نمذجة حجم التعرية المحتملة فى الهضبة الجيرية شرق محافظة المنيا

من خلال التقييم النوعى والكمى لأثر عناصر الحرارة والأمطار على إستجابة صخور المنطقة الجيرية لعمليات الإذابه وذلك بإستخدام تقنيات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية

إعداد:

عوض مصطفى محمد بدينى

موجز البحث: Abstract

يركز البحث الحالى على تسليط الضوء على الدور الفعال لتطبيق تقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيه فى التقييم الكمى والنوعى للتعريه السطحية ونمذجة أثر عمليات الإذابه فى جزء من هضبة المعازة الجيرية الواقع شرق محافظة المنيا، فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا.

يتناول البحث الحالى تقييم عمليات التعريه على الأسطح الجيرية والإذابة الكيميائية بها، والتى تعد البيئة أو المسرح الجيومورفولوجى الأنسب لنشأة وتطور ظاهرات الكارست التى تتميز بها المنطقة فى هضبة المعازة الجيرية بالصحراء الشرقية شرق محافظة المنيا والتى تمثل فى مجملها إقليم جيومورفولوجى متنوع فى ظاهراته ما بين الأودية الجافة والهضاب المستوية والموائد الصحراوية والأشكال الكارستية المتنوعة، يتسق المنهج الموضوعى مع هذه الدراسة وموضوعها، ذلك لتركيزها على ظاهرة جيومورفولجية تمتاز بها منطقة الدراسة وهى التعرية الجيرية والإذابة الكيميائية بها.

اعتمد البحث على مجموعة من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية ونماذج الإرتفاعات الرقمية لتحديد منطقة الدراسة وإستخلاص شبكتها المائية ودراسة طبيعتها الجيولوجية بالإضافة الى المرئيات الفضائية والبيانات المناخية التى

أستخدمت فى تطبيق نموذج جافريلوفيتش للتعرية بمنطقة الدراسة بإستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة، بجانب الدراسة الميدانية للمنطقة والتى تم عمل مسح ميدانى خلالها لغالبية أجزاء المنطقة شرق المنيا فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا للتبين من أثر الحرارة والأمطار على إستجابة الصخور الجيرية لعمليات الإذابة بمنطقة الدراسة.

طبقا لما تم الحصول عليه من خلال تطبيق نموذج التعرية لجافريلوفيتش الذى تم تطبيقة على عدة مراحل موضحة بالتفصيل فى متن البحث الحالى، إتضح تباين الدرجات الوصفية والقيم الكمية لمعدلات التعرية السنوية بمنطقة الدراسة بال **(م^3 / كم ^{2} / السنة)**، تم تقسيمها إلى ست فئات لكل فئة مساحات خاصة بها تمثلها.

الفئة الأولى: معدلات التعرية الغير ظاهرة هى أقل معدلات التعرية بمنطقة الدراسة، تراوحت بين 0 : أقل من 50 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، تساعد هذه المعدلات الغير ظاهرة بتلك المناطق على استغلالها زراعيا والتوجه اليها تنمويا.

الفئة الثانية: معدلات التعرية الضعيفة والتى تراوحت بين 50 : أقل من 500 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، تعد هذه المناطق الموضحة بمتن الدراسة الحالية فى الجزء الأخير منها مناطق حيوية فى عمليات التنمية، لقلة انشطة الإذابة بها وقلة معدلات تكرار الحفر والدوليناات الكارستية.

الفئة الثالثة: معدلات التعرية المتوسطة والتى تراوحت بين 500 : أقل من 1500 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، يرجع ارتفاع معدلات التعرية بهذه المناطق عن المعدلات السابقة نظرا لطبيعة تكويناتها الجيولوجية التى تفاوتت بين تكوينات قرارة ومغاغة الأقل تماسكًا.

الفئة الرابعة: معدلات التعرية الفوق متوسطة والتى تراوحت بين 1500 : أقل من 5000 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، تتمثل محاور التنمية العمرانية الجديدة والإستصلاح الزراعى داخل هذا النطاق الجغرافى الموضح بالجزء الأخير من البحث، لذا وجب إجراء المزيد

من الدراسات ووضع معايير إنشائية تناسب طبيعة المنطقة عند البدء فى المشروعات الجديدة.

الفئة الخامسة: معدلات التعرية القوية والتى تراوحت بين 5000 : أقل من 20000 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، تمثلت فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة، تمثل تلك المناطق مواضع خطورة كارستية عالية.

الفئة السادسة: معدلات التعريه القوية جدا والتى كانت أكثر من **20000 م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، تعد المعدلات القوية جدا للتعرية هنا مؤشر يعكس مدى الخطورة الكارستية للمنطقة من إحتمالية وجود تكهفات تحت السطح قد تكشفها عمليات التعرية لاحقا، يمكن الإطلع على أماكن انتشار تلك المعدلات من خلال الخريطة الخاصة بمعدلات التعرية المحتملة.

1 _ المقدمه:

فى خمسينات القرن العشرين استخدم العالم جافريلوفيتش **Gavrilovic** نموذج للتقييم النوعى والكمى للتعرية السطحية أكثر ملائمة للأسطح الجيرية فى المناطق الجافة، لم يتم تطبيقه بشكل تحليلى إلا مع ظهور التقنيات المكانية الخاصة بالأقمار الصناعية والتطبيقات التى تتعامل مع مخرجاتها من صور جوية ومرئيات فضائية **(جمال شعوان، 2015 م، صـ 301)**، الدراسة الحالية هى تطبيق لنموذج جافريلوفيتش (Gavrilovic) بإستخدام تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافيه لتقدير حجم التعرية فى منطقة الهضبة الجيرية شرق محافظة المنيا لبحث إمكانيات التنمية المستدامه بها.

إستعانت الدراسة الحالية بالتقنيات المكانية الحديثة لما لها من دور هام فى التقييم الكمى والنوعى لعمليات الإذابه ورصد وتقييم أخطار عمليات التعرية بفعل التساقطات المطريه، تعد منطقة الدراسة جزء من هضبة المعازة الجيرية الواقع شرق محافظة المنيا، فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا، من المناطق التى تمتاز بالمناخ الجاف بإستثناء فترات التغيرات الموسمية **(Embabi, 2018)** التى تؤدى الى

تعرض المنطقة لموجات سيليه متقطعه تشكل خطرا على مواضع الإستقرار العمرانى عند مصبات نهايات مجارى أودية منطقة الدراسة.

أ): أسئلة البحث وفرضياته:

- تتسائل هذه الدراسة حول مدى إمكانية الإستفادة من تطبيقات الإستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية فى نمذجة حجم التعرية المحتملة فى الهضبة الجيرية شرق محافظة المنيا فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا، من خلال التقييم النوعى والكمى لأثر عناصر الحرارة والأمطار على إستجابة صخور المنطقة الجيرية لعميات الإذابة والكرسنة.
- مدى إنعكاس تأثير مياه الأمطار على عمليات التنمية المستدامة بمنطقة الدراسة بالهضبة الوسطى شرق محافظة المنيا وما يجب مراعاته أثناء صياغة معايير السلامة الإنشائية لمؤسسات المنطقة ومحاورها العمرانية.

ب): أهداف البحث:

- تقييم مدى تعرض مواضع الإستقرار العمرانى عند مصبات نهايات مجارى أودية منطقة الدراسة للأخطار االكارستية وعمليات الإذابة الجيرية بها.
- دراسة مدى إمكانية تطيق نموذج جافريلوفيتش على البيئات الجيرية الجافة للتقييم النوعى والكمى لأحجام التعرية بها، ظهرت تباينات مكانية بمنطقة الدراسة حول مدى تأثرها بعمليات التعرية ومعاملات نموذج جافريلوفيتش للتعرية بالمنطقة.
- دراسة مدى تعرض صخور منطقة الدراسة للإذابة الكيميائية وقابليتها للإستجابة لعوامل التعرية والتآكل، التى تلعب دورا بارزا فى نشأة وتطور جيومورفولوجيتها.

ج): مناهج الدراسة:

المنهج الموضوعى: يهتم هذا المنهج بإختيار موضوع أو ظاهرة جيومورفولوجية محدده ودراستها بشكل علمى دقيق للوقوف على عوامل وعمليات نشأتها، حيث ان منطقة الدراسة جزء من هضبة المعازة الجيرية بالصحراء الشرقية التى تعد إقليم متنوع فى

ظاهراتة الجيومورفولوجية ما بين الأودية الجافة والهضاب المستوية والموائد الصحراوية وغيرها الكثير، سيكون التركيز هنا على حجم التعرية المحتملة فى الهضبة الجيرية شرق محافظة المنيا فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا، من خلال التقييم النوعى والكمى لأثر عناصر الحرارة والأمطار على إستجابة صخور المنطقة الجيرية لعمليات الإذابه وذلك بإستخدام تقنيات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

2 _ البيانات التى اعتمدت عليها الدراسة الحالية:

اعتمدت الدراسة على مجموعة من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية ونماذج الإرتفاعات الرقمية بالإضافة الى المرئيات الفضائية والبيانات المناخية بيانها كالآتى:

أ. **لوحات الخرائط الطبوغرافية للهيئة المصرية العامة للمساحة مقياس 50000:1 للمنطقة**، أعداد اللوحات الطبوغرافية التى تم إستخدامها بالدراسة **(33 لوحة طبوغرافية)**، والتى أنتجت من صور جوية أخذت عام **1988 م**، تمت مراجعتها حقليا عام **1990 م**، الطبعة الأولى عام **1991 م** بفاصل كنتورى 20 متر وتشغل كل خريطة منها **15 دقيقة طول و 15 دقيقة عرض**.

ب. **الخرائط الجيولوجية للهيئة المصرية العامة للبترول لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 1:500000**، كلًا من لوحتى بنى سويف وأسيوط (NH 36 SW BeniSuef)، (NG 36 NW Asiut) كونكو كورال، القاهرة ، 1987 م .

ج. نماذج الإرتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة، إعتمدت الدراسة على ملفات ارتفاعات رقمية لإصدارات من 2010 **م حتى 2020 م** من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، تم تطبيق المعادلات الجبرية **(Math Aljebra)** على ملفات رقمية

لعام **2020 م** بدرجه وضوح **1 ثانيه** او ما يعادل **30 متر / البكسل**، داخل بيئة الأرك جى اى اس **ARC Gis 10.4**.

د. **المرئيات الفضائية** الصادرة عن موقع ناسا لأبحاث الفضاء والتى تغطى منطقة الدراسة **لعام 2020 م** والتى تأخذ أرقام **40 / 176، 41 / 176.**

هـ. **البيانات المناخية**، بيانات مشتقة مكانيًا من صور الأقمار الصناعية، ذلك من خلال أحد النماذج الرياضية المستخدمة فى استخراج وتوقع درجات الحرارة ومعدلات الأمطار ونسب التبخر والرطوبة من صور الاقمار الصناعية من خلال معاملات ال **Math Aljebra** داخل بيئة ال **Arc Tool Box** فى الارك جى اى اس.

و. **الدراسات الميدانية:** بدأت الدراسة الميدانية بعدد من الزيارات الميدانيه الإستكشافيه للمنطقة الجيرية شرق المنيا تم من خلالها تحليل التنوع الجيومورفولجى بالمنطقة والتوزيع الجغرافى له، تلت تلك الزيارات الإستكشافيه دراسات تفصيلية لتغطية الرفع المساحى والطوبوغرافى للعديد من المواقع بالمنطقة وتسجيل العديد من الظاهرات الجيومورفولجية بها، تم عمل تقييم ميدانى لمدى تمثيل الظاهرات الجيومورفولوجية وبالتحديد الظاهرات الكارستية بالمنطقة التى تعكس الشواهد الأكثر وضوحا لعميات التعرية والإذابة الجيرية بالهضبة الجيرية شرق محافظة المنيا.

3 _ الموقع الفلكى والجغرافى لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة فى الجزء المقابل لمحافظة المنيا شرق النيل ضمن نطاق هضبة المعازة الجيرية بالصحراء الشرقية وبالتحديد فى الجزء الواقع بين واديا الشيخ شمالًا والعمرانى جنوبًا، تمتد بين دائرتى عرض"00 ' 30 ° 27 ش، "00 '45 °28 ش، خطى طول" 00 ' 48 ° 30ق ،"00 ' 20 ° 32 ق، يحدها من الشمال منطقة تقسيم المياه

بين وادى الشيخ ووادى سنور بمحافظة بنى سويف، من الجنوب منطقة تقسيم المياه بين وادى العمرانى ووادى الجبراوى بمحافظة اسيوط،يحدها من الجنوب الشرقى منطقة تقسيم المياه بينها وبين وادى الدهسة ومن الشمال الشرقى الحافات الغربية من مرتفعات البحر الأحمر، من الغرب السهل الفيضى لنهر النيل، ، توضح **الخريطة (1):** الموقع الفلكى والجغرافى لمنطقة الدراسة.

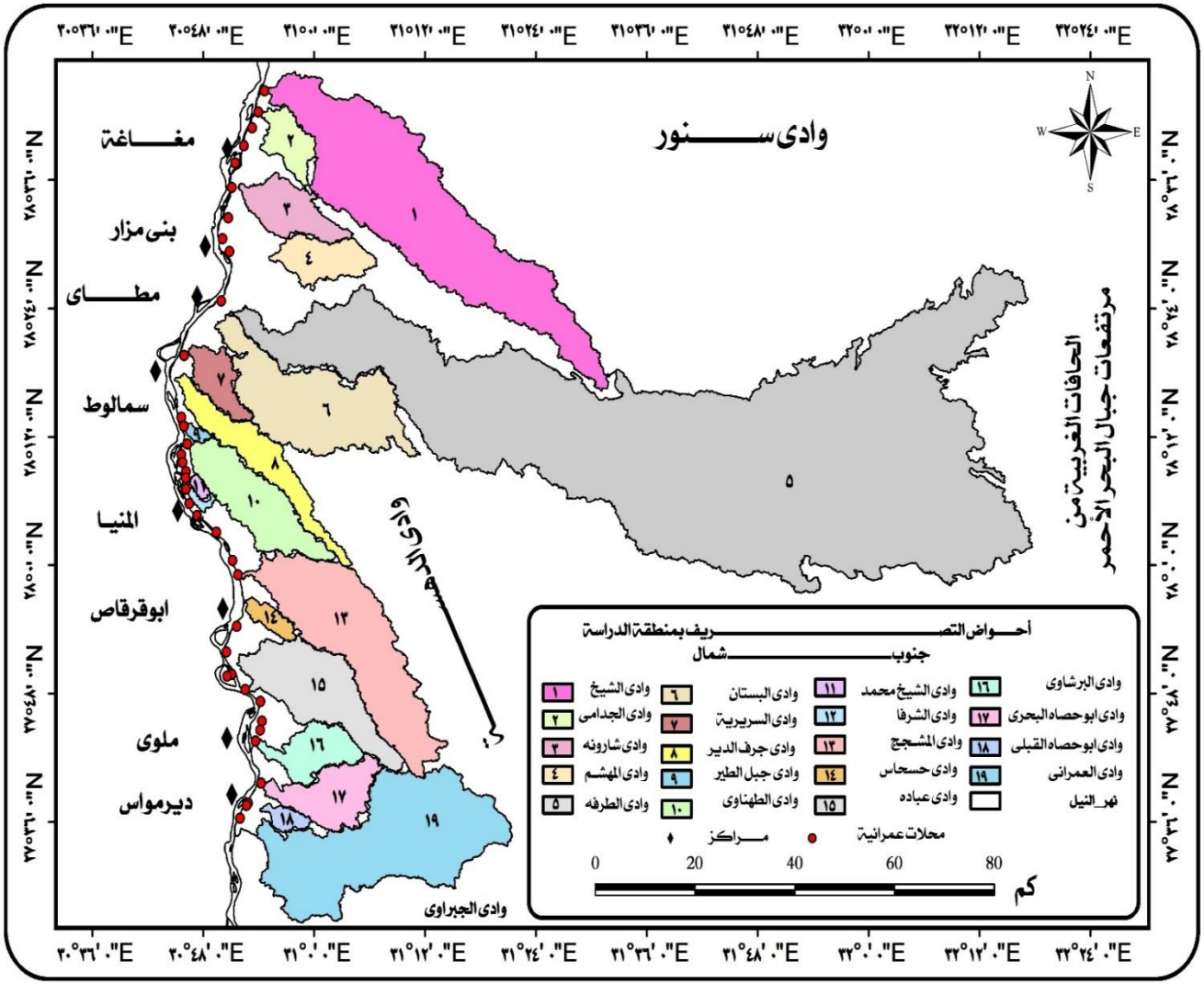
4 _ الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة:

أوضح **(محمد مجدى تراب، 2011 م، صـ 287)**، بضرورة الاهتمام بإبراز الخصائص الجيولوجية للمنطقة بسبب توقف عملية الإذابة بالنسبة للمياه الجوفية ومياه الأمطار على طبيعة التركيب الصخري للصخور الأيوسينية التى تتعرض للتعرية والتكهف عند تعرضها لمياه الأمطار **(Carbonization)** ، أوضح (عوض بدينى، 2021 م) أن منطقة الدراسة تشغلها تكوينات السراى ضمن مجموعة تكوينات طيبة وتكوينات المنيا وسمالوط ومغاغة وقرارة والمرصد. تنتمى هذه التكوينات جميعها إلى فترة الأيوسين من الزمن الثالث، حيث شكلت هذه التكوينات مساحة مقدارها 5933 كم ^{2} بنسبة 83.3 % من التكوينات الحوضية بالمنطقة والتى تبلغ مساحتها 7119 كم ^{2} وبنسبة 71.7 % من إجمالى مساحة منطقة الدراسة والتى تبلغ مساحتها 8280 كم ^{2}.

يعد تكوين مغاغة التكوين الذى يشكل المعدل الأكثر تكرار لأنه يشغل مساحة مقدارها 1450 كم ^{2} بنسبة 17,51 % من مساحة منطقة الدراسة البالغة 8280 كم ^{2}، تلاه تكوين المنيا من حيث حيز المساحات التى يشغلها بالمنطقة ثم تكوين سمالوط **خريطة (2)**، كانت المساحات الأقل تكرارا بالمنطقة تكوينات الأوليجوسين من الزمن الثالث التى شغلت مساحة مقدارها 7 كم ^{2} والتى تشكل 0.08 % من تكوينات المنطقة.

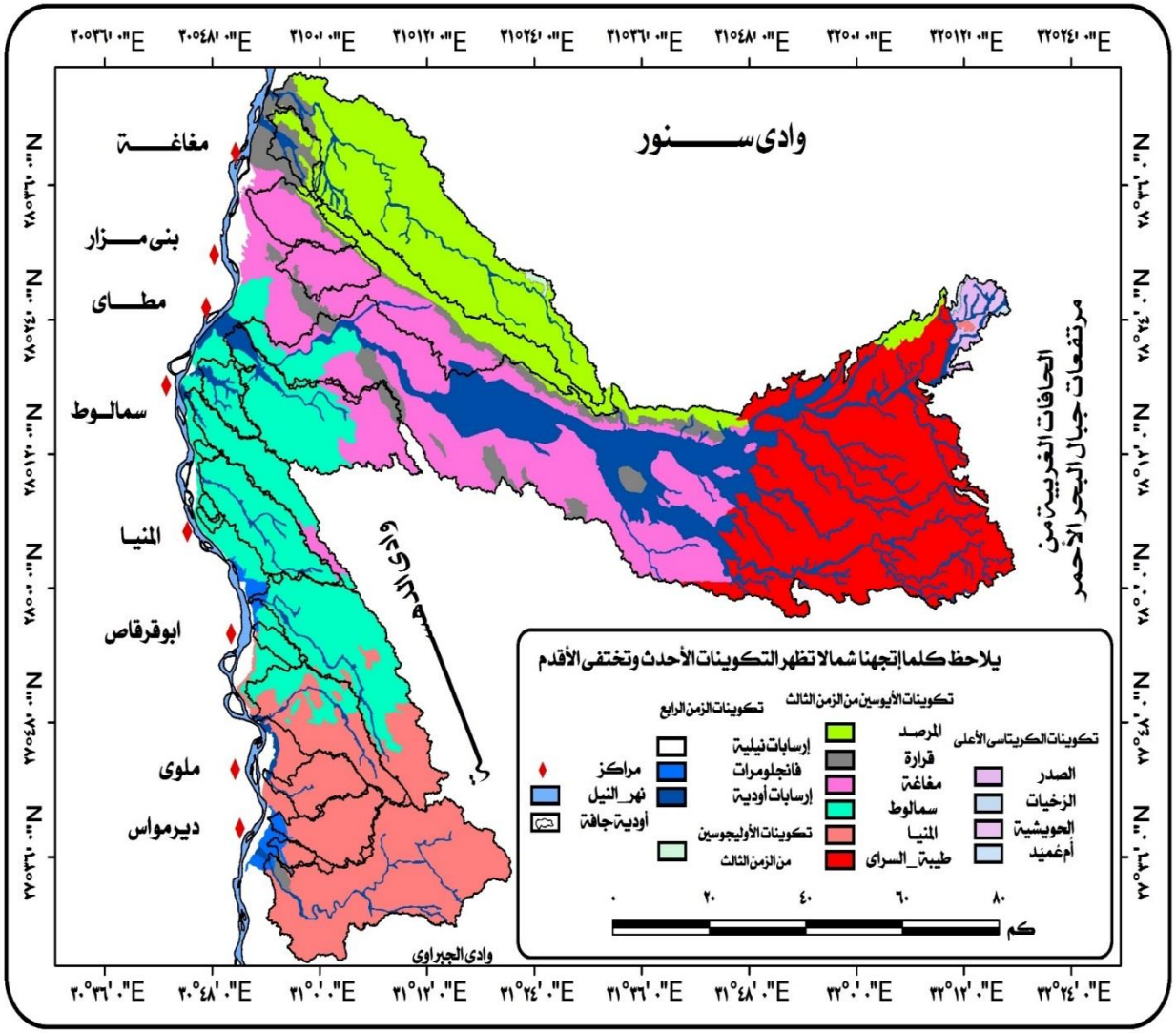
من العوامل الطبيعية الأخرى المسئولة عن نشأة وتطور أشكال الكارست بالمنطقة التتابع الطبقى حيث عدت أسطح الطبقات Bedding Rocks مناطق مثالية لتطور وظهور الظاهرات الكارستية، عندما كانت منطقة الدراسة تتبادل فيها الطبقات بين طبقات الحجر

الجيرى الأيوسينى مع الصلصال فى سماكات متباينة مابين الكبير والصغير وطبقات البلايستوسين كلًا منهم فى أوضاع أفقيه شبه منتظمة.



خريطة (1) : الموقع الجغرافى لمنطقة الدراسة.

المصدر: بإستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ARC GIS 10.4



خريطة (2): توزيع التكوينات الجيولوجية داخل منطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الطالب بإستخدام برنامج ال ARC GIS 10.4 إستنادًا الى الخريطة الجيولوجية كونكو كورال 1987 م ونماذج الارتفاعات الرقمية للمنطقة.

5 _ تعريف نموذج جافريلوفيتش للتعرية وآلية تطبيه بمنطقة الدراسه: Gavrilovic Model

يعد نموذج جافريلوفيتش نموذج لتقدير حجم التعرية بمنطقة ما ومدى قابلية صخور المنطقة للإستجابة لعوامل التآكل من عمليات إذابة وغيرها **Emmanouloudis,et al., (2003), PP. 234 – 240** من النماذج المناسبة للتطبيق فى المناطق المتضرسه والأسطح الجيرية على عكس غالبية النماذج الأخرى الملائمة للمناطق السهلية والرطبة.

تلافا نموذج جافريلوفيتش القصور المتواجد فى العديد من النماذج التى تركز على تقدير حجوم التعرية بمنطقة ما مثل نموذج **(RUSLE, Revised Universal Soil equation|**

الذى يركز على المساحات الصغيرة والمناطق الزراعية ذات الإنحدارات التى لا تزيد عن 15 % ، **سعد أبوراس الغامدى، (2009)، صـ 12** .

يمكن تقدير هذا الحجم الذى يوضح مدى قابلية التربة للتعرية **(Soil Erodibility) سعد أبوراس الغامدى، (2009)، صـ 10**، من خلال مجموعة من المعاملات والمؤشرات التى سيأتى ذكرها تفصيلًا، يستند هذا النموذج لمنهجية وصفية وكمية لتقدير التعريه **(Qualitative and Quantitative Coffecient Method، Gavrilovic, et all., (2013), P. 921.)**

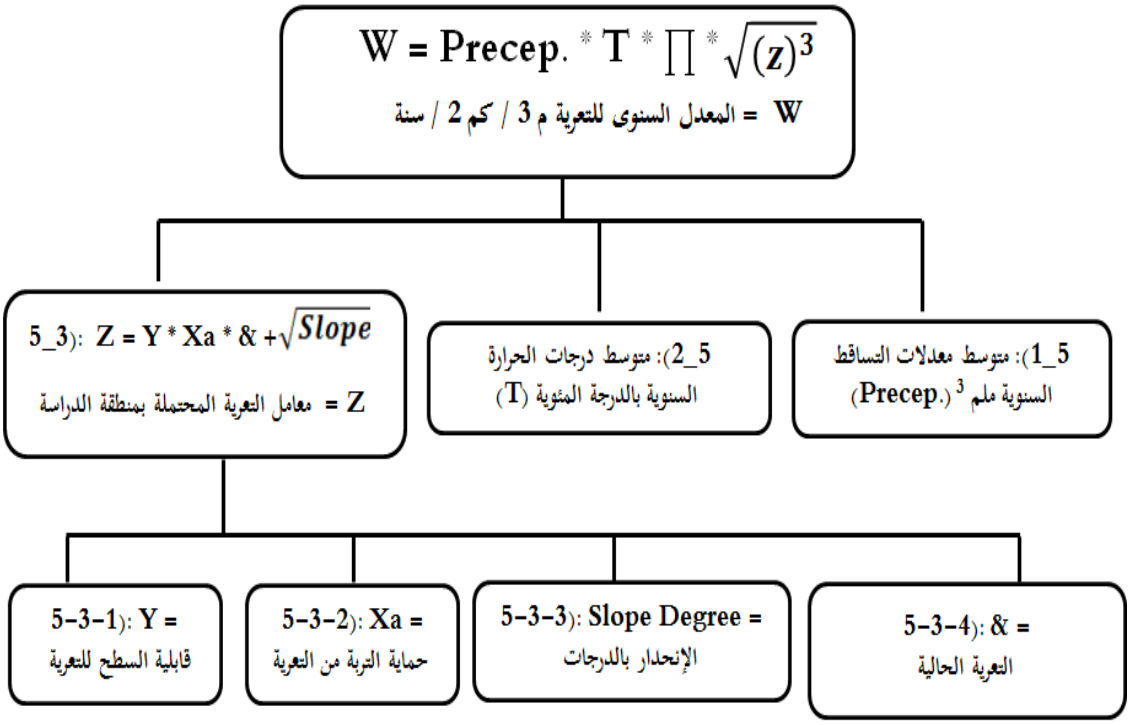
فى الدراسة الحالية تم تطبيق نموذج جافريلوفيتش لتقدير حجوم التعرية المحتملة من خلال المعادلة الرياضية الآتية والخطوات الموضحة ضمن المخطط الإنسيابى بجدول (1) وشكل (1):: (Gavrilovic Model) (EPM)

$$W = Precep * T * \prod \sqrt{(z)^3}$$

الرمز	التعريف	المصدر	طبيعة البيانات	منهجية العمل
Precep.	متوسط معدلات التساقط السنوية ملم ^{3}	محطات الرصد	Table	تحويلها الى خريطة موضوعية من خلال عمليات التوليف المكانى Data Intrpolation داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية
		صور الأقمار الصناعية	Satellite Image	
T	متوسط درجات الحرارة السنوية	محطات الرصد	Table	من خلال عمليات ال Map Algebra داخل بيئة الإرداس إيماجن Erdas Imagine 2014، إستنادًا إلى النطاق الطيفى العاشر وملف البيانات الوصفية للمرئيات الفضائية لنطقة الدراسة
		صور الأقمار الصناعية	Satellite Image	
Xa	حماية التربة من التعرية	صور الأقمار الصناعية	Satellite Image	إعتمادًا على مؤشرات الأغطية النباتية (NDVI) والنطاقات الطيفية الحمراء وتحت الحمراء (Band4, 5) للمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة
Y	قابلية السطح للتعرية	الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة	خريطة فيكتور Vector Map	تحويل الخرائط الفيكتور للتكوينات الجيولوجية الى راستر داخل بيئة ال ARC GIS 10.4
&	التعرية الحالية	صور جوية أو صور جوجل	Satellite Image	قيم النطاق الطيفى الخاص بالأشعة الحمراء والذى يمكن الحصول عليه من الباند الرابع (Band 4) فى المرئيات الفضائية الخاصة بالقمر الصناعى (Landsat 8) + القيمة القصوى للإشعاع والتى يمكن الحصول عليها من خلال ملف المعلومات الوصفية للمرئية
		صور أقمار صناعية		
Slope	الإنحدار	ملف الإرتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة (Digital Elevation Model _	ملفات (SRTM, Shuttle Radar Topography Mission)	حساب الإنحدارات بالدرجات بعد عمل Reclassify لنموذج الارتفاع الرقمى Digital Elevation Model (DEM) حيث تم تقليل الدقة من 100 الى 1000 وذلك حتى يمكن تصنيف درجات الإنحدار بمنطقة الدراسة بصورة أوضح

جدول (1): توضيح للرموز وتعريفاتها المستخدمة فى تطبيق نموذج التعرية لجافريلوفيتش EPM، طبيعة بياناته ومنهجية التعامل معها داخل النموذج.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادًا الى خطوات التنفيذ داخل تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.ملاحظة: المرئيات الفضائية المستخدمة تم تحميلها من موقع WWW.EARTHEXPLORER.COM التابع لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، ووكلة ناسا لعلوم الفضاء بتاريخ 28 نوفمبر 2020 م (Path, Row 176 – 40, 176 – 41)



شكل (1): مخطط إنسيابى لتسلسل تطبيق نموذج جافريلوفيتش داخل تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار من البعد.

المصدر: من إعداد الطالب إستندًا الى ادوات التحليل المكانى والحسابات الخلوية داخل بيئة ARC GIS 10.4 + ERDAS IMAGINE 2014 + Google Earth pro V.7

5 _ 1): تحديد المعدل السنوى للأمطار (ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه) (Precepitation Rate)

طبقًا لبيانات **الجدول (2)**، **والخريطة (2)**، يتضح تباين قيم التقييم الوصفى لمعدلات سقوط الأمطار **ملم ^{3}/ سنة** بمنطقة الدراسة، أعلى معدلات تساقط تراوحت بين 99 > : 82 ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه وهى التى تعد مرتفعه نسبيا، جاءت مساحاتها بمقدار 735.30 **كم ^{2}**، تمثلت فى النطاقات العليا من حوض وادى الطرفة، بالرغم من معدلات التساقط العالية بها إلا أن حجم التعرية بها جاء ضمن فئة التعرية الضعيفة التى تراوحت

بين 50 : > 500 كما سيتضح من الجزء الأخير من الدراسة وقد يرجع ذلك الإنخفاض إلى طبيعة تكوينات المنطقة الجيرية شديدة الصلابه والتى تمثلت فى تكوينات حُوشية وأم عميد وسدر والرخيات.

أدنى معدلات سقوط الأمطار تراوحت بين 31 > : 15 ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه، جاءت مساحاتها بمقدار **1222.50 كم** ^{2}، تمثلت فى النطاقات الدنيا لأحواض شارونه والمهشم والسريرية والطرفه وجرف الدير والطهناوى وكامل نطاقات أحواض عرب الشيخ محمد والشرفا وجبل الطير، إتسقت معدلات التساقط المنخفضة مع تعريه ضعيفة وذلك يرجع إلى طبوغرافية المنطقة قلية الإنحدار، تم تقسيم معدلات التساقط إلى خمسة فئات نوردها كالتالى بالنسبة للفئة الأدنى ثم الأعلى:

الفئة الأولى: معدلات سقوط الأمطار المنخفضة ، تراوحت بين 31 > : 15 ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه، جاءت مساحاتها بمقدار **1222.50 كم** ^{2}، تمثلت فى النطاقات الدنيا لأحواض شارونه والمهشم والسريرية والطرفه وجرف الدير والطهناوى.

وكامل نطاقات أحواض عرب الشيخ محمد والشرفا وجبل الطير.

الفئة الثانية: معدلات سقوط الأمطار المنخفضة نسبيًا، تراوحت بين 48 > : 31 ملم 3 / سم 2 / سنه، جاءت مساحاتها بمقدار 3783.32 كم ^{2}، تمثلت فى نطاقات أحواض الجدامى وشارونه والمهشم وحسحاس وأبوحصاه القبلى، والنطاقات الوسطى من باقى أحواض منطقة الدراسة بإستثناء الأحواض التى مثلتها الفئة الأولى بشكل كامل كما يتضح من خريطة (2).

الفئة الثالثة: معدلات التساقط المتوسطة، تراوحت بين 65 > : 48 ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه، جاءت مساحاتها بمقدار **2035.33 كم ^{2}**، تمثلت فى نطاق الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة والأجزاء العليا من أحواض الأودية جنوب حوض وادى الشرفا.

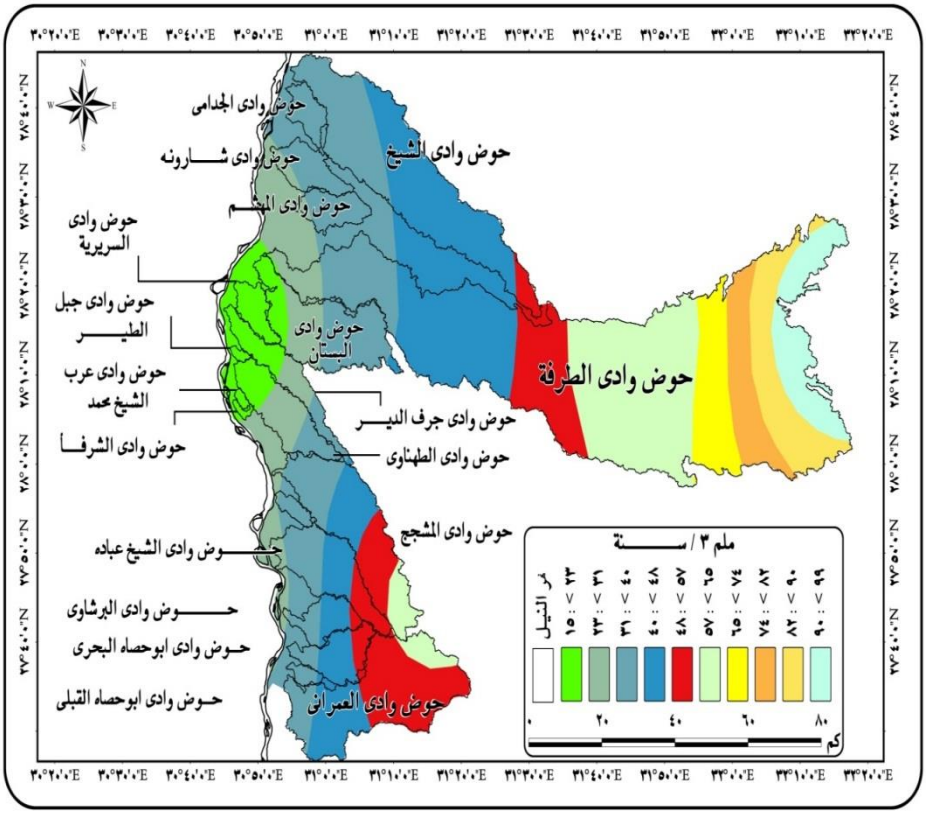
الفئة الرابعة: معدلات التساقط المرتفعة نسبيًا، تراوحت بين 82 > : 65 ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه، جاءت مساحاتها بمقدار **603.60 كم ^{2}**، تمثلت فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة.

الفئة الخامسة: معدلات التساقط المرتفعة نسبيا تراوحت بين 99 > : 82 ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه ، جاءت مساحاتها بمقدار 735.30 **كم ^{2}**، تمثلت فى النطاق العليا من حوض وادى الطرفة.

معدلات سقوط الأمطار ملم 3 / سنة [Precep]	الفئة	التقييم الوصفى	المساحة بال كم ^{2}	النسبة المئوية للمساحة
	99 > : 82	مرتفع	735.30	8.77
	82 > : 65	مرتفع نسبيا	603.60	7.20
	65 > : 48	متوسط	2035.33	24.29
	48 > : 31	منخفض نسبيا	3783.32	45.15
	31 > : 15	منخفض	1222.5	14.59

جدول (2): متوسط قيم ومساحات ونسب معدلات سقوط الأمطار السنوية م ^{3} / كم ^{2} / سنة لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4.



خريطة (2): معدلات التساقط المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة ملم ^{3} / سم ^{2} / سنه.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادًا إلى بيانات الأرصاد المناخية المستنبطة آليًا من المرئيات الفضائية، نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

5 _ 2): معامل الحرارة $T = \sqrt{\frac{C}{10} + 0.1}$ **، حيث C المعدل السنوى لدرجة الحرارة.**

يمكن حسابه من خلال المرئيات الفضائية على مرحلتين من خلال المعادلات الآتية:

5 : 2 : 1): حساب متوسطات الحرارة خلال شهر مايو بمنطقة الدراسة من خلال الخطوات الأتية:

Spatial Analyst Tools ----- Map Algebra ------ Raster Calculator for Band 10

- **بتطبيق المعادلة الأتية داخل النافذة الحوارية Raster Calculator**

```
Result 1 = (RADIANCE_MULT_BAND_10* (3.3420E-04)) + RADIANCE_ADD_BAND_10(0.10000)
```

- **ثم المعادلة الأتية داخل النافذة الحوارية Raster Calculator**

```
Result 2 = (K2_CONSTANT_BAND_10 (1321.0789) / (Ln((K1_CONSTANT_BAND_10 (774.8853) / "rastercalcT.tif") + 1))) - 273.15
```

طبقًا لبيانات **الجدول (3)**، **والخريطة (3)**، يتضح تباين قيم متوسط درجات الحرارة بمنطقة الدراسة، تم تقسيمها إلى خمسة فئات نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى:

الفئة الأولى: متوسطات درجات الحرارة المنخفضة والتى تراوحت بين **$^{\circ}$ 19 > $^{\circ}$ 13**، جاءت مساحاتها بمقدار **4.40 كم** ^{2}، تمثلت فى نطاقات السهل الفيضى لمنطقة الدراسة.

الفئة الثانية: متوسطات درجات الحرارة المنخفضة نسبيًا، تراوحت بين $^{\circ}$ 23 > $^{\circ}$ 19، جاءت مساحاتها بمقدار 23.15 **كم** ^{2} ، تمثلت فى النطاقات السفلية من حوض وادى السريرية وشمال شرق حوض وادى جرف الدير وشمال حوض وادى الطهناوى.

الفئة الثالثة: متوسطات درجات الحرارة المتوسطة، تراوحت بين ° 28 > :° 23، جاءت مساحاتها بمقدار 347.66 **كم** ^{2} ، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها وإن كانت أكثر تكرار فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة وشمال حوض وادى الشرفا.

الفئة الرابعة: متوسطات درجات الحرارة المرتفعة نسبيا، تراوحت بين ° 33 > :° 28، جاءت مساحاتها بمقدار 7740.87 **كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها وإن كانت أكثر تكرارا فى وسط حوض وادى الطرفة وغالبية حوض وادى الشيخ والجدامى وشارونة والمهشم.

الفئة الخامسة: متوسطات درجات الحرارة المرتفعة، تراوحت بين ° 38 > :° 33، جاءت مساحاتها بمقدار 157.08 كم ^{2}، تمثلت فى الأجزاء الوسطى من حوض وادى الطرفة.

درجات الحرارة بالدرجة المئوية [T ,]	النطاق الحرارى بالدرجة	التقييم	المساحة بال كم ^{2}	النسبة المئوية
	38° > : 33°	مرتفعة	157.08	% 1.90
	33° > : 28°	مرتفعة نسبيا	7740.87	% 93.57
	28° > : 23°	متوسطة	347.66	% 4.20
	23° > : 19°	منخفضة نسبيا	23.15	% 0.28
	19° > : 13°	منخفضة	4.40	% 0.05

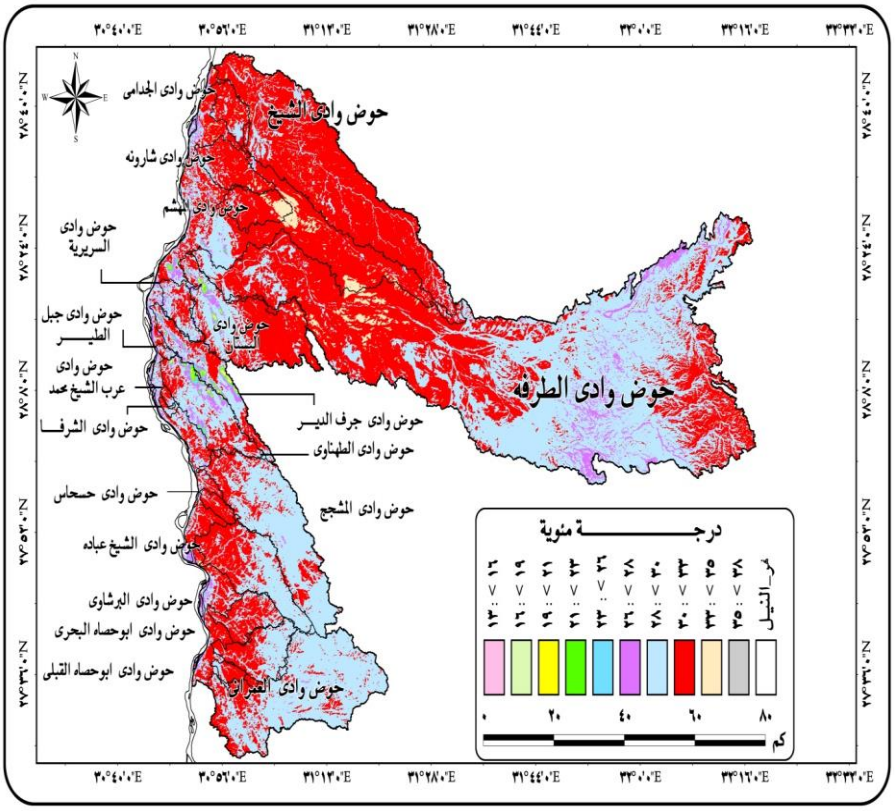
جدول (3): متوسط درجات الحرارة ومساحاتها ونسبها المئوية بالدرجة المئوية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال .Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4 من خلال الحاسبة الخلوية Raster Calculator, Maps Aljebra

5 : 2 : 2): حساب أعلى معامل للحرارة بمنطقة الدراسة :

- **بإتباع المعادلة الأتية داخل النافذة الحوارية Raster Calculator**

SquareRoot(("Result ^{2}") / 10) + 0.1)



خريطة (3): متوسط درجات الحرارة المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة .

المصدر : من إعداد الطالب إستنادًا إلى بيانات الأرصاد المناخية المستنبطة آليًا من المرئيات الفضائية، نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

5_3): معامل التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة (Z):

تم حساب هذا المعامل على خمس خطوات هى حاسب معامل قابلية السطح للتعرية (Y)، حساب معامل حماية التربة من التعرية (Xa)، حساب معامل تطور التعرية لمنطقة الدراسة (&)، حساب درجات الإنحدار لمنطقة الدراسة (Slope).

5_3_1): حساب معامل قابلية السطح للتعرية Y

- يمكن تحديد مدى قابلية السطح للتعرية من خلال طريقتين
- الأولى: من خلال خرائط التربة لمنطقة الدراسة
- الثانية: من خلال الخرائط الجيولوجية لمنطقة الدراسة وهى الطريقة التى تم إستخدامها فى هذا النموذج حيث تم لآتى:

أ. إعطاء كل صخر من صخور منطقة الدراسة قيمة تعبر عن مدى قابلية الصخر للتعرية، الصخور الأقدم تأخذ قيم أقل والصخور الأحدث تأخذ قيم أكبر

ب. صخور الزمن الثانى (كريتاسى أعلى) هى الصخور الأكثر مقاومة لعمليات التعرية فقابليتها للتعرية ضعيفها لذلك كانت قيمها داخل خريطة الصخارة ضعيفة تأتى بعدها صخور الأيوسين الأسفل والأوسط والأعلى بالترتيب من أسفل إلى أعلى فى قابليتها للتعرية بمنطقة الدراسة، ثم صخور الأوليجوسين وتكوينات البلايستوسين والهولوسين.

ج. تراوحت قيم المقاومة أو القابلية للتعرية بين الصفر والواحد الصحيح القيم التى تقترب من الواحد الصحيح تعبر عن الصخور ذات القابلية العالية للتعرية وهى صخور الزمن الرابع بمنطقة الدراسة.

د. القيم التى تبتعد عن الواحد وتقترب من الصفر هى الصخور التى تمتاز بمقاومة عالية أو قابليتها للتعرية ضعيفة جدا وهى صخور الزمن الثالث بمنطقة الدراسة.

هـ. تحويل الخرائط الجيولوجية من الفيكتور الى الراستر، حيث أن جميع الخرائط السابقة الخاصة بهذا النموذج تم تحويلها إلى الراستر، ذلك من خلال **Arc**

Tool Box _____ Conversion Tools _____ To Raster

_____ Polygon To Raster

طبقًا لبيانات **الجدول (4)**، **والخريطة (4)**، يتضح تباين قيم معامل قابلية السطح للتعرية بمنطقة الدراسة، تم تقسيمها إلى خمسة فئات نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى **سعد أبوراس الغامدى، (2009)، صـ 25**، نقلا بتصرف عن Stefanidis and Kalinderis, 2008; Zorn and Komac, 2008

الفئة الأولى: رواسب ناعمة تراوح معامل قابلية السطح للتعرية بها بين **1 > : 0.8**، جاءت مساحاتها بمقدار **1232.18 كم** ^{2} وبنسبة مئوية 14.91 % من مساحة منطقة الدراسة، تمثلت فى نطاقات السهل الفيضى لمنطقة الدراسة.

الفئة الثانية: مناطق ذات مقاومة هينة تراوح معامل قابلية السطح للتعرية بها بين **0.8 > : 0.6**، جاءت مساحاتها بمقدار **1469.19 كم** ^{2} وبنسبة مئوية 17.78 % من مساحة منطقة الدراسة، تمثلت فى نطاقات أحواض الشيخ والجدامى والأجزاء الدنيا من وادى الطرفه والمهشم.

الفئة الثالثة: مناطق ذات مقاومة ضعيفة تراوح معامل قابلية السطح للتعرية بها بين **0.6 > : 0.5**، جاءت مساحاتها بمقدار **4073.5 كم** ^{2} وبنسبة مئوية 49.29 % من مساحة منطقة الدراسة وهى النسبة الأعلى تكرارا بين مساحات المنطقة كلها، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة، ذلك نظرًا للإنتشار الواسع للصخور الجيرية بالمنطقة التى تستجيب لعمليات الإذابه بشكل أسرع وأسهل.

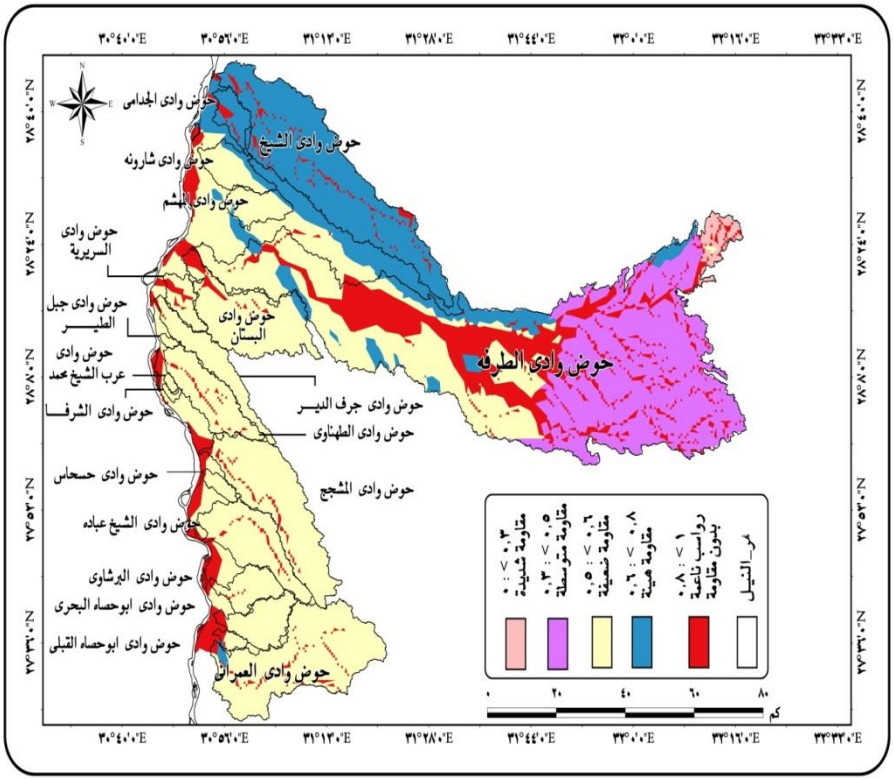
الفئة الرابعة: مناطق ذات مقاومة متوسطة تراوح معامل قابلية السطح للتعرية بها بين **0.5 > : 0.3**، جاءت مساحاتها بمقدار **1420.86 كم** ^{2} وبنسبة مئوية 17.199 % من مساحة منطقة الدراسة، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة، تمثلت فى الأجزاء العليا من وادى الطرفه وذلك لطبيعة صخور المنطقة شديدة الصلابه.

الفئة الخامسه: مناطق ذات مقاومة شديدة تراوح معامل قابلية السطح للتعرية بها بين **0.3 > : 0**، جاءت مساحاتها بمقدار **67.98 كم** ^{2} وبنسبة مئوية 0.82 % من مساحة منطقة الدراسة وهى النسبة الأدنى بين مساحات منطقة الدراسة كلها، تمثلت فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفه عبر تكوينات سدر وأم عميد والرخيات.

معامل قبلية السطح للتعرية [Y]	رقم الفئة	نطاقات معامل قابلية السطح للتعرية	التقييم الوصفى	المساحة كم ^{2}	النسبة المئوية
	1	0 : < 0.3	مقاومة شديدة	67.98	0.82
	2	0.3 : < 0.5	مقاومة متوسطة	1420.86	17.19
	3	0.5 : < 0.6	مقاومة ضعيفة	4073.5	49.29
	4	0.6 : < 0.8	مقاومة هينة	1469.19	17.78
	5	0.8 : < 1	رواسب ناعمة بدون	1232.18	14.91

جدول (4): فئات معامل التعرية المحتملة ومساحاته ونسبه المئوية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال .Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4
من خلال الحاسبة الخلوية Raster Calculator, Maps Aljebra



خريطة (4): معاملات قابلية السطح للتعرية المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادًا إلى البيانات المستنبطة آليًا من المرئيات الفضائية، نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

2_3_5): حساب معامل حماية التربة من التعرية Xa

الذى يمكن حسابه من خلال تطبيق المعادلة الأتية داخل النافذة الحوارية Raster Calculator

Xa = (XaNDVI (مؤشر الغطاء النباتى أو مؤشر الإخضرار) – 0.61) * (–1.25)

يمكن حساب NDVI (مؤشر الغطاء النباتى أو مؤشر الإخضرار) من خلال تطبيق المعادلات الأتية داخل بيئة ال Erdas Imagine 2014 على نطاقات الشعة تحت الحمراء القريبة (الباند الخامس لمريئات لاندسات 8، النطاقات الحمراء الباند الرابع لمرئيات لاندسات 8).

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) = ("MOSAIC_B5.TIF" - "MOSAIC4_B4.TIF") / ("MOSAIC_B5.TIF" + "MOSAIC4_B4.TIF")

والذى من خلاله يمكن تحديد قيم الغطاء النباتى لمنطقة الدراسة من داخل المرئية كلها وذلك من حساب القيم المحصورة بين 0.244− : 0.5786

ناتج عملية الغطاء النباتى لمنطقة الدراسة NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) يمكن تطبيق عليه المعادلة الآتية داخل النافذة الحوارية Raster Calculator، ذلك للحصول على معامل حماية التربة من التعرية.

Xa = (XaNDVI (مؤشر الغطاء النباتى أو مؤشر الإخضرارلمنطقة الدراسة فقط) – 0.61) * (−1.25)

طبقًا لبيانات **الجدول (5)**، **والخريطة (5)**، يتضح تباين قيم معاملات حماية التربة من التعرية بمنطقة الدراسة تم تقسيمها إلى خمسة فئات نقلا بتصرف عن **صلاح دياب، 2019 م**، صـ 874، إعتمادً على **(Zorn ,Komac, 2008)** تعد هذه الفئات هى الأكثر تكرارًا نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى:

الفئة الأولى: معاملات حماية التربة التى تراوحت بين 0.2 > : 0 تمثلت فى صورة غطاءات نباتية كثيفة، جاءت مساحاتها بمقدار **5.04 كم** ^{2}، تمثلت فى نطاق المراوح الفيضية لأحواض أودية منطقة الدراسة.

الفئة الثانية: معاملات حماية التربة التى تراوحت بين 0.4 > : 0.2 تمثلت فى صورة بقايا نباتات مبعثرة، جاءت مساحاتها بمقدار 50.81 **كم** ^{2}، تمثلت فى نهايات مجارى أودية منطقة الدراسة.

الفئة الثالثة: معاملات حماية التربة التى تراوحت بين 0.6 > : 0.4 تمثلت فى مراعى متدهورة، جاءت مساحاتها بمقدار 152.32 **كم** ^{2}، تمثلت على سهول الإرسابات عند نهايات أودية منطقة الدراسة.

الفئة الرابعة: معاملات حماية التربة التى تراوحت بين 0.8 > : 0.6 تمثلت فى المناطق التى تندر بها النباتات، جاءت مساحاتها بمقدار 8064.06 **كم** ^{2}، تمثل % 97.47 من مساحة منطقة الدراسة، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها.

الفئة الخامسة: معاملات حماية التربة التى تعدت ال 0.8 تمثلت فى مساحات صغيرة جدا بالمنطقة حيث أنها لم تتعدى 1.06 **كم** ^{2}، بنسبة % 0.01 من مساحة منطقة الدراسة.

معامل حماية التربة من التعرية [Xa]	رقم	نطاقات معامل	التقييم الوصفى	المساحة كم ^{2}	النسبة المئوية
	1	أكبر من 0.8	لا توجد نباتات	1.06	0.01
	2	0.6 : < 0.8	ندرة النباتات	8064.06	97.47
	3	0.4 : < 0.6	مراعى متدهورة	152.32	1.84
	4	0.2 : < 0.4	بقايا نباتات مبعثرة	50.81	0.61
	5	0 : < 0.2	غطاءات كثيفة	5.04	0.06

جدول (5): معاملات حماية التربة من التعرية ومساحاتها ونسبها المئوية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4. من خلال الحاسبة الخلوية Raster Calculator, Maps Aljebra.

3_3_5): حساب معامل تطور التعرية لمنطقة الدراسة: (&)

تتراوح قيم هذا المؤشر بين (الصفر والواحد الصحيح)، حيث تصنف المناطق المتعرضة للتعرية بشكل كبير بقيم اقرب الى الواحد الصحيح والمناطق الغير متأثرة بعمليات التعرية أو متأثرة بشكل طفيف تأخذ قيم أقرب الى الصفر.

يمكن حساب هذا المؤشر من خلال صور الأقمار الصناعية أو صور جوجل إيرث، ذلك من خلال المعادلة الآتية:

SquareRoot(((Float("ALL_AREA_B4.tif")) / 65535))

يمكن تطبيقها من خلال **Map ----- Spatial Analyst Tools**
Algebra ------ Raster Calculator for Band 4

تطبق هذه المعادلة من خلال متغيرين:

الأول هو قيم النطاق الطيفى الخاص بالأشعة الحمراء والذى يمكن الحصول عليه من الباند الرابع (Band 4) فى المرئيات الفضائية الخاصة بالقمر الصناعى (Landsat 8).

الثانى: قيم ال (QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535) والتى تم الحصول عليها من خلال ملف البيانات الخاص بالمرئية **Landsat MTL metadata files (LC08_L1TP_176041_20201025_20201106_01_T1_MTL)**، وهو ملف يمكن تحميله من على موقع هئية المساحة الجيولوجية الأمريكية ضمن حزمة المرئيات الفضاية لمنطقة الدراسة (41 _ 176 ,40 _ 176)، يمكن من خلاله الحصول على القيمة العظمى من قيم بكسلات الباند الرابع **(النطاق الطيفى الخاص بالأشعة الحمراء لمنطقة الدراسة).**

طبقًا لبيانات **الجدول (6)**، **والخريطة (6)**، يتضح تباين قيم معاملات تطور التعرية الحالية بمنطقة الدراسة تم تقسيمها إلى أربعة فئات نقلا بتصرف عن **سعد أبوراس الغامدى، (2009)، صـ 25**، إعتمادً على **(Zorn, Komac, 2008)** تعد هذه الفئات هى الأكثر تكرارًا نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى:

الفئة الأولى: معاملات تطور التعرية الضعيفة التى تراوحت بين 0.3 > : 0 ، جاءت مساحاتها بمقدار **0.01 كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية نطاقات أحواض منطقة الدراسة وإن كانت أكثر تكرارا فى النطاق الممتد من حوض وادى جبل الطير شمالا حتى وادى حسحاس جنوبا بجانب حوضى البرشاوى والعمرانى فى جنوب منطقة الدراسة.

الفئة الثانية: معاملات تطور التعرية المتوسطة التى تراوحت بين 0.5 > : 0.3، جاءت مساحاتها بمقدار 2.49 **كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة وإن كانت أكثر تكرارا عبر حوض وادى الطرفة والمنطقة السهلية بين وادا شارونة والبستان والمنطقة السهلية بين واديا الشيخ عبادة والبرشاوى.

الفئة الثالثة: معاملات تطور التعرية الكارستية التى تراوحت بين 0.7 > : 0.5، جاءت مساحاتها بمقدار **6569.46 كم** ^{2}، تمثلت فى غالية أحواض منطقة الدراسة ومساحاتها السهلية ومناطق التقسيم المائى بين الأحواض وكانت أكثر تكرارا بأحواض الطرفة والسريرية والمشجج.

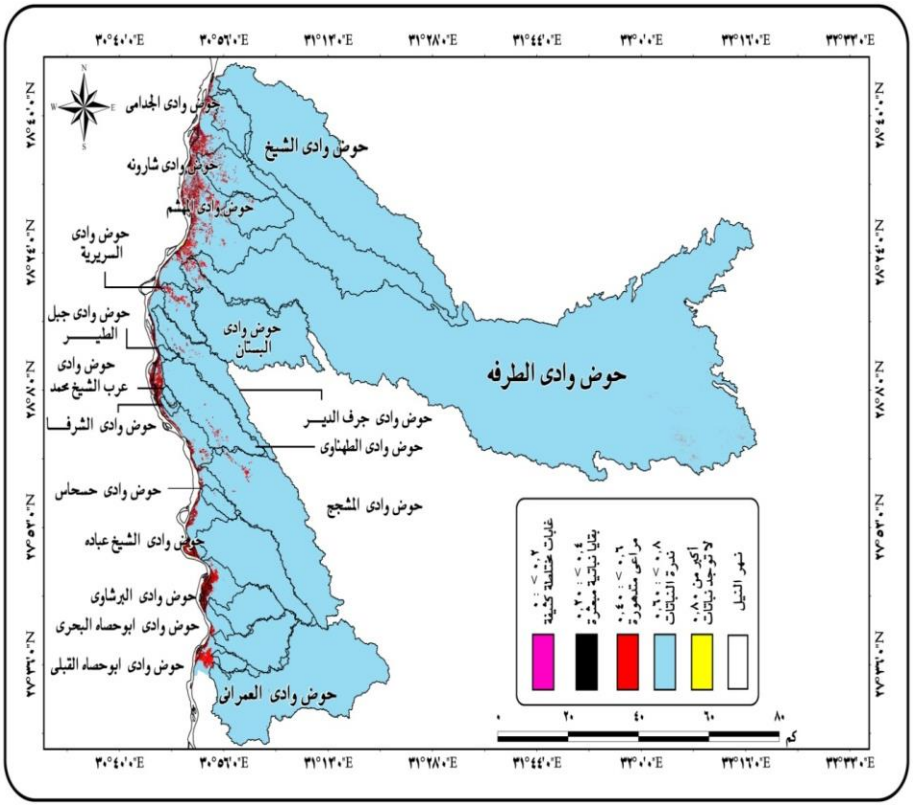
الفئة الرابعة: معاملات تطور التعرية الشديدة التى تراوحت بين 0.7 > : 1، جاءت مساحاتها بمقدار 1702.32 **كم** ^{2}، تمثلت فى مساحات متنارة بأحواض منطقة الدرسة عبر مجاريها السفلية وعلى حافاتها الجانبية.

معامل تطور التعرية الحالية لمنطقة الدراسة [&]	رقم	نطاقات معامل تطور	التقييم	المساحة	النسبة
	1	0.7 : < 1	تعرية شديدة	1701.32	20.56
	2	0.5 : < 0.7	تعرية كارستية	6569.46	79.41
	3	0.3 : < 0.5	تعرية متوسطة	2.49	0.03
	4	0 : < 0.3	تعرية ضعيفة	0.01	0.0001

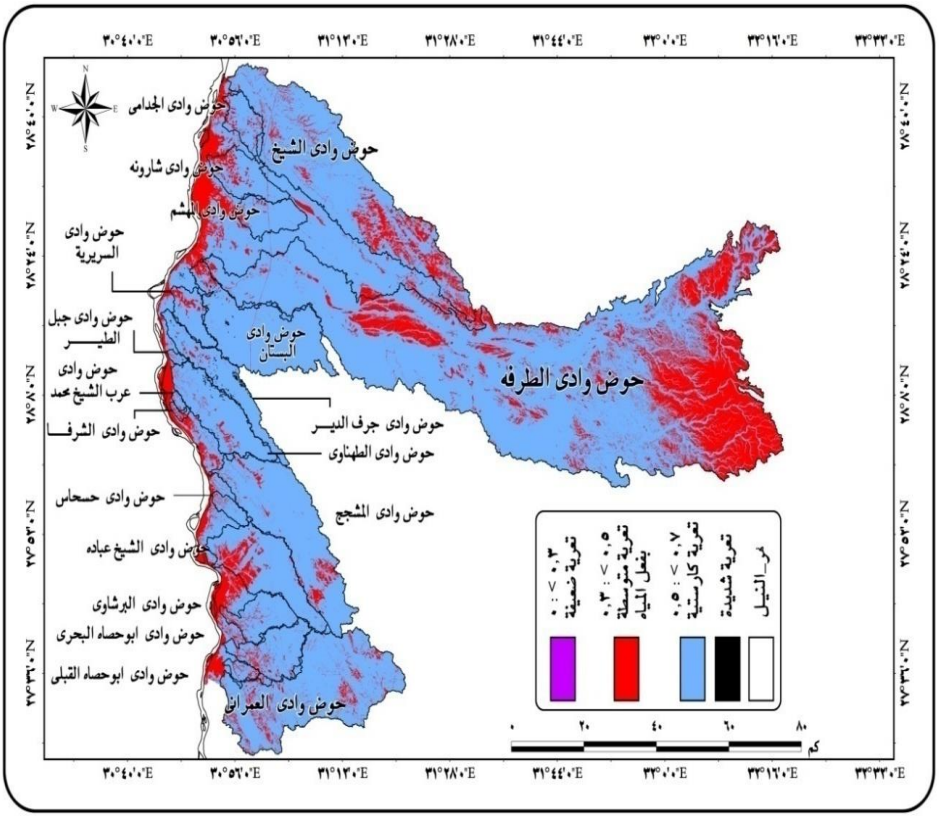
جدول (6): معاملات معاملات تطور التعرية ومساحاتها ونسبها المئوية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال .Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4

من خلال الحاسبة الخلوية Raster Calculator, Maps Aljebra



خريطة (5): معاملات حماية التربة من التعرية المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة.


حوض وادى الجدامى
حوض وادى الشيخ
حوض وادى شارونه
حوض وادى الهشم
حوض وادى السريرية
حوض وادى جبل الطيـــر
حوض وادى البستان
حوض وادى عرب الشيخ محمد
حوض وادى الشرفـــا
حوض وادى جرف النيـــر
حوض وادى الطهناوى
حوض وادى الطرفه
حوض وادى حسحاس
حوض وادى المشجج
حوض وادى الشيخ عباده
حوض وادى البرشاوى
حوض وادى ابوحصاه البحرى
حوض وادى ابوحصاه القبلى
حوض وادى العمران
تعرية شعيفة
تعرية متوسطة بفعل المياه
تعرية كارستية
تعرية شديدة
مر_النيل
كم

خريطة (6): معاملات تطور التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة.

المصدر لكلا من خريطة (5)، (6): من إعداد الطالب إستنادًا إلى البيانات المستنبطة آليًا من المرئيات الفضائية، نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

5_ 3 _ 4): حساب درجات الإنحدار لمنطقة الدراسة: Slope

يمكن تطبيق المعادلة الخاصة به على نموذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة **Digital Elevation Model (DEM)**

يمكن الوصول اليها من خلال الآتى:

نقوم بفتح نموذج الإرتفاع الرقمى الخاص بمنطقة الدراسة **(Digital Elevation Model).**

نقوم بفتح بيئة ال **(ARC Tool Box)** داخل أحد تطبيقات نظم المعلومات الجرغافية **(ARC GIS 10.4).**

الوصول الى المسار الآتى **Spatial Analyst Tools ----- Surface --- Slope --**

طبقًا لبيانات **الجدول (7)، والخريطة (7)**، يتضح تباين قيم درجات الإنحدار بمنطقة الدراسة تم تقسيمها إلى خمس فئات نقلا بتصرف عن **صلاح دياب، 2019 م**، صـ 866، إعتمادً على تصنيف (Young, 1972) تعد هذه الفئات هى الأكثر تكرارًا نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى:

الفئة الأولى: أراضى مستوية التى تراوحت درجات الإندار بها بين ° 2 > :° 0، جاءت مساحاتها بمقدار **1293.01 كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية نطاقات أحواض منطقة

الدراسة ولم تظهر فى صورة مساحات مجمعة بل جاءت فى نطاقات متباعدة صغيرة المساحة.

الفئة الثانية: الإنحدارات الخفيفة جدا تراوحت درجات الأنحدار بها بين ° 5 > :° 2، جاءت مساحاتها بمقدار 3726.5 **كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة على الحافات الجانبية لمجاريها وعبر أسطحها العلوية المنحدرة، إستحوز حوض وادى الطرف على النسبة الأكثر تكرارا منها نظرا لمساحته الكبيرة وإختلاف تضاريسه من موضع لآخر.

الفئة الثالثة: الإنحدارات الخفيفة تراوحت ردجاتها بين ° 10 > :° 5، جاءت مساحاتها بمقدار 2669.09 **كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية منطقة الدراسة وطبيعة توزيعها المكانى تتماشى مع طبيعة توزيع الإنحدارات المتوسطة.

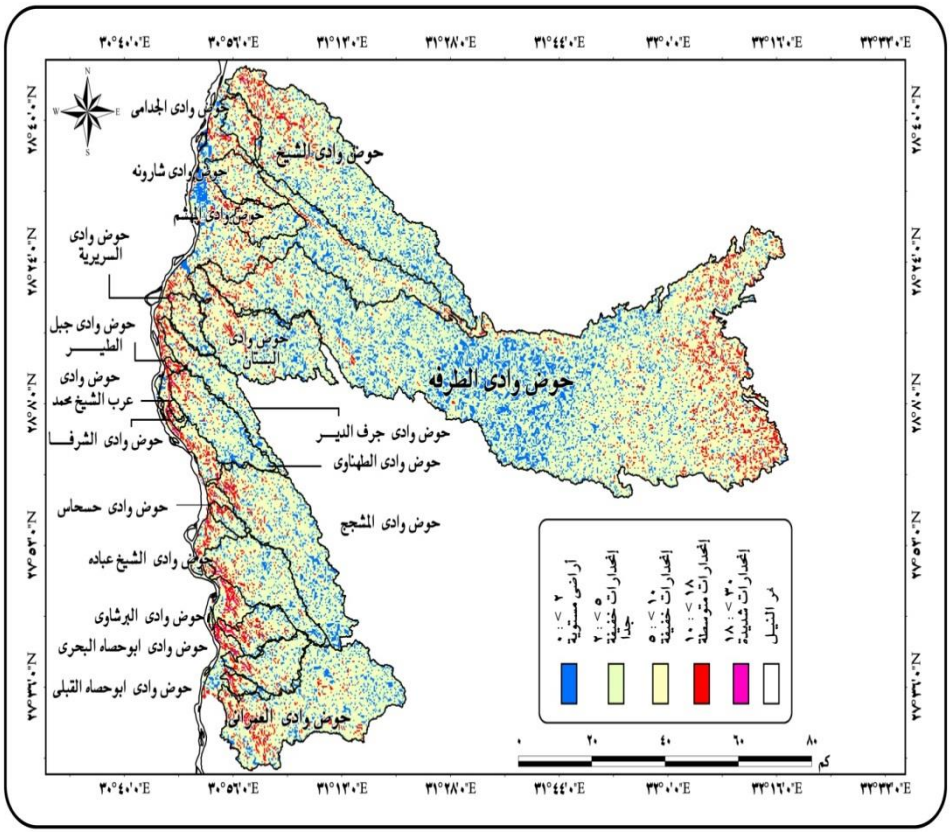
الفئة الرابعة: الإنحدارات المتوسطة تراوحت بين ° 18 > :° 10، جاءت مساحاتها بمقدار 555.897 **كم** ^{2}، تمثلت عبر الجزء الأدنى من أحواض التصريف بمنطقة الدراسة بإستثناء حوض وادى الطرف الذى ظهر بجانب جزءه الأخير بعض المناطق بالقرب من منطقة التقسيم بينه وبين الأحواض المنصرفه تجاه البحر الأحمر.

الفئة الخامسة: الإنحدارات الشديدة التى تراوحت بين ° 30 > :° 18، جاءت مساحاتها بمقدار 21.488 **كم** ^{2}، هى تعد الفئة الأقل فى مساحاتها وتكرارها من بين فئات منطقة الدراسة، حيث أنها لم تتعدى **%** 0.26 من مساحة باقى الفئات.

درجات الإنحدار بالدرجات [Slope Degree]	رقم الفئة	نطاقات الإنحدار بالدرجة المئوية	التقييم الوصفى	المساحة كم 2	النسبة المئوية
	1	18 ° : < 30 °	إنحدارات شديدة	21.4884	0.26
	2	10 ° : < 18 °	إنحدارات	555.897	6.73
	3	5 ° : < 10 °	إنحدارات خفيفة	2669.09	32.29
	4	2 ° : < 5 °	إنحدارات خفيفة	3726.5	45.08
	5	0 ° : < 2 °	أراضى مستوية	1293.01	15.64

جدول (7): درجات الإنحدار بالدرجات المئوية ومساحاتها ونسبها المئوية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال .Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4 من خلال الحاسبة الخلوية Raster Calculator, Maps Aljebra



خريطة (7): معاملات تطور التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادًا إلى نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

5_3_5): حساب معامل التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة: Z

معامل التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة يمكن حسابها من خلال إتباع المعادلة الأتية داخل النافذة الحوارية Raster Calculator

$$Z = Y * Xa * \& + \sqrt{Slope}$$

حيث أن (Z) هى عبارة عن معامل التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة والتى يتم حسابها بناءا على الأربع عناصر السابقة والموضحة هنا كالآتى:

- **معامل قابلية السطح للتعرية = (Y)**
- **معامل حماية التربة من التعرية = (Xa)**
- **معامل تطور التعرية لمنطقة الدراسة = (&)**
- **الإنحدار بالدرجات = Slope**

طبقًا لبيانات **الجدول (8)، والخريطة (8)**، يتضح تباين قيم متوسط درجات الحرارة بمنطقة الدراسة، معاملات التعرية الشديدة جدا تمثلت فى القيم التى تزيد عن أو تساوى الواحد الصحيح، جاءت مساحاتها بمقدار 7460.97 **كم** ^{2} ، تشغل معظم مساحات منطقة الدراسة كما يتضح من جدول (18) حيث أنها مثلت **%** 92.15 من مساحة منطقة الدراسة، الأمر الذى يعكس مدى قابلية معظم صخور المنطقة الجيرية لعمليات الإذابه والتعرية، تم تقسيم معاملات التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة إلى خمسة فئات نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى **صلاح دياب، 2019 م**، صـ 876 نقلا عن **Gavrilovic, Et Al., 2006**

الفئة الأولى: معاملات التعرية الخفيفة جدًا، تراوحت بين **0.19 > : 0**، جاءت مساحاتها بمقدار **25.07 كم** ^{2}، تمثلت فى نطاقات السهل الفيضى لمنطقة الدراسة، نظرًا لغياب التكوينات الجيرية من النطاق السهل سجلت معاملات التعرية بدرجات خفيفه.

الفئة الثانية: معاملات التعرية الخفيفة، تراوحت بين 0.40 > : 0.19، جاءت مساحاتها بمقدار 83.68 **كم** ^{2} ، تمثلت فى غالبية أحواض أودية منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها وإن كانت أكثر تكرارًا فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة.

الفئة الثالثة: معاملات التعرية المتوسطة، تراوحت بين 0.70 > : 0.40، جاءت مساحاتها بمقدار 189.27 **كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية منطقة الدراسة وإن كانت أكثر تكرارا فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة والأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة.

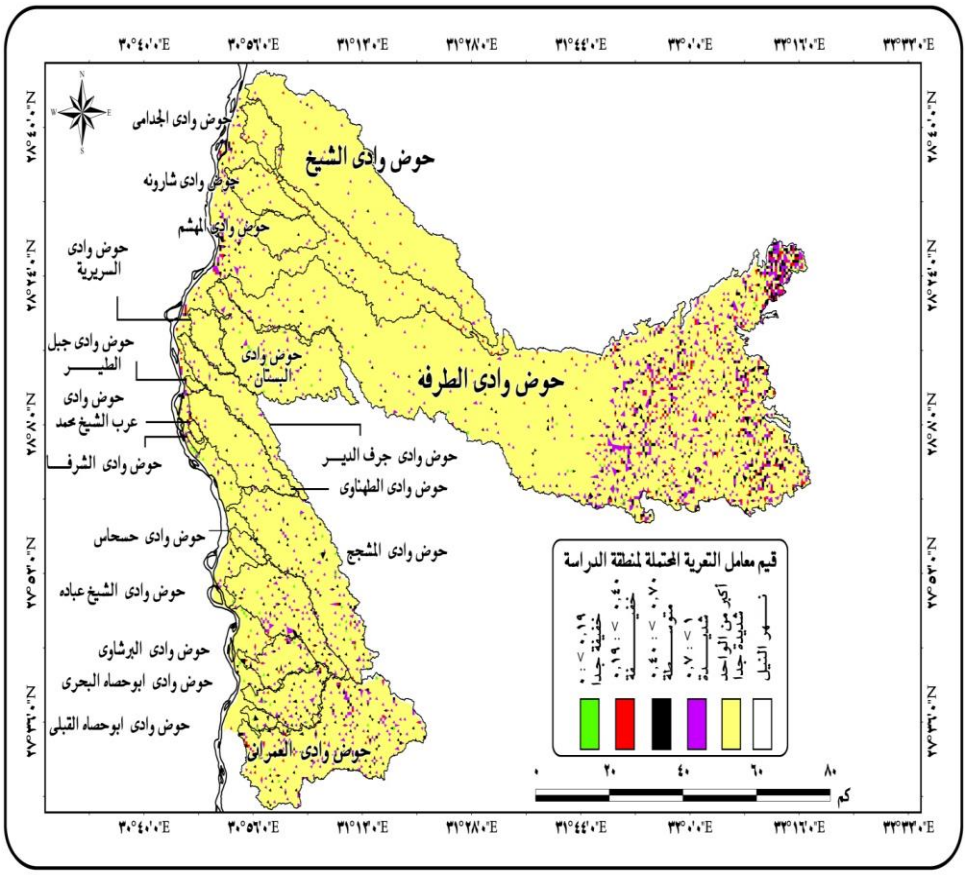
الفئة الرابعة: معاملات التعرية الشديدة، تراوحت بين 1 > : 0.70، جاءت مساحاتها بمقدار 337.09 **كم** ^{2} ، تمثلت فى غالبية منطقة الدراسة وإن كانت أكثر تكرارا فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة والأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة.

الفئة الخامسة: معاملات التعرية الشديدة جدا، القيم التى تزيد عن أو تساوى الواحد الصحيح، جاءت مساحاتها بمقدار 7460.97 **كم** ^{2} ، تشغل معظم مساحات منطقة الدراسة كما يتضح من جدول (18) حيث أنها مثلت **%** 92.15 من مساحة منطقة الدراسة.

معامل التعرية المحتملة لمنطقة الدراسة [Z]	رقم	نطاقات معامل التعرية	التقييم	المساحة كم	النسبة
	1	**أكبر من أو يساوى 1**	**شديدة جدا**	**7460.97**	**92.15**
	2	**1 > : 0.70**	**شديدة**	**337.09**	**4.16**
	3	**0.70 > : 0.40**	**متوسطة**	**189.27**	**2.34**
	4	**0.40 > : 0.19**	**خفيفة**	**83.86**	**1.04**
	5	**0.19 > : 0**	**خفيفة جدا**	**25.07**	**0.31**

جدول (8): فئات معامل التعرية المحتملة ومساحاته ونسبه المئوية لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال .Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4
من خلال الحاسبة الخلوية Raster Calculator, Maps Aljebra



خريطة (8): معاملات التعرية المحتملة المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادًا إلى البيانات المستنبطة آليًا من المرئيات الفضائية، نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

6): حساب المعدل السنوى للتعرية المحتملة (م^3 / كم ^{2} / السنة):

المعدل السنوى للتعرية المحتملة هو المعدل النهائى للتعرية المحتملة بمنطقة الدراسة شرق المنيا فى المنطقة الممتدة من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا، يمكن الحصول عليه من خلال تطبيق المعادلة الآتية والتى تحتوى على جميع المتغيرات السابقة، والتى يمكن حسابها بإستخدام الحاسبة الخلوية **Raster Calculator** داخل بيئة ال **ARC GIS 10.4**، بجانب مجموعة من التحليلات المكانية **Spatial Analyst** داخل بيئة ال **ARC GIS 10.4** وال **ERDAS Imagine, 2014**.

$$W = Precep * T * \prod * \sqrt{(z)^3}$$

متوسط معدلات التساقط السنوية ملم ^{3} = Precep.

متوسط درجات الحرارة السنوية بالدرجة المئوية = T

معامل التعرية المحتملة بمنطقة الدراسة= Z

التعرية الحالية= &

قابلية السطح للتعرية = Y

حماية التربة من التعرية = Xa

الإنحدار بالدرجات= Slope

طبقا لبيانات **الجدول (9)**، **والخريطة (9)**، إتضح تباين الدرجات الوصفية والقيم الكمية لدرجات التعرية السنوية بمنطقة الدراسة تم تقسيمها إلى ست فئات **صلاح دياب، 2019 م**، صـ 877، تعد هذه الفئات هى الأكثر تكرارًا نوردها كالتالى من الأدنى إلى الأعلى:

الفئة الأولى: معدلات التعرية الغير ظاهرة هى أقل معدلات التعرية بمنطقة الدراسة، تراوحت بين 0 : > 50 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة**، جاءت مساحاتها بمقدار **89.96 كم** ^{2}، تمثلت فى نطاق المراوح الفيضية لأحواض الأودية الواقعة شمال حوض وادى الطهناوى، يرجع ذلك لكون تلك المناطق مناطق إرساب فيضى فى مواسم المطر الأمر الذى يساعد على تغطية أسطحها بالإرسابات وطمر إنشطة الإذابة بالإرسابات الفيضية،

هى مناطق صالحة للزراعة وتمتاز مياهها الجوفية بقربها من السطح، الأمر الذى يساعد على استغلالها زراعيا والتوجه اليها تنمويا.

الفئة الثانية: معدلات التعرية الضعيفة والتى تراوحت بين 50 : > 500 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة،** جاءت مساحاتها بمقدار **1907.68 كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية أحواض أودية منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها، سجلت النسب الأكثر تكرارًا فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة والمنطقة الوسطى بمنطقة الدراسة (أحواض السريرية والبستان وجبل الطير وعرب الشيخ محمد والشرفا) والأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة جنوب حوض وادى حسحاس، تعد هذه المناطق من المناطق الحيوية فى عمليات التنمية، لقلة انشطة الإذابة بها وقلة معدلات تكرار الحفر والدولينات الكارستية.

الفئة الثالثة: معدلات التعرية المتوسطة والتى تراوحت بين 500 : > 1500 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة،** جاءت **مساحاتها بمقدار 4404.98 كم** ^{2} ، تمثلت فى غالبية أحواض منطقة الدراسة ومناطق تقسيم المياه فيما بينها، سجلت النسب الأكثر تكرارًا فى نطاق أحواض الطرفة والمهشم وشارونة والمشجج، يرجع ارتفاع معدلات التعرية بهذه المناطق عن المعدلات السابقة نظرا لطبيعة تكويناتها الجيولوجية التى تفاوتت بين تكوينات قرارة ومغاغة.

الفئة الرابعة: معدلات التعرية الفوق متوسطة والتى تراوحت بين 1500 : > 5000 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة،** جاءت مساحاتها بمقدار 1638.60**كم** ^{2}، تمثلت فى غالبية الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة بتكرارت أكثر فى نطاق حوضى الشيخ والطرفة وعند نهايات الأحواض الواقعة جنوب حوض وادى الطهناوى، تتمثل محاور التنمية العمرانية الجديدة والإستصلاح الزراعى داخل هذا النطاق الجغرافى، لذا وجب إجراء المزيد من الدراسات ووضع معايير إنشائية تناسب طبيعة المنطقة عند البدء فى المشروعات الجديدة بها كمناطق الإمتداد الجديدة لمدينة المنيا الجديدة ومحاور الإستصلاح الزراعى على جانبى

الطريق الصحراوى الشرقى القديم عند مواضع مروره عبر أحواض الجدامى وشارونة والسريرية والشرفا والمشجج.

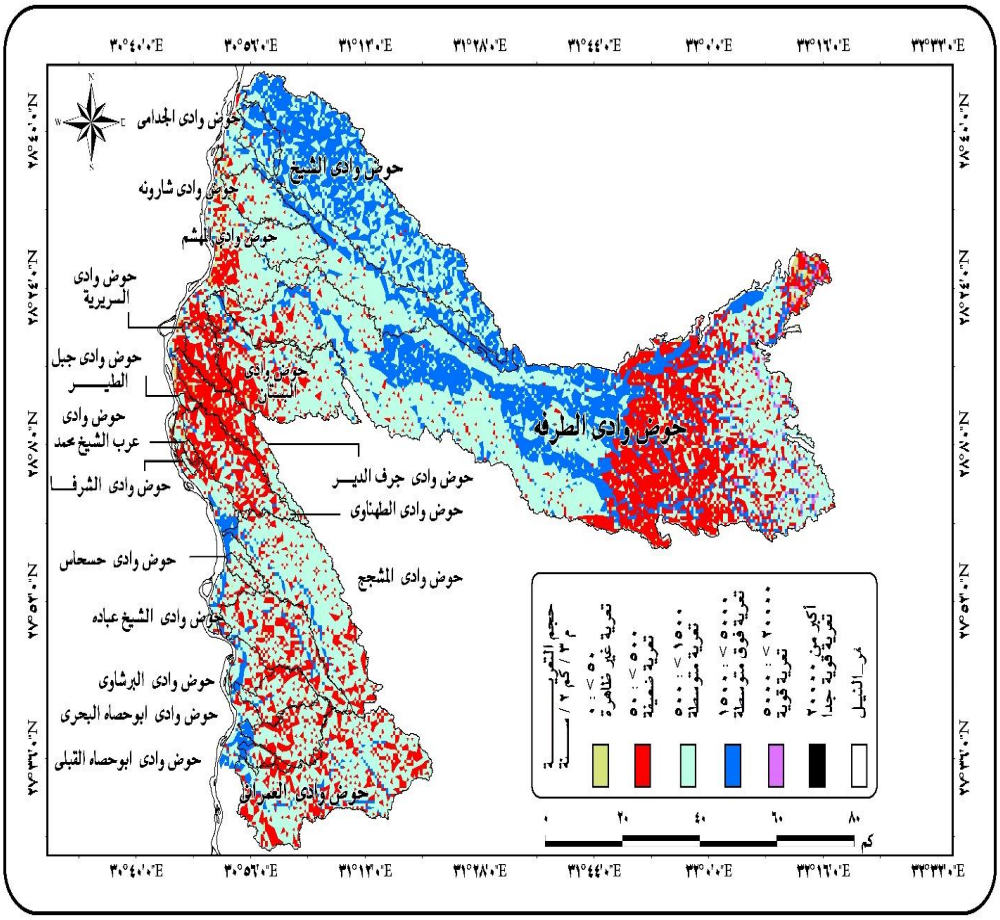
الفئة الخامسة: معدلات التعرية القوية والتى تراوحت بين 5000 : > 20000 **م ^{3} / كم ^{2} / سنة،** جاءت مساحاتها بمقدار 39.03 **كم** ^{2} ، تمثلت فى الأجزاء العليا من حوض وادى الطرفة، تمثل تلك المناطق مواضع خطورة كارستية عالية لإنتشار الدوليات الكارستية بها وكهوف الإذابة.

الفئة السادسة: معدلات التعريه القوية جدا والتى كانت أكثر من **20000 م ^{3} / كم ^{2} / سنة،** جاءت مساحاتها بمقدار **0.31 كم ^{2}**، تمثلت فى شمال المروحة الفيضية لوادى الطرفه (منطقة تقسيم المياه الدنيا بين حوض وادى المهشم والطرفة)، تعد المعلات القوية جدا للتعرية هنا مؤشر يعكس مدى الخطورة الكارستية للمنطقة من إحتمالية وجود تكهفات تحت السطح قد تكشفها عمليات التعرية لاحقا، لذلك لا ينصح بالبدء فى عمليات تنموية بالمنطقة إلا بعد إجراء المزيد من الدراسات المسحية لها.

حجم التعرية السنوية م ^{3} / كم ^{2} / السنة	رقم الفئة	نطاقات المعدل السنوى للتعرية المحتملة بالمنطقة بال (م^3 / كم ^{2} / السنة):	التقييم الوصفى	المساحة كم ^{2}	النسبة المئوية
	1	أكثر من 20000	تعرية قوية	0.31	0.004
	2	5000 : < 20000	تعرية قوية	39.03	0.483
	3	1500 : < 5000	تعرية فوق	1638.60	20.278
	4	500 : < 1500	تعرية	4404.98	54.512
	5	50 : < 500	تعرية ضعيفة	1907.86	23.610
	6	0 : < 50	تعرية غير	89.96	1.113

جدول (9): متوسط قيم ومساحات ونسب التعرية السنوية م ^{3} / كم ^{2} / سنة لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب بإستخدام تطبيق ال .Erdas Imagine 2014, ARC GIS 10.4 من خلال الحاسبة الخلوية .Raster Calculator, Maps Aljebra



خريطة (9): حجوم التعرية المستنبطة من المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة م ^{3} / كم ^{2} / سنة.

المصدر: من إعداد الطالب إستنادًا إلى بيانات الأرصاد المناخية المستنبطة آليًا من المرئيات الفضائية، نماذج الإرتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة بدرجه وضوح 1 ثانيه او ما يعادل 30 متر / البكسل وتطبيقات الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

7): الإستنتاجات:

[1] : تعد منطقة الدراسة من المناطق التى تمتاز بالمناخ الجاف بإستثناء فترات التغيرات الموسمية التى تعمل على تعرض المنطقة لموجات سيليه متقطعه تشكل

خطرا على مواضع الإستقرار العمرانى عند مصبات نهايات مجارى أودية منطقة الدراسة.

[2] : أمكن تطبيق نموذج جافريلوفيتش على البيئات الجيرية الجافة للتقييم النوعى والكمى لأحجام التعرية بها، ظهرت تباينات مكانية بمنطقة الدراسة حول مدى تأثرها بعمليات التعرية ومعاملات نموذج جافريلوفيتش للتعرية بالمنطقة.

[3] : ظهرت صخور منطقة الدراسة متأثرة بالإذابة الكيميائية التى لعبت دورا بارزا فى نشأة وتطور جيومورفولجية المنطقة الكارستية.

[4] : أوضحت عمليات الدراسة السطحية للعينات الصخرية بالمنطقة نشاط عمليات الإذابة التى شكلت العديد من عروق الكالسيت والألباستر وصخور الفلنت والجير بالمنطقة.

[5] : طبقا للنتائج التى تم الحصول عليها من تطبيق نموذج جافريلوفيتش لتقدير حجم التعرية، إتضح أن صخور المنطقة لديها القابلية للإستجابة لعوامل التعرية والتآكل من عمليات إذابة وغيرها، يعد هذا النموذج مناسب للمناطق المتضرسه والأسطح الجيرية على عكس غالبية النماذج الأخرى الملائمة للمناطق السهلية والرطبة.

8): التوصيات:

[1] : توصى هذه الدراسة بتطبيق معاملات نموذج جافريلوفيتش على العديد من المناطق الجيرية الأخرى فى الأراضى المصرية لتقييم حجوم تعريتها النوعية والكمية وعمليات الإذابة بأحواض أوديتها ومناطقها البينية، ذلك للوصول إلى سيناريوهات أكثر دقة لدرء الأخطار الكارستية من خلال نتائج النماذج الريضاية المطبقة بإستخدام التقنيات الحديثة من علوم الجيوماتكس.

[2] : ضرورة وضع سيناريوهات للإستفادة من مياه الأمطار فى رى المسطحات الخضراء أو الزراعة نظرا لزيادة الفاقد منها بسبب التسرب لداخل الصخور الجيرية بالمنطقة الجيرية شرق محافظة المنيا.

[3] : عمل مسح جيومورفولجي للحافة الموازية للسهل الفيضى شرق المنيا من وادى الشيخ شمالا حتى وادى العمرانى جنوبا، لتحديد المواضع الأكثر عرضة للإنهيال الصخرى وتثبيت منحدراتها بإرتكازات خرسانية قوية لدرء الخطر الذى يمكن أن تتعرض له مراكز الإستقرار العمرانى بالمنطقة خاصة مع قابليتها للتعرية والإابة.

[4] : ضرورة مراعاة معايير السلامة الإنشائية بشكل إستثنائى فى مناطق التنمية العمرانية الجديدة، لتتسق مع طبيعة المنطقة الجيرية وما بها من تكهفات وكهولة باطنية موروثة وقابليتها للتعرية والإابة فى حالة وجود العامل الذى يساعد على نشاط تلك العمليات كمياه الأمطار وعمليات الإذابه الجيرية التى تنتج عنها.

المراجع العربية:

- **احمد حسين حسين (2019 م):** سرعة التحلل الكارستى وآثارها على المنشآت الهندسية فى مدينة تلعفر، **مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية**، المجلد 16، العدد 1، صـ 1633 – 1654.
- **أشرف أبوالفتوح مصطفى [2019 م]:** جيومورفولوجية الممرات الضخمة ونشأتها بالصحراء الغربية فى مصر، **مجلة كلية الآداب، جامعة قناة السويس**، العدد 17، صـ 223 – 272.
- **أشرف أبوالفتوح مصطفى (2013 م):** جيومورفولوجية كهف وادى التلعة القبلية بهضبة المعازة، **المجلة الجغرافية العربية التى تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية**، العدد الواحد والستون، صـ 255 – 292.
- **أشرف أبوالفتوح مصطفى (2017 م):** الكارست ودوره فى تشكيل وادى بير العين بهضبة المعازة الجيرية شرق سوهاج، مصر، **المجلة الجغرافية العربية التى تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية**، العدد السبعون، صـ 1 – 41.
- **أشرف أبوالفتوح مصطفى (2018 م):** كهوف البلايزه غرب أسيوط، أول كهوف المحاليل الحرمائية فى وادى النيل فى مصر، **المجلة الجغرافية العربية التى تصدر**

عن الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الواحد والسبعون، المجلد 49، العدد الأول، صـ 87 – 117.

- **أشرف أبوالفتوح مصطفى، معوض بدوى معوض بدوى (2019 م):** تأثير مظاهر الكارست على الجريان السطحى فى وادى بير العين بهضبة المعازة الجيرية شرق سوهاج، **حوليات آداب عين شمس**، المجلد 47، العدد الأول، صـ 514 – 548.
- **إيمان عفيفى محمد ميرغنى (2018 م):** جيومورفولوجية الكهوف وأشكال الكارست فى محافظة أسيوط، **رسالة ماجستير غير منشوره**، جامعة اسيوط، كلية الآداب.
- **جمال شعوان (2015 م):** توظيف الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية فى دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط _ حوض أمزاز إنموذجًا، **رسالة دكتوراه منشوره، كلية الآداب والعلوم الإنسانية**، سايس فاس، جامعة سيدى محمد، بن عبدالله، المغرب، صـ 301.
- **حسام جمعه أحمد عزيز (2019 م):** جيومورفولوجية أشكال الكارست على حواف منخفض الفيوم وقاعة بالصحراء الغربية، مصر، **رسالة ماجستير غير منشوره**، جامعة بنى سويف، كلية الآداب، صـ 1 – 572.
- **سعد أبوراس الغامدى (2009): تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية فى حوض وادى نعمان بوسائل تقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية،** المجلة المصرية للتغير البيئى، العدد الأول، ص ص 8 –33.
- **صالح رجب عيسى هلال (2014 م):** المحددات الجيومورفولوجية لمراكز الإستقرار العمرانى شرق المنيا، دراسة بإستخدام الإستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية، **رسالة دكتوراه منشوره، كلية الآداب**، جامعة المنيا، صـ 1 : 83.
- **صلاح محمد صلاح دياب (2019 م):** إستخدام الجيوماتكس لتقدير مخاطر التعرية المائية فى حوض وادى خورى EPM، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنوفية، **المؤتمر الجغرافى الدولى الثانى، التنمية المستدامة فى الوطن العربى بين الإمكانيات وطموحات الشعوب**، الجزء الثانى، ص ص 855 – 882.

- **على أحمد العنانزه، محمد عثمان قوقزه (2020 م):** تقدير درجات الإذابة الكارستية لمياه الينابيع فى محافظة عجلون، **مجلة العلوم الإنسانية والإجتماعية**، الجامعة الأردنية، المجلد 47، العدد 3، صـ 252 – 275.
- **محمد مجدى تراب، (2011 م)**، الموسوعة الجيومورفولوجية، **الجمعية المصرية للتغيرات البيئية، الإسكندرية.**
- **محمود محمد عاشور، جهاد أكرم حجازى (2013 م):** أحد منخفضات الإذابة الكارستية جنوب منخفض البحرية: دراسة جيومورفولوجية ، **بحوث ومقالات رابطة الأدب الحديث**، المجلد 77، صـ 513 – 523.

المراجع الغير عربية:

Bonnie M. S., [2014], The Geology of Egypt: A Traveler's Handbook, The American university in Cairo press.

Ibrahim D. H., [2019], Management OF Water Potentiality in Some Wadies, At Middle Egypt, Submitted to Geology Department, Faculty of Science, Minia University, in Partial Fulfillment of the Requirement of the master's degree [M.SC] of Science in Geology.

Embabi N. S., (2018): landscapes and landforms of Egypt, Springer, P.335.

Emmanouloudis A. D., Christou O. P., Filipidis E. I., (2003): Quantitative estimation of degradation in the Aliakmon River basin using GIS, Erosion Prediction in Ungauged Basins: Integrating Methods and Techniques (Proceedings of symposium HS 01 held during IUGG 2003 at Sapporo, July 2003), IAHS Publ. no. 279, 2003, PP. 234 – 240.

Gavrilovic Z., Milojevic M., and Jurisic S, (2013): Rain Generators – Important Equipment in the Field of Erosion Science. In: Proceeding of 1st Serbian Forestry Congress: Future with Forests, pp. 916–929.

Hamimi, Z., El-Barkooky, A., Martínez Frías, J., Fritz, H. and Abd El-Rahman, Y. (2020), The Geology of Egypt, Springer, P.726.

Hassan, H. F., & Korin, A. H. [2019], Contribution to the biostratigraphy of the Middle-Upper Eocene rock units at North Eastern Desert; an integrated micropaleontological approach. Heliyon, 5[5], Published online 2019 May 20, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01671

Klimchouk A., [2017], Hypogene Karst Regions and Caves of the World, James W. LaMoreaux, Tuscaloosa, USA, P.903.

Klimchouk, A., [2017], Types and Settings of Hypogene Karst, Hypogene Karst Regions and Caves of the World, pp.1-39.

Palmer A., [2011], Distinction between Epigenic and Hypogenic caves, Geomorphology , 134, [1-2]: PP. 9-22.

Strahler, A. [1957], Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, Transaction American Geophysical Union, Vol. [38]. No. [6], PP. 913-920.

Veress, M., [2016], Covered Karst Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 536.

Veress, M., [2018], The Karren and Karren formation of bare slopes, Earth Science Review, 188, PP. 272 – 290.

Zorn, M, and Komac B., (2008): Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 year (Julian Alps, Western Slovenia). Presented at XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.