استخدام الجيوماتكس في تحليل استقرار رواسب منحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية

إعداد الباحث / صلاح محمد صلاح دياب [1]

ملخص البحث:

تعد دراسة حركة المواد على المنحدرات من أكثر أنواع الأخطار الطبيعية شيوعاً وخطورة في الحافة الشرقية بهضبة الجلالة البحرية، واستهدف البحث دراسة تحليل استقرار رواسب منحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية، من خلال دراسة الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة، ودراسة عوامل ومحفزات حركة المواد على المنحدرات، و التعرف علي أنماط حركة المواد السائدة بالمنطقة، وتقدير معامل الأمان لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية، مع رسم خريطة الأمان لمنحدرات الحافة، ومن خلال التطبيقات والتقنيات الحديثة في علم الجيوماتكس تمكن الباحث من تطبيق معادلات معامل الأمان بالإضافة إلي قياس سرعة حركة المواد.

وجدير بالذكر أنه تم إنشاء نموذج لتحديد الأماكن الأكثر عرضه لخطر التساقط الصخري وتحديد فئات درجات الخطورة من خلال تطبيق أسلوب المعايير المتعددة الذي يعد من أفضل الأساليب المستخدمة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية في النمذجة المكانية وذلك نظراً لما يوفره من إمكانيات تحليلية بقدرة عالية ومعالجة دقيقة للبيانات وطرقة مختلفة ومتطورة في عرض النتائج، وبناء علي عدة معاملات ومؤشرات منها معامل الانحدار، والمسافات الأرضية، ومؤشر الغطاء النباتي، والمعدل السنوي لتساقطات الأمطار، والتركيب الصخري لمنطقة الدراسة.

وتَكمن أهمية الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية في موقعها الجغرافي المتميز بالإضافة إلي القرب من مراكز العمران والنشاط السياحي، وأيضاً مشروع تطوير وتنمية هضبة الجلالة البحرية.

الكلمات المفتاحية: الجيوماتكس، حركة المواد على المنحدرات، هضبة الجلالة البحرية.

مقدمة البحث:

توجد ثلاث تكنولوجيات جيوماتيكية مهمة لها إسهامات كبيرة في رصد الأخطار والتخفيف من آثارها وهى: النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، والاستشعار من بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). وبالتالي إن التكامل

([1]) معيد شعبة المساحة والخرائط، بقسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة المنوفية، تخصص دقيق: استشعار من بعد، ت: ٠١٠٦٧٢٥٧٦٠١ البريد الإلكترونى salahdiab950@ gmail.com - salahdiab950@art.menofia.edu.eg

بين النظم الثلاثة السابقة الذكر يصنع قدرة كبيرة على التحكم بمعطيات البيئة المرصودة حسب الغرض من الدراسة، وذلك على مستوى عالى من الدقة والسرعة، ومن خلال تطبيقات وتقنيات الجيوماتكس تمكن الباحث من دراسة تحليل استقرار رواسب منحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية.

أهداف البحث: تتعدد الأهداف التي يصبو البحث إلى تحقيقها حيث لكل دراسة هدف وغاية يسعى طالب العلم إلى تحقيقها، ومن أهم أهداف دراسة الباحث:

١) التعرف على أهم الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.
٢) دراسة عوامل ومحفزات حركة المواد على المنحدرات.
٣) التعرف علي أنماط حركة المواد السائدة بالمنطقة.
٤) تقدير معامل الأمان لمنحدرات منطقة الدراسة.

منهجية البحث:

لكل علم أو تخصص من العلوم والتخصصات نظرية معرفية Epistmology يختص بها، وبتطور علم الجغرافيا تطورت مناهجه وأساليبه وفى هذه الدراسة سوف يعتمد الباحث على عدة مناهج هي:

١) منهج الظاهرة: ويهتم بدراسة كل ظاهرة من الظاهرات الطبيعية دراسة تفصيلية، لمعرفة نشأتها وتطورها وأنماطها والنتائج المترتبة عليها، ومدى تأثيرها في البيئة، ومستويات الخطورة المترتبة عليها(عواد موسى،٢٠١٧).
٢) منهج النظم: يهدف هذا المنهج إلى الفهم الأيكولوجى للبيئة وهو ما يقتضى وجود عمل كبير يضمن تفصيص Dismantle البيئة لتحليلها ثم إعادة تجميعها Reassembling في توليفة متكاملة في إطار ما يعرف بالنظام System (فتحى مصيلحى، ٢٠١٥) وهذا ما يسعى الباحث لمحاولة تنفيذه في دراسته.
٣) المنهج التطبيقى: وهو لُب هذه الدراسة حيث تحرص الدراسات والأبحاث الجغرافية على استخدامه وذلك لإبراز الجوانب النفعية لعلم الجغرافيا أي توظيفه لخدمة الإنسان، وهذا أساس ظهور وتبلور المنهج التطبيقى بمؤتمر البيئة العالمى في استكهولم ١٩٧٢م، ويسعى الباحث لاستخدامه في دراسته، كما يهتم بتقييم الأثر البيئي لمنطقة الدراسة.(محمود عنبر ، ٢٠١٥).

أساليب الدراسة: اعتمد الباحث في دراسته على عدة أساليب بحثية وهى:

١) أسلوب تقنيات وتطبيقات علم الجيوماتكس: يستخدم هذا الأسلوب في الكثير من الدراسات الجغرافية الطبيعية والبشرية فهو عبارة عن نظام متكامل للحصول على البيانات والمعلومات عن الظاهرات الجغرافية وتخزينها وتبويبها ثم إدارتها والتحكم فيها وتحليلها بصورة جغرافية من خلال معالجة المرئيات الفضائية وإنتاج خرائط معلوماتية تفيد الدراسة بشكل عام وتفيد متخذى وصانعى القرار بشكل خاص.

٢) الأسلوب الإحصائى: وسوف يستخدمه الباحث في جدولة وتبويب البيانات ثم استخراج المعلومات والنتائج وتحليلها احصائياً وكمياً وذلك من خلال المعادلات الرياضية والعلاقات المختلفة.

٣) الأسلوب الكارتوجرافى: يهدف هذا الأسلوب إلى بلورة نتائج التحليل وإبراز الحقائق الجغرافية في صورة مرئية مثل:(الأشكال البيانية – واللوحات - والخرائط) لما له من قدره على إبراز المعلومات والنتائج وسهولة استقرائها وذلك من خلال الإستعانة ببعض برامج الحاسب الآلى المتخصصة.

الدراسات السابقة:

حظيت منطقة الدراسة بقدر كبير من الدراسات سواء التي تناولت بعض من أجزائها بدراسة مباشرة، أم التي تناولتها كجزء من موضوع الدراسة، ولكنها لم تحظى إطلاقاً بدراسة تفصيلية دقيقة عن تحليل استقرار رواسب المنحدرات.

مصادر بيانات البحث:

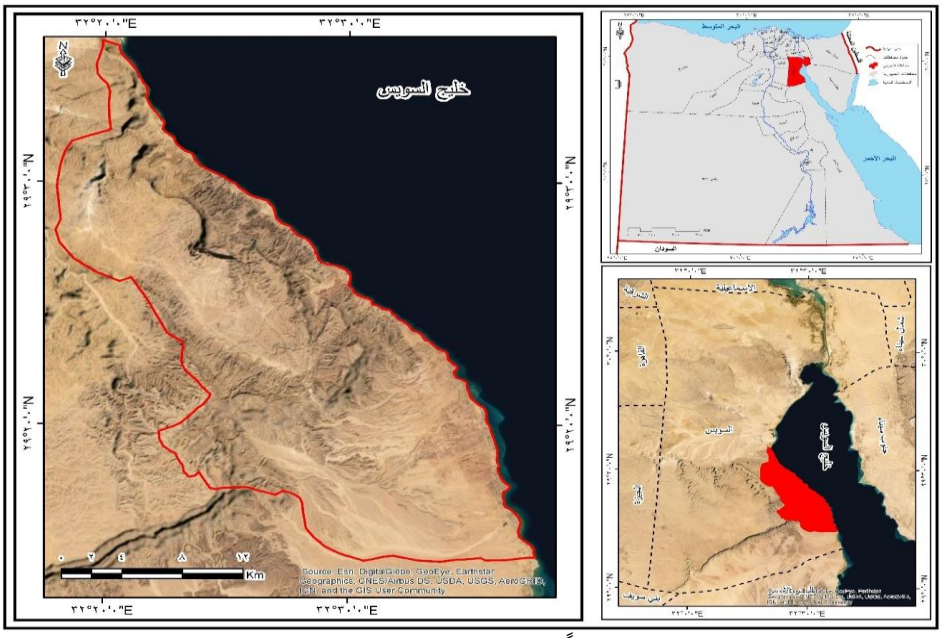
تمثل البيانات العمود الفقرى لأية دراسة، ومن ثمَّ تتعدد المصادر المستخدمة ولعل أهمها: المصادر الإحصائية متمثلة في البيانات المناخية الصادرة عن وكالة ناسا الأمريكية، والخرائط التي توفرها الهيئة المصرية العامة للمساحة وهيئة المساحة العسكرية، بالإضافة إلى الصور الفوتوغرافية التي تم الحصول عليها من الميدان، ولا ريب أن المراجـــع المتخصصة تضفى الصبغة العلمية، وتعد شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) أحد أهم المصادر في هذا البحث.

منطقــة الدراســة:

تقع الحافة الشرقية بهضبة الجلالة البحرية في محافظة السويس وتصب أوديتها في خليج السويس، وبلغت مساحتها ٥٢٣.٣٧ كم٢، وتمتد فيما بين خطى طول ٤١″ ٣٧′ ٣٢° و ٥٥″ ١٧′ ٣٢° شرقاً ودائرتى عرض ٥٤″ ٣٥′ ٢٩° و١٧″ ١٤′ ٢٩° شمالاً، ويحدها من الشمال العين السخنة، ومن الجنوب يحدها حوض وادى أبو حريفات، بينما يحدها من الشرق خليج السويس، ومن الغرب يحده سطح الهضبة، وبلغ أعلى منسوب في الحافة ١٢٦٧ متراً، بينما أقل منسوب هو صفر. كما يتضح من شكل (١).

خطة البحث: يتألف البحث من العناصر التالية:

المبحث الأول: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.
المبحث الثانى: العوامل المؤثرة في حركة المواد على المنحدرات.
المبحث الثالث: تقدير معامل الأمان لمنحدرات منطقة الدراسة.
الخاتمة: وتشمل أهم النتائج والتوصيات.



المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً على الخرائط الرقمية، والمرئية الفضائية من Esri Digital Globe , Geo Eye.

شكل (١) الموقع الجغرافي للحافة الشرقية بهضبة الجلالة البحرية ٢٠٢٠م

****

المبحث الأول: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.

أولاً: الخصائص الجيولوجية:

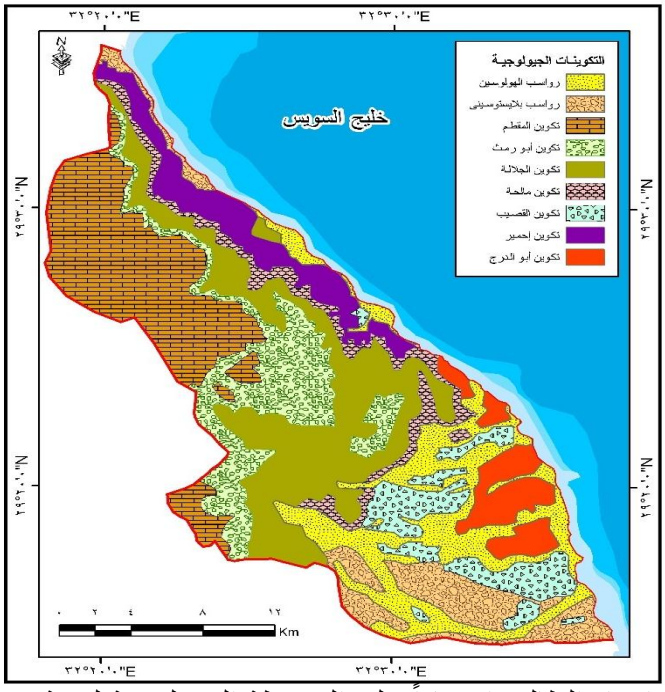
تمثل الخصائص الجيولوجية الأساس الذى لا غنى عنه في إجراء الدراسات الجغرافية، وفيما يلى التوزيع الجغرافى للتكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

ويتضح من الجدول(١) وشكل(٢) أن تكوين الجلالة يشغل أكبر مساحة في الحافة حيث بلغ ١٩.٥٢% من إجمالي المساحة، وينتشر في المناطق الجرفية والرأسية للحافة، ويليه تكوين المقطم بنسبة ١٩.٢١% من إجمالي المساحة، وينتشر في بداية سطح الهضبة، وتأتي رواسب الهولوسين في المرتبة الثالثة بنسبة ١٤.٨٢% من إجمالي المساحة، بينما اقل التكوينات أنتشاراً هو تكوين مالحة بنسبة ٥.٢٢% من إجمالي المساحة، ويتألف من الطفل والحجر الرملى متداخل مع عدسات الكونجلوميرات ثم تتدرج في صغر حجمها كلما إتجهنا إلى الطبقات الأعلى وتتبادل مع الطين والمارل.

جدول (١) التكوينات الجيولوجية السطحية بهضبة الجلالة البحرية.

التكوينات والرواسب	المساحة	المساحة %
رواسب الهولوسين	77.54	14.82
رواسب بلايستوسينى	44.75	8.55
تكوين المقطم	100.55	19.21
تكوين أبو رمث	67.16	12.83
تكوين الجلالة	102.18	19.52
تكوين مالحة	27.34	5.22
تكوين القصيب	38.33	7.32
تكوين إحمير	36.56	6.99
تكوين أبو الدرج	28.96	5.53
المجموع	523.37	100.00

المصدر: من إعداد الطالب إعتماداً على الخريطة الجيولوجية لوحة بني سويف



المصدر: من إعداد الطالب إعتماداً على الخريطة الجيولوجية لوحة بني سويف لعام ١٩٨٧م

شكل (٢) التكوينات الجيولوجية السطحية لمنطقة الدراسة.

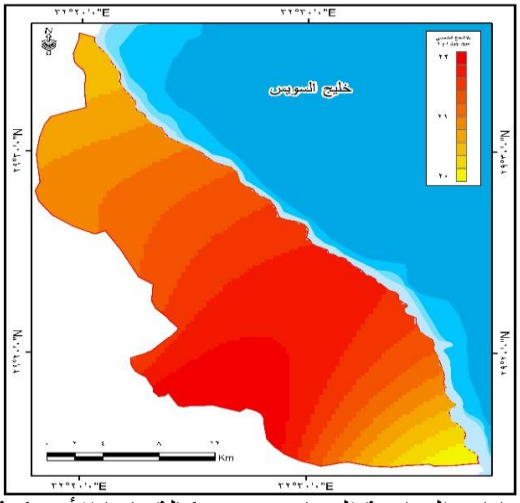
ثانياً: الخصائص المناخية:

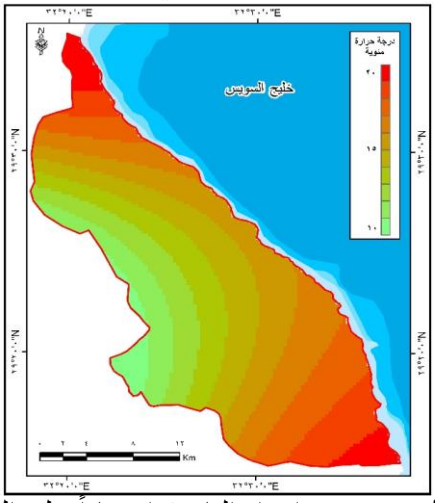
تكتمل صورة دراسة الخصائص الطبيعية للحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية من خلال الدراسة التحليلية لأهم عناصر المناخ، وسوف نستعرض جميع عناصر المناخ من حرارة ورياح ورطوبة وتبخر ومطر، وتم الإعتماد على البيانات المناخية التي توفرها وكالة ناسا الأمريكية لدورة مناخية كاملة ٣٥ عاماً خلال الفترة ١٩٨٤ – ٢٠١٩م، ويتضح ذلك كما يلي:

١. الإشعاع الشمسي: تختلف كمية الإشعاع الشمسى الواصلة إلى سطح الأرض "مصدر التسخين" مكانياً وزمانياً، تبعاً لتأثرها بمجموعة من العوامل، أهمها الموقع الفلكى إذ من الطبيعى أن تنال الأماكن ذات درجة العرض الواحدة مقداراً متساوياً من الإشعاع الشمسى والحرارة. ويتضح من الشكل(٣) أنه يرتفع الإشعاع الشمسى في أبو الدرج حتى يصل إلى ٢٢ ميجا جول/ م٢، بينما ينخفض تدريجياً شمال وجنوب الحافة.

٢. درجة الحرارة:

تمثل درجة الحرارة أهمية بالغة التأثير علي عملية التجوية وخاصة التجوية الميكانيكية، ويتضح من الشكل(٤) أن درجات الحرارة في المنطقة تتراوح بين ١٠ درجة مئوية في مرتفعات الحافة إلى ٢٠ درجة مئوية في أسفل الحافة بالقرب من الطريق الساحلى ومدينتي العين السخنة والزعفرانة.





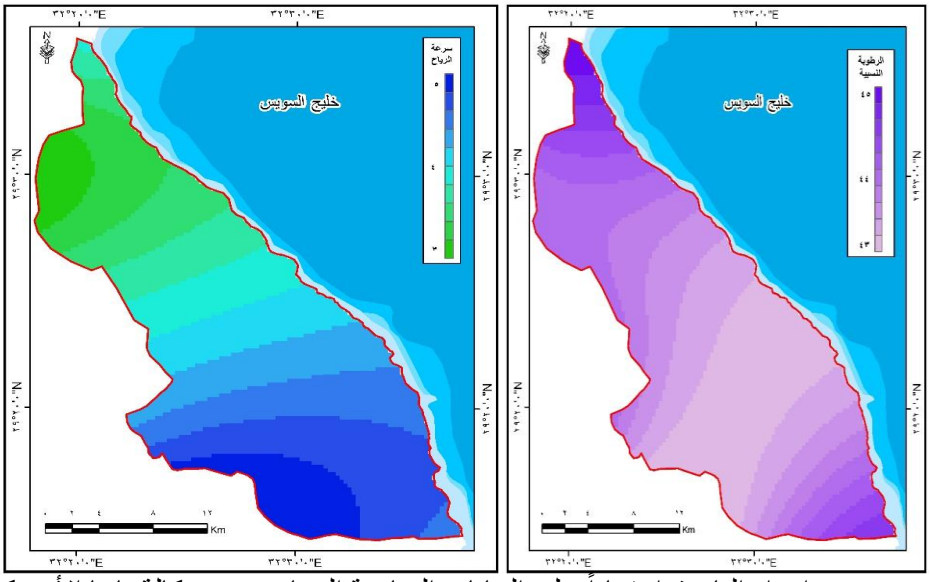
المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً علي البيانات المناخية الصادرة عن وكالة ناسا الأمريكية.

شكل (٣) متوسط الإشعاع الشمسى **شكل (٤) متوسط درجة الحرارة**

٣. سرعة الرياح:

تنشط الرياح في عملية النحت وبخاصة فى المناطق الصحراوية الجافة ويزداد تأثيرها بزيادة سرعتها خاصة بالارتفاع النسبي عن سطح الأرض مع انخفاض الرطوبة النسبية، ويتضح من الشكل(٥) أن متوسط سرعة الرياح تتراوح بين ٣م/ثانية بالقرب من مدينة العين السخنة شمال الحافة، وترتفع تدريجياً بالصعود إلي أعلى الحافة وتصل إلي ٥م/ثانية.

٤. الرطوبة النسبية: تعد لدراسة الرطوبة النسبية والتبخر أهمية كبيرة، لأنها تمثل أساس عملية التجوية الكيميائية التي هي عبارة عن تفاعل أو تأثير مكونات الصخر المعدنية بالماء أو بخاره أو أحد العناصر الجوية، فتتحول مكونات الصخر أو بعضها إلي تراكيب جديدة تختلف عن المادة الأصلية، وتتم هذه العملية في موضع الصخر ودون أي حركة(تراب، ١٩٩٣). ويتضح من الشكل (٦) أن متوسط الرطوبة النسبية في المنطقة تتراوح بين ٤٣% في منطقة أبو الدرج، إلى ٤٥% بالقرب من مدينتي العين السخنة والزعفرانة.

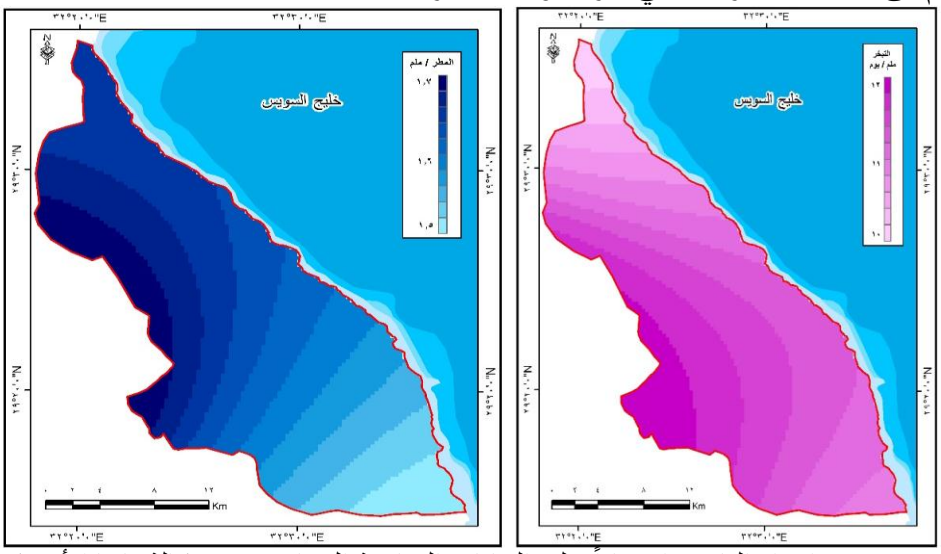


المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً علي البيانات المناخية الصادرة عن وكالة ناسا الأمريكية.

شكل (٥) متوسط سرعة الرياح. **شكل (٦) متوسط الرطوبة النسبية.**

٥. التبخر: عادة ما يرتبط التبخر بدرجات الحرارة فيصل أدناه مع درجات الحرارة المنخفضة. ويتضح من الشكل (٧) أن متوسط كميات التبخر في المنطقة تتراوح بين ١٠ ملم / اليوم في شمال الحافة، إلى تزايد ملحوظ في كميات التبخر بالتدريج مع الإرتفاع لأعلى حتى تصل إلى ١٢ ملم / اليوم وذلك في أقصى الجنوب الغربى للحافة.

٦. المطر: يتسم المطر فى الصحراء الشرقية عامةً، وبخاصة في منطقة الدراسة بعدم الانتظام فى موعد سقوطه ومكان سقوطه ومقدار الكمية الساقطة وذلك أمر طبيعى فى المناخ الصحراوى، فقد يسقط فى يوم واحد كمية من المطر تقترب أو قد تتجاوز مجموع ما يسقط من المطر السنوى على المنطقة. ويتضح من الشكل (٨) أن متوسط كميات المطر في المنطقة تتراوح بين ١.٥ ملم في جنوب الحافة وإلى ١.٧ ملم فى المناطق المرتفعة في غرب وشمال غرب الحافة.



المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً علي البيانات المناخية الصادرة عن وكالة ناسا الأمريكية.

شكل (٧) متوسط كميات التبخر. **شكل (٨) متوسط كميات المطر.**

ثالثاً: الخصائص التضاريسية:

تساعد دراسة الخصائص التضاريسية متخذى القرار في التخطيط والتنمية ويمكن دراستها كما يلى:

١. تحليل الخريطة الكنتورية والإرتفاعات: يتضح من خريطة فئات الإرتفاعات للحافة التدرج في الإنخفاض بداية من أعلى نقطة على سطح الحافة وحتى ساحل خليج السويس في الشرق، وكذلك الخريطة الكنتورية كما في شكل (٩ و ١٠). ويتضح أن المدى التضاريسى العام للوادى بلغ ١٢٦٦ متراً.

وبالدراسة التحليلية للخريطة الكنتورية التي تحتوى على فاصل رأسى فرعى ٥٠ متر وفاصل رأسى رئيسى ١٠٠ متر يتضح التقارب الشديد لخطوط الكنتور في أعلى الحافة بداية من خط كنتور ٢٥٠ متر إلى أعلى نقطة مما يدل على شدة الإنحدار.

٢. تحليل خريطة درجات الإنحدار: تعد خرائط الميول أو الإنحدارات من أهم التحليلات المكانية اللازمة لدراسة تفاصيل طبوغرافية وتضاريس سطح الأرض، قام الباحث بقياس درجات الإنحدار حسب تصنيف يونج (Young, 1972) كما يلى:

- فئة الأرض المستوية (من ٠° إلى ٢°): تعد هذه الفئة من الفئات قليلة الإنتشار على الحافة حيث تشكل نسبة ٤.٥٣% من إجمالي المساحة، وتتركز في مجملها في المناطق المنخفضة.
- فئة الأرض خفيفة الإنحدار (من ٢.١° إلى ٥°): تمثل هذه نسبة ١٢.٨٣%، من إجمالي مساحة الحافة.
- فئة الأرض متوسطة الإنحدار (من ٥.١° إلى ١٠°): تعد هذه الفئة هي ثاني أكبر الفئات الواسعة الإنتشار على سطح الحافة حيث تشكل نسبة ٢٥.٢٥% من إجمالي مساحة الحافة.
- فئة الأرض فوق متوسطة الإنحدار (من ١٠.١° إلى ١٨°): تعد هذه الفئة هي أكبر الفئات الواسعة الإنتشار، حيث تشكل نسبة ٢٨.٥٧% من إجمالي مساحة الحافة.
- فئة الأرض شديدة الإنحدار (من ١٨.١° إلى ٣٠°): تعد هذه الفئة هي ثالث الفئات من حيث المساحة، حيث بلغت نسبتها ٢٠.٦٣% من إجمالي مساحة الحافة.
- فئة الأرض شديدة الإنحدار جداً (من ٣٠.١° إلى ٤٥°): وبلغت نسبتها ٧.٠٨% من إجمالي المساحة.
- فئة الأرض الرأسية " الجروف " (من ٤٥.١° إلى ٩٠°): تعد هذه الفئة هي أصغر الفئات من حيث المساحة وتأتى في المرتبة الأخيرة، حيث بلغت نسبتها ١.١١% من إجمالي مساحة الحافة.

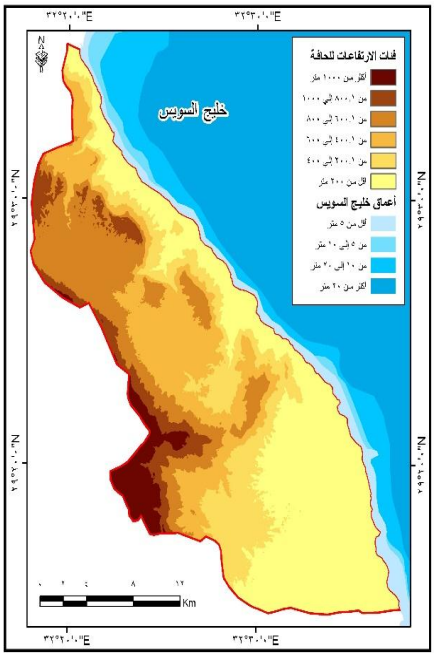
جدول (٢) فئات إنحدار سطح الأرض بالحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية.

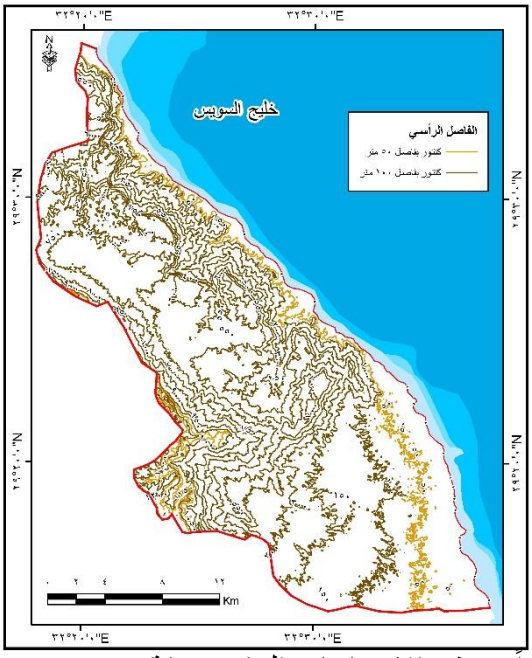
فئات الإنحدار	إنحدار الأرض، بتصنيف "يونج Young"	المساحة بالـ كم٢	المساحة %
صفر : ٢	أراضى مستوية	٢٣.٧٠	٤.٥٣
٢.١ : ٥	خفيفة الإنحدار	67.12	١٢.٨٣
٥.١ : ١٠	متوسطة الإنحدار	132.16	٢٥.٢٥
١٠.١ : ١٨	فوق متوسطة الإنحدار	149.53	٢٨.٥٧
١٨.١ : ٣٠	شديدة الإنحدار	107.99	٢٠.٦٣
٣٠.١ : ٤٥	شديدة الإنحدار جداً	37.07	٧.٠٨
أكثر من ٤٥	رأسية ـ جروف	5.80	١.١١
الإجمالى		٥٢٣.٣٧	١٠٠.٠٠

المصدر: من إعداد الباحث، إعتماداً على نموذج DEM للحافة عام ٢٠٢٠م، بدقة ٥ متر.

٣. تحليل خريطة إتجاهات أوجه الإنحدارات Aspect: تهدف دراسة خريطة إتجاه الإنحدار في الوادى إلى تحديد إتجاه حركة المياه السطحية ومناطق تجمعها ومصبها، وتفيد في دراسة أخطار السيول وتحديد المواقع المعرضة للخطر، كما تمثل هذه الخريطة حجر أساس في عملية التخطيط لأى مشروع هندسى، حيث لابد منها عند إنشاء البنية التحتية ومد الشبكات على سبيل المثال.

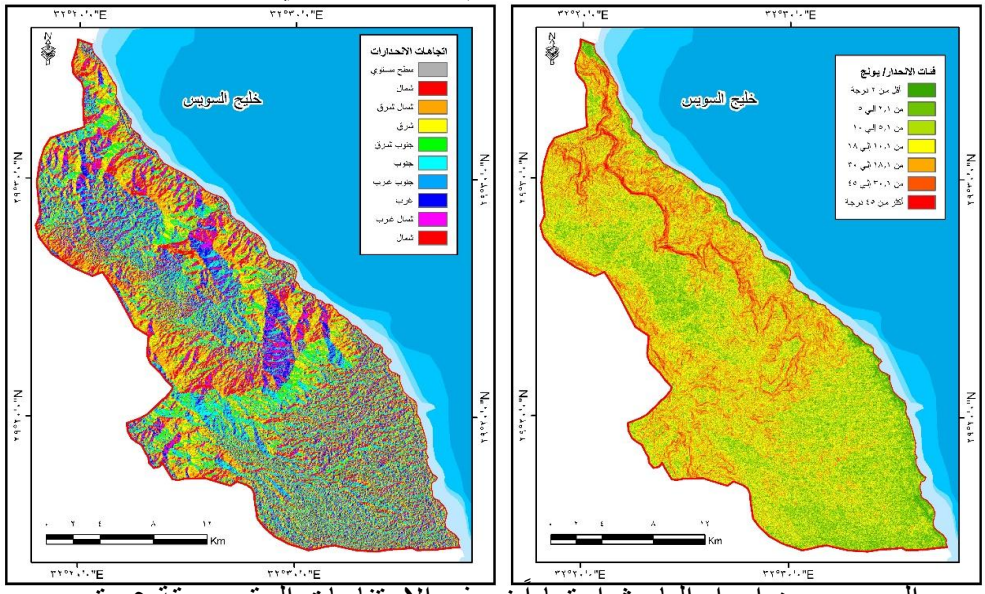
وتعد خرائط الأوجه أحد الطرق الكارتوجرافية لتمثيل تضاريس سطح الأرض. حيث يحدد الوجه أو الواجهة الإتجاه – من أعلى إلى أسفل – لكل خلية في الملف الشبكى بالنسبة للخلايا المجاورة لها ويقاس هذا الاتجاه بدءاً من اتجاه الشمال ومع دوران عقرب الساعة بحيث يأخذ الوجه ناحية الشمال قيمة صفر والوجه ناحية الشمال الشرقى قيمة ٤٥ والوجه ناحية الشرق قيمة ٩٠.(داود، ٢٠١٢).





المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً نموذج الارتفاعات الرقمي بدقة ٥ متر.

شكل (٩) توزيع فئات الإرتفاعات. **شكل (١٠) الخريطة الكنتورية.**



المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً نموذج الارتفاعات الرقمي بدقة ٥ متر.

شكل (١١) درجات انحدار طبقاً لتصنيف يونج. **شكل (١٢) إتجاهات أوجه الإنحدارات**

رابعاً: الخصائص الحيوية:

١. التربة Soil: تتألف التربة من أربعة عناصر رئيسية هي المادة العضوية والمعدنية والهواء والماء، وتتراوح مقايير تلك المكونات بين حوالى ٤٥% للمادة المعدنية و٢٥% للماء و٢٥% للهواء و٥% للمادة العضوية، وتختلف تلك المكونات من تربة لأخرى، وتنقسم الحافة إلى ثلاثة أنواع من التربات وهى كما يتضح من الجدول (٣) والشكل (١٣) كما يلي: تأتي تربة الحصباء والرمال الشاطئية في المرتبة الأولى من حيث المساحة حيث تشغل أكثر من ٤٢.٤٨%. وفي المرتبة الثانية تأتي التربة التي تتكون من الرمل والحصى من الأراضى الصخرية مع رمال الكثبان ٣٨.٠٩%. وفى المرتبة الثالثة تربة رملية ورواسب صخرية ناتجة عن هضاب الصحراء والتلال الصخرية بنسبة ١٩.٤٤% من مساحة الحافة.

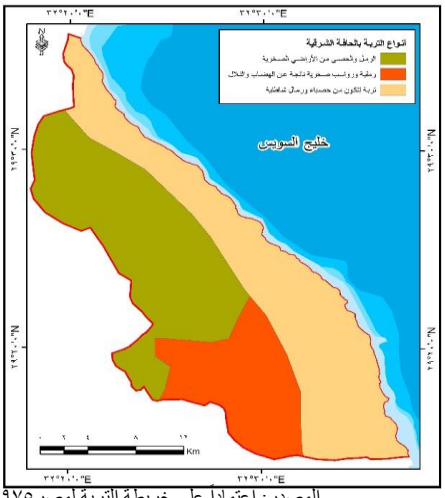
جدول (٣) أنواع التربات ومساحتها لحوض وادى خورى.

نوع التربة	المساحة	%
تربة تتكون من حصباء ورمال شاطئية	٢٢٢.٣٢	٤٢.٤٨
تربة تتكون من الرمل والحصى من الأراضي الصخرية مع رمال الكثبان	١٩٩.٣٣	٣٨.٠٩
تربة رملية ورواسب صخرية ناتجة عن هضاب الصحراء والتلال الصخرية	١٠١.٧٣	١٩.٤٤
الإجمالى	**523.38**	**100.00**

المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً على خريطة التربة لمصر إنتاج عام ١٩٧٥م.

٢. المياه الجوفية: تعد خزانات المياه الجوفية هي المصدر الوحيد للمياه العذبة في المناطق التي تسود فيها ظروف مناخية قاحلة كما هو الحال في منطقة الدراسة، وأما عن حركة المياه الجوفية فإنها تأخذ الإتجاه من الجنوب الغربى إلى الشمال

الشرقى، ويشترك في تكوين الحافة من المياه الجوفية خزانان وهما خزان الحجر الرملى النوبى وهو من أكبر خزانات المياه الجوفية في العالم، وتشغل مساحة ٢٤٨.٥١ كم٢، بينما الخزان الثانى وهو خزان الصخور الجيرية المتشققة وتنتشر هذه الصخور في معظم أنحاء مصر، وتشغل مساحته بالحافة ٢٧٤.٨٧ كم٢، وبلغ عدد الآبار الجوفية سبعة آبار.



المصدر: إعتماداً علي خريطة التربة لمصر ١٩٧٥م

شكل (١٣) توزيع أنواع التربات.

المصدر: إعتماداً علي معهد المياه الجوفية ٢٠٠٤م

شكل (١٤) توزيع خزانات وآبار المياه الجوفية

٣. النبات الطبيعى: تتسم الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية بفقر كسائها النباتى وإنتشاره على هيئة بقع متناثرة فى مساحات واسعة من الأرض وتتواجد في الأماكن التي تتوافر بها سبل الحياة مثل بطون الأودية وأسطح المراوح الفيضية، وبتطبيق نموذج NDVI على الحافة تبين خلوها من أي نباتات تذكر، باستثناء بعض الأشجار الصغيرة المتناثرة.

خامساً: شبكة الأودية:

تم استنباط شبكة الأودية من خلال نموذج الارتفاعات الرقمى لمنطقة الدراسة وباستخدام طريقة Strahler تم تحديد شبكة الأودية وتتضح خطورة الأودية على الطرق والمنشآت عند الجريان السطحى، كما يتضح من الشكل (١٥) تقسيم شبكة الأودية إلى أربعة رتبة أكبرها الرتبة الرابعة وهى أقلها تواجداً، بينما الرتبة الأولى هي أصغرها وأكثرها تواجداً على الحافة.

المصدر: إعتماداً نموذج الارتفاعات الرقمي بدقة ٥ متر.

شكل (١٥) التوزيع الجغرافي لشبكة الأودية.

المبحث الثاني: العوامل المؤثرة في حركة المواد على المنحدرات.

تتأثر حركة المواد على المنحدرات في الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية بمجموعة من العوامل أهمها ما يلى:

١) عامل الجاذبية الأرضية: تلعب الجاذبية الأرضية دوراً كبيراً في عملية السقوط الصخري ويزداد تأثير قوة الجاذبية الأرضية بزيادة حجم الكتلة الصخرية ودرجة الميل فهي تتناسب تناسباً طردياً مع حجم الكتلة ودرجة الانحدار كما أنها تزيد بعد سقوط الأمطار وامتلاء الفواصل والشقوق بالمياه.

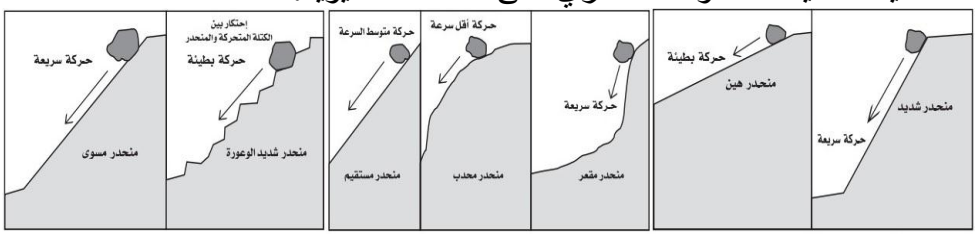
٢) العوامل الجيولوجية: يتأثر تشكيل المنحدرات بنوع الصخر وبنيته الجيولوجية سواء كانت طبقات أفقية أو مائلة أو متباينة في درجة صلابتها، أو أنها ذات بنية متجانسة، فالطبقات المائلة في نفس اتجاه المنحدر تعمل على تسهيل نحته وكشطه بتكرار تحرك المواد على سطحه(تراب، ٢٠٠٤، ص٥٠)،

٣) النشاط الزلزالي Earthquake : تبين أن منطقة الدراسة تتأثر بثلاث اتجاهات للنشاط الزلزالي بشمال شرق مصر، وهى كما ذكرها هشام العربي (Hesham EL Araby, 1997, P.2)

- زلازل شمال البحر الأحمر – خليج السويس – القاهرة – الإسكندرية، وهي زلازل شديدة.
- زلازل الصحراء الغربية-القاهرة -الفيوم -كلابشه وهي زلازل تاريخية صغيرة الشدة، بالإضافة إلى زلزال القاهرة عام ١٩٩٢م (Abdel Kader, 1997, P. 165).
- زلازل خليج العقبة، وهو اتجاه الصدوع الكبيرة الامتداد، وهي جميعاً تلتقي في منطقة القاهرة.

٤) الظروف المناخية: يؤثر المناخ في نوع العملية الجيومورفولوجية المؤثرة في تفكك الصخور، وتعمل الرياح السائدة بالمنطقة علي تراجع سفوح الهضبة، وتراجع سفوح بعض جوانب الأودية.

٥) عامل التضاريس: تعد منطقة الدراسة من المناطق ذات الطبيعة الجبلية الشاهقة وبالتالي فان درجة الانحدار تكون شديدة، مما يؤدي إلى خطورة المنطقة من حيث عمليات السقوط الصخري على المنشآت الحيوية.



شكل(١٦) تأثير درجة الانحدار والتقوس ودرجة وعورة المنحدر على سرعة الحركة (تراب، ٢٠٠٤، ص٤٩).

٦) عمليات التجوية: تعد عمليات التجوية Weathering processes بنوعيها هي المسئولة عن جميع التغيرات التي تشكل سطح الأرض، وهى العامل الوسيط الطبيعي، القائم بجميع عمليات النحت والنقل والإرساب، للمفتتات المتباينة الخصائص، والتي تزداد بصفة عامة على امتداد الشقوق في الصخور وتعمل على توسيعها وتساعد على انفصالها(Pamela, 2000, P1).

٧) الجريان السطحي: يعد الجريان السطحي أحد أهم العوامل التي تساعد في تغير شكل سطح الأرض باستمرار، وتعد مياه الأمطار العامل الأساسي في أغلب الأحيان في حدوث الانزلاقات التي تحدث بعد سقوطها، ويؤدي ماء المطر المتسرب خلال الشقوق والفواصل الموجودة في الصخور إلي زيادة وزن المواد المعرضة للانزلاق، نتيجة لوزن الماء نفسه الموجود في فراغات حبيبات التربة والصخور(علي، ٢٠٠٠، ص٣٦٨).

٨) الغطاء النباتي Vegetation: تفتقر هضبة الجلالة البحرية إلى الغطاء النباتي وتبين ذلك من خلال تطبيق نموذج NDVI على مرئية فضائية سينتل بدقة ١٠متر، وبالتالي لا تشكل عائق أمام حركة المواد.

٩) عامل النشاط البشرى: يلعب الإنسان دوراً كبيراً في نشاط حركة المواد على المنحدرات إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وذلك من خلال أنشطته المختلفة مثل: عمليات التحجير في هضبة الجلالة البحرية - وحركة المركبات على الطرق - وسحب المياه من الآبار الجوفية - وعمليات التنمية المتمثلة في إنشاء الطرق والتشييد والبناء.

تصنيف حركة المواد على المنحدرات:

تعددت تصنيفات الحركة وتنوعت كثيراً، ومن التصنيفات الحديثة نسبياً تصنيف تراب ٢٠٠٥م، حيث قام بتصنيف حركة المواد إلي أربعة أقسام كما يلي:

(أ) حركة بطيئة جافة مثل: زحف الصخور Rock Creep أو زحف التربة Soil Creep.

(ب) حركة سريعة جافة مثل: تساقط الصخور Rock Fall .

(جـ) حركة بطيئة مشبعة بالمياه مثل: زحف المواد المختلطة بالمياه على المنحدرات الهينة.

(د) حركة سريعة مشبعة بالمياه مثل: الانزلاق الأرضي Land slides، والتدفق أو الانسياب الأرضي Earth Flow أو التدفق الطيني Mud Flow.

****

المبحث الثالث: تقدير معامل الأمان لمنحدرات منطقة الدراسة.

يعد الهدف من دراسة معامل الأمان هو تحديد الأسطح المحتملة للإنهيار، ويمكن حساب حركة المواد على المنحدرات من خلال دراسة معامل الأمان للمنحدرات المدروسة، وسرعة حركة المواد عليها كما يتضح مما يلي:

١. معامل الأمان safety factor:

يقصد بمعامل الأمان حساب مدى استقرار المنحدرات المدروسة من خلال العلاقة بين درجة الإحتكاك للصخور المكونة للمنحدر ودرجة انحداره، وذلك من خلال المعادلة التالية.

$$\text{معامل الأمان} = \frac{\text{ظل زاوية درجة الاحتكاك}}{\text{ظل زاوية متوسط انحدار المنحدر}}$$

ويكون المنحدر غير مستقر إذا كان ناتج المعادلة أقل من (١)، وإذا تراوح الناتج بين ١ و ١.٢٥ فإن المنحدر يكون شبه مستقر، وإذا تراوح الناتج بين ١.٢٥ و ١.٥ فإن المنحدر يكون أقرب للاستقرار، وأما إذا زاد الناتج عن ١.٥ فإن المنحدر يكون مستقراً (دسوقي، ٢٠١٥، ص١٣)

ويتضح من جدول (٤) معامل احتكاك بعض الصخور على المنحدرات، بينما يتضح من جدول (٥) قيم معامل الأمان على قطاعات المنحدرات وكذلك سرعة الحركة بمنطقة الدراسة، حيث تبين أن المنحدرات المدروسة غير مستقرة في جميع القطاعات باستثناء القطاع السابع والعاشر فيها منحدرات شبه مستقرة، حيث يتراوح الناتج بين ٠.٢ إلي ١.٢، وبالتلي توجد خطورة كبيرة وواضحة لحركة المواد في منطقة الدراسة.

جدول (٤) معامل احتكاك بعض الصخور على المنحدرات بمنطقة الدراسة.

الصخور	درجة الاحتكاك
حجر رملى	20
مارل + حجر جيرى	24
طين ثفائحى	19
ديورايت	33
طين صحافى + مارل + حجر جيرى	21
رواسب فيضية	25
حصى	38
حصى + سيلت	34
حصى + طين	31
رمل جيد الاستدارة	38
رمل ردئ الاستدارة	37
رمل + سلت	34
رمل + طين	31
خليط من الرمل والطين والسلت	33
المصدر: صابر أمين دسوقى، ٢٠١٥، ص١٣، نقلاً عن Shimelise, A, 2009,p24	

جدول (٥) قيم معامل الأمان على قطاعات المنحدرات بمنطقة الدراسة.

القطاع	معامل الأمان	سرعة حركة المواد م/ ث
1	0.2	27
2	0.4	21.7
3	0.7	22.4
4	0.6	17.1
5	0.4	25.4
6	0.4	25.1
7	1.2	19.8
8	0.3	33
9	0.8	17.4
10	1.1	29.6
المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً على الدراسة الميدانية.		

٢. سرعة حركة المواد على المنحدرات:

تعد سرعة الحركة من أهم عوامل قياس درجة استقراريه المنحدرات، وتم قياسها بالمعادلة التالية:

$$\text{سرعة حركة المواد} = \sqrt{2 \times \text{ارتفاع السطح المكشوف} \times (9.81) \times \text{الجاذبية الأرضية}}$$

ويتضح من جدول (٥) أن سرعة حركة المواد بمنطقة الدراسة تتراوح بين ١٧.١ إلي ٣٣ م /ث، وهذا يدل أيضا على خطورة حركة المواد بسبب سرعتها الكبيرة، ولعل أهم سبب في هذه السرعة هو الارتفاع الشديد بالإضافة الي شدة الإنحدار.

٣. خريطة الأمان ودرجات الخطورة بمنطقة الدراسة:

يمكن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية تحديد أكثر الأماكن عرضة لخطورة حركة المواد، وذلك عن طريق عمل نمذجة مكانية Spatial Modeling باستخدام الطبقات التي تؤثر في الحركة.

ويعد تطبيق أسلوب المعايير المتعددة من أفضل الأساليب المستخدمة في النمذجة المكانية وذلك نظراً لما يوفره من إمكانيات تحليلية بقدرة عالية ومعالجة دقيقة للبيانات وطرقة مختلفة ومتطورة في عرض النتائج. وفيما يلي عرض للمعايير المستخدمة في نموذج تحديد الأماكن حسب درجة الخطورة: وهي التركيب الصخري – ودرجة الإنحدار- والارتفاعات.

خطوات إنشاء نموذج لتحديد أكثر الأماكن خطورة بمنطقة الدراسة هي:

أولاً: تحديد الطبقات layers المستخدمة في النموذج Model .

ثانياً: تحديد المعايير الخاصة لكل طبقة Layer من خلال متأثر أو مؤثر.

ثالثا: عمل إعادة تصنيف Reclassify لكل طبقة Layer وذلك لتوحيدSympology.

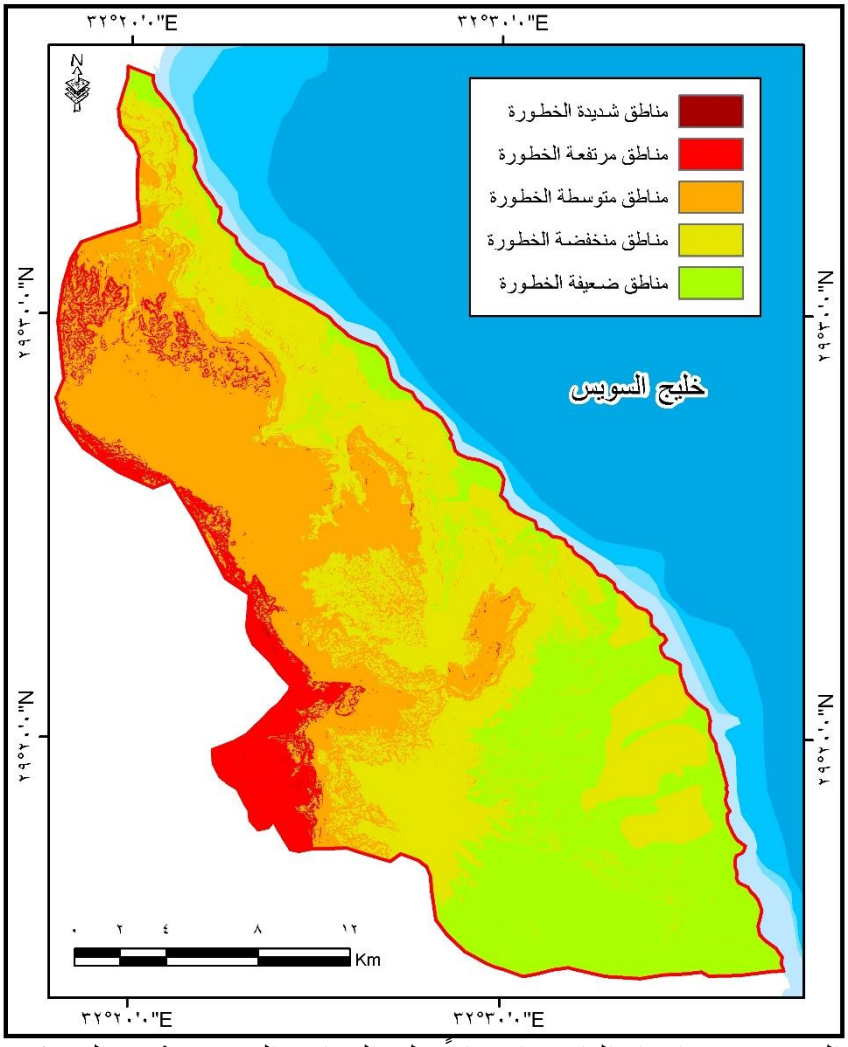
رابعا: عمل التطابق الموزون Weighted overlay وذلك المرحلة النهائية وهي تهدف إلى مطابقة جميع الطبقات Layers معاً لتحديد أكثر الأماكن خطورة. ثم مطابقة هذه الخريطة بخريطة استخدام الأرض.

تحليل نتائج نموذج تحديد الأماكن الأكثر خطورة حسب درجة الأمان.

يتضح من خلال الجدول (٦) وشكل (١٧) أن المناطق المرتفعة الخطورة تحتل المرتبة الأولي من حيث المساحة بنسبة ٣٥.١١%، ويليها المناطق المتوسطة الخطورة بنسبة ٢٩.٧١%، ويأتي في المرتبة الثالثة المناطق شديدة الخطورة بنسبة ٢٣.٦١%، بينما تأتي المناطق منخفضة الخطورة في المرتبة الرابعة بنسبة ٧.٤٧%، وفي المرتبة الخامسة والأخيرة تأتي المناطق ضعيفة الخطور بنسبة ٤.١٠%، وبالتالي يتضح أن منطقة الدراسة يمثل أكثر من نصفها مناطق لا تصلح للاستخدام البشري بسبب شدة خطورتها.

جدول (٦) فئات الخطورة للمنحدرات في منطقة الدراسة.

فئات الخطورة	المساحة - كم٢	%
مناطق شديدة الخطورة	١٢٣.٥٧	٢٣.٦١
مناطق مرتفعة الخطورة	١٨٣.٧٨	٣٥.١١
مناطق متوسطة الخطورة	١٥٥.٤٨	٢٩.٧١
مناطق منخفضة الخطورة	٣٩.١٠	٧.٤٧
مناطق ضعيفة الخطورة	٢١.٤٤	٤.١٠
الإجمالي	٥٢٣.٣٧	١٠٠.٠٠
المصدر: من إعداد الطالب إعتماداً علي معايير نموذج تحديد درجة الأمان والخطورة.		



المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً على المعايير المستخدمة في النموذج.

شكل (١٧) خريطة الأمان توضح فئات الخطورة للمنحدرات في منطقة الدراسة.

صورة (١) نماذج من تساقط الكتل الصخرية بالحافة الشرقية للهضبة.

الخـــاتمـة: وتشـمل أهم النتـــائج والتوصيـات.

تتسم الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية بموقع جغرافي ممتاز، حيث القرب من العاصمة الإدارية الجديدة، بالإضافة إلي تنفيذ المشروع القومي لتنمية الهضبة فيها، فضلاً عن الموقع السياحي المطل على خليج السويس.

ومن خلال دراسة الخصائص الطبيعية للحافة تمكن الباحث من الإلمام بجميع خصائصه الطبيعية من الناحية الجيولوجية والتضاريسية والمناخية والحيوية، ثم دراسة أهم العوامل المؤثرة في حركة المواد على المنحدرات وأشهر تصنيفاتها.

وقد تم تطبيق معادلة معامل الأمان على القطاعات المدروسة وكذلك معادلة سرعة حركة المواد، ثم خريطة الأمان التي توضح فئات الخطورة للمنحدرات في منطقة الدراسة، وتبين أن أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة لا تصلح للاستخدام البشري بسبب شدة خطورتها.

أهم التوصيـــات:

١) حث الدولة على تطبيق نماذج خرائط الأمان قبل عملية التنمية.
٢) ضرورة وقف التوسع العمراني في الحافة.
٣) العمل على تدريج منحدرات الحافة بأكملها.
٤) ضرورة تثبيت الكتل الصخرية القابلة للسقوط.
٥) عمل حوائط استنادية وشبكات حديدة للحد من التساقط.
٦) وضع آلية للرصد والإنذار المبكر لحركة الكتلة الصخرية.
٧) استخدام أنسب الطرق العالمية للحماية من أخطار التساقط.

المصادر والمراجع:

أولاً: المصادر والمراجع باللغة العربية:

١) أحمد عبد السلام على، (٢٠٠٠م)، بعض الأخطار الطبيعية على الطرق البرية في شمال سلطنة عمان، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية ٢٤٧.

٢) أحمد عبد السلام على، (٢٠٠٩م)، أخطار ومشاكل زحف الرمال على الطرق والمراكز العمرانية في سلطنة عمان، المجلة المصرية للتغير البيئي، إصدارات خاصة، رقم ١.

٣) جمعة محمد داود، (٢٠١٢م)، أسس التحليل المكانى في إطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة، السعودية.

٤) جمعة محمد داود، (٢٠١٤م)، دراسات تطبيقية في الجيوماتكس، النسخة الأولى، القاهرة.

٥) جمعة محمد داود، (٢٠١٥م)، الجيوماتكس: علم المعلوماتية الأرضية، النسخة الأولى، مكة المكرمة، السعودية.

٦) حسن ابو العينين (١٩٨١م)، أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الأسكندرية.

٧) صابر أمين دسوقي، (٢٠١٥م)، طرق دراسة المنحدرات في الأراضي الجافة وشبه الجافة، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد السابع العدد ١، مصر.

٨) عبدالرازق بسيوني الكومي، (٢٠١٥م)، تحليل استقرار رواسب منحدرات الحافة الغربية لجبل طويق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، دراسة جيومورفولوجية، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، جامعة كفر الشيخ، العدد العاشر.

٩) عواد حامد موسى، (٢٠١٦م)، الدراسة الميدانية في الجغرافيا الطبيعية ، الحنفى للطابعة الحديثة، شبين الكوم.

١٠) فتحى محمد مصيلحى، (٢٠١٥م)، مناهج البحث الجغرافى، مطابع جامعة المنوفية، شبين الكوم.

١١) محمد صبرى محسوب، (١٩٨٩م)، جغرافية الصحارى المصرية، الجوانب الطبيعية، الجزء الأول شبه جزيرة سيناء، دار النهضة العربية.

١٢) محمد مجدي تراب، (١٩٩٣م)، أشكال الصحارى المصورة، دراسة لأهم الظاهرات الجيومورفولوجية بالمناطق الجافة وشبة الجافة، مطبعة الإنتصار لطباعة الأوفست، كوم الدكة، مصر.

١٣) محمد مجدي تراب، (٢٠٠٥م)، أشكال سطح الأرض، اقرأ للطباعة بدمنهور، ش. الجمهورية.

١٤) محمود عبد الفتاح عنبر، (٢٠١٥م)، الأخطار المناخية والبيئية في منخفض الواحات البحرية، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة.

ثانياً: المصادر والمراجع باللغة غير العربية:

1) Abdel Kader Ali, Earthquakes and their destructive effects:Applied study on Egyption geographic Socity, Vol.70, Cairo, 1997. P.P.165-174.
2) Ahmed Abd el Salam, The Natural Hazards In Al Batinah Plain Using Landsat, Oman, Arabian Gulf, 2nd International Symposium of Remote Sensing, Enschede, The Netherland, 16-20 August, 1999.
3) Hesham El-Araby, et.al., Intergrated Seismic risk map of Egypt Seismic hazard risk, Center for envirnmental hazard miligation, Cairo Univ.,1997, http://www.isis.er.anlgov/newpage,21.htm#background.com
4) Pamela, J.W., Sedimentary Roks, Gore georgia perimeter collge, No.1, 2000, http://www.clas.UFL.edu/sed-rocks.htm.com
5) Pamela, J.W., Sedimentory and metamorphic rocks and age determination, Gore georgia perimeter Colege, No.3, 2000, http://www.courses.smsu.edu./eym893F/creative/glg101/sed_met_rks.htm.com.
6) Pamela, J.W., Sedimentory Rocks, Gore georgia perimeter collge, No.2, 2000. http://www.cals.UFL.edu/sed.rocks.htm/com.
7) Young, A, Slops. Edinburgh: Oliver & Boyed1972.

ثالثاً: المواقع الإلكترونية Websites.

1) https://power.larc.nasa.gov.
2) https://www.tutiempo.net.
3) https://www.ncsi.gov.com.
4) https://earthexplorer.usgs.gov/.

****