

مخاطر أشكال سطح الأرض في بلدة معلولا

الدكتور غزوان سلوم *

الملخص

تحتل بلدة معلولا مكانة دينية وتاريخية وثقافية مرموقة عالمياً، وهي إحدى البلدات السورية الجبلية التي تقع على المنحدرات الشرقية لجبال الصخر الشرقي وذلك والصخر الغربي من سلسلة جبال القلمون الأولى، وقد فرض هذا الموقع الجغرافي شروطه الصارمة على مخططها العمراني، حيث تهدد البلدة العديد من المخاطر الجيومورفولوجية التي يأتي في مقدمتها انتشار الكتل الصخرية في القطاعات العليا من المنحدرات، وتتشترك العديد من العوامل في تحديد مستويات هذه المخاطر، كمواقع الكتل الصخرية من المنازل والمنشآت الاقتصادية- الخدمية، وحجمها وعددها، فضلاً عن خصائصها الشكلية، والقوى المحركة لها والمقاومة لذلك، وأشكال المنحدرات وتوزيع قطاعاتها، ومنظومة الكسور والشقوق التي تؤثر من خلال توزيعها واتجاهاتها في درجة استقرار جرف جبهة الكويستا تحديداً، فضلاً عن مجمل الأوضاع الجيولوجية والطبوغرافية والمناخية والجيومورفولوجية للمنطقة، وقد تطلب تحقيق الهدف الرئيس للبحث- وهو تحديد أنواع المخاطر الجيومورفولوجية التي تهدد البلدة- دراسة ميدانية تفصيلية عن المنحدرات، من خلال رسم قطاعات طبوغرافية للمنحدرات لتحديد طبيعتها وخصائص قطاعاتها، وتعيين مناطق توزيع الكتل الصخرية وخصائصها الشكلية، ورصد أكثر صور الخطر وضوحاً على بعض المنازل داخل البلدة، فضلاً عن دراسة نشأة الخانق وبعض المظاهر الكارستية، وقد أعدت لذلك

* قسم الجغرافية- كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة دمشق.

خريطة جيومورفولوجية تبيّن أنواع أشكال سطح الأرض حسب منشئها، وتوزعها وبعض خصائصها المورفومترية، كما حدّدت المخاطر الجيومورفولوجية كاختيار المواقع السيئة للبناء وانتشار الكتل الصخرية فوق عالية بعض المباني، وخطر سقوط الكتل الصخرية بسبب طبيعة الجرف غير المستقر نسبياً، فضلاً عن أشكال الجريان المائي السطحي والضمني، والمظاهر الكارستية، ثم إعداد خريطة جيومورفولوجية - تطبيقية تبيّن أنواع المخاطر الجيومورفولوجية ودرجات خطورتها، علاوة على تحديد المناطق الأكثر أماناً لتوجيه الاستثمار البشري نحوها، وانتهى البحث بعدة مقترحات وحلول لما سبق عرضه من مشكلات من وجهة نظر جيومورفولوجية - جغرافية، كإزالة الكتل الصخرية وتسوية المنحدرات وتوجيه البناء نحو المناطق الآمنة كظهر الكويستا بعيداً عن جرفها المخلع.

مقدمة:

تحتل دراسة المخاطر الطبيعية ضمن منظومة علوم الأرض والبيئة مكاناً مميزاً، وقد اتخذت طابعاً دولياً مع إنشاء مكتب منسق الأمم المتحدة للغوث عند الكوارث والمعروف اختصاراً بـ (ANDRO) عام (1972)م، وتشكيل لجنة (IDNDR) للتقليل من خسائر الكوارث الطبيعية عام (1989)م.

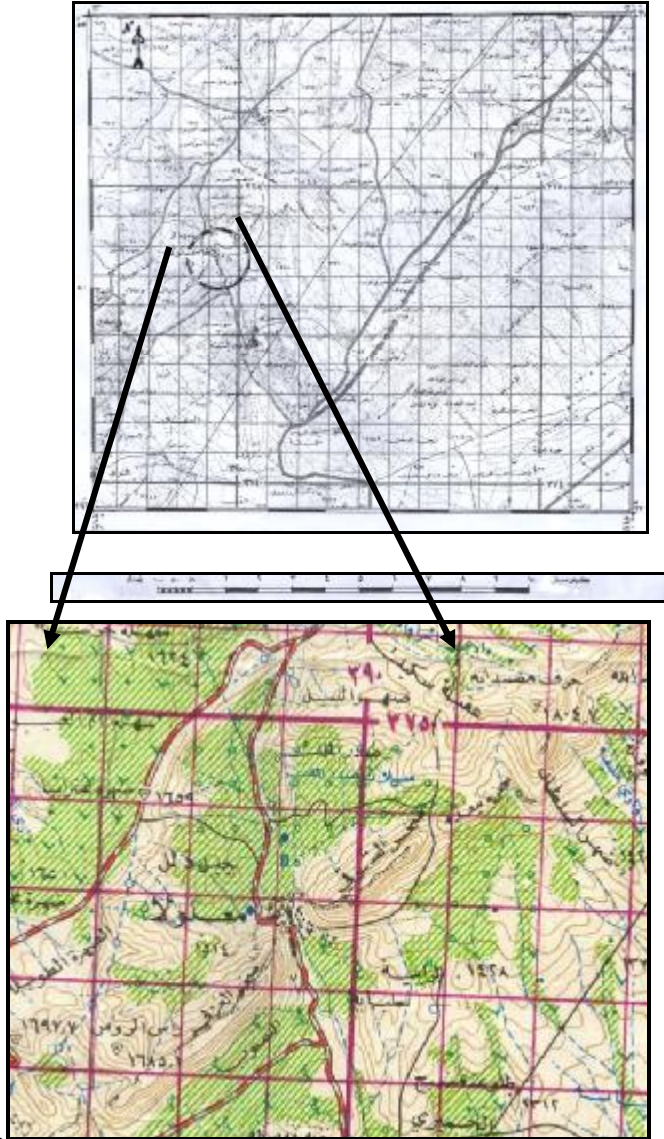
ولما كان دفع الضرر أولاً، والبحث عن جوانب المنفعة ثانياً من مهام الجانب التطبيقي للعلوم، أصبح لزاماً على المهتمين بدراسة المجتمعات السكانية، وما تمثله من قيم اجتماعية واقتصادية وتاريخية وروحية وثقافية، إعداد بحوث جادة تهدف إلى تحديد درجات الخطر الطبيعي الذي يهددها، ويمكن القول: إنَّ الجغرافي من أكثر المعنيين بذلك، لما يتميز به من نظرة شاملة ودقيقة مبنية على قاعدة متكاملة من البيانات والمعطيات المكانية، فضلاً عما يقدمه علم الجغرافيا بشكل عام والجيومورفولوجية بشكل خاص من طرائق وأساليب ناجعة في دراسة المشكلات الطبيعية المرتبطة بتضاريس سطح الأرض، وتصنيفها ثم تفسير نشأتها وتطورها، من خلال تحليل العلاقات بين عناصرها المكانية لفهم آليات حدوثها، وصولاً إلى وضع تصور منطقي لمعالجتها أو تفاديها، وليس أدل على ذلك من أن العديد من مؤسسات التأمين في بعض دول أوروبا بدأت بتوظيف الدراسات الجيومورفولوجية لصالحها، مستفيدة من الخرائط الموضوعية التي تبين نوع الخطر ودرجة تأثيره في المنازل والمنشآت الاقتصادية لإقناع أصحابها بضرورة التأمين عليها، وفق التقديرات المبنية على أساس الدراسات سابقة الذكر.

منطقة البحث:

بُنيت بلدة معلولا على منحدرات جبال الصخر الشرقي وذل والصخر الغربي من سلسلة جبال القلمون الأولى، وذلك إلى الشمال الشرقي من العاصمة دمشق وعلى

بُعد نحو (60) كم عنها، ويقع مركزها فلكياً عند تقاطع خط الطول (40° 32' 36") شرق خط غرينتش، مع درجة العرض (51° 33') شمال خط الاستواء، وتبلغ أعلى نقاطها عند قمة جبل الصخر الشرقي نحو (1653) م فوق مستوى سطح البحر، وأدناها قرابة (1350) م فوق مستوى سطح البحر متمثلة بقاع الوادي الكبير المتجه نحو بلدة عين التينة، شكل رقم (1)، تمثل البلدة نموذجاً حياً للتجمعات السكانية الجبلية ذات الوظيفة الدينية - الدفاعية قديماً، الدينية - السياحية حديثاً مع تعاضد دورها الثقافي والتاريخي فيما يخص الديانة المسيحية عالمياً، ولعل أكثر ما يلفت انتباه الزائر للبلدة هو مشاهدتها التضريسية النوعية التي تحتضن أديرتها الساكنة باعثة في النفس مشاعر الدهشة والقلق بأن واحد، فمع وجود مئات الكتل الصخرية الضخمة المستقرة حالياً فوق منحدراتها على ارتفاعات تعلو المنازل والأديرة مباشرة، ومع توفر انحدارات واضحة تراوح بين (30° - 50°)، فضلاً عن التاريخ الزلزالي غير المطمئن للمنطقة عموماً، وتزايد أعداد السائحين فيها، والاهتمام الإعلامي العربي والعالمي بها، أصبح التساؤل عن إمكانية حدوث كارثة طبيعية تهدد مستقبل هذه البلدة مخلفة أضراراً جسيمة على الصعد كلها البشرية والاقتصادية والروحية والثقافية، أقول أصبح تساؤلاً مبرراً بل ملحاً يتطلب إجابة علمية واضحة مبنية على أساس ملاحظات وقياسات ميدانية دقيقة واستنتاجات منطقية.

ومن هنا تعددت الأسباب التي دفعت الباحث للاهتمام بالبلدة وتسليط الضوء عليها، وفي مقدمتها: أهمية البلدة على المستويين القومي والديني من جهة، وإمكانية تطبيق المفاهيم الجيومورفولوجية الأكاديمية على تجمع سكاني متأثر بشكل واضح بالجانب الطبيعي للمكان من جهة ثانية، والخروج بالمعلومات الجغرافية- الجيومورفولوجية من القفص النظري إلى حيز التطبيق العملي من جهة ثالثة.



شكل رقم (1) موقع منطقة الدراسة.

المصدر: خريطة جيروود الطبوغرافية مقياس (1:50000) لعام(1965)،إعداد هيئة المساحة العسكرية.

فرضيات البحث:

سيتم من خلال البحث إثبات الفرضيتين الآتيتين أو نفيهما:

- تعدُّ بلدة معلولا بلدة غير آمنة في ظل الظروف الحالية.
- تتهدد البلدة العديد من المخاطر الجيومورفولوجية وعلى كامل امتدادها.

تساؤلات البحث:

يتطلب إثبات الفرضيتين السابقتين أو نفيهما الإجابة عن التساؤلات الآتية:

- ما العوامل المحرّضة على إحداث المخاطر الجيومورفولوجية في البلدة.
- هل هناك مستويات للمخاطر الجيومورفولوجية بالمنطقة.
- هل يوجد مناطق آمنة يمكن توجيه مشاريع الاستثمار المستقبلية نحوها.

أهداف البحث:

هَدَفَ البحث بالدرجة الأولى إلى تحديد أنواع المخاطر الجيومورفولوجية في البلدة، فضلاً عن مناطق توزعها، ومستويات خطرها، إلا أنه لا يمكن تحقيق هذا الهدف إلا من خلال تحديد المظاهر السطحية للمنطقة وأهم خصائصها الشكلية، ووفقاً لذلك وُضِعَ هدفان للبحث يختصران ما سبق من أهداف، وهما:

- إعداد خريطة جيومورفولوجية للبلدة تبيّن مظاهرها السطحية وبعض خصائصها التي تخدم الهدف الرئيس، وتكون نتيجة مباشرة لدراسة الأشكال السطحية التي تتضمنها.
- إعداد خريطة تبيّن كلاً من المناطق المعرضة للمخاطر الجيومورفولوجية من جهة، والمناطق الآمنة من جهة ثانية (خريطة تطبيقية).

منهج البحث:

أُتبعَ المنهج الوصفي- التحليلي في دراسة التضاريس السطحية وتصنيفها، وتحديد خصائصها الشكلية، ثم تحليل نتائج القياسات المورفومترية - الحقلية بطرائق إحصائية ورياضية باستخدام برنامج Excel الإحصائي، فضلاً عما يقدمه المنهج الاستقرائي- الاستنتاجي من إمكانيات تساعد على فهم العلاقات المتبادلة بين عناصر المكان، وصولاً إلى تصورات دقيقة مبنية على التكامل بين العمل الحقلّي والمكتبي والنظري للاستدلال منها على آليات حدوث المشكلات الجيومورفولوجية في المنطقة، بهدف وضع الحلول المنطقية لها.

أدوات البحث:

- خريطة جيروود الطبوغرافية، مقياس 1:50000، لعام (1965)م.
- خريطة دمشق وبيروت الجيولوجية، مقياس 1:200000، لعام (1966)م.
- الصور الفضائية باستخدام برنامج Google Earth لعام (2008).
- أدوات العمل الميداني وقد قام الباحث بنحو ست رحلات ميدانية بين عامي (2007-2008) لإجراء القياسات والتقاط الصور ورسم المقاطع والتأكد من صحة المعلومات التي قدمتها الخرائط والدراسات السابقة.

الدراسات السابقة:

يمكن تصنيف الدراسات السابقة في نوعين، تناول الأول منها المنطقة بحد ذاتها، في حين اهتم الثاني بتناول الموضوع ضمن مفهوم المشكلات الطبيعية، ويمثل الطائفة الأولى فقط بحث (فاتنة الشعال 2008)، الذي حمل عنوان: (الضلع) كويستا معلولاً⁽¹⁾، حددت فيه الباحثة الظروف والأوضاع الجغرافية للمنطقة، وأهم الخصائص

¹ فاتنة الشعال، (2008): (الضلع) كويستا معلولاً، دراسة تطبيقية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 24، العدد 2+1، دمشق.

الشكلية للكويستا مع التركيز على كيفية نشوئها وتطورها، و إبراز الدور الخاص الذي أدته الصدوع في ذلك، إلا أن البحث لم يتناول المشكلات الجيومورفولوجية التي تتهدد بلدة معلولا، فضلاً عن بعض المسائل الجيومورفولوجية النظرية كتنشأة الخانق (الفج) ودراسة المنحدرات، أمّا أهم الدراسات التي تناولت الموضوع فهي: دراسة (أحمد صالح 1989)، وهي بعنوان **الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقي من طريق نوبيع - النفق الدولية، دراسة جيومورفولوجية⁽¹⁾**، تناول فيها الباحث أنواع المخاطر الجيومورفولوجية التي تعاني منها الطريق، مثل: أخطار السيول والتساقط الصخري وتحرك المواد المفككة... وانتهى البحث بتقديم حلول مقترحة مناسبة لطبيعة المنطقة. في حين تناول (محمد صبري محسوب 1990)، ظاهرة انخساف الأرض تحت تأثير الاستثمار اللاعقلاني للثروات الباطنية في العديد من مناطق العالم، مع التركيز على بعض مناطق مصر، وجاء البحث بعنوان: **ظاهرة الهبوط السطحي للأرض: أسبابها البشرية وآثارها الجغرافية⁽²⁾**، وتناول (محمود خضر 1997) في رسالته للماجستير بعنوان **الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسة في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل⁽³⁾**، مختلف المشكلات الجيومورفولوجية التي تعاني منها بعض مناطق مصر، مع التركيز على مخاطر السيول والانهيئات الأرضية وزحف الرمال وأعمال التجوية وتراجع السواحل في مصر.

¹ أحمد صالح 1989)، الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقي من طريق نوبيع - النفق الدولية، دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 21، القاهرة.

² محمد صبري محسوب (1990): ظاهرة الهبوط السطحي للأرض: أسبابها البشرية وآثارها الجغرافية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 22، القاهرة.

³ - محمود خضر (1997): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسة في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة عين شمس، القاهرة.

كما تعددت الدراسات الأجنبية التي تناولت المخاطر البيئية ومن ضمنها المخاطر الجيومورفولوجية، وخلصت إلى وضع تصانيف لها، مثل دراسة (Bolt & anther 1975) التي تناولت المخاطر الجيولوجية، كذلك الناجمة عن الزلازل والبراكين والانهيارات، فضلاً عن مخاطر أمواج التسونامي والفيضانات⁽¹⁾، ودراسة (Burton & Kates & White 1978) التي صنفت المخاطر البيئية في نوعين: الأولى جيوفيزيائية- وتندرج تحتها المخاطر الجيومورفولوجية- والثانية بيولوجية، وذلك بالاعتماد على العامل المسبب للخطر⁽²⁾. وتضمن كتاب (Verstappen 1983) عدة بحوث ذات طابع جيومورفولوجي- حضري (مديني) مع تحديد لأهم الأسس الواجب أتباعها لدى التخطيط العمراني والتنفيذ، وأهمها ضرورة متابعة عمليات الإنشاء والبناء وفق المستجدات التي تفرضها الظروف الجيومورفولوجية للموقع⁽³⁾، ثم ظهرت دراسة (Hart 1986) التي تعدُّ من أوائل الدراسات المتخصصة في مجال المخاطر الجيومورفولوجية، ومن نتائجها تصنيفه الشهير لها على أساس البيئة الجيومورفولوجية، كالبيئة البحرية والنهرية والبركانية والجليدية وبيئة المنحدرات⁽⁴⁾. أمَّا (Bryant 1991) فوضع معايير مهمة لتقييم حالة المنطقة وتحديد مستوى الخطر الذي يهددها، وقد اعتمد في مقاييسه على طبيعة الخطر أولاً ثم مدى تأثيره -المكاني والاجتماعي- ثانياً، وأهمها⁽⁵⁾: درجة العنف، امتداد الحادثة وإجمالي مساحة المنطقة المتضررة، إجمالي عدد المفقودين، إجمالي قيمة الخسائر الاقتصادية، الآثار الاجتماعية، عنصر المفاجأة، وأخيراً ارتباط الحادثة بمخاطر أخرى.

¹-Bolt, B.M & Horn,W.L & Macdonald,G.A & Scott,R.F :(1975):Geological Hazards, Springer- Verlag, New York.

²- Burton, I.R & Kates, W & White, G.F ; (1978):The Environments as Hazard. Oxford University Press, New York.

⁶- Verstappen, H. TH;(1983): Applied Geomorphology. Geomorphological Surveys for Environmental Development. ELSEVIER. Oxford. pp 155- 160.

⁴-Hart, M.G;(1986):Geomorphology Pure and Applied, George Allen & unwin, London pp 140-141

⁵ - محمود خضر، (1997): مرجع سبق ذكره، ص 34.

الوضع الطبيعي العام للمنطقة:

تُصنف كويستا معلولا- التي بُني على حذورها معظم البلدة- ضمن زمرة تضاريس البنى البسيطة أحادية الميل، الممتدة على هامش جبال سلسلة القلمون الأولى ذات النشأة الالتوائية- الصدعية بمحور شمالي شرقي- جنوبي غربي، يحوم طوله الإجمالي حول (60) كم، ذات سفوح غير متناظرة، تتميز الشمالية الغربية منها بقلة انحدارها الذي يراوح بين (3° - 7°)، والجنوبية الشرقية بشدة انحدارها الذي يراوح بين (30° - 90°).

وتتكشف في منطقة معلولا الصخور الكلسية والكلسية الحوارية (الطباشيرية) والكلسية النموليتية، والمارل والصوان، شكل رقم (2)، وقد لوحظ أن ميل الطبقات الصخرية في منطقة الدراسة يختلف عن بقية مناطق الكويستا، حيث تراوحت الميول الطبقيّة هنا بين (15° - 20°)، مما يدعو للقول: إنّها ليست كويستا نموذجية بل هي كويستا مشوهة -على الأقل في الحيز الممتد بين جبلي الصخر الشرقي والغربي منها- ويمكن إرجاع ذلك إلى تعرض المنطقة لجهد بنائي عنيف سبب نشوء صدعين متقاطعين بزواوية مفتوحة باتجاه الشمال الغربي، وفصل جبل ذلل عما يجاوره، مما أدى إلى جنوح كتلته بسبب غوص مؤخرته نحو الخلف (الشمال الغربي)، ويدعم هذا الرأي العديد من الشواهد الميدانية، كتراجع مقدمة الجبل عن حدود أقدام جبلي الصخر الشرقي والصخر الغربي بنحو (400م)، وانخفاض قفا الكويستا في هذا الجزء عن بقية أجزائها بنحو (10) أمتار دون التأثير في ارتفاع جبهتها الذي يتوافق مع ارتفاع مستوى الصخر الغربي والشرقي.

يبدأ تعاقب الطبقات الصخرية في منطقة الدراسة وفق العمود الجيولوجي الممثل لها، بتكوينات الصخر الكلسي العائدة إلى الإيوسين الأعلى، وثخانتها نحو (20) متراً، يليها طبقة من الصخر الكلسي الأقل ثخانة بنحو (15) متراً والعائد للفترة ذاتها،

ليبدأ بعد ذلك تعاقب من طبقات صخور الإيوسين الأوسط الممثلة بطبقات صخور الكلس - المارل، ثم الكلس الحواري والصوان بثخانة نحو (40) متراً، تليها طبقات من الصخر الكلسي الحواري والكلسي الطيني والكلسي الصدفي بثخانة نحو (120) متراً. صور رقم(1).

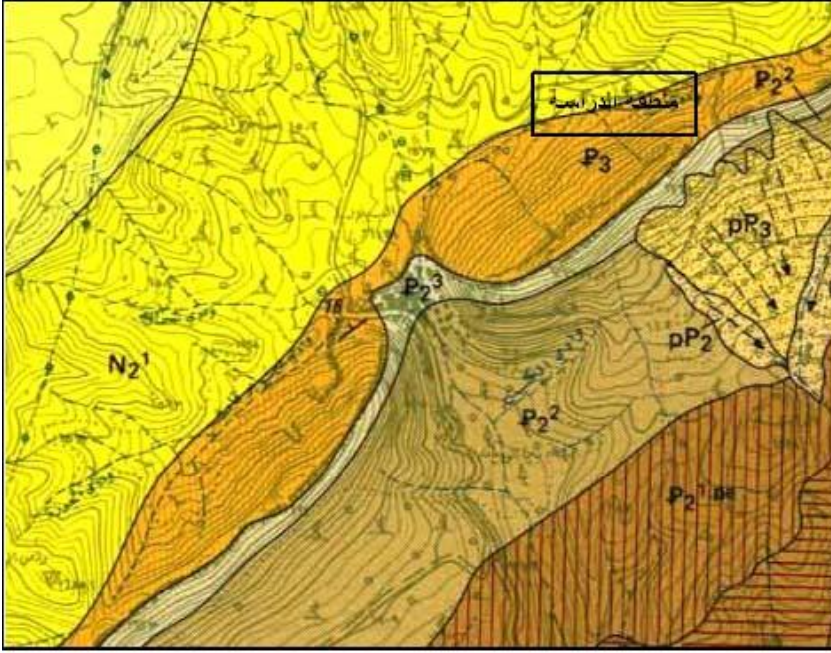


صورة رقم (1) تبين طبقة الصخر الكلسي العليا(الجرف)، وطبقة الصخر الكلسي المارلي الدنيا(الحدور)

وتؤكد المعطيات الباليوجيولوجية، أن البنية المحدبة في جبال القلمون، دليل واضح على الجهد البنائي الشديد الناتج عن نهوض كتلة القاعدة، مما أدى إلى خلق حالة من التخلع الالتوائي المحلي folding dislocations، وتكوين نظام طيات ضيقة (خطية) System narrow folds غير متناظرة مرصوفة بشكل متواز تقريباً مع انفراج متدرج عند نهايتها الشمالية الشرقية، كما تتوافق معها بالاتجاه ذاته حزم الصدوع الرئيسية⁽¹⁾، ويمكن من خلال مقارنة الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية، القول: إن

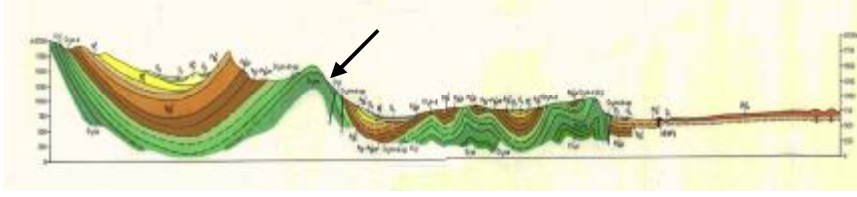
¹ -- Ministry of Industry. (1966) : the Geological Map of Syria , Scale 1:200000 Sheets I - 37 VII (Dimashq) , I-36- XII (Beirut) , Explanatory Note , Damascus. P57.

هناك تراكباً جيولوجياً - طبوغرافياً واضحاً بين مواقع المنخفضات الجبلية البينية Intermountain ومحاور الطيات المقعرة من جهة، ومواقع المحدثات والمرتفعات من جهة أخرى، فضلاً عن التوافق العام بين زاوية انحدار السطح وزاوية ميل الطبقات، الأمر الذي يستدل منه على أن المنطقة ما زالت في مرحلة الشباب أو بداية مرحلة النضج الجيومورفولوجي، أو نتيجة لتصاب بنائي (حالة تجد شباب للمنطقة).



شكل رقم (2 / أ) خريطة جيولوجية لجزء من منطقة القلمون، تبين منطقة الدراسة.

N¹ بليوسين أدنى: تناوب حجر رملي مع غضار رملي ومشبكات (كونغلوبيرا) مع طبقات كلسية رقيقة.
P³ أوليغوسين : صخور كلسية كتلية نموليتية مدلمة.
P³ أيوسين أعلى: تناوب صخور كلسية حوارية مع صخور كلسية.
P² أيوسين أوسط: تناوب صخور كلسية حوارية مع كلس غضاري ومارل مستحاثي مع صوان.



شكل رقم (2/ب) مقطع جيولوجي يبين ميول الطبقات وتوزع المكدبات والمقعرات في منطقة القلمون، ويشير السهم إلى موقع منطقة الدراسة من المقطع.

ويمكن القول: إنَّ المنطقة مرتت بمرحلتين مهمتين عبر تاريخها الجيولوجي، امتدت الأولى من الجوراسي وحتى الباليوجين، وسادت فيها ظروف ترسيبية بحرية ضحلة- بدلالة الحجر الكلسي والمارلي- متعاقبة مع فترات انحسار تزامنت مع حركات بنائية من نهوض وطي وتصدع بدلالة ميل طبقات الباليوجين وأفقية طبقات النيوجين، أمَّا المرحلة الثانية فامتدت من الميوسين حتى الوقت الحاضر، وكان لها الأثر الأهم في اتخاذ الوحدات الجيومورفولوجية شكلها وتوزعها الحاليين، فشهدت المنطقة حالة نهوض خفيف منذ الميوسين حتى بداية الباليوسين، كما تطورت منظومة الشبكات المائية التي هندست الكويستا وملحقاتها التضاريسية، فضلاً عن حركات التصدع التي استمرت في تقطيع السطح والطبقات الصخرية محددة بذلك مسار التطور الجيومورفولوجي للشبكة النهرية، كما تدخل المناخ منذ أواخر النيوجين مشوهاً أصالة التضاريس البنيوية من خلال مظاهر الحت والتعرية المتمثلة بشبكات الأودية ومظاهر التجوية⁽¹⁾.

الصدوع:

لا تشير الخرائط الجيولوجية لمنطقة جيرود (1:50000)، أو لدمشق (1:200000) إلى وجود أي صدوع أو فوالق إقليمية مهمة، على عكس الصور

1- Ministry of Industry. (1966):Ibid. P101-107 .

الفضائية التي تعطي تفصيلات واضحة ودقيقة عن واقع الحال (صورة رقم 3)، فقد لوحظ أن خانق معلولا تأثر بعدة صدوع، أولها متراكب معه بمحور شمالي شرقي - جنوبي غربي بطول يقارب (300) متراً، ينحرف بزواوية قائمة متوافقاً ومتعامداً مع امتداد صدع آخر، ليعود بعد ذلك إلى اتجاهه السابق عند بداية الخانق، وينقطع صدع الخانق مع ثلاثة صدوع متوازية فيما بينها ذات اتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي، يمتد أطولها لمسافة (500) م، ويقع في الجهة الشمالية الغربية عند بداية الخانق، يليه باتجاه الجنوب الشرقي صدع آخر بطول لا يتجاوز (300) م، ثم صدع ثالث وهو الأقصر بينها بطول يقارب (225) م، تتضح معالمه عند مخرج الخانق.



صورة رقم (2) تبين خانق معلولا والصدوع الثلاثة المقاطعة له

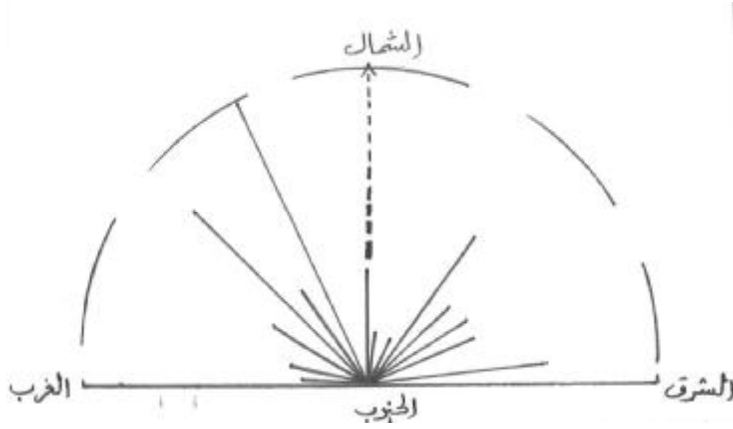
كما أكدت نتائج الدراسة الميدانية لمنظومة الكسور في جبال الصخر الشرقي وذل والصخر الغربي سيادة الكسور ذات الاتجاه الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، وهي متقاطعة مع محور السلسلة الجبلية، والمسؤول المباشر عن تخلع ظهر الكويستا ونشوء الخانق والدخلة الفاصلة بين جبل ذلل وجبل الصخر الغربي، وقد بلغت نسبتها (48%) من إجمالي الكسور والفوالق المدروسة والمقيسة ميدانياً، تليها فئة الكسور

ذات الاتجاه الشمالي الشرقي- الجنوبي الغربي، وهي مسابرة لجهة الكويستا والضابطة لحركة الكتل المنهارة أو الأيلة للسقوط منها، صورة رقم (3)، تنتشر متوازية لبعضها بعضاً في نطاق يمتد لمسافة تزيد على (50) متراً بعيداً عن أنف الكويستا، بفواصل تراوح بين (0.5-1) متر، وقد بلغت نسبتها (23%) من إجمالي الكسور المقيسة، شكل رقم (3)، كما لوحظ ميدانياً أن مناطق تقاطع هذه الكسور تمثل نقاط فرط نشاط لعمليات التجوية الكيميائية والحت النهري سابقاً، ويرجح الباحث أن مغارة المشنقة* الواقعة عند الثلث الأخير من الخانق، والتي يتسع مقطعها العرضي عندها - بشكل شاذ عن نسقه العام- إلى (45) متراً، ومعظم الآبار الكارستية الطبيعية (الآفين) على جانبيه، قد نشأت في مثل هذه المواقع. صور رقم (4-5-6)



صورة رقم (3) تبين عدة كسور متوازية تقطع جبهة جبل الصخر الغربي في عالية الجانب الأيسر من الطريق المؤدية إلى الفندق.

* ترجع هذه التسمية إلى العهد العثماني، حيث كانت تستخدم لتنفيذ عمليات الإعدام شنقاً.



شكل رقم (3) يبيّن اتجاهات الكسور في منطقة الدراسة. (كل 1 سم يعادل 10 كسور).



صورة رقم (4) تبيّن حزمة من الكسور المتقاطعة على ظهر الكويستا في منطقة جبل الصخر الشرقي.



صورة رقم (5) مغارة المشنقة المتراكبة مع عدة صدوع متقاطعة في الثلث الأخير من الخائق.



صورة رقم (6) جانب مكشوف من بئر كارستي ناتج عن تراكم عمليات الحت المائي والتحلل الكيميائي وتركزها موضعياً مع بالعة كارستية ناجمة عن تقاطع صدعين.

الوضع المناخي:

على الرغم من أن كويستا معلولا تُعد مظهرًا جيومورفولوجياً موروثاً عن ظروف مناخية سابقة كانت أكثر رطوبة بدليل خصائص شبكات المجاري المائية التي لا تتناسب مطلقاً مع القدرة الجيومورفولوجية للمناخ الحالي شبه الجاف، إلا أنه لا بد من دراسة انعكاس خصائص بعض عناصر المناخ الحالي على مظاهر السطح بشكل عام، ومخاطره الجيومورفولوجية بشكل خاص، استناداً إلى دراسة الفوارق بين القيم المطلقة لدرجات الحرارة، وخصائص نظام الأمطار السنوي والشهري* وتحليلها إحصائياً.

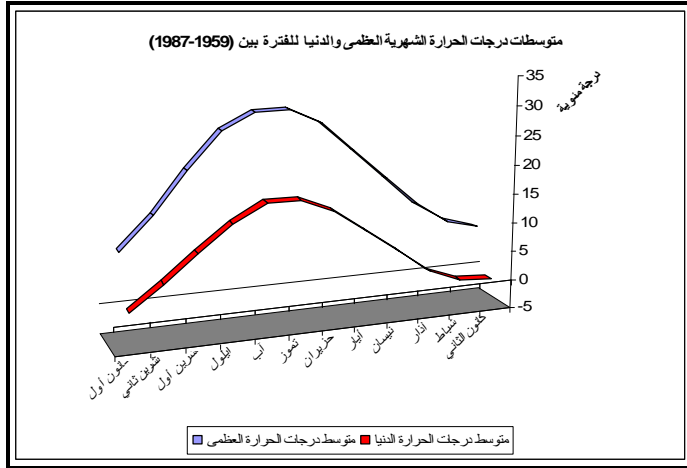
يلاحظ من الملحقين (1-2) أن أدنى درجة حرارة في محطة معلولا قد بلغت (-4.3) مئوية في شهر شباط من عام (1959)م، وأعلى درجة حرارة (+33.9) مئوية في شهر آب من عام (1962)م، أي إن المدى المطلق بلغ (38.2) مئوية للفترة بين عامي (1958-1987)**، ومع ذلك لا يمكن تحديد مدى تأثير هذا المدى الحراري في فعالية التجوية الحرارية متمثلة بعملية التمدد والتقلص اللتين تبديهما مكونات الصخور كاستجابة لارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها، لطول المدة الزمنية الفاصلة بين القيمتين مما يجعلهما عديمتا التأثير في الصخر نسبياً، وفي ظل غياب البيانات المناخية الدقيقة التي يتطلبها البحث الجيومورفولوجي كما حددها (محمد فائد حاج حسن 1995) كدرجات حرارة سطح التربة أو الطبقة السطحية من الصخر، وتحديد التباينات الحرارية المختلفة لهما، وقياس درجة حرارة المناطق الشمسية (عكس الظليلة)⁽¹⁾، تم اللجوء إلى دراسة الفوارق بين درجات الحرارة العظمى

* يجب عدم الاعتماد على قيم المتوسطات لأي من البيانات المناخية كونها تفضي إلى نتائج مضللة.

** اقتصر الباحث على هذه الفترة من السجل الحراري لمحطة معلولا المناخية لاكتمال بيانها، مقارنة ببيانات السنوات التالية التي تحتاج إلى ترميم أكثر من (60%) منها، مما ينعكس سلباً على دقة النتائج.

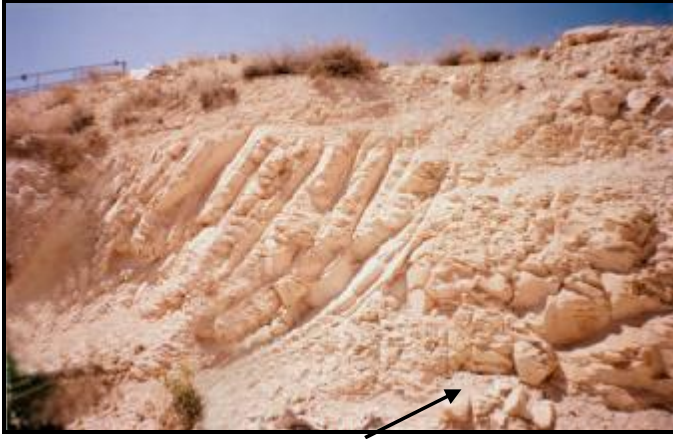
¹ - محمد فائد حاج حسن، (1997): أسس الجيومورفولوجيا المناخية، منشورات جامعة دمشق، دمشق، ص 30-31 .

و درجات الحرارة الدنيا لوضع تصور عام عن مدى تأثير تباين درجات الحرارة في الصخور السطحية، ويبيّن الشكل رقم (3) التباين الواضح في متوسطات درجات الحرارة العظمى ونظيراتها من درجات الحرارة الدنيا للفترة ذاتها. كما يلاحظ من الملحق رقم (1) أن الفوارق بين درجات الحرارة العظمى والدنيا راوحت بين (6-14) درجة شهرياً وتزداد في أشهر الصيف مقارنة بأشهر الشتاء.



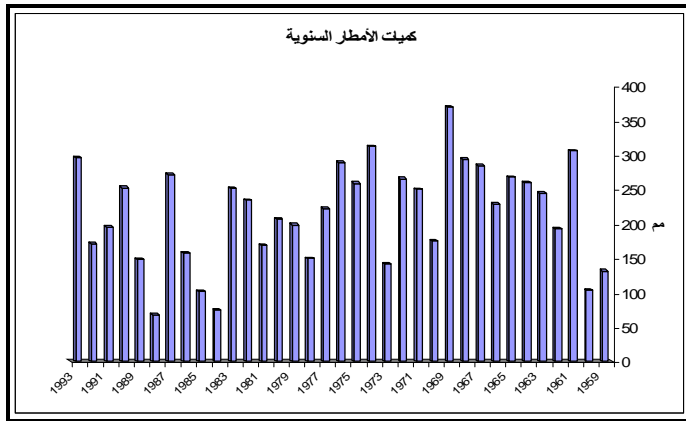
الشكل رقم (3) من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطة الأرصاد الجوية، وباستخدام برنامج Excel.

ومن المظاهر الدالة على نشاط عمليات التجوية الحرارية الشظايا والفتات الصخري المتراكم، مشكلاً مخاريط مهيلات أسفل جرف جبهة الكويستا، أو سفوح حطام عند أقدام الجبال والحافات الصخرية على جوانب الطرق العامة، ويُفسر نشوؤها تباينات درجات الحرارة الحالية، فضلاً عن تأثير الفترات الصقيعية التي شهدتها المنطقة خلال البلايستوسين، وكذلك تنالي عمليتي تجمد الماء داخل الشقوق وذوبانه، أو ما يعرف بعملية التجمند، دون إغفال الدور الجوهرى الذي تؤديه الجاذبية في نشوئها. صورة رقم (7).



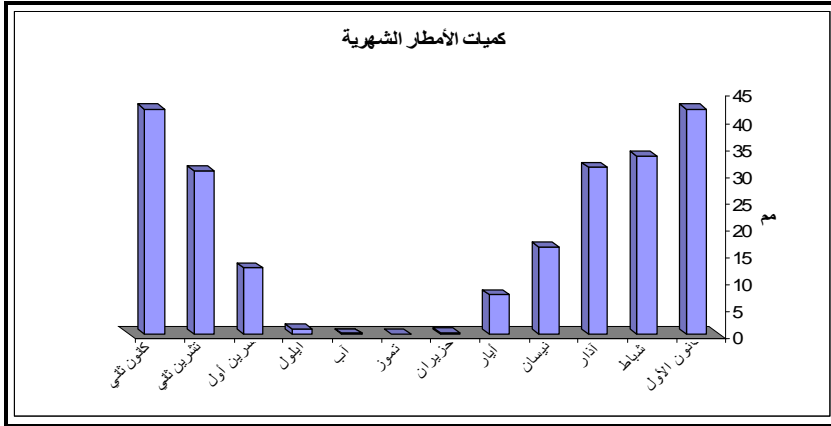
صورة رقم (7) تبيّن آثار التجوية الحرارية في تفتيت الصخر الكلسي الحواري على الطريق العام عند مدخل البلدة، وهي ظاهرة شائعة في أكثر من موقع.

أمّا معدلات الأمطار السنوية فتتميز بذبذبتها الواضحة، حيث راوحت كميات الأمطار السنوية في محطة معلولا بين (67.9) مم عام (1988)م، و (369.9) مم لعام (1969)م، كما بيّن ذلك الشكل رقم (4). والملحق رقم (3).



الشكل رقم (4) من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطة الأرصاد الجوية وباستخدام برنامج Excel.

في حين يوصف نظام التساقط الشهري بكونه موسمياً (فصلياً) ذا نمط واضح، تهطل الأمطار فيه خلال المدة الممتدة بين شهري أيلول و أيار، وتتعدم تماماً في أشهر حزيران وتموز وآب، كما يبيّن الشكل (5) لمعطيات محطة معلولا.



الشكل رقم (5) من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطة معلولا المناخية باستخدام برنامج Excel.

إن العرض السابق لخصائص بعض عناصر المناخ الحالي الأكثر أهمية على الصعيد الجيومورفولوجي، يعني أن هناك موسمية في نوعية العمل الجيومورفولوجي، حيث تزداد فعالية العمليات الجيومورفولوجية المرتبطة بالتساقط (المطري والتلجي)، كالجريان المائي بأنواعها الخطية والمساحية (الانتشارية)، وعمليات التجوية الكيميائية من تميّه وتأكسد وتحلل، خلال أشهر التساقط، في حين تسيطر العمليات المرتبطة بتباين درجات الحرارة والجفاف على المسرح الجيومورفولوجي خلال أشهر الصيف - مع التأكيد أن جميع العمليات تعمل مشتركة على تعديل المظاهر الحالية لكن بمعدلات متباينة زمنياً ومكانياً، مما يسمح بتقدير طبيعة المخاطر الناجمة عما سبق ونوعيتها، كما سيرد لاحقاً.

النبات:

نميز نوعين من النباتات في منطقة معلولا، هما: الأشجار والنباتات العشبية، وتوجد أنواع محددة من الأشجار ترتبط بكمية الأمطار والحرارة وطبيعة الأرض منها: اللوز البري، السنديان، البلوط، السبطم، الصفصاف، الماكي، الصنوبريات والغار، أمّا الأعشاب فقليلة ونادرة تتمثل بالأعشاب الشوكية الرعوية. وقد لوحظ ميدانياً أن الأثر الجيومورفولوجي للنبات يقتصر على حجز الحصى والحجارة خلفه، ولكن بشكل محدود لتبعثر النبات من جهة، وصغر حجمه من جهة ثانية، وموسميته من جهة ثالثة.

الوضع الجيومورفولوجي للمنطقة:

تمثل كويستا معلولا نموذجاً مثالياً للكويستات المتشكلة على هوامش الجبال الالتوائية ويتضح من الشكل رقم (2 ب) أنها تمثل الجانب الغربي من السنام المفرغ (كومب) لرأس محذب السميكات من سلسلة القلمون الثانية، وتتوافر فيها جميع عناصر الكويستا وأنظمتها الجيومورفولوجية البنائية والمناخية، ومن الجوانب الواجب دراستها توطئة لفهم آلية حدوث المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة، ما يأتي:

1- المنحدرات (السفوح):

تُعرف المنحدرات بكونها أنظمة جيومورفولوجية مفتوحة، تُصرف مدخلاتها من مياه الأمطار، ومنتجاتها من المواد الصخرية، بعيداً عن حيزها الجغرافي عبر المجاري المائية التي تمثل مستوى أساسها المحلي، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع القطاعات الدنيا من المنحدرات وفق منظومة متوازنة من العمليات الجيومورفولوجية التي تحدد أسلوب تطور قطاعاتها كلها. ولا بدّ هنا من الإشارة إلى أن تعطل آلية تطور الكويستا لأسباب مناخية (تحجف شبكة المجاري النهرية ولاسيماً اللاحقة منها) يسمح بدراسة الجرف والحدور وفق الطرائق الجيومورفولوجية المعتمدة في دراسة المنحدرات.

وتعدُّ المنحدرات في منطقة الدراسة الحاضن الرئيس لأهم خطر جيومورفولوجي يهدد المنطقة، متمثلاً بالكتل الصخرية والجلاميد والحصى المتوضعة على سطحها، وتؤثر أشكال المنحدرات والعمليات السائدة عليها من جهة، وأحجام الكتل الصخرية وخصائصها الشكلية من جهة أخرى، في ما يعرف بزواوية الاستقرار، التي تمثل العتبة الحدية الفاصلة بين ثبات المواد السطحية وتحركها على المنحدرات، وقد قُسمت القطاعات الطبوغرافية التي تمثل منحدرات جبلي الصخر الشرقي والغربي، حسب تقسيم (Young 1972) إلى عدة وحدات شكلية (morphic unites)، منها ما هو مستقيم، ويضم: القمة، قسّم الدرجة العظمى (الجروف والحافات المنحدرة)، قسّم الدرجة الدنيا، والقسّم العادي، ومنها ما هو منحني (مقوس)، وتضم العناصر المحدبة والمقعرة، (شكل رقم 6)، كما اعتمد على معادلة (Young 1970) لتحديد معدلات تقوس العناصر المنحنية، وتتخذ الشكل الآتي⁽¹⁾:

$$C_{pq} = 100 \frac{Op - Oq}{0.5 (Lp - Lq)} \text{ degree/ } 100 \text{ m}$$

إذ: C_{pq} : معدل التقوس (درجة / 100 متر)، وتدل القيم الموجبة على التحدب، والسالبة على التقعير.

O_p : الزاوية الدنيا (الواقعة باتجاه أدنى المنحدر).

O_q : الزاوية العليا (الواقعة باتجاه القمة).

$L_q - L_p$: المسافة بين نقطتي القياس.

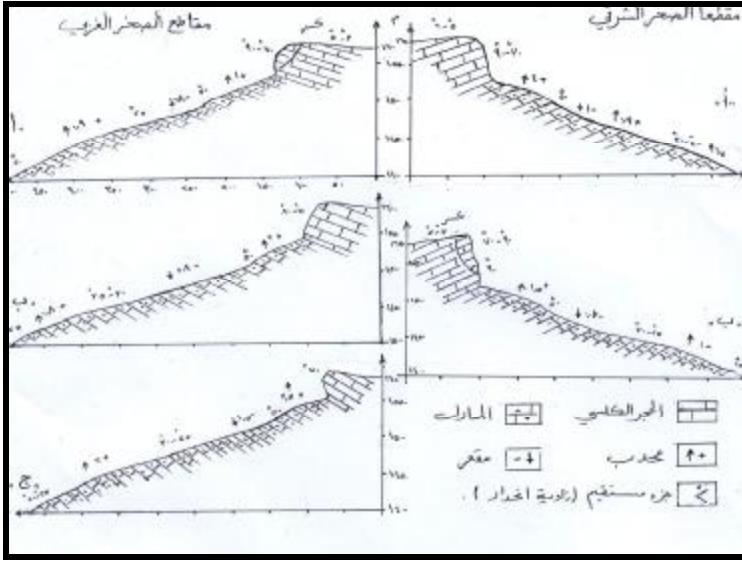
وقد لوحظ من خلال تحليل القطاعات الطبوغرافية وتطبيق المعادلة السابقة عليها، ما يأتي:

1. تُصنّف جميع المنحدرات التي تمثلها القطاعات الطبوغرافية، حسب تصنيف (Small 1978) ضمن المنحدرات مركبة الشكل⁽²⁾، حيث يتكون كل منها من عدة وحدات شكلية، كالجروف والأجزاء المستقيمة والمحدبات والمقعرات.

1-Young, A; (1972): Slope Profile analysis: the system ob best units, in: Institute of British Geographers; (1971): SLOPE, FOMR and PROCESS, no 3, jan, London, P4.

2-Small, R.J; (1978): The Study of Landforms, Cambridge University Press, Cambridge, p 194.

2. تتكون المنحدرات عموماً من القطاعات التي حددها (King) في نظريته عن تطور المنحدرات وفق أسلوب التراجع المتوازي Parallel retreat، وهي القمة يليها الوجه الحر Free Face أو الجرف Escarpment، يليه سفح الحطام Debris slope (قطاع التراكم) حيث تتراكم المواد المنهارة من الجرف، وينتهي المنحدر بنطاق البيدمنت Pediment الذي يمثل منطقة أقدام الجبال.
3. تبدأ القطاعات جميعها بجرف يراوح ارتفاعه بين (30-40) متراً، وراوح انحداره بين (70-90)°، يليه قطاع محدب يحتل عالية الحدور، وراوح معدلات تقوسه بين (1.5+) و (4+) درجة/100 متر).



شكل رقم (6) قطاعات جيولوجية- طبوغرافية لمنطقة البحث.

الشكل من إعداد الباحث بناءً على قياسات ميدانية.

- 4- تراوح زوايا انحدار القطاعات العلوية من الحدورات بين (3-10)°، حيث تبدأ بسطح شبه مستو يقع عند قاعدة الجرف، ثم تزداد زاوية الانحدار بشكل متسارع حتى تبلغ نحو (50)°، مع تحذب طفيف. صورة رقم (8).

5- راوحت زوايا انحدار قطاع التراكم بين (20° - 50°)، وتمثل هذه الزوايا زوايا استقرار نسبي للمواد السطحية من جلاميد وحصى، ويفسر ارتفاعها في ظل طبيعية العلاقة بين قوى التحرك متمثلة بقوة الجاذبية ووزن المواد السطحية و قوى مؤقتة التأثير كحركة المياه الجارية من جهة، وقوى المقاومة متمثلة بقوة الاحتكاك بين قواعد الكتل الصخرية و سطح المنحدرات من جهة أخرى.

6- يختفي نطاق البيدمنت* في كثير من مواقع القطاعات بسبب التدخل البشري، حيث تمت عمليات التسوية والإزالة لغايات خدمية و عمرانية، مما يعني أن الضغط والتقل (الدفع) الهائل الذي كان يتحمله البيدمنت نتيجة ارتكاز باقي القطاعات المنحدر عليه- كونه يمثل أقدام الجبال ويخلق توازناً جيومورفولوجياً في مجمل العمليات المسؤولة عن تطوير المنحدر وتراجعته- أصبح موجهاً نحو المباني والمنشآت الخدمية- الاقتصادية التي حلت محله. صورة رقم (9).



صورة رقم (8) تبيّن شدة انحدار القطاع العلوي من حدور الصخر الغربي والبالغ نحو (50°).

* استخدم هذا المصطلح تجاوزاً للدلالة على الجزء الأدنى من الحدور.



صورة رقم (9) تبين اختفاء البيدمنت في مواقع كثيرة من حدود الصخر الشرقي تحت المباني، فضلاً عن توضع الكتل الصخرية بشكل متتال على نسق واحد تقريباً.

7- راوحت معدلات تقوس المقعرات بين (-0.7) و (-1.5)، وتوزع عموماً في الأجزاء الوسطى من المنحدرات، ويتراكب فوقها العديد من المجاري المائية الضحلة.

8- تنتهي معظم المنحدرات بمحدرات بسيطة التقوس، بلغ أقصاها تحديباً (+1.5)، أو زوايا انحدار مرتفعة نسبياً راوحت بين (15 - 25°)، إلا أن هذه الزوايا ليست طبيعية بل هي صناعية بفعل التدخل البشري، الذي أدى إلى تراجع الحدود الطبيعية لنهايات المنحدرات.

8- لوحظ ميدانياً وجود حافة جرفية تتحدر بزواوية (50°) في الجزء العلوي من منحدر الصخر الغربي، صورة رقم (10)، وهي متكشفة تماماً، مكونة من صخور الحجر الكلسي بعرض يراوح بين (50-120) سم، تبعد عن الكتل الصخرية المستقرة دون الجرف مسافات تراوح بين (25-40) متراً.

9- تختفي معظم سطوح حدورات المنطقة تحت غطاء من الحصى المزوى الناتج عن التجوية الحرارية والتجمند وانهيار الكتل الصخرية، التي تعمل على تحطم وتكسر صخور الحجر الكلسي النموليتي إلى حصى وحصباء مزواة، فرطه وهشة. صورة رقم (11).

10- تتميز منحدرات الصخر الغربي بضيقتها مقارنة بمنحدرات الصخر الشرقي، حيث يراوح عرض الأولى بين (200-400) متراً، والثانية بين (250 - 605) متراً.



صور رقم (10) تبيّن الحافة المنحدرة في منحدر الصخر الغربي.

إن التوزع السابق لعناصر المنحدرات يجعل منها وحدات جيومورفولوجية خاضعة للعديد من العمليات الخارجية -المناخية المنشأ- وقد أكدت دراسات (Horton 1945) و (Small 1978) أن الشكل المحدب للمناطق العليا من المنحدرات يؤثر في خطوط انطلاق المياه منها، بحيث تتوزع وتصبح غير مركزة، متخذة شكل جريانات غطائية Sheet flow، ويساعد انحدارها على نشاط عملية زحف التربة- إن وجدت-

وتحرك المواد المفككة نحو المناطق الأدنى⁽¹⁾ في حين أكد (Penk 1953) أهمية سيادة عمليات الحت في الأجزاء الدنيا من المحدثات، بعد تجمع واندفاع المياه نحوها فتعمل على زيادة انحدار هذه المناطق من المحدثات⁽²⁾. أمّا العمليات التي تسود على السطوح المقعرة فتتمثل بالحت الرأسي في بداياتها، والترسيب عند نهاياتها، وهي تمثل مستوى الأساس المحلي لما يعلوها، حيث يتطور تراجعاً أو تخفيضاً تبعاً لتطورها.



صور رقم (11) تبين الغطاء الحصى الذي يغطي حذور الصخر الغربي، وقلة النباتات عليه.

وخالصة القول: إنّ المنحدرات تتخذ أشكالاً مركبة، تبدأ بجرف ثم محدب يليه قطاع مقعر أو سطح منتظم، وتنتهي المنحدرات بتحدب بسيط أو جزء مستقيم منحدر. كما تتميز باختفاء البيدمنت في العديد من مواقعها، وهي أنظمة جيومورفولوجية مغلقة - لم تعد مفتوحة - ومعطلة نسبياً أي إنّ توازنها الطبيعي قد تعرض للخلل، وذلك بسبب عدة عوامل، أهمها: سيادة مناخ شبه جاف أدى إلى توقف

¹- Small, R.S;(1978):OP.Cit.P195.

Penk, W; (1953): Morphological Analysis of Land Form. Macmillan & Co. Limited,

²-London, P 142.

حركة المياه الجارية في وادي الكبير الواقع عند أقدامها والمسؤول سابقاً عن تصريف موادها الصخرية، واستبدال نطاق البيدمنت بالمنشآت العمرانية والخدمية، مما عطل حركة المواد عليها وساعد على ثبات سافلة المنحدرات في ظاهر الأمر، مقابل استمرار إنتاج الكتل الصخرية والفتات الصخري على سطح منحدراتها، مما يعني أن المنحدرات ستجد أسلوباً ما لتتكيف وفقه مع وضعها الجديد مستعيدةً توازنها الجيومورفولوجي، وذلك لتفريغ الضغط المتراكم عليها بسبب انهيار الكتل الصخرية واستقرارها فوقها، ويقابله من جهة أخرى الضغط المتزايد على جوانب المباني والمنشآت التي حلت محل البيدمنت.

2- المجاري المائية:

تمثل المجاري المائية أحد أهم الضوابط المكانية المتكيفة بتطور الكويستا، وإن كان المناخ الحالي لا يستطيع تزويد المجاري المائية بالمياه القادرة على جعلها عناصر فاعلة ونشطة في تطوير الكويستا، إلا أنها ذات خصائص جيومورفوجية تؤهلها لإحداث مشكلات ذات نتائج كارثية في حال عاودت نشاطها ولو جزئياً، وإن أول ما يجب دراسته جيومورفولوجياً هو توزيعها المكاني وطبيعة الجريان فيها، ومدى ارتباطها بالعناصر المكانية الأخرى.

وقد سبق التأكيد أن نظام الأمطار - ومن ثمّ نظام الجريان في الأودية السيلية - متقطع وموسمي ولا يتم إلا خلال أشهر التساقط، لذلك فإن العمل الجيومورفولوجي المائي فيها مؤقت ومحدد المدة، وقد بيّنت الدراسة الميدانية والصور الفضائية أن أودية المجاري المائية تتوزع بشكل متراكب عموماً على الكسور والصدوع، مما أكسب مقاطعها الطولية والعرضية العديد من الخصائص الخطيرة، حيث تميزت مقاطعها الطولية بغناها بالمسارح والسقطات (نقاط انقطاع الانحدار)، فضلاً عن تراكم الكتل الصخرية والحجارة والحصى ذات الشكل الأقرب إلى المكور

فوق قيعان قطاعاتها العليا، كما راوحت زوايا انحدار قيعانها بين (15° - 40°)،
صورة رقم (12)، أمّا مقاطعها العرضية فتتخذ شكل حرف (v) وهو من الأشكال
الشائعة لأودية المجاري المائية الجبلية، صورة رقم (13).



صورة رقم (12) تبين جزءاً من قطاع طولي لأحد أودية جبل الصخر الشرقي المنتهية إلى الخائق،
لاحظ المسرعة والجلاميد المكورة فوق قاعه.



صورة رقم (13) تبين مقطعاً عرضياً مثلثياً لأحد أودية جبل الصخر الشرقي.

كما لوحظ وجود ترابط مكاني قوي بين الكسور من جهة والمجري المائية على ظهر الكويستا من جهة ثانية، ومواقع انبثاق المياه من مواضع محددة في قاعدة جرف الكويستا بعد تسربها ضمن شقوق الطبقة الصخرية القاسية من جهة ثالثة، وتتضح مظاهرها على حدود جبل الصخر الشرقي، حيث يزداد خطرهما بسبب جريانها في مناطق توضع بعض الكتل الصخرية، التي قد تنهار تحت تأثير العمل المستمر للمياه الجارية- على الرغم من كونه عملاً منقطعاً- فضلاً عن قلة الكتل الصخرية في هذه المناطق من المنحدر، كما سبق ولوحظ من الصورة رقم (12).

الخائق (الفج):

إن لدراسة خانق معلولا أهمية خاصة بوصفه يمثل إشكالية جيومورفولوجية علمية على الصعيدين النظري والتطبيقي، وذلك لوجود العديد من الشواهد الميدانية التي تدفع بالاعتقاد نحو تصورات متضاربة بظواهرها عن أسباب نشأته وتطوره، ويقع هذا الممر الضيق الذي يبلغ وسطي عرضه نحو (4) أمتار*، ويرأوح عمقه بين (20-30) متراً في الزاوية الشمالية الشرقية من البلدة، ممتداً على مسافة نحو (300م)، تظهر على جانبيه بعض مظاهر التحلل الكارستي كالأبار الكارستية والخدوش نصف الاسطوانية، ويمكن طرح ثلاث نظريات لتفسير نشأته، وهي على النحو الآتي:

1- ارتبطت نشأة الخائق بنقاط حزمة من الصدوع مع الصدع الرئيس ذو المحور الشمالي الشرقي- الجنوبي الغربي، أوجدت نطاقاً تمزقياً ضيقاً باعد بين شفتي الصدع، ويؤكد هذا الرأي تقابل الجوانب بشكل يمكن مع إعادة إطباقها أن تتداخل بطون جدرانه مع خواصرها، بشكل شبه تام، صورة رقم (14).

* يبلغ اتساع المضيق في منطقة المشنقة نحو (45) متراً زهي حالة شاذة عن اتساعه العام لأسباب سبق ذكرها.

2- وجود مجريين مائيين متراكبين أحدهما سطحي يمثل أحد الأودية العاصية في الأصل، والآخر جوفي (تحت سطحي)، متوافقين رأسياً مع صدع قاطع لمحور الكويستا، وقد اتصلا بعد تعميق الأول لقاعه بالحت الرأسي، وانهيار سقف الثاني بسبب تداعيه تحت تأثير الجاذبية وجريان المياه فوقه، يُضاف إلى ذلك زيادة فعالية التحلل الكارستي في الفترات المطيرة المتزامنة مع الفترات بين الجليدية من الحقب الرابع، ويدعم هذا الرأي تقارب وسط جداري الخانق، وانفراجهما في جزأيهما العلوي والسفلي، صورة رقم (15).



صورة رقم (14) تبين تقابل بطون الخانق وخواصره.

3- قد ينتج الخانق عن تراجع جبهة الكويستا بفعل انهيار مقدمة جبهتها وتشكيل دخلة كارستية تتوغل في جسم الطبقة القاسية الصخرية، إلا أنه لا يوجد دليل يثبت هذا

الرأي، حيث يفترض في حال صحة هذه النظرية أن يتخذ مدخل الخانق شكلاً مخروطياً مفتوحاً عند جبهة الكويستا، وضيقاً عند نهايتها، ويكون مستقيماً نسبياً، وهو أمر مناقض للواقع، حيث يمتد جدارا الخانق بشكل متوازٍ ومتعرج. مما يدعو إلى تبني إحدى وجهتي النظر الأولى والثانية، أو كليهما لتفسير نشأة الخانق وتطوره.



صورة رقم (15) تبين الجزء الضيق وسط جداري الخانق.

وجدير بالذكر أن الأودية السيلية التي تنتهي إلى الخانق تتميز بقطاعات طولية غنية بمظاهر السقطات والمسارع، فضلاً عن العديد من الجلاميد الصخرية، وإن أخطر ما في خصائص هذه الأودية هو أنها تسقط على الخانق بزواوية تراوح بين

(30°-60°)، وبشكل مبتور أو معلق - إن جاز التعبير - الأمر الذي يعطي المياه قوة دفع وطاقة جيومورفولوجية كبيرة تؤثر سلباً في الأجزاء الضعيفة من جدران الخانق.

4- مظاهر التحلل الكارستي:

تتطلب دراسة المظاهر الكارستية في منطقة القلمون عموماً ومنطقة معلولا خصوصاً دراسة تفصيلية وبحثاً مستقلاً، ومع ذلك سيتم الإشارة إلى بعض المسائل المهمة خدمة لهدف البحث الحالي فحسب، ويمكن تمييز نوعين من المظاهر الكارستية في منطقة الدراسة، الأول: سطحي، يتمثل بالخدوش الكارستية ذات الأشكال المتعددة المنتشرة على ظهر الكويستا بشكل متراكب على الأودية السيلية ومن ثم مع منظومة الكسور، مما يعني أنها من المظاهر الفاعلة في تسرب المياه السطحية نحو الأعماق، فضلاً عن الخدوش نصف الاسطوانية التي تخدد جرف جبهة الكويستا في منطقة جبل ذلل بشكل خاص، أما النوع الثاني فهو تحت سطحي، يتمثل بالمغاور والكهوف التي كُشف جزء منها على جوانب الخانق والطريق اليسرى المتجهة نحو فندق معلولا، أو كتلك التي بُني فيها الجزء القديم من دير مار تقلا. صورة رقم (16). والتي تقطر سقفوها ماءً متسرباً عبر شقوقها شتاءً.



صورة رقم (16) تبين جانباً من مغاور دير مار تقلا.

من خلال ما سبق يمكن عرض المشكلات الجيومورفولوجية التي تعاني منها البلدة على النحو الآتي:

1- اختيار الأماكن الأسوأ للبناء:

تؤثر العوامل الطبيعية في توسع التجمعات السكانية أو تحد من ذلك، ففي حين يساعد توافر المساحات - كما في المناطق السهلية والهضبية - المخططين على زيادة مساحات المباني والمنشآت الخدمية وفق معايير السلامة والأمان، فإن المناطق الجبلية ذات المنحدرات الضيقة تفرض شروطها الجغرافية الصارمة على المخططات العمرانية للتجمعات السكانية التي يسود فيها نمط الأبنية متعددة الطوابق الخطرة، وترتفع أسعار المباني والأراضي، كما هو ملاحظ في بلدة معلولا على منحدرات جبلي الصخر الشرقي والصخر الغربي بعد أن شغل معظم منحدر جبل ذلل بالمباني. صورة رقم (17).



صورة رقم (17) تبيّن توزيع المباني والكتل الصخرية في البلدة

حتى أن بعض مواقع المباني اختيرت بشكلٍ منافٍ للمنطق ولأبسط قواعد السلامة، فقد بُني بعضها عند سافلة الكتل الصخرية الضخمة كما هو الحال في القطاع الأوسط من منحدر الصخر الغربي، وقد تجاوز عدد الكتل المحيطة بها أكثر من (35) كتلة صخرية، تصل أبعاد أكبرها إلى (21 x 9 x 3) متراً، صورة رقم (18).



صورة رقم (18) تبين بعض منازل منحدر الصخر الغربي.

ويتفاوت خطر الكتل المستقرة على المنحدرات حتى ضمن المنطقة الواحدة، ففي الموقع السابق يرتفع خطر تحرك الكتل الصخرية إلى أعلى مستوياته عند المنزل الأول المبني تحت كتلة صخرية أبعادها (6x5x3) متراً يظنها الناظر من بعيد واقعة عليه، صورة رقم (19-20)، ويدعم هذا الخداع البصري وجود آثار إصلاح سقف المنزل، إلا أن التحقق الميداني أكد بناء المنزل أسفل الكتلة الصخرية التي تختفي قاعدتها تحت السقف، أمّا تشققات السقف فيعتقد أنها ناتجة عن تأثير قوة دفع حركة الكتل والحصى التي تتوضع فوق المنحدر وخلف المنزل مباشرة.



صورة رقم (19) تبين الكتلة الصخرية التي بني تحتها المنزل.



صورة جبهية رقم (20) للمنزل السابق ذاته، تبين الوضع المخادع بصرياً للكتلة اليسرى.

كما أظهرت الدراسة الميدانية العديد من المواقع المختارة بشكل لاعقلاني للبناء، كتلك المبنية على كتل صخرية مقطعة بشقوق رأسية مائلة بزوايا راوحت بين (10°-45°) عن الشاقول وذات أجزاء معلقة مفصولة عنها بشقوق رأسية، قد تسبب في حال انهيارها ضرراً جزيئياً للمنزل وما يجاوره، صورة رقم (21).



صورة رقم (21) تبين أحد المنازل المبنية فوق كتلة صخرية متشققة.

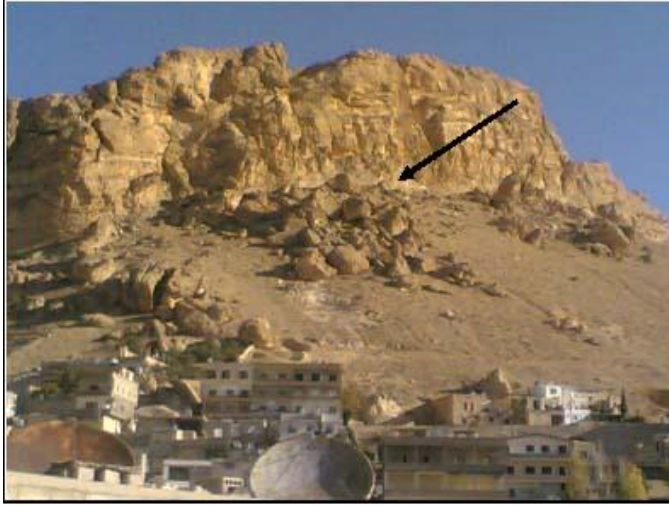
وقد تبنى المنازل على كتل صخرية سليمة نسبياً، إلا أنها مرتكزة على كتل صخرية أصغر حجماً، وأقل استقراراً في حال تعرضها لقوة محرّكة، صورة رقم (22).



صورة رقم (22) تبين أحد المنازل المبني على كتل صخرية مستقرة على أخرى أقل حجماً.

2- الكتل الصخرية المتوضعة على المنحدرات أو المجاورة للمباني:

وهي الشطر الثاني من معادلة الخطر الرئيس في البلدة، تتوضع على سطوح الحدور بأشكال مختلفة يغلب عليها الشكل المكعب، ويندر المستدير أو المكور منها، الصورة رقم (23)، أحجامها متباينة تراوح بين حجم الحصى والجلاميد الضخمة بأبعاد (2 x 5 x 12) م، تحتل الأجزاء العليا والوسطى من حدور الكويستا، مع وجود تناوب في انتشارها مع المسيلات الضحلة على منحدرات الصخر الشرقي- حيث تخلو بعض المناطق من الكتل الصخرية نسبياً لتحل محلها مسيلات ضحلة- مما يخفف من مخاطر المسيلات كعامل محرض لحركة الكتل الصخرية. صورة رقم (24)، وأخطر ما في وضع هذه الكتل أنها متداخلة فيما بينها، مما يجعل أمر تصنيفها حسب شكلها أو تأثرها بالانزلاق أو التدحرج أو السقوط أمراً عسيراً، بل هو غير مجدٍ لأن أيّاً من هذه التحركات سيدفع ببقية الكتل للاندفاع نحو المنازل مباشرة.

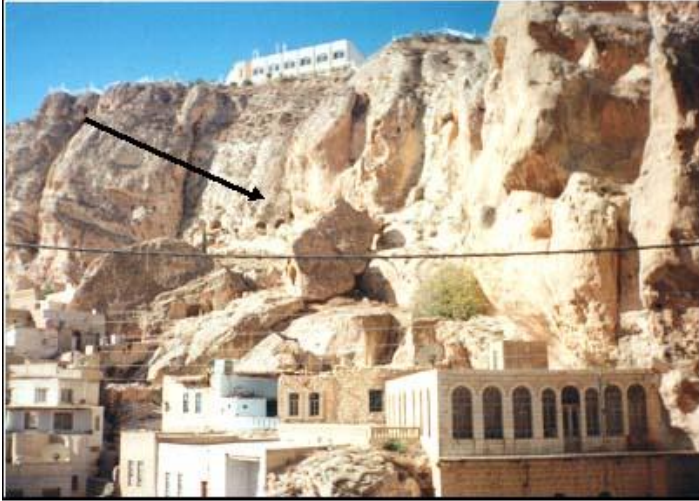


صورة رقم (23) تبين تنوع أشكال الكتل الصخرية التي تقع مباشرة في عالية منازل منحدر الصخر الشرقي مباشرة.



صورة رقم (24) تبين تناوب مناطق انتشار الكتل الصخرية مع مناطق المسيلات الضحلة ذات اللون الأبيض في منحدر الصخر الشرقي.

وينحصر وجود الكتل الصخرية الخطيرة عملياً على منحدرات جبلي الصخر الغربي والصخر الشرقي، وغالباً ما تنتشر بشكل متعاقب مشكلة أسنة أو نسقاً صخرياً -إن جاز التعبير- متعامدة مع محور المنحدرات، إلا أنه لا يوجد نمط محدد لارتصافها، فقد تتوضع الكبيرة منها في مقدمة النسق، أو وسطه أو مؤخرته، وذلك حسب أسبقيتها في الانهيار، ويمكن تصور عدة سيناريوهات للمخاطر المترتبة على ذلك، ففي حال توضع الكتل الكبيرة باتجاه السافلة، فإنها تتقدم الكتل المنهارة وتستمر في حجز ما خلفها، أمّا وجودها وسط النسق أو عند عاليته، فيؤدي إلى نتائج أشد خطورة، إذ إنها ستندفع بسرعات أكبر مما يقع دونها وتدفعها مشكلة جبهة صخرية أعرض، صورة رقم (9) السابقة. ومن مواقع الخطر المرتبط بالكتل الصخرية موقع الكتلتين الكبيرتين أسفل جرف جبل ذلل، وهما متقاربتان بالحجم، ترتكزان بشكل مائل على سطح صخري منحدر بُنيت العديد من المنازل دونه، وتبلغ أبعادهما تقريباً (6x4x2.5). صورة رقم (25).



صورة رقم (25) كتلتين ضخمتين تتوضعان أسفل جرف جبل ذلل بشكل مائل يهدد ما دونهما من منازل.

ويلاحظ داخل البلدة كتلة صخرية منتصبة مائلة بنحو (5) باتجاه دير مارجوريوس، وما يزيد من خطورة وضعها وجود شق عرضي عند قاعدتها في النصف الواقع باتجاه ميلها ذاته، صورة رقم (26)، وتجاوز ارتفاعها المسافة الفاصلة بينها وبين جدار الدير، مما يعني أن سقوطها يشكل خطراً محققاً عليه.



صورة رقم (26) تبين كتلة صخرية بار ارتفاع نحو (6) أمتار، تميل نحو دير مارجوريوس إلى يسار الصورة.

3- الكتل الصخرية الآيلة للسقوط:

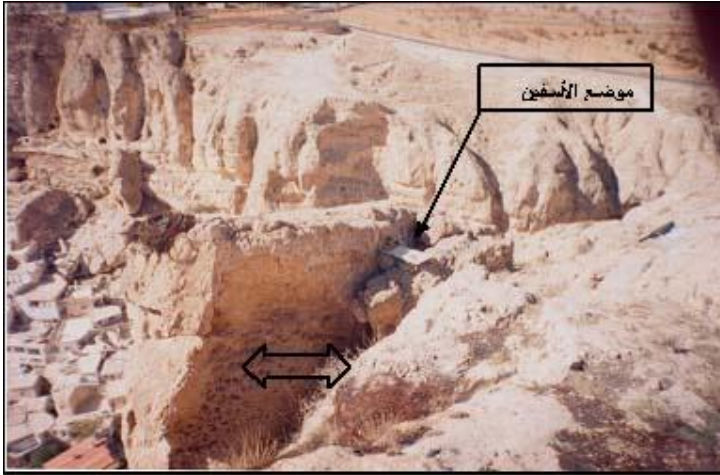
تمثل هذه الكتل الحدود المؤقتة لجرف الجبهة، فهي قابلة للسقوط بأية لحظة، ولا يربطها بالجرف إلا جزء صغير من كتلتها، ويفصلها عنه شق أو كسر غالباً ما يكون مستقيماً أو مائلاً مقوساً، ولعل أخطر هذه الكتل، تلك الموجودة فوق دير مارثقلا عند

مقدمة جبهة جبل الصخر الشرقي، وهي ثلاث كتل متراففة خلف بعضها بعضاً، صورة رقم (27)، تراوح أطوالها بين (20-30) متراً، وتعدُّ الأولى منها الأكثر خطورة، حيث تبعد عن أنف الجبهة نحو (120) سم في أقصى حد، في حين لا يزيد اتساع ظاهر الشق عند أسفلها بضعة ميللمترات، ويبلغ طول الشق نحو (20) متراً، أي إنه لم يبق من الكتلة متصلاً مع الجبهة سوى أقل من (40%) من إجمالي طولها البالغ نحو (30) متراً، وتسهم خصائصها الشكلية في تفاقم الخطر الذي تسببه، فهي ذات شكل مقوسٍ منحني من خارجها أي إنها ضيقة عند طرفيها متسعة في الوسط، ويتميز الشق بكونه رأسياً مستقيماً عموماً، أمّا قاعدتها - والتي تتحمل ثقلها حالياً - فمقورة وضعيفة حيث لا يزيد سمكها على المترين، في حين يبلغ أقصى سُمك للكتلة نحو (6) أمتار في وسطها، إن ما سبق من عوامل يفسر تعرض الكتلة للانزلاق البطيء تحت تأثير عامل الثقالة الأرضية (الجاذبية)، وتسرب مياه الأمطار عبر الشق، مما دعا الجهات الرسمية لاتخاذ بعض التدابير الاحتياطية كربط هذه الكتلة بجرف الجبهة مستخدمين أسافين ضخمة، صورة رقم (28).

وقد أكدت الدراسة الميدانية عدم جدوى ربط هذه الكتلة بجرف الكويستا، نظراً إلى وجود العديد من الكسور المتوازية فيما بينها والتي تحتل نطاقاً يزيد عرضه على (50) متراً بشكل مسابر للجبهة، بعضها ظاهر للعيان والآخر مخفي (مطمور) تحت طبقة من الحصى، صورة رقم (29)، مما يعني أن الجبهة ذاتها غير مستقرة على المدى البعيد، ومن ثم فإن انفكاك الكتلة وسقوطها سيحرض حركة الجزء المتخلع من جبهة الكويستا مولداً نتائجاً كارثية تتعدى خطورتها ما سينتج عن سقوط الكتلة الصخرية بحد ذاتها.



صورة رقم (27) للكتل الصخرية المهدة لدير مارثقلا وما يجاوره.



صورة رقم (28) تبين اتساع الشق أعلى كتلة مارثقلا، والأسفين المدقوق بها لتثبيتها.



صورة رقم (29) تبين أحد الكسور السطحية المدفونة المخلعة للكويستا والموازية لجبهتها، يراوح اتساعه بين (15-30) سم، في منطقة جبل الصخر الشرقي. وهناك بعض الكتل الصخرية المعلقة على أحد جوانب الخانق، وهي بقايا طبقات أزيلت أجزاءها السفلى تحت تأثير عمليات الحت السفلى، ومما يندرج بالخطر وجود الفواصل الرأسية التي تسلكها المياه المتسربة موسعة إياها بالتسرب والتحلل. صورة رقم (34).



صورة رقم (34) لإحدى الكتل المعلقة أعلى الجدار الأيسر من الخانق.

ومن الشقوق ما يكون مائلاً فيشكل سطح انزلاق محتمل يساعد على تحريك الكتل الصخرية بعيداً عن مسقطها الرأسي، فيصعب بذلك تحديد مواقع خطرها ومن ثم السيطرة على نتائج تحركها، وقد رصدت هذه الظاهرة في العديد من المواقع، كما هو الحال في أعلى نقاط جبهة جبل الصخر الغربي، حيث ترتكز كتلة صخرية يزيد ارتفاعها على (6) أمتار، متجهة نحو المباني الحديثة على منحدر الصخر الغربي. صورة رقم (30).



صورة رقم (30) تبيّن الكتلة المرتكزة على جانب جرف الصخر الغربي، ويفصلها عن الجرف شق مائل.

كما لوحظ وجود شق مائل في جزء من الجدار الأيسر للخانق يميل باتجاهه، ومرة أخرى أدت الخصائص الشكلية للكتلة دوراً حاسماً في رفع درجة خطورتها، حيث تتخذ هذه الكتلة شكلاً مثلثياً مقلوباً، أي إنّ قاعدتها في عالية الجدار ورأسها عند سافلته، مما يعني أن قوة الدفع الناتجة عن الجزء الأكبر منها - عاليته - تتجه نحو الخانق بشكل متوافق مع جهة الشق، ومن المؤكد أن انهيارها سيسد الخانق لزيادة

أقصى سُمك لها والبالغ قرابة ثلاثة أمتار على عرضه البالغ- في هذا الموقع- نحو
المترين صورة رقم (31).



صورة رقم (31) تبين أحد الشقوق المائلة على الجدار الأيسر للخانق.

وتأتي في المرتبة الثالثة من حيث الخطورة- بعد الكتل المعلقة بشقوق رأسية
والأخرى بشقوق مائلة- الكتل اللوحية (الصفحية) المقوسة والمعلقة على جرف جبهة
الكويستا ، وهي مفصولة عنها بسطوح مائلة مقوسة، تمثل بقايا طبقات أو كتل

منهارة، تنتشر بكثرة في الأجزاء العليا من جرف جبل ذلل وبالتحديد تحت سور فندق سفير معلولا، مما يهدده و المنازل الواقعة دونها. صورة رقم (32).



صورة رقم (32) تبيّن بعض الكتل اللوحية المعلقة على جرف جبهة الكويستا تحت سور الفندق وأمامه.

كما تؤدي سطوح الارتصاف (التطبيق الصخري) الأفقية أو شبه الأفقية دوراً مهماً في تهديد بعض المواضع، وأكثرها وضوحاً طبقات قاعدة إحدى شرفات الجانب الأيمن من الطريق اليسرى المؤدية إلى الفندق، وتتكون من الحجر الكلسي، لا يزيد ميلها على (5°)، وتراوح ثخانتها بين (20-40) سم. صورة رقم (33).



صورة رقم (33) تبيّن الطبقات الأفقية المكونة لقاعدة شرفة في الجانب الأيمن من الطريق اليسرى المؤدية إلى الفندق.

4- النواشز والكتل الصخرية المنتصبة:

هي بقايا صخرية من أصل كتلة الجبل، تقف منتصبة على شكل حواجز صخرية يراوح ارتفاعها بين (1.5-8) أمتار، ويتميز معظمها بكثرة شقوقه الرأسية، مما يضعف تماسكها ويقلل أهميتها في حماية ما دونها من منشآت ومنازل، بل ويمكن القول: إنّها تمثل أحد عوامل الخطر في حال تراكمت خلفها كتل صخرية أكبر حجماً وأثقل وزناً، تضغط عليها وصولاً إلى حد تتحطم فيها منزلقة مع ما وراءها نحو أسفل المنحدر، صورة رقم (35).



صورة رقم (35) تبين مجموعة حواجز صخرية (نواشز) في القطاع الأدنى من منحدر الصخر الغربي، مطلة على الطريق العام المؤدية إلى الفندق.

كما لوحظت مثل هذه النواشز في بعض مواضع منحدر الصخر الغربي في قطاعه الأعلى، إلا أنها بعيدة عما يسبقها أو يليها من الكتل الصخرية، مما يدعو لاعتبارها عنصر استقرار حالي، إلا أنها ضعيفة التماسك نسبياً بسبب العديد من الشقوق الرأسية، صورة رقم (36).



صورة رقم (36) تبين إحدى نواشز منحدر القطاع العلوي لمنحدر الصخر الغربي.

5- الكهوف والمغاور:

يمكن تمييز نوعين من مخاطر الكهوف، الأول: خطر انهيار أسقفها على ما بُني ضمنها من أديرة وكنائس، الصورتان رقم (16-27) السابقتان، وعلى الرغم من عدم وجود دلائل ميدانية تؤكد احتمال انهيار سقوف هذه المغاور، بسبب طبيعة الصخور الكتلية -عدم تطبقها- إلا أنها تعاني من مشكلة تسرب مياه الأمطار عبر الشقوق مما يرفع من فرص تعرض القواعد التي شيدت عليها المباني لمخاطر التحلل والذوبان، ومن ثم تشوه معالمها التاريخية والفنية والدينية على المدى البعيد، أمَّا الخطر الثاني فهو انهيار الكتل الصخرية بسبب المغاور والتجاويف التي تضعف من تماسكها، إلا أن حدوث هذا الخطر منوط بزيادة وزن الحمولة على سقوف المغاور بشكل يفوق قدرة تحملها، وقد تساعد بعض الخصائص البنيوية للكتل الصخرية في رفع مستوى الخطر، كما لوحظ أسفل أحد المنازل المبنية على كتلة صخرية غنية بمظاهر التحلل من مغر وتجاويف، فضلاً عن وجود كسر يميل بنحو (30°) باتجاه تجمع التجاويف والمغر، مما يعني أن ثقل المنزل موجه نحو الجهة الأضعف من الكتلة الصخرية - وهي الجهة اليمنى. صورة رقم (37).



صورة رقم (37) تبين أحد المنازل المبنية على كتلة صخرية. ويدل السهم على الكسر المائل في الجهة اليسرى من الكتلة الصخرية.

الخريطة الجيومورفولوجية*:

تعدُّ الخريطة الجيومورفولوجية بمنزلة وثيقة توضح أشكال سطح الأرض في منطقة ما، خلال مدة زمنية محددة، وهي إحدى أهم أدوات العمل الجيومورفولوجي ونتائجه على حد سواء، تبيّن التوزيع المكاني لتضاريس سطح الأرض، مصنفة وفق معايير تعتمد أمّا على نمطها إن كانت تضاريس مناخية أم بنائية، أو على أساس العملية المسببة لها إن كانت حتية أم ترسيبية أم بفعل حركة الجاذبية، أو على أساس البيئة الجيومورفولوجية، كالبيئة النهرية والجليدية والساحلية والبركانية... فضلاً عن خصائصها الشكلية: كتحدب وتقعورها المنحدرات أو استقامتها، وخصائص المقاطع الطولية والعرضية للأودية السيلية وحمولتها، فضلاً عن بيانات كمية عن هذه الخصائص، كمعدلات التقوس وزوايا الانحدار، ولا بدّ من تحديثها وتطويرها وفق المستجدات التي تفرضها العمليات الجيومورفولوجية المسيطرة على مظاهر سطح الأرض أو التدخلات البشرية التي تؤدي عموماً إلى إحداث خلل في التوازن الجيومورفولوجي لسطح الأرض إن لم تكن عقلانية.

وقد أعدت الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة بناءً على معطيات الصور الفضائية لعام (2008) م باستخدام برنامج Google Earth، والعمل الميداني، فضلاً عن الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية لمناطق جبرود ودمشق، وصنفت فيها الأشكال على أساس العامل المسبب للمظهر السطحي، كالأشكال المرتبطة بعمل المياه الجارية و الجاذبية الأرضية والتجوية الكيميائية، والاستخدام البشري، وتم تزويدها

* استُخدمت الرموز التي أوردها كل من (Demek & Embleton)، و(محمد صبري محسوب) في :
- Demek, J & Embleton, C ;(1978): Guide to Medium- Scale (Geomorphology Mapping),E schweizerbart Sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- محمد صبري محسوب، (2001): الأطلس الجيومورفولوجي ، معالجة تحليلية للشكل والعملية، ط1، دار الفكر العربي، القاهرة.

ببعض الخصائص الشكلية الضرورية، كأجزاء المنحدرات من محدبات ومقعرات وجروف.. وأهم العناصر البنائية كميل الطبقات وأثر مظاهر الضعف البنائي كالصدوع والكسور على نشأة بعض المجاري المائية فيها، وتحديد قطاعات تراكم الكتل الصخرية. شكل رقم (7).

ويلاحظ منها ما يأتي:

1. سيادة مظاهر التحلل الكارستي المتنوعة التي يغلب عليها الخدوش ذات الأشكال القريبة من شكل عش الدجاج المعروف بـ (الكامينتزا) على ظهر الكويستا، فضلاً عن العديد من الأودية السيلية الجبلية ذات القطاع الطولي الوعر، الغني بمظاهر انقطاع الانحدار كالمسارح والجنادل الصغيرة، والمقطع العرضي المتسع في أعلاه الضيق في أدناه، على شكل حرف V، ويتوافق بعضها - بالأخص الأودية المنتهية إلى الخانق - مع خطوط الضعف البنائي من كسور وصدوع.
2. امتداد جرف جبهة الكويستا على طول مكشف الطبقة القاسية من الكويستا المتمثلة بطبقة الصخر الكلسي التموليتي، وهو جرف ظاهر عموماً لا يخفي أي من أجزائه تحت الأنقاض لتقدمها عنه باتجاه أدنى المنحدر، كما يتميز الجرف بمظاهر الضعف البنائي المتوافقة مع مظاهر التحلل معطية أشكالاً نصف اسطوانية تحدد واجهته.
3. يبدأ سفح التراكم (الأنقاض) - المتشكل فوق حدور الكويستا - من بداية قاعدة الجرف حتى مسافات تراوح بين (50-300) متر، وهو غني بالكتل الصخرية الضخمة والجلاميد والحجارة والحصى المزواة عموماً.
4. تبدي المنحدرات في قطاعاتها العليا تحديداً طفيفاً، تليه استقامة واضحة مع شدة في الانحدار بحيث تصل زاوية الانحدار بشكل متسارع إلى نحو (50°)، ثم ينتهي المنحدر بتقعر بسيط أو قطاع مستقيم مبتور بفعل التدخل البشري.

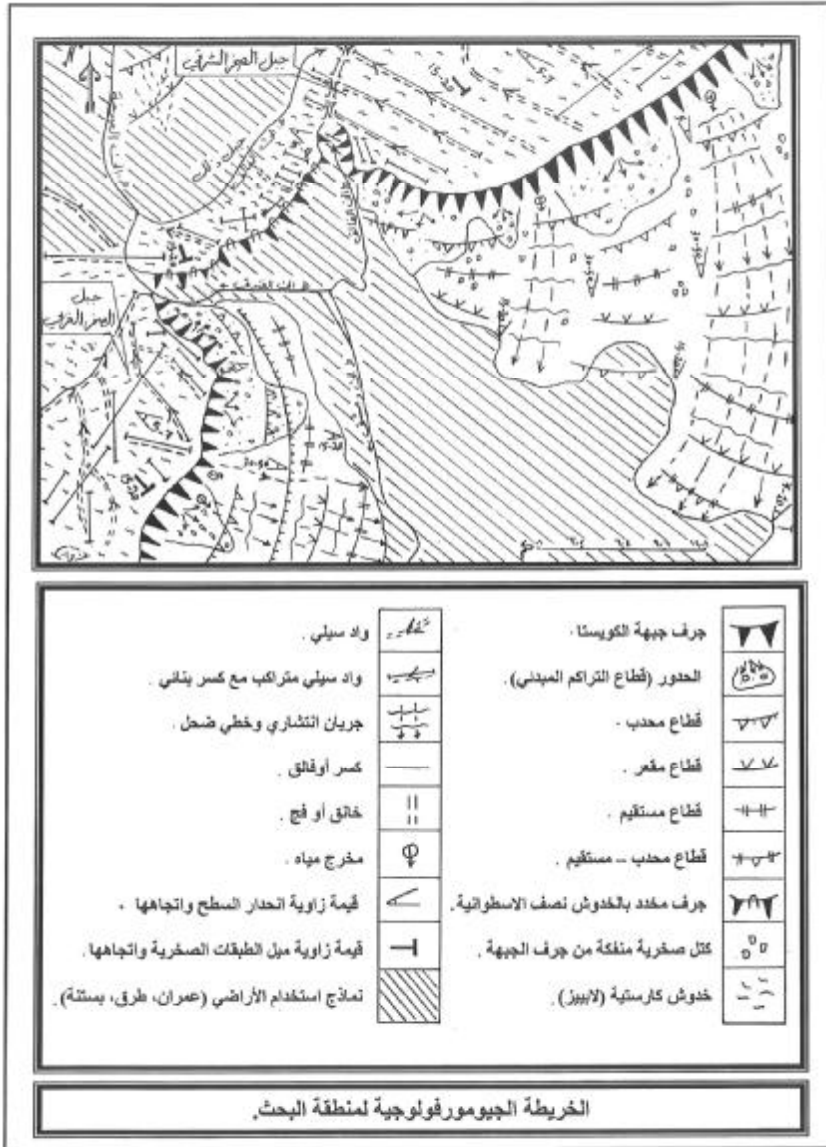
5. تميز منحدر الصخر الغربي عن منحدر الصخر الشرقي، بضيقه وشدة انحداره ووجود حافة صخرية مكشوفة، شديدة الانحدار في قطاعه الأعلى تقريباً.
6. تنتشر مظاهر الجريان المائي السطحي الانتشاري (الجريان الغطائي)، والخطي متمثلاً ببعض المسيلات الضحلة على منحدر الصخر الشرقي بشكل أكثر وضوحاً من منحدر الصخر الغربي، وترتبط مخارج المياه في كلا المنحدرين بمناطق تقاطع الكسور مع المجاري المائية السطحية على ظهر الكويستا، وامتداد هذا التقاطع رأسياً حتى قاعدة الطبقة القاسية من الكويستا.
7. تبيّن الخريطة مناطق الاستخدام البشري (العمراي والزراعي)، وتحتل كامل مساحة المجرى السيلي الرئيس المتجه نحو الوادي الكبير، ومعظم مناطق منحدر جبل ذلل، وبعض مناطق ظهر الكويستا و القطاعات الدنيا من منحدرات الصخر الغربي والشرقي.

التقييم النهائي للمنطقة:

يمكن تلخيص المشكلات الجيومورفولوجية التي تعاني منها البلدة بما يأتي:

1. اختيار أماكن خطيرة وغير آمنة لبناء المنازل والمنشآت الخدمية، كمناطق انتشار كتل صخرية ضخمة قابلة للحركة، أو فوق الكتل الصخرية المشققة والمجواه، كما يؤدي نمط المنازل الحديث، أي البناء متعدد الطوابق دوراً سلبياً في رفع مستوى الخطر، كونها تضم أعداداً كبيرة من السكان وترتصف خلف بعضها بشكل قد يؤدي إلى سلسلة متتالية من الانهيارات - انهيار المباني - بدءاً بالمباني القريبة من الكتل الصخرية وانتهاءً بوسط البلدة المنخفض.

2. انتشار العديد من الكتل الصخرية الضخمة على حدود الكويستا، قد تتحرك بفعل أي عامل محرض- ولعل أخطرها الزلازل- لتطبق على معظم أجزاء البلدة بشكل حتمي، يساعد على ذلك انتشارها بشكل يعلو البلدة وضخامة أحجامها وكيفية ارتصافها.
3. يتوافق انتشار الكتل السابقة مع وجود فرشاة حصوية من الحصى المزوى، فضلاً عن ندرة النباتات عليها، مما يجعلها من العوامل الخطيرة التي تساعد على زيادة سرعة الكتل الصخرية في حال تحركها.
4. تعدُّ الكتل الصخرية الآيلة للسقوط والتي مازالت مرتبطة عبر جزء بسيط من كتلتها بالجرف الأساسي للكويستا من أخطر أنواع حركة الكتل الصخرية، وذلك لعدة أسباب: يأتي في مقدمتها ضخامتها وارتفاعها الذي يزيد عموماً على (20) متراً، ثم إمكانية سقوطها بشكل رأسي، وانقلابها على ظهرها باتجاه البلدة لوجود نحر في قواعدها يجعل من استقرارها على الحدود أمراً غير مؤكد، وأخيراً تشييد العديد من المنازل بجوارها بوصفها من أجزاء الجرف الثابتة حسب الاعتقاد العام للأهالي.
5. تتبثق من قاعدة الكويستا مياه ينابيع موسمية من مخارج محددة، يمكن أن تعدُّ هذه المياه- في ظل توافر الغشاء الحصى الجاف والمزوى- من المحرضات الخطيرة على حركة الكتل الصخرية باتجاه البلدة.
6. يساعد وجود الحافة المنحدرة في القطاع العلوي من منحدر الصخر الغربي على زيادة سرعة الكتل الصخرية في حال تحركها فوقها، وهو أمر حتمي لامتداد هذه الحافة على طول المنحدر بشكل مواز لجرف الكويستا.
7. يؤدي شكل المنحدرات المقعر والمستقيم دوراً خطيراً في زيادة سرعة المواد المتحركة.



شكل رقم (7).

الشكل من إعداد الباحث.

إلا إنَّ وجد بعض الجوانب الإيجابية للمنطقة يساعد على التفاوض نسبياً باستثمارها درءاً للمخاطر السابقة، ومنها:

1. موسمية بعض العمليات الجيومورفولوجية كالجريان المائي السطحي والضمني، الأمر الذي يحدد مدة الخطر المرتبطة بها.
 2. وجود بعض النواشز البارزة التي تؤدي دوراً مهماً في صد الكتل الصخرية وحجزها خلفها (في حال كانت الأخير أقل حجماً ووزناً من الأولى).
 3. تتخذ الكتل الصخرية شكلاً مسطحاً مما يعني زيادة في سطح الاحتكاك بينها وبين سطح المنحدرات، مما يرفع كفة قوى المقاومة على كفة قوى التحرك تحت تأثير الوزن في ظل غياب قوى محرضة أخرى.
 4. يؤدي التناوب والتعاقب في انتشار الكتل الصخرية والمجاري المائية على منحدر الصخر الشرقي إلى فرز المخاطر حسب العامل المحرض لها.
 5. لا يوجد ما يدل على تعرض البلدة لزلازل ضخمة عبر تاريخها المعروف.
 6. اتساع منحدر الصخر الشرقي يطيل من زمن وصول بعض كتله إلى البلدة. مما يساعد على التخطيط للإزالة التدريجية المعتمدة على مبدأ إزالة أقرب الكتل الصخرية إلى المنازل ثم الأبعد عنها.
 7. يساعد وجود المحدبات في القطاعات العليا من حذور الكويستا على مقاومة حركة الكتل - على الأقل في الأجزاء العليا من المحدبات.
- أي إنَّ الخطر الرئيس الذي يهدد معلولا هو انتشار الكتل الصخرية الضخمة التي تتوضع مباشرة فوقها، ومن ثمَّ فإنَّ هذه البلدة ليست آمنة على المدى البعيد.

الحلول المقترحة:

يمكن من خلال العرض السابق للمشكلات الجيومورفولوجية وأسبابها وأهم العوامل المؤثرة فيها، وضع التصورات التالية عن الحلول من وجهة نظر جيومورفولوجية - جغرافية، على النحو التالي:

1- لا بدّ من إزالة الكتل الصخرية القابلة للتحرك، وفق معايير الأمان أولاً ثم التكلفة ثانياً، أمّا إذا كانت عمليات الإزالة محدودة، فيمكن للجهات المعنية تبني إحدى وجهتي النظر الآتيتين: تعتمد الأولى على مفهوم زيادة الطاقة التدميرية للكتل الصخرية مع زيادة طول المسافة التي تقطعها، مما يعني أن الكتل البعيدة عن المنازل هي الأولى بالإزالة، في حين يعتمد الرأي الثاني على الفكرة التقليدية بإزالة الكتل القريبة من المنازل، كون تحركها لا يعطي للأهالي الوقت الكافي لإخلاء المنازل.

2- يمكن تثبيت الكتل البعيدة بأوتاد ضخمة، وإزالة الكتل القريبة للمنازل.

3- أمّا أخطر الكتل المهددة بالانهيار فوق دير مارتقلا أو المنازل المجاورة له، فعملية تثبيتها بالجرف الصخري باستخدام مسامير ضخمة - كما يُعمل حالياً - أمر منافع للمنطق لعدة أسباب، يأتي في مقدمتها: أن هذه المسامير غير قادرة على تثبيت كتلة صخرية يقدر وزنها بأكثر من (300) طن، إلا أنه يمكن الاستفادة منها كمثبتات لشبكة فولاذية تغلف ظاهر الكتلة أو تحملها من أسفلها إلى قممها، ثم تُشد إلى مسافة بعيدة عن الجرف على ظهر الكويستا، لكن ما يحد من فعالية هذا الحل وجود العديد من الكسور الموازية لجبهة الكويستا والتي تضعف من قدرة الجرف على تحمل الكتل الهابطة وتثبيتها كما سبق وذكر.

- 4- يقترح الباحث حلاً أكثر فعالية من الشبكة الفولاذية المثبتة للكتلة الهابطة، وهو إزالتها بالتقطيع التدريجي من الأعلى نحو الأسفل، إلا أنها عملية تتطلب الكثير من الدقة والخبرة في اختيار الأجزاء القابلة لقطع والإزالة دون تحريض الكتلة على الحركة.
- 5- يمكن تسوية منحدرات الصخر الشرقي بعدة مصاطب بغية زراعتها بأشجار متأقلمة مع مناخ المنطقة، أو استخدامها بمشاريع عمرانية، أمّا منحدر الصخر الغربي فلا يمكن إنشاء أكثر من مصطبتين عليه لضيقه.
- 6- لا بدّ من الاتجاه بعمليات البناء نحو ظهر الكويستا- بعيداً عن مقدمها - وهو الجزء الأكثر أماناً بين أجزائها كما هو الحال في بلدة جبعدين المجاور، صورة رقم (38).



صورة رقم (38) تبيّن مظهراً عاماً لبلدة جبعدين المجاورة لبلدة معلولا.

7- الوجه بالبناء نحو المناطق الآمنة من خطر الكتل الصخرية، كما هو الحال عن مدخل البلدة على منحدر الصخر الغربي، صورة رقم (39).



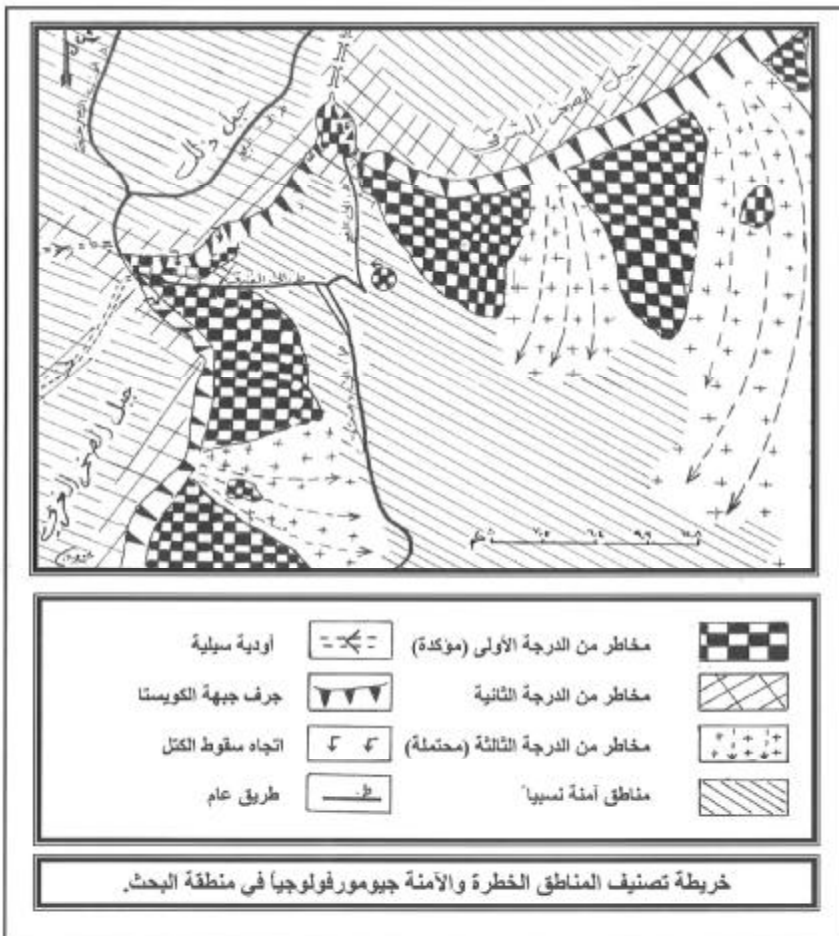
صورة فضائية رقم (39) تشير الأسهم إلى المناطق الآمنة من حذور الصخر الغربي .

8- لا بدّ من استخدام مرصد جيوفيزيائية لمراقبة حركة الكتل الصخرية ومدى استقرار المنحدرات، وذلك لتحديد معدلات حركتها واتجاهاتها لتفادي المخاطر المترتبة على ذلك.

9- الاستفادة من خريطة الخطر الجيومورفولوجي المحتمل والمؤكد، الشكل رقم (8)، بشكل يواكب التطورات التي يمكن أن تتعرض لها المنطقة.

10- الاستفادة من الخريطة السابقة في وضع شاخصات تحذيرية تبيّن نوع الخطر ومسافات الأمان وطرائق الحماية والوقاية منه في حال حدوثه.

11- ضرورة اشتراك العديد من الجهات الأكاديمية والحكومية والثقافية والدينية لحماية البلدة من المخاطر المتوقعة، باستخدام طرائق ووسائل علمية تأخذ بالحسبان مسألة المكانة الدينية للمنطقة.



شكل رقم (8)

الشكل من إعداد الباحث.

اسم المنطقة	العمق المتأثر	المنطقة المتأثرة	أقل	توسيع	البر	حدود	توسيع	ب	أقل	توسيع	أقل	توسيع	المنطقة المتأثرة	العمق المتأثر
MAP1890	1890	40.2	-2.3	2.5	8.1	12.1	13.6	16.3	16.1	12.4	16.3	16.3	6.3	7.7
MAP1891	1891	1.5	2.7	3.6	7.7	12.8	14.3	17.1	17.3	14.4	17.3	14.4	7.1	4.4
MAP1892	1892	0.1	0.0	1.1	6.8	12.4	13.1	17.0	18.2	14.7	18.2	14.7	9.8	5.3
MAP1893	1893	0.2	0.2	4.3	7.4	11.2	13.7	17.2	16.8	13.0	17.2	16.8	7.9	2.7
MAP1894	1894	2.7	2.8	1.3	7.1	3.8	14.5	18.5	17.5	14.9	17.5	14.9	11.8	7.0
MAP1895	1895	0.2	0.2	4.1	6.1	4.0	14.1	16.6	16.3	7.4	16.3	16.3	11.8	7.9
MAP1896	1896	0.1	0.0	3.9	5.3	3.8	13.8	16.6	18.3	13.0	18.3	13.0	4.8	2.2
MAP1897	1897	2.1	2.0	3.1	7.5	11.0	13.8	17.3	16.3	11.4	17.3	16.3	8.3	3.4
MAP1898	1898	0.5	1.1	0.8	6.1	12.1	13.3	18.2	18.8	13.3	18.8	13.3	4.5	2.1
MAP1899	1899	-1.1	-0.5	2.0	7.9	11.7	14.6	18.3	15.6	15.1	18.3	15.6	9.7	3.9
MAP1900	1900	0.4	2.1	6.3	4.0	11.7	13.5	18.5	16.8	15.2	18.5	16.8	11.2	4.1
MAP1901	1901	1.4	2.1	4.9	5.4	11.2	14.8	18.7	18.3	14.3	18.7	18.3	9.2	5.5
MAP1902	1902	2.2	0.8	2.3	5.4	10.4	13.2	16.5	16.7	10.2	16.5	16.7	12.2	2.6
MAP1903	1903	-0.5	-1.8	2.9	5.3	12.6	14.2	16.8	16.4	15.2	17.7	14.8	11.3	3.7
MAP1904	1904	-0.3	-1.2	2.5	2.7	11.4	14.4	17.4	17.4	14.9	17.4	14.9	11.3	2.9
MAP1905	1905	-2.2	0.1	3.2	6.8	12.8	13.6	17.2	18.2	15.8	18.2	15.8	12.2	6.0
MAP1906	1906	4.7	-0.1	2.8	8.8	4.9	13.8	17.4	17.4	15.8	17.4	15.8	12.2	6.0
MAP1907	1907	3.8	1.7	4.6	6.5	2.8	11.3	14.2	16.4	14.9	16.4	14.9	11.0	7.8
MAP1908	1908	13.2	1.1	2.5	6.7	11.7	13.7	17.2	17.2	15.8	17.2	15.8	11.0	7.8
MAP1909	1909	0.1	1.4	2.1	11.1	3.4	11.7	16.1	16.7	11.1	16.1	16.7	11.3	7.7
MAP1910	1910	0.3	-0.3	2.1	6.1	12.5	14.3	18.3	18.2	12.2	18.2	12.2	12.0	5.9
MAP1911	1911	-1.2	-0.9	2.0	5.4	7.6	13.1	19.4	16.1	15.6	19.4	16.1	10.3	2.9
MAP1912	1912	0.2	-3.3	0.1	7.5	3.0	13.2	14.3	16.3	16.3	14.3	16.3	9.0	3.2
MAP1913	1913	-1.7	-1.3	4.7	10.5	13.8	15.7	17.5	17.5	15.0	17.2	15.0	10.8	3.8
MAP1914	1914	1.2	1.4	3.4	4.7	11.1	14.8	18.3	16.4	17.6	18.3	16.4	11.1	4.7
MAP1915	1915	2.2	0.2	4.7	6.0	13.7	17.0	18.4	22.2	18.2	18.2	18.2	11.4	2.5
MAP1916	1916	1.2	-3.1	2.9	11.4	11.1	13.8	20.3	20.7	17.1	20.7	17.1	11.0	7.8
MAP1917	1917	3.7	5.4	11.0	4.9	13.8	14.2	21.5	20.5	18.0	21.5	18.0	12.2	12.7
MAP1918	1918	7.1	0.2	1.1	11.1	3.4	17.3	23.3	23.2	17.3	23.2	17.3	12.2	12.7
MAP1919	1919	2.1	0.2	1.1	6.7	11.7	13.8	16.3	18.5	18.2	16.3	18.2	14.1	8.0
MAP1920	1920	0.2	0.2	2.0	7.1	6.2	15.1	18.7	18.4	16.6	18.4	16.6	12.0	6.2
MAP1921	1921	3.3	2.3	4.0	11.1	14.8	17.8	19.8	20.1	19.7	19.8	19.7	14.8	11.8
MAP1922	1922	0.7	0.5	4.0	7.9	13.8	14.1	18.3	19.7	17.7	18.3	19.7	11.3	11.3
MAP1923	1923	2.8	2.8	2.1	1.4	11.1	17.2	21.2	21.2	17.2	21.2	17.2	11.2	11.2
MAP1924	1924	0.1	0.1	1.4	1.4	11.1	17.2	21.2	21.2	17.2	21.2	17.2	11.2	11.2
MAP1925	1925	0.1	0.1	1.4	1.4	11.1	17.2	21.2	21.2	17.2	21.2	17.2	11.2	11.2

الملحق رقم (3) كميات الأمطار الشهرية والسنوية في محطة معلولا خلال السنوات بين (1959-1993)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
1959	25.1	18.8	33.4	18.7	2.4	0	0	0	0	20.2	0	20.2	111.3
1960	15.8	0.4	16.3	3.4	6.2	0	0	0	0	7.7	2	28.1	164
1961	24.1	0	21.4	24.4	3.7	0	0	0	0	14.7	0	14.2	206.1
1962	12.5	42.5	0	33.1	12.1	0	0	0	0	31.5	0	3.8	192.5
1963	11.5	32.1	22.1	31.8	11.8	0	0	0	0	11.3	24.8	0	214.1
1964	37.7	68.8	33.8	9.2	7.9	0	0	0	0	14.1	0	0	253.4
1965	91.2	68.8	41.5	18.4	0	0	0	0	0	0	0	0	261.5
1966	21.3	42.8	11.2	2	0	0	0	0	0	10.9	0	0	228.7
1967	26.5	35.2	11.0	3.1	3.0	0	0	0	0	1.7	0	0	201.2
1968	84.8	11.5	3	11.8	3	0	0	0	0	2.2	0	0	94.1
1969	181.1	5.9	25.0	17.2	6.3	0	0	0	0	54	0	0	269.9
1970	71.3	14.9	21.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113.2
1971	28	34.3	34.2	58	1.3	0	0	0	0	0	3	0	250.7
1972	28.1	11.1	15.2	7.1	6.9	0	0	0	0	0	0	0	250.7
1973	85.7	6	16.7	5.5	0	3	0	0	0	0	0	0	111.9
1974	94.7	60.5	9.1	15.2	0	0	0	0	0	0	0	0	212.3
1975	26.2	90.5	7.9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	253.8
1976	44.8	15	63.5	22.9	18	0	0	0	0	14.1	0	0	203.4
1977	84.3	17	16.9	32	10	0	0	0	0	0	0	0	222.3
1978	11	15.5	32.1	0	0	0	0	0	0	23.3	0	0	118.9
1979	11	53.2	15.1	31.8	0	0	0	0	0	0	0	0	101.6
1980	54.9	41.2	67.1	20.4	18.1	0	0	0	0	0	0	0	201.5
1981	11.0	42.5	12.2	9.9	0	0	0	0	0	11.7	0	0	189
1982	19	92.5	16.1	7	21.2	0	0	0	0	0	0	0	224.5
1983	13.7	1.7	1.7	31.8	1.7	0	0	0	0	0	0	0	29.1
1984	11.0	11.0	11.1	11.1	3	0	0	0	0	0	0	0	74.8
1985	11.4	23.6	9	16.8	10	0	0	0	0	18	0	0	101.9
1986	1.9	30.6	15.4	0	0	0	0	0	0	39	0	0	131.7
1987	14.3	30.7	77.7	12.1	9	0	0	0	17.5	0	0	0	261.7
1988	14.7	1.4	12.1	12.1	0	0	0	0	0	8.1	0	0	66.3
1989	8.5	85	15.1	5.1	0	0	0	0	0	15.1	0	0	117.6
1990	2	9.3	11.9	20	12	0	0	0	0	11.9	0	0	262.6
1991	14	30	9	17	0	0	0	0	0	0	0	0	195
1992	9	32	26	13.9	0	0	0	0	0	11	0	0	171
1993	68	29	30	0	0	0	0	0	0	12	0	0	204.8
Sum	1926571	3152057	5147056	1610	7457156	1610	0	0	0	1217265	1174957	1374128	24640571
Average	181.1	90.5	11.9	7.4	3.0	0	0	0	0	24.9	3.9	0	233.9
Min	1.9	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86.9
Max	2102881	2247312	2488238	1559713	1153111	1188422	0	0	0	1870293	1620621	9191788	2241282

من إعداد الباحث باستخدام برنامج Excel و بالاعتماد على بيانات محطة الأرصاد الجوية.

المراجع

المراجع العربية:

1. الشعال، فانتة (2008): (الضلع) كويستا معلولا، دراسة تطبيقية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 24، العدد 2+1، دمشق.
2. حاج حسن، محمد فائد (1995): أسس الجيومورفولوجيا المناخية، منشورات جامعة دمشق، دمشق.
3. خضر، محمود (1997): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسة في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة عين شمس، القاهرة.
4. صالح، أحمد (1989)، الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقي من طريق نوبع- النفق الدولية، دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 21، القاهرة.
5. محسوب، محمد صبري (1990): ظاهرة الهبوط السطحي للأرض: أسبابها البشرية وآثارها الجغرافية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 22، القاهرة.
6. محسوب، محمد صبري (2001): الأطلس الجيومورفولوجي، معالجة تحليلية للشكل والعملية، ط1، دار الفكر العربي، القاهرة.
7. ناعس، هيثم (1997): أثر العوامل الطبيعية في الطرق ووسائل النقل بالسيارات بين قرية جديدة الوادي ومركز التكية في منطقة وادي بردى، مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية التربوية، المجلد 13، العدد 4، دمشق.

المراجع الإنكليزية:

1. Bolt, B.M & Horn,W.L & Macdonald,G.A & Scott,R.F ;(1975):Geological Hazards, Springer- Verlag, New York.
2. Burton, I.R & Kates, W & White, G.F ; (1978):The Environments as Hazard. Oxford University Press, New York.
3. Demek, J & Embleton, C ;(1978): Guide to Medium- Scale (Geomorphology Mappung),E schweizerbart Sche Veriagsbuchhandlung, Stuttgart.
4. Hart, M.G;(1986):Geomorphology Pure and Applied, George Allen & unwin, London .
5. Ministry of Industry. (1966) : the Geological Map of Syria , Scale 1:200000 Sheets I – 37 VII (Dimashq) , I-36- XII (Beirout) , Explanatory Note , Damascus.
6. Penk, W; (1953): Morphological Analysis of Land Form. Macmillan & Co. Limited, London.
7. Small, R.J; (1978): The Study of Landforms, Cambridge University Press, Cambridge.
8. Verstappen, H. TH;(1983): Applied Geomorphology. Geomorphological Surveys for Environmental Development. ELSEVIER. Oxford
9. Young, A; (1972): Slope Profile analysis: the system ob best units, in: Institute of British Geographers; (1971): SLOPE, FOMR and PROCESS, no 3, jan, London .

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2008/1/11.