مجلة العلوم البحتة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 01/12/2017 Revised 06/02/2018 Published online 30/06/2018

تقييم استقرارية الكتل الصخرية على المنحدرات المتاخمة للطريق الجبلي الزنتان (شمالي غربي ليبيا)

*ابوالقاسم الأخضر[1] و علي منصور[2]
[1] قسم الهندسة الجيولوجية – كلية الهندسة جادو – جامعة الزنتان، ليبيا
[2] قسم الجغرافيا – كلية الآداب والعلوم بدر – جامعة الزنتان، ليبيا
للمراسلة:ba_w2007@hotmail.com

الملخص تبين من خلال العمل الحقلي وتحليل البيانات المتحصل عليها لمنطقة الدراسة الطريق الجبلي الزنتان (الشليوني) ومقارنتها بالمعايير العلمية والعالمية والبحوث المتخصصة لوحظ حدوث تغير في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للكتل الصخرية المتاخمة للطريق الجبلي من واقع دراسة الشقوق والفواصل العشوائية والمنتظمة على اسطح الكتل الصخرية، ولم يكن التغير بشكل كبير مع الاختلاف في الارتفاع للكتل المدروسة وذلك يعود لان الكتل الصخرية من ذات النوع الصخري (DOLOSTON) والذي يرجع لتكوين سيدي الصيد عضو عين طبي إذ أسهم هذا الصخر في تقليل فعل التجوية الكيميائية وزيادة فعل التجوية الميكانيكية، وبخاصة الناجمة عن التأثير الحراري ، ويعتبر الهطول المطري أهم عوامل التعرية وعامل محفز لحركة الكتل او أجزاء منها، وتعد الكتل الصخرية على المنحدرات مستقرة ميكانيكيا رغم وجود تغير في الخواص الفيزيائية والميكانيكية وخاصة جودة او متانة(RQD)، ان حالة الضعف في الكتل الصخرية، أدت الي حدوث حركات أهمها السقوط الصخري لأن زاوية استقرار الكتل تتراوح بين (70°–90°)، وكان لأعمال الحفريات التي استخدمت لشق الطريق على المنحدرات أثر كبير في تحديد زاوية استقرار الكتل وجعلها اكثر عرضة لعوامل التعرية، وتبين ان تصنيف الشقوق متباعدة للغاية بمتوسط عام (205.5cm) والكتلة ضعيفة بناءا على تصنيف متانة الصخر إذ بلغ متوسط متانة الكتلة لمنطقة الدراسة (RQD) (61.5) بتصنيف(Fair) ومتوسط الانفصال لأجزاء الكتل المدروسة (24 mm) أي ضيق بشكل معتدل.

الكلمات المفتاحية: عين طبي، الخواص الميكانيكية، التجوية الميكانيكية، الكتل الصخرية، متانة الكتلة.

Evaluation of the stability of the rock masses on the slopes adjacent to the mountain road Zintan (NW Libya)

*A. Alakhdar [a] , A. Mansur [b]
[a] Geological Engineering Department, Faculty of Engineering/ Zintan University, Libya
[b] Department of Geography, faculty of Sciences and Literature/ Zintan University, Libya
*Corresponding author:ba_w2007@hotmail.com

Abstract he fieldwork and analysis of the data obtained for the study area showed that the Zintan mountain road and its comparison with scientific and international standards and specialized research showed a change in the mechanical properties of the adjacent mountain road from a study of Fractures and random intervals and regular on the surfaces of rock masses, and the change was not in This is due to the rock masses of the rocky type (DOLOSTON), which is due to the formation of Sidi AS Sid as AIN TOPI member. This rock contributed to reduce the chemical weathering effect and increase the weathering effect Mechanical, especially caused by the thermal effect, and is considered rainfall most important erosion and a factors catalyst for the movement of the blocks or parts of blocks The rock masses on the slopes are mechanically stable, although there is a change in the physical and mechanical properties, especially the quality or durability (RQD), The weakness in the rock blocks, will lead to the movements of the most important rock fall because the angle of stability of blocks ranging from (70 ° -90 °), The excavation works used to make the road on the slopes had a significant impact in determining the angle of stability of the blocks and making the rock (road cut) more susceptible to erosion factors. It was found that the classification of the cracks was Extremely wide spaced at an average of 205.5cm. The mass was weak based on the rock strength classification. The mean Rock Quality Designation (RQD) for the study area (61.5%, Fair) and the mean separation of the measured mass (24mm, Moderately narrow).
Keywords: Ain Topi, Mechanical Properties, Mechanical Weathering, Rock Masses, Rock Quality Designation.

المقدمة

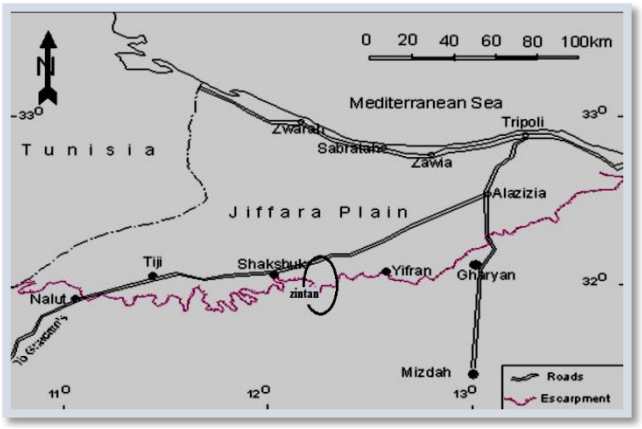
تعد حركة المواد على أسطح المنحدرات المتاخمة للطرق الجبلية من أخطر الحركات في حال حدوثها، لما تسببه من ضرر على مستخدمي الطرق الجبلية، فإن تغير زاوية الاستقرار للرواسب والكتل الصخرية على المنحدرات يؤدي إلى حدوث

أحد أنواع الحركات على أسطح المنحدرات والتي بدورها تؤدي إلى إحداث ضرر على مستخدمي الطريق العام وتختلف المنحدرات بإختلاف أماكن وأسباب وظروف تكونها وتختلف من حيث درجة الانحدار وطبيعة المواد المكونة لها ، فبعض المنحدرات قد تكون مكونة من كتل صلبة أو من حطام صخري وقد تكون مكونة من صخور مفتتة في موضعها أو منقولة من موضع آخر ، وفي مواضع أخري قد تكون المواد المكونة لأسطح المنحدرات متماسكة أو غير متماسكة، فتكون المواد الغير متماسكة أقل استقرارا من المنحدرات المكونة من مواد متماسكة [1] ، أدي هذا الاختلاف في العوامل وأسباب تكون المنحدرات واختلاف مكوناتها واختلاف محفزات الحركة الي اختلاف انواع حركة المواد والكتل الصخرية على المنحدرات، وتعد حركة الكتل الصخرية على اسطح المنحدرات من اخطر الحركات لأنها تتسم بالسرعة والفجأة ومقدار الضرر الذي تحدثه رغم اختلاف أحجام تلك الكتل وهذا ماتم ملاحظته من متابعة حركة الكتل الصخرية على منحدرات الطريق الجبلي (الزنتان) فالكتل الصخرية تبقي في حالة اتزان في موقعها ما لم يحدث تغير في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للكتلة ككل او لأجزاء منها، لذلك وجب دراسة تلك الكتل وتقييم استقرارية، وتعد هذه الدراسة جزء من دراسات اجريت على الطرق الجبلية (جناون القديم– الطريق الجبلي جادو ، وتكوين سيدي الصيد على المنحدرات المتاخمة للطريق الجبلي جادو) وهي المرحلة الأولي والمستهدف في المرحلة الثانية دراسة الخواص الميكانيكية لعينات صخرية داخل المعمل لتكون كلا المرحلتين انطلاقا للمرحلة الثالثة والتي تهدف لتصنيع مادة يتم رشها اوحقنها بين الشقوق والفواصل لتعمل كمادة لاحمة تتماشي مع نوعية التكاوين و طبيعة الشقوق وتصنيفها للحد والتقليل من أضرار حدوث حركة على أسطح المنحدرات بالاعتماد على القياسات الحقلية.

الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة (الزنتان).

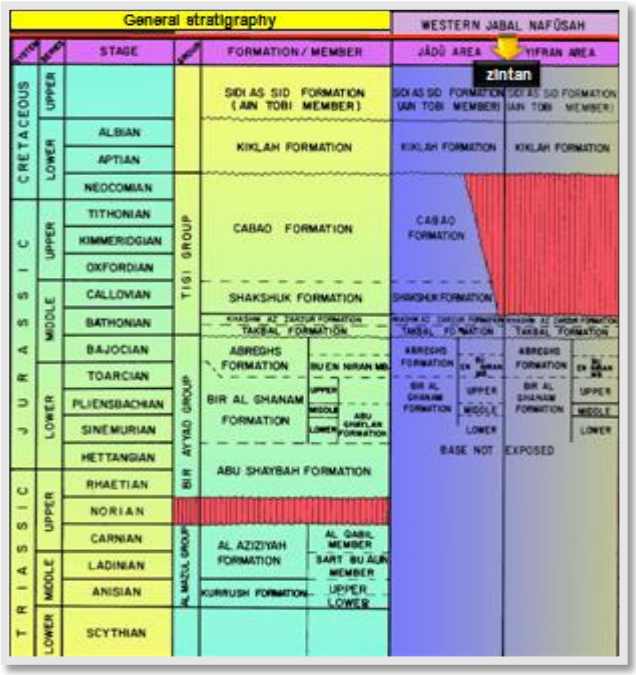
يبين شكل(1) موقع منطقة الدراسة والتي تقع في منتصف الجبل الغربي وتبعد عن العاصمة طرابلس 160كم تقريبا

التتابع الطبقي وجيولوجية منطقة الدراسة لمنطقة الدراسة. تتنوع الصخور الرسوبية على المنحدرات المتاخمة للطريق الجبلي فأهم التكاوين المتكشفة بمنطقة الدراسة تكوين ككلة وسيدي الصيد وتكوين نالوت وتقع ضمن التتابع الطبقي الممتدة بين منطقة جادو ومنطقة يفرن لاحظ شكل (2) أما عن جيولوجية المنطقة فهي جزء لايتجزء من التتابع الطبقي العام المتكشف ضمن سلسلة جبل نفوسة والتي تقع في الشمال الغربي لليبيا يفصلها من الناحية الشمالية عن البحر الأبيض المتوسط سهل الجفارة وتمتد السلسلة لتلتقي بالبحر في منطقة الخمس شرقا ومن الناحية الجنوبية حوض غدامس (الحمادة الحمراء) كما تمتد سلسلة جبل نفوسة(الجبل الغربي) لتدخل الى الحدود التونسية غربا، وتتنوع الصخور في جبل نفوسة بتنوع بيئة الترسيب حيث مرت بعدة دورات من تقدم للبحر وتراجعه لترسب جميع أنواع الصخور الرسوبية من صخور قارية الى بحرية ضحله وعميقة وصخور ترسبت في بيئة انتقالية مابين القارية والبحرية، كما يتواجد بعض التداخلات المنتشرة لأجسام نارية مثل البازلت والفونولايت. [2] بدء العمر الجيولوجي للتتابع الطبقي مع بداية حقب الحياة الأوسط (الترياسي السفلي) بتكوين كرش واستمر إلى بداية حقب الحياة الحديث (الثلاثي) بتكوين زمام، و في منطقة الدراسة (الزنتان) ينتهي التتابع الطبقي بتكوين نالوت بعمر الكريتاسي العلوي شكل(2) التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة.



شكل (1) موقع منطقة الزنتان من الجبل الغربي. [3]

م الحرارة العظمي	م الحرارة الصغري	م الحرارة	م الأمطار
24.6	11.7	18.1	266.9مم



شكل (2) التتابع الطبقي لمنطقة الزنتان. [4]

العوامل المؤثرة في حركة المواد والكتل الصخرية.

تختلف حركة المواد على أسطح المنحدرات فيما بينها فزحف التربة أو زحف الصخور يحدث ببطء شديد، أما عمليات الانزلاق الأرضي فإنها تحدث بسرعة شديدة دون أن ترى مثل الحركات الناجمة عن فعل الزلازل، [5] وتعد عمليات تساقط الصخور من اخطر الحركات كونها تحدث بسرعة وفجأة [6]، وتبرز أهمية الظروف المناخية كعوامل ومحفزات التحرك الكتلي على المنحدرات ولعل أبرزها التأثير الحراري والأمطار، ويبين الجدول(1) التالي متوسط درجات الحرارة والأمطار والرطوبة لمنطقة الزنتان في الفترة من م1970– 2010 م، ويعد الماء بشتى صوره من محفزات التحرك الكتلي [7]، إذ تتأثر المنحدرات الجبلية بسقوط الأمطار وبالتالي تزيد من عمليات تساقط الصخور أو انزلاقها وبخاصة إذا كانت تلك المنحدرات تفتقر للغطاء النباتي والذي يساعد على جعل المنحدرات أكثر عرضة لحركة المواد على أسطحها،[8]

جدول (1) متوسط درجات الحرارة والأمطار لمنطقة الزنتان في الفترة من م1970– 2010 [9].

ويعد التماسك الداخلي للكتلة الصخرية مهما إذ يضعُف التماسك مع الوقت تدريجيا نتيجة عوامل منها تأثير التجوية بنوعيها الكيميائية والميكانيكية ويعمل التغير في التماسك الداخلي وبخاصة إذا اختلف التركيب المعدني والكيميائي للصخور على إحداث تراكيب مثل الفواصل والشقوق وهي من التراكيب الثانوية في الصخور الرسوبية،[10] ان التغير في زاوية الاتزان للكتل الصخرية والتي تقدر مابين °70–°90 مع المستوي الأفقي ينجم عنه حركة للكتل الصخرية إلى ما تحت أقدامها تعرف هذه الحالة باسم تساقط الصخور او تساقط التربة او تساقط المفتتات، [11] ان مجموع العمليات التي تسبب تفتت الصخور ميكانيكيًا أو تحللها كيميائيًا تسمي عوامل التجوية الميكانيكية والكيميائية،[12]

التجوية الكيميائية:

هي نتاج لتفاعل غازات الجو مثل الأكسجين وثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء مع العناصر المكونة لمعادن الصخور ويتأثر الحجر الجيري بشكل كبير بالمياه ونوعيتها ومن أهم العمليات التي تحدث له عملية الإذابة للمعادن القابلة للإذابة او قد تحدث عملية تكربن عندما يتحد غاز (CO_2) مع مياه الأمطار ليكون حمض الكربونيك الذي يؤثر على الصخور بخاصة الصخور الجيرية ($CaCO_3$) القابلة للذوبان ويحولها إلى بيكربونات الكالسيوم[13]، وقد لوحظ في منطقة الدراسة وجود ترسيب ثانوي لمعدن الكالسيت في انطق ضيقة كدليل على تأثير التجوية الكيميائية.

التجوية الميكانيكية: تعرف بأنها عملية تحطم الصخور و تفتيتها دون إحداث أي تغير في خصائصها الأصلية وتحدث في المناطق الحارة الجافة وشبه الجافة فتأثير التباين في درجة حرارة النهار والليل تحدث تمددا وانكماشا للمعادن الداخلة في تكوين الصخر، خاصة إذا اختلف معدل تمدد تلك المعادن أو انكماش كل معدن منها مما يؤدى إلى تفكك الصخر إلى جزيئات أصغر حجما ومن مظاهرها التفكك الكتلي إذ تتكسر أجزاء

الصخر وكتل على طول خطوط المفاصل وسطوح الانفصال بالكتل الصخرية. [14]

الخواص الهندسية لأسطح الشقوق والفواصل.

أولا. الخواص الفيزيائية:

أ:التموج Roughness: يقصد بها شكل سطح الشق ويعتمد الوصف على أصل تكون السطح ومنها ثلاث أنواع أصلية: أسطح ناعمة Smooth، أسطح خشنة Very Rough

أسطح بين ناعمة وخشنة

Rough وتفرعت منها مقاييس أخرى تصف شكل سطح الشق فكلما كانت الأسطح خشنة قلت الحركة على السطح بينما في الأسطح الناعمة لايكون هناك تماسك فتكون الحركة اكثر حدوثا وخاصة بوجود محفز للحركة كالمياه.

ب- المواصلة Continuity: يقصد بها تعمق الشق في الكتلة الصخرية فزيادة عمق الشق تضعف الكتلة.

ج- المسافات بين الشقوق Joint Spacing: ويقصد بها المسافة بالسنتيمتر بين الشق والشق المجاور له و ما تم ملاحظته في مكاشف منطقة الدراسة انه كلما قلت المسافة بين الشقوق فإن ذلك يعد دليلا على ضعف الكتلة د- عدد مجموعات الشقوق Joint Set No : كلما زاد عدد الشقوق ضعفت الكتلة الصخرية، وبغض النظر ان كانت الشقوق منظمة او عشوائية فإنها تسهم في إضعاف الكتل .ه- الانفصالSeparation: ويقصد بها مقدار انفصال الكتلة أو أجزاء منها عن الكتلة الأصلية، ويتم تقييم القياسات الحقلية المتحصل عليها من التصنيف التي وضعته الجمعية الجيولوجية لندن (1977) جدول (2)، و- المواد بين الفراغات Infilling materials: يقصد بها المواد الموجودة بين الشقوق والفواصل وتعمل المواد الموجودة أحد أمرين فإما ان تسهم في ثبات الكتل الصخرية او يكون لها دور في الحركة وفي كلا الأمرين فإن مقدار الثبات او الحركة يعتمد على نوع المواد والمفتتات وحجمها. [15]

جدول (2) تصنيف الانفصال بناء على قياسه. [16]

Aperture	Term
>200 mm	Wide
60 – 200 mm	Moderately wide
20 – 60 mm	Moderately narrow
6 – 20 mm	Narrow
2 – 6 mm	Very narrow
0 – 2 mm	Extremely narrow
< 2 mm	Tight

ثانيا. الخواص الميكانيكية: الشقوق والفواصل في الكتل الصخرية هي ظاهرة طبيعة وتعد من اكثر التراكيب الثانوية حدوثا نتيجة لعوامل طبيعية وهي تفتقر إلى أي حركة مرئية على الرغم من أنها يمكن أن تحدث منفردة فإنها غالبا ما تحدث كمجموعات وأنظمة مشتركة ويمكن قياسها من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية[18] ويمكن ان تقاس الخواص الميكانيكية للكتل الصخرية في الحقل او في المعمل وفي هذا البحث تم الاعتماد على القياسات الحقلية لدراسة الخواص الميكانيكية وكون العمل الميداني اكثر محاكاة لواقع ميكانيكا الصخور فقد تم الاعتماد على قياس الخواص الميكانيكية وبخاصة قياس قوة الصخر (RQD) على النحو التالي

أ- خاصية نظام الشقوق Joint System .

يوصف نظام الشقوق بعد قياس المسافة بين الشقوق المنتظمة على طول خط المسح تبعا لمواصفات الجمعية الجيولوجية في لندن حيث (JS) = المسافة بين الشقوق/ عدد العينات بينهم. أي المسافة بين الشقوق المنتظمة (نظام الشقوق) جدول(3) والتي اعتمد عليها في اخذ جزء من القياسات الحقلية .

ب- تعيين جودة صخرة Rock Quality Designation

تسمية او تعيين نوعية أو متانة الكتلة الصخور هو مؤشر يستخدم عادة لوصف الكتلة الصخرية و تحديد قوتها جدول (4) ويمكن تحديد قوة كتلة الصخور في المعمل على العينات الصخرية أو في الحقل على الكتل الصخرية المحتوية على شقوق وفواصل تري بالعين ، وتستخدم المعادلة التالية لقياسها بالاعتماد على حجم الشقوق في المتر المكعب الواحد.

RQD= 115-3.3(JV)

جدول (3) وصف نظام الشقوق بالاعتماد على المسافة بينها[17]

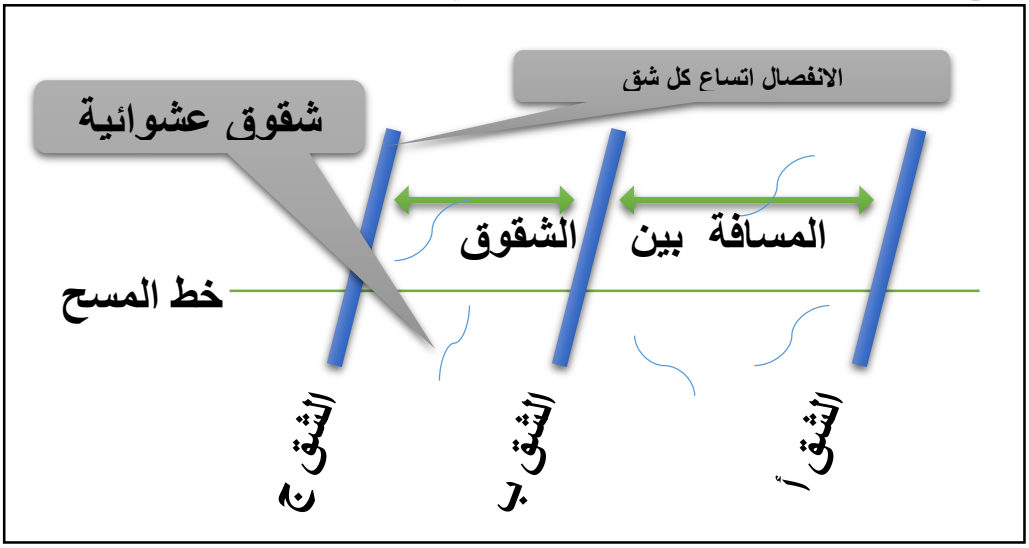
Intervals(cm	Symbol	Description
>200	F1	Extremely wide spaced
60–200	F2	Widely spaced
20–60	F3	Moderately wide spaced
6–20	F4	Closely spaced
2–6	F5	Very closely spaced
<2	F6	Extremely closed spaced

Jv (Volumetric Joints) = No. of Joints in $1m^3$ **[19]** وتتميز هذه الخاصية كون قياسها يعتمد على عدد الشقوق المقاسة في الحقل بغض النظر عن كون الشقوق عشوائية كانت او منتظمة

جدول (4) نظام التصنيف بخاصية متانة الكتلة الصخرية. [20]

Descriptive	% RQD	Symbols
Very Good	90 – 100	R1
Good	75 – 90	R2
Fair	50 – 75	R3
Poor	25 – 50	R4
Very Poor	<25	R5

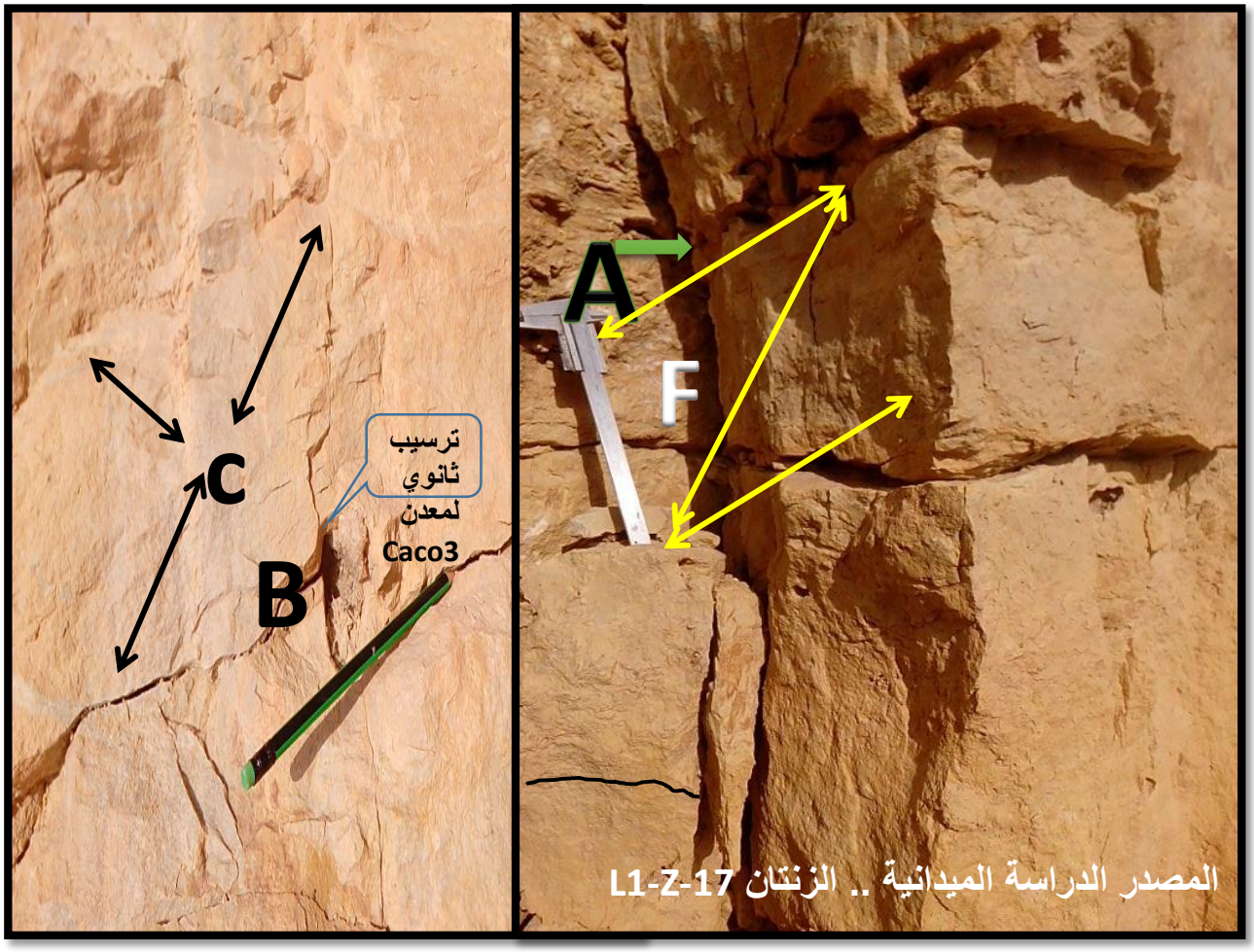
العمل الحقلي: اعتمدت الدراسة الميدانية على القياس المباشر لأسطح الشقوق والفواصل الناجمة القوى إجهاد القص والتي تعمل على نشوء حركة الى أسفل وبتحليل القوى الموازية والتي تعمل على مقاومة الحركة لأسفل المنحدر فالتوازن أو الاستقرار يتم إذا كانت قوة المتانة أكبر من قوى إجهاد القص[21]، وكون الشقوق والفواصل احد مظاهر التغير في الخواص الفيزيائية والميكانيكية فقد تم الاعتماد على القياسات المباشرة على طول خط المسح شكل (3) وهو الخط وهمي يتم اخذ القراءات والقياسات عليه، ويختلف طول خط المسح من موقع الي آخر، ويعتمد اختياره على طول المكشف الصخري المستهدف بالدراسة وزعت على ارتفاعات مختلفة وتم اعرض نتائج موقعين فقط عي هذه الدراسة، لتقييم الخواص الفيزيائية والميكانيكية للكتل الصخرية ومدى استقرارها على المنحدرات ، ويمثل الارتفاعين 447 متر و510 متر أفضل تكشف لتكوين سيدي الصيد (عضو عين طبي)، وأعتمد في العمل الحقلي على أدوات أهمها القدمة ذات الورنية وحامض HCL مخفف بنسبة 10% لتحديد نوع صخور الكربونات، واخذ في عين الاعتبار اخذ جميع الملاحظات الحقلية والمشاهدات عن الكتل الصخرية المختارة وتبيان مقدار تأثير عوامل التجوية والتعرية وتفسير مقدار الضرر الناجم عن حركة الكتل الصخرية وإبراز إمكانية الحركة الميكانيكية.



شكل (3) نموذج خطي يوضح الشقوق العشوائية والمنظمة

وفيما يلي عرض للدراسة الميدانية والنتائج المنبثقة عنها. تم اختيار رمز لموقع الدراسة (L-Z-17). إذ يرمز L الي لكلمة الموقع (Location)) وترمز Z الي (Zintan 17 سنة إجراء الدراسة 2017 ويبين الجدول (5) والشكل (4) الدراسة الميدانية والنتائج المتحصل عليها في الموقع الأول (L1-Z-17) ويبين الجدول (6) والشكل (5) الدراسة الميدانية والنتائج المتحصل عليها في الموقع الثاني (L2-Z-17).

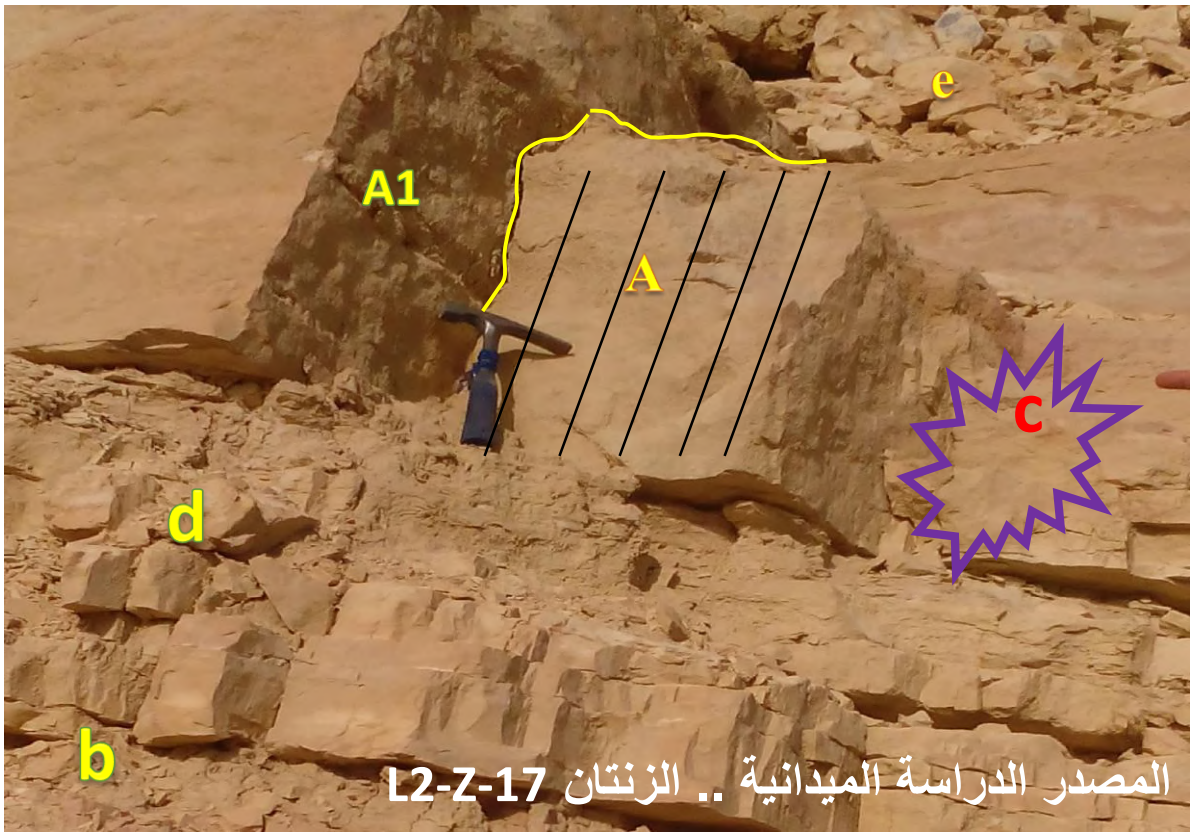
1- النتائج التحليل المتحصل عليها في الموقع (L1-Z-17).



شكل(4) جزء من الكتلة الصخرية في الموقع (L1-Z-17).

نوع الصخور الموضحة بالشكل (4) من نوع الكربونات وترجع لتكوين سيدي الصيد عضو عين طبي بتركيب صخري (Doloston) والذي يتميز بصلابته العالية إذا ماقورن بصخر (limestone)، ساعدت هذه الميزة في التقليل من تأثير عملية التجوية الكيميائية والتي تعتمد أساسا على إعادة ترسيب معدن الكالسيت، فكانت نواتج التجوية الكيميائية في انطق ضيقة جدا شكل (4-B) كون التركيب المعدني لصخر (Doloston) يفتقر للكاسيت وتزيد في نسبة عنصر والمغنيسيوم وبشكل كبيير تصل الي 95% وأسهمت هذه الخاصية في زيادة تأثير التجوية الميكانيكية وأبرزها التأثير الحراري لاحظ شكل (4-C) إذ يوضح اللون الفاتح للصخور عملية تساقط أجزاء من الكتلة الصخرية، وبعد الحطام الصخري المتفاوت الأحجام بجانب وأسفل الكتلة دليلا أخر على التجوية الميكانيكية، وتأثير عمليات التعرية وإزالة المفتتات من الشقوق بفعل مياه الإمطار وبخاصة في الشقوق الراسية والذي لوحظ افتقارها لوجود مواد داخلها ، شكل (4-A) وبملاحظة الجدول (5) ان نوع التموج خشن إذ ساعد ذلك على ثبات أجزاء من الكتل في أماكن ضعف الكتلة الصخرية (الشقوق والفواصل)، ان عدد مجموعات الشقوق (Joint Set No) سواء كانت الشقوق عشوائية او منتظمة تباينت في الاتساع ونلاحظ ان المواصلة Continuityجدول(5) أي امتداد الشقوق داخليا كان واضحاً زاد بدورة من ضعف الكتلة فكلما زادت المواصلة ضعفت الكتلة وهذا ما خلصت إليه نتائج التحليل الرياضي إذ اثبت ان متانة الكتلة الصخرية (RQD) (Fair) جدول (4) بنسبة بلغت 59% ونظام الشقوق(Joint System) متسعة للغاية بمتوسط 231 جدول(3) ، وبلغ متوسط الانفصال للكتلة (38 mm) أي ان الشقوق ضيقة نسباً جدول (2) عليه فإن التباعد بين أجزاء الكتلة ليس بالغ الخطورة وبلغت زاوية الاستقرار بين 70–90 للكتل وهذه الزاوية تحدد نوع الحركة فيكون من نوع السقوط الصخري(rock fill).

1- النتائج التحليل المتحصل عليها في الموقع (L2-Z-17).



شكل(5) جزء من الكتلة الصخرية في الموقع (L2-Z-17).

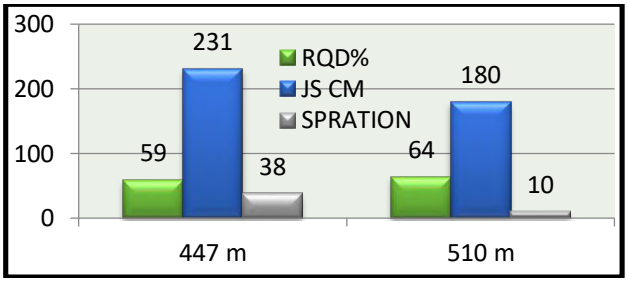
جدول (5) البيانات والقياسات المتحصل عليها من الدراسات الميدانية للكتلة .L1-Z-17

E12°.13.10'								N31°57.40'									Coordinates	
447m																	Height	
7 * 5 = 35m²																	Section Area	
Carbonate																	Type Rock	
Very Rough																	Type Roughness	
15cm				40cm					10cm			2.5cm					Continuity	
Carbonate and mud																	Infilling materials	
/150=65+45+30+10437.5= mm // Moderately narrow																	Separation (Aperture)	
240cm				265cm					190cm			231 المتوسط					Joint System	
Mechanical																	Type Weathering	
Carbonate																	Type sediment beside blocks	
4	4	4	6	3	1	2	1	2	6	2	1	3	1	2.5	1	1	1.5	Joint Set No // cm

على ارتفاع 510 متر جدول (**6**) اختلفت الكتلة عن سابقتها في زيادة تهشم الكتلة واختلاف زاوية الاستقرار للكتلة الناتج عن تغير الخصائص الهندسية ، ولوحظ تواجد الطين بين الشقوق الناجم عن تغير الخصائص الهندسية للشقوق والذي كان سببا في حدوث حركة لأجزاء من الكتلة ، وكانت المواد بجانب وأسفل الكتلة عبارة عن رواسب طينية شكل (5-b) ناجمة عن فعل التعرية بفعل المياه أسهمت في تكشف الشقوق وحالت دون وجود بعض المواد في بين الفواصل والشقوق ومن خلال ملاحظة وضع الكتل المنفصلة من أجزاء الكتلة في الموقع تبين أنها ذات أحجام متباينة الحجم ولم تكن كبيرة للغاية لان اعدد مجموعات الشقوق أسهم في ضعفها

وصغر حجمها لاحظ مقدار الانفصال شكل (5 –A-C) ويمكن ملاحظة نوع التموج بين الناعم والخشن شكل (5 A-A1) وبتحليل البيانات وجد ان الشقوق في الكتلة الصخرية متسعة للغاية، والكتلة غير متماسكة (Fair) بناءا على تصنيف (RQD) جدول (4) إذ بلغت النسبة 64% وكان متوسط الانفصال لأجزاء الكتلة (mm 10) ضيقة نسبياً جدول (2) وبالنسبة لنظام الشقوق(Joint System) بلغت متوسط 180mm، فكان تصنيفها متباعدة على نطاق واسع جدول(3)، عليه تعد الكتلة ضعيفة بناءا على نتائج الدراسة الميدانية والتحليل الرياضي كان لأعمال الحفريات التي استخدمت لشق الطريق الجبلي دور بارز في جعل زاوية الاستقرار بين 70 و90 درجة في المناطق المدروسة وبالتالي وفي حال حدوث أي تحرك فسيكون من نوع السقوط الصخري بفعل محفزات الحركة وأهمها مياه الأمطار .

العلاقة بين الارتفاع والخواص الهندسية.



شكل (6) العلاقة بين الارتفاع والخواص الهندسية في (L-z-17)

من الشكل (6) يمكن ان نلاحظ مقدار التغير في متانة الصخر(RQD) إذ ازدادت في ارتفاع 510 متر وقلت في ارتفاع 447 متر مع الاحتفاظ بنفس التصنيف (Fair) جدول (4) فالإختلاف لم يكن كبيرا لباقي الخصائص الهندسية الميكانيكية منها والفيزيائية والسبب يعود لان الصخور من نفس نوع التركيب الصخري (Doloston) والتي ترجع لتكوين سيدي الصيد عضو عين طبي فرغم إختلاف الأرقام بالنسبة لنظام الشقوق (js) فقد كان التصنيف مابين شقوق متسعة وأخرى متسعة للغاية وكان المتوسط العام لمنطقة الدراسة (205.5) بتصنيف شقوق متسعة ومتباعدة للغاية والكتلة ضعيفة بناءا على تصنيف متانة الصخر إذ بلغ متوسط (RQD) لمنطقة الدراسة (61.5) بتصنيف(Fair) وبمتوسط انفصال لأجزاء الكتل المدروسة (24 mm) ضيق بشكل معتدل.

الخاتمة Conclusion : رغم وجود تغير واضح في الخواص الميكانيكية والفيزيائية الكتل الصخرية محل الدراسة فإنها تعد ثابتة ميكانيكيا لوصولها لحالة الاتزان ، وأسهمت صخور (Doloston) في التقليل من فعل التجوية الكيميائية وازدياد فعل التجوية الميكانيكية وبخاصة التأثير الحراري ، وكانت اغلب الكتل المتعرضة للحركة ذات صغيرة وتعد اعمال شق الطريق الجبلي السبب الأبرز والاهم في تكشف وتعرض الكتل الصخرية لفعل التجوية والتعرية، وتعد الأمطار عامل محفز للتحرك الكتلي ويعتبر وعامل تعرية مهم في منطقة الدراسة.

جدول (6) البيانات والقياسات المتحصل عليها من الدراسات الميدانية للكتلة (L2-Z-17)

E.12°13.6' N31°57.07'																		Coordinates
510m																		Height
Length of scan line7.20 * Section height 6 = 43.2m²																		Section Area
Carbonate																		Type Rock
Rough																		Type Roughness
20cm			30cm			25cm			35cm			9cm						Continuity
Carbonate and mud																		Infilling materials
10 mm Narrow																		Separation
150cm			160cm			**170cm**			240cm			180=4/720						Joint System (Js)
Mechanical																		Type Weathering
Marl and mud																		Type sediment beside blocks
4	0.5	1	25	4	0.5	3	3	0.5	2	5	0.5	0.5	1	1	5	1	3	Joint Set No/ cm

المراجع

[1]- Arthur L. BLOOM: 1978Geomorphology (A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms).

Journal of Geography (Chigaku Zasshi), 87(5), 307-308.p.164 .

[2]- El-Bakai, M. T. (1997). Petrography and palaeoenvironment of the Sidi as

Sedimentary Research, 71(5), pp.649-656.

[11]- Dorren, L.K., 2003. A review of rockfall mechanics and modelling approaches. Progress in Physical Geography, 27(1), pp.69-87.

[12]- Hack, H.R.G.K., 2016,. Weathering, rock mass classification (SSPC), and remote sensing with a link to levee stability: power point. In Presented at: Fall 2016 graduate and undergraduate UMD civil engineering seminar series, University of Minnesota Duluth, United States of America, 23 September 2016.

[13]- Hack, H.R.G.K., 2012. Weathering influence on engineering structures: power point. In Lunch lectures, ESA, ITC, University of Twente, 30 October 2012.

[14]- Huisman, M., Hack, H.R.G.K. and Nieuwenhuis, J.D., 2006. Predicting rock mass decay in engineering lifetimes: the influence of slope aspect and climate. Environmental & Engineering Geoscience, 12(1), pp.39-51.

[15]- Keaton, J. R. (2013). Engineering Geology: Fundamental Input or Random Variable?. In Foundation Engineering in the Face of Uncertainty: Honoring Fred H. Kulhawy (pp. 232-253(

[16]- Fanti, R., Gigli, G., Lombardi, L., Tapete, D., & Canuti, P. (2013). Terrestrial laser scanning for rockfall stability analysis in the cultural heritage site of Pitigliano (Italy). Landslides, 10(4),PP 409-420.

[17]- Palmström, A., Sharma, V.I. and Saxena, K., 2001. Measurement and characterization of rock mass jointing. Balkema publ, p.31.

[18]- Dafalla, D. S., & Malik, I. A. G. (2015). Evaluation of Structural Geology of Jabal Omar. Evaluation, 11(01), p.71.

[19]- Dafalla, D. S., & Malik, I. A. G. (2015). Evaluation of Structural

Sid Formation in Northwest Libya. Petroleum Research Journal, 9, 9-26.

[3]- Hammuda, O. S., Sbeta, A. M., & Worsley, D. (2000). Field guide to the Mesozoic succession of Jabal Nefusah. In NW Libya: Sedimentary basins of Libya-second symposium: Geology of Northwest Libya (p. 50(

[4]- Fatmi, A. N., Hammuda, O. S., & Eliagoubi B, A. (1980). Stratigraphic nomenclature of the pre-Upper Cretaceous Mesozoic rocks of Jabal Nafusah, NW Libya, Geol Libya Vol 1, p. 60.

[5]- Newmark, N.M., 1965. Effects of earthquakes on dams and embankments. Geotechnique, 15(2), pp.139-160.

[6]- Andriani, G.F. and Walsh, N., 2007. Rocky coast geomorphology and erosional processes: a case study along the Murgia coastline South of Bari, Apulia—SEItaly. Geomorphology, 87(3), pp.224-238.

[7]- Bajzelj, U., Likar, J., Zigman, F., Subelj, A. and Spek, S., 1992. Geotechnical analyses of the mining method using long cable bolts. In Rock support in mining and underground construction, proc. int. symp. on rock support (pp. 393-402.(

[8]- Xu, Q., Liu, S., Wan, X., Jiang, C., Song, X. and Wang, J., 2012. Effects of rainfall on soil moisture and water movement in a subalpine dark coniferous forest in southwestern China. Hydrological Processes, 26(25), pp.3800-3809.

[9]- الجديع حسن محمد، المناخ وأثره على بعض مظاهر النشاط البشري- 9 لمدن مختارة بمنطقتي الجبل والغربي وسهل الجفارة، رسـالة دكتوراه غير منشورة جامعة بنها مصر، 2015 ص 17-91.

[10]- Noffke, N., Gerdes, G., Klenke, T. and Krumbein, W.E., 2001. Microbially Induced Sedimentary Structures--A New Category within the Classification of Primary Sedimentary Structures: PERSPECTIVES. Journal of

Geology of Jabal Omar. Evaluation, 11(01), p.71

[20]- Palmstrom, A. (2005). Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD). Tunnelling and Underground Space Technology, 20(4), 362-37.

[21]- Marsh, W. M. (1978). Environmental analysis: for land use and site planning [USA]. McGraw-Hill, PP. 40-243.

It was found that the classification of the cracks was Extremely wide spaced at an average of 205.5cm. The mass was weak based on the rock strength classification. The mean Rock Quality Designation (RQD) for the study area (61.5%, Fair) and the mean separation of the measured mass (24mm, Moderately narrow).