

تقدير تدهور التربة في حوض وادي العرب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد

هيفاء أحمد المحمد، حسام هشام البليسي *

ملخص

يُعدّ تدهور التربة من المشاكل البيئية الخطيرة في جميع أنحاء العالم؛ نظرا لتأثيره السلبي على الكتلة الحيوية والإنتاج الاقتصادي للغطاء النباتي. تهدف هذه الدراسة الى تطبيق نموذج المعادلة العالمية لانجراف التربة (RUSLE)، لتحديد وترسيم مناطق تدهور التربة بالانجراف وحساب مساحتها، باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية ومرئيات الاستشعار عن بعد في حوض وادي العرب، ومطابقتها بخرائط استعمال الأراضي الزراعية، وخرائط تكوينات التربة، والتوزيع المكاني للتربة ودرجة تدهورها في منطقة الدراسة، وإنتاج خرائط تدهور التربة. تم استخدام بيانات الاستشعار عن بعد للقمر الصناعي Landsat 8، ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM). توصلت الدراسة إلى الكشف عن مناطق الترب المتدهورة وحساب مساحتها وتحديد مناطق الانجراف والتدهور على مستوى الوحدات الصغيرة من التربة، وتقدير حجم تدهور التربة سواء أكان خفيفاً أم متوسطاً أو خطيراً باستخدام التفسير البصري للبيانات Visual Interpretation ومطابقتها ببيانات المسح الميداني لمكونات التربة واستعمالات الأراضي الزراعية في المنطقة، ويعدّ الكشف عن المناطق المتأكلة للتربة بمثابة مدخل لتخطيط برامج استصلاح التربة وصيانتها والمحافظة على استدامتها.

الكلمات الدالة: حوض وادي العرب، DEM، RUSLE، Landsat8، خرائط تدهور التربة.

المقدمة

يعدّ انجراف التربة تحدياً بيئياً خطيراً، فهو أحد أهم أسباب تدهور التربة، ويعرف بعملية نقل وانفصال لجزيئات التربة سواء بالرياح أو بالماء، مما يؤدي إلى ترسيبها في أماكن أخرى وتشكيل تربة جديدة، وبالتالي كشف وتعرية الترب وتدهور هذه الأراضي، مما يؤثر في استخدامات الأراضي، وإضعاف موارد المياه وتجمعات المياه خاصة في الأحواض المائية. ففي كل عام يتآكل من التربة حوالي 75 مليار طن ما يعادل 40 مرة عن المعدل الطبيعي للتآكل والانجراف على مستوى العالم (Zuazo, et al, 2009)، وتحدث في قارة آسيا أعلى معدلات انجراف الترب في العالم وتقدر بـ 74 طن/للكتار/سنويا (El-Swaify, 1997).

إنّ التكامل في استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، ساعد في توظيف منهجية شاملة لعملية حساب عدد من المتغيرات ضمن معادلات احصائية (المحمد وآخرون، 2014) كما في معادلات ونماذج تقييم انجراف التربة وتدهورها، وامكانية تقدير الخسائر من خلال نموذج المعدل العالمي لفقدان التربة Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). فمنذ الثلاثينات برزت اهتمامات الباحثين في تقدير انجراف التربة، واستخدام النماذج والمعادلات لتمثيل حالة انجراف التربة (Lal, 2001)، حيث تم تطوير عدة نماذج من قبل وزارة الزراعة الأمريكية نشرت لأول مرة عام 1965، وبعد ذلك أجريت عدة دراسات لتحديث وتعديل نماذج تقدير تدهور التربة حتى وصلت الى نموذج (RUSLE) الذي استخدم على نطاق واسع لتقدير خطر انجراف التربة وقد طبق عدد من الباحثين نموذج تقدير انجراف التربة باستخدام المعادلة العالمية (RUSLE) في مناطق عدة من العالم بمتغيرات مختلفة بما يتلاءم وطبيعة منطقة الدراسة باعتباره منهجا علميا لرصد مخاطر انجراف التربة وجزء من سياسة التقييم البيئي وتدهور الأراضي الزراعية والتنمية المستدامة، كما يعدّمن التطبيقات المهمة التي تمكننا من الحصول على معلومات لتقدير حجم انجراف التربة بناء على ظروف المنطقة، وتحديد نمط انجراف التربة والأراضي المتأثرة، ورسم الخرائط اللازمة لها. ومن هذه الدراسات (Pandey, et al., 2009) (Balasubramani, et al, 2015)، (Kumar & Kushwaha, . 2013) (Bonilla, et al., 2012).

* قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأردنية، الأردن. تاريخ استلام البحث 2017/04/10، وتاريخ قبوله 2018/02/19.

وقدم (Pandey, et al. 2007) دراسة لتحديد مناطق انجراف التربة بسبب ترسب الطمي خاصة في السودان، مما يؤثر على عمر السد ويؤثر على الاستخدامات الأخرى من توليد طاقة كهربائية وري المزروعات ونوعية الغطاء النباتي بشكل عام. وقد استخدم الباحثان (Jasmin, & Ravichandran, 2006) نموذج المعادلة العالمية لانجراف التربة بالاعتماد على عدة عوامل ومتغيرات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد. وفي لبنان وتونس، استخدم كل من (Yaghi, et al, 2004) و (Bou, et al, 2006) (Kefi, et al, 2011)، نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الى جانب بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، لمراقبة تدهور الأراضي الساحلية، واستخدم (Kouli, et al, 2009) المنهجية ذاتها لرسم خرائط مخاطر انجراف التربة، وتقدير حجم انجراف التربة، والتقييم السريع لمخاطر الانجراف، وفي كوريا استخدم (Lee, 2004) هذه المنهجية وانتاج خارطة مخاطر الانجراف في منطقة بون، وناقش (Dengiz, et al, 2009) في دراسته لرصد التربة المعرضة لمخاطر الانجراف في مدينة أنقرة (تركيا) باستخدام نموذج رياضي وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الأقمار الاصطناعية، وتحديد مناطق وحجم انجراف التربة. أما في الصين اعتمد (Qing-Yue, al et, 2009) على المعادلة العالمية لانجراف المعدلة (RUSLE) وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقييم وانتاج خرائط مخاطر انجراف التربة، وعلى المستوى المحلي، جاءت دراسة (Farhan, et al, 2013) لتقدير معدل انجراف التربة باستخدام بنموذج (RUSLE) في وادي كفرنجة شمال الأردن، وتوصلت الدراسة الى أن ما يتم خسارته من التربة بالانجراف تصل نسبته الى 31%، وقدمت (قطيش، 2014) دراسة لتقدير انجراف التربة باستخدام نموذج المعادلة العالمية في حوض وادي الحسا جنوب الأردن، وتمكنت من تحديد التوزيع المكاني للمناطق حسب قدرتها على الانجراف، ومن الدراسات الخاصة بمنطقة الدراسة قدم (ياسين، 1996) دراسة تفصيلية لتقييم استعمالات الارض الزراعية في حوض وادي العرب بهدف تحديد المتغيرات الطبيعية والبشرية المحددة لاستعمالات الارض الزراعية في منطقة الدراسة، وفي دراسة (ابوسمر، 2012) لتحليل واقع التنوع الحيوي للنباتات في حوض وادي العرب والتعرف الى المشاكل التي تواجهها. أما هذه الدراسة فقد جاءت لتطبيق نموذج RUSLE لما يتميز به من سهولة التوافق مع نظام المعلومات الجغرافية حيث متطلبات البيانات ليست معقدة اوغير قابلة للتحقيق، واستخدام المعادلات المرتبطة بمتغيرات النموذج وتحديد مناطق التدهور في التربة الناتجة عن انجراف وتآكل التربة بالمياه ومطابقتها بخرائط التوزيع المكاني للمناطق الزراعية ونوعية التربة في كل منطقة، وتحديد أكثر أنواع الترب ذات الانجراف العالي، وتعرضا لخطر الانجراف والتدهور في منطقة الدراسة.

تتميز منطقة الدراسة بتنوع الغطاء النباتي وانتشاره، وذات نسب انحدار تصل الى (14)%، وقد أنشئ على الوادي سد عام 1986 للاستفادة من تجميع المياه لأغراض الري والشرب، وقد لوحظ زيادة نسبة كميات الإرسابات في السد؛ بسبب كميات التربة التي يتم نقلها من الروافد العليا للوادي باتجاه السد، مما أدى الى ظهور اخطار بيئية على منطقة السد وما حولها، اضافة الى تعرض السد الى خطر طمر السد وتناقص سعته التخزينية نتيجة زيادة حمولته من الإرسابات الطينية، لذا لابد من دراسة لتقدير حجم انجراف التربة في الوادي وتحديد أكثر المناطق تعرضا لخطر الانجراف، باستخدام التطبيقات الحديثة في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، حتى يتسنى لصناع القرار من تقدير الخسائر واتخاذ الإجراءات المناسبة للتخفيف من حدة المشكلة، لذا جاءت هذه الدراسة لتحقيق الاهداف التالية:

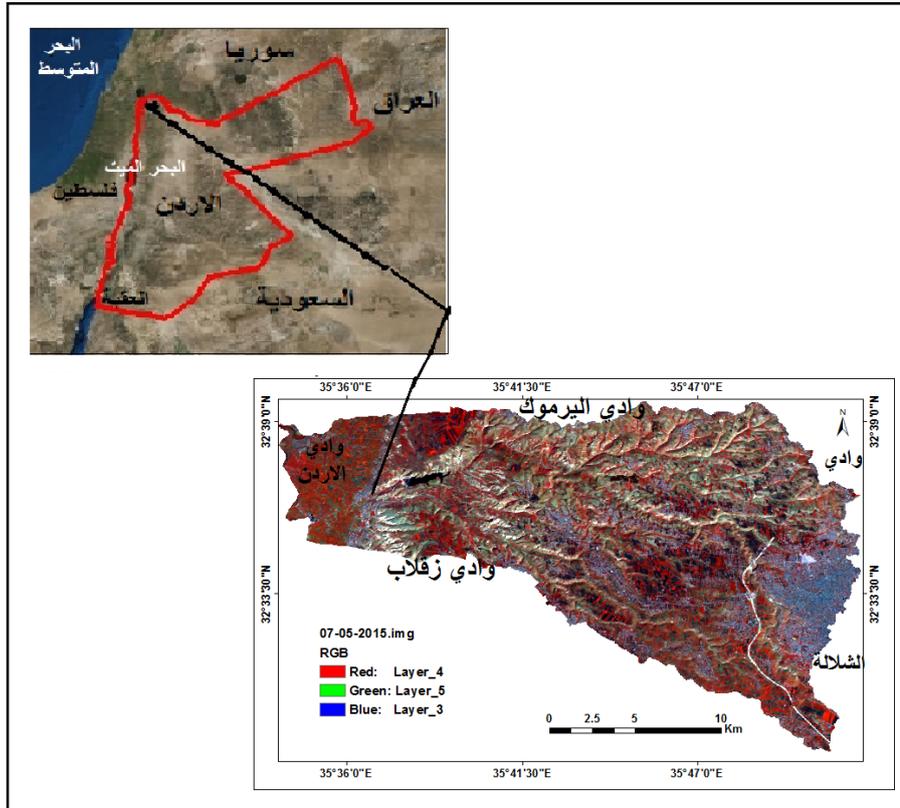
- تطبيق نموذج RUSLE لتقدير انجراف وتدهور التربة، وتحديد وترسيم مناطق تدهور التربة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ومرئيات الاستشعار عن بعد.
- تحديد الأراضي المعرضة للانجراف، والتوزيع المكاني لأنماط انجراف التربة في منطقة الدراسة.
- إنتاج خرائط دقيقة للمؤشرات الفيزيائية للتربة في منطقة الدراسة، والتعرف على درجة تدهور التربة والتوزيع المكاني للمناطق الأشد تدهورا التربة.

وذلك من خلال ما وفرته لنا بيانات الأقمار الاصطناعية لمراقبة الأراضي، والتنبؤ بمعلومات دقيقة بتدهور الأراضي والتربة، والتغيرات التي تطرأ عليها بدقة أعلى وأسرع من القياسات الأرضية، مما يسهم في الكشف المبكر عن الأخطار البيئية وخطورتها، حيث يعدّ تدهور التربة وانجرافها مؤشراً قوياً للتدهور البيئي والتصحّر. كما أن تعقيد بعض المتغيرات، وصعوبة إجراء الدراسات الميدانية، وضعف نتائجها يجعل التقدير الدقيق أو التنبؤ بانجراف التربة أمراً صعباً، لكن تطور أنظمة وتطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ساعدت على تقديم وسائل فعالة لرصد وتحليل وإدارة الموارد الأرضية، واستخدام النماذج في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، ومن ثم رصد ومراقبة المشكلات التي يعاني منها الغطاء الارضي والتغير الحاصل عليه لفترة طويلة خاصة أن مؤشرات التدهور البيئي والتصحّر أصبحت قوية في منطقة الدراسة، لذا لابد من التقييم الكمي لتقدير وتقييم

مدى وحجم مشاكل انجراف التربة التي تعدّ من أهم معوقات الزراعة المستدامة، حتى يتمكن صناع القرار من تحديد السياسات والاستراتيجيات اللازمة لإدارة فعالة، وإيجاد الحلول لتحسين طرق إدارة الموارد البيئية وموارد التربة.

منطقة الدراسة

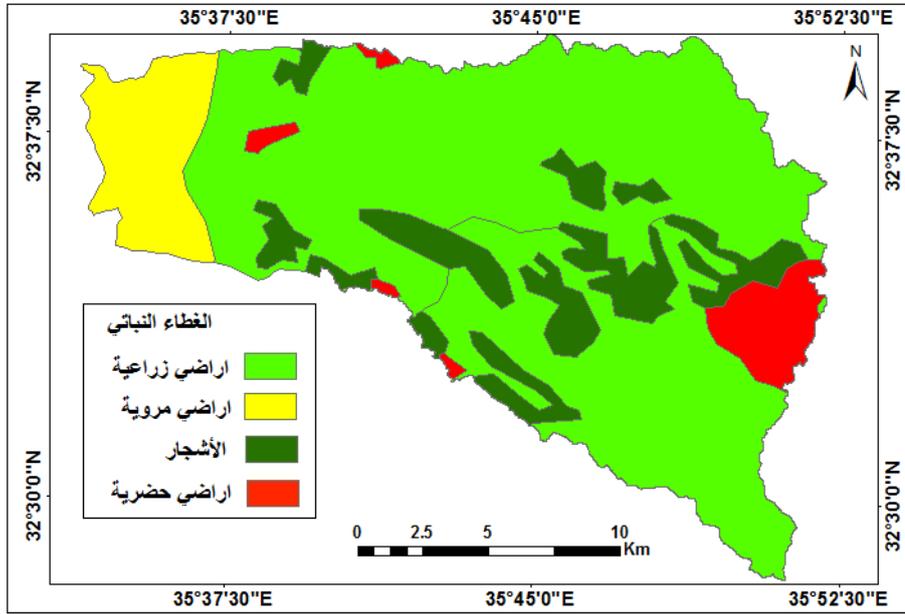
تقع منطقة الدراسة (حوض وادي العرب) شمال غرب المملكة الأردنية الهاشمية في الجزء الشمالي من هضبة شرق الأردن الى الغرب من محافظة إربد حتى وادي الأردن غربا، تبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي 320 كم²، تقع فلكيا بين دائرة العرض 0° 29' و 32° 39' 0" شمالا وبين خطي طول 0° 34' 35" و 30° 52' 35" شرقا شكل (1)، تمتد منطقة الدراسة من الشرق الى الغرب، يحدها من الشمال حوض وادي اليرموك، وجنوبا وادي زقلاب ومن الشرق وادي الشلالة ومن الغرب وادي الأردن الشكل (1ب) (المحمد وآخرون، 2016). أنشئ على وادي العرب سد ركامي صخري، تبلغ سعته التخزينية حوالي عشرين مليون متر مكعب تستعمل مياهه لتزويد الجهة الشمالية الغربية من المملكة بمياه الري للمزارعين في إربد والمناطق المجاورة (سلطة وادي الأردن، 2016) يختلف الارتفاع بين شرق وغرب منطقة الدراسة، حيث تصل الارتفاعات في المنطقة الشرقية الجنوبية الى 859 م فوق مستوى سطح البحر حيث الأودية الفرعية متجهة الى الغرب وفق نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) شكل (1أ) ويبدأ الانحدار بالتزايد في وسط حوض وادي العرب بسبب كثرة الأودية باتجاه الحافة الصاعدة حتى يصل الى 14 %، أما الحوض الأدنى فانه يتناقص بالإرتفاع غربا حتى يصل الى الشونة الشمالية عند 274م تحت مستوى سطح البحر. تتميز منطقة الدراسة بغناها بالغطاء النباتي الطبيعي (الرعي والشجري) والمزروع، حيث تعد غابات البلوط والسرو من أهم انواع النباتات التي تتعرض لتدهور كبير، نتيجة الرعي المفرط، والقطع الجائر للأشجار، والحرائق، إضافة الزحف العمراني على حساب مساحة الأراضي الزراعية، التي تشكل نسبة كبيرة من مساحة المنطقة الزراعية في المملكة.



الشكل (1) موقع منطقة الدراسة مرئية Landsat8 لعام 2015

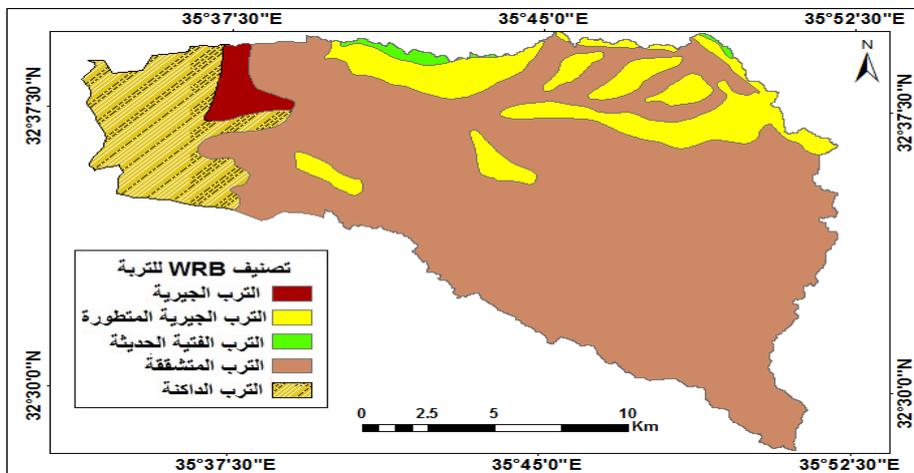
تنتشر وتتنوع الأراضي الزراعية ما بين وسط وشمال شرق حوض الوادي، أما أقلها تنتشر في المناطق الواقعة جنوب شرقي

الحوض، أما الأراضي المروية تتوزع في غرب السد باتجاه وادي الأردن والشكل (2) يوضح خارطة توزع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.



الشكل (2) الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

تعكس خصائص التربة تنوع المناخ والتضاريس، ويظهر تصنيف المرجعية العالمية لموارد التربة (WRB) Base Soil شكل (3)، والمعدل عن تصنيف هنتج لدراسات وزارة الزراعة (1993) المشروع الوطني لخارطة استعمال الأراضي والتربة الأردنية، أن أنواع التربة في حوض وادي العرب متطورة عن الصخور الرملية والمارل والصخور الكلسية والبازلت، حيث تغطي الصخور بعض الترسبات الحديثة المكونة من الرمل والطين والسلت والحصى، ويشكل الحجر الكلسي المختلط بالصوان والبازلت مادة الأصل للتربة بشكل رئيس، كما يلاحظ انتشار واسع للتربة المتشققة حيث تمتد لأكثر من 75% من مساحة الحوض مما يؤثر على نوعية الغطاء النباتي، كما أن التربة الداكنة تنتشر في منطقة ما بعد بحيرة السد وهي جزء من غور الأردن أراضي الزور، حيث تنتشر الزراعات المروية، أما التربة الجيرية والفتية الحديثة تنتشر بنسب قليلة مقارنة مع انتشار التكوينات الأخرى.



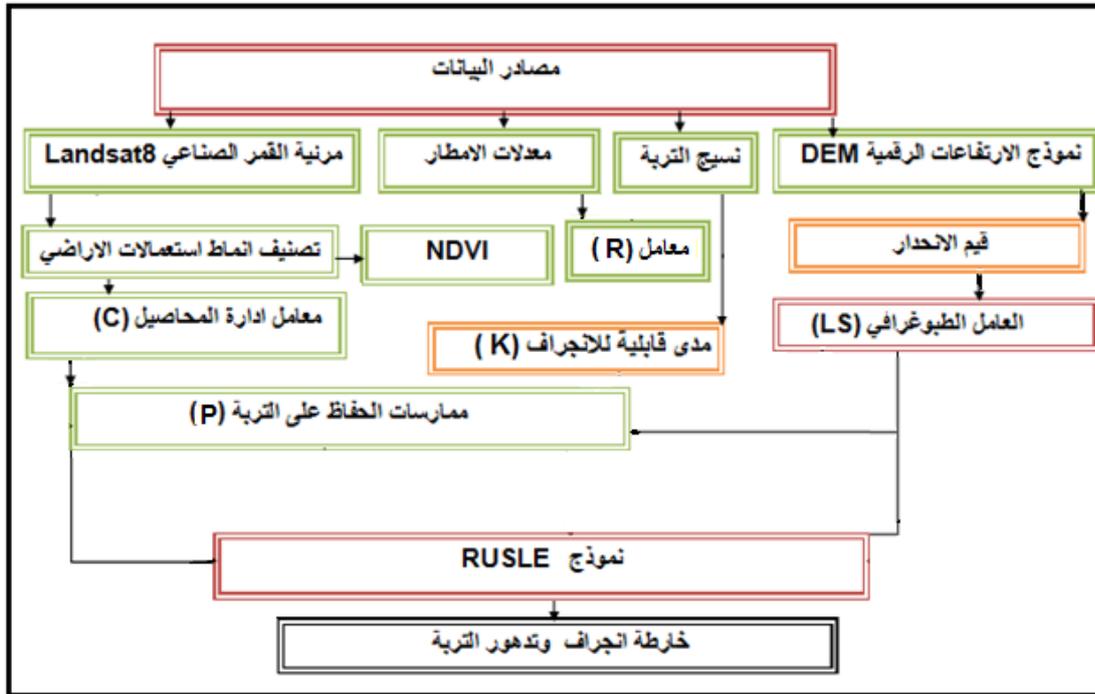
الشكل (3) تكوينات التربة منطقة وادي العرب حسب تصنيف المرجعية العالمية (WRB)

المصدر: بيانات وزارة الزراعة الأردنية، 2015.

تلعب عناصر المناخ مثل الأمطار ودرجات الحرارة والتبخر والرطوبة النسبية، دورًا رئيسًا في انجراف التربة خاصة الأمطار حيث أظهرت السجلات المطرية أن أكثر من 60% من الموسم المطري يكون بين شهري تشرين أول وشباط حتى يصل متوسطها الى حوالي 400 ملم، ويسود المناخ شبه الرطب في جنوب شرق ووسط منطقة الدراسة التي يبلغ متوسط الأمطار بين (450-500ملم) سنويًا، وتتناقص كميات الأمطار بالإتجاه نحو أقصى الغرب شمال وادي الأردن غربا لتصل بحدود 350 ملم حيث يسود المناخ شبة الجاف، أما منطقة بحيرة السد فتتراوح كميات الأمطار فيها بين (400- 450 ملم)، هناك تباين كبير بين قيم الحرارة في فصلي الصيف والشتاء، وترتفع درجة الحرارة العظمى الى أكثر من 40 درجة مئوية في الصيف وتتنخفض الى أقل من 10 درجات مئوية في فصل الشتاء، وتصل الرطوبة النسبية الى حوالي 50% خلال الصيف وترتفع الى 65% خلال فصل الشتاء (وزراة المياه والري، 2015).

منهجية الدراسة

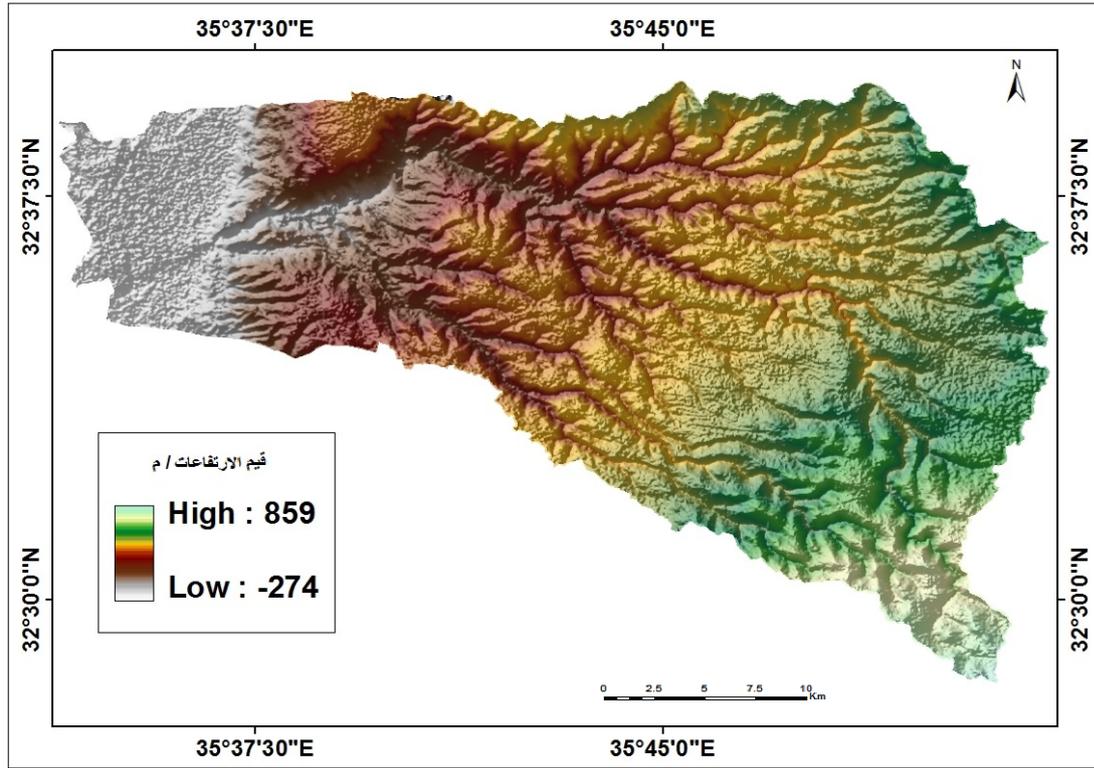
جاءت هذه الدراسة لتطبيق نموذج (RUSLE) ومطابقته مع خرائط التربة واستعمالات الأراضي الزراعية باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد الشكل (4) يوضح خطوات تطبيق منهجية RUSLE.



الشكل (4) خطوات منهجية RUSLE لتقدير انجراف التربة في منطقة الدراسة

البيانات المستخدمة

تم استخدام المرئيات الفضائية للقمر الاصطناعي Landsat8 مصدرها موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) بقدره تمييزية 30م واستبعاد النطاقات الأول الخاص بالسواحل والثامن والتاسع والعاشر الحادي عشر الخاصة بالنطاق الحراري من مرئية 8 Landsat لعام 2015 بالتركيب اللوني الزائف (R،NIR،G)، تم تنفيذ عملية التصحيح الإحداثي للمرئيات الفضائية بتحديد الإحداثيات الفلكية وتدقيقها من خلال الخريطة الطبوغرافية بمقياس 1:50000 لوحة إريد والشونة الشمالية، وعمل معايرة للمرئيات للتأكد من خلوها من تأثير ظروف الغلاف الجوي ثم عمل قص لمنطقة الدراسة بناء على وحدات التربة، كما تم استخدام نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) الشكل (5) حتى يتم استخلاص وتحديد الارتفاعات ومن ثم حساب درجات الانحدار في منطقة الدراسة.



الشكل (5) نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لمنطقة الدراسة

لتطبيق نموذج (RUSLE) لابد من اشتقاق عدد من المتغيرات والعوامل بالاعتماد على بيانات معدلات الأمطار وقيم الانحدار واستخدامات الأراضي، وخصائص التربة (نسيج التربة)، إضافة إلى استخراج مؤشر التغطية النباتي (NDVI) تم تحويل جميع البيانات من صورتها النقطية (Vector) إلى الصورة الشبكية (Raster) حتى يسهل التعامل معها، واستخدام معدلات الأمطار (R) للفترة بين (1984-2015) بيانات وزارة المياه والري الأردنية (2016)، بحيث تقاس قيم هذا العامل من المعدلات المطرية لمدة تزيد عن 20 عاماً (Battikhi and Arabiat, 1983) وإنتاج خريطة توزيع معدلات الأمطار حسب توزيع ثايسون، وإنتاج خريطة (K) نسيج التربة، واستخراج درجات الانحدار وحساب عامل طول المنحدر (LS) من نموذج الارتفاعات الرقمية، وإنتاج خريطة الغطاء الأرضي واستعمالها من مرئية LANDSAT8 شهر أيار من عام 2015 واستخراج مؤشر NDVI كمدخلات لنموذج (RUSLE).

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

نموذج رياضي يتكون عدد من العوامل والمتغيرات، استخدم لتقييم المواقع لأغراض التخطيط والمساعدة في عملية اتخاذ القرار، واختيار التدابير اللازمة للسيطرة على انجراف التربة، طبق هذا النموذج من خلال أدوات نظم المعلومات الجغرافية واستخراج قيم العوامل والمتغيرات وفق المعادلة التالية (Gelagay, Minale, 2016):

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

A = مقدار فقدان التربة في الدوم الواحد سنويا

R = معدلات الأمطار والجريان السطحي

K = مدى قابلية التربة للانجراف

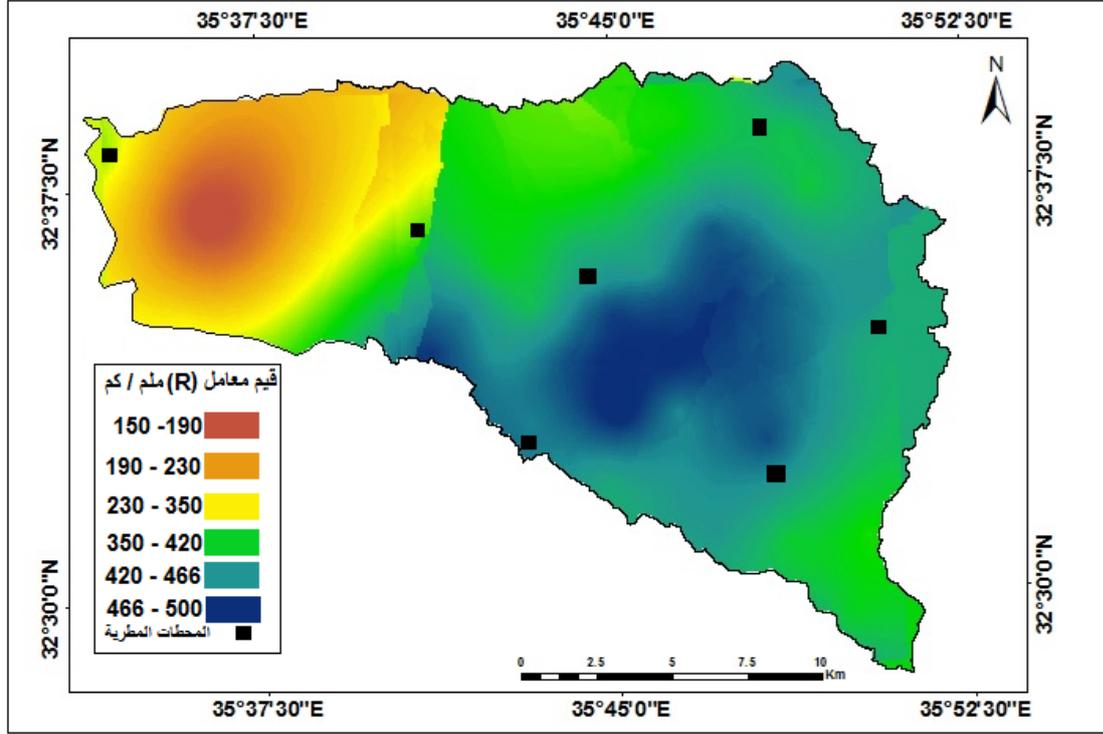
LS = العامل الطبوغرافي طول المنحدر

C = معامل ادارة المحاصيل

P = ممارسات الحفاظ على التربة

العامل الأول: معدلات الأمطار والجريان السطحي (R) Rainfall – Run Off Erosivity factor

عامل تقدير الأمطار والجريان السطحي تم حسابة من خلال اشتقاق معدلات الأمطار لعدد من المحطات المطرية بطريقة Kriging من ادوات التحليل المكاني في GIS10.3، ومن ثم تطبيق المعادلة التالية: $R = 23.61 * e^{(0.008p)}$ (Farhan, et al, 2013) الشكل (6) يوضح التوزيع المكاني لعامل (R) حيث يلاحظ ان اعلى قيم (R) كانت في الجنوب الشرقي من حوض الوادي حيث تصل الى 500ملم وتبدأ بالتناقص باتجاه الغرب حتى تصل إلى 150 في غور الأردن.



الشكل (6) التوزيع المكاني لعامل معدلات التساقط المطري والجريان السطحي لمنطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان

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

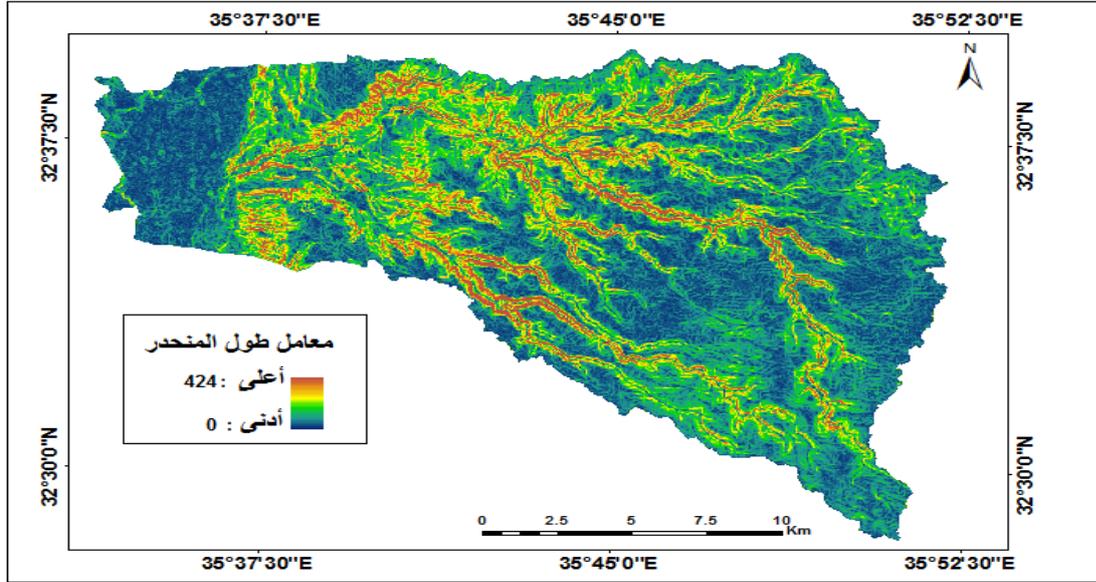
يعبر عنه (LS) والشكل (7) يوضح التوزيع المكاني للعامل، الذي اشتق من نسبة الانحدار في منطقة الدراسة الى طول المنحدر ويتم احتسابه بناء على نسب الانحدار واحتماب الجريان المتدفق مضروباً في حجم الخلايا مضافاً اليها قيمة افتراضية ويمكن حسابها وفق المعادلة التالية (Ganasri,Ramesh, 2015):

$$LS = (QaM/22.13)^Y X(0.065+0.045+S_g+0.0065 X S_g^2)$$

حيث: Qa = الجريان المتدفق ، S_g = نسبة الانحدار ، M = حجم الخلايا

y = قيمة افتراضية بين (0.2-0.5)

ويتضح من القيم المستخرجة أنّ مناطق صغيرة ومحدوده تقع ضمن نسب الانحدار الضعيفة من (0-4) % وتزداد النسب باتجاه الشمال والشمال الشرقي وتتناقص نسب الانحدار بالاتجاه غرباً إلى أنّ تصل ما بين (0-2) %.



الشكل (7) التوزيع المكاني لمعامل الطوبوغرافيا (طول المنحدر) (LS) لمنطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان

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

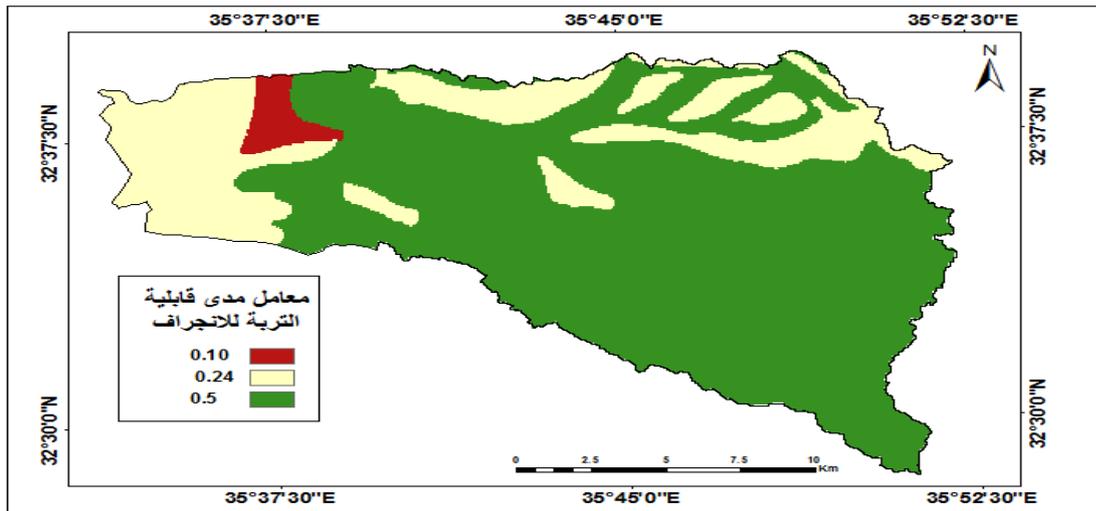
يرتبط بخصائص التربة وخاصة نسيجها تم استخلاص خارطة توضح نسج التربة بناء على نوع التربة المتوزعه في المنطقة ومن ثم استخلاص معامل (K) من خلال المعادلة التالية الشكل (8):

$$K = 27.66 \times M \times 1.14 \times 10^{-8} \times (12-a) + (0.0043) + (0.0033 \times (c-3))$$

حيث: (Ganasri, Ramesh .2015)

$$M = \text{الطين (\%)} + \text{رمل ناعم (\%)} \times (100 - \text{الطين (\%)})$$

$$a = \text{المواد العضوية (\%)}, c = \text{النفاذية}$$



الشكل (8) التوزيع المكاني لمعامل مدى قابلية التربة للانجراف (K) في منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان

العامل الرابع: معامل ادارة المحاصيل (C) Land cover and Crop Management factor

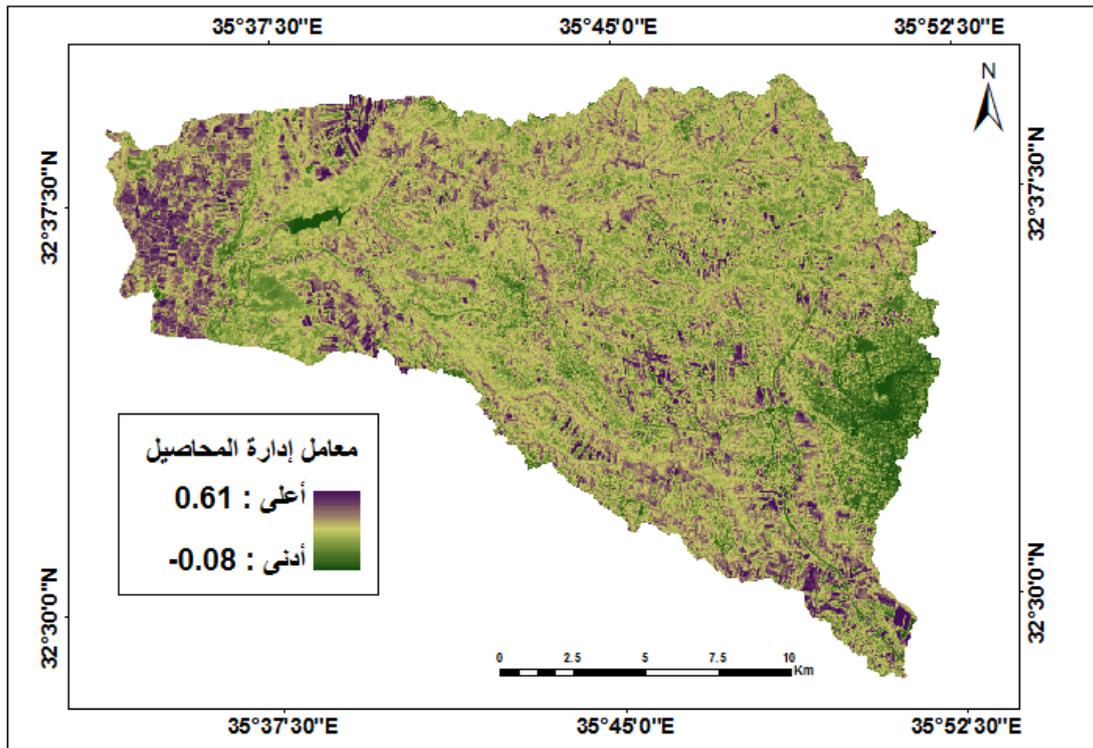
ويستخدم لتوضيح مدى استخدامات الأرض الزراعية على انجراف التربة من خلال عمل تصنيف لاستخدامات الارض في

حوض الوادي اضافة الى استخلاص معامل التغطية النباتي (NDVI)، ويوضح الجدول (1) قيم معامل ادارة المحاصيل لكل نوع من استخدامات الأراضي حيث يلاحظ ان اعلى قيم لهذا العامل كانت 0.61 في استعمالات الزراعة المروية والمنتشرة في الشونة الشمالية باتجاه وادي الأردن، أما المناطق الجرداء وصلت قيم العامل فيها الى (0.1)، وأدنى قيمة تصل الى (-0.8) في المناطق المبنية لأنها تخلو من الغطاء النباتي، وهذه نتيجة منطقية حيث تتناقص قيمة (C) بالمناطق التي يقل فيها الغطاء النباتي، كما تم استخلاص التوزيع المكاني لمعامل إدارة المحاصيل الشكل (9).

الجدول (1)

قيم معامل إدارة المحاصيل لكل نوع من استخدامات الأراضي

قيم معامل ادارة المحاصيل (C)	استخدامات الاراضي	
0.61	اراضي الزراعة المروية	1
0.3	المراعي	2
0.1	الاراضي الجرداء	3
-0.8	المناطق المبنية	4



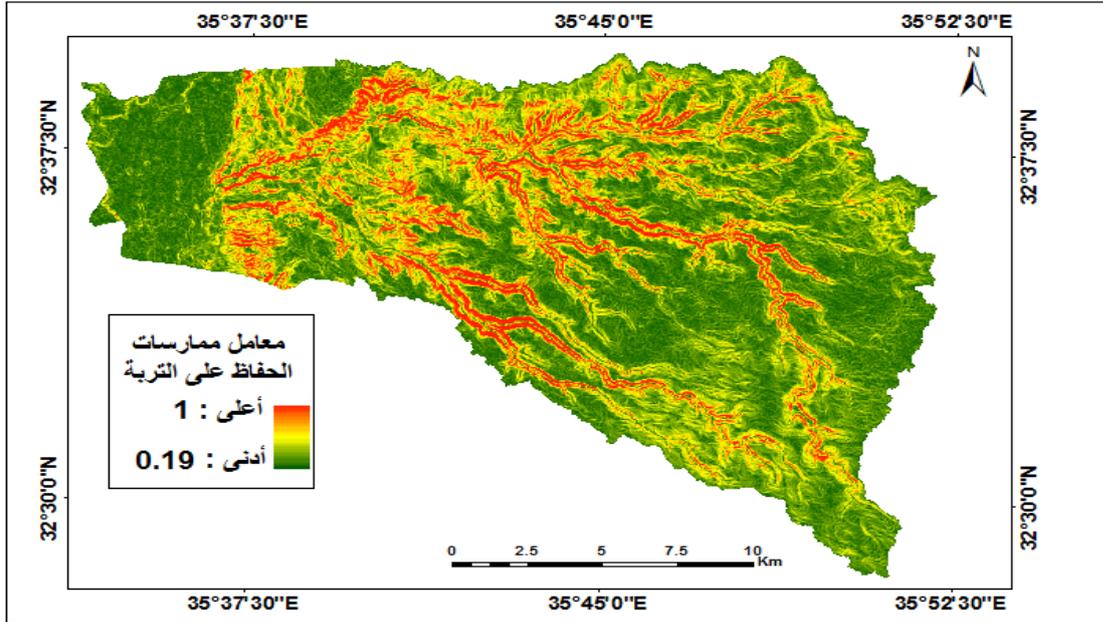
الشكل (9) التوزيع المكاني لمعامل ادارة المحاصيل (c) في منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان

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

هذا العامل يوضح مدى خسارة التربة نتيجة التقليل من استخدام الممارسات الزراعية من حراثة كنتورية، أو زراعة المدرجات وغيرها، وبالتالي لا يسهم إلا في نسبة قليلة من زراعة الكفاف، وقد اشتق هذا العامل من خرائط استعمالات الأراضي ونسب الانحدار، وتتراوح القيم بين (0-1) كلما اقتربت القيمة من 1 دل على سوء هذه الممارسات وتأثيرها أكبر على المنطقة والشكل

(10) يوضح التوزيع المكاني للعامل (P) حيث تراوحت قيم هذا العامل ما بين (0.19-1).

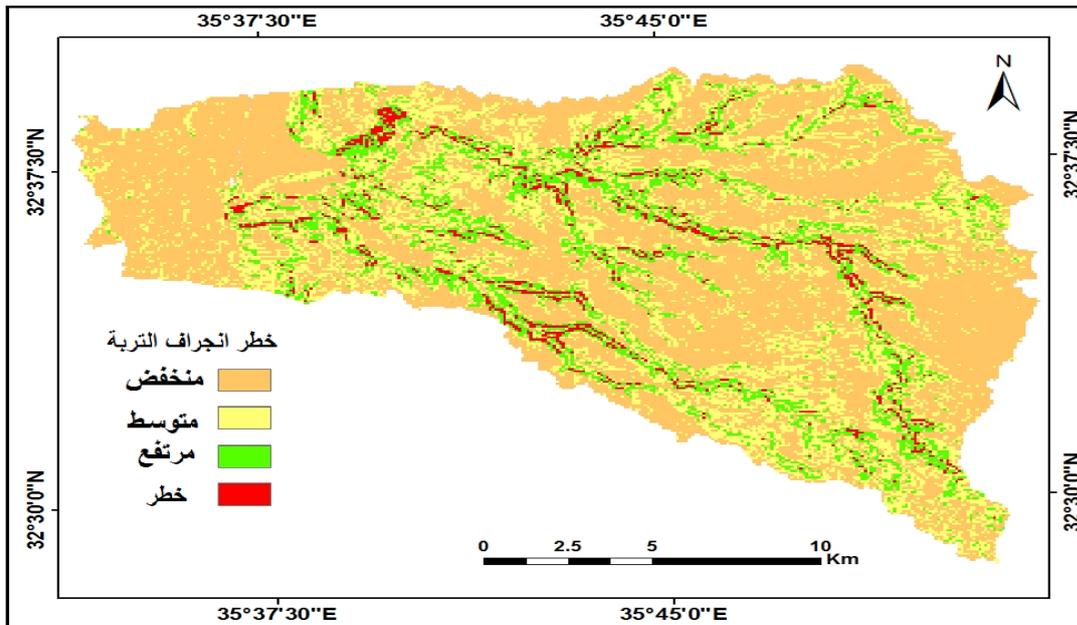


الشكل (10) يوضح عامل ممارسات الحفاظ على التربة (P) في منطقة الدراسة

-المصدر: عمل الباحثان

مناقشة النتائج

اشتقت خارطة انجراف التربة بعد عمل مطابقة لطبقات العوامل الخمس السابقة الذكر، وتحويلها إلى الشكل الشبكي (Raster) وتم حساب ووعمل نمذجة للعوامل واستخلاص خارطة انجراف التربة باستخدام نموذج (RUSLE) الشكل (11).



الشكل (11) تدهور وانجراف التربة في منطقة الدراسة

-المصدر: عمل الباحثان

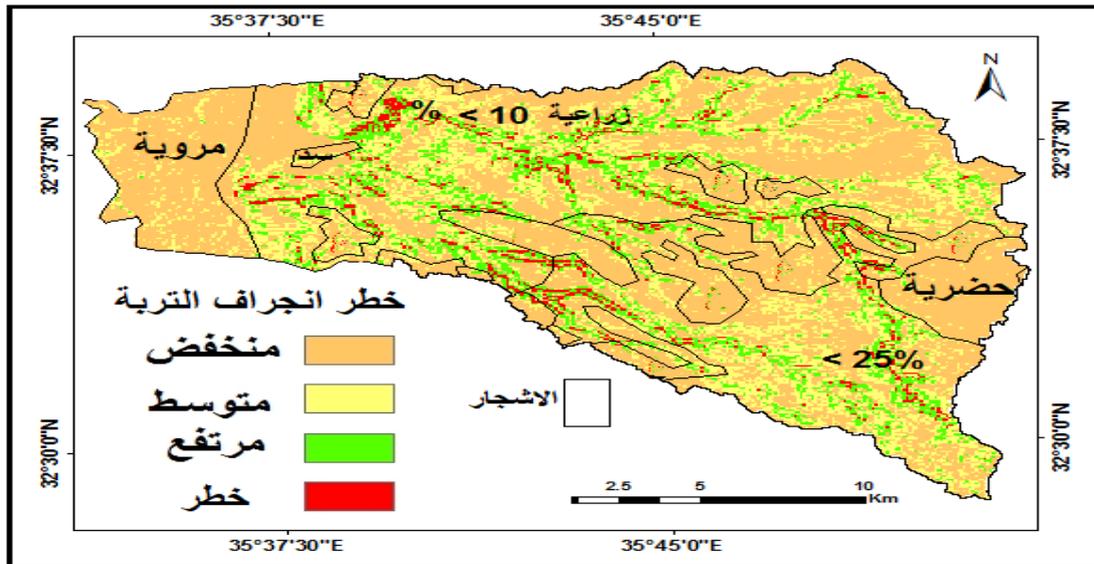
تم تصنيف مستويات فقدان التربة المحتملة في منطقة الدراسة إلى أربعة مستويات وحساب مساحتها ومعدلات الانجراف فيها، منخفض، ومعتدل، ومرتفع، وشديد (خطر) الجدول (2). لوحظ أن أجزاء قليلة من منطقة الدراسة لديها قيم أعلى من فقدان التربة وصلت مرحلة الخطورة وتبلغ مساحتها حوالي (48كم²)، ويعود السبب إلى طبيعة المنطقة ذات الانحدار المرتفع إضافة إلى نسيج التربة والممارسات الزراعية المحدودة وغير فعالة في تلك المناطق، أما المناطق ذات المستوى المعتدل بلغت مساحتها حوالي (80كم²) تنتوزع في السفوح المحيطة بالوادي وهي مناطق نوعا ما تم الحفاظ عليها بعدة ممارسات زراعية، إضافة إلى طبيعة استعمالات الأراضي الزراعية في المنطقة وانخفاض الانحدار.

الجدول (2)

مساحة ومعدلات مستويات انجراف التربة

المعدل	المساحة /كم ²	مستوى انجراف التربة
40	128	منخفض
25	80	متوسط
20	64	مرتفع
15	48	خطر

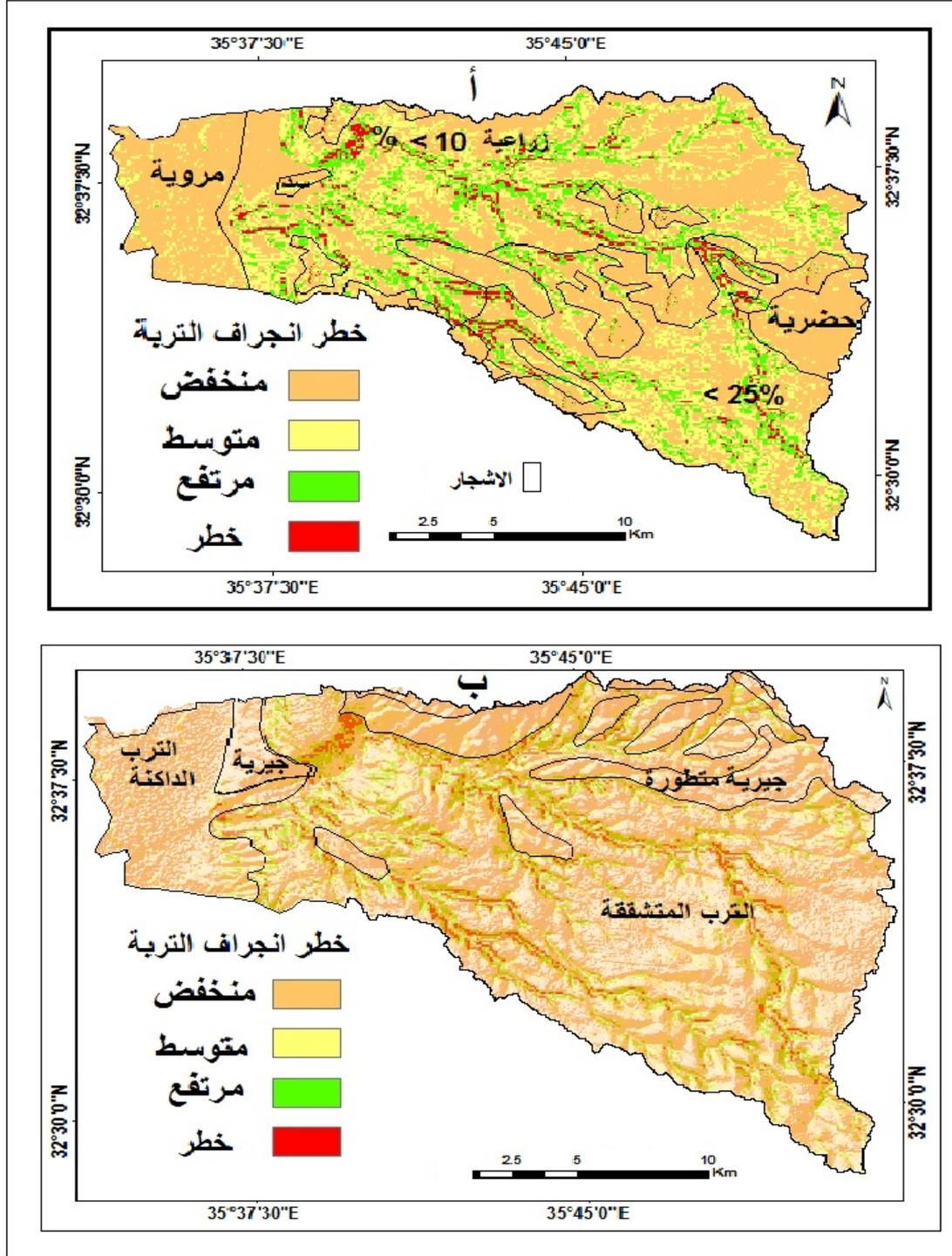
وتوزعت المساحة الأكبر من منطقة الدراسة ضمن مناطق مستويات منخفضة الانحدار، التي فيها المناطق الحضرية إضافة إلى مناطق الزراعة المروية والبعض منها تم استخدام المصاطب فيها للحفاظ على التربة فيها. كما يمكن ملاحظة أن العامل الطبيعي (شكل الأرض) يلعب دورا في زيادة انجراف التربة، حيث إن معدل انجراف التربة يزداد مع زيادة الانحدار وهذا ناتج منطقي، وكذلك تأثير نمط استخدام الأراضي الزراعية حيث يزداد خطر انجراف التربة مع الأراضي الزراعية عنها في الأجر كما في الشكل (12) الذي يوضح مناطق الانجراف نسبة إلى توزع استعمالات الأرض الزراعية.



الشكل (12) انجراف التربة بالنسبة لتوزيع استعمالات الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان

أما عند مطابقة نتائج RUSLE مع أنواع الترب واستعمالات الأراضي الزراعية الشكل (12) يتضح لنا أن أكثر أنواع الترب المعرضة للانجراف والتدهور هي الأراضي المتشققة فهي تربة عميقة تمتاز بنسيج طيني لومي تصل التشققات فيها إلى حوالي 5ملم ونسبة الكربونات أكثر من 12% لذا من أهم صفاتها هو كثرة الانجراف الأخدودي وهذا ما بينه نموذج RUSLE، كما أن أهم مما يميز هذه التربة أنها تصلح للزراعة بنسبة 25% وتغلب فيها الزراعات الحقلية والأشجار المثمرة.



الشكل (12) (أ)

مطابقة استعمالات الأراضي الزراعية للمناطق المعرضة للانجراف، (ب) مطابقة مناطق انجراف التربة مع تكوينات التربة في منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان

ملخص النتائج

من خلال تطبيق النموذج التجريبي للمعادلة العالمية لانجراف التربة (RUSLE)، بالاعتماد على تكامل تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، تم تحديد أماكن انجراف التربة وتوزعها، مما يمكننا من التنبؤ بالمناطق المحتملة للانجراف بناء على التصنيف الترتيبي الذي تم اشتقاقه من معادلات العوامل والمتغيرات المستخدمة، حيث يعدّ هذا النموذج مناسباً لتقدير انجراف التربة من حيث سهولة التطبيق وعدم التعقيد في اشتقاق المعادلة.

- وتوصلت الدراسة إلى حجم المناطق المعرضة للانجراف وتحديدتها حيث تبلغ نسبة المناطق الأشد تعرضاً إلى حوالي 15% من مجمل مساحة المنطقة في حين المناطق ذات الانجراف المرتفع وصلت إلى 20% التي تصل فيها نسبة المناطق الزراعية ما بين 10-25%، إمّا مناطق ذات الانجراف المتوسط وصلت إلى 25%، أمّا المناطق التي تعرضت للانجراف بنسب قليلة وهي منتشرة بنسب مساحية تصل إلى حوالي 40% من مساحة منطقة الدراسة.

- تم استخدام منهجية RUSLE القائمة على نظم المعلومات الجغرافية لتحديد التوزيع المكاني لمختلف المناطق المعرضة للتآكل والانجراف في حوض وادي العرب مما يساعد على اتخاذ تدابير مناسبة للسيطرة على انجراف التربة في المناطق المتضررة بشدة أو التقليل من خطورتها.

إن النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة يمكن أن تساعد في وضع سيناريوهات لإدارة الموارد الطبيعية وتوفير الحلول لصناع القرار لإدارة مخاطر انجراف التربة وتدهورها وتحديد الأولويات في مناطق الحوض والسيطرة عليها. وتوصي الدراسة بمزيد من الدراسات على هذه المنطقة ومتابعة موضوع تدهور الأراضي بالانجراف من خلال الحصول على بيانات مطرية ومعدلات يومية للأمطار لفترات طويلة من مصادرها.

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية:

- ابو سمور، حسن. (2012)، التنوع الحيوي للنباتات في حوض وادي العرب، مجلة جامعة عمر المختار - البيضاء، العدد 1. قطيش، مها. (2010)، تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج المعادلة العالمية لانجراف التربة RUSLE، حالة دراسية حوض وادي الحسا، الأردن، رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- المحمد، هيفاء احمد، البليبيسي، حسام هشام، أبو سمور، حسن. (2014)، مراقبة وقياس التغير على مساحة البحر الميت باستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، مجلد 41، العدد 2، ص 376-391.
- المحمد، هيفاء أحمد، البليبيسي، حسام، ابوسمور، حسن. (2016)، كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي باستخدام المؤشرات النباتية الطيفية حالة دراسية حوض وادي العرب، مجلة دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، عمان-الأردن. وزارة الزراعة، 1993، المشروع الوطن لخارطة التربة واستعمالات الأراضي، المستوى الأول، عمان.
- وزارة المياه والري الأردنية وسلطة وادي الأردن. 2016، تصريف الأحواض، تقارير غير منشورة، عمان-الأردن.
- وزارة المياه والري الأردنية. 2016، بيانات مناخية، تقارير غير منشورة، عمان - الأردن.
- ياسين، محمد. (1996)، تقييم استعمالات الأراضي الزراعية في حوض وادي العرب بالأردن. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- A. Battikhi and S. 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.
- Bou Kheir, R., O. Cerdan. and C. Abdallah. (2006). Regional soil Erosion risk mapping in Lebanon, Geomorphology, 82 (3-4): 347-359.

- Dengiz, O., T. Yakupogly. and O. Baskan. (2009). Soil erosion assessment using geographical information system (GIS) and remote sensing (RS) study from Ankara-Guvenc Basin, Turkey, Journal of environmental biology 30(3): 339-344.
- El-Swaify S. A., (1997). Factors Affecting Soil Erosion Hazards and Conservation Needs for Tropical Steep Lands, Soil Technology, 11 (1): 3-16.
- 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.
- 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.
- Gelagay. H S., Minale, S, (2016). Soil loss estimation using GIS and Remote sensing techniques: A case of Koga watershed, Northwestern Ethiopia, International Soil and Water Conservation Research (4): 126-136.
- Kefi, M., k. Yoshino. y. Setiawan. k. Zayani. and M. Boufaroua. (2011). Assessment of the effects of vegetation on soil erosion risk by water: a case of study of the Batta watershed in Tunisia, Environmental Earth Sciences 64, (3): 707-719.
- Kouli, M., Souplos, P., Vallianatos, F., (2009). Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS frame-work, Chania, Northwestern Crete, Greece. Environmental Geology 57, 483-497.
- Kumar, S., and Kushwaha, S. P. S., (2013). Modelling Soil Erosion Risk Based on RUSLE-3D using GIS in a Shivalik Sub-watershed, Journal of Earth System Science, 122, (2): 389-398.
- Lal, R., (2001). Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12: 519 -539
- Lee, G.S., Lee, K.H., (2006). Scaling effect for estimating soil loss in the RUSLE model using remotely sensed geospatial data in Korea. Journal of Hydrology and Earth System Sciences, 3, 135e157.
- Pandey A, Chowdary V.M, Mal B.C., (2007). Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. Water Res Manag 21:729-746
- Yaghi, A. (2004). Improving Costal Land Degradation Monitoring in Lebanon and Syria, General Organization of Remote Sensing, Damascus - Syria.
- Zuazo, Victor H.D. and Pleguezuelo, Carmen R.R., (2009). Soil Erosion and Runoff Prevention by Plant Covers: A Review in Lichtfouse, Eric et al. Sustainable Agriculture. Springer, page. no. 785.

Estimating soil degradation in the Wadi Al Arab; basin using GIS and Remote Sensing techniques

*Haifa A. AL Mohammad, Hussam H. Al-Bilbisi **

ABSTRACT

Soil degradation is the most environmental problems in the world due the negative impact to the economic and biomass of the vegetation cover. The aims of this study is applying the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) model, to determine the soil erosion area by GIS application and remote sensing image in wadi alarab basin, and overlapping agri_land use and soil types maps, to determine the soil degradation types in the study area, and producing land degradation maps, by remote sensing data (Landsat8), and digital elevations model (DEM) The resulted show the area of soil erosion, whether, the medium or dangerous, and overlap with the field survey data of the soil types and the agric-landuse in the study area as the entrance to planning the soil maintenance and sustainability.

Keywords: Wadi Alarab Basin, DEM, RUSLE, Landsat8, Soil Degradation map.

* Geography Department, School of Arts, The University of Jordan, Jordan. Received on 10/04/2017 and Accepted for Publication on 19/02/2018.