التقدير الكمي لتعرية التربة بحوض وادي سنور، دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

إعداد

د/ أحمد محمد أبورية

أستاذ الجغرافية الطبيعية المساعد

جامعة الفيوم- كلية الآداب

عدد يونيو ٢٠١٩

التقدير الكمي لتعرية التربة بحوض وادي سنور،
دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

إعداد

د/ أحمد محمد أبورية
أستاذ الجغرافية الطبيعية المساعد
جامعة الفيوم- كلية الآداب

تعد العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المحرك الرئيسي لتعرية التربة؛ حيث تعمل على تجريد السطح من الرواسب الناتجة عن عمليات التجوية المختلفة، ويعتمد نشاط هذه العوامل والعمليات على كلا من (التربة والمناخ والتضاريس والغطاء الأرضي) والتفاعلات فيما بينها، حيث تمثل تعرية التربة المحصلة النهائية لنشاط العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المختلفة.

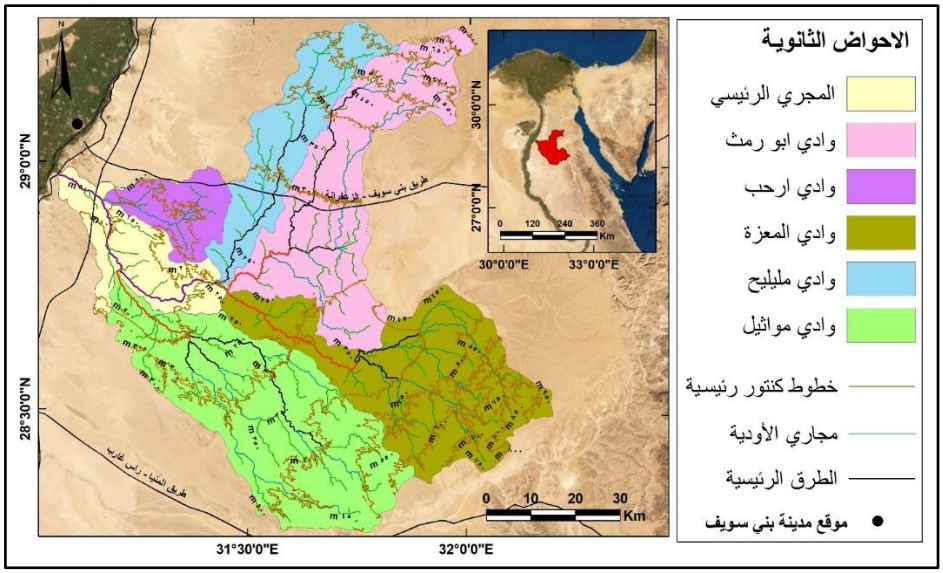
تمثل تعرية التربة **Soil Erosion** مشكلة واضحة بخاصة في المناطق شبه الصحراوية والصحراوية والمناطق الجبلية؛ حيث تحتاج التربة لتعويض فقد ٢٥ سم من التربة السطحية تحت غطاء نباتي متوازن، لمدة زمنية تتراوح بين (٣٠٠: ١٠٠٠عام) (مكتب اليونسكو للتربية في الدول العربية، ١٩٩٠).

تعد دراسة معدلات التعرية لأحواض التصريف مؤشراً هاماً يجب الاخذ به في ظل اتجاه الدولة لزيادة المساحات المستصلحة، كما أن لدراسة معدلات التعرية للأدوية أهمية واضحة؛ حيث تعد إحدى المحاور الهامة للنمو العمراني والتوسع الزراعي وبخاصة في الصحراء الشرقية، وتزداد أهمية دراسة التعرية لأحواض التصريف لارتباطها بالغطاء النباتي الطبيعي، كما أن دراسة معدلات التعرية لأحواض التصريف وفق النماذج الرياضية يمكن من تقدير درجات المخاطر التي قد تتعرض لها تلك الاحواض.

تعد المياه والرياح من العناصر الرئيسية المسببة لتآكل التربة وبخاصة في الصحراء الشرقية، حيث تعمل السيول علي تجريد السطح من الرواسب والمفتتات وترك الاسطح عارية، بخاصة في واجهات المنحدرات، في حين تعمل الرياح علي اكتساح ونحت الطبقة السطحية من التربة، ويوجد العديد من النماذج الرياضية لتقدير معدلات تعرية التربة وخطورتها منها؛ المعادلة العالمية المعدلة لفقد التربة بفعل التعرية المائية **Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)** ومعادلة التعرية الريحية للتربة **Wind Erosion Equation (WEQ)**؛ حيث تساعد هذه المعادلات في تحديد معدلات التعرية ودرجة خطورتها، وتحديد المناطق المحتمل حدوث تعرية التربة بها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية **(GIS) والاستشعار** عن بعد **(RS)**، حيث تعد أدوات فعالة لاستخراج النتائج الدقيقة، ودراسة وتحليل الخرائط والمرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمي، الي جانب تحليل نتائج الدراسات الميدانية، يعطي مزيدا من الدقة لهذه التقديرات والتوقعات.

منطقة الدراسة:

يمتد وادي سنور فوق الصخور الجيرية لهضبة المعازة بالصحراء الشرقية، الي الجنوب من مدينة بني سويف بحوالي ١٠كم، ويصب تجاه نهر النيل عند قرية سنور، ويقع فلكيا بين دائرتي عرض ٣٨" ١٥ '٢٨ °٢٥" ١٧ '٢٩ ° شمالا وبين خطي طول ٥٩" ٠٢ '٣١ °، ٥٤" ١١ '٣٢ ° شرقا، ويغطي الحوض حوالي ٦٢٠٢.٢١ كم^{٢}، ويحده من الشمال نطاق خط تقسيم المياه بين روافده وبين روافد اودية (غراب، بياض، قطار، رملية، ليشياب، متين القبلي، متين البحري، الرشراش، الاطفيحي) ويحده من الجنوب روافد اودية (الفقيرة، الشيخ) ومن الجنوب الشرقي روافد وادي الطرفة ومن الشمال الشرقي روافد وادي عربة خريطة رقم (١) وتتسم منطقة الدراسة بوجود العديد من مناطق التعدين والتحجير كمحاجر الالباستر المصري والطفلة والحجر الجيري، الي جانب استخدام بطون الاودية كطرق لمحطة توليد الطاقة الكهربائية (محطة غياضه) الي جانب المحور العرضي للطريق الذي يربط مناطق المحاجر بطريق الكريمات بني سويف.



خريطة رقم (١) الموقع العام لمنطقة الدراسة

مشكلة الدراسة:

- عدم وجود رصد فعلي لمعدلات تعرية التربة بمنطقة الدراسة بصفة خاصة، والمناطق العمرانية الموجودة على الجانب الشرقي لنهر النيل بصفة عامة.
- الجريان السيلي بأحواض التصريف بالصحراء الشرقية، يؤدي الي فقر الغطاء النباتي وزيادة تفتيت السطح وتفككه التربة وبالتالي زيادة حمولة المياه اثناء الجريان السيلي، يعرض مناطق الاستقرار البشري التي تقع في مسارات السيول للأخطار.
- عدم وجود خرائط اخطار طبيعية (تعرية التربة، السيول، حركة المواد) يشكل عائق في تخطيط وتنفيذ مشاريع التنمية كالطرق والتوسع العمراني وصيانة التربة.
- تزايد خطر تعرية التربة على الطرق التي تمر غرب المنطقة (طريق الكريمات) وكذلك طريق الشيخ فضل (المنيا–راس غارب) في الجنوب مما يعمل علي زيادة الآثار التخريبية والتدميرية لها.

اهداف الدراسة:

١. تقدير حجم تعرية التربة ومعدلاتها داخل حوض وادي سنور باستخدام النماذج الرياضية، وتم الاعتماد على نموذجين لتقدير معدلات التعرية؛ الأول يقيس معدلات التعرية بفعل المياه الجارية والثاني يقيس معدلات تعرية التربة بفعل الرياح.

٢. مقارنة نتائج النماذج الرياضية لتحديد العامل المسئول عن تعرية التربة ومدي تطابق النتائج بهدف انشاء قاعدة بيانات لحوض وادي سنور؛ حيث يمثل الامتداد الجنوبي للمناطق الصناعية لمدينة بني سويف الجديدة.

٣. بناء قواعد بيانات لاستخدام الأرض والغطاء النباتي وأنواع التربة، وتحديد دور العامل البشري في تعرية التربة.

٤. تحديد درجات الخطورة، وانسب الطرق للحد من الاثار السلبية لتعرية التربة بمنطقة الدراسة.

منهج البحث وأساليبه:

لتحقيق أهداف الدراسة تم صياغة مشكلات البحث في عدة تساؤلات منها:

- حجم ومعدلات تعرية التربة الناتج عن التعرية المائية والريحية على مستوي الأحواض الثانوية لوادي سنور؟
- أي الأحواض الثانوية أكثر خطورة، وما هي المواضع الأكثر تأثراً بالتعرية؟
- أي العوامل والعمليات الجيومورفولوجية له السيادة في عملية تعرية التربة، وما هي طرق الحماية المثلي؟

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها، اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الوصفي، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في معالجة وتحليل البيانات من المرئيات الفضائية والدراسة الميدانية، بغرض رصد المتغيرات المؤثرة في تعرية التربة، كذلك استخدم المنهج التطبيقي في رصد وتفسير عمليات التعرية المختلفة وتقييم الوضع الحالي لمعدلات التعرية وانسب الطرق الممكنة للحد من اخطار تعرية التربة بوادي سنور.

كما تم الاعتماد على العديد من المصادر والأساليب في هذه الدراسة التي يمكن إيجازها فيما يلي:

- جمع البيانات من الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجيا السابقة التي تناولت المنطقة، الي جانب عدد من البيانات المناخية التي تخدم الموضوع.
- الخرائط الطبوغرافية، والجيولوجية، والمرئيات الفضائية، وملف الارتفاع الرقمي **DEM** الذي يغطي منطقة الدراسة ما يلي:

- خرائط طبوغرافية ذات مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠ إصدار المساحة المدنية (المشروع الفنلندي) أعوام ١٩٨٩، ١٩٩١، ١٩٩٥ وهي: لوحات خرائط (وادي مواثيل، وادي الرشراش، وادي ام قطيفة، وادي سنور، وادي أرحب، بني سويف) الي جانب خريطة جبل حمرة شيبون اصدار المساحة العسكرية طبعة ثانية ١٩٨١، من خلالها تم التعرف على المسميات الجغرافية وتضاريس المنطقة وتحديد المناسيب، الطرق والمدقات بمنطقة الدراسة.
- خريطة بني سويف الجيولوجية ذات مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠ إصدار كونكو كورال ١٩٨٧، وتم الاعتماد عليها في تحديد التكوينات الجيولوجية وقياس مساحاتها، وتحديد اعداد الصدوع وقياس اطوالها واتجاهاتها.
- صور الأقمار الصناعية (+TM)٧ **Land Sat** لعام ٢٠٠٩ و٨ **Land sat** لعام ٢٠١٩، استخدمت لرصد التغيرات في الغطاءات الأرضية بعد مقارنتها بالخرائط الطبوغرافية. صورة مرئية **IKONOS** دقة ١ متر، تصوير عام ٢٠١٠ وتم الاستعانة بها في دراسة استخدام الأراضي داخل منطقة الدراسة.
- استخدم عدد من برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (**Erdas Imagine** ٢٠١٤, **Arc GIS**١٠.٣, **Global Mapper**١٨) في تحليل بيانات المرئيات الفضائية ورسم الخرائط ، وعمل الطبقات المختلفة، وتوحيد نظام الاسقاط والمرجع الجيوديسي **WGS**٨٤، مما ساعد علي مقارنة وتحليل البيانات المتعددة لمنطقة الدراسة، كذلك استخدام نموذج الارتفاع الرقمي **DEM** دقة ٣٠ متر في انشاء الخريطة الكنتورية، والانحدار، ورسم القطاعات التضاريسية للمنطقة والمجسم الرقمي، استخدم جهاز **GPS** في تحديد وتوقيع مناطق التجمعات النباتية (الغطاء النباتي) والعمرانية واستخدامات الأرض المتباينة، ومطابقة النتائج التي تم جمعها ميدانيا بجهاز **GPS** بالبيانات المستخلصة من المرئيات الفضائية وعمل المراجعات الحقلية، حيث ساهمت هذه المراجعة في تصحيح وتأكيد التفسير البصري للمرئيات الفضائية، الي جانب اجراء التحليل الاحصائي للبيانات باستخدام برنامج **SPSS**.

اعتمدت هذه الدراسة على الدراسات الميدانية، حيث تم عمل دراسة استكشافية للمنطقة في أواخر شهر ديسمبر ٢٠١٥ ضمن برنامج الدراسات الميدانية بقسم الجغرافيا بآداب الفيوم، ومن خلالها تم استكشاف المنطقة وتحديد الطرق والمدقات وبخاصة في المجري الرئيسي.

القيام بدراسة ميدانية ثانية في شهر مايو ٢٠١٧ لتحديث الخرائط، وتسجيل الملاحظات الميدانية الخاصة باستخدامات الأراضي وكثافة الغطاء النباتي، ورصد معالم انجراف التربة عقب الجريان السيلي وتم تحديد المواقع باستخدام جهازGPS، والتقاط الصور الفوتوغرافية لآثار السيل وتقدير حجم وسمك الرواسب في الأماكن المنخفضة التي تبدو على هيئة تشققات طينية. القيام بدراسة ميدانية ثالثة في يناير ٢٠١٩ لرصد معالم التعرية الريحية في الواجهات الصخرية ورصد الفرشات الرملية والنباك، الي جانب تحديث البيانات الخاصة باستخدام الأرض، وفيما يلي شرح للنماذج المستخدمة.

أولا: شرح وتحليل النماذج المستخدمة:

١-المعادلة العالمية المعدلة لفقد التربة (RUSLE)

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

A = الفاقد السنوي للتربة (طن/ هكتار) **L.S = طول ودرجة انحدار المنحدر (عامل طبوغرافي)**

C = عامل الغطاء النباتي

R = عامل التعرية المطرية **P = عامل إجراءات حماية التربة من التعرية**

K = عامل قابلية التربة للتعرية

- **عامل التعرية المطرية Rainfall Erosivity Factor (R)**

يمثل العامل المناخي عامل التعرية المطرية المؤثر في عملية تعرية وانجراف التربة ويوجد أكثر من معادلة لحساب عامل التعرية المطرية كما يلي؛

مؤشر روز **Roose index** $R= (P*٠.٥)\ ١.٧٣$ (Fabbri, K., ١٩٩١)

معادلة فورنييه **Fournier** $R= PI^{٢} / P$ (Fournier. F., ١٩٦٠)

حيث ان: R = عامل التعرية المطرية (جول/ هكتار) P = معدل التساقط السنوي ملم PI= معدل التساقط الشهري ملم

وتم الاعتماد على مؤشر روز **Roose index** في حساب التعرية المطرية؛ حيث يناسب هذا المؤشر المناطق الجافة وشبة الجافة كما في وادي سنور والذي يتسم بقلة التساقط المائي وحدوث الامطار الفجائية على فترات متباعدة علي شكل سيول. وتم الاعتماد على البيانات المناخية من محطات الأرصاد المحيطة بحوض وادي سنور (بني سويف، المنيا، بئر عريضة، سانت انطونيو).

- **عامل قابلية التربة للتعرية Soil Erodibility Factor (K)**

تمثل الخصائص الحجمية للتربة العنصر الأساسي لحساب قابلية التربة للتعرية؛ حيث يعتمد على التحليل الميكانيكي لمكونات التربة والنسب المئوية لأحجام (الطين، السلت، الرمل الناعم جدا) بالإضافة لنفاذية وبناء التربة وتركيز المادة العضوية في التربة، ويتم تقدير وفق العلاقة الرياضية التي وضعها (**Wischmeir and Smith, ١٩٧٨**) كالاتي:

$$K = 2.1 * 10^{-6} * Mx^{1.14} * (12 - OM + 0.0325 * (S - 2) + 0.025 * (4 - P)$$

K = قابلية التربة للتعرية OM = المادة العضوية S [(١)]= معامل بنائية التربة (١: ٤)

Mx = (مجموع النسبة المئوية للغرين والرمل الناعم جدا)*(١٠٠- النسبة المئوية للطين) P = معامل نفاذية التربة (١: ٦)

وتتراوح قيمة (K) بين (صفر: ١) حيث ترتفع احتمالية تعرية وتأكل التربة كلما اقترب الناتج من الواحد والعكس، وتوجد علاقة عكسية بين قوام ونفاذية ومسامية التربة؛ مما انعكس على درجة مقاومة التربة للتعرية فالتربة الطينية تتسم بارتفاع مقاومة التعرية بسبب ارتفاع المسامية وبالتالي زيادة رطوبة التربة وزيادة تماسكها، بعكس التربة الرملية تنخفض بها الرطوبة بسبب قلة المسامية وارتفاع النفاذية وبالتالي تصبح مفككة غير متماسكة مما يزيد احتمالية انجرافها مع الجريان السطحي داخل حوض الوادي.

وتعمل المادة العضوية علي زيادة تماسك التربة، وتعد المادة العضوية ضئيلة جدا إذا كانت اقل من ١٪ في حين تكون مرتفعة جدا إذا تخطت ٦٪، ويتم حساب قيم K من الجدول رقم (١)، حيث تتباين قيمته حسب قوام التربة والمحتوي العضوي؛ حيث تمثل المادة العضوية العنصر اللاحم لحبيبات التربة وتعمل على تجمعها وتماسكها مما يقلل من خطر انجرافها بفعل الجريان السطحي للمياه.

جدول رقم (١) قيم معامل قابلية التربة للتعرية K حسب قوام ومحتوي التربة من المادة العضوية

قوام التربة		طيني	طيني طمي	رملي لومي خشن	رملي ناعم	رملي طمي ناعم	طيني ثقيل	طمي	طمي ناعم رملي	طمي رملي	طمي رملي ناعم جدا	رملية	رملي طيني طمي	رملي طمي	غرين طمي	غرين طيني	غرين طيني طمي	رملي ناعم جدا	رملي طمي ناعم جدا
متوسط قيمة K		٠.٢٢	٠.٣٠	٠.٠٧	٠.٠٨	٠.١٨	٠.١٧	٠.٣٠	٠.١١	٠.٠٤	٠.٣٩	٠.٠٢	٠.٢٠	٠.١٣	٠.٣٨	٠.٢٦	٠.٣٢	٠.٤٣	٠.٣٥
المادة العضوية	< ٢٪	٠.٢٤	٠.٣٣	--	٠.٠٩	٠.٢٢	٠.١٩	٠.٣٤	٠.١٥	٠.٠٥	٠.٤٤	٠.٠٣	--	٠.١٤	٠.٤١	٠.٢٧	٠.٣٥	٠.٤٦	٠.٤١
	> ٢٪	٠.٢١	٠.٢٨	٠.٠٧	٠.٠٦	٠.١٧	٠.١٥	٠.٢٦	٠.٠٩	٠.٠٤	٠.٢٥	٠.٠١	٠.٢٠	٠.١٢	٠.٣٧	٠.٢٦	٠.٣٠	٠.٣٧	٠.٣٣

Ferreira, et.al, ١٩٩٥

(١)

بناء التربة -اقطار الحبيبات ملم	١	١-٢	٢-١٠	< ١٠	نفاذية التربة سم / يوم	١	١-١٠	١٠-٤٠	٤٠-١٠٠	١٠٠-٣٠٠	>٣٠٠
قيمة S	١	٢	٣	٤	قيمةP	١	٢	٣	٤	٥	٦

- **عامل طول ودرجة انحدار المنحدر (L. S)**

Factor of Slope Length and Steepness

يعكس هذا العامل تأثير التضاريس الواضح على عملية تأكل وانجراف التربة، حيث يؤدي زيادة طول المنحدر وانحداره لارتفاع تآكل التربة أعلى المنحدر، كما ان معدل فقد التربة يكون أكثر حساسية للتغيرات في حال الانحدار عنها في طول المنحدر، لذلك فإن التضاريس تمثل أحد العوامل الرئيسية في تعرية التربة، خاصة عندما يتجاوز انحدار السطح الزاوية الحرجة، بالإضافة لتأثيرها على معدلات الجريان السطحي داخل حوض التصريف.

يتم حساب هذا العامل بالاعتماد على معادلة فيشماير وسميث (**Wischmeier and Smith** ١٩٧٨) كما وردت عن (**Ganasri, B., and Ramesh, H.,** ٢٠١٦) كما يلي:

$$L.S = \left(\frac{(F * Cell\ size)}{22.13}\right)^{Y} * \left((0.065 + 0.045 * Slope) + (0.0065 * Slope^{2})\right)$$

F = Flow accumulation grid تراكم التدفق ويتم حسابه من DEM باستخدام Spatial analyst tools

Y = ثابت يتراوح بين (٠.٢: ٠.٥) Slope = النسبة المئوية للانحدار Cell size = حجم الخلية في DEM المستخدم

- **عامل الغطاء النباتي (C) Vegetation factor**

يمثل الغطاء النباتي عنصر الحماية الطبيعية لسطح التربة، وتم الاعتماد على المؤشر النباتي **(NDVI) Normalized Difference Vegetation Index** بهدف قياس فرق الانعكاس بين القناتين تحت الحمراء والحمراء مقسوما على حاصل جمع الانعكاس في نفس القناتين(**Sellers, et. al,** ١٩٨٩)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

تتراوح قيم **NDVI** بين (١: −١) حيث تشير القيم المرتفعة للنباتات الخضراء والقيم المنخفضة لمكونات السطح المختلفة، وتقترب قيم **NDVI** من الصفر في التربة العارية، في حين تمثل القيم السالبة المسطحات المائية.

يتراوح عامل التغطية **(C)** بين صفر (للتربة المغطاة المحمية)، إلى واحد (للتربة العارية غير المحمية)، تم استخدام المعادلة التالية لحساب عامل الغطاء النباتي C، وتم حساب قيمة C بدلالة المؤشر النباتي **NDVI** باستخدام **Raster calculator** ضمن برنامج **Arc GIS** من المعادلة التي وضعها (**Karaburun, A.,** ٢٠١٠)

$$C = 1.02 - 1.21 \times NDVI$$

- **عامل إجراءات حماية التربة من التعرية (P)**

يقصد به طرق حماية التربة من الانجراف سواء بزيادة الغطاءات النباتية او استخدام الطرق الحديثة في الزراعة والحرث وعدم تقليب التربة على فترات زمنية قصيرة واستخدام طرق الحرث الكنتورية للتربة وترك بقايا جذور النباتات، ويقوم هذا العامل بتصحيح تقدير USLE لممارسات الإدارة والحرث التي تحمي التربة من التعرية.

يتم اشتقاق خريطة عامل P من خرائط الاستخدامات الأرضية وخريطة انحدار السطح، تتراوح قيم عامل P من صفر إلى ١؛ حيث تشير القيمة العالية للمناطق التي لا توجد فيها ممارسات للحفظ، بينما القيم الدنيا لوجود ممارسات حماية كما في المساحة المبنية والأراضي المزروعة، وفي هذه الدراسة تم استبعاد عامل حماية التربة حيث تمثل منطقة الدراسة وادي جاف تقتصر استخدامات الأرض على نطاق ضيق بمصب الوادي.

٢-معادلة التعرية الريحية للتربة (WEQ)

تمثل أكثر الطرق شيوعا في تقدير مخاطر التعرية الريحية؛ بسبب غياب تأثير الغطاء النباتي الطبيعي في المناطق الصحراوية (**Woodruff and Siddoway, ١٩٦٥**)، ورياضياً تمثل هذه المعادلة نموذج مبسط للمعادلة العالمية لفقد التربة بواسطة الرياح؛ حيث تم حساب مخاطر التعرية الريحية للتربة بمنطقة حوض وادي سنور باستخدام معادلة منظمة الأغذية والزراعة وفق نموذج (**WEQ**)،(**FAO, ١٩٨٠**) ؛ والتي اعتمدت على عاملي المناخ وقابلية التربة للتعرية (**Behbahani, A., M., ٢٠١٥**):

$$WER = C * I$$

***WER*= الخطر المحتمل للتعرية الريحية (طن/ هكتار/ في السنة).**

***C* = العامل المناخي لتعرية الرياح أو قدرة الرياح على التعرية Eolisivity**

***I*= قابلية التربة للتعرية الريحية Soil Erodibility (جرام / م٢) .**

- **عامل المناخ (C) Eolisivity**

يعتمد عامل المناخ في حسابه على سرعة الرياح والتساقط الفعال، توصل الباحثون لحساب القابلية المناخية لتعرية الرياح أو عامل النحت الريحي كما في المعادلات التالية (**Chepil et al,١٩٦٢**):

$$C = ٣٨٦ \left(V^{٣} / PE^{٢} \right)$$

C = القابلية المناخية لتعرية الرياح (العامل المناخي) PE = التساقط الفعال لثورنتويت

V = معدل سرعة الرياح (م / ثانية) لتعرية التربة علي ارتفاع (٠,٥ أو ١,٥) متر من سطح التربة

ولقد عدل ثورنثويت مؤشر المناخ ليشمل تقييم فعالية الأمطار، وتم وضع المعادلة لكي تعبر عن نسبة P/E بدلالة درجة الحرارة والأمطار، كما يلي (FAO,١٩٧٩):

$$PE = 0.316\left(\frac{P}{1.8T + 22}\right)^{10/9}$$

ثم تجمع القيم الشهرية للحصول على قيمة سنوية، تضرب في عدد ١٠ لإعطاء دليل PE [٢] .

P = المتوسط الشهري للأمطار (بالملم) PE= التساقط الفعال لثورنتويت T = درجة الحرارة مئوية

- **مؤشر قابلية التربة للتعرية الريحية (I) Soil Erodibility**

يشير لتدهور بنية التربة (التركيب الميكانيكي) وقلة الطين في الطبقة السطحية وتدني نسبة المادة العضوية في التربة، ويمكن تقدير قابلية التربة للتعرية الريحية من خلال العلاقة التي اقترحه (Hayes, ١٩٦٥)؛ حيث تعتمد على التحليل الميكانيكي للتربة وحساب النسبة المئوية لحبيبات التربة (< ٠.٨٤ ملم) [٣].

كما يمكن تقدير قيمة (I) للتعرية الريحية بالاعتماد على معادلة (Shiyatyi , ١٩٦٥)

$$I = 10^{4.03691 - 0.0384S - 0.00406N}$$

I = قابلية التربة للتعرية الريحية (جرام / م٢) S = النسبة المئوية لحبيبات التربة الجافة ذات القطر الأكثر من ١ ملم

N = عدد سيقان النباتات القائمة/ متر مربع (ذات الطول اكثر من ٢٠ سم)

ويتم اهمال قيمتها في المناطق الصحراوية لندرة وعدم وجود غطاء نباتي وتختزل المعادلة إلى:

$$I = 10^{4.03691 - 0.0384S}$$

---

[٢] العامل المناخي للتعرية الريحية (C) :(اقل من ١٧ تعرية قليلة جدا، ١٨: ٣٥ تعرية قليلة، ٣٦: ٧١ تعرية متوسطة، ٧٢: ١٥٠ تعرية عالية، اكثر من ١٥٠ تعرية عالية جدا).

[٣] Chepil, et al, ١٩٦٢, p. ١٦٤

نسبة الرمل الخشن ٪	٠	٣	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠
قابلية التربة للتعرية (I) طن/ هكتار/ سنة	٧٧٣	٥٤٤	٣٣١	٢٤٢	١٨٨	١٣٨	٩١	٥٧	١٢

ثانيا: الملامح الطبيعية لمنطقة الدراسة

أ – الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة:

تهدف دراسة الخصائص الجيولوجية الي تحديد التكوينات الجيولوجية وما تحويها من صخور متباينة الي جانب البنية الجيولوجية خريطة رقم (٢)، مما يسهم في فهم دور ونشاط عوامل التعرية المختلفة بمنطقة الدراسة ومدي استجابة الصخور لعوامل التعرية وعمليات التجوية.

تمثل تكوينات الإيوسين أقدم التكوينات المكشوفة وتتسم بكثرة الشقوق والفواصل وتغطي صخور الإيوسين الأوسط معظم منطقة الدراسة (جدول رقم ١) نحو ٨٦.٧٧٪ من منطقة الدراسة، حيث بلغت مساحتها حوالي ٥٣٨٢كم^{٢} من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة ، يليه رواسب الزمن الرابع؛ حيث شملت رواسب البلايوستوسين والهولوسين، وهي تغطي جزءً كبيراً من مساحة منطقة الدراسة، بلغت نحو ٧٤٣.٤٦ كم^{٢} بنسبة ١١.٩٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة، حيث تغطى السهل الفيضي، وبطون وجوانب الأودية ومصباتها، إلى جانب بعض أقدام المنحدرات، ويتشكل منها العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية، كالمصاطب، والمراوح الفيضية، ومخاريط الهشيم، والجزر الفيضية، وغيرها من الظاهرات، في حين جاءت تكوينات البلايوسين في المرتبة الأخيرة؛ حيث غطت حوالي ١٣كم٢ بما يعادل ٠.٢١٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، ويرقد بعدم توافق مع صخور الإيوسين؛ بسبب غياب التكوينات الجيولوجية بين عصري البلايوسين والإيوسين في منطقة الدراسة، فيما يلي دراسة التكوينات بالمنطقة كالتالي:

جدول (١) مساحة التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة

التكوين الجيولوجي	رواسب فيضيه غير مصنفة	روسب الأودية	فلونجلوميرات	تكوين ام رقوبه	حصي اوليجوسيني	تكوين المعادي	تكوينات المقطم مختلطة	تكوين بني سويف	تكوين قرارة	تكوين مغاغة	المجموع
المساحة كم٢	١٩٦.٩٨	٤٩٧.٩٩	٤٨.٤٩	١٣.٠	٦٣.٧٥	١٦.١٥	٥١٤١.٥٨	٢١٧.٢٧	٢.٠٥	٤.٩٥	٦٢٠٢.٢١
٪	٣.١٨	٨.٠٣	٠.٧٨	٠.٢١	١.٠٣	٠.٢٦	٨٢.٩٠	٣.٥٠	٠.٠٣	٠.٠٨	١٠٠.٠٠

اعتماداً على خريطة مصر الجيولوجية لوحة بني سويف (كونكو كورال)، مقياس ١: ٥٠٠.٠٠٠، ١٩٨٧

١– تكوينات الإيوسين:

تشكل الصخور الجيرية المكون الرئيسي لهذه التكوينات، وتتسم صخور الإيوسين بكثرة الشقوق والفواصل، وتظهر هذه التكوينات بحوض وادي سنور كالاتي:

- **تكوينات الإيوسين الأوسط:**

بلغت مساحتها ٥٣٦٥.٨٥ كم^{٢} بنسبة ٨٦.٥١٪ من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة، وتمثل تكوينات مجموعة المقطم صخور الإيوسين الأوسط وشملت التكوينات التالية:

- **تكوين مغاغة:**

يتكون من الحجر الجيري البحري النشأة والمارل مع حفريات عوالق حيوانية (بلانكتون)، وتظهر في أقصى جنوب شرق المنطقة في نطاق تقسيم المياه بين روافد وادي سنور ورافد وادي الطرفة في هضبة الجلالة القبلية، تغطي نحو ٤.٩٥كم٢ منطقة الدراسة حوالي ٠.٠٨ ٪ من اجمالي المساحة.

- **تكوين كراره:**

يتألف من الطفل في القاعدة يتدرج الي الصخور الغرينيه مع طبقات رفيعة من الحجر الجيري الغني بحفريات قروش الملائكة، ويبلغ سمك التكوين ١٧٠متر (**Omara, S., et.al, ١٩٧٧, p. ١٧٩**) ، ويظهر تكوين كراره الي الغرب من تكوين مغاغة علي اقدام المنحدرات الغربية لهضبة الجلالة القبلية، يشغل حوالي ٢.٠٥ كم٢ بما يمثل ٠.٠٣٪ من المساحة الكلية للمنطقة.

- **تكوين بني سويف:**

يحتوي علي الطفل والمارل والحجر الجيري، ويتسم بكثرة الفواصل والصدوع والتي نشطت عليها عوامل التعرية المائية؛ حيث عملت على تعميق مجاريها، وتظهر في نطاق تقسيم المياه الشمالي في جبل غراب بين روافد وادي سنور وروافد وادي غراب، كذلك تظهر في القطاع الأدنى للوادي في نطاق تقسيم المياه الجنوبي بين روافد وادي سنور وروافد وادي غياضه، الي جانب بعض البقع المتناثرة في القطاع الأوسط لوادي سنور، ويبلغ سمكه نحو ١٠٠متر ويغطي نحو ٢١٧.٢٧كم٢ من منطقة الدراسة بما يعادل حوالي ٣.٥٪

- **تكوينات مجموعة المقطم مختلطة:**

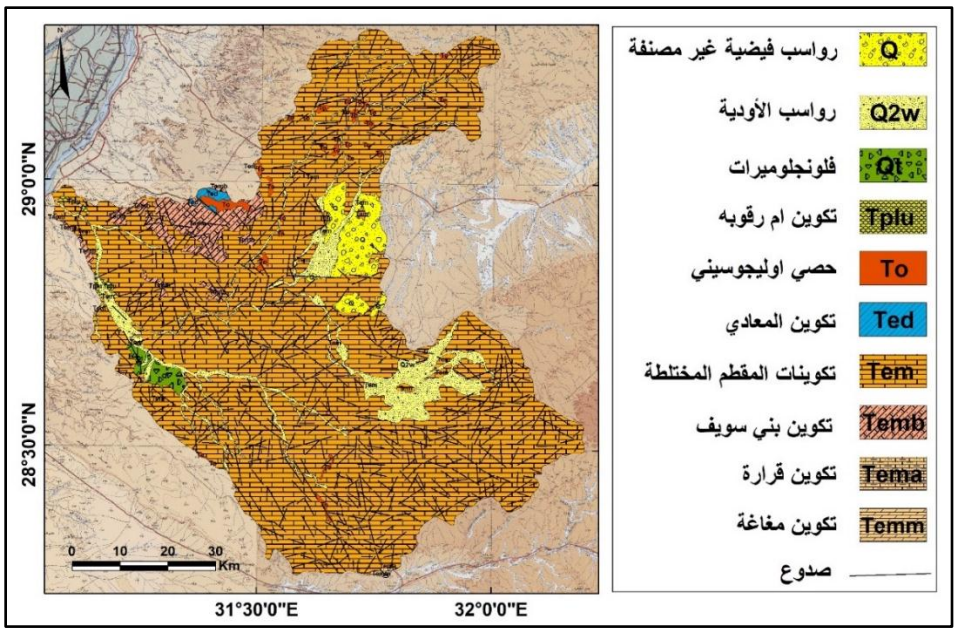
تتألف من الحجر الجيري مع العقد الصوانية وحفريات قروش الملائكة، ويتميز باللون الأبـيض والصـلابة والنسيج الناعم، يمثل هذه المجموعة بمنطقة الدراسة تكويني؛ تكوين الجيوشي في القمة يتسم بقلة الحفريات، تكوين جبل حوف في القاعدة ويتميز بكثرة حفريات قروش الملائكة، يبلغ سمك هذه التكوينات نحو ٣٥.٩٠ متر(**Youssef, M., et.al, ١٩٧٨, p. ١٣٨**) ويشكل معظم منطقة الدراسة حـوالي ٥١٤١.٥٨ كـم٢ مـن المساحة الكلية لمنطقة الدراسة نحو ٨٢.٩٠٪.

- **<u>تكوين المعادي: (إيوسين اعلي)</u>**

يحتوي هذا التكوين على صخور الحجر الجيري والطفل متداخل معهما الحجر الرملي بحري النشأة، وتتسـم باللون الأصفر الفاتح، ويقتصر وجود التكوين على المنحدرات الشرقية والغربية لجبل غراب شمال منطقـة الدراسة، ويغطي نحو ١٦.١٥كم٢ بما يعادل ٠.٢٦٪ من المساحة الاجمالية للمنطقة.

٢- **الحصى الاوليجوسيني:**

عبارة عن حصي وصخور رملية وكوارتزيت قارية النشأة، ذات ألوان حمراء داكنة، وتغطى مساحة تقـدر بحوالي ٦٣.٧٥ كم^{٢} بنسبة ١.٠٣٪ من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة، وتظهر علي كلا جوانـب الروافـد الشمالية لوادي سنور مشكلة سلسلة من التلال تغطي سطح الحوض كذلك تمتد في نطاق تقسيم المياه الشـمالي بين روافد وادي سنور وروافد وادي غراب.



Geological map of Egypt ١: ٥٠٠ ٠٠٠, Beni Suef sheet (Conoco Coral), ١٩٨٧

خريطة رقم (٢) الخريطة الجيولوجية لحوض وادي سنور

٣- تكوين ام رقوبه: (بلايوسين)

ترجع تكوينات ام رقبة بمنطقة الدراسة الى عصر البلايوسين وتغطي حوالي ١٣كم٢ بما يعادل ٠.٢١٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، ويتكون هذا التكوين من الحجر الرملي والطفل وكلونجلوميرات وحصي من الكوارتز والصوان، ويرقد بعدم توافق مع صخور الإيوسين؛ بسبب غياب التكوينات الجيولوجية بين عصري البلايوسين والإيوسين في منطقة الدراسة. ويتوزع التكوين فوق السطح في موضعين بحوض وادي سنور؛ الأول نطاق تقسيم المياه بين وادي غراب شمال مصب وادي سنور وبين وادي ام رقبة، وعلى كلا جانبي المجري الرئيسي علي بعد ٣٥ كم من المصب.

٤- رواسب الزمن الرابع

شملت رواسب البلايوستوسين والهولوسين، وهي تغطي جزءً كبيراً من مساحة منطقة الدراسة، حيث بلغت نحو ٧٤٣.٤٦ كم^{٢} بنسبة ١١.٩٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة، حيث تغطى السهل الفيضي، وبطون وجوانب

الأودية ومصباتها، إلى جانب بعض أقدام المنحدرات، ويتشكل منها العديد من الظـــاهرات الجيومورفولوجيـــة، كالمصاطب، والمراوح الفيضية، ومخاريط الهشيم، والجزر الفيضية، وغيرها من الظاهرات وشملت؛

- **فلونجلوميرات:** عبارة عن حصي من الحجر الجيري والصوان داخل قالب مـــن الرمـــل الكوارتزيـــت، ويتراوح السمك بين بضع سنتميترات الي عدة أمتار (٢٣متـــر) (**Youssef, M., et.al, ١٩٧٨, pp. ١٤٧-** ١٤٨) وتظهر علي الجانب الجنوبي لوادي سنور في القطاع.

- **رواسب الاودية:** توجد في بطون وجوانب روافد الوادي وفي مصبه حيث جلبتها وأرسبتها فـــي القطـــاع الاوسط والأدنى، وتتسم الرواسب بتباين مصادرها وصغر حجمها حيث يتراوح قطرها بـــين أقـــل مـــن (١مم: ٢٥٦مم)

- **رواسب فيضيه:** تتباين هذه الرواسب بين الرواسب الناعمة جدا وبين الجلاميد، وتختلف درجة خشـــونتها من منطقة لأخرى ومدى استدارة الرواسب الفيضية، وتتألف من رواسب كلسية وطينية مختلطة، وتظهـــر في المنابع العليا في نطاق تقسيم المياه الشرقي بين روافد وادي سنور ورافد وادي عربة.

- البنية الجيولوجية:

تشكل المظاهر البنيوية المسارات الأولية التي تمارس عليه عوامل التعرية نشاطها، وبسبب قـــرب منطقـــة الدراسة من البحر الأحمر وخليج السويس فقد تعرضت للعديد من الحركات التكتونية، مما شكل محاور عملـــت من خلالها عمليات وعوامل التعرية على تقطيع وتخفيض سطح الحوض، تؤثر الصدوع وكثافتها فـــي توجيـــه حركة المياه السطحية؛ حيث تشكل نطاقات ضعف في السطح مما يسهل عمل التعريـــة المائيـــة، يمتـــد تـــأثير الصدوع على شكل ونمط شبكة التصريف من حيث (الاتجاه، الانحدار، الأعداد، وكثافة تصريف)

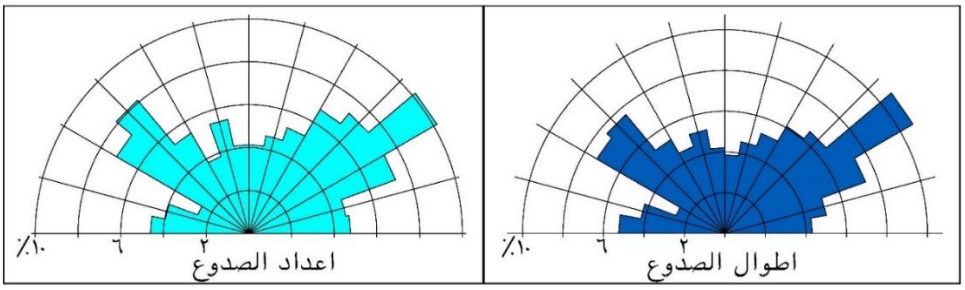
يتضح من دراسة الخريطة البنيوية لمنطقة الدراسة والجدول رقم (٢) وشـــكل رقـــم (١)، بلـــغ مجمـــوع الصدوع بمنطقة الدراسة ٦٢٤ صدع، بمجموع أطوال ٢٤٢٦.٨٣ كم، بمتوسط طول ٣.٧٨ كم، وتبلـــغ كثافـــة الصدوع في منطقة الدراسة ٠.٣٩ كم / كم٢ ، وهى تأخذ اتجاهين رئيسين هما اتجاه شـــمال شـــرقي/ جنـــوب غربي الموازي لخليج العقبة بنسبة ٢٤.١٤٪ من اعداد الصدوع، يليه اتجاه شـــمال غربـــي/ جنـــوب شـــرقي

الموازي لخليج السويس بنسبة ٢٠.٧٢٪ من العدد الكلي للصدوع ، يليه اتجاه شرق شمال شرق /غرب جنوب غرب ١١.٨٤٪ ، يمثل اتجاه شمال شرق/ جنوب غرب بمنطقة الدراسة الاتجاه السائد، حيث بلغ عـــددها ١٥٥ صدعاً، بطول ٥٧١.٧٦ كم، يليه اتجاه شمال غرب/ جنوب شرق بمجموع ١٣٣ صدع بطول ٤٨٧.٧٩ كـــم؛ مما كان له أثر واضح في توجيه مسارات واتجاهات وزوايا التقاء الروافد.

جدول رقم (٢) أطوال واعداد الصدوع بمنطقة الدراسة

الاتجاه	شمال/ جنوب	شمال شمال شرق/ جنوب جنوب غرب	شمال شرق/ شمال جنوب غرب	شرق شمال شرق/ غرب جنوب غرب	شرق/ غرب	غرب شمال غرب/ شرق جنوب شرق	شمال غرب/ جنوب شرق	شمال شمال غرب/ جنوب جنوب شرق	المجموع
العدد	٥٣	٦٢	١٥٥	٧٦	٦١	٤٢	١٣٣	٦٠	٦٤٢
٪	٨,٢٦	٩,٦٦	٢٤,١٤	١١,٨٤	٩,٥٠	٦,٥٤	٢٠,٧٢	٩,٣٥	١٠٠
الطول كم	١٩٤,٣٩	٢٣٧,٣٤	٥٧١,٧٦	٣٠٧,٢٤	٢٣٥,٤٠	٢٣٣,٤٦	٤٨٧,٧٩	١٥٩,٤٤	٢٤٢٦,٨٣
٪	٨,٠١	٩,٧٨	٢٣,٥٦	١٢,٦٦	٩,٧٠	٩,٦٢	٢٠,١٠	٦,٥٧	١٠٠

تمت القياسات باستخدام برنامج RockWorks١٦بالاعتماد على لوحة بني سويف (كونكو كورال)، مقياس ١: ٥٠٠.٠٠٠، ١٩٨٧



شكل رقم (١) نسب اطوال واعداد الصدوع بمنطقة الدراسة

تلعب الفواصل دور هام في زيادة نشاط عمليات التجوية وتفتت السطح وتفككه، وبخاصة في صخور الحجر الجيرية، حيث تساعد الفواصل على ارتفاع النفاذية وزيادة تأثير التعرية المائية.

قد تم قياس اتجاهات واطوال عدد ١٠٠ فاصل اثناء الدراسة الميدانية في تكوينـــات الإيوســـين المختلفـــة، واتضح سيادة اتجاهين هما:

– فواصل ذات اتجاه شمال غرب / جنوب شرق تشكل نحو ٥٦٪ من أعداد الفواصل المدروســـة بمنطقـــة الدراسة، وتراوحت أطوالها بين (٢ :١٠ م)، في حين يتراوح متوسط اتساعها بين (٠.٢٥: ٠.٥٠ م) وتنتشـــر بصفة خاصة على كلال جانبي المجري الرئيسي وفي المنابع العليا للوادي في هضبة الجلالة البحرية.

– فواصل ذات اتجاه شمال غرب / جنوب شرق: تمثل هذه الفواصل ٣١ ٪ من العدد الكلي للفواصل المدروسة، وتراوحت أطوالها بين (٠.٩٠ :٧ م)، ومتوسط اتساعها بين (٠.١٠: ٠.٢٥ م)، وتم قياسها في المنابع العليا للوادي في هضبة الجلالة القبلية وفي جبل غراب.

ب – السمات التضاريسية

تؤثر الخصائص التضاريسية بشكل مباشر على عمليات النحت والإرساب؛ حيث يرتبط نشاط التعرية بصفة عامة بارتفاع قيم التضاريس المحلية ودرجة انحدار السطح:

- **التضاريس المحلية [٤]:**

توضح تباين المناسيب داخل منطقة الدراسة، وتشير القيم المرتفعة لتضرس المنطقة وزيادة سرعة الجريان السطحي وبالتالي زيادة معدلات التعرية المائية، في حين تشير القيم المنخفضة لاستواء السطح مما يزيد من دور الرياح في نحت الطبقات السطحية المغطاة بنواتج عمليات التجوية وبدراسة جدول رقم (٣) يتضح ما يلي:

- شكلت التضاريس المحلية اقل من (٦٠م) نحو ٦٨.٣٨ ٪ من منطقة الدراسة، وتضم تقريباً كل الأجزاء المستوية ومتوسطة الانحدار خريطة رقم (٣)، وتتركز في نطاق توزيع تكوينات الحجر الجيري الإيوسيني، حيث نشطت عليها التعرية المائية، وبعض الأجزاء داخل الكتلة الجبلية والتي تخترقها بعض مجاري الأودية، الي جانب القطاع الأدنى لوادي سنور وأغلب هذه المناطق مغطاة برواسب مفككة تتباين من مكان لأخر من حيث المصدر والحجم والشكل.
- تشغل المناطق التي يزيد تضاريسية عن ١٦٠متر نحو ٠.١٢ ٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتضم القمم الجبلية فوق سطح هضبة الجلالة القبلية وتتسم بشدة الانحدار، بسبب صلابة الصخور التي تتألف منها هذه الكتل ومقاومتها لفعل عوامل التعرية إلى جانب حركات الرفع التي صاحبت تكوين خليج السويس.

[٤] تم إنشاء خريطة التضرس المحلي والانحدار لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج Arc GIS بالاعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي ، حيث قسمت منطقة الدراسة لوحدات مساحية متساوية ؛ بلغت كل وحدة ١ كم ٢ ، ثم تم حساب الفرق بين أدنى وأعلى كنتور لرسم خريطة التضرس المحلي، وقسمة الفارق الرأسي على المسافة الأفقية لرسم خريطة الانحدار، ثم تقسيم النواتج لفئات.

جدول رقم (٣) فئات التضاريس المحلية بمنطقة الدراسة

الفئة	اقل من ٤٠ م	٦٠م –	٨٠ م –	١٠٠م-	١٢٠م-	١٤٠م -	١٦٠م-	أكثر من ١٦٠ م	الجملة
المساحة كم٢	١٩١٣,٢٧	٢٣٢٧,٥٥	١٣٧١,٧٣	٢٨٥,٠٦	١١٦,٩١	١٤١,٣٥	٣٩,٠٤	٧,٣٠	٦٢٠٢,٢١
النسبة المئوية	٣٠,٨٥	٣٧,٥٣	٢٢,١٢	٤,٦٠	١,٨٨	٢,٢٨	٠,٦٣	٠,١٢	١٠٠,٠٠

- **الانحدار**[١]:

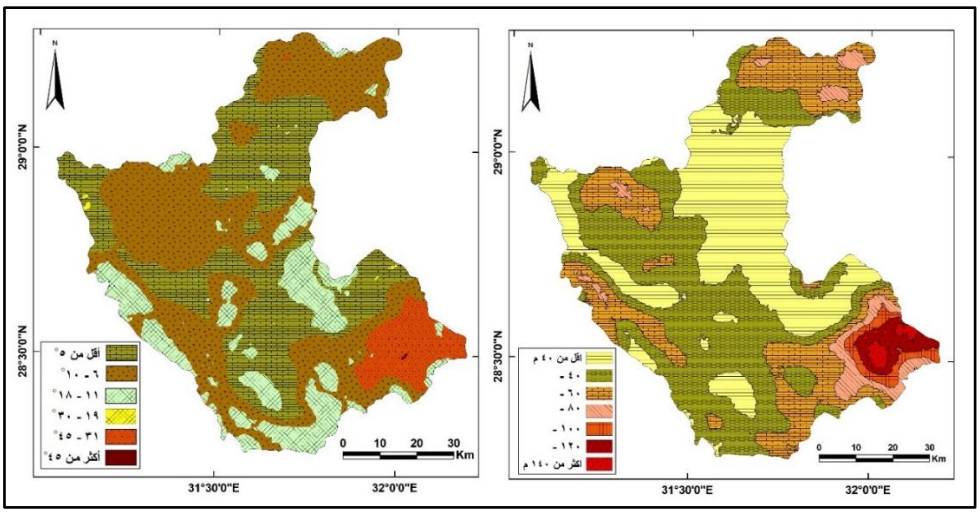
يبلغ معدل انحدارها العام نحو(١/١٢٠م)، كما يبلغ متوسط درجة انحدارها نحو ٠.٥١°، تختلف درجة الانحدار من جزءٍ إلى آخر داخل منطقة الدراسة، ويرجع ذلك لتباين الخصائص الليثولوجية للصخور، بالإضافة لتأثير الواضح للحركات التكتونية في تشكيل بعض الظاهرات وبخاصة الحواف الجبلية.

تعد المنطقة حسب تصنيف ينج (Young. A, ١٩٧٢, p.١٧٣) ضمن فئة الأراضي المستوية، مما يعطي نتيجة مضللة للمنطقة، ولتحديد مدى التباين في الانحدارات وإبراز الاختلافات المحلية بين أجزاء المنطقة ، تم رسم خريطة كوربليث الانحدار خريطة رقم (٣) ، و من دراسة الجدول رقم (٤) يتضح الاتي:

جدول رقم (٤) فئات معدل الانحدار بمنطقة الدراسة

الفئة	أقل من ٥°	١٠° –	١٨° –	٣٠° -	٤٥° -	أكثر من ٤٥°	الجملة
المساحة كم٢	٢٠٤٢,٤٠	٢٦٠٠,٩٠	١٠٠٩,٨٤	٨٨,٥٠	٤١٩,٤٥	٤١,١٢	٦٢٠٢,٢١
النسبة المئوية	٣٢,٩٣	٤١,٩٤	١٦,٢٨	١,٤٣	٦,٧٦	٠,٦٦	١٠٠,٠٠

- احتلت الانحدارات المتوسطة (٦: ١٠°) المرتبة الاولي، حيث غطت حوالي ٢٦٠٠.٩٠ كم٢ بما يعادل ٤١.٩٤٪ من منطقة الدراسة، وظهرت في شمال المنطقة في نطاق تقسيم المياه، وفي نطاق جبل غراب وعلي اقدام منحدرات هضبة الجلالة القبلية، وجاءت الانحدارات المستوية (أقل من ٥°) في المرتبة الثانية حيث بلغت ٢٠٤٢.٤٠ كم٢ نحو ٣٢.٩٣٪ من منطقة الدراسة وغطت اغلب نطاقات المجاري الرئيسية لوادي سنور. مثلت الانحدارات المتوسطة والمستوية حوالي ٧٤.٨٧٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.



خريطة رقم (٣) التضاريس المحلية وكوربليث الانحدار بحوض وادي سنور

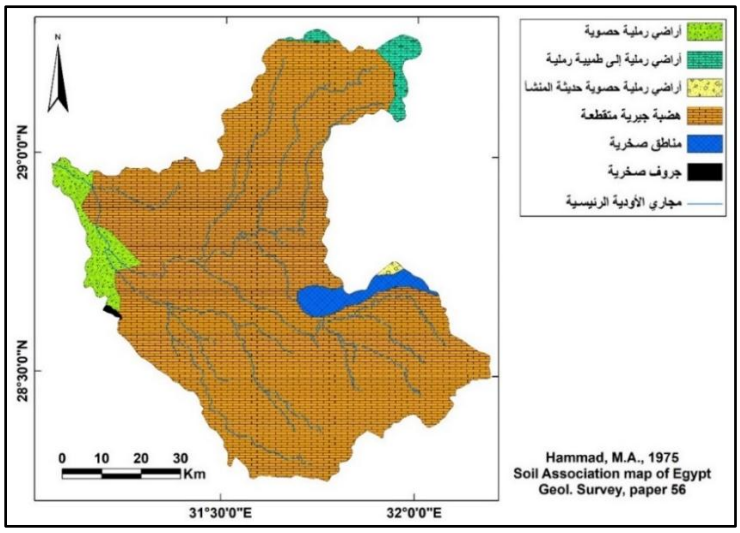
- جاءت الانحدارات فوق المتوسطة (١١: ١٨°) في المرتبة الثالثة بنسبة ١٦.٢٨٪ من المنطقة وغطت نطاق تقسيم المياه الجنوبي لوادي سنور الي جانب بعض البقاع المتناثرة داخل حوض واي سنور.
- اقتصر ظهور الانحدارات الشديدة جدا والراسية على نطاق القمم الجبلية فوق سطح هضبة الجلالة القبلية حيث غطت ٤٦٠.٥٧ كم^{٢} بما يعادل ٧.٤٢٪ من المساحة الكلية لحوض وادي سنور.

جـ -التربة والغطاء النباتي

توضح الخريطة رقم (٤) أنواع الأراضي بمنطقة الدراسة كما يلي:

- **الاراضي الرملية الحصوية:** تقع في قمة المراوح الفيضية، وتتكون من نواتج عمليات تعرية التربة المائية في المناطق خفيفة الانحدار، تحتوي على رقائق جيرية وجبسيه أحيانا، تتسم بالنفاذية العالية للمياه، وتمثل تربة ***Typic Haplocalcids, Typic Calcigypsids*** التربة الرئيسية، وتغطي حوالي ٢٤٩.١٥كم^{٢} حوالي ٤.٠٢ ٪ من منطقة الدراسة، وتظهر في القطاع الأدنى على كلا جانبي المجري الرئيسي لوادي سنور.
- **الأراضي الرملية الي طمية رملية:** تربة حديثة النشأة توجد فوق الاسطح الصخرية، تتسم بالنفاذية العالية ومن أنواعها؛ Typic ***Haplocalcids, Lithic Torriorthents*** ، وتظهر في أقصى شمال منطقة الدراسة في نطاق خط تقسيم المياه علي اقدام منحدرات هضبة الجلالة البحرية، وتشكل الأراضي الرملية/ طمية الرملية حوالي ١٢٤.٩٠كم^{٢} بما يعادل ٢.٠١٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

- **الأراضي الرملية الحصوية حديثة النشأة:** ترتكز فوق صخور الأساس، وهي قليلة السمك نظـرا لحداثـة نشأتها، تتكون في محملها من خليط من نواتج عمليات التجوية وتتجمع على الاسطح هينة الانحدار، وتتسم بعدم التجانس والتماسك والنفاذية العالية، تمثل تربة ***Typic Torripsamments*** التربة الرئيسـية، وتغطـي نحو ١٢.٤٩ كم٢ ما يعادل ٠.٢٠٪ من منطقة الدراسة، ويقتصر ظهورها في نطاق المنابع العليـا فـوق سطح هضبة الجلالة القبلية.



خريطة رقم (٤) أنواع الأراضي بمنطقة الدراسة تربة

- **الهضبة الجيرية المقطعة:** تمثلها التكوينات الإيوسينية وتبدو مقطعة وعرة، حيث يكتنفها العديد من المجـاري الغائرة والعديد من حفر الاذابة؛ بسبب نشاط التعرية المائية وعمليات التجوية في توسيع الشـقوق والفواصـل والصدوع، وتغطي اغلب منطقة الدراسة حوالي ٥٦٥٤.٤٨كم٢ أي ٩١.١٧٪ ويرتبط معدل استجابة الصخور الجيرية لعمليات التعرية لعدة عوامل منها؛ ليثولوجية الصخر وانحدار السطح والغطاء النباتي.
- **المناطق الصخرية:** تظهر على اقدام المنحدرات الجنوبية لوادي سنور في قطاعة الاوسط، وتتسم بالوعورة وقلة النفاذية للمياه وانحدار السطح الشديد، وتغطي المناطق الصخرية مساحة محدودة من المنطقة حوالي ٧.٦٧ كم^{٢} نحو ٠.١٢ ٪ من المنطقة.
- **الجروف الصخرية:** تظهر في نطاق تقسيم المياه بين روافد وادي سنور والروافد الجنوبية لوادي عربة مشـكلة حافة ثانوية فوق السطح الهضبي، وهي منحدرات عارية من الرواسب والمفتتات، وتغطي ١٥٣.٥٢ كم^{٢} حوالي

٢.٤٨ ٪ من منطقة الدراسة.

الغطاء النباتي:

يسهم في الحد من فعل التعرية المائية والريحية من حيث نحت وانجراف التربة ، ونظرا لطبيعة منطقة الدراسة الصحراوية وندرة الامطار؛ فقد انعكس ذلك علي ندرة او انعدام الغطاء النباتي في معظم حوض وادي سنور ، واقتصر ظهور النباتات المحدود علي بعض النباتات الحولية المرتبطة بالتساقط وتتركز في بطون الاودية ومصباتها ؛ حيث ترتفع نسبة الرطوبة وقرب المياه الباطنية، مما يشير لزيادة تأثير التعرية المائية عقب الجريان السيلي؛ حيث يتم اكتساح الطبقة السطحية المفككة وحرمان التربة من الرواسب الناعمة التي تعمل علي تماسكها؛ مما يعطي الفرصة للرياح للقيام بدورها في نحت ونقل الرواسب وترك السطح عاري وبخاصة علي المنحدرات والمناطق الصخرية.

د- المناخ

تشكل الخصائص المناخية العامل الرئيسي في تكوين التربة، حيث تختلف خصائص التربة باختلاف الظروف المناخية، وتعد درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والامطار والرياح أهم العناصر المناخية التي تؤثر على عملية تكوين التربة او انجرافها وبخاصة في المناطق الصحراوية، إلى جانب ذلك تؤثر التغيرات الفصلية واليومية لدرجة الحرارة على مدى فاعلية عمليات التجوية على صخور الاساس من حيث التجوية وتفتيت الصخور. كذلك يؤثر المناخ على كثافة الغطاء النباتي بالمنطقة، وتم الاعتماد على ثلاث محطات مناخية (السويس، بني سويف، المنيا) لتغطية منطقة الدراسة وفيما يلي دراسة هذه العناصر كالاتي:

جدول رقم (٥) الخصائص المناخية بمنطقة الدراسة

اسم المحطة			العناصر المناخية	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
تيستوس	الموقع		متوسط درجة الحرارة	١٤,٧	١٦	١٨	٢٢	٢٥	٢٧,٩	٢٨,٩	٢٨,٩	٢٧	٢٤,٢	٢٠,٤	١٥,٨	٢٢,٤٠
	دائرة عرض	°٢٩ ′٥٢	الرطوبة النسبية ٪	٥٥	٥٣	٤٦	٤٢	٤٤	٤٤	٥٠	٥٤	٥٥	٥٥	٥٦	٥٥	٥٠,٧٥
	خط طول	°٣٢ ′٢٨	الامطار ملم	٥	٠,٣	٢,٦	٠,٦	٢,٦	٠	٠	٠	٠	٦,٢	١	١,٣	١,٦٣
	الارتفاع	٢,٤٨ م	سرعة الرياح عقدة / ساعة	٨	٧,٥	٨	٩,٣	٩,٧	٩,٥	٩	٨,٥	٨,٤	٩,٥	٧	٦,٢	٨,٣٨
بلانهايم	الموقع		متوسط درجة الحرارة	١٢,٢	١٤,٥	١٧,٦	٢٢	٢٥,٨	٢٨,٧	٢٩,١	٢٨,٩	٢٧,٤	٢٣,٦	١٨,٦	١٣,٧	٢١,٨٤
	دائرة عرض	°٢٩ ′١٢	الرطوبة النسبية ٪	٥٦	٤٨	٤١	٣٦	٣٥	٣٦	٤٣	٤٧	٤٧	٤٩	٥٧	٥٧	٤٦,٠٠
	خط طول	°٣١ ′٠١	الامطار ملم	٢	١,٤	١,٢	٠,٦	١	٠	٠	٠	٠	٠,٧	٠,٩	٤	٠,٩٨
	الارتفاع	٣٢م	سرعة الرياح عقدة / ساعة	٤,١	٣,٤	٣	٦,٧	٤,٣	٦,٤	٥,٥	٣,٨	٦,١	٥	٤,٥	٦,١	٤,٩١
الفشقا	الموقع		متوسط درجة الحرارة	١١,٨	١٣,٤	١٦,٧	٢١,٤	٢٥,٧	٢٨	٢٨,٥	٢٨,٢	٢٥,٨	٢٣,١	١٨,٢	١٣,٤	٢١,١٨
	دائرة عرض	°٢٨ ′٠٥	الرطوبة النسبية ٪	٥٨	٥٣	٤٨	٤٠	٣٥	٣٩	٤٥	٥١	٥٤	٥٤	٦٠	٦٢	٤٩,٩٢
	خط طول	°٣٠ ′٤٤	الامطار ملم	٠,٥	١,٥	٠,٣	٠,٣	٠,٤	٠,٠٠١	٠	٠,٠٠١	٠,٠٠١	٠,٤	٠,١	٠,٥	٠,٣٣
	الارتفاع	٣٩ م	سرعة الرياح عقدة / ساعة	٥	٥,٥	٦,٣	٨	٨,٥	٩	٧	٦,١	٧,١	٦,٣	٥,٩	٤,٥	٦,٦٠

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإحصاءات المناخية، القاهرة، في الفترة الممتدة من عام ١٩٨٠ إلى عام ٢٠١٥.

تم الاعتماد على قيم هذه المحطات في رسم خطوط تساوي للعناصر المناخية بحوض وادي سنور، وقد أمكن استخلاص النتائج التالية:

- **درجة الحرارة:**

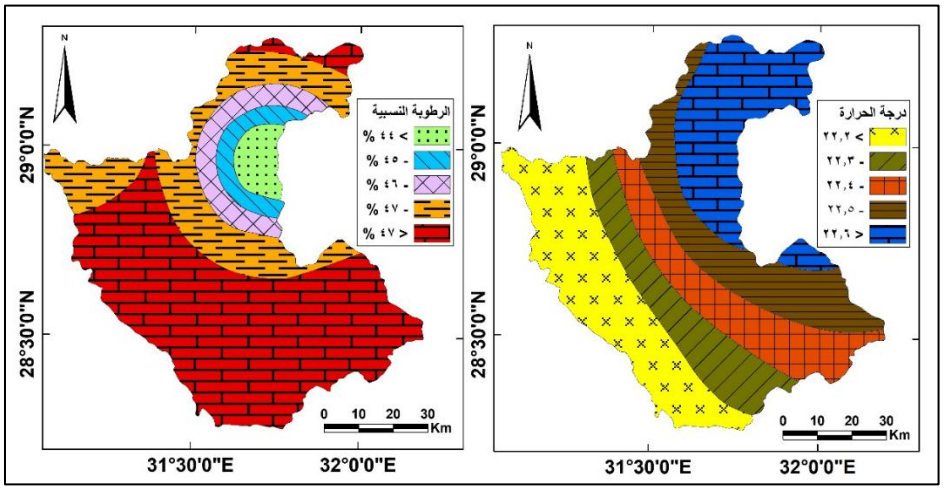
تتباين معدلات درجات الحرارة داخل مختلف اجزاء الحوض خريطة رقم (٥)، حيث سجلت منطقة المصب اقل معدل سنوي للحرارة ٢١.٦١م° في حين بلغ معدل الحرارة أقصاه في الأجزاء الشمالية الشرقية من الحوض ٢٢.٤٠م°، مما يشير لزيادة عمليات التجوية واتساع الفواصل والشقوق بفعل التمدد والانكماش، وبالتالي نفاذ الرطوبة من خلال الفواصل والشقوق وزيادة تحلل الصخور الجيرية.

مثلت درجة الحرارة ٢٢.٢٠م° أكثر المعدلات تمثيلا في الحوض حيث غطت حوالي ١٦٦٥.٥٤كم٢ من المساحة الكلية لحوض وادي سنور، يليه معدل درجة حرارة ٢٢.٦٠م° بمساحة ١٣٨٧.٩٧ كم٢؛ ان انهما يغطيا نحو ٤٩.٢٣٪ من مساحة الحوض ويمثلا قيم متوسطة لمعدلات الحرارة بمنطقة الدراسة. وبصفة عامة يؤدى ارتفاع معدلات الحرارة لزيادة التبخر؛ مما يقلل من رطوبة الرمال وتركها مفككة عرضة لفعل الرياح، بالإضافة لصعود المياه الباطنية.

- **الرطوبة النسبية:**

بلغت الرطوبة أقصى معدل لها في جنوب وجنوب غرب المنطقة؛ حيث غطي معدل الرطوبة أكثر من ٤٧٪ حوالي ٣٦٩٣.٢٥ كم٢ بما يعادل نحو ٦٠.٥٢٪ من مساحة الحوض؛ ويرجع ذلك لتأثير المسطح المائي لنهر النيل على منطقة الدراسة، يليه معدل الرطوبة (٤٦: ٤٧٪) حيث تغطي النطاق الأوسط للحوض بنسبة ٢٣.١٧٪ بما يعادل ١٤١٣.٥٩كم٢، بينما تنخفض معدلات الرطوبة النسبية بالاتجاه نحو الشمال الشرقي لتبلغ اقل من ٤٤٪، مما يشير بشكل عام لتناقص الرطوبة النسبية بالاتجاه نحو الشمال الشرقي.

تبين ارتفاع معدل الرطوبة النسبية لمنطقة الدراسة في فصل الشتاء، حيث بلغت حوالي ٦١.٥٤ ٪، يليه فصل الخريف ٤٨.٨٧ ٪، ثم فصلي الربيع والصيف، فبلغا على الترتيب ٤٣.٩٦ ٪، ٣٧.٨٤ ٪.



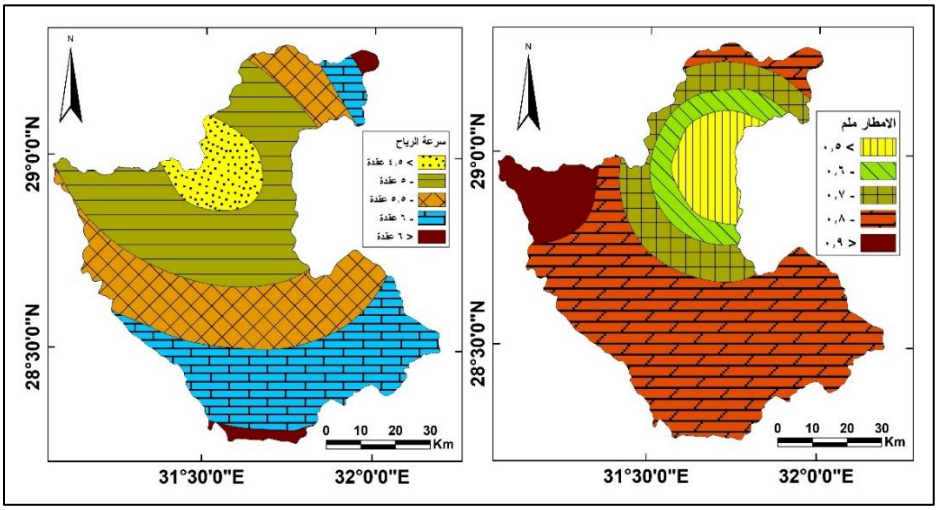
خريطة رقم (٥) خطوط التساوي لمعدلات الحرارة والرطوبة النسبية بحوض وادي سنور

- **الامطار:**

تنخفض كميات الامطار على منطقة الدراسة حيث لم يتعدى المعدل العام للمنطقة ١١.٨مم، تتركز أكبر كميات الامطار في المنابع العليا لوادي سنور في هضبة الجلالة البحرية، تتناقص كميات الأمطار الساقطة بالمنطقة بالاتجاه نحو الجنوب الغربي خريطة رقم (٦)، يلاحظ ارتفاع اجمالي الامطار السنوية على محطة السويس ١٩.٦ملم، يليه محطة بني سويف ١١.٨ملم، في حين انخفضت بدرجة كبيرة على محطة المنيا ٤ملم، ويرجع انخفاض كميات المطر بمنطقة الدراسة لقلة وصول منخفضات البحر المتوسط المحملة ببخار المياه.

سجل متوسط التساقط في فصل الشتاء أكبر كميات سقطت بمنطقة الدراسة ١.٨٣ مم، يليه فصل الربيع فبلغ ١.٠٧مم، يليه فصل الخريف ١.٠٣ مم، وتندر الامطار في فصل الصيف؛ ويرجع سبب ارتفاع متوسط التساقط بمنطقة الدراسة في فصل الشتاء لارتفاع كميات الامطار الساقطة على محطة السويس، وترجع الامطار في فصل الخريف للعواصف الانقلابية وأهم ما يميزها غزارة أمطارها وقصر مدتها **(صالح، ١٩٩٩، ص ١٣)**.

على الرغم من قلة سقوط الأمطار بصفة عامة على حوض وادي سنور إلا أن المنطقة تتعرض لعدد من الرخات الفجائية [٥] لها تأثير واضح على تشكيل سطح الأرض؛ من حيث الجريان السيلي وتعرية التربة وتجريدها من غطاء المفتتات، كما أن لها تأثير غير مباشر وهو نشاط عمليات التجوية مما يهيئ البيئة المناسبة لتقوم المياه بدورها كعامل تعرية.



خريطة رقم (٦) خطوط التساوي لمعدلات المطر وسرعة الرياح بحوض وادي سنور

- **الرياح:**

تساعد سرعة الرياح السطحية علي زيادة معدلات التبخر، مما يؤدي لقلة الرطوبة بين حبيبات التربة وتفككها ويزيد من تأثير التعرية الريحية على الطبقة السطحية للتربة، بدراسة جدول رقم (٥) تباينت معدلات سرعة الرياح بالعقدة [٦] بين محطات منطقة الدراسة؛ حيث جاءت محطة السويس في المرتبة الاولي بمعدل عام (٨.٣٨ عقدة/ ساعة)، يليه محطة المنيا (٦.٦ عقدة/ ساعة)، في حين لم يتعدل معدل سرعة الرياح في بني سويف عن (٤.٩١ عقدة/ ساعة).

[٥] **محطة بني سويف ٢٠ مم ١٩٧٢/١١/٢٤، محطة السويس ٤٩.٦ مم ١٩٦٥/١٠/٦، محطة المنيا ١١.٥مم ١٩٧٩/٢/٢١ (الهيئة العامة للأرصاد الجوية، استمارة رقم ١٧١ ح)**

[٦] **العقدة = ١.٨٥ كم /ساعة**

سجل معدل سرعة الرياح بمحطة السويس في شهر ديسمبر اقل معدل لسرعة الرياح (٦.٢ عقدة) بينما سجل شهر مايو اعلي معدل (٩.٧عقدة)، وتراوح معدل سرعة الرياح بمحطة بني سويف بين (٣: ٦.٧ عقدة)، وجاء شهر مارس أقل سرعة في حين شكل شهر مايو أعلى سرعة. بلغ معدل سرعة الرياح في محطة المنيا اقصاه في شهر مايو (٨.٥ عقدة) وسجلت أدني سرعة في شهر ديسمبر (٤.٥ عقدة).

بدراسة خطوط التساوي لسرعة الرياح خريطة رقم (٦) اتضح تزايد سرعة الرياح بشكل مطرد بالاتجاه نحو الجنوب الشرقي؛ ويرجع ذلك لتأثير العواصف على سرعة الرياح خلال فصل الربيع الواضح على محطتي السويس والمنيا.

و- الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي سنور

تم دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي سنور واحواضه الثانوية كما يوضح الجدول رقم (٦) ويمكن استخلاص عدد من النتائج:

- يتسم حوض وادي سنور بالمساحة الحوضية الكبيرة حيث بلغ نحو ٦٢٠٢.٢١ كم^{٢}؛ مما يشير لعظم كميات المياه التي يستقبلها الحوض وبالتالي زيادة كميات التصريف المائي وزيادة قدرته على النحت وجرف التربة، بلغ المتوسط العام للأحواض الثانوية ١٠٣٣.٧كم^{٢}؛ حيث تراوحت القيم بين ١٧٥٦.٥١كم^{٢} لحوض وادي مواثيل، وبين ٣٣٦.٧٢كم^{٢} لحوض وادي ارحب.
- يميل حوض وادي سنور للاستطالة حيث بلغ (٠.٤١) مما يشير لانتظام التصريف المائي في توزيعه الزمني وحدوث قمتين تصريف اثناء الجريان السيلي؛ الاولي في المنابع العليا عقب التساقط والثانية عند المصب مما يزيد من فعل التعرية المائية وزيادة انجراف التربة على طول محاور المجاري الرئيسية، وبصورة عامة تميل الاحواض الثانوية للاستطالة حيث تراوحت بين (٠.٤٢) لحوض وادي أرحب وبين (٠.٢٦) لحوضي واديي أبو رمث ومليليج.
- بلغ الرقم الجيومتري لحوض وادي سنور ٤٨٠.٠٤ مما يشير لتقدم الحوض في دورته الجيومورفولوجية وتخفيض سطح الحوض بفعل شبكات التصريف، وتراوح الرقم الجيومتري بين ٣٤٨.٤٢ لحوض وادي مليليح وبين ١٠٤.١٤ لحوض وادي أرحب.

- بلغ مجموع اعداد المجاري ٣١٧٥٢ لحوض وادي سنور ورتبة المجري الرئيسي الرتبة الثامنة مما يشير لزيادة كميات الجريان السيلي (**أبو راضي، ١٩٩١، ص ٣٣٦**)، وقد تباينت الرتب للأحواض الثانوية بين السابعة لأحواض (المعزة، مواثيل، أبو رمث) والرتبة الخامسة لحوض وادي أرحب.
- بلغ متوسط معدل التشعب لمنطقة الدراسة (٥.٠٤) ويعكس ذلك إمكانية حدوث الجريان السيلي مع إعطاء سريان سطحي سريع وبالتالي زيادة قدرة التعرية المائية علي نحت وانجراف التربة، وبلغ معدل التشعب أقصاه في حوض وادي مواثيل، في سجل معدل التشعب ادني قيم في حوض وادي مليليح ٤.٦٠ مما يشير لسرعة تكون الجريان السيلي وانجراف التربة.
- يقع حوض سنور ضمن الاحواض ذات النسيج الناعم ٦٥.٦٢ مجري/ كم حسب تصنيف موريساوا (**Morisawa, ١٩٨٥, p.١٥٠**) مما يوضح تقطع سطح الحوض بفعل مجاريه وزيادة التعرية الجدولية وبالتالي انجراف التربة السطحية، وبدراسة النسيج الحوضي للأحواض الثانوية اتضح وقوعها ضمن فئة الاحواض ذات النسيج الناعم، ماعدا حوض وادي أرحب (نسيج متوسط)؛ ولعل ذلك يرجع لصغر المساحة الحوضية وزيادة التضاريس في منابعه العليا.
- بدراسة الخصائص الهيدرولوجية لحوض سنور بلغ زمن التركيز للحوض نحو ١١.٣٨ساعة، وقد تباين زمن التركيز على مستوي الاحواض الثانوية؛ حيث بلغ ١٥.٤٣ ساعة في حوض مواثيل في حين بلغ ٧.١٤ ساعة في حوض أرحب، ولعل ارتفاع زمن التركيز يرجع للطول الحوض الواضح لهذه الأحواض.
- بلغ مجموع كميات التصريف المتوقعة لحوض سنور ١٨٦.٧٩ مليون م٣، واحتل حوض مواثيل المرتبة الاولي ٥٢.٩٠ مليون م٣ في حين جاء حوض مليليح في المرتبة الأخيرة ٢٦.٠٧ مليون م٣، وتعد كميات المياه مؤشر واضح لقدرة الجريان السيلي على نحت وجرف التربة واكتساح الرواسب والمفتتات.

جدول رقم (٦) بعض الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض الثانوية لوادي سنور

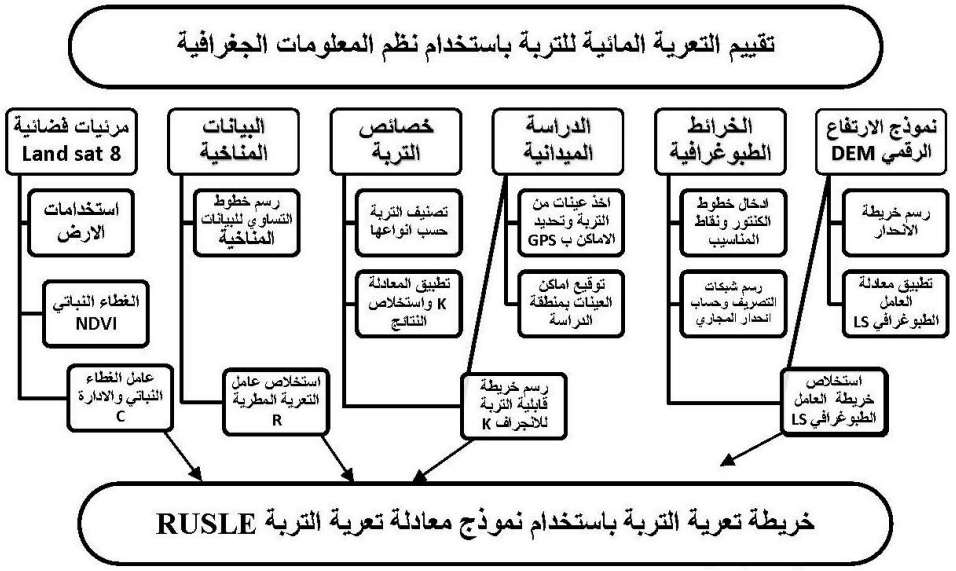
	الحوض	الاحواض الثانوية لوادي سنور						حوض وادي سنور
		المعزة	مواثيل	المجري الرئيسي	أرحب	أبو رمث	مليليج	
الخصائص الشكلية	المساحة كم٢	١٤٦٠,٣٣	١٧٥٦,٥١	٥٣٠,٨٧	٣٣٦,٧٣	١٣٧٨,٣٩	٧٣٩,٣٨	٦٢٠٢,٢١
	المحيط كم	٢٢٨,٠٢	٢١٩,٨٥	١٥٨,٢٨	٨٩,٩٨	٢٤٤,٢٣	١٧٩,٩٤	٤٨٣,٨٥
	الطول الحوضي كم	٧١,٢٥	٨٢,٥٥	٤٧,٣٠	٢٧,٦٥	٩١,٣٥	٦٦,٧٥	١٢٣,٥٠
	العرض كم	٢٠,٩٥	٢٦,٣٦	١٢,١٥	١٦,٢٢	٢٥,١٤	١٣,٥٠	٥٤,٢٥
	الاستطالة	٠,٣٤	٠,٣٢	٠,٣١	٠,٤٢	٠,٢٦	٠,٢٦	٠,٤١
	الاستدارة	٠,٣٥	٠,٤٦	٠,٢٧	٠,٥٢	٠,٢٩	٠,٢٩	٠,٣٣
	معامل الشكل	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٢٤	٠,٤٤	٠,١٧	٠,١٧	٠,٤١
	معامل الانبعاج	٠,٨٧	٠,٩٧	١,٠٥	٠,٥٧	١,٥١	١,٥١	٠,٦١
	معامل الاندماج	٢,٨٣	٢,١٩	٣,٧٦	١,٩١	٣,٤٥	٣,٤٩	٣,٠١
	التعرج النسبي للمحيط	٣٥,٦٠	٢٧,٥٢	٤٧,١٩	٢٤,٠٤	٤٣,٢٧	٤٣,٧٩	٣٧,٧٥
الخصائص التضاريسية	طول المجري الرئيسي كم	١١٣,٢٥	١١٠,٧١	٦٥,٠٠	٣٨,٢٥	١٢١,٧٢	٩٠,٦٥	٦٣٣٢,٢٣
	الفارق الراسي م	٩١١	٤٩٥	٢٠٠	٢٣٣	٥٥١	٤٤٦	١٠٨١
	معدل الانحدار م/١٠٠٠	٨,٠٤	٤,٤٧	٣,٠٨	٦,٠٩	٤,٥٣	٤,٩٢	٦,٦٦
	معدل التضرس	٠,٠١٣	٠,٠٠٦	٠,٠٠٤	٠,٠٠٨	٠,٠٠٦	٠,٠٠٧	٠,٠٠٩
	قيمة الوعورة	٣,٦٠	١,٨١	٠,٧٦	٠,٨٨	١,٩٠	٢,٣٣	٤,٢٠
	الرقم الجيومتري	٢٨١,٦٦	٣٠٢,٤١	١٧٩,٧٠	١٠٤,١٤	٣١٥,١٦	٣٤٨,٤٢	٤٨٠,٠٤
الكثافة التصريفية	مج اطوال المجاري كم	٥٧٧٢,٩٤	٦٤٣٤,٨٠	٢٠١٦,٨٤	١٢٦٨,٢٢	٤٧٥٥,٤٤	٣٨٥٩,٣٧	٢٤١٠٧,٦١
	اعداد المجاري	٧٣٧٨	٩٨٤٠	٢٧٩٠	١٨١٦	٥٥٠٤	٤٤٢٤	٣١٧٥٢
	رتب	٧	٧	٨	٥	٧	٦	٨
	معدل التشعب	٤,٦٧	٦,١٤	٤,٦١	٥,٣٣	٤,٨٧	٤,٦٠	٥,٠٤
	كثافة التصريف	٣,٩٥	٣,٦٦	٣,٨٠	٣,٧٧	٣,٤٥	٥,٢٢	٣,٨٩
	تكرار المجاري	٥,٠٥	٥,٦٠	٥,٢٦	٥,٣٩	٣,٩٩	٥,٩٨	٥,١٢
	النسيج الحوضي	٣٢,٣٦	٤٤,٧٦	١٧,٦٣	٢٠,١٨	٢٢,٥٤	٢٤,٥٩	٦٥,٦٢
الخصائص الهيدرولوجية	كمية التصريف مم Q	٢٠,٢٦	١٨,٧٢	١١,٤١	١٧,٢٨	٢٠,٢٦	٢١,٩٢	١٨,٧٢
	التصريف الأقصى م ٣/ثانية Qmax	٦٢٨١,٧٧	٤٤٣٨,٢٧	١٠٢٧,٠٢	١٦٩٧,٦٩	٣٢٠١,٢٣	٢٧٣٥,٣٣	٢١٢٤٨,٧٥
	زمن التركيز بالساعة Tc	٩,٨١	١٥,٤٣	١٢,٢٩	٧,١٤	١٨,١٧	١٢,٣٤	١١,٣٨
	مجموع حجم التصريف المتوقع مليون م ٣ Qv	٤٧,٦٠	٥٢,٩٠	٩,٧٥	٩,٣٦	٤٤,٩٣	٢٦,٠٧	١٨٦,٧٩

- تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام برنامج Arc GIS 10.3 في استخلاص شبكات التصريف واجراء القياسات المورفومترية.
- استخدم نموذج حماية التربة الامريكية SCS لحساب الخصائص الهيدرولوجية.

ثالثا: نتائج تطبيق نموذج التعرية المائية للتربة

يبرز نموذج المعادلة العالمية **RUSLE** لتعرية التربة دور التعرية المائية في نحت وجرف التربة، وتم حساب معدلات تعرية التربة بالاعتماد على عدد من المتغيرات باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية **Arc GIS V.١٠.٣**؛ حيث تم تحليل البيانات وتحويلها لطبقات من المعلومات **Raster** ليسهل التعامل معها واستخلاص النتائج ورسم خريطة تعرية التربة.

يوضح شكل رقم (٢) خطوات تحليل البيانات واستخلاص نتائج المتغيرات ضمن نموذج المعادلة العالمية **RUSLE** للوصول للمعدلات السنوية لتعرية التربة.

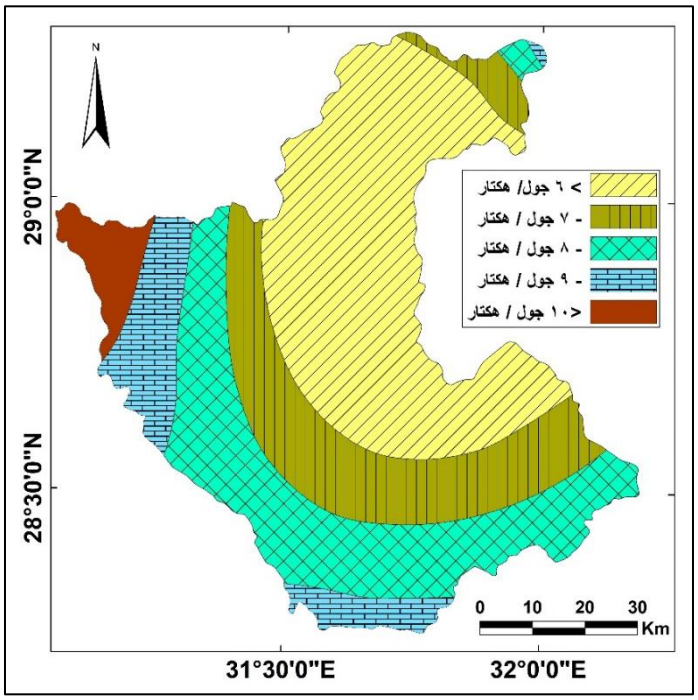


- **عامل التعرية المطرية (R) (جول / هكتار)**

يدرس هذا العامل الطاقة الحركية الناتجة عن التصادم المباشر لقطرات المطر مع حبيبات التربة ودورها في التآكل وتفكيك التربة وانجراف الطبقة السطحية للتربة، ويقدر (جول/هكتار)، ويعتمد في حسابة على كميات تساقط الأمطار؛ من حيث شدة التساقط والكميات خلال العام، ويتم احتسابها على النحو المذكور سابقًا من المعادلات حسابياً؛ من خلال تطبيق معادلة فيوريه تم استخلاص خريطة قيمة R خريطة رقم (٧) ويمكن استنتاج التالي:

- اتسمت قيم عامل التعرية المطرية (R) بانتظام التوزيع؛ حيث تتزيد بالاتجاه نحو اطراف منطقة الدراسة، مشكلة بؤرة مركزية في وسط منطقة الدراسة؛ وترتفع قيم عامل التعرية المطرية في شمال شرق المنطقة بسبب ارتفاع كميات المياه الساقطة على محطة السويس، ويرجع ذلك لاعتراض الكتل الجبلية اتجاه الرياح المحملة ببخار الماء، حيث تضطر الرياح للارتفاع لتخطيها مما يزيد من فرص التساقط على شمال شرق منطقة الدراسة، في حين يرجع زيادة القيم بالاتجاه نحو الجنوب الغربي حيث السهل الفيضي لنهر النيل وارتفاع كميات الرطوبة النسبية.
- تراوحت قيم (R) بين (٢.١١: ١٠.٨٢ جول/ هكتار) وقد غطت قيم التعرية المطرية (اقل من ٦جول/ هكتار) حوالي ثلث منطقة الدراسة (٣٩.٩٠٪) من منطقة الدراسة، يليه قيم التعرية المطرية (٧: ٨ جول/ هكتار) بنسبة ٢٥.٧٥٪، ثم قيم (٦: ٧ جول/ هكتار) حيث بلغت حوالي ٢١.١٦٪، في حين لم تتعدي

المساحة المغطاة بالقيم المطرية (أكثر من ١٠جول/ هكتار) نحو ٣.٧٥٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتتركز في منطقة المصب الرئيسي لوادي سنور.



خريطة رقم (٧) عامل التعرية المطرية (R) بحوض وادي سنور

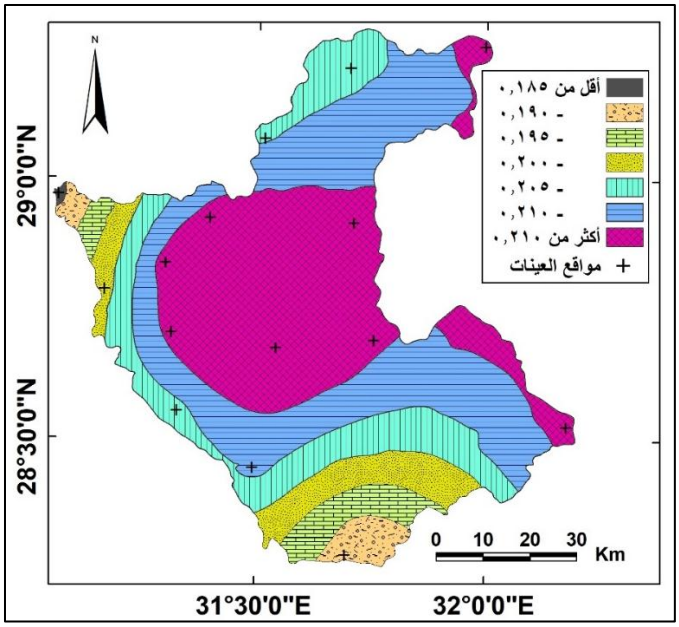
بدراسة قيمة (R) ملحق رقم (١) على مستوي الاحواض الثانوية نجد ان:

- جاء حوض المجري الرئيسي في المرتبة الاولي للقيم القصوى للتعرية المطرية (١٠.٨٢ جول/ هكتار) يليه حوض أرحب (٩.٨٢ جول/ هكتار) في حين جاء حوض وادي مليليح في المرتبة الأخيرة (٦.٩١جول/ هكتار).
- تراوح مدي التعرية المطرية بين (٦.١٧ جول/ هكتار) لحوض وادي أبو رمث وبين (٣.٠٣ جول/ هكتار) لحوض وادي مليليح.
- شكل حوض المجري الرئيسي اعلي متوسط لقيم التعرية المطرية (٨.٥٩ جول/ هكتار) يليه حوض أرحب (٧.٦٨ جول/ هكتار)، في حين سجل حوض أبو رمث ادني متوسط لقيم التعرية المطرية (٤.٥٣جول/ هكتار).

- **عامل قابلية التربة للتعرية Soil Erodibility Factor (K)**

يعتمد عامل قابلية التربة للتعرية على الخصائص الطبيعية للتربة وبخاصة نسيجها، الي جانب نسبة المواد العضوية في التربة حيث يؤدي ارتفاعها لزيادة تماسك التربة والعكس، ولتحقيق ذلك تم اخذ عدد ١٥ عينة واجراء التحليل الميكانيكي والكيميائي لهذه العينات كما يوضح ملحق رقم (٢)، بتطبيق المعادلة المستخدمة لحساب قابلية التربة للتعرية (K) أمكن رسم خريطة لنطاقات التعرية خريطة رقم (٨) ومنها يتضح الاتي:

- ارتفعت قيم قابلية التربة للتعرية (K) في التربة ذات القوام الطمي حيث بلغت أقصاه (٠.٢٣)، في حين سجلت التربة الطينية اقل القيم (٠.١٦) ويرجع ذلك لزيادة الرطوبة الناتجة عن ارتفاع المسامية وبالتالي زيادة التماسك، وسجلت باقي العينات قيم متوسطة للتربة (طيني رملية، طمييية طينية رملية) تراوحت بين (٠.١٩: ٠.٢٢) ويرجع ذلك لارتفاع نسب الرمل بها مما يزيد من احتمالية تسرب المياه الي جانب ارتفاع نسب الطين بها.
- سجلت القيم المرتفعة (K) (اكثر من٠.٢١٠) المرتبة الاولي حيث غطت حوالي ٣٥.٠٨٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتركزت في نطاق التقاء الروافد الرئيسية بحوض وادي سنور بالمجري الرئيسي، حيث الانحدار الواضح للسطح والصخور الجيرية مما يعكس الدور الواضح للجريان السطحي في اكتساح ونحت التربة عقب تجمع المياه في تجاه المجري الرئيسي، كذلك في نطاق المنابع العليا علي منحدرات هضبة الجلالة القبلية والبحرية، حيث ساعد الانحدار الشديد للمنحدرات علي زيادة تأثير التعرية المائية في تجريد المنحدرات من الرواسب والمفتتات.
- جاءت قيم (K) (٠.٢٠٥: ٠.٢١٠) في المرتبة الثانية حيث بلغت نحو ٣٢.٩٨٪ من منطقة الدراسة، وتظهر على هيئة نطاق شبة مستدير يمتد من الشمال الشرقي نحو الجنوب الشرقي مغطي بذلك اغلب سطح الهضبة الجيرية، ويتسم بشدة التقطع بفعل المسيلات المائية.
- غطت القيم اقل من (٠.١٨٥) مساحة محدودة ٠.١٣٪، تقتصر فقط على نطاق المصب حيث توجد المروحة الفيضية للوادي، وقد عملت الأنشطة البشرية علي زيادة تماسك التربة نتيجة اضافة التربة الطينية من وادي النيل لزيادة خصوبتها بغرض استصلاح الأراضي في نطاق المصب.



خريطة رقم (٨) عامل قابلية التربة للتعرية (K) بحوض وادي سنور

من خلال دراسة عامل قابلية التربة للتعرية (K) على مستوي الاحواض الثانوية اتضح الاتي:

- سجل حوض وادي أبو رمث المرتبة الاولي للقيم القصوى لقابلية التربة للتعرية (٠.٢١٨)، وجاءت احواض (مليليج، المعزة، المجري الرئيسي) في المرتبة الثانية (٠.٢١٧) بينما جاء حوض وادي أرحب في المرتبة الأخيرة (٠.٢١٥).
- تباين معدل عامل قابلية التربة للتعرية بين (٠.٠٣٣) لحوض وادي المجري الرئيسي وبين (٠.٠٢١) لحوض وادي أرحب.
- مثل حوض وادي أبو رمث اعلي متوسط لقيم عامل قابلية التربة للتعرية (٠.٢١١) يليه حوضي (مليليح، أرحب) بنسبة (٠.٢٠٨)، بينما سجل حوض مواثيل ادني متوسط لعامل قابلية التربة للتعرية (٠.٢٠٣)

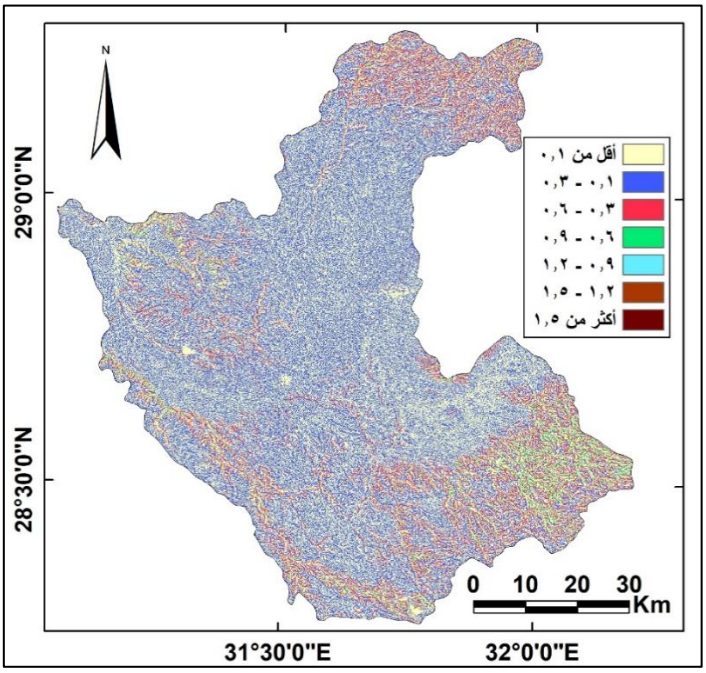
- **عامل طول ودرجة انحدار المنحدر (L. S) (عامل طبوغرافي)**

Factor of Slope Length and Steepness

يعكس عامل طول المنحدر (L) ودرجة الانحدار(S) بصورة أساسية تأثير طبوغرافية السطح على تآكل وانجراف التربة، حيث تؤدي الزيادة في قيمة (L او S) لزيادة في الجريان السطحي فوق المنحدرات وإنتاج معدلات تدفق عالية للرواسب مما يزيد من الاحتكاك والبري بفعل الرواسب، تم حساب عامل التآكل (LS) في

حوض وادي سنور باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي **DEM** حيث تم حساب النسب المئوية لدرجات الانحدار ومعدلات التدفق (**Flow Accumulation**).

من التحليل، لوحظ أن عامل طول ودرجة الانحدار (**L. S**) تراوحت بين (صفر: < ١.٥) خريطة رقم (٩). ارتفعت قيم العامل الطبوغرافي في المنابع العليا لحوضي (مواثيل، المعزة) حيث تجري فوق النطاق الجبلي لمنحدرات هضبة الجلالة القبلية في الجنوب الشرقي، وكذلك في المنابع العليا لحوضي (أبو رمث، مليليح) حيث ينحدرا من منحدرات هضبة الجلالة البحرية في الشمال الشرقي، الي جانب ارتفاع قيم العامل الطبوغرافي على طول المجري الرئيسية بحوض وادي سنور، في حين تنخفض القيم بشكل عام فوق باقي سطح الحوض؛ حيث الصخور الجيرية معتدلة الانحدار.



خريطة رقم (٩) عامل طول ودرجة الانحدار(L.S) بحوض وادي سنور

بدراسة قيم العامل الطبوغرافي ملحق رقم (١) على مستوي الاحواض الثانوية اتضح الاتي:

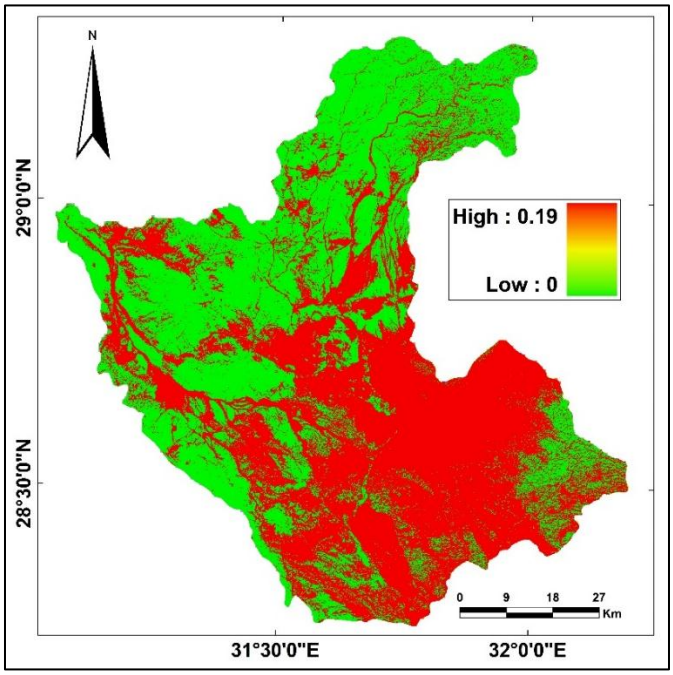
- احتل حوض وادي المعزة المركز الأول من حيث القيم القصوى للعامل الطبوغرافي (٠.٢٧٧)، يليه حوض مواثيل (١.٥٣) بينما جاء حوضي (أبو رمث، مليليح) في المرتبة الأخيرة (١.٠٦٥).

- شكل حوض وادي المعزة اعلي متوسط لقيم العامل الطبوغرافي (٠.١٤٣) يليه حوض أرحب (٠.١١١)، في حين سجل حوض المجري الرئيسي ادني متوسط لقيم العامل الطبوغرافي (٠.٠٩٥) ولعل ذلك يرجع للانحدار الهين في نطاق القطاع الأدنى لحوض وادي سنور.

- **عامل الغطاء النباتي Vegetation factor (C)**

يشكل الغطاء النباتي عامل رئيسي في حماية التربة من التعرية والانجراف، واتسم الغطاء النباتي بالندرة بسبب ظروف الجاف الحالية، حيث اقتصر على بعض النباتات الحولية تنمو في بطون المجاري الرئيسية، بهدف حساب عامل الغطاء النباتي، تم حساب قيم مؤشر الاختلاف النباتي **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)** باستخدام المرئية الفضائية **Land sat** ٨ بتاريخ ٢٠١٨/١٢/٧، حيث تم تحليل المرئية الفضائية باستخدام برنامج **ERDAS Imagen** للحصول علي قيم **NDVI** ثم تطبيق المعادلة الرياضية لحساب قيم عامل الغطاء النباتي (C)

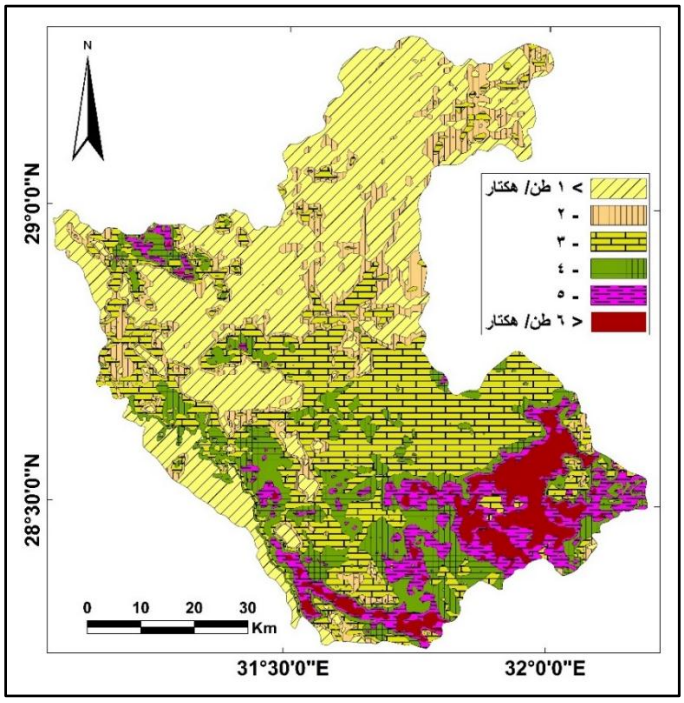
تراوحت قيم (C) بين (٠: ٠.١٩) حيث تشير القيم الصفرية لسطح الهضبة الجيرية، في حين ترتفع القيم مع المجاري الرئيسية لوادي سنور وفي المنابع العليا في نطاق هضبة الجلالة القبلية؛ مما يشير لدور التعرية المائية في نحت وجرف التربة على طول المجاري المائية.



خريطة رقم (١٠) قيم عامل الغطاء النباتي (C) لمنطقة الدراسة

بدراسة متوسط قيم عامل الغطاء النباتي على مستوي الاحواض بمنطقة الدراسة اتضح ان الاحواض الجنوبية التي تتبع من منحدرات هضبة الجلالة القبلية سجلت اعلي متوسط للقيم؛ حيث بلغت في حوض وادي المعزة (٠.١٥٣) يليه حوص مواثيل؛ ولعل ذلك يرجع لارتفاع كثافة الصدوع والفواصل ودرجة انحدار السطح، في حين انخفضت متوسط القيم في الاحواض التي تتبع من الشمال الشرقي.

أمكن انتاج خريطة لمعدلات التعرية المائية باستخدام نموذج **RUSLE** وتم تصنيف مستويات التعرية المائية الي ست مستويات جدول رقم (٧) وتم حساب المساحات التي تغطيها كالآتي:



خريطة رقم (١١) معدلات التعرية المائية للتربة بالاعتماد على نموذج RUSLE

- معدل تعرية طفيف؛ يغطي حوالي ٢٣.١٠ ٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتغطي التعرية الطفيفة اغلب الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية للحوض وتظهر كذلك في نطاق المصب الي جانب نطاق تقسيم المياه الجنوبي.
- معدل تعرية قليل جدا؛ تشغل حوالي ١٢.٠٧ ٪ من المنطقة وتظهر على هيئة نطاقات شريطية تتفق مع المجاري الرئيسية للأودية المنحدرة من الشمال الشرقي.

- معدل تعرية قليل: يأتي في المركز الأول من حيث المساحة حوالي ٢٦.٤٣٪ من المساحة الاجمالية للمنطقة، وتغطي القطاعات الوسطي لواديي (المعزة، مواثيل) كذلك تظهر في المنابع العليا المنحدرة من الحواف الجبلية.
- معدل تعرية متوسط؛ تغطي حوالي ٨.١٧ ٪ من المنطقة وتمتد على طول محور واديي (المعزة، مواثيل) وتظهر حول منحدرات جبل غراب.
- معدل تعرية مرتفع؛ تشغل حوالي ٣.٨٤ ٪ من منطقة الدراسة وتغطي نطاق المرتفعات الجبلية في هضبة الجلالة القبلية، الي جانب قمة جبل غراب.
- معدل تعرية عالية جدا؛ اقتصر ظهورها على القمم الجبلية بهضبة الجلالة القبلية، حيث لم تتعد نسبتها نحو ١.٤٥ ٪ من منطقة الدراسة

جدول رقم (٧) معدلات تعرية التربة بالاعتماد على نموذج RUSLE

رابعا: نتائج تطبيق معادلة

مستوي تعرية التربة طن/هكتار/ سنة	أقل من ١	٢	٣	٤	٥	أكثر من ٦	المجموع
	طفيف	قليل جدا	قليل	متوسط	مرتفع	مرتفع جدا	
كم ٢	٢٠٥٢.٩١	٧٤٨.٥١	١٦٣٩.٠٢	٩٢٦.٧٥	٥٠٦.٥٦	٩٠.١٩	٦٢٠٢.٢١
٪	٣٣.١٠	١٢.٠٧	٢٦.٤٣	٨.١٧	٣.٨٤	١.٤٥	٪١٠٠

التعرية الريحية للتربة (WEQ)

تمثل التعرية الريحية أهم العناصر الفاعلة لتعرية التربة في المناطق الجافة وشبة الجافة. وبخاصة مع ندرة الغطاء النباتي ويزيد تأثير التعرية الريحية بفعل الأنشطة البشرية بمنطقة الدراسة؛ كالتحجير وشق الطرق، حيث تصبح التربة مفككة غير متماسكة تحت التأثير المباشر لفعل الرياح، وفى هذه الحالة يكون الفقد في التربة عن طريق التعرية الريحية أكبر بكثير من النواتج المضافة إليها عن طريق العمليات الجيومورفولوجية المسئولة عن تكوين التربة.

أ- عامل المناخ Eolisivity (C)

تمثل العناصر المناخية (الرياح، الامطار، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، التبخر) وخصائص التربة العوامل المؤثرة في التعرية الريحية للتربة. ويعتمد على المناخ كعامل رئيسي عند تقييم العوامل المؤثرة على التعرية الريحية في المناطق الجافة وشبة الجافة، ويشار للمناخ عموما بعامل الرياح **Wind Factor**، حيث تمثل

الرياح الطاقة الحركية المشكلة لنحت ونقل الطبقة السطحية، الي جانب المساعدة على جفاف التربة من خلال فقد الرطوبة، وتتناسب التعرية الريحية عكسيا مع رطوبة التربة وطرديا مع مكعب سرعة الرياح (Chepil, ١٩٥٠, pp. ٤٠٣-٤١٥).

جدول رقم (٨) التساقط الفعال لثورنتويت والعامل المناخي بمنطقة الدراسة

اسم المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	دليل التساقط الفعال PE	معدل سرعة الرياح م/ ثانية	العامل المناخي C
السويس	٠,٢٥٣٣	٠,١٠٦	٠,١٠٧٧	٠,٠١٨٤	٠,٠٨٥٥	٠	٠	٠	٠	٠,٢٣٠٠	٠,٠٣٤٢	٠,٠٥٤٢	٧,٩٣٩١	٢,٣٣	٧٧,٢
بني سويف	٠,١٠٢٠	٠,٠٦٢١	٠,٠٤٦٣	٠,٠١٨٤	٠,٠٢٨٩	٠	٠	٠	٠	٠,٠٢٠٨	٠,٠٣٢٤	٠,٠٢٠٦٢	٥,١٧٠٤	١,٣٦	٣٦,٦
المنيا	٠,٠٧٠٤	٠,٠٧٠٢	٠,٠١٠٣	٠,٠٠٨٧	٠,٠١٠٥	٠	٠	٠	٠	٠,٠١١٣	٠,٠٠٢٩	٠,٠٢٠٧	٢,٠٤٩٦	١,٨٣	٢٨٣,١

بتطبيق معادلة التساقط الفعال والعامل المناخي جدول رقم (٨) بلغ متوسط قيم المنطقة حوالي ١٣٢.٣ مما يشير لوقوع المنطقة ضمن معدلات التعرية الريحية المرتفعة حسب تقسيم درجات التعرية (Chepil, et al, ١٩٦٢, p.١٦٤)، أمكن تميز أربع نطاقات لدرجات التعرية تتزايد بالاتجاه نحو الجنوب الشرقي خريطة رقم (١٢) كالاتي:

- **اقل من ٧٠ (تعرية متوسطة)** اقتصر على نطاق المروحة الفيضية للوادي، حيث غطت ١٨.٩٨كم٢ بما يعادل ٠.٣١٪ من منطقة الدراسة ولعل ذلك يرجع لعمليات استصلاح الأراضي.
- **٧١: ١٥٠ (تعرية مرتفعة)** تغطي الأجزاء الشمالية للحوض حيث تشغل ١٣٨٠.٨٧كم٢ نحو ٢٢.٢٦ ٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتتسم بوجود الصخور الجيرية العارية من الغطاء النباتي.
- **١٥١: ٢٢٠ (تعرية مرتفعة نسبيا)** تلي النطاق السابق وتغطي حوالي نصف منطقة الدراسة ٣٢٩٧.٩٨كم٢ حوالي ٥٣.١٧٪ ويمتد هذا النطاق مع المجاري الرئيسية لوادي سنور؛ حيث تعمل المجاري المائية على تجريد الطبقة السطحية من الرواسب والمفتتات مما يزيد من قدرة الرياح على الاكتساح ونحت التربة.
- **أكثر من ٢٢٠ (تعرية مرتفعة جدا)** تغطي المنابع العليا للأودية المنحدرة من هضبة الجلالة القبلية وتشغل حوالي ١٥٠٤.٣٨كم أي ٢٤.٢٦٪ من اجمالي مساحة منطقة الدراسة.

ب- مؤشر قابلية التربة للتعرية الريحية (I) Soil Erodibility

- **الخصائص الطبيعية والكيميائية لعامل التربة**

تمثل خصائص التربة عنصر مقاومة للتعرية الريحية؛ حيث تعمل هذه الخصائص على مقاومة تأثير فعل الرياح

باختزالها سرعها وتقليل طاقتها الحركية، وتعتمد التربة في مقاومة فعل الرياح على بعض الخواص (النسيج، خشونة السطح، الطبوغرافية، رطوبة التربة)، يؤثر المكون الحجمي لنسيج التربة على مدي فاعلية عمليات التعرية الريحية؛ حيث يقل التأثير كلما زاد حجم الرواسب والمفتتات عن ا ملم (رمل خشن)، في حين يزداد تأثيرها على نسيج التربة المكون من حبيبات (رمل متوسط وناعم) (١: ٠.١٢٥ ملم)، من خلال التحليل الكيميائي والميكانيكي لعينات التربة ملحق رقم (٢) تتباين الخصائص الحجمية للتربة المكونة لنسيجها بمنطقة الدراسة، كذلك ارتفعت المركبات الكلسية، مما يؤدي لتصلب الطبقة السطحية للتربة، وترتب على ذلك قلة المحتوي من المادة العضوية بالتربة، الي جانب إعاقة نمو جذور النباتات مما انعكس على ندرة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة، واقتصر على بعض النباتات الحولية في بطون الأودية بمنطقة الدراسة.

يؤدي تكون القشرة الكلسية علي زيادة قدرة الجريان السيلي علي نحت وانجراف التربة؛ حيث تكون التربة مفككة أسفل هذه القشرة، اذ يقل تركيز الاملاح وتنفصل الصخور الطينية عن باقي مكونات التربة والتي تتسم بالضعف امام التعرية المائية، وفيما يلي توضيح لهذه العناصر.

- **قوام التربة (النسيج):** تم توقيع نتائج التحليل الميكانيكي للتربة على مثلث النسيج **Triangle Texture Diagram** بهدف تحديد نسيج التربة الناتج عن تداخل حبيبات (الرمل، الغرين، الطين) اتضح وجود أربع أنواع لنسيج التربة هي كالاتي (طميية طينية رملية، طينية رملية، طميية، طينية) حيث بلغت نسبها على الترتيب (٤٦.٦٦٪، ٢٠٪، ٢٠٪، ١٣.٣٤٪) من العدد الكلي للعينات.
- **المادة العضوية:** تعمل كمادة لاحمة لحبيبات التربة تزيد تماسكها ومقاومتها لعوامل التعرية، انخفضت نسبة المادة العضوية في جميع العينات دون ٢٪ وتراوحت بين (١.٩٨٪، ٠.٣٩٪) وانخفضت نسبة المادة العضوية دون ١٪ في ثلثي العينات؛ ولعل ذلك يرجع لندرة الغطاء النباتي بالمنطقة، كذلك تنخفض المادة العضوية على منحدرات المنطقة وبخاصة المرتفعات الجبلية بسبب انحدار السطح وقلة سمك التربة وتعرضها للغسل والاكتساح بفعل التعرية المائية.

يقل تأثير التعرية المطرية الناتج عن اصطدام قطرات المطر بسطح التربة كلما ارتفعت نسبة المادة العضوية عن ٠.١٢٪ ، وتوجد علاقة عكسية بين قابلية التربة للتعرية ونسبة المادة العضوية؛ بحيث تتعرض التربة للتعرية

الشديدة عندما تنخفض المادة العضوية دون ١.٧٪، في حين تؤدي زيادة المادة العضوية لزيادة تماسك واستقرار التربة وتحسين الخواص الطبيعية والكيميائية (بلعيد، ٢٠٠٧)

- **قلوية التربة:**

ترتبط قلوية التربة بنسبة تراكم حبيبات الكالسيوم داخل نسيج التربة، بدراسة نتائج التحليل الكيميائي لعينات التربة ملحق رقم (٢) تراوحت نسبة كربونات الكالسيوم بين (٨٤.٩٥: ٣٩.٨٧٪) حيث سجلت التربة ذات النسيج (طمي طيني رملي) اعلي نسبة كربونات كالسيوم، في حين سجلت التربة ذات النسيج الطيني اقل نسبة. بسبب طبيعية التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة تغطي القشرة الجيرية مساحات كبيرة بحوض وادي سنور؛ مما شكل عائق امام نمو غطاء نباتي واقتصر علي بعض النباتات الحولية ، من ناحية اخري ادي ارتفاع نسبة الكالسيوم في الطبقة السطحية لزيادة مقاومتها للانجراف بفعل الرياح؛ حيث تشكل طبقة متصلبة تحمي التربة اسفل منها عن طريق انتقال حبيبات الكالسيوم داخل الطبقة السطحية بواسطة الخاصية الشعرية عقب تساقط الامطار مما يزيد من مقاومة التعرية الريحية، وتتكشف هذه الطبقة علي طول منحدرات جوانب الأودية حيث عملت المسيلات المائية علي تقطيعها.

- **الاس الهيدروجيني:**

يهتم الاس الهيدروجيني بتركز ايونات الهيدروجين في محلول التربة ويشار له بالرمز Ph[٧] ، ويتراوح بين (٨.٣٥: ٧.٥٥) مما يشير لقلوية التربة بمنطقة الدراسة وبالتالي تفكك حبيبات التربة وزيادة قابليتها للتعرية.

- **نتائج مؤشر قابلية التربة للتعرية الريحية (I)**

توضح نتائج مؤشر قابلية التربة للتعرية الريحية لمدي تدهور التركيب الميكانيكي للتربة الناتج عن انخفاض المادة اللاحمة (الطين) الي جانب تدني نسب المادة العضوية، وتم الاعتماد على معادلة (**Shiyatyi , ١٩٦٥**) لتقدير قابلية التربة للتعرية الريحية ملحق رقم (٢) كما يلي:

[٧]) مقياس Ph يتدرج من ١: ١٤ بحيث يمثل الرقم ٧ التربة المتعادلة او الحيادية، والقيم اقل من ٧ تشير التربة الحامضية، والقيم أكبر من ٧ تشير للتربة القلوية.

بلغ متوسط قيم قابلية التربة (I) نحو (٤٢.٥٥ طن/ هكتار/سنة) وبذلك تقع المنطقة ضمن فئة التعرية المتوسطة للتربة حسب تصنيف FAO, ١٩٧٩ [٨]، ويعزي اختلاف قيم (I) علي مستوي العينات لاختلاف الخواص الطبيعية للتربة (**النسيج**) حيث تنخفض قيم قابلية التربة للتعرية (I) في العينة رقم (١٣) حوالي (٢٩.٨٩ طن/ هكتار/ سنة) بسبب ارتفاع نسب الرمل الخشن (٢٤.٤٧٪) من حجم العينة، في حين تسجل اعلي قيم قابلية التربة للتعرية (I) في العينة رقم (٢) لانخفاض نسبة الرمل الخشن (١٧.٥٧٪) من حجم العينة، وبدراسة قابلية التربة للتعرية حسب نسيجها؛ جاءت التربة ذات النسيج الطيني في المرتبة الاولي بمتوسط عام (٥٢.٩٥ طن/ هكتار/ سنة)، يليها التربة ذات النسيج الطميي بمتوسط (٥٠.٧٤ طن/ هكتار/ سنة)، وجاءت في المرتبة الثالثة التربة الطينية الرملية بمتوسط (٣٩.٨٥ طن/ هكتار/ سنة) بينما جاءت التربة ذات النسيج الطمي الطيني الرملي في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٣٧.٢٥ طن/ هكتار/ سنة).

بتطبيق المعادلة المستخدمة لحساب قابلية التربة للتعرية الريحية (**I**) تم رسم خريطة لمعدلات تعرية التربة، وتم تقسيم منطقة الدراسة لخمس نطاقات خريطة رقم (١٢) كالاتي:

- معدلات تعرية اقل من ٢٥ طن/ هكتار/ سنة: غطت حوالي ٦١.٢٦ كم٢ بما يعادل ٠.٩٩٪ من المساحة الكلية للحوض، وظهرت فقط في نطاق المروحة الفيضية، ويرجع انخفاض معدلات التعرية لزيادة تماسك التربة كنتيجة لعمليات استصلاح الأراضي في المروحة الفيضية.
- معدلات تتراوح بين (٢٥: ٣٥ طن/ هكتار/ سنة): تمتد فوق ١١٢٧.٦٧ كم٢ حوالي ١٨.١٨ ٪ من اجمالي مساحة الحوض، وتظهر على شكل نطاق طولي يمتد علي طول خط تقسيم المياه للروافد الشمالية الشرقية لوادي سنور، الي جانب ثلاث نطاقات منعزلة على خطوط تقسيم المياه مع روافد وادي سنور وروافد الاودية المنحدرة من هضبة الجلالة القبلية.
- معدلات تتراوح بين (٣٥: ٤٥ طن/ هكتار/ سنة): تشغل هذه المعدلات أكثر من نصف منطقة الدراسة ٣٢٠٦.٥٤ كم٢ نحو ٥١.٧٠ ٪ وتظهر هذه المعدلات في الأماكن التي عملت المجاري على تقطيعها، حيث

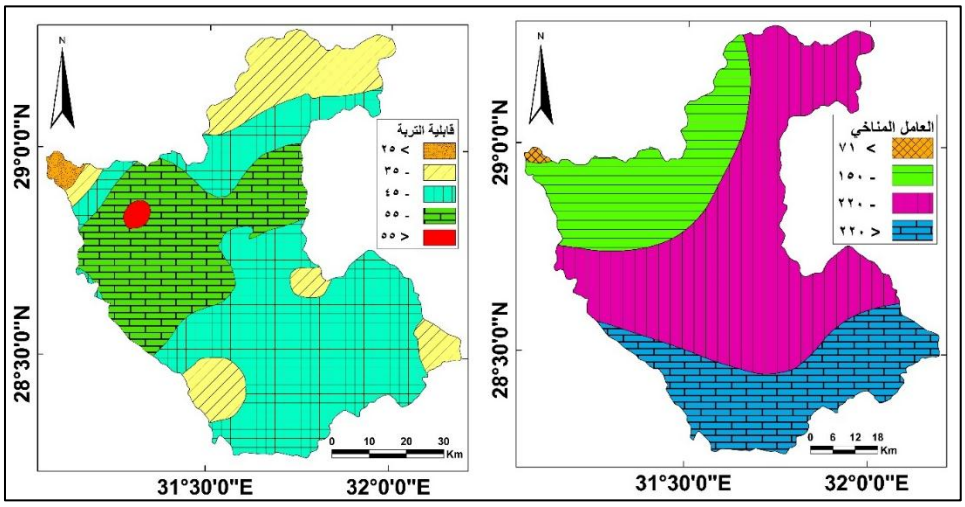
---

[٨]

فئة التعرية	ضعيفة	متوسطة	شديدة	شديدة جدا
كمية التعرية طن/ هكتار/ سنة	اقل من ١٠.٧١	١٠.٧١: ٥٣.٠٨	٥٣.٠٨: ٢١٢.٣٣	اكثر من ٢١٢.٣٣
معدل تخفيض السطح ملم	اقل ٠.٦ ملم	٠.٦: ٣.٣ ملم	٣.٣: ١٣.٣ ملم	اكثر من ١٣.٣ملم

انحدار السطح الواضح والصخور الجيرية مما يعكس الدور الواضح للتعرية الريحية في اكتساح ونحت التربة ورواسب الجريان السيلي علي طول مجاري الاودية.

- معدلات تتراوح بين (٤٥: ٥٥ طن/ هكتار/ سنة): تغطي ١٧٦٤.٤٣ كم٢ حوالي ٢٨.٤٥٪ تركزت هذه المعدلات كنطاق يمتد من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغرب في نطاق التقاء المجاري الرئيسية بمجري وادي سنور، مما يعكس اكتساح سمك من الطبقة السطحية يتراوح بين (٠.٦: ٣.٣ ملم).
- معدلات تعرية أكثر من ٥٥ طن/ هكتار/ سنة: ظهرت على هيئة نطاق شبة مستدير يغطي ٤٢.٣١ كم٢ حوالي ٠.٦٨٪ من جملة مساحة الحوض وتبدو كبقعة تغطي قمة جبل غراب، مما يشير لمعدلات تخفيض السطح تتراوح بين (٣.٣: ١٣.٣ ملم).



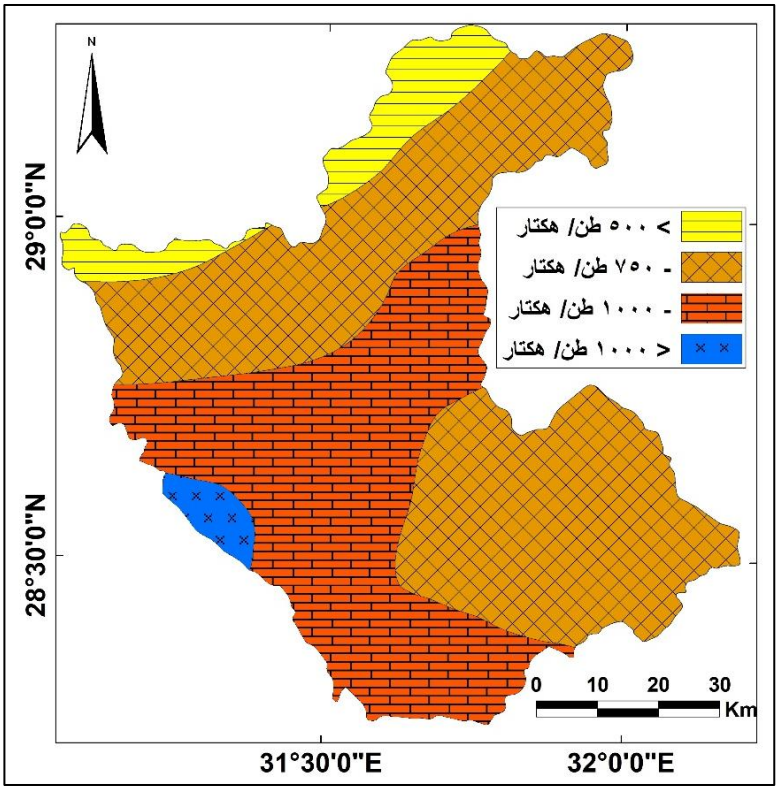
خريطة رقم (١٢) قيم معدلات العامل المناخي وقابلية التربة للتعرية الريحية بحوض وادي سنور

الخطر المحتمل للتعرية الريحية Wind Erosion Risk (WER)

تمثل التعرية الريحية المحتملة أقصى معدلات تعرية بمنطقة الدراسة؛ كنتيجة للعوامل الطبيعية، بدون تأثير الغطاء النباتي او استخدامات الأراضي، في ظل الظروف المناخية السائدة. تم تقدير الخطر المحتمل للتعرية الريحية باستخدام ناتج ضرب خريطة العامل المناخي للتربة (C) مع خريطة قابلية التربة للتعرية الريحية (I) باستخدام **Raster calculator** ضمن برنامج **Arc GIS**، بهدف حساب معدلات فقد التربة السنوية بفعل التعرية الريحية بحوض وادي سنور:

توضح الخريطة رقم (١٣) نطاقات توزيع التعرية الريحية المحتملة خلال العام حيث تم تقسيم منطقة الدراسة لأربعة نطاقات للتعرية الريحية، وتختلف هذه الأقاليم من حيث المساحة وشدة التعرية كالتالي:

- **نطاق قليل الخطورة:** حيث تقدر كميات الفاقد من التربة (اقل من ٥٠٠ طن / هكتار / السنة) ويغطي هذا النطاق نحو ٤٧٠.٧٧ كم بما يعادل ٧.٥٩٪ وتضم أجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من حوض وادي سنور متفق مع امتداد خط تقسيم المياه لمنطقة الدراسة.
- **نطاق متوسط الخطورة:** تتراوح كميات الفاقد من التربة بين (٥٠٠: ٧٥٠ طن / هكتار / السنة)، ويشغل هذا النطاق أكثر من نصف منطقة الدراسة ٣٢٦٦.٨٠ كم٢ بما يعادل ٥٢.٦٧٪ حيث يمتد من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي الي الجنوب من النطاق السابق علي هيئة نطاق طولي، كذلك يغطي المنابع العليا لروافد وادي سنور المنحدرة من هضبة الجلالة القبلية.
- **نطاق خطير:** تتراوح كميات الفاقد من التربة بين (٧٥٠: ١٠٠٠ طن / هكتار / السنة) ويأتي في المرتبة الثانية من حيث المساحة حيث يغطي ٢٣٤٣.٨٥ كم٢ بما يعادل ٣٧.٧٩٪ من المساحة الاجمالية لحوض وادي سنور، ويمتد هذا النطاق في اتجاهين الأول من الشمال الشرقي / الجنوب الغرب والثاني من الجنوب الشرقي / الشمال الغربي متفق مع خط تقسيم المياه بين روافد وادي سنور وروافد وادي الطرفا خارج منطقة الدراسة، ويقطع هذا النطاق المجاري الرئيسية لوادي سنور.
- **نطاق شديد الخطورة:** تقدر كميات الفاقد من التربة (أكثر من ١٠٠٠ طن / هكتار / السنة) ويأتي هذا النطاق في المرتبة الأخيرة من حيث المساحة ١٢٠.٧٩كم٢ حوالي ١.٩٥٪ من جملة المساحة لحوض سنور، ويظهر كبقعة على طول خط تقسيم المياه مع وادي الطرفا، ويتفق هذا النطاق مع تكوينات الفلونجلوميرات بمنطقة الدراسة، حيث تنشط عملية التذرية الريحية بسبب وجود الرواسب الرملية.
- حسب التوزيع المكاني لنطاقات الخطورة المحتملة للتعرية الريحية في المنطقة، يمكن ارجاع اختلافات الخطورة لتباين قيم قابلية التربة للتعرية الريحية، حيث ينخفض هذا الخطر مع ارتفاع نسب الرمال الخشنة (حبيبات التربة الأكبر من ١ ملم).



خريطة رقم (١٣) نطاقات الخطر المحتمل للتعرية الريحية بحوض وادي سنور

النتائج والتوصيات

- أجريت هذه الدراسة لمعالجة وتحديد مشكلة تعرية التربة في حوض وادي سنورباكثر من نموذج (RUSLE-WEQ) ويعد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعارعن بعد من أكثر الأدوات فعالية لتحليل المعلومات واستخلاص خرائط لتوزيع البيانات المكانية داخل أجزاء الحوض. يعد استخدام النماذج الرياضية لتعرية التربة المدمجة في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد أداة اكثر فعالية من الطرق التقليدية لتقييم معدلات فقد التربة في نطاق الحوض.
- من خلال دراسة تعرية التربة لحوض وادي سنور باستخدام نموذج للتعرية المائية واخر للتعرية الريحية اتضح ان التعرية الريحية من اهم العمليات الجيومورفولوجية السائدة بالحوض وأعظم تأثير في نحت وجرف التربة؛ حيث بلغ متوسط قيم التعرية الريحية (I) نحو (٤٢.٥٥ طن/ هكتار/سنة) في حين بلغ متوسط التعرية المائية للتربة (١.٩١ طن/ هكتار/سنة)، بلغت متوسط قدرة التعرية المطرية(R) حسب

مؤشر روز (٦.٦٣) بينما بلغ متوسط قدرة التعرية الريحية حسب معادلة Chepil حوالي ١٣٢.٣ مما يشير لوقوع المنطقة ضمن معدلات التعرية الريحية المرتفعة.

- تشكل العناصر المناخية وخصائص التربة العاملين الرئيسيين المؤثرة في عمليات تعرية التربة ؛ لذلك تعاني منطقة الدراسة من معدلات تعرية ريحية مرتفعة، مما يستدعي تشجير المناطق التي تتعرض للتعرية العالية والشديدة جداً وبخاصة في نطاق استصلاح الأراضي الزراعية.
- إمكانية استخدام المرئيات الفضائية في رصد تغيرات الغطاء النباتي من خلال حساب قيم المؤشر النباتي NDVI، وتراوحت قيم عامل الغطاء النباتي بين (٠: ٠.١٩) حيث ارتفعت القيم على طول المجاري المائية وبخاصة المنحدرة من هضبة الجلالة القبلية، بينما انخفضت في الأجزاء الشرقية والشمالية؛ بسبب غني الطبقة السطحية بكربونات الكالسيوم والتي عملت علي تماسك التربة وحمايتها من التعرية والتآكل.
- اظهر عامل قابلية التربة للتعرية المائية (K) ان الأجزاء الوسطي من الحوض والمنابع العليا لوادي سنور في الشمال الشرقي والجنوب الشرقي ذات قابلية عالية لنحت وانجراف التربة، بسبب انخفاض نسب الطين وارتفاع نسب الغرين والرمل الخشن، في حين تنخفض بالاتجاه نحو المصب والأطراف بسبب زيادة نسب الطين.
- انشاء قاعدة بيانات جغرافية لحوض وادي سنور وتحديث البيانات وانشاء خرائط تفصلية خاصة بمعدلات تعرية التربة واستخدامها عند التخطيط والتوسعات العمرانية والصناعية بالمنطقة.
- يجيب مراعاة طبيعية العمليات الجيومورفولوجية السائدة والاخطار المرتبطة بها وبخاصة مع زيادة استصلاح الأراضي في القطاع الادني لوادي سنورمثل انجراف التربة الناتج عن الجريان السيلي او بسبب اكتساح ونحت الرياح
- نظرا لطبيعية المنطقة الصحراوية لابد من الاعتماد على كميات الامطار الفجائية في تقدير معدلات التعرية المائية بدلا من التساقط الفعلي؛ حيث بلغ مجموع كميات تصريف المياه المتوقعة لحوض سنور ١٨٦.٧٩ مليون م٣، مما يعد مؤشر واضح لقدرة الجريان السيلي على نحت وجرف التربة واكتساح الرواسب والمفتتات.

ملحق رقم (١) التحليل الاحصائي للمتغيرات نموذج المعادلة العالمية لتعرية التربة RUSLE

المتغيرات	التحليل الاحصائي	الاحواض الثانوية					
		المعزة	مواثيل	المجري الرئيسي	أرحب	أبو رمث	مليليح
عامل التعرية المطرية (R) (جول / هكتار)	أقصى قيمة	٧.٩٢	٨.٩٩	١٠.٨٢	٩.٨٢	٨.٢٨	٦.٩١
	المدي	٣.٣٥	٣.٢٠	٤.٣١	٣.٦٧	٦.١٧	٣.٠٣
	المتوسط	٦.٣٠	٧.٣٩	٨.٥٩	٧.٦٨	٤.٥٣	٥.٢٧
	الانحراف المعياري	٠.٨١	٠.٦٣	١.٠٧	٠.٨٧	١.١٥	٠.٦٢
عامل قابلية التربة للتعرية (K)	أقصى قيمة	٠.٢١٧	٠.٢١٦	٠.٢١٧	٠.٢١٥	٠.٢١٨	٠.٢١٧
	المدي	٠.٠٢٣	٠.٠٣٠	٠.٠٣٣	٠.٠٢١	٠.٠٢٢	٠.٠٢٢
	المتوسط	٠.٢٠٧	٠.٢٠٣	٠.٢٠٤	٠.٢٠٨	٠.٢١١	٠.٢٠٨
	الانحراف المعياري	٠.٠٠٥	٠.٠٠٧	٠.٠٠٩	٠.٠٠٥	٠.٠٠٢	٠.٠٠٤
عامل طول ودرجة انحدار المنحدر (L. S)	أقصى قيمة	٢.٧٧	١.٥٣	١.٤٥	١.٢٩	١.٠٧	١.٠٧
	المدي	٢.٧٧	١.٥٣	١.٤٥	١.٢٩	١.٠٧	١.٠٧
	المتوسط	٠.١٤٣	٠.١٠٨	٠.٩٥	٠.١١١	٠.٠٩٧	٠.١٠٢
	الانحراف المعياري	٠.٢٢١	٠.١٤٣	٠.١٢٤	٠.١٥٩	٠.١٢٥	٠.١٢٨
عامل الغطاء النباتي (C)	أقصى قيمة	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩
	المدي	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٩
	المتوسط	٠.١٥٣	٠.١١٥	٠.٠٥٣	٠.٥٧	٠.٠٨٣	٠.٠٢٦
	الانحراف المعياري	٠.٠٧٤	٠.٠٩٢	٠.٠٨٥	٠.٠٨٧	٠.٠٩٤	٠.٠٦٥
المعدلات السنوية للتعرية المائية للتربة طن/ هكتار/ سنة	أقصى قيمة	١١.٥٢	٧.٦٠	٦.٨٦	٦.٩٢	٤.٢٨	٣.٨٨
	المدي	١١.٥٢	٧.٦٠	٦.٨٦	٦.٩٢	٤.٢٨	٣.٨٨
	المتوسط	٢.٦٥	١.٨٤	٠.٨٣	١.٠٩	٠.٦٨	٠.٢٦
	الانحراف المعياري	١.٦٣	١.٣٢	١.٠٤	١.٣٨	٠.٦١	٠.٤٢

ملحق رقم (٢) الخصائص الميكانيكية والكيميائية لتربة حوض وادي سنور

م	قوام التربة	الخصائص الميكانيكية للعينات								الخصائص الكيميائية للعينات				I		
		الرمل ٪			غرين ٪			الطين ٪					K			
		خشن جدا	خشن	متوسط	ناعم	ناعم جدا	خشن	متوسط	ناعم	PH	OM %	CaCO3		اك جرام / م٢	طن / هكتار	طن / كم ٢
١	طيني	٧,١٥	١٠,٢٢	٧,٥٨	٦,٢٦	٣,٤٤	٧,٢٥	٦,٣٣	٤,١٥	٧,٩	١,٤٥	٣٩,٨٧	٠,١٦	٥,٧٩	٥٧,٨٦	٥٧٨٥,٦٢
٢	طمي	٧,١٢	١٠,٤	١٢,٣٢	١٣,٣٧	٤,٠٣	١١,٢٥	٨,٣٥	٤,٢٥	٨,٣٥	١,٧١	٧٤,٦٥	٠,٢٣	٥,٨٠	٥٨,٠١	٥٨٠٠,٩٩
٣	طمي	٩,٥	١٣,١١	٩,٣٣	٧,٢٢	٤,٥٢	٩,٩٨	١٠,٦١	٣,٥٥	٨,٢٦	١,١٤	٧١,٩٤	٠,٢٢	٤,٧٠	٤٧,٠٠	٤٧٠٠,١٣
٤	طيني	٩,٢٥	١١,٣٥	٨,٢٥	٥,٤٨	٥,٢١	٦,٩٥	٤,٧٤	٣,٢٣	٨,١٥	١,٩٥	٦٠,٨٨	٠,١٦	٤,٨١	٤٨,٠٥	٤٨٠٥,١٨
٥	طمي طيني رملي	٨,٩	١٤,٦٣	١٥,٤٥	١٢,٣١	١٤,٢١	٤,٢١	٣,٢	١,٣١	٧,٥٥	١,٩٨	٧٥,٦٦	٠,٢٢	٤,٩٦	٤٩,٥٦	٤٩٥٦,٢١
٦	طمي طيني رملي	١٤,٢	١٤,٢٥	٩,٥٥	٢,٥٨	١٠,٨	٦,٢٤	٥,٤٥	١,٩٥	٨,٠٥	٠,٨٩	٨٠,٢١	٠,١٩	٣,١٠	٣١,٠٢	٣١٠١,٩٢
٧	طمي طيني رملي	١٤,٥٧	١٣,٥٤	٨,٦٥	٥,٩٤	٩,٤٣	٩,٢	٧,٨٦	٤,١١	٧,٨	٠,٩٥	٦٨,٧٨	٠,٢٠	٣,٠٠	٣٠,٠٢	٣٠٠٢,٠٨
٨	طمي طيني رملي	١٣,٦٥	١٤,٥	١١,٢٣	٩,٥٧	١٢,٣٥	٥,٢٥	٤,٦٩	١,٤١	٨,٣٦	٠,٥٦	٨٤,٩٥	٠,٢٢	٣,٢٦	٣٢,٥٦	٣٢٥٦,٤٩
٩	طمي طيني رملي	٧,٩	١٢,٦	١٠,٩٨	١٢,٥٩	٨,٧	٩,٢٥	٨,٤٥	٤,٦٤	٨	٠,٤٨	٨٢,٦	٠,٢١	٥,٤١	٥٤,١٤	٥٤١٤,٤٠
١٠	طمي طيني رملي	١٣,٤٥	١١,٩٨	١٠,٦٨	٩,٨١	٩,٥٥	٨,٤٤	٦,٦٥	١,٠٩	٨,٢	٠,٣٩	٨٤,٩٨	٠,٢١	٣,٣١	٣٣,١٥	٣٣١٤,٥٩
١١	طمي طيني رملي	١٤,٥٥	١٥,٤	١٠,٨٧	٦,٨٦	٤,٤٥	٧,٥٨	٦,٢	٥,١٦	٧,٧	٠,٥٤	٦٩,٨٧	٠,٢٢	٣,٠١	٣٠,٠٧	٣٠٠٧,٣٩
١٢	طيني رملي	١١,٧٣	١٣,٩١	١١,٩٤	٤,٧	٥,٢١	٤,٩	٤,٧٥	١,٤٩	٨,١٨	٠,٤٦	٥٤,٨٥	٠,١٩	٣,٨٦	٣٨,٥٩	٣٨٥٩,٠٣
١٣	طيني رملي	١٤,٦٢	٩,٨٥	٨,٦٥	٦,٨٩	٥,٢٩	٦,٧٦	٦,٥٦	٢,٨٢	٨,٢٥	٠,٥٥	٧٨,٩٤	٠,٢٢	٢,٩٩	٢٩,٨٩	٢٩٨٨,٨٤
١٤	طيني رملي	٨,٥٦	١٠,٦٩	٧,٧١	٩,١١	٦,٣٥	١٠,٢٥	٨,٣٣	٢,٢٩	٨,١٨	٠,٤٨	٧٣,٨٧	٠,١٩	٥,١١	٥١,٠٧	٥١٠٧,٤٧
١٥	طمي	٩,٤٥	١٠,٧٨	١١,٤٥	٥,٣٩	٥,٥٥	١٢,٣٥	٩,٢٣	٩,٠٢	٨,١٩	٠,٨٩	٦٩,٢١	٠,٢٣	٤,٧٢	٤٧,٢١	٤٧٢٠,٩٦

تم اجراء تحليل العينات بمعمل التربة بقسم الأراضي بكلية الزراعة جامعة الفيوم

المراجع

١. **أبو راضي، فتحي عبد العزيز (١٩٨٨):** نصيب الأقاليم الجافة وشبه الجافة من الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية، مجلة كلية الآداب، العدد ٤٩.

٢. **أبو راضي، فتحي عبد العزيز (١٩٩١):** التوزيعات المكانية في الجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٣. **السيد، خيرت عبد الله (١٩٩٢):** الخصائص الليثولوجية والبنيوية وعلاقاتها بتشكيل سطح الأرض في وادي فيران، مشروع تطوير خطة الاستعداد لمجابهة ومنع وإدارة الكوارث في مصر، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، القاهرة.

٤. **الشيخ، محمد إسماعيل (١٩٨٧):** حول مشكلة ألحت وانجراف التربة في جبال سورية الساحلية، محافظة طرطوس، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٩٢.

٥. **بلعيد، الياس (٢٠٠٧):** مظاهر تدهور الأراضي وتصحرها بحوض الزاغر الغربي بالسهب الجزائري باستخدام المرئيات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.

٦. **جودة، حسنين جودة (١٩٩٦):** الأراضي الجافة وشبة الجافة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٧. **جودة، حسنين جودة، واخرون (١٩٩١):** وسائل التحليل الجيومورفولوجي"، الطبعة الأولى، القاهرة.

٨. **راضي، محمود دياب (١٩٩٢):** العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه في وادي سمائل بسلطنة عمان، سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٩. **سلامه، حسن رمضان (١٩٨٣):** مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٥٣.

١٠. **شاور، آمال إسماعيل، عبد الحميد، عاطف معتمد (٢٠٠١):** عوامل التصحر في السهل الساحلي الشمالي الغربي لمصر، مجلة الجغرافي العربي، العدد ٧ بغداد.

١١. **طاحون، صلاح أحمد (٢٠٠٩):** استعمالات الأراضي والمياه في مصر من منظور التغيرات المناخية والتصحر، مؤتمر التغييرات المناخية وآثارها على مصر، ٢-٣ نوفمبر، القاهرة.

١٢. **عبد الله، عزة احمد (٢٠٠٥):** تطبيقات الاستشعار من بعد في إدارة الازمات والكوارث، مجلة كلية التدريب والتنمية، العدد ١١.

١٣. **عقل، ممدوح تهامي (٢٠٠٣):** تصحر التربة في منخفض سيوه من منظور جيومورفولوجي، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد ٥٢.

١٤. **محمود، سمير سامي (٢٠٠٠):** المخاطر البيئية في مصر من منظور جيومورفولوجي، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، مجلد (٦٠)، عدد (٤) ص ص٤٤١: ٥٢٩.

References

١. **Abdel Shafy, E.; Abdallah, A.M. and Ismail, A.S., (١٩٨٤):** Contribution to the Eocene stratigraphy in Sohag-Beni Suef area, Nile Valley, Egypt. Proc, ٢ nd Geol. Congress on the Middle East. Arab Geol. Ass. Baghdad. : pp. ٥-٢٢.

٢. **Behbahani, A., M., (٢٠١٥):** Hazard and risk assessment of wind erosion and dust emissions in Denmark - a simulation and modelling approach, ph. D, Faculty of Sci., Univ., Basel, Switzerland. https://edoc.unibas.ch/٣٨٥٧٥/

٣. **Chepil, W.S., (١٩٥٠):** Properties of Soil Which Influence Wind Erosion, Dry Aggregate Structure as an Index of Erodibility, Soil Science, ٦٩, p. ٤٠٣-٤١٥.

٤. **Chepil, W.S, sibboway, F.H, and Armbrust, D.V., (١٩٦٢):** Climatic factor for Estimating wind erodibility of farm Fields, J. Soil and water conservation, vol. ١٧, PP.١٦٢-١٦٥.

٥. **Fournier. F., (١٩٦٠):** Climate Erosion La relation enter le erosion du sol Par l'eau et les perceptions Atmosphere, Ques, Paris, p. ٢٠١.

٦. **Fabbri, K. (١٩٩١):** The Use of Geomorphic Information Systems and Remote Sensing Analysis for the assessment of soil erosion hazards. A case study in Central Bolivia. ITC. Enscheda, Netherlands, http://www.itc.nl

٧. **Ferreira, V.A., Weesies, G.A., Yoder, D.C. , Foster, G.R., and Renard**, **K.G., (١٩٩٥):** The site and condition specific nature of sensitivity analysis. J. Soil and Water Conserve. ٥٠(٥), pp.٤٩٣-٤٩٧

٨. **FAO, (١٩٨٠)**: A provisional methodology for soil degradation assessment, Rome.

٩. **FAO, (١٩٨٨)**: .Methodology of Soil Degradation. Rome.

١٠. **FAO, (٢٠١٩):** Soil erosion: the greatest challenge to sustainable soil management. Rome.

١١. **Ganasri, B.P., and Ramesh, H., (٢٠١٦):** Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin, Geoscience Frontiers ٧ pp. ٩٥٣-٩٦١

١٢. **Hammad, M., A.,(١٩٧٥):** Soil Association map of Egypt, Geol. Survey, paper ٥٦

١٣. **Hayes, W.A., (١٩٧٢):** Designing Wind Erosion Control System in the Midwest Region RTSC, Technical note, Agronomy LI-٩, Soil Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, Washington. D.C.

١٤. **Karaburun, A., (٢٠١٠):** Estimation of C factor for soil erosion modeling using NDVI in Buyukcekmece watershed. Ozean Journal of Applied Sciences ٣ (١), PP.٧٧-٨٥.

١٥. **Moore, I.D. and Burch, G.J. (١٩٨٦):** Physical Basis of the Length Slope Factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America, ٥٠, PP. ١٢٩٤-١٢٩٨. http://dx.doi.org/١٠.٢١٣٦/sssaj١٩٨٦.٠٣٦١٥٩٩٥٠٠٥٠٠٠٠٥٠٠٤٢x

١٦. **Said, R., (١٩٦٢):** the geology of Egypt, Elsevier, Amsterdam, London, New York, p. ٣٧٧.

١٧. **Sellers, P., and Canopy, J. V., (١٩٨٩):** Spectral Reflectance and Biophysical Processes. In Theory and Applications of Optical Remote Sensing. Edited by G. Asrar, Wiley, New York,١٩٨٩, ٢٧٩-٣٣٥.

١٨. **Shiyatyi, E.I., (١٩٦٥):** Erosiveness of Southern Carbonate Chernozems in Relation to the Ruggedness of the Soil Surface, Vestnik, Sef-Khoz, Nauki١٢, Alma-Ata (Kazakhistan).

١٩. **Strahler, A. N.,(١٩٦٠):** Physical Geography, Second Edition, John Wiley and Sons, New York, p. ٤٣٤.

٢٠. **Omara, S., Mansour, H., Youssef, M., and Khailfa, H., (١٩٧٧):** Stratigraphy, Paleo environment and structural features of the area east of Beni Mazar, Upper Egypt, Bull. Fac. Assiut University, No. ٦(٣), p.p. ١٧١-١٩٧.

٢١. **Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (١٩٧٨):** Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. The USDA Agricultural Handbook No. ٥٣٧, Maryland.

٢٢. **Woodruff, N. P., Siddoway F. H., (١٩٦٥):** A wind erosion equation. Science Society of America Proceedings ٢٩, PP.٦٠٢–٦٠٨.

٢٣. **Young, A., (١٩٧٢):** Slopes, Oliver and Boyd, Edinburgh.

٢٤. **Youssef, M., Bahay, I., and El Sayed, A., (١٩٧٨):** Geology of the area east of Beni Suef, Eastern desert, Egypt, Annals of Geological Survey of Egypt, vol. VIII, pp. ١٢٩- ١٦٢.