الجمعية الجغرافية المصرية

التحليل الجيومورفولوجي لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية بين خشم الجلالة ووادي مالحة

د. هبه صابر أمين دسوقي
مدرس الجيومورفولوجيا
كلية الآداب - جامعة بنها

سلسلة بحوث جغرافية

العدد السابع والتسعون – ٢٠١٧

لا يسمح إطلاقا بترجمة هذا الكتاب الى أية لغة أخرى، أو بإعادة إنتاج أو طبع أو نقل أو تخزين أى جزء منه، على أية أنظمة استرجاع بأى شكل أو بأى وسيلة، سواء اليكترونية أو ميكانيكية أو مغناطيسية أو غيرها من الوسائل، قبل الحصول على موافقة خطية مسبقة من الجمعية الجغرافية المصرية.

Copyright ® 2017, Printed by Al-Resala Press, **Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal_elnady@yahoo.com**

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

قواعد النشر

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصيلة التى يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية، بالنشاط العلمى الذى تتبناه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه "السلسلة" على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التى تهتم بطرح رؤى جديدة فى مناهج البحث الجغرافى وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية فى مختلف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما تقوم به الجمعية الجغرافية المصرية التى تعد أقدم الجمعيات الجغرافية فى العالم العربى، كما تعد زائدة فى إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصلية.

وقد تتضمن بحوث هذه "السلسلة" ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراة المجازة فى الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط فى البحوث التى تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية:

- تقبل للنشر فى هذه السلسلة البحوث التى تتسم بالأصالة وتسهم فى تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مع البحوث المكتوبة بلغة أجنبية ملخص باللغة العربية.
- لا يزيد البحث عن ١٥٠ صفحة، ويجوز لمجلس الإدارة استثناء البحوث الممتازة من هذا الشرط.
- يشترط ألا يكون العمل المقدم قد سبق نشره أو قدم للنشر فى أية جهة أخرى.
- يقدم البحث فى صورته الأخيرة المقبولة للنشر من ثلاث نسخ مرفقاً به اسطوانة ليزر (CD) مستخدماً إحدى برمجيات معالجة النصوص مع نظام ويندوز المتوافق مع IBM، على أن تكون الكتابة ببنط ١٤ ومسافة ١ بين الأسطر، وتقدم الخرائط والصور والأشكال مستقلة محفوظة فى صورة JPEG أو Tiff و Resolution ٢٠٠ فأكثر.
- يفضل أن تقدم الخرائط والأشكال البيانية بالألوان بحيث لا تتجاوز مساحتها (١٢سم عرض × ١٨ سم طول)، وإن تعذر ذلك تقدم بالأبيض والأسود وفق القواعد الكارتوجرافية.
- يكتب الباحث اسمه واسم البحث فى ورقة منفصلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس البحث مراعاة لسرية التحكيم.
- يعرض البحث على اثنين من المحكمين من كبار الأساتذة فى مجال التخصص، وفى حالة اختلاف رأى المحكمين، يرسل البحث إلى محكم ثالث مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن قبول البحث للنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورة قبل نشره.
- البحوث التى تقدم للنشر لا ترد إلى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.
- تحتفظ الجمعية بحقوق النشر كاملة.
- يسلم للباحث ٥٠ نسخة من بحثه بعد نشره، وإذا أراد نسخاً إضافية يسد ثمنها طبقاً لسعر البيع الذى تحدده الجمعية.

فهرس المحتويات

الموضــوع	صفحة
الملخص	١
تمهيد.	١
الدراسات السابقة.	٢
هدف البحث.	٤
مشكلة البحث وفرضياته.	٤
مصادر الدراسة.	٥
أولاً : الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.	٦
١) الخصائص الجيولوجية.	٦
٢) خصائص السطح.	١١
٣) الخصائص المناخية.	١٥
ثانياً : طريقة الدراسة ومراحلها.	٢٠
١) تحديد مواضع القطاعات.	٢٠
٢) قياس القطاعات وتسجيل الملاحظات.	٢١
٣) تحليل قطاعات.	٢٢
ثالثاً : تحليل قطاعات المنحدرات.	٢٣
١) الخصائص الكمية العامة لقطاعات المنحدرات.	٢٣
٢) تحليل زوايا الانحدار.	٢٦
٣) تحليل معدلات التقوس.	٢٩
رابعاً : أنواع المنحدرات بمنطقة الدراسة.	٣٢
١) المنحدرات البسيطة.	٣٢
٢) المنحدرات المركبة.	٣٣
٣) المنحدرات الدقيقة.	٣٦

خامساً : عوامل تشكيل المنحدرات وتطورها بمنطقة الدراسة.	٣٨
١) العوامل الجيولوجية.	٣٨
٢) عمليات التجوية.	٤٠
٣) الجريان السطحي.	٤٤
٤) فعل الإنسان.	٤٦
سادساً : أنواع حركة المواد على المنحدرات والأخطار الناجمة عنها.	٤٧
١) الحركات السريعة.	٤٩
٢) الحركات البطيئة.	٥٤
سابعاً : طرق ووسائل الحماية من أخطار حركة المواد على منحدرات منطقة الدراسة.	٥٧
النتائج.	٥٩
المصادر والمراجع.	٦١

فهرس الخرائط والأشكال

م	عنوان الخريطة أو الشكل	صفحة
١	موقع وتضاريس منطقة الدراسة.	٣
٢	التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة.	٧
٣	الارتفاعات بمنطقة الدراسة.	١٢
٤	درجات الانحدار بمنطقة الدراسة.	١٣
٥	متوسطات درجات الحرارة بمحطة أرصاد السويس في الفترة من (١٩٨٠- ٢٠٠٨م).	١٧
٦	سرعة الرياح بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).	١٨
٧	المعدلات الشهرية لكمية المطر الساقطة بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).	٢٠
٨	مواقع القطاعات بمنطقة الدراسة.	٢١
٩	قطاعات المنحدرات بمنطقة الدراسة.	٢٥
١٠	التوزيع التكراري لزوايا انحدار – أطوال قطاعات منطقة الدراسة.	٢٩
١١	أشكال تقوس منحدرات منطقة الدراسة.	٣١

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	متوسط درجات الحرارة وسرعة الرياح وكمية المطر بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).	١٧
٢	النسب المئوية لعدد مرات هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة في محطة السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).	١٩
٣	الخصائص الكمية العامة للقطاعات بمنطقة الدراسة.	٢٤
٤	فئات الانحدار وأطوالها على كل قطاعات منطقة الدراسة.	٢٨
٥	الزوايا المميزة والحدية على قطاعات منطقة الدراسة.	٢٨
٦	خصائص مجموعات التقوس على منحدرات منطقة الدراسة.	٣١

فهرس الصور الفوتوغرافية

م	عنوان الصورة	صفحة
١	تكوين الجلالة عند رأس أبو الدرج.	٩
٢	تكوين أبو الرمث برأس أبو الدرج.	١٠
٣	رواسب الزمن الرابع بمروحة وادي قصيب.	١١
٤	المنحدرات المحدبة المقعرة بمنطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة.	٣٤
٥	منحدرات الجروف المقعر على الحافة عند الكيلو ٦٦ من طريق السويس – الغردقة.	٣٥
٦	المنحدرات شبه السلمية على منحدرات منطقة الدراسة جنوب وادي أبو الدرج.	٣٧
٧	الفواصل الرأسية بمنطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة.	٣٩
٨	ظاهرة خلايا النحل على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة.	٤٢
٩	التفلق الصخري عند أقدام حافة منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة.	٤٣
١٠	التقشر الصخري على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٦ من طريق السويس – الغردقة.	٤٤
١١	إنشاء القري والمنتجعات السياحية على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٨ من طريق السويس – الغردقة.	٤٦
١٢	أثر الاهتزازات الناتجة عن حركة النقل الثقيل في حدوث التساقط الصخري على طريق السويس – الغردقة.	٤٨
١٣	الانزلاق الخلفي على منحدرات الحافة عند الكيلو ٦٥ من طريق السويس – الغردقة.	٥٠

١٤	أخطار التساقط الصخري عند الكيلو ٦٠ و ٦٦ على طريق السويس – الغردقة.	٥٢
١٥	أخطار التساقط الصخري على المنتجعات والقري السياحية أسفل المنحدرات عند الكيلو ٦٤ من طريق السويس الغردقة.	٥٣
١٦	زحف الهشيم على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٤ من طريق السويس – الغردقة.	٥٥
١٧	مخاريط الهشيم عند أقدام الحافة الشرقية بمنطقة الدراسة عند الكيلو ٦٨ من طريق السويس – الغردقة.	٥٦
١٨	زحف الصخور على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٩ على طريق السويس – الغردقة.	٥٦
١٩	نموذج لجزء من منحدر يحتاج إلى حقن أسمنتي عند الكيلو ٦٦ من طريق السويس – الغردقة.	٥٩

الملخص

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من الصحراء الشرقية، وتمتد على طول الجانب الغربي لخليج السويس فيما بين دائرتي عرض ً٢٧ َ٢٢ ٢٩° و ً٢٣ َ٣٥ ٢٩° شمالاً، وخطي ً٤١ َ١٨ ٣٢° و ً٠٥ َ٣٤ ٣٢° شرقاً. وتناول البحث طريقة دراسة المنحدرات، وتحليلها المورفومتري من حيث زوايا انحدار – أطوال القطاعات، ومعدلات التقوس، وأنواع المنحدرات وعوامل تشكيلها، وأشكال حركة المواد على المنحدرات والأخطار الناجمة عنها، والحد من أخطارها. وأوضح تحليل المنحدرات سيادة المنحدرات الجرفية والشديدة على منحدرات منطقة الدراسة (٥٩.٣٪) من جملة أطوال القطاعات، مما يعكس مدى تأثرها بالصدوع والفواصل التي صاحبت نشأة خليج السويس وما يترتب عليه من عدم استقرار المواد على المنحدرات. وتأثيرها على مظاهر العمران والتعمير في المنطقة.

تمهيد :

المنحدرات هي تلك السطوح المنحدرة من سطح الأرض عن المستوي الأفقي، وتشكل المنحدرات معظم سطح الأرض. ولما كانت أشكال سطح الأرض عبارة عن مركب معقد من المنحدرات، فإن تحليل خصائص هذه المنحدرات سوف يلقي الضوء على العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المميزة التي ساهمت في تشكيلها سواء في الماضي أو الحاضر، كما أنها توضح أيضاً حركة المواد السائدة على هذه المنحدرات وتأثيرها على تطور المنحدرات من ناحية، وخطورتها على الأنشطة البشرية من ناحية أخري.

وأصبحت دراسة المنحدرات من أهم فروع الجيومورفولوجيا، وتطورت الدراسات الخاصة بها وزادت بشكل كبيرة بداية من النصف الثاني من القرن العشرين، وقد مثلت هذه الزيادة متوالية هندسية في فترة ما بعد عام ١٩١٠ (Young, 1972, pp. 1-16). وتعد الدراسات التي قام بها (Strahler, 1954) و (Savigear, 1960) و (Young, 1961, 1964, 1971, 1972) و (Carson & Kirkby, 1972) و (Kirkby, 1975) و (Kikg, 1967) و (Sparks, 1975) و (Ivan, et al., 2013) و (Ahmed & Norbert,

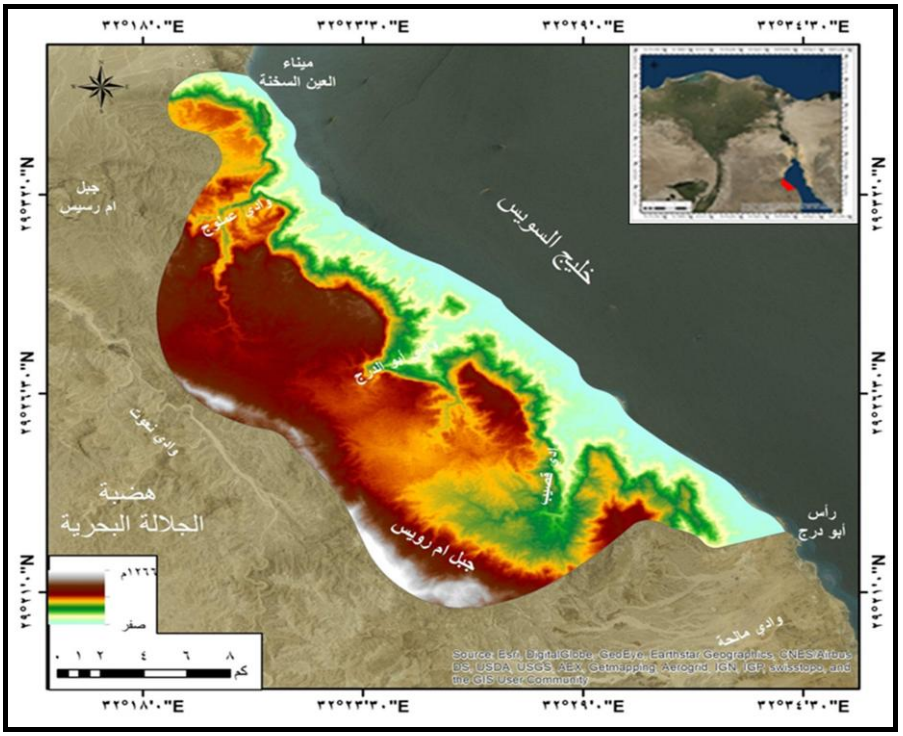
2009) من أهم الدراسات التي تناولت المنحدرات ووضعت أسس ومعايير لتحليل القياسات الميدانية للمنحدرات تحليلاً كمياً. كما أن هناك بعض الدراسات العربية التي اهتمت أيضاً بدراسة المنحدرات منها دراسة (أمبابي، ١٩٧٠، ١٩٧٢) ودراسة (إمبابي و عاشور، ١٩٨٣) ودراسة (دسوقى، ١٩٨٧، ١٩٩٣) ودراسة (تراب، ٢٠٠٠).

وتقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من الصحراء الشرقية، وتمتد على طول الجانب الغربي لخليج السويس. يحدها شمالاً وغرباً خط تقسيم المياه بين أحواض تصريف الحافة الجبلية ووادي غويبة، ويحدها شرقاً خليج السويس، ويحدها جنوباً حوض وادي مالحة. وتمتد فلكياً بين دائرتي عرض ً٢٧ َ٢٢ ٢٩° و ً٢٣ َ٣٥ ٢٩° شمالاً، وخطي ً٤١ َ١٨ ٣٢° و ً٠٥ َ٣٤ ٣٢° شرقاً. ويصل أقصي امتداد لمنطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب ٣٣.٥ كم، ومن الشرق إلي الغرب ١٣ كم، ومساحتها ٢٩٢.٩ كم^{٢}. ويبلغ أقصى ارتفاع للحافة فى الجزء الجنوبي الغربي (١٢٦٥.٥م) فوق منسوب سطح البحر، ويقل الارتفاع تدريجياً صوب الشرق والجنوب الشرقي ليصل أدناه عند رأس أبو الدرج (٣م) فوق منسوب سطح البحر بالسهل الساحلي (شكل ١).

الدراسات السابقة :

تضم الدراسات السابقة الدراسات التي تناولت منطقة الدراسة، والدراسات التي تناولت تحليل المنحدرات خارج حدود منطقة الدراسة وتم الاستفادة منها، وهي تتلخص فيما يلي :

- دراسة (أبو ريه، ٢٠٠٣) بعنوان "الحافة الشمالية لهضبة الجلالة البحرية دراسة جيومورفولوجية" وتناولت هذه الدراسة الخصائص الجيولوجية للحافة الشمالية لهضبة الجلالة البحرية، والتحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف بها، والخصائص الجيومورفولوجية لمنحدرات الحافة، وتحليل الخريطة الجيومورفولوجية للحافة وأهميتها التطبيقية.



شكل (١) : موقع وتضاريس منطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ مسح عام ١٩٩٤، والمرئية الفضائية L8OLI_TIRS لعام ٢٠١٦ ونموذج الارتفاعات الرقمي SRTM 30 m باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

- دراسة (محيسن، ٢٠١٠)، وموضوعها "الأخطار الجيومورفولوجية غرب خليج السويس من السويس إلي رأس الزعفرانة دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" وتناولت هذه الدراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة، وأخطار السيول، وأخطار حركة المواد، وأخطار تغيرات خط الشاطئ، وأخطار التجوية الملحية.
- دراسة (الوجيه، ٢٠٠٣)، وعنوانها "جيومورفولوجية النطاق الشرقي لهضبة الجلالة البحرية فيما بين رأس أبو الدرج جنوباً ووادي غويبة شمالاً" وتناولت هذه الدراسة الخصائص الجيولوجية، ودراسة أحواض وشبكات التصريف، والخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.

- دراسة (صالح، ١٩٩١)، وموضوعها "الحافة الجنوبية لهضبة الجلالة البحرية" وقد تناولت الخصائص الطبيعية للحافة، والتحليل المورفومتري لمنحدراتها.
- دراسة (مصطفي، ٢٠١٥)، وموضوعها "جيومورفولوجية جبل عتاقة" وقد تناولت الخصائص الطبيعية، وتحليل منحدرات جبل عتاقة، وأخطار السيول وحركة المواد على المنحدرات.
- دراسة (صالح، وحجاب، ٢٠٠٨)، وموضوعها "التحليل المورفولوجي لمنحدرات جوانب وادي قصب – الصحراء الشرقية" وتناولت الخصائص المورفومترية والمورفولوجية لمنحدرات جوانب الوادي وتطورها الجيومورفولوجي.

ويتضح من هذا العرض أن دراسة منحدرات منطقة الدراسة لم تكن هدفاً أصيلاً لأي دراسة سابقة.

هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى التعرف على السمات الجيومورفولوجية لمنحدرات منطقة الدراسة، ومحاولة الربط بين حركة المواد وخصائص منحدراتها، وطبيعة المواد المتحركة من ناحية أخري، وبذلك يمكن استنتاج طرق الحد من أخطار حركة المواد.

مشكلة البحث وفرضياته :

تكمن مشكلة البحث في أن كثيراً من الدراسات التي تعرضت لموضوع المنحدرات قد اعتمدت على استنتاجات نظرية ومشاهدات ميدانية مما ترتب عليه ظهور العديد من الآراء المتباينة أحياناً والمتعارضة أحياناً أخرى، مما دفع الباحثة إلى استخدام الأساليب الكمية في دراسة المنحدرات لوضع حداً لمثل هذه الآراء. وتتطلب دراسة مشكلة البحث مناقشة الفرضيات التالية :

- ما هي خصائص زوايا الانحدار بمنطقة الدراسة ؟
- ما هي أشكال المنحدرات السائدة في منطقة الدراسة ؟
- ما أثر العوامل الجيولوجية في تشكيل المنحدرات ؟

- ما دور عمليات التجوية في تشكيل المنحدرات ؟
- ما هو دور الإنسان في تشكيل المنحدرات ؟
- ما هي أنواع حركة المواد على المنحدرات ؟ وكيف يمكن التغلب عليها ؟

مصادر الدراسة :

اعتمدت الدراسة الحالية على ما يلي :

أ- فحص وتحليل الخرائط ولوحات الموزايك الجوية والمرئيات الفضائية :

- الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠.٠٠٠، الهيئة المصرية العامة للمساحة، ١٩٤٣، ومقياس ١:٥٠.٠٠٠، ١٩٩٤.
- خريطة مصر الجيولوجية مقياس ١: ٥٠٠.٠٠٠ (لوحة بني سويف)، الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية وشركة كونوكو كورال، ١٩٨٧.
- الصور الجوية مقياس ١ : ٤٠.٠٠٠، الهيئة العامة للمساحة العسكرية، ١٩٥٦، ١٩٥٥.
- لوحات الموزايك مقياس ١:٥٠.٠٠٠، الهيئة العامة للمساحة العسكرية، ١٩٦٦.
- المرئية الفضائية Landsat 8 OLI_TIRs لعام ٢٠١٦م.

وقد تم الاستفادة من كل ما أتيح من خرائط ولوحات الموزايك الجوية والمرئيات الفضائية في الدراسة الحالية، حيث أنها تمثل مصدراً لكثير من البيانات التي اعتمدت عليها دراسة منحدرات منطقة الدراسة.

ب- الدراسة الميدانية :

تم أثناء الدراسة الميدانية عمل الآتي :

- قياس خمسة عشر قطاعاً على منحدرات منطقة الدراسة.

- تسجيل ملاحظات ميدانية عن نوع البنية الجيولوجية، ونوع الطبقات الصخرية، وحركة المواد، وسمات الرواسب السطحية لكل قطاع من القطاعات المقاسة.
- التقاط صور فوتوغرافية لأنواع حركة المواد على منحدرات الحافة، والمباني والمنشآت المقامة على سطحها أو بالقرب منها.

وسوف يضم البحث الجوانب التالية :

أولاً : الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.

ثانياً : طريقة الدراسة ومراحلها.

ثالثاً : تحليل قطاعات منحدرات منطقة الدراسة.

رابعاً : أنواع المنحدرات بمنطقة الدراسة.

خامساً : عوامل تشكيل المنحدرات وتطورها بمنطقة الدراسة.

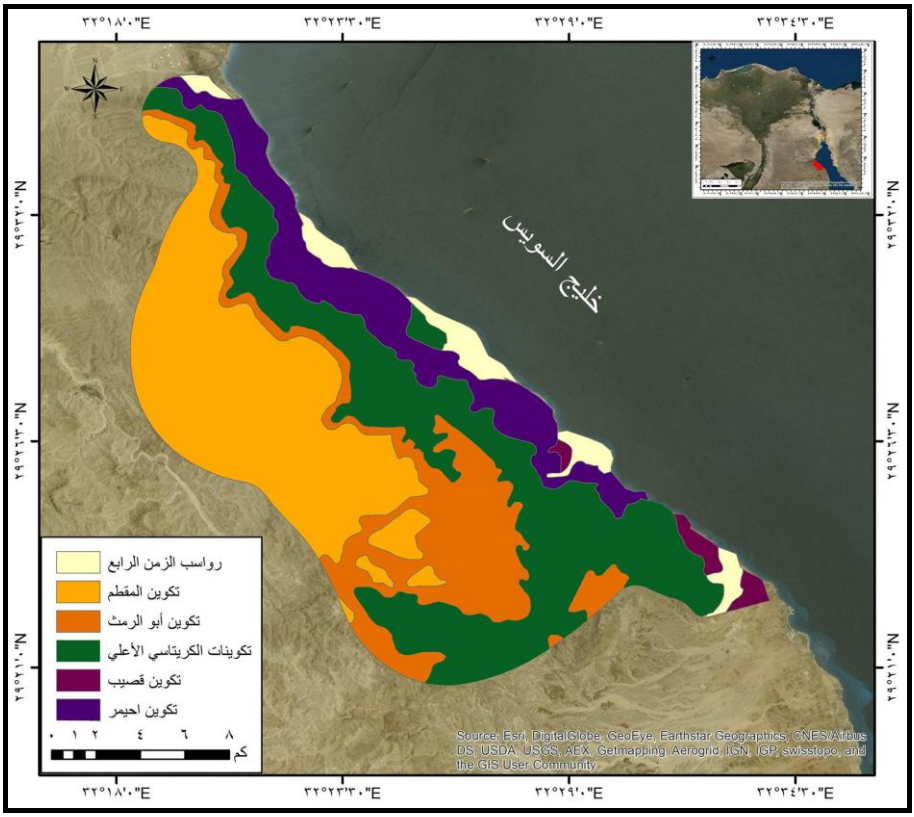
سادساً : أنواع حركة المواد على المنحدرات والأخطار الناجمة عنها.

سابعاً : طرق ووسائل الحماية من أخطار حركة المواد على منحدرات الحافة.

أولاً – الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :

١) الخصائص الجيولوجية :

يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة بين الكربوني الأعلي والايوسين الأوسط، هذا بالإضافة إلى رواسب الزمن الرابع. ويتضح من الخريطة الجيولوجية (شكل ٢) ما يلي :



شكل (٢) : التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية كونكو كورال، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠، سنة ١٩٨٧، باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

أ- تكوين إحمير (الكربوني الأعلى) :

ينتمي هذا التكوين إلى العصر الكربوني، ويتمثل على واجهات جروف الحافة الشرقية لمنطقة الدراسة، ويتألف من طبقات من الطفل والحجر الجيري الدولوميتي، والحجر الطيني، والحجر الرملي، وينقسم تكوين إحمير إلى عدد من الوحدات الصخرية هي :

- **الوحدة الأولي** : تتكون من طبقات من الحجر الرملي والطفل والحجر الطيني والحجر الجيري الدولوميتي، ويبلغ سمكها حوالي ١٥٠ متراً.
- **الوحدة الثانية** : تتكون من طبقات من الحجر الرملي والحجر الطيني والطفل والحجر الجيري الدولوميتي، ويبلغ سمكها حوالي ٤٠ متراً.

- **الوحدة الثالثة** : تتكون من طبقات الحجر الرملي والطفل والحجر الطيني، ويبلغ سمكها حوالي ١٣٠ متراً.
- **الوحدة الرابعة** : تتكون من طبقات الحجر الرملي والحجر الطيني والطفل، ويبلغ سمكها حوالي ١٠٠ متراً.

ب- تكوين قصيب (الترياسي) :

ينتمي هذا التكوين إلى العصر الترياسي، ويتألف من من الحجر الرملي، والحجر الرملي السلتي، والطفل، وتخلو صخوره من الحفريات، وينتشر في حوض وادي قصيب ورأس أبو الدرج.

ج- تكوينات الكريتاسي الأعلي :

تنتشر تكوينات الكريتاسي الأعلي في رأس أبو الدرج، وتتألف من الصخور الجيرية، والحجر الرملي، والطين والطفل، وتضم :

- **تكوين مالحة** : ينتمي تكوين مالحة إلى الكريتاسي الأعلي، ويتألف من حجر رملي، وحجر طيني رملي، ويرتكز هذا التكوين بعدم توافق فوق صخور الجوراسي الأعلي، ويبلغ سمكه حوالي ٥٥ متراً، وينتشر في رأس أبو الدرج.
- **تكوين الجلالة** : ينتمي تكوين الجلالة إلى العصر الكريتاسي الأعلي، وقد صنفه (Abdallah, 1963) إلى عضوين، العضو السفلي ويتألف من طبقات من الطفل والطين، والعضو العلوي ويتألف من الصخور الجيرية. ويتراوح السمك الكلى لطبقات هذا التكوين بين عدة أمتار و ١٧٠ متراً، وينتشر جنوب رأس ابو الدرج (صورة ١).
- **تكوين ضوي** : ينتمي تكوين ضوي إلى العصر الكريتاسي الأعلي، ويتألف من عضوين، العضو السفلي يتألف من الحجر الجيري الأبيض، والعضو العلوي يتألف من طبقات من الحجر الجيري والحجر الرملي والمارل، وينتشر بالقرب من رأس أبو الدرج.

صورة (١) : تكوين الجلالة عند رأس أبو الدرج، ناظراً صوب الغرب.

د- تكوين أبو الرمث (ايوسين أسفل) :

ينتمي تكوين أبو رمث إلى عصر الأيوسين الأسفل، ويتألف من الحجر الجيري الطباشيري، والحجر الجيرى المتبلور الصلب، ويغلب عليه اللون الأبيض، وينتشر بالقرب من رأس أبو الدرج (صورة ٢).

هـ- تكوين المقطم (أيوسين أوسط) :

ينتمي تكوين المقطم إلى عصر الأيوسين الأوسط، ويتكون من صخور جيرية، يتخلل الجزء العلوي منها طبيقات دقيقة من الصوان، وينتشر هذا التكوين بالقرب من وادي قصيب، ويتميز تكوين المقطم بكثرة الشقوق والفواصل مما يتسبب في وجود أخطار الإنهيالات والتساقط الصخري بمنطقة الدراسة.

صورة (٢) : تكوين أبو الرمث برأس أبو الدرج، ناظراً صوب الغرب.

و- رواسب الزمن الرابع :

وهي تضم رواسب البليستوسين والهولوسين، وتتكون من الحصى والرمل والزلط وتوجد في قيعان بعض الأودية مثل وادي قصيب ووادي أبو الدرج ووادي إحمير بالإضافة إلى أنها تظهر على جوانب الأودية على هيئة مصاطب، وقد نقلت المياه الجارية هذه الرواسب وأرسبتها على خط شاطئ الخليج وقد أضاف إليها البحر بعض التكوينات المرجانية والملحية والصلصال وبذلك جمعت بين الخصائص النهرية والبحرية (صورة ٣).

صورة (٣) : رواسب الزمن الرابع بمروحة وادي قصيب، ناظراً صوب الشمال الغربي.

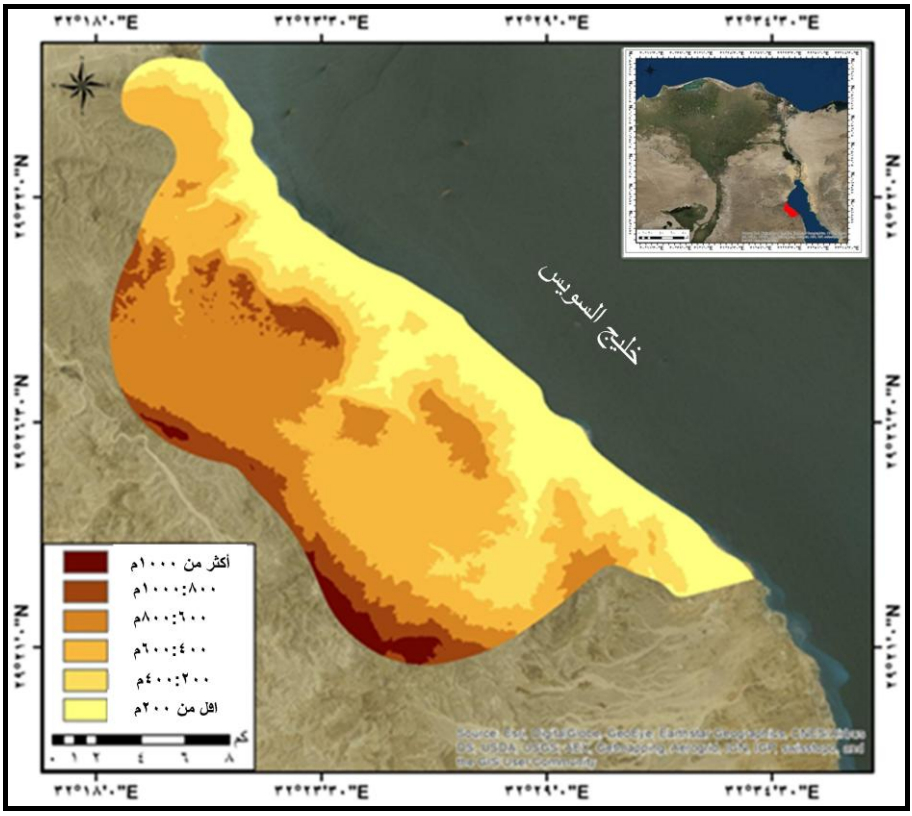
وتمثل المظاهر الخطية من فواصل وصدوع المظهر السائد للبنية الجيولوجية في منطقة الدراسة، وترجع نشأتها إلي عمليات الشد والانضغاط الأفقي المصاحبة للحركات التكتونية خلال عصري الأوليجوسين والميوسين، وتأخذ المظاهر الخطية في منطقة الدراسة اتجاهين هما اتجاه مواز لخليج السويس (بمحور شمالي غربي – جنوبي شرقي)، واتجاه مواز لخليج العقبة (بمحور شمالي شرقي – جنوبي غربي)، وقد يكون لهذه الظروف أثرها على منطقة الدراسة، حيث ساعدت على تأثر الحافة بعمليات التجوية المختلفة، مما أدي إلى وقوع العديد من أخطار حركة المواد والمتمثلة في السقوط الصخري وزحف مفتتات الهشيم.

٢) خصائص السطح :

أ- الارتفاعات :

يتضح من تحليل خريطة الارتفاعات (شكل ٣) أن الأجزاء التي يقل ارتفاعها عن ٢٠٠م تتمثل في النطاق الممتد من أقدام الحافة الشرقية للجلالة البحرية وحتي خليج السويس في الشرق والذي تبلغ مساحته ٦٢.٣ كم^{٢} بنسبة (٢١.٣٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة، أما الأجزاء التي يتراوح ارتفاعها ما بين ٢٠٠

و ٦٠٠م فتغطي حوالي ١٢٦.١ كم^{٢} بنسبة (٤٣.١٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة وتتمثل على أقدام الحافة وعلى الأجزاء الوسطى منها، بينما الأجزاء التي يتراوح ارتفاعها بين ٦٠٠ و ١٠٠٠م تغطي حوالي ٩٨.٤ كم^{٢} بنسبة (٣٣.٥٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة وتتمثل في الأجزاء الوسطى والعليا من الحافة، أما الأجزاء التي يزيد ارتفاعها عن ١٠٠٠م فتغطي حوالي ٦.١ كم^{٢} بنسبة (٢.١٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ويتمثل في الأجزاء العليا منها.



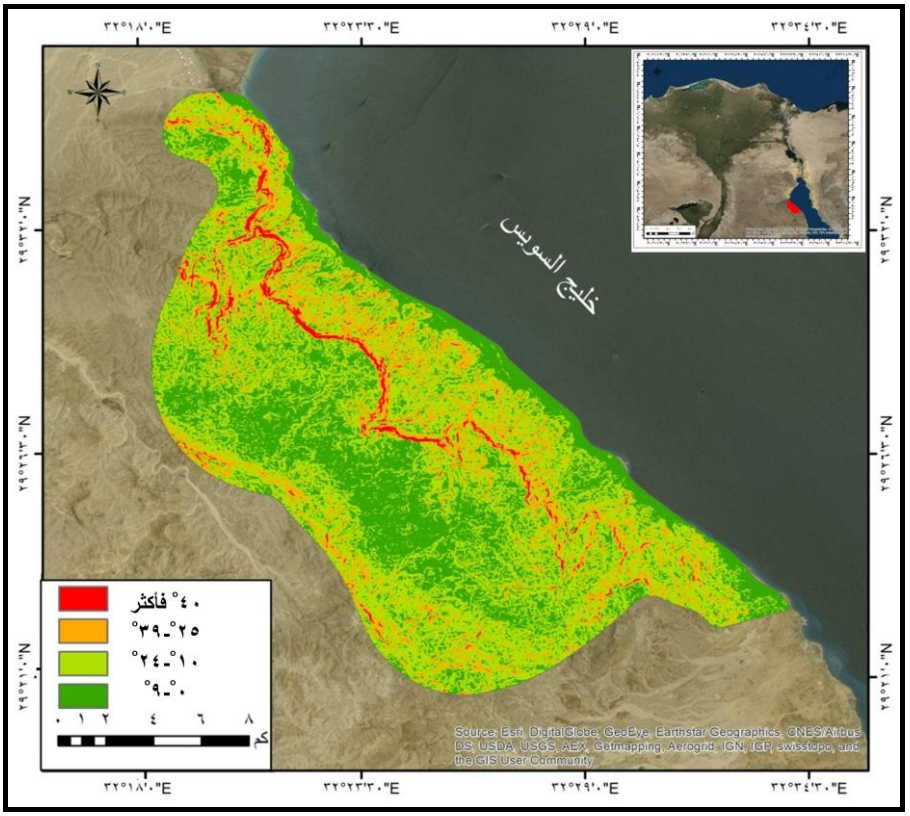
شكل (٣) : الارتفاعات بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا نموذج الارتفاعات الرقمي SRTM 30 m باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

ب- الانحدارات :

يتضح من تحليل خريطة الانحدارات شكل (٤) ما يلي :

- تسود الانحدارات الهينة والمتوسطة في منطقة الدراسة، حيث يمثلان ٨٣.٣٪ من جملة مساحتها.
- تتمثل جميع فئات الانحدار بمنطقة الدراسة، حيث تشكل الانحدارات الهينة (صفر – ٩°) ٩٦.٣ كم^{٢} بنسبة بلغت ٣٢.٩٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل في النطاق الممتد من أقدام الحافة الشرقية للجلالة البحرية وحتي خليج السويس شرقاً وفي مناطق متفرقة من سطح الحافة أيضاً.



شكل (٤) : درجات الانحدار بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي العالمي SRTM 30 m باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

- تشكل الانحدارات المتوسطة (١٠ – ٢٤°) ١٤٧.٧ كم^{٢} بنسبة بلغت ٥٠.٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة وتتمثل على أقدام الحافة وعلى الأجزاء الوسطى منها، بالإضافة إلى أنها تنتشر على أجزاء متفرقة من سطح الحافة.
- تغطي الانحدارات الشديدة (٢٥ – ٣٩°) ٤١.٦ كم^{٢}بنسبة بلغت ١٤.٢٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل على الأجزاء الوسطى والعليا من منحدرات الحافة. بينما تغطي الانحدارات الجرفية (٤٠° فأكثر) ٧.٣ كم^{٢} بنسبة بلغت ٢.٥٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل على الأجزاء الوسطى والعليا لمنحدرات الحافة.

ج- الخصائص التضاريسية :

تمتد منطقة الدراسة امتداداً طولياً موازياً لخليج السويس من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي لمسافة ٣٣.٥ كم، وهي حافة صدعية تكونت بسبب الصدوع ذات الاتجاه الشمالي الغربي – الجنوبي الشرقي التي أسهمت في تكوين خليج السويس. حيث أن منطقة الدراسة تبدو على هيئة منحدرات رأسية شديدة الانحدار تكاد تخلو من الرواسب السطحية، ويبلغ أقصى ارتفاعها فى الجزء الجنوبي الغربي (١٢٦٥.٥م) فوق منسوب سطح البحر، ويقل الارتفاع تدريجياً صوب الشرق والجنوب الشرقي ليصل أدناه عند رأس أبو الدرج (٣م) فوق منسوب سطح البحر بالسهل الساحلي.

تبدأ منطقة الدراسة شمالاً من خط تقسيم المياه بين وادي غويبة وأحواض تصريف الحافة وتأخذ الاتجاه الشمالي الغربي – الجنوبي الشرقي حتي مصب وادي أملوج، ولا يزيد أكثر أجزائها ارتفاعاً عن ٩٦٩م فوق مستوي سطح البحر، وتتراوح درجات الانحدار هنا بين ٣٦ و ٩٠°، وتنتشر الفواصل والشقوق وأسطح الطباقية، ويقل سمك الرواسب على جوانب المنحدرات، كما تتميز بشدة الانحدار في أجزائها العليا، مما يجعلها تبدو على هيئة جروف رأسية عارية من الرواسب، وتستمر منطقة الدراسة بهذه الخصائص حتي منطقة بئر ماء سويلم.

وتأخذ المنطقة من بئر ماء سويلم اتجاه الشمال الشرقي – الجنوب الغربي حتي بئر أم مريخة وتتميز المنطقة في هذا القطاع بأنها ذات مظهر خطي مستقيم، ولا

يزيد ارتفاعها عن ٩٢٠م فوق مستوي البحر، ثم يتغير اتجاهها مرة أخري ليأخذ اتجاه الشمال الغربي – الجنوب الشرقي حتي وادي أبو الدرج، ولا يزيد ارتفاعها هنا عن ١٠٣١م فوق منسوب سطح البحر، وتتراوح زوايا انحدارها ما بين ٢٨ و ٤٣°، وتتشابه المنطقة هنا في خصائصها مع القطاع السابق، إلا أنها تبدو متقطعة بالعديد من الأودية الخانقية التي تخترقها، وترتفع بها كثافة الفواصل والشروخ مما يعمل على زيادة نشاط عوامل التعرية المختلفة.

وتأخذ المنطقة اتجاه الشمال الشرقي – الجنوب الغربي في المنطقة المحصورة بين وادي أبو الدرج وبئر أبو الدرج، ويبلغ أقصي ارتفاعها هنا ١٠٨٧م فوق منسوب سطح البحر. ثم تعود المنطقة لتأخذ اتجاه الشمال الغربي – الجنوب الشرقي مرة أخري في المنطقة الممتدة من بئر أبو الدرج إلى وادي قصيب ليصل ارتفاعها إلى ١٢٤٩م فوق منسوب سطح البحر، وتتراوح زوايا انحدارها بين ٢٤ و ٣٧°، ثم تأخذ المنطقة اتجاه الشمال الشرقي – الجنوب الغربي في المنطقة الممتدة من وادي قصيب وحتي بئر قصيب ليصل ارتفاعها إلى ١٢٦٠م فوق منسوب سطح البحر وحتي وادي الجلاوات ثم تعود المنطقة لتأخذ اتجاه الشمال الغربي الجنوب الشرقي ليصل أقصي ارتفاع لها ١٢٦٥.٥م فوق منسوب سطح البحر وتتراوح زوايا انحدارها ما بين ٢٥ و ٣٩°.

وبشكل عام تبدو المنطقة في جميع قطاعاتها مقطعة بالأودية الخانقية التي تخترقها، كما تكثر بها الشقوق والفواصل مما أدي إلى زيادة نشاط عوامل التعرية وعمليات التجوية والتي ترتب عليها تراكم مخاريط الهشيم عند أقدام الحافة وكذلك كثرة الإنهيالات الصخرية وانتشار التساقط الصخري على منحدرات الحافة.

٣) الخصائص المناخية :

تعد دراسة الأحوال المناخية ذات أهمية قصوي بالنسبة للدراسة الجيومورفولوجية الحالية، وذلك نظراً للدور الذي تلعبه عناصر المناخ المختلفة في وقوع العديد من أخطار حركة المواد على منحدرات منطقة الدراسة، والتي تأثر بشكل واضح على طريق السويس – الغردقة والقري السياحية والمنشآت الواقعة أسفلها. وسوف تعتمد هذه الدراسة على

بيانات محطة أرصاد السويس باعتبارها أقرب محطة لمنطقة الدراسة، وتقتصر الدراسة علي العناصر المناخية التالية :

أ- درجة الحرارة :

تعد الحرارة من أهم عناصر المناخ، حيث أنها تؤثر على بقية عناصر المناخ من ناحية، وتتوقف عليها تجوية الصخور من ناحية أخري، خاصة مع انتشار الفواصل والشقوق وعدم تجانس الصخور واختلاف خصائصها المعدنية، ويوضح (جدول ١) و (شكل ٥) المسار السنوي للحرارة، ومنه يمكن استنتاج ما يلي :

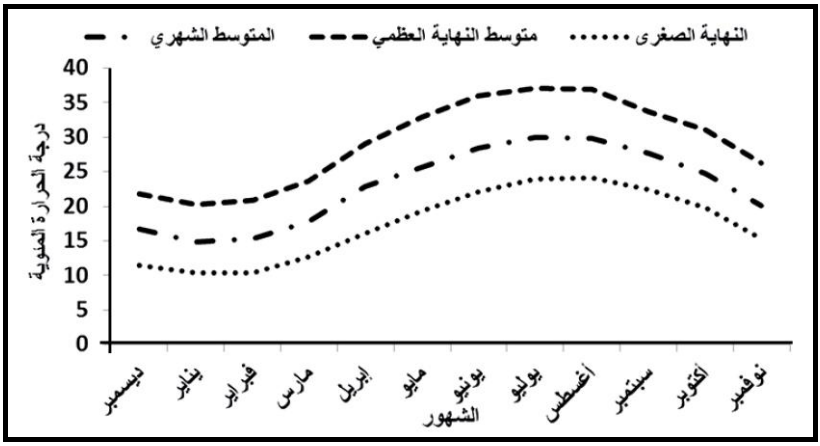
- تقع منطقة الدراسة ضمن النطاق الصحراوي الذي يتميز بارتفاع الحرارة حيث يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة ٢٠.٣°م، ويتراوح هذا المعدل بين ١٨.٢°م لشهور الشتاء و٢٧.٣°م لشهور الصيف.
- تتذبذب درجة الحرارة في نصف السنة الشتوي (أكتوبر – نوفمبر – ديسمبر – يناير – فبراير – مارس) بين ١٠.٣°م (متوسط درجة الحرارة الصغري لشهر يناير) و ٣١°م (متوسط درجة الحرارة العظمي لشهر أكتوبر).
- تتذبذب درجة الحرارة في نصف السنة الصيفي (إبريل – مايو – يونية – يوليه – أغسطس – سبتمبر) بين ١٦°م (متوسط درجة الحرارة الصغري لشهر إبريل) و ٣٧.١°م (متوسط درجة الحرارة لشهر يوليه).

ويؤدي هذا التباين الواضح في درجات الحرارة بمنطقة الدراسة إلى تمدد وانكماش الصخر وتفككه، وينتج عن ذلك سقوط الكتل الصخرية المفككة بفعل الانحدار ومساعدة الجاذبية الأرضية وتكون مخاريط الهشيم عند أقدام الحافة الشرقية للجلالة البحرية والتي تشكل بدورها خطراً حقيقياً على طريق السويس – الغردقة وعلى القري السياحية المقامة عند أقدام الحافة بمنطقة الدراسة.

جدول (١) : متوسط درجات الحرارة وسرعة الرياح وكمية المطر بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).

العناصر / الشهور	متوسط درجة الحرارة (°م)	متوسط درجة الحرارة الصغري (°م)	متوسط درجة الحرارة العظمي (°م)	سرعة الرياح (كم/س)	متوسط كمية الأمطار (مم)
يناير	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	٢٠	٥
فبراير	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٨	٠.٣
مارس	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٥.١	٢.٦
ابريل	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٦.٤	٠.٦
مايو	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٧	٢.٦
يونيو	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٧	٠
يوليو	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٩	٠
أغسطس	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٧	٠
سبتمبر	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٩	٠
أكتوبر	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٦	٦.٢
نوفمبر	١٤.٨	١٠.٣	٢٠.٢	١٣	١
ديسمبر	١٦.٧	١١.٥	٢١.٨	١٧	١.٣

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم المناخ.

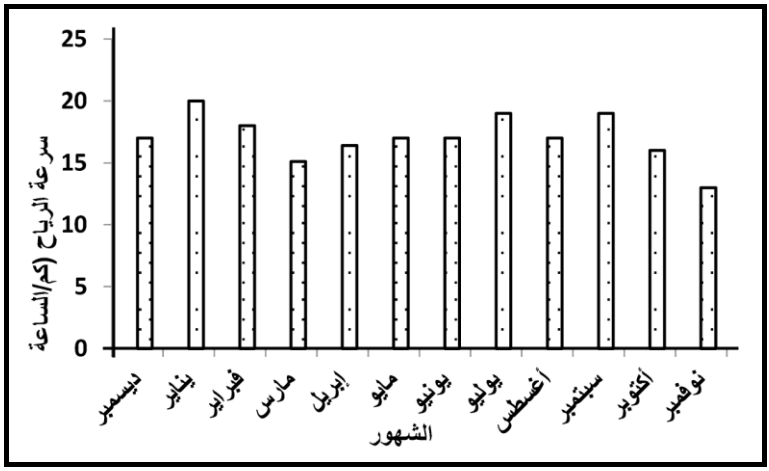


شكل (٥) : متوسطات درجات الحرارة بمحطة أرصاد السويس في الفترة من (١٩٨٠- ٢٠٠٨م).

ب- الرياح :

تعد الرياح من عناصر المناخ المهمة التي يزداد تأثيرها في المناطق الجافة، حيث تعمل علي نقل المفتتات الصخرية المجواه لتستقر في الشقوق والفواصل مما يعمل علي اتساعها، كما تزيد من تبلور الأملاح الموجودة في رذاذ البحر داخل الشقوق والفواصل الموجودة بالصخور (محسوب، ٢٠٠٢، ص ٨٤)، مما يترتب عليه زيادة الضغوط التي تؤدي إلى زيادة تشقق وتفلق الصخور وبالتالي سقوطها، مما يشكل خطراً على الطرق الموجودة بالقرب منها مثل طريق السويس – الغردقة وعلى القري السياحية المقامة عليه. ويوضح جدول (١) وشكل (٦) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (كم/الساعة) في منطقة الدراسة، ويستخلص منه الحقائق التالية :

- يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح ١٧ كم/الساعة في محطة السويس، ويتراوح هذا المعدل بين ١٦.٥ كم/الساعة لشهور الشتاء، و ١٧.٦ كم/الساعة لشهور الصيف.
- تصل المعدلات الشهرية لسرعة الرياح إلي الرياح المؤثرة (٢٠ كم/الساعة) أو تقترب منها كما هو الحال في الشهور يناير وفبراير ويوليو وسبتمبر في السويس، مما يفسر دور الرياح في تكوين الحزوز المرتبطة بالصخور الهشة.



شكل (٦) : سرعة الرياح بمحطة أرصاد السويس
خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).

يوضح جدول (٢) النسب المئوية لعدد مرات هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة، ومنه نستخلص ما يلي :

- تهب الرياح علي منطقة الدراسة من جميع الاتجاهات ولكن بنسب مختلفة حيث تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية بنسبة بلغت ٦٥.٧٪ في محطة السويس.
- تبلغ نسبة الرياح الشمالية الغربية، والشمالية ٦٥.٧٪، يلي ذلك هبوب الرياح من الاتجاه الغربي حيث يشكل ٧.٤٪.

جدول (٢) : النسب المئوية لعدد مرات هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة في محطة السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).

الاتجاه / المحطة	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
السويس	٢٩.٠	٤.٦	٣.٩	٥.٧	٤.٢	٢.٣	٧.٤	٣٦.٧	٥.٧

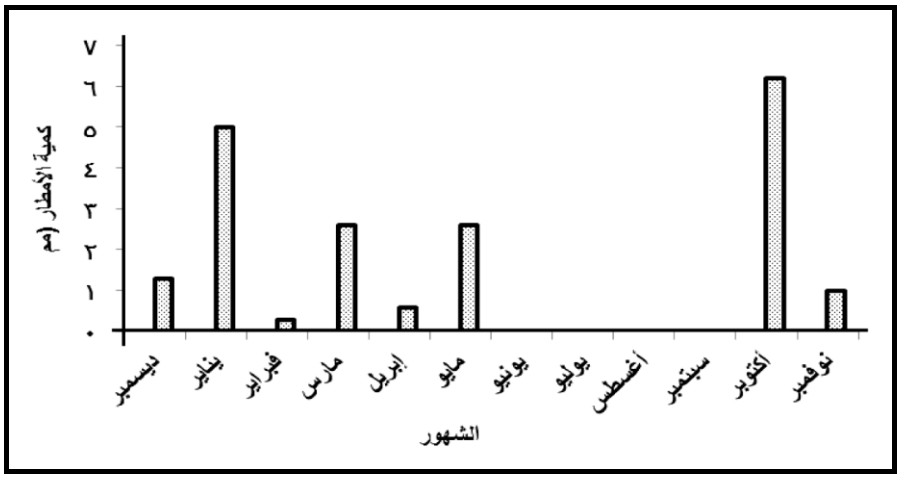
المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ج- الأمطار :

يوضح جدول (١) وشكل (٧) توزيع المعدلات الشهرية للأمطار(ملم) في منطقة الدراسة، ومن فحصها يمكن استخلاص ما يلي :

- يبلغ المعدل السنوي للأمطار ١.٦ مم في السويس، ويضع هذا المعدل القليل للأمطار وخصائص الحرارة منطقة الدراسة ضمن المناخ الجاف.
- تتركز الأمطار في نصف السنة الشتوي، وتبلغ ذروتها ٦.٢ مم في أكتوبر.

وعلى الرغم من قلة الأمطار إلا أنها تسقط بشكل فجائي ينتج عنه في الغالب حدوث سيول تكتسح المواد المفككة بفعل التجوية من جوانب المنحدرات، وتعيد كشفها لفعل عمليات التجوية من جديد، هذا بالإضافة إلى الدور الذي تلعبه هذه الأمطار في تعميق الشقوق والفواصل مما يترتب عليه انفصال الكتل الصخرية وسقوطها عند أقدام الحافة بمنطقة الدراسة.



شكل (٧) : المعدلات الشهرية لكمية المطر الساقطة بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٨م).

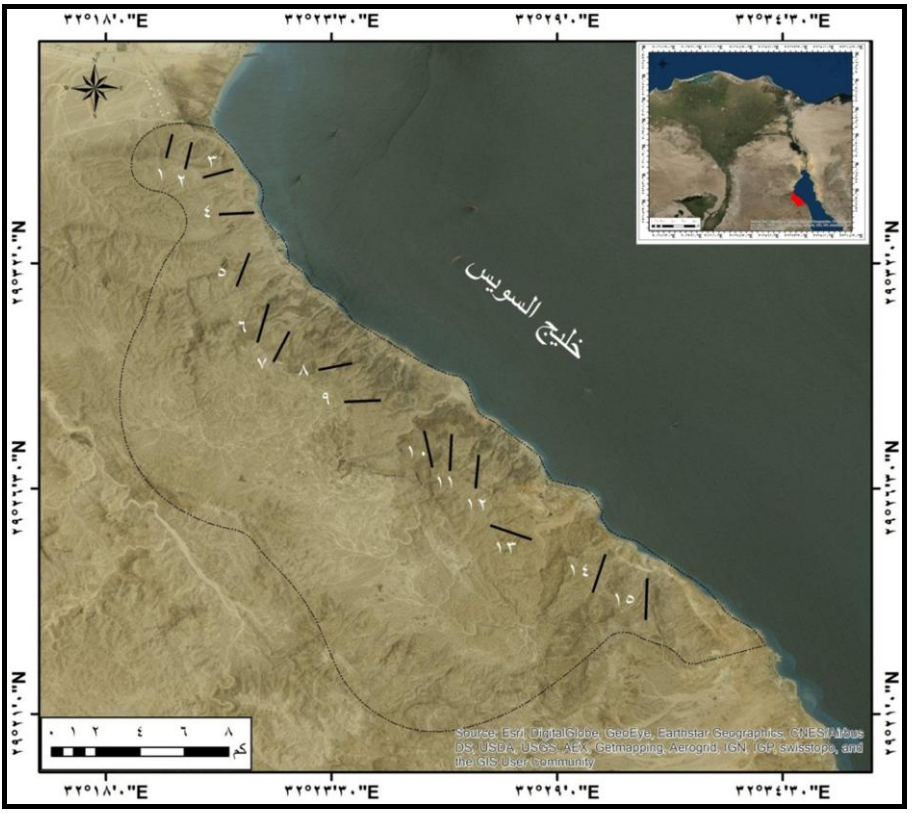
ثانياً - طريقة الدراسة ومراحلها :

تعتمد الدراسة الحالية على القياسات الميدانية الفعلية للعدد (١٥) قطاعاً (شكل ٨) تم قياسها على حافة منطقة الدراسة باعتبار أن القياس الميداني للمنحدرات يعد من أهم مصادر البيانات الخاصة بالمنحدرات، هذا بالإضافة إلى تحليل المرئية الفضائية الرقمية (TM) عام ٢٠١٦م للمنطقة بهدف التعرف على اتجاهات المنحدرات.

وقد تم قياس قطاعات المنحدرات بناءً على الأسس التالية :

١) تحديد مواضع القطاعات :

تم تحديد مواضع قطاعات المنحدرات بعد فحص وتحليل الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠، والصور الجوية مقياس ١ : ٢٠.٠٠٠ والمرئية الفضائية الرقمية (TM). وقد روعي في تحديد مواضع القطاعات أن تكون موزعة على المنطقة، وأن تغطي كل التكوينات الجيولوجية، وأن يكون من السهل الوصول إليها والقيام بقياسها.



شكل (٨) : مواقع القطاعات بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

٢) قياس القطاعات وتسجيل الملاحظات :

تمت عملية قياس القطاعات على طول مسافات أرضية متباينة ترتبط بالتغير في الانحدار حيث تكون الطبقات الصخرية متباينة في درجة صلابتها، دون الارتباط بطول المسافة الأرضية. وقد تم تحديد بداية ونهاية كل خط من خطوط قطاعات المنحدرات واتجاهاتها قبل القيام بالمسح والقياس الميداني، فعادة يبدأ القياس من خط تقسيم المياه وينتهي عند حضيض المنحدرات، وكان القياس يتبع أشد أجزاء المنحدر انحداراً، أي في اتجاه عمودي تقريباً على خطوط الكنتور، أو ما يطلق عليه مصطلح الانحدار الحقيقي True Slope. وأثناء المسح الميداني لقطاع المنحدرات تم تسجيل ملاحظات ميدانية عن نوع البنية الجيولوجية، ونوع الطبقات الصخرية، ونظم الفواصل، وخصائص الأودية التي

تقطع المنحدرات، وحركة المواد، وخصائص الرواسب السطحية (للمزيد من التفاصيل، راجع : إمبابي، ١٩٧٠، دسوقي، ١٩٨٧).

٣) تحليل قطاعات :

بعد الانتهاء من مسح قطاعات المنحدرات تم رسم البيانات الرقمية الخاصة بزوايا الانحدار والمسافات الأرضية باستخدام الحاسب الآلي تمهيداً لتحليلها من جانبين أساسين هما :

أ- تحليل زوايا انحدار – أطوال القطاعات :

زوايا الانحدار هي تلك الزوايا التي تم قياسها في الطبيعة علي طول خطوط قطاعات المنحدرات، واستخدمت القراءات الخاصة بزوايا انحدار – أطوال القطاعات في عمل المدرجات التكرارية لإبراز خصائص زوايا الانحدار علي الحافة، وذلك من خلال الجوانب التالية : التوزيع التكراري لزوايا الانحدار، والزوايا المميزة، والزوايا الحدية السفلي والعليا، وتصنيف زوايا الانحدار للتعرف علي مفاهيم هذه الجوانب (راجع : دسوقي، ١٩٨٧، Doornkamp & King, 1971, Gregory & Brown, 1966, Young, 1964, 1972).

ب- تحليل التقوس :

عرف (Young, 1972, p. 137) التقوس بأنه معدل التغير في زاوية الانحدار مع المسافات الأرضية في اتجاه الانحدار الحقيقي، ويعبر عنه بالدرجات لكل مائة متر، وتوجد طريقتان لقياس التقوس، الطريقة الأولي استخدمها (Young, 1972) وبهذه الطريقة يمكن حساب التقوس لنقطة مسح Survey station معينة علي خط القطاع، أو لوحدة سفح واحدة على خط القطاع (للمزيد من التفاصيل راجع : Young, 1972, p. 143). والطريقة الثانية لحساب التقوس قد استخدمها (Abdel-Rahman, et al., 1980-1981, p. 34)، وبهذه الطريقة يمكن حساب ثلاث أنواع لتقوس المنحدرات هي : التقوس عند نقطة، وتقوس القطاع، وتقوس منطقة ما (وللمزيد من التفاصيل عن هذه الطريقة راجع: Abdel- Rahman, et al., 1980-1981, pp. 32-34).

وقد أشار (Abdel-Rahman, et al., 1980-1981, pp. 32-34) إلى أوجه القصور التي توجد في طريقة (Young, 1972) لحساب التقوس. وبسبب هذا القصور فقد استخدمت طريقة (Abdel-Rahman, et al., 1980-1981) لحساب تقوس منحدرات الحافة خاصة وأن هذه الطريقة اتبعت في دراسات عديدة تمت في مناطق متفرقة من الأراضي المصرية مما يتيح الفرصة لإجراء المقارنة مع نتائج هذه الدراسات.

ثالثاً – تحليل قطاعات المنحدرات :

يعد الهدف من تحليل قطاعات المنحدرات هو التعرف على خصائصها العامة، وزوايا انحدارها وتقوسها، من خلال ما يلي :

١) الخصائص الكمية العامة لقطاعات المنحدرات :

يوضح الجدول (٣) والشكل (٩) أهم الخصائص الكمية العامة لقطاعات المنحدرات وهي :

أ- بلغ عدد القطاعات المدروسة (١٥) قطاعاً، وبلغت جملة أطوالها ١٥٦٩١ متراً، يبلغ طول أطول القطاعات المدروسة ١٥٣١ متراً وطول أقصرها ٧٣٢ متراً، ويرجع هذا التباين في الأطوال إلى تأثر المنطقة بمظاهر الضعف الجيولوجي من فواصل وشقوق وصدوع، وتفاوت درجة تأثرها بعوامل التعرية والتجوية المختلفة.

ب- يبلغ المعدل العام لانحدار القطاعات ٣٠.٩°، وهو يقع في فئة الانحدارات الشديدة، وهي الفئة التي وقع فيها متوسط الانحدار في نحو (٧٣٪) من أعداد القطاعات، ويتراوح ذلك المعدل بين ٢٢.٩° للقطاع (١٣) و ٤٣.٣° للقطاع (١). ويقترب المعدل العام من نظيره على منحدرات الهوامش الشمالية والغربية لمنخفض جغبوب في ليبيا الذي بلغ نحو ٢٢.٣° و ٣١° على التوالي (تراب، ٢٠٠٠، ص ص ٢٨٣-٢٨٥)، وحافات جبل فرعون في سيناء الذي بلغ نحو ٣١.٠٨° (فراج، ٢٠٠٦، ص ١٢١)، ومنحدرات الحافة الجبلية للجانب الشرقي لوادي النيل فيما بين واديي أبو عجاج وأم ركبة والذي بلغ ٣٥.٣° (مصطفي، ٢٠١٣، ص ١٧٤)، بينما يزيد هذا المعدل عن نظيره في سفوح الجبل الأخضر

بليبيا حيث بلغ ١٦.٨° و ١٥.٤° على التوالي (الصادق، ٢٠١١، ص ٤٢٥)، ومنحدرات قطاع هضبة طيبة حيث بلغ ٢٦.١٧° (أبو ريه، ٢٠١٤، ص ٢٧٥).

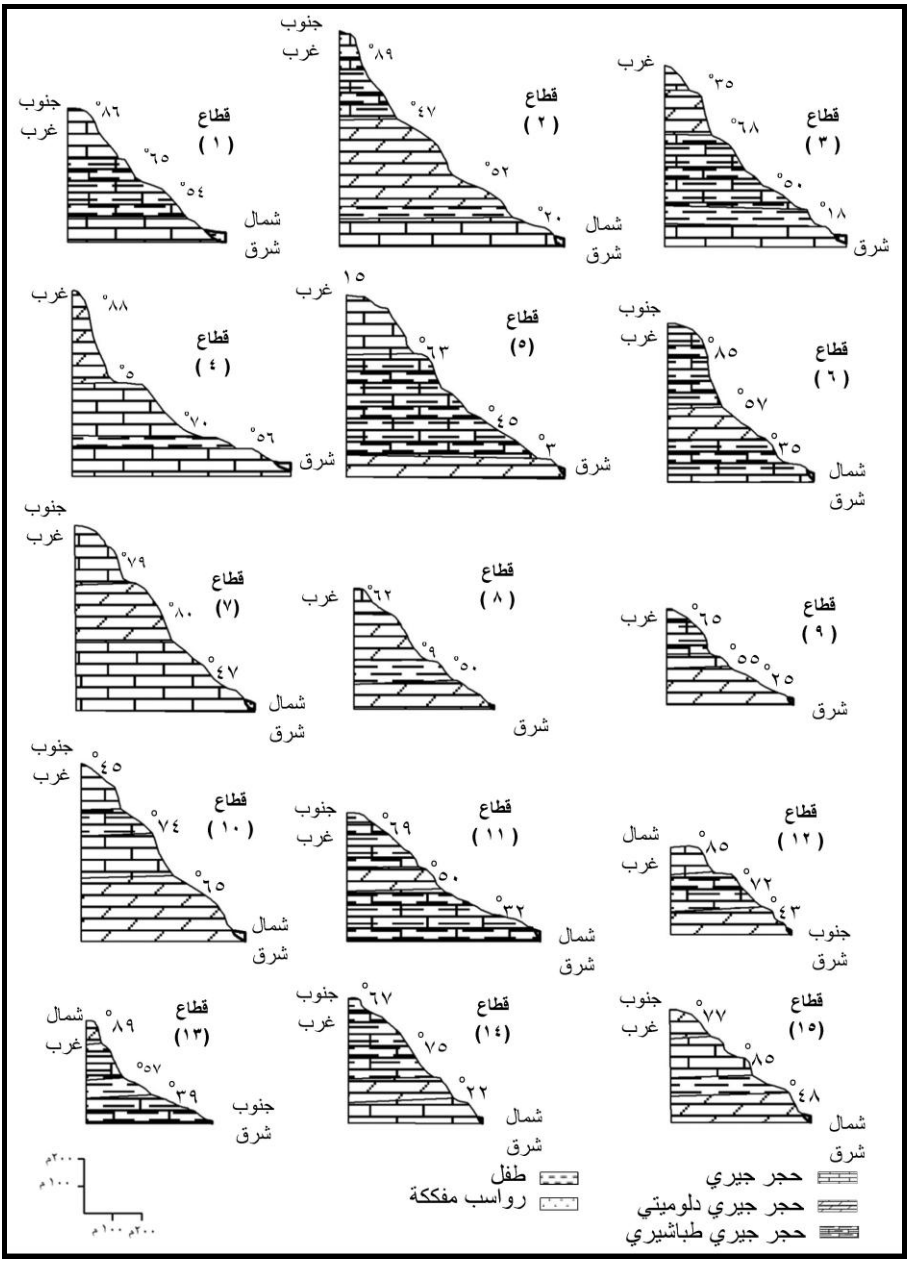
جدول (٣) : الخصائص الكمية العامة للقطاعات بمنطقة الدراسة.

القطاع	الطول بالمتر	متوسط الانحدار بالدرجات	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف (٪)	الشكل العام للمنحدرات*	
					القيمة	الشكل
١	٨٢١	٤٣.٣	١٩.٤	٤٤.٨	٠.٨١	مقعر
٢	١٥٣١	٣٥.٢	٢١.٣	٦٠.٥	١.٢٩	محدب
٣	١٣٧٢	٣٣.٨	٢٨.١	٨٣.١	٠.٧٥	مقعر
٤	١٢٦٠	٤١	٢٥.٥	٦٢.٢	٠.٧٥	مقعر
٥	١٢٠٧	٣٨.٧	٢٥.٢	٦٥.٠	١.٨٨	محدب
٦	٩٦٣	٢٧	١٤.٢	٥٢.٤	١.٨٢	محدب
٧	١١٣٢	٣٣.٢	٢٢.٥	٦٧.٦	١.٧٥	محدب
٨	٧٨٧	٢٦	١٤.٥	٥٥.٥	٠.٧٩	مقعر
٩	٧٣٢	٢٤.٤	١٥.٥	٦٣.٧	٠.٧٠	مقعر
١٠	٩٠٦	٢٣.٨	١٧.٢	٧٢.٦	٠.٦٨	مقعر
١١	١١٦٠	٢٤.٩	١٧.٥	٧٠.٠	٠.٦٩	مقعر
١٢	٩١٣	٢٨.٨	٢٣.٢	٨٠.٦	٠.٨٣	مقعر
١٣	٨٢٧	٢٢.٩	٢١.٥	٩٣.٥	٠.٨٤	مقعر
١٤	١٠١٠	٢٩.٣	٢٣.٢	٧٩.٤	١.٠٨	محدب
١٥	١٠٧٠	٣٠.٥	٢٢.٣	٧٢.٩	١.٢٠	محدب

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على القياس الميداني.

* الشكل العام للمنحدر = جملة أطوال العناصر المحدبة / جملة أطوال العناصر المقعرة

وإذا كان ناتج القسمة أكبر من (١) يكون الشكل العام للمنحدر محدباً، وإذا كان ناتج القسمة أصغر من (١) يكون الشكل العام للمنحدر مقعراً، وإذا كان الناتج (١) يكون الشكل العام للمنحدر محدباً مقعراً (Doornkamp & King, 1977, p. 138).



شكل (٩) : قطاعات المنحدرات بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على القياس الميداني.

ج- تتقارب قيم زوايا الانحدار من قيم متوسطاتها في القطاعات (١، ٢، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩) حيث تنخفض قيم معاملات الاختلاف، وتراوح بين (٤٤.٨ و ٦٥٪)، بينما تتباعد زوايا الانحدار عن قيم متوسطاتها في القطاعات الأخرى حيث تتراوح قيم معاملات الاختلاف بين (٧٠ و ٩٣.٥٪).

د- يسود الشكل المقعر على ثلثي عدد القطاعات المدروسة، وهذه القطاعات هي (١، ٣، ٤، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣)، مما يشير إلى عظم دور المياه الجارية في تشكيل هذه المنحدرات.

هـ- تغطي صخور الحجر الجيري والمارل ٨٤.٣٪ من جملة أطوال القطاعات المدروسة، بينما تغطي الرواسب المفككة ١٥.٧٪ من جملة أطوالها، ويرجع ذلك إلى الطبيعة الجيولوجية لمنطقة الدراسة حيث تغطي تكوينات الحجر الجيري معظم أجزاء منطقة الدراسة، وانتشار الفواصل والشقوق المتقاطعة والمتعامدة على واجهتها.

٢) تحليل زوايا الانحدار :

يقصد بزوايا الانحدار هي تلك الزوايا التي تم قياسها في الطبيعة على طول خطوط قطاعات المنحدرات. ويمكن تحليل زوايا الانحدار من عدة جوانب هي : التوزيع التكراري لزوايا الانحدار، والزوايا المميزة، والزوايا الحدية، وتصنيف زوايا الانحدار.

يوضح الجدولين (٤) و (٥) والشكلين (٩) و (١٠) ما يلي :

أ- يتميز التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على قطاعات منطقة الدراسة بأنه رباعي التوزيع ومتعدد المنوال، ويرافقه في أغلب الأحيان اختفاء بعض قيم زوايا الانحدار، ولاسيما مع شدة الانحدار، ويتفق هذا مع بعض الدراسات السابقة التي تمت على المناطق الجافة وشبه الجافة في أن التوزيع التكراري لزوايا الانحدار متعدد التوزيع ويرافقه غياب لبعض زوايا الانحدار (عاشور، ١٩٧٩)، (الدسوقي، ١٩٨٧)، (تراب، ٢٠٠٥)، (الحداد، ٢٠٠٩)، (Abdel-Rahman, et al., 1980-1981, pp. 27-39).

ب- تسود الانحدارات الشديدة (٢٥ - ٣٩°) على منحدرات منطقة الدراسة حيث بلغت (٣٢.٤%) من جملة أطوال القطاعات.

ج- تتسم زوايا الانحدار بأنها موزعة علي كل مجموعات زوايا الانحدار، فالانحدارات اللهينة (صفر - ٩°) تشكل (١٨.٥٪) من جملة الأطوال، وتتمثل علي الأجزاء الدنيا من القطاعات، والأجزاء العليا لبعض القطاعات، والزاوية المميزة لهذه الانحدارات هي (١°) وتشكل (٤.٦٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية السفلي هي (صفر°) وتشكل (٣.٥٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية العليا (٩°) وتشكل (٠.٨٪) من جملة الأطوال.

د- تشكل مجموعة الانحدارات المتوسطة (١٠ - ٢٤°) (٢٢.٢٪) من جملة الأطوال، وتتمثل على الأجزاء الوسطي للقطاعات، والزاوية المميزة لها هي (١٨°) وتشكل (٢.٨٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية السفلي هي (١٠°) وتشكل (٠.٩٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية العليا هي (٢٤°) وتشكل (٠.٨٪) من جملة الأطوال.

هـ- تشكل مجموعة الانحدارات الشديدة (٢٥ - ٣٩°) (٣٢.٤٪) من جملة الأطوال، والزاوية المميزة لها هي (٢٩°) وتشكل (٤.٣٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية السفلي هي (٢٥°) وتشكل (٢.٦٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية العليا هي (٣٩°) وتشكل (١.٩٪) من جملة الأطوال. ويلاحظ أن قيم هذه الفئة هي القيم الأكثر شيوعاً وتبلغ ثلث جملة أطوال القطاعات المدروسة.

و- تغطي الجروف (٤٠°) فأكثر (٢٦.٩٪) من جملة الأطوال، وتتمثل على الأجزاء العليا من القطاعات، والزاوية المميزة لها هي (٤٥°) وتشكل (١.٨٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية السفلي هي (٤٠°) وتشكل (٠.٩٪) من جملة الأطوال، والزاوية الحدية العليا هي (٩٠°) وتشكل (٠.٦٪) من جملة الأطوال.

ز- تتميز منطقة الدراسة بشدة الانحدار، حيث تبلغ نسبة الانحدارات الجرفية والشديدة أكثر من نصف أطوال القطاعات المدروسة حيث تشكل (٥٩.٣٪) من جملة أطوال القطاعات مما يعكس مدى تأثرها بالصدوع والفواصل التي صاحبت

نشأة خليج السويس والبحر الأحمر مما يدل على شدة انحدارها وما يترتب عليه من عدم استقرار المواد علي منحدراتها.

ح- تتميز العلاقة بين قيم زوايا الانحدار والمسافات الأرضية التي تشغلها بأنها علاقة عكسية قوية في مجملها، بمعني أنه كلما زادت قيمة الزاوية، قل ما تشغله من مسافة أرضية علي طول القطاع.

جدول (٤) : فئات الانحدار وأطوالها على كل قطاعات منطقة الدراسة.

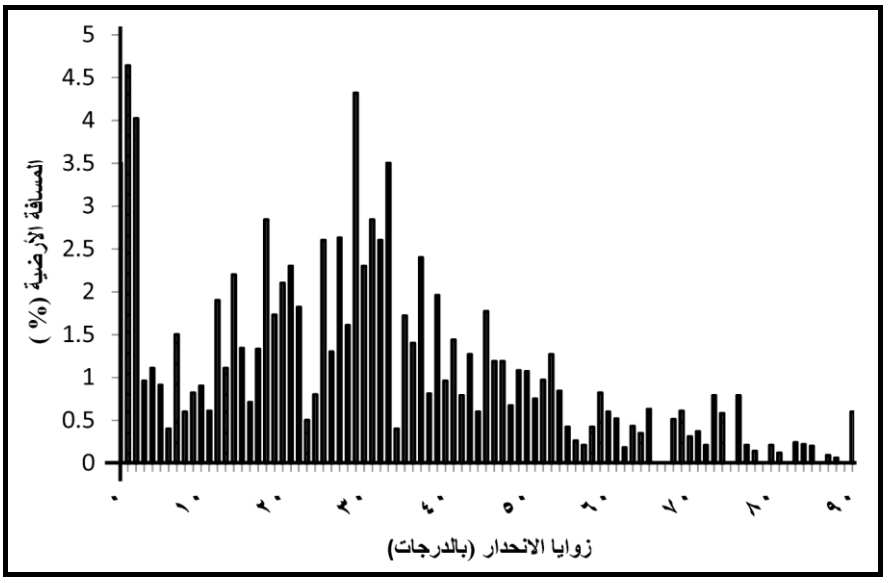
فئة الانحدار	الطول بالمتر	طول (٪)
هين (صفر – ٩°)	٢٨٩٤	١٨.٥
متوسط (١٠ – ٢٤°)	٣٤٧٣	٢٢.٢
شديد (٢٥ – ٣٩°)	٥٠٦٦	٣٢.٤
جرفي (٤٠° فأكثر)	٤٢٥٨	٢٦.٩
الجملة	**١٥٦٩١**	**١٠٠**

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة.

جدول (٥) : الزوايا المميزة والحدية على قطاعات منطقة الدراسة.

فئة الانحدار	الزاوية المميزة			الزاوية الحدية السفلي			الزاوية الحدية العليا		
	الزاوية بالدرجة	المسافة الأرضية (م)	المسافة الأرضية ٪	الزاوية بالدرجة	المسافة الأرضية (م)	المسافة الأرضية ٪	الزاوية بالدرجة	المسافة الأرضية (م)	المسافة الأرضية ٪
انحدارات هينة	١	٧٢٩	٤.٦	صفر	٥٤٥	٣.٥	٩	١٢٩	٠.٨
انحدارات متوسطة	١٨	٤٤٦	٢.٨	١٠	١٣٨	٠.٩	٢٤	١٢٦	٠.٨
انحدارات شديدة	٢٩	٦٧٩	٤.٣	٢٥	٤٠٢	٢.٦	٣٩	٣٠٨	١.٩
جروف	٤٥	٢٧٨	١.٨	٤٠	١٥١	٠.٩	٩٠	٩٥	٠.٦

المصدر: الجدول من إعداد الطالبة اعتمادا على القياس الميداني وتصنيف (دسوقي، ١٩٨٧).



شكل (١٠) : التوزيع التكراري لزوايا انحدار – أطوال قطاعات منطقة الدراسة.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة.

٣) تحليل معدلات التقوس :

يوضح جدول (٦) والشكلين (٩) و (١١) ما يلي :

أ- تتراوح درجات تقوس قطاعات منطقة الدراسة بين +٨٩ و -٩٠.

ب- وجود ثلاث مجموعات رئيسية لدرجات التقوس على قطاعات منطقة الدراسة هي : **المجموعة الأولي سالبة**، وتشير إلى العناصر المقعرة، وتشكل ٤٨.٩٪ من جملة الأطوال، وتتراوح درجات تقوس هذه المجموعة بين -١ و -٩٠°، وتتراوح أطوال المسافات الأرضية التي تغطيها بين ٩ و ٧١٠م. **والمجموعة الثانية موجبة**، وتشير إلى العناصر المحدبة، وتشكل ٤٧.١٪ من جملة الأطوال، وتتراوح درجات تقوس هذه المجموعة بين +١ و +٨٩، وتتراوح أطوال المسافات الأرضية التي تغطيها بين ١٢.٥ و ٨٢٣م. وتشير **المجموعة الثالثة إلى الوحدات المستقيمة** التي لا يتغير عليها الانحدار، وتشكل ٤٪ من جملة الأطوال، ومعدل تقوسها صفر°، وتتراوح أطوال المسافات الأرضية التي تغطيها بين ٣٠.٥ و ١٦٣م في مختلف القطاعات المدروسة.

ج- ترتبط العناصر المحدبة بالأجزاء العليا من قطاعات المنحدرات، كما تظهر العناصر المقعرة على الأجزاء الوسطى والدنيا منها، ويتخلل تلك المجموعتين ظهور الأقسام المستقيمة.

د- تمثل درجات التقوس الهين (صفر – ٩٠°) على منحدرات منطقة الدراسة، حيث تشكل ٦٨.٩٪ من جملة الأطوال، وتغطي العناصر المقعرة من هذه المجموعة ٣٥.٤٪، بينما تغطي العناصر المحدبة ٣٣.٥٪ أي بنسب متقاربة لكل منهما.

هـ- تشكل درجات التقوس المتوسط (١٠-٢٤°) ٢٣.٨٪ من جملة الأطوال، حيث تغطي العناصر المقعرة ١١.٦٪، بينما تغطي العناصر المحدبة ١٢.٢٪ من هذه المجموعة.

و- تمثل درجات التقوس الشديد (٢٥-٣٩°) ٨.٣٪ من جملة الأطوال، وتغطي العناصر المقعرة من هذه المجموعة ٤.٤٪، بينما تشكل العناصر المحدبة ٣.٩٪ منها.

ز- تشكل درجات التقوس الشديد جداً (٤٠° فأكثر) ٢.٨٪ من جملة الأطوال، وتغطي العناصر المقعرة من هذه المجموعة ٠.٩٪، بينما تغطي العناصر المحدبة ١.٩٪.

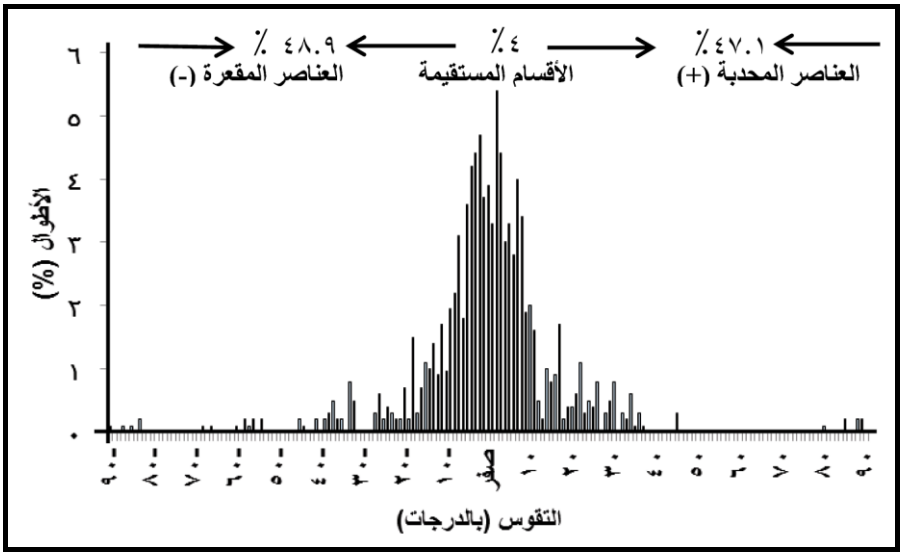
ح- تسود الانحدارات المقعرة على قطاعات منحدرات حافة الهضبة، حيث تبلغ نسبة العناصر المحدبة إلى المقعرة (١: ١.٠٤) أي تبدو متساوية إلى حد كبير مع سيادة طفيفة للعناصر المقعرة، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (أبو ريه، ٢٠٠٣) في سيادة الانحدارات المقعرة على منحدرات الحافة الشمالية لهضبة الجلالة البحرية حيث بلغت نسبة العناصر المحدبة إلى العناصر المقعرة (١: ١.١٣).

ط- يدل اقتراب نسبة العناصر المقعرة والمحدبة من بعضها البعض إلى وصول منطقة الدراسة إلى مرحلة النضج، حيث ساعدت الفواصل والشقوق والصدوع والمياه الجارية في تشكيل منحدراتها.

جدول (٦) : خصائص مجموعات التقوس على منحدرات منطقة الدراسة.

فئات التقوس	المدي بالدرجات	الطول (٪)	العناصر المحدبة		العناصر المقعرة	
			الطول (م)	الطول (٪)	الطول (م)	الطول (٪)
تقوس لطيف	صفر- ٩٠	٦٨.٩	٥١٠٩	٣٣.٥	٥٣٨٥	٣٥.٤
تقوس متوسط	١٠-٢٤	٢٣.٨	١٨٥٢	١٢.٢	١٧٧٨	١١.٦
تقوس شديد	٢٥-٣٩	٨.٣	٥٩١	٣.٩	٦٦٩	٤.٤
تقوس شديد جداً	٤٠ فأكثر	٢.٨	٢٩٤	١.٩	١٤٦	٠.٩

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة.



شكل (١١) : أشكال تقوس منحدرات منطقة الدراسة.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة.

رابعاً – أنواع المنحدرات بمنطقة الدراسة :

تتنوع أشكال المنحدرات في منطقة الدراسة، وقد أمكن التعرف على هذه الأشكال من الدراسة الميدانية ومن تحليل قطاعات المنحدرات، وفيما يلي أنواع هذه المنحدرات :

١) المنحدرات البسيطة :

هي المنحدرات التي تأخذ شكلاً معيناً، قد يكون محدباً أو مقعراً أو مستقيماً، وفيما يلي شرح لأنواع هذه المنحدرات.

أ- المنحدرات المحدبة :

هي تلك المنحدرات التي تكون ذات درجات تقوس موجبة، والتي تزيد درجات انحدارها في اتجاه خطوط تصريفها. ويتضح من خلال تحليل قطاعات المنحدرات أنه لا يوجد منحدر يتميز كله بالتحدب التام، وإنما تتمثل المنحدرات المحدبة عادة على الأجزاء العليا من القطاعات المقاسة.

ب- المنحدرات المقعرة :

هي تلك المنحدرات التي تكون ذات درجات تقوس سالبة، وتقل درجات انحدارها في اتجاه خطوط تصريفها. ويتضح من خلال تحليل قطاعات المنحدرات سيادة هذا النوع من المنحدرات علي معظم القطاعات المقيسة، كما يتضح من خلال دراسة معدلات التقوس أن المنحدرات المقعرة تشكل (٤٨.٩٪) من جملة الأطوال. وغالباً ما تغطي المنحدرات المقعرة الأجزاء الوسطي والدنيا من قطاعات منحدراتها.

ج- المنحدرات المستقيمة :

وهي تلك المنحدرات التي تكون درجة تقوسها صفر°، أي لا تتغير عليها درجات الانحدار وإنما تظل ثابتة. ويطلق على هذا النوع من المنحدرات أحياناً منحدرات المفتتات، أو منحدرات الاستقرار (محمد، ٢٠٠٢، ص ١٦٧). ويتضح من خلال تحليل قطاعات المنحدرات أنه لا يوجد منحدر يتميز بالاستقامة التامة، وإنما تتمثل المنحدرات المستقيمة إما على قمم المنحدرات والتي لا تسمح بتراكم

الرواسب عليها، ووحدات الانحدار القائمة والتي تتفق مع مكاشف طبقات الحجر الجيري، وقد أشار (Small,1980, p. 502) إلى أن هذه المنحدرات ما هي إلا منحدرات نحت ساهمت عمليات السقوط الصخري والتجوية في تشكيلها وتطورها، وإما على الأجزاء الدنيا منها وهي المناطق التي تتميز بالاستواء وضعف الانحدار والتي أدى تراكم الرواسب والمفتتات عليها إلى انتظام زوايا انحدارها، كما تتمثل على أجزاء الحافة المتأثرة بفعل النشاط البشري المتمثل من إنشاء القرى السياحية وقطع وتسوية المنحدرات وتحويلها إلى واجهات رأسية مستقيمة شديدة الانحدار. وينتشر هذا النوع في المناطق التي تمر بمرحلة مبكرة من مراحل دورتها التحاتية أو بالمناطق المتأثرة بالحركات التكتونية وتكثر بها الصدوع والفواصل والشقوق كما هو الحال في منطقة الدراسة. ويتفق هذا مع ما توصل إليه (حجاب، ٢٠١٣).

٢) المنحدرات المركبة :

عندما يحدث تتابع المنحدرات المحدبة والمقعرة والمستقيمة بنمط معين فإنها تكون ما يعرف باسم المنحدرات المركبة. وفيما يلي شرح لهذه المنحدرات التي أمكن التعرف عليها في منطقة الدراسة.

أ- المنحدرات المحدبة – المقعرة :

يتكون هذا النوع من المنحدرات من ثلاث وحدات وهي من أعلي إلي أسفل :

- عنصر محدب.
- قسم مستقيم.
- عنصر مقعر.

ويتضح من تحليل قطاعات المنحدرات، سيادة هذا النوع على منحدرات الحافة (صورة ٤)، وقد أتضح من دراسة معدلات التقوس أن العناصر المحدبة والعناصر المقعرة تشغل ٤٧.١ و ٤٨.٩٪ على التوالي من جملة أطوال المسافات الأرضية المقاسة، وترجع نشأة المنحدرات المحدبة – المقعرة إلي فعل المياه الجارية خاصة وأن الحافة تتألف من صخور الحجر الجيري التي تتميز بكثرة الشقوق والفواصل مما

يسهم في نشأة نظم جريان مائي غير مركزة تعمل على جرف واكتساح المفتتات الصخرية بقدر ما تسمح به طاقتها وتكوين الأجزاء العليا المحدبة أما على الأجزاء الوسطى والدنيا من المنحدرات فإن نمط الجريان المائي يتحول من النمط الانتشاري إلى النمط المركز الذي تزداد معه الحمولة، ومن ثم تزيد طاقته على النحت ويتكون قسم الدرجة القصوى الذي يتبعه ظهور الجزء المقعر أسفل المنحدر (الكيالي و المعداوي، ٢٠٠٧، ص ٢٠٠).

صورة (٤) : المنحدرات المحدبة المقعرة بمنطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الشمال الغربي.

ب- منحدرات الجروف – المقعرة :

يتكون هذا النوع من تتابع وحدتين هما :

- الجرف، ويشغل الجزء العلوي.
- عنصر مقعر، ويشغل الجزء السفلي.

صورة (٥) : منحدرات الجروف المقعر على الحافة عند الكيلو ٦٦ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الجنوب الغربي.

وتشغل الجروف الجزء العلوي من السطح وتتراوح درجة انحداره بين ٤٠ و٩٠°، وترتبط الجروف في منطقة الدراسة بصخور الحجر الجيري، وغالباً ما يوجد تغير مفاجئ في الانحدار أسفل الجرف، تليها مفتتات صخرية ومخروطات هشيم أثرت فيها عوامل التعرية. ويتمثل هذا النوع على القطاعات (٢، ٣، ٤، ٥، ٧، ١٢، ١٣، ١٤) أي أنه يتمثل في أكثر من نصف عدد القطاعات المدروسة، ويشغل العنصر المقعر الجزء السفلي من المنحدرات ويتألف من المارل والطفل،

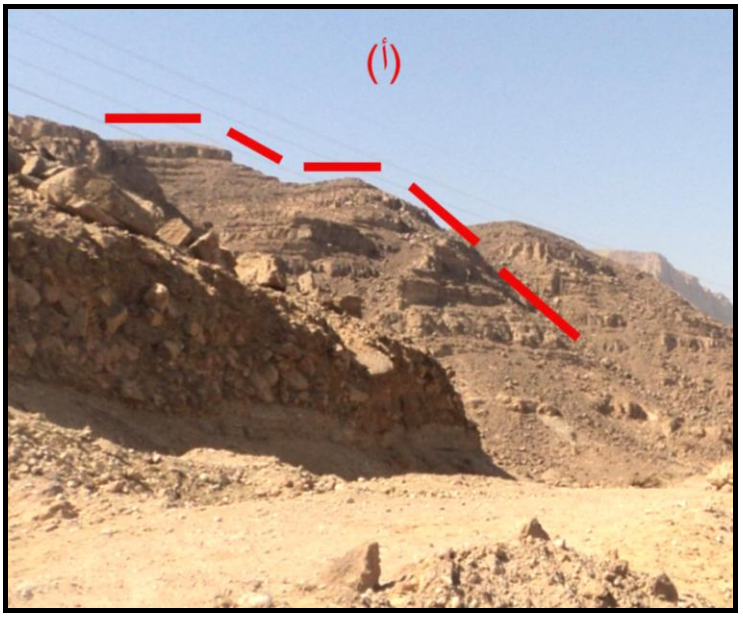
وتغطي العناصر المقعرة مسافات أرضية أكبر من تلك التي تشغلها الجروف التي تعلوها (صورة ٥).

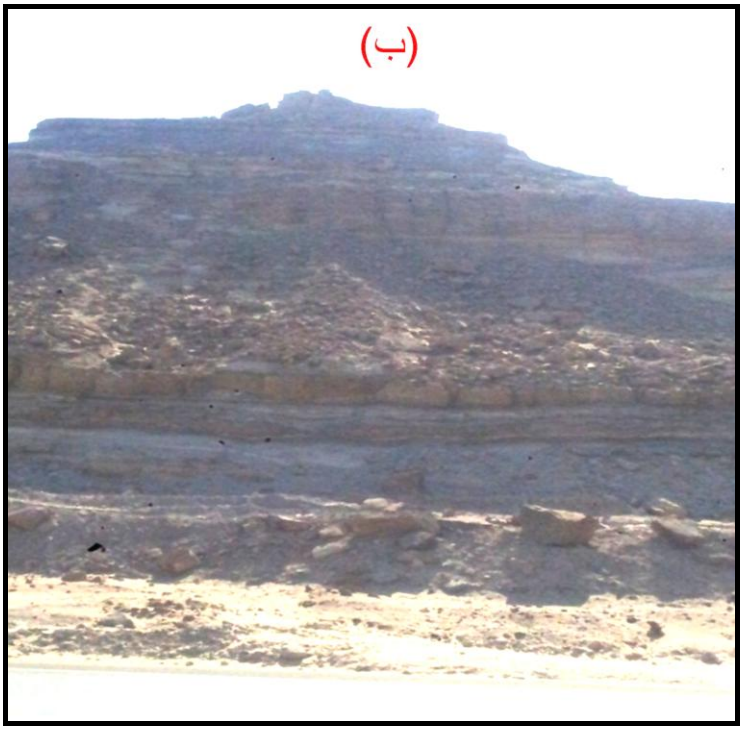
ج- المنحدرات شبه السلمية :

يعد هذا النوع مركباً من المنحدرات المحدبة – المقعرة ومنحدرات الجروف المقعرة، ويرتبط هذا النوع بمناطق البنيات الجيولوجية الأفقية والمائلة ميلاً هيناً، والتي تتبادل فيها الطبقات الصخرية الصلبة والهشة. ويختلف طول واتساع كل درجة نتيجة لاختلاف سمك الطبقات، أو حسب الفترة الزمنية التي قطعتها مرحلة التطور التي تمر بها المنطقة (محمد، ٢٠٠٢، ص ١٧٢). وترجع أهمية وجود هذا الشكل إلى أنه يعكس المراحل المختلفة التي مر بها تطور منطقة الدراسة والتي لم تحدث دفعة واحدة، بل على مراحل مختلفة، ويكون أعلى هذه التتابعات هو أقدمها، ثم تتدرج التتابعات في حداثتها باتجاه أسفل المنحدر (صورة ٦) من حيث النشأة والتكوين الجيومورفولوجي.

٣) المنحدرات الدقيقة :

هي تلك الأشكال الصغيرة التي تتكون على منحدرات أشكال السطح الرئيسية، وتعد الأشكال الدقيقة انعكاساً صادقاً للاختلافات المحلية الدقيقة للبنية الجيولوجية وعوامل التشكيل الخارجية. وتتمثل هذه المنحدرات الدقيقة على مخاريط الهشيم، ومصاطب الأودية، والجروف الدقيقة المرتبطة بالانزلاقات الأرضية، ومراوح الأودية.





صورة (٦ أ، ب) : المنحدرات شبه السلمية على منحدرات منطقة الدراسة جنوب وادي أبو الدرج، ناظراً صوب الغرب.

خامساً – عوامل تشكيل المنحدرات وتطورها بمنطقة الدراسة :

تتنوع عوامل تشكيل منحدرات منطقة الدراسة، حيث تضم العوامل الجيولوجية، وعوامل التعرية، والتجوية وفيما يلي شرح لهذه العوامل والعمليات.

١) العوامل الجيولوجية :

أ- نوع البنية الجيولوجية والخصائص النوعية للتتابع الصخري :

يقصد بالبنية الجيولوجية هنا المظاهر البنيوية التي تؤثر في منحدرات المنطقة مثل الصدوع والفواصل والشروخ، وهي تمثل مناطق الضعف الجيولوجي في الصخور، حيث تستغلها عوامل التعرية في التأثير على المنحدرات المختلفة. ويتضح تأثير الصدوع بشكل واضح في منطقة الدراسة. كما يتضح تأثير الفواصل والشروخ على معظم قطاعات المنطقة، خاصة عندما تكون الفواصل عمودية على أسطح الطباقية، مما ينتج عنه زيادة نشاط عوامل التعرية، كما تتوغل المياه داخل الصخر من خلال الفواصل والشروخ مما ينتج عنه اتساعها وانفصال الصخور وسقوطها عند أقدام المنحدرات، حيث توجد علاقة طردية بين حجم الكتل الصخرية الساقطة وطول وعمق الفواصل والشروخ.

وقد أمكن التعرف على نوعين من البنية الجيولوجية في منطقة الدراسة وهما البنية الأفقية، والبنية المائلة ميلاً بسيطاً (١-٣ درجات)، وتتألف كل منهما من تتابع من الطبقات الصخرية الصلبة والهشة المتباينة في سمكها، وترتبط الجروف بالطبقات الصخرية الصلبة مثل الحجر الجيري والحجر الجيري الرملي، بينما ترتبط العناصر المقعرة بالطبقات الصخرية الهشة مثل الطفل والمارل، هذا بالإضافة إلى أن التباين في درجة صلابة الصخور يعد من العوامل الأساسية في تراجع المنحدرات، حيث تتراجع الطبقات الصخرية الهشة بمعدل أسرع من الطبقات الصخرية الصلبة، مما يترتب عليه شيوع ظاهرة التساقط الصخري.

ب- الظاهرات البنيوية :

يقصد بالظاهرات البنيوية هنا الخصائص المحلية الدقيقة مثل الصدوع والفواصل والشروخ وأسطح الطباقية. وتعد هذه الظاهرات مناطق ضعف في الصخور تبدأ وتستمر فيها عوامل التعرية وعمليات التجوية، كما أنها تكون ذات تأثير مهم على أنواع المنحدرات (دسوقي، ١٩٨٧). وتؤثر الصدوع في نشأة بعض أشكال السطح، وقد انعكست هذه النشأة على أنواع المنحدرات، حيث تظهر المنحدرات المتأثرة بالصدوع أكثر وضوحاً وأشد انحداراً. أما الفواصل Joints فهي عبارة عن تشققات لا يرتبط بها زحزحة للطبقات الصخرية على جانبيها وتأخذ نظماً معينة قد تكون أفقية أو رأسية (صورة ٧)، وهي في ذلك تختلف عن الشروخ Cracks التي تمتد في شكل عشوائي.

صورة (٧) : الفواصل الرأسية بمنطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الجنوب الغربي.

وتسمي الكتل الصخرية التي تحيط بها الفواصل بالكتل المفصلية Joint Blocks، وتتوقف أحجام هذه الكتل على مدي تباعد أو تقارب الفواصل. وترتبط نشأة الفواصل والشروخ بالجهود Stresses المرتبطة بالشد Tenseon والتقلص Contraction أثناء التبريد من ناحية، وبالجهود الناتجة عن العوامل التكتونية المحلية، أو الإقليمية من ناحية أخري، كذلك التغيرات الحرارية. ويتفق هذا مع ما توصل إليه (Bloom, 1978, p. 107) و (سلامة، ١٩٨٣، ص ٢). وتأتي أهمية الفواصل والشروخ من كثرة انتشارها في جميع أنواع الصخور وأثر ذلك على درجة الانحدار.

أما أسطح الطباقية فهي عبارة عن الأسطح التي تفصل بين الطبقات الصخرية المختلفة، وهي تمثل كذلك مواضع ضعف بنيوي تستغلها عوامل التعرية وعمليات التجوية في إضعاف الصخور. كما أنها تشترك مع الفواصل في تحديد أحجام الكتل الصخرية.

٢) عمليات التجوية :

يقصد بعمليات التجوية تحول الصخور الأصلية من حالتها المتماسكة ككتلة واحدة إلى حالة غير متماسكة في شكل أجزاء مفككة، أو متحللة إلى عناصر مختلفة في نفس المكان الذي توجد فيه الصخور الأصلية ويتفق هذا مع (العجيلي، ٢٠١٤، ص ٣٧٣)، والمحصلة النهائية تكوين غطاء من المواد الصخرية الحادة الزوايا. ويذكر (دسوقي، ١٩٨٧، ص ٣٢٩) أن تأثير عمليات التجوية يتوقف على إزالة المواد المجواه بواسطة عوامل النقل المختلفة، فإذا لم يتم إزالة هذا الغطاء، فإنه يعمل كغطاء واق للصخر الذي يقع أسفله. وهكذا فإن عمليات التجوية نفسها تعتمد على حركة المواد الصخرية على المنحدرات.

وتعد عمليات التجوية من العمليات المهمة المؤثرة على المنحدرات في منطقة الدراسة، ويرجع ذلك إلى أنها تعمل على إضعاف وتفتيت أو تحلل صخر الأساس عند السطح أو بالقرب منه من ناحية، وإيجاد بعض الظاهرات الجيومورفولوجية الدقيقة مثل حفر الإذابة وهشيم المنحدرات من ناحية أخري. وحقيقي أن كل الصخور المكشوفة على السطح تتفكك إلى أجزاء مختلفة الأحجام، وحقيقي أنه قد ينهال كل أو

بعض ما تفكك من هذه الصخور، إلا أنه ليس من الضروري أن يؤدي التفكك الميكانيكي أو المواد المفككة إلى أشكال ذات أهمية جيومورفولوجية بالنسبة لشكل المنحدرات (إمبابي، ١٩٧٢، ص ٨٧).

وعلى أية حال فإن عمليات التجوية تعد من العمليات المهمة التي تسهم في تشكيل منحدرات منطقة الدراسة، فهي تعمل على تفكك وتفتت الصخور ولا تتعدها إلى نقل أساسي للمواد المفتتة، ولكن المفتتات الصخرية تتأثر بالجاذبية الأرضية مما يعرضها للنقل والإزالة من على مكاشف الطبقات الصخرية شديدة الانحدار، وبالتالي تتعرض لعمليات التفكك من جديد ومن صور عمليات التجوية الواضحة في منطقة الدراسة ما يلي :

- **الإذابة Solution :**

وهي عبارة عن ذوبان المعادن المكونة للصخور، ويتضح تأثير هذه العملية على منحدرات الحافة بشكل واضح في منطقة الدراسة، حيث تم رصد ظاهرة خلايا النحل Honney Camb التي مازالت تحدث حتى الآن رغم سيادة ظروف الجفاف، وهي عبارة عن حفر صغيرة الحجم قد تكون سداسية أو بيضوية أو دائرية الشكل ويتفق هذا مع ما ذكره (مصطفي، ٢٠٠٧، ص ١١٠)، كما تتميز بانتظام وتماثل أشكالها، ولا يتعدي طول ضلعها أكثر من بضعة سنتيمترات، حيث يتراوح ما بين ٢ و ١٠ سم (صورة ٨). وترتبط هذه الملامح بالصخور الجيرية والجيرية الرملية.

وترجع نشأة خلايا النحل في منطقة الدراسة إلى الإذابة بفعل المياه، والتي تتسبب في إذابة الحجر الجيري، ومن ثم تكوين فجوات صغيرة سرعان ما تتسع وتتصل ببعضها البعض لتكون فجوات أكبر حجماً فيما بعد، ويتفق هذا مع ما ذكره (تراب، ٢٠٠٥، ص ٣٤) عن نشأة هذه الأشكال نتيجة الإذابة بفعل المياه لبعض معادن الصخور في ظل ظروف التباين الحراري. ويضاف إلى ذلك الدور الذي تلعبه الرياح في زيادة اتساع هذه الحفر والفجوات من خلال عملية النحت. كما تسهم

الشقوق والفواصل المنتشرة في الصخور في تكوين هذه الحفر والفجوات والتي تعتبر من مواضع الضعف التي تنشط فيها عمليات الإذابة والنحت.

صورة (٨) : ظاهرة خلايا النحل على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الغرب.

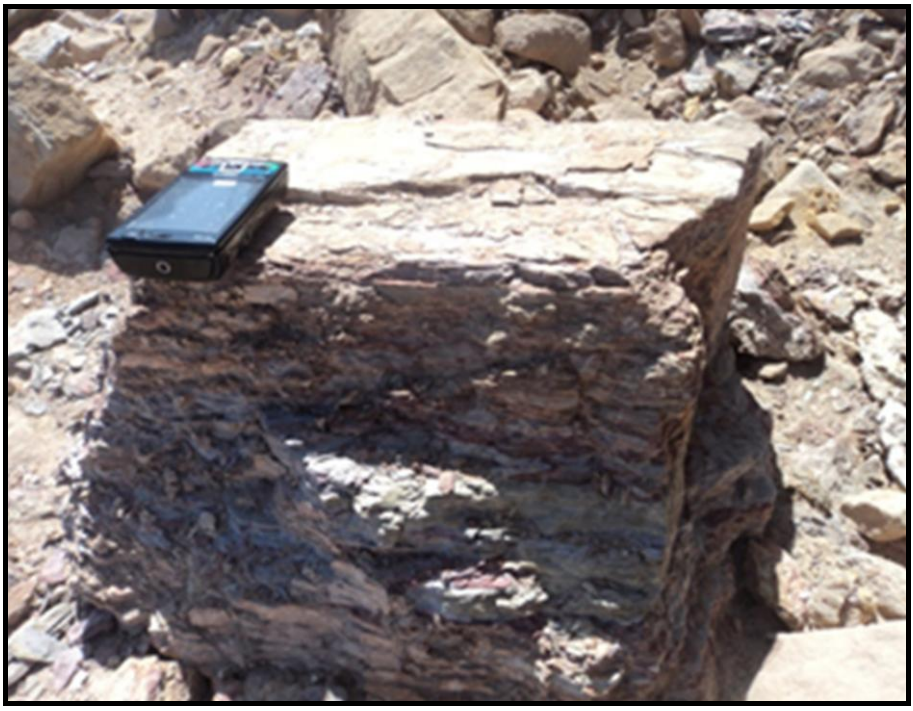
- **التفلق الصخري Rock Shattering :**

يعد التفلق الصخري أحد الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الميكانيكية، وهو عبارة عن تفلق أو انفصال الكتل الصخرية إلى أجزاء أصغر حجماً، وترجع هذه الظاهرة إلى ارتفاع درجة حرارة هذه الكتل خلال أيام الصيف، فإذا ما تصادف هطول مطر فأنه يؤدي إلى تبريد مفاجيء لأسطح هذه الكتل، فتنشطر إلى مجموعة من الكتل الأصغر حجماً (صورة ٩)، ويتراوح طول الأجزاء الناتجة عن التفلق الصخري بين ٣٠ و ٨٠ سم، وعرضها بين ٥ و ١٢ سم، وقد لوحظت هذه الظاهرة بالقرب من أقدام حافة منطقة الدراسة.

صورة (٩) : التفلق الصخري عند أقدام حافة منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٠ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الشمال الشرقي.

- **التقشر الصخري :**

يعد التقشر الصخري أحد الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الميكانيكية، ويقصد بها انفصال قشور أو صفائح رقيقة أو سميكة من سطح الصخر، ويحدث ذلك تحت تأثير عدد من الظروف الطبيعية أهمها : إزالة الحمل، التجوية الشمسية Insolation Weathering، بالإضافة إلى الهدرجة ويطلق Hydration على هذه الظاهرة أحياناً التجوية الشريطية Sheeting Weathering، أو التقشر البصلي Onion Weathering، وقد لوحظت هذه الظاهرة أثناء الدراسة الميدانية عند أقدام الحافة بمنطقة الدراسة (صورة ١٠).



صورة (١٠) : التقشر الصخري على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٦ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الشمال الغربي.

٣) الجريان السطحي :

يقصد بالجريان السطحي هنا مياه الأمطار التي تعرضت لها منطقة الدراسة في فترات ماضية أكثر رطوبة، ومياه السيول المعاصرة التي تنشأ عقب العواصف المطيرة. ويختلف تأثير الجريان السطحي نحتاً ونقلاً وترسيباً باختلاف الضوابط الطبيعية المتعلقة بطبيعة الجريان السطحي من ناحية، وطبيعة انحدار السطح الأصلي الذي تم عليه الترسيب من ناحية ثانية، وطبيعة المواد المرسبة من حيث الحجم والنوع والشكل من ناحية ثالثة. وتأثير مياه الأمطار قد يكون مباشراً عندما ترتطم قطرات المطر بالسطوح الصخرية، وقد يكون غير مباشر عندما تتحرك المياه إما علي هيئة جريان غطائي (Sheet Run Off) أو جريان مركز في أودية محددة عميقة. ويتوقف تأثير الجريان السطحي على كمية الأمطار الساقطة، ودرجة انحدار سطح الأرض، ومقدار التسرب والتبخر. وتأتي أهمية الجريان السطحي في تشكيل

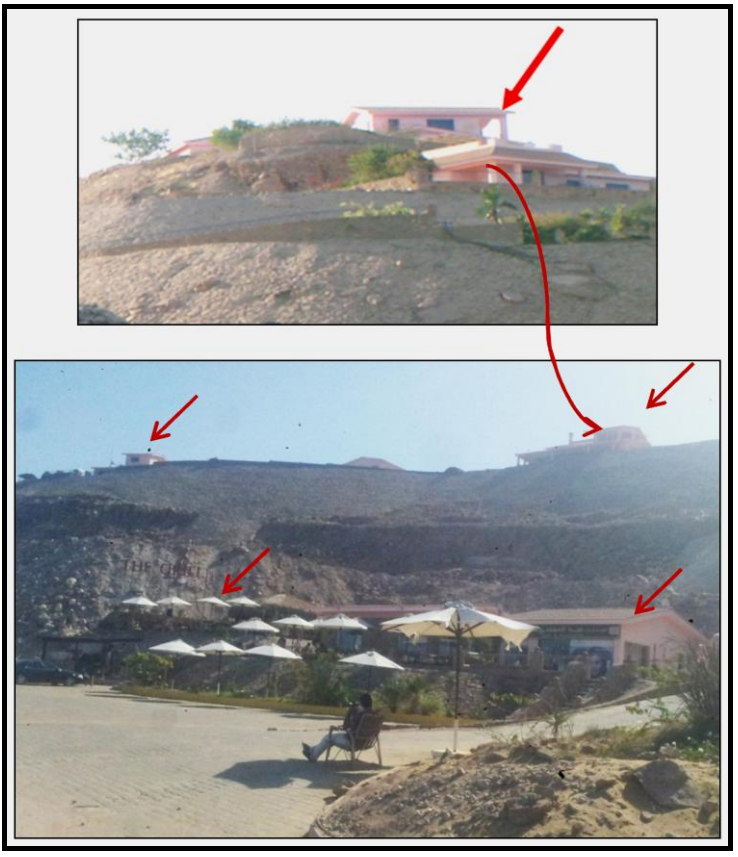
المنحدرات كعامل نحت ونقل للمواد المفككة على الأجزاء العليا وترسيبها على الأجزاء الدنيا من المنحدرات.

وتشير آثار الجريان السطحي على منحدرات منطقة الدراسة إلى أنها كانت عبارة عن غطاء رقيق من المياه على الأجزاء العليا من المنحدرات، يعرف بالجريان الغطائي، وكان هذا الجريان يلتقط كل ما يصادفه من مفتتات بقدر ما تسمح به طاقاته، وبالاتجاه صوب الأجزاء الوسطي من الحافات تزداد كمية المياه، وبالتالي كمية المفتتات التي تحملها، ومن ثم يزداد مقدار النحت والنقل والانحدار، مما يترتب عليه تكوين العناصر المحدبة على الأجزاء العليا من المنحدرات. أما على الأجزاء الوسطي والدنيا من المنحدرات فإن نمط الجريان المائي يتحول من النمط الغطائي إلى النمط المركز الذي يساهم بما يقوم به من حفر خطوط تصريف مقعرة وترسيب ما يحمله من مفتتات على الأجزاء الدنيا من الحافات في تكوين المنحدرات المقعرة عليها. ويتفق هذا التفسير للمنحدرات المحدبة المقعرة بشكل عام والمنحدرات المقعرة بشكل خاص، والتي تسود على الأجزاء الوسطي والدنيا من منحدرات المنطقة مع ما توصلت إليه بعض الدراسات السابقة وهي (Carson & Kirkaby, 1972) (دسوقي، ٢٠٠٤، ص ١١٠).

وتقوم السيول في الوقت الحاضر بتعديل منحدرات منطقة الدراسة فقد أشار (دسوقي، ٢٠٠٤، ص ١١٠) إلى أن السيول الحالية تعمل على إطالة العناصر المحدبة والمقعرة، حيث تأخذ هذه السيول شكل التدفق الغطائي على الأجزاء العليا من المنحدرات، ومن ثم تكون عامل نقل محدود للغاية، ولكنها تساهم في إطالة العناصر المحدبة على الأجزاء العليا من المنحدرات علي حساب الوحدات الانحدارية المجاورة. أما على الأجزاء الدنيا من المنحدرات فتتجمع مياه السيول وتكتسح ما يصادفها من مواد مفككة وترسبها على هوامش هذه الأجزاء، وبذلك يزداد طول العناصر المقعرة.

٤) فعل الإنسان :

لقد أثر الإنسان تأثيراً كبيراً في تشكيل منحدرات منطقة الدراسة، وذلك من خلال إنشاء القري والمنتجعات السياحية عليها، مما ترتب عليه تغير خصائص السطح، وعدم استقرار الكتل الصخرية، وغالباً ما يحدث تعديل وإزالة للجروف لتهيئتها لإنشاء القري عليها وهذا ما حدث في مناطق متعددة على منحدرات المنطقة كما هو الحال في قرية جراند هايتس السخنة ومنتجع السخنة فيو (صورة ١١). وقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية أن معظم هذه القري عرضة للتساقط والانهيال بسبب تعرض المنطقة لعمليات التعرية والتجوية المختلفة.



صورة (١١) : إنشاء القري والمنتجعات السياحية على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٨ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الجنوب الغربي.

كما تؤدي حركة النقل على طريق السويس – الغردقة إلى عدم استقرار بعض الكتل الصخرية المعرضة للسقوط، حيث أن ثبات هذه الكتل على المنحدر يعتمد على العلاقة بين مدي تماسك المواد القابلة للحركة وبين زاوية استقرارها، ونتيجة لما ينتج من اهتزازات عن حركة النقل على الطريق سوف يؤدي إلى انفصال وتساقط الكتل الصخرية من الحافة (صالح، ٢٠٠٠، ص ٧٢).

وتتمثل خطورة الاهتزازات الناجمة عن حركة النقل على طريق السويس الغردقة في النطاق الممتد من خشم الجلالة وحتي رأس أبو الدرج (صورة ١٢)، ويرجع هذا إلى شدة تعرجات الطريق في هذا النطاق، واقترابه من حافة الهضبة، وزيادة الاهتزازات الناتجة عن حركة النقل عليه، مما قد يتسبب في زيادة عملية التساقط الصخري وما يترتب عليها من توقف حركة النقل على هذا الطريق في بعض الأوقات.

سادساً – أنواع حركة المواد على المنحدرات والأخطار الناجمة عنها :

يقصد بحركة المواد على المنحدرات تحرك وانتقال المواد الصخرية المفككة التي تختلف في حجمها وسرعتها ونوع المواد المنقولة من أعلى المنحدر حتى أسفله تحت تأثير الجاذبية الأرضية (محسوب، ٢٠٠٠، ص ١٤٣)، وتنقسم المنحدرات على أساس علاقتها بعمليات التجوية والنقل إلى نوعين هما : المنحدرات ذات النقل المحدود وهي التي تتميز بمعدل نقل للرواسب أقل من معدل تجوية صخورها، مما يترتب عليه تكون غطاء سميك من المفتتات عليها، أما المنحدرات ذات النقل السريع فتزيد فيها معدلات نقل الرواسب عن معدلات تجوية صخورها، وعادة ما تغطي بمواد مفككة متباينة في حجمها (محسوب، ١٩٩٧، ص ١١٦). ويتحكم في حركة نقل المواد المفككة على المنحدرات عدة عوامل هي : التركيب الصخري ومحتواه المائي، واتجاهات وكثافة الفواصل والصدوع، ودرجة الانحدار، وضغط الرواسب الناتجة عن تراكمها، والجاذبية والتوازن النسبي بين القوي المؤدية للحركة والمقاومة التي تتجه لمنع حركتها باتجاه أسفل المنحدر والتي تتمثل في الاحتكاك والتماسك (الكيالي، والمعداوي، ٢٠٠٧، ص ٢٠٦).

صورة (١٢) : أثر الاهتزازات الناتجة عن حركة النقل الثقيل في حدوث التساقط الصخري على طريق السويس – الغردقة، عند موضعي الكيلو ٦٠ (أ) – ناظراً صوب الشمال الشرقي و ٦٦ (ب) – ناظراً صوب الجنوب الغربي.

وبالرغم من وجود العديد من التصنيفات الخاصة بحركة المواد على المنحدرات، إلا أنه أمكن من خلال الدراسة الميدانية تصنيف حركة المواد على منحدرات منطقة الدراسة على أساس سرعة حركة المواد، وطبيعة المواد المتحركة إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

١) الحركات السريعة Fast Movements :

هي الحركة التي تحدث فجأة ولا يستغرق حدوثها سوى ثواني معدودة، ويصعب رؤيتها عند حدوثها، وهي أكثر عمليات نقل الرواسب والهشيم شيوعاً على منحدرات المنطقة، وتضم الأنواع التالية :

أ- الإنزلاقات الصخرية Land slumping :

الإنزلاقات هي عبارة عن حركة الصخر أو المواد الصخرية المفككة في اتجاه أسفل المنحدر على طول أسطح الفواصل المقوسة أو المستقيمة، وتكون هذه الحركة سريعة وثابتة من القمة إلى القاعدة، والكتل الصخرية المنزلقة على السفوح قد تكون منفردة أو على هيئة كتل متتابعة (دسوقي، ١٩٨٧، ص ٣٤٩). وتتأثر الإنزلاقات الأرضية بكمية المياه الموجودة داخل الفواصل والمسامات الصخرية وما ينتج عنها من تقليل قوة الروابط بين جزيئات الصخور مما يترتب عليه تقليل درجة مقاومته، كما تزيد رخات المطر من وزن المواد الصخرية بدرجة تؤدي إلى زيادة قوة التدفق في اتجاه أسفل المنحدر.

وقد أمكن التعرف أثناء الدراسة الميدانية على نوعين للانزلاقات الصخرية هما :

- **الانزلاق الأمامي :**

ينشأ الانزلاق الأمامي نتيجة تحرك الصخور حركة أمامية في اتجاه الأسفل دون أن تترك مسافة كبيرة بينها وبين المنحدر الرئيسي، ويلعب التكوين الصخري دوراً فعالاً في حدوث الانزلاق الأمامي خاصة وأن صخور الحجر الجيري تتميز بكثرة الشقوق والفواصل والتي تلعب مياه الأمطار دوراً رئيسياً في توسيعها وتعميقها، هذا بالإضافة إلى شدة الانحدار، وينتشر هذا النوع من الإنزلاقات في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة.

- **الانزلاق الخلفي :**

ينشأ الانزلاق الخلفي نتيجة تحرك الصخور حركة أمامية في اتجاه أسفل وتترك مسافة كبيرة بينها وبين المنحدر الرئيسي، وتميل الطبقات المنزلقة في اتجاه عكس اتجاه المنحدر الرئيسي (حجاب، ٢٠١٣، ص ٧٢)، ويذكر (De Blasio, 2011, p. 13) أن سطح الكتلة المنزلقة غالباً ما يأخذ شكل دوراني يشبه الملعقة. وتتشابه ظروف تكون الانزلاق الخلفي مع الانزلاق الأمامي، مع وفرة المياه بشكل أوضح في طبقات الصخور اللينة، وزيادة الفواصل والصدوع الموازية لخط المنحدر الرئيسي والتي تكون أوضح وأكثر اتساعاً في حالة الإنزلاقات الخلفية (صورة ١٣).

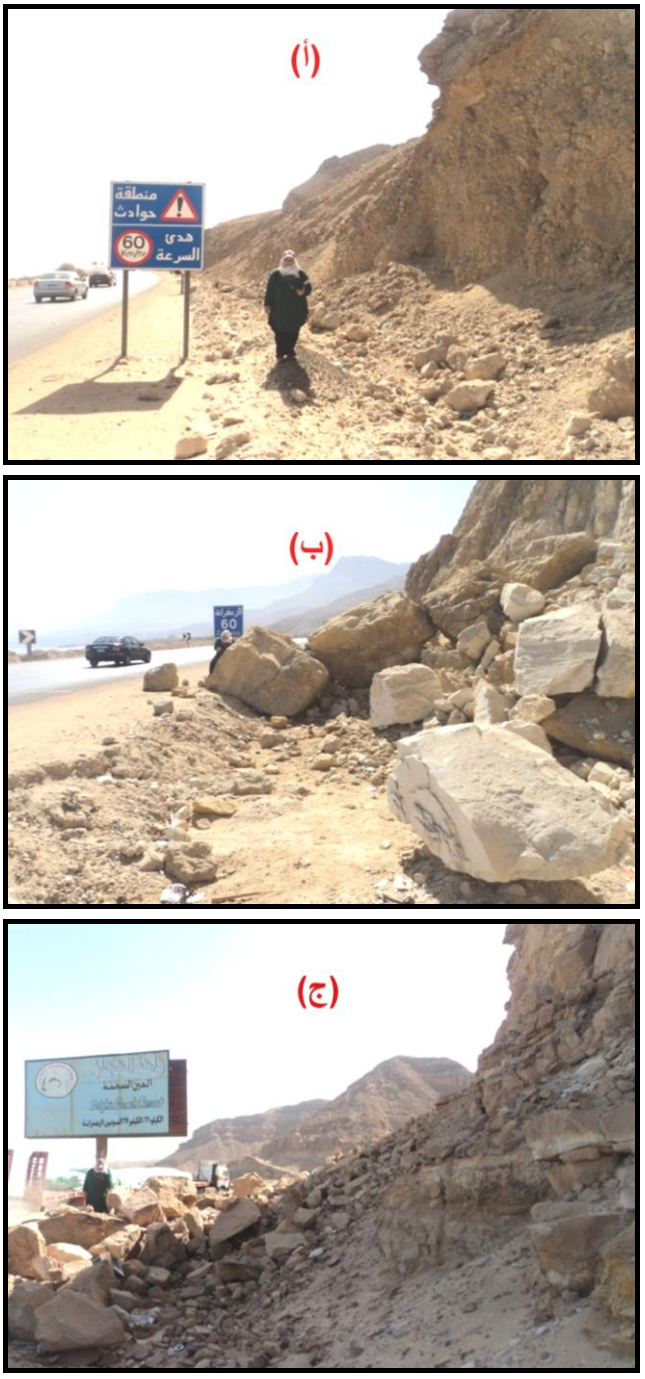
صورة (١٣) : الانزلاق الخلفي على منحدرات الحافة عند الكيلو ٦٥ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الغرب.

ب- التساقط الصخري Rock Fall :

يرتبط التساقط الصخري بالمنحدرات الصخرية العارية شديدة الانحدار، حيث تسقط الكتل الصخرية، وتتدحرج في اتجاه أسفل المنحدر حتى تستقر عند أقدامه، وقد تم تسجيل هذه الظاهرة في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة، وتنتشر حيث توجد تداخلات من الطبقات الصخرية الصلبة من الحجر الجيري، والحجر الجيري الرملي وطبقات صخرية هشة مثل الطفل والمارل والصلصال الرملي.

ومما ساعد على حدوث تساقط الصخور في منطقة الدراسة شدة انحدار مكاشف الطبقات Outcrops الصخرية الصلبة والذي يتراوح بين ٤٠ و ٩٠°، وكثرة الفواصل الرأسية والأفقية في هذه الطبقات وارتكازها على صخور هشة ويتفق هذا مع (الحداد، ٢٠٠٩، ص ٢٧٢). ويترتب على إزالة الصخور الهشة بروز الطبقات الصخرية الصلبة مما يؤدي إلى تساقطها تحت تأثير الجاذبية الأرضية، في شكل كتل متفاوتة الأحجام والأبعاد مكعبة الشكل، حيث يتوقف ذلك على مدي تقارب أو تباعد الفواصل الرأسية والأفقية (صورة ١٤)، وقد يكون السقوط لكتلة منفردة أو لمجموعة من الكتل، وقد تكون المواد الساقطة كتلاً صخرية أو مواد أقل حجماً تعرف بالحطام الصخري (Gupta, 2011, p. 85). ويتراوح عرض الكتل الصخرية الساقطة فيما بين ١ و ١.٥م، أما طولها فيتراوح بين ١.٥ و ٢.٥م.

وتشكل الكتل الصخرية الساقطة والحطام الصخري خطراً شديداً على طريق السويس – الغردقة وحركة النقل والمرور عليه، وعلى القري والمنتجعات المقامة عند أقدام المنحدرات، حيث أنها تسقط عليها بشكل مباشر أو أنها تسقط وتتدحرج في اتجاهها (صورة ١٥).



صورة (١٤) : أخطار التساقط الصخري عند الكيلو ٦٠ في (أ ، ب) و ٦٦ في (ج) على طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الجنوب الشرقي.

صورة (١٥) : أخطار التساقط الصخري على المنتجعات والقري السياحية أسفل المنحدرات عند الكيلو ٦٤ من طريق السويس الغردقة، ناظراً صوب الشمال الغربي.

ج- تدفق المفتتات Debris Flow :

تعرف حركة المواد المفككة من أعلى المنحدر إلى أسفله والتي يزيد حجمها عن حجم الرمال بتدفق المفتتات، ومن أهم العوامل التي تساعد على تدفق المفتتات عمليات التجوية التي تتعرض لها الصخور مما يؤدي إلى تكسرها وتفتتها، وسقوط الأمطار الغزيرة عليها وتشبعها بالمياه، حيث تؤدي الأمطار إلى زيادة وزنها على المنحدرات، وزيادة ضغطها على السطح المبتل الذي أصبح يمثل سطحاً ليناً تتحرك عليه المفتتات المفككة والتي تزداد كميتها في حالة خلو سطح المنحدر من النبات الطبيعي (حجاب، ٢٠١٣، ص ٧٦).

وتختلف معدلات حركة هذه التدفقات حيث تتراوح بين بضعة أمتار وعشرات الأمتار/السنة (Kusky, 2008, p. 56)، وتغطي المفتتات التي تكون عرضة للتدفق على القطاعات المقاسة على منحدرات المنطقة والتي تتراوح زوايا انحدارها بين

(١٩ و ٣٩°) مسافة أرضية تقدر بنحو ٦٥١٣م، بنسبة بلغ ٤١.٥٪ من جملة المسافات الأرضية المقاسة، ولا يخلو قطاع من القطاعات المقاسة من المسافات الأرضية التي تغطيها المفتتات مما يوضح الخطر الذي تشكله على طريق السويس – الغردقة والقري والمنتجعات المقامة على الحافة أو عند أقدامها.

٢) الحركات البطيئة Slow Movements :

هي عبارة عن حركة المواد المفككة على المنحدرات والتي تتم ببطء من أعالي المنحدرات إلى أسفلها تحت تأثير الجاذبية الأرضية، وهي تمثل خطراً على مناطق الاستقرار البشري ومناطق التنمية في منطقة الدراسة. وهناك عدة أنواع لهذه الحركات البطيئة بالمنطقة منها :

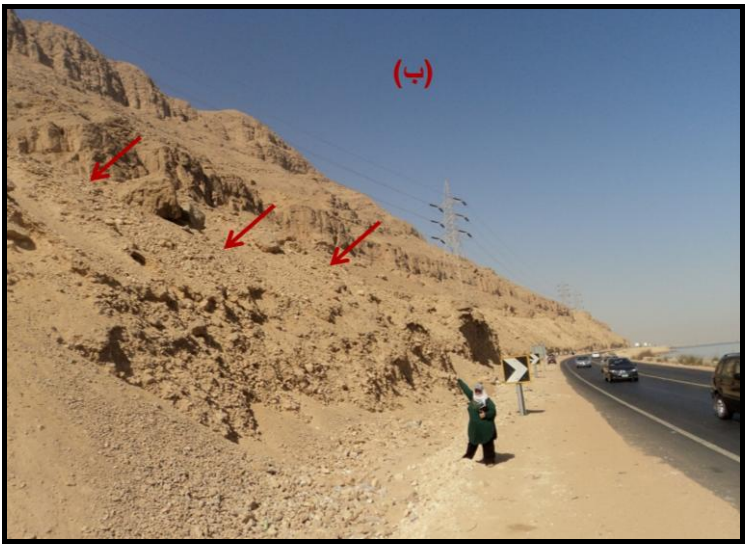
أ- زحف الهشيم Talus Creep :

يعد زحف الهشيم من أهم مظاهر الحركات البطيئة على المنحدرات (صورة ١٦)، وينتج عن زيادة تراكم هذه المفتتات والتي تدفع بعضها البعض في اتجاه أسفل المنحدر تكون مخاريط الهشيم (صورة ١٧)، وسجلت هذه الحركة على المنحدرات التي تتميز بانحدرات هينة إلى متوسطة، كما يرجع انتشارها في منطقة الدراسة إلى سيادة ظروف الجفاف وندرة الغطاء النباتي الطبيعي، ومع توالي تراكم هذه المفتتات تزداد خطورتها على طول طريق السويس – الغردقة.

ب- زحف الصخور Rock Creep :

تتحرك الكتل الصخرية على منحدرات الحافة في اتجاه أسفل المنحدرات بشكل بطيء ناجم عن فقد هذه الكتل لطاقتها الحركية بفعل قوي الاحتكاك ويتفق هذا مع (Dorren, 2003, p. 73)، ويساعد على حدوثها معدل انكماش وتمدد الصخور الناجم عن التباين الحراري، والرطوبة الجوية والأمطار حيث توفر سطحاً مرناً تتحرك عليه الصخور، وحجم الكتل الصخرية، وندرة النباتات الطبيعية. ويحدث زحف الصخور على المنحدرات المتوسطة الانحدار والتي تتكون من أكثر من تتابع انحداري (حجاب، ٢٠١٣)، ويؤثر زحف الصخور على طريق السويس – الغردقة من جهة،

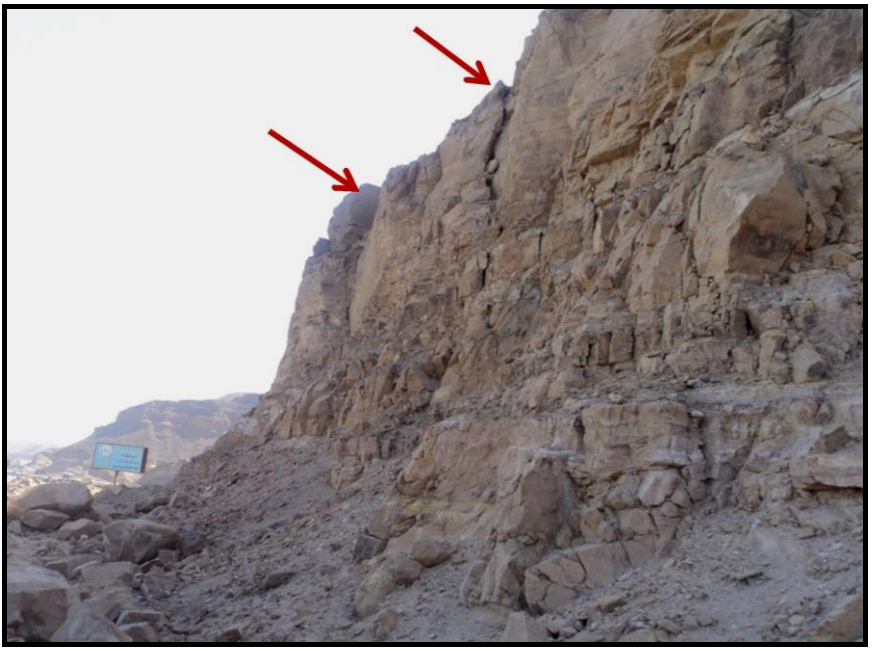
وعلى حركة المركبات عليه بشكل واضح من جهة أخرى مما يجعله يشكل خطراً حقيقياً في منطقة الدراسة (صورة ١٨).



صورة (١٦ أ، ب) : زحف الهشيم على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٤ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الشمال الغربي.

صورة (١٧) : نموذج لمخاريط الهشيم عند أقدام الحافة الشرقية بمنطقة الدراسة عند الكيلو ٦٨ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الجنوب الغربي.

صورة (١٨ أ ، ب) : زحف الصخور على منحدرات منطقة الدراسة عند الكيلو ٦٩ على طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الغرب.



صورة (١٩) : نموذج لجزء من منحدر يحتاج إلى حقن أسمنتي عند الكيلو ٦٦ من طريق السويس – الغردقة، ناظراً صوب الجنوب الغربي.

سابعاً – طرق ووسائل الحماية من أخطار حركة المواد على منحدرات منطقة الدراسة :

توجد مجموعة من الوسائل والطرق المناسبة لتقليل أخطار حركة المواد على منحدرات منطقة الدراسة تتلخص فيما يلي :

١- تحويل المنحدرات إلى هيئة مدرجة، مع توفير ميول وقنوات تصريف على سطحها لمنع تسرب مياه الأمطار داخل صخور المنحدرات خاصة الصخور القابلة للتساقط.

٢- حقن المواد المفككة والفواصل والشقوق على منحدرات المنطقة بالأسمنت لزيادة تماسكها وتلاحمها (صورة ١٩).

٣- تكسية المنحدرات الشديدة والتي تمثل خطراً على طريق السويس الزعفرانة والمنشآت المقامة عليه باستخدام السلك الشبك مع الأسمنت.

٤- عمل حوائط استنادية، والشبكات الحديدية Geo Grid، للحد من تساقط الكتل الصخرية كبيرة الحجم في مناطق المنحدرات الرأسية (الكومي، ٢٠١٥، ص ٣٢٦).

٥- القيام بالدراسات اللازمة على منحدرات المنطقة قبل الشروع في البناء عليها أو مزاولة أي نشاط بشري أو البناء أسفلها، وذلك بهدف تحديد عامل الأمان لتلك المنحدرات والذي يقيس مقاومة القص بالنسبة لإجهاد القص ومن ثم تحديد مدي ثبات المواد على المنحدرات واقتراح المعالجات المناسبة قبل الشروع في تنفيذ المشروعات المختلفة.

٦- العمل على إزالة هشيم المنحدرات المتراكم عند أقدام المنحدرات حتي لا يتسبب في إعاقة حركة المركبات على طريق السويس – الغردقة.

٧- تثبيت المنحدرات التي تتميز باحتمال انفصال كتل صخرية كبيرة منها بواسطة قضبان حديدية تعمل على تثبيت الكتل المحتمل انفصالها من المنحدر، ومنعها من التساقط، وكذلك تثبيت الأعمدة الحديدية على جوانب الطرق المتاخمة للمنحدرات لمنع وصول الكتل الساقطة إليها (شعبان، ٢٠١١، ص ٢٩٨).

٨- إنشاء دعامات خرسانية عند أقدام المنحدرات لتثبيت صخورها وزيادة مقاومتها للاهتزازات الناتجة عن حركة الشاحنات والناقلات الكبيرة، مما يترتب عليه عدم استقرار المواد على منحدراتها خاصة في المواضع التي يقترب فيها طريق السويس – الغردقة من المنحدرات.

٩- وضع حواجز مكعبة الشكل مصنوعة من الشبك المعدني ومليئة بالصخور المنتشرة على المنحدرات تتراوح أبعادها ما بين متر واحد ومتر ونصف أسفل منحدرات الحافة التي تتميز بكثرة تساقط الصخور، وذلك بهدف منع هذه الصخور من الوصول إلى طريق السويس الزعفرانة والمنشآت المقامة عند أقدام الحافة.

١٠- تشجير المنحدرات كلما أمكن ذلك، وذلك بهدف تثبيت التربة والمواد المفككة عليها.

النتائج :

١- يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة بين الكربوني الأعلي والأيوسين الأوسط، بالإضافة إلى الرواسب السطحية التي ترجع إلى البليوستوسين والحديث، مع سيادة صخور الحجر الجيري الأيوسيني الذي يتميز بكثرة الشقوق والفواصل مما يتسبب في وجود أخطار الإنهيالات والتساقط الصخري على منحدرات منطقة الدراسة.

٢- تقع منطقة الدراسة ضمن النطاق الصحراوي الذي يتميز بارتفاع الحرارة حيث يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة ٢٠.٣°م، ويتراوح هذا المعدل بين ١٨.٢°م لشهور الشتاء و ٢٧.٣°م لشهور الصيف، ويؤدي هذا التباين الواضح في درجات الحرارة بمنطقة الدراسة إلى تمدد وانكماش الصخر وتفككه، وينتج عن ذلك سقوط الكتل الصخرية وتكون مخاريط الهشيم عند أقدام المنحدرات والتي تشكل بدورها خطراً حقيقياً على طريق السويس – الغردقة والقري السياحية المقامة بجواره. كما تتميز منطقة الدراسة بقلة الأمطار إلا أنها تسقط بشكل فجائي ينتج عنه في الغالب حدوث سيول تكتسح المواد المفككة بفعل التجوية من جوانب المنحدرات، وتعيد كشفها لفعل عمليات التجوية من جديد، هذا بالإضافة إلى الدور الذي تلعبه هذه الأمطار في تعميق الشقوق والفواصل مما يترتب عليه انفصال الكتل الصخرية وسقوطها عند أقدام الحافة.

٣- بلغ عدد القطاعات المدروسة (١٥) قطاعاً، وبلغت جملة أطوالها ١٥٦٩١ متراً، ويبلغ طول أطول القطاعات المدروسة ١٥٣١ متراً وطول أقصرها ٧٣٢ متراً، ويرجع هذا التباين في الأطوال إلى التباين في سمك الطبقات الصخرية وتأثر الحافة بمظاهر الضعف الجيولوجي من فواصل وشقوق وصدوع، وتفاوت درجة تأثرها بعوامل التعرية والتجوية المختلفة.

٤- يبلغ المعدل العام لانحدار القطاعات ٣٠.٩°، وهو يقع في فئة الانحدارات الشديدة، وهي الفئة التي وقع فيها متوسط الانحدار في نحو (٧٣٪) من أعداد القطاعات، ويتراوح ذلك المعدل بين ٢٢.٩° للقطاع (١٣) و ٤٣.٣° للقطاع (١).

٥- يتميز التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على القطاعات المقيسة بأنه رباعي التوزيع ومتعدد المنوال، ويرافقه في أغلب الأحيان اختفاء بعض زوايا الانحدار، ولاسيما مع شدة الانحدار.

٦- تتميز منحدرات الحافة بوجود ثلاث مجموعات رئيسية لدرجات التقوس على قطاعات منطقة الدراسة هي : **المجموعة الأولي سالبة**، وتشير إلى العناصر المقعرة، وتشكل ٤٨.٩٪ من جملة الأطوال. **والمجموعة الثانية موجبة**، وتشير إلى العناصر المحدبة، وتشكل ٤٧.١٪ من جملة الأطوال. وتشير **المجموعة الثالثة إلى الوحدات المستقيمة** التي لا يتغير عليها الانحدار، وتشكل ٤٪ من جملة الأطوال.

٧- تعد المنحدرات المحدبة – المقعرة، ومنحدرات الجروف – المقعرة، والمنحدرات شبه السلمية، والمنحدرات المستقيمة هي الأشكال الرئيسية السائدة على منحدرات منطقة الدراسة.

٨- يعد السقوط الصخري وزحف الهشيم من أهم الأخطار التي تهدد حركة المركبات والشاحنات على طريق السويس – الغردقة، كما أنها تمثل خطراً شديداً على المنشآت والمنتجعات السياحية المقامة أسفل المنحدرات على طول طريق السويس – الغردقة.

٩- تحتاج الحافة إلى عمل تكسيات وشدادات الصلب والحقن الأسمنتي للفواصل والشقوق والدعامات الخرسانية وتتدريج المنحدرات وتشجيرها كلما أمكن ذلك، وذاك لمواجهة الإنهيالات الأرضية وما يرتبط بها من أخطار وكوارث.

المصادر والمراجع

أولاً – المصادر :

١. **الهيئة المصرية العامة للمساحة المصرية**، الخرائط الطبوغرافية مقياس (١:٥٠٠٠٠) طبعة ١٩٩٤.

٢. **الهيئة العامة للبترول بالتعاون مع شركة كونوكو**، ١٩٨٧، خريطة مصر الجيولوجية مقياس (١:٥٠٠٠٠٠) لوحة بني سويف

٣. **المرئية الفضائية** Landsat 8 OLI_TIRs لعام ٢٠١٦.

٤. **الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم المناخ**، بيانات مناخية لمحطة أرصاد السويس في الفترة من ١٩٨٠، حتى ٢٠٠٨.

ثانياً – المراجع العربية :

١. **أبو ريه، أحمد محمد، ٢٠٠٣**، الحافة الشمالية لهضبة الجلالة البحرية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة ،قسم الجغرافيا، كلية الآداب بدمنهور، جامعة السكندرية.

٢. **أبو ريه، أحمد محمد، ٢٠١٤**، الخصائص الجيومورفولوجية لقطاع طيبة بين البلينا واسنا ومخاطرها على الطريق الغربي، المجلة الجغرافية العربية، الجزء الثاني، العدد ٦٤.

٣. **أحمد، محمد مصطفى، ٢٠١٣**، الجانب الشرقى لوادى النيل فيما بين وادى أبوعجاج جنوبا ووادى أم ركبة شمالاً – دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب – جامعة سوهاج.

٤. **إمبابي، نبيل سيد، ١٩٧٠**، طرق دراسة سفوح التلال، حوليات كلية الآداب، جامعة عين شمس، المجلد ٢٣، ص ص ١٠١–١٢٣.

٥. **إمبابي، نبيل سيد، ١٩٧٢**، أشكال السفوح، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، العدد ٥، ص ص ٧٤–٩٥.

٦. **إمبابي، نبيل و عاشور، محمود ،١٩٨٣**، الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر، الجزء الأول مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، ص ٢٤٤.
٧. **التركماني، جودة فتحي، ٢٠١١**، أصول البحث في الجغرافيا الطبيعية والبشرية مع تطبيقات سعودية، دار الثقافة العربية، القاهرة.
٨. **الجيلاني، الصيد صالح الصادق، ٢٠١١**، تحليل جيومورفولوجي لبعض سفوح الجبل الأخضر بليبيا، المجلة الجغرافية العربية، الجزء الثاني، العدد ٥٨.
٩. **الحداد، سعاد محمد ، ٢٠٠٩**، منحدرات الجانب الغربي للبحر الأحمر فيما بين رأس جمسة والقصير دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
١٠. **الحربي، نوير مسري ناعم، ٢٠١٦**، نمذجة الخصائص التضاريسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية دراسة تطبيقية على وادي ملكان، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد الثامن، العدد الأول.
١١. **العجيلي، عبد الله صبار عبود، ٢٠١٤**، منحدرات سلسلة جبال برنان، دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية التربية، جامعة بغداد، العدد ١٥.
١٢. **الكومي، عبد الرازق بسيوني، ٢٠١٥**، تحليل استقرار رواسب منحدرات الحافة الغربية لجبل طويق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، كلية الآداب – جامعة كفر الشيخ، العدد ١٠.
١٣. **الكيالى، منى عبد الرحمن و المعداوى، أيمن، ٢٠٠٧**، جيومورفولوجية السفوح فى جبل الراحة غربى شبه جزيرة سيناء، الندوة التاسعة لقسم الجغرافيا – جامعة الإسكندرية بعنوان صحارى مصر أمل المستقبل.
١٤. **الوجيه، محمود محمد علي، ٢٠٠٣**، جيومورفولوجية النطاق الشرقي لهضبة الجلالة البحرية فيما بين رأس أبو الدرج جنوباً ووادي غويبة شمالاً، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة القاهرة.
١٥. **تراب، محمد مجدي، ٢٠٠٥**، أشكال سطح الأرض المصورة، منشأة المعارف، الإسكندرية.

١٦. **تراب، محمد مجدى** ،٢٠٠٠، تحليل منحدرات الهوامش الشمالية والغربية لمنخفض جغبوب بليبيا، المجلة الجغرافية العربية، العدد السادس والثلاثون، الجزء الثانى.
١٧. **حجاب، محمود أحمد**،٢٠١٣، منحدرات الحافة الشرقية لوادي النيل فيما بين وادي الطارف جنوباً ووادي الأحايوة شمالاً – دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة الانسانيات، كلية الآداب، جامعة دمنهور، العدد ٤١، الإصدار الثالث.
١٨. **دسوقي، صابر أمين** ، ٢٠٠٤، دراسات في جيومورفولوجية الأراضي المصرية، الجزء الأول، منشأة المعارف، الإسكندرية.
١٩. **دسوقي، صابر أمين**، ١٩٨٧، دراسة مقارنة لسفوح بعض أشكال السطح في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة عين شمس.
٢٠. **سلامة، حسن رمضان**، ١٩٨٣، مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة رقم ٥٣.
٢١. **شعبان، أسامة حسين**، ٢٠٠٥، الأخطار الجيومورفولوجية بالجانب الشرقي لوادي النيل بمحافظة سوهاج – دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب – جامعة المنيا.
٢٢. **صالح، كريم مصلح**، ١٩٩١، الحافة الجنوبية لهضة الجلالة البحرية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة عين شمس.
٢٣. **صالح، كريم مصلح**، ٢٠٠٠، الأخطار الطبيعية علي الجانب الشرقي لوادي النيل فيما بين أولاد يحي جنوباً والسلاموني شمالاً – بسوهاج، مجلة كلية الآداب، جامعة جنوب اوادي، العدد ٢٣.
٢٤. **صالح، كريم مصلح، و حجاب، محمود أحمد**، ٢٠٠٨، التحليل المورفولوجي لمنحدرات وادي قصب – الصحراء الشرقية، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، جامعة المنوفية، العدد ٢٠.

٢٥. **عاشور، محمود محمد، ١٩٧٩**، الجزء الأوسط من جبل نفوسة وسهل الجيفارا – دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة عين شمس.
٢٦. **عبد الله، أحمد زايد، ٢٠١٠**، الأخطار الجيومورفولوجية بمحافظة السويس – دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة أسيوط.
٢٧. **عيسى، سهي أبو الفتوح، ٢٠١٥**، منحدرات الجانب الغربي للبحر الأحمر فيما بين مرسي علم شمالاً ورأس بناس جنوباً – دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة الإسكندرية.
٢٨. **فراج، مرفت عبد اللطيف، ٢٠٠٦**، منطقة جبل حمام فرعون فيما بين واديى أبو محيرق وطيبة، الساحل الشرقى لخليج السويس – دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب – جامعة الإسكندرية (فرع دمنهور).
٢٩. **محسوب، محمد صبرى، ١٩٩٧**، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربى، القاهرة.
٣٠. **محسوب، محمد صبري، ٢٠٠٠**، الأخطار والكوارث الطبيعية (الحدث والمواجهة)، دار الفكر العربي، القاهرة.
٣١. **محسوب، محمد صبري، ٢٠٠٢**، البيئة الطبيعية خصائصها وتفاعل الإنسان معها، دار الفكر العربي، القاهرة.
٣٢. **محمد، محمد الحسين، ٢٠٠٢**، منطقة وادي العلاقي في جنوب صحراء مصر الشرقية، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة الإسكندرية.
٣٣. **محيسن، محمد حسن، ٢٠١٠**، الأخطار الجيومورفولوجية غرب خليج السويس من السويس إلي رأس الزعفرانة دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة بنها.

٣٤. **مصطفى، أشرف أبو الفتوح، ٢٠٠٧**، جيومورفولوجية أشكال الكارست في منخفض الفرافرة الصحراء الغربية – مصر، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب – جامعة عين شمس.

٣٥. **مصطفي، شريف ممدوح، ٢٠١٥**، جيومورفولوجية جبل عتاقة، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب – جامعة بني سويف.

٣٦. **مصطفي، محمد أحمد، ٢٠١٣**، الجانب الشرقي لوادي النيل فيما بين وادي أبو عجاج جنوباً ووادي أم ركبة شمالاً، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب – جامعة سوهاج.

ثالثاً – المراجع الأجنبية :

1. Abd-Allah, A.M., 1963, "Stratigraphy of the Lower Mesozoic Rocks at the Western Side of the Gulf of Suez". Egypt Geol. Surv. Cairo.
2. Abdel–Rahman, M.A., et al., 1980-81, Some Geomorphology Aspects of Siwa Depression, The Western Desert, Egypt, Bull. Soc. Geogr. de Egypte, Vol. 53 & 54, pp. 17-41.
3. Ahmed, M, and Norbert, H., 2009, Slope Stability Hazerd Assessment and Mitigation Methodology Along Eastern Desert Aswan-Cairo Highway, Egypt, Earth Sci. Journal, Vol. 20, No. 2.
4. Bloom, A.L., 1978, Geomorphology, A: Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms, New Jersey.
5. Bosworth, W., Huchon P., and McClay, K., 2005. The Red Sea and Gulf of Aden Basins. Journal of African Earth Sciences, Vol. 43.
6. Carson, M.A. and Kirkby, M.J., 1972, Hill siope Form and Process, Cambridge University Press.
7. Copons, R., Vilaplana, J., and Linares, R., 2009, Rockfall travel distance analysis by using empirical models (Sol`a d'Andorra laVella, Central Pyrenees), Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9.
8. De Blasio, F., 2011, Introduction to the Physics of Landslides, Springer, London.
9. Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. & Ibsen, M., Eds. 1996, Landslide Recognition, Identification, Movement and Causes, John Wiley & Sons, Chichester.
10. Doornkamp, J.C., and King, C.A.M., 1971, Numerical Analysis in Geomorphology, Edward Arnold, 372 p.

11. Dorren, L., 2003, Review of Rockfall Mechanics and Modelling Approaches, Progress in Physical Geography, 27, 1.
12. Fourniadis, I.G. , Liu, J.G. ,and Mason P.J., 2007, Regional Assessment of Landslide impact in the three Gorges area – China - using ASTER data, Wushan-Zigui. Journal of the International Consortium of Landslides, Vol. 4, No 3.
13. Gregory, K.J., and Brown, W., 1966, Data Processing and the Study of Landforms, Zeit., Fur., Geomorph., Vol. 10 , pp. 237-263 .
14. Gupta, A., 2011, Tropical geomorphology, Cambridge Univ. Press, UK.
15. Hutchinson, N., 1988, General Report Morphological and Geotechnical Parameters of Landslides in relation to Geology and Hydrogeology, Proceedings 5th International Symposium on Landslides (Ed: Bonnard, C.), 1, 3-35, Rotterdam: Balkema.
16. Ivan, and et al., 2013, Modelling the Uncertahnty of Slope Estimation From Alider – Deriver DEM: A Case Study from A Large – Scale Area in the Czech Republic, Geoscience Engineering Journal, Vol. LIX, No. 2.
17. Jarvis, A., Reuter H.I, Nelson A., and Guevara E., 2008, Hole filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT).
18. King, C.A., 1975, Techniques in Geomorphology, Edward Arnold, London.
19. Kirkby, M., and Statham, I., 1975, Surface Stone Movement and Scree Formation, Journal of Geology, Vol. 83.
20. Kusky, T., 2008**,** Landslides: Mass Wasting, Soil, and Mineral Hazard, Facts On File, Inc., NY.
21. Nilsen, M., 2008, Modelling of rockfall runout range, Master Thesis in Geosciences, Department of Geosciences, Oslo Univ.
22. Papathanassiou, G., Valkaniotis, S., and Chatzipetros, A., 2010, Rockfall Susceptibility Zoning and Evaluation of Rock fall Hazard at The Foothill of Mountain Orliagas, Greece, Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki Proceedings of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece, Special volume 99.
23. Savigear, R.A.G., 1960, Slopes and Hills in West Africa, Zeit Fur. Geomorph., Vol. 1, pp. 156-171.
24. Sigh, R., 2009, Landslide Classification, Characterization and Susceptibility Modeling in Kwazulu-Natal, Ma. Thesis, Fac. of Sci. Witwatersrand Univ., Johannesburg, South Africa.
25. Small, R.J., 1980, The Study of Landforms, a textbook of Geomorphology, Second Edition, Cambridge University, London, 502 p.
26. Sparks, B.W., 1975, Geomorphology, Second Edition, Longman, London.
27. Strahler, A.N., 1954, Quantitative Geomorphology of Erosional Landscapes, C.R. 19th Intern Geol. cong. Algiers 1952 , pp. 341-354.
28. Young, A., 1961, Characteristic and Limiting Slope Angles, Ziet Fur, Geomorph., Vol. 5, pp. 126-131.

29. Young, A., 1964, Slope Profile Analysis, Zeit. Fur. Geomorph., Vol. 7, pp. 17-27.
30. Young, A., 1972, Slope Profile analysis: The System of Best Units., Inst., Br. Geogr. Spec Pub., Vol. 3, pp. 1-13.
31. Young, A., 1972, Slopes, Oliver & Boyd, Edinlurgh, 288 p.

The Geomorphological Analysis of The Eastern Escarpment Slopes of El-Galala Plateau Between Khashm El-Galala and Wadi Malha

ABSTRACT

The study area is located in the northern part of the eastern desert of Egypt, extending along the western side of the Culf of Suez, lies between latitudes 29° 22´ 27˝ and 29° 35´ 23˝ N, and longitudes 32° 18´ 41˝ and 32° 34´ 5˝ E, and covers area of 292.9 Km^2. This study included the method of studying slopes and their morphometric analysis in terms of analysis of slope angles, analysis of slope curvature, types of slopes and formation agents, mass movement on slopes and the dangers resulting from them and reduce their risk. The slopes analysis explained the free faces (cliffs) and steep slopes on the slopes of the area (59.3%) of the total lengths, reflecting the impact of the faults and joints that accompanied the origin of the Culf of Suez.

الإصدارات السابقة
□لسلسلة البحوث الجغرافية

١. Dental Conditions of the Population of Maadi Culture as Affected by the Environment. (In English) by "F. Hassan et al." (1996).
٢. هضبة الأهرام: أشكالها الأرضية ومشكلاتها، أ.د. سمير سامى، ١٩٩٧.
٣. القرى المدمرة فى فلسطين حتى عام ١٩٥٢، أ.د. يوسف أبو مايلة وآخرون، ١٩٩٨.
٤. جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، أ.د. جودة فتحى التركمانى، ١٩٩٩.
٥. موارد الثروة المعدنية وإمكانات التنمية فى مصر، د. أحمد عاطف دردير، ٢٠٠١.
٦. صورة الأرض فى الريف، د. محمد أبو العلا محمد، ٢٠٠١.
٧. القاهرة: الأرض والإنسان، أ.د. سمير سامى محمود، ٢٠٠٣.
٨. الماء والأفلاج والمجتمعات العمانية، د. طه عبد العليم، ٢٠٠٤.
٩. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزاملى، ٢٠٠٥.
١٠. التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبى على البيئة، د. ماجدة محمد أحمد، ٢٠٠٥.
١١. بين الخرائط التقليدية وخرائط الاستشعار عن بعد، د. هناء نظير على، ٢٠٠٦.
١٢. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة، د. عمر محمد علي، ٢٠٠٦.
١٣. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم على غانم، ٢٠٠٦.
١٤. الجغرافيا الاقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٦.
١٥. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية فى مصر، د. فاطمة محمد أحمد، ٢٠٠٦.
١٦. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحلة الكبرى، د. عبد المعطى شاهين، ٢٠٠٧.
١٧. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية فى محافظة الوادى الجديد، د. المتولي السعيد، ٢٠٠٧.
١٨. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٤، د. أشرف على عبده، ٢٠٠٧.
١٩. مياه الشرب فى مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠٠٧.
٢٠. الجيوب الريفية المحتواة فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة، د. أشرف على عبده، ٢٠٠٧.
٢١. الأبعاد الجيوديموجرافية لانتخابات مجلس الشعب المصرى عام ٢٠٠٥، د. سامح عبد الوهاب، ٢٠٠٨.
٢٢. الأوقاف الخيرية فى مصر، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى، ٢٠٠٩.

٢٣. صناعة السيارات فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩.
٢٤. المناخ والملابس فى مدينة الرياض، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد، ٢٠٠٩.
٢٥. قضايا الطاقة فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩.
٢٦. الثروة المعدنية فى محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠٠٩.
٢٧. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة. د. مسعد سلامة مسعد مندور، ٢٠٠٩.
٢٨. التحليل الجغرافى لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقتي عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠٠٩.
٢٩. تحليل جغرافى لمنطقتين عشوائيتين فى مدينة جدة، د. أسامة جستنية و أ. مشاعل المالكي، ٢٠٠٩.
٣٠. الفقر فى غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، ٢٠١٠.
٣١. بعض ملامح التنمية العمرانية فى محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، ٢٠١٠.
٣٢. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف شجاع علي الحارث، ٢٠١٠.
٣٣. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هنداوى، ٢٠١٠.
٣٤. التجديد العمرانى للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١١.
٣٥. تغير المعطيات المكانية وأثرها فى التنمية السياحية بقرية البهنسا فى محافظة المنيا، د. ماجدة جمعة، ٢٠١١.
٣٦. الاتجاهات الحديثة فى جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، ٢٠١١.
٣٧. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهه يقظان الجابري، ٢٠١١.
٣٨. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، ٢٠١١.
٣٩. أحجار الزينة فى المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، ٢٠١١.
٤٠. التنوع الحيوى بإقليم الجبل الأخضر بالجماهيرية العربية الليبية، د. عادل معتمد عبد الحميد، ٢٠١١.
٤١. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة للفترة من (١٣٦٩-١٤٥٠هـ) الموافق (١٩٥٠-٢٠٢٨م)، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١١.
٤٢. المراوح الفيضية وأثرها على طريق قفط – القصير، د. محمد عبد الحليم حلمي عبد الفتاح، ٢٠١٢.
٤٣. أطالس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامه، ٢٠١٢.

٤٤. التنوع المكانى لأنماط النمو الريفى فى المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية، د. محمد مشخص، ٢٠١٢.

٤٥. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى : رؤية جغرافية، د. أحمد محمد أبو زيد، ٢٠١٢.

٤٦. الخصائص المكانية والخدمية للمجمعات التجارية، د. عبدالله براك الحربي، ٢٠١٢.

٤٧. أخطار التجوية الملحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، ٢٠١٢.

٤٨. تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، د. محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢.

٤٩. التساقط الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية، د. طارق كامل، ٢٠١٢.

٥٠. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفر الشيخ، د. محروس إبراهيم محمد المعداوى، ٢٠١٢.

٥١. الضوابط المناخية للعجز المائى فى شبه جزيرة سيناء، د. صلاح معروف عبده عماشة، ٢٠١٢.

٥٢. الضوابط البيئية للسياحة بمحافظة الفيوم، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٢.

٥٣. مواقف السيارات والأزمة المرورية بمحافظة القاهرة، د. رشا حامد سيد حسن بندق، ٢٠١٢.

٥٤. ثلاثون عاما من النمو العمرانى الحضرى بمحافظة أسوان، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، ٢٠١٢.

٥٥. الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير بالمدينة المنورة، د. متولي عبد الصمد، ٢٠١٢.

٥٦. المدينة الصناعية الثانية بمدينة الرياض، د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة، ٢٠١٢.

٥٧. التغير الكمي والنوعي لاستخدامات الأرض بأحياء المدينة المنورة، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١٢.

٥٨. استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد ومعالجة مشكلة العشوائيات السكنية بالمدينة المنورة، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١٢.

٥٩. شارع بورسعيد بالقاهرة : دراسة تحليلية فى جغرافية النقل، د. منى صبحي نور الدين، ٢٠١٢.

٦٠. التمدد الحضرى لمدينة ديرب نجم، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١٣.

٦١. التحليل المكانى لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمدينة مكة المكرمة، د. عمر محمد على، ٢٠١٣.

٦٢. تحليل جغرافي للتعليم الأساسي بقرى مركز أطفيح، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٣.

٦٣. نظم المعلومات الجغرافية ودعم اتخاذ القرار التنموي، د. عاطف حافظ سلامه، ٢٠١٣.

٦٤. جيومورفولوجية قاع الفريح شرق المدينة المنورة وإمكانات التنمية، د. متولي عبد الصمد، ٢٠١٣.

٦٥. ملامح الفقر الحضري وخيارات التنمية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٣.

٦٦. Abha Town (Kingdom of Saudi Arabia): A Study in Social Area Analysis. (In English) by "Dr. Ismail Youssef Ismail" (2013).

٦٧. نحو صناعة مطورة لحماية البيئة في محافظة أسيوط، د. أحمد عبد القوى أحمد، ٢٠١٣.

٦٨. الرؤية الجغرافية لواقع ومستقبل خريطة استخدامات الأرض بوسط مدينة الرياض، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، ٢٠١٣.

٦٩. تنمية النقل البحرى والخدمات اللوجستية فى إقليم قناة السويس، د. منى صبحي نور الدين، ٢٠١٣.

٧٠. استخدامات الأرض في حلوان مستخلصة من المرئيات الفضائية، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٣.

٧١. تحليل جغرافى لبعض حوادث السكك الحديدية المصرية، د. منى صبحي نور الدين، ٢٠١٤.

٧٢. خصائص المحلات العمرانية على الجزر الرملية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٤.

٧٣. تيسير الوصول إلى الخدمات العامة فى مدينة أسوان، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، ٢٠١٤.

٧٤. الأبعاد الجغرافية لهجرة المصريين غير الشرعية إلى أوروبا، د. محمد أحمد علي حسانين، ٢٠١٤.

٧٥. التباين المكاني لمحطات الوقود في المدينة المنورة، د. أشرف على عبده، ٢٠١٤.

٧٦. المخلفات الصلبة في مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٤.

٧٧. جيومورفولوجية ساحل البحر الأحمر بين رأسي بناس وغارب، د. محمد عبد الحليم حلمي، ٢٠١٤.

٧٨. التحولات العمرانية في منطقة النواة بمدينة أبوعريش، د. سعيد محمد الحسيني، ٢٠١٤.

٧٩. الضجة المرورية والسائدة بمدينة شبين الكوم، د. إسماعيل علي إسماعيل، ٢٠١٤.

٨٠. الأبعاد الجغرافية للاتصالات السلكية واللاسلكية فى مدينة طنطا، د. عبدالسلام عبدالستار إسماعيل، ٢٠١٤.

٨١. مستقبل زراعة المحاصيل الزيتية في مصر، د. صبري زيدان عبد الرحمن، ٢٠١٤.

٨٢. تغير مساحة الأراضى الزراعية غربىّ دلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٠–٢٠١٠)، د. بهاء فؤاد مبروك، ٢٠١٤.

٨٣. أماكن النحر بمنى، د. فائزة محمد كريم جان عبد الخالق، ٢٠١٤.

٨٤. جغرافية النقل العام بالحافلات في محافظة الدقهلية، د. محمد صبحي إبراهيم، ٢٠١٥.

٨٥. التقييم الاقتصادى والبيئى لخريطة التغيرات فى استخدامات الأرض، د. مسعد السيد أحمد بحيرى، ٢٠١٥.

٨٦. القوة العاملة المنزلية الوافدة من الإناث فى المملكة العربية السعودية، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٥.

٨٧. التحليل المكانى لنفوذ محطات تقوية شبكات المحمول وكفاءتها فى مدينة بنها، د. مسعد السيد أحمد بحيرى، ٢٠١٥.

٨٨. الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠١٥.

٨٩. الأبعاد المكانية للإصابة بعدوى إنفلونزا الطيور في مصر، د. صبحي رمضان فرج سعد، ٢٠١٦.

٩٠. الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة فوهة الوعبة بالمملكة العربية السعودية، د. هيا بنت محمد العقّيل، ٢٠١٦.

٩١. رصد التغيرات والأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن بناء قناطر نجع حمادي بمجرى النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، ٢٠١٦.

٩٢. التجارة الخارجية المصرية مع الأسواق العربية (٢٠٠٠-٢٠١٤م)، د. رضا محمد السيد سليم، ٢٠١٦.

٩٣. جيومورفولوجية جبل القارة بالإحساء شرق المملكة العربية السعودية، د. محمد عبد الحليم حلمي، ٢٠١٦.

٩٤. الأبعاد المكانية لحالات العنف ضد المرأة في مدينة الرياض وعلاقته بالخصائص الاقتصادية والاجتماعية، د. ابتسام إبراهيم القاضي، ٢٠١٦.

٩٥. الشوارع التجارية الرئيسية في المدينة المنورة، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٧.

٩٦. الحراك السكني في المدينة المنورة، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٧.

الجمعية الجغرافية المصرية

مجلس الإدارة

الأستاذ الدكتور	/ السيد السيد الحسينى إبراهيم	(رئيس مجلس الإدارة)
" "	/ فتحى محمد أحمد أبو عيانة	(نائـب الرئيـس)
" "	/ شحاته سيد احمد طلبه	(الأميـن العام)
" "	/ محمد عبد الرحمن الشرنوبى	(أمـين الصندوق)
" "	/ نبيل سيد إمبابى عبد الرازق	عضو مجلس إدارة
" "	/ احمد حسن إبراهيم	عضو مجلس إدارة
" "	/ فتحى محمد مصيلحى خطاب	عضو مجلس إدارة
" "	/ فتحى عبد العزيز أبو راضى	عضو مجلس إدارة
" "	/ محمد إبراهيم محمد شرف	عضو مجلس إدارة
" "	/ أحمد السيد محمد الزاملى	عضو مجلس إدارة
" "	/ عبدالله علام عبده علام	عضو مجلس إدارة
" "	/ مصطفى محمد محمد البغدادى	عضو مجلس إدارة
" "	/ المتولى السعيد احمد احمد	عضو مجلس إدارة
" "	/ محمد نور الدين السبعاوى	عضو مجلس إدارة
" "	/ عمر محمد على محمد	عضو مجلس إدارة

المراسـلات :

جميع المراسلات المتصلة بهذه الدورية توجه إلى الأستاذ الدكتور رئيس مجلس إدارة الجمعية الجغرافية المصرية (١٠٩ شارع قصر العينى . صندوق بريد ٤٢٢ محمد فريد – القاهرة – تليفون : ٢٧٩٤٥٤٥٠ – فاكس : ٢٧٩٥٦٧٧١).

البريد الإلكتروني : **E-mail : ggeoegypt@gmail.com**

موقع الجمعية الجغرافية المصرية على شبكة الانترنت : **www.EgyptianGS.com**

رئيس التحرير : الأستاذ الدكتور/ شحاته سيد احمد طلبه