طرق دراسة هشيم المنحدرات

أ.د / صابر أمين دسوقي
أ.د/أحمد إبراهيم محمد صابر

طرق دراسة هشيم المنحدرات

أ.د / صابر أمين دسوقي(*)
أ.د/أحمد إبراهيم محمد صابر(**)

هشيم المنحدرات أحد أهم الظاهرات 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 (شكل ١).

شكل (١): هشيم المنحدرات جنوب سيناء

ويهدف البحث إلى إلقاء الضوء على طرق دراسة نشأة وتطور هشيم المنحدرات، من حيث المنهجية والدراسة الميدانية والتجارب المعملية والقياسات المورفومترية (شكل٢): وقد تم التطبيق على هشيم المنحدرات جنوب سيناء (صابر، ٢٠١٧).

ويتم الاستعانة بدراسة ميدانية مكثفة لدراسة هشيم المنحدرات من حيث عمل القياسات المورفومترية وقطاعات لغطاءات ومخاريط الهشيم، والتقاط الصور الفوتوغرافية، وأخذ عينات من كل وحدة صخرية، وذلك لمعرفة مظاهر الضعف ومدى تأثيرها في نشأة وتطور هشيم المنحدرات، حيث يتم عمل التحليلات الآتية :

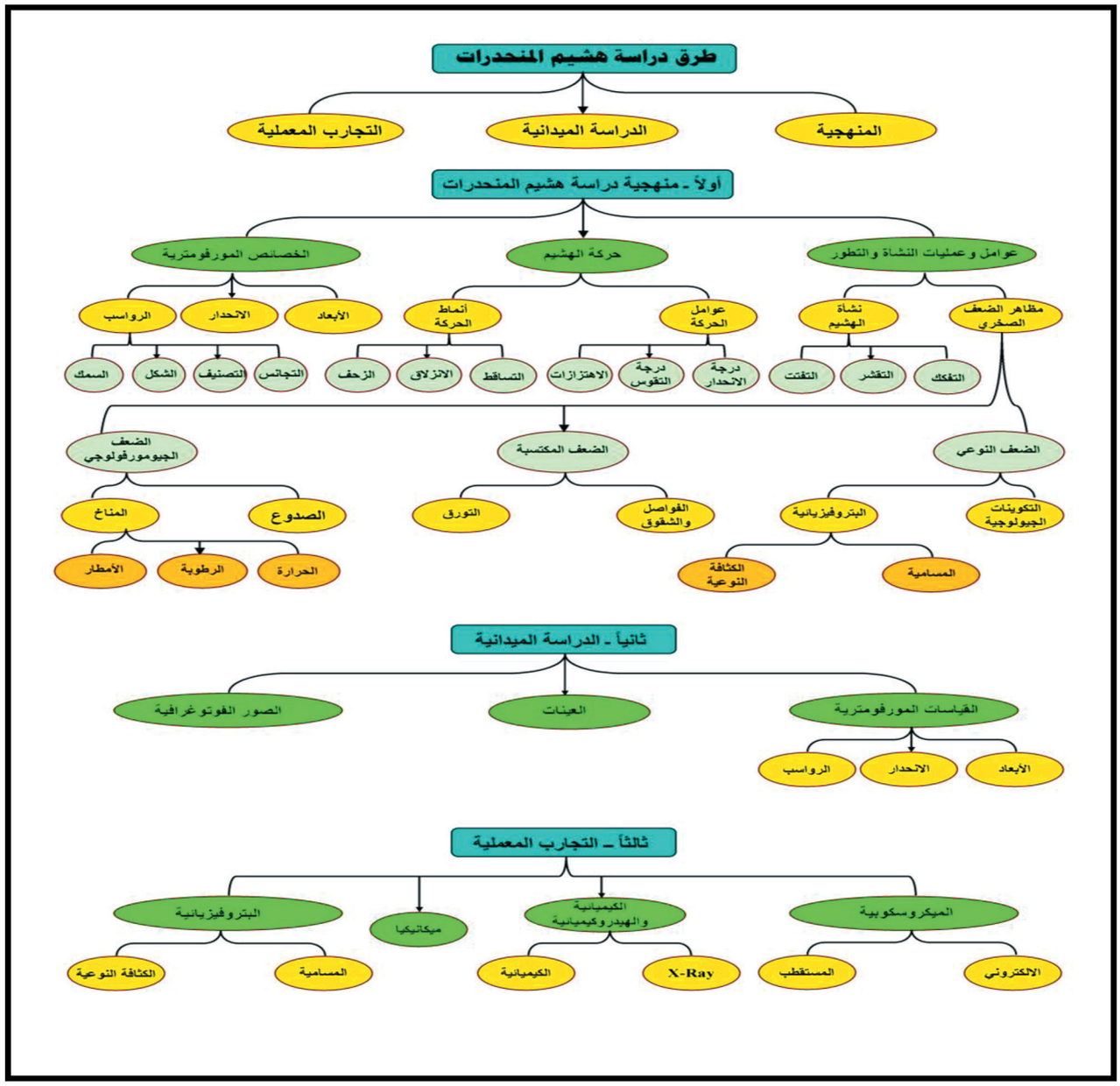
• **حيود الأشعة السينية (X-Ray):** هي واحدة من الطرق التي تعطي مباشرة اسم المركبات أو المعادن؛ وذلك لأنها تتعامل مع البناء البلوري للمادة ، كما أنه بواسطتها يمكن تحديد كمية المركبات داخل العينة، وكذلك التعرف على مظاهر التلف وبالتالي عوامل التلف، ويمكن من خلالها التعرف على درجة مقاومة الصخر لعمليات التجوية المختلفة.

• **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 (شكل٣).

• **الميكروسكوب الالكتروني الماسح:** يستخدم بصورة كبيرة في تشخيص وتحديد نواتج ومظاهر التلف داخل الصخور، حيث يستخدم في عمليات فحص المراحل الأولية قبل عمل التحاليل الأخرى (شكل٣).

• **التحليل البتروفيزيائي:** مثل المسامية ودرجة امتصاص الماء والكثافة النوعية.

* أستاذ الجيومورفولوجيا - كلية الآداب - جامعة بنها.
** أستاذ الجيومورفولوجيا - كلية الآداب - جامعة بورسعيد.



شكل (٢): مخطط لطريقة دراسة هشيم المنحدرات

شكل (٣): القيام بعمل تحليل الميكروسكوب المستقطب والالكتروني الماسح لعينات الصخور

ويتم دراسة هشيم المنحدرات على النحو التالي(*):

أولاً ـ مظاهر الضعف الصخري بمنطقة الدراسة:

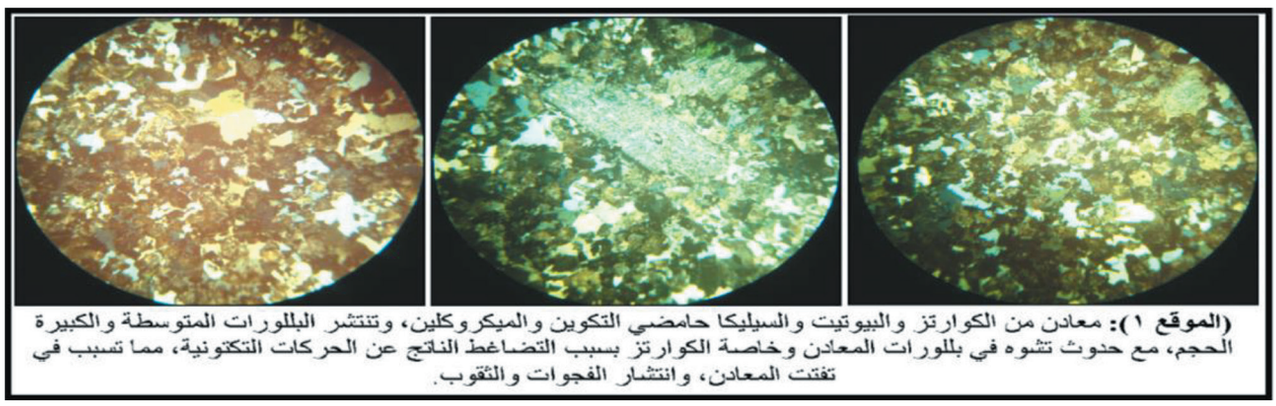
١) مظاهر الضعف النوعي.

تنشأ مظاهر الضعف النوعي مع الصخر نفسه نتيجة لظروف تكوينه (سلامة، ١٩٨٣، ص٦)، وهي:

أ) **التكوينات الجيولوجية:** تعد التكوينات الجيولوجية من العوامل المؤثرة في تشكيل هشيم المنحدرات بما تتضمنه تلك التكوينات من مواد مختلفة وهذا الاختلاف يؤثر في مدى استجابة مواد المنحدرات لعمليات التجوية. والجدير بالذكر أن الاعتماد على الخرائط الجيولوجية فقط يعتبر تحليل عام، فهناك بلا شك اختلاف كبير في التكوين المعدني للصخر، واختلافات متعددة في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها، ومن ثم تعتمد دراسة هشيم المنحدرات على جمع وتحليل عينات الصخور من الدراسة الميدانية، وتحليلها عن طريق الميكروسكوب المستقطب، و X-Ray (شكل ٤).

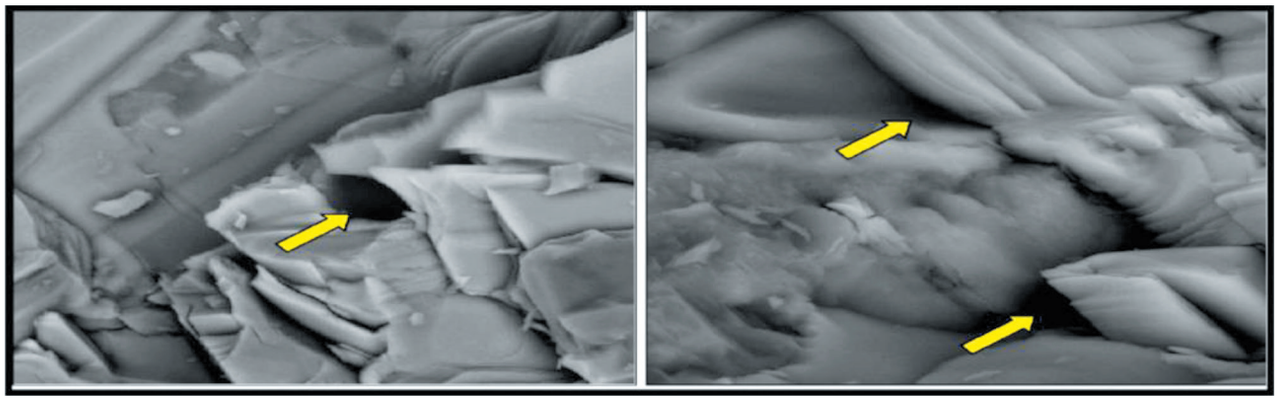
ب) **الخصائص البتروفيزيائية للصخور:**

- **المسامية:** تختلف المسامية من صخر لأخر ولمعرفة ذلك يتم تحليل عينات الصخور التي تم جمعها من الدراسة الميدانية سواء عن طريق التحليل البتروفيزيائي أو الميكروسكوب الالكتروني الماسح أو المستقطب، والجدير بالذكر أن مسامية الصخور النارية والمتحولة شبه منعدمة، إلا إن النتائج أثبتت عكس ذلك، لأن المسامية هنا يطلق عليها مسامية ثانوية لم تتكون مع تكوين الصخر نفسه، ولكن من تأثير عمليات التجوية (شكل٥).
- **الكثافة النوعية:** يتم تحديدها عن طريق التحليل البتروفيزيائي، وتتوقف 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. والكثافة النوعية العامة للصخور أقل من كثافة الحبيبات، وهذا طبيعي، لأن الكثافة العامة تشمل الحبيبات والمادة اللاحمة.



(الموقع ١): معادن من الكوارتز والبيوتيت والسيليكا حامضي التكوين والميكروكلين، وتنتشر البللورات المتوسطة والكبيرة الحجم، مع حدوث تشوه في بللورات المعادن وخاصة الكوارتز بسبب التضاغط الناتج عن الحركات التكتونية، مما تسبب في تفتت المعادن، وانتشار الفجوات والثقوب.

شكل (٤): التركيب المعدني للصخور النارية والمتحولة جنوب سيناء باستخدام الميكروسكوب المستقطب



شكل (٥): انتشار المسامية الثانوية بصخور النارية المتحولة (باستخدام الميكروسكوب الالكتروني)

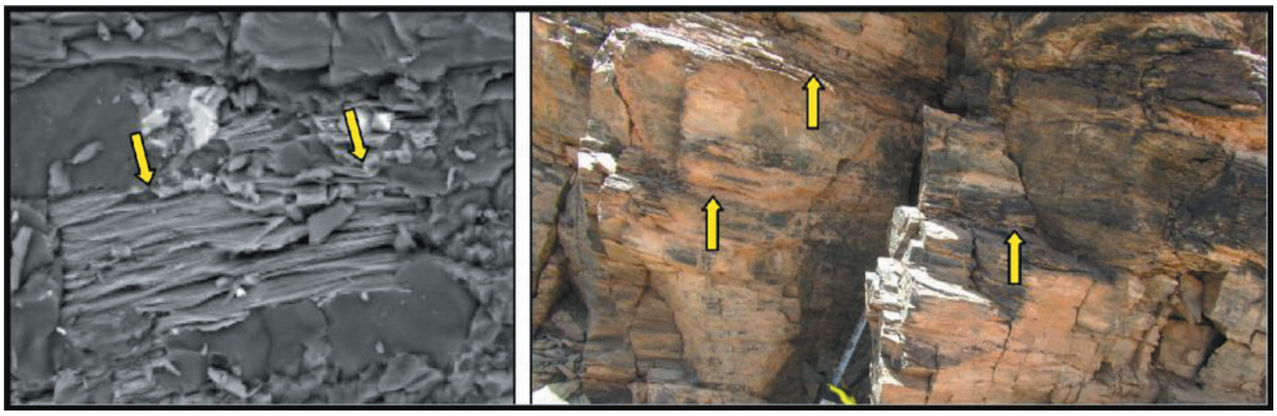
(1) للاستزادة : صابر، ٢٠١٧

٢) مظاهر الضعف المكتسبة بمنطقة الدراسة:

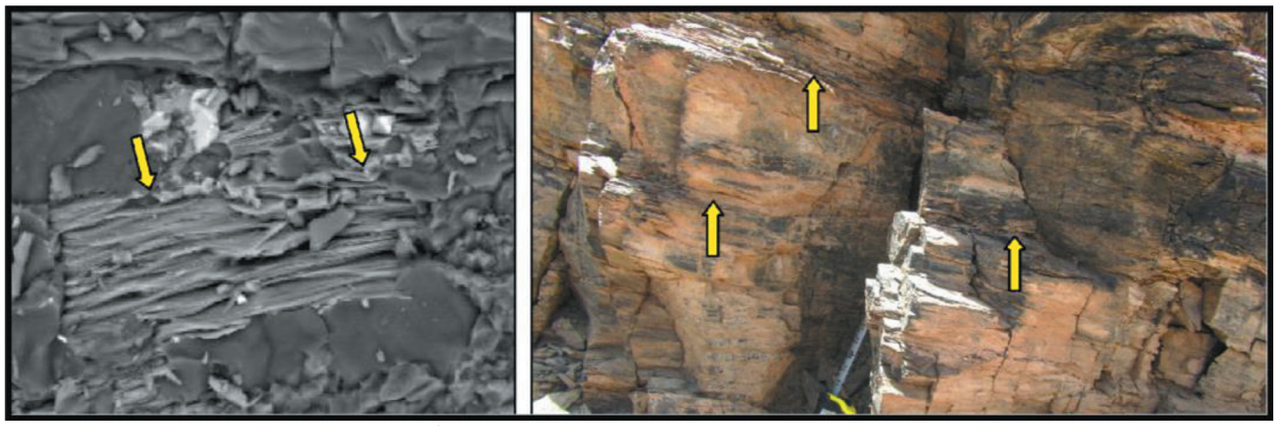
تنشأ مظاهر الضعف المكتسبة التي تزيد أو تنقص من ضعف الصخر نتيجة تأثره وتفاعله بالظروف البيئية المحيطة به بعد تشكله (سلامة، ١٩٨٣، ص ١٠)، والتي يمكن دراستها بالشكل التالي:

أ) **الفواصل والشقوق:** تؤثر الفواصل والشقوق على الطريقة التي تتفكك وتتفتت بها الصخور، مما يعمل على نشأة هشيم المنحدرات. ويتم دراسة كل من كثافة، واتجاهات، ودرجة التقاطع للفواصل والشقوق من الدراسة الميدانية، بالإضافة إلى تحليل عينات الصخور عن طريق الميكروسكوب الالكتروني الماسح والمستقطب لدراسة الشروخ الدقيقة داخل الصخر، والتي لها تأثير في إضعاف الصخر وتفتته (شكل ٦):

ب) **التورق:** يظهر إذا تعرض الصخر لعملية تشوه، والتي ينجم عنها ظهور الحبيبات المعدنية بموازاة بعضها البعض بفعل عملية دوران أو إعادة تبلور، لتتحدد بذلك أسطح التورق (هميمي، ٢٠٠٦، ص ١٦٣). ومن الممكن اكتشاف ظاهرة التورق بالعين المجردة من الدراسة الميدانية أو عن طريق تحليل العينات بالميكروسكوب الماسح (شكل ٧). وفي حالة ارتفاع درجة تورق الصخور، فيرجع إلى المسافة الفاصلة بين مستوياته صغيرة، مع انتشار التورق الموازي، والذي ينشأ عادة في الوحدات الصخرية دقيقة التحبب عندما يحدث لها التواء.



شكل (٦): نماذج من الشروخ الدقيقة داخل المكون الصخري (باستخدام الميكروسكوب الالكتروني)



شكل (٧): التورق بالصخور النارية والمتحولة جنوب سيناء (ميدانياً والميكروسكوب الالكتروني)

٣) عوامل الإضعاف الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة:

تضم العوامل الجيومورفولوجية غير الصخرية التي تعمل على إضعاف الصخر، أو على زيادة ضعفه بسبب طبيعة نشاطها الذي يختلف زماناً ومكاناً حسب الظروف البيئية السائدة (سلامة ١٩٨٣، ص١٩)، وهي:

أ) **الصدوع:** يتم دراستها من الخرائط الجيولوجية باستخدام برنامج Autocad map3d، أو Arc gis وذلك لحساب أطوال وأعداد واتجاهات الصدوع، حيث تعد الصدوع بمثابة مناطق ضعف جيولوجية، إذ تعمل على نشاط عمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية بالصخور، وبذلك تسهم في نشأة وتطور هشيم المنحدرات.

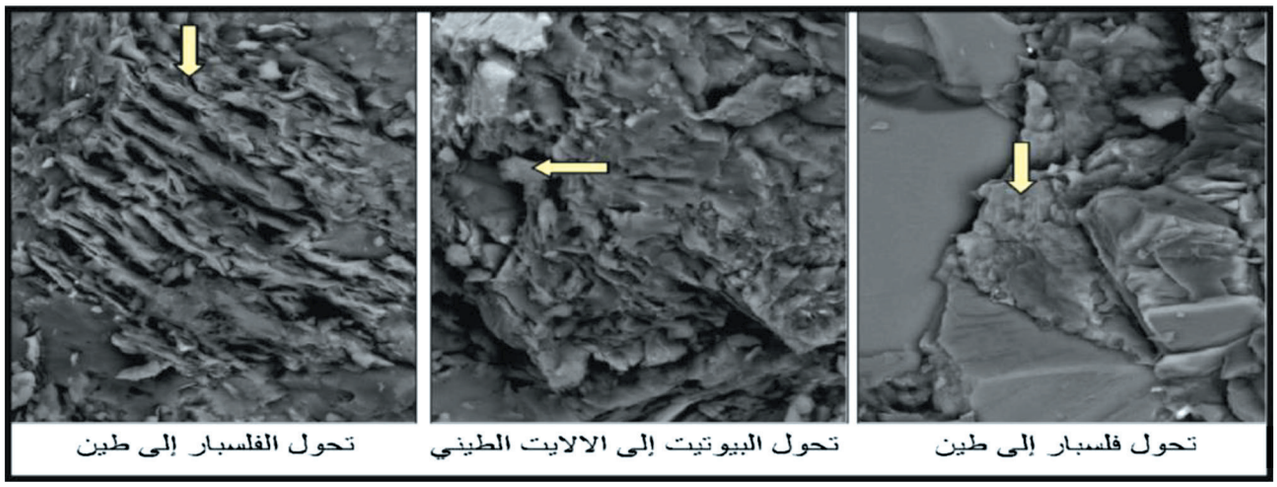
ب) **العوامل المناخية:** تعتمد دراستها على البيانات الصادرة من الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ومن أهم العناصر المناخية المؤثرة في نشأة وتطور هشيم المنحدرات، هي:

- **درجة الحرارة:** 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 والانكماش المعدني في مستويات التباين، ومن ثم يحدث ضغط واجهادات داخلية بينها (العجيلي، ٢٠١٤، ص ٣٧٣).
- **الرطوبة:** تساعد الرطوبة على نشاط عملية التجوية الكيميائية، وللتأكد من ذلك لابد من الاعتماد على الميكروسكوب الالكتروني، على سبيل المثال تحول معدن الفلسبار بصخور الجرانيت إلى معدن الطين (شكل ٨)، ساعد هذا التحول للمعادن الأساسية المكونة للصخور إلى معادن أخرى على جعل مقاومتها ضعيفة أمام عوامل التعرية والتجوية، وعلى تفتت الصخور وتحولها إلى حبيبيات دقيقة لتكوّن الهشيم.
- **الأمطار:** يرتبط تأثير الأمطار بقابلية الصخور على امتصاص مياه الأمطار، ويتم تحديدها عن طريق التحاليل البتروفيزيائية، وهذه العملية (الامتصاص) تساعد الصخور على نمو النباتات بداخلها، وهذا النمو له تأثير ميكانيكي يساعد على اتساع الفواصل والشقوق ومن ثم تفكك وتفتت الصخر، وله تأثير كيميائي في تكوين أحماض عضوية ذات أثر كبير على إذابة بعض العناصر، مما يؤدي إلى زيادة المسامية واتساع الشقوق والفواصل، ويزداد الصخر ضعفا ليتفتت في النهاية، ليكون هشيم المنحدرات.

ثانياً: نشأة هشيم المنحدرات.

يتكسر الصخر إلى قطع أصغر فأصغر لتعرضه لعوامل التعرية وعمليات التجوية وخاصة الميكانيكية ليكون هشيم المنحدرات، وفيما يلي دراسة هذه العمليات على النحو التالي:

- **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 (غلاب ، ٢٠٠٦، ص ٥٣). ويتم دراستها وقياسها ميدانياً.



شكل (٨): أثر نشاط التجوية الكيميائية بصخور النارية والمتحولة جنوب سيناء باستخدام الميكروسكوب الالكتروني

• **التقشر الصخري:** 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، ويتم دراستها ميدانياً (القياس المورفومتري). أما الشرائح الدقيقة جداً فتظهر بالميكروسكوب الالكتروني فقط، وهي تكون الرواسب الدقيقة لهشيم المنحدرات، (شكل٩).

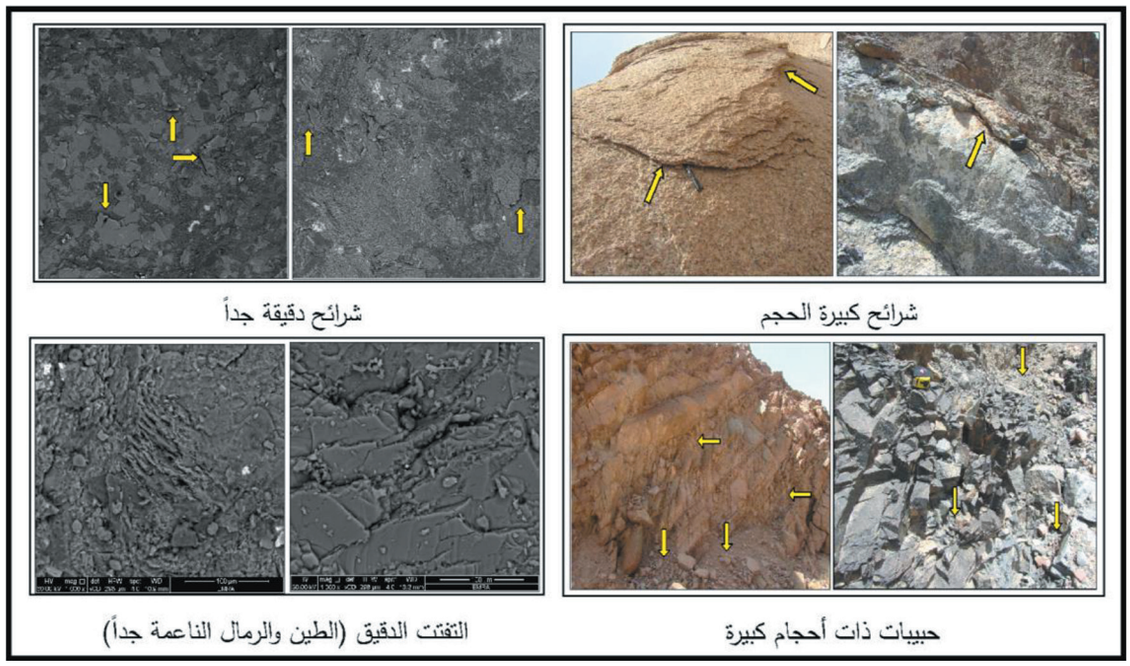
• **التفتت والانفراط الحبيبي:** تنتج من تفكك حبيبات الأسطح الخارجية من الصخر، ويتم دراستها ميدانياً (القياس المورفومتري)، وميكانيكيا. ولكن يستخدم جهاز الميكروسكوب الالكتروني الماسح، في معرفة كيفية نشأة الرواسب الناعمة جداً مثل الطين والرمال الناعمة جدا، (شكل ٩).

ثالثاً ـ العوامل المؤثرة في حركة هشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة:

تتنوع العوامل المؤثرة في حركة هشيم المنحدرات، والتي يمكن توضيحها على النحو التالي:

• **درجة الانحدار والتقوس:** تعد درجة الانحدار من أهم العوامل المؤثرة على حركة هشيم المنحدرات، حيث تتوقف عملية تشكيل الهشيم على زوايا استقرارها المختلفة وحجم المفتتات، فزيادة درجة الانحدار يؤدي إلى عدم استقرار الهشيم عليه، وزحفه نحو الأسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية، ليكون مخاريط الهشيم. ويتم الاعتماد في دراسة درجة الانحدار على القطاعات التي تم قياسها عن طريق جهاز أبني ليفيل والشريط، والتي يتم تحديد مواقعها عن طريق الدراسة الميدانية، لتغطي جميع التكوينات الجيولوجية، وعن الانحدار السائد بكل منطقة، والأقسام المستقيمة. كما تستخدم برامج الجيوانفورماتيكس بداية من رسم القطاع إلى حساب درجة الانحدار وأطوالها، ودرجة تقوسها[1]. والجدير بالذكر أن القطاعات لا تعطي الصورة العامة لدرجة الانحدار، ومن ثم فلابد من عمل خريطة توضح درجة الانحدار، عن طريق برنامج AutoCAD Map 3D أو Arc gis.

• **الاهتزازات الأرضية:** وتشمل الاهتزازات الناتجة عن حركة المركبات، لما يتولد عن هذه المركبات من اهتزازات على الطريق سوف يؤدي إلى انفصال الكتل الصخرية عن الحافة ثم سقوطها وتكمن الخطورة في حالة تعرجات الطريق، والاهتزازات الناتجة عن الزلازل، والتي تولد قوى ديناميكية تؤثر على الكتل الصخرية وتؤدي إلى سقوطها أو تحركها كنتيجة إلى فقدها لاتزانها (صالح، ٢٠٠٨، ١٢٩).



شكل (٩): التقشر والتفتت بالصخور النارية والمتحولة جنوب سيناء ميدانيا و بالميكروسكوب الالكتروني

[1] للاستزادة : دسوقي، ١٩٩٤

رابعاً : أنماط حركة المواد.

تتنوع حركة مواد هشيم المنحدرات، ويتم دراستها ميدانياً (القياس المورفومتري).

• **التساقط:** 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,2005,p.262)، وتفسير ذلك أن التساقط الكتلي يحدث على المنحدرات التي تزيد انحداراتها على ٧٠درجة، 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)، وتتسم هذه الكتل بأنها حادة الزوايا.

• **انزلاق كتلي:** تحدث على المنحدرات الجرفية بسبب ارتفاع درجة انحدارها، والجاذبية 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 و٤٠ درجة (عاشور، ٢٠١٦، ص ١٦).

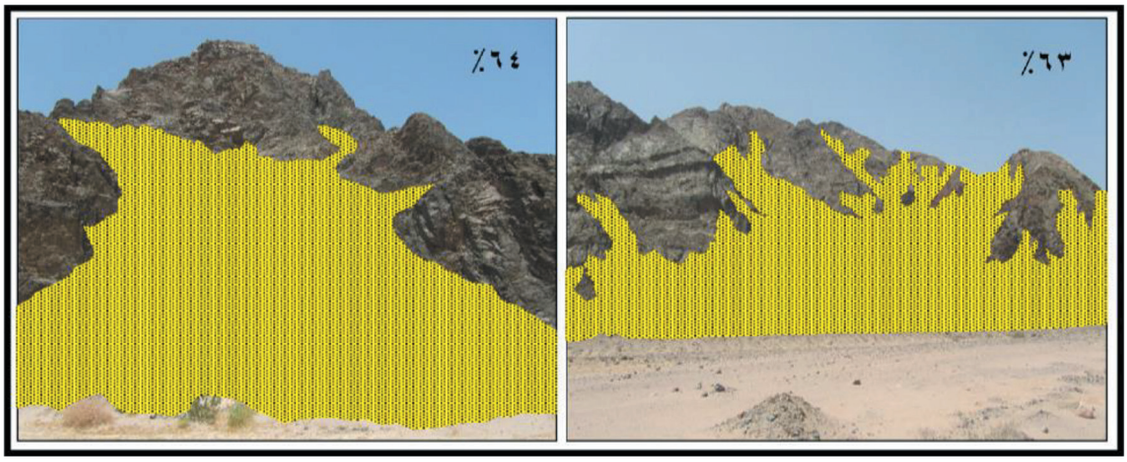
• **زحف الهشيم:** من أشكال الحركات البطيئة التي ترتبط بأقدام الحافات شديدة الانحدار، والتي قد تتمكن من الاستقرار فوق المنحدرات إذا قل انحدارها عن ٣٥ ° (الحسيني، ١٩٩٨، ص ١٠٨).

خامساً : الخصائص المورفولوجية لهشيم المنحدرات بمنطقة الدراسة.

يصنف هشيم المنحدرات إلى نوعين، وهما: مخاريط الهشيم و غطاءات الهشيم (الرواسب السطحية ومخاريط الهشيم حيث يمثلان كتلة واحدة)، ويتم دراسة الخصائص المورفومترية كالتالي:

• **المساحة:** يتم الاعتماد في دراسة مساحة هشيم المنحدرات على الدراسة الميدانية، عن طريق عملية الرفع الميداني بالأجهزة المساحية، أو عن طريق استخدام الصور الفوتوغرافية، واستخراج نسب المناطق المغطاة بغطاءات الهشيم من المساحة الكلية باستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D، (شكل ١٠).

• **درجة الانحدار:** غطاءات الهشيم جزء لا يتجزأ من المنحدر، ومن ثم فإن درجات الانحدار التي تم حسابها من قطاعات المنحدرات تعبر عن درجة انحدار غطاءات الهشيم، أما درجة انحدار مخاريط الهشيم غير المتصلة بغطاءات الهشيم (شكل ١١)، فيتم دراستها ميدانياً عن طريق جهاز أبني ليفيل والشريط، وفي الغالب تتألف مخاريط الهشيم من وحدة انحدار واحدة، والباقي من وحدتين من الانحدار، منها وحدة طويلة ويمثلها الجزء الأعلى من المخروط، ووحدة قصيرة ويمثلها الجزء الأدنى من المخروط.



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

شكل (١٠): نماذج من المنحدرات المغطاة بهشيم المنحدرات جنوب سيناء

شكل (١١): التباين في درجة انحدار مخاريط الهشيم بمنطقة الدراسة

٣) **الخصائص الحجمية للرواسب.** تعكس خصائص الرواسب عمليات التفكك والتفتت، ويتم دراسة درجة التجانس والتصنيف والسمك لرواسب الهشيم، ويتم الحصول على بعض الخصائص من الميدان مباشرة وخاصة سمك غطاءات ومخاريط الهشيم، وبعضها يتم عن طريق الحصول على عينات من رواسب الهشيم وخاصة التي تتسم بالتجانس وقلة الحجم وتحليلها ميكانيكيا، ويمكن الرجوع إلى للدراسات المتخصصة للتعرف على إجراء مثل هذه الدراسات.

المراجع :

١. الحسيني، السيد السيد، ١٩٩٨: دراسات في الجيومورفولوجيا، الجزء الأول، دار الثقافة العربية، القاهرة.

٢. العجيلي، عبدالله صبار عبود، ٢٠١٤: منحدرات سلسلة جبال برانان دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية التربية، واسط، جامعة بغداد، العراق، العدد ١٥.

٣. دسوقي، صابر أمين، ١٩٩٤: طرق دراسة المنحدرات وأهميتها التطبيقية، مجلة كلية الآداب، جامعة الزقازيق فرع بنها، العدد ٣.

٤. سلامة، حسن رمضان، ١٩٨٣: مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد ٥٣.

٥. صابر، أحمد إبراهيم، ٢٠١٧مظاهر الضعف الصخري ودورها الجيومورفولوجي في تشكيل هشيم المنحدرات على جانبي طريق شرم الشيخ دهب بوادي كيد جنوب شرق سيناء، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ١٠٥.

٦. صالح، سحر أحمد سالم، ٢٠٠٨: الأخطار الجيومورفولوجية على طريق نويبع الثمد بسيناء، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.

٧. عاشور، محمود محمد، و البكري، محمد ناصر، ومداغش، 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.

٨. هميمي، زكريا، ٢٠٠٦: أصول الجيولوجيا البنائية، هبة النيل العربية للنشر والتوزيع.

9. 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.

10. Norris J., Stokes A., Mickovski S, Cammeraat E., Beek R.,Nicoll B., & Achim A., 2008: Slope Stability and Erosion Control, Eco-technological Solutions, springer, Dordrecht, the Nerherlands.