

## النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة في المنطقة فيما بين رأس حوله ورأس علم الروم بالساحل الشمالى الغربى لمصر دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية

د. سحر نورالدين توفيق أحمد\*

[drsahargis@gmail.com](mailto:drsahargis@gmail.com)

### ملخص

يُعد انجراف التربة من المشاكل البيئية الخطيرة في جميع أنحاء العالم؛ نظراً لتأثيره السلبي على الكتلة الحيوية والإنتاج الاقتصادي للغطاء النباتي . وتهدف هذه الدراسة إلى تطبيق نموذج المعادلة العالمية لانجراف التربة RUSLE لتحديد مناطق تدهور التربة بالانجراف وحساب مساحتها، وذلك من خلال تطبيق أسلوب النمذجة الديناميكية للعمليات الجيومورفولوجية باستخدام بيانات وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للمنطقة فيما بين رأس حوله غرباً ورأس علم الروم شرقاً بالساحل الشمالى الغربى لمصر، ومطابقتها بخرائط استخدام الأرض ، وتحديد التوزيع المكانى للمناطق حسب قابليتها للانجراف ، وتحديد أنماط هذا الانجراف . وتم إعداد مصفوفة المتغيرات الخاصة بالمعادلة والتي جرى قياسها من المرئيات الفضائية والدراسة الميدانية ، وإنتاج خرائط تمثل متغيرات العوامل التي تشكل نموذج راسل RUSLE ، وتحاول هذه الورقة البحثية الكشف عن مناطق تدهور التربة وحساب مساحتها وتحديد مناطق الانجراف والتدهور على مستوى الوحدات الصغيرة من التربة، وتقدير حجم تدهور التربة سواء أكان خفيفاً أو خطيراً باستخدام التفسير البصرى Visual Interpretation ومطابقتها ببيانات المسح الميداني لمكونات التربة واستعمالات الأراضي الزراعية في المنطقة ، ويعد الكشف عن المناطق المتأكلة للتربة بمثابة مدخل لتخطيط برامج استصلاح التربة وصيانتها والمحافظة على استدامتها.

الكلمات الدالة : تدهور التربة، انجراف التربة ، رأس حوله ، رأس علم الروم ،  
. GIS ، Landsat8 ، RUSLE

\* مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية – كلية الآداب - جامعة الاسكندرية

## المقدمة :

يُعد انجراف التربة 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 التربة وتدهورها مما يؤثر في استخدامات الأراضي، ومشاكل بيئية كالتصحر وتراجع الإنتاج الزراعي ويشير (Zuazo,et al,2009) أن كل عام يتآكل من التربة حوالي ٧٥ مليار طن وهو يفوق ٤٠ مرة عن المعدل الطبيعي للتآكل والانجراف ، وتعد مشكلة الانجراف من مظاهر التدهور التي تتعرض لها التربة لذا عمدت هذه الدراسة للتعرف على أثر عوامل المناخ والطبوغرافيا والغطاء النباتي في انجراف التربة وتدهورها في منطقة الدراسة .

ساعد التكامل بين تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، في توظيف منهجية شاملة لعملية حساب عدد من المتغيرات ضمن معادلات احصائية وعمل نماذج تقييم انجراف التربة وتدهورها، وامكانية تقدير الخسائر من خلال نموذج المعادلة العالمية لانجراف التربة Revised Universal Soil Loss (RUSLE) Equation ، ومنذ الثلاثينات برز اهتمام الجيومورفولوجيين والمختصين بعلم التربة والزراعة والهندسة في تقدير انجراف التربة، واستخدام النماذج والمعادلات لعملية التقدير (Lal.2001) ، وتم تطوير عدة نماذج من قبل وزارة الزراعة الأمريكية نشرت لأول مرة عام ١٩٦٥، وبعد ذلك أجريت عدة دراسات لتحديث وتعديل نماذج تقدير تدهور التربة حتى وصلت إلى نموذج (RUSLE) الذي استخدم على نطاق واسع

لتقدير خطر انجراف التربة . وقد طبق عدد من الباحثين نموذج (RUSLE) في عدة مناطق من العالم بمتغيرات مختلفة بما يتلاءم مع طبيعة كل منطقة باعتباره منهجاً علمياً لرصد مخاطر انجراف التربة وجزء من سياسة التقييم البيئي وتدهور الأراضي الزراعية والتنمية المستدامة .

### مشكلة الدراسة :

لم تحظ منطقة الدراسة باهتمام الباحثين على الرغم مما تتعرض له من مشكلات بيئية تعوق خطط التنمية ، وقد أصبحت خرائط الأخطار الجيومورفولوجية في الدول المتقدمة من الأدوات الأساسية للحصول على معلومات عن الأشكال الأرضية ، والتي تفيد في تخطيط وتنفيذ المشاريع التنموية كالطرق وال عمران و الزراعة وصيانة التربة وغيرها. وتفيد تلك المعلومات المخططين في تجنب الأراضي التي تتميز بعدم الإستقرار أو المهددة بالتعرية والانجراف.

### وجاءت إشكالية الدراسة للإجابة على التساؤلات التالية :-

- ١- هل تعاني منطقة الدراسة من مشكلة انجراف التربة بفعل المياه .
- ٢- ما حقيقة حجم مشكلة الانجراف المائي للتربة في منطقة الدراسة ؟ ولأى مدى يمكن أن تؤثر على خطط التنمية .
- ٣- ما العوامل الأكثر أهمية في ابراز هذه المشكلة ؟

## الدراسات السابقة :

لم تحظ المنطقة بأى دراسة عن تقدير انجراف التربة ، كما لم يتم تطبيق نموذج (RUSLE) في تقدير معدل فقدان التربة بفعل التعرية المائية في الدراسات الجيومورفولوجية المصرية إلا بقدر ضئيل رغم أهميته ودقة النتائج التي يحصل عليها لذا اعتمدت الباحثة على مجموعة من الدراسات التي تناولت الموضوع نفسه وهى :

١- دراسة ( Hassan,1997 ) : بعنوان ( ديناميكية المطر وجريان الماء السطحي لشرق مطروح ) ، والتي تناولت مخاطر التعرية بالماء والتعرية بالرياح

٢- دراسة قطيش ( ٢٠٠٣ ) : بعنوان ( تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج المعادلة العالمية لتقدير إنجراف التربة RUSLE حالة دراسية حوض وادي الحسا/الأردن ) وهدف البحث إلى تحديد معدل فقدان التربة وجرى قياس المتغيرات من الصور الجوية والعمل الميدانى .

٣- دراسة ( Shiferaw,2011 ) : بعنوان ( تقدير معدلات فقد التربة لتخطيط الحفاظ على التربة في منطقة بورينا مرتفعات جنوب وولو ، إثيوبيا ) ، وقد عرضت الدراسة في نتائجها المناطق التي تتعرض للتعرية الشديدة وتوجيه نظر المخططين إليها لتكون من أولويات التخطيط لحفظ التربة .

٤- دراسة البليسى وآخرون ( ٢٠١٨ ) بعنوان ( تقدير تدهور التربة في حوض وادي العرب ) شرق الأردن والتي تعد من أهم الدراسات التي اعتمدت

عليها الباحثة من حيث المنهجية عند تطبيق نموذج راسل في تقدير انجراف التربة .

كما تناولت مجموعة من الدراسات الجيومورفولوجية بعض مناطق متفرقة من الساحل الشمالى الغربى ومنها ما يلى :

١- دراسة أبو العينين (١٩٧٥) : منطقة مرسى مطروح وماجاورها ، دراسة جيومورفولوجية وتناول فى بحثه جيومورفولوجية المنطقة بوجه عام والمنطقة الساحلية بوجه خاص ، وإعتمد الباحث عند دراسة التطور الجيومورفولوجى لمنطقة أم الرخم على رصد وقياس الظاهرات ودراسة الرواسب السطحية وتقدير عمرها النسبى .

٢- دراسة محسوب (١٩٩٤) : منطقة رأس الضبعة ، دراسة جيومورفولوجية ، وإعتمد على الدارسة الميدانية ، وتناول الخصائص الطبيعية بمنطقة الدراسة وأهم الملامح المورفولوجية المرتبطة بالسهل الساحلى .

٣- دراسة مبارك (١٩٩٧) : الجغرافيا الطبيعية للمنطقة الساحلية بين رأسى الضبعة وعلم الروم ؛ وتناولت جيولوجية المنطقة ، وخصائصها المناخية ، كما تناولت دراسة التربة والنبات الطبيعى ، وتناولت كذلك الخصائص الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة.

وهى فى مجملها دراسات أصولية لم تتطرق إلى المشكلات الجيومورفولوجية التطبيقية مثل تقدير انجراف التربة أو قابلية التربة للانجراف بفعل التعرية المائية أو تدهور التربة .

أما عن الدراسات البيدولوجية فقد أجريت بعض المشاريع على إقليم مريوط و المناطق المجاورة لمنطقة الدراسة باعتبار أن المنطقة جزء من إقليم

مربوط ومن أهم هذه المشاريع ؛ مشروع منظمة الزراعة والأغذية ( FAO )  
(عام ١٩٧٠ على الساحل الشمالى الغربى لمصر . كما قام علاء الدين عبد  
الفتاح وآخرون عام ٢٠٠٢ بإجراء تجربتان معملية وحقلية لدراسة انجراف التربة  
بفعل الأمطار على الساحل الشمالى لمصر ، وأجرى سعد فوزى تادرس وآخرون  
عام ٢٠٠٢ دراسة لتقدير معدل فاقد التربة بالرياح بالساحل الشمالى الغربى  
لمصر .

#### أهداف الدراسة :

الهدف العام من هذه الدراسة تقدير معدل انجراف التربة بأحواض منطقة  
الدراسة حسب خصائصها المورفولوجية والجيومورفولوجية والمورفومترية و  
الجيولوجية والهيدرولوجية والمناخية والغطاء الارضى . وتمثيلها على خرائط  
خاصة ، باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ،  
حتى يتسنى لصناع القرار تقدير الخسائر واتخاذ الإجراءات المناسبة للتخفيف  
من حدة المشكلة .

#### لذا جاءت هذه الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

- ١ - إنتاج خرائط دقيقة للمؤشرات الفيزيائية للتربة في منطقة الدراسة، والتعرف  
على درجة تدهور التربة والتوزيع المكاني للمناطق الأشد تدهوراً للتربة .
- ٢- تحديد أنماط التعرية المائية لانجراف التربة في منطقة الدراسة .
- ٣ - تحديد معدل فقدان التربة في أحواض منطقة الدراسة .
- ٤ - تحديد الأراضي المعرضة للانجراف بمنطقة الدراسة .
- ٥ - اقتراح خطة لإدارة الأراضي في المنطقة استناداً إلى خصائصها الأرضية .

## مناهج وأساليب الدراسة:

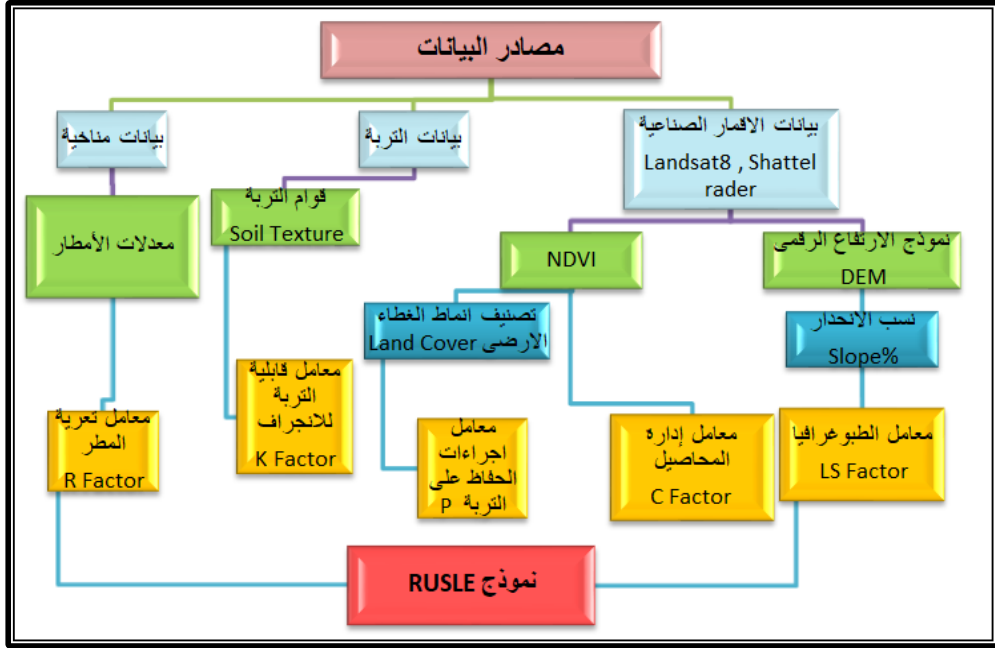
اعتمدت الدراسة على المنهج الموضوعي لدراسة عملية الانجراف بتطبيق نموذج (RUSLE) ومطابقته مع خرائط التربة واستعمالات الأراضي الزراعية باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد إلى جانب منهج النظم البيئية الذي يؤكد على العلاقات بين المتغيرات أكثر من التركيز على كل متغير على حده . بالإضافة إلى مجموعة من الأساليب مثل استخدام أسلوب التحليل الكارتوجرافي ، والتحليل المورفومتري ، والتحليل الاحصائي بالإضافة إلى الأساليب الحديثة مثل استخدام أسلوب تحليل المرئيات الفضائية باستخدام برنامج ERDAS Imagine 9.1 وكذلك استخدام نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS 10.8 في تحليل قاعدة البيانات المدخلة ، ورسم الخرائط فضلاً عن الدراسة الميدانية التي اعتبرتها الطالبة حجر زاوية في الدراسة ، وسارت على هداها جميع الأساليب المستخدمة . والأسلوب المعمل في تحليل العينات المجمعة تحليلاً ميكانيكياً ومعدنياً للرواسب بالمنطقة .

## البيانات المستخدمة ومصادرها :

اعتمدت الدراسة على بيانات أساسية لتوفير متغيرات النموذج كما يتضح من شكل ( ١ ) وهي كالتالي :

١- تم استخدام المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat8 لعام ٢٠١٨ ، (P177/ R39) مصدرها موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية بقدرة مكانية ١٥متر، (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) واستبعاد النطاقات

الأول الخاص بالسواحل والثامن والتاسع والعاشر والحادي عشر الخاصة بالنطاق الحرارى من مرئية Landsat8 ، كما تم استخدام نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لاستخلاص وتحديد الارتفاعات ومن ثم حساب درجات الانحدار في منطقة الدراسة .



شكل ( ١ ) خطوات منهجية نموذج RUSLE لتقدير انجراف التربة في منطقة الدراسة

المصدر : من عمل الباحثة

٢- الخرائط الطبوغرافية : تم تحديد الخرائط الطبوغرافية التي تغطي منطقة الدراسة ، وعددها ثلاث لوحات طبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وارقامها على النحو التالي: لوحة وادى الجراولة NH35-01b3 ، ولوحة القصبه -NH35 01b4 ، ولوحة سيدى حنيش NH35-02a3 ، وخريطة واحدة مقياس



١:٥٠٠٠٠٠ لوحة رأس علم الروم NH35- O1d ، وجميع الخرائط إنتاج عام ١٩٩١ ، وإصدار الهيئة المصرية العامة للمساحة .

٣- الخريطة الجيولوجية : لوحة رقم NH 35 NE ALEXANDRIA مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ ، طبعت عام ١٩٨٦ إصدار شركة كونكو كورال للبتروال (القاهرة) .

٤ - البيانات المناخية : تم جمع البيانات المناخية الخاصة بعناصر ( الحرارة - الرياح - الأمطار - الرطوبة - والتبخر ) من الهيئة المصرية للأرصاد الجوية لمحطة مطروح في الفترة من ١٩٨٥ إلى ٢٠١٥ م .

٥ - بيانات التربة : تم الاعتماد على الرسائل والأبحاث التي تناولت التربة لبعض أجزاء المنطقة (Hebashi,2003,pp. 105-120) ، وتم أخذ عينات مساعدة منها ، فضلاً عن العينات التي قامت الباحثة بجمعها من الدراسة الميدانية ؛ وتم تحليلها بمعمل كلية الزراعة جامعة الإسكندرية للتعرف على الخصائص الميكانيكية و الكيميائية للرواسب بالمنطقة.

٦- مرحلة الدراسة الميدانية : وتمت وفق برنامج محدد سلفاً ، وتضمنت الدراسة الميدانية زيارة استطلاعية في ١٦ / ٢ / ٢٠١٧ تم خلالها استكشاف رأس حوله وما يجاورها من ظاهرات ، ثم تعاقبت الزيارات على عدة مرات بنظام رحلة اليوم الواحد بتاريخ ١٥/٣/٢٠١٧ ، و ٢٢/٤/٢٠١٧ و ٢٧ / ٢ / ٢٠١٨ و ٢٤/٤/٢٠١٨ .

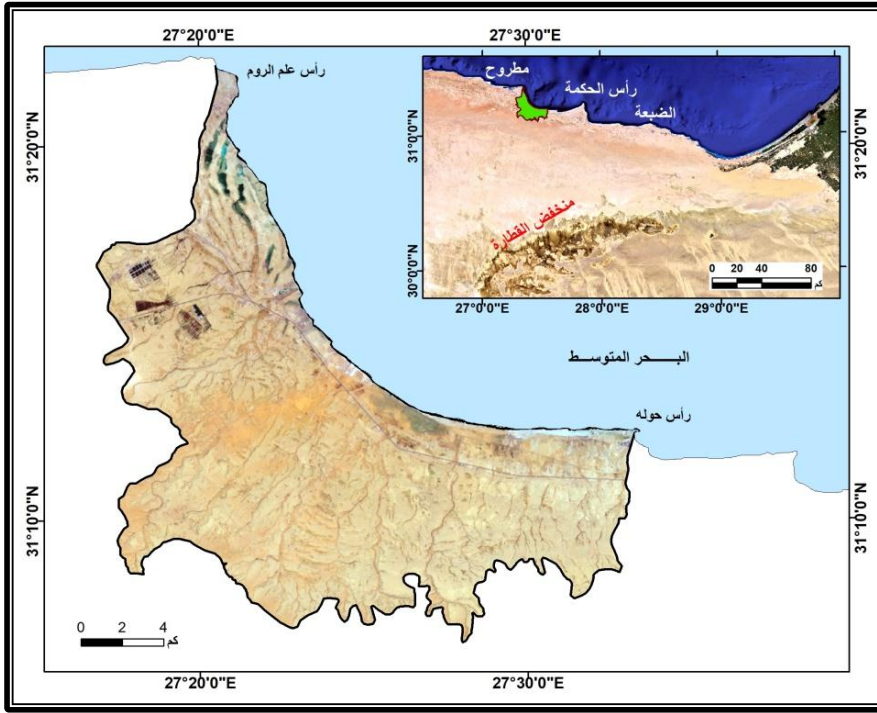
وسوف نتناول الدراسة بعض الخصائص الطبيعية والبشرية التي تفيد في التعرف على العوامل المؤثرة على ظاهرة انجراف التربة للوقوف على الأسباب والنتائج بصورة واضحة وهي كما يلي :

### أولاً : موقع منطقة الدراسة .

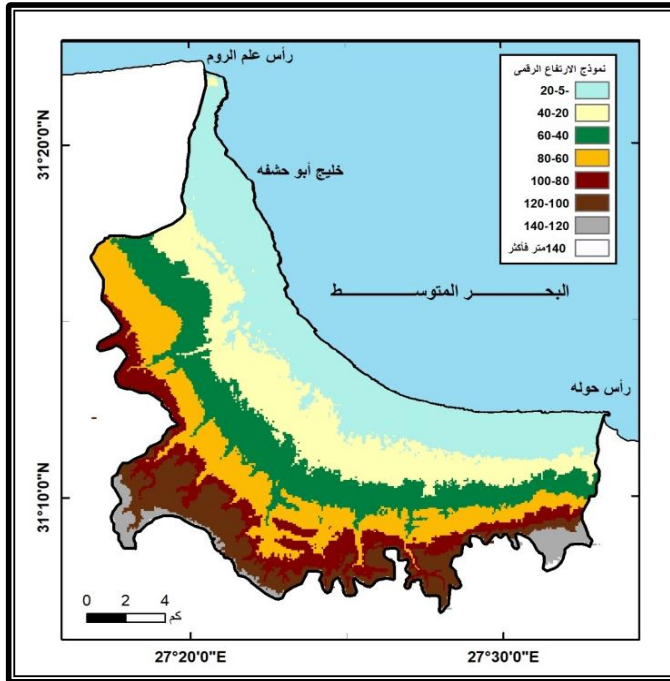
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي لمصر موازية لساحل البحر المتوسط وتتبع محافظة مطروح إدارياً ، وتقع أحداثياً بين خطي طول 46"16 ' و 27° و 26"33 ' 27° شرقاً ، وبين دائرتي عرض 43"6 ' 31° و 05"22 ' 31° شمالاً شكل ( 2 ) ، ويحدها من الشمال البحر المتوسط ، وجنوباً الحافة الشمالية لهضبة مرمريكا ، ويمثل خط تقسيم المياه لنحو 10 أودية الحد الجنوبي لمنطقة الدراسة حيث تضم 7 أودية مسماه وباقي الأودية هزيلة لا تحمل مسميات محددة ؛ لذا اقترحت الباحثة التعامل معهم بأرقام من ( 1 : 3 ) وتبلغ مساحة منطقة الدراسة 303.39 كم<sup>2</sup> وتتراوح المناسيب بالمنطقة بين -5 متر تحت مستوى سطح البحر إلى 150 متر كما يتضح من نموذج الارتفاعات الرقمي شكل ( 3 ) .

### ثانياً : الخصائص الجيولوجية

يتضح من خلال دراسة الخصائص الجيولوجية وتتبع أهم التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة ، أن أقدم الصخور المكشوفة فوق سطح منطقة الدراسة تنتمي إلى عصر الميوسين الأوسط ، وفيما يلي دراسة لتكوينات منطقة الدراسة شكل ( 4 ) :-

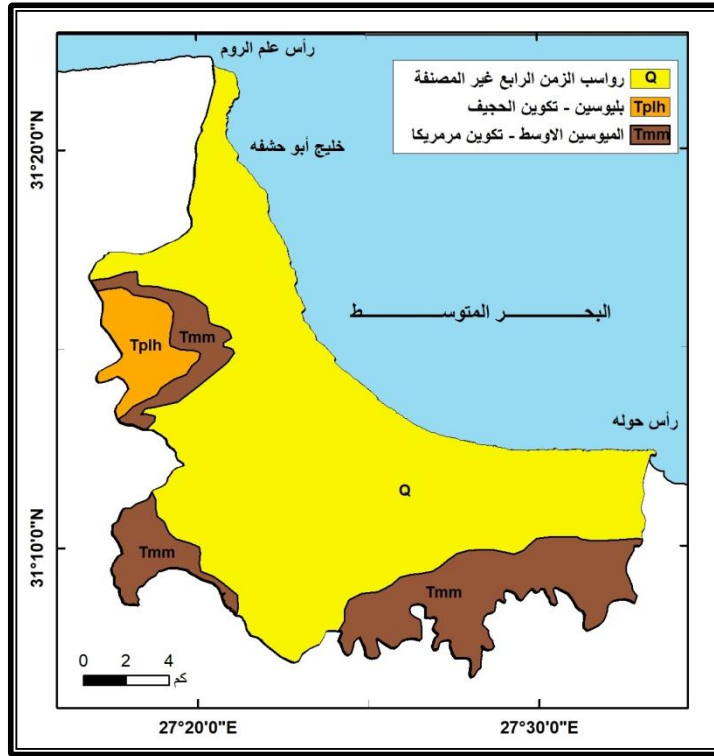


شكل (٢) موقع منطقة الدراسة على مرئية فضائية Landsat8 لعام 2018



شكل (٣) نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لمنطقة الدراسة

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.



شكل (٤) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية إنتاج شركة كونكوكرول مقياس ١/٥٠٠٠٠٠

( أ ) -تكوينات عصر الميوسين الأوسط : تعد أقدم التكوينات في المنطقة وتسمى تكوين مرمريكا التي تتركز في الأجزاء الجنوبية عند خط تقسيم المياه وتتألف من أكاسيد حديد وحجر جيرى بحرى ضحل مع المارل الرملى ويشغل 21.43 % من مساحة المنطقة كما يتضح من جدول رقم ( 1 ) ، ويعد انتشار هذه التكوينات على السطح نادر الحدوث ؛ لأنها تتغطى بالتكوينات اللومية الأحدث عمراً (El-Shazly,1964,pp.96-100) ، ( عقل ، 1985 ، ص 37 ) .

( ب ) - **تكوين الحجير عصر البليوسين** : يعتبر أقل التكوينات بمنطقة الدراسة إذ يشغل 5 % مما يرجح تعرض هذه الصخور للأزالة بفعل التعرية ، ويتألف من الحجر الجيري الأبيض مع تداخل من الحجر الجيري الوردى المارلى ويتركز في الجزء الغربي من المنطقة شكل ( 4 ) .

جدول رقم ( ١ ) يوضح أنواع التكوينات الجيولوجية ومساحتها ونسبتها من منطقة الدراسة

العصر الجيولوجي	وصف التكوين	المساحة من المنطقة كم <sup>2</sup>	النسبة من المنطقة %
بلايوسين (رواسب مختلطة)	رمل وحصى وجير وطفل ورواسب ساحلية حديثة	223.30	73.60
البليوسين (تكوين الحجير)	حجر جيري بحري ابيض ضحل مع رقانق من الحجر الجيري المارلى الوردى	15.06	4.96
الميوسين الأوسط (تكوين مرمريكا)	اكاسيد حديد وحجر جيري بحري ضحل مع رقانق من المارل	65.03	21.44

المصدر : من حساب الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية شكل ٤

( ج ) - **رواسب الزمن الجيولوجي الرابع** : تتعدد هذه الرواسب وتختلف فيما بينها حسب ظروف النشأة وبيئات الترسيب التي ارسبت فيها ، وهى خليط من الرمل والحصى والرواسب الساحلية الحديثة ، وتعد واسعة الامتداد بنسبة 73.6 % من مساحة المنطقة ، ويمكن تقسيمها إلى الرواسب الآتية :

أ - **رواسب البلايوسين** : وتتقسم هذه الرواسب البلايوسينية إلى الآتى :

( أ - 1 ) **الحجر الجيري الوردى** الذى يتخذ اللون الأحمر نتيجة وجود شوائب حديدية به ناتجة عن فعل عمليات التجوية الكيميائية ، ويوجد به

حفریات دقيقة ، ويوجد عند مقدمات حافة التكوينات الميوسينية وجوانب الأودية .

(أ-2) رواسب الحجر الجيري الأوليتي تغطي معظم أجزاء إقليم السهل الساحلي بمنطقة الدراسة ، حيث يظهر على شكل مجموعة من سلاسل التلال الجيرية الموازية التي كانت تمثل خطوط الشواطئ القديمة أثناء عصر البلايوستوسين ، وتبين من الدراسة الميدانية أن هذه التكوينات تظهر باللون الأبيض الناصع وتتأثر بالتجوية الكيميائية بفعل الإذابة ، كما تظهر عليها أسطح الطباقية الكاذبة صورة ( ١ ) ، ويظهر أثر النحت بفعل الرياح في الرواسب اللومية الطميية والتي تظهر في شكل حلقات كنتور متعرجة صورة ( ٢ ) .



صورة ( ١ ) أسطح الطباقية الكاذبة التي تظهر على السلسلة الساحلية وتظهر عليها فجوات الإذابة في الحجر الجيري الأوليتي



صورة ( ٢ ) أثر النحت بفعل الرياح في الرواسب اللومية بوادى نغاميش

#### ب- رواسب الهولوسين :

هى رواسب جييرية ورملية غير متماسكة فى مجملها؛ نظراً لتعرضها المستمر لفعل عمليات التعرية من نقل وارساب بفعل الرياح والمياه. وتبعاً لنشأتها قسمها الجيولوجيون إلى أنواع من أهمها :

( ب - 1 ) الرواسب اللومية **Loamy Sediments** وهى أكثر الأنواع انتشاراً فى منطقة مرسى مطروح وتتركز حسب أماكن تواجدها إلى أربعة أنواع هي الرواسب الفيضية فوق مصاطب الأودية ، ورواسب المراوح الفيضية عند مصبات الأودية ، والرواسب البحرية فى المنخفضات البيئية بين السلاسل التلالية ، والرواسب المتبقية وهى عبارة عن فرشاة إرسابية تتكون من الحجر الجيرى والرمل والطفل تكون نتيجة تأثير عمليات التجوية فى تكوينات الميوسين الأوسط ، وقد تم نقلها فوق سطح منطقة الدراسة بفعل عمليات الجريان السطحى للمياه .

( ب-2 ) رواسب قيعان الأودية : وتتكون من خليط من الجلاميد كبيرة الحجم ، والزلط ، والحصى ، والحصباء ، والرمل ، إضافة إلى الرواسب اللومية .

( ب-3 ) الرواسب الريحية الحديثة والرواسب الشاطئية : وتعد من أحدث الرواسب فى منطقة الدراسة .

وفيما يخص البنية الجيولوجية للمنطقة فقد ميز الشاذلى طية وحيدة الجانب هي طية رأس علم الروم أقصى غرب المنطقة ، أما عن الانكسارات تخلو المنطقة من أي انكسارات سطحية ، في حين تعد الشقوق والفواصل سمة تتميز بها تكوينات منطقة الدراسة ولهذه الشقوق أهمية في إكساب الصخور صفة النفاذية كما توضح مدى فعل عوامل التعرية في النحت والنقل والارساب ودورها في ابراز الظاهرات الجيورفولوجية .

### ثالثاً : الخصائص المناخية :

يؤثر المناخ كظاهرة ديناميكية على التربة ، وتقع منطقة الدراسة مناخياً بين إقليم مناخ البحر المتوسط الدفئ الممطر شتاءً فى الشمال ، وإقليم المناخ الصحراوى القارى الجاف فى الجنوب . واعتمدت الدراسة على البيانات المناخية لمحطة مطروح فقط والتي تقع عند ( 14 ' 27° شرقاً ، 20 ' 31° شمالاً ) نتيجة لقربها الشديد من المنطقة مما يعطى نتائج جيدة عن مناخ المنطقة ، وكانت أهم العناصر المناخية كما يتضح من جدول ( 2 ) ما يلى :



## أ- درجة الحرارة :

تعتبر درجة الحرارة عنصراً مناخياً مهماً لتأثيرها القوي على معدل ودرجة التبخر ، فكلما زاد التبخر زاد الجفاف وتقل درجة تماسك حبيبات التربة وبالتالي زاد تعرضها للانجراف ، ومن هنا تظهر العلاقة الواضحة المهمة بين الحرارة والتساقط والتبخر (شاو، ١٩٧٩) . وتؤثر الحرارة بصورة مباشرة على الصخر ، إذ ترجع بعض الظواهر الجيومورفولوجية في نشأتها إلى التفاوت الحرارى فضلاً عن أثرها ودورها في عملية التجوية الميكانيكية وتفكك الصخر ، وتبلغ أعلى درجة حرارة عظمى في شهر أغسطس  $29.9^{\circ}$  م ، ويرجع ذلك إلى اقتراب منطقة الدراسة من ساحل البحر المتوسط ، وسيادة المؤثرات البحرية ، مما أدى إلى تأخر قمة الحرارة من شهر يوليه إلى شهر أغسطس . و سجلت أدنى درجة حرارة صغرى في شهر فبراير  $9.1^{\circ}$  م ، ومعدل الحرارة السنوي  $19.4^{\circ}$  م ، ويلاحظ انخفاض المدى الحرارى السنوي حيث بلغ  $9^{\circ}$  م إلا أن المدى الحرارى يرتفع في فصل الربيع بفعل المنخفضات الخماسينية (سليمان ، ١٩٨٧، ص ١٤) ، وينتج عنها رياح تعمل على رفع درجات الحرارة أكثر من معدلاتها بشكل كبير . مما يزيد من عمل التجوية الميكانيكية بصورة أعلى من معدلها الطبيعي .

جدول رقم ( 2 ) المعدلات الشهرية والسنوية للعناصر المناخية بمحطة مرسى مطروح  
خلال الفترة بين عامي 1985 - 2015 م

الشهر	الحرارة العظمى م	الحرارة الصغرى م	المتوسطات الشهرية للحرارة م	سرعة الرياح كم/ ساعة	كمية التساقط الشهرى مم	التبخر مم/ يوم	كمية المطر الفعلى
يناير	17.7	9.2	13.1	9.5	35.3	7.5	18.3
فبراير	18.1	9.1	13.4	10.1	30.7	7.1	15.8
مارس	19.6	10.3	14.9	10.0	10.6	8.1	5.1
أبريل	22.7	12.1	16.9	9.5	4.5	8.7	2
مايو	25.5	15.4	20.3	8.3	1.7	8.5	0.7
يونيو	28.1	18.8	23.6	8.6	0	9.0	-
يوليو	29.2	21.2	25.4	8.9	0	9.3	-
أغسطس	29.9	21.7	25.9	8.0	0	9.7	-
سبتمبر	28.9	20.5	24.8	7.2	0	9.4	-
أكتوبر	26.7	17.6	22.1	7.1	30.1	8.4	11.3
نوفمبر	23	13.8	18.2	7.8	19.1	7.4	8.1
ديسمبر	19.4	10.4	14.6	9.2	36.7	6.6	17.9
المتوسط	°24.06	°15	المعدل السنوي °19.4	8.7	كمية المطر السنوي 168.7	8.3	5.5

المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمدينة القاهرة ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، الفترة من

١٩٨٥ - ٢٠١٥

## ب - الرياح :

تصل سرعة الرياح أقصاها في فصلي الشتاء والربيع بسبب مرور المنخفضات الجوية إذ بلغت سرعة الرياح أقصاها في شهر فبراير 10.1 كم / ساعة ، بينما سجل شهر أكتوبر إدى سرعة للرياح قدرت بنحو 7.1 كم /ساعة بمتوسط سنوي بلغ 8.7 كم/ساعة . إلا أن سرعة الرياح تتجاوز هذه السرعة بكثير في بعض السنوات بل في بعض الأيام من السنة نتيجة لعاصفة رعدية شديدة فكما يتضح من جدول ( 3 ) حيث وصلت أقصى سرعة للرياح إلى 102 كم/ ساعة فى يوم 2 نوفمبر 2015 ، بمتوسط سنوي 18.4 كم/ ساعة وبالمثل بلغت 100 كم/ساعة في 9 مايو 2017 بمتوسط سنوي 17.6 كم/ساعة مما يعنى أن سرعة الرياح قد تصل إلى سرعة عالية تزيد من العوامل التى تساعد على انجراف التربة في يوم واحد من خلال إزالة الرواسب المفككة كما تفعل السيول بأقصى كمية مطر سقطت خلال يوم وبالتالي فالرياح العامل المساعد للمياه في عملية انجراف التربة خاصة في ظل رياح قوية واتجاه ثابت . و يتبين أن الرياح الغربية باتجاهاتها الفرعية تعد الرياح السائدة فى منطقة الدراسة في جميع فصول السنة ، كما يتضح من محصلة الرياح بكل فصل شكل ( ٥ ) .

ويتضح من إستقراء بيانات الجدول ( 4 ) سيادة نسبتها في فصل الصيف بحوالى 81.4% من النسبة الكلية ويعتبر هبوب الرياح من هذا الاتجاه فى هذا الوقت من العام على درجة كبيرة من الأهمية ، حيث تنتقل معها المؤثرات البحرية نحو اليابس ، الذى يعانى عناءً شديداً من ارتفاع درجة حرارته .يليهما فصل الخريف حوالى 54.7 % وأقل نسبة لها في فصل الربيع قدرت 50.5%،

بمتوسط عام بلغت 60 % في مرسى مطروح .

جدول رقم (٣) أقصى سرعة للرياح في منطقة الدراسة في الفترة من ٢٠١٠-٢٠١٧

السنة	المتوسط السنوي لسرعة الرياح كم / ساعة	أقصى سرعة للرياح كم / ساعة	تاريخ حدوثها
2010	18.00	68.30	10 فبراير
2011	17.10	63.00	19 فبراير
2012	18.80	75.90	15 يناير
2013	19.90	83.20	16 يناير
2014	18.30	55.40	27 يناير
2015	18.40	101.90	2 نوفمبر
2016	19.30	72.20	7 يناير
2017	17.60	100.00	9 مايو

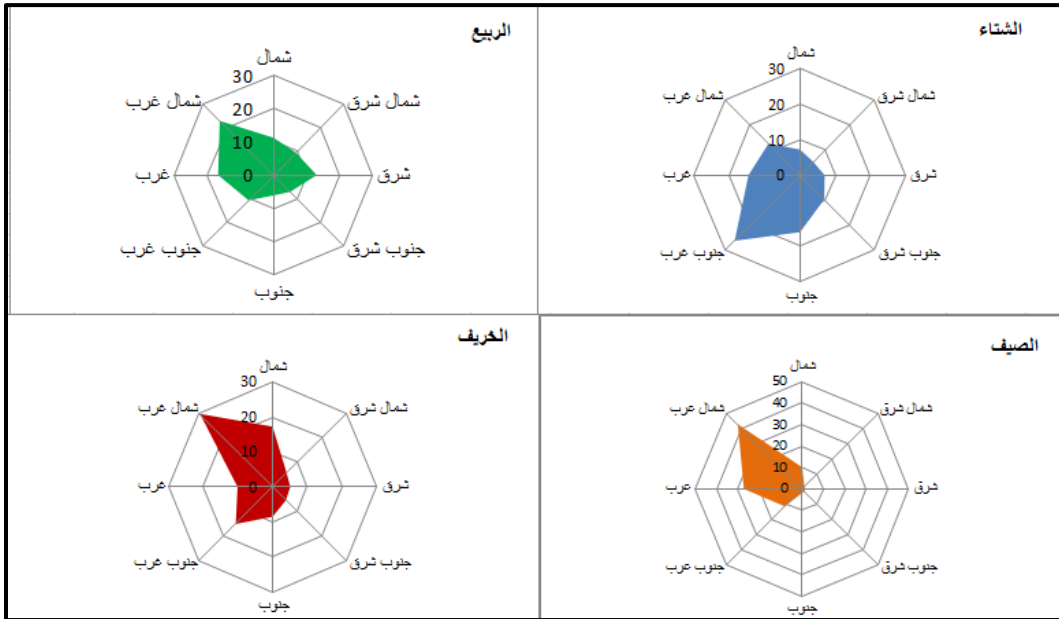
المصدر : [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net)

جدول رقم (٤) المعدلات الفصلية والسنوية لنسب تكرار هبوب الرياح السطحية في محطة

مرسى مطروح خلال الفترة بين عامي 1985 - 2015 م

الفصل	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
الشتاء	7.2	5.3	7	9.7	16.1	26.2	14.6	12.6	1.4
الربيع	11.2	9.5	13	7.1	6.1	10.7	16.8	23	2.2
الصيف	10.1	1.5	1.6	1.4	1.9	11.5	27.3	42.6	1.9
الخريف	17.3	5.7	5.1	5.4	8.5	15	10.1	29.6	2.7
السنوي	11.4	5.5	6.7	5.9	8.2	15.9	17.2	26.9	2

المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمدينة القاهرة ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، الفترة بين عامي 1985 - 2015 م



شكل ( ٥ ) وردة الرياح في كل فصل في محطة مطروح المناخية

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على بيانات جدول ٤

### ج - الأمطار :

يصل المجموع السنوي لكميات الأمطار الساقطة على محطة مرسى مطروح المناخية 168.7 مم ، بينما بلغت كمية التساقط الشهري 30.1 مم ، وقد تعرضت المنطقة لسيول حيث سقطت أقصى كمية أمطار تم تسجيلها في محطة مرسى مطروح المناخية حوالي 146.8 مم بتاريخ يوم 1 / 10 / 1989 م ، وتصل عدد الأيام الممطرة إلى 67.1 يوم ، ويتركز حدها الأقصى خلال شهور الشتاء إذ يسجل شهر ديسمبر أعلى متوسط لعدد الأيام المطيرة بواقع 14.2 يوم كما يعد أعلى الشهور مطراً بكمية بلغت 38.7 مم ؛ يليه شهر أكتوبر حوالي 12.7 يوم ، ويعد مؤشر أقصى كمية مطر متغير مهم جداً في قياس مدى

تعرض المنطقة للانجراف بفعل المياه فهو عامل أساسي من العوامل التي تعد من مدخلات النموذج . والجدير بالذكر أن هناك ارتباطاً قوياً بين كمية المطر اليومية والجريان السيلوي، حيث أن الحد اللازم لحدوث الجريان هو (1 مم/ دقيقة) (صالح، ١٩٨٩، ص ٢٣). ويتطبيق معامل كروثر<sup>(١)</sup> بلغ معامل غسل التربة بمنطقة الدراسة 68.10 بمرسى مطروح ، وتعتبر بذلك تربة منطقة الدراسة تربة مغسولة Leached Soil .

#### د - كمية التبخر

يعد نشاط التبخر وقلة المياه هو الذي يحد من عملية التوسع الزراعي لحماية المياه من الضياع ويفرض الطريقة المتبعة في الري ، وتتراوح معدلات التبخر في منطقة الدراسة بين 6.6 مم<sup>3</sup>/يوم في شهر ديسمبر إلى 9.7 مم<sup>3</sup>/يوم في شهر أغسطس بمتوسط بلغ 8.3 مم<sup>3</sup>/يوم .

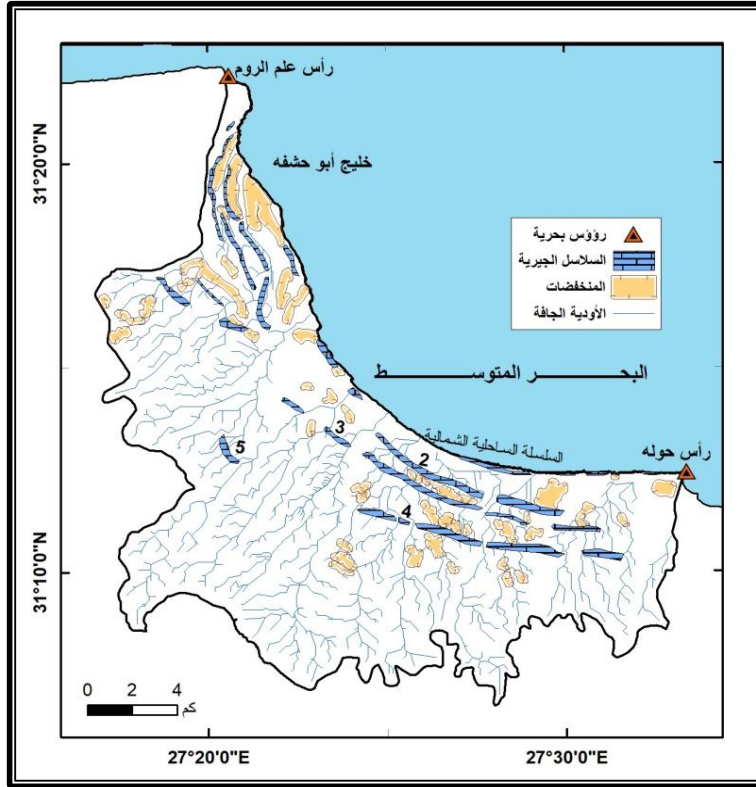
#### رابعاً : الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة .

يتميز إقليم الساحل الشمالي الغربي لمصر بنمط تضاريسي متشابه في خصائصه لحد كبير، وتعد دراسة هذه الخصائص على جانب من الأهمية ؛ حيث من خلالها يمكن التعرف على أبرز السمات المورفولوجية والجيومورفولوجية للمنطقة، التي تساعد في تحقيق بعض أهداف البحث ، وتمت دراسة الظواهر التضاريسية كما يلي شكل (٦) :-

(١) - معامل غسل التربة لكروثر = المجموع السنوي للمطر (مم) - [ (٣.٣ × المعدل السنوي لدرجة الحرارة (م°) ] . إذا كان الناتج بالموجب تعرف بالتربة المغسولة Leached Soils ، وإذا كان بالسالب فهي تربة غير تامة الغسل Incompletely Leached (عطا ، ١٩٩٢ : ص ٤١١) . وكلما زاد الناتج يدل على زيادة غسل التربة والعكس .

## ( أ ) - الظواهر الجيومورفولوجية بالسهل الساحلى المرتفع

يتميز السهل الساحلى بالمنطقة كغيره من مناطق الساحل الشمالى الغربى لمصر بظواهر سلاسل التلال الجيرية والمنخفضات البيئية التي تفصل بينها ، وفيما يلى دراسة هذه الظواهر من الشمال إلى الجنوب .



شكل ( ٦ ) الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسية بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على المرئية الفضائية Landsat8,2018

### ١- السلاسل الساحلية

تمتد السلاسل الساحلية من الشرق إلى الغرب بطول الساحل بشكل متقطع بفعل المسيلات الصغيرة التي تجرى على جوانبها. كما تختفى السلسلة الساحلية فى بعض قطاعاتها تحت منسوب سطح البحر ، حتى لا يكاد يظهر منها سوى

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

بعض الجزر والأعمدة (المسلات) الصخرية كما هو الحال شمال غرب رأس حوالة ورأس علم الروم ، وقد تبعد السلسلة الساحلية عن البحر فى بعض المناطق الأخرى حيث يفصلها الشواطئ الرملية الحديثة التى لا يتعدى اتساعها بضعة أمتار. ويصل ارتفاعها فى المتوسط نحو ١٥ متراً فوق مستوى سطح البحر ، أما عن اتساعها فيصل نحو ٤٠٠ متراً عند علم الروم . وفيما يلى دراسة هذه السلاسل من الشمال إلى الجنوب .

#### أ - السلسلة الساحلية الشمالية .

تعد أحدث السلاسل الجيرية من حيث النشأة ، وهى تمتد لمسافة 10.49 كم من الشرق إلى الغرب بشكل متقطع، ويصل متوسط اتساعها 1.49 كم ، ويصل متوسط إرتفاعها 11 متر ، وتعد هذه السلسلة امتداد لسلسلة الطابية فى مرسى مطروح حيث ميزها (Shatta,1955, P.405) فى منطقة مريوط ، و (El-Shazly,1964, P.26) فى منطقة مرسى مطروح .

#### ب - السلسلة الجيرية الثانية

تمتد لمسافة 17.37 كم بشكل متقطع بمتوسط طول 3.47 كم ، ويصل متوسط اتساعها 210 متر ، ويصل متوسط ارتفاعها 19 متر ، وتعد هذه السلسلة امتداد لسلسلة أبو صير فى إقليم مريوط وجبل كريم فى مطروح ، ويظهر بها بعض المكاشف الصخرية خاصة على منحدراتها الجنوبية .

#### ج - السلسلة الجيرية الثالثة

تمتد هذه السلسلة بشكل متقطع بطول 22.97 كم بمتوسط طول 2.87 كم ، ويصل متوسط اتساعها 0.15 كم ، ومتوسط ارتفاعها 27 متر ، ويلاحظ من شكل ( ٦ ) أن السلسلة تتحرف فى مسارها فى غرب منطقة الدراسة حيث تتخذ



مسار جنوبي شمالي متوازية مع الجزء الشرقي من رأس علم الروم ، حيث أنتابت هذه المنطقة عمليات الطي وهي الطية وحيدة الجانب التي تعرف بطية رأس علم الروم .

#### د - السلسلة الجيرية الرابعة

تمتد هذه السلسلة بشكل متقطع أيضاً بطول 15.55 كم بمتوسط طول 2.22 كم ، ويصل متوسط اتساعها 0.21 كم ، ومتوسط ارتفاعها 42 متر .

#### هـ - السلسلة الجيرية الخامسة

تمتد من الشرق إلى الغرب لمسافة قصيرة جداً حيث تظهر في موقعين فقط لمسافة 3.72 كم ، بمتوسط اتساع 0.21 كم ، ويصل متوسط ارتفاعها 56 متر ، وتعد أعلى السلاسل الجيرية ارتفاعاً في منطقة الدراسة ، وتخفي تماماً في شرق منطقة الدراسة بينما تظهر في غرب منطقة الدراسة .

#### ٢- الخصائص المورفولوجية للمنخفضات

تم قياس المساحات والابعاد من خلال شكل ( ٦ ) وهي كالتالي :-

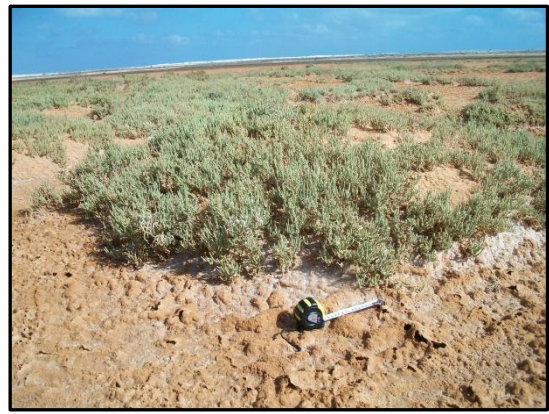
#### أ - المنخفض الشمالي ( الأول )

يقع هذا المنخفض جنوب السلسلة الجيرية الساحلية الأولى وهو منخفض يمتد بشكل طولي يشغل سطحه بعض السبخات المتاخمة ، وتصل مساحة السبخات بهذا المنخفض ٤.٩٢ كم<sup>٢</sup> بمتوسط ٠.٦١ كم<sup>٢</sup> ، وانحراف معياري ٠.٤٩ كم<sup>٢</sup> ويتواجد سبختان في شرق المنطقة على منسوب ١ متر صورة ( ٣ ) ؛ أما بقية السبخات تتركز في غرب المنطقة بالقرب من رأس علم الروم صورة ( ٤ ) ، وتقع على منسوب ٢- متر وتصل مساحتها ٥.٤٩ كم<sup>٢</sup> ، بمتوسط

٠.٥٤ كم ٢ ، وانحراف معياري ٠.٤٧ كم ٢ ، ويصل طولها ٢٠.٩٨ كم بمتوسط طول ٢٠.٠٩ كم وانحراف معياري ١.٣ كم ، ويتراوح اتساعها بين ٠.٠٧ كم و ٠.٣٥ كم بمتوسط اتساع ٠.٢٢ كم وانحراف معياري ٠.٠٩٤ كم . وتغطي هذه السبخات بقشور ملحية وتنمو عليها بعض النباتات الملحية ، وتعد هذه السبخات غير مستغلة في الزراعة وذلك لارتفاع محتواها الملحي .



صورة ( ٤ ) سبخة غرب منطقة الدراسة  
( بالقرب من رأس علم الروم )



صورة ( ٣ ) سبخة أقصى شرق منطقة الدراسة  
( سيدى حنيش )

## ب - المنخفض الثاني

يمتد المنخفض الثاني بين سلسلة التلال الجيرية الثانية والثالثة بشكل طولي على شكل منخفضات متفرقة متناثرة بمساحة إجمالية ١.٦٤ كم ٢ ، بمتوسط ٠.١٢ كم ٢ ، ومتوسط اتساع ٠.٢١ كم ؛ ويعد هذا المنخفض منزرع من قبل السكان وذلك لخصوبة تربته التي تجلبها الأودية الجافة باستثناء المنخفض الأخير الذي يقع في أقصى شمال غرب منطقة الدراسة فهو عبارة عن سبخة ملحية تمتد بطول ٢.٦٤ كم من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي .

### ج - المنخفض الثالث

وهو يمتد بشكل طولى متقطع فيما بين سلسلة التلال الجيرية الثالثة والرابعة بإجمالى مساحة ٢.٤٤ كم<sup>٢</sup>، وهو مزروع بشكل كامل بزراعات التين والزيتون وذلك لعمق تربته ويصل متوسط مساحته ٠.٢٧ كم<sup>٢</sup>، ويصل إجمالى طوله ١٦.٤٢ كم بمتوسط طول ١.٢١ كم وانحراف معيارى ١.٢ كم، ويتراوح متوسط اتساعه ١.٨١ كم بمتوسط اتساع ٠.١٢ كم.

### د - المنخفض الرابع

يمتد بشكل طولى متقطع فيما بين سلسلة التلال الجيرية الرابعة والخامسة، ويصل إجمالى طول منخفضاته ١٤.١ كم بمتوسط طول ١.١ كم، وتصل مساحته ٢.٠٧ كم<sup>٢</sup> بمتوسط مساحة ٠.١٥ كم<sup>٢</sup>، ويصل متوسط اتساعه ٠.٢٤ كم. ويعد هذا المنخفض منزوع من قبل السكان مثل بقية المنخفضات، وتعتبر بعض أجزاء هذا المنخفض مواقع لتجميع مياه الأمطار طبوغرافياً، حيث فى مواسم سقوط الأمطار قد تتجمع مياه الأمطار فى شكل بحيرات صغيرة المساحة خاصة فى شمال غرب منطقة الدراسة.

### ٣ - الأودية الجافة :

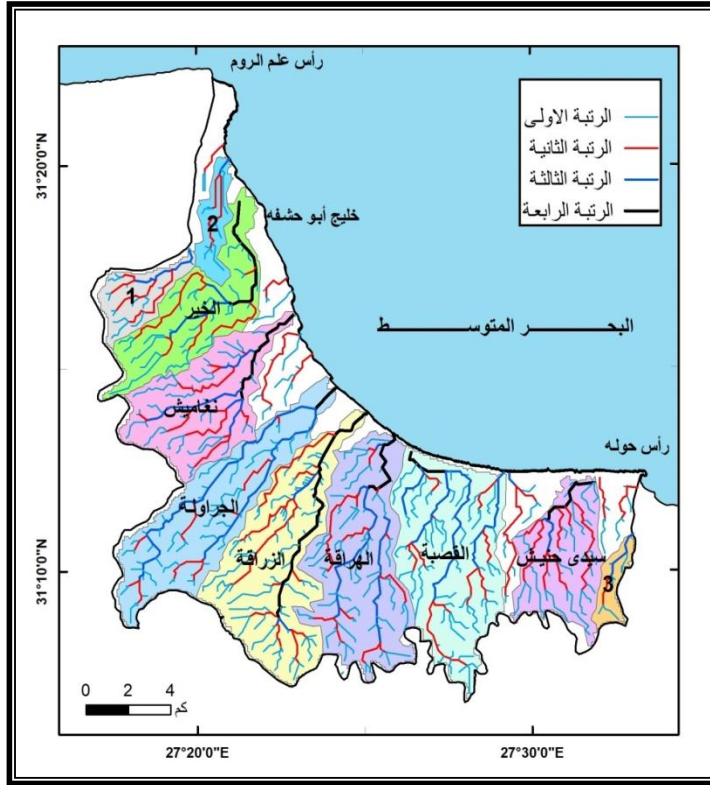
تعد الأودية الجافة من أهم الظواهر الجيومورفولوجية بالمنطقة حيث تعد بطون الأودية هي مصدر التربة الزراعية وهى المهددة بالانجراف، وقامت الباحثة بعمل بعض التحليلات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة جدول رقم ( 5 ) والتي تشغل ٢٥٠.٤١ كم<sup>2</sup> بما يمثل ٨٢.٥٤ % من مساحة المنطقة،

ويعد أكبر الأودية بالمنطقة وادى القصبة بمساحة قدرها 41.15 كم<sup>2</sup>، يليه وادى الزرقاة 41.13 كم<sup>2</sup> في المرتبة الثانية ، ويعد حوض وادى الجراولة أطول الأحواض بالمنطقة إذ بلغ 14.70 كم يلية وادى الزرقاة 12.80 كم وتتميز أحواض منطقة الدراسة بصفة عامة بميلها إلى الاستطالة شكل ( ٧ ) ، وبالتالي تقطع المياة مسافة كبيرة في الوصول لمخرج الوادى ، ويعد أكثر الأحواض استدارة حوض وادى القصبة 0.43 وأقلهم استدارة أو أكثرهم استطالة وادى الجراولة إذ بلغت 0.27 .

جدول رقم ( ٥ ) بعض الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة

اسم الوادى	المساحة كم <sup>٢</sup>	نسبة المساحة %	طول الحوض كم	متوسط العرض كم	معدل الاستدارة	معامل الشكل
القصبة	٤١.١٥	١٣.٥٦	١٢.١٠	٣.٤٠	٠.٤٣	٠.٢٨
الزرقاة	٤٠.١٣	١٣.٢٣	١٢.٨٠	٣.١٤	٠.٢٩	٠.٢٤
الهرافة	٣٩.٣٩	١٢.٩٨	١١.٣٠	٣.٤٩	٠.٣٢	٠.٣١
الجراولة	٣٥.٣٦	١١.٦٥	١٤.٧٠	٢.٤١	٠.٢٧	٠.١٦
نغاميش	٢٨.٨٥	٩.٥١	٩.٩٠	٢.٩١	٠.٣٨	٠.٢٩
الخير	٢٥.٢٣	٨.٣٢	١١.٩٠	٢.١٢	٠.٢٨	٠.١٨
سيدى حنيش	٢١.٤٣	٧.٠٦	٨.٢٠	٢.٦١	٠.٣٩	٠.٣٢
حوض 1	٨.٨١	٢.٩٠	٥.٩٠	١.٤٩	٠.٣٩	٠.٢٥
حوض 2	٦.٢٢	٢.٠٥	٥.٨٠	١.٠٧	٠.٣١	٠.١٨
حوض 3	٣.٨٤	١.٢٧	٤.٦٠	٠.٨٤	٠.٢٩	٠.١٨

المصدر : من حساب الباحثة باستخدام برنامج Arc GIS10.8 اعتماداً على المرئية الفضائية LANDSAT8 عام 2018



شكل ( ٧ ) شبكة الأودية الجافة في منطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على المرئية الفضائية Landsat8,2018 وباستخدام خاصية Hydro analysis

أما عن معامل الشكل فيعد مقياساً مهماً لأحواض التصريف لأنه يوضح مدى تناسب أبعاد الحوض ويمثل معامل الشكل النسبة بين عرض الحوض وطوله ويتضح من الجدول رقم ( 5 ) انخفاض المتوسط العام للمعامل إذ لا يتعدى 0.32 وهي قيمة منخفضة ، وربما يرجع ذلك إلي أن بعض الأحواض تجمع بين الشكل القريب من الاستدارة ناحية المنابع ، والشكل الطولي ناحية المصببات مثل حوضا نغاميش والخير كما يتضح من شكل ( 7 ) .

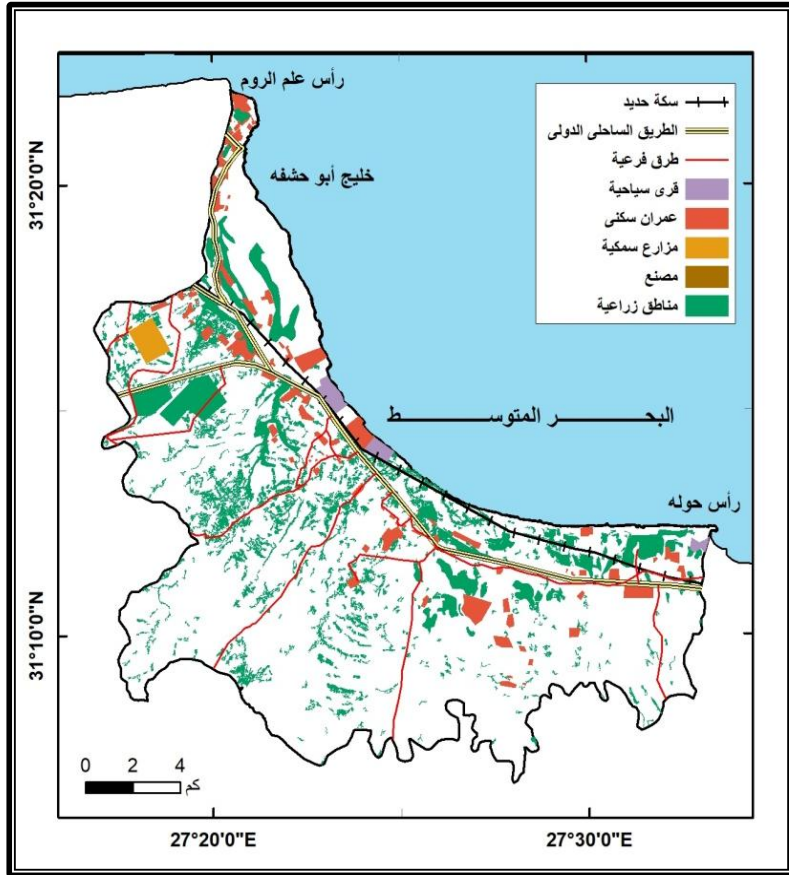
يتضح مما سبق أن المنطقة تتميز ببساطة الوحدات الجيومورفولوجية لذا كان الاستخدام للنشطة البشرية أمر سهل حيث تم استخدام المنخفضات من

قبل البدو للاستخدام الزراعي صورة ( ٥ ) ، وتم استقطاع أجزاء من التلال الجيرية لعمل الطرق الرئيسية بالمنطقة بالإضافة إلى عمل خط سكة حديد اسكندرية مطروح كما يتضح من خريطة الاستخدامات البشرية شكل ( ٨ ) كما قاموا البدو بإعادة تشكيل جوانب الأودية على شكل مدرجات للقيام بزراعتها ، كما أقاموا السدود لتوجيه المياه إلى الخزانات أو الآبار التجميعية صورة ( ٦ ) وإعادة توزيع هذه المياه المحجوزة عن طريق قنوات للري ؛ إلا أن المنطقة لم تسلم من الاستغلال السيئ للأرض مثل الرعي الجائر من خلال استغلال المراعى بشكل عشوائى أما بزيادة عدد الحيوانات عن القدرة البيولوجية للمراعى من ناحية ، أو رعى بعض الحيوانات مثل الماعز التى تعدّ ضارة جداً عن أي نوع آخر (Ramly.,et.al,1991,P.20) لأن الماعز يلتهم جذور النباتات مما يمنع نمو النباتات مرة أخرى ؛ وللأسف تعد تربية الماعز في المرتبة الأولى في منطقة الدراسة كما اتضح من خلال الدراسة الميدانية صورة ( ٧ ) وذلك لسهولة تربيتها وانخفاض تكاليفها الاقتصادية ، مما يعرض المراعى للتدمير وتجريف التربة من غطائها النباتى .



صورة ( ٥ ) توضح الاراضى الزراعية فى أماكن المنخفضات البيئية بالمنطقة

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.



شكل ( ٨ ) استخدامات الاراضى بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على المرئية الفضائية Landsat8,2018، و Google maps



صورة (٧) الرعى الجائر بالماعز بوادى القصبة

صورة ( ٦ ) بعض الخزانات التجميعية بوادى نغاميش

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق.

### خامساً : أنماط تعرية التربة بمنطقة الدراسة :

تعد التعرية من أهم العمليات الجيومورفولوجية التي تتفاوت شدتها حسب العوامل المسببة لها وتتحكم فيها كل من التضاريس الأرضية ودرجة الانحدار واتجاه ونمط استغلال الأرض ، وعمق التربة ونسيجها ، لذا يجب قبل تطبيق النموذج لحساب معدل انجراف التربة ؛ ينبغي التعرف على أنماط تعرية التربة وهي على النحو التالي :

#### ( أ ) أنماط التعرية المائية بمنطقة الدراسة .

يمكن تقسيم أنواع التعرية المائية تبعاً للفعل الميكانيكي للمياه على سطح الأرض في منطقة الدراسة كالتالي :

#### ١- تعرية قطرات المطر ( تعرية الرش ) :

تعد تعرية الرش أول تأثير لمياه الأمطار ، حيث تؤدي قطرات المطر عندما تسقط على سطح الأرض إلى رفع حبيبات التربة ثم إسقاطها مرة أخرى ، ونظراً لظروف المنطقة التي تتميز بمناخ شبه جاف فإن هذه القطرات تفتت الحبيبات الخشنة إلى حبيبات ناعمة مثل الطين والرمل الناعم ، وتعاني منطقة الدراسة من هذه العملية من خلال بعض المشاهدات الميدانية في قيعان بعض الأودية مثل وادي نغاميش والجرولة والقصبية كما يتضح من الصورة ( ٨ ) ، حيث التربة الجافة العميقة الحديثة التي تتألف من نسبة عالية من الرمل الناعم جدا والسلت ، وهذا النوع لا ينقل حبيبات التربة طالما ليس هناك جريان سطحي . إلا أن خطورة هذا النوع تتمثل في حجم قطرات المطر وتركزها وسرعة سقوطها فضلاً عن خصائص التربة والسطح وأثرهما البالغ في تحديد كمية الرواسب المفككة التي تتأثر بتلك



العملية ( سلامة ، ٢٠٠٤ ، ص ٤٥٢ ) ، وقد قام (Ali, A.A., et.al,2002,P.224) بإجراء تجربة معملية باستخدام جهاز المطر الصناعي بمركز بحوث الصحراء لدراسة أثر حجم قطرة المطر على كمية الفاقد من التربة ، وحجم الجريان السطحي كما يتضح من جدول رقم ( ٦ ) فكلما زاد حجم قطرات المطر زادت معه كمية الفاقد من التربة وزاد حجم الجريان السطحي .

جدول ( ٦ ) تأثير حجم قطرات المطر في زيادة الجريان وكمية الفاقد من التربة

حجم قطرة المطر ( مم )	الطاقة الحركية كيلو جول / م <sup>٢</sup>	الجريان ( لتر / م <sup>٢</sup> )	الفاقد من التربة ( جم ) م <sup>٢</sup>
١,٤	٤,٤٤	١٩,٥	٦٢٣,٣
٢,٣	١١,٥٨	٢٠,٥	٧٧٢,٥
٣,٧	٢٨,١٧	٢١,٩	٩٩٦,١

نقلًا عن ( رحيل ، فاطمة زايد ، ٢٠١٤ ، ص ١٥٧ ) ( After: Ali, A.A., et al,2002,P.224 )



صورة ( ٨ ) تأثير تعرية الرش على التربة في حوض وادي نغاميش بمنطقة الدراسة

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

يحدث هذا النوع عندما تتعرض التربة إلى كمية كبيرة من الأمطار تتفوق على معدل نفاذية التربة ، فتتراكم المياه على سطح الأرض ثم تتدفق مع اتجاه الانحدار إلى المناطق المنخفضة حاملة معها الرواسب المفككة بفعل التجوية أو تعرية الرش التي تعد المرحلة الأولى للتعرية الغطائية وبالتالي تنكشف الطبقة الصخرية ، لذا يعد هذا النوع من أخطر أنواع التعرية والأكثر ضرراً لأنه يزيل طبقة من سمك التربة مع تكرار حدوثه المرتبط بالنوات والمنخفضات الجوية وبالتالي تقل آفاق التربة مع الوقت وتقل القدرة الإنتاجية لها .

وتتعرض منطقة الدراسة لهذا النوع كما تبين من الدراسة الميدانية بوادي سيدى حنيش والخير ، لأن المنطقة تتسم بالأنحدار الخفيف عموماً وشبه المستوى في أغلب جهاتها وقلة الغطاء النباتي كما يتضح من الصورة ( ٩ ) .



صورة ( ٩ ) توضح أثر التعرية على الجانب الشرقي لوادي الخير

### ٣- تعرية المسيلات المائية Rill Erosion

يعد هذا النوع من التعرية الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة حيث تم رصده في أودية الجراولة ونغاميش وسيدى حنيش والهراقة والزراقة صورة ( ١٠ ) حيث تتكون مجموعة من المجارى المائية الصغيرة والضيقة غير الثابتة على سفوح منحدرات جوانب الأودية بفعل تساقط الأمطار ، ومع تزايد كمية التدفق تقوم المياه بنحت الجوانب مكونة مجارى صغيرة على شكل قنوات غير عميقة ويزداد عددها مع زيادة درجة الانحدار وقلة كثافة النبات ، وبالتالي تزيد عملية تعرية وانجراف التربة السطحية ونقلها للمناطق المنخفضة عند سفوح المنحدرات وعلى جوانب الأودية .



صورة ( ١٠ ) تعرية المسيلات المائية بوادى سيدى حنيش

#### ٤ - التعرية الأخدودية

تعد التعرية الأخدودية تطور طبيعي للتعرية بالمسيلات المائية حيث تأخذ المسيلات بالنحت الرأسى والجانبى مع مرور الوقت فتكون مجرى متسع وأكثر عمقاً وثابتاً يساعد على حمل المفتتات إلى المجارى الأكبر منها ، مما يترتب على ذلك تعرية وانجراف التربة من السفوح العليا للأودية ، وساعد على وجود هذا النوع من التعرية التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة فهى رواسب حديثة مفككة تتميز بضعف مقاومتها لعمليات التعرية المائية ، ومن أهم المناطق التي تعاني من هذا النوع من التعرية وادى الهراقة والقصبه بمنطقة الدراسة صورة ( ١١ ) .

#### ( ب ) التعرية الريحية

يسود فعل الرياح في الوقت الراهن نظراً لظروف الجفاف في منطقة الدراسة بالإضافة إلى قلة الغطاء النباتى مما يزيد من عملية الاكتساح أو التذرية لحبيبات التربة ولكن هذا النوع ليس مقصد درستنا هذا .

يتضح مما سبق أن منطقة الدراسة تتعرض لمختلف انماط التعرية المائية كما لاحظنا ذلك ميدانياً من تعرية بالرش وتعرية بالمسيلات وتعرية غطائية وتعرية اخدودية حيث يقطع سطح الهضبة الميوسينية ١٠ أودية رئيسية بمنطقة الدراسة فضلاً عن العديد من المسيلات التي تقطع جوانب تلك الأودية بالإضافة إلى وجود الحصى وبقايا صخرية على السطح بعد انجراف الحبيبات الناعمة بفعل الجريان السطحى .



صورة ( ١١ ) التعرية الأخدودية بوادى القصبه

### سادساً : تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج راسل RUSAL

لتطبيق نموذج راسل على منطقة الدراسة لابد من اشتقاق عدد من المتغيرات والعوامل بالاعتماد على بيانات معدلات الأمطار وقيم الانحدار واستخدامات الأراضي، وخصائص التربة و مؤشر الغطاء النباتي ( NDVI ) ، وتم تحويل جميع البيانات إلى الصورة الشبكية Raster ، وتم بناء النموذج ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية واستخراج قيم العوامل والمتغيرات وفق المعادلة التالية (Gelagay,. Minale, 2016) :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

حيث أن مقدار فقدان التربة طن / فدان = A

معامل تعرية المطر = R

مدى قابلية التربة للانجراف = K

العامل الطبوغرافي طول المنحدر = LS

معامل الغطاء النباتي وإدارة المحاصيل = C

ممارسات الحفاظ على التربة = P

ونتناول متغيرات النموذج كل منها على النحو التالي :

## ١- المتغير الأول ( عامل تعرية المطر Rainfall Erosivity Factor )

يعد عامل تعرية المطر العامل المناخي الذي يشكل مدخلاً رئيسياً في عملية انجراف التربة لما للأمطار من دورٍ كبيرٍ في تعرية التربة ، وقد اعتمدت الدراسة على بيانات محطة مطروح في حساب قيمة المعامل R- Factor ، وهناك أكثر من معادلة لحساب قيمة المعامل R ؛ ولكن رأت الباحثة أن المعادلة التي صاغها (Bols,1978) أكثرهم صحة لأنها اعتمدت على أقصى كمية مطر سقطت خلال يوم واحد وقد قدرت بنحو ١٤٦.٨ مم بتاريخ أكتوبر ١٩٨٩ ، بالإضافة إلى عدد الأيام الممطرة ٦٧.١ يوم وكمية التساقط السنوي ١٦٨.٧ مم بمحطة مطروح ومن هذه المتغيرات المهمة صاغ المعادلة الآتية :

$$R = \frac{2.5 P^2}{100(0.078 P + 0.78)} \quad (\text{Bols, 1978})$$

حيث أن :

R = عامل تعرية المطر ، P = كمية التساقط السنوي مم

وبتطبيق المعادلة السابقة لقياس شدة النحت بفعل المطر ؛ قدرت قيمة عامل

المطر R بنحو ٥١,٠٤٥ وهذه القيمة التي يتم التعويض بها في نموذج راسل  
RUSSEL، تبين أن منطقة الدراسة تتصف بقيمة معتدلة أو متوسطة وأن  
كانت في بداية التقييم كما يتضح من الجدول رقم ( ٧ ) إلا أنها ذات تأثير فعال  
وإيجابي وذلك لطبيعة جيولوجية المنطقة وقلة الغطاء النباتي كل هذه العوامل  
وفرت بيئة طبيعية ملائمة لفعل النحت بالمطر بصورة أكثر قدرة كما اتضح من  
خلال الزيارات الميدانية في فصل الشتاء صورة . ( 12 ) وتزداد القدرة الحثية  
للمطر كلما زاد تركز الأمطار في فترة زمنية وجيزة تصل إلى يوم أو شهر .

جدول رقم ( ٧ ) تصنيف منظمة الزراعة و الأغذية FAO لقياس شدة النحت بفعل المطر

معامل تعرية المطر	الصفة التحاتية لشدة جرف الأمطار
أقل من ٥٠	ضعيفة
٥٠ - ٥٠٠	معتدلة أو متوسطة
٥٠٠ - ١٠٠٠	عالية
أكثر من ١٠٠٠	عالية جداً

المصدر : ( درويش وآخرون ، ٢٠١١ ، ص ١٢ )



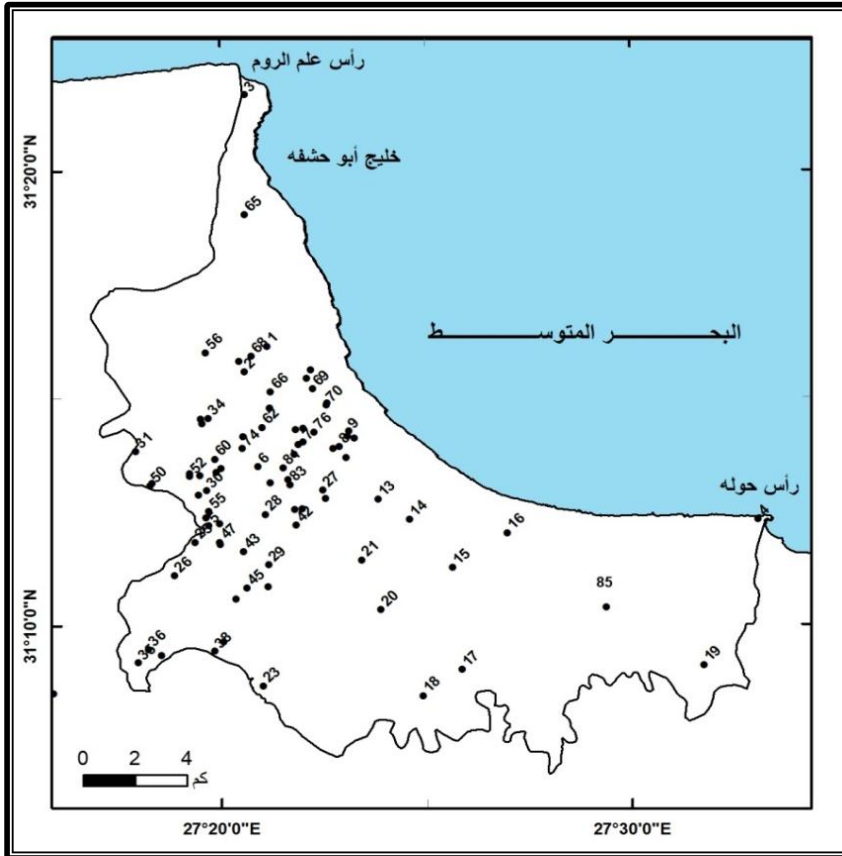
صورة ( ١٢ ) تأثير الامطار والجريان السطحي على جرف التربة بعد حدوث عاصفة مطرية بوادي نغاميش غرب منطقة الدراسة

## ٢- المتغير الثانى (معامل قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility Factor)

يعتمد معامل قابلية التربة للانجراف k Factor على الخصائص الفيزيائية للتربة ، والتي تتضمن نسيج التربة Soil Texture ونفاذية التربة Soil Permeability وبناء التربة Soil Structure لذا قامت الباحثة بجمع ٣٠ عينة من التربة لتحليلها ميكانيكياً وكيميائياً بكلية الزراعة جامعة الاسكندرية ؛ وللوصول إلى أعلى دقة فى النتائج ؛ وحتى يتسنى لها تغطية المنطقة إضافة عينات أخرى من بعض الأبحاث التى تناولت أجزاء من منطقة الدراسة ( Hebashi,2003,PP. 114-123 ) والبالغ عددها ٥٥ عينة ليصل إجمالى



عدد العينات بالمنطقة إلى ٨٥ عينة كما يتضح من الشكل ( ٩ ) وكانت نتائج التحليل كما يتضح من ( ملحق ١ ) .



شكل ( ٩ ) مواقع عينات التربة بمنطقة الدراسة "خصائصها بملحق ١"

قامت الباحثة بعمل قاعدة بيانات رقمية في برنامج Arc GIS 10.8 للعينات وخصائص كل عينة وعمل طبقات معلوماتية للمتغيرات التي تدخل في حساب قيمة عامل K والذي يحسب عن طريق المعادلة الآتية (Tew,1999) :

$$K = \frac{((2.1 \times M1.14 \times 10 - 4 \times (12 - OM) + (3.25(S - 2) + 2.5(P - 3)))}{100}$$

حيث أن K = معامل قابلية التربة للانجراف

M = (نسبة الرمل الناعم جداً + نسبة السلت) × (١٠٠ - نسبة الطين)

OM = نسبة المادة العضوية في التربة

S = رمز بناء التربة ويأخذ أكواد من (١ - ٤)

P = رمز نفاذية التربة ويأخذ أكواد من (١ - ٦)

وبالاعتماد على قاعدة البيانات للعينات كما يتضح من الملحق رقم (١) ،

تم حساب جميع المتغيرات التي تدخل في حساب عامل قابلية التربة للانجراف ،

حيث تم إنشاء خريطة توزيع نسبة الرمل الناعم جداً Sand Very Fine

شكل (١٠) حيث يتضح أن نسبة الرمل الناعم جداً تزداد كلما اتجهنا إلى

الغرب من منطقة الدراسة حيث تتركز فئة الرمل الناعم جداً التي تتراوح من (٢٠

- ٣٠ %) من حجم العينة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة بينما تتركز

الفئة التي تتراوح من (٣٠ - ٤٠ %) الجزء الغربي لمنطقة الدراسة وتوزع

بقية الفئات في الجزء الغربي للمنطقة بصورة أكثر وضوحاً .

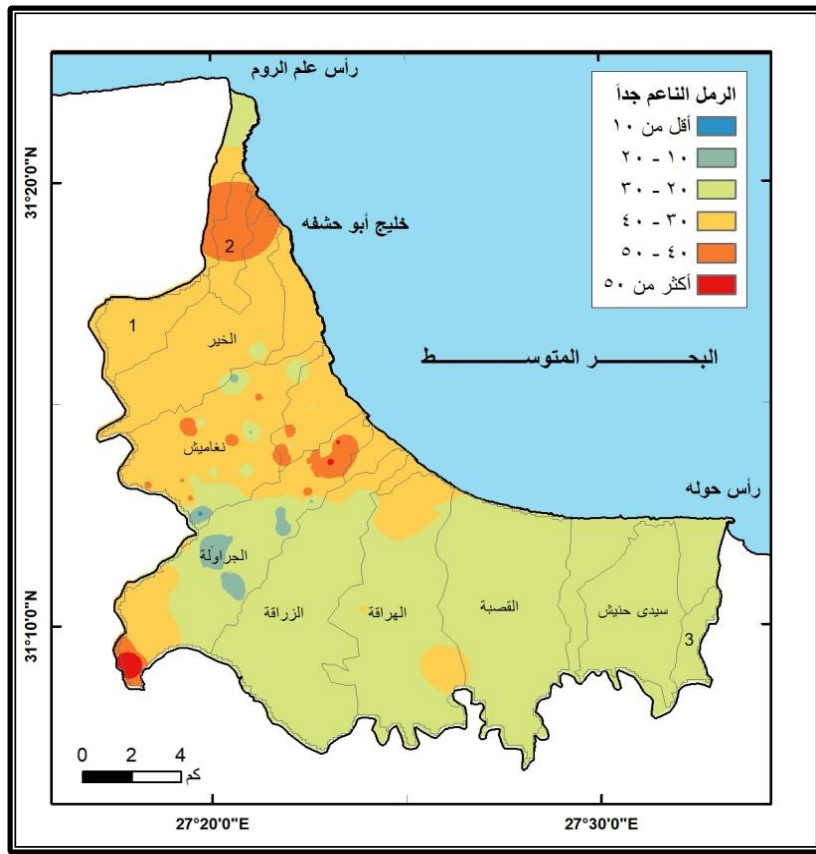
يتضح من توزيع نسبة السلت شكل (١١) بمنطقة الدراسة أن نسبة

السلت تقل في غرب منطقة الدراسة خاصةً وادي الجراولة ونغاميش وتزيد

بالإتجاه إلى شرق منطقة الدراسة ؛ كما تزيد نسبة السلت في الجزء الشمالي

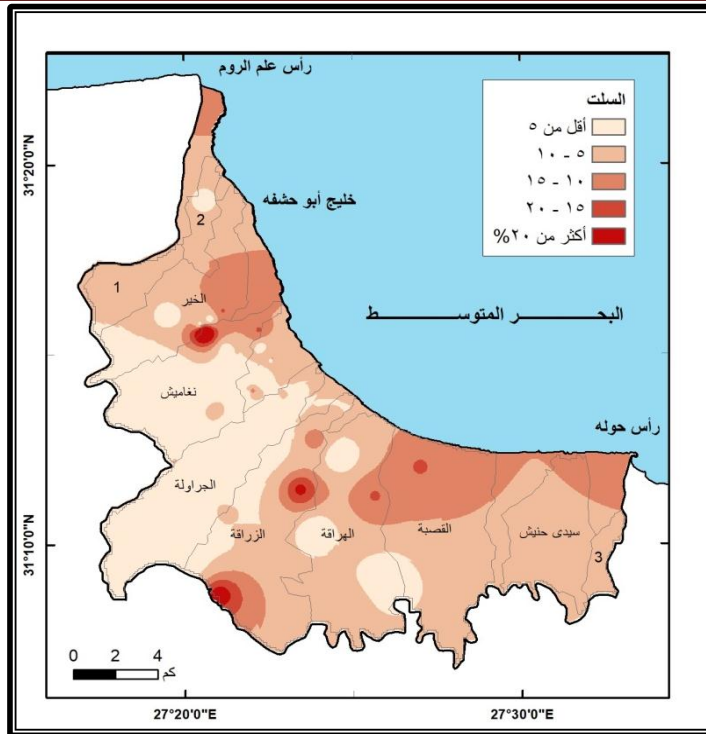
الغربي من منطقة الدراسة في الأجزاء الدنيا من وادي نغاميش والخير .

ويتضح من شكل ( ١١ ) أن الفئة من ( ٥ - ١٠ % ) أكثر الفئات السائدة في منطقة الدراسة كما يتضح بتباين وادي الزراقة في نسبة السلت به من أقل إلى أعلى النسب ، أما عن توزيع نسبة الطين شكل ( ١٢ ) تبين ازدياد نسبة الطين في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة كما تميز وادي الزراقة بتباين نسب الطين عن بقية الأودية الأخرى .



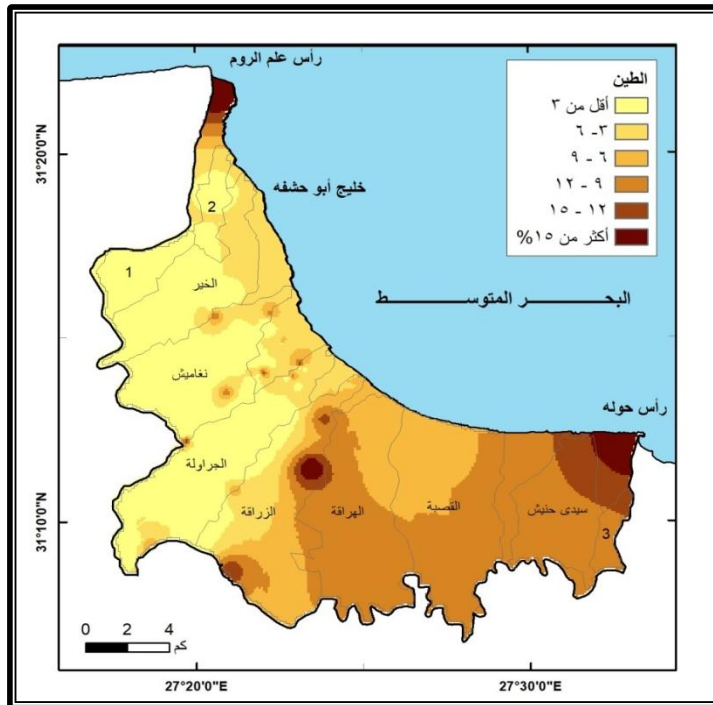
شكل ( ١٠ ) توزيع نسبة الرمل الناعم جدا بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على نتائج التحليل الميكانيكي للعينات باستخدام Arc GIS10.8



شكل ( ١١ ) توزيع نسبة السلت بمنطقة الدراسة

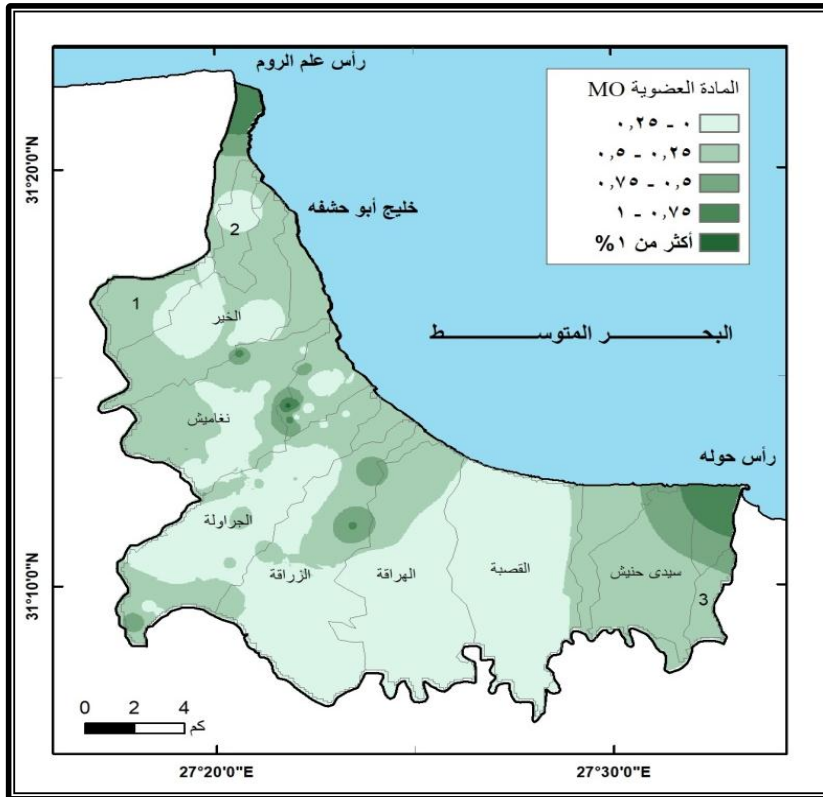
المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على نتائج التحليل الميكانيكي للعينات باستخدام Arc GIS10.8



شكل ( ١٢ ) توزيع نسبة الطين بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على نتائج التحليل الميكانيكي للعينات باستخدام Arc GIS10.8 (النموذج الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق).

ومن هذه المتغيرات الثلاثة الرمل الناعم جداً والسلت والطين تمكنت الباحثة من حساب قيمة M وفق المعادلة السابقة لحساب قيمة K ، كما يتطلب أيضاً لحساب قيمة معامل K معرفة نسبة المادة العضوية OM التي تعمل على تماسك التربة ونقل من إمكانية انجرافها ، وتعتبر المادة العضوية متدنية جداً إذا كانت القيمة أقل من ١ % ، وعالية جداً إذا كانت أعلى من ٦ % حسب تصنيف (FAO,1988) ووفق هذا تعتبر منطقة الدراسة متدنية جداً في المادة العضوية كما يتضح من شكل ( ١٣ ) باستثناء جزء صغير جداً على الحدود الشرقية لوادي نغاميش يزيد عن ١ % .

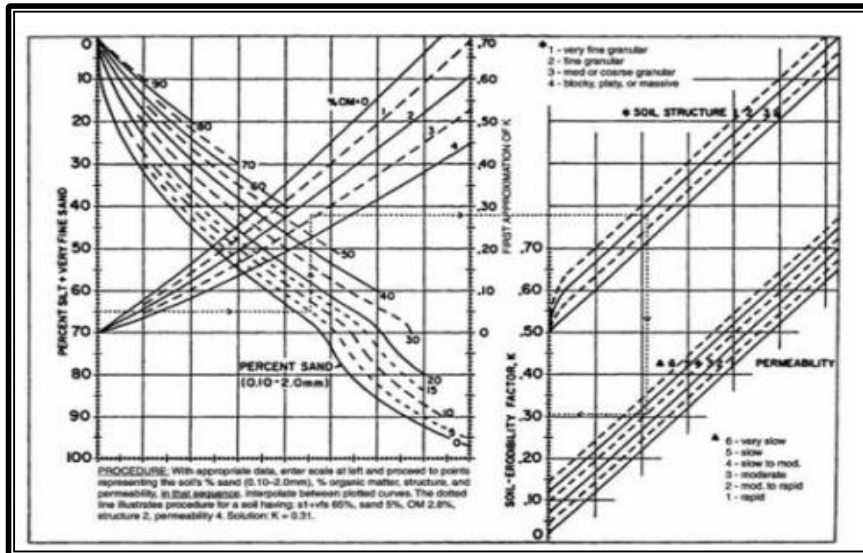


شكل ( ١٣ ) توزيع المادة العضوية بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على نتائج التحليل الكيميائي للعينات باستخدام Arc GIS10.8

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

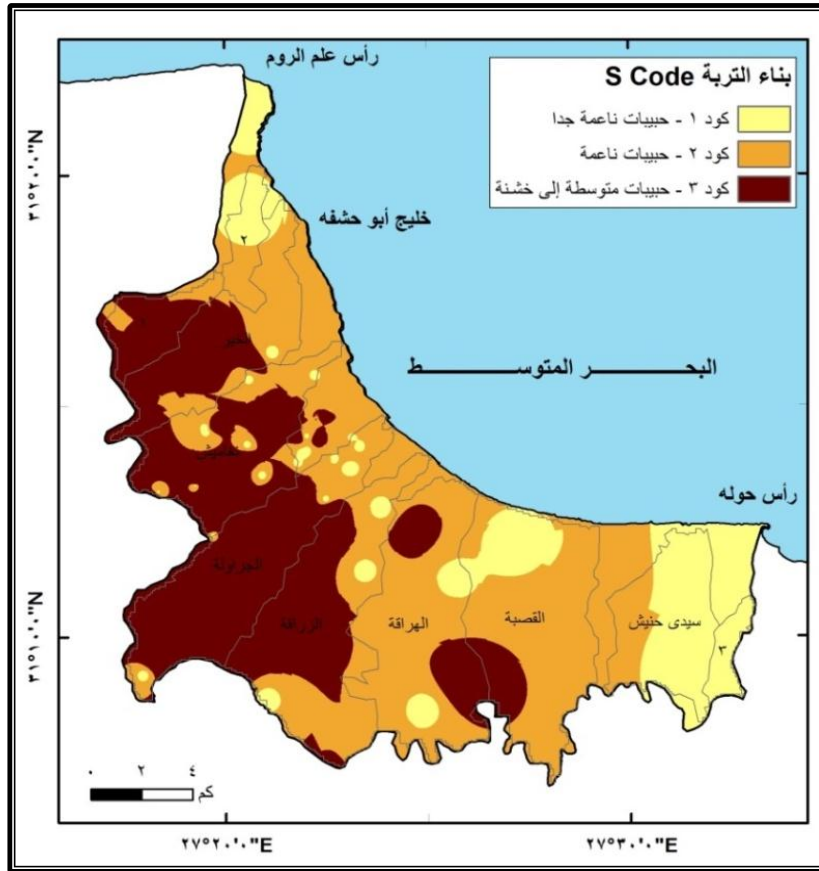
يلاحظ من معادلة حساب معامل قابلية التربة للانجراف  $K$  وجود قيمتين هما  $(P, S)$  وهما قيم لا يتم حسابهما وفق معادلة بل يعتمد في استخراجهما على نتائج تحليل عينات التربة ملحق ( ١ ) ممثلة في نسبة الرمل الناعم جداً والملت معاً والمادة العضوية والرمل من ناحية وتوقيع هذا على نموذج مسح قابلية التربة للتعرية Soil Erodibility Nomograph (Tew, 1999) شكل ( ١٤ ) ليتحدد أكوادهما ، حيث تمثل قيمة  $S$  رمز بناء التربة Soil Structure ويأخذ الأكواد من ( ١ - ٤ ) إذ يمثل الكود (١) حبيبات ناعمة جداً ويزداد الكود مع زيادة حجم الحبيبات حيث يمثل الكود (٤) الكتل الجلاميدية ، يتضح من شكل ( ١٥ ) أن بناء التربة أعلى كود ٣ والذي يمثل حجم الحبيبات التي تتراوح من متوسطة إلى خشنة ، كما يتضح أن حجم الحبيبات يزيد بالاتجاه إلى غرب منطقة الدراسة وهذا أمر منطقي لأن حجم الحبيبات يزداد في المنابع ويستدق حجم الحبيبات بالإتجاه نحو المصب شرقاً .



شكل ( ١٤ ) نموذج مسح قابلية التربة للتعرية Soil Erodibility Nomograph

المصدر : (Tew, 1999)

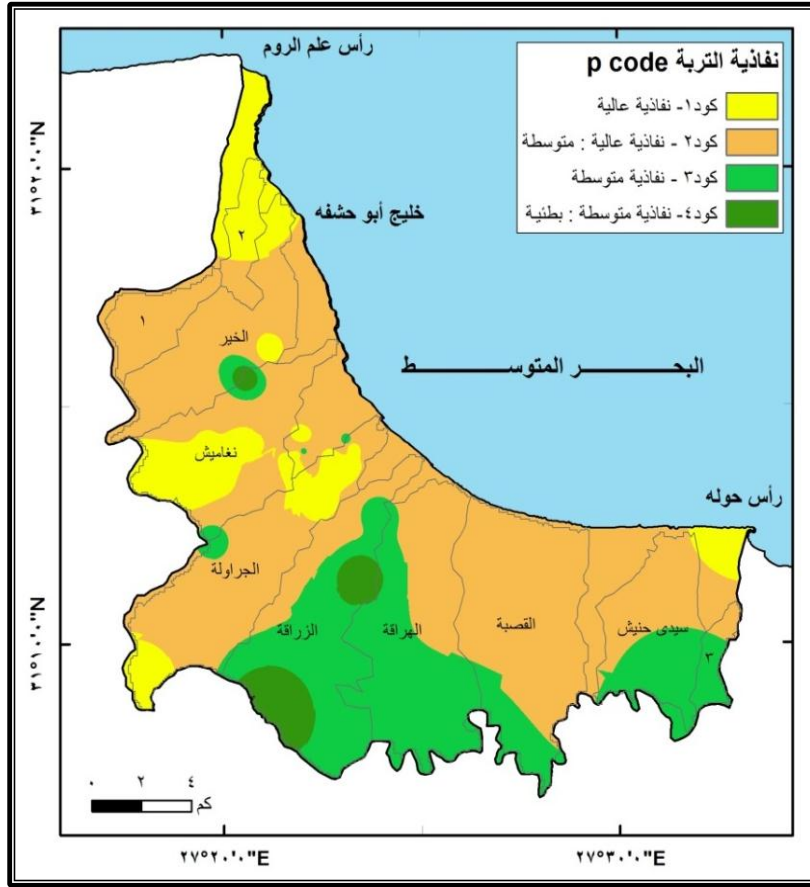
(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.



شكل ( ١٥ ) توزيع بناء التربة وفق اكواد S

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على تحليل عينات التربة ونموذج مسح قابلية التعرية شكل ١٤

تمثل نفاذية التربة Soil Permeability قيمة P والتي تأخذ الأكواد من (١- ٦) حيث يمثل الكود (١) نفاذية سريعة ويزداد الكود كلما قلت النفاذية إذ يمثل الكود (٦) نفاذية بطيئة جداً كما يتضح من شكل (١٤) ، وبتطبيق ذلك على عينات منطقة الدراسة تبين أن أعلى كود (٤) الذي يمثل نفاذية ما بين بطيئة إلى متوسطة كما يتضح من شكل (١٦) كما تغلب مساحة نفاذية التربة ما بين متوسطة إلى سريعة .



شكل ( ١٦ ) توزيع نفاذية التربة وفق اكواد P

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على تحليل عينات التربة ونموذج مسح قابلية التعرية شكل ١٤

بذلك تكون اكتملت جميع المتغيرات اللازمة لحساب معامل قابلية التربة وتم تصنيف قيم هذا المعامل المهم وفقاً لتصنيف<sup>(٢)</sup> (Goldsmith,1977) إلى عدة درجات كما يتضح من الجدول رقم ( ٨ ) وشكل ( ١٧ ) وتم استنتاج عدة حقائق منها ما يلي:

جولدسميث (جامعة بلندن) هي جامعة شهيرة للفنون والعلوم الاجتماعية مقرها في نيوكروس جنوب شرق لندن. تأسست عام ١٨٩١ ، وأصبحت جزءاً من جامعة لندن في عام ١٩٠٤ .

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.



١- اختلاف درجة قابلية التربة للانجراف في منطقة الدراسة حيث تراوحت بين ( ٠.٠١ - ٠.٤٥ ) ، وبالتالي تمثلت درجات قابلية التربة للانجراف من قابلية ضعيفة إلى عالية وفقاً لتصنيف Goldsmith ولم تظهر في المنطقة قابلية الانجراف العالية جداً .

٢- تقع معظم منطقة الدراسة ضمن فئة درجة قابلية التربة إلى الانجراف التي تتراوح من قابلية متوسطة إلى عالية بمساحة قدرها ٢٣٢.٨٢ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٧٨.٤% من مساحة المنطقة وشغلت هذه الفئة معظم الأودية بمنطقة الدراسة مثل وادي القصبه والهراقة شكل ( ١٥ ) حيث تميزا بفئة متوسطة إلى عالية بجميع حوضهما .

٣ - تأتي فئة درجة القابلية من ( ضعيفة إلى متوسطة ) في المرتبة الثانية بمساحة بلغت ٣٣.٧ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١١.١٢% من مساحة المنطقة وشغلت الأجزاء الوسطى من وادى الجراولة والزراقة وأقصى شمال شرق وشمال غرب منطقة الدراسة نظراً لارتفاع نسبة الطين وانخفاض نفاذية التربة بها ؛ الأمر الذى يشير إلى أن قابلية التربة للانجراف ترتبط بحجم الحبيبات حيث تكون الحبيبات الخشنة أكثر مقاومة للانجراف لأنها تتطلب طاقة حركة أكبر لنقلها .

جدول رقم ( ٨ ) مساحات ونسب درجات قابلية التربة للانجراف بمنطقة الدراسة

درجة قابلية التربة للانجراف	نوع درجة القابلية التربة للانجراف	مساحة كل نوع من منطقة الدراسة كم <sup>٢</sup>	نسبة نوع قابلية التربة للانجراف بالمنطقة %
أقل من ٠.٠٩	ضعيفة	٠.٣٤	٠.١١
٠.٠٩ - ٠.١٩	ضعيفة إلى متوسطة	٣٣.٧٣	١١.١٢
٠.٢ - ٠.٢٩	متوسطة إلى عالية	٢٣٧.٨٢	٧٨.٣٩
٠.٣ - ٠.٥٩	عالية	٣١.٥٠	١٠.٣٨
٠.٦ فأكثر	عالية جداً	صفر	صفر

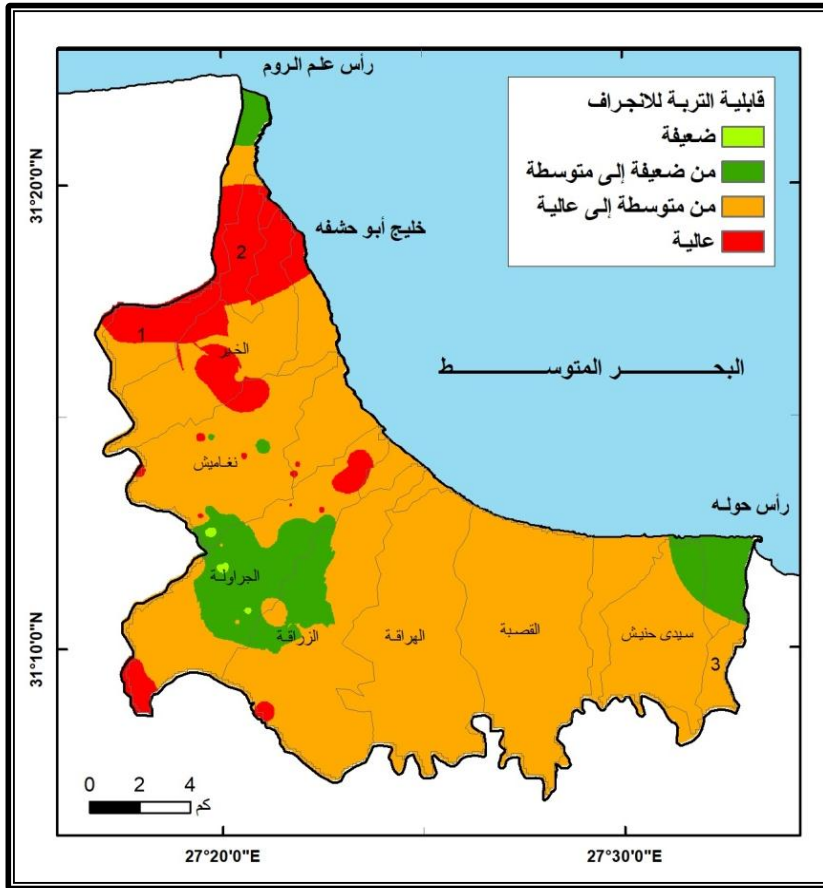
المصدر : تصنيف Goldsmith,1977 لدرجة قابلية التربة للانجراف

٤ - يتضح من جدول رقم ( ٨ ) أن فئة قابلية التربة للانجراف بدرجة عالية شغلت مساحة قدرها ٣١.٥ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٠.٣٨ % من مساحة المنطقة ، تركزت في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة نظراً لطبيعة بناء التربة وارتفاع نفاذيتها لانخفاض نسبة الطين وارتفاع نسبة السلت والرمل فيهما كما يتضح من الأشكال رقم ( ١٠ ) ( ١٢،١١ ) .

٥ - يتضح من شكل ( ١٧ ) أن أودية الجراولة ونغاميش والزراقة تتميز بالتباين الواضح في معامل قابلية التربة للتعرية بين أقل وأعلى معدل في أراضيهم ، بينما بقية الأحواض كانت قليلة التباين في معامل قابلية التربة للتعرية \_ K Factor وتتسم بالتجانس مثل وادي سيدى حنيش .

٦ - يتضح من دراسة الخصائص الفيزيائية للتربة أن هناك علاقة بين قوام التربة Soil Texture ومسامية التربة ونفاذيتها ، فالترية الطينية تكون مرتفعة المسامية ومنخفضة النفاذية عكس التربة الرملية بالتالي

تتطلب التربة الطينية قوة أكثر لكي تتجرف بسبب احتفاظها بنسبة عالية من الرطوبة تعمل بدورها على تماسكها ، عكس التربة الرملية تكون غير متماسكة مما يجعلها أكثر قابلية للانجراف .



شكل ( ١٧ ) تحديد مدى قابلية التربة للتعرية ( معامل K ) بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على قيم الفئات وفقاً لتصنيف Goldsmith, 1977

### ٣- المتغير الثالث ( معامل الطبوغرافيا Topography Factor )

يعتمد عامل الطبوغرافيا LS Factor على متغيرين أساسيين هما :  
طول المنحدر (L) Slope Length ، درجة الانحدار Slope gradient(S) ؛ حيث عرف كل من (Wischmeier and Smith, 1978) طول المنحدر على أنه المسافة بين أعلى نقطة على قمة المنحدر إلى نقطة تناقص الانحدار للجريان السطحي حتى تتم عملية الارساب على طول مجرى القناة النهرية . بينما درجة الانحدار تشير إلى قلة أو شدة الانحدار وللذان بدورهما يؤثران على شدة التعرية .

ويتم حساب عامل LS بالاعتماد على معادلة التي حددها ( Buzuwerk, Taddese, & Getahun, 2008) وهى على النحو التالي :

$$LS = \left( \frac{\text{Flow accumulation} \times \text{Cell Size}}{22.1} \right)^M \times (0.065 + 0.045S\% + 0.0065S\%2)$$

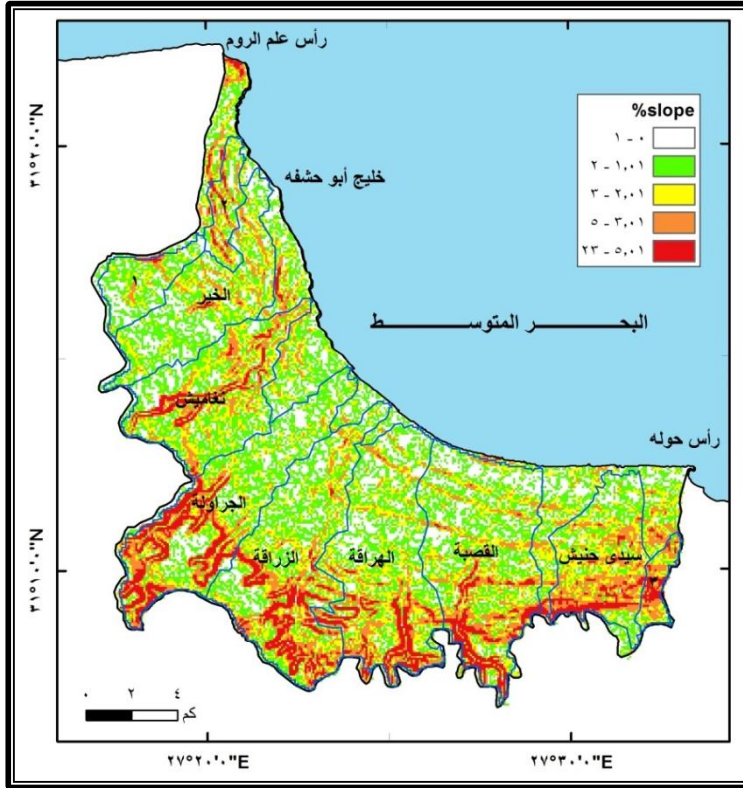
حيث أن : عامل الطبوغرافيا LS=

S% = Slope % نسبة الانحدار

M = ( 0.5 - 0.2 ) قيمة متغيرة من

وبالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation Model لمنطقة الدراسة شكل ( ٣ ) ؛ تم استخراج Flow accumulation ، ونسبة الانحدار Slope شكل ( ١٨ ) لادخالهما فى المعادلة السابقة لحساب

عامل LS . كما تم حساب قيمة M التي تتغير حسب نسبة الانحدار والتي تتراوح بين ( ٠.٢ - ٠.٥ ) كما يتضح من جدول ( ٩ ) .



شكل ( ١٨ ) التوزيع المكاني لنسبة الانحدار %S بمنطقة الدراسة

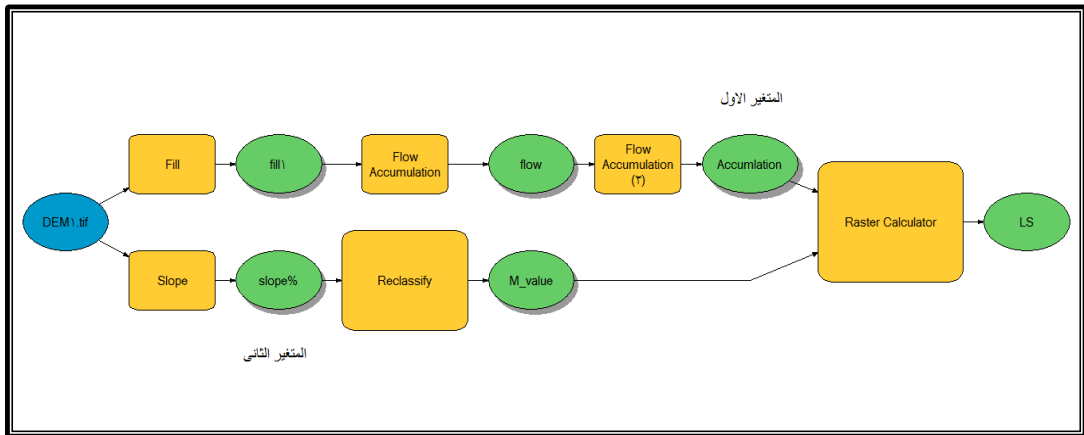
المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM من مرئية Shattel Rader ويعد معامل LS من أهم المعاملات التي يتم إدخالها داخل نموذج راسل ، حيث يعتمد على مجموعة من المتغيرات المهمة كطول المنحدر وشدته والمسافة التي تقطعها المياه الجارية في عملية الانجراف واتجاه ودرجة الانحدار والذدان يؤثران على ضعف أو قوة عملية النحت ، لذلك قامت الباحثة بعمل نموذج لمعامل LS منفرداً شكل ( ١٩ ) الذي يوضح المدخلات وعمليات المعالجة والمخرجات حتى يتم الحصول على معامل LS ، واتضح من شكل ( ٢٠ ) أن

معامل الطبوغرافيا كان مرتفعا عند المنابع العليا للأودية جنوب المنطقة وهو ما جاء منطقياً مع خريطة الانحدار شكل ( ١٨ ) حيث ترتفع درجات الانحدار جنوب المنطقة عند خط تقسيم المياه حيث المنابع الحوضية ، بالإضافة إلى حافات التلال الجيرية كما يتضح من خريطة معامل الطبوغرافيا LS شكل ( ٢٠ ) . (

جدول رقم ( ٩ ) كيفية استخراج قيمة M المتغيرة لحساب معامل الطبوغرافيا LS

الانحدار %	قيمة M
> % 5	0.5
5 - 3	0.4
3 - 1	0.3
< %1	0.2

المصدر (Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia,2010)

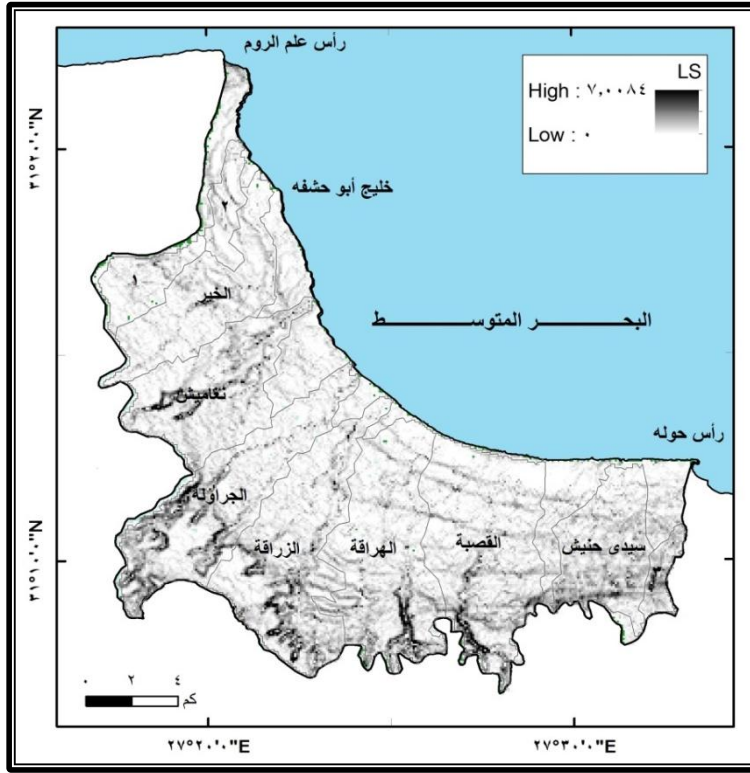


شكل ( ١٩ ) خطوات بناء نموذج لمعامل LS داخل برنامج Arc GIS 10.8

كأحد متطلبات نموذج راسل RUSSEL

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على بناء النماذج Model Builder لمتغيرات معادلة LS

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق.



شكل (٢٠) التوزيع المكاني لمعامل الطبوغرافيا LS بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على معادلة حساب معامل LS

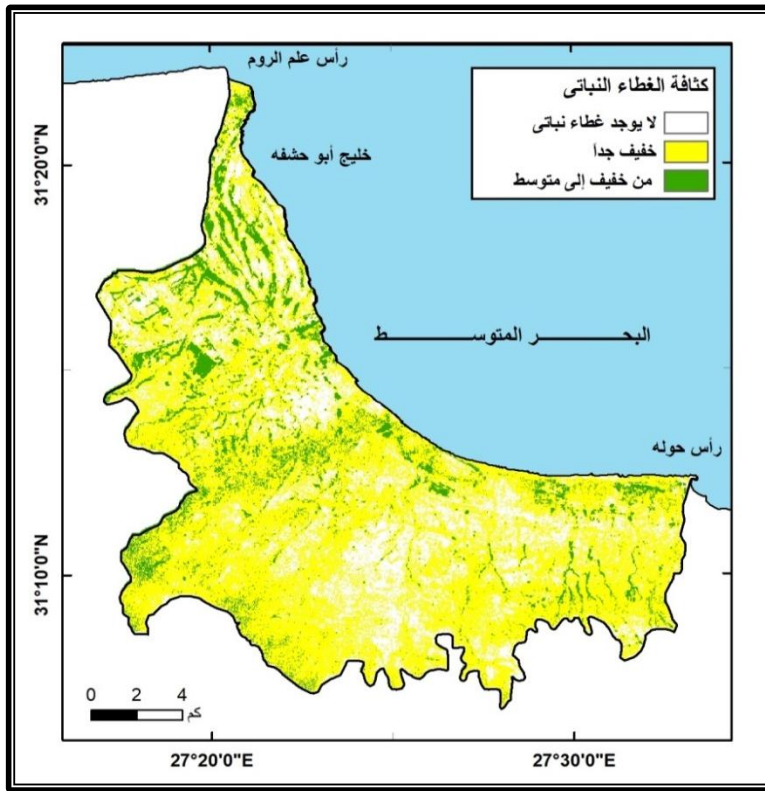
#### ٤ - المتغير الرابع (معامل الغطاء النباتي وإدارة المحاصيل Land Cover and Crop Management Factor)

يتم تقدير هذا المعامل بناءً على ظروف الغطاء النباتي وكثافة المزروعات بالإضافة إلى كمية ونوع بقايا النباتات المتروكة على سطح التربة ، فضلاً على العمليات الزراعية الممارسة كالتسميد والري والحرق وأسلوب الزراعة ووقت زراعة المحاصيل (FAO,1965,P.148). وتم الاعتماد على المرئية الفضائية 11 band 2018, Landsat8 لاستخراج مؤشر الغطاء النباتي NDVI لمنطقة الدراسة كما يتضح من شكل (٢١) للاعتماد عليه في حساب

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

عامل الزراعة أو الغطاء النباتي C Factor بتطبيق المعادلة الآتية (Van der Knijff et al., 1999):

$$C = \text{Exp}(-2 \times \text{NDVI}/(1 - \text{NDVI}))$$



شكل ( ٢١ ) مؤشر الغطاء النباتي NDVI بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على المرئية الفضائية Landsat8,2018  
ترتفع قيمة معامل الغطاء النباتي ( C ) كلما خلت الارض من الغطاء  
النباتي ، بالتالي هو عكس مؤشر الغطاء النباتي NDVI ، إذ يعبر قيمة الواحد  
الصحيح في معامل ( C ) عن عدم وجود زراعات بينما يعنى تغطية كاملة  
بالزراعات في مؤشر NDVI . فالعلاقة عكسية بينهما فكلما زاد مؤشر الغطاء  
النباتي كلما قلت قيمة معامل ( C ) وقلت معه معدل انجراف التربة .



وهناك بعض الآراء حول تحديد قيمة معامل ( C ) اعتماداً على الغطاء الأرضي ، حيث يمثل كل استخدام قيمة لمعامل ( C ) لذا تم تقسيم منطقة الدراسة إلى غطاءات شكل ( ٢٢ ) وإدخال قيمة معامل ( C ) حسب كل غطاء أرضي والذي تمثل في مجموعات رئيسية ملحق رقم ( ٢ ) (Renard,.et.al., 1997) .

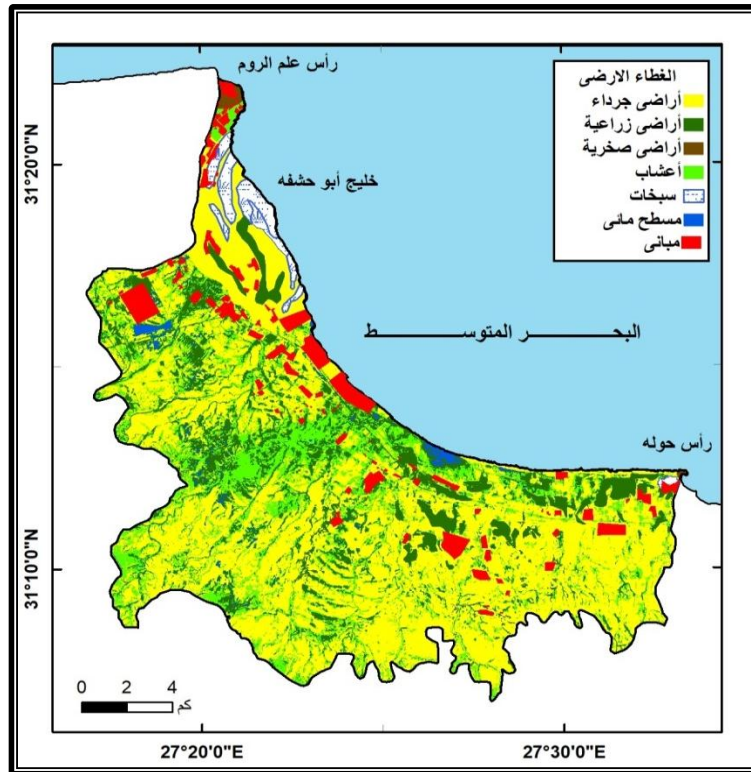
ويتضح من شكل ( ٢٣ ) وجدول رقم ( ١٠ ) أن قيمة معامل ( C ) يتراوح بالمنطقة بين (٠.٠١ - ١) حيث تعنى الأراضي ذات القيمة ٠.٠١ أنها أقل الأراضي عرضة للانجراف بالمنطقة بمساحة بلغت ١٢.٤٣ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٤.٠٧% من مساحة المنطقة حيث تمثلت في مناطق السبخات والمسطحات المائية والمباني ، بينما تعنى التربة الجرداء ذات القيمة ١ أنها الأراضي الأكثر انجرافاً بالمنطقة والتي تبلغ مساحتها ١٦٩.٣٢ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٥٥.٤٧% من مساحة المنطقة ؛ وهي الأراضي الخالية من الزراعات إذ تمثل التربة الرملية العميقة حديثة التكوين بينما تمثلت الأراضي الزراعية في التربة الجافة العميقة الحديثة مساحة قدرت ٥٦.٨٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٨.٦٤% من مساحة المنطقة وهي تزرع بالشعير والتين والزيتون والقمح صورة ( ١٣ ) ، بينما الأراضي العشبية تمثلت في التربة الضحلة الجافة غير الناضجة والتي تمثل المراعى صورة ( ١٤ ) ؛ لذا فالتربة تكون معرضة للانجراف ولكنها ليست بنفس درجة التربة الخالية تماماً من الغطاء النباتي . وهنا يظهر دور النبات في الحد من خطر التعرية المائية ، وتأثير نوع النبات وكثافة المجموع الخضرى وتفرعه وكذلك فترة وجوده في التربة لحماية التربة من أخطار الانجراف .

جدول رقم ( ١٠ ) مساحات ونسب الغطاءات الأرضية وما يقابلها من قيمة معامل الغطاء

**C-Factor النباتي**

نوع الغطاء الأرضي	قيمة معامل الغطاء النباتي C	المساحة كم <sup>٢</sup>	نسبة الغطاء النباتي C من مساحة المنطقة %
سبخات - مباني - مسطح مائي	٠.٠١	١٢.٤٣	٤.٠٧
أعشاب	٠.٠٣	٦٥.١٨	٢١.٣٦
أراضي صخرية	٠.٢٥	١.٣٩	٠.٤٦
أراضي زراعية	٠.٣٨	٥٦.٨٨	١٨.٦٤
أراضي جرداء	١.٠٠	١٦٩.٣٢	٥٥.٤٧

المصدر: حساب الباحثة اعتماداً على خريطة الغطاءات الأرضية وملحق (٢)



شكل ( ٢٢ ) الغطاء الارضى بمنطقة الدراسة

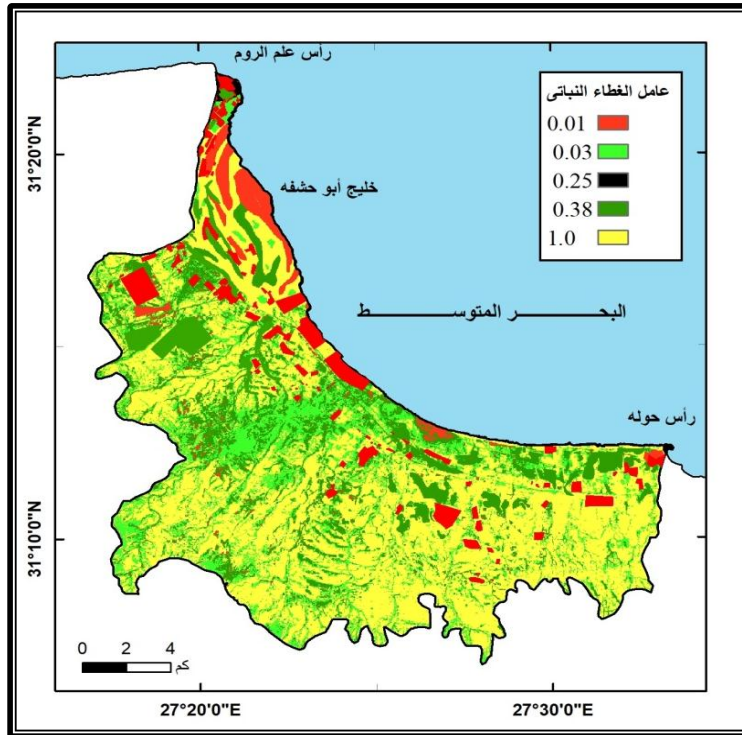
المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على مؤشر الغطاء النباتي NDVI ، و خرائط Google Earth

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.



صورة ( ١٤ ) تمثل المراعى في التربة  
الضحلة الجافة بوادى الجراولة

صورة ( ١٣ ) زراعة الزيتون واللوز فى بطن  
وادي الجراولة



شكل ( ٢٣ ) معامل الغطاء النباتى وإدارة المحاصيل C\_Factor بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على خريطة الغطاء الأرضى شكل ( ٢٢ ) و ملحق ٢  
(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...). د. سحر نور الدين توفيق.

## ٥ - عامل إجراءات الحفاظ على التربة Practice Management Factor

يطلق عليه عامل أساليب الصيانة أو عامل الإجراءات المحددة من الانجراف ، وهو يعكس آثار الممارسات التي تقلل من كمية المياه ومعدلها وبالتالي الجريان السطحي وبالتالي تقليل كمية الانجراف . ويعتمد ذلك على نوع الصيانة وكميتها إذ أن لأساليب الصيانة دوراً مهماً في الحد من انجراف التربة ، كالمدرجات الزراعية والزراعة الكنتورية ، والزراعة الشريطية ونوع المراعى وكثافتها ؛ حيث توفر الغابات أكبر حماية للأراضى من الانجراف المائى . وتتراوح قيمة هذا العامل بين ( صفر - ١ ) ، فعند عدم وجود أساليب صيانة تكون قيمة ( P ) تساوى ١ أى خلو الأرض من أية إجراءات للحد من انجراف التربة وتأثيرها أكبر على المنطقة حيث لا توجد أعمال صيانة بالمعنى المفهوم بالمنطقة لذا يتضح من شكل ( ٢٤ ) أن الأراضى غير المحمية من الانجراف لعدم توافر وسائل الحماية بلغت مساحتها ١٨٧.٦١ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٦١.٦ % من مساحة المنطقة ، وتقل قيمة ( P ) عن واحد فى حالة توافر إجراءات صيانة للحد من الانجراف وبالتالي ينخفض الانجراف أيضاً .

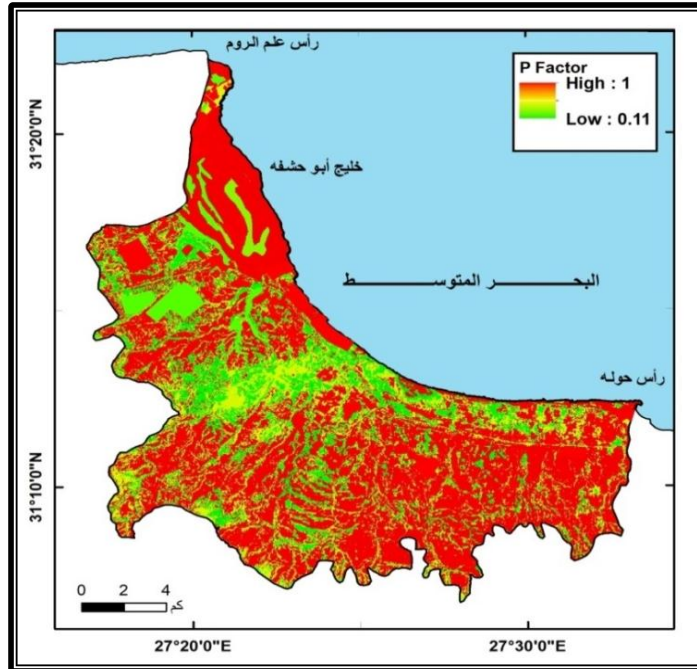
وقام باقتراح قيم P كل من : - (Wischmeier,.et.al.,(1978) (Shi,.et.al.,(2002) - Bewket,.et.al.,(2009)) المنطقة إلى نوعين من استخدامات الأراضى ( أراضى زراعية وأراضى غير زراعية ) (جدول رقم ١١) ، ويتم تصنيف الأراضى الزراعية إلى ست فئات حسب نسبة الانحدار ، وتمثل كل مجموعة قيمة للعامل P وتختلف بينما كل الأراضى غير الزراعية تكون قيمة العامل P يساوى واحد صحيح ، ويلاحظ من شكل ( ٢٤ ) أن

عامل P يتراوح بين ٠.١١ : ١ بمنطقة الدراسة حيث انخفضت القيمة في الأراضي الزراعية ذات الانحدار الهين بالإضافة إلى الأراضي التي اتبعت بعض وسائل الحماية مثل السدود كما يتضح من الصورة ( ١٥ ) .

جدول رقم ( ١١ ) تحديد قيمة معامل إجراءات الحفاظ على التربة P اعتماداً على الاستخدام الزراعي والانحدار معاً

نوع الاستخدام	نسبة الانحدار %	معامل إجراء الحفاظ على التربة
استخدام زراعي	0-5	0.11
	5-10	0.12
	10-20	0.14
	20-30	0.22
	30-50	0.31
	50-100	0.43
استخدام غير زراعي	0-100	1

Source: (Wischmeier,et.al.,(1978)- Shi,et.al.,(2002) - Bewket,et.al.,(2009)



شكل ( ٢٤ ) التوزيع المكاني لعامل ممارسات الحفاظ على التربة P\_Factor بمنطقة الدراسة

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.



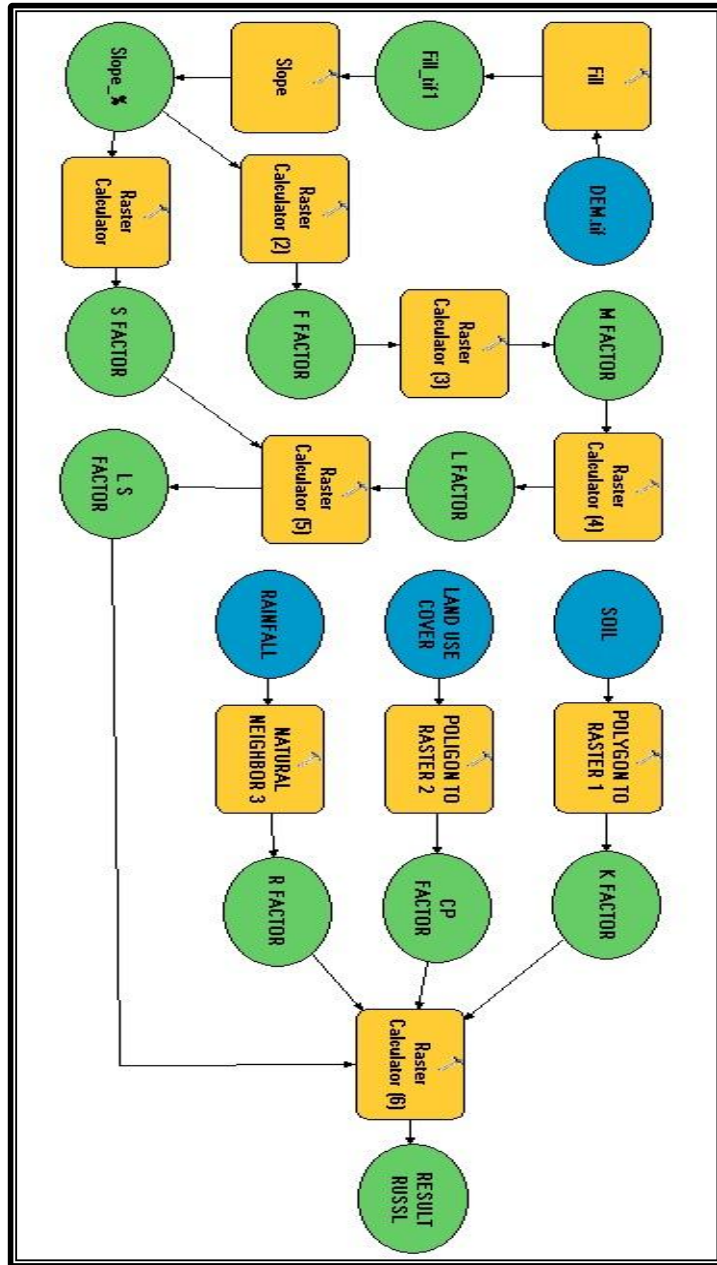
صورة ( ١٥ ) توضح بعض السدود الحجرية بين الأحواض الزراعية كأحد وسائل تقليل خطر السيول على الأراضي الزراعية - وادى الخير

وتم الانتهاء بذلك من جميع مدخلات النموذج العالمى لتقدير معدل انجراف التربة في المناطق الزراعية ، بعد عمل مطابقة لطبقات العوامل الخمس السابقة ، وتحويلها إلى Raster ، وبناء نموذج RUSLE في برنامج نظم المعلومات الجغرافية شكل ( ٢٥ ) .

#### سابعاً : تحليل المخرجات .

يوضح الجدول رقم ( ١٢ ) تصنيف معدل الانجراف بفعل التعرية المائية ، تبعاً لمنظمة الزراعة والأغذية (١٩٨٦) ، وقامت الدراسة بالاعتماد على هذا التصنيف لتقدير معدل ودرجة الانجراف من حيث درجة خطورة الانجراف في

منطقة الدراسة بعد تطبيق متغيرات النموذج وتشغيلها داخل برنامج Arc GIS10.8 كما يتضح من شكل (٢٥) .



شكل ( ٢٥ ) بناء نموذج راسل باستخدام أداة بناء النماذج Model Builder

المصدر : عمل الباحثة باستخدام برنامج ArcGIS10.8 (النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

جدول رقم ( ١٢ ) تصنيف انجراف التربة وحساب معدل الفقدان السنوي حسب

معادلات نموذج RUSLE

نوع التعرية Erosion Potential	المعدل السنوي لفقدان التربة ( طن / هكتار/سنة )	فئات التعرية Erosion Class
خفيف جدا	١-٠	1
خفيف	٥-١	2
متوسط	١٠-٥	3
مرتفع	٢٠-١٠	4
مرتفع جدا	٥٠-٢٠	5
شديد	١٠٠-٥٠	6
شديد جدا	١٠٠<	7

Source: FAO, 1988

أمكن تطبيق هذا التصنيف على منطقة الدراسة ؛ وتصنيف مستويات فقدان التربة المحتملة في المنطقة إلى خمسة مستويات كما يوضحها الجدول رقم ( ١٣ ) وشكل ( ٢٦ ) ، وتم استنتاج مجموعة من الحقائق وهي كما يلي :

- ١- تباين معدل انجراف التربة بفعل المياه في منطقة الدراسة كما بشكل ( ٢٧ ) ، حيث تراوح معدل الانجراف المائي بين صفر إلى ٥٢.٠٧ طن / هكتار /سنة ؛ ويرجع ذلك إلى اختلاف العوامل الجغرافية المؤثرة في مدى فقدان التربة بالانجراف متمثلة في كمية المطر السنوي وتذبذبه من عام لآخر فضلاً عن أقصى كمية تسقط في يوم واحد فضلاً عن بناء التربة وقوامها ونفاذيتها ، وعامل طول المنحدر ودرجته ، ومدى كثافة الغطاء النباتي ، وصيانة التربة كما أوضحتها الدراسة من قبل .

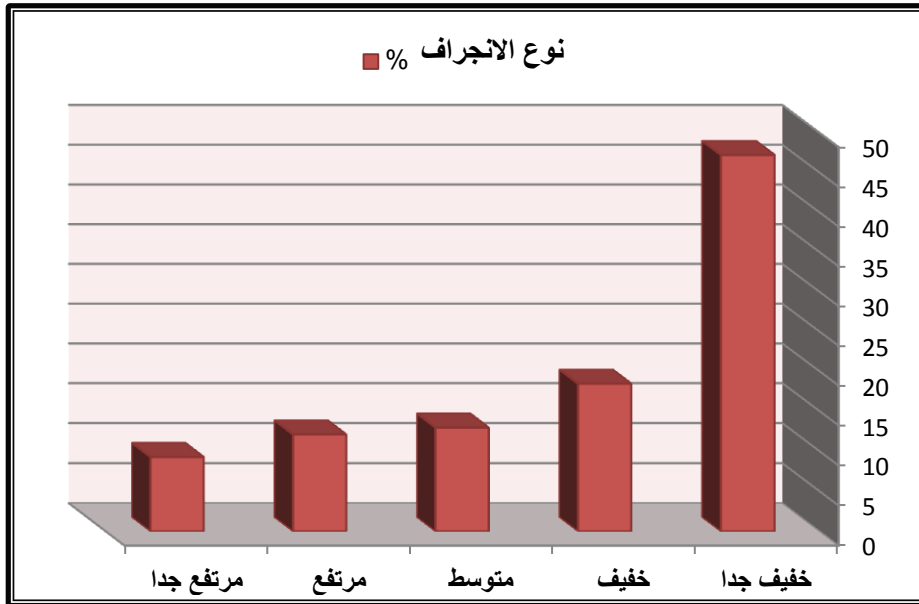


جدول رقم ( ١٣ ) يوضح أنواع درجات التعرية ومساحة كل نوع ونسبتها

من منطقة الدراسة

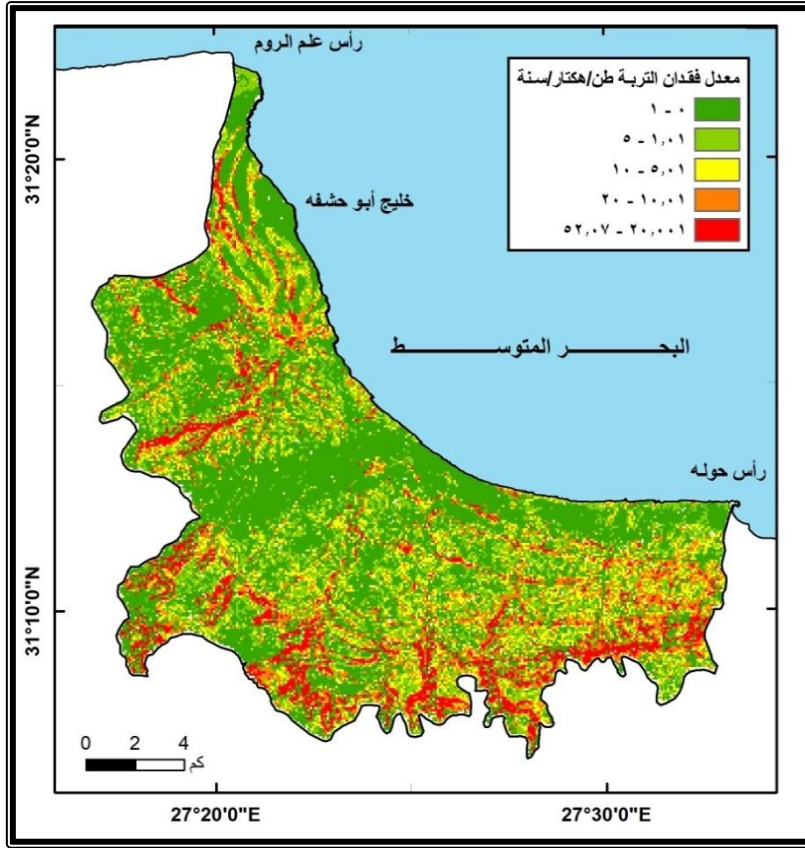
التصنيف	نوع التعرية	المساحة كم <sup>٢</sup>	نسبة نوع الانجراف من منطقة الدراسة
1	خفيف جدا	143.25	47.23
2	خفيف	55.96	18.45
3	متوسط	39.25	12.94
4	مرتفع	36.68	12.09
5	مرتفع جدا	28.16	9.28
المجموع الكلي		303.34	100

المصدر : حساب الباحثة اعتماداً على خريطة معدل الانجراف بالمنطقة شكل ٢٦



شكل ( ٢٦ ) نسب أنواع التعرية بمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على جدول رقم ١٣



شكل ( ٢٧ ) معدل فقدان التربة بناء على نموذج RUSLE

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على متغيرات النموذج

٢- تتنوع في منطقة الدراسة فئات الانجراف من فئة ( الخفيف جداً إلى المرتفع جداً ) ، وبالتالي اختلفت فئات الانجراف الشديد والشديد جداً كما يتضح من شكل ( ٢٦ ) ؛ إذ جاءت أكثر أنواع الانجراف انتشاراً في منطقة الدراسة " الانجراف خفيف جداً " أقل من واحد طن/هكتار سنوياً بمساحة قدرها ١٤٣.٢٥ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٤٧.٢٣ % من مساحة المنطقة يليها نوع الانجراف الخفيف بنسبة ١٨.٤٥ % من مساحة المنطقة كما يوضحهما جدول رقم ( ١٣ ) وشكل ( ٢٦ ) ؛ وبالتالي يعتبر نوع الانجراف الخفيف والخفيف جداً يمثلان معاً مساحة

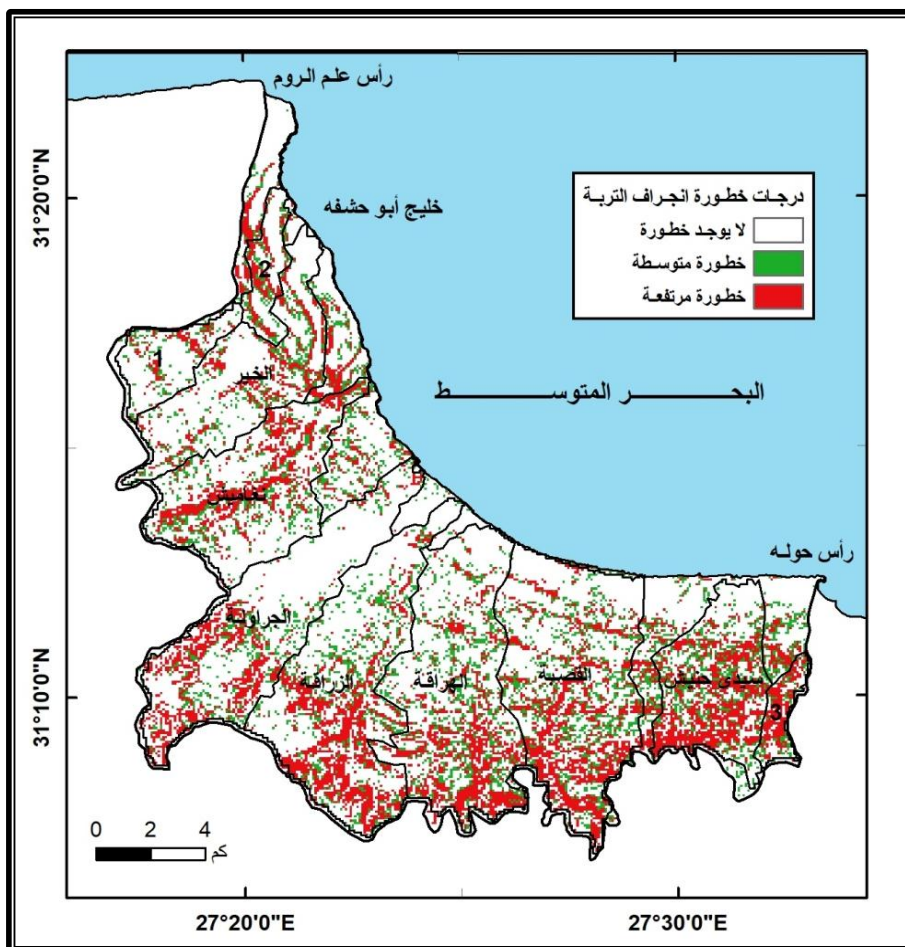
(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق.

١٩٩.٢١ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٦٥.٦٨ % من مساحة المنطقة وهذا يعد مؤشر أن ثلثي مساحة المنطقة تتعرض للانجراف بصورة ضعيفة .

٣- بلغت فئة الانجراف المرتفع ١٢.٠٩ % وفئة الانجراف المرتفع جداً نحو ٩.٢٨ % ومن ثم يشكلان معاً ٢١.٣٧ % من مساحة منطقة الدراسة ، وهي نسبة مرتفعة حيث ما يربو عن ربع مساحة منطقة الدراسة تتعرض للانجراف بصورة تهدد تربة المنطقة بالتدهور إذا استمر معدل فقدان التربة بهذا المستوى حيث تعنى فقدان من ١٠ - ٥٠ طن/هكتار سنوياً لتلك الفئتان ومن ثم يتناقص سمك التربة من ( ٠.٦ - ٣.٣ ) ملليمتر سنوياً ؛ وقد يزيد هذا المعدل مع زيادة كمية الأمطار والسيول مما يشكل نوع من الخطورة ؛ ولكن أي من الاستخدامات يكون أكثر تأثراً بذلك؟! ، يتضح أن المساحات المستغلة في الاستخدام الزراعي هي الأكثر ضرراً من عملية الانجراف ؛ لذا لا بد من مطابقة خريطة الانجراف مع خريطة الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة حتى تكون الصورة أكثر وضوحاً .

٤- بمطابقة خريطة معدل فقدان التربة وتحديد درجات الخطورة الخاصة بكل معدل مع أحواض الأودية بمنطقة الدراسة ، تبين أن درجات الخطورة لفقدان التربة يتزايد مساحياً ونوعياً من حيث درجة الخطورة في الأحواض الشرقية مثل حوض وادي سيدى حنيش والقصبه والهراقة عن الأودية الغربية من وادي الخير ونغاميش والجراوله كما يتضح من شكل ( ٢٨ ) ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة الرمل وقلة المادة العضوية في تربة الأحواض الشرقية مما يسهم في عدم تماسك الحبيبات و زيادة معدل الانجراف بها .

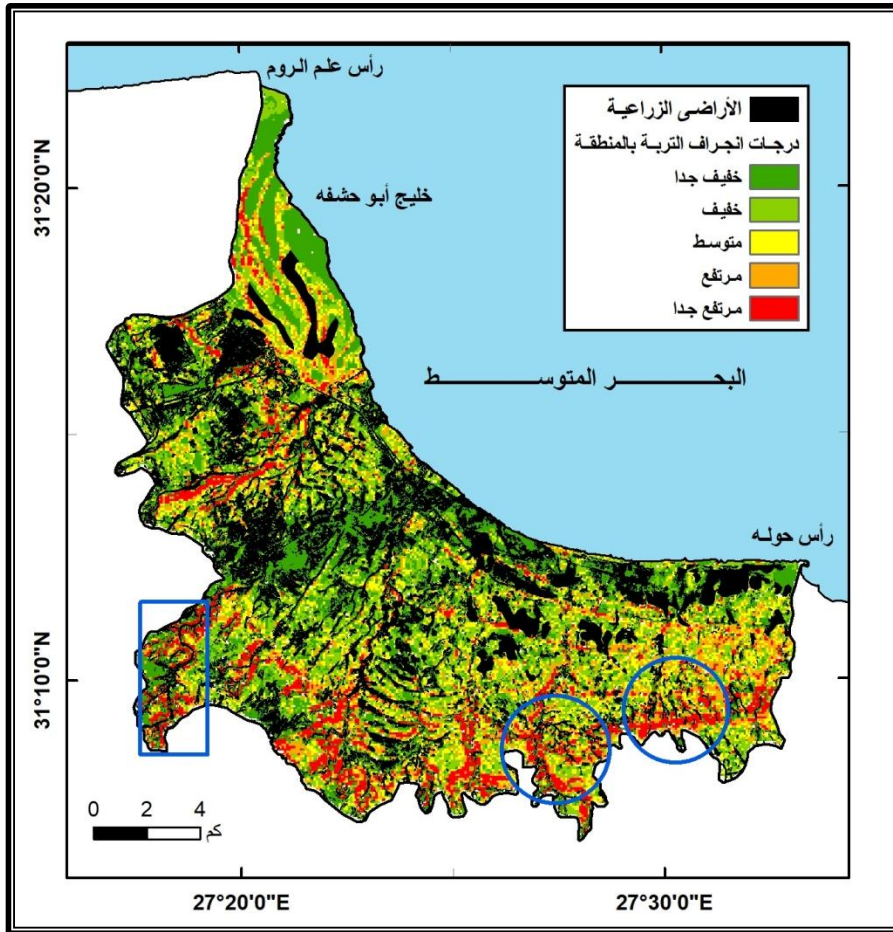
٥- يتزايد الانجراف في الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة عن الأجزاء الشمالية ويرجع ذلك إلى طبيعة المنطقة حيث إن معدل انجراف التربة يزداد مع زيادة درجة الانحدار وهذا أمر طبيعي ؛ إضافة إلى قوام التربة والممارسات الزراعية المحدودة في تلك المناطق بينما الأجزاء الشمالية أقل انحداراً ، وكثرة ممارسات الحفاظ على التربة مثل إقامة السدود الخرسانية والمدرجات الزراعية كنوع من الحفاظ على التربة والحد من خطر الانجراف .



شكل ( ٢٨ ) درجات خطورة فقدان التربة بالانجراف بأحواض منطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحثة اعتماداً على جدول رقم ١٢ وشكل ٢٧  
(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

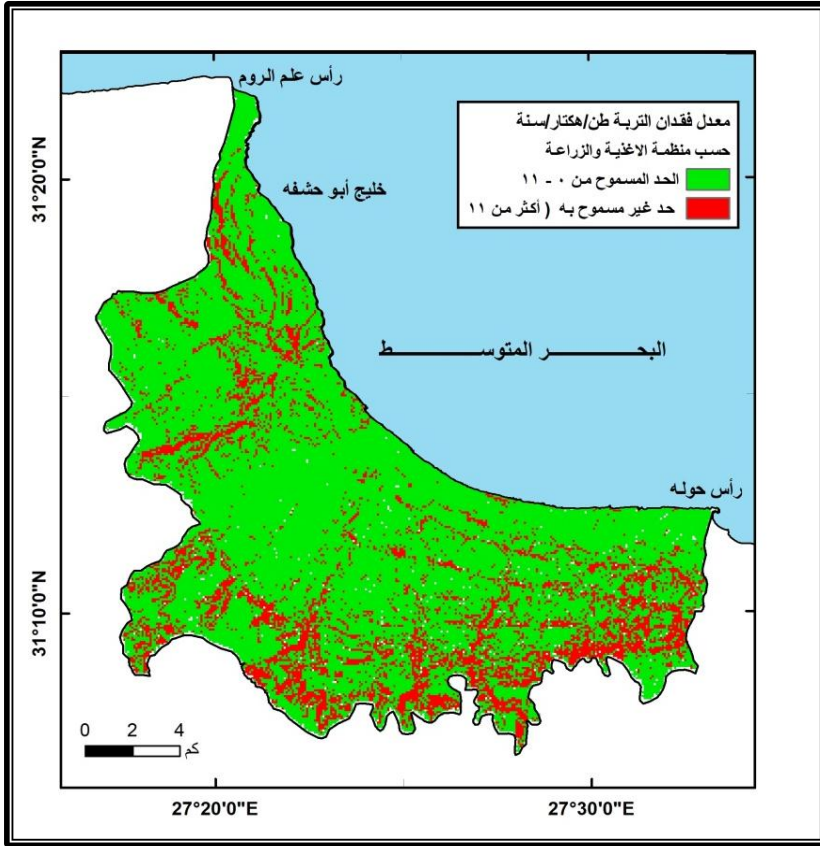
٦- تم مطابقة الاستخدام الزراعي مع خريطة درجات الانجراف في منطقة الدراسة ؛ لتحديد أي الأراضي الزراعية عرضة لخطر الانجراف بصورة تمثل خطورة على كفاءة انتاجيتها مستقبلاً ، وتبين من شكل ( ٢٩ ) أن بعض المناطق الزراعية تتعرض للانجراف المرتفع والمرتفع جداً ، وتتركز هذه المناطق في الأجزاء الجنوبية من وادي سيدى حنيش والقصبة والجرولة بينما بقية المناطق الزراعية تتعرض للانجراف الخفيف والخفيف جداً في بقية الأودية الأخرى .



شكل ( ٢٩ ) مطابقة الاستخدام الزراعي بمناطق المعرضة للانجراف بمنطقة الدراسة (النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق).

٧ - قامت الباحثة بعمل خريطة توضح المناطق التي تتعرض للانجراف بصورة أعلى من المسموح بها بصرف النظر عن درجة التصنيف ، حيث تشير منظمة الزراعة والأغذية إلى الحد الأقصى المسموح به من فقدان التربة (SLT) Soil loss tolerance، والذي من شأنه أن يحافظ على مستوى اقتصادي عالي ومستوى عالٍ من الإنتاجية (FAO & UNEP., 1984) حيث تتراوح القيم العادية المسموح فقدها من التربة SLT سنوياً من ٥ إلى ١١ طن / هكتار / سنة ، وبالتالي تحديد المناطق التي تشكل خطورة في معدل فقدان التربة ، كما هو مبين بشكل رقم (٣٠) ؛ لذا يجب على متخذي قرارات الإجراءات والحماية وضع الأولويات لتلك المناطق التي تجاوزت الحد المسموح به ، مما يساعد على اتخاذ تدابير مناسبة للسيطرة على انجراف التربة في المناطق المتضررة و التقليل من خطورتها .

٨- أوضحت الدراسة أن نموذج RUSLE جنباً إلى جنب مع تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية هي أدوات مفيدة لتقدير معدل فقدان التربة وتيسير الإدارة المستدامة للأراضي من خلال توفير وسائل الحماية من الانجراف بمنطقة الدراسة .



شكل ( ٣٠ ) المناطق التي يتجاوز فيها الانجراف الحد المسموح به بمنطقة الدراسة وفقاً لمنظمة الزراعة والأغذية

## النتائج :

يتضح من خلال تطبيق نموذج المعادلة العالمية لانجراف التربة (RUSLE)، بالاعتماد على تكامل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، أنه يسهم في تحديد أماكن انجراف التربة وتوزيعها، مما يساعد على التنبؤ بالمناطق المعرضة للانجراف والتي تم اشتقاقها من معادلات العوامل والمتغيرات المستخدمة بالنموذج كانت أهم النتائج الدراسة ما يلي :

١- يبرز نموذج راسل الدور الرئيسي للأمطار في انجراف التربة بينما يحدد دور العوامل والمتغيرات البشرية والطبيعية الأخرى في الحد من انجراف التربة .

٢- توصلت الدراسة إلى حجم المناطق المعرضة للانجراف وتحديدتها حيث تبلغ نسبة المناطق الأشد تعرضاً للانجراف ٢١.٣٧ % من إجمالي مساحة المنطقة والتي تتعرض فيها المناطق الزراعية للانجراف والتي تركزت بالاجزاء الجنوبية من وادى حنيش والقصبية والجرولة ، وهي حقيقة لا يمكن إغفال مخاطرها ، حتى إذ لم يشعر الانسان بها في الوقت الحالي إلا أن المشكلة تزداد بالمستقبل إذا لم تحل وتوضع في الاعتبار من قبل متخذى القرار .

٣- الحرث في اتجاه الانحدار خاصة في المناطق الأشد انحداراً ؛ أدى إلى تكوين مسالك مائية تسهم في فقدان التربة عن طريق التعرية المائية .

٤- أدت زراعة القمح والشعير في هذه المناطق إلى إزالة الأعشاب المعمرة واستبدالها بأعشاب حولية ليست لها القدرة الكافية على تثبيت التربة



طويلاً وفي حالة عدم كفاية الأمطار لزراعة هذه المحاصيل تتعرض التربة العارية إلى الانجراف والتدهور .

٥ - توصلت الدراسة أن الوسائل والجهود المتبعة للحد من تعرية التربة لا تحقق الهدف المنشود ؛ ويرجع ذلك إلى أن المشاريع تأتي كرد فعل ، وليست حماية مسبقة من الانجراف فضلاً عن عدم مراعاتها للظروف الاجتماعية والاقتصادية لسكان المنطقة ، وعدم التنسيق بين جهود الدولة وهيئات البحث العلمى مما يقلل من نسبة نجاح تلك المشاريع .

#### التوصيات :

تساعد النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة في وضع سيناريوهات لإدارة الموارد الطبيعية وتوفير الحلول لصناع القرار لإدارة مخاطر انجراف التربة وتدهورها وتحديد الاولويات في المناطق المعرضة للانجراف المرتفع والمرتفع جداً والمناطق الزراعية المعرضة للتدهور بفعل الانجراف والسيطرة عليها .  
وتوصي الدراسة بما يلي :

١- ضرورة الاهتمام بعامل الغطاء النباتى والإدارة البيئية لما له من أثر واضح على الحد من انجراف التربة في المنطقة ، والتعاون مع الدول ذات الأخطار المشابهة والاستفادة من الطرق العلمية الحديثة المتبعة بها للحد من المشكلة .

٢- عمل وسائل حماية للأجزاء الجنوبية بصفة خاصة ، مثل السدود الخرسانية في بطون الأودية للحد من انجراف التربة ؛ وبخاصة الأجزاء

- الجنوبية من وادي سيدى حنيش والقصبه والجراوله ، بالإضافة إلى إقامة بعض محطات التجارب الزراعية في تلك المواقع بهدف جمع البيانات اللازمة عن العوامل الجغرافية التي تسهم في انجراف التربة .
- ٣- اتباع دورة زراعية تحت إشراف المتخصصين لمحاربة الطرق الخاطئة التي تضر النبات الطبيعي مثل الرعى الجائر وما يترتب على ذلك من تعرض التربة للتعرية والانجراف وزراعة الأشجار إذ تعد أفضل الطرق التي تحمي التربة .
- ٤- يجب الأخذ في الاعتبار طبيعة العمليات الجيومورفولوجية خاصة المائية والأخطار الناتجة عنها عند تخطيط استخدامات الأراضي في المنطقة مثل نمط التعرية سواء تعرية غطائية أو تعرية المسيلات المائية أو غيرها .
- ٥- يجب أن تكون هناك استراتيجيات مستدامة لحفظ التربة في المنطقة ويجب تحسين الغطاء النباتي للأرض لتقليل إزالة المواد العضوية في التربة وزيادة الاحتفاظ بالمياه لزيادة القدرة الإنتاجية وزيادة التنوع البيولوجي للمحاصيل .
- ٦- يجب أن تبدأ برامج الدولة للتنمية الزراعية في منطقة الدراسة بالمحافظة على التربة قبل التفكير في نوعية المحاصيل التي يجب زراعتها للاكتفاء الذاتي .

ملحق رقم ( ١ ) نتائج تحليل العينات ميكانيكا وكمياتها بمنطقة الدراسة

رقم العينة	الرمل %	السلت %	الطين %	المعدنية	الرمل الناعم % ج١	Ca3CO3	بناء التربة Structure Code	نقلية التربة permeability Code	معامل قابلية التربة التعبيرية K
١	٨٢.٤٩	١٥.٢١	٢.٣٠	٠.١٠	٢٨.٥٤	٨.٣٤	١.٠٠	١.٠٠	٠.٢٦
٢	٤٥.٦٩	٤٣.٣٩	١.٠٩٢	٠.٨٩	١٥.٨١	٣٧.٤٥	١.٠٠	٤.٠٠	٠.٤٠
٣	٧١.٠١	١١.٥٩	١٧.٤٠	١.٠٠	٢٤.٥٧	٢٤.٣١	١.٠٠	١.٠٠	٠.١٣
٤	٧١.٠١	١١.٥٩	١٧.٤٠	١.٠٠	٢٤.٥٧	٢٤.٣١	١.٠٠	١.٠٠	٠.١٣
٥	٧٩.٦٨	٦.١٥	١٤.١٧	٠.٥٤	٢٧.٥٧	١٤.٥٨	١.٠٠	٣.٠٠	٠.١٨
٦	٨٠.٠٠	٩.٢١	١٠.٧٩	٠.١٣	٢٧.٦٨	١٠.٤٥	١.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٠
٧	٧٤.٠٩	١٢.٢٥	١٣.٦٦	٠.٧	٢٥.٦٤	٢٣.٠٢	١.٠٠	٣.٠٠	٠.٢٢
٨	٨٢.٣٤	٦.٦٩	١٠.٩٧	٠.٣٠	٢٨.٤٩	٧.٦٦	٢.٠٠	٣.٠٠	٠.٢٤
٩	٧٦.٤٥	٩.٣٣	١٤.٢٢	٠.٤٠	٢٦.٤٥	٢٤.٦٧	١.٠٠	٣.٠٠	٠.٢٠
١٠	٧٩.٢٠	١١.٢٥	٩.٥٥	٠.٠٩	٢٧.٤٠	١٥.٦٧	١.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٢
١١	٨٨.١٠	١٠.٧٠	١.٢٠	٠.٣٠	٣٠.٤٨	١٨.٥٠	٢.٠٠	١.٠٠	٠.٢٧
١٢	٧٣.٨٧	١٥.٩٩	١٠.١٤	٠.٢٢	٢٥.٥٦	٢٣.٥٥	١.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٣
١٣	٧٤.٤٦	١٢.٧٧	١٢.٧٧	٠.٦٤	٢٥.٧٦	٢٢.٣٥	١.٠٠	٣.٠٠	٠.٢٢
١٤	٩١.٠٠	٠.٠٠	٩.٠٠	٠.٥٠	٣١.٤٩	١٢.٥٤	٣.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٢
١٥	٧٧.٠١	١٥.٣٣	٧.٦٦	٠.٠٢	٢٦.٦٥	١٧.١١	١.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٥
١٦	٧٧.٠١	١٥.٣٣	٧.٦٦	٠.٠٢	٢٦.٦٥	١٧.١١	١.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٥
١٧	٩١.٠٠	٠.٠٠	٩.٠٠	٠.٠٤	٣١.٤٩	١٠.٦٥	٣.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٣
١٨	٨١.٠٠	٨.٠٠	١١.٠٠	٠.٢٣	٢٨.٠٣	١١.١١	١.٠٠	٣.٠٠	٠.٢١
١٩	٨١.٠٠	٨.٠٠	١١.٠٠	٠.٣٦	٢٨.٠٣	١٢.٥٦	١.٠٠	٣.٠٠	٠.٢١
٢٠	٨٧.٠٠	١.٠٠	١٢.٠٠	٠.٠١	٣٠.١٠	١٥.٩٣	٢.٠٠	٣.٠٠	٠.٢١
٢١	٦٠.٢٢	٢١.٣٣	١٨.٤٥	٠.٧٧	٢٠.٨٤	٣٤.٣٣	١.٠٠	٤.٠٠	٠.٢٥
٢٢	٨٤.٧٦	٧.٦١	٧.٦٣	٠.٣٢	٢٩.٣٣	٩.٨٨	٢.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٤
٢٣	٦٣.٠٠	٢٣.٠٠	١٤.٠٠	٠.٥٥	٢١.٨٠	٣٣.٢٢	١.٠٠	٤.٠٠	٠.٣٠
٢٤	٩١.٠٠	٠.٠٠	٩.٠٠	٠.٢٤	٣١.٤٩	٧.٦٣	٣.٠٠	٢.٠٠	٠.٢٢
٢٥	٩٦.٢٠	٢.٥٣	١.٣٧	٠.١٤	٣٣.٢٩	١٥.٣٢	٣.٠٠	١.٠٠	٠.٢٦
٢٦	٩٧.٩٢	١.٣٩	٠.٦٩	٠.٠٨	٣٣.٨٨	٩.١٢	٣.٠٠	١.٠٠	٠.٢٦

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق).

تابع ملحق رقم ( ١ ) نتائج تحليل العينات ميكانيكيا وكيميائيا بمنطقة الدراسة

رقم العينة	% الرمل	% السلت	% العطين	المادة العضوية	الرمل الناعم % جأ	Ca3CO3	بناء التربة Structure Code	تفلاية التربة permeability Code	معامل قذبية التربة التجربة K
٢٧	٩٥.٧٥	٢.٨٣	١.٤٢	٠.٠٣	٤٥.٢٤	١٣.٥٤	١.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٣١
٢٨	٩٦.٧٦	٢.١٦	١.٠٨	٠.٢٦	٢٩.٧٥	٨.٤٤	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٢٢
٢٩	٩٦.٥٠	٢.٣٣	١.١٧	٠.٢٢	٢٤.٥٥	١٠.٤٣	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٨
٣٠	٩٦.٩٨	٢.٠١	١.٠١	٠.٢٦	٢١.٦٦	٦.٧٣	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٥
٣١	٩٧.٢٦	١.٨٣	٠.٩١	٠.٢٩	٣٥.٥٣	١٦.٨٥	٣.٠٠٠	٢.٠٠٠	٠.٣٠
٣٢	٩٥.٤٦	٣.٠٣	١.٥١	٠.٢٥	٤٥.٨٢	١٠.٩٣	١.٠٠٠	٢.٠٠٠	٠.٣٣
٣٣	٩٨.٠٠	١.٣٣	٠.٦٧	٠.٣٨	٤٤.٠٠	١٢.٢٢	١.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٢٧
٣٤	٩٩.٣١	٠.٤٦	٠.٢٣	٠.١٥	٢٣.٢٦	١٧.٥٩	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٦
٣٥	٩٦.١٣	٢.٥٨	١.٢٩	٠.٦٤	٦٢.٥٩	٢٢.٢٢	١.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٤٥
٣٦	٩٥.٤٧	٣.٠٢	١.٥١	٠.٢١	٣٣.٩٧	٢٥.٩٣	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٢٧
٣٧	٩٧.٦١	١.٥٩	٠.٨٠	٠.٣٣	٢٩.٧٣	٢٣.٨٩	٣.٠٠٠	٢.٠٠٠	٠.٢٤
٣٨	٩٧.٥٧	١.٦٢	٠.٨١	٠.٣١	٢٣.٤٣	٢٢.٢٢	٣.٠٠٠	٢.٠٠٠	٠.١٩
٣٩	٩٧.٧٢	١.٤٩	٠.٧٥	٠.١٠	١٩.١٤	١٢.٢٢	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٣
٤٠	٩٦.٦٥	٢.٣٣	١.١٢	٠.٢٧	٣٣.١٥	٧.٠٤	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٧
٤١	٩٨.١٦	١.٣٣	٠.٦١	٠.٠٧	١٥.١٥	٢.٤١	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٠
٤٢	٩٨.٠٨	١.٢٨	٠.٦٤	٠.٠٣	١٧.٣٩	٣.٧٠	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٢
٤٣	٩٦.٢٩	٢.٤٧	١.٢٤	٠.٣٤	٢١.٧٥	١٦.٣٠	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٦
٤٤	٩٧.١٦	١.٨٩	٠.٩٥	٠.٢٨	٣٣.٤٦	٩.٦٣	٣.٠٠٠	٢.٠٠٠	٠.١٩
٤٥	٩٧.٨٠	١.٤٧	٠.٧٣	٠.٠٣	١٢.٣١	٦.٣٠	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٠٨
٤٦	٩٩.٠٨	٠.٦١	٠.٣١	٠.١٠	٧.٢٧	٢.٧٤	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٠٣
٤٧	٩٧.٤٦	١.٦٩	٠.٨٥	٠.٠٢	١٧.٣٩	٩.٢٦	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٢
٤٨	٩٧.٨٦	١.٤٣	٠.٧١	٠.٤٠	٢٧.١٨	٨.٨٩	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.١٩
٤٩	٩٧.٠٩	١.٩٤	٠.٩٧	٠.٤٨	٤٥.٥٥	١٠.١٩	١.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٢٩
٥٠	٩٤.٣٩	٣.٧٤	١.٨٧	٠.٢١	٢٨.٤٤	١٢.٢٢	٣.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٢٢
٥١	٩٧.٣٩	١.٧٤	٠.٨٧	٠.٣٤	٣٠.٥١	١٥.٧٤	٣.٠٠٠	٢.٠٠٠	٠.٢٥
٥٢	٩٥.١٩	٣.٢١	١.٦٠	٠.٥٢	٤٣.٥٥	١٧.٤١	١.٠٠٠	١.٠٠٠	٠.٢٨

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق).

تبلغ ملحق رقم (١) نتائج تحليل المعينات ميكانيكيا وكيميائيا بمنطقة الدراسة

معلم قابلية التربة للتربة K	نقلية التربة permeability Code	Structure Code بناء التربة	Ca3CO3	الرمل الناعم % جدا	المطاة الضخوية	% الطين	% السلت	% الرمل	رقم العينة
٠.١٩	١.٠٠	٣.٠٠	١٨.٥٣	٢٧.٠٤	٠.٤٦	٠.٧٦	١.٥٣	٩٧.٧٣	٥٣
٠.٠٩	١.٠٠	٣.٠٠	١٧.٠٤	١٥.٠٧	٠.٣١	٠.٤٤	٠.٨٩	٩٨.٦٧	٥٤
٠.٠٣	١.٠٠	٣.٠٠	١٠.٣٦	٧.٠٤	٠.٠٧	٠.٣١	٠.٤٣	٩٩.٣٦	٥٥
٠.٢٩	٢.٠٠	٣.٠٠	١٤.٦٣	٢٤.٨٦	٠.١٣	٠.٨٢	١.٦٤	٩٧.٥٤	٥٦
٠.٣١	١.٠٠	٢.٠٠	١٣.١٥	٤٢.٩٩	٠.٠٢	٠.٨٤	١.٦٨	٩٧.٤٨	٥٧
٠.٢٧	٢.٠٠	٣.٠٠	١١.٨٥	٢٢.٥٨	٠.١٢	٠.٨٣	١.٦٦	٩٧.٥١	٥٨
٠.٢٠	١.٠٠	٣.٠٠	١٣.٥٢	٢٦.٦٢	٠.١٤	١.٤٥	٢.٩١	٩٥.٦٤	٥٩
٠.٢٧	١.٠٠	٢.٠٠	١٠.٧٤	٣٩.٥٥	٠.٤١	١.١٣	٢.٣٦	٩٦.٦١	٦٠
٠.٣٠	١.٠٠	١.٠٠	١٠.٩٣	٤٥.٨٧	٠.١٧	٠.٦٩	١.٣٧	٩٧.٩٤	٦١
٠.١٤	١.٠٠	٣.٠٠	٢٢.٥٩	١٩.٦٧	٠.٠٩	٠.٨٧	١.٧٤	٩٧.٣٩	٦٢
٠.٠١	١.٠٠	٣.٠٠	١٧.٢٢	٤.٦٩	٠.٠٣	٠.٣٦	٠.٥٣	٩٩.٢١	٦٣
٠.٢٨	٢.٠٠	٣.٠٠	٩.٨١	٣٢.٩٥	٠.١١	١.٢٠	٢.٣٩	٩٦.٤١	٦٤
٠.٣٤	١.٠٠	١.٠٠	١٠.٣٧	٤٨.٧٧	٠.٢١	٢.٢٥	٤.٤٩	٩٣.٢٦	٦٥
٠.٢٩	١.٠٠	٢.٠٠	١٢.٢٢	٤١.١٧	٠.٤٥	١.٢٧	٢.٥٤	٩٦.١٩	٦٦
٠.٢٨	١.٠٠	٢.٠٠	١٢.٩٦	٣٨.١٧	٠.١٧	٢.٠٧	٤.١٥	٩٣.٧٨	٦٧
٠.٢٨	١.٠٠	٣.٠٠	١٩.٦٣	٣٥.٨٤	٠.١٧	١.١٥	٢.٣٠	٩٦.٥٥	٦٨
٠.٢٧	١.٠٠	٢.٠٠	١٨.١٥	٣٩.٩٩	٠.٧٣	١.٢٣	٢.٤٥	٩٦.٣٢	٦٩
٠.٢٧	١.٠٠	٣.٠٠	١١.٤٨	٢٤.٩٥	٠.٠٣	٠.٩٥	١.٩٠	٩٧.١٥	٧٠
٠.٣٦	١.٠٠	١.٠٠	٢٤.٣٦	٥٢.٧٩	٠.٤٦	١.٦٥	٣.٣١	٩٥.٠٤	٧١
٠.٣٦	١.٠٠	٢.٠٠	١٤.٣٦	٣٧.٦٥	٠.٢٨	١.٥١	٣.٠٢	٩٥.٤٧	٧٢
٠.٣٧	١.٠٠	١.٠٠	١٣.٧٠	٥٢.٤٠	٠.٢١	١.٦٧	٣.٣٣	٩٥.٠٠	٧٣
٠.٣٦	١.٠٠	٣.٠٠	١٢.٥٩	٣٢.٦٥	٠.٠٧	١.٥٥	٣.١١	٩٥.٣٤	٧٤
٠.٣٨	١.٠٠	١.٠٠	١٣.٨٩	٤٢.٧٦	٠.١٧	١.٢٢	٢.٤٤	٩٦.٣٤	٧٥
٠.٣٨	١.٠٠	٣.٠٠	١٧.٧٨	٣٥.٧٩	٠.٠٣	١.٣٥	٢.٥١	٩٦.٢٤	٧٦
٠.٣٨	١.٠٠	١.٠٠	١٦.٦٧	٤٦.٤٢	٠.٨٩	٠.٩٣	١.٨٥	٩٧.٣٢	٧٧
٠.٢٧	١.٠٠	٣.٠٠	٢١.١١	٣٦.٥٦	١.١٠	١.٥٥	٣.١١	٩٥.٣٤	٧٨

(النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة... د. سحر نور الدين توفيق).

تابع ملحق رقم ( ١ ) نتائج تحليل المعينات ميكانيكيا وكيميائيا بمنطقة الدراسة

معامل قابلية التربة للتربة K	permeability Code	بناء التربة Structure Code	Ca3CO3	الرمل الناعم % جا	المادة العضوية	الطين %	السلت %	الرمل %	رقم العينة
٠.٣٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠	١٧.٢٢	٤٨.٧٨	٠.٩٨	١.٤٩	٢.٩٧	٩٥.٥٤	٧٩
٠.٣٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠	٩.٠٧	٤٦.٦٥	٠.٧٤	١.٦٢	٣.٢٥	٩٥.١٣	٨٠
٠.٢٣	١.٠٠٠	٣.٠٠٠	١٣.١٥	٣٠.٦٩	٠.٢٦	١.٠٠	٢.٠٠	٩٧.٠٠	٨١
٠.٢٤	١.٠٠٠	٣.٠٠٠	٥.٥٦	٣٠.٨٧	٠.١٠	١.٢٨	٢.٥٦	٩٦.١٦	٨٢
٠.٢٩	٢.٠٠٠	٣.٠٠٠	٧.٤١	٣٥.١٢	٠.١٤	٠.٨٥	١.٧٠	٩٧.٤٥	٨٣
٠.٢٧	٢.٠٠٠	٣.٠٠٠	١٢.٧٨	٣٣.٤٦	٠.٤٥	٠.٨٨	١.٧٦	٩٧.٣٦	٨٤
٠.٣٣	١.٠٠٠	١.٠٠٠	١٠.٣٠	٤٨.٧٤	٠.٢١	٢.٢١	٤.٤٩	٩١.٢٦	٨٥

ملحوظة :

1= تربة حبيبات ناعمة جداً Structure Code تعنى بناء التربة والاى وال

٢ = حبيبات ناعمة

٣= حبيبات متوسطة الى خشنه

Permeability Code تعنى تقنيه التربة

١ = تقنيه عاليه

٢ = تقنيه عاليه : متوسطه

٣= تقنيه متوسطه

٤= تقنيه متوسطه : بطيئه

ملحق رقم ( ٢ ) كيفية تحديد قيمة معامل الغطاء النباتي C-Factor

<b>I. Forested and undisturbed lands</b>	
<b>Erosion control treatment</b>	<b>C factor</b>
Rangeland	0.23
Forest/ tree	
25% cover	0.42
50% cover	0.39
75% cover	0.36
100% cover	0.03
Bushes/ scrub	
25% cover	0.40
50% cover	0.35
75% cover	0.30
100% cover	0.03
Grassland (100% coverage)	0.03
Swamps/ mangrove	0.01
Water body	0.01
<b>II. Agriculture and urbanized areas</b>	
<b>Erosion control treatment</b>	<b>C factor</b>
Mining areas	1.00
Agricultural areas	
Agricultural crop	0.38
Horticulture	0.25
Cocoa	0.20
Coconut	0.20
Oil palm	0.20
Rubber	0.20
Paddy (with water)	0.01
Urbanized areas	
Residential	
Low density (50% green area)	0.25
Medium density (25% green area)	0.15
High density (5% green area)	0.05
Commercial, Educational and Industrial	
Low density (50% green area)	0.25
Medium density (25% green area)	0.15
High density (5% green area)	0.05
Impervious (Parking lot, road, etc)	0.01

Source : (Renard, et.al., 1997)  
 (النمذجة الديناميكية لتقدير انجراف التربة...) د. سحر نور الدين توفيق.

## المراجع

### أولاً : المراجع العربية

١. أبو العينين، حسن سيد أحمد ( ١٩٧٥ ) : منطقة مرسى مطروح وما يجاورها دراسة جيومورفولوجية ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الثامن .
٢. البليسي، حسام هشام ، و المحمد، هيفاء أحمد ( ٢٠١٩ ) : تقدير تدهور التربة في حوض وادي العرب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، دراسات فى العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الجرن ،الأردن ،المجلد ٤٦، العدد ١، الملحق ٢ .
٣. درويش، عزالدين جمعة ، و طالب، جزا توفيق ( ٢٠١١ ) : تقويم حجم القدرة الحتية الريحية والمطرية لمنطقة خانقين ، دراسة في العمليات الجيومورفولوجية ، مجلة ديالى ، العدد ٤٩ ، العراق .
٤. رحيل، فاطمة زايد ( ٢٠١٤ ) : تعرية التربة في المنطقة الممتدة من رأس علم الروم إلى رأس أم الرخم وطرق صيانتها باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية .
٥. سلامة ، حسن رمضان ( ٢٠٠٤ ) : أصول الجيومورفولوجيا ، دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن .
٦. سليمان ، كامل حنا (١٩٨٧) : مناخ جمهورية مصر العربية ، هيئة الأرصاد الجوية ، القاهرة ، مصر .



٧. صالح ، أحمد سالم ( ١٩٨٩ ) : الجريان السيلى في الصحارى ، دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية ، سلسلة البحوث والدراسات التخصصية المحتملة ، معهد البحوث والدراسات العربية ، العدد ٥١ ، القاهرة .
٨. عقل، ممدوح تهامى ( ١٩٨٥ ) : منطقة مرسى مطروح دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية .
٩. قطيش، مها إبراهيم ( ٢٠٠٣ ) : تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج المعادلة العالمية لتقدير إنجراف التربة RUSLE ، حالة دراسية حوض وادى الحسا/الأردن ، الجامعة الأردنية ، عمان ، الأردن .
١٠. مبارك، كريمة سالم محمد ( ١٩٩٧ ) : الجغرافيا الطبيعية للمنطقة الساحلية بين رأس الضبعة ورأس علم الروم ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية .
١١. محسوب، محمد صبرى ( ١٩٩٤ ) : منطقة رأس الضبعة دراسة جيومورفولوجية ، بحوث في الجيومورفولوجيا ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة.

### ثانياً : المراجع الأجنبية

1. **Ali,A.A.,Sharkawy,S.F & Wassif , M.M.,(2002):** Soil Erosion by Rainfall in North Western Coastal Zone of Egypt . Paper Presented at The Proceeding of National Symposium on Problems of Land Degradation in Egypt and Africa, Auses. Environment Hazards on Conservation Methods, 23-24 March .
2. **Bewket,W. and Teferi, E.,( 2009):** Assessment of soil erosion hazard and prioritization for treatment at the watershed level: case study in the Chemoga watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. Land degradation & development. Published online in Wiley InterScience.
3. **Bizuwerk, A., Taddese, G., & Getahun, Y., (2008):** Application of GIS for Modeling Soil Loss Rate in Awash Basin, Ethiopia. International Livestock Research Institute (ILRI).
4. **Bols, P., (1978):** The Iso-erodent Map of Java and Madura, Belgian Technical Assistance.
5. **El-Shazly, M.N., (1964) :** Geology, Pedology and Hydrology of Marsa Matruh Area, Ph.D . Thesis, Fac. Sci., Cairo Univ.
6. **FAO and UNEP.,(1984):** Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO, Rome, Italy.
7. ——— **(1960):** Soil Erosion By Wind And Measures Its Control On Agricultural Lands, No.71, Rome.
8. ——— **(1965):** Soil Erosion By Water Some Measures For Its Control In Cultivated Lands, No.81, Rome.
9. ——— **(1970):** Preinvestment Survey of the North Western Coastal Region, ESE: SF U.A.R , Technical Report .
10. ——— **(1984):** Ethiopian Highland reclamation Study (EHRS). Final Report, Vol 1-2.Rome.
11. ——— **(1986):** Ethiopian Hihgland Reclamation Study: Report prepared for the government of Ethiopia by FAO, vol,1.Rome .

12. ——— (1988): Methodology of Soil Degradation ,vol ,1 , Rome.
13. **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): pp126–136.
14. **Hebashi, Noura El-Sayed (2003):** Integrating Geographic Information System and Remote Sensing for Land Use Change Detection of Wadi Naghamish – Garawla Watersheds, Northwest Coast, Egypt, Master. D. Thesis, Soil and Water Science Department, Faculty of Agriculture, Alexandria University.
15. **Lal, R., (2001):** Soil Degradation by Erosion. Land Degradation & Development, Project ATA 105, Soil Research Institute, Bogor . pp 519 –539.
16. **Ramly,I., & Abd el Eatah ,A.,(1991):** Soil and Water Conservation as an Important Tool for Range Management Along the North Western Mediterranean Coastal Area, Cairo .
17. **Renard, K., Foster, G., Weesies, G., McDool, D., & Yoder, D. (1997):** Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agricultural Handbook 703, USDA-ARS
18. **Shatta , A . , (1955):** Remarks of the Physiography of El-Ameriya Matruh Area , Puble . Soc. Geology. D' Egypt
19. **Shi, Z.H., Cai, C.F., Ding, S.W., Li, Z.X., Wang, T.W. and Sun, Z.C.,(2002):** Assessment of Erosion Risk with the Rusle and Gis in the Middle and Lower Reaches of Hanjiang River. 12th ISCO Conference, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Beijing.
20. **SHIFERAW, ABATE, (2011):** Estimating Soil Loss Rates For Soil Conservation Planning In The Borena Woreda Of South Wollo Highlands, Ethiopia, Journal of Sustainable Development in Africa, Volume 13, No.3 .

21. **Tew, K ,(1999):** Production of Malaysian Soil Erodibility Nomograph in Relation to Soil Erosion Issues. V T Soil Erosion Research and Consultancy
22. **Wischmeier W.H. and Smith D., (1978):** Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. USDA-ARS Agriculture Handbook , Washington DC. 58 p.
23. **Zuazo, V. H.D., and Pleguezuelo, C. R.R., (2009):** Soil Erosion and Runoff Prevention by Plant Covers: A Review in Lichtfouse, Eric et all. Sustainable Agriculture. Springer, Page. No. 785.

## **Dynamic modeling for estimating soil erosion in the area between Ras Hewala and Ras Allam Alrom in the northwestern coast of Egypt. A study of applied geomorphology**

### **Abstract**

Soil erosion is a serious environmental problem worldwide. Because of its negative impact on biomass and economic production of vegetation. This study aims to apply the model of Revised universal soil loss Equation (RUSLE) to determine the areas of soil degradation by erosion and calculate its area, by applying a dynamic modeling method for geomorphological processes using data and techniques of remote sensing and geographic information systems for the area between Ras Hewala and Ras Allam Alrom in the northwestern coast of Egypt.

A matrix of equations for the variables that was measured from satellite images and field study has been prepared, and maps have been produced that represent the variables of the factors that form Russell model. This paper attempts to detect areas of soil degradation, calculate their area, identify areas of erosion and degradation at the level of soil units, and estimate the value of soil degradation, whether it is light or dangerous using Visual Interpretation and its conformity with field survey data for soil components and agricultural land uses in the area. Detection of soil eroded areas is an entry point for planning, maintenance and conservation of soil and maintaining their sustainability programs.

**Key words: (Dynamic modeling, RUSLE, Soil erosion, Soil degradation GIS, Remote sensing)**