



الجمعية الجغرافية المصرية

**مظاهر الضعف الصخري ودورها الجيومورفولوجي
في تشكيل هشيم المنحدرات**

على جانبي طريق شرم الشيخ ذهب بوادي كيد جنوب شرق سيناء

د. أحمد إبراهيم محمد صابر
أستاذ الجيومورفولوجيا المساعد
كلية الآداب - جامعة بورسعيد

سلسلة بحوث جغرافية
العدد المائة وخمسة - ٢٠١٧

لا يسمح إطلاقاً بترجمة هذا الكتاب إلى 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 الإلكترونية 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 التي يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية، بالنشاط العلمي الذي تنتبناه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

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

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

ويشترط في البحوث التي تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية:

- تقبل للنشر في هذه السلسلة البحوث التي تتسم بالأصالة وتسهم في 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 في أية جهة أخرى.
- يقدم البحث في 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 بينط ١٤ ومسافة ١ بين الأسطر، وتقدم الخرائط والصور والأشكال مستقلة محفوظة في 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 الكارثوجرافية.
- يكتب الباحث اسمه واسم البحث في ورقة منفصلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس البحث مراعاة لسرية التحكيم.
- يعرض البحث على اثنين من المحكمين من كبار الأساتذة في مجال التخصص، وفي حالة اختلاف رأى المحكمين، يرسل البحث إلى محكم ثالث مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن قبول البحث للنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورية قبل نشره.
- البحوث التي 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 الذي تحدده الجمعية.

فهرس المحتويات

صفحة	الموضوع
١١	المخلص
١١	المقدمة
١٥	مصادر الدراسة
١٩	أولاً : مظاهر الضعف الصخري بمنطقة الدراسة.
١٩	(١) مظاهر الضعف النوعي.
٣٦	(٢) مظاهر الضعف المكتسبة.
٤١	(٣) عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية.
٥٤	ثانياً : نشأة هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة.
٥٤	(١) التفكك والانفصال الكتلي.
٥٨	(٢) التقشر الصخري.
٦٠	(٣) التفتت والانفراط الحبيبي.
٦٥	ثالثاً : العوامل المؤثرة في حركة هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة:
٦٥	(١) درجة الانحدار.
٧١	(٢) درجة التقوس.
٧٤	(٣) الاهتزازات الأرضية.
٧٦	رابعاً : أنماط حركة المواد.
٧٨	خامساً : الخصائص المورفولوجية لهشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة.
٧٨	(١) المساحة.
٨١	(٢) درجة الانحدار.
٨٣	(٣) الخصائص الحجمية للرواسب.
٨٧	سادساً : الأخطار الناجمة هشيم المنحدرات وأهميته التطبيقية بمنطقة الدراسة.
٨٧	(١) أخطار هشيم المنحدرات.
٩٠	(٢) وسائل التقليل من أخطار هشيم المنحدرات.
٩١	(٣) الأهمية التطبيقية لهشيم المنحدرات.

٩٢	الخاتمة.
٩٢	(١) النتائج.
٩٥	(٢) التوصيات.
٩٦	الملاحق.
٩٩	المصادر والمراجع.

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	مواقع ونوعية التحليل لعينات الصخور بمنطقة الدراسة.	١٧
٢	المسامية العامة (%) بصخور منطقة الدراسة.	٢٧
٣	سرعة الموجات فوق الصوتية (CP كم/الثانية) بصخور منطقة الدراسة.	٢٩
٤	درجة الاحتكاك بصخور منطقة الدراسة.	٣٠
٥	درجة استجابة الصخور للتجوية بمنطقة الدراسة.	٣١
٦	نسبة أقطار المسام (%) بصخور منطقة الدراسة.	٣٣
٧	الكثافة النوعية لصخور منطقة الدراسة.	٣٤
٨	الخصائص العامة للفواصل والشقوق بمنطقة الدراسة.	٣٧
٩	المدى الحراري بمحطة شرم الشيخ ١٩٨٢-، ٢٠١٠	٤٦
١٠	المعدل السنوي والفصلي للسطوع الشمسي ١٩٧٦-، ٢٠١٠	٤٧
١١	فئات سطوع الشمس بمنطقة الدراسة.	٤٨
١٢	معدلات الرطوبة النسبية بمحطة شرم الشيخ ١٩٨٢-، ٢٠١٠	٤٩
١٣	المتوسطات الشهرية لكمية المطر بمحطة شرم الشيخ ١٩٨٧-، ٢٠١٢	٥٢
١٤	درجة امتصاص الصخور للمياه بصخور منطقة الدراسة.	٥٣
١٥	فئات الانحدار بمنطقة الدراسة.	٧١
١٦	نسبة المساحات التي تغطيها غطاءات الهشيم على منحدرات منطقة الدراسة.	٧٩

فهرس الخرائط والأشكال

صفحة	عنوان الخريطة أو الشكل	م
١٢	الملاح العامة لمنطقة الدراسة.	١
١٣	كيفية تحديد حدود منطقة الدراسة.	٢
١٤	الارتفاعات واتجاه الانحدار بمنطقة الدراسة.	٣
١٦	مواقع الدراسة الميدانية.	٤
٢٠	التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة.	٥
٣٠	العلاقة بين سرعة الموجات فوق الصوتية ودرجة الاحتكاك بصخور منطقة الدراسة.	٦
٣٢	العلاقة بين المسامية ودرجة استجابة الصخور لعمليات التجوية.	٧
٣٥	نسبة أقطار مسام الصخور بمنطقة الدراسة.	٨
٣٦	العلاقة بين الكثافة النوعية ودرجة استجابة الصخور لعمليات التجوية.	٩
٤٢	التوزيع الجغرافي لمواقع الصخور المتورقة بمنطقة الدراسة.	١٠
٤٣	أنواع وعناصر الصدوع بمنطقة الدراسة.	١١
٤٤	اتجاهات وأعداد الصدوع وأطوالها بمنطقة الدراسة.	١٢
٤٨	التوزيع الجغرافي لدرجات الإشعاع الشمسي بمنطقة الدراسة.	١٣
٦٦	رسم تخطيطي لمنحدر موضحاً عليه العلاقة بين درجة الانحدار وحركة الهشيم عليها.	١٤
٧٠	قطاعات تضاريسية على منحدرات منطقة الدراسة.	١٥
٧٢	درجة الانحدار بمنطقة الدراسة.	١٦
٧٢	رسم تخطيطي لمنحدر موضحاً العلاقة بين التقوس وهشيم المنحدرات.	١٧
٧٦	درجات قوة الزلازل بالإقليم الجنوبي بخليج العقبة.	١٨
٨٨	التباين في اقتراب طريق شرم الشيخ ذهب من الحافة.	١٩
٨٨	أخطار هشيم المنحدرات على حركة المركبات على طريق شرم الشيخ ذهب.	٢٠

فهرس اللوحات الفوتوغرافية

صفحة	عنوان اللوحة	م
١٨	أثناء القيام بعمل تحليل الميكروسكوب المستقطب والالكتروني الماسح لعينات الصخور بمنطقة الدراسة.	١
٢٣	تنوع التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتأثرها بعمليات التجوية، مع انتشار مفتتات بأحجام مختلفة (هشيم المنحدرات) ناتجة عن عوامل الضعف الصخري.	٢
٢٤	التباين في التركيب المعدني للصخور بمنطقة الدراسة (باستخدام الميكروسكوب المستقطب).	٣
٢٨	انتشار المسامية الثانوية بصخور منطقة الدراسة.	٤
٣٨	انتشار الفواصل والشقوق بصخور منطقة الدراسة.	٥
٤٠	نماذج من الشروخ الدقيقة بصخور منطقة الدراسة.	٦
٥٠	أثر نشاط التجوية الكيميائية بصخور منطقة الدراسة.	٧
٥٣	نمو النباتات داخل الفواصل والشقوق، مما ساعد على تفكك وتفتت الصخور بمنطقة الدراسة.	٨
٥٦	اثر التشقق والتفكك والانفصال الكتلي بمنطقة الدراسة، مع ملاحظة أثر تفلق بعض الكتل نتيجة ارتطامها بسطح المنحدر.	٩
٥٧	التباين في أحجام الكتل الساقطة بمنطقة الدراسة.	١٠
٥٨	تقشر على شكل شرائح كبيرة الحجم بمنطقة الدراسة.	١١
٥٩	تقشر عبارة عن شرائح صغيرة بمنطقة الدراسة.	١٢
٦٠	تقشر عبارة عن شرائح دقيقة بمنطقة الدراسة.	١٣
٦١	تفتت حبيبي (حبيبات ذات أحجام كبيرة) بمنطقة الدراسة.	١٤
٦٢	الانفراط الحبيبي (متوسط إلى صغير الحبيبات) بمنطقة الدراسة.	١٥
٦٢	تفتت حبيبي (حبيبات ذات أحجام متوسطة إلى صغيرة) بمنطقة الدراسة	١٦
٦٣	انتشار التكسر والتفتت الدقيق بالمعادن المكونة لصخور منطقة الدراسة، مما ساعد على تكون الرواسب الناعمة جداً (الطين والرمل الناعمة جداً).	١٧

٦٧	القطاعات التي تم استثنائها من دراسة الخصائص المورفولوجية للمنحدرات بمنطقة الدراسة.	١٨
٧٥	المركبات وتنوعها على طريق شرم الشيخ دهب.	١٩
٧٧	أثر حركة المواد وتنوعها بمنطقة الدراسة.	٢٠
٨٠	نماذج من المنحدرات المغطاة بهشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة.	٢١
٨٢	التباين في درجة انحدار مخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة.	٢٢
٨٤	التباين في حجم رواسب هشيم المنحدرات (غطاءات ومخاريط) بمنطقة الدراسة، مع ملاحظة وجود تصنيف لأحجام الرواسب بمخاريط الهشيم، حيث تقل من أسفل إلى أعلى.	٢٣
٨٦	سمك الرواسب بمخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة.	٢٤
٨٩	اقتراب هشيم المنحدرات من طريق شرم الشيخ دهب.	٢٥
٨٩	التباين في بُعد الكتل الصخرية عن قاعدة الهشيم، والتي تجاوزت ٥٠م في بعض المواقع وقربها من طريق شرم الشيخ دهب.	٢٦
٩١	أثر إزالة هشيم المنحدرات على طريق شرم الشيخ دهب بالتدخل البشري والسيول.	٢٧
٩٣	الاستفادة من الهشيم سواء عن طريق توسيع الطريق، أو وضعه على جانب الطريق لحمايته من خطر السيول.	٢٨

فهرس الملاحق

م	عنوان الملحق	صفحة
١	معيار Yu and Oguchi, 2010 مدى استجابة الصخور للتجوية.	٩٦
٢	فئات درجة انحدار القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.	٩٦
٣	الخصائص المورفومترية لدرجة انحدار القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.	٩٧
٤	تقوس القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.	٩٨

المخلص

تسهم مظاهر الضعف الصخري سواء النوعية أو المكتسبة أو عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية في خلق الظروف المواتية لنشاط عوامل التعرية وعمليات التجوية بخصائصها المختلفة، والتي كانت من نتائجها تفكك وتفتت الصخور لتتكون إحدى الظواهر الجيومورفولوجية وهي هشيم المنحدرات، والذي ينتشر على هيئة غطاءات من المواد المفككة على المنحدرات أو على هيئة مخاريط من الهشيم عند قاعدتها. ويتناول البحث دراسة مظاهر الضعف الصخري والربط بينها وبين نشأة وتطور الهشيم على المنحدرات الممتدة على جانبي طريق شرم الشيخ ذهب بوادي كيد جنوب شرق سيناء، وذلك لانتشارها بهذه المنطقة مع تنوع خصائصها المورفولوجية.

المقدمة :

تصنف الصخور إلى صخور ضعيفة وصخور صلبة، ويعتمد هذا التصنيف على تركيبها المعدني والمواد اللاحمة من ناحية وعلى مدى قابليتها للتجوية أو عمليات الخدش أو النحت من ناحية أخرى. وتعتبر الصخور سريعة التحلل والتفكك والنحت صخوراً ضعيفة، في حين توصف الصخور التي تقاوم هذه العمليات وتحافظ على الوضع الأصلي لأشكالها الأرضية لأطول فترة زمنية ممكنة بالصخور الصلبة (سلامة، ١٩٨٣، ص ٦).

وهشيم المنحدرات أحد أهم الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن الضعف الصخري، ويتكون من مفتتات إرسابية وكتل صخرية تستقر فوق الأجزاء الوسطى والدنيا من المنحدرات على شكل غطاءات رسوبية أو مخاريط هشيم عند حضيضها بفعل عمليات: الزحف الصخري والانهيارات والجاذبية الأرضية ومياه الأمطار، وبمساعدة كل من الفواصل والشقوق إضافة إلى سيادة الجفاف وندرة الغطاء النباتي.

ويهدف البحث إلى إلقاء الضوء على مظاهر الضعف الصخري والربط بينها وبين نشأة وتطور هشيم المنحدرات، ومن ثم فليس الهدف كما هو معتاد في الدراسات السابقة وهو تفسير التباين المكاني، لأن التباين المكاني بمنطقة الدراسة محدود، فالصخور جميعها في المنطقة تنتمي إلى عصر ما قبل الكامبري (نارية و متحولة)، ومن ثم فالهدف الرئيس هو رصد مواطن الضعف داخل الصخور وربط درجاتها مع أهم وأول وأقربها ظاهرة قد تنشأ عن هذا الضعف وهو هشيم المنحدرات، وفي النهاية تسعى الدراسة لمعرفة الجانب التطبيقي

لهشيم المنحدرات (رصد الأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة الهشيم، وكيفية الاستفادة منه في مجال التنمية).

ولتحقيق الأهداف السابقة تم التطبيق على منحدرات جانبي طريق شرم الشيخ ذهب خاصة في الجزء الواقع بوادي ملحج أحد روافد وادي كيد جنوب شرق سيناء (شكل ١)، ويبلغ طول الطريق بمنطقة الدراسة ٣١,٤٤ كم، وتغطي المنطقة مساحة ٦٠,٨٩٨ كم^٢، وتم اختيار ذلك الموضع لانتشار هذه الظاهرة في مواقع متعددة، مع تنوع خصائصها المورفولوجية (أشكالها وأحجامها وكثافتها) نتيجة تأثرها بمظاهر الضعف الظاهرية والباطنية لصخور منطقة الدراسة، مما ساعد في معرفة كيفية نشأة وتطور هشيم المنحدرات.



المصدر : إعداد الباحث اعتماداً على SAS Planet، والخرائط الطبوغرافية (جبل كيد ووادي كيد)، مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠، عام ١٩٨٧، باستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D.

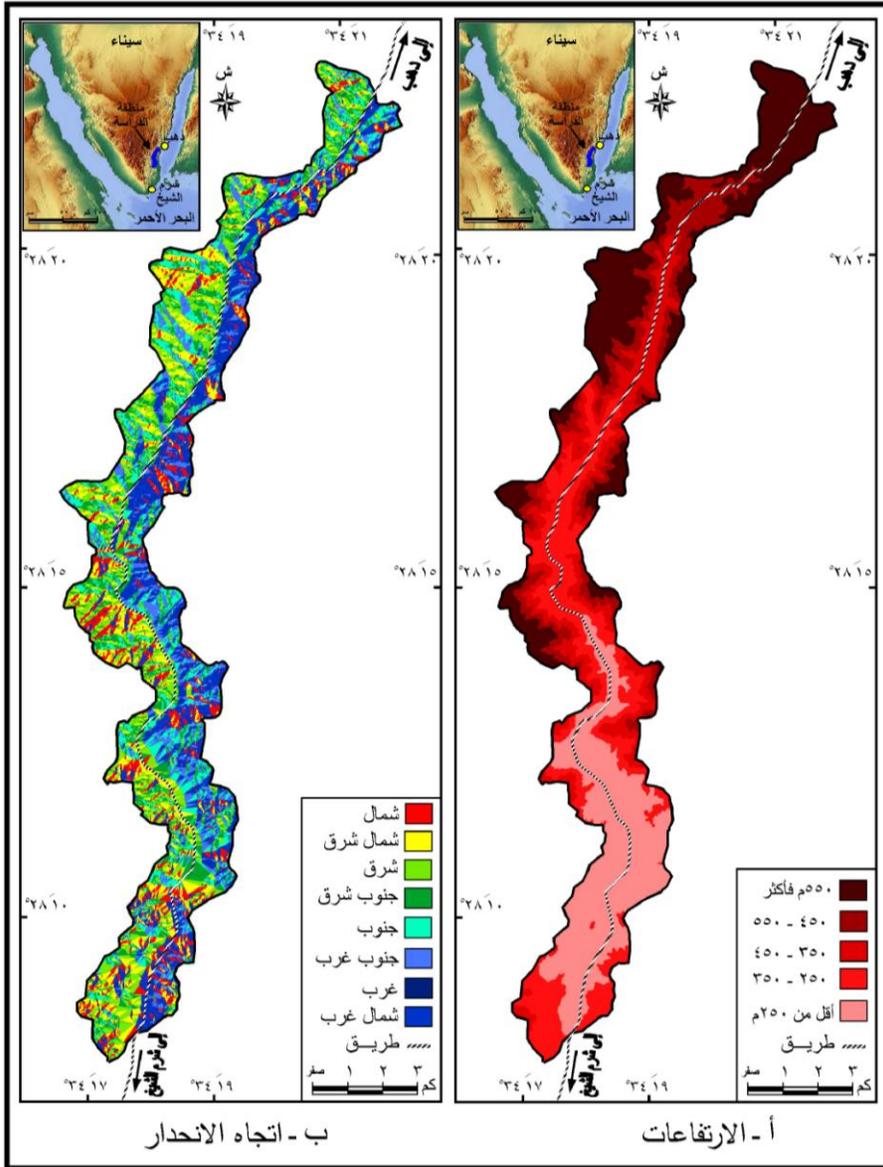
شكل (١) : الملامح العامة لمنطقة الدراسة.

وقد تم تحديد حدود منطقة الدراسة على أساس اتجاهات الانحدار المتقاطعة مع الطريق، مع ملاحظة وجود بعض الاتجاهات الأخرى غير المتقاطعة، والتي تمثل اتجاه المسيلات المائية المحفورة بالحافات على جانبي الطريق، مع تحديد أعلى ارتفاع والذي يعد خط تقسيم للمياه وفي الوقت نفسه لهشيم المنحدرات (شكل ٢ و ٣). وتتراوح مناسيب منطقة الدراسة بين ١٤٠ و ١١٠٨م فوق منسوب سطح البحر للمنطقة المطلة على جانبي الطريق والتي ترفد إليه مياهها ورواسبها، وسجل أعلى منسوب غرب الطريق، أما أعلى منسوب شرق الطريق بلغ ٨٠٦م، والفئة السائدة هي أقل من ٢٥٠م حيث تمثل ٢٥,٤٪، يليها الفئة ٥٥٠م فأكثر بنسبة ٢٥,٣٪، وأقل فئة التي تتراوح بين ٤٥٠ و ٥٥٠م، وتمثل ١٣,٤٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، أما بالنسبة لاتجاهات الانحدار، فقد تبين أن الاتجاهات المتقاطعة مع الطريق، وهي الاتجاهات الشرقية (شرق وجنوب شرق وشمال شرق) والاتجاهات الغربية (غرب وجنوب غرب وشمال غرب) تغطي الغالبية العظمى من منطقة الدراسة، حيث تمثل ٨٥,٦٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وسجلت أعلى نسبة لاتجاه الانحدار الشرقي بنسبة ١٥,٤٪، وهذا منطقي حيث تم تحديد حدود منطقة الدراسة على هذا الأساس.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على Google Earth 2017.

شكل (٢) : كيفية تحديد حدود منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50.000، عام 1987، باستخدام برنامج Auto CAD Civil 3D.

شكل (3) : الارتفاعات واتجاه الانحدار بمنطقة الدراسة.

مصادر الدراسة :

* دراسات سابقة :

أ- **مظاهر الضعف** : تعد دراسة سلامة (١٩٨٣) بعنوان مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية من أهم الدراسات التي اعتمد عليها الباحث من حيث المنهجية، حيث صنفت عوامل الضعف الصخري إلى ثلاث مجموعات، وهي: مظاهر الضعف النوعي، ومظاهر الضعف المكتسبة، وعوامل الإضعاف الجيومورفولوجية.

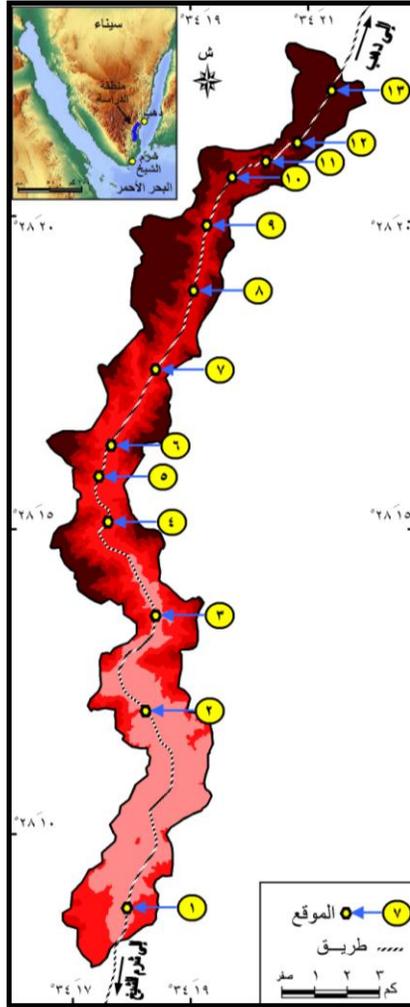
ب- **هشيم المنحدرات** : بتحليل الدراسات السابقة تبين أن الدراسة التفصيلية لهشيم المنحدرات لم تحظ بتناول الباحثين على حد علم الباحث، ولكن كانت جزءاً بسيطاً من دراسات سابقة تناولت المنحدرات بصفة عامة، وهي عديدة، مثل: دراسة دسوقي (١٩٨٧)، والحداد (٢٠٠٩)، وفاقة (٢٠١٠)، وحجاب (٢٠١٣)، وسليمان (٢٠١٤)، وإسماعيل (٢٠١٤)، وعيسى (٢٠١٥)، وصقر (٢٠١٦)، وعاشور (٢٠١٦)، وأمين (٢٠١٧)، ومتولي (٢٠١٧). واستفادت الدراسة الحالية من منهجية هذه الدراسات في معرفة عوامل التشكيل والخصائص المورفولوجية للمنحدرات (درجة الانحدار والتقوس)، والتي تعد من أهم العوامل المؤثرة على نشأة وتطور هشيم المنحدرات.

ج- **منطقة الدراسة** : تناولت العديد من الدراسات منطقة الدراسة من أبعاد وموضوعات مختلفة، ولكن ما يميز هذه الدراسات أنها دراسات جغرافية وأخرى غير جغرافية، ومن أهمها: علام (١٩٩٢)، والتركماني (١٩٨٧)، وعبدالمجيد (٢٠١٢)، وسلامة (٢٠١٦)، و Abdelaziz (1991)، و Shallaly (2006)، و Fowler, et al. (2010).

كما تطرقت دراسات أخرى لأجزاء متفرقة من منطقة الدراسة، والتي سيرد ذكرها في المتن والموضحة بقائمة المراجع. واستفادت الدراسة الحالية منها في معرفة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة سواء جيولوجية أو مناخية أو جيومورفولوجية.

* الدراسة الميدانية :

تم الاستعانة بدراسة ميدانية مكثفة لدراسة الظاهرة محل الدراسة من حيث عمل قياسات مورفومترية وقطاعات لغطاءات ومخاريط الهشيم، والتقاط الصور الفوتوغرافية، ودراسة الوحدات الصخرية المختلفة، بالإضافة إلى إجراء تحليل فيزيائي وكيميائي وميكروسكوبي لعينات منتقاة من كل وحدة صخرية (شكل ٤ وجدول ١)، وذلك لمعرفة مظاهر الضعف ومدى تأثيرها في نشأة وتطور غطاءات ومخاريط الهشيم، وذلك عن طريق الآتي:



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠١٧.

شكل (٤) : مواقع الدراسة الميدانية.

جدول (١) : مواقع ونوعية التحليل لعينات الصخور بمنطقة الدراسة.

سرعة الموجات فوق الصوتية	الميكروسكوب الإلكتروني الماسح	الميكروسكوب المستقطب	بتروفيزيائي	التحليل	
				الموقع	
√		√	√	غرب	١
√	√	√	√	شرق	٢
√			√	شرق	٣
√		√	√	غرب	٦
√			√	شرق	٨
√	√	√	√	شرق	٩
√		√	√	غرب	
√		√	√	شرق	١٠
√		√	√	شرق	١٢
√	√	√	√	غرب	
√	√	√	√	شرق	١٣
√	√	√	√	غرب	

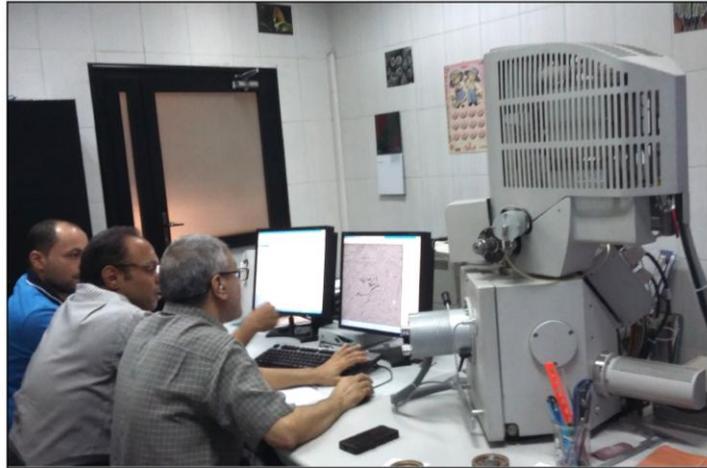
المصدر: إعداد الباحث، اعتماداً على المكونات الليثولوجية للعينة، والتي تحدد مدى صالحيتها لتحليل معين وعدم صالحيتها لتحليل آخر.

- **الميكروسكوب المستقطب (Thin – Section)** : يستخدم في التعرف على التركيب المعدني للعينة ونسيجها، وكذلك في فحص أي عمليات تلف مبدئية، كذلك الكشف عن التلف الميكانيكي الذي يمكن أن يحدث داخل حبيبات المعادن للعينة نتيجة زيادة الضغط المؤثر عليها. وتم التحليل بالمعامل المركزية بكلية العلوم جامعة الإسكندرية وجامعة الأزهر (لوحة ١/أ).
- **الميكروسكوب الإلكتروني الماسح**: يستخدم بصورة كبيرة في تشخيص وتحديد نواتج ومظاهر التلف داخل الصخور، حيث يستخدم في عمليات فحص المراحل الأولية قبل عمل التحاليل الأخرى. وتم التحليل بالمعامل المركزية بالمساحة الجيولوجية، (لوحة ١/ب).

- التحليل البتروفيزيائي: مثل المسامية ودرجة امتصاص الماء والكثافة النوعية، وقد تم التحليل بالمعامل المركزية بكلية الهندسة بجامعة كفر الشيخ، والمعامل المركزية بالشركة العامة للبترول.



أ . الميكروسكوب المستقطب



ب . الميكروسكوب الالكتروني

المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (١) : أثناء القيام بعمل تحليل الميكروسكوب المستقطب والالكتروني الماسح لعينات الصخور بمنطقة الدراسة.

وبناءً على أهداف الدراسة تم تصنيف البحث إلى الموضوعات التالية:
أولاً : مظاهر الضعف الصخري.
ثانياً : نشأة هشيم المنحدرات.
ثالثاً : العوامل المؤثرة في حركة هشيم المنحدرات.
رابعاً : أنماط حركة المواد.
خامساً : الخصائص المورفولوجية لهشيم المنحدرات.
سادساً : الأخطار الناجمة عن هشيم المنحدرات وأهميته التطبيقية.
وفيما يلي دراسة هذه الموضوعات دراسة تفصيلية:

أولاً - مظاهر الضعف الصخري بمنطقة الدراسة :

(١) مظاهر الضعف النوعي :

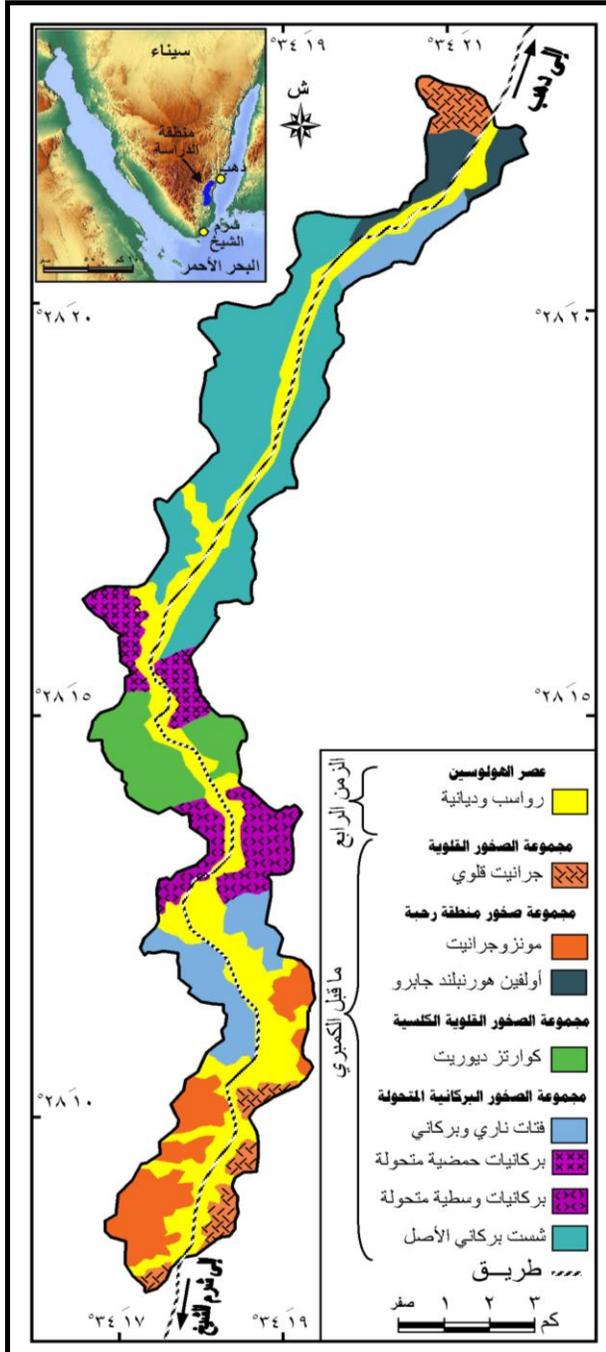
تنشأ مظاهر الضعف النوعي مع الصخر نفسه نتيجة لطريقة أو ظروف تكوينه، فمن الممكن أن يرث الصخر ضعفه بسبب نوعية المعادن التي يتكون منها، ودرجة تبلورها أو قوامها أو مساميتها أو لونها، أو بسبب وجود مادة لاحمة تعمل على تجميع الحبيبات المعدنية وتكتلها (سلامة، ١٩٨٣، ص ٦). وفيما يلي دراسة أهم مظاهر الضعف النوعي على النحو التالي:

أ- التكوينات الجيولوجية :

تعد التكوينات الجيولوجية من أهم العوامل المؤثرة في تشكيل هشيم المنحدرات بما تتضمنه تلك التكوينات من مواد مختلفة وهذا الاختلاف يؤثر في مدى استجابة مواد المنحدرات لعمليات التجوية والتعرية.

ويشير شكل (٥) والدراسات السابقة سواء جغرافية أو جيولوجية والدراسة الميدانية ٢٠١٧ إلى أن أقدم الصخور التي تظهر في منطقة الدراسة ترجع إلى ما قبل الكامبري، وهي تغطي الغالبية العظمى من مساحة منطقة الدراسة، حيث يمثل ٧٠٪ تقريباً من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية المكشوفة، إلا أن بها تنوعاً كبيراً، الأمر الذي انعكس أثره في اختلاف نوع الصخر ونظامه، وبالتالي على درجة استجابته لعوامل التشكيل المختلفة وخاصة التجوية الميكانيكية فتكونت أشكال متباينة في الخصائص المورفولوجية للرواسب الناتجة عن التفكك الميكانيكي من حيث الحجم والنوع، والتي يمكن توضيحها من الأقدم إلى الأحدث كما يلي^(١):

(١) تم قياس المساحات ببرنامج AutoCAD Map 3D.



(أ-١) مجموعة الصخور البركانية المتحولة، وتضم :

- **شست بركاني الأصل** : ويشمل شست التريموليت - أكتينوليت، وشست الكلوريت - بيوتيت، وشست الهورنبلند - بيوتيت، ويغطي الغالبية العظمى من منطقة الدراسة بمساحة ٥,٢٩٧ كم^٢ على الجانب الشرقي للطريق، و ٩,٨٥٢ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ١٥,١٤٩ كم^٢، بنسبة ٢٤,٩٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية، ويغطي النصف الشمالي من منطقة الدراسة، وخاصة بين مصبي وادي الكيد جنوباً والحرراء شمالاً.
- **بركانيات وسطية متحولة، وتشمل** : أنديزيت كتلي وأنديزيت به بلورات فلسبار، ويغطي مساحة ٢,٥١٢ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ١,٤٤٩ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٣,٩٦١ كم^٢، بنسبة ٦,٥٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتقع تقريباً شمال مصب وادي البدع.
- **بركانيات حمضية متحولة، وتضم** : ريوليت، وداسيت، وكوارتز بورفير، ويغطي مساحة ١,١٥٩ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ١,٥٥١ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٢,٧١٠ كم^٢، بنسبة ٤,٥٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتنتشر بمنطقة مصب وادي القبيلة.
- مجموعة من الفتات الناري والبركاني والطف والاجلوميرات وصخور عكارية طفيفة متورقة وكونجلوميرات وجريوالد، وتغطي مساحة ٢,٢٩ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ٢,٦٥٨ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٥,٥٨٧ كم^٢، بنسبة ٩,٢٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتقع في الجنوب بالقرب من المجرى الأدنى لمجرى وادي كيد.

(أ-٢) مجموعة الصخور القلوية الكلسية :

- عبارة عن كوارتز ديوريت متوسط إلى خشن الحبيبات وجرانوديوريت هورنبلندي - بيوتيي شليزية ومتورق جزئياً، عادة يحتوي مكثفات، ويغطي مساحة ١,٢٨٢ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ٣,٤٨٣ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٤,٧٦٥ كم^٢، بنسبة ٧,٨٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتقع في الوسط خاصة بين مصبي وادي البدع جنوباً ووادي القبيلة شمالاً.

(أ-٣) مجموعة صخور منطقة رحبة :

- أولفين هورنبند جابرو، خشن إلى متوسط الحبيبات، ويغطي مساحة ٠,٨٣٤ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ١,٥٧٩ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٢,٤١٣ كم^٢، بنسبة ٣,٩٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتقع شمال منطقة مصب وادي الحمراء.
- مونزورانيت خشن إلى متوسط الحبيبات يحتوي باللورات كبيرة موضعياً، متورق، ويغطي مساحة ١,٠٤٢ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ٤,٢٠٢ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٥,٢٤٤ كم^٢، بنسبة ٨,٦٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، ويقع في الجنوب بالقرب من منطقة مصب وادي كيد.

(أ-٤) مجموعة الصخور القلوية منطقة كاترين :

عبارة عن جرانيت قلوي خشن إلى متوسط الحبيبات قد يحتوي ريبكيت، ويغطي مساحة ١,٥٥٤ كم^٢ على الجانب الشرقي، ومساحة ١,٦٨٨ كم^٢ على الجانب الغربي، بإجمالي مساحة ٣,٢٤٢ كم^٢، بنسبة ٥,٣٪ من إجمالي مساحة التكوينات الجيولوجية بالمنطقة، ويقع في أقصى جنوب منطقة الدراسة.

(أ-٥) رواسب الزمن الرابع :

تمثل المساحة المتبقية والتي تغطي ٢٩,٣٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي عبارة عن خليط غير متجانس من الرواسب السطحية المفككة مثل الرمل والحصى والجلاميد المختلف الأحجام.

يتضح من الوصف والتحليل السابق باستثناء رواسب الزمن الرابع أن كل تكوين يتكون من عدة صخور مختلفة الصلابة، مع ملاحظة سيادة الصخور المتحولة عن أصل بركاني، (الشست، وفتات ناري وبركاني، وبركانيات حمضية ووسطية متحولة) بنسبة ٤٥,٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وبنسبة ٦٥٪ تقريباً من إجمالي مساحة التكوينات الصخرية، حيث كانت مصر مميزة في حقبة ما قبل الكامبري بمرحلة التحول، حيث كانت تمتاز بتحول ذو ضغط قليل بلغ ٤,٤ كيلوبار ودرجة حرارة عالية بلغت ٥٦٦ ° مئوية (Shallaly, 2006, p. 263)، وهو ما أدى إلى سيادة واضحة لصخور الشست، والفتات ناري، والمونزورانيت، وهي من الصخور ضعيفة المقاومة أمام عمليات التجوية بشكل كبير وخاصة الميكانيكية،

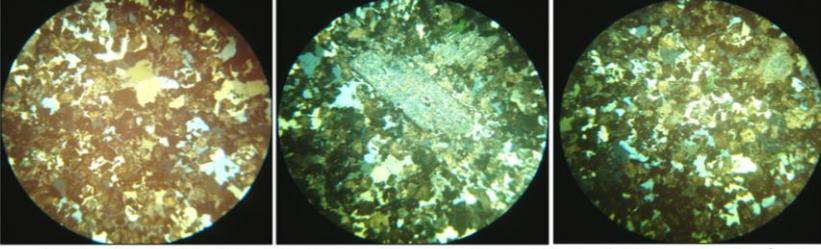
ساعد ذلك على تفككها تفتتها لتتكون رواسب غطاءات هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة (لوحة ٢).



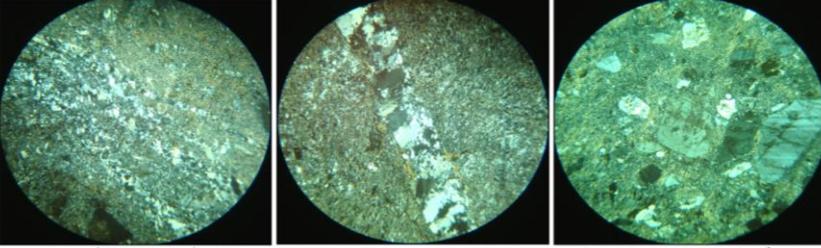
المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٢) : تنوع التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، وتأثرها بعمليات التجوية، مع انتشار مفتتات بأحجام مختلفة (هشيم المنحدرات) ناتجة عن عوامل الضعف الصخري.

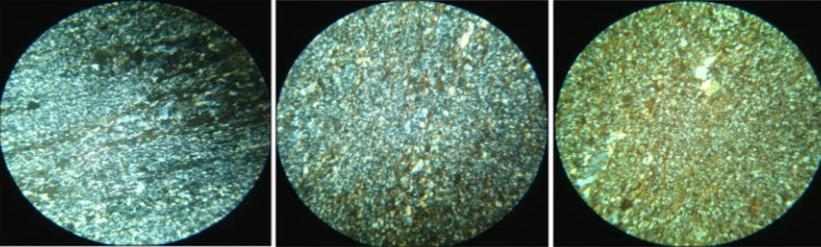
والجدير بالذكر أن الاعتماد على الخريطة الجيولوجية بهذا المقياس الصغير (١: ٥٠٠٠٠٠)، يعتبر تحليل عام، فهناك بلا شك اختلاف كبير في التكوين المعدني للصخر، واختلافات متعددة في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها، ومن ثم اعتمدت الدراسة على جمع وتحليل عينات الصخور من الدراسة الميدانية، وتحليلها عن طريق الميكروسكوب المستقطب (لوحة ٣).



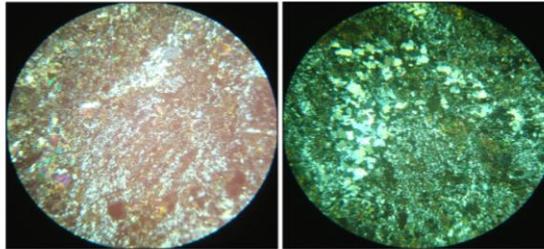
(الموقع ١): معادن من الكوارتز والبيوتيت والسيليكات حامضي التكوين والميكر وكلين، وتنتشر البلورات المتوسطة والكبيرة الحجم، مع حدوث تشوه في بلورات المعادن وخاصة الكوارتز بسبب التضغوط الناتج عن الحركات التكتونية، مما تسبب في تفتت المعادن، وانتشار الفجوات والثقوب.



(الموقع ٢): كوارتز وفينوكريستال،
(الموقع ٣): معادن من الكوارتز والميكا الدقيقة جداً، مع ملاحظة أن الكوارتز عبارة عن عروق سميكة، نسيجه متهرئ، نتيجة عملية التضغوط بسبب الحركات التكتونية، وعمليات التجوية.



(الموقع ٦): معادن من بلورات كبيرة الحجم من الكوارتز، مع وجود البيوتيت والميكا، والكوارتز يتأخذ صورة أحزمة عن طريق الضغط الشديد، وهذه الأحزمة تمثل ٢٥% مما يضعف الصخر بالتجوية.



(الموقع ٩): معادن من أوليفين مع بيروكسين، وبلورات دقيقة من الكوارتز، وانتشار البلورات المتضاعفة، وبعض المعادن متأثرة بعملية التجوية.

المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية بكلية العلوم جامعتي كفر الشيخ والأزهر (القاهرة) ٢٠١٧.

لوحة (٣/أ): التباين في التركيب المعدني للصخور بمنطقة الدراسة

(باستخدام الميكروسكوب المستقطب Thin-Section)



المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية بكلية العلوم جامعتي كفر الشيخ والأزهر ٢٠١٧.

لوحة (٣/ب): التباين في التركيب المعدني للصخور بمنطقة الدراسة

(باستخدام الميكروسكوب المستقطب Thin-Section)

وقد تبين من اللوحة (٣) ما يلي:

- وجود تباين كبير في المعادن المكونة لصخور منطقة الدراسة، ورصد أقل تباين بالموقع العاشر شمالاً، حيث يكوّن معدن الكوارتز الغالبية العظمى من الصخر، أما أعلى تباين فسجل في العديد من المواقع خاصة بالموقع الأول في الجنوب، إذ تتكون الصخور من معادن: الكوارتز، والبيوتيت، والميكروكلين، والموقع الثاني عشر في الشمال، حيث تتكون من الكوارتز، والأوليفين، والبلاجيوكلاز صودي، والمسكوفيت، والفلسبار، والبيوتيت، والميكروكلين.
 - يعد معدن الكوارتز أكثر المعادن وجوداً وانتشاراً بصخور منطقة الدراسة.
 - وجود تباين في حجم البلورات، حيث تنتشر البلورات المتوسطة والكبيرة الحجم بالموقع رقم (١)، وبلورات دقيقة بالموقع رقم (٦)، والكبيرة الحجم بالموقع رقم (٩).
 - تنتشر عروق من الكوارتز في أكثر من موقع مثل رقم (٣) ورقم (١٢).
 - يتخذ الكوارتز صورة أحزمة، وصلت نسبتها إلى ٢٥٪ من حجم الصخر بالموقع رقم (٦).
 - تأثرت المعادن المكونة لصخور منطقة الدراسة بالعوامل التكتونية، مما أدى إلى وجود تضغوط في نسيج المعادن، نتج عنه تشوه وخاصة بمعدن الكوارتز، ساعد ذلك على تفتت الصخر.
 - تأثرت جميع المعادن المكونة للصخور بمنطقة الدراسة بعمليات التجوية وخاصة الميكانيكية، والتي كان لها أثر كبير على إضعاف الصخر بسبب التباين في معدلات التمدد والنقلص، مما عمل على تشوه بلورات المعادن بسبب التضغوط الناتج عن الإجهادات الداخلية بينها، ساعد ذلك على انتشار الشروخ المتشابكة والثقوب والفجوات.
 - ساعد انتشار الفراغات (الثقوب والفجوات) على زيادة مسامية الصخر ومن ثم تكوين مسارات لعمل التجوية بأشكالها المختلفة، التي أدت إلى إضعاف الصخر.
 - نتج عن تشوه بلورات المعادن المكونة للصخور نتيجة التضغوط سواء عن طريق مظاهر الضعف المكتسبة أو الجيومورفولوجية انتشار العديد من الظواهر مثل التفتت والتقشر، التي ساعدت في تكوين رواسب هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة.
- ب- الخصائص البتروفيزيائية للصخور :

تُلب الخصاص البتروفيزيائية دوراً مهماً في تحديد مدى استجابة الصخور لعوامل التعرية وعمليات التجوية التي تتعرض لها هذه الوحدات، لذلك كان من الأهمية دراسة هذه الخصائص وتحديدها، وفيما يلي عرض لأهم هذه الخصائص:

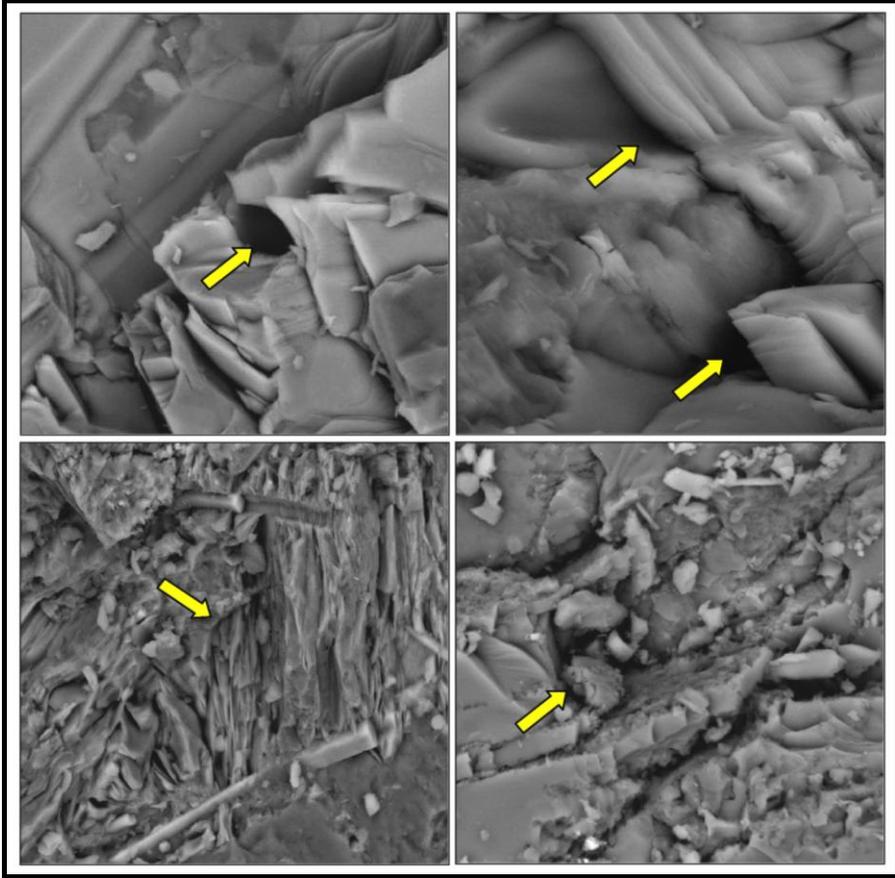
(ب-١) المسامية :

أثبتت التحاليل البتروفيزيائية لعينات الصخور المختارة وجود مسامية بالصخور النارية والمتحولة بمنطقة الدراسة (جدول ٢)، حيث تراوح المتوسط بين ٤,٠٩ و ٧,١٤٪، بمتوسط عام ٥,٨٩٪، وسجلت أعلى مسامية بالمواقع رقم ١، و ١٠، و ١٢، و ١٣، وتفسير ذلك يرجع إلى حدوث تشوه في بلورات المعادن، مثل: الكوارتز، والبيوتيت، والميكروكلين، والميكا، والبلاجيوكلاز، بسبب التضغوط الناتجة عن العمليات التكتونية، وعمليات التجوية وخاصة الميكانيكية، وهو ما أدى إلى انتشار الشروخ المتشابكة، وتفتت الصخر، مما نتج عنه انتشار الفجوات والتقوب، (لوحة ٤)، أما الصخور الأقل مسامية فسجلت بالموقع رقم ٩ غرب، لأن نسيج الصخور في هذه المنطقة ناضجة، ومن ثم فهو أقل تأثراً بعمليات التجوية، وبالتالي فهي خالية إلى حد ما من الفجوات والتقوب.

جدول (٢) : المسامية العامة (٪) بصخور منطقة الدراسة.

موقع العينة	نسبة المسامية (%)	موقع العينة	نسبة المسامية (%)
١ غرب	٧,٠٤	٩ غرب	٤,٠٩
٢ شرق	٥,١٢	١٠ شرق	٧,١١
٣ شرق	٥,٢٣	١٢	٧,١٤ شرق
٦ غرب	٦,١٢		٥,٣٣ غرب
٨ شرق	٦,٠٩	١٣	٧,١٢ شرق
٩ شرق	٥,١٨		٥,١٢ غرب
المتوسط		٥,٨٩	

المصدر: تم التحليل بمعامل الشركة العامة للبتترول ٢٠١٧.



المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية للمساحة الجيولوجية ٢٠١٧.

لوحة (٤) : انتشار المسامية الثانوية بصخور منطقة الدراسة (باستخدام الميكروسكوب الالكتروني)

كما تم الاعتماد على طريقة نبضات الأشعة فوق الصوتية Ultra Sonic Pulses للتأكد من نسبة المسامية داخل الصخور، حيث تعد هذه الطريقة من الطرق المهمة جداً في فحص أي فراغات، والموضح نتائجها بالجدول (٣): وقد تبين من تحليل الجدول ما يلي:
وجود تباين بسيط في سرعة الموجات فوق الصوتية بمنطقة الدراسة، حيث تراوح المتوسط بين ٢,٠٨ كم/الثانية في الجنوب و ٢,٦٤ كم/الثانية في الشمال، أما باقي العينات فتراوحت بين ٢,٠٩ و ٢,٥٨ كم/الثانية، بمتوسط عام بلغ ٢,٣٦ كم/الثانية، ويرجع وجود هذا التباين إلى سببين، وهما: درجة التجانس والتي تراوحت بين ١,٠ و

١،١٣، فكلما زاد التجانس داخل الصخر دل على المسامية المنخفضة، لتصبح أكثر مقاومة لعمليات التجوية، ورصد ذلك في ٥ مواقع ٢ منها شمال منطقة الدراسة و ٢ في الوسط، وواحدة في الجنوب، أما باقي العينات فهي قليلة التجانس، وبالتالي مقاومتها ضعيفة لعمليات التجوية، وهي صخور مجواة بالفعل، ورصدت في ٤ عينات في الشمال، و ٢ في الجنوب.

جدول (٣) : سرعة الموجات فوق الصوتية (CP كم/الثانية^(١)) بصخور منطقة الدراسة.

وصف التجانس ^(٢)	درجة التجانس CPI/CP2	المتوسط CP كم/الثانية	CP2 كم/الثانية	CP1 كم/الثانية	موقع العينة	
منخفض	١،١٣	٢،٠٨	١،٩٥	٢،٢٠	غرب	١
مرتفع	١،٠٠	٢،٥٨	٢،٥٧	٢،٥٨	شرق	٢
مرتفع	١،٠١	٢،٥٣	٢،٥١	٢،٥٤	شرق	٣
منخفض	١،١٣	٢،٠٩	١،٩٦	٢،٢١	غرب	٦
متوسط	١،٠٣	٢،٣٥	٢،٣١	٢،٣٨	شرق	٨
مرتفع	١،٠١	٢،٤٩	٢،٤٧	٢،٥٠	شرق	٩
مرتفع	١،٠١	٢،٥١	٢،٤٩	٢،٥٢	غرب	
منخفض	١،٠٦	٢،١٨	٢،١١	٢،٢٤	شرق	١٠
منخفض	١،١٠	٢،١١	٢،٠١	٢،٢١	شرق	١٢
متوسط	١،٠٢	٢،٥٣	٢،٥٠	٢،٥٥	غرب	
متوسط	١،٠٤	٢،٢٧	٢،٢٢	٢،٣١	شرق	١٣
مرتفع	١،٠١	٢،٦٤	٢،٦٣	٢،٦٥	غرب	
متوسط	١،٠٤	٢،٣٦	٢،٣١	٢،٤١	المتوسط	

المصدر: تم التحليل بمعمل كلية الهندسة، جامعة كفر الشيخ ٢٠١٧.

(١) CPI قياس سرعة الموجات فوق الصوتية في اتجاه معين، و CP2 قياس سرعة الموجات فوق الصوتية في اتجاه عمودي على الاتجاه السابق، أما درجة التجانس فهي قسمة قيمة السرعة في الاتجاه الأول على قيم السرعة في الاتجاه الثاني (العمودي على الاتجاه الأول).

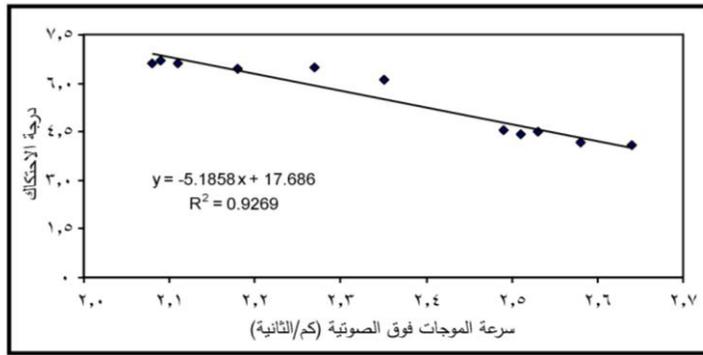
(٢) وصف التجانس: أقل من ١،٠٢ مرتفع، ١،٠٢ - ١،٠٥ متوسط، ١،٠٥ فأكثر منخفض التجانس.

أما السبب الثاني فهو درجة الاحتكاك الداخلي فقد لوحظ وجود تباين بين العينات أيضاً؛ حيث سجلت أقل قيمة في جنوب منطقة الدراسة حيث بلغت ٤,١ وأعلى قيمة في الشمال إذ بلغت ٦,٦، وهذا التوزيع منطقي حيث توجد علاقة عكسية قوية جداً بين سرعة الموجات فوق الصوتية ودرجة الاحتكاك حيث بلغت -٠,٩٦ (شكل ٦)، بمعنى أنه كلما قل الاحتكاك أي انخفاض درجة المسامية والفراغات، زادت سرعة الموجات فوق الصوتية، مما يدل على أن العينات أيضاً غير مجواه، وكذلك العكس، فكلما زادت الفجوات والفراغات، زادت درجة الاحتكاك، وانخفضت سرعة الموجات فوق الصوتية.

جدول (٤) : درجة الاحتكاك بصخور منطقة الدراسة.

موقع العينة	الاحتكاك الداخلي بالصخر	موقع العينة	الاحتكاك الداخلي بالصخر
١ غرب	٦,٦٠	٩ غرب	٤,٤١
٢ شرق	٤,١٧	١٠ شرق	٦,٤٣
٣ شرق	٤,٥١	١٢ شرق	٦,٦٠
٦ غرب	٦,٧٠		٤,٥٠
٨ شرق	٦,١١	١٣ شرق	٦,٥٠
٩ شرق	٤,٥٣		٤,١٠

المصدر: تم التحليل بمعمل كلية الهندسة، جامعة كفر الشيخ ٢٠١٧.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على جدول (٣ و ٤).

شكل (٦) : العلاقة بين سرعة الموجات فوق الصوتية

ودرجة الاحتكاك بصخور منطقة الدراسة.

والجدير بالذكر أن مسامية الصخور النارية والمتحولة شبه منعدمة، إلا إن النتائج سواء البتروفيزيائية أم الميكروسكوب الالكتروني الماسح والمستقطب أثبتت عكس ذلك، لأن المسامية هنا يطلق عليها مسامية ثانوية لم تتكون مع تكوين الصخر نفسه، ولكن من تأثير عمليات التجوية وتمدد مكونات الصخر بارتفاع الحرارة، لوجود علاقة متبادلة بينهما، فكلهما يؤثران في بعضهما البعض. وللتأكد من ذلك تم تحليل ١١ عينة لمعرفة مدى استجابة الصخر للتجوية وعلاقة ذلك بالمسامية، (جدول ٥)، وتم تصنيفها بناء على المعيار الذي وضعه Yu and Oguchi, 2010 والموضح بالملحق (١)، وكانت النتائج كالتالي:

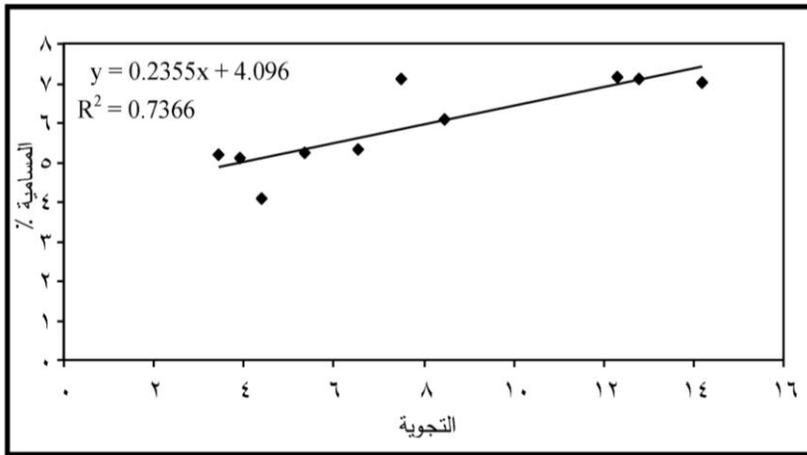
جدول (٥) : درجة استجابة الصخور للتجوية بمنطقة الدراسة.

الموقع	درجة الاستجابة	الوصف	الموقع	درجة الاستجابة	الوصف
١	١٤,١٨	يستجيب للتجوية بدرجة عالية	١٠	١٢,٧٩	يستجيب للتجوية بدرجة عالية
٢	٣,٩١	مقاوم للتجوية	١٢	١٢,٢٩	يستجيب للتجوية بدرجة عالية
٣	٥,٣٧	مقاوم للتجوية		٦,٥٥	يستجيب للتجوية
٨	٨,٤٨	يستجيب للتجوية	١٣	٧,٥١	يستجيب للتجوية
٩	٣,٤٢	مقاوم للتجوية		٣,٩١	مقاوم للتجوية
٩	٤,٤٠	مقاوم للتجوية	المتوسط	٧,٥٣	يستجيب للتجوية

المصدر: تم التحليل بمعامل الشركة العامة للبترول ٢٠١٧.

يتضح من الجدول وجود تباين بين صخور منطقة الدراسة في درجة الاستجابة لعمليات التجوية حيث تراوحت بين ٣,٩١ و ١٤,١٨، أي بين صخور مقاومة للتجوية والتي رصدت بخمس عينات بنسبة ١٩٪ تقريباً، وصخور تستجيب لعمليات التجوية بدرجة عالية بثلاث عينات، أما باقي العينات فهناك استجابة للتجوية، وبصفة عامة فإن صخور منطقة الدراسة تستجيب للتجوية، حيث بلغ المتوسط العام ٧,٥٣، ويرجع ذلك لزيادة درجة المسامية الكلية بالصخور، حيث توجد علاقة طرية قوية، بلغت ٠,٨٥ (شكل ٧). وقد لوحظ تساوي

المسامية الكلية في بعض عينات الصخور تقريباً، ولكنها تختلف في درجة استجابتهم للتجوية، وتفسير ذلك مرتبط بالتباين في أقطار المسام داخل مركب الصخر نفسه، حيث تبين من جدول (٦) وشكل (٨)، أن الصخور التي تسود بها مسامية تزيد أقطارها على ٥ ميكرون تقل استجابة الصخر لعوامل التجوية، حيث زادت نسبتها على ٥٠٪ في العينات المقاومة لعمليات للتجوية، أما في حالة سيادة الأقطار التي تتراوح بين ٠,١ و ٠,٥ ميكرون وبين ١,٠ و ٢,٥ ميكرون تكون استجابة الصخور لعمليات التجوية متوسطة، أما بالنسبة للعينات التي كانت استجابتها لعمليات التجوية عالية كانت الأقطار السائدة هي التي تتراوح بين ٠,١ و ٠,٥ ميكرون، وبين ٢,٥ و ٥,٠ ميكرون، نستنتج من ذلك أن العبرة ليست بتساوي المسامية بصفة عامة ولا بزيادة حجم أقطار المسام، ولكن يمكن الوصول إلى قاعدة عامة بمنطقة الدراسة وهي إذا كانت الأقطار السائدة بالصخور النارية والمتحولة تتراوح بين ٠,١ و ٥,٠ ميكرون، فإن استجابة الصخر للتجوية تكون عالية والعكس صحيح.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على جدول (٢ و ٥).

شكل (٧) : العلاقة بين المسامية ودرجة استجابة الصخور

لعمليات التجوية بمنطقة الدراسة.

جدول (٦) : نسبة أقطار المسام (%) بصخور منطقة الدراسة.

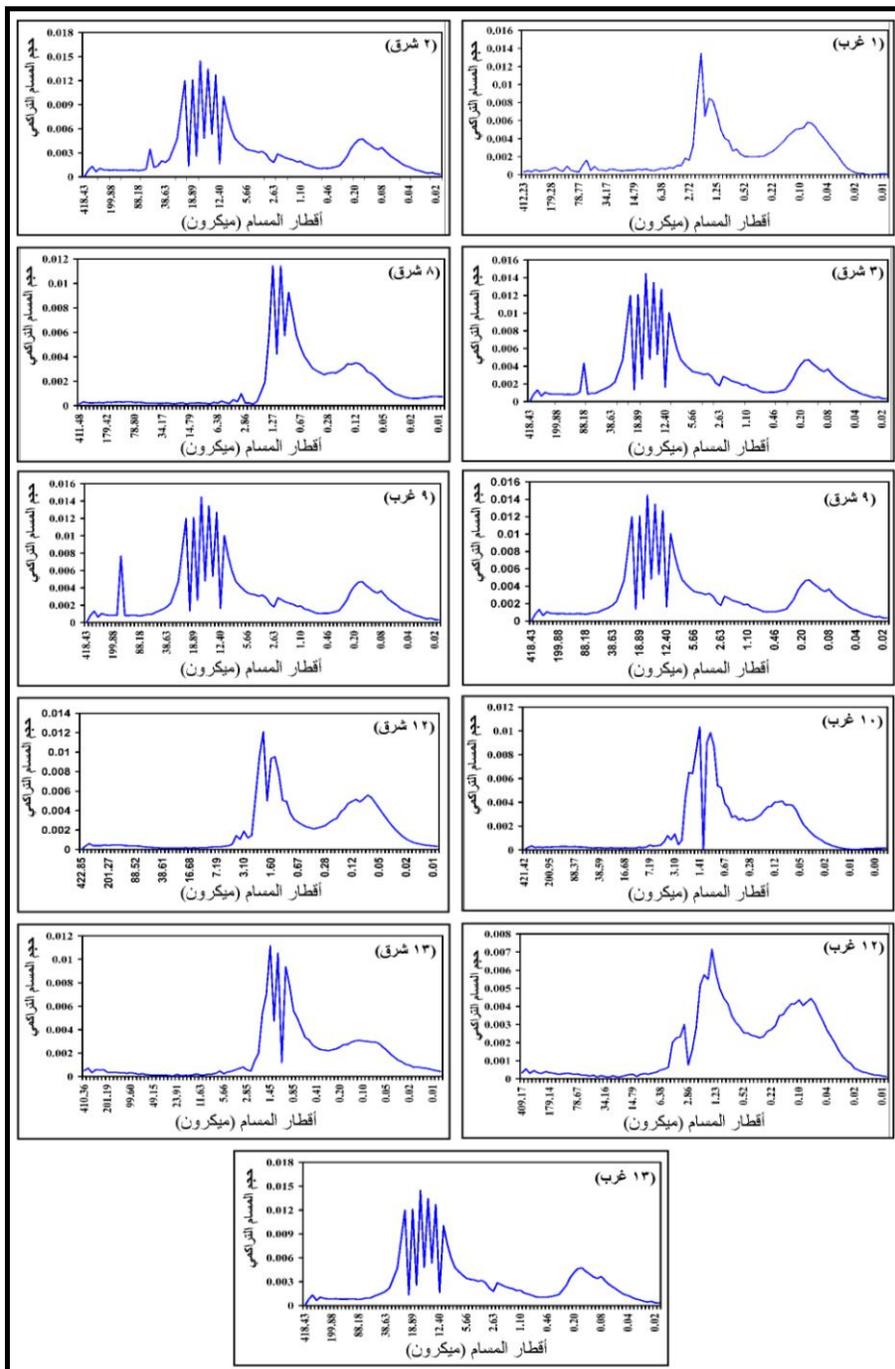
الموقع	القطر (ميكرون)	٠.٥-١.٠	١.٠-٢.٠	٢.٠-٣.٠	٣.٠-٤.٠	٤.٠-٥.٠	٥.٠-٦.٠	٦.٠-٧.٠	٧.٠-٨.٠	٨.٠-٩.٠	٩.٠-١٠.٠	أكثر		
													غرب	شرق
١	غرب	٠,٦٣	٨,٠٦	٣٢,٣٣	٥,٣٩	١٥,٧٣	٢٦,٩٦	١٠,٩١						
٢	شرق	٤,٠٩	٦,٦٨	١٤,٨٣	٣,٦٥	٥,٤٣	٧,٥٥	٥٧,٧٨						
٣	شرق	٣,٩٣	٤,٥٣	١٤,١١	٣,٦٨	٦,١	٧,٢٧	٦٠,٣٦						
٨	شرق	١٠,٤٩	٩,٤٤	٢٥,٠٨	٢٢,٤٩	٢٧,١٠	١,٥٥	٣,٨٥						
٩	شرق	٤,٠٦	٦,٦٤	١٤,٧٧	٣,٣	٦,١٥	٧,٥٢	٥٧,٥٤						
	غرب	٣,٧١	٦,٣٤	١٣,٢	٢,٨٨	٥,٧٩	٧,٠٠	٦١,٠٤						
١٠	شرق	٧,٤٢	١٣,٧٢	٢٣,٢١	٢٢,٠٦	٢٧,٠٧	٣,٤٢	٣,١١						
١٢	شرق	٤,٠٤	٦,٩١	٣٢,٤٢	٥,٩٦	١٦,٩٦	٢٦,٦٦	٧,٠٧						
	غرب	١١,٢٥	١٥,٧٣	٢٤,٩١	١٣,٠٤	٢٣,٤٨	٧,٩٤	٣,٦٥						
١٣	شرق	١٠,٥٥	١١,٠	٢١,٣٣	١٨,٤٢	٣٣,٤٧	٢,٢٤	٢,٩٩						
	غرب	١,٧	٢,٣٨	١٨,٨٩	٣,٠٤	٣,٩٦	٤,٧١	٦٥,٣٢						

المصدر: تم التحليل بمعامل الشركة العامة للبترول ٢٠١٧.

(ب-٢) الكثافة النوعية :

تتوقف كثافة الصخور على المعادن المكونة لها وتركيبها الكيميائي والبللوري، كما تتغير بتغير درجة الحرارة والضغط والمسببتان لما يحدثانه من تمدد وانكماش في الوحدة البنائية للصخر (الحمصاني، ٢٠٠٧، ص ١٠٣).

وقد تبين من تحليل الجدول (٧) أن الكثافة النوعية العامة للصخور أقل من كثافة الحبيبات، حيث بلغ المتوسط ٣,٢٤ و ٣,٣٣ على الترتيب، وهذا طبيعي، لأن الكثافة العامة تشمل الحبيبات والمادة اللاصقة، ولأن صخور منطقة الدراسة نارية ومنحولة فالمادة اللاصقة شبه منعقدة، وهو السبب الرئيس في تقارب الكثافة النوعية إلى حد ما بين الكثافة العامة وكثافة الحبيبات.



المصدر: تم التحليل بمعامل الشركة العامة للبترول ٢٠١٧.

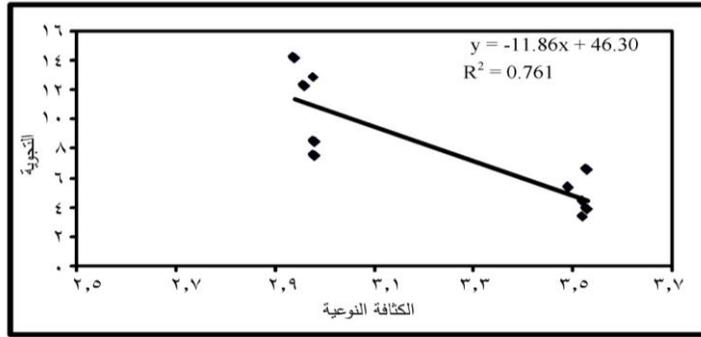
شكل (٨) : نسبة أقطار مسام الصخور بمنطقة الدراسة.

جدول (٧) : الكثافة النوعية لصخور منطقة الدراسة.

الموقع	الكثافة النوعية العامة	الكثافة النوعية للحبيبات
١ غرب	٢,٩٤	٣,٠٢
٢ شرق	٣,٥٣	٣,٥٤
٣ شرق	٣,٤٩	٣,٥٠
٦ غرب	٢,٩٦	٣,٠٠
٨ شرق	٢,٩٨	٣,١٦
٩	٣,٥٢	٣,٧٦
	٣,٥٢	٣,٥٢
١٠ شرق	٢,٩٨	٣,٠٣
١٢	٢,٩٦	٣,٠١
	٣,٥٣	٣,٧١
١٣	٢,٩٨	٣,٠١
	٣,٥٣	٣,٧٥
المتوسط	٣,٢٤	٣,٣٣

المصدر: تم التحليل بمعامل كلية الهندسة ٢٠١٧.

كما تبين من تحليل الجدول أن الكثافة العامة الأقل من ٣,٠ سجلت في ٦ عينات بنسبة ٥٠٪ من إجمالي عدد العينات وهي تصنف ضمن الصخور متوسطة الكثافة، وتتمثل في صخور المونوزوجرانيت في الجنوب، والشست في الوسط، والألفين في الشمال، والمعادن السائدة في تلك الصخور بناءً على تحليل الميكروسكوب المستقطب تشمل الكوارتز والميكروكلين، والبلاجيوكلاز صودي، وأليفين مع بيروكسين، ومن ثم تستجيب هذه الصخور لعوامل التعرية وعمليات التجوية أكثر من العينات الأخرى التي تزيد بها الكثافة النوعية على ٣,٠، حيث توجد علاقة عكسية قوية جداً بين الكثافة ودرجة استجابة الصخر للتجوية، حيث بلغت -٠,٨٧ (شكل ٩)، فكلما انخفضت الكثافة زادت استجابة الصخر لعوامل التعرية وعمليات التجوية، وبناءً عليه من السهل أن يتفكك ويتفتت الصخر، ليكوّن في النهاية هشيم المنحدرات.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على جدول (٥ و ٧).

شكل (٩) : العلاقة بين الكثافة النوعية ودرجة استجابة الصخور لعمليات التجوية بمنطقة الدراسة

٢) مظاهر الضعف المكتسبة بمنطقة الدراسة :

تنشأ مظاهر الضعف المكتسبة التي تزيد أو تنقص من ضعف الصخر نتيجة تأثره وتفاعله بالظروف البيئية المحيطة به بعد تشكله، وتتمثل هذه المظاهر بوجود الفواصل والشقوق وسطوح الطبقات الصخرية واختلاف سمكها (سلامة، ١٩٨٣، ص ١٠)، والتي يمكن دراستها بالشكل التالي:

أ- الفواصل والشقوق :

يشير هولمز (1992) Holmes إلى أن الصخور كلها بلا استثناء تنتشر بها الفواصل وأضاف بان هذه الفواصل قد تأخذ شكلاً أفقياً أو رأسياً أو مائلاً، وقد تمتد الفواصل بضعة ملليمترات، وقد يتجاوز طولها مئات الأمتار (Holmes, 1992, p. 103). وتظهر أهمية الفواصل والشقوق في تأثيرها على الطريقة التي تتفكك وتتفتت بها الصخور، مما يعمل على نشأة هشيم المنحدرات. وتتباين خصائص الفواصل والشقوق بمنطقة الدراسة (جدول ٨)، والتي يمكن توضيحها كالتالي:

تبين من الدراسة الميدانية كثرة الفواصل والشقوق بتكوينات منطقة الدراسة، وخاصة بصخور الجرانيت والشست (لوحة ٥)، وتتسم الفواصل والشقوق بصفة عامة بوجود اتجاهات متعددة ما عدا أقصى شمال منطقة الدراسة فتأخذ الفواصل اتجاهين فقط إما رأسياً أو أفقياً أو الاثنين معاً وهو الغالب ودرجة التقاطع محدود إلى متوسط، ومن ثم تنتشر ظاهرة التفتت

الحبيبي أكثر من التفلق والانفصال الكتلي، مما ساعد على تكوين رواسب ناعمة أسفل المنحدرات (مخاريط الهشيم)، وبالنسبة لجنوب المنطقة فالاتجاهات متعددة ولكن درجة التقاطع متوسطة، وهو ما أدى إلى وجود بعض المفتتات كبيرة الحجم مع المفتتات الناعمة، بسبب انتشار ظاهرتي التفتت والانفصال الكتلي، وهو ما أدى إلى زيادة حجم الكتل المتفككة، مما نتج عنه زيادة انحدار أسطح المنحدرات، أما وسط منطقة الدراسة فتتسم بوجود الاتجاهات المتعددة والكثافة العالية، وهذه الزيادة مع تقارب المسافات بينها عمل على زيادة دور التجوية، نتج عنه تكوين المفتتات متوسطة وصغيرة الحجم، ومن ثم زيادة كميات الهشيم أسفل و على المنحدرات نفسها.

وقد تبين من الدراسة الميدانية وجود مواضع كثيرة تختلف عن ذلك حيث تنتشر بها الفواصل والشقوق بكثافة منخفضة ودرجة تقاطعها محدودة، إلا إنها أدت إلى تكوين أحجام كبيرة من المفتتات، ويرجع ذلك إلى سببين بمنطقة الدراسة، السبب الأول هو زيادة عمق هذه الفواصل، حيث توجد علاقة ارتباط طردية بين عمق وبعد المسافات بين الفواصل والشقوق وبين الأحجام الناتجة عن تطور هذه الفواصل والشقوق، فالفواصل والشقوق المتباعدة العميقة تنتج كتلا ذات أحجام كبيرة، وتقل هذه الأحجام تدريجياً كنتيجة مباشرة لقرب سطحية الشقوق والفواصل كما هو سائد بمنطقة الدراسة (لوحة ٥).

جدول (٨) : الخصائص العامة للفواصل والشقوق بمنطقة الدراسة.

الموقع	الكثافة	الاتجاهات	درجة التقاطع	الموقع	الكثافة	الاتجاهات	درجة التقاطع
١	كثيفة	متعددة	متوسطة	٨	كثيفة	متعددة	عالية
٢	متوسطة	متعددة	متوسطة	٩	متوسطة	متعددة	متوسطة
٣	متوسطة	متعددة	عالية	١٠	كثيفة	متعددة	عالية
٤	متوسطة	متعددة	عالية	١١	كثيفة	متعددة	عالية
٥	متوسطة	متعددة	متوسطة	١٢	متوسطة	رأسية وأفقية	متوسطة
٦	كثيفة	متعددة	عالية	١٣	متوسطة	رأسية وأفقية	محدودة
٧	كثيفة	متعددة	عالية				

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠١٧.



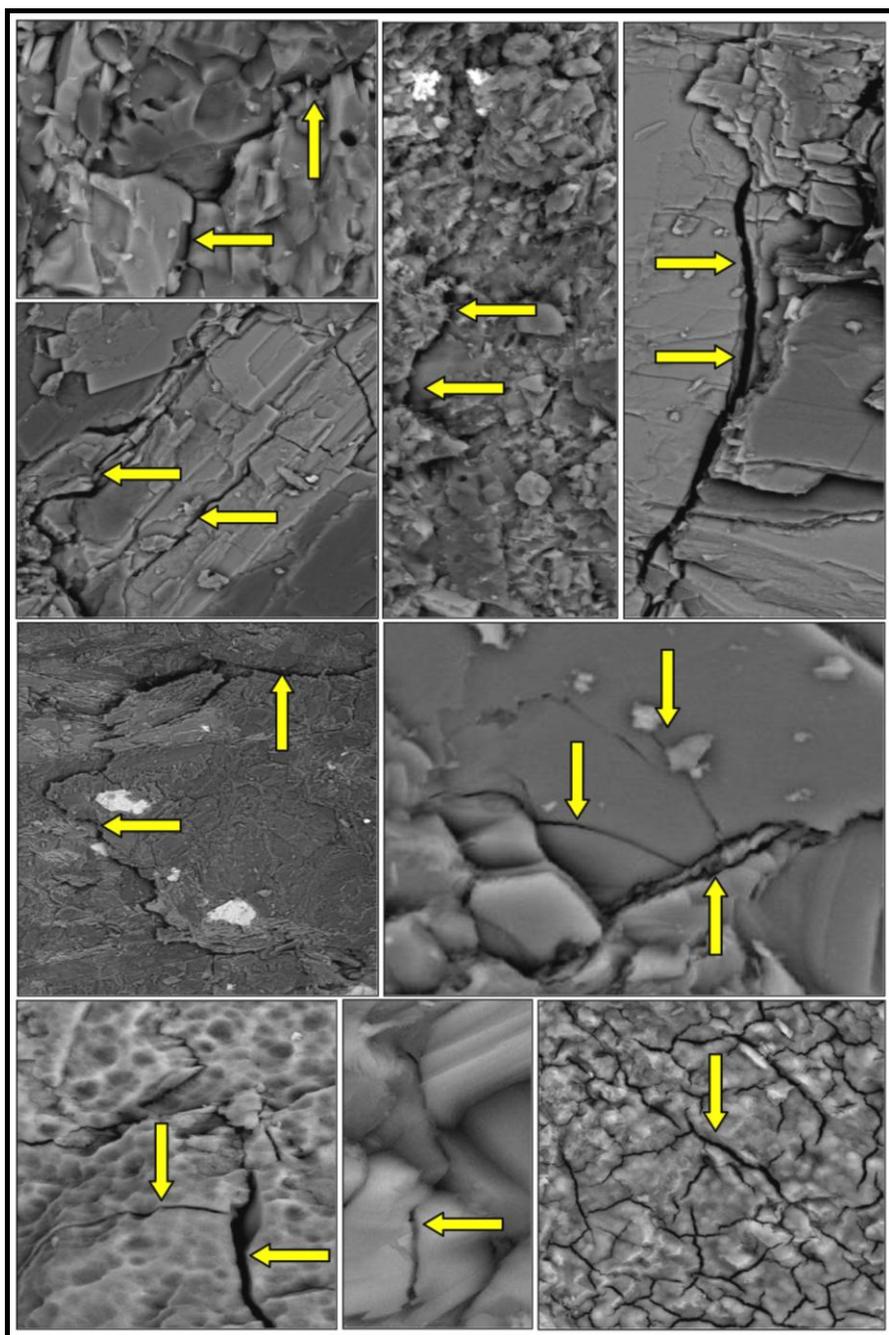
المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٥) : انتشار الفواصل والشقوق بصخور منطقة الدراسة.

أما السبب الثاني فهو تأثير عامل الانحدار على حجم المفتتات، فمع زيادة درجة الانحدار وانتشار الفواصل والشقوق المتقاطعة، فإنها تساعد على عملية تساقط الكتل الصخرية والتي تزيد من أحجام المفتتات وبشكل كبير، أما إذا كانت متوسطة فإن ذلك يساعد على تكوين مفتتات ذات أحجام صغيرة تتراكم على سطح المنحدر، لتكون غطاءات من هشيم المنحدرات كما هو منتشر بالفعل بوسط منطقة الدراسة تقريباً.

وقد تم عمل تحليل لعينات الصخور عن طريق الميكروسكوب الإلكتروني الماسح والمستقطب لدراسة الشروخ الدقيقة داخل الصخر وهي غير سطحية، والتي لها تأثير مباشر على إضعاف الصخر عن طريق تفتته أو تقشره (حيث تساعد على انتشار ظاهرة التفتت الحبيبي)، أو تأثير غير مباشر حيث يؤدي انتشار الشروخ إلى زيادة مسامية الصخر ومن ثم تكوين مسارات لعمل التجوية بأشكالها المختلفة، التي تؤدي إلى إضعاف الصخر، وقد تبين من لوحة (٦) ما يلي:

- انتشار العديد من الشروخ الناتجة عن التجوية الميكانيكية والحركات التكتونية بجميع عينات الصخور التي تم تحليلها، والتي تتراوح ما بين دقيقة ومتوسطة، وخاصة بمعادن البيوتيت، وعبر بللورات الكوارتز، والميكا، والكاولين.
- انتشار الشروخ الكبيرة بعينات الصخور، حيث تتسم بأنها طويلة وأكثر تعمقاً ومنتسعة، وخاصة عبر حواف بللورات الصخور، وعبر مستويات ضعف الميكا، مكونة مسام ثانوية كبيرة، ومسارات للتجوية، تساعد على تفتت الصخر في مراحل تالية.
- تتسم الشروخ بأنها تأخذ إما شكل طولي أو متعرج، كما أنها تتقاطع مع بعضها البعض بشكل عشوائي، أو متعامد بسبب عمليات التجوية الميكانيكية، وخاصة بصخور الشست وسط منطقة الدراسة.



المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية للمساحة الجيولوجية ٢٠١٧.

لوحة (٦) : نماذج من الشروخ الدقيقة داخل المكون الصخري بمنطقة الدراسة
(باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني)

ب- التورق :

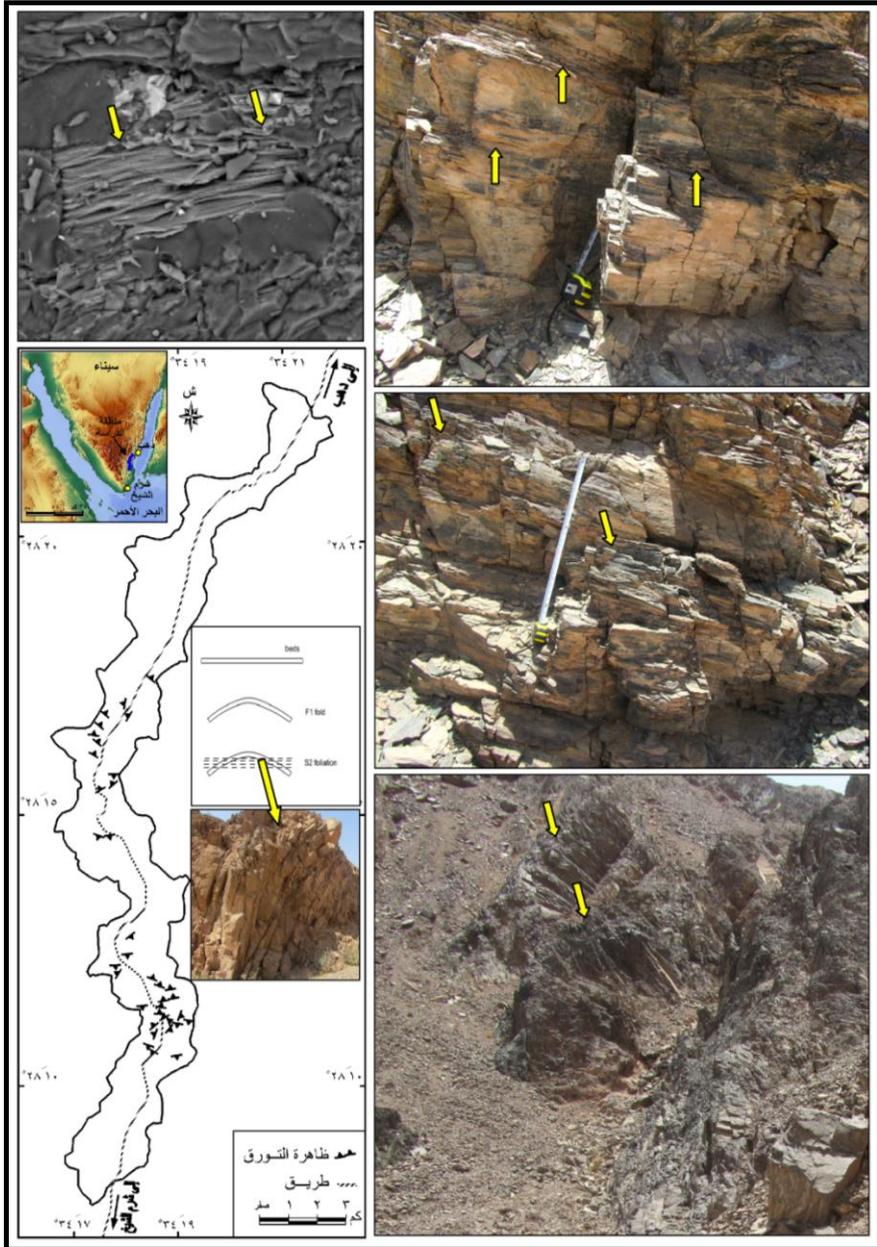
التورق الثانوي هو النوع السائد بصخور منطقة الدراسة، حيث يظهر بعد تكوينه، إذا ما تعرض لعملية تشوه Deformation، والتي ينجم عنها ظهور الحبيبات المعدنية بموازاة بعضها البعض بفعل عملية دوران أو إعادة تبلور، لتتحدد بذلك أسطح التورق (هميمي، ٢٠٠٦، ص ١٦٣).

وقد تبين من الشكل (١٠) والدراسة الميدانية، أن درجة تورق الصخور بمنطقة الدراسة عالية جداً، لأن المسافة الفاصلة بين مستوياته صغيرة، مع انتشار التورق الموازي، والذي ينشأ عادة في الوحدات الصخرية دقيقة التحبب عندما يحدث لها التواء. وقد رصدت الدراسة الميدانية انتشار التورق بصخور الشست، ويرجع ذلك إلى تكون صخر الشست عبارة عن صفائح رقيقة تحصر فيما بينها حبيبات دقيقة متبلورة من معادن أخرى مثل الكوارتز، ويعرف التورق في هذه الصخور باسم النسيج الشستي (Mibei, 2014, p.5).

ورصدت هذه الظاهرة بمنطقة الدراسة في أماكن كثيرة وخاصة شرق طريق شرم الشيخ دهب، حيث رصدت بالمنطقة بين مصبي وادي الصماء ووادي القبيلة، وتقع على جانبي الطريق، وخاصة في وسط منطقة الدراسة تقريباً بالمنطقة الواقعة قرب مصب وادي كيد، أما الجزء الشمالي فتقل كثافة الصخور المتورقة، حتى تتعدم تقريباً في أقصى شمال منطقة الدراسة، وساعد انتشار التورق على انتشار الشرائح المنفصلة من صخور الشست على شكل مستطيلات، مع انتشار ظاهرة التفتت الحبيبي عبر مستويات التورق بسبب نشاط عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية (تغير لون الشست إلى اللون الغامق)، كما تبين من التصوير بالميكروسكوب الإلكتروني لبعض عينات الصخور وجود تورق داخلي منتشر في العديد من عينات الصخور مع وجود تكرارية لمستويات التورق، ومن ثم فإن صخور منطقة الدراسة من الصخور التي يصبح لها استجابة عالية للحركات التكتونية ولعوامل التعرية والتجوية ومن ثم فهي تعد نقاط ضعف بالصخور، تساعد على تفتتها لتكون هشيم المنحدرات.

٣) عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة :

تضم هذه المجموعة العوامل الجيومورفولوجية غير الصخرية التي تعمل على إضعاف الصخر، أو على زيادة ضعفه بسبب طبيعة نشاطها الذي يختلف زماناً ومكاناً حسب الظروف البيئية السائدة، وتتمثل في العوامل البنوية والمناخية والنباتية في إضعاف الصخور (سلامة، ١٩٨٣، ص ١٩). ويمكن توضيح ذلك على النحو التالي:

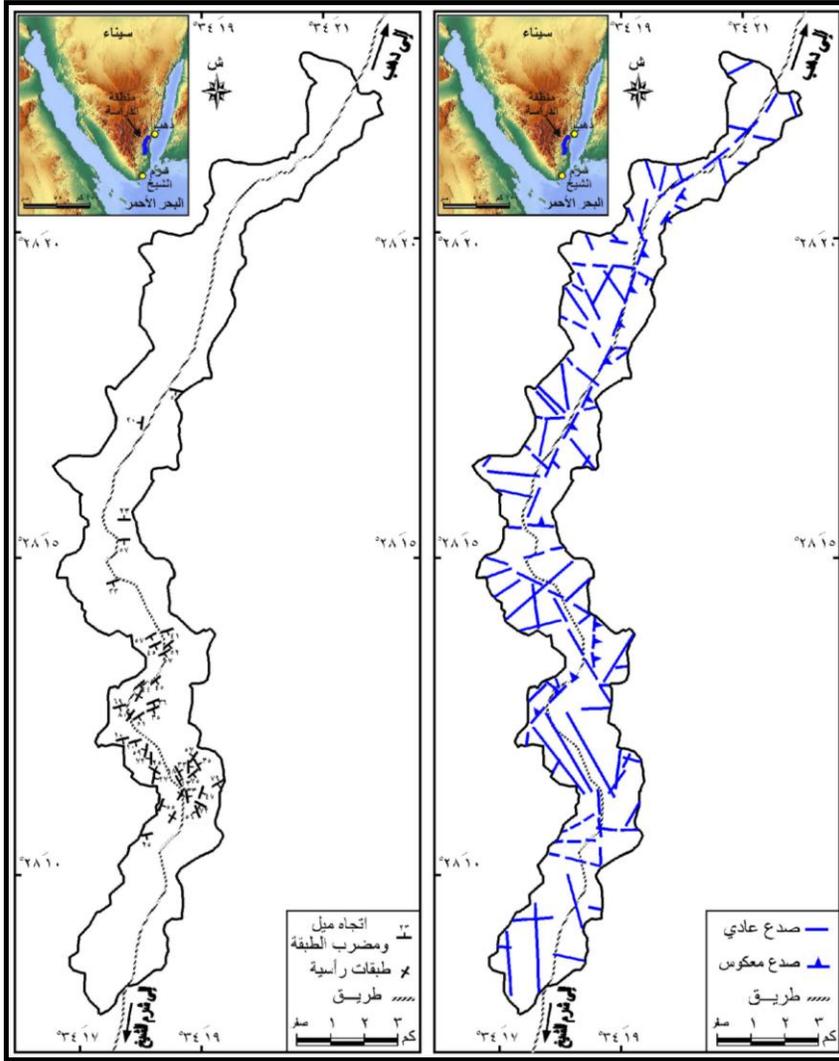


المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧، والميكروسكوب الالكتروني ٢٠١٧ بمعامل المساحة الجيولوجية، Fowler, et al., 2010, p.536 و

شكل (١٠) : التوزيع الجغرافي لمواقع الصخور المتورقة بمنطقة الدراسة، مع وجود بعض الصور الفوتوغرافية والميكروسكوب الالكتروني التي توضح وجود تورق ثانوي شديد في صخور الشست وخاصة المنتشرة في وسط منطقة الدراسة شرق الطريق.

أ- الصدوع :

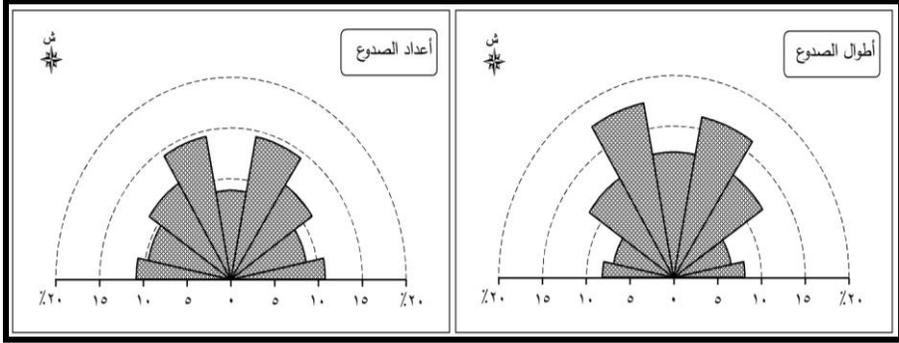
تعد الصدوع بمثابة مناطق ضعف جيولوجية، حيث تعمل على نشاط عمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية بالصخور، وبذلك تسهم في نشأة وتطور هشيم المنحدرات. ويوضح الشكلين (١١ و ١٢) أنواع وعناصر الصدوع بمنطقة الدراسة.



المصدر: الخريطة الجيولوجية لسيناء، مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠، لوحة ١، الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية

والثروة المعدنية، عام ١٩٩٤، وAbdelaziz, 1991, p.159 وFowler, et al., 2010, p.535

شكل (١١) : أنواع وعناصر الصدوع بمنطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على شكل (١١) باستخدام برنامج Auto Cad Map3D
شكل (١٢) : اتجاهات وأعداد الصدوع وأطوالها بمنطقة الدراسة.

يتضح من تحليل الشكلين اختراق عدد كبير من الصدوع منطقة الدراسة، بعضها مواز لخليج العقبة وبعضها مواز لخليج السويس، وهذه الصدوع ليست جميعها من النوع الذي صاحب تكوين الخليجيين في الزمن الثالث، ولكن الكثير منها قديم يرجع إلى فترات ما قبل عصر الكريتاسي (علام، ١٩٩٢، ص١٧)، ولكن بصفة عامة نجد أن الصدوع في إقليم خليج العقبة تأخذ محاور مختلفة (التركمانى، ١٩٨٨، ص٤٢)، كما تبين وجود تباين كبير في الخصائص الكمية للصدوع، حيث يلاحظ أنها متعددة الاتجاهات ومختلفة الأطوال، إذ تبين الآتي:

بلغت أعداد الصدوع بمنطقة الدراسة ١٢٥ صدعاً، بطول ٩٤,٣ كم، والاتجاه السائد بمنطقة الدراسة شرق - غرب، حيث بلغت أعداد الصدوع التي تأخذ نفس الاتجاه ٢٧ صدعاً بنسبة ٢١,٦٪، يليه اتجاه شمال شمال شرق . جنوب جنوب غرب، وجنوب جنوب شرق - شمال شمال غرب، فبلغت أعداد الصدوع التي تأخذ هذان الاتجاهان ١٨ صدعاً لكل منهما بنسبة ١٤,٤٪ من إجمالي أعداد الصدوع بمنطقة الدراسة.

تبين من أطوال الصدوع أن الاتجاهات السائدة في أعداد الصدوع هي الاتجاهات نفسها في أطوال الصدوع، حيث بلغت نسبة اتجاه شرق - غرب ١٦,٣٪، واتجاه شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب، وجنوب جنوب شرق - شمال شمال غرب ١٦,٢٪ و ١٧,٦٪ من إجمالي أعداد الصدوع بمنطقة الدراسة على الترتيب.

وقد تراوحت زاوية الميل بين ٥ و ٨٠ درجة، لعدد ٣٥ صدع، ١٤ منها تقل درجة الميل عن ٤٠ درجة، والباقي يتراوح بين ٥ و ٣٦ درجة.

كما انتشرت بمنطقة الدراسة نوع آخر من الصدوع وهو الصدع النائم وهو نوع من الصدوع العكسية التي صاحبها تحركات وانتقالات صخرية عظيمة، ففي هذا النوع من الصدوع يزحف الحائط المعلق فوق صخور الحائط الأساسي على طول سطح يسمى سطح الزحف Thrust Surface (جودة، ٢٠٠٠، ص ٢٧٤). وتوجد هذه الصدوع الزاحفة بكثرة بالنصف الشمالي من منطقة الدراسة مع امتداد طريق شرم الشيخ دهب، والمتمثل بمجرى وادي ملحج، وفي الوسط تقريباً عند منطقة مصب وادي البدع، وتنتشر شرق وغرب الطريق. وقد لوحظ وجود طبقات رأسية تنتشر بمنطقة الدراسة (شكل ١١)، حيث رصد طبقة رأسية بمنطقة مصب وادي الصماء على الجانب الغربي، والثانية على الجانب الشرقي، والثالثة بمنطقة مصب وادي البدع على الجانب الشرقي.

وبناءً على التحليل السابق فإن الصدوع لها تأثير كبير على منحدرات منطقة الدراسة، لأن الاتجاهات السائدة هي اتجاهات عمودية على الطريق بمعنى أنها عملت على تقطيع الحافات على جانبي الطريق، مما جعلها مهيأة لعمليات التجوية والتعرية. كما أدت الصدوع إلى شيوع الواجهات الحرة أو الجروف على قطاعات واجهة الميل الصدعية الناشئة، وتكوين مخاريط الهشيم عند حضيضها.

ب- العوامل المناخية :

• درجة الحرارة :

يعتبر عنصر الحرارة من أهم عوامل أضعاف الصخر، حيث تحدد درجة الحرارة نوع وشدة عمليات التجوية المختلفة وخاصة الميكانيكية، إذ تتعرض الحبيبات المعدنية والأسطح الصخرية إلى التفتت والتشقق والتقشر بسبب الاختلافات الحرارية اليومية الشديدة، وما تؤدي إليه من تفاوت في معدلات التمدد والتقلص المعدني في مستويات التباين، إذ ينحصر التغير الحراري في الطبقة السطحية دون الطبقة السفلي ذلك لضعف درجة التوصيل الحراري للصخور، ومن ثم يحدث ضغط واجهادات داخلية بينها (العجيلي، ٢٠١٤، ص ٣٧٣). وفيما يلي دراسة لأهم خصائص الحرارة المؤثرة على الصخور بمنطقة الدراسة مثل المدى الحراري والسطوع الشمسي (جدول ٩ و ١٠ و ١١) على النحو التالي:

جدول (٩) : المدى الحراري بمحطة شرم الشيخ ١٩٨٢-٢٠١٠.

الشهر	درجة الحرارة	الشهر	درجة الحرارة
ديسمبر	٨,٢	يونيو	١٠,٦
يناير	٨,٥	يوليو	١٠,٧
فبراير	٨,٨	أغسطس	٩,٦
فصل الشتاء	٨,٥	فصل الصيف	١٠,٣
مارس	٩,١	سبتمبر	٩,١
ابريل	٩,٨	أكتوبر	٨,٢
مايو	١٠,٤	نوفمبر	٨,٣
فصل الربيع	٩,٨	فصل الخريف	٨,٥
المدى السنوي ٩,٣			

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة.

يتضح من تحليل الجدول (٩) ما يلي:

ارتفاع المدى الحراري بمنطقة الدراسة، فلم يقل عن ٨,٢ درجة، وذلك في شهري ديسمبر وأكتوبر، في حين بلغ أكبر مدى ١٠,٧ درجة، بمعدل سنوي ٩,٣ درجة. مع ملاحظة أن أعلى درجة حرارة سجلت بمنطقة الدراسة بلغت ٤٦,٨ ° مئوية بتاريخ ٢٢/٦/٢٠١٠، أما أدنى درجة حرارة صغرى سجلت بمنطقة الدراسة ٦,٧ ° مئوية بتاريخ ٣/١/١٩٩٢ خلال المدة من عام ١٩٧٦ إلى عام ٢٠١٠ (سلامة، ٢٠١٦، ص ص ١١٥-١١٧)، بفارق بلغ ٤٠,١ ° مئوية.

كما تبين من تحليل جدول (١٠) ارتفاع المعدل الفصلي للسطوع الشمسي بمنطقة الدراسة، فلم يقل عن ٨,٥ ساعة/اليوم، وذلك في فصل الشتاء، في حين بلغ أكبر معدل ١٢,٣ ساعة/اليوم في فصل الصيف، في حين بلغ السطوع الشمسي السنوي ١٠,١ ساعة/يوم، مع ملاحظة أن هذا المعدل المرتفع من السطوع الشمسي لا تستقبله الصخور كاملاً، فبعض المناطق من الممكن أن تتعرض للمعدل بالكامل والبعض الآخر تتعرض لبعض الوقت للإشعاع الشمسي المباشر وباقي الوقت (فترة سطوع الشمس) تقع في ظل الشمس، ولتأكيد ذلك تم إنشاء خريطة تبين أكثر المناطق تعرضاً للظل ومن ثم تعد أقل المناطق تعرضاً للشمس (شكل ١٣)، وذلك عن طريق استخدام برنامج ArcGIS

10.1، حيث تبين كما هو موضح بجدول (١١)، أن أكثر المناطق تعرضاً للإشعاع الشمسي تمثل ٦٤,٦٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، والغالبية العظمى منها تقع في الغرب، في حين أن أقل المناطق تعرضاً للإشعاع الشمسي تمثل ٢٤,٣٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ومعظمها تقع في الشرق، وبناءً على هذا التحليل فإن أكثر من ٧٥٪ من مساحة منطقة الدراسة تتعرض للإشعاع الشمسي ما بين متوسطة إلى شديدة، وهذه العملية تؤدي إلى تسخين شديد للصخر أثناء النهار، وفي أثناء الليل تفقد الصخور حرارتها بسرعة، فلا شك أن هذا التغير في درجات الحرارة أثر تأثيراً مباشراً في نشاط عملية التجوية الميكانيكية، حيث تؤدي هذه العملية إلى اتساع الفواصل والشقوق والشروخ الدقيقة المنتشرة بصخور منطقة الدراسة كما سبق توضيحه وخاصة بالطبقة السطحية للصخور لزيادة التأثير الحراري كلما اتجهنا إلى أعلى الكتلة، حيث تنفصل الكتلة وتتكرر عبر الفواصل والشقوق التي تقسمها إلى كتل أصغر، كما تتمدد الأجزاء العليا دون الأجزاء السفلى فتتساقط جهود داخل الصخر تؤدي إلى انفصال شرائح رقيقة، ويكون الانفصال هنا موازياً لسطح الصخر مما ينتج عنه عمليات التقشر، وباستمرار هذه العملية يضعف الصخر ويفتت ليكون مفتتات مختلفة الأحجام (هشيم المنحدرات). وخاصة بصخور الجرانيت والشست والتي تغطي الغالبية العظمى من مساحة منطقة الدراسة. كما ظهرت آثار التجوية وخاصة الميكانيكية بجميع عينات الصخور التي تم تحليلها كما سبق ذكره، وخاصة بمعدي الكوارتز والفلسبار وهي من أهم المعادن المكونة لصخور الجرانيت.

جدول (١٠) : المعدل السنوي والفصلي للسطوع الشمسي ١٩٧٦-٢٠١٠.

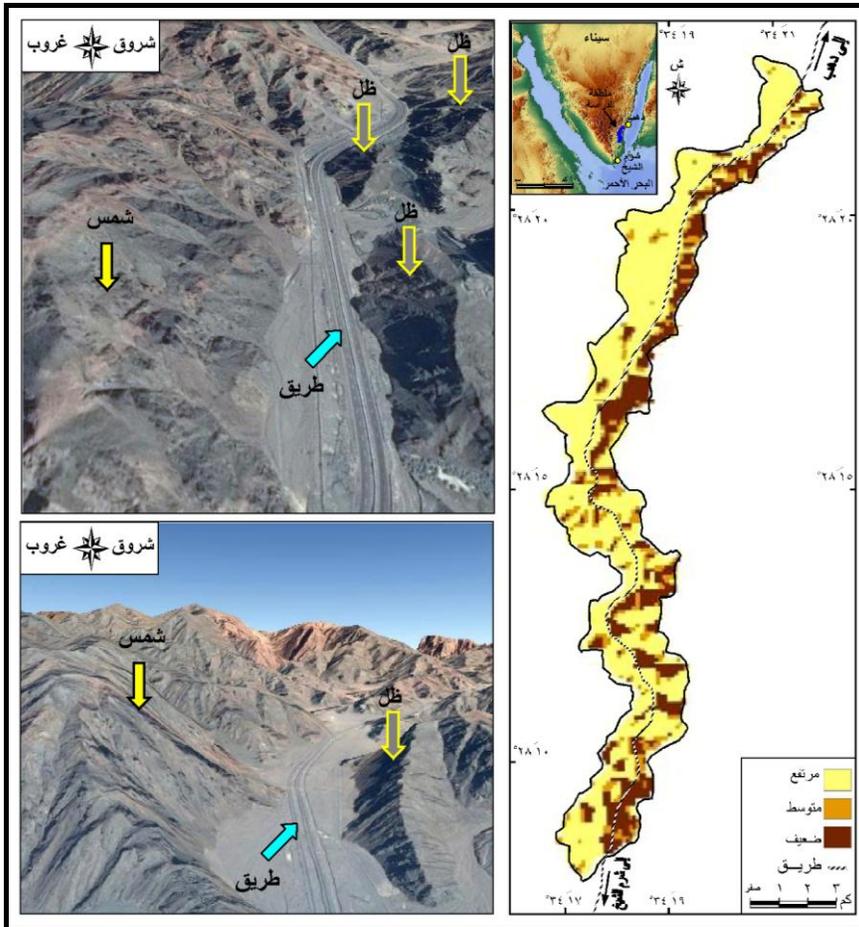
ساعة/يوم	الفصل	ساعة/يوم	الفصل
١٢,٣	السطوع الفعلي الصيفي	٨,٥	السطوع الفعلي الشتوي
١٠,٦	السطوع الفعلي الخريفي	١٠,٣	السطوع الفعلي الربيعي
١٠,١	السطوع الفعلي السنوي		

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة.

جدول (١١) : فئات سطوع الشمس بمنطقة الدراسة.

الفئات (بالدرجات)	المساحة (كم ^٢)	المساحة (%)
ضعيفة	١٤,٧٩٨	٢٤,٣
متوسطة	٦,٧٦٠	١١,١
شديدة	٣٩,٣٤٠	٦٤,٦
المجموع	٦٠,٨٩٨	١٠٠

المصدر: اعتماداً على شكل (٥) باستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D 2015



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Arc GIS، و اللوحات Google Earth 2017.

شكل (١٣) : التوزيع الجغرافي لدرجات التعرض للإشعاع الشمسي بمنطقة الدراسة.

• الرطوبة :

تعد الرطوبة من أهم عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية للصخور، حيث تعتبر قاسماً مشتركاً في معظم عمليات التجوية سواء الميكانيكية أم الكيميائية، مع ملاحظة أنه لا يمكن الفصل بين تأثير كل من الرطوبة ودرجة الحرارة في إضعاف الصخر، وقد تبين من دراسة الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة، (جدول ١٢) ما يلي:

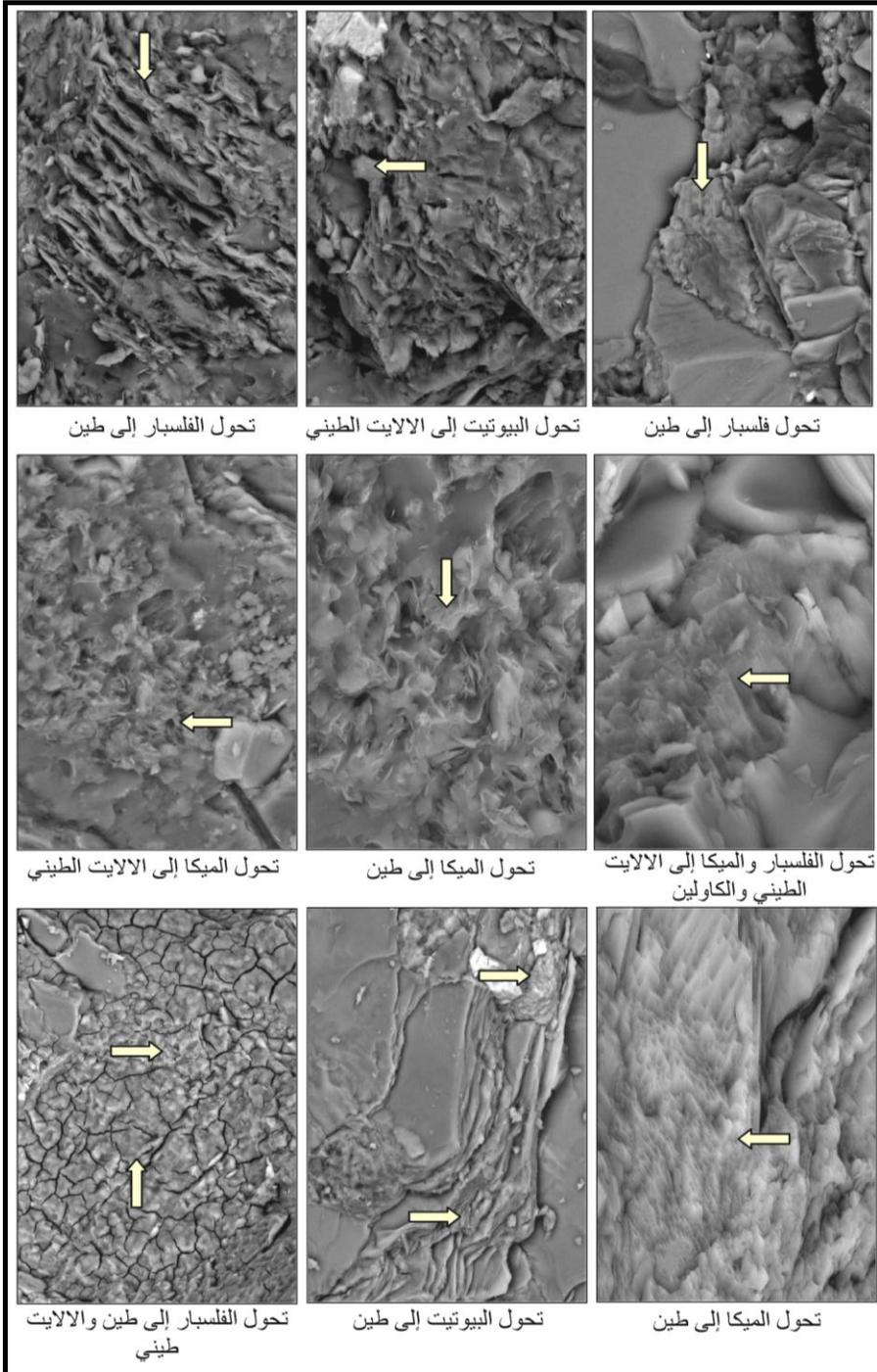
- ارتفاع معدل الرطوبة النسبية في فصلي الخريف والشتاء، حيث بلغ ٤٤,٧% و ٤٤,٠% على الترتيب، يليهما فصلا الربيع والصيف.
- بلغ المتوسط السنوي لمعدل الرطوبة النسبية ٤٠,٥%، وسجل أقل متوسط شهري ٣٣% في شهر يونيو، وأعلى متوسط ٤٧% في شهري نوفمبر وديسمبر.

جدول (١٢) : معدلات الرطوبة النسبية بمحطة شرم الشيخ ١٩٨٢-٢٠١٠.

الشهر	درجة الحرارة	الشهر	درجة الحرارة
ديسمبر	٤٧	يونيو	٣٣
يناير	٤٤	يوليو	٣٦
فبراير	٤١	أغسطس	٣٨
فصل الشتاء	٤٤,٠	فصل الصيف	٣٥,٧
مارس	٤١	سبتمبر	٤١
أبريل	٣٧	أكتوبر	٤٦
مايو	٣٥	نوفمبر	٤٧
فصل الربيع	٣٧,٧	فصل الخريف	٤٤,٧
المعدل السنوي	٤٠,٥		

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة.

يتضح من التحليل السابق انخفاض الرطوبة النسبية في فصل الصيف، وارتفاع الحرارة قد أدى إلى زيادة معدلات التبخر، وتسبب في زيادة معدلات الجفاف، مما ساعد على نشاط عمليات التفكك الصخري نتيجة التجوية الميكانيكية، أما في فصل الشتاء فأن توفر قدر من الرطوبة وانخفاض درجة الحرارة عمل على نشاط عملية التجوية الكيميائية، حيث تبين من تحليل عينات الصخور بالميكروسكوب الإلكتروني (لوحة ٧) ما يلي:



المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية بهيئة المساحة الجيولوجية ٢٠١٧.

لوحة (٧): أثر نشاط التجوية الكيميائية بصخور منطقة الدراسة.

- تحول معدن الفلسبار بصخور الجرانيت إلى معدن الطين واللايت الطيني، وتنتشر هذه الظاهرة في الغالبية العظمى لصخور منطقة الدراسة.
- تحول معدن الميكا والبيوتيت إلى معدن اللايت الطيني.
- تحول معدن الميكا إلى الطين.

ساعد هذا التحول للمعادن الأساسية المكونة للصخور إلى معادن أخرى على جعل مقاومتها ضعيفة جداً أمام عوامل التعرية والتجوية، وعلى تفتت الصخور وتحولها إلى حبيبات دقيقة لتكوّن غطاءات ومخاريط هشيم المنحدرات.

• الأمطار :

ترجع معظم أمطار منطقة جنوب سيناء إلى أمطار العواصف الرعدية والتي ترجع إلى المنخفضات الجوية والجباهات المصاحبة لها خاصة الخماسينية منها أو إلى حالات عدم الاستقرار التي غالباً ما تحدث في الفصول الانتقالية أي في الربيع والخريف (طلبة، ١٩٩٠، ص ٧٥).

ويتضح من جدول (١٣) أن دور الأمطار في منطقة الدراسة في الوقت الحالي محدود، فلم يتجاوز المجموع الكلي للأمطار في السنة عن ٦,١٦م، وجميعها تسقط من شهر سبتمبر حتى شهر مايو، حيث يتراوح بين ٠,٠٣ و ١٢,٤م، في حين ينقطع المطر في شهور الصيف. ولكن قد تسقط أمطاراً غزيرة أحياناً، حيث سجلت أكبر كمية مطر سقطت خلال يوم على محطة شرم الشيخ ٥٩ مم يوم ١٧/١/٢٠١٠ خلال المدة من ١٩٧٦ إلى ٢٠١٢ (سلامة، ٢٠١٦، ص ٢١٨)، فتحمل معها هشيم المنحدرات لترسبها في الأجزاء الدنيا، مما يزيد أطوال العناصر المقعرة. إلى جانب دور بعض المسيلات المائية في نقل بعض رواسب هذه المنحدرات أثناء العواصف المطيرة وإرسابها على بعض الأجزاء الدنيا منها في هيئة رواسب غسل مائية تتميز بقلّة انحدارها (حجاب، ٢٠١٣، ص ٨٠).

كما تعمل الأمطار الساقطة فوق المنحدرات بمنطقة الدراسة على زيادة ضغط المياه في المسام، مما يعجل بحركة المواد فوق السفوح. ففي حالة المواد غير المشبعة والتي ليست في حالة جفاف تام تكون الفراغات والمسام الداخلية مملوءة بالغازات خاصة الهواء وبخار الماء مع بعض المياه، ففي مثل هذه الحالة يمكن أن تنزلق حبيبات المعادن تحت أي ضغط يمكن أن يقع على الصخور. وعموماً فإن أي زيادة في الضغط المسامي تسبب زيادة في

ضغط المياه داخل هذه المسام من شأنه أن يقلل قوة الاحتكاك ومن ثم تبدأ حركة المواد فتتعرض للسقوط (صالح، ٢٠٠٨، ص ١٤٧).

جدول (١٣) : المتوسطات الشهرية لكمية المطر (مم) بمحطة شرم الشيخ ١٩٨٧-٢٠١٢.

الشهر	كمية المطر	الشهر	كمية المطر
ديسمبر	١٢,٤	يونيو	٠
يناير	٠,٥	يوليو	٠
فبراير	٠,٢	أغسطس	٠
فصل الشتاء	١٣,١	فصل الصيف	٠
مارس	١,٠	سبتمبر	٠,٠٣
ابريل	٠,٠٣	أكتوبر	١,٠
مايو	٠,٤	نوفمبر	٠,٦
فصل الربيع	١,٤٣	فصل الخريف	١,٦٣
المجموع السنوي	١٦,١٦		

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة.

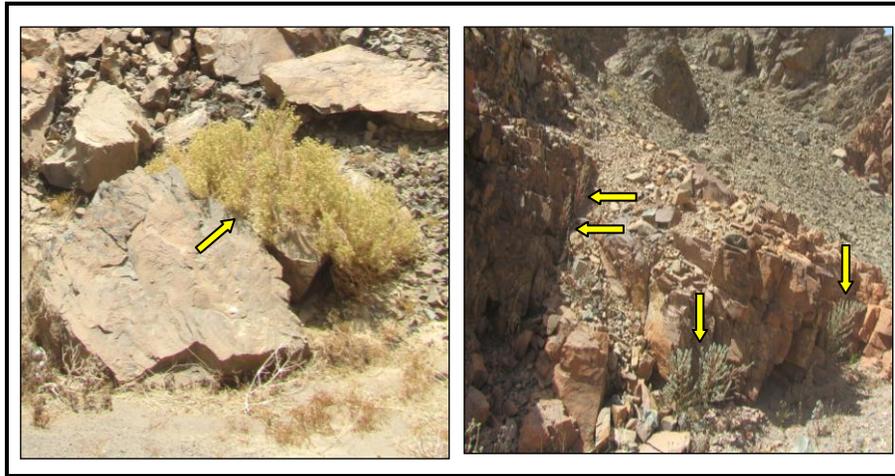
والجدير بالذكر بالرغم من قلة الأمطار بمنطقة الدراسة بصفة عامة إلا أن لها تأثير كبير في إضعاف الصخر وتفتته، فهذه المياه القليلة تساعد على نمو النباتات بالصخور، نتيجة توفر الظروف البيئية الملائمة للنمو بمنطقة الدراسة مثل توفر الفواصل والشقوق، وارتفاع نسبة المسامية، وتوفر معدن الطين الذي يتراكم بعد تفتته داخل الفواصل والشقوق كما سبق ذكره، بالإضافة إلى أن صخور منطقة الدراسة لها قدرة على امتصاص المياه، حيث تبين أن جميع الصخور سواء النارية أو المتحولة لها قابلية امتصاص المياه (جدول ١٤)، حيث تراوحت بين ٣,٣٣ و ٥,٠٤، وسجلت أعلى درجة امتصاص والتي تزيد على ٥,٠ في ٦ عينات بنسبة ٥٠٪ من إجمالي عدد عينات الصخور بمنطقة الدراسة، وهي تنتشر في الجنوب والوسط والشمال، ومعظمها يقع شرق الطريق، وهذه العملية ساعدت الصخور على نمو النباتات بداخلها (لوحة ٨)، وهذا النمو له تأثير ميكانيكي يساعد على اتساع الفواصل والشقوق ومن ثم تفكك وتفتت الصخر، كما أن هذا النمو له تأثير كيميائي

من حيث تكوين أحماض عضوية من النباتات المتعفنة، وهذه الأحماض ذات أثر كبير على إمكانية إذابة بعض العناصر، مما يؤدي إلى زيادة المسامية وتوسع الشقوق والفواصل أكثر فأكثر، ويزداد الصخر ضعفاً ليتفتت في النهاية، ليكون هشيم المنحدرات.

جدول (١٤) : درجة امتصاص الصخور للمياه بصخور منطقة الدراسة.

درجة امتصاص المياه	موقع العينة	درجة امتصاص المياه	موقع العينة
٣,٤٢	غرب	٩	١
٥,٠٢	شرق	١٠	٢
٥,٠٣	شرق	١٢	٣
٣,٧١	غرب		٦
٥,٠١	شرق	١٣	٨
٣,٦٥	غرب		٩

المصدر: تم التحليل بمعامل كلية الهندسة بكفر الشيخ ٢٠١٧.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٨) : نمو النباتات داخل الفواصل والشقوق، مما ساعد على

تفكك وتفتت الصخور بمنطقة الدراسة.

يتضح من دراسة مظاهر الضعف الصخري بمنطقة الدراسة أن جميع الصخور سواء النارية أو المتحولة تنتشر بها جميع أشكال مظاهر الضعف سواء الضعف النوعي أو المكتسبة أو عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية، ومن ثم أسهمت هذه المظاهر في إيجاد الظروف المواتية لنشاط عوامل التعرية وعمليات التجوية بخصائصها المختلفة، والتي كانت من نتائجها تفكك وتفتت الصخور لتتكون غطاءات ومخاريط الهشيم.

ثانياً - نشأة هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة :

عندما يتعرض الصخر لعوامل التعرية وعمليات التجوية وخاصة الميكانيكية فإنه يتكسر إلى قطع أصغر فأصغر ليكون هشيم المنحدرات. ويتكون هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة عن طريق عمليات أساسية، هي: التفكك والانفصال الكتلي، والتقشر الصخري، والانفراط الحبيبي. وقد نتج عن هذه العمليات وجود تباين كبير في أحجام الرواسب المكونة لهشيم المنحدرات من أحجام كبيرة إلى رواسب ناعمة جداً، وفيما يلي دراسة هذه العمليات على النحو التالي:

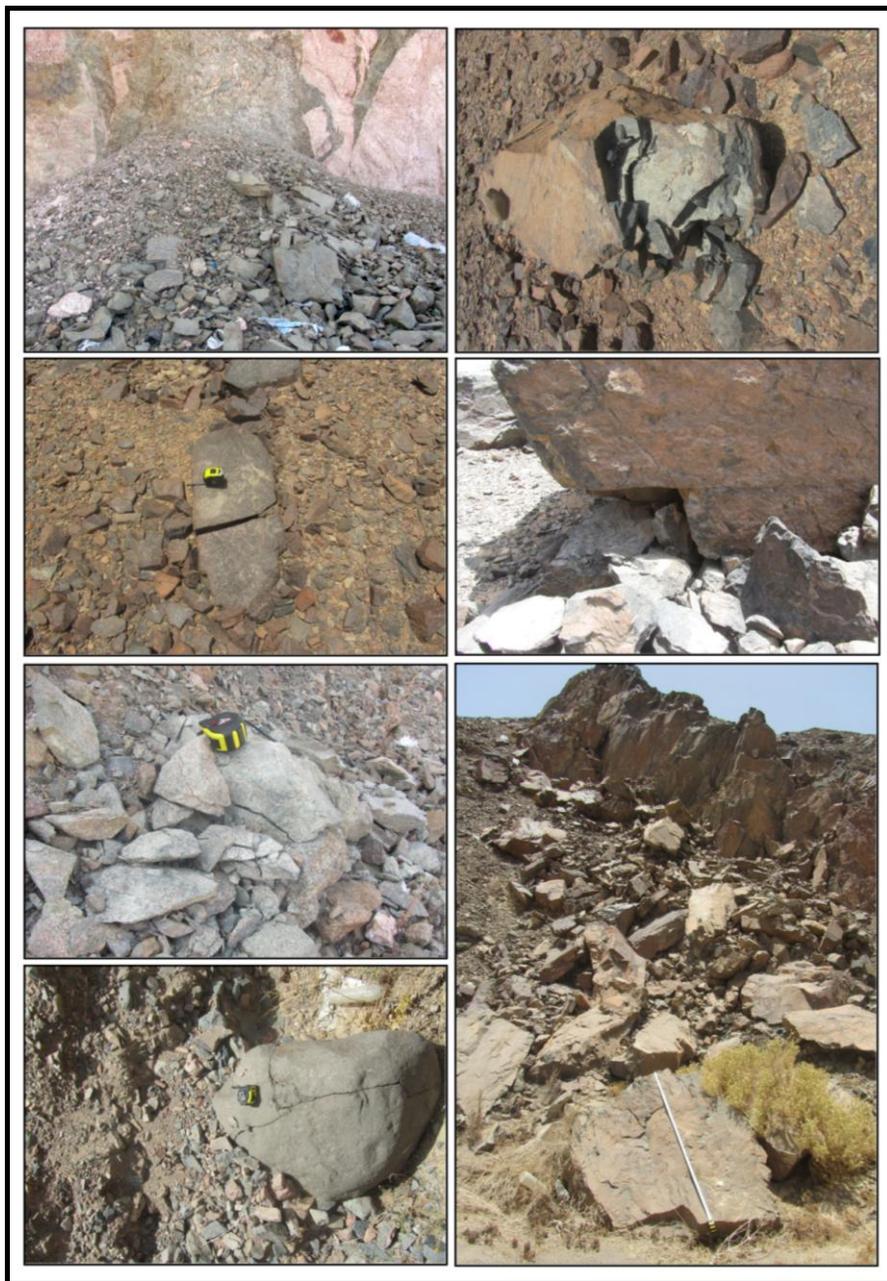
(١) التفكك والانفصال الكتلي:

يتمثل التفكك والانفصال في تكسر جسم الصخر وانقسامه إلى كتل على طول امتداد الفواصل وسطوح الانفصال التي تمزق أجزاءه، ويحدث بفعل التمدد الحراري الذي يساعد على حدوث تشققات صغيرة على سطح الصخر، وفي نفس الوقت تتكون شقوق موازية لسطح الصخر على عمق يتوقف على مدى تأثير نوع الصخر بالتسخين الحراري، وينتج عن ذلك تكون مجموعتين من الشقوق والفواصل، أولهما: تقطع السطح الخارجي للصخر وثانيهما: تقع تحت السطح الخارجي للصخر وتوازيه، وعندما تزال هذه الطبقة تبدأ عملية التمدد الحراري في ممارسة فعلها من جديد على سطح الصخر المكشوف (غلاب، ٢٠٠٦، ص ٥٣). وهذه الظاهرة منتشرة بمنطقة الدراسة، حيث رصدت تقريباً في جميع المواقع حتى في المناطق التي تتسم بانتشار الرواسب الناعمة، ولكن قد ظهرت بشكل كبير في الموقعين رقم ٧ و ٨ وسط منطقة الدراسة في صخور الشست وبعض النيس والجرانيت والجابرو، وجنوب منطقة الدراسة خاصة في صخور الشست والجرانيت الوردي، والسبب الرئيس هنا هو انتشار الفواصل الرأسية والأفقية المتقاطعة مع نشاط عمليات التجوية التي تفصل صخور الشست والجرانيت إلى كتل كبيرة مختلفة الأحجام.

كما تبين من الدراسة الميدانية أن ارتطام الكتل الساقطة بسطح المنحدر أثناء عمليات السقوط أدى إلى تشققها وتفلقها، وقد حدث لبعضها بمنطقة الدراسة تفتتاً كبيراً نتيجة الاصطدام خاصة بالكتل الصخرية كبيرة حجم نسبياً، والتي تراوح طولها بين ١,٥ و ٢,٧م، وارتفاعها بين ٠,٥ و ١,٦م، وغالباً يحدث التفلق في وسط الكتلة تقريباً، وإن كان قد ظهر في بعض الأطراف والحواف والبروز لينتج كتل صخرية صغيرة الحجم (لوحة ٩).

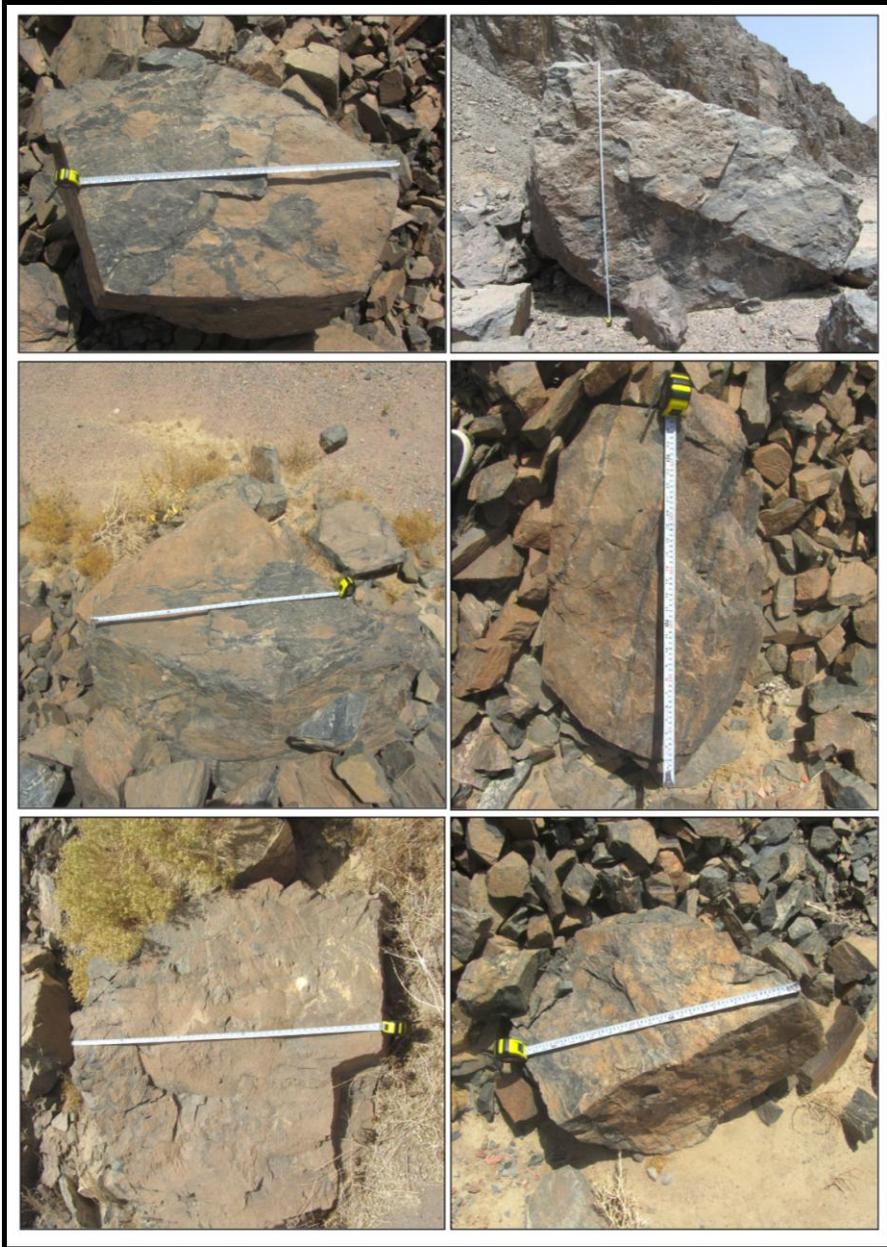
كما نتج عن تجوية صخور بركانيات كاترينا شكل آخر من التفكك الكتلتي الدقيق الذي يأخذ المظهر الشستي الدقيق في صورة كتل صغيرة الحجم، وصفائح، وهي تأخذ شكل مكعبات متوسطة الحجم، حيث لم يتجاوز أقصى طول لها عن ١,٠م، وأقصى ارتفاع ١٠سم، وقد ظهر ذلك على الحافة الشرقية أكثر من الغربية.

ويخضع حجم الكتل الصخرية بشكل أساسي لنظم الفواصل وكثافتها، مع زيادة نشاط عمليات التجوية وخاصة الميكانيكية أيضاً. فحيثما تسود الفواصل الرأسية المتوازية ذات الكثافة المنخفضة فإنها تؤدي إلى انفصال كتل صخرية ذات أحجام كبيرة، حيث يتراوح أقصى طول لها بمنطقة الدراسة بين ٠,٥٥ و ٢,٧٠م، وارتفاعها بامتداد عمودي على امتداد الطول يتراوح بين ٠,٢ و ٢,٥م، وقد ظهرت الأحجام التي يزيد طولها على ٠,٥م بداية من الموقع الثاني جنوب منطقة الدراسة حتى الموقع التاسع في الشمال تقريباً، مع ملاحظة أنه تم رصد أكبر الأحجام بالموقع الثالث والتي تنتشر به صخور بركانيات وسطية متحولة، والغالب هو حدوث استقرار الكتل عند أقدام المنحدرات التي تتسم بشدة الانحدار كما في الموقع الثامن شمال مصب وادي مدسوس على الجانب الشرقي للطريق، للمتجه من الجنوب إلى الشمال، حيث يخلو تماماً من الكتل وتنتشر عليه الرواسب الناعمة والمتوسطة الأحجام، وقد رصدت الدراسة الميدانية انتشار العديد من الكتل على سفح المنحدر وبأحجام كبيرة وظهرت بشكل واضح بالموقع السابع بصخور الشست فقط (لوحة ١٠)، أما صخور الجرانيت والجابرو في هذا الموقع فإنها ذات هشيم ناعم إلى متوسط الحبيبات، كما تبين من الدراسة الميدانية انتشار الشقوق والفواصل المتعامدة والمتقاطعة بكثافة عالية بصخور منطقة الدراسة أدت إلى انفصال كتل صخرية صغيرة الحجم نسبياً لم يتجاوز أقصى طول لها عن ١,٠م، وهي عادة مستقرة على المنحدر في صورة مكعبات مستطيلة.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٩) : اثر التشقق والتفكك والانفصال الكتلي بمنطقة الدراسة،
مع ملاحظة أثر تغلق بعض الكتل نتيجة ارتطامها بسطح المنحدر.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحه (١٠) : التباين في أحجام الكتل الساقطة بمنطقة الدراسة.

٢) التقشر الصخري :

يتمثل التقشر الصخري في انفصال قشور أو شرائح من الأسطح الخارجية للصخر، بفعل عمليتي إزاحة الضغط وتخفيف الأحمال أو التمدد الحراري أو الاتئين معاً، ينتج عنها ضعف تماسك الشرائح الصخرية التي تحددها الفواصل^(١) (تراب، ٢٠٠٥، ص ١٠). وتنتقل بفعل عوامل النقل إلى الأجزاء الدنيا من المنحدرات، حيث تسهم بدورها في تكوين غطاءات ومخاريط الهشيم، وأهم ما يلاحظ على هذه المواد أن حوافها حادة الزوايا، بحكم كونها إرسابات موضعية لم تتعرض لعمليات النقل (حجاب، ٢٠١٣، ص ٦٢).

ويمكن تصنيف التقشر بمنطقة الدراسة على النحو التالي:

- **شرائح كبيرة** : ويتراوح سمك هذه الشرائح بمنطقة الدراسة بين ٣ و ١٢ سم، وتنتشر في أقصى جنوب منطقة الدراسة بالموقع الثاني بصخور الجرانيت، وفي شمالها في الموقع الحادي عشر، ويرجع ذلك إلى أثر إزاحة الضغط وتخفيف الحمل، حيث يؤدي تحرر الصخور من الحمل الزائد بسبب إزاحة هشيم المنحدرات التي تعلوها على المنحدرات الشديدة إلى تمدد صخور الجرانيت، لتبدأ الشرائح الصخرية في الانفصال، في الغالب موازية للسطح الأصلي للصخر، وترتبط هذه الظاهرة بمنطقة الدراسة إلى حد كبير بالجروف والأوجه الحرة (لوحة ١١).

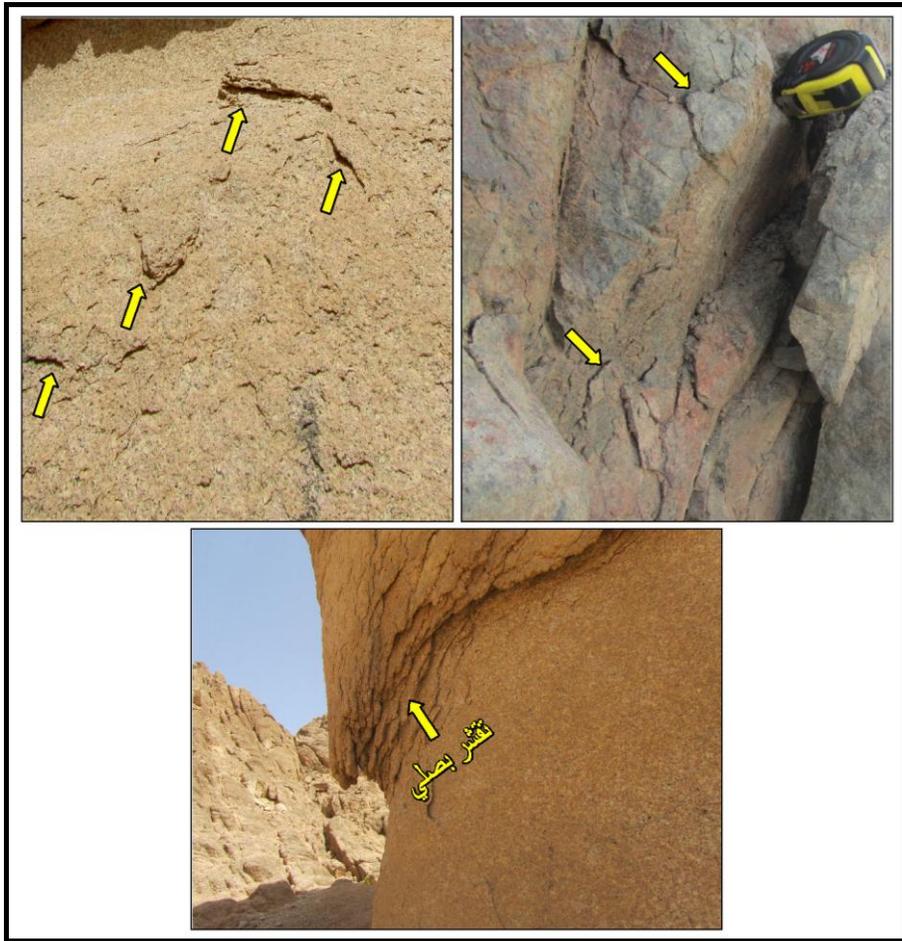


المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (١١) : تقشر على شكل شرائح كبيرة الحجم بمنطقة الدراسة.

(١) تنشأ عن وجود أنظمة من الفواصل في مسارات منحنية موازية للسطح الخارجي للكتلة الصخرية.

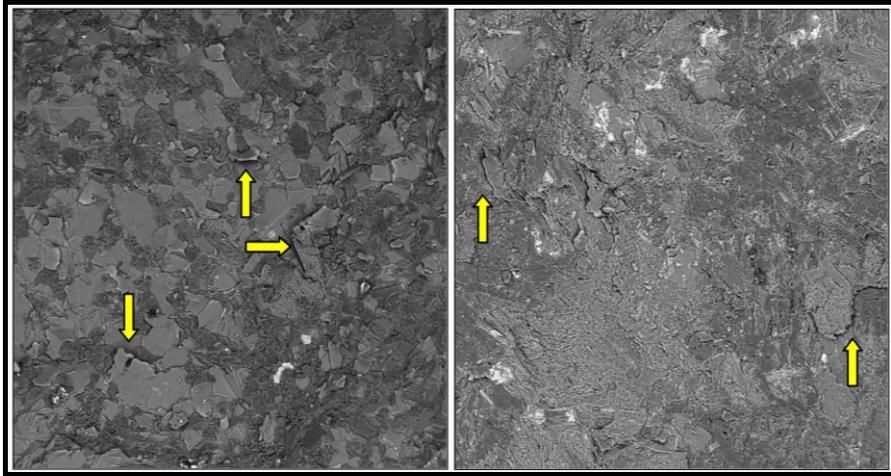
- **شرائح صغيرة** : تبين من الدراسة الميدانية انتشار شرائح رقيقة تظهر في صخور الجرانيت والشست، حيث تبين وجود تقشر بالأجزاء العليا من سطح الكتل الصخرية إلى رقائق لا يزيد سمكها في الغالب على ٣ سم. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ وجود ما يُعرف بالتقشر البصلي، وقد تركز هذا النوع من التقشر الصخري بشكل أساسي في صخور الجرانيت وخاصة في أقصى جنوب منطقة الدراسة، وهو عبارة عن تقشر شرائح ورقائق مقوسة تنفصل في تعاقب متتالي عن كتلة الصخر الأصلية، مما يعطي شكل البصلة (لوحة ١٢).



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (١٢) : تقشر عبارة عن شرائح صغيرة بمنطقة الدراسة.

- **شرائح دقيقة جداً** : تبين من التحليل بالميكروسكوب الالكتروني وجود تقشر دقيق بالغالبية العظمى من صخور منطقة الدراسة، وخاصة بمعادن الكوارتز والفلسبار، حيث تبين من اللوحة (١٣) انفصال شرائح من معدن الكوارتز، آثارها واضحة على شكل سلمى، بسبب التجوية الميكانيكية. كما رصدت بالبنية الصفائحية للميكا عبر مستويات الانفصام وجود تقشر عال مع حدوث انفصال لها، لتتكون في النهاية الرواسب الدقيقة لهشيم المنحدرات.



المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية بالمساحة الجيولوجية ٢٠١٧.

لوحة (١٣) : تقشر عبارة عن شرائح دقيقة جداً بمنطقة الدراسة.

٣) التفتت والانفراط الحبيبي :

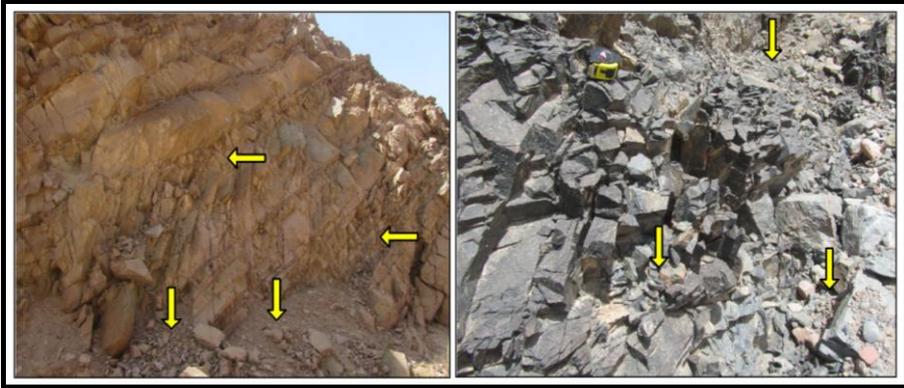
تنشأ ظاهرة التفتت أو الانفراط الحبيبي نتيجة تباين أنواع المعادن المكونة للصخور، حيث يتكون الصخر الواحد من معادن متعددة، لكل معدن درجة حرارة نوعية ومعامل تمدد يختلف عن غيره، وينتج عن ذلك وجود معدلات متباينة للتمدد داخل الصخر، ومحصلة ذلك تكوين ضغوط كثيرة داخل الصخر ينشأ عنها حدوث كسور دقيقة وتفتت للحبيبات (Ollier, 1984, P. 19).

ويمكن تصنيف الانفراط الحبيبي على حسب الحجم كالتالي:

- **حبيبات ذات أحجام كبيرة** : تنتج من تفكك حبيبات الأسطح الخارجية من الصخر بانفصال جزيئات منه على شكل حبيبات منفردة أو مجموعات متلاصقة منها، وقد رصدت هذه الظاهرة بجميع مواقع الدراسة، ولكن ظهرت بشكل كبير بالموقع رقم

(٣) جنوباً، والموقع (١١) شمالاً (لوحة ١٤). ولم يتجاوز قطر الحصوات الناتجة عن هذا التفتت عن ٤,٠ سم، ومن ثم فهي تمثل الرواسب الخشنة بمخاريط الهشيم، ويتراوح شكلها بين الحاد و شبه الحاد، لأنها ناتجة عن نشاط عملية التجوية الميكانيكية وتم نقلها لمسافات صغيرة، ومن ثم احتفظت فيها الحصوات بزواياها الحادة جداً. كما أن بعضها ناتج عن تشوه الصخور بسبب الحركات التكتونية التي تعمل على تضاعف البلورات وتفتته، كما أثبتته التحليل بالميكروسكوب المستقطب كما سبق ذكره.

- **حبيبات ذات أحجام متوسطة إلى صغيرة** : تنتشر بللورات الكوارتز عبر نسيج العديد من المعادن وخاصة الفلسبار والبيوتيت بمنطقة الدراسة (لوحة ١٥)، ومن ثم في حالة تجوية هذه المعادن سواء بتحولها لمعدن آخر مثل الطين، أو تفتيتها فإن عملية التماسك سوف تضعف، لتنفصل بللورات الكوارتز وتسقط مكونة الرواسب المتوسطة والناعمة بهشيم المنحدرات (الرمال)، كما هو الحال في أقصى شمال وجنوب منطقة الدراسة (لوحة ١٦).

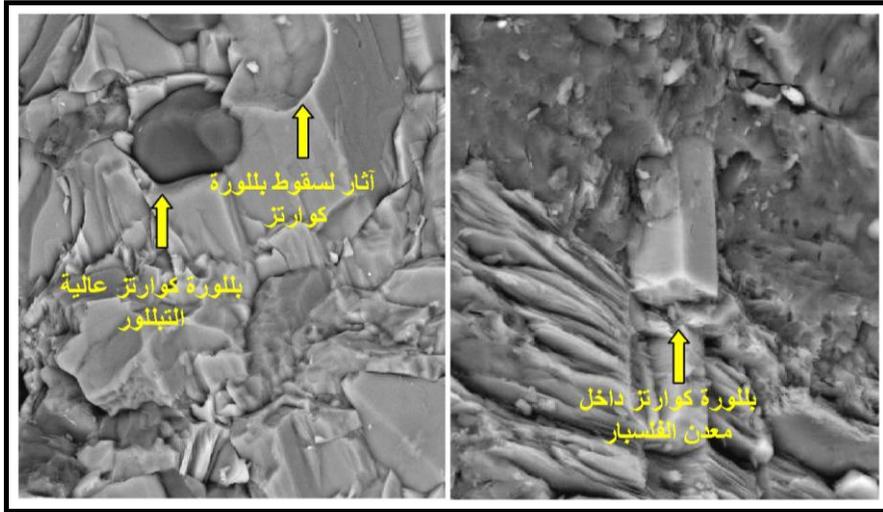


المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (١٤) : تفتت حبيبي (حبيبات ذات أحجام كبيرة) بمنطقة الدراسة.

الانفراط الحبيبي (أحجام دقيقة):

تم الاعتماد في معرفة كيفية نشأة الرواسب الناعمة جداً مثل الطين والرمال الناعمة جداً، والتي تظهر بوضوح بالأجزاء العليا من مخاريط الهشيم على جهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (لوحة ١٧)، حيث تبين ما يلي:



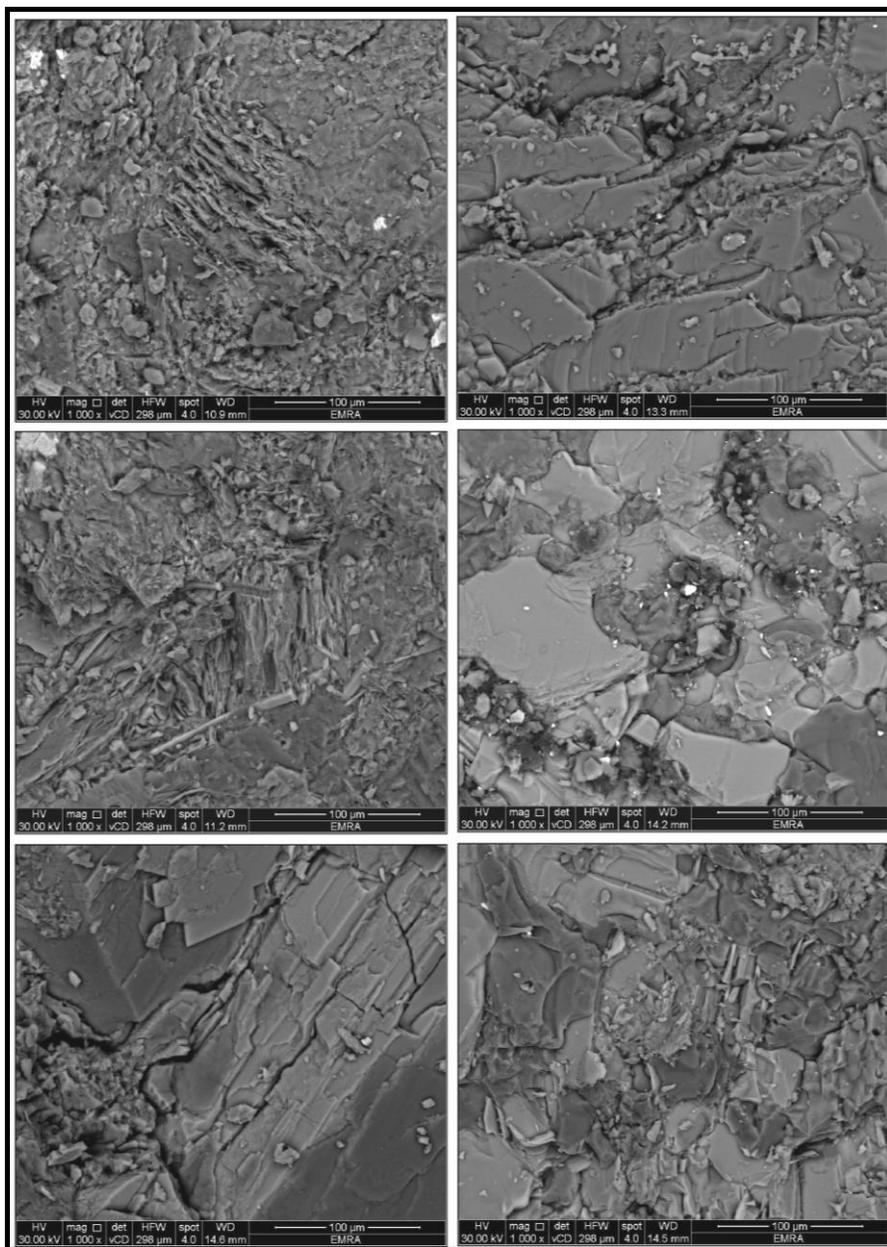
المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية بالمساحة الجيولوجية ٢٠١٧.

لوحة (١٥) : الانفراط الحبيبي (متوسط إلى صغير الحبيبات) بمنطقة الدراسة.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (١٦) : تفقت حبيبي (حبيبات ذات أحجام متوسطة إلى صغيرة) بمنطقة الدراسة



المصدر: تم التحليل بالمعامل المركزية بالمساحة الجيولوجية ٢٠١٧.

لوحة (١٧) : انتشار التكسر والتفتت الدقيق بالمعادن المكونة لصخور منطقة الدراسة، مما ساعد على تكون الرواسب الناعمة جداً (الطين والرمل الناعمة جداً).

- جنوب منطقة الدراسة :

- انتشار الشروخ بكثافة عالية أعلى بسبب تتداخل العوامل التكتونية والتجوية، وخاصة بمعدن الكوارتز، يليه معدن الكاولين، نتج عنه زيادة عملية التفتت في تلك المناطق.
- انتشار التفتت في نسيج الميكا الصفائحية مكوناً مسارات للتجوية بالصخر، تزيد من إضعاف الصخر وتفتته.
- نسيج تهشمي بسبب حدوث ضغوط خارجية وعمليات تكتونية، وانتشار الشروخ بأحجامها المختلفة بمعدن الكوارتز عالي التبلور، كما تبين وجود بعض آثار انفصال بللورات الكوارتز والتي تكون نسبة عالية من الرواسب الناعمة بهشيم المنحدرات.

- وسط منطقة الدراسة :

- زيادة عملية التجوية في بللورات الميكا عالية التبلور والغنية بالبوتاسيوم، نتج عنه تفتت درجته من متوسط إلى شديد في تكوين الميكا.
- تحول العديد من المعادن عن طريق التجوية إلى معادن جديدة مثل الكاولين والميكا والطين الكاوليني، وتحول الفلسبار إلى معادن الآلايت مع الكاولين، مما كان له الأثر في إضعاف الصخر، ليتفتت إلى رواسب ناعمة جداً.
- زيادة كثافة الشروخ والتي تأخذ اتجاهات متعددة والعديد منها متقاطعة، وهذا أدى إلى زيادة تفتت الصخر وخاصة بمعدن الكوارتز، ليكون الرواسب الناعمة لهشيم المنحدرات، مع انفصال شرائح من معدن الكوارتز، آثارها واضحة على شكل سلمي، بسبب التجوية الميكانيكية.

- شمال منطقة الدراسة :

- تفتت وتفكك شديد في نسيج الصخر وخاصة بمعدن الفلسبار ومعدن البيوتيت عبر مستويات الانفصام، نتيجة نشاط عمليات التجوية، والتي ساعدت على إضعاف الصخر، لينتهي به المطاف إلى زيادة التفتت وخاصة في البنية الصفائحية للفلسبار.

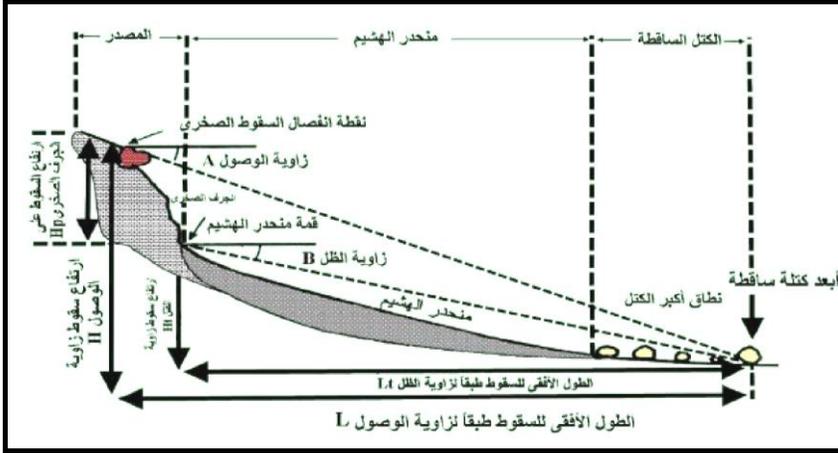
- انتشار التفتت الحبيبي والفجوات الدقيقة والتشققات الناتجة عن التجوية بنسيج الصخر بين بللورات الكوارتز، وتفسير ذلك أن معدن الكوارتز سائد بتلك المنطقة وهو عالي التبلور، مع انتشار الشروخ بكثافة عالية وخاصة انه تبين من التحليل وجود الشروخ المتعامدة كما سبق ذكره، مما جعل الصخر فريسة سهلة أمام عوامل التفتت والتفكك (التعرية والتجوية)، ساعد ذلك على تفتت الصخر بشكل كبير، لتسود ظاهرة هشيم المنحدرات في تلك المنطقة وخاصة التي تتكون من الرواسب الناعمة جدا تقريبا، والمنتشرة شمالا لتكون الجزء الأعلى من مخاريط الهشيم.
- تحول العديد من الصخور الأصلية عن طريق التجوية الكيميائية إلى معادن أخرى ضعيفة، مثل: تحول الفلسبار إلى طين، وتحول البيوتيت إلى معدن الآلايت الطيني، والبيوتيت إلى الكاولين الطيني، والميكا إلى طين، هذه المعادن الجديدة مقاومتها ضعيفة لعمليات التجوية، ليكون الرواسب الناعمة جداً (الطين).
- انتشار الكاولين بين بللورات الكوارتز، عكس بعض العينات التي تنتشر بها بللورات الكوارتز داخل معادن أخرى كما سبق ذكره، لتكون راسب ناعمة جداً (الطين).

ثالثاً - العوامل المؤثرة في حركة هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة :

تتنوع العوامل المؤثرة في حركة هشيم المنحدرات، مثل: درجة انحدار القطاعات وتقوسها، وحجم الرواسب، والتدخل البشري، وفيما يلي دراسة تلك العوامل على النحو التالي:

(١) درجة الانحدار :

تعد درجة الانحدار من أهم العوامل المؤثرة على حركة هشيم المنحدرات، حيث تتوقف عملية تشكيل الهشيم على زوايا استقرارها المختلفة وحجم المفتتات (شكل ١٤)، فمع زيادة درجة الانحدار يؤدي إلى عدم استقرار الهشيم عليه، وكلما زاد الميل اختل الثبات والاستقرار، ومن ثم زحف الهشيم نحو الأسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبعض العوامل الأخرى، ليكون مخروطات الهشيم (سليمان، ٢٠١٤، ص ٤٩٤).

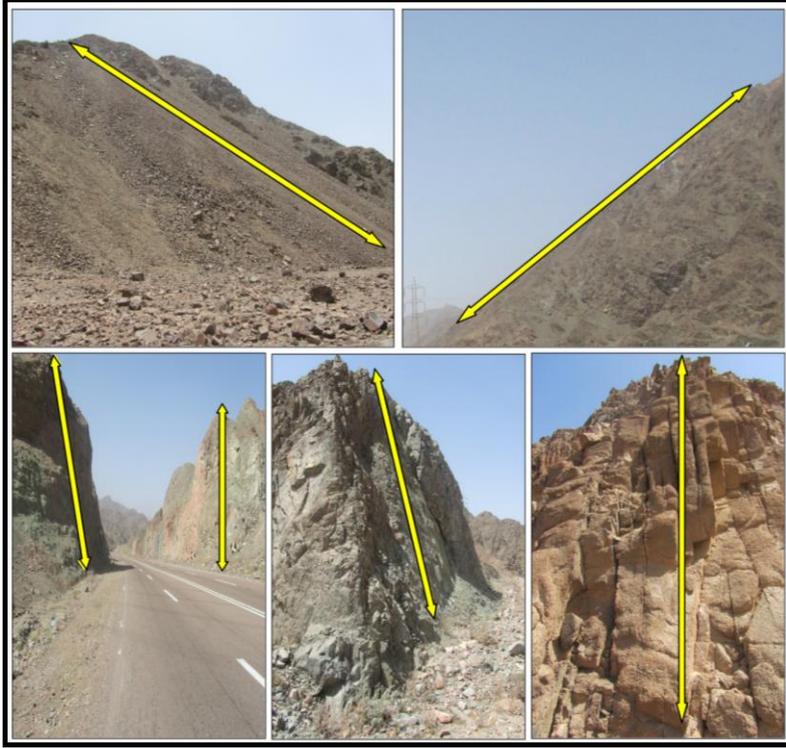


المصدر: حجاب، ٢٠١٣، ص ٩٥.

شكل (١٤) : رسم تخطيطي لمنحدر موضحاً عليه العلاقة بين درجة الانحدار وحركة الهشيم عليها.

وقد تم الاعتماد في دراسة درجة الانحدار على القطاعات التضاريسية، والتي تم تحديد مواقعها عن طريق الدراسة الميدانية بواسطة جهاز GPS لتغطي جميع التكوينات الجيولوجية، وأن يعبر القطاع عن الانحدار السائد بكل منطقة، ومن ثم تم استثناء الواجهات الصخرية شديدة الانحدار جداً والرأسية أو الواجهات الحرة، والأقسام المستقيمة والتي تعد انعكاساً للظروف التكتونية ونوعية الصخور وعوامل التعرية وعمليات التجوية المختلفة من جهة وتدخل الإنسان من جهة أخرى (لوحة ١٨).

وقد وجد الباحث صعوبة بالغة في رفع القطاعات ميدانياً، وذلك لعدة أسباب، وهي: شدة الانحدار في معظم المناطق، وانتشار هشيم المنحدرات والكتل الصخرية الكبيرة التي تعوق الحركة على القطاع، والمسافة الأرضية الطويلة والتي تتجاوز الكيلومتر تقريباً في معظم القطاعات، وأخيراً الجانب الأمني الذي منع الباحث أثناء الدراسة الميدانية من الصعود إلى أعلى المنحدرات، نظراً للأهمية الأمنية للطريق، حيث يربط بين أهم المناطق السياحية جنوب سيناء، ومن ثم استخدمت برامج الجيوانفورماتيك (AutoCAD Map 3D، Google Earth، Global Mapper) في دراسة الخصائص المورفولوجية بداية من رسم القطاع إلى حساب درجة الانحدار وأطوالها، وحساب درجة تقوسها، وتم ربط نتائج الجيوانفورماتيك ببعض بيانات القطاعات التي تم رفعها ميدانياً (أجزاء من أسفل القطاعات)، وقد وجد الباحث وجود دقة عالية ومعبرة عن الواقع بشكل كبير.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

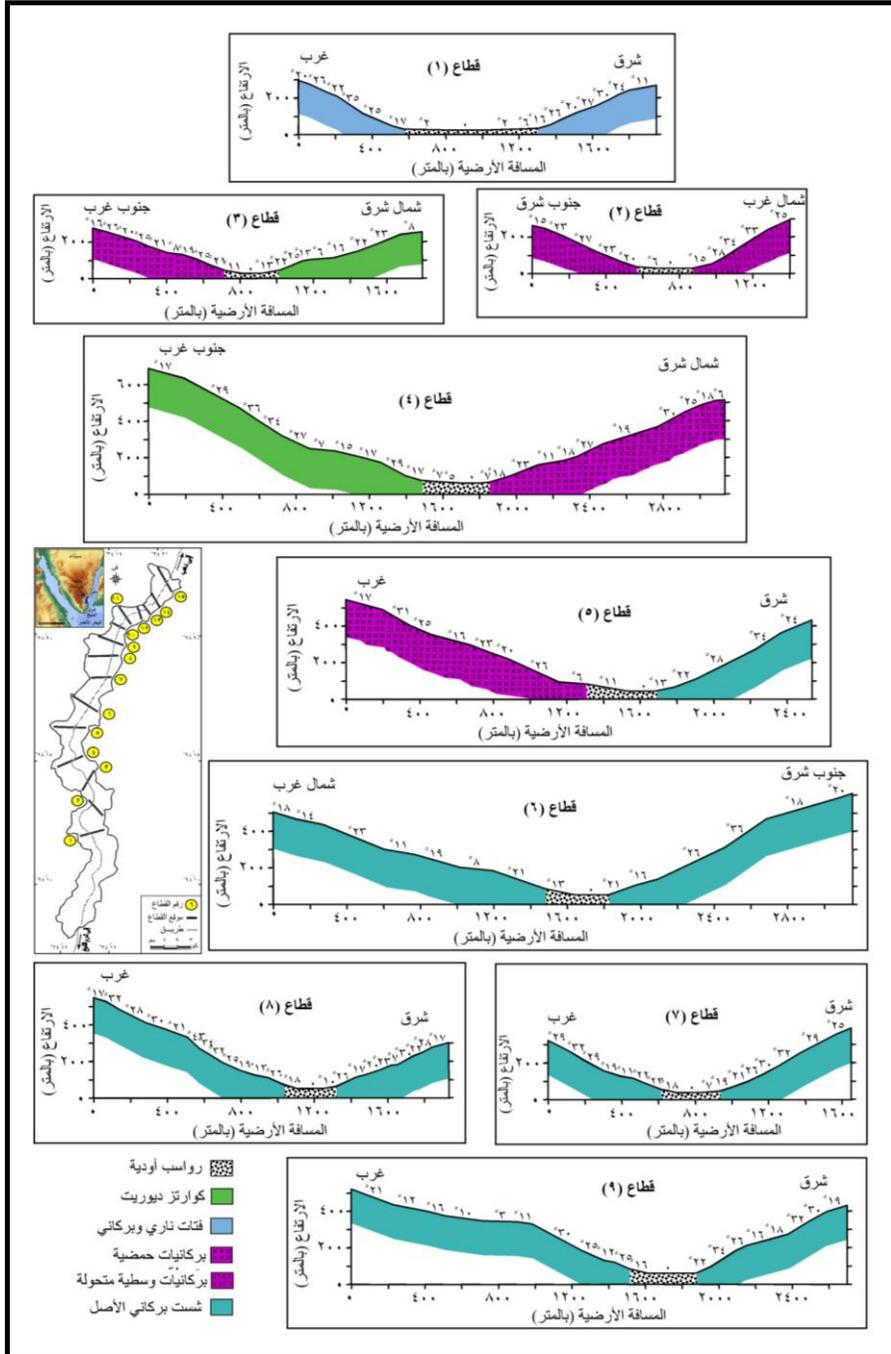
لوحة (١٨) : شكل القطاعات التي تم استثنائها من دراسة الخصائص المورفولوجية للمنحدرات بمنطقة الدراسة.

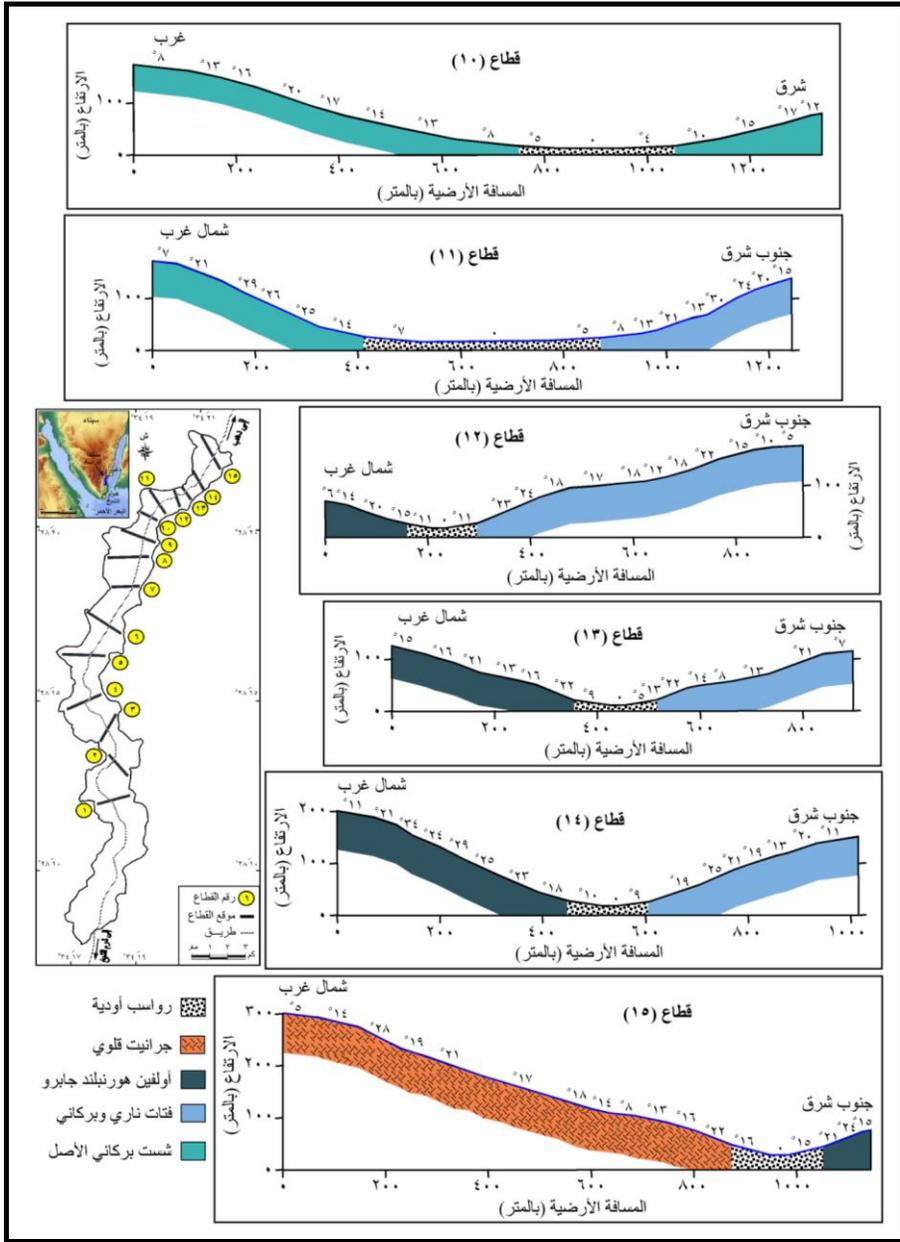
وقد تم رسم عدد ١٥ قطاعاً على جانبي الطريق (شكل ١٥)، مع ملاحظة أنه تم قياس المسافات ودرجة الانحدار بين نقط التغير في الانحدار بغض النظر عن طول المسافة الأرضية، ومن ثم لم تظهر الأقسام المستقيمة بمنطقة الدراسة عند حساب درجة التقوس، (ملحق ٢ و ٣ و ٤). وقد تبين من الشكلين والملاحق والدراسة الميدانية ٢٠١٧ ما يلي:

- تغطي الانحدارات المتوسطة والتي تتراوح قيمتها بين ١٠° و ٢٤° نسبة ٥١,٤% من جملة أطوال القطاعات، ومن ثم تعد الأكثر شيوعاً بمنحدرات منطقة الدراسة، وتعد الزاوية ٢١° هي الزاوية الأكثر شيوعاً بالانحدارات المتوسطة، حيث تغطي ١١,٧% من جملة أطوال الانحدارات المتوسطة، وتتحرك عليها الرواسب المتوسطة الحجم بالإضافة للرواسب الدقيقة، وتظهر عليها غطاءات من هشيم المنحدرات، كما ترتبط هذه المنحدرات في الغالب بالأجزاء الوسطى وبعض الأجزاء العليا لمنحدرات

مخروطات الهشيم التي تتميز بانتشار الرواسب على مساحات أرضية متسعة من أسطح المنحدرات، ومن ثم تقل عليها نسبياً درجات الانحدار عن الفئات الأخرى، ويتفق ذلك مع دراسة حجاب (٢٠١٣).

- تغطي الانحدارات الهينة والتي تتراوح قيمتها بين ٠ و ٩° نسبة ١٨,٧٪ من جملة أطوال القطاعات، والسبب في زيادة نسبتها يرجع إلى ضم قاع الوادي والذي يتسم باتساعه، حيث يصل في بعض الأحيان لأكثر من ٦٠٠م، نتيجة ذلك زادت نسبة الانحدارات الهينة مقارنة بالانحدارات الأخرى، وتعد الزاوية صفر الأكثر شيوعاً، حيث تغطي ٣٧,٤٪ من جملة أطوال الانحدارات الهينة، وتنتشر هذه الانحدارات على جميع أجزاء القطاعات سواء الدنيا والمتمثلة في قاع المجري ويعبر عنه هنا الطريق، كما تنتشر في بعض قمم القطاعات، مثل القطاعات رقم ١، و ٣، و ٤، و ٥، و ٦، و ١٣، ومعظمها يقع جنوب منطقة الدراسة وخاصة شرق الطريق، وتلوها الكتل والمفتتات الصخرية مكونة غطاءات الهشيم. بناءً على ذلك واعتماداً على معرفة حجم الرواسب المتحركة على المنحدر فالانحدارات الهينة بين ١ و ٩ تتحرك عليها المواد الدقيقة، والتي مرت بمرحلة من التطور طويلة جداً، ومن ثم لا تسمح بتحريك الكتل الكبيرة الحجم، وذلك لحين تطورها وتفككها.
- تأتي الانحدارات الشديدة بين ٢٥° و ٣٩° في المرتبة الثالثة، وتغطي ٢٩,٦٪ من جملة الأطوال، والزاوية المميزة لها ٢٥°، بنسبة ١٥,٧٪ من جملة أطوال الانحدارات الشديدة، ومعظمها يقع شمال المنطقة، وتنتشر بها ظاهر الانفصال الكتلي.
- تأتي الجروف والتي تبلغ قيمة درجة انحدارها ٥٤٠ فأكثر في المرتبة الأخيرة بنسبة ٠,٣٪ من جملة أطوال القطاعات، ومن ثم تعد المظهر الأقل شيوعاً بمنحدرات منطقة الدراسة، وتعد الزاوية ٤٣ هي الزاوية الأكثر شيوعاً بمنحدرات الجروف، حيث تغطي ١٩,٣٪ من جملة أطوال الجروف، كما تعد الزاوية ٤٣ الزاوية الحدية السفلى لتمثل ٠,٣٪. مع ملاحظة أن نسبة الجروف الرأسية في الواقع أكثر من ذلك بكثير، حيث تظهر بصورتها الرأسية التقليدية، وهي عبارة عن زاوية واحدة فقط ٥٩٠ تقريباً، وتنتشر في العديد من المواقع وخاصة في شمال منطقة الدراسة، ولكن تم استثنائها كما سبق ذكره، ومن ثم فالحركة هنا عبارة عن تساقط كتلي وحبيبي، وارتفاع نسبتها بهذا الشكل مؤشراً على الملامح الإنكسارية التي أصابت هذه الجبال في صورة حافات صدعية شديدة الانحدار، وهي خالية تماماً من الرواسب، لكن تتراكم الرواسب أسفلها في شكل مخاريط الهشيم.





والجدير بالذكر أن القطاعات لا تعطي الصورة العامة لدرجة الانحدار بمنطقة الدراسة، ومن ثم عمل خريطة توضح درجة الانحدار ببرنامج AutoCAD Map 3D (شكل ١٦) و (جدول ١٥)، حيث تبين أن الانحدارات الهينة والمتوسطة تمثل ٥٥,٧٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي أقل من نسبتها بالطريقة السابقة (القطاعات) بحوالي ١٤٪، وهي تمثل مناطق غطاءات الهشيم. أما الانحدارات الشديدة فهي تمثل ثلث مساحة منطقة الدراسة، وتنتشر بها ظاهرات التفلق والانفصال الكتلي. وبالنسبة للجروف والتي ترتفع درجة انحدارها عن ٤٠ درجة فهي تغطي هنا ١١,٦٪ بارتفاع ١١,٣٪ عن النسبة التي تم حسابها من قطاعات الدراسة، وتنتشر بها ظاهرات التساقط الكتلي والانفراط الحبيبي، وتنتشر أسفلها مخاريط الهشيم.

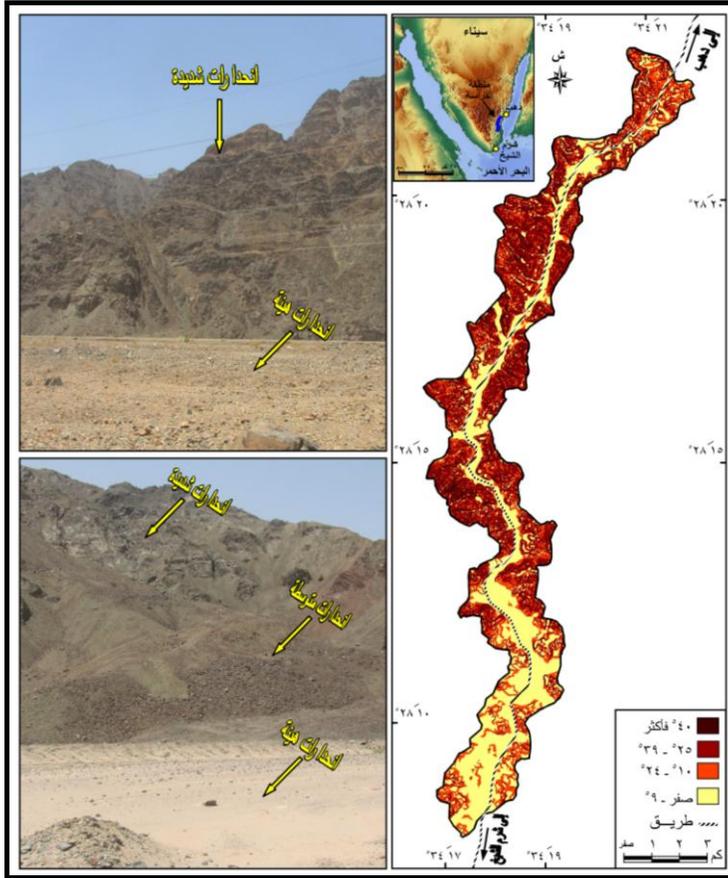
جدول (١٥) : فئات الانحدار بمنطقة الدراسة.

الفئات (بالدرجات)	طبيعة الانحدار	المساحة (كم ^٢)	المساحة (%)
٩ - ٠	انحدارات هينة	٢٢,٢٥٢	٣٦,٥
١٠ - ٢٤	انحدارات متوسطة	١١,٧١٤	١٩,٢
٢٥ - ٣٩	انحدارات شديدة	١٩,٨٨٤	٣٢,٧
٤٠ فأكثر	جروف	٧,٠٤٨	١١,٦
المجموع		٦٠,٨٩٨	١٠٠

المصدر : اعتماداً على شكل (١٦) باستخدام برنامج Auto CAD Civil 3D

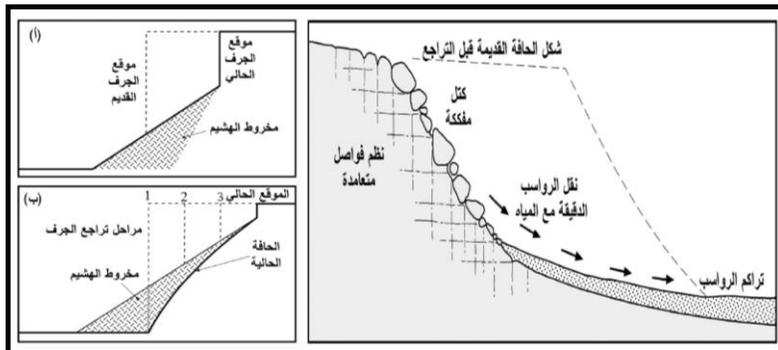
٢) درجة التقوس:

تهدف دراسة التقوس إلى التعرف على أشكال القطاعات وعلاقتها بنشأة واستقرار الهشيم على المنحدرات، مع ملاحظة أن العلاقة بين التقوس وهشيم المنحدرات علاقة متبادلة، حيث أن شكل التقوس ودرجته تساعد على مدى استمرارية عمليات التفكك والتفتت، ومن ثم تؤثر في حجم وسمك هشيم المنحدرات، كما تؤثر على درجة استقرار الهشيم فوّه ليكون غطاءات الهشيم في حالة سيادة العناصر المقعرة ودرجة انحدارها هينة، أو زحفه وتراكمه أسفل المنحدرات ليكون مخاريط الهشيم إذا كانت درجة انحداره عالية، أما تأثير هشيم المنحدرات على شكل التقوس فإن زيادة عوامل التعرية وعمليات التجوية يؤدي إلى تراجع الأجزاء العليا للمنحدرات وتراكم الهشيم عند حضيضها، مما يؤدي إلى تغير شكل المنحدرات وجعلها مقعرة (شكل ١٧).



المصدر: اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية، مقياس 1 : 50,000، عام 2006، باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

شكل (١٦) : درجة الانحدار بمنطقة الدراسة.



المصدر: تراب، 2011، ص ص 115-116.

شكل (١٧) : رسم تخطيطي لمنحدر موضحاً العلاقة بين التقوس وهشيم المنحدرات.

وقد تبين من ملحق (٤) أن عدد القطاعات التي يسود بها الشكل المحدب ٧ قطاعات، بنسبة ٤٦,٧٪ من جملة عدد القطاعات الميدانية، والغالبية العظمى منها يقع بين القطاع رقم ٧ ورقم ٩ والتي تقع في وسط منطقة الدراسة تقريباً، والمنتشرة بتكوينات الشست، بينما بلغ عدد القطاعات التي يسود بها الشكل المقعر ٨ قطاعات بنسبة ٥٣,٣٪، والغالبية العظمى منها يقع بين القطاع رقم ١٠ ورقم ١٣ والتي تقع شمال منطقة الدراسة، والمنتشر بها تكوينات بركانيات حمضية والشست والكوارتز ديوريت، ومن ثم فإن العناصر المقعرة هي الأكثر انتشاراً بالمنطقة، ويتفق ذلك مع دراسة الجمال (٢٠١١) عن جيومورفولوجية القواطع النارية في الجزء الجنوبي من شبه جزيرة سيناء (الظروف متشابهة)، ولكن مع ملاحظة ارتفاع العناصر المقعرة بشكل كبير لتغطي ٨٧,٥٪ من جملة عدد القطاعات^(١) (الجمال، ٢٠١١، ص ٧٢). ويعد هذا النمط من الأنماط المثالية على تراكم الهشيم على سفوح المنحدرات، وهو من الأسباب الرئيسية في انتشار ظاهرة غطاءات الهشيم على منحدرات منطقة الدراسة.

ولكن بصفة عامة قطاعات منحدرات منطقة الدراسة بناء على المتوسط العام لدرجة النقس (١,٠ تقريباً) تصنف ضمن الأقسام المستقيمة، ويرجع السبب في ذلك إلى التباين البسيط في درجات الانحدار، حيث يطلق على المنحدرات صفة المستقيمة إذا كان الاختلاف في درجة الانحدار لا يتعدى ٣ درجات (علي، ٢٠٠١، ص ٣١٨). والانحدارات المستقيمة بالقطاعات ليس معناه أنها شديدة الانحدار (رأسية)، ولكنها مائلة بصورة يمكن معها بقاء هشيم المنحدرات، (لوحة سابقة)، حيث تراوح متوسط درجة الانحدار بالقطاعات بين ١١,٥ و ٢٢,٤ درجة، وأقصى درجة انحدار سجلت بالقطاعات ٤٣ درجة (تم استثناء الجروف الرأسية). وهذا المدى مناسب لاستقرار الرواسب، حيث تراوح مدى درجة استقرار المواد على المنحدرات في أكثر من منطقة بين ٣٠ و ٤٠ درجة (حجاب، ٢٠١٣، ص ٤٥)، ولكن بعض القطاعات تشذ عن ذلك ويرجع ذلك إلى قوى الدفع الناتجة عن تصادم الصخور بعضها ببعض، كما تعمل قوى أخرى على مقاومة الحركة وتتمثل في قوة رد الفعل، تساعد على قوى مقاومة أخرى، هي الاحتكاك بين المواد الصخرية والمنحدر، وتماسك المواد الصخرية (محسوب، ١٩٩٧، ص ١١٠).

(١) يرجع السبب في ارتفاع هذه النسبة هو تأثير هذه القطاعات بالقواطع الغائرة التي أثرت في تقعر قطاعات المنحدرات، حيث أن القواطع تكوينها الصخري أضعف من الصخور المضيضة لها.

بناءً على التحليل السابق يمكن ربط درجة انحدار القطاعات ونقوسها بحركة وموضع الهشيم، فالأجزاء العليا تنسم بتفوق عملية النقل على عملية التجوية وبالتالي نقل عليها الرواسب لأنها تنقل باستمرار لأقدام المنحدرات، أما الأجزاء السفلى من المنحدر فتتراكم عليها الرواسب نتيجة لقلّة انحدارها وبالتالي فإن عملية التجوية تتفوق على عملية نقل الرواسب وبالتالي تتراكم الارسابات في صورة غطاءات ومخاريط هشيم، وتتفق هذه النتيجة مع العديد من الدراسات وخاصة دراسة منحدرات حوض وادي وثير شرق سيناء (علي، ٢٠٠١، ص ٣٣٨).

٣) الاهتزازات الأرضية:

أ- الاهتزازات الناتجة عن حركة المركبات :

يلعب الإنسان دوراً مهماً في نشأة وتطور هشيم المنحدرات سواء بطريقة مباشرة أم غير مباشرة، وذلك من خلال أنشطته المختلفة، ومن أهم هذه الأنشطة بمنطقة الدراسة هي مد الطرق وحركة المركبات عليها، حيث تؤدي حركة المركبات من النقل الثقيل إلى عدم استقرار بعض الكتل المعرضة للانهييار، حيث أن ثبات الكتل الصخرية على المنحدر يعتمد على العلاقة بين مدى تماسك المواد القابلة للحركة وبين زاوية استقرارها، ونتيجة لما يتولد عن هذه المركبات من اهتزازات على الطريق سوف يؤدي إلى انفصال الكتل الصخرية عن الحافة ثم سقوطها (صالح، ٢٠٠٠، ص ٧٢). وتكمن الخطورة أيضاً في الاهتزازات الأرضية الناتجة عن حركة المركبات الثقيلة في حالة تعرجات الطريق كما هو موجود بمنطقة الدراسة.

وقد بلغت أعداد المركبات بجميع أنواعها جنوب سيناء ٢٧٢٩١ عام ٢٠١٤، يمثل عدد السيارات ٤٥,٦٪، وعدد النقل والمقطورات والأتوبيسات (النقل الثقيل) يقترب من ثلث عدد المركبات، بنسبة ٣١,٤٪ (العلمي، ٢٠١٦، ص ٨٨)، وهي تمثل نسبة كبيرة (لوحة ١٩)، وهذه النوعية تولد اهتزازات شديدة لها تأثير فعال على حركة المواد بجميع أشكالها من التساقط إلى زحف الهشيم.

ب- الاهتزازات الناتجة عن الزلازل :

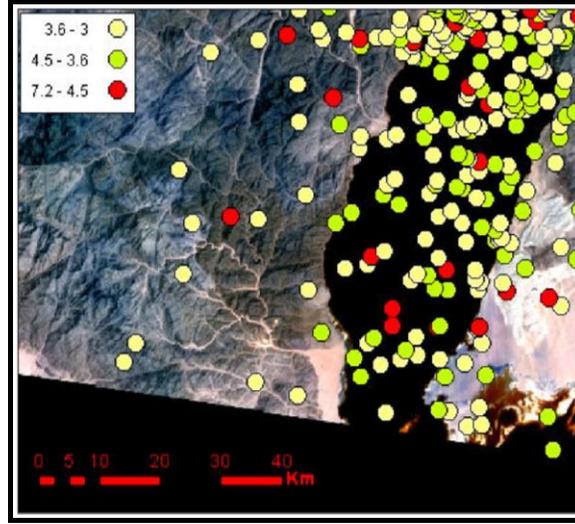
تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق زلازل خليج العقبة والتي تؤدي عند وقوعها إلى تولد قوى ديناميكية أفقية ورأسية تؤثر على الكتل الصخرية وتؤدي إلى سقوطها أو تحركها كنتيجة إلى فقدانها لاتزانها، حيث تصبح قوى القص للكتل الصخرية على مستويات الانهييار أعلى من درجة المقاومة القصوى (صالح، ٢٠٠٨، ص ١٢٩).



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (١٩) : المركبات وتنوعها على طريق شرم الشيخ دهب.

وترتفع في منطقة الدراسة حدة وكثافة الزلازل (شكل ١٨)، حيث يحيطها من جميع الجهات مراكز لمواقع الزلازل، وقد حدث بالمنطقة أعلى شدة للزلازل والتي تتراوح بين ٤,٥ و ٧,٢ على مقياس ريختر، ونظراً للارتباط بين الهزات الزلزالية وتحرك المواد على السطح، فإن الحركة السيزمية للزلازل خاصة القوية منها تقوم بدور المحفز الذي يعمل على تحريك الكتل القابلة للانفصال والحركة في اتجاه الطريق، مما يؤدي إلى وقوع كوارث على الطريق، ومن المتوقع أيضاً أن لا تتوقف فترة حركة المواد على طول فترة وقوع الزلزال، فالأمر سوف يكون أكثر خطورة مع توابع الزلازل، خاصة إذا أخذنا في الاعتبار أن الهزة الأساسية سوف تعمل على فصل وخلخلة بعض الكتل التي كانت في وضع شبه ثابت، وبالتالي فإن الهزات التالية سوف تعمل على تحريكها (صالح، ٢٠٠٨، ص ١٢٩). ولا بد أن يؤخذ في الاعتبار تكرار الزلازل فالصغير منها يمكن أن يكون له تأثير على حركة المواد إذا ما تكررت على فترات متقاربة.



المصدر: صالح، ٢٠٠٨، ص ١٣١.

شكل (١٨) : درجات قوة الزلازل بالإقليم الجنوبي بخليج العقبة.

رابعاً - أنماط حركة المواد :

تتنوع حركة المواد بمنطقة الدراسة، حيث توجد جميع الأنماط، مثل: التساقط والانزلاق والزحف، حيث رصدت الدراسة ما يلي:

- تم رصد التساقط في جميع مواقع الدراسة الميدانية وذلك لأن عملية التساقط هنا لا تقتصر على الكتل الصخرية الكبيرة بل تشمل المفتتات صغيرة الحجم، حيث يطلق على أي سقوط حر ينقل المادة من أعلى المنحدر باتجاه أسفله دون أن تحتك بسطحه في حركة فجائية وبسرعة كبيرة وتستقر أسفل المنحدر مكونة مخروط الهشيم (Goudie et al., 2005, p.262)، والتي تظهر بوضوح أقصى جنوب منطقة الدراسة، حيث تنتشر ظاهرة تساقط الكتل الكبيرة مع انتشار عملية التفتت الحبيبي، كما رصدت هذه الظاهرة في المناطق التي تتسم بارتفاع نسبة الجروف الرأسية والتي تسود شمال منطقة الدراسة، وتفسر ذلك أن التساقط الكتلتي يحدث على المنحدرات التي تزيد انحداراتها على ٧٠ درجة، وتتحول الحركة إلى القفز حينما يقل الانحدار عن ٧٠ درجة، ثم تحدث عملية الدحرجة إذا قل الانحدار عن ٤٠ درجة (Norris et al., 2008, p. 33)، وهو ما جعل رواسب مخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة في الغالب غير متجانسة وغير مصنفة تقريباً ورواسبها من الأحجام الكبيرة أسفل المخروط وتتحول إلى الرواسب الناعمة أعلى المخروط، بل تختلط الأحجام الكبيرة (الكتل) مع الرواسب الناعمة (لوحة ٢٠/أ)، وقد توجد بعض الأحجام المتوسطة ويرجع

ذلك إلى تحطم الكتل الصخرية عند ارتطامها بسطح الأرض للتحويل إلى أجزاء أصغر من الحجم الأصلي للكتل المتساقطة (عاشور وآخرون، ٢٠١٦، ص ١٥)، وتتسم هذه الكتل بأنها حادة الزوايا.

• رصدت الدراسة الميدانية وجود انزلاق كتلي على المنحدرات التي تتسم بارتفاع درجة انحدارها، حيث تحدث على المنحدرات الجرفية نتيجة الجاذبية الأرضية وبمساعدة فعل التجوية والمياه، أما انزلاق المفتتات الصخرية فهي عبارة عن انزلاق كميات كبيرة من المفتتات الصخرية من أعلى المنحدر باتجاه أسفله فتحدث على المنحدرات التي تتراوح درجة انحدارها بين ١٥ و ٤٠ درجة، ويؤدي ذلك إلى تغير في شكل المنحدر (عاشور، ٢٠١٦، ص ١٦)، حيث تبين من الدراسة الميدانية وجود بعض الآثار التي توضح وجود تساقط صخري على قمة مخروط هشيمي، ثم عملية انزلاق بمساعدة الرواسب الناعمة، لتستقر الكتل الصخرية عند حضيض المخاريط (لوحة ٢٠/ب).



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٢٠) : أثر حركة المواد وتنوعها بمنطقة الدراسة.

- تعد عملية زحف الهشيم من أشكال الحركات البطيئة التي ترتبط بأقدام الحافات شديدة الانحدار، والتي قد تتمكن من الاستقرار فوق المنحدرات إذا قل انحدارها عن 35° (الحسيني، ١٩٩٨، ص ١٠٨). فمع زيادة تراكم المفتتات تعمل على دفع بعضها البعض باتجاه أقدام المنحدرات، وتختلف كميات هذه المواد الفتاتية وأحجام رواسبها، تبعاً لاختلاف القوى التي كونتها، وقد رصدت في جميع منحدرات منطقة الدراسة المغطاة بهشيم المنحدرات بأكثر من ٥٠٪ من مساحة المنحدر، وبكميات كبيرة ذات أحجام متوسطة يتخللها رواسب ناعمة، وتزداد هذه العملية في حالة تساقط الأمطار. وتفسير ذلك يرجع إلى تشبع الرواسب المفككة والتي تقل بها مكونات الطين والمواد الناعمة بالمياه، حيث تعمل المياه على زيادة وزن المفتتات على المنحدر، وزيادة ضغطها على السطح الرطب الذي أصبح يمثل سطحاً ليناً تتحرك عليه المواد المفككة، والتي تزداد كميتها في حالة خلو سطح المنحدر من النبات الطبيعي (حجاب، ٢٠١٣، ص ٧٦).

خامساً - الخصائص المورفولوجية لهشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة :

اعتماداً على الدراسة الميدانية والتحليل السابق لمظاهر الضعف الصخري وحركة الهشيم وأنماطها يمكن تصنيف هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة إلى نوعين، وهما: مخاريط الهشيم وغطاءات الهشيم (الرواسب السطحية ومخاريط الهشيم حيث يمثلان كتلة واحدة)، مع وجود تباين في خصائصها من حيث المساحة التي تغطيها على المنحدرات، ودرجة انحدارها، وسمكها، ونوعية الرواسب المكونة لها وأحجامها، وفيما يلي دراسة تلك الخصائص كالتالي:

(١) المساحة :

تم الاعتماد في دراسة مساحة هشيم المنحدرات على الدراسة الميدانية لعدد ٧٨ موقعاً (تتراوح من ٣ إلى ١٥ موقعاً داخل كل منطقة)، واستخراج نسب المناطق المغطاة بغطاءات الهشيم من المساحة الكلية باستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D والموضحة بجدول (١٦) واللوحة (٢١).

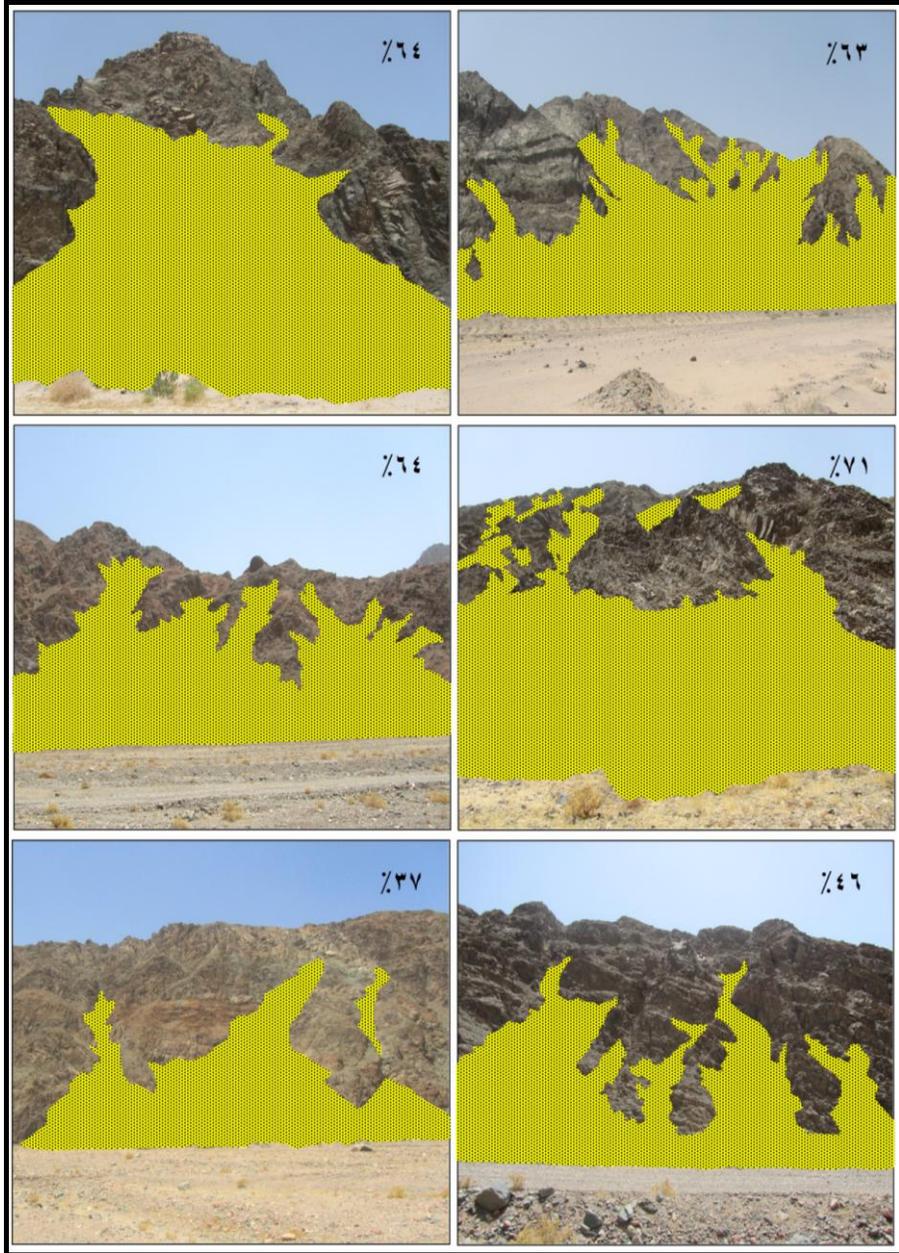
جدول (١٦) : نسبة المساحات التي تغطيها غطاءات الهشيم على منحدرات منطقة الدراسة.

منطقة	عدد المواقع	أقل من ٣٠٪	٣٠-٦٠٪	٦٠٪ فأكثر	منعدمة
١	٤	٠	١	١	٢
٢	٦	١	٢	٣	٠
٣	٧	٤	٠	١	٢
٤	٣	٢	٠	٠	١
٥	٣	١	١	١	٠
٦	٧	٣	١	٣	٠
٧	٥	٢	١	٢	٠
٨	٥	٢	٠	٣	٠
٩	٩	٢	٣	٤	٠
١٠	٥	٢	٢	١	٠
١١	١٥	٣	٥	٣	٤
١٢	٥	٢	١	٠	٢
١٣	٤	٢	٠	٠	٢
المجموع	٧٨	٢٦	١٧	٢٢	١٣

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الدراسة الميدانية ٢٠١٧، واستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D في حساب نسبة المساحة.

يتبين من تحليل الجدول (١٦) واللوحة (٢١) وجود تباين في المساحات التي تغطيها غطاءات الهشيم على منحدرات منطقة الدراسة، والتي يمكن تصنيفها إلى الفئات التالية:

- منحدرات تزيد بها غطاءات الهشيم على ٦٠٪ من مساحة المنحدر، وقد بلغت نسبتها ٢٦,٢٪ من إجمالي عدد المواقع المغطاة بالهشيم، و ٢١,٨٪ من إجمالي المواقع المدروسة، وهي تعد نسبة مرتفعة، وقد رصدت في معظم القطاعات، حيث ظهرت في ٩ مناطق، وخاصة بالمنطقة رقم ٩، يليها رقم ٢، ثم ٦، و ٨ و ١١، حيث تراوحت بين ٦٣ و ٧١٪ من مساحة المنحدر، مع رصد أحد المنحدرات بالمنطقة رقم (١) أقصى جنوب منطقة الدراسة مغطى بغطاءات الهشيم بالكامل تقريباً، حيث بلغت نسبتها ٩٥٪ من إجمالي مساحة المنحدر، مع ملاحظة عدم وجودها في المنطقتين ١٢ و ١٣ شمال منطقة الدراسة وخاصة شمال منطقة مصب وادي الحمراء.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠١٧، واستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D في استخراج النسب.

لوحة (٢١) : نماذج من المنحدرات المغطاة بهشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة.

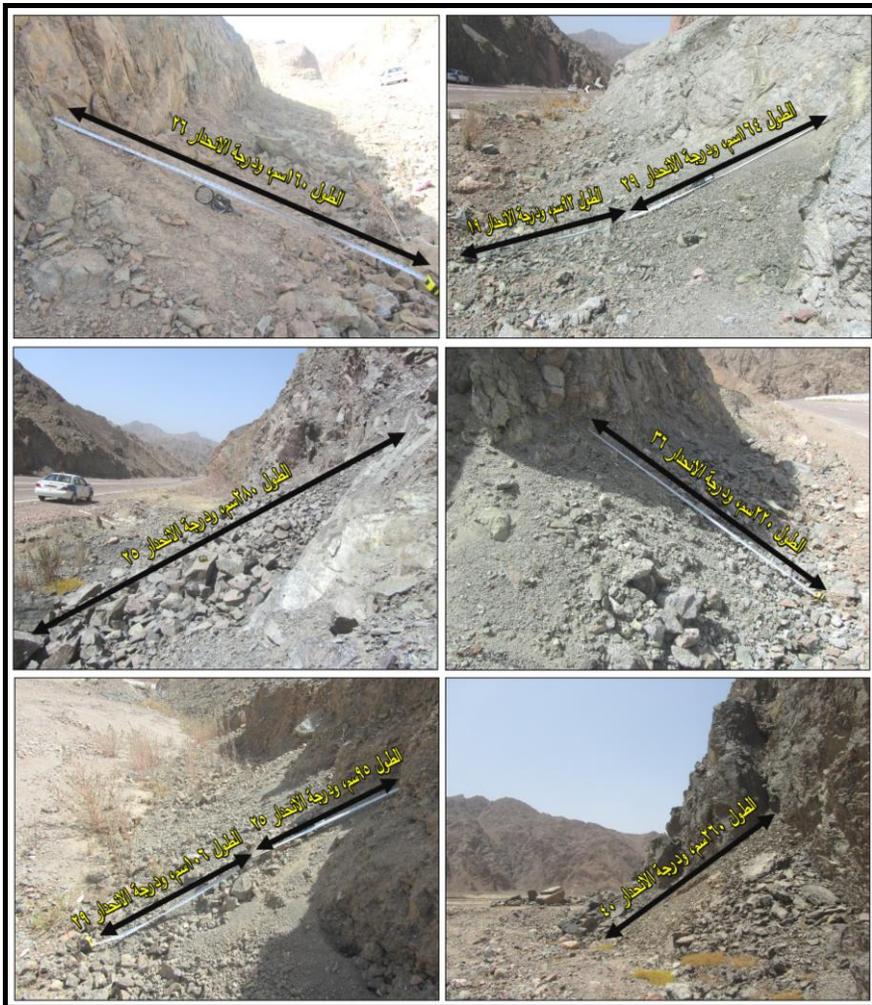
- منحدرات تتراوح بها غطاءات الهشيم بين ٣٠ و ٦٠٪ من مساحة المنحدر، وقد ظهرت في ٩ مناطق أيضاً، وخاصة في المنطقة رقم (١١) جنوب مصب وادي الحمراء، يليها المنطقة رقم ٣، والواقعة شمال مصب وادي البدع، أما المناطق التي تخلو من هذه الفئة فهي تقع في المناطق رقم ٣ و ٨ و ١٣.
- منحدرات تقل بها غطاءات الهشيم عن ٣٠٪ من مساحة المنحدر، وقد رصدت بجميع المناطق ماعدا المنطقة الأولى والتي تقع أقصى جنوب منطقة الدراسة، أما أكثر المناطق التي تنتشر بها هذه الفئة هي المنطقة رقم (٣) ما بين مصب وادي البدع ووادي القبيلة، يليها المنطقة رقم (١١) جنوب مصب وادي الحمراء.
- منحدرات خالية من غطاءات هشيم المنحدرات، وليس هذا معناه أنها خالية من مخروطات الهشيم أسفلها، وقد ظهرت في بعض المناطق التي تتسم بارتفاع درجة انحدارها وقد رصدت في ٦ مناطق، وخاصة شمال منطقة الدراسة.

يتضح من التحليل السابق سيادة المناطق التي تغطيها غطاءات الهشيم على منحدراتها بنسبة تقل عن ٣٠٪ من مساحة المنحدر، يليها المناطق التي تزيد على ٦٠٪، ثم المناطق التي تتراوح بين ٣٠ و ٦٠٪ من إجمالي مساحة المنحدر، نستنتج من ذلك انتشار ظاهرة غطاءات هشيم المنحدرات بشكل كبير في منطقة الدراسة، فقد ظهرت في جميع المناطق مع اختلاف نسبتها بين منطقة وأخرى، ويرجع ذلك إلى سببين، وهما: نتيجة لزيادة معدلات التفكك والتفتت لانتشار مظاهر الضعف بأشكالها المختلفة، والعامل الثاني هو أن درجة الانحدار ساعدت على استقرار هشيم المنحدرات فوقها كما سبق ذكره.

(٢) درجة الانحدار :

تعتمد درجة انحدار هشيم المنحدرات سواء كان غطاءات أو مخاريط على حجم الرواسب واستدارتها التي يتألف منها، حيث يؤدي تراكم هشيم المنحدرات إلى استقامة الأجزاء أو المسافات الأرضية التي تغطيها، كما أنه يؤثر على درجة الانحدار، فكلما كانت الفتحات كبيرة الحجم زادت درجة الانحدار والعكس صحيح (سوقي، ١٩٨٧). ولأن غطاءات الهشيم جزء لا يتجزأ من المنحدر، ومن ثم فإن درجات الانحدار التي تم حسابها من القطاعات التضاريسية تعبر عن درجة انحدار غطاءات الهشيم، والتي لم تتجاوز درجة انحدارها في مناطق الغطاءات ٤٣ درجة، وكانت سبباً في تقارب درجة الانحدار على طول القطاعات، ليصبح النمط العام لمنطقة الدراسة هو الاستقامة كما سبق ذكره، نتيجة نشاط عملية التفكك باستمرار وبكميات كبيرة، مع سيادة

بسيطة للعناصر المقعرة في الأجزاء الدنيا نتيجة سيادة عمليات التعرية وعمليات التجوية في تراجع الأجزاء العليا للمحدرات وتراكم معظم الهشيم عن حضيضها، ومن ثم تميل الأجزاء الدنيا إلى التقعر، ولعدم تكرار ما سبق فإنه تم التركيز في هذا الجزء على دراسة درجة انحدار مخاريط الهشيم فقط غير المتصلة بغطاءات الهشيم (لوحة ٢٢)، والتي تقع أسفل المنحدرات الشديدة والمنتشرة في الغالب في أقصى شمال وجنوب منطقة الدراسة، وبعض المواضع البسيطة في الوسط، أما باقي المواضع فيوجد اتصال بين غطاءات ومخاريط الهشيم ومن ثم تم استثنائها، حيث تبين الآتي:



المصدر: تصوير البحث ٢٠١٧.

لوحة (٢٢) : التباين في درجة انحدار مخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة.

- تتألف معظم مخاريط الهشيم من وحدة انحدار واحدة، والباقي من وحدتين من الانحدار، في الغالب منها وحدة طويلة ويمثلها الجزء الأعلى من المخروط، ووحدة قصيرة ويمثلها الجزء الأدنى من المخروط.
- النمط السائد هو انتشار الأقسام المستقيمة مثل غطاءات الهشيم، نظراً لنعومة المفتتات واستمرار عمليات التساقط (كتل وتفتت حبيبي).
- درجات الانحدار تقع في ثلاث فئات فقط وهي المتوسطة والشديدة والجروف.
- ترتفع نسبة الانحدارات الشديدة (٢٥-٣٩°)، إذ تبلغ ٤٨,٥٪ من جملة الأطوال، والزاوية المميزة لها ٢٥°، حيث بلغت نسبتها ١٨٪ من جملة أطوال الانحدارات الشديدة.
- تبلغ نسبة الانحدارات المتوسطة (١٠-٢٤°) ٣٤,٠٪ من جملة الأطوال، والزاوية المميزة لها ٢٣°؛ إذ تشكل ٢٢,٠٪ من جملة الفئة.
- تغطي الجروف ٤٠° فأكثر النسبة الباقية من درجات مخاريط الهشيم، حيث لم تتجاوز نسبتها عن ١٧,٥٪ من جملة الأطوال، والزاوية المميزة لها ٤٠°.

٣) الخصائص الحجمية للرواسب :

تعكس خصائص الرواسب عمليات جيومورفولوجية معينة، كفعل عمليات التفكك والتفتت، وقبل ويعد نقل هذه الرواسب، وبالتالي تتميز الرواسب بسمات معينة من حيث الحجم والشكل سواء على طول امتدادها أفقياً أم رأسياً (لوحة ٢٣)، ويمكن دراستها بالشكل التالي:

أ- درجة التجانس :

- اعتماداً على درجة التجانس لأحجام رواسب الهشيم، تبين من الدراسة الميدانية وجود ثلاثة أنواع لتجانس حبيبات الظاهرة بمنطقة الدراسة، وهي:
- **هشيم متجانس الرواسب** : وهو محدود بمنطقة الدراسة وينتشر في وسط منطقة الدراسة بين الموقع السادس والثامن، وخاصة بين المنطقة الممتدة بين مصب وادي الكيد ومصب وادي مدسوس على الحافة الشرقية، حيث يلاحظ وجود تباين بسيط في أحجام الرواسب، وهي مرتبطة بالرواسب الناعمة، وتنتشر على المنحدر مكونة غطاءات ومخاريط الهشيم ككتلة واحدة.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٢٣) : التباين في حجم رواسب هشيم المنحدرات (غطاءات ومخاريط) بمنطقة الدراسة، مع ملاحظة وجود تصنيف لأحجام الرواسب بمخاريط الهشيم، حيث نقل من أسفل إلى أعلى.

- هشيم شبه متجانس الرواسب : وهذا النوع هو السائد بغطاءات الهشيم بمنطقة الدراسة، حيث ينتشر تقريباً في كل مناطق الدراسة، فقد تبين وجود اختلاف في أحجام الرواسب ولكن مع سيادة حجم معين، والغالب هنا الأحجام الكبيرة وهي تأخذ شكلاً أسطوانياً

(مكعبات) لا يتعدى طولها ١٥ سم، ومتوسط عرضها ٥ سم، والسبب في هذا الشكل يرجع في المقام الأول إلى انتشار الشقوق المتعامدة كما تبين من الميكروسكوب الالكتروني، وقد ظهرت بعض الكتل كبيرة الحجم على غطاءات الهشيم الناتجة عن التفكك والانفصال والتساقط الكلي كما سبق ذكره. ولأنها مفتتات صخرية كبيرة الحجم نسبياً، قد جعلها تتمكن من البقاء على المنحدرات الشديدة، ويطلق عليها اسم رواسب التيلاس Talus (أبوالعينين، ١٩٨١، ص ٣١٩). وعند سقوط الأمطار تعمل الرمال والأترية كمادة لاصقة تجمع جلاميد الصخر مع بعضها، وتعمل على تماسك أجزاء مخروط التيلاس، ويأخذ الهشيم الشكل المحذب (علام، ١٩٩٢، ص ١٧٥).

• هشيم غير متجانس الرواسب : وينتشر فقط بمخاريط الهشيم، وقد رصد في العديد من المواقع وخاصة شمال منطقة الدراسة، ويتكون هشيم المنحدرات من مجموعة مختلفة من أحجام الرواسب، حيث يتراوح بين الناعمة جداً إلى الكتل الصخرية عند حضيض المخاريط.

ب- درجة التصنيف :

تظهر عملية التصنيف بمخاريط الهشيم أكثر من غطاءات الهشيم، فبمقارنة أحجام الرواسب في قمم المخاريط بمثلتها في الأجزاء الدنيا، لوحظ تدرج الرواسب من الرواسب الناعمة جداً (عبارة عن طين ورمال ناعمة) من القمة إلى الحصى والجلاميد عند الأطراف. حيث تتحدر الجلاميد والكتل الصخرية كبيرة الحجم بسرعة نحو أقدم الحافات، تلوها الكتل المتوسطة والحصى والحصباء، أما الرواسب الرملية والأترية الدقيقة فتغطي أعالي المخروط (لوحة ٢٣)، وهذا يعد منطقياً، حيث يتفق ذلك مع دراسات كثيرة سابقة مثل دراسة قاعة ٢٠١٠ عن المنحدرات الجبلية المطلة على الجانب الشرقي لخليج السويس، ودراسة الحداد ٢٠٠٩ عن منحدرات الجانب الغربي للبحر الأحمر.

ج- شكل الرواسب :

تميل معظم رواسب غطاءات الهشيم أو المنتشرة عند حضيض مخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة والناتجة عن عمليات التجوية الميكانيكية وخاصة التفلق، إلى سيادة الشكل الحاد وشبه الحاد، بسبب قصر المسافة التي تتعرض لها خلال عمليات النقل، كما أن عملية التساقط لها دور فعال في انتشار هذه النوعية، ويرجع ذلك إلى تحطم الكتل الصخرية عند ارتطامها بسطح

الأرض لتتحول إلى أجزاء أصغر من الحجم الأصلي للكتل المتساقطة، مما عمل على تكسيورها إلى شظايا، ومن ثم يتميز هذا الحطام بحدة زواياه.

د - سمك الرواسب :

ينتشر هشيم المنحدرات بكميات كبيرة بسبب الضعف الصخري بمنطقة الدراسة، وهو ما أدى إلى زيادة الامتداد الرأسي له، كما توجد علاقة طردية بين صلابة الصخر وبين الامتداد الأفقي والرأسي للمخروطات الرسوبية فكلما زادت صلابة الصخر أدى ذلك إلى الامتداد الرأسي التراكمي للمخروط (أبورية، ٢٠٠٧، ص ١٤١). وقد استطاع الباحث رصد سمك بعض مخاريط هشيم المنحدرات (لوحة ٢٤)، وذلك في المناطق التي تأثرت بالسيول، أما المواقع الأخرى فبسبب الامتداد الرأسي الكبير، وكبر حجم الكتل فكان من الصعب معرفة سمكها، وقد تراوح أكبر سمك للرواسب في المواقع المقاسة بين ١,٠م و ٢,٤٠م، مع ملاحظة أن هذا السمك يقل تدريجياً حتى يختفي تماماً بالاتجاه إلى أعلى. ويستدل من تتابع هذه الطبقات أن ترسيب رواسب هذه المخاريط لم يكن منتظماً، فأحياناً يكون متجانساً إلى حد ما حيث يتراوح من ناعم إلى متوسط، كما هو الحال في وسط منطقة الدراسة، وأحياناً يكون غير متجانس مع سيادة حجم معين وخاصة الرواسب متوسطة الأحجام حادة الزوايا.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٢٤) : سمك الرواسب بمخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة.

سادساً - الأخطار الناجمة عن هشيم المنحدرات وأهميته التطبيقية بمنطقة الدراسة :

١) أخطار هشيم المنحدرات :

ينتشر هشيم المنحدرات في جميع مواقع منطقة الدراسة تقريباً، حيث لا يكاد يخلو قطاع سواء من غطاءات الهشيم أو مخروطاته، مما يرفع من درجات الخطورة المرتبطة بحركته على المناطق المجاورة، والمتمثل هنا في المظهر الوحيد للنشاط البشري وهو حركة المركبات على طريق شرم الشيخ دهب، وبناءً على ذلك تم تصنيف درجات خطورة هشيم المنحدرات اعتماداً على المسافة بين الحافة الجبلية (أقدام هشيم المنحدرات) والطريق، والتي تتباين من موقع إلى آخر (شكل ١٩ و ٢٠) كالتالي^(١):

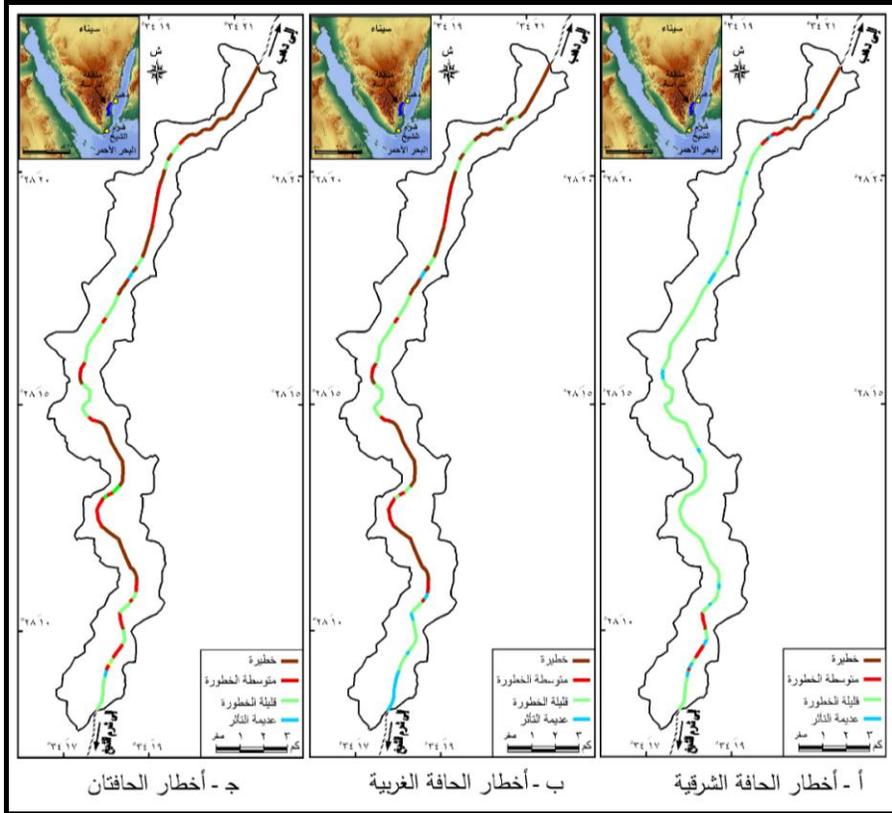
- **مناطق شديدة الخطورة:** وهي تشمل المناطق التي تشرف فيها الحافات على الطريق مباشرة، وتنتشر أسفلها مخاريط الهشيم الناشئة عن التساقط الصخري والانفراط الحبيبي، مما يشكل خطراً على حركة المركبات على الطريق (لوحة ٢٥)، وهي تتركز في الجانب الغربي للطريق أكثر من الجانب الشرقي، حيث بلغت ٣٢,٢% و ١١,١% على الترتيب، وتنتشر شمال منطقة الدراسة فقط على الجانب الشرقي، أما على الجانب الغربي فهي تنتشر في مواضع كثيرة نتيجة اقتراب الحافة من الطريق وخاصة في الشمال ووسط منطقة الدراسة.
- **مناطق متوسطة الخطورة:** وتشمل المناطق التي تبتعد فيها الحافة عن الطريق بين ٢٥ و ٥٠م، وهي تغطي مناطق محدودة على الجانب الشرقي بنسبة ٩,٢%، وقد ظهرت في أجزاء جنوب وشمال منطقة الدراسة، أما على الجانب الغربي فقد تجاوزت نسبتها ٥٠% وتنتشر في مواضع كثيرة وبشكل متقطع من الجنوب إلى الشمال، ولكن تبين من الدراسة الميدانية (لوحة ٢٦)، أن بعض الكتل الصخرية تجاوزت ٥٠م من قاعدة الهشيم، ومن ثم تشذ هذه المواضع وتصنف ضمن المناطق الخطيرة وقد رصدت هذه المواضع بالموقع الثامن وسط منطقة الدراسة.
- **مناطق قليلة الخطورة:** تمثل المناطق التي تبتعد فيها الحافة عن الطريق بأكثر من ٥٠م، وهي تمثل نسبة مرتفعة على الجانب الشرقي ٦٩,٧%، أما الجانب الغربي فلم تتجاوز ٤,٨% من إجمالي طول الطريق، وبالرغم من أن هذه المناطق قليلة الخطورة، إلا أنه في حالة إقامة منشآت في تلك المواقع، فلا بد أن يؤخذ في الاعتبار أنها تدخل ضمن المناطق الخطيرة، حيث يعتمد التصنيف هنا على المسافة فقط، لأن جميع المواقع تقريباً تتسم بانتشار هشيم المنحدرات بكميات كبيرة كما سبق ذكره.

(١) تم حساب المسافات بين الحافة والطريق اعتماداً على Google Earth باستخدام برنامج AutoCAD Map 3D.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على Google Earth 2017.

شكل (١٩) : التباين في اقتراب طريق شرم الشيخ دهب من الحافة.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على Google Earth 2017 والخرائط الطبوغرافية ١ : ٥٠,٠٠٠، باستخدام برنامج AutoCAD Map 3D.

شكل (٢٠) : أخطار هشيم المنحدرات على حركة المركبات على طريق شرم الشيخ دهب.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٢٥) : اقتراب هشيم المنحدرات من طريق شرم الشيخ دهب.



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

لوحة (٢٦) : التباين في بُعد الكتل الصخرية عن قاعدة الهشيم، والتي تجاوزت ٥٠ م في بعض المواقع وقربها من طريق شرم الشيخ دهب.

- **مناطق عديمة التأثير:** وتشمل المناطق التي تمثل مصبات الأودية على الطريق، حيث تخفي الحافات تماماً وتظهر المراوح الفيضية، وهي تمثل ٩,٩٪ على الجانب الشرقي، و ١١,١٪ على الجانب الغربي.

يتضح مما سبق أن هشيم المنحدرات يشكل خطراً على حركة المركبات على طريق شرم الشيخ - دهب بمنطقة الدراسة، حيث تتجاوز المناطق الخطيرة بصفة عامة والمتمثل في الحافتين الشرقية والغربية ٤٠,٤٪، يليها متوسطة الخطورة بنسبة ٩,٢٪، ثم قليلة الخطورة بنسبة ٨,٩٪، وأخيراً المناطق عديمة التأثير بحركة الهشيم بنسبة ٠,٦٪ من إجمالي طول الطريق بمنطقة الدراسة، ومن ثم يحتاج الطريق إلى عمليات صيانة وتطهير دوري له.

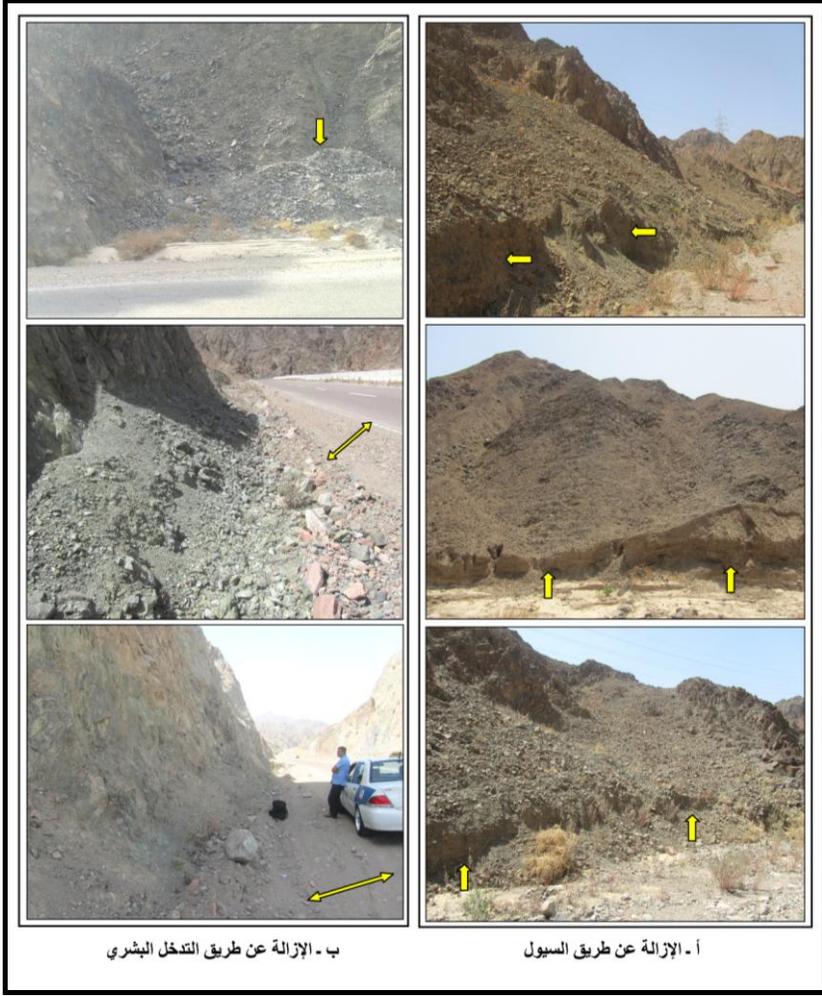
٢) وسائل التقليل من أخطار هشيم المنحدرات :

أ- وسائل طبيعية :

تبين من الخرائط الطبوغرافية أن طريق شرم الشيخ دهب بمنطقة الدراسة تم إنشائه بالمجرى الرئيس لأحد الروافد الكبيرة الذي يأخذ محوراً شمالياً - جنوبياً بوادي كيد يسمى وادي ملحج، منبعه يقع شمالاً ومصبه يقع جنوباً تقريباً عند التقائه برافد وادي المراغي ليصب في النهاية في خليج العقبة، بناءً على ذلك في حالة حدوث جريان سيلبي سوف يتحرك من الشمال إلى الجنوب، مع ملاحظة زيادة كميته وسرعته بالاتجاه جنوباً نتيجة التقائه بالعديد من الروافد، وهذه العملية تعمل على نقل الغالبية العظمى من هشيم المنحدرات وخاصة المخاريط، لينتهي بها المطاف لمروحة وادي كيد على خليج العقبة، ونتيجة استمرار هذه العملية فإن هذا قد أدى إلى نقل جزء كبير من غطاءات ومخاريط الهشيم ليقفل من أخطارها، وقد رصدت هذه الظاهرة في مناطق كثيرة، وخاصة التي تبدأ من وسط منطقة الدراسة إلى جنوبها بسبب زيادة حجم وسرعة الجريان (لوحة ٢٧/أ).

ب- وسائل بشرية :

يتم بشكل دوري إزالة مفتحات مخاريط هشيم المنحدرات على جوانب الحافة والتي تمثل خطراً على طريق شرم الشيخ دهب، وتجميعها ونقلها لمناطق أخرى تبتعد فيها الحافة عن الطريق بمسافات كبيرة، أو تجميعها في مكانها (على شكل أكوام) وفي بعض الحالات يتم تسويتها بجوار المنحدر (لوحة ٢٧/ب).



المصدر: تصوير الباحث ٢٠١٧.

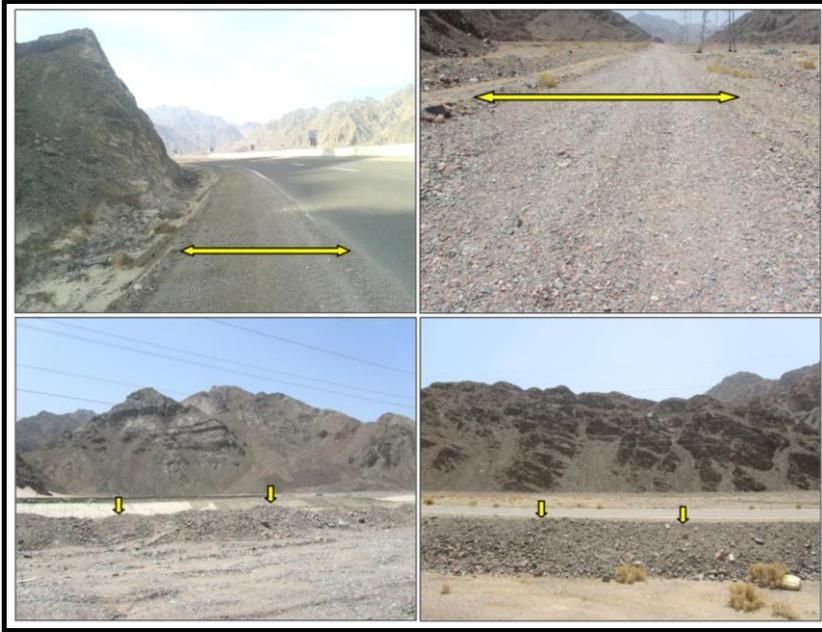
لوحة (٢٧) : اثر إزالة هشيم المنحدرات على طريق شرم الشيخ دهب بالتدخل البشري والسيول.

٣) الأهمية التطبيقية لهشيم المنحدرات :

يعتبر الجانب التطبيقي لهشيم المنحدرات محدود نظراً لعدم تنوع الأنشطة البشرية بمنطقة الدراسة، فالصورة الوحيدة لاستخدام الأرض بالمنطقة هو طريق شرم الشيخ دهب، وبناءً على ذلك يستخدم هشيم المنحدرات سواء كان غطاءات أو مخاريط في غرضين فقط، وهما:

- الغرض الأول : تمثل في استخدام جزء كبير من هشيم المنحدرات في عمل طريق شرم

الشيخ - دهب وبالاتجاه إلى طابا شمالاً، كما استخدم في ترميم المناطق التي حدث لها ضرر بالطريق، والتي تحتاج إلى رصف مرة ثانية، أو زيادة عرض الطريق لاستيعاب عدد كبير من وسائل النقل وسهولة حركتها (لوحة ٢٨)، حيث تبين من الدراسة الميدانية استخدام هشيم المنحدرات في إنشاء طريق جانبي بجوار الطريق الرئيس جنوب منطقة الدراسة، وهذه العملية توفر كثيراً للدولة نتيجة لقرب المصدر وانتشار هشيم المنحدرات بكميات كبيرة وبأحجام مناسبة بمنطقة الدراسة.



المصدر: تصوير البحث ٢٠١٧

لوحة (٢٨): الاستفادة من الهشيم سواء عن طريق توسيع الطريق، أو وضعه على جانب الطريق لحمايته من خطر السيول.

• **الغرض الثاني:** هو حماية طريق شرم الشيخ دهب من خطر السيول، حيث تبين من الخرائط الطبوغرافية والدراسة الميدانية تعرض الطريق في الكثير من المواضع لخطر السيول نتيجة تعادم مصبات العديد من الروافد على الطريق، ومن ثم كان لابد من حمايته، خاصة أنه مرتفع عن قاع المجري في مناطق كثيرة مثل وسط وجنوب منطقة الدراسة، وقد رصدت الدراسة الميدانية العديد من وسائل الحماية من ضمنها إزالة هشيم

المنحدرات سواء القريب أم البعيد عن الطريق ووضعه على جانبي الطريق في المناطق المرتفعة للتقليل من عملية النحت (لوحة ٢٨)، وهذه العملية مستمرة نظراً لسهولة حمل ونقل الرواسب التي تم وضعها مرة أخرى.

الخاتمة :

(١) النتائج :

يمكن إيجاز أهم النتائج عن مظاهر الضعف الصخري ودورها في نشأة وتطور هشيم المنحدرات على جانبي طريق شرم الشيخ ذهب بوادي كيد فيما يلي:

أ- **مظاهر الضعف الصخري** : تنتشر أشكال مظاهر الضعف الصخري سواء الضعف النوعية أو المكتسبة أو عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية بصخور منطقة الدراسة، حيث تبين الآتي:

أ- **مظاهر الضعف النوعي** : سيادة واضحة لصخور الشست، والفتات الناري، والمونوزجرانيت، والجرانيت، مع وجود تباين كبير في المعادن المكونة لها، وتأثرها بالعوامل التكتونية وعمليات التجوية وخاصة الميكانيكية، مما أدى إلى وجود تضاعف في نسيج المعادن، وزيادة المسامية الثانوية التي لم تتكون مع تكوين الصخر نفسه، ولكن من تأثير عمليات التجوية، وخاصة أن الكثافة النوعية للصخور متوسطة، ساعد ذلك على تفتتها وتفككها لتتكون رواسب غطاءات ومخاريط هشيم المنحدرات.

ب- **مظاهر الضعف المكتسبة** : تنتشر الفواصل والشقوق بكثافة عالية وبتجاهات متعددة وخاصة بصخور الجرانيت والشست، مع درجة تورق عالية جداً، ومن ثم فهي تعد نقط ضعف بالصخور، نتج عنه تكوين مفتتات بأحجام مختلفة.

ج- **عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية** : الصدوع لها تأثير كبير على منحدرات منطقة الدراسة، لأن الاتجاهات السائدة هي اتجاهات عمودية على الطريق، وقد عملت على تقطيع الحافات، وجعلها مهيأة لعمليات التجوية والتعرية، كما أدت الصدوع إلى شيوخ الواجهات الحرة أو الجروف، وتكوين مخاريط الهشيم عند حضيضها.

كما أن المناخ له تأثير واضح في إضعاف صخور منطقة الدراسة، فلا شك أن التغير في درجات الحرارة والسطوع الشمسي أثر تأثيراً مباشراً في نشاط عملية التجوية الميكانيكية، وخاصة مع انخفاض الرطوبة النسبية، مع ملاحظة أن توفر الرطوبة في فصل الشتاء ساعد على نشاط عملية التجوية الكيميائية أيضاً، لتتحول المعادن الأساسية المكونة للصخور إلى معادن أخرى مقاومتها ضعيفة جداً أمام عوامل التعرية والتجوية، لتتفتت الصخور وتتحول إلى حبيبات دقيقة. أما الأمطار فلها تأثير في إضعاف الصخور بالرغم من قلتها، حيث تساعد على نمو النباتات بالصخور، خاصة أن صخور منطقة الدراسة لها قدرة على امتصاص المياه، وهذا النمو له تأثير ميكانيكي يساعد على اتساع الفواصل والشقوق ومن ثم تفكك وتفتت الصخر. وقد تسقط أمطار غزيرة أحياناً، فتحمل معها الهشيم لترسيبها عند أقدام المنحدرات.

ب- تشكيل هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة : يتكون هشيم المنحدرات عن طريق عمليات أساسية، وهي: التفكك والانفصال الكتلي، والتقشر الصخري، والانفراط الحبيبي، حيث رصدت تقريباً في جميع المواقع، لتسود ظاهرة الهشيم بجميع المناطق مع اختلاف نسبتها بين منطقة وأخرى، حيث تبين سيادة المناطق التي تغطيها غطاءات الهشيم على منحدراتها بنسبة تقل عن ٣٠٪، يليها المناطق التي تزيد على ٦٠٪، ثم المناطق التي تتراوح بين ٣٠ و ٦٠٪ من إجمالي مساحة المنحدر. وتتألف معظم مخاريط الهشيم من وحدة انحدار واحدة، والباقي من وحدتين من الانحدار، والنمط السائد هو انتشار الأقسام المستقيمة، ودرجة الانحدار تقع في ثلاث فئات فقط وهي المتوسطة والشديدة والجروف.

وقد تباينت درجة تجانس رواسب الهشيم فمنها ما هو متجانس: وهو محدود بمنطقة الدراسة، وشبه متجانس: وهو السائد بغطاءات الهشيم، وغير متجانس: وينتشر فقط بمخاريط الهشيم، ويتكون هشيم المنحدرات من مجموعة مختلفة من أحجام الرواسب، حيث يتراوح بين الناعم جداً إلى الكتل الصخرية عند حضيض المخاريط. وتظهر عملية التصنيف بمخاريط الهشيم أكثر من غطاءات الهشيم، ولوحظ تدرج الرواسب من الرواسب الناعمة جداً من القمة إلى الحصى والجلاميد عند الأطراف، وتميل معظم الرواسب إلى سيادة الشكل الحاد وشبه الحاد. وينتشر هشيم المنحدرات بكميات كبيرة

بسبب الضعف الصخري، وهو ما أدى إلى زيادة الامتداد الرأسي له، مع ملاحظة أن هذا السمك يقل تدريجياً حتى يختفي تماماً بالاتجاه إلى أعلى بمنطقة الدراسة.

ج- **أخطار هشيم المنحدرات وأهميته التطبيقية** : ينتشر هشيم المنحدرات في جميع مواقع منطقة الدراسة، مما يرفع من درجات الخطورة المرتبطة بحركته على المناطق المجاورة، والمتمثل في حركة المركبات على طريق شرم الشيخ دهب، حيث تتجاوز المناطق الخطيرة ومتوسطة الخطورة على ٥٠٪.

ويعتبر الجانب التطبيقي لهشيم المنحدرات محدود، حيث يستخدم في ترميم المناطق التي حدث لها ضرر بطريق شرم الشيخ دهب، أو زيادة عرض الطريق لاستيعاب عدد كبير من وسائل النقل وسهولة حركتها، كما يستخدم في حماية الطريق من خطر السيول، خاصة أنه مرتفع عن قاع المجري في مناطق كثيرة، عن طريق وضعه على جانبي الطريق في المناطق المرتفعة للتقليل من عملية النحت.

٢) التوصيات :

تمثل ظاهرة هشيم المنحدرات مشكلة بمنطقة الدراسة، وذلك لانتشارها بشكل كبير، نتيجة لزيادة معدلات التفكك والتفتت لانتشار مظاهر الضعف بأشكالها المختلفة. ومن ثم فكان لا بد من استخدام وسائل لتقليل هذا الخطر، منها ما هو موجود بالفعل بمنطقة الدراسة كما سبق تحليله، وذلك عن طريق إزالة مفتتات مخاريط الهشيم على جوانب الحافة والتي تمثل خطراً على طريق شرم الشيخ دهب، وتجميعها ونقلها لمناطق أخرى، وفي بعض الحالات يتم تسويتها بجوار المنحدر، أو عن طريق وسائل طبيعية مثل الجريان السيلي الذي يتحرك من الشمال إلى الجنوب، فيقوم بنقل الغالبية العظمى من هشيم المنحدرات وخاصة المخاريط. وبالإضافة إلى هذه الوسائل توصي الدراسة باستخدام طرق أخرى للحد من هذا الخطر، وذلك عن طريق إقامة الحواجز الصخرية لمنع تقدم الهشيم نحو الطريق وخاصة شمال منطقة الدراسة، واستخدام وسائل للتقليل من درجة الانحدار، مثل: إنشاء المصاطب أو الوصول إلى درجة انحدار مناسبة لاستقرار رواسب الهشيم، كما من الممكن حقن المناطق التي تتميز بكثافة الفواصل والشقوق بالمواد الأسمنتية خاصة أن صخور منطقة الدراسة من الصخور النارية والمتحولة. كما يمكن الاستفادة من هشيم المنحدرات في رصف طرق جديدة أو صيانة طرق قديمة بمحافظة جنوب سيناء، نتيجة توفرها بكميات كبيرة وتجديدها وقلة تكلفة النقل.

الملاحق

ملحق (١) : معيار Yu and Oguchi, 2010 مدى استجابة الصخور للتجوية.

الوصف	القيمة SSI
مقاوم للتجوية بدرجة عالية جداً	أقل من ٢
مقاوم للتجوية بدرجة عالية	٣ - ٢
مقاوم للتجوية	٦ - ٣
يستجيب للتجوية	١٢ - ٦
يستجيب للتجوية بدرجة عالية	١٦ - ١٢
يستجيب للتجوية بدرجة عالية جداً	٢٠ - ١٦

المصدر: Yu, S., & Oguchi, C., 2010.

ملحق (٢) : فئات درجة انحدار القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.

الزاوية	نوع الانحدار	الطول	%	الزاوية الشائعة	التكرار	طول الزاوية الشائعة	% من الفئة	% من الإجمالي
٩-٠	لطيف	٥٢٩١,٢	١٨,٧	٠	١٥	١٩٨٠,٦	٣٧,٤	٧,٠
٢٤-١٠	متوسط	١٤٥٤٧,٤	٥١,٤	٢١	١٦	١٦٩٩,٩	١١,٧	٦,٠
٣٩-٢٥	شديد	٨٣٨٧,٥	٢٩,٦	٢٥	١٣	١٣٢٠,٩	١٥,٧	٤,٧
٤٠ فأكثر	جرف	٨٧,٢	٠,٣	٤٣	١	٨٧,٢	١٠٠	٠,٣
المجموع		٢٨٣١٣,٣	١٠٠	--		--	--	--

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على شكل (١٥) باستخدام برنامج AutoCAD Map 3D، وتصنيف فئات درجة الانحدار (دسوقي، ١٩٨٧).

ملحق (٣) : الخصائص المورفومترية لدرجة انحدار القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.

رقم القطاع	إجمالي الطول	متوسط درجة الانحدار	هينة		متوسطة		شديدة		جروف	
			%	٩-٠	%	٢٤-١٠	%	٣٩-٢٥	%	٤٠ فأكثر
١	١١٨٩,١	١٦	١٤٩,٠	١٢,٥	٩٤٦,٩	٧٩,٧	٩٣,٢	٧,٨	٠	٠
٢	١٠٥٧,٢	١٨	٩١,٠	٨,٦	٧٢٩,٧	٦٩,٠	٢٣٦,٥	٢٢,٤	٠	٠
٣	٩٢٥,١	١٣	٢٥٢,٠	٢٧,٢	٦٧٣,١	٧٢,٨	٠	٠	٠	٠
٤	٩٥٧,٨	١٤	١٠٤,٠	١٠,٩	٨٥٣,٨	٨٩,١	٠	٠	٠	٠
٥	١٢٨٩,٢	١٦	٥٨٦,٨	٤٥,٥	٤٢٥,٨	٣٣,٠	٢٧٦,٦	٢١,٥	٠	٠
٦	١٣٦١,٥	١٢	٥٣٩,٦	٣٩,٦	٨٢١,٩	٦٠,٤	٠	٠	٠	٠
٧	٢٨٥٤,٥	١٩	٤٤٧,٣	١٥,٧	١٣٢٨,٢	٤٦,٥	١٠٧٩,٠	٣٧,٨	٠	٠
٨	٢٠٨٩,٣	٢٢	١٧٧,٦	٨,٥	٨٣١,١	٣٩,٨	٩٩٣,٤	٤٧,٥	٨٧,٢	٤,٢
٩	١٧٨٣,٧	٢١	٢٤٢,٤	١٣,٦	٦٥٧,٣	٣٦,٩	٨٨٤,٠	٤٩,٥	٠	٠
١٠	٣٣٣١,٢	١٨	٣٦٤,٥	١٠,٩	٢٢٩٦,٦	٦٨,٩	٦٧٠,١	٢٠,٢	٠	٠
١١	٢٧٠٥,٩	٢٠	٢٩٤,٧	١٠,٩	١٢٩٣,٤	٤٧,٨	١١١٧,٨	٤١,٣	٠	٠
١٢	٣٣٤٦,٦	١٨	٥٦٧,٨	١٧,٠	١٤٣٢,٠	٤٢,٨	١٣٤٦,٨	٤٠,٢	٠	٠
١٣	١٨٦٤,٧	١٧	٤٣٩,٥	٢٣,٦	١١٥٧,٧	٦٢,١	٢٦٧,٥	١٤,٣	٠	٠
١٤	١٥٠٨,٠	٢١	٣٠٤,١	٢٠,٢	٥٣٠,٥	٣٥,٢	٦٧٣,٤	٤٤,٦	٠	٠
١٥	٢٠٤٩,٥	١٨	٧٣٠,٩	٣٥,٧	٥٦٩,٤	٢٧,٨	٧٤٩,٢	٣٦,٥	٠	٠
الإجمالي	٢٨٣١٣,٣	--	٥٢٩١,٢	١٨,٧	١٤٥٤٧,٤	٥١,٤	٨٣٨٧,٥	٢٩,٦	٨٧,٢	٠,٣

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على شكل (١٥) باستخدام برنامج AutoCAD Map 3D

ملحق (٤) : تقوس القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة.

رقم القطاع	المحذبات	%	المقعرات	%	الإجمالي	نسبة التقوس*	نوع التقوس
١	٤٥١,٨	٣٩,٤	٦٩٥,٣	٦٠,٦	١١٤٧,١	٠,٦	مقعر
٢	٥٦٧,٧	٥٧,٩	٤١٢,٧	٤٢,١	٩٨٠,٤	١,٤	محدب
٣	٣٥٦,٩	٤١,٤	٥٠٥,٣	٥٨,٦	٨٦٢,٢	٠,٧	مقعر
٤	٤٩١,٠	٥٣,٣	٤٢٩,٤	٤٦,٧	٩٢٠,٤	١,١	محدب
٥	٦٨٣,٢	٥٤,٧	٥٦٦,٦	٤٥,٣	١٢٤٩,٨	١,٢	محدب
٦	٦٣١,١	٤٨,٧	٦٦٥,٠	٥١,٣	١٢٩٦,١	٠,٩	مقعر
٧	١٦٠٢,٢	٥٩,٩	١٠٧٤,٤	٤٠,١	٢٦٧٦,٦	١,٥	محدب
٨	١١٥٠,٣	٥٧,٣	٨٥٧,٣	٤٢,٧	٢٠٠٧,٦	١,٣	محدب
٩	٨٦٥,١	٥١,٨	٨٠٦,٣	٤٨,٢	١٦٧١,٤	١,١	محدب
١٠	١٥١٠,١	٤٦,٨	١٧١٩,٤	٥٣,٢	٣٢٢٩,٥	٠,٩	مقعر
١١	١٠١٦,٤	٤٠,٥	١٤٩٦,٣	٥٩,٥	٢٥١٢,٧	٠,٧	مقعر
١٢	١٥٦٧,٦	٤٨,٧	١٦٥٤,٣	٥١,٣	٣٢٢١,٩	٠,٩	مقعر
١٣	٨٢٨,٥	٤٦,٩	٩٣٨,٧	٥٣,١	١٧٦٧,٢	٠,٩	مقعر
١٤	٨٤١,٦	٥٩,٩	٥٦٢,٨	٤٠,١	١٤٠٤,٤	١,٥	محدب
١٥	١٠٤٨,٥	٥٣,٩	٨٩٦,٤	٤٦,١	١٩٤٤,٩	١,٢	محدب
الإجمالي	١٣٦١٢	٥٠,٦	١٣٢٨٠,٢	٤٩,٤	٢٦٨٩٢,٢	١,٠	مستقيم

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الشكّين (١٥) باستخدام برنامج AutoCAD Map 3D

* نسبة التقوس = نسبة طول المسافة الأرضية التي تغطيها الوحدات المحدبة / نسبة طول المسافة الأرضية التي تغطيها الوحدات المقعرة، فإذا زاد الناتج عن الواحد الصحيح دل ذلك على سيادة العناصر المحدبة والعكس صحيح (Doornkamp & King, 1971, p. 138).

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ جمال قمح، أستاذ الجيولوجيا بجامعة المنوفية لما قدمه من توجيهات علمية في إجراء التحليلات المعملية وتفسيرها، والتي كان لها أبلغ الأثر في إتمام هذا البحث.

المصادر والمراجع

أولاً - المصادر :

١. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والثروة المعدنية، الخريطة الجيولوجية لسيناء، مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠، لوحة ١، عام ١٩٩٤.
٢. هيئة المساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠، وعددها خريطتان (جبل كيد - وادي كيد)، إنتاج عام ١٩٨٧، القاهرة.
٣. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإحصاءات المناخية، بيانات غير منشورة، من عام ١٩٧٨ إلى ٢٠١٠م.
٤. Google Earth & SAS Plant

ثانياً - المراجع العربية :

١. إسماعيل، ضياء صبري عبداللطيف (٢٠١٤) : جيومورفولوجية منحدرات جبل أحد بالمدينة المنورة دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة بنها، العدد ٣٧.
٢. أبورية، أحمد محمد أحمد (٢٠٠٧) : المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيخ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٣. أبوالعنين، حسن سيد أحمد (١٩٨١) : أصول الجيومورفولوجيا، الدار الجامعية للطباعة والنشر، الإسكندرية.
٤. التركماني، جودة فتحي متولي (١٩٨٧) : إقليم ساحل خليج العقبة في مصر - دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٥. التركماني، جودة فتحي متولي (٢٠٠٤) : أصول البحث الجغرافي - النظرية والتطبيق، القاهرة.
٦. الحمصاني، خالد محمد أحمد (٢٠٠٧) : دراسة مشكلة الأملاح وعلاجها في الصور والنقوش الجدارية بمنطقة سقارة تطبيقياً على إحدى المقابر المختارة من عصر الدولة القديمة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.

٧. جمال، شهيناز محمد سالم (٢٠١١) : جيومورفولوجية القواطع النارية في الجزء الجنوبي من شبه جزيرة سيناء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة دمنهور .
٨. الحداد، سعاد محمد أبوالميزيد (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.
٩. الحسيني، السيد السيد (١٩٩٨) : دراسات في الجيومورفولوجيا، الجزء الأول، دار الثقافة العربية، القاهرة.
١٠. العلمي، فاتن سامي أبوالمحاسن (٢٠١٦) : أثر الضوابط الطبيعية على كفاءة شبكة الطرق بمحافظة جنوب سيناء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بنها.
١١. العجيلي، عبدالله صبار عبود (٢٠١٤) : منحدرات سلسلة جبال برانان دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية التربية، واسط، جامعة بغداد، العراق، العدد ١٥.
١٢. أمين، هبة صابر (٢٠١٧) : التحليل الجيومورفولوجي لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية بين خشم الجلالة ووادي مالحه، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٩٧.
١٣. بسيوني، الطاهر محمد محمود (٢٠٠٨) : التجوية وأثارها في تشكيل تربة منطقة الضبعة - دراسة في جيومورفولوجية التربة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
١٤. تراب، محمد مجدي (٢٠٠٥) : أشكال سطح الأرض، منشأة المعارف، الإسكندرية.
١٥. تراب، محمد مجدي، (٢٠١١) : الموسوعة الجيومورفولوجية، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، القاهرة.
١٦. جودة، حسنين جودة (٢٠٠٠) : معالم سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
١٧. حجاب، محمود أحمد (٢٠١٣) : حركة المواد على منحدرات الحافة الشرقية لوادي النيل فيما بين وادي الطارق جنوباً ووادي الأحايوة شمالاً - دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة دمنهور، العدد ٤١.
١٨. دسوقي، صابر أمين (١٩٨٧) : دراسة مقارنة لسفوح بعض أشكال السطح

- في مصر، رسالة دكتوراة غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
١٩. سلامة، زينب حسانين رزق (٢٠١٦) : المناخ وأثاره البيئية في جنوبي سيناء - دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٢٠. سلامة، حسن رمضان (١٩٨٣) : مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد ٥٣.
٢١. سليمان، محمد فؤاد عبدالعزيز (٢٠١٤) : الأخطار الجيومورفولوجية للانهيارات الأرضية في منطقة الحرم المكي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، العدد ٢٧.
٢٢. صالح، كريم مصلح (٢٠٠٠) : الأخطار الطبيعية على الجانب الشرقي لوادي النيل بين أولاد يحيى جنوباً والسلاموني شمالاً بسوهاج ، دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادي، إصدار خاص، العدد ٢٣.
٢٣. صالح، سحر أحمد سالم (٢٠٠٨) : الأخطار الجيومورفولوجية على طريق نوبيع التمد بسيناء، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.
٢٤. صقر، محمد أحمد السيد (٢٠١٦) : تكامل بيانات المراجعة الحقلية والاستشعار عن بعد في إنتاج خريطة منحدرات الحافة الغربية لهضبة التيه فيما بين وادي سدر شمالاً ووادي غرندل جنوباً - دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بنها.
٢٥. طلبة، شحاتة سيد أحمد (١٩٩٠) : المطر في مصر دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٢٦. عاشور، محمود محمد، و البكري، محمد ناصر، مداغش، عبدالحميد أحمد (٢٠١٦) : استخدام الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية مع الدراسة الحقلية لإنشاء وتحليل خريطة أخطار الانهيارات الأرضية في مرتفعات المدان وشهارة في اليمن، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٩٧.

٢٧. عبدالمجيد، أشرف عمر عبدالعزيز (٢٠١٢) : منطقة رأس نصراني فيما بين وادي العاط الشرقي ووادي أم عدوي - دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٢٨. علام، عبدالله علام عبده (١٩٩٢) : حوض وادي أم عدوي جنوب شرق شبه جزيرة سيناء - دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٢٩. علي، متولي عبدالصمد عبدالعزيز (٢٠٠١) : حوض وادي وتير، شرق سيناء - دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٣٠. عيسى، سها أبو الفتوح محمد (٢٠١٥) : منحدرات الجانب الغربي للبحر الأحمر فيما بين مرسى علم شمالاً ورأس بناس جنوباً، صحراء مصر الشرقية، دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٣١. غلاب، مرفت عبداللطيف أحمد (٢٠٠٦) : منطقة جبل حمام فرعون فيما بين وادي أبو محبرق وطيبة الساحل الشرقي لخليج السويس دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية (فرع دمنهور).
٣٢. قاعة، أحمد محمد أحمد (٢٠١٠) : المنحدرات الجبلية المطلة على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس خليج السويس ورأس أبوزنيمة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٣٣. محسوب، محمد صبري (١٩٩٧) : جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة.
٣٤. متولي، منال سمير شلبي (٢٠١٧) : تكامل بيانات المراجعة الحقلية ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في إنتاج خريطة المنحدرات وأخطارها شمال غرب ثنية قنا - دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٩٩.
٣٥. هميمي، زكريا (٢٠٠٦) : أصول الجيولوجيا البنائية، هبة النيل العربية للنشر والتوزيع.

ثالثاً - المراجع الأجنبية :

1. Abdel-Elaziz, Ahmed Sobhy (1991): Geology of Wadi Kid Area, Southeastern Sinai Egypt, Ph. D. Thesis, Geology Department, Faculty of Science, Zagazig University.
2. Doornkamp, J., & King, C. (1971): Numerical Analysis in Geomorphology, an Introduction, Edward Arnold, London.
3. Fowler, A., Hassen, I.S, Osman, A.F. (2010): Neoproterozoic structural evolution of SE Sinai, Egypt: II. Convergent tectonic history of the continental arc Kid Group, Journal of African Earth Sciences 58 , pp. 526–546, 1464-343X/\$ - see front matter 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.doi: 10.1016/j.jafrearsci.2010.05.011.
4. Goudie A, Anderson M., Burt T., Lewin J., Richards K., Whalley B., & Worsley P. (2005): Geomorphological Techniques, 2nd ed, Taylor & Francis E-Librarym londonm and New York.
5. Holmes, A. (1992): Principles of Physical Geology, 4th edition, Chapman and Hell, London.
6. Mibei, Geoffrey (2014): Introduction To Types and Classification Of Rocks, Presented at Short Course IX on Exploration for Geothermal Resources, Organized by UNU-GTP, GDC and KenGen, at Lake Bogoria and Lake Naivasha, Kenya, Nov. 2-24.
7. Norris J., Stokes A., Mickovski S, Cammeraat E., Beek R., Nicoll B., & Achim A. (2008): Slope Stability and Erosion Control, Ecotechnological Solutions, springer, Dordrecht, the Nerherlands.
8. Ollier, C. (1984): Weathering, Second edition, Longman Inc., New York.
9. Shallaly, Nahla Ahmed (2006): Geology of Central Wadi Kid Area, Southern Sinai Egypt, Ph.D. Thesis, Geology Department, Faculty of Science, Cairo University.
10. Yu, S., & Oguchi, C. (2010): Role of pore size distribution in salt uptake, damage, and predicting salt susceptibility of eight types of Japanese building stones, Engineering Geology 115, 226–236.

The Features of Rock Weakness and Their Geomorphological Role in the Formation of the Slopes Talus on the two sides of Sharm El-Sheikh - Dahab Road, Wadi of Kid, South-East Sinai

ABSTRACT

Rock weakness features, whether the lithological, the gained or the geomorphological weakness factors, contribute in the creation of suitable conditions for the activity of erosion and weathering processes. Their different characteristics resulted in the disintegration and fragmentation of the rocks. This is to form one of the geomorphological phenomena, the slopes Talus. It is spread over the slopes in the form of either covers from disintegrated materials or talus cones at their base.

The research deals with the study of the phenomenon of rock weakness. It links it to the growth and development of the Talus on the slopes on both sides of the Sharm El-Sheikh - Dahab Road in the Wadi of Kid, south-east of Sinai. This is due to the spread of the Talus in this area and the diversity of its morphological characteristics.

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 فتحي 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 والأقلاج والمجتمعات العمانية، د. طه عبد العليم، ٢٠٠٤.
٩. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزامل، 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 على، ٢٠٠٦.
١٣. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم غانم، ٢٠٠٦.
١٤. الجغرافيا الاقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. 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. المتولى السعيد، ٢٠٠٧.
١٨. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٤، د. أشرف 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 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 في مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩
٢٦. الثروة المعدنية في محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠٠٩
٢٧. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة. د. مسعد سلامة، ٢٠٠٩
٢٨. التحليل الجغرافي لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقتي عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف، ٢٠٠٩
٢٩. تحليل جغرافي لمنطقتين عشوائيتين في مدينة جدة، د. أسامة جستنية و أ. مشاعل المالكي، ٢٠٠٩
٣٠. الفقر في غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، ٢٠١٠
٣١. بعض ملامح التنمية العمرانية في محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، ٢٠١٠
٣٢. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف، ٢٠١٠
٣٣. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هنداوى، ٢٠١٠
٣٤. التجديد العمراني للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١١
٣٥. تغير المعطيات المكانية وأثرها في التنمية السياحية بقرية البهنسا، د. ماجدة جمعة، ٢٠١١
٣٦. الاتجاهات الحديثة في جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، ٢٠١١
٣٧. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهة يقطان الجابري، ٢٠١١
٣٨. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد صابر، ٢٠١١
٣٩. أحجار الزينة في المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، ٢٠١١
٤٠. التنوع الحيوي بإقليم الجبل الأخضر بالجمهورية العربية الليبية، د. عادل معتمد، 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. المرواح الفيضانية وأثرها على طريق قفط - القصير، د. محمد عبد الحليم حلمي، ٢٠١٢
٤٣. أطلس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامة، ٢٠١٢
٤٤. التنوع المكاني لأنماط النمو الريفي في المنطقة الغربية بالسعودية، 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. التساوق الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية، د. طارق كامل، ٢٠١٢

- ٥٠، جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفر الشيخ، د. محروس المعداوى، ٢٠١٢،
- ٥١، الضوابط المناخية للعجز المائي في شبه جزيرة سيناء، د. صلاح عاشة، 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 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، التغيير الكمي والنوعي لاستخدامات الأرض بأحياء المدينة المنورة، د. عمر محمد على، 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 في جغرافية النقل، د. منى صبحي، ٢٠١٢،
- ٦٠، التمدد الحضرى لمدينة ديرب نجم، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١٣،
- ٦١، التحليل المكاني لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمدينة مكة، د. عمر محمد على، ٢٠١٣،
- ٦٢، تحليل جغرافي للتعليم الأساسي بقرى مركز أطفح، د. فاطمة عبد الصمد، ٢٠١٣،
- ٦٣، نظم المعلومات الجغرافية ودعم اتخاذ القرار التنموي، د. عاطف حافظ سلامة، 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 أسبوط، د. أحمد عبد القوى أحمد، ٢٠١٣،
- ٦٨، الرؤية الجغرافية لواقع ومستقبل خريطة استخدامات الأرض بوسط م الرياض، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٣،
- ٦٩، تنمية النقل البحرى والخدمات اللوجستية في إقليم قناة السويس، د. منى صبحي نور الدين، ٢٠١٣،
- ٧٠، استخدامات الأرض في حلوان، د. فاطمة عبد الصمد، ٢٠١٣،
- ٧١، تحليل جغرافي لبعض حوادث السكك الحديدية المصرية، د. منى صبحي، ٢٠١٤،
- ٧٢، خصائص المحلات العمرانية على الجزر الرملية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٤،
- ٧٣، تيسير الوصول إلى الخدمات العامة في مدينة أسوان، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٤،
- ٧٤، الأبعاد الجغرافية لهجرة المصريين غير الشرعية إلى أوروبا، د. محمد 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 رأسى بناس وغارب، د. محمد عبد الحلیم، 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 في مدينة طنطا، د. عبدالسلام عبدالستار، ٢٠١٤،
- ٨١، مستقبل زراعة المحاصيل الزيتية في مصر، د. صبري زيدان عبد الرحمن، ٢٠١٤،
- ٨٢، تغير مساحة الأراضي الزراعية غربى دلتا النيل، 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 الاقتصادي والبيئي لخريطة التغيرات في استخدامات الأرض، د. مسعد بحيرى، ٢٠١٥،
٨٦. القوة العاملة المنزلية الوافدة من الإناث في المملكة العربية السعودية، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٥،
٨٧. التحليل المكاني لنفوذ محطات تقوية شبكات المحمول وكفائها في مدينة بنها، د. مسعد بحيرى، ٢٠١٥،
- ٨٨، الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠١٥،
٨٩. الأبعاد المكانية للإصابة بعنوى أنفلونزا الطيور في مصر، د. صبحي رمضان، ٢٠١٦،
- ٩٠، الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة فوهة الوعية بالسعودية، د. هيا بنت محمد العقيل، ٢٠١٦،
٩١. رصد التغيرات والأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن بناء قناطر نجع حمادي، د. أحمد صابر، ٢٠١٦،
٩٢. التجارة الخارجية المصرية مع الأسواق العربية (٢٠٠٠-٢٠١٤م)، د. رضا سليم، ٢٠١٦،
- ٩٣، جيومورفولوجية جبل القارة بالإحساء شرق المملكة العربية السعودية، د. محمد عبد الحلیم، ٢٠١٦،
٩٤. الأبعاد المكانية لحالات العنف ضد المرأة في مدينة الرياض، 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،
٩٧. التحليل الجيومورفولوجي لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية، د. هبه صابر دسوقي، ٢٠١٧.

٩٨. السياحة الثقافية والصناعات التراثية بمناطق العمران التقليدي بسلطنة عمان، د. سيد رمضان،
٢٠١٧،
٩٩. الصقيع وتأثيره على بعض المحاصيل الزراعية بمنطقتي حائل والقصيم، مشيب بن محمد،
٢٠١٧،
١٠٠. العمالة السياحية في محافظة البحر الأحمر، د. راوية محسوب، ٢٠١٧،
١٠١. تراتبية العمالة وفقا للجنسية في سوق العمل في سلطنة عمان، د. منتصر إبراهيم وآخرون،
٢٠١٧،
١٠٢. حالة الهواء ومواقع المنشآت التعليمية والصحية بمدينة سوهاج، د. إسماعيل علي إسماعيل،
٢٠١٧،
١٠٣. الشروم على الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية، د. وفاء صالح على الخريجي، ٢٠١٧،
١٠٤. الفاعلية التسويقية لبورصة الأسماك بمحافظة كفرالشيخ، د. إيهاب لطفي البرنس، ٢٠١٧.

الجمعية الجغرافية المصرية

مجلس الإدارة

(رئيس مجلس الإدارة)	السيد السيد الحسينى إبراهيم / الأستاذ الدكتور
(نائب الرئيس)	/ فتحى محمد أحمد أبو عيانة " "
(الأمين العام)	/ شحاته سيد احمد طلبه " "
(أمين الصندوق)	/ محمد عبد الرحمن الشرنوبى " "
عضو مجلس إدارة	/ 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 السبعوى " "
عضو مجلس إدارة	/ عمر محمد على محمد " "

المراسلات :

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