



البحوث العلمية



دراسة استقرارية المنحدرات الصخرية لجزء من طية بيخير المحدبة على جانبي الطريق الرابط بين

دهوك و زاوية / شمال العراق

عادل قاسم كريم ، محمد راشد عبود ، غازي عطية زراك

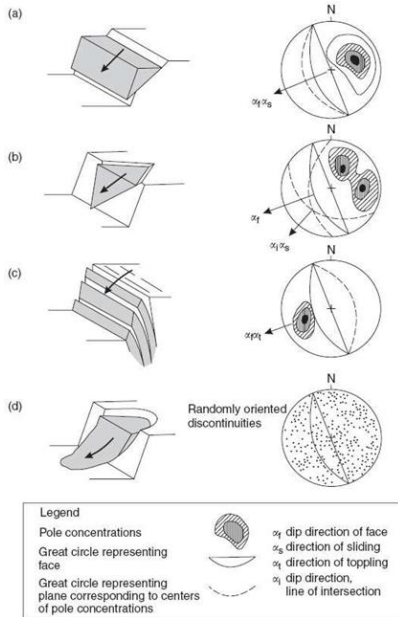
قسم علوم الأرض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت العراق

الملخص

تهدف الدراسة الى تقييم استقرارية المنحدرات الصخرية لجزء من طية بيخير المحدبة على جانبي الطريق الرابط بين (دهوك-زاوية)، بأختيار (5) محطات من مواقع مختلفة على امتداد الطريق شملت كل الأنواع من الأنهيارات الحاصلة والمحتملة في منطقة الدراسة، تم إجراء تصنيف ووصف هندسي حسب [1] و [2] للطبقات الصخرية من خلال المسح الشامل لمنطقة الدراسة، وبينت الدراسة أن أنواع المنحدرات في منطقة الدراسة وفقاً للعلاقة بين مضرب المنحدر ومضرب الطبقة وفق [3] هي من النوع الموازي والجانبى المنحرف والمتعامد، اظهر المسح الجيولوجي الهندسي للمنطقة أنواع مختلفة من الأنهيارات شملت أنهيارات حاصلة من نوع السقوط الصخري والأنتقلاب والدرجة، أما الأنهيارات المحتملة فتمثلت بنفس الأنواع السابقة بالإضافة الى الأنزلاق ويمكن أن تحصل عندما تتوفر شروط الأنهيار، ومن خلال دراسة العوامل المؤثرة على استقرارية المنحدرات في المنطقة تبين أن العامل الرئيسي المسبب لحدوث الأنهيارات أعلاه هو نتيجة لقطع الطية لغرض شق الطريق إضافة الى العوامل التركيبية والصخرية.

المقدمة

بالأنواع (الأنزلاق، الأنتقلاب، السقوط الصخري) [7]، [8]، [9]، [10]، [11] كما في الشكل (1) عن [12].



الشكل (1) يوضح أنواع الرئيسية للأنهيارات عن [12]. a. الأنهيار المستوي

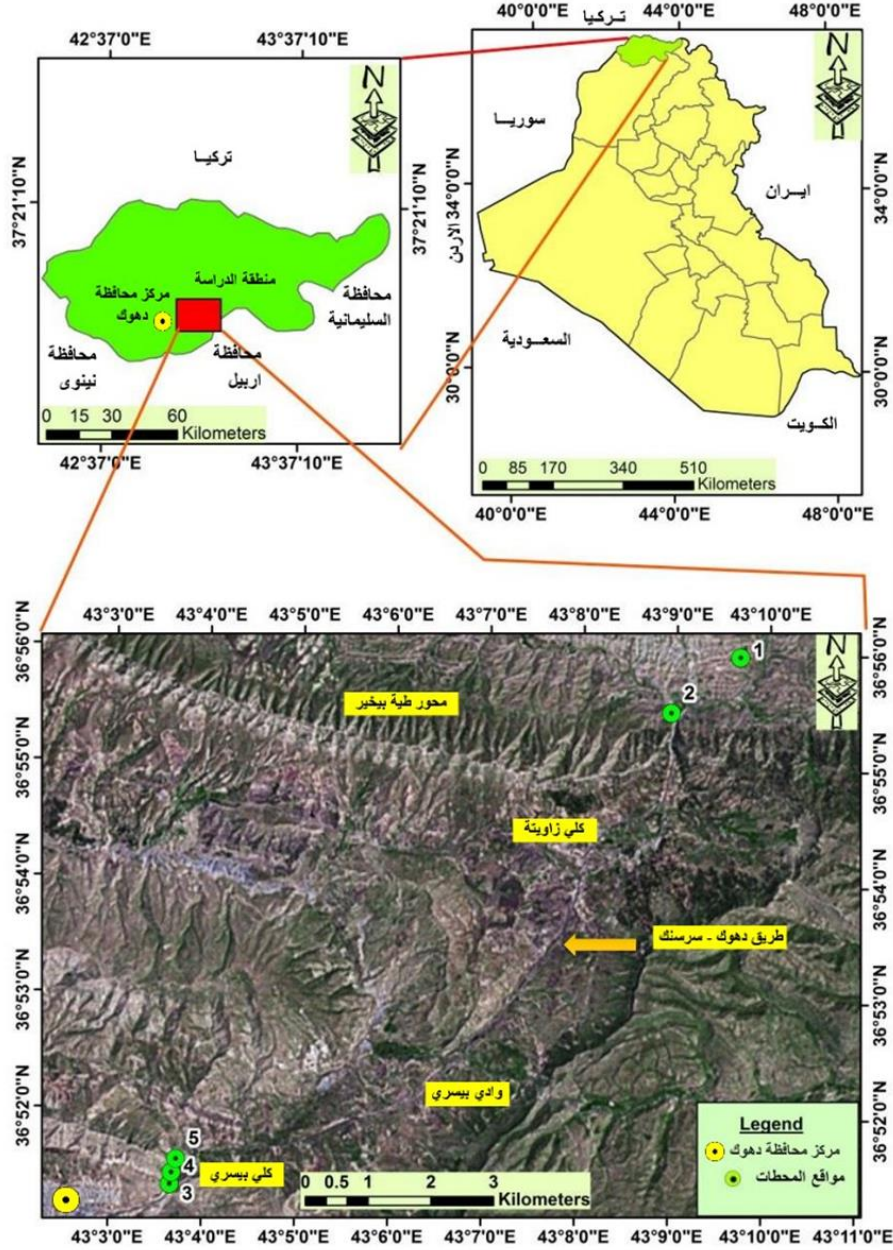
b. الأنهيار الأسفيني c. الأنهيار الأنتلابي d. الأنهيار الدوراني

تتكون المنحدرات الصخرية في مناطق الطي والمناطق التي تتواجد فيها فعاليات جيولوجية وعمليات قطع للطيات او الطبقات الصخرية لغرض شق الطرق وخاصة في المناطق الجبلية لأغراض هندسية مختلفة، حيث تتطلب عمليات القطع حفر وقلع للصخور مما يؤدي الى انكشاف الطبقات الصخرية المكونة للمنحدرات، تعد الأنهيارات من المخاطر التي تحدث بصورة طبيعية في العديد في المناطق حول العالم، بفعل عوامل عديدة ومن أهمها هو وجود الميل الأنتقاطات بمختلف أنواعها داخل الكتل الصخرية، و يمكن ان تحصل الأنهيارات بفعل النشاط البشري عند شق الطرق لمرور المركبات وسكك الحديد او أنشاء التصاميم اللازمة لحفر الأنفاق والمناجم والسدود وغيرها [4]، لذلك تكون معرضة الى مشاكل عدم الاستقرارية التي قد تنتج بفعل التغيير في ظروف الكتل الصخرية المكونة للمنحدر والعوامل الخارجية مثل الأنشطة الزلزالية ومياه المنحدرات [5]، ويمكن يعرف مصطلح استقرارية المنحدر بانها : المقاومة التي يظهرها السطح المائل المعرض للأنهيار بالانزلاق أو التساقط [6]، تحدث العديد من الأنهيارات على المنحدرات الصخرية و الأنواع الأكثر شيوعاً تتمثل

36°)، وتحديداً في الشمال الشرقي من مدينة دهوك مركز المحافظة، الشكل (2).

1. موقع منطقة الدراسة Location of study area

تقع منطقة الدراسة جغرافياً في شمال العراق ضمن الحدود الإدارية لمحافظة دهوك وتتحصر بالأحداثيات، خطي طول (43° 03' 40") و دائرتي عرض (36° 51' 10") (36° 00' 00")، و



الشكل (2) خارطة موقعية موضح عليها مواقع المحطات في منطقة الدراسة

[13]، أذ أن هذا التقسيم يقسم العراق إلى ثلاثة أجزاء رئيس كما في الشكل (3) :-

- 1- الرف غير المستقر Unstable shelf ويتضمن :-
 - نطاق الطيات العالية High Folded Zone
 - نطاق اقدام التلال Foot hill Zone
- 2- الرف المستقر Stable shelf ويتضمن :-
 - نطاق الرطوبة-الجزيرة Rutba-Jezira Zone

2. تكتونية و تركيبية منطقة الدراسة Teceonic & Structure of the Study Area

يقع العراق تكتونياً على الحافة بين وحدتين تكتونيتين أساسيتين عائدتين لعمر الفانيزويك (Eon Phanerozoic) هما الصفيحة العربية والصفحتين الإيرانية والتركية، حيث تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمال الشرقي من الصفيحة العربية ضمن نطاق الطيات العالية High Folded Zone حسب التقسيم الحديث لجاسم وكوف

حيث أن الطبقات الطينية تتعرض للتعرية و تكون قاع الوادي ، أما طبقات الحجر الرملي التي لها مقاومة أعلى فتكون بهيئة حواف وتكون جوانب الوادي ، هنالك نوعان من الوديان - النوع الأول تتمثل بوديان مضربية وهي وديان بموازاة محور الطيه والنوع الثاني عبارة عن وديان مستعرضة ممتدة باتجاه عمودي على محور الطية . المظاهر الجيومورفولوجية الأخرى التي توجد ضمن منطقة الدراسة هي أنماط التصريف حيث أن العوامل الجيولوجية و الصخرية وكذلك تركيبية منطقة الدراسة أثرت بشكل كبير على نمط شبكة التصريف السطحي في منطقة الدراسة، مما أدى الى ظهور نمط تصريف الوديان الرئيسية وبالإضافة إلى الأشكال الأرضية فإن منطقة الدراسة هي عبارة عن أرض رديئة نوعاً ما Bad Land . كذلك فإن المنحدرات الصخرية في منطقة الدراسة تعتبر من الظواهر الجيومورفولوجية التي كونها التباين في مقاومة الصخور وهي تكونت بشكل سائد على جانبي طيه ببيخير المحدبة.



اللوحة (1) توضح بعض المظاهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

4. طباقية منطقة الدراسة Stratigraphy of the Study Area

تغطي منطقة الدراسة (طية ببيخير) مجموعة من التكاوين التي تعود الى حقبة عصر الترشيري، حيث تتكشف هذه التكاوين في أجزاء مختلفة من الطية المتمثلة بالأجنحة و اللب ومنطقة الغطس، و يتألف التتابع الطباقية لمنطقة الدراسة من التكاوين وهي من الأقدم الى الأحدث وكما يلي :-

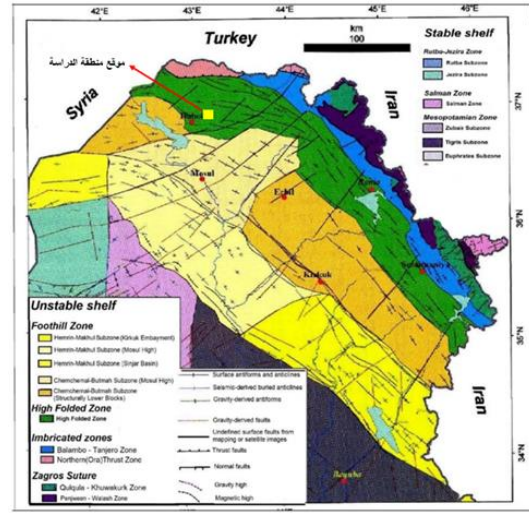
4-1 تكوين افانا (Middle Avana Formation Eocene)

لايظهر هذا التكوين في عموم منطقة الدراسة باستثناء منطقة كلي بيسري التي تقع في الجناح الجنوبي للطية ، حيث يظهر بشكل طبقات من الحجر الجيري المارلي مع قليل من التلاسنات المارلية والعدسات الجيرية ذات اللون الأصفر الى البني اللوحة(1) ، تتكون الطبقات بشكل صفائح رقيقة حاوية على تكسرات بصورة كبيرة ، و تتدرج تتابعاته مع تكوين بيلاسي الذي يحده من الاعلى بصورة توافقية حيث يتميز حد التماس بوجود طبقة من البريشيا،[14] .

نطاق السلطان Salman Zone

- نطاق ما بين الرافدين Mesopotamian Zone

3-نطاق درز زاكروس Zagros suture zones.



الشكل (3) خارطة العراق التكتونية موضعاً عليها موقع منطقة

الدراسة عن [13]

أما بالنسبة لتركيبية منطقة الدراسة فانها تكون واقعة ضمن جزء من طيه ببيخير التي تكون على شكل مثلث قاعدته في الغاطس الجنوبي الشرقي عند كلي بيسري وكلي زاويته ، وتمتد منطقة الدراسة باتجاه الشمال الغربي مارة بمدينة دهوك ومدينة زاخو حتى تنتهي عند منطقة الديرون حيث تغطي طية ببيخير عند الحدود العراقية التركية السورية ، وتعد من الطبقات المحدبة الكبيرة الغاطسة ذات أمتداد واسع ضمن نطاق الفولراند (نطاق الطيات العالية High Folded Zone)، واتجاهها هو اتجاه زاكروس (شمال غربي - جنوب شرقي) في منطقة دهوك واتجاه طوروس (شرق - غرب) في مدينة زاخو، توجد فواصل كثيرة تقطع الطبقات الصخرية للتكوينات المكتشفة في منطقة الدراسة التي تشمل (افانا بلاسبي و الفتحة وانجانة) المكوّنة للمنحدرات الموجودة في منطقة الدراسة، وفضلاً عن سطوح التطبيق فان هذه الفواصل تلعب أدواراً مهمة كسطوح انطلاق خلفية وسطوح انطلاق جانبية وأما سطوح التطبيق عملت كسطوح انطلاق قاعدية للكتل الصخرية المنهارة

3. جيومورفولوجية منطقة الدراسة Geomorphology of the Study Area

يقع ضمن منطقة الدراسة العديد من مظاهر الجيومورفولوجية، ومن أهم هذه المظاهر التي تم ملاحظتها هي الحواجز Ridges ، في منطقتي كلي بيسري وكلي زاويته، ومن المظاهر الأخرى هي التلال والوديان المضربية الممتدة باتجاه الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي، وهي بموازاة مضرب الطبقات الصخرية، ومن هذه الوديان هو وادي بيسري و تعد هذه الوديان هي نواتج التعرية التفاضلية للطبقات التي تكون الطية، حيث ان الطبقات تكون متفاوتة في المقاومة للتعرية والمتمثلة بطبقات الحجر الجيري و الحجر الرملي والطبقات الطينية،

أن حد التماس السفلي للتكوين يكون غير متوافق مع تكوين بيلاسبي بينما تتدرج تتابعاته باتجاه تكوين انجانه الذي يقع فوقه وبشكل توافقي، [14].



اللوحة (4) توضح تتابع الطباق لتكوين الفتحة في منطقة الدراسة، اتجاه التصوير (NW).

4-4 تكوين انجانة (Upper Injana Formation Miocene)

يتكون هذا التكوين من الحجر المارلي السلتى والحجر الطيني بلون أحمر او رمادي اللوحة (5)، لا يظهر هذا التكوين في الجزء الجنوبي الغربي في منطقة الدراسة وذلك لكونه مغطى برواسب التربة والرواسب التي تعرضت الى عمليات تعرية من المناطق المرتفعة، بالإضافة الى ان هذا التكوين واقع تحت مدينة دهوك، ومن الممكن ملاحظة طبقات التكوين في الجناح الشمالي للطفية بصورة واضحة وبهيئة مكاشف صخرية. يحد التكوين من الاسفل تكوين الفتحة بصورة توافقية، [14].



اللوحة (5) توضح تتابع الطباق لتكوين انجانة في منطقة الدراسة ، اتجاه التصوير (SW)

5. تقييم إستقرارية المنحدرات الصخرية في منطقة الدراسة
Assessment of the Rock Slope Stability in The Study Area
من المواضيع التي تضمنها هذا البحث هو دراسة وتحليل أستقرارية المنحدرات الصخرية بشكل مفصل لـ (5) محطات ضمن منطقة الدراسة ، أذ تضمنت هذه الدراسة اسوة بالعديد من الأبحاث العلمية ثلاث مراحل من البحث المرحلة الأولى تضمنت هذه المرحلة جمع



اللوحة (2) توضح تتابع الطباق لتكوين أفانا في منطقة الدراسة، اتجاه التصوير (NW)

2-4 تكوين بيلاسبي (Middle and Upper Eocen) Pilaspi Formation

ينقسم تكوين بيلاسبي الى جزئين ، الجزء العلوي:- يتكون هذا الجزء من حجر كلسي جيد التطبيق متجوي ابيض طباشيري ومتبلور مع حزم من الحجر المارلي بلون اخضر باهت أو طباشيري، اما الجزء السفلي:- فيتكون من حجر كلسي جيد التطبيق صلب ذو مظهر طباشيري مسامي او قيري اللوحة (2) ، حيث يظهر التكوين في منطقة الدراسة ممثلاً للأجزاء المرتفعة لجناحي الطفية ويظهر بشكل احرف بارزة ويعتبر من أصلب الترسبات التي تكون الطفية، حيث يحدد معالمها واطارها الخارجي، يحد التكوين من الاسفل تكوين أفانا بصورة توافقية بينما يظهر السطح العلوي لتتابعات هذا التكوين مع تتابعات تكوين الفتحة بصورة غير توافقية، [14].



اللوحة (3) توضح تتابع الطباق لتكوين بيلاسبي في منطقة الدراسة، اتجاه التصوير (SW)

3-4 تكوين الفتحة

Fat'ha Formatio (Middle Miocene)

يتميز تكوين الفتحة بشكل أساسي بسيادة سحنات المتبخرات، ويتكون من الانهيدرايت والجبس والأملاح متداخلة مع الحجر الجيري والحجر المارلي اللوحة (4)، تظهر طبقات التكوين بشكل محدود في الجناح الجنوبي للطفية، حيث من الممكن ملاحظة طبقات التكوين بصورة واضحة في منطقة كلي بيسري، كذلك يمكن ملاحظة طبقات التكوين بشكل واضح في منطقة الغطس للطفية في منطقة كلي زاوية. حيث

جدول (1) يمثل الرموز المستخدمة في تمثيل أنواع الانهيارات على مخطط الإسقاط الفراغي للمجسم عن [3]

نوع الانهيار	الرمز	
	الحاصل	المحتمل
الانزلاق المستوي plane sliding		
الانقلاب Toppling		
السقوط الصخري Rock fall		
الدرجة Rolling		
الانهيار الجانبي المنحرف Oblique lateral failure		
الزحف Creep		
أتجاه التصوير Photo direction		

جدول (2) يوضح أنواع والأقطاب والدوائر العظمى المستخدمة في تمثيل المعلومات الحقلية على مخطط الإسقاط الفراغي للمجسم عن [3]

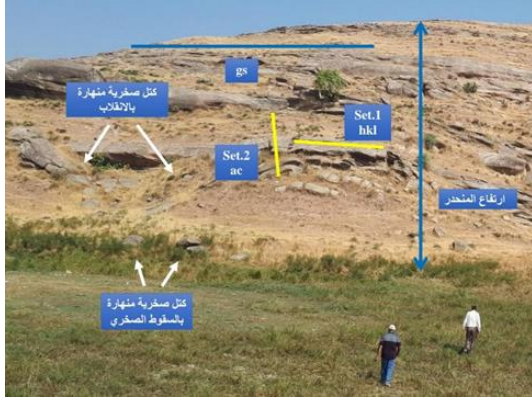
الوصف	التمثيل
Pole of bedding plane (SO) قطب سطح التلطي	+
Pole of joint Plane (Set) أقطاب التواصل	.
الدائرة العظمى للمنحدر العام Cyclographic trace of a general slope (gs)	gs
الدائرة العظمى للمنحدر الجانبي Cyclographic trace of side slope (ss)	ss
الدائرة العظمى للمنحدر العمودي أو المعق Cyclographic trace of Vertical slope (Vs) or overhanging slope (OH)	Vs or OH
الدائرة العظمى لمعدل ميل سطح التلطي Cyclographic trace of the mean orientation of bedding planes (so)	so
الدائرة العظمى للمستوي العمودي على سطح التلطي	
دائرة زاوية الاحتكاك الداخلي (Ø) ومساحة منطقة الانزلاق المحتمل Friction angel (Ø) circle with Area of potential Sliding	Ø

المعلومات اللازمة عن منطقة الدراسة بعد الاطلاع على عدد من التقارير والبحوث والدراسات السابقة التي تتعلق بمنطقة الدراسة والأستفادة منها وأيضاً جمع الصور والمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة لغرض الحصول على معلومات عن جيولوجية ذات العلاقة بالمنطقة. والمرحلة الثانية العمل الحقلية و بعد اختيار موقع الدراسة و تحديد مواقع المحطات لدراستها تم تحديد الموقع بواسطة (GPS) والخرطة و تثبيته عليها. اجراء وصف المنحدر من خلال قياس اتجاهه و زاوية انحداره وارتفاعه وطول الوجه باتجاه مضرية وتمييز أجزاءه. قياس اتجاه و زاوية ميل الطبقات. الوصف الهندسي للصخرية وفق التقرير المقترح من قبل الفرقة العاملة للمجموعة الهندسية التابعة للجمعية الجيولوجية في لندن. [1] [15] وصف الإنقطاعات من حيث أنواعها (Types)، اتجاه وزاوية ميله (Dip Direction Angle)، المسافات بينها (spacing) امتداداتها على سطح التطبيق (Persistence) وشكلها و مدى انفتاحها (Aperture) وصف الانهيارات الحاصلة والمحتملة وتصنيفها من خلال طبيعة الحركة ودراسة العوامل المتحكمة فيها. التقاط الصور الفوتوغرافية. جمع النماذج حسب التغيرات الصخرية لإجراء فحوصات مختبرية عليها. والمرحلة الثالثة الفحص المختبري. وتضمن إجراء فحص المقاومة الانضغاطية غير المحصورة للصخور. وفحص القص المباشر الغاية منة لإيجاد عناصر المقاومة القصية مقاومة التماسك (C) وزاوية الاحتكاك الداخلي (Ø) حيث ان هذه العناصر ذات أهمية في تقدير وتحليل استقرارية المنحدرات الصخرية [16]. المرحلة الرابعة العمل المكتبي فشمّل معالجة و تمثيل وتفسير المعلومات الحقلية والمختبرية لغرض تقييم إستقرارية المنحدرات الصخرية ومن ثم تمثيلها بوساطة الإسقاط الفراغي للمجسم (شبكة شميدت)، الجدول (1) والجدول (2)، لإسقاط زاوية المنحدرات ومستويات التطبيق (Bedding Planes) والإنقطاعات الأخرى (Discontinuities) وزاوية الاحتكاك الداخلي (Friction Angle) وتم تصنيف المنحدر من علاقته بالطبقات وفق تصنيف السعدي [3] وتصنيف الإنقطاعات (Discontinuities Atitude) إلى مجاميع وعلاقة ذلك بنوع واتجاه الانهيار.

المحطات

محطة رقم (1)

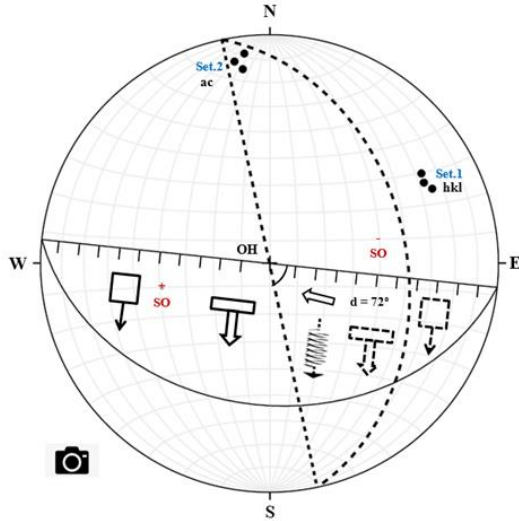
تقع هذه المحطة في الطرف الشمالي الشرقي لطية بيخير المحدية بالقرب من كلي زاوية ضمن تكوين انجانة، اللوحة (6)، (7). حدد موقع المحطة بجهاز (GPS)، بوحدات (UTM)، للتشريق ($X=336256$)، للتشميل ($Y=4089013$). تتكون هذه المحطة من منحدر ارتفاعه (20م) من قدمه، وعرضه بموازاة مضره حوالي (50م)، وضعيته ($OH=186/038$)، وهو من النوع المتعامد Orthogonal Slope، ($d=72^0$)، وضعية الطبقة في هذه المحطة ($078/040$)، الشكل (4). تتكشف في وجه المنحدر من طبقات ذات لون رصاصي تتخللها طبقات ذات لون احمر، وهي طبقات ذات تجوية عالية HW، وهي طبقات من الحجر الرملي تتخللها طبقات من الحجر الطيني، نسبة الحجر الرملي الى الطيني بحدود (50%)، تحتوي طبقة الحجر الرملي على تطبيق متقاطع. تقطع طبقات الحجر الرملي مجموعتين من الفواصل، المجموعة الأولى (Set.1) من نوع (hkl)، وضعيتها ($242/075$) ترددها 2 كسر لكل (3م)، المسافات بين الفواصل تتراوح ما بين (60-80)سم، لذلك هي ذات مسافات واسعة، امتداداتها تتراوح ما بين (40-50)سم، مملوءة بالترسبات التي تعلو المنحدر، المجموعة الثانية (Set.2) من نوع (ac) وضعيتها ($173/082$) ترددها 2 كسر لكل (1م)، المسافات بين الفواصل تتراوح ما بين (50-60)سم، لذلك هي ذات مسافات واسعة، امتدادتها تتراوح ما بين (30-40)سم. تكون هذا المنحدر نتيجة لعمليات التعرية التفاضلية لطبقات الحجر الطيني، مما أدى الى تكون وادي فيها، الانهيارات الحاصلة هي من نوع السقوط الصخري، حيث تمت ملاحظة بعض الكتل المنهارة و المتدرجة باتجاه اسفل المنحدر، وذلك لوجود منحدرات معلقة مختلفة وكذلك التماسك عبر الانقطاعات (صفر)، وأيضاً هنالك انهيار حاصل من نوع الانقلاب، نتيجة التعرية التفاضلية مما أدى الى جعل بعض طبقات الحجر الرملي معلقة بالإضافة الى قلة مقاومة طبقة الحجر الرملي بفعل التجوية، كل ذلك أدى خروج مركز ثقل الكتلة خارج قاعدة الأستناد مما أدى الى انقلابها عندما أصبح التماسك عبر الأنقطاعات (صفر)، فان المجموعة الأولى (Set.1) عملت كسطح انطلاق خلفي، وسطح التطبيق عمل كسطح قاعدي. هنالك انهيار من نوع السقوط الصخري محتمل ان يحصل للكتل في اعلى المنحدر، عندما يصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر)، وأيضاً هناك كتل على وشك الانقلاب، من المحتمل ان يحصل فيها انهيار، عندما تتوفر شروط الأنهيار وعندما يصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر)، مما قد يؤدي الى انقلابها و درجتها باتجاه اسفل المنحدر.



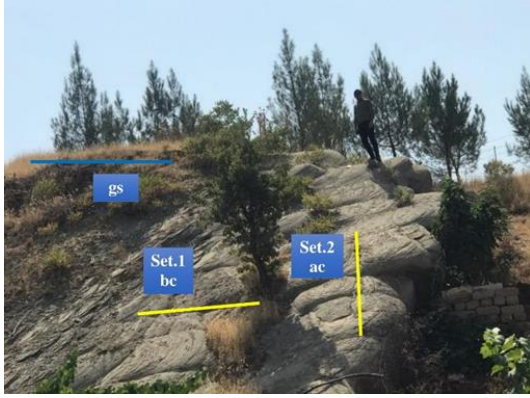
اللوحة (6) منظر امامي للمنحدر المحطة في رقم(1) توضح الانقطاعات في الكتل الصخرية والكتل الصخرية المنهارة بالانقلاب والسقوط الصخري، اتجاه التصوير (NE).



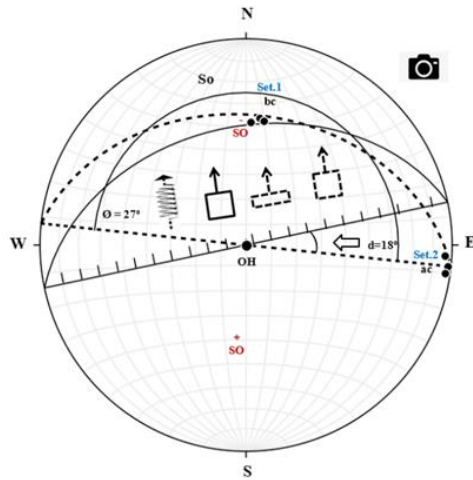
اللوحة (7) منظر جانبي للمنحدر في المحطة رقم (1) توضح الانقطاعات في الكتل الصخرية، والكتل الصخرية المنهارة بالانقلاب والسقوط الصخري، اتجاه التصوير (SW).



الشكل (4) يبين مخطط الاسقاط الفراغي الجسم الذي يوضح العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وانواع الأنهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (1) اتجاه التصوير (NE)



اللوحة (8) منظر امامي للمنحدر للمحطة في رقم (2) توضح الانقطاعات في الكتل الصخرية ، اتجاه التصوير (SW).



الشكل (5) يبين مخطط الاسقاط الفراغي للمجسم الذي يوضح العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وانواع الانهيارات الحاصلة للمحطة والمحتملة في المحطة رقم (2) ، اتجاه التصوير (SW)

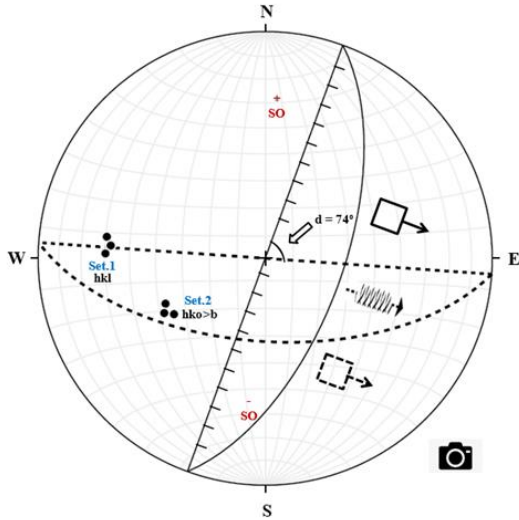
محطة رقم (3)

تقع هذه المحطة في الطرف الجنوب الغربي لطية بيخير المحدبة بالقرب من كلي بيسري ضمن تكوين الفتحة ، اللوحة (9) ، اللوحة (10). حدد موقع المحطة بجهاز (GPS)، بوحدات (UTM)، للتشريق (X=327148)، للتشميل (Y=4080629). تتكون هذه المحطة من منحدر ارتفاعه (6م) من قدمه، و عرضه بموازاة مضربه (20)م، وضعية هذا المنحدر (OH=110°/62°)، وهو من النوع المتعامد Orthogonal Slope، (d=74°)، يقع هذا المنحدر على التماس ما بين تكويني بلاسيبي و الفتحة ، وكانت وضعية الطبقة في هذه المحطة (60°/184°)، الشكل (6). تتكشف في وجه المنحدر طبقة ذات لون اصفر فاتح، سمكها بحدود (20)سم، لذلك فهي طبقات نحيفة جداً، وتجوئتها متوسطة MW، وهي طبقة من الحجر الجيري، والنتابعات من طبقات الحجر الجيري تغطيها طبقة من الحجر الطيني، مقاومتها الانضغاطية (σc=33.843Mpa)، لذلك تكون مقاومتها قوية بأعتدال. تقطع طبقة الحجر الجيري مجموعتين من الفواصل المجموعة الأولى (Set.1)، وهي فواصل من نوع (hkl)

محطة رقم (2)

تقع هذه المحطة في الطرف الشمالي الشرقي لطية بيخير المحدبة، بالقرب من طريق قرية كورة، ضمن تكوين انجانة ، اللوحة (8). حدد موقع المحطة بجهاز (GPS)، بوحدات (UTM)، للتشريق (X=335154)، للتشميل (Y=4088131)، تتالف المحطة من منحدر ارتفاعه (12)م من قدمه، وعرضه بموازاة مضربه (20)م، وضعيته (OH=348°/42°)، المنحدر من النوع الموازي Parallel Slope، (d=18°)، ومن النوع المتوافق Concordance، وضعية الطبقة في هذه المحطة (37°/006°)، الشكل (5). ينكشف على وجه المنحدر طبقات ذات لون رصاصي، وتجوئتها قليلة SW، وهي طبقات من الحجر الرملي، حيث توجد اقدم طبقة من حجر رملي في بداية تكوين انجانة والتي تمثل التماس بين انجانة والفتحة، سطح التطبيق بارز. طبقة الحجر الرملي تقطعها مجموعتين من الفواصل، المجموعة الأولى (Set.1)، وهي فواصل من نوع (bc) وضعيتها (186°/52°) ترددها 2 كسر لكل (1.5)م، مسافات البينية حوالي (3)سم، أي انها ذات مسافة متقاربة، امتدادتها تتراوح ما بين (40-50)سم، وتكون مملوءة بالترسبات الطينية، المجموعة الثانية (Set.2) وهي فواصل من نوع (ac) وضعيتها (276°/88°) ترددها 2 كسر لكل (2.5)م، مسافتها البينية تتراوح من (4-5)سم، أي انها ذات مسافة متقاربة، امتدادها تتراوح ما بين (40-50)سم، وهي أيضا تكون مملوءة بالترسبات الطينية. تكون المنحدر بفعل عمليات التعرية الشديدة التي تعرض لها وجه المنحدر لطبقات الحجر الطيني، نتيجة لذلك اصبحت الاجزاء العليا من المنحدر معلقة واستقراريتها في حالة حرجة، الانهيار الحاصل هو من نوع السقوط الصخري، حيث ان شروط الانهيار متوفرة، والتماسك عبر الانقطاعات (صفر).

توجد احتمالية لحصول انهيار للكتل الصخرية من نوع السقوط الصخري، لوجود أجزاء معلقة من المنحدر وعندما يصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر). هناك احتمالية لحدوث انهيار من نوع الانزلاق المستوي، حيث من خلال اجراء فحص القص المباشر فان قيمة التماسك (C=11.14 kpa) و زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة الطينية الموجودة اسفل طبقة الرمل اقل من ميل سطح التطبيق (27°=θ)، وعندما يصبح التماسك عبر الانقطاعات صفر، يحدث الانهيار من نوع الانزلاق المستوي وبالتالي تحدث درجة للكتل الصخرية على المنحدر القليل الميل، سواء كان الانهيار سقوط صخري أم أنزلاق مستوي.

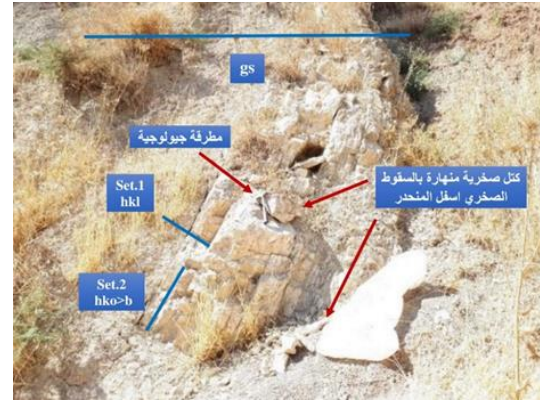


الشكل (6) يبين مخطط الاسقاط الفراغي المجسم الذي يوضح العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وانواع الأنهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (3) اتجاه التصوير (NW)

محطة رقم (4)

تقع هذه المحطة في الطرف الجنوبي الغربي لطية بيخير المحدبة، بالقرب من كلي بيسري، ضمن تكوين بلاسي، اللوحة (11). حدد موقع المحطة بجهاز (GPS)، بوحدات (UTM)، للتشريق (X=327177)، للشميل (Y=4080816). تتألف المحطة من منحدر عمودي ارتفاعه (9م)، وعرضه بموازاة مضره (40م)، وضعية هذا المنحدر (OH=090/082)، وهو من النوع المتعامد Orthogonal Slope، وكانت وضعية الطبقة في هذه المحطة (68/0178)، الشكل (7). تتكشف في وجه المنحدر طبقات ذات لون اصفر فاتح وهي عبارة عن طبقات سميكة كتلية وسمكها بحدود (90سم)، لذلك هي طبقات سميكة، وتجوئتها متوسطة MW، وهي طبقات من الحجر الجيري، مقاومتها الانضغاطية (σc=13.102Mpa)، لذلك تكون مقاومتها قوية بأعتدال. هنالك مجموعتين من الفواصل تقطع طبقة الحجر الجيري المجموعة الأولى (Set.1) وضيعتها (83/158) وهي فواصل من نوع (ac)، والمجموعة الثانية المجموعة الأولى (Set.2) وضيعتها (62/0) وهي فواصل من نوع (bc). تكون هذا المنحدر، نتيجة لعمليات القطع ل شق وتوسيع الطريق، حيث تم تقجير أجزاء المنحدر واصبح معلق، و في حالة من عدم الاستقرارية، الانهيار الحاصل هو من نوع السقوط الصخري حيث تم ملاحظة بعض الكتل اسفل المنحدر ابعادها، (40*20*17) سم³، (30*28*20) سم³، يتوقع انها سقطت من اعلى المنحدر عندما اصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر). يوجد منحدر وضيعته (0/180/70)، وهو جزء من المنحدر الأول و من نوع الموازي Parallel Slope، حيث (d=2°)، ومن النوع المتوافق Concordant، أن طبقة الحجر الجيري في هذا المنحدر تتخللها طبقة هشة من الحجر الجيري المارلي ومن خلال

وضيعتها (060/098) ترددها (3) كسر لكل (1)م، المجموعة الثانية (Set.2) وهي فواصل، من نوع (hko>b) وضيعتها (40/066) ترددها (2) كسر لكل (0.5)م. تكون المنحدر نتيجة لعمليات القطع لغرض شق الطريق، الأنهيار الحاصل وهو من نوع السقوط الصخري، حيث تم ملاحظة بعض الكتل الساقطة بجانب الطريق، ابعادها (15*18*30) سم³ (8*14*25) سم³، يتوقع انها سقطت من اعلى المنحدر باتجاه الطريق، عندما حصل الانهيار و اصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر)، مما ادى ذلك الى سقوطها وتدرجها باتجاه اسفل المنحدر، وكان للجاذبية تاثير مهم في حصول هذا الانهيار. هنالك انهيار محتمل من نوع السقوط الصخري من الممكن ان يحصل عندما يصيب التماسك عبر الانقطاعات (صفر)، وبالتالي يؤدي تحدث درجة للكتل باتجاه اسفل المنحدر، ولكون المسافة بين المنحدر و الطريق بحدود (8م)، فان حدوث أي نوع من الانهيار قد يشكل خطراً على المارة، او قد يؤدي الى غلق الطريق.



اللوحة رقم (9) منظر امامي للمنحدر في المحطة رقم (3) توضح الانقطاعات في الكتلة الصخرية أتجاه التصوير (NW).



اللوحة (10) منظر جانبي للمنحدر في المحطة رقم (3) توضح امتداد المنحدر أتجاه التصوير (NW).

محطة رقم (5)

تقع هذه المحطة ضمن في الطرف الجنوب الغربي لطية بيخير المحدبة، بالقرب من كلي بيسري، ضمن تكوين افانا، اللوحة (12). حدد موقع المحطة بجهاز (GPS)، بوحدات (UTM)، للتشريق (X=327251)، للتشميل (Y=4081034). تتالف المحطة من منحدر عمودي ارتفاعه (9م) من قدمه، وعرضه بموازاة مضره (30م)، وضعيته (150/0°90-OH)، وهو من النوع الجانبي المنحرف Oblique Lateral، ($d=34^0$)، وكانت وضعية الطبقة في هذه المحطة (184/°60)، الشكل (8). ينكشف وجه المنحدر طبقات ذات لون اصفر فاتح و هي طبقات كتلية، سمكها يتراوح (1-2م)، لذلك هي طبقات سمكية، وهي ذات تجوية قليلة SW، وهي طبقات من الحجر الجيري، تفصل طبقات الحجر الجيري طبقة من الحجر المارلي سمكها بحدود (20سم)، مقاومتها الانضغاطية ($\sigma_c=38.410\text{Mpa}$)، لذلك تكون مقاومتها قوية بأعتدال. هنالك مجموعتين من الفواصل تقطع طبقة الحجر الجيري المجموعة الأولى (Set.1) وضعيتها (038/°48) وهي فواصل من نوع ($hko>b$) ترددها (3) كسر لكل (1م)، المجموعة الثانية (Set.2) وضعيتها (078/°22)، وهي فواصل من نوع (hkl) ترددها 2 كسر لكل (1م). تكون هذا المنحدر نتيجة لعمليات شق وتوسيع الطريق، مما أدى الى بروز سطح التطبيق، وتحديد وضعية المنحدر، الانهيار الحاصل هو من نوع السقوط الصخري حيث تم ملاحظة بعض الكتل الساقطة اسفل المنحدر وبجانب الطريق، ابعاد هذه الكتل ($13*15*50$) سم³، ($12*24*35$) سم³، حصل الانهيار من نوع السقوط الصخري لهذه الكتل، عندما اصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر)، مما أدى الى نزولها بجانب الطريق. توجد احتمالية لحدوث انهيار نوعه انقلاب، عندما تتوفر شروط الانهيار وخاصة عند توسيع الطريق من المحتمل ان يحدث هذا الانهيار، حيث تعمل المجموعة الأولى (Set.1) كسطح قاعدي، بينما يعمل سطح التطبيق كسطح انطلاق جانبي. المسافة بين المنحدر والطريق تتراوح ما بين (2-4م) فان حدوث الانهيار بالانقلاب للكتل قد يؤدي الى غلق الطريق كلياً او جزئياً.

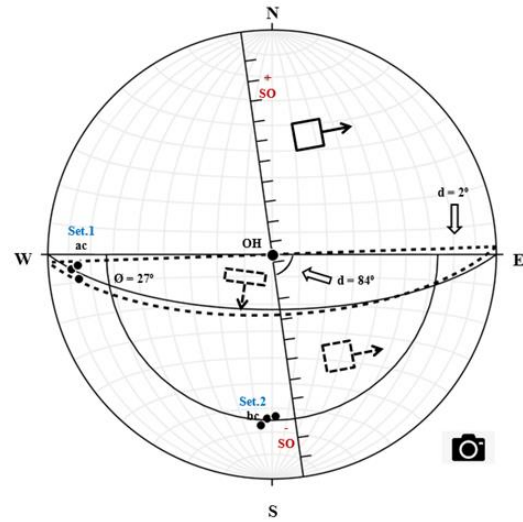


اللوحة (12) منظر امامي للمنحدر في المحطة رقم (5) توضح الانقطاعات في الكتل الصخرية، اتجاه التصوير (NW).

أجراء فحص القص المباشر فان قيمة التماسك ($C=15.23\text{kpa}$) زاوية الاحتكاك الداخلي لهذه الطبقة بشكل كامل بحدود ($\phi=27^0$)، وهي أقل من زاوية ميل الطبقة، والذي يعني أن شروط الانهيار من نوع الأنزلاق المستوي متوفرة، لذلك من المحتمل أن يحدث هذا النوع من الانهيار، عندما يصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر). هنالك كتلة صخرية في اعلى المنحدر من المتوقع انها منقولة، ولكون الطبقة المنكشفة في اعلى المنحدر متجوية، من الممكن ان يحصل انهيار من نوع السقوط الصخري، حيث أن الترسبات التي تتواجد عليها الكتلة الصخرية تعمل على انزلاقها وسقوطها باتجاه اسفل المنحدر، عندما يصبح التماسك عبر الانقطاعات (صفر) مع توافر شروط الانهيار، ولكون المسافة بين المنحدر والشارع في هذه المحطة بحدود (7م)، فانه في حالة حدوث الانهيار بالسقوط الصخري للكتلة الصخرية و سقوطها باتجاه الطريق، قد يشكل ذلك مخاطر عديدة.



اللوحة (11) منظر امامي للمنحدر في المحطة رقم (4) يوضح الانقطاعات في الكتلة الصخرية أتجاه التصوير (NW).



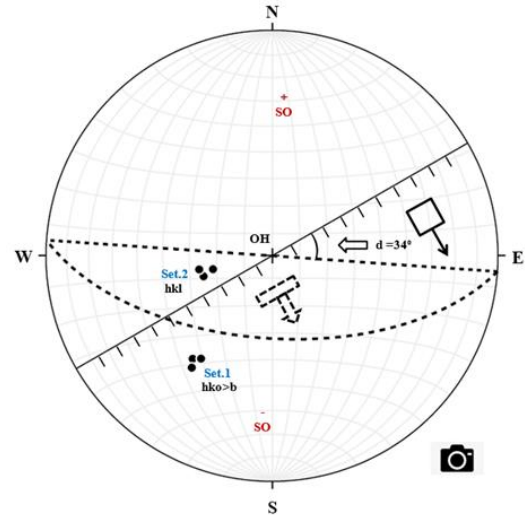
الشكل (7) يبين مخطط الاسقاط الفراغي الجسم الذي يوضح العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وانواع الانهيارات الحاصلة للمحطة رقم (4) اتجاه التصوير (NW)

الأنقطاعات ، قد لعبت دور أساسي في حدوث الانهيارات في المنطقة، أما الأنواع الأخرى شملت (bc)، (hko>b)، (hko>a) .
5- من خلال المسح الجيولوجي والهندسي للمنحدرات في منطقة الدراسة تبين ان أنواع الانهيارات بنسبة عالية كانت سقوط صخري (حاصل ومحتمل) في كل المحطات، ويليه الانقلاب (الحاصل والمحتمل) في المحطات (5,1)، ومن ثم الانزلاق (محتمل) في المحطات (4,2)، وهذه الأنواع من الانهيارات حصلت او من المحتمل ان تحصل فيها درجة في المحطات (3,2,1).

6- أن السبب الرئيسي لحدوث الانهيارات في منطقة الدراسة هو نتيجة لعميات قطع الطية والطبقات الصخرية بالإضافة الى العوامل التركيبية و الصخرية والانهيارات المحتملة

8- أثناء الدراسة الحقلية تم قياس المسافة بين المنحدر و الشارع ، حيث كانت المسافة بحدود (8م) في المحطة (3)، و (7م) في المحطة (4) وتتراوح ما بين (2-4م) في المحطة (5)، لذلك فإن حدوث أي نوع من الانهيار قد يؤدي الى غلق الطريق وتعطيل حركة السير جزئياً أو كلياً و قد يشكل مخاطر عديدة ينتج عنها خسائر بشرية و مادية، بالإضافة الى انه في حالة توسيع الطريق فإن هذه المنحدرات تعد عائقاً كبيراً. بينما لا يوجد أي خطر أو أي تأثير للمنحدر على الطريق في المحطة (1) والمحطة (2) حيث أن المسافة بين المنحدر والطريق بحدود (250م) للمحطة (1) و بحدود (100م) للمحطة (2).

7- تبين من خلال الدراسة الحقلية أن أغلب المنحدرات في محطات منطقة الدراسة هي منحدرات عمودية و معلقة، و ذلك بسبب التعرية التفاضلية و اجراء عمليات القطع أثناء شق و توسيع الطريق، حيث كان لها دور في تحديد وضعيات أغلب المنحدرات المطلية على الطريق، وتم استخدام المتغيرات أثناء عمليات القطع لبعض المنحدرات، مما أدى الى الأخلال بأستقرارية المنحدر، وأجزاء منه أصبحت في حالة حرجة.



الشكل (8) يبين مخطط الاسقاط الفراغي الجسم الذي يوضح العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وانواع الانهيارات الحاصلة للمحطة رقم (5) اتجاه التصوير (NW).

الاستنتاجات

- 1- ان منطقة الدراسة تتميز بكثرة الانهيارات الحاصلة والمحتملة، نتيجة قطع الطريق بصورة عمودية تقريباً على محور الطية
- 2- أن المنحدرات في منطقة الدراسة هي من النوع الموازي والجانبى المنحرف والمتعامد، ومن النوع المتوافق Concordant.
- 3- أظهرت نتائج فحص المقاومة الانضغاطية غير المحصورة التي تم اجرائها على صخور الحجر الجيري وحسب [19]، فإن الصخور في المحطات (5,4,3) تكون ذات مقاومة قوية بأعتدال، حيث أن صلابة الصخور تعتمد على المكونات التي تحتويها مثل نوعية المعادن وطبيعة التكرسات
- 4- أن أغلب الفواصل التي تم قياسها هي من نوع (ac) و (hkl) والتي صنفت بالاعتماد على العلاقة بين المحاور التكتونية (a,b,c) و

المصادر

International Journal of Rock Mechanics and Mining Science, Vol.46 (No.2), pp.315-325.

[6] Kliche, C. A. (1999). Rock Slope Stability: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Colorado, USA, p. 253.

[7] Tang, H., Yong, R., Ez Eldin, M. A. M., 2016. Stability analysis of stratified rock slopes with spatially variable strength parameters: the case of Qianjiangping landslide, Bull. Eng. Geol. Environ., DOI 10.1007/s10064-016-0876-4.

[8] Lee, C.Y., Wang, I.T., 2011. Analysis of Highway Slope Failure by an Application of the Stereographic Projection, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, 5 (3), 122-129.

[1] Anon, 1972: The preparation of Maps and Plans in Terms of Engineering Geology, Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 5, No.4, PP:293-382.

[2] Hawkins, A. B., 1986: Rock descriptions. Geological Society, Engineering Geology, Special Publication, No. 2, PP. 59-72

[3] AL-Saadi, S.N., 1981: A Method for Mapping Unstable Slopes with Reference to the Coastline of S.W. Dyfed, Wales, Unpub. PhD. Thesis, University of Bristol. 252P.

[4] العبيدي، لؤي داوود يوسف، 2005: دراسة جيولوجية . هندسية لاستقرارية المنحدرات الصخرية لتكوينات شيرانش . كولوش . جركس و بلاسيي المحيطة بمنطقة شقلاوة شمال شرق العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم . جامعة بغداد، قسم علوم الارض ص 127.

[5] Pantelidis I., 2009. Rock slope stability assessment through rock mass classification systems.

- [13] Jassim, S.Z. and Goff, J.C., 2006. Geology of Iraq. Dolin, Prague Museun, Berno.341pp.
- [14] البريفكاني، محمد جلال، المرسومي، عبد المطلب حسون، الأسدي، يوسف محمد، 2012: دراسة الطي في تكوينات عصري الكريتاسي والتيرشييري في طية بيخير المحدبة من خلال الخرائط الكنتورية، كلية العلوم، جامعة البصرة، المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض، المجلد 12، العدد 1، ص 73- ص 94.
- [15] Anon, 1977: The Description of Rock Masses for Engineering Purposes, Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 10, PP;355-388.
- [16] Gillott.J.E. 1987:Clay in Engineering geology. Elsevier Science Amsterdam nather lands, pp:468
- [9] Yoon, W.S., Jeong, U.J., Kim, J.H. 2002. Kinematic analysis for sliding failure of multi-faced rock slopes, Eng. Geol. 67, 51–61.
- [10] Hoek, E., Bray, J.W., 1981. Rock Slope Engineering (Revised Third Edition). Institute of Mining and Metallurgy, London, pp. 358.
- [11] Hocking, G., 1976. A method for distinguishing between single and double plane sliding of tetrahedral wedges. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr. 13, 225–226.
- [12] Wyllie, D.C. and Mah, C.W. (2005). Rock Slope Engineering: civil and mining (4th Edition): Spon Press, Taylor and Francis Group, London and New York, p. 431.

Study the Rock slope stability part of Bekhair Anticline on both side of the road linking between Duhok and Zawite / north of Iraq

Adel Qasim Kareem, Mohammed Rashid Abood, Ghazi Atiya Zarraq

Applied Geology Department, College of Science, Tikrit University, Sallah Al-Deen, Iraq

Abstract

The study aims to evaluate the rock slope stability part of Bekhair Anticline on both side of the road linking between (Dohuk - Zawite), by selecting (5) stations from different locations along the road that included all types of rock failures which is occurred or may be occurred in the study area. The engineering classification and description was done according to (1] and [2] of the bed rocks through a geological survey of the study area. This study showed that the types of slopes in the study area according to the relationship between the strike of the slope and the bed attitude according to [3] are of parallel, lateral, and perpendicular type. The ge-engineering survey shows different types of failures, part of it are happened like rock fall, toppling and rolling, while the possible failures were represented by the same previous types in addition to sliding failure, which can be occurred when the condition of failure are met. By studying the factors affecting the slope stability in the area, it was found that the main factor causing the occurrence of the failure above is the result of cutting the limb of the anticline for the purpose of road construction in addition to structural and litho factors.