

التنبؤ بتدهور التربة باستخدام المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة (RUSLE) ونظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد في حوض وادي ابن حمّاد /محافظة الكرك

دلّال زريقات¹، ميسون الزغول²

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقدير الخسارة السنوية للتربة باستخدام المنهج التحليلي والمنهج الوصفي، واستخدام معادلة فقدان التربة المنقحة (RUSLE) لحوض وادي ابن حمّاد البالغ مساحته 120.54 كم² (محافظة الكرك، جنوب الأردن، واعداد قاعدة معلومات جغرافية وإنتاج خرائط رقمية للمناطق المعرضة لخطر تدهور التربة، وإنشاء فئات مخاطر تآكل التربة وخرائط شدة تآكل التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وتقنيات الاستشعار عن بعد (RS)، وقد تم اشتقاق الخصائص الطبوغرافية من خلال نموذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model (DEM)، المشتق من الخرائط الطبوغرافية لوادي ابن حمّاد، مقياس 1:50000. توصلت الدراسة إلى حساب العوامل التالية: عامل معدلات الأمطار والجريان السطحي (Rainfall – Run off Erosivity factor) حيث تراوح ما بين 325-75، والعامل الطبوغرافي طول المنحدر Topographic factor (Length Slope) (LS)، وبلغ ما بين 0-3، وعامل مدى قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility Factor (K)، إذ بلغ 0.3-0.04، وعامل معامل الغطاء الأرضي وإدارة المحاصيل Land cover and Crop Management factor، وبلغ 0.33-0.99، وعامل ممارسات الحفاظ على التربة (P Conservation support practice factor) وبلغ 1-0.55. كما توصلت الدراسة إلى تصنيف كميات التربة المفقودة المحتملة في منطقة الدراسة إلى أربعة درجات: خفيف وتراوح كميّة الفقد ما بين (0-48) طن/هكتار/السنة، ومعتدل وتراوح كميّة الفقد (49-96) طن /هكتار/السنة، شديد وبلغت كميّة الفقد (97-199) طن/هكتار/السنة، وانجراف مدمر وبلغت كميّة الفقد (200-240) طن/هكتار/السنة.

الكلمات الدالة: حوض وادي ابن حمّاد، RUSLE، خرائط تدهور التربة، تدهور التربة.

المقدمة

يعد خطر تدهور التربة من الاخطار البيئية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند وضع سياسات وإستراتيجيات التخطيط على المستويات المختلفة، (Minale, 2013). ويؤخذ بالاعتبار عند دراسة التغيرات البيئية العالمية، و دراسات التنمية المستدامة (Lambin et al, 2003; Zhao et al, 2013, Bou Kheir et al, 2006).

تتعرض التربة في الأردن إلى خطر التآكل، خاصة مع ازدياد النشاطات الاقتصادية المقترنة بازدياد عدد السكان (Beaumont, Atkinson, 1969). وهي عملية تدريجية، لإزالة جزيئات التربة عن طريق الجريان السطحي، مما يؤدي إلى تدهور التربة، ويظهر ذلك من خلال تراكم ما بين 10 إلى 15 سنتيمترا من التربة خلف الجدران.

ويؤدي تآكل التربة السطحية إلى انخفاض إنتاجية التربة، وبالتالي تراجع مساحة الأراضي الزراعية في المستقبل، وتوفر وسائل المحافظة على التربة، وإعادة التنظيم الزراعي مجموعة واسعة من التدابير العلاجية لخفض معدلات تآكل التربة (Battikhi, 1983)، وللد من ترسب مواد التربة المفككة على الأراضي الزراعية وقنوات الري، والطرق والخزانات والسدود المائية (Farhan et al, 2013).

يعتبر النظام البيئي في المناطق الجافة من أكثر الأنظمة البيئية تأثراً بالتغيرات الطبيعية والبشرية، مما يتطلب مواجهة تحديات كبيرة في مجال التنمية المستدامة؛ إذ تتعرض للتدهور البيئي وتدهور التربة وتراجع التنوع الحيوي تحت تأثير الضغط الاجتماعي، والاقتصادي، والسياسي والتدهور البيئي والزيادة السريعة في عدد السكان (Lambin et al, 2003; Glasby, 2002; Tekle, 2002).

¹ الجامعة الأردنية؛ ² قسم الجغرافية كلية العلوم الإنسانية، جامعة الملك خالد، السعودية. تاريخ استلام البحث 2019/9/24، وتاريخ قبوله 2020/1/27.

(Hedlund, 2000, AL-bakri et al, 2013, Al Rawashdeh, Saleh, 2006).

ويعد استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية من الوسائل الحديثة الفعالة لدراسة الموارد الطبيعية خاصة الغطاء الأرضي، والتعرف على خصائصها، وأماكن تواجدها، ثم مراقبتها ووضع الخطط لاستغلالها والحد من المشاكل التي تواجهها، من خلال إدخال، وتخزين، وتحليل البيانات، والمعلومات وإنتاج الخرائط الآلية، واستخلاص النتائج والمؤشرات التي تقيّد بالتنبؤ المستقبلي لكميات التربة المفقودة المحتملة. (Hegay , Kaloop, 2015) وذلك باستخدام المعادلة العالمية لفقدان التربة RUSLE مما ساعد تحديد المناطق المعرضة لتآكل التربة، وإدارة استخدام الأراضي وغيرها من الإستراتيجيات لإدارة المشكلة بفعالية، وتعد هذه المعادلة أحد معادلات تآكل التربة الأكثر استخداماً وأكثر فاعلية. (Balasubramani, et al, 2015). وتعتبر مشكلة انجراف التربة من المشاكل التي تعاني منها كل مناطق المملكة منذ منتصف القرن الماضي حيث تسببت الأمطار الغزيرة انجراف كميات كبيرة من التربة مما أدى إلى مليء قناة الملك عبد الله (قناة الغور الشرقية) التي استغرقت ثلاثة أشهر لتنظيفها بتكلفة 4.5 مليون دولار في منطقة الأغوار الجنوبية، وقدرت وزارة الزراعة خسارة إجمالية قدرها 1100 هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة من أصل 5400 هكتار (Natural Resources Authority, 1965).

2-مشكلة الدراسة

تبرز مشكلة هذه الدراسة باختلاف التوزيع المكاني لتدهور التربة، والمتغيرات المؤثرة على توزيعها، والأساليب المتبعة في دراسة هذه المتغيرات، وقد جاءت هذه الدراسة للإجابة عن الأسئلة الآتية:

1. كيف يمكن تحديد كميات التربة المفقودة في حوض وادي ابن حماد باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية؟
2. كيف يمكن إنتاج خرائط للمناطق المعرضة لفقدان التربة؟
3. ما معدل فقدان التربة في حوض وادي ابن حماد؟
4. ما الإجراءات والتدابير التي يمكن اتخاذها للحد من تدهور التربة؟

3-أهمية الدراسة:

تبرز أهمية هذه الدراسة في توضيح أهمية و كيفية استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بُعد والنمذجة في دراسة تدهور التربة (Mitasova et al, 1996)، وإنتاج خرائط رقمية (Digital map) لتدهور التربة في منطقة الدراسة، وترتبط أهمية هذه الدراسة بما يلي:

1. أهمية حوض وادي ابن حماد؛ إذ يشكل حوالي 3.45% من مساحة محافظة الكرك التي تبلغ مساحتها 3495 كم²، إذ تتنوع الموارد الطبيعية والبشرية. (العنانزة، 2005).
2. الأهمية السياحية لوادي ابن حماد، إذ يحتوي على العديد من المواقع السياحية البيئية التي يرتادها السياح الممثلة بالمر الصخري (السيق)، كما يحتوي على الحمامات المعدنية العلاجية.
3. أهمية مثل هذه الدراسات في التخطيط التنموي والإقليمي وإدارة الموارد الطبيعية ووضع واقتراح حلول لمشكلة تدهور الموارد الطبيعية والمحافظة على الموارد الطبيعية (زريقات، 2018).

4- أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى:

1. التنبؤ بكميات التربة المفقودة في منطقة الدراسة باستخدام المعادلة العالمية المعدلة RUSLE وتقنيات الاستشعار (RS) عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) وإنتاج خرائط رقمية للمناطق المعرضة لتدهور التربة في منطقة الدراسة للعام 2018.
2. تصنيف وتوزيع أراضي منطقة الدراسة حسب درجة الانجراف فيها.
3. اقتراح الإجراءات التي يمكن من خلالها الحد من تدهور التربة.

5-منهجية الدراسة: اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي Analytical Approach، والمنهج الوصفي Descriptive

Approach، لتحديد الاختلاف المكاني لتدهور التربة في منطقة الدراسة للعام 2018، وذلك باتباع الإجراءات الآتية:

**** جمع البيانات من المصادر الآتية:**

أولاً: العمل المكتبي

- الخرائط الطبوغرافية لوادي ابن حماد (لوحة الربة، نيبان) مقياس 1:50000، إنتاج المركز الجغرافي الملكي الأردني (المركز الجغرافي الملكي الأردني، 1978).
- المرئيات الفضائية: مرئية فضائية ملتقطة بواسطة القمر الصناعي Landsat TM Resolution 30*30 بتاريخ (9-03-2018) المستخرجة من الموقع (United State Geology Survey, (USGS))
- خريطة توزيع الأمطار في الأردن، إنتاج وزارة المياه والري، لعام 2000م مقياس 1:250000.
- بيانات مناخية خلال فترات مختلفة لمجموعة من المحطات المطرية والمناخية المتمثلة بالمحطات الواردة في الجدول رقم (1) للعام 2017.

الجدول (1): المحطات المطرية في حوض وادي ابن حماد

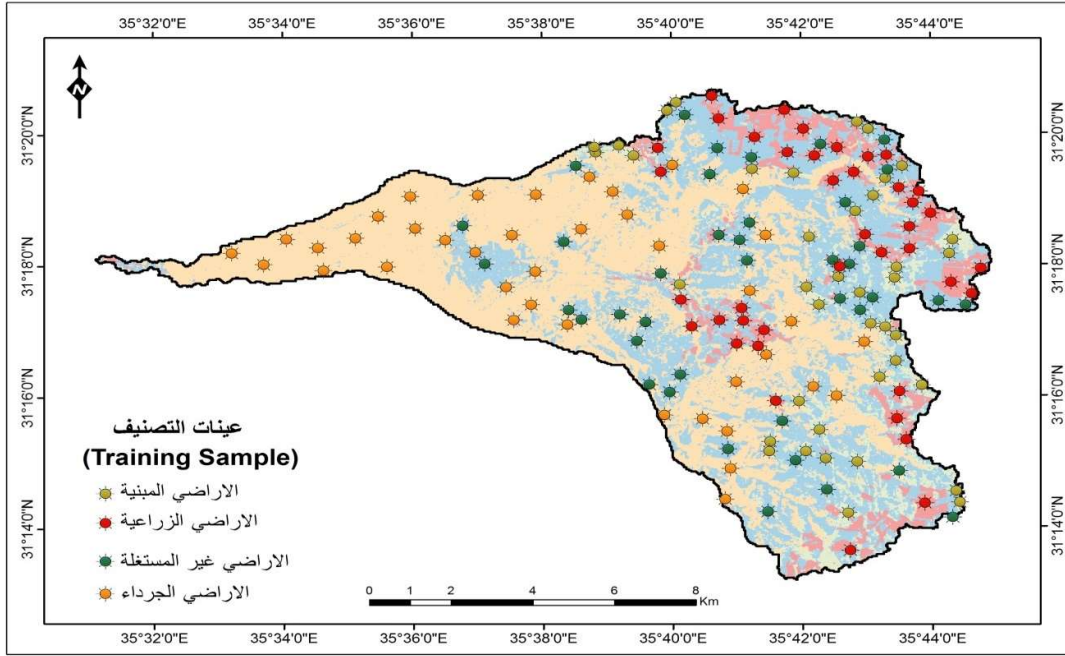
اسم المحطة	الاحداثي X	الاحداثي Y	الارتفاع عن سطح البحر
القصر	35.72	31.32	882.00
ابن حماد	35.59	31.30	-95.00
الربة	35.72	31.27	958.00
سيرفا	35.66	31.33	818.00
جرافيلا	35.67	31.28	587.00

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على تقارير وزارة المياه والري

- تقارير ونشرات دائرة الإحصاءات العامة لتحديد تطور عدد السكان في التجمعات السكانية في منطقة الدراسة للأعوام 1985، 1979، 1994، 2010، 2015.
- خرائط التربة الصادرة عن وزارة الزراعة/1994، المشروع الوطني لخريطة التربة واستعمالات الأراضي، مقياس 1:250000.
- الخرائط الجيولوجية، سلطة المصادر الطبيعية، 1992، مقياس 1:50000 .
- تقارير وزارة المياه والري

ثانياً: العمل الميداني

- المسح الميداني للتعرف على التوزيع المكاني لتدهور التربة والتحقق من دقة تفسير المرئيات الفضائية.
- نقاط التدريب الأرضي حيث استخدم نظام التوقيع العالمي (GPS)، لرصد إحداثيات نقاط التحكم الأرضي واستخدامها في عملية التصنيف الموجة Supervised Classification و يبين الشكل (1) نقاط العينات المختارة التي تبلغ 150 نقطة من مختلف الأصناف الأرضية التي تم التصنيف اعتماداً عليها.



الشكل (1): نقاط وعينات التصنيف في منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية

ثالثاً: العمل المخبري

استخدام برنامج Arc GIS Version 10.2 برنامج ENVI 4 في تحويل البيانات الأرضية في وادي ابن حماد إلى معلومات إلكترونية وخرائط رقمية. وفق الإجراءات الآتية:

1: الاستشعار عن بعد:

- قص منطقة الدراسة من المرئية الفضائية (Landsat TM) إذ تمت عملية المعالجة للمرئية الفضائية من خلال تحسين المرئية الفضائية Image Enhancement ثم عمل التصنيف الموجة للمرئيات الفضائية Supervised Classification باستخدام برمجية ENVI 4.6 و برمجية Arc-10.4. لإنتاج خريطة الغطاء الأرضي وأنماط الغطاء النباتي NDVI لوحات نموذج الارتفاع الرقمي لبرنامج GIS بحيث تم عمل Mosaicking للوحات و تم تعريفه بنظام الإحداثي المتري وخريطة الارتفاعات والخريطة الكنتورية وخريطة الانحدار و الشبكة المائبة لمنطقة الدراسة.
- إجراء التصحيح الجيومتري باستخدام برنامج ENVI 4، Geometric correction، بتحديد الإحداثيات الفلكية للصور الجوية، والمرئية الفضائية المستخدمة بالدراسة، بتجميع 90 نقطة تحكم أرضي (GCP)، ثابتة ومميّزة وموزعة مكانياً بشكل مناسب على المرئيات المستخدمة، وكذلك استخدام نظام التوقيع العالمي لتسجيل إحداثيات نقاط التحكم الأرضي، في الميدان وفق نظام ميركاتور المستعرض ضمن خطأ متوسط الجذر التربيعي أقل من نصف بكسل.
- تحسين المرئية الفضائية باستخدام التركيب اللوني the color composition لمعظم النطاقات باستخدام الاحزمة الطيفية R G B، ومن ثم تفسير المرئية من خلال التصنيف الموجه Supervised Classification، باتباع طريقة التصنيف باحتمالية غاوس العظمى، Maximum Likelihood Classifier، (Phipps, 2014).
- استخدام مؤشر الاختلاف النباتي المعايير Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) لمعرفة درجة انتشار الغطاء النباتي لعام 2018.

والصيغة الرياضية لحساب NDVI هي الموضحة في المعادلة (1). (Gandhi et al, 2015):

$$NDVI = \frac{\text{الأشعة تحت الحمراء القريبة} - \text{الأشعة الحمراء}}{\text{الأشعة تحت الحمراء القريبة} + \text{الأشعة الحمراء}}$$

الأشعة تحت الحمراء القريبة + الأشعة الحمراء

2: نظم المعلومات الجغرافية:

- استخدام نتائج بيانات الاستشعار عن بعد، بعد معالجتها وتحويلها لمدخلات في نظام المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج Arc GIS, Version 10.4, كما استخدم نظام المعلومات الجغرافي في عملية معالجه و ادخال البيانات إلى الحاسب الي عن طريق ما يلي:
- تحديد مواقع المحطات المطرية الواقعة ضمن منطقة الدراسة، (الجدول 1)، وإسقاطها ضمن طبقة اساسية وفقا لإحداثياتها الجغرافية المكانية للمحطات المناخية على مساحة حوض وادي ابن حماد. ومن ثم تمثيل خرائط المطر باستخدام Raster Interpolation واختيار طريقة Kriging. خريطة التوزيع المكاني لمعدل الأمطار السنوية.
- لاشتقاق شبكة مضلعات Thiessen Diagram على مساحة الحوض، وبعد ذلك تم حساب كميات الهطول المطري المساحي والموزون للمضلعات المستخرجة من مضلع Thiessen Diagram (Fritz, 2003).
- اشتقاق خرائط الانحدار، وخرائط اتجاه الانحدار، والشبكة المائية للوادي.
- حساب المساحات واستخراج عوامل معادلة رسل للطبقات التي تم اشتقاقها.
- إجراء تحليل المطابقة (Overlay analysis) بوضع الطبقة الخاصة بكل عامل من العوامل (عامل معدلات الأمطار والجريان السطحي (Rainfall - Run Off Erosivity factor) والعامل الطبوغرافي طول المنحدر (Length Slope) Topographic factor) (وعامل مدى قابلية التربة للانجراف (Soil Erodibility Factor(K، وعامل معام الغطاء الأرضي وإدارة المحاصيل Land cover and Crop Management factor، وعامل ممارسات الحفاظ على التربة (Conservation support practice factor) لاشتقاق خريطة كمية التربة المفقودة المحتملة.

ثالثاً: نموذج تقدير انجراف التربة: Revised Universal Soil Loss Equation(RUSLE)

تم تطبيق المعادلات المرجعية الخاصة بمعادلة رسل العالمية لتقدير فقدان التربة المعادلة (2) (Renand , et al, 1997):

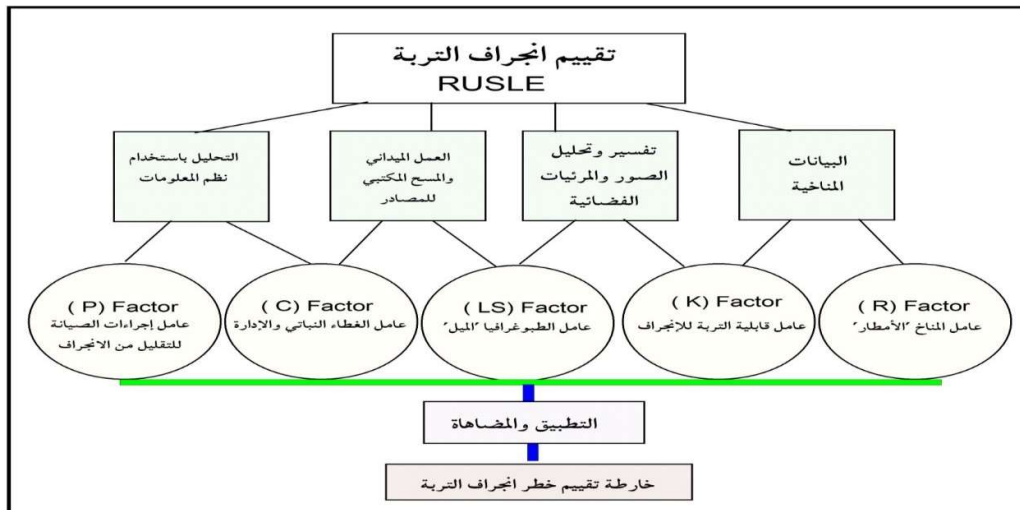
$$A = R * K * LS * C * P$$

حيث أن:

A= مقدار فقدان التربة في الهكتار الواحد. B= معدلات الأمطار والجريان السطحي.

K= مدى قابلية التربة للانجراف. Ls= العامل الطبوغرافي.

C= معام الغطاء الأرضي وإدارة المحاصيل. ومن أجل تطبيق هذه المعادلة تم تجهيز واشتقاق خمس طبقات أساسية (الشكل 2):



الشكل(2): منهجية الدراسة باستخدام RUSLE لتقدير انجراف التربة.

المصدر: إعداد الباحثين

** استخدام برنامج اكسل لإنتاج الأشكال والرسومات البيانية باستخدام البيانات التي تم الحصول عليها من تقارير دائرة الإحصاءات العامة. ** مرحلة التحليل والوصول إلى النتائج والتوصيات.

6-الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات تدهور التربة في مناطق مختلفة في العالم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ونماذج مختلفة مثل نموذج RUSLE.

وتوصلت دراسة (المحمد، البليبي، 2019) إلى تحديد مناطق التربة المتدهورة وحساب مساحتها وتحديد مناطق الانجراف والتدهور على مستوى الوحدات الصغيرة من التربة، وتقدير حجم التدهور سواء أكان خفيفاً أم متوسطاً أو خطيراً، باستخدام التفسير البصري للبيانات Visual Interpretation ومطابقتها ببيانات المسح الميداني لمكونات التربة واستعمالات الأراضي الزراعية في المنطقة.

وتوصلت دراسة (Koirala et al, 2019) عن تآكل التربة في المناطق الجبلية في نيبال إلى تصنيف المنطقة إلى 6 فئات تآكل على أساس شدة التآكل، ووجدت الدراسة ان 11 ٪ من المساحة تعاني من خطر التآكل حيث تقدر بأكثر من 80 طن / هكتار/ السنة، كما أوصت الدراسة باتخاذ اجراءات سريعة للحد من انجراف التربة واتخاذ التدابير اللازمة للمحافظة على الأراضي الزراعية، وإعداد خطط مكافحة الانجراف.

وتوصلت دراسة (Barka.2018)، إلى التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي في منطقة حوص سد الحوز/سوريا، باستخدام المعادلة العالمية المعدلة (RUSLE)، وتم تحديد كميات التربة المفقودة المحتملة في منطقة الدراسة وتصنيفها إلى أربع اصناف كالآتي : قليلة جدا وترواحت كميات الفقد بين 0-5 (طن /هكتار /سنة) والقليلة بين 5-12 (طن /هكتار /سنة)، والمتوسطة بين 12-24 (طن /هكتار /سنة)، والشديدة تجاوزت 24(طن /هكتار /سنة).

وتوصلت دراسة (Shakeel et al, 2017)، عن انجراف التربة في مقاطعة كشمير/ الهند، إلى ان المنطقة تعاني من خطر تآكل التربة ا التربة البالغة 2.9246 طنًا /هكتار/ السنة، مع وجود تأثير كبير مناطق الأراضي العشبية والأراضي الزراعية والبساتين للتقليل من خطر تدهور وتآكل التربة، و توصلت الدراسة إلى أن خرائط التآكل التي تم إنشاؤها باستخدام طريقة RUSLE و GIS يمكن أن تكون بمثابة مدخلات فعالة في إستراتيجيات تخطيط الأراضي وإدارتها في المناطق الزراعية الحساسة بيئياً.

وتوصلت دراسة (Alka et al, 2017). لحوض Dudhawa مقاطعة تشاتيسغار الهندية إلى اهمية استخدام معادلة فقدان التربة المعدلة العالمية ونظم المعلومات الجغرافية (الجغرافية) لتحديد المناطق المعرضة لخطر انجراف التربة وتصنيفها، إضافة إلى دورها في وضع الخطط التنوية الشاملة.

وتناول (Fthimiou et al, 2014) دراسة انجراف التربة في حوض نهر فينتكوس Venetikos، وهو رافد رئيسي لنهر Aliakmonas، في الجهة الغربية /مقدونيا / شمال اليونان، باستخدام معادلة RUSLE ونظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت الدراسة إلى ان نموذج RUSLE كان مرضياً تماماً وسمح بتحديد أكثر المناطق عرضة للتآكل، مما يشكل أداة تنبؤية مهمة لإدارة التربة والبيئة في هذه المنطقة.

وتوصلت دراسة (Farhan et al, 2013)، عن تدهور التربة في حوض وادي كفرنجة إلى ان هناك تدهور في التربة، وبلغ متوسط الخسارة السنوية المقدرة المحتملة للتربة 10 أطنان / هكتار/ سنة، كما توصلت الدراسة إلى تحديد أهم أسباب تآكل التربة وهي: ارتفاع التضاريس، والانحدار، وإزالة النباتات، وسوء ممارسات حفظ التربة.

وتوصلت دراسة (Alkharabsheh et al. 2013) إلى تقييم تأثير تغيير الغطاء الأرضي على تآكل المناطق الزراعية في شمال الأردن، وتم تقدير متوسط خسارة التربة 9.53 طن / ساعة و 8.97 طن / ساعة في عامي 1992 و 2009 على التوالي، وأن السبب الرئيسي لتغيير تآكل التربة هو تراجع المحاصيل البعلية وتحويلها إلى المرعي. وكانت الاختلافات في مخاطر تآكل التربة بين الفترتين كبير، نتيجة للتغير في الغطاء الأرضي.

وتناولت دراسة (Ashiagbor. et al.2013)، نمذجة التوزيع المكاني لتآكل التربة في حوض نهر دينسو في غانا باستخدام أدوات RUSLE و GIS، وتوصلت الدراسة إلى ان 88٪ من مساحة الحوض تتعرض لمخاطر انجراف منخفضة، و 6٪ لمخاطر انجراف معتدلة، و 3٪ مخاطر انجراف عالية، و 3٪ مخاطر شديدة حيث تتركز في المناطق ذات درجات الانحدار الكبير، وأراضي الغابات المعتدلة.

وتوصلت (قطيش، 2010) إلى تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة لاراضي حوض وادي الحسا، جنوبي الاردن، كما تم انتاج خرائط رقمية وتصنيف انجراف التربة إلى اربعة أصناف رئيسة: انجراف خفيف ويشكل

42%، معتدل 35%، شديد 13%، مدمر 10%، وقدمت الباحثة توصيات ذات علاقة لتمكين المخططين ومنتخذي القرار من وضع إستراتيجية لصيانة التربة وحماية التربة.

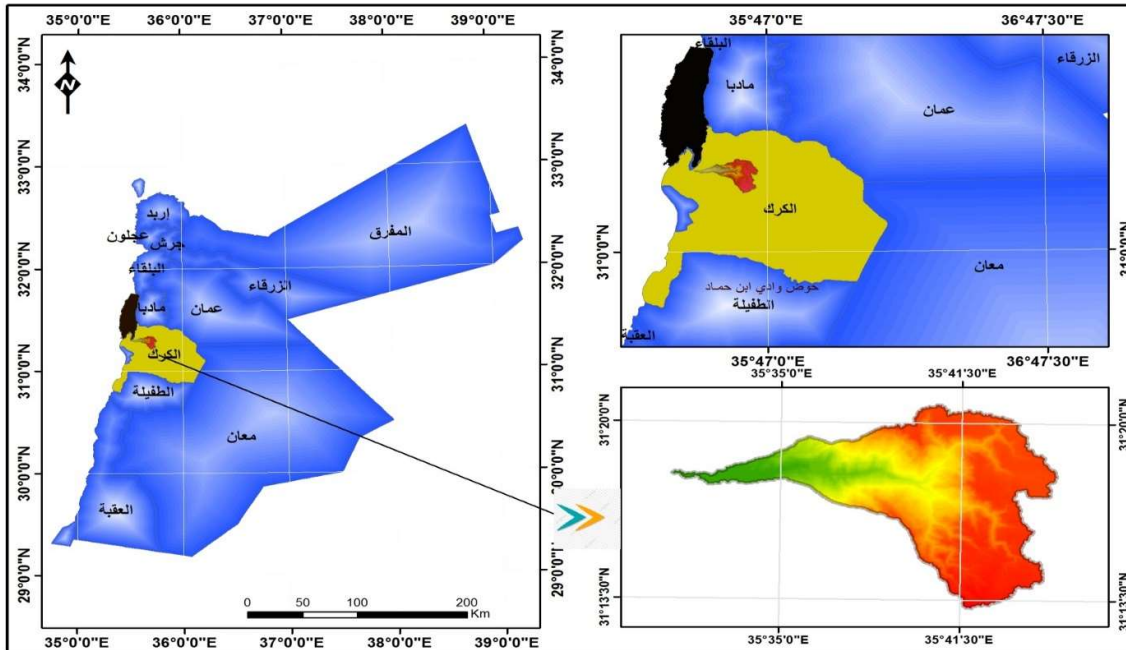
وأبرزت دراسة (didiji, 2010) أهمية النمذجة في دراسة تآكل التربة في منطقة كاتسينا بولاية كاتسينا / نيجيريا، وتم تقدير الخسارة السنوية المحتملة للتربة وذلك باستخدام معادلة RUSLE و تراوحت ما بين 0.0 طن/إيكر/السنة - 415.12 طن/إيكر/السنة، ويتراوح مساحة المنطقة ذات التآكل الشديد (1.86%) التي يتراوح معدل تأكلها بين 104.80 و 415.12 طن/إيكر/سنة.

وتناولت دراسة (Kouli et al, 2008)، مشكلة تدهور التربة في خانبا، شمال غرب كريت، اليونان باستخدام معادلة (RUSLE)، وأظهرت النتائج أن مساحة واسعة من المنطقة تمر بتآكل شديد. ومن المتوقع ان يصل المتوسط السنوي لفقدان التربة إلى 200 طن / هكتار / عام) واوصت الدراسة بضرورة انتباه المسؤولين للحد من هذه المشكلة.

وتتميز هذه الدراسة بتحليل التوزيع المكاني لانجراف التربة في حوض وادي ابن حماد، وانتاج خرائط رقمية، واعداد قاعدة معلومات رقمية، باستخدام معادلة RUSLE و تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. نظرا لأهمية منطقة الدراسة، وتنوع مواردها الطبيعية والبشرية، اضافة إلى انه لم يتم دراسة تدهور التربة في منطقة الدراسة من قبل.

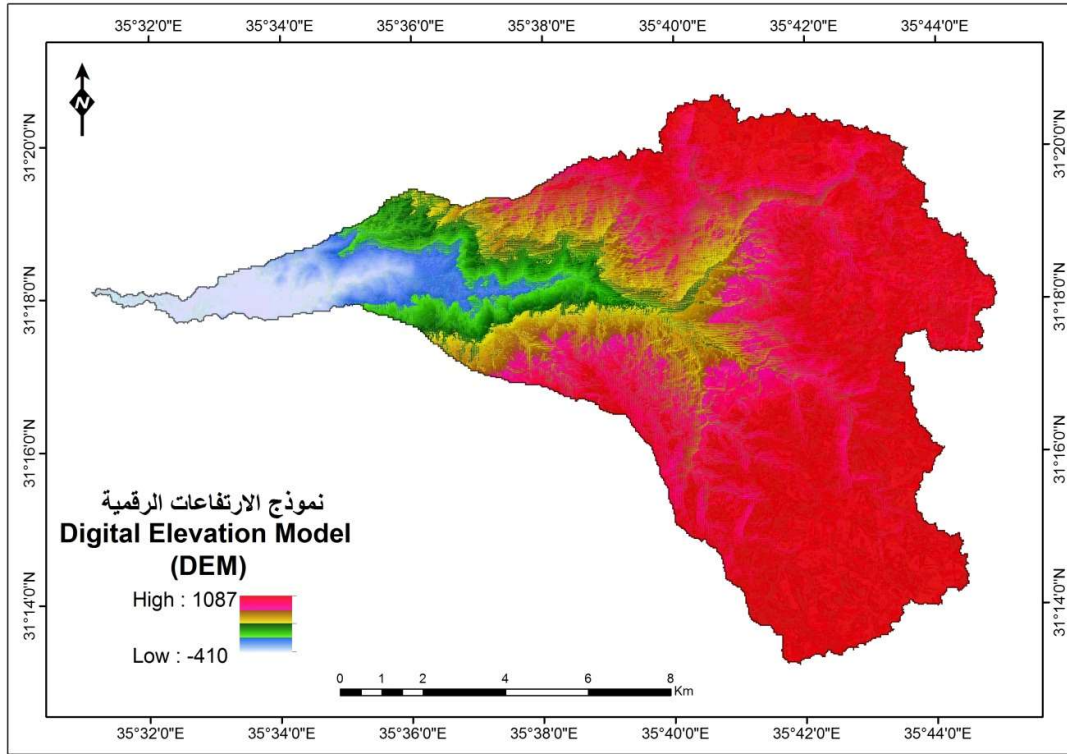
4-منطقة الدراسة

يقع وادي ابن حماد ضمن محافظة الكرك، شمال غرب مدينة الكرك جنوب الأردن، وتبعد 120 كم عن مدينة عمان، ما بين دائرتي عرض 22° 31' وحتى 34° 31' شمالاً، ودرجتي طول 74° 35'، وحتى 51° 35' شرقاً، (الشكل 3). تبلغ مساحة وادي ابن حماد حوالي 120.45 كم²، ويتراوح منسوب سطح الأرض ما بين - 400 دون مستوى سطح البحر إلى 1087م فوق مستوى سطح البحر (الشكل 4)، ويمتاز سطح الأرض بالتضاريس الشديد في بعض المناطق، وتحف التلال والجبال الوادي من الشمال والجنوب بفعل وجود طيات بنيوية (العنانزة، 2005)، ويتخلله التجمعات السكانية (بتير، الياروت، دمنة، صرفة، وادي ابن حماد). ويبلغ عدد السكان في التجمعات السكانية في الحوض حوالي 11.540 نسمة حسب إحصائية 2015. (الشكل 5) دائرة الإحصاءات العامة (2015).



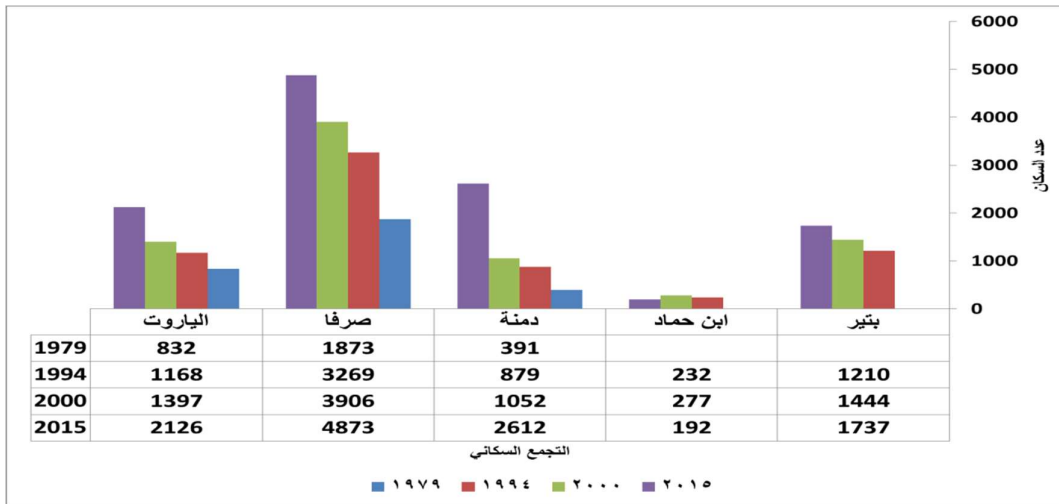
الشكل (3) موقع حوض وادي ابن حماد .

المصدر: أعداد الباحثان بالاعتماد نظم المعلومات الجغرافية.



الشكل (4): الارتفاعات في وادي ابن حماد.

المصدر: أعداد الباحثان بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية، ونظم المعلومات الجغرافية



الشكل(5): تطور عدد سكان التجمعات السكانية في وادي ابن حماد.

المصدر: زريقات، 2018

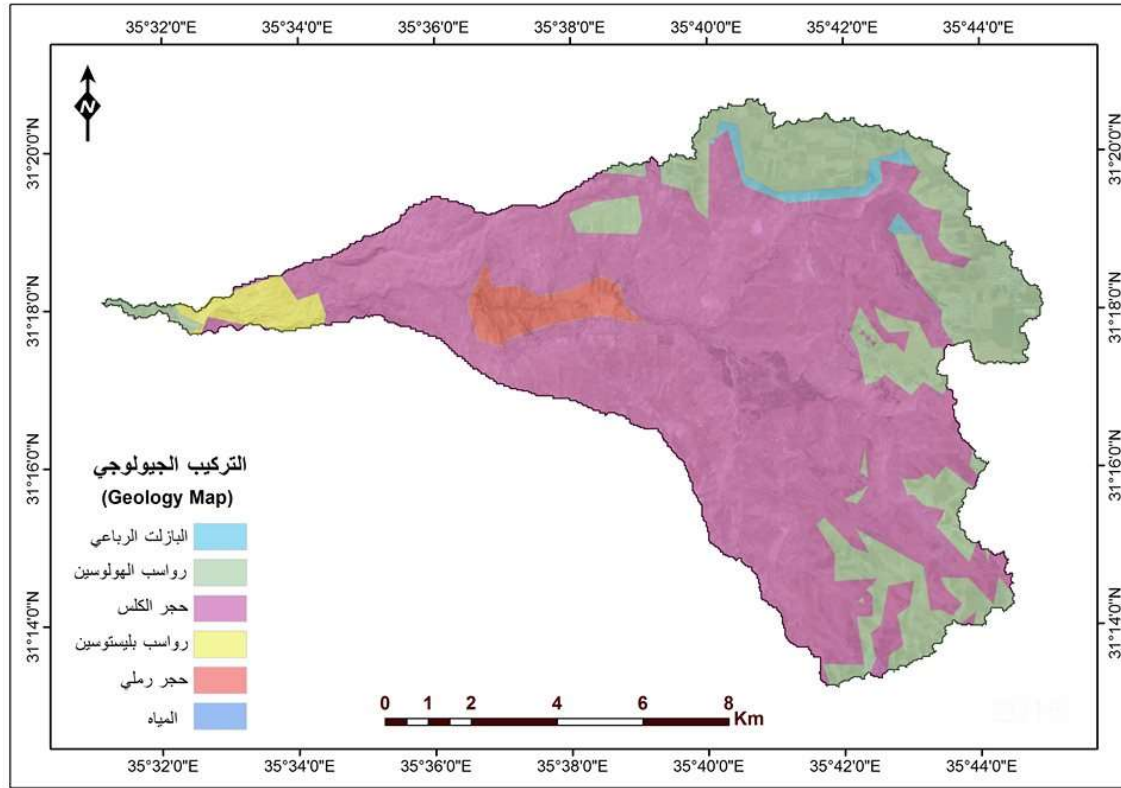
تختلف الخصائص المناخية في مناطق الحوض المختلفة بحكم منسوبها وطوبوغرافيتها (العنانزة، 2005)، إذ يسود المناخ الدافئ في الحوض الاعلى من الوادي، بينما يسود مناخ الاستبس البارد في الجزء الأوسط من الوادي، بينما يسود المناخ المداري الجاف حسب تصنيف كوبن في الحوض الاسفل من الوادي، ويبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة 19.2 م°، وتقسّم المنطقة إلى

أربعة مناطق مطرية (أقل من 100 ملم، 100-200 ملم، 200-300 ملم، 300-400 ملم، 400-300 ملم. (شحادة، 1990؛ البحيري، 1991؛ النواصرة، 2006).

وتعاني منطقة الدراسة من تحول في الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي خاصة التحول من الأراضي الزراعية إلى الأراضي الجرداء وغير المستغلة، مما يعني تعرض منطقة الدراسة للتصحر، والتدهور البيئي، ويظهر من مؤشر الاختلاف النباتي، (زريقات، 2018).

وتمتاز منطقة الدراسة بقلة الغطاء النباتي الطبيعي باستثناء بعض الأشجار والشجيرات حول الوادي و مجاري السيول، (النواصرة، 2006).

وتغطي تكوينات السروج وتشمل كنجومتات والصخور الرملية منطقة الدراسة (عابد، 2000). إضافة إلى مجموعة صخور مجموعة عجلون (حجر كلسي) في الحوض الأوسط من الوادي، ومجموعة البلقاء (بازلت طباشيري) في الحوض الأعلى، وترسبات حديثة (حصى ورمال وطنين) في منطقة المصب كما تنتشر الترسبات الملحية البيضاء الناتجة عن ترسبات البحر الميت في النهاية الدنيا لمصب الوادي، وتتكون ترسبات بطن الوادي من صخور صوانية وجيرية، وصخور الحجر الرملي، (النواصرة، 2006). (الشكل 6).



الشكل (6): التكوينات الجيولوجية لحوض وادي ابن حماد.

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ونظم المعلومات الجغرافية

وتسود الترب الجافة المبتدئة في الاجزاء الجافة الانتقالية وتغطي منطقة الدراسة تربة البحر المتوسط المبتدئة في المناطق الشرقية من الوادي والترب المبتدئة الكلسية الشبة جافة، والترب الجافة. (وزارة الزراعة، 1994).

خامسا: النتائج ومناقشتها

- تقدير انجراف التربة:

أولاً: معدلات الأمطار والجريان السطحي: (Rainfall Erosivity (R Factor)

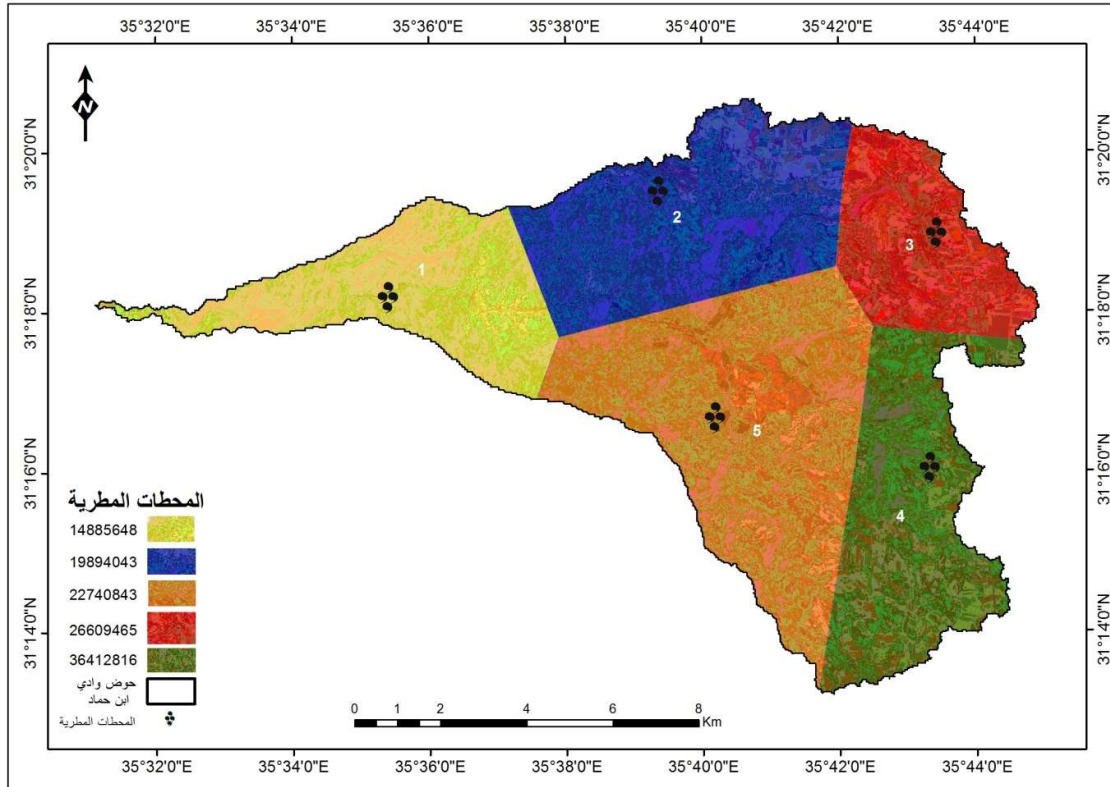
يعد هذا العامل من أهم العوامل المؤثرة على انجراف التربة في معظم البيئات الجغرافية، ويؤثر عامل المطر المتمثل في تساقط

المطر والجريان المائي السطحي على القدرة الفعلية لنقل وتحريك حبيبات التربة، ويتحكم في ذلك خاصيتين أساسيتين، هما: كمية تساقط الأمطار Rain Amount، ودرجة كثافة التساقط Rainfall Intensity، إضافة إلى طول الفترة الزمنية للتساقط. وضمن المعادلة العالمية (RUSLE) المستخدمة في الدراسة، فإن القيم الكمية الدالة على قدرة الأمطار على جرف التربة يتم حسابها من الخصائص الخاصة بالأمطار، حيث تعد عملية قياس قدرة وإمكانية الأمطار على نقل وتحريك التربة عملية شائكة ومعقدة جداً، تحتاج إلى بيانات مطرية تفصيلية لفترة طويلة من الزمن، وكذلك رصد ميداني دقيق للأمطار وكميات التربة المنقولة بفعلها، ونتيجة لذلك فقد اتجه الكثير من الباحثين إلى إيجاد طرق لقياس هذا العامل من خلال تعديل المنهجية المستخدمة في قياس قدرة تساقط الأمطار على نقل وجرف التربة. ولحساب أثر معدلات الأمطار والجريان السطحي ضمن معطيات المعادلة العالمية لتقدير حجم انجراف التربة، فقد تم:

أولاً تحديد مواقع المحطات المطرية الواقعة ضمن حوض وادي ابن حماد والبالغ عددها خمسة محطات مطرية ومناخية موضحة في الجدول السابق(1).

ثانياً: اسقاط مواقع المحطات ضمن طبقة اساسية وفقاً لإحداثياتها الجغرافية المكانية للمحطات المطرية المناخية على مساحة حوض وادي ابن حماد.

ثالثاً: اشتقاق شبكة مضلعات Thiessen Diagram على مساحة الحوض كما هو موضح في الشكل رقم (7) وبعد ذلك تم حساب كميات الهطول المطري المساحي والموزون للمضلعات المستخرجة من مضلع Thiessen Diagram.



الشكل (7) مساحات مضلعات (Thiessen polygon) في منطقة الدراسة.

المصدر عمل الباحثان بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية.

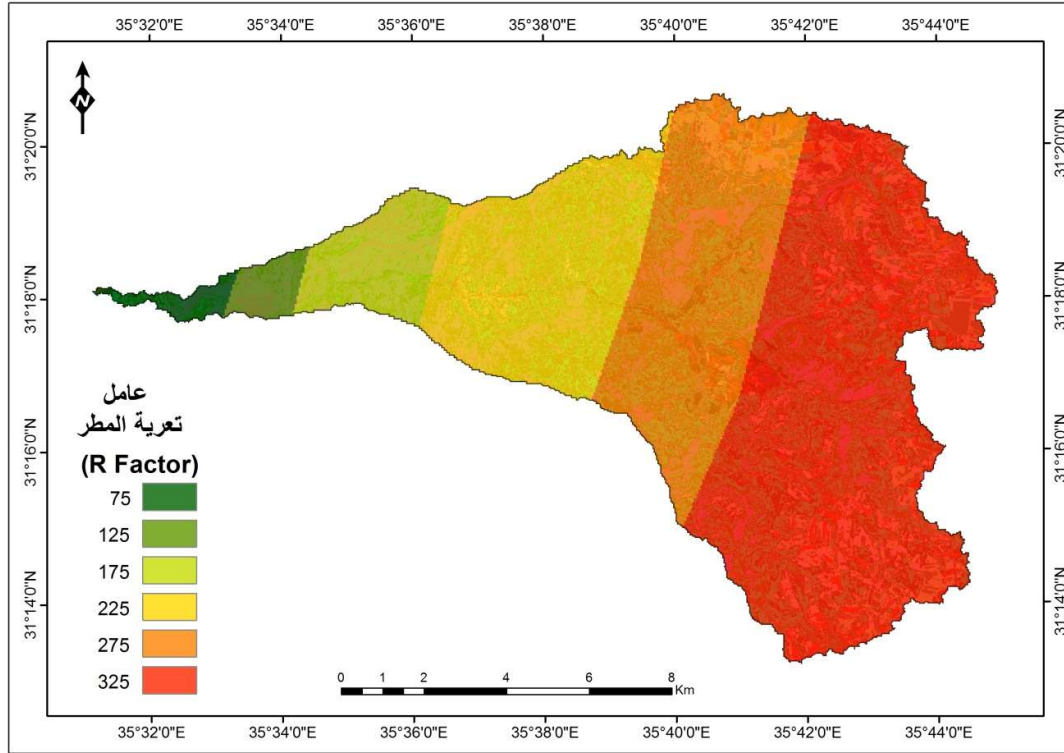
وباستخدام الخطوة السابقة استطاعت الدراسة اشتقاق خريطة عامل التعرية بالأمطار وذلك بالاعتماد على مؤشر روز Rose Index الذي يتلاءم مع بيئة منطقة الدراسة التي تصنف بأنها بيئة شبه جافة، مؤشر وذلك حسب العلاقة التالية المشار إليها بالمعادلة رقم (3) (Fabbri,1991) :

$$R - Index = (P \wedge X 0.5) 1.73 \dots \dots \dots (1)$$

R - Index : مؤشر روز

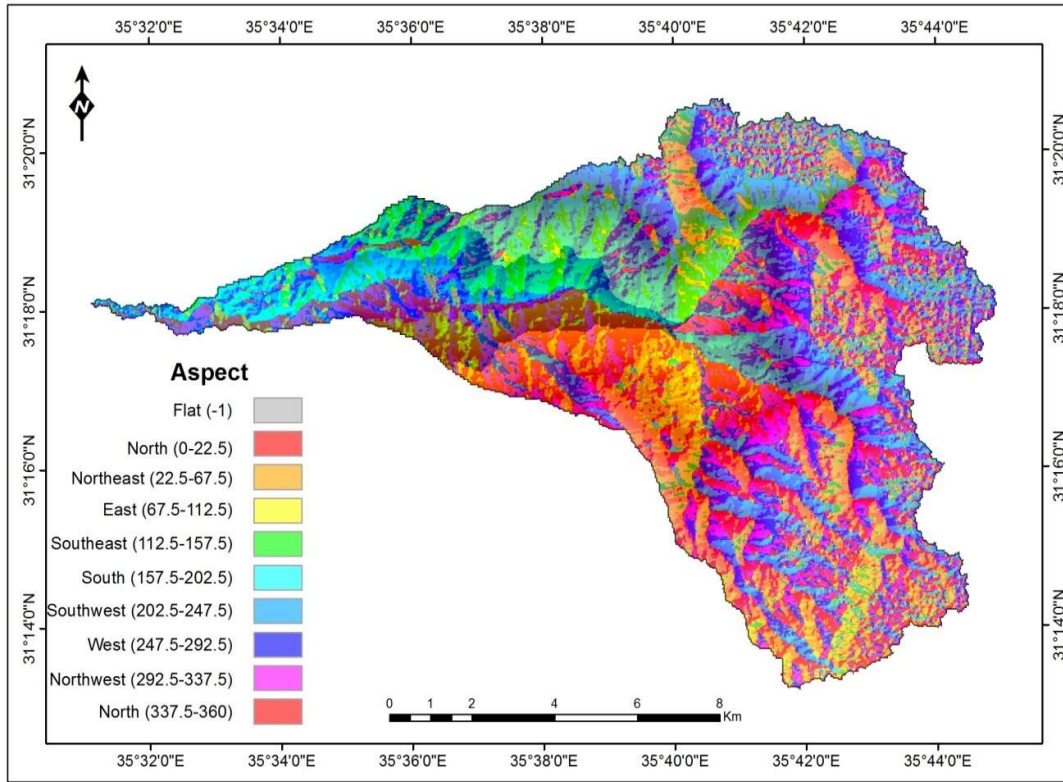
P^ : معدل الأمطار السنوية

وبتطبيق المعادلة رقم (3) فان قيمة عامل انجراف التربة بفعل الأمطار تراوحت ما بين 75- 325 ملم (الشكل 8)، ويلاحظ من الشكل أن قيمة R ترتفع بشكل كبير في حوض وادي ابن حماد في الاجزاء الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية على شكل شريط ممتد من الشمال إلى الجنوب باتجاه الشرق وذلك بسبب عامل الارتفاع حيث يتراوح الارتفاع بين 800م -1050م، الذي يتحكم في عامل المطر اذ تتلقى هذه المناطق أمطار أكثر من 350ملم متمثلة بالتجمعات السكانية (دمنة والياروت وابن حماد)، وبعد ذلك تأخذ قيمه معامل انجراف التربة بالتناقص باتجاه المناطق الغربية في الحوض اذ يتراوح الارتفاع بين 300 إلى -410 م، وتقل كمية الأمطار في هذه المناطق عن 200 ملم وتتناقص بالاتجاه غربا حتى تصل إلى 150ملم، إضافة إلى تأثير اتجاه المنحدرات، معظم الاتجاهات غربية وشمالية غربية الشكل (9). وتزداد قيمة R بالتناقص لتصل أقل حد لها في مناطق مصب الوادي إذ بلغت قيمة معامل الانجراف بفعل الأمطار إلى أقل من 75ملم، ويقل تساقط الأمطار في بيئة المصب الأمر الذي أدى إلى انخفاض قيمة R في هذه الجهات من الوادي.



الشكل رقم (8): عامل انجراف التربة بفعل الأمطار في منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية ونظم المعلومات الجغرافية



الشكل (9): أنماط الاتجاهات في حوض وادي ابن حماد.

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

العامل الثاني: العامل الطبوغرافي طول المنحدر (LS) Topographic factor (Length Slope) (LS)

تم احتساب عامل الميل لمنطقة الدراسة باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM، إذ يعد نموذج الارتفاع الرقمي الخطوة الأولى لاستخراج معامل الميل، والذي يشتق منه الخريطة الكنتورية بفواصل كنتوري 10 متر (الشكل 10). و يؤثر عامل الميل على كمية التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي وذلك بعلاقة طردية موجبة فكل ما زاد طول ودرجة الميل زادت كمية التربة المفقودة ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة مسافة الجريان السطحي الناتج عن زيادة درجة الميل. وبالاعتماد على الطبقات التي تم إنجازها (خريطة الارتفاعات الرقمية والخريطة الكنتورية وخريطة الميل (الشكل 11)، وطبقة الاتجاهات الجغرافية Aspect) تم اشتقاق خريطة تقدير عامل الطبوغرافيا LS (الشكل 12)، وذلك بتطبيق المعطيات في المعادلة رقم (4) (Rinos,etal, 2000).

$$LS = (L / 72.60) * (65.41 * \sin (S) + 4.56 \sin (S) + 0.65)$$

Where S < 21,0 %.

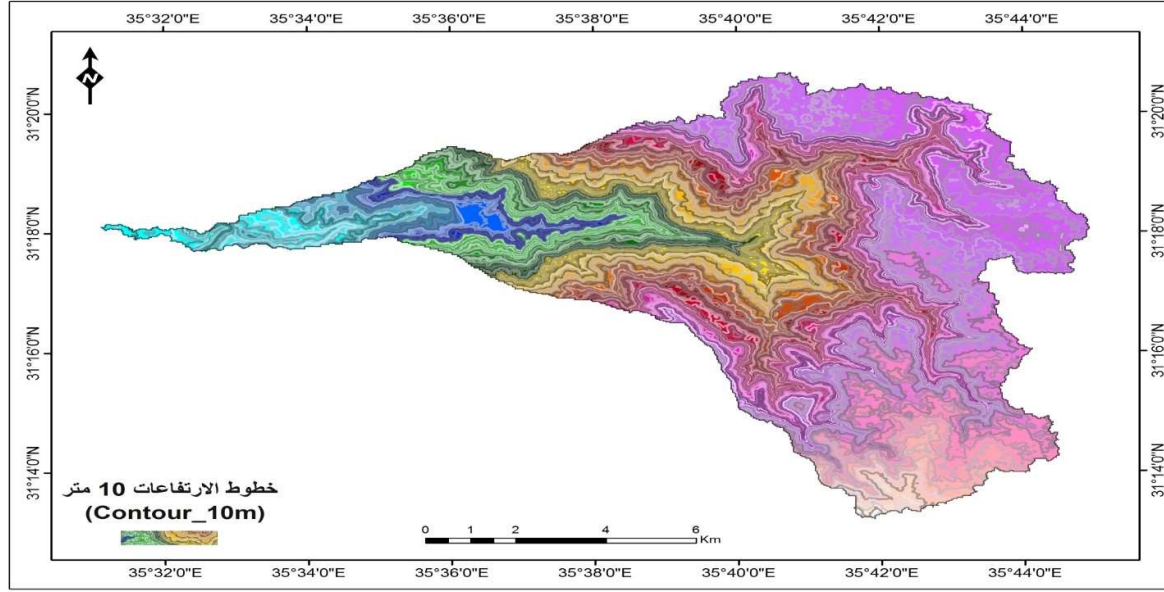
$$LS = (L / 22.10) * 0.70 (6.432 * \sin (S) + 0.79.56 * \cos (S))$$

Where S < 21,0 %.

عامل الطبوغرافيا LS = Topographic Factor

L = طول المنحدر (م)

S = الانحدار (%)



الشكل (10): الخريطة الكنتورية في حوض وادي ابن حماد.

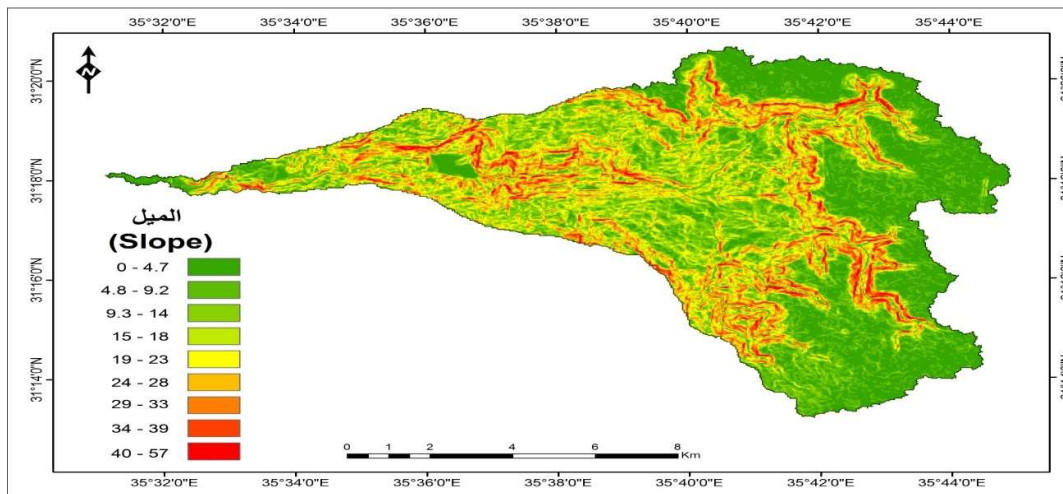
المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على الخريطة الطبوغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

ويتضح من الشكل (12) ما يلي:

أولاً: تتراوح قيمة تأثير عامل الطبوغرافيا في انجراف التربة ما بين 0-3 في منطقة الدراسة. ثانياً: ارتفعت قيمة العامل الخاص بالطبوغرافيا في المناطق الوسطى والمناطق الغربية غير المأهولة بالسكان وقد يعود السبب في ذلك إلى:

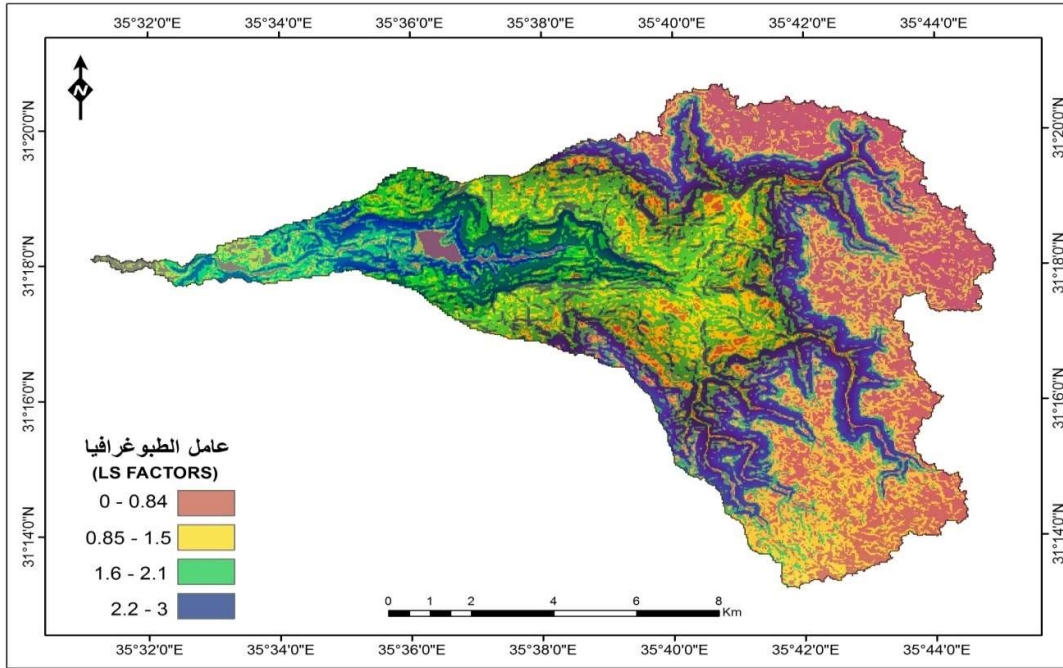
- ارتفاع درجة الانحدار في تلك المناطق.
- وزيادة طول المنحدرات فيها.
- قلة الغطاء النباتي.

ثالثاً: يقل تأثير عامل الطبوغرافيا في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والجنوبية، والحوض الأدنى من الوادي، وذلك بسبب انخفاض نسبة الانحدار.



(11): أنماط الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية



الشكل (12): تأثير عامل الطبوغرافيا في انجراف التربة في حوض بني حماد (LS-Factor).

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

العامل الثالث: مدى قابلية التربة للانجراف: Soil Erodibility Factor(K)

يعد هذا العامل من العوامل الوصفية الكمية لقياس قابلية جسيمات التربة للانفصال والنقل عن طريق هطول الأمطار والجريان السطحي بالنسبة لنوع معين من التربة، ويعكس هذا العامل حقيقة اختلاف كل نوع من أنواع التربة للانتقال والتآكل بمعدلات مختلفة، ويعتمد عامل التربة الخاص بالتعرية Soil erodibility factor على بعض الخصائص الفيزيائية للتربة التي تشمل: النفاذية Permeability و بناء التربة Soil Structure بالاعتماد على نسبة الطين Clay والسلت Silt والرمل الناعم Fine silt والمواد العضوية Organic Matter، وتم حساب عامل قابلية التربة للتعرية بالاعتماد على المعادلة رقم (5) (Rinos,etal, 2000):

$$K\text{-Factor} = ((2.1 \times m^{1.14} \times 10^{-4} \times (12-a) + (3.25 \times (c-3))) / 100$$

K- Factors: عامل قابلية التربة للانجراف

M: (% السلت + نسبة الرمل الناعم) x (نسبة الطين - 100)

A: معامل (% المادة العضوية في التربة).

B: معامل بنائية التربة وتتراوح قيمته بين (1-4).

C: معامل نفاذية التربة وتتراوح قيمته بين (1-6).

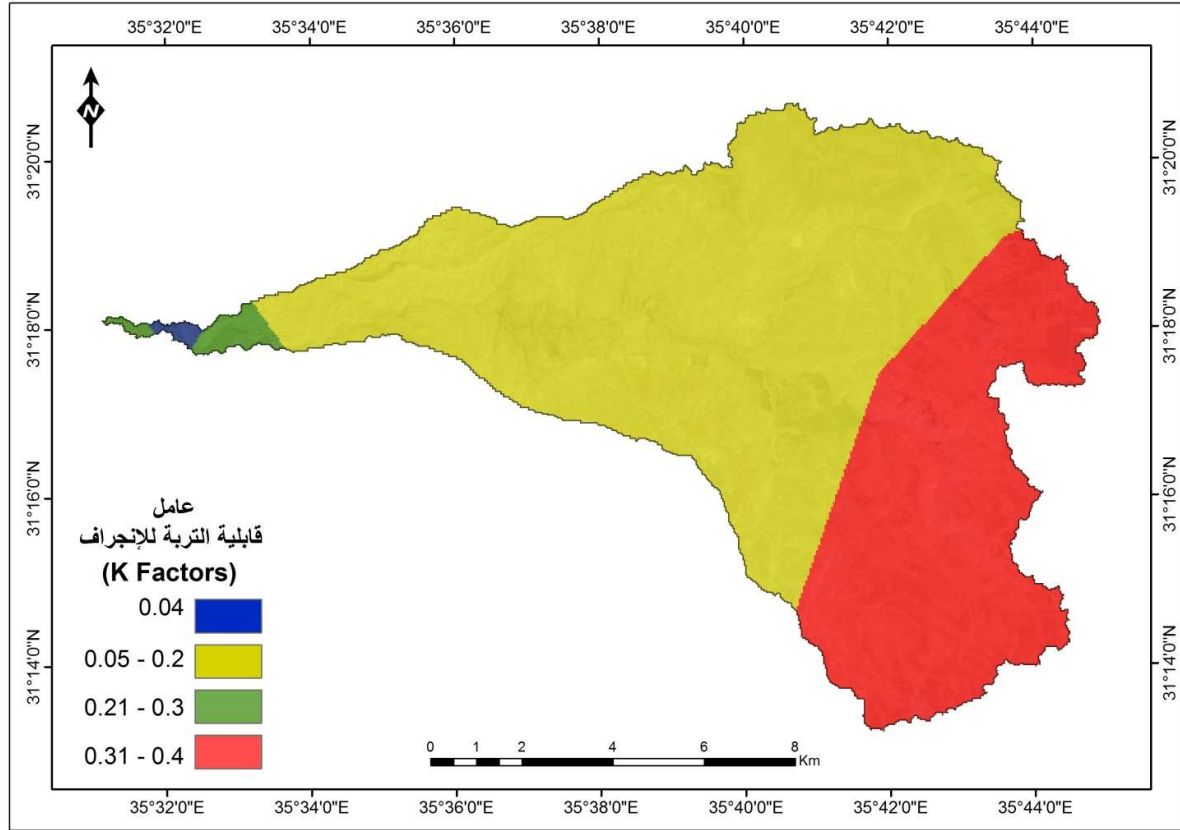
واعتمدت الدراسة في حساب تأثير عامل قابلية التربة للتعرية على دراسة خصائص النسيج للتربة في منطقة الدراسة، ودراسة نسب هذه الأنواع ومساحتها، ومن ثم تصنيف الترب في منطقة الدراسة وذلك لحل أجزاء المعادلة رقم (3) الموضحة فيما سبق. وتوصلت الدراسة من خلال ذلك إلى وجود مجموعة من وحدات الترب الموضحة في الجدول رقم (2) و الذي يوضح نسب احتواء هذه الوحدات من الترب على الأنسجة الترابية. sand, silt, clay وغيرها من النسب الموضحة في الجدول (2)، واستطاعت الدراسة اشتقاق معامل تأثير العامل K لكل نوع من هذه الأنواع العضوية المكونة لوحدات التربة، و يرتفع قيمة العامل في التربة

من نوع LK ليصل إلى 0.29 وهي ترب من ذات محتوى من الرمال (SAND) بنسبة 75,4 والصلصال (CALY) بنسبة 17,2 اذ يعني ارتفاع هذه النسب إلى ارتفاع قيم معامل K. ولملاحظة الاختلاف والتباين المكاني لقيم عامل قابلية التربة على الانجراف، و بالاعتماد على الطبقات التي تم انشاءها و بالرجوع إلى الجدول السابق فقد تم اشتقاق طبقة عامل قابلية التربة للانجراف K-Factor، وبلغت قيمة عامل التربة للانجراف ما بين 0.03-0.4، ويلاحظ من خلال تتبع قيمة عامل التربة للانجراف K-Factor الموضح في الشكل رقم (13) تباين ترب حوض وادي ابن حماد في قابليتها للانجراف، ويظهر تعرض بعض المساحات المتناثرة الواقعة في شرق وجنوب شرق، والمناطق الغربية من حوض وادي ابن حماد للانجراف، وهي ذات قابلية مرتفعة للتآكل والانجراف، وقد يعود ذلك إلى طبيعة بناء تكوينات التربة فيها، وارتفاع درجة نفاذيتها، وانخفاض نسبة التكوينات الطينية وكذلك ارتفاع نسبة السلت والرمل. وأما في المناطق الوسطى من الحوض وفي بعض الأجزاء الشمالية الغربية فيلاحظ انخفاض قابلية التربة للانجراف فيها، ويعود السبب في ذلك إلى انخفاض نفاذية التربة وزيادة ارتفاع التكوينات الطينية فيها. وتعتبر التربة الطينية ذات التكوينات ناعمة القوام في منطقة الدراسة مرتفعة المسامية ومنخفضة النفاذية، وعلى العكس التربة الرملية فتتميز بأنها قليلة المسامية ومرتفعة النفاذية، إذ أن التربة الطينية والغرينية تتطلب قوة أكبر لكي تتجرف مقارنة مع الترب الأخرى بسبب ارتفاع مساميتها وحفظها بنسبة كبيرة من الرطوبة التي تعمل بدورها على تماسك قوامها وتحول دون حصول الانجراف وان حصل يكون ضمن معدلات الانجراف القليلة، وأما التربة الرملية ذات الخشونة العالية تكون غير متماسكة الأمر الذي يسرع في عملية انجرافها بسهولة.

الجدول (2) معامل قابلية أنواع التربة على الانجراف في حوض وادي ابن حماد.

FCSAND	OC TOPSOIL	CLAY TOPSOIL	SILT TOPSOIL	SAND TOPSOIL	SOIL UNIT SYMBOL
0.20	0.64	21.60	29.90	48.70	XK
0.20	1.25	16.70	21.90	61.40	W
0.20	0.40	32.40	24.60	43.20	ZO
0.25	0.34	17.20	7.40	75.40	LK
K	KUSLE	FHISAND	FORGE	FCL-SI	SOIL UNIT SYMBOL
0.16	1.19	0.30	7.00	2.81	XK
0.04	0.28	0.30	1.78	2.57	W
0.28	2.15	0.30	13.43	2.64	ZO
0.39	2.23	0.30	15.88	1.85	LK

المصدر: وزارة الزراعة، 1994

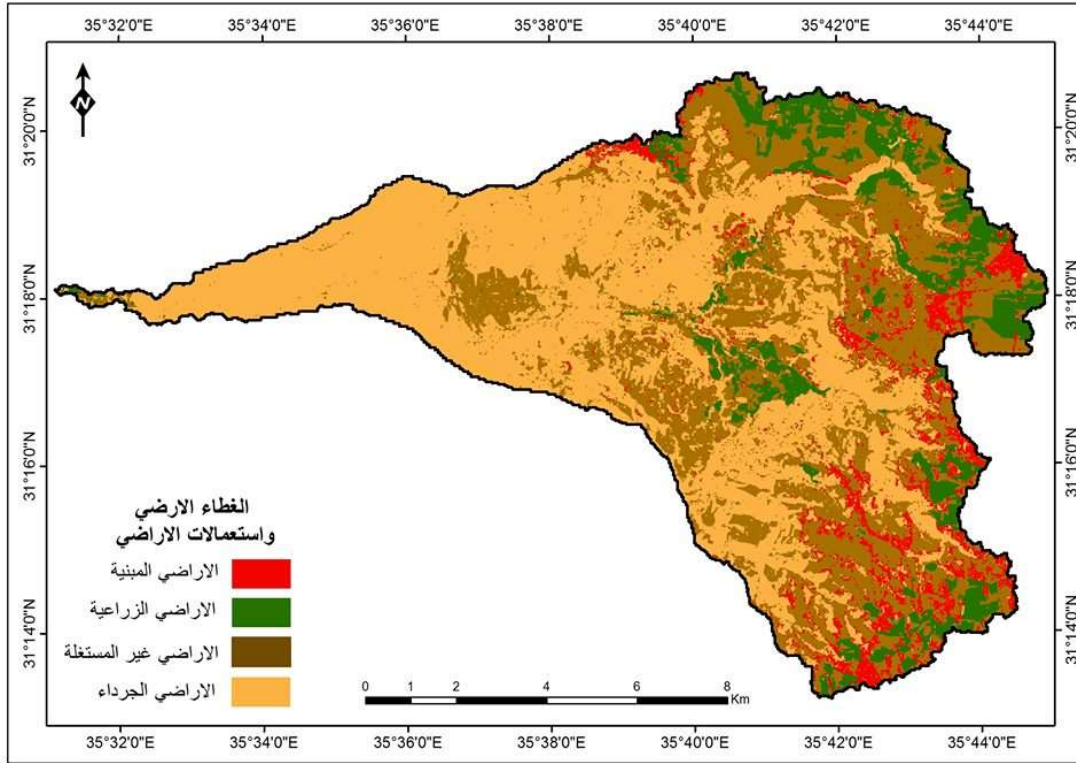


الشكل (13) تصنيفات التربة الرئيسية حسب قابلية التربة للانجراف.

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

رابعاً: عامل الغطاء الأرضي وأسلوب الإدارة البيئية للأرض (C) Land cover and Crop Management Factor

يعتمد تقدير هذا العامل على كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، وكذلك على كثافة العمليات الزراعية الممارسة، مثل الحراثة والتسميد والأساليب الزراعية، ونوع المحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة حيث؛ تسهم العمليات السابقة في التقليل من عمليات انجراف التربة بنسبة 33 % تقريباً، مقارنة مع الأراضي الأخرى التي تخلو من الزراعة والأعمال المرافقة والمساندة لها. وقد بينت دراسة أنواع الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي وجود تباين و تداخل بين هذه الاستخدامات وقد تم حصر اربعة أصناف سائدة في منطقة الدراسة حسب نظام اندرسون، كما هو موضح في الشكل رقم (14) حيث تمثلت ب الأراضي المبنية بمساحة تقدر ب 8.89 كم²، والأراضي غير المستغلة مساحة تقدر ب 42.4 كم²، وشكات الأراضي الجرداء مساحة تقدر ب 57.3 كم²، في حين لم تشكل الأراضي الزراعية سوى 11.8 كم² أي ما نسبته 9.8% من مساحة المنطقة الكلية كما هو موضح في الجدول رقم (3) وبلغت دقة المنتج للغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي 91.25% ودقة المستخدم 91.87%. ولتحقيق اهداف الدراسة وبما يتناسب مع متطلبات المعادلة العالمية RUSLE تم اشتقاق طبقة الأراضي الخضراء وأيضاً ما يعرف بخريطة كثافة الغطاء النباتي حيث بلغت الكثافة النباتية في المنطقة من 0.57-0.021 وتتوزع هذه الكثافة بشكل عشوائي في منطقة الدراسة. ويبين الشكل رقم (15) توزيع وتباين كثافة الغطاء النباتي في المنطقة المدروسة حيث تتركز الكثافة العالية من الغطاء الأرضي من 0.25-0.57 في المناطق قليلة الانحدار وتلعب الكثافة النباتية في هذه المناطق درع حماية من الانجراف على خلاف المناطق التي تقل فيها الكثافة النباتية و التي تكون معرضه للانجراف حيث تقل في المناطق الغربية من الوادي على شكل شريط ممتد من الوسط و حتى مصب لبوادي، ويوضح الشكل(16) مساحة هذه الكثافات النباتية التي تغطي منطقة الدراسة.



الشكل (14): عامل الغطاء الأرضي C-Factor في منطقة الدراسة.

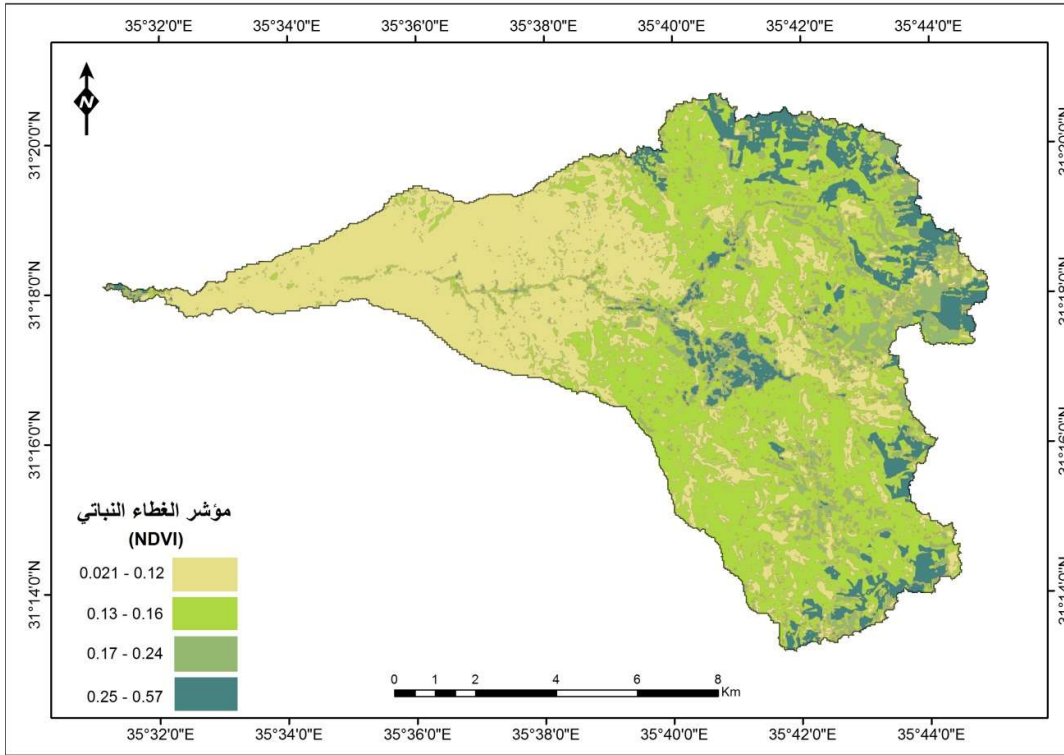
المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

الجدول رقم (3) مساحة الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي في منطقة الدراسة.

الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي في حوض وادي ابن حماد

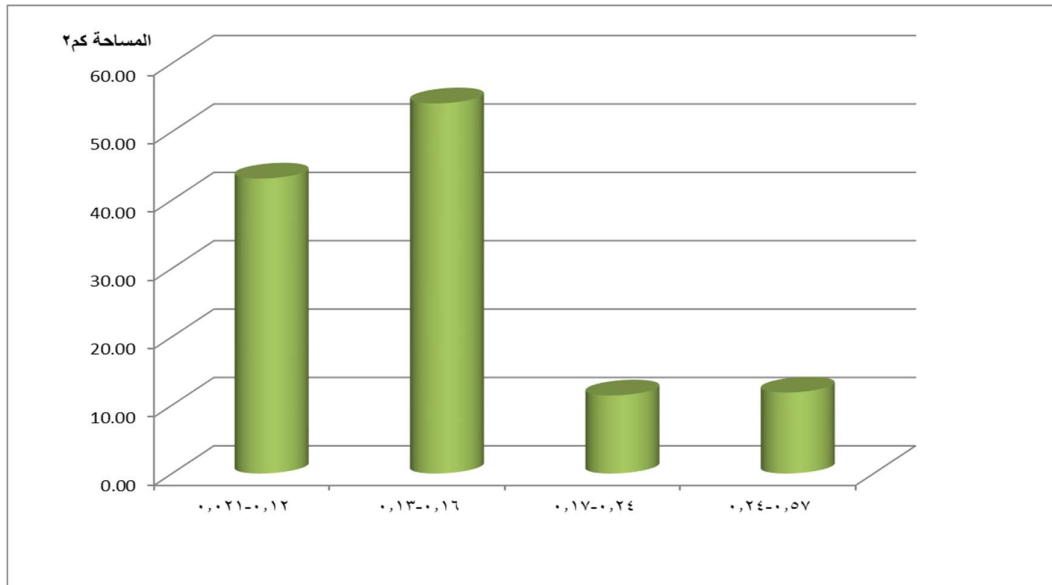
النسبة المئوية	المساحة كم ²	انواع الغطاء النباتي
9.82	11.83	الأراضي الزراعية
7.37	8.89	الأراضي المبنية
35.22	42.45	الأراضي غير المستغلة
47.60	57.37	الأراضي الجرداء
100	120.54	المجموع كم ²

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد



الشكل (15) المناطق الخضراء في حوض وادي ابن حماد

المصدر: أعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية



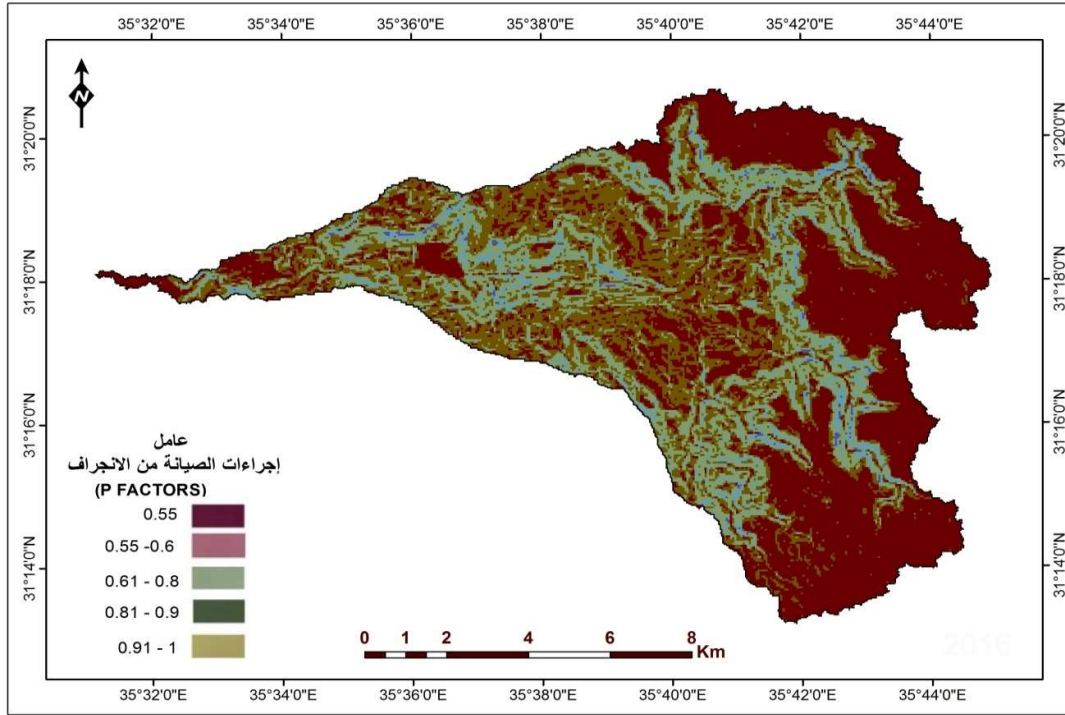
الشكل رقم (16) مساحة تأثير عامل الكثافة النباتية في منطقة الدراسة.

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

العامل الخامس: ممارسات الحفاظ على التربة: (P) Conservation support practice factor

يتأثر قيمة عامل الصيانة وإجراءات الحد من انجراف التربة (Practice Management Factor) بالإجراءات الخاصة المتخذة من قبل الأفراد أو الجهات المسؤولة والتي تعمل على الحد والتقليل من عمليات انجراف التربة، وتتراوح قيمة هذا العامل من (0-1) وتزيد قيمة هذا العامل في حال وجود إجراءات سليمة للحد من انجراف التربة، ويرتفع ليصل إلى (1) في حال عدم اتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من انجراف التربة، وتتخذ هذه الإجراءات صور متعددة منها، الزراعة الكنتورية والشريطية Contouring and Strip Cropping، وعمل المصدات، والمصاطب الزراعية، وكذلك زراعة الغابات والأعشاب النجيلية التي تغطي سطح الأرض بنسبة مرتفعة أكثر من 50% وضمن معايير هذا العامل فإن انجراف التربة ينخفض إلى نحو 33% في حالة الزراعة الكنتورية، ويرتفع قيمة هذا العامل ليصل إلى أعلى قيمة له في حال خلو منطقة الدراسة من الإجراءات المذكورة.

ويبين الشكل رقم (17) الخريطة التي تم إنتاجها التي توضح إجراءات عامل الصيانة المتاحة في حوض وادي ابن حماد حيث ترتفع لتصل إلى (1) في الأماكن القريبة من مجرى الوادي و المناطق شديدة الانحدار حيث تتعرض هذه المناطق إلى انجراف في التربة نتيجة لانخفاض إجراءات الصيانة التي أشير إليها بارتفاع قيمه العامل، وتتفاوت قيم هذا العامل كما هو موضح في الشكل المشار إليه، ويلاحظ أن المنطقة بالكامل تقتصر إلى إجراءات الصيانة حيث نقل هذه القيم باتجاه المناطق الشرقية لكنها تبقى بحدود (0.55) التي تدل على ضعف عوامل الصيانة في منطقة الدراسة.



الشكل (17) عامل الصيانة للتربة P-Factor في منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

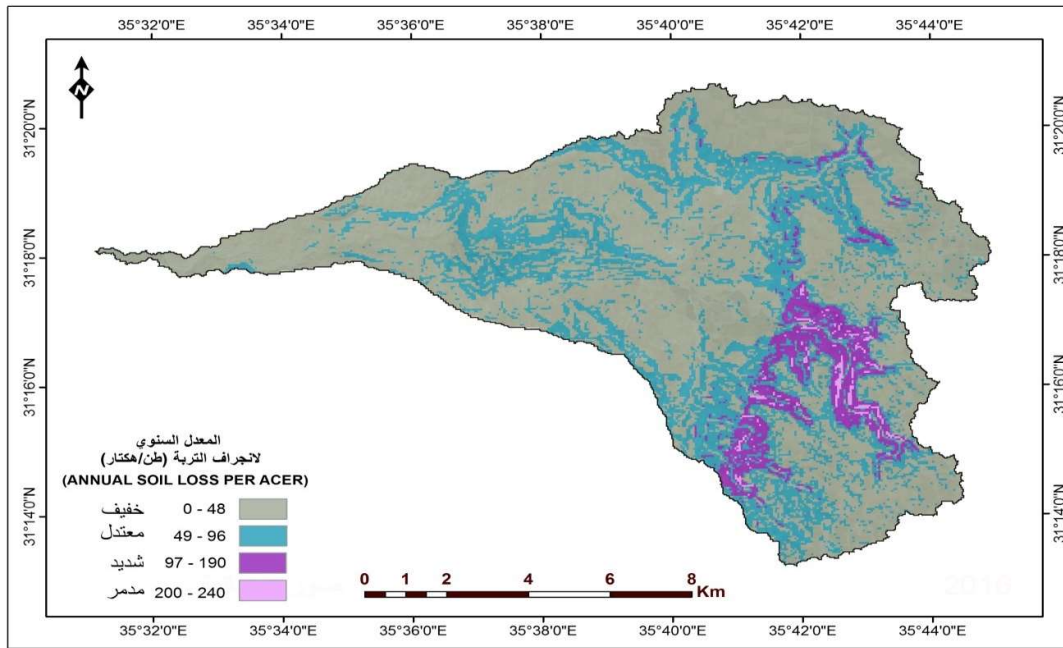
التنبؤ بكميات التربة المفقودة:

تأتي خطوة التنبؤ بكميات التربة المفقودة كمحصلة بعد حساب مفردات المعادلة العالمية المعدلة (RUSLE)، ويوضح الشكل (18) والجدول (3) كميات التربة المتوقع فقدها في حوض وادي ابن حماد، تم تصنيف انجراف التربة إلى أربعة أصناف تبعاً لدرجة خطورة الانجراف كمعدل سنوي لانجراف التربة (طن/هكتار/سنويا) وتراوحت الأصناف ما بين خفيف (0-48) طن /هكتار /سنويا، وتسود في معظم المناطق بشكل متقطع بحيث تغطي مساحة (77) كم² وتظهر بشكل واضح في المناطق الشمالية والجنوبية من منطقة الدراسة باستثناء المجاري المائية التي تعاني من انجراف للتربة من النوع الشديد.

و يسود الصنف الثاني من الانجراف وهو الانجراف المعتدل في المناطق شبه المستوية من منطقة الدراسة المتمثلة بالمناطق الوسطى على شكل شريط ممتد من الشرق إلى الغرب ويغطي مساحة 33 كم²، ويتراوح معدل الانجراف بين (49-96) طن/هكتار/سنوياً.

و يظهر الانجراف الشديد للتربة في أجزاء متقطعة من المناطق الشمالية على مساحة تتراوح (7.5) كم² ويبلغ (97-199) طن/هكتار/ سنوياً.

ويظهر الانجراف الشديد جدا او المدمر بنسبة (200-240) طن/هكتار/سنوياً على التوالي في معظم المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية وبعض المناطق الشمال الشرقية ويكون الانجراف في هذه الفئات في أعلى درجاته ليغطي مساحة (3) كم². ويعود السبب في ذلك إلى: معدلات المطر العالية، والارتفاعات الكبيرة التي تعظم من قيم الميل، إضافة إلى ضعف الإجراءات الممارسة فيها للحد من الانجراف ونوع التربة الذي لعب دور في زياده حده الانجراف.



الشكل (18) أصناف انجراف التربة في حوض وادي ابن حماد بناء على نتائج نموذج **RUSLE**

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

الجدول (3) المعدل السنوي لانجراف التربة (طن/هكتار/سنوي)

النسبة المئوية	المساحة كم ^٢	المعدل السنوي لانجراف التربة (طن/هكتار)	نوع الانجراف
63.88	77.0	0 - 48	خفيف
27.38	33.0	49 - 96	معتدل
6.26	7.5	97 - 199	شديد
2.49	3.0	200 - 240	مدمر
100	120.54	المجموع	

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على نتائج نظم المعلومات الجغرافية

وبناء على ما تقدم لأبد من اتخاذ الاجراءات والتدابير للحد من انجراف التربة من أهمها: وضع خطة بيئية شاملة لحماية التربة، وتحديد الاستغلال الأمثل لاستعمالات الأراضي، ودراسة اسباب التصحر، والعمل على اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد منها، ودراسة مواقع المشاريع التنموية وتأثيرها على الأراضي والموارد الطبيعية، ومراعاة الاعتبارات البيئية عند اقامة هذه المشاريع، و مراقبة مصادر تلوث التربة وضبطها إلى الحد المسموح به بيئياً وذلك بما يتناسب مع المواصفات والمعايير القياسية المعتمدة محلياً، وتشجيع اقامة المشاريع الملائمة لتنمية التربة وإعادة تأهيلها، ووضع خطة وطنية لجمع المعلومات والبيانات في مجال حماية التربة واستعمالات الأراضي، ووضع الشروط والتعليمات المتعلقة بزراعة أنواع مناسبة من الاشجار والشجيرات والاعشاب وعلى مالكي الاراضي ومستغليها مراعاة تلك الشروط والتعليمات للحد من تعرية التربة وتآكلها وانجرافها.

تحليل النتائج والتوصيات:

أوضحت الدراسة المدعمة بالتحليل والخرائط دور عوامل تعرية المطر، والطبوغرافيا، وقابلية التربة للانجراف، وعامل الغطاء الأرضي والادارة وعامل الصيانة والاجراءات المتخذة للحد من الانجراف.

تم تقسيم الحوض إلى أربعة أصناف لانجراف التربة حيث يعاني حوالي (3 كم²) ما نسبته (2.49%) من مساحة الحوض من الانجراف المدمر، والتي تتصف بأنها بيئة تصريف مركزية لبعض الأودية في الحوض الأعلى من الوادي، إضافة لقلة الغطاء النباتي، حيث تتعرض ترب السفوح الجبلية المطلة على الوادي من قلة العمق بسبب التعرية المائية الناجمة عن العواصف المطرية وقلّة الغطاء النباتي وانعدام عامل الصيانة فيها، كذلك ترتفع قيم الانجراف في المناطق الشمالية الشرقية و الجنوبية الشرقية بسبب طبيعة التربة وقلّة المادة العضوية فيها، ويعاني بقية الحوض من الاصناف الاخرى للانجراف.

وتم إعداد قاعدة معلومات جغرافية ونتاج خرائط رقمية لانجراف التربة المقدرة، والعوامل المؤثرة عليها، كما أظهرت الدراسة الحاجة لاتخاذ التدابير والإجراءات اللازمة لصيانة التربة وضرورة الاهتمام بالإدارة والتخطيط لأساليب ادارة فاعلة للحفاظ على التربة.

التوصيات:

وتوصي الدراسة بما يلي:

1. العمل على اتخاذ التدابير التي تتحكم في تدفق السيول كبناء السدود وممارسة الحصاد المائي، والاهتمام ببناء المدرجات والحواجز لتقليل الجريان السطحي وزيادة التغذية للخزانات الجوفية.
2. ضرورة الأخذ بعين الاعتبار نتائج الدراسة في حال تخطيط استعمالات الأراضي في المنطقة سواء اكان الانجراف الغطائي أو الانجراف القنوي.
3. الاهتمام بزراعة الأشجار الحرجية والمراعي وتبني سياسة تحريج الأراضي المنحدرة، للحد من انجراف التربة وزيادة مساحة الغطاء النباتي.
4. تطبيق الأساليب الحديثة في صيانة التربة من الانجراف خصوصاً في المناطق المعرضة بشكل أكبر للانجراف وفي المناطق ذات الميل المرتفع والتي تتلقى كميات كبيرة من الأمطار وتظهر فيها عوامل الانجراف.
5. إنشاء قاعده بيانات جغرافية للمنطقة حيث انها تعد من المناطق ذات الموارد المتنوعة والامكانات المتاحة للاستغلال والتنمية المستدامة، والاعتماد على معطيات نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجغرافية في المجالات المختلفة نظراً لدقة النتائج وكفاءتهما في التصنيف والمراقبة والتنبؤ المستقبلي بالتغيرات الممكنة.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

- البحيري، ص، 1991، جغرافيا الأردن، مكتبة الجامع الحسيني، عمان.
- النواصرة، ع، 2006، أثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية: الكرك، ابن حمّاد، الجرة، الشقيق، الموجب، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الأردن.
- دائرة الإحصاءات العامة، 2015، السكان السوريين في الاحياء التعداد العام للسكان والمساكن. النشرة السابعة، عمان.
- دائرة الإحصاءات العامة، النشرة الإحصائية السنوية خلال الفترة 1985-2012، عمان، الأردن
- دائرة الإحصاءات العامة الأردنية، تعدادات السكان في الاعوام 1979، و1994، و2010، و2015 عمان، الأردن.

- دائرة الأرصاد الجوية، التقارير السنوية خلال الفترة 2002-2009، عمان، الأردن.
- زريقات، د، 2018، التغير في الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي في حوض وادي ابن حماد/ الكرك، المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، المجلد 11، العدد 2، الجامعة الأردنية، ص ص 261-287.
- سلطة المصادر الطبيعية، 1992، خريطة جيولوجية، مقياس 1:250000، عمان، الأردن.
- شحادة، ن، 1990، مناخ الأردن، دار البشر، عمان، الطبعة الأولى.
- عابد، ع، 2000، جيولوجية الأردن وبيئته ومياهه، نقابة الجيولوجيين الأردنيين، سلسلة الكتب العلمية 1، عمان.
- العنانة، ع، 2005، مدى استغلال الموارد الطبيعية والبشرية لوادي ابن حماد في محافظة الكرك بالأردن، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: الآداب والعلوم الإنسانية، مجلد 13، ص ص 185-213.
- قطيش، م، 2010، تقدير انجراف التربة باستخدام المعادلة العالمية لانجراف التربة RUSLE، حالة دراسية حوض وادي الحسا، الأردن، أطروحة دكتوراة غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- وزارة الزراعة، المشروع الوطني لخريطة التربة واستعمالات الأراضي، الترب الأردنية، المستوى الثاني، 1994، مجلد رقم (1).
- وزارة المياه والري، 2017، تقارير غير منشورة
- المحمد. ه، البلبيسي، ح، 2019، تقدير تدهور التربة في حوض وادي العرب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، مجلد 46، العدد 1، الملحق 2
- المركز الجغرافي الملكي الأردني، 1978، خريطة طبوغرافية لوحة الربة، ذيبان مقياس 50000/1، عمان، الأردن.

Arabic References

(Written by English Language)

- Al-Buhairy . S, 1991, Jordan geography. Library of Al-Husseini mosque. Amman
- Al-Nawasrah, A., 2006, The Impact of reduction Dead Sea Levels on the Geomorphology of the Lower Basins of Valleys: Karak, Ibn Hammad, Al-Jarrah, Al-Shaqiq, and Mujib, Unpublished Master Thesis, Mu'tah University, Jordan.
- Jordan Department of Statistics, 2015, Syrian Population in the Neighborhoods, General Census of Population and Housing. Seventh newsletter. Amman
- Jordan Department of Statistics, Annual statistical bulletin during the period 1985-2012, Amman, Jordan
- Jordan Department of Statistics, Population Censuses, 1979 , 1994, 2010, 2015, Amman, Jordan
- Meteorological Department, Annual Reports 2002-2009, Amman, Jordan.
- Zreقات . D, Land Cover/ Land Use Changes in Wadi Ibn Hammad Basin, Al karak Governorate, Jordan during 1986-2016, 2018, jordan journal of social science , Volume(11) Numbers(2) pp 261-287.
- Natural Resources Authority, 1992, geological map, scale 1: 250000, Amman, Jordan.
- Shehadeh, N, 1990, Climate of Jordan, Dar Al-Bishr, Amman, First Edition.
- Abed, A., 2000, Jordan Geology, Environment and Water, Jordanian Geologists Association, Scientific Books Series 1, Amman.
- Ananza, Ali (2005), the extent of exploitation of the natural and human resources of Wadi Ibn Hammad in Karak Governorate, Jordan, Journal of King Abdulaziz University: Arts and Humanities, Vol 13, pp. 185-213
- Qutiesh .M, 2010, Estimating Soil Erosion Using Revised Universal Soil Loss Equation : The Case OF Wadi Al- Hasa Basin, Jordan, unpublished PhD thesis, university of Jordan, amman
- Ministry of agriculture, 1994, national soil map and land use project, volume 2
- Ministry of water and irrigation, 2017, unpublished reports
- AL Mohammad. H , Al-Bilbisi. H, 2019, Estimating soil degradation in the Wadi Al Arab basin using GIS and Remote Sensing techniques, Dirasat: human and social science Volume 46, No. 1.
- Royal Jordanian Geographical Center (1986) Topographic map of Karak Governorate, scale 50000: 1, Amman, Jordan.

المراجع الاجنبية

- Al-Bakri J, Duqqah M, Brewer T, 2013, Application of Remote Sensing and GIS for Modeling and Assessment of Land Use /Cover Change in Amman/Jordan, Journal of geographic Information System, 5, pp 509-519.

- Alka S, Triambak B, Manish K, Ishtiyag A, Mukesh Kumar V, 2017, Soil Erosion Modeling using Rusle and GIS on Dudhawa Catchment, International Journal of Applied Environmental Sciences, Volume 12, Number 6, pp. 1147-1158
- Alkharabsheha. M, Alexandridisa. K, Bilasb. G, Misopolinosb. N, Silleosa. N, 2013, Impact of land cover change on soil erosion hazard in northern Jordan using remote sensing and GIS, Procedia Environmental Sciences ,19 , pp ,912 – 921
- Al Rawashdeh. S, Saleh .B, 2006, Satellite Monitoring of Urban Spatial Growth in the Amman Area, Jordan, Journal of Urban Planning and Development , ASCE / DECEMBER, pp 211-216.
- Anderson, J.R. et al., 1976, A Land Use and Land Cover Classification System for use with Remote Sensed Data: U.S. Geological Survey Professional Paper 964, Govt Print off, Washington DC.
- Ashagbor. G, Forkuo .E, Laari. P, Aabeyir. R , 2013, Modeling soil erosion using RUSLE and GIS tools, n b, Volume 2, Issue 4, P p. 7-17
- Battikhi .A, Arabiat, (1983). "Constraints to the Successful Application of Modern Technology for Soil Conservation in Jordan. Part-Environmental Features and Extent of Erosion," Dirasat Research Journal, 10, (2): 129-165.
- Balasubramani K, Veena Mohan, Kumaraswamy K, and Saravanabavan V., (2015). Estimation of soil erosion in a semi-arid watershed of Tamil Nadu (India) using revised universal soil loss equation (rusle) model through GIS. Modeling Earth Systems and Environment, 1:10.
- Baraka. M, 2018, Prediction of the Soil Lost Amount by Water Erosion in the Hawiz Dam Basin region Using the Revised Universal Soil Equation (RUSLE) and Geographic Information System Technology (GIS), Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (04) No.
- Bou Kheir, R., O. Cerdan. and C. Abdallah. (2006). Regional soil Erosion risk mapping in Lebanon, Geomorphology, 82 (3–4): 347– 359.
- Beaumont. P , K. Atkinson, 1969, Soil Erosion and Conservation in Northern Jordan," Journal of Soil and Water Conservation, Vol. 24, No. 4, 1969, pp. 144-147.
- dediji. A, Tukur. M, Adepoju. K, 2010, Assessment of Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in Katsina Area, Katsina State of Nigeria using Remote , Iranica Journal of Energy & Environment 1 (3), pp 255-264.,
- Fabbri, K. (1991). The Use of Geomorphologic Information Systems and Remote Sensing Analysis for the assessment of soil erosion Hazards. A case study in Central Bolivia. ITC. En Schede. Form: <http://www.ITC.nl>.
- Farhan, Y., Zreقات, D., Farhan, E., (2013). Spatial Estimation of Soil Erosion Risk Using RUSLE Approach, RS, and GIS Techniques: A Case Study of Kufranja Watershed, Northern Jordan, Journal of Water Resource and Protection, 2013, 5, 1247-1261 Published Online December 2013.
- Fthimiou. E, Lykoudi. N, Karavitis. C, 2014, Soil erosion assessment using the RUSLE model and GIS, European Water 47: 15-30,
- Fritz R. 2003, Simple, Practical Method for Determining Station Weights Using Thiessen Polygons and Isohyetal Maps, Journal of Hydrologic Engineering, Vol. 8, No. 4, pp 219-221
- Ganasri. B.P., Ramesh. H, 2015. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin, Science Direct, Available online 1 December, Vol.no.
- Gandhi. M, Parthiban. S, Nagaraj Th ,Christy. 2015, Ndvi: Vegetation change detection using remote sensing and gis – A case study of Vellore District, Procedia Computer Science, (57) pp1199 – 1210
- Glasby GP, 2002, Sustainable Development: the Need for a new Paradigm , Environ Dev Sustain 4(4): p p 333-345.
- Harza, 1980 "Report on Dam Heightening," Jordan Valley Authority, Amman,
- Hegazy .R.I, Kaloop .M. R , 2015, Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt, International Journal of Sustainable Built Environment, Volume 4, Issue 1, June 2015, Pages 117–124
- Koirala. P , Thakuri . P , Joshi. S, Chauhan. R, 2019, Estimation of Soil Erosion in Nepal Using a RUSLE Modeling and Geospatial Tool, Geosciences, 9, 147.
- Kouli. M , Soupios. P , Vallianatos. F, 2008, Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation

- (RUSLE) in a GIS framework Chania, Northwestern Crete, Greece, Environ Geol, DOI 10.1007/s00254-008-1318-9
- Lambin E, Geist H, Lepers E, 2003, Dynamics of land –use and land cover Change in Tropical regions, Annu. Rev. Environ Resource 28, pp 205-241.
- Minale A, 2013, Retrospective analysis of land cover and use dynamics in Gilgel Abbay Watershed by using GIS and remote sensing Techniques, Northwestern Ethiopia, International Journal of Geosciences, 4, pp 1003-1008.
- Mitasova. H, Hofierka. J, M. Zlocha. M, Iverson. R, 1996 , Modeling Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS,” Vol. 10, No. 5, 1996, pp. 629-641.
- Natural Resources Authority, 1965“Soil Erosion in the East Ghor Region,” Amman.
- Phipps G , 2014, Three Applications of V.3 Google Maps: Just for Display of Data, or Analysis as Well, Journal of Geographic Information System,
- Tekle K, Hedlund L,2000, Land cover changes between 1958 and 19876 in Kalu District, southern Wello, Ethiopia, Mountain Research and Development, vol 20, no 1, p p 42-51.
- Shakeel. A, Ishfaq. H, Mehraj. D, Daniyal. R, Bashir P . Khan. A, 2017, Soil erosion modeling using RUSLE & GIS on micro watershed of J&K, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; 6(5): 838-842
- Renard, K. Foster, G. Weesies, Gand. Mcnool, D. (1997). Predicting soil erosion by water.A Guide to conservation planning with the revised soil loss equation(RUSLE).USA.
- Rinos, M. Aggarwal, S. and Silva, R. (2000). Application of remote sensing and GIS on soil erosion assessment at Beta River Basin, India from: <http://www.GISdevelopment>.
- Zhao R, Chen Y, Shi P, Zhang L, Pan J, Zhao H, 2013, Land Use Land cover and Driving Mechanism in the Arid Inland River Basin: A case Study of Terim River, Xinjiang, China, Environ Earth Sci, 68, pp 591-604.

المواقع الإلكترونية

www.usgs.gov

Prediction of the Soil Lost Amount using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), Geographic Information System and Remote Sensing in Wadi Ibn Hammad basin/Al-Karak Governorate

Dalal Zregat¹, Maysoun Alzghoul²

ABSTRACT

This study aims to predict the quantities of soil lost by the water erosion in wadi Ibn Hammad basin area (120.54 km²), southern Jordan using analytical, descriptive approaches, Revised universal Soil Loss Equation (RUSLE), Geographic Information system (GIS) and remote sensing techniques (RS) Different topographic characteristics through Digital Elevation Model (DEM), derived from the topographic maps of Wadi Ibn Hammad, scale 1: 50000, and the Landsat satellite for the year 2018. R factor was calculated through mathematical equation after collecting rain data from weather station, k value of each soil sample was calculated after determination of texture, structure, saturated hydrolic conductivity, and organic matter).a map were prepared Showed local distribution of k values .slop factor was determined as well as using DEM for Studied region, and slop map was introduced in mathematical equation through a GIS to obtain LS map .NDVI used for studied region to calculate C map. To obtain predictive map of soil lost quantities, maps of LS, C, K was multiplicities with R value. The results showed that R value in studied region 75-325, while k factor value was 0.03-0.3.soil with low value concentrated at medium part of studied region, while slop Factor value was between 0-3.C factor value was 0.33-.99. P factor value was 0.55-1 .The results of soil lost quantities were classified in to 4 Classes in studied region: low (0-48) t/h/year, and medium (49-96) t/h/y, and severe in which soil loss exceeded 97-199 t/h/year, extreme 200-240 t/h/y.

Keywords: Wadi Ibn Hammad;Al karak, Soil Erosion; Soil Erosion ; Risk Mapping; Severity; RUSLE.

¹ The University of Jordan; ² Geographical Department, College of Human Sciences, King Khalid University, Saudi Arabia.
Received on 24/9/2019 and Accepted for Publication on 27/1/2020.