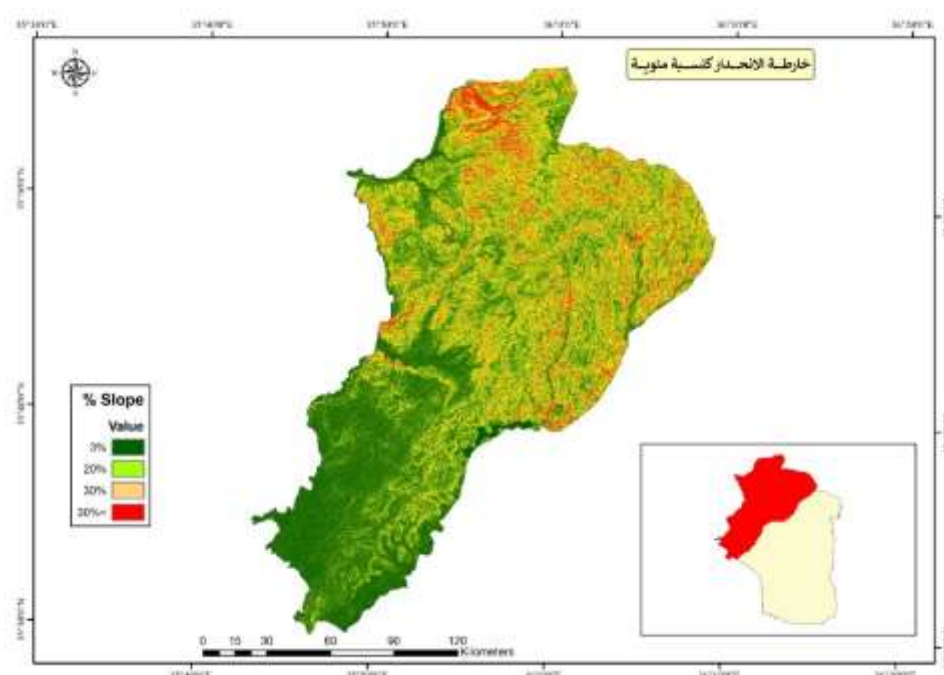
D. حساب مؤشر الميل:

يُعد الميل من العوامل المهمة المؤثرة في انجراف التربة، نظراً لتأثيره على معدل الجريان السطحي وعلى كمية الماء النافذة إلى التربة (Dragut and Eisank, 2012). وتم تصنيفه إلى أربعة صفوف، والجدول (8) يوضح المساحات والنسب التي تغطيها صفوف درجة ميل الأرض.

الجدول (8): المساحات والنسب التي تشغلها صفوف درجات الميل

الصف	درجة الميل %	المساحة التي يشغلها /هكتار	النسبة المئوية من المساحة الكلية	التصنيف
1	3-0	15549.21	18.097	مستوية إلى مائلة
2	20-3	59366.33	69.096	متوسطة الميل
3	30-20	8179.306	9.519	شديدة الميل
4	30 <	2822.603	3.285	ميل شديد جداً
المجموع		85917.449	100	

لقد بلغت درجة الميل المستوية إلى المائلة الممثلة بالصف الأول 18.097 %، وهي ذات قابلية قليلة جداً للانجراف، وشغلت مساحة قدرها 15549.21 هكتار فيما بلغت نسبة الأراضي ذات الميل المتوسط والتي تقع في الصف الثاني 69.096 %، وشغلت مساحة قدرها 59366.33 هكتار من مساحة منطقة الدراسة، وبلغت نسبة الأراضي ذات الميل الشديد 9.519 %، وشغلت مساحة قدرها 8179.306 هكتار من منطقة الدراسة، أما الأراضي ذات الميل الشديد جداً فبلغت نسبتها 3.285 % وشغلت مساحة قدرها 2822.603 هكتار. ويوضح الشكل (8) التوزيع المكاني لدرجات الميل في منطقة الدراسة.



الشكل (8): خارطة درجات الميل في منطقة الدراسة

يُلاحظ من الشكل التداخل الكبير بين قيم درجات الميل المختلفة، والذي يعكس الطبيعة المموجة لمنطقة الدراسة، والتي تشجع على حصول عملية الانجراف. وتركزت المناطق ذات الميول العالية في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، في حين كانت أغلب الأجزاء الوسطى والجنوبية ذات ميول قليلة إلى متوسطة.

إن العلاقة بين شدة الانجراف والخصائص الطبوغرافية ترتبط بعلاقة رياضية حسب (Zingg, 1940):

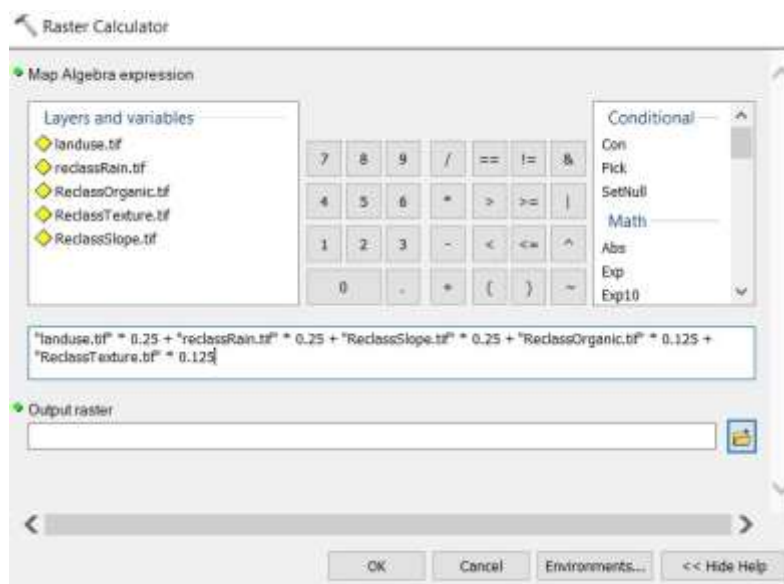
$$X = CS^{1.4} \cdot L^{1.6}$$

حيث أن:

X: شدة الانجراف، C: ثابت يتعلق بنوعية التربة، S: درجة الانحدار، L: طول المنحدر.

حيث تم مقاطعة شريحة الهطولات المطرية العليا المتكررة وشريحة قوام التربة وشريحة النسبة المئوية للمادة العضوية وشريحة استعمالات أراضي وشريحة الميل (Slope) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية برنامج ArcGIS بواسطة الأداة Raster Calculator بعد تنقيطها لتحديد الأراضي المتدهورة ودرجة التدهور، كما في المعادلة الوصفية التالية:

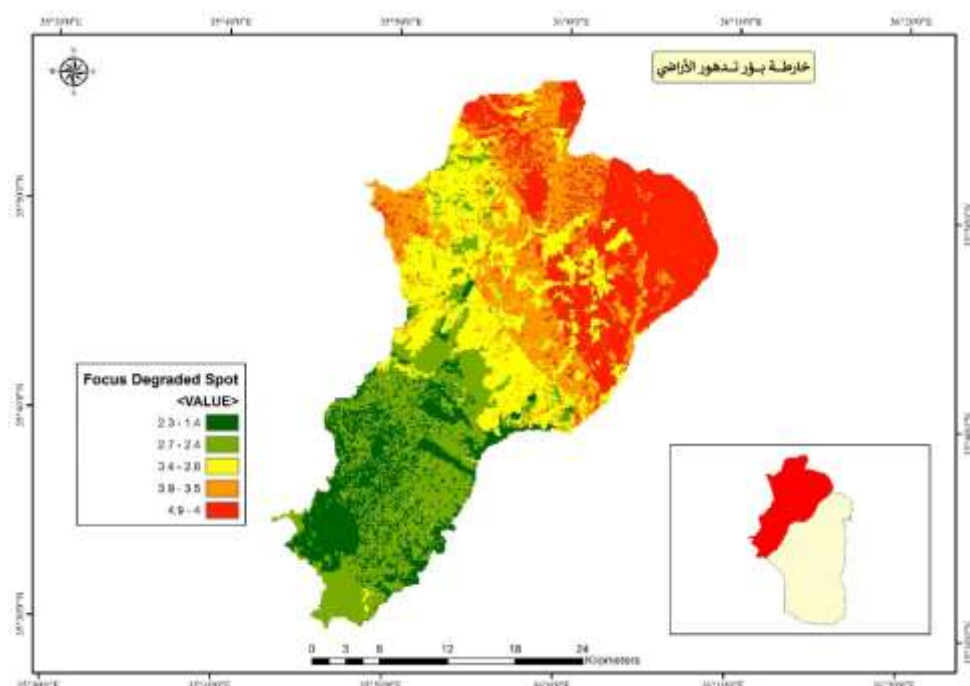
بؤر تدهور الأراضي = (شريحة استعمالات الأراضي $\times 25\%$) + (شريحة الهطول المطري $\times 25\%$) + (شريحة الميل $\times 25\%$) + (شريحة المادة العضوية $\times 12.5\%$) + (شريحة قوام التربة $\times 12.5\%$). كما في الشكل التالي:



الشكل (9): طريقة حساب خارطة بؤر تدهور الأراضي باستخدام برنامج ArcGIS

وبالتالي الخارطة المنتجة تدل على بؤر تدهور الأراضي أو الأراضي الأكثر عرضة للتدهور والانجراف بواسطة الجريان السطحي لمياه الهطولات المطرية الشديدة. (Focus Degraded Spots).

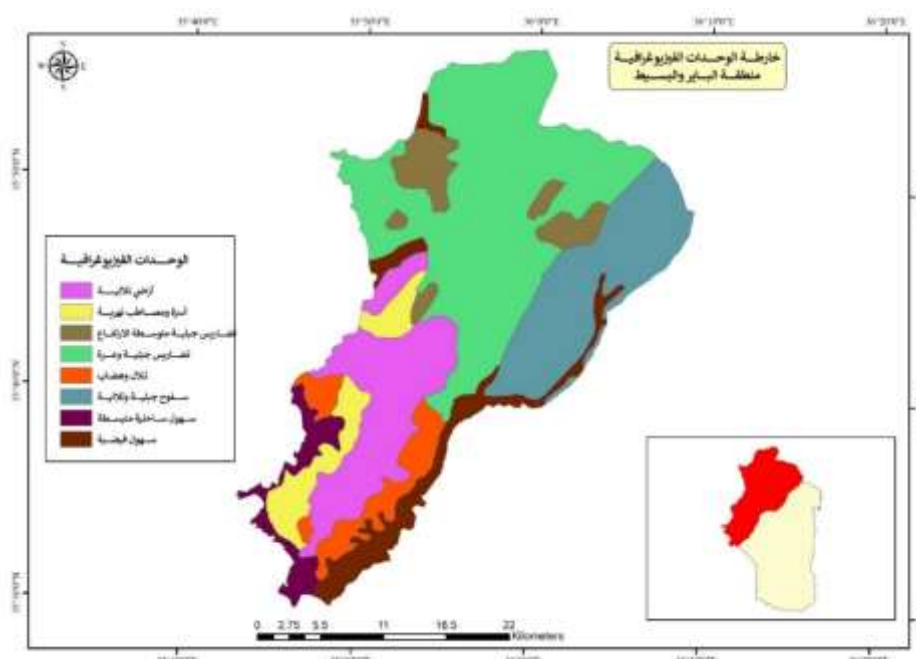
ويوضح الشكل (10) خارطة بؤر تدهور الأراضي الأكثر عرضة للانجراف المائي.



الشكل (10): خارطة بؤر تدهور الأراضي الأكثر عرضة للانجراف المائي

من الشكل (10) نجد أنه تزداد بؤر تدهور الأراضي في المناطق الأكثر عرضة للانجراف المائي مع ازدياد القيمة ابتداءً من القيم الصغرى (1.4-2.3) التي تمثل المناطق الأقل عرضة للانجراف المائي، إلى القيم العظمى (4-4.9) والتي تمثل المناطق الأكثر عرضة للانجراف المائي.

قُسمت الوحدات الفيزيوجرافية اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بالإضافة إلى تحليل الصورة الفضائية لاستخلاص الوحدات الأرضية ومقارنتها بمخططات منتجة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، كما في الشكل (11) الذي يمثل الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة البايير والبسيط.



الشكل (11): الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة البايير والبسيط

اعتماداً على الشكل (11) تم حساب مساحات الوحدات الفيزيوجرافية وتصنيفها كما في الجدول (9)

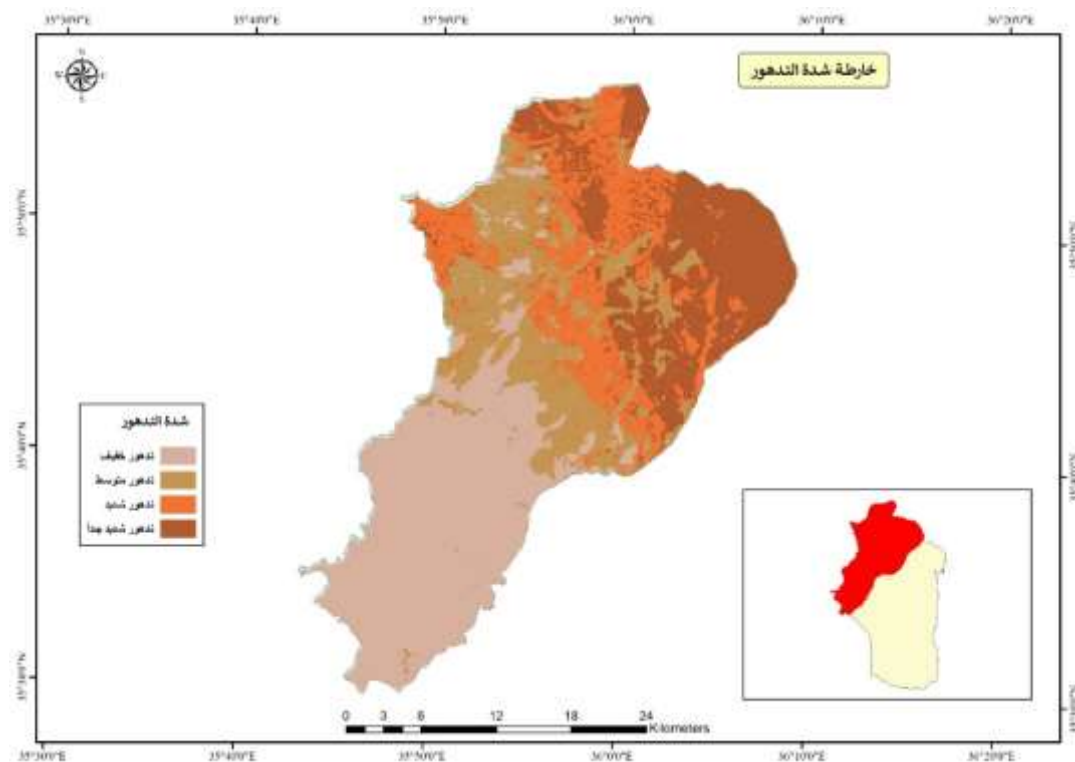
الجدول (9): مساحات الوحدات الفيزيوجرافية

التصنيف	الوزن	النسبة المئوية من المساحة الكلية	المساحة هكتار	الوحدات الفيزيوجرافية
قابلية الانجراف متوسطة	3	5.65	4989.79	تلال وهضاب
قابلية الانجراف قليلة جداً	1	3.73	3292.11	سهول ساحلية منبسطة
قابلية الانجراف قليلة جداً	1	5.75	5078.64	أسرة ومصاطب نهريّة
قابلية الانجراف شديدة	4	16.21	14307.9	سفوح جبلية وتلالية
قابلية الانجراف قليلة	2	14.73	12999.9	أراضي تلالية
قابلية الانجراف شديدة	4	6.00	5294.96	تضاريس جبلية متوسطة الارتفاع
قابلية الانجراف قليلة	2	7.53	6644.27	سهول فيضية
قابلية الانجراف شديدة جداً	5	40.40	35667.5	تضاريس جبلية وعرة
		100	88275.07	المجموع

تشكل التضاريس الجبلية الوعرة مساحة تُقدّر بـ (35667.5) هكتار بما يعادل (40.40) % من مساحة منطقة الدراسة والتي تكون فيها الانحدارات شديدة جداً وبالتالي قابلية الانجراف شديدة جداً، في حين تشكل السهول الساحلية المنبسطة والمصاطب النهرية مساحة تتراوح بين (3292.11-5078.64) هكتار بما يعادل (3.73-5.75) % من مساحة منطقة الدراسة حيث تكون التربة مستوية وشبه مستوية انحدارها قليل جداً وبالتالي قابلية الانجراف فيها قليلة جداً.

من خلال تقاطع شريحة بؤر تدهور الأراضي مع شريحة الوحدات الفيزيوجرافية باستخدام برنامج ArcGIS بواسطة الأداة Raster Calculator ينتج شريحة المناطق الممثلة (Representative Areas) لكل نوع تدهور (خفيف، متوسط، شديد... إلخ) اعتماداً على اختلاف الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة البايير والبسيط.

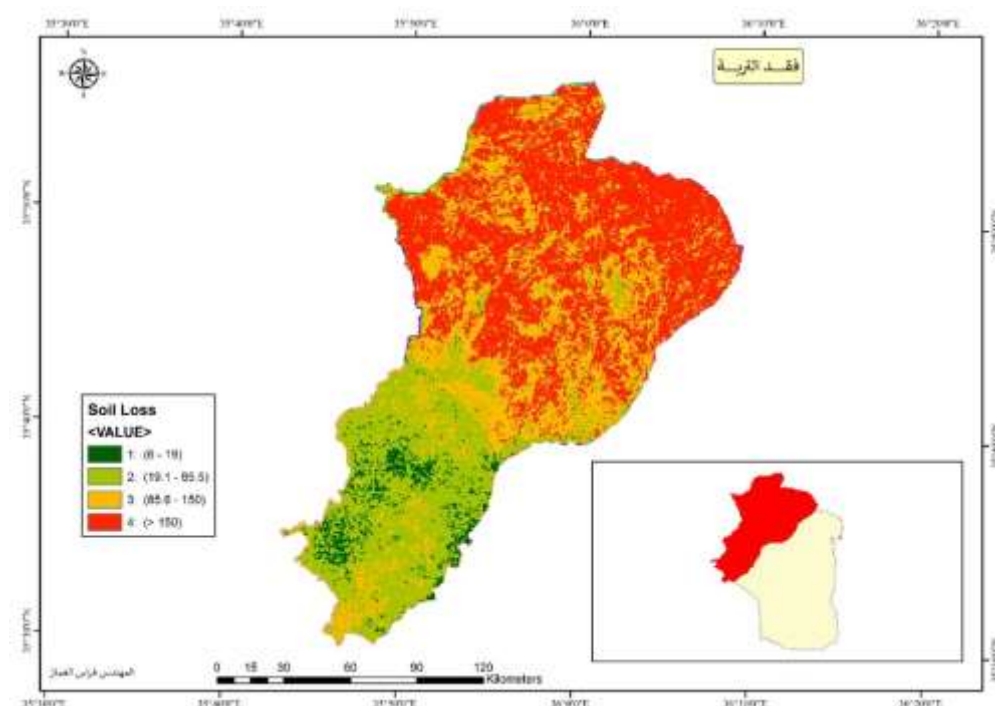
مع ملاحظة إمكانية وجود أكثر من منطقة ممثلة في المنطقة المتدهورة الواحدة (Hot Spot) ولنفس الوحدة الفيزيوجرافية. كما في الشكل التالي:



الشكل (12): المناطق الممثلة لكل نوع تدهور

حيث تمثل المناطق ذات التدهور الخفيف مساحة قدرها 30700.89 هكتار من منطقة الدراسة بما يعادل 36.13% وتشغل كامل المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة مشكّلة السهول الساحلية والفيضية والمصاطب النهرية وجزء من الهضاب والتلال، في حين تمثل المناطق ذات التدهور المتوسط مساحة قدرها 18408.7 هكتار بما يعادل 21.66% وتشغل المناطق الوسطى من منطقة الدراسة مشكّلة سفوح جبلية وتلالية وتضاريس جبلية متوسطة الارتفاع، وتمثل المناطق ذات التدهور الشديد مساحة قدرها 16957.4 هكتار بما يعادل 19.96% وتشغل المناطق الوسطى والشمالية من منطقة الدراسة مشكّلة جزء من السفوح الجبلية وجزء من التضاريس الجبلية والوعرة، كما تمثل المناطق ذات التدهور الشديد جداً مساحة قدرها 18909.1 هكتار بما يعادل 22.25% وتشغل المناطق الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة مشكّلة تضاريس جبلية وعرة.

اعتماداً على الجدول رقم (1) لدرجات الانجراف المائي تم إنتاج خارطة فقد التربة من خلال مقاطعة شريحة الهطول المطري وشريحة درجات الانحدار وشريحة استعمال الأراضي والنشاط البشري وشريحة قوام التربة وشريحة مؤشر التغطية النباتية NDVI. حيث قُسمت خارطة فقد التربة إلى أربعة صفوف حسب التوزيع المكاني بواسطة ArcGIS باستخدام الأداة Geostatistical Analyst، والشكل (13) يوضح التوزيع المكاني لكميات التربة المنجرفة في منطقة الدراسة.



الشكل (13): خارطة فقد التربة المنجرفة

إن النتائج المتحصّل عليها تتفق مع ما توصّل إليه الباحثون (Drzewiecki et al., 2013)، إذ أشاروا إلى أن كمية التربة المفقودة قد تصل إلى أكثر من 100 طن/هكتار/سنة في بعض مناطق المساقط المائية وذلك يرجع إلى وجود الانحدارات الشديدة وانخفاض الغطاء النباتي فضلاً عن الاستخدام الخاطئ للأراضي الزراعية.

يُلاحظ من الشكل (13) أن المناطق التي كان تقييم الانجراف فيها منخفضاً هي المناطق التي تكون منبسطة أي أن عامل الميل فيها يكون منخفضاً والمناطق التي ينتشر فيها غطاء نباتي، ونستنتج من ذلك أن عاملي (الميل والغطاء النباتي) هما العاملان اللذان يتحكمان بعملية الانجراف في منطقة الدراسة، وهذا يتفق مع ما توصّل إليه (Wu and Wang, 2011) بأن أهم العوامل المشجّعة والمحدّدة لانجراف التربة (عامل الطبوغرافية والغطاء النباتي) حيث يؤثّر عامل درجة الميل وطول الميل بشكل كبير في قوة الجريان السطحي للمياه، أما عامل الغطاء النباتي فيؤثّر في تقليل حركة الجريان السطحي للمياه، وبالتالي يقلل من عمليات انجراف التربة. ويوضح الجدول (11) المساحات والنسب التي تشغلها صفوف كمية التربة المنجرفة حسب التوزيع المكاني لخارطة فقد التربة.

الجدول (10): المساحات والنسب التي يغطيها كل صف من صفوف كمية التربة المفقودة

الصف	كمية التربة المفقودة (طن/هكتار/سنة)	المساحة التي يشغلها (هكتار)	النسبة المئوية	خطورة انجراف التربة
1	19-6	2928.973	3.45	منخفضة
2	85.5-19.1	21712.72	25.56	متوسطة
3	150-85.6	36363.67	42.8	شديدة
4	150 <	23952.03	28.19	شديدة جداً

يُلاحظ من الجدول أن الصف الأول والذي يمثّل خطورة منخفضة شغل مساحة تعادل 3.45 % من منطقة الدراسة، وتركّز في المناطق الجنوبية كأجزاء متفرّقة من منطقة الدراسة، في حين أن الصف الثاني والذي يمثّل خطورة متوسطة للتربة المفقودة شغل مساحة تعادل 25.56 % من منطقة الدراسة، تركّزت في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة، أما الصف الثالث والذي يمثّل درجة فقدان شديدة للتربة فشغل مساحة تعادل 42.8 % من منطقة الدراسة، وتركّز في المناطق الوسطى وأجزاء متفرّقة من المناطق

الشمالية، أما قيم الصف الرابع والذي يمثل درجة انجراف شديدة جداً شغل مساحة تعادل 28.19 % من منطقة الدراسة، وتركزت في المناطق الشمالية من منطقة الدراسة،

الاستنتاجات:

- إمكانية التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي من خلال تطبيق العوامل المؤثرة في الانجراف المائي، الأمر الذي يؤدي إلى تسهيل وتسريع وضع الاستراتيجيات، واتخاذ الإجراءات الضرورية لحماية تلك الأراضي من خطر الانجراف المائي، من خلال وضع برامج صيانة التربة بشكل علمي مقبول وبأقل التكاليف والتي تقتصر على تحميل صور فضائية للمنطقة المدروسة وبيانات الهطول المطري.
- يُعتبر استخدام دليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) Normalized difference vegetation index طريقة فعّالة وسريعة لتمييز الغطاء النباتي عن الأنواع الأخرى من الغطاء الأرضي، وتحديد حالته الكلية ومقارنة هذا المؤشر مع خارطة استعمال الأراضي لمنطقة البايير والبسيط لإنتاج خارطة استعمال الأراضي الراهنة. الأرضي، وتحديد حالته الكلية.
- أهم العوامل المشجّعة والمحدّدة لانجراف التربة هما عاملي الطبوغرافية والغطاء النباتي حيث يؤثر عامل درجة الميل وطول الميل بشكل كبير في قوة الجريان السطحي للمياه، أما عامل الغطاء النباتي فيؤثر في تقليل حركة الجريان السطحي للمياه، وبالتالي يقلل من عمليات انجراف التربة.

المراجع:

- العسكر، محمود. 2006. قياس معدلات انجراف التربة. التقرير النهائي لمشروع مراقبة التصحر ومكافحته في البادية السورية (جبل البشري). منشورات أكساد.
- العسكر، محمود ووسيم المسبر، 2018 . صيانة التربة، الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق، ص 149.
- حشمة، محار 2016. تقييم بعض مؤشرات الانجراف المائي في منطقة حوض سد صلاح الدين باستخدام الـ GIS. رسالة ماجستير، كلية الزراعة-جامعة تشرين 2016.
- دكة، محمد، خلدون درمش. 2004. صيانة التربة. منشورات جامعة حلب.
- كبيبو، عيسى، وأحمد جلول. 2002. الحصول على معلومات كافية للخروج بأطلس لمكونات الغطاء النباتي، ودراسة توزع هذا الغطاء وفقاً لعوامل المناخ والتربة وتقديم المقترحات اللازمة لتحسينه كماً ونوعاً في الساحل السوري. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سورية.
- نحال، إبراهيم. 2005. استراتيجية الإدارة المتكاملة لحرائق الحراج بالنهج التشاركي في سورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، منظمة الأغذية والزراعة مشروع الإدارة المتكاملة لحرائق الغابات بالنهج التشاركي GCP/SYP/010/ITA ، ص 83.
- Anejionu, O., C.D., Peter C. Nwilo and E. S. Ebinne. 2013. Long Term Assessment and Mapping of Erosion Hotspots in South East Nigeria. Remote Sensing for Land use and Planning - 6448 Abuja, Nigeria: 1-19.
- Beinroth, F. H.; H., Eswaran; P. F., Reich; and E., Van den berg. 1994. Land related stresses in agro ecosystems. Stressed Ecosystems and Sustainable Agriculture.
- C.R. A cad. Sci. Paris, 230, 128-30.
- Corbane, C., D. Raclot, F. Jacob, J. Albergel, P. Andrieux. 2008. "Remote sensing of soil surface characteristics from a multiscale classification approach." Catena, Vol. 75: 308–318.

- Dragut, L., and C. Eisank., 2012. Automated object-based classification of topography from SRTM data. *Geomorphology*, 141-142 : 21–33.
- Drzewiecki, W., P. Wezyk, M. Pierzchalski, and Beata Szafran'ska. 2013 Quantitative and Qualitative Assessment of Soil Erosion Risk in Małopolska (Poland), Supported by an Object-Based Analysis of High-Resolution Satellite Images. *Pure and Applied Geophysics*. Published online: 21 April 2013.
- Henin, S. and Gobillot, T. (1950). L'erosion par l'eau en France metropolitaine.
<http://www.cabdirect.org/abstracts/199607005170.html;jsessionid=C252064D460C8B0E60CC0492362F82E7>.
- Lal, R. 1993. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability. *Soil and Tillage Research* 27(1-4): 1-8.
- Panagos, P., P. Borrelli., J. Poesen., C. Ballabio., E. Lugato., K. Meusburger., and Alewell. C. (2015). "The new assessment, of soil loss by water erosion in Europe". *Environmental Science & Policy*, 54, 438–447.
- Prasannakumar, H. Vijith, S. Abinod, N. Geetha, *Estimation of Soil Erosion Risk Within a Small Mountainous Sub-Watershed in Kerala, India, Using Revised Universal Soil LOSS Equation (RUSLE) and geo-Information technology journal homepage ;N.3,2013,209-215.*
- Rodrigo Comino, J., Brings, C., Lassu, T., Iserloh, T., Senciales, J. M., Martínez Murillo, J. F., Ruiz Sinoga, J. D., Seeger, M., Ries, J. B., (2015). Rainfall and human activity impacts on soil losses and rill erosion in vineyards (Ruwer Valley, Germany). *Solid Earth*, 6 , 823–837
- UNCCD. (2009). African Drylands Commodity Atlas. Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification and the Common Fund for Commodities. UNCCD. Fact sheet 1-16. United Nations Convention to Combat Desertification.
- Wischmeier, W.H; D.D.Smith. Predicting Rainfall Erosion Losses - "A Guide to Conservation Planning", 2013. United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook No 537, 1013.
- Wu, X. and X. Wang. 2011. Spatial Influence of Geographical Factors on Soil Erosion in Fuyang County, China. *Procedia Environmental Sciences* 10.: 2128–2133.
- Zachar D. 1982- Soil Erosion, Amstrdam. Delhi, India. p.438.
- Zing, A.W., 1940 b – An analysis of degree and length of slope data as applied to terracing, *Agricultural Engineering*, No-21: 99-101 pp.

Study to identify the factors causing water erosion in the Al-Bayer and Al-Basit area using geographic information systems and remote sensing

Feras Alghamaz^{(1) (2)*}, Mohammad Dikkeh ⁽¹⁾, and Younes Idriss ⁽³⁾

(1). Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattika, Syria.

(2). General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria.

(3). General Organization of Remote Sensing, Syria.

(*Corresponding author: Feras Alghamaz, E-mail: fghammaz@gmail.com).

Received: 4/12/2023

Accepted: 28/01/2024

Abstract

Water erosion is one of the biggest problems facing lands on slopes, especially when annual rainfall increases in the Al-Bayer and Al-Basit area in Latakia Governorate. The segments of the following factors were intersected using GIS after weighting to determine degraded lands and the degree of deterioration, which are segments of frequent high rainfall, soil texture, percentage of organic matter, land uses, and slope. Thus, the resulting map indicates the hotspots of land degradation or the lands most vulnerable to degradation and erosion by surface runoff from intense rainfall, which when intersected with a slice of the physiographic units results in a slice of areas representing each type of degradation (mild, moderate, severe...etc.) depending on the difference in the units. Physiography of the study area and soil type, where soil samples were taken for the selected areas to study soil properties. A soil loss map was produced by cross-sectioning rainfall profiles, slope degrees, land use and human activity, soil texture, and the NDVI vegetation index. It is noted from the soil loss map that the areas in which the erosion rating was low are the areas that are flat, meaning that the slope factor is low and the areas where vegetation is widespread. We conclude from this that the factors (slope and vegetation) are the two factors that control the erosion process in a study area. As for the vegetation cover factor, it affects the movement of surface water runoff, and thus reduces soil erosion processes.

Keywords: water erosion, soil loss map, degraded lands, surface runoff, The drifting ability of a raindrop, slope factor.