مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 22 (3) 2017
ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)

دراسة استقرارية المنحدرات الصخرية للتكوينات المنكشفة في الطرف الشمالي الشرقي لطية بور المحدبة / شمال العراق

محمد راشد عبود ، أميرة اسماعيل حسين ، مروان أيوب مرهون
قسم علوم الارض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت، تكريت ، العراق

المخلص

تهدف الدراسة الى تقييم استقرارية المنحدرات الصخرية للتكوينات المنكشفة في الطرف الشمالي الشرقي لطية بور المحدبة (الفتحة، انجانة، المقدادية) وبواقع (5) محطات ممثله لكافة أنواع الانهيارات السائدة الحاصلة والمحتملة في منطقة الدراسة وفي كل محطة تم إجراء مسح شامل للمنحدرات الصخرية شمل تصنيفها ووصفها هندسيا على وفق [1] و [2], بينت الدراسة أن المنحدرات الصخرية في المحطات المدروسة هي من نوع الموازية، الجانبية المنحرفة، حسب علاقة مضرب المنحدر مع مضرب الطبقات حسب تصنيف [3]. وتكون هذه المنحدرات أما من النوع المتوافق أو من النوع غير المتوافق. وبينت الدراسة أنواعا مختلفة من الانهيارات منها انهيارات حاصلة في المنطقة هي الانقلاب والسقوط الصخري وهناك أنهيارات محتملة الحصول عند توفر الشروط اللازمة لحدوث الانهيار من أهمها الانزلاق المستوي, وبعد حصول كل نوع من الانهيارات أعلاه أما يحصل استقرارية للكتلة المنهارة أو أنها تنزلج أو تتدحرج على الأجزاء السفلى من المنحدر , ومن خلال العوامل المؤثرة في استقرارية المنحدرات الصخرية تبين أن السبب الرئيس لحدوث الانهيارات أعلاه هو التجوية التفاضلية حيث تكون الطبقات الطينية وطبقات المارل وطبقات الحصى اقل مقاومة للتجوية من طبقات الحجر الرملي والحجر الجيري وطبقات الجبس وهذا يؤدي إلى تكوين منحدرات معلقة بفعل الحت السفلي, بالإضافة إلى قطع الصخور لاستخدامها في الإغراض الصناعية والإنشائية, ودور الانقطاعات داخل الكتل الصخرية .

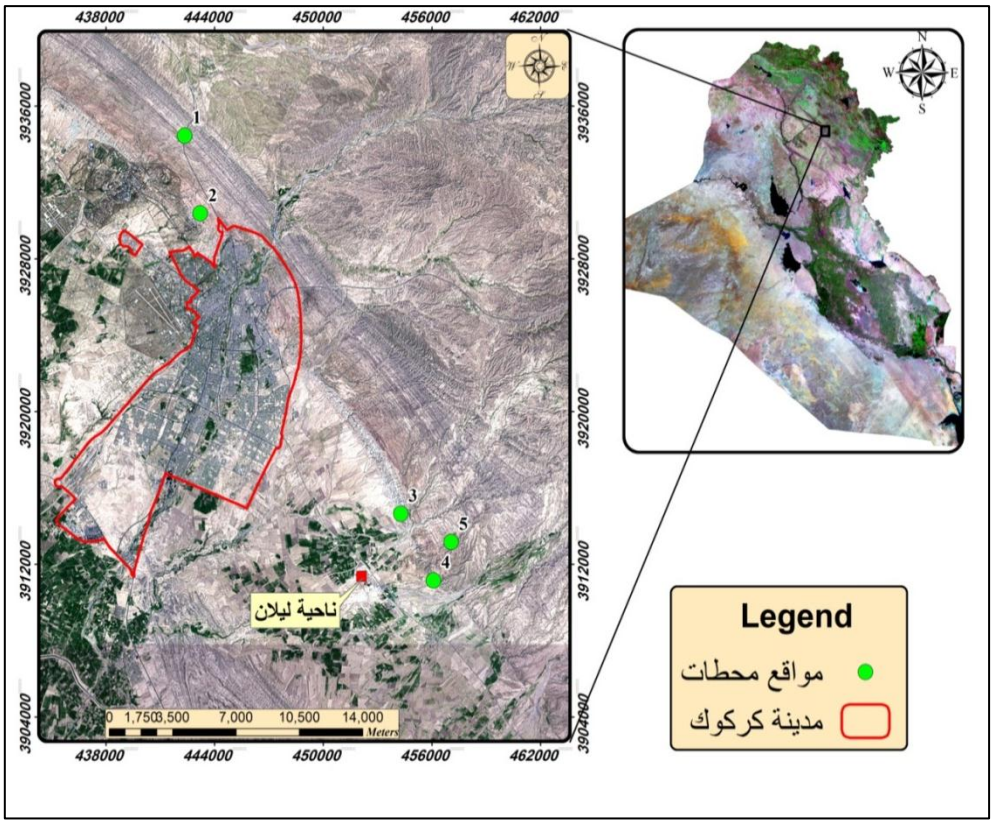
المقدمة

عدم استقرارية المنحدرات الصخرية تعّد من أهم المشاكل والمخاطر التي تواجه الجيولوجي في عمله المتمم لعمل المهندس المدني، حيث تظهر هذه المشاكل بكثرة على هيئة إنزلاقات أرضية Landslides في المنحدرات المحيطة التي تستند عليها الطرق وسكك الحديد والمنشآت العامة، وكذلك عند شق الطرق لمرور المركبات وسكك الحديد او عمل التصاميم اللازمة لحفر الأنفاق والمناجم والسدود وغيرها [4]. ويمكن تعريف(الانهيارات الأرضية) بأنها: حركة الكتلة الأرضية المتمثلة بـ (الصخرة, حطام مواد أرضية أخرى) باتجاه أسفل المنحدر متأثرة بعوامل عديدة ومن هنا يمكن تعريف انهيار المنحدر بأنه: عبارة عن حركة الكتلة الأرضية باتجاه أسفل المنحدر تحت تأثير وزنها ويحدث عندما يكون الإجهاد (stress) في الكتلة الصخرية أكبر من مقاومتها. وبذلك تعد المنحدرات هي أساس جميع المظاهر الأرضية [5] إذ إن أي شكل من الإشكال الأرضية محاط من جميع الاتجاهات بمجموعة من المنحدرات تكون مقترنة بأي فعالية من الفعاليات البشرية في استخدام الأراضي للأغراض المختلفة مثل (المباني السكنية, المقالع, المناجم, الطرق الخارجية, الزراعة, السدود, الخزانات المائية ...الخ) وفضلاً عن ذلك فإن المنحدرات تمثل مظهراً من المظاهر الجيوموفولوجية في الطبيعة.

عند البحث في هذا المجال فلقد واجه الباحثون أهم مشكلة وهي عدم استقرارية هذه المنحدرات أو الكتل التي تحملها بفعل الجاذبية الارضية [6] إنّ تأثير قوة جذ ب الأرض Gravity التي تعّد العامل الرئيس في حدوث الانهيارات على الكتل الصخرية أو التربة المكونة للمنحدر يؤدي الى انهيارها أحياناً، وكلما كانت مقاومة الكتلة الصخرية Rock mass strength المكونة للمنحدر مساوية أو اكبر من قوة جذب الأرض، فإن ذلك يعني أن القوى في حالة توازن Balance مما يجعل الكتلة متزنة ومستقرة Stable ولا تحدث حالة حركة فيها، ولكن عند اختلال التوازن فان ذلك سيؤدي الى عدم إستقرارية (Instability) الكتل الصخرية وانهيار المنحدر بشكل او بآخر من اشكال الأنهيار، والذي قد يؤدي الى غلق الطرق أو تحطيم المنشآت العامة والى تعريض حياة الأنسان الى الخطر [7].

1. موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في شمال العراق بالقرب من مدينة كركوك وتنحصر المنطقة بين خطي (3909500 . 3935000) شمالا وخطي (437800 . 462600) شرقا وعلى الطرف الشمالي الشرقي لطية بور المحدبة. كما في الشكل (1).



الشكل (1) خارطة العراق ومرئية فضائية لمنطقة الدراسة موضح عليها مواقع المحطات المدروسة

2. تكتونية و تركيبية منطقة الدراسة

يُعد العراق منطقة مهمة تكتونيا, بسبب موقعه على الحافة بين وحدتين تكتونيتين أساسيتين عائدتين لعمر الفانيروزويك (Phanerozoic)هما الطبق العربي والطبقين الإيراني والتركي. إذ يُعد العراق جزءاً من الطبق العربي (Arabian Plate) المتراكب تحت الطبقين الإيراني والتركي, وان هذا التراكب قد استمر في عصر الايوسين الأوسط حين اصطدم الجزء القاري من الطبق العربي مع الكتلة القارية للطبقين الإيراني والتركي, ونتج عنه تكون الجبال والتراكيب الجيولوجية المختلفة , وفي العراق امتدت التراكيب باتجاهين الأول (شمال غرب – جنوب شرق) وهو اتجاه سلسلة جبال زاكروس والثاني (شرق – غرب) باتجاه سلسلة جبال طوروس,[8].

قسَّم بودي وجاسم [9] العراق تكتونيا واعتماداً على مفاهيم الجيوسينكلاين إلى:

1- الرصيف المستقر (Stable platform)

2- الرصيف غير المستقر (Unstable platform)

وقد قُسم الرصيف غير المستقر بدوره إلى ثلاثة أنطقه وهي :-

أ- نطاق الطيات العالية (High folded zone).

ب- نطاق أقدام التلال (Foot hill zone). والذي تقع فيه منطقة الدراسة.

ج- نطاق وادي الرافدين (Mesopotamian zone).

تقع منطقة الدراسة تكتونياً في منطقة الرصيف غير المستقر ضمن نطاق اقدام التلال وتعود لنطاق جمجمال . بطمة.

أمَّا من الناحية التركيبية فيعرف تركيب جبل بور بأنه عبارة عن طيه محدبة غير متناظرة. و يبلغ معدل ميل المنحدرات في منطقة الدراسة ما بين (°15– °90), إن ألاشكال الأرضية علاوة على تركيبها تتوقف على طبيعة الصخور وعلاقتها بعضها البعض وعلى الأحوال المناخية مع ما تنتجه من التربة والنباتات التي تشترك في صب قالب التضاريس الأرضية وكذلك دور التعرية في المنطقة. وفضلاً عن ذلك توجد فواصل كثيرة تقطع الطبقات الصخرية لتكوين الفتحة وانجانة والمقدادية المكوِّنة للمنحدرات الموجودة في منطقة الدراسة.

3. طباقية منطقة الدراسة

3-1 تكوين الفتحة (Middle Miocene) Fatha Formation

يقع المقطع النموذجي لهذا التكوين في منطقة الفتحة (15) كم شمال قضاء بيجي (في المنطقة التي يقطع فيها نهر دجلة سلسة جبال مكحول – حمرين)، وتتكون تتابعات هذا التكوين من صخور الانهايدرايت والجبس مع الحجر الجيري والصلصال [10]. يمتد الحوض الترسيبي لتكوين الفتحة من منطقة بندر عباس جنوب غرب إيران وداخل العراق وحتى شرق سوريا لمسافة يبلغ طولها (1500كم) وبعرض (300كم) عن [11]. ينكشف هذا التكوين في منطقة الدراسة في الطرف الشمالي الشرقي من طية بور، حيث تنكشف طبقات من صخور الجبس وصخور المارل وصخور الحجر الجيري وبسمك متباين من مكان الى اخر في محطات منطقة الدراسة حيث يتراوح سمك طبقة الجبس بين (1.5- 2.5 م) وسمك طبقة المارل يتراوح

بين(0.4-2)م، وسمك طبقة الحجر الجيري تصل الى 2م. الانهيارات التي تحدث في هذا التكوين بسبب التجوية التفاضلية للصخور حيث طبقات المارل قليلة المقاومة للتجوية مقارنة بطبقات الجبس العالية المقاومة للتجوية.

2.3 تكوين انجانه (Late Miocene) InJana Formation

يقع المقطع النموذجي لهذا التكوين في منطقة أنجانه ضمن طيه حمرين بالقرب من طريق بغداد – كركوك [10] وتتميز طباقية التكوين بتغايرها إلا أن الوحدات الاساسية تتكون بشكل كبير من الحجر الطيني والحجر الغريني ذي اللون الاحمر او الرصاصي وكذلك طبقات من الحجر الرملي ذات احجام حبيبات تتراوح ما بين المتوسط الى الخشن [12]. وتتميز سمك التكوين بالتباين من مكان الى أخر وسبب ذلك إما لحدوث التعرية التفاضلية في المناطق المرتفعة أو أصلاً يعود الى اختلافات في المنشأ [13] و [14]. ينكشف هذا التكوين في منطقة الدراسة في الطرف الشمالي الشرقي لطية بور حيث تنكشف طبقات الحجر الرملي ذات اللون الرمادي وحجم الحبيبات متوسطة وطبقات الحجر الطيني ذات اللون الاحمر ويختلف سمك طبقات الصخور الرملية والطينية في منطقة الدراسة من محطة الى اخرى حيث يتراوح سمك الصخور الرملية بين (1-4)م، وسمك طبقات الطين تتراوح بين(2-4)م، وتكون طبقات الطين ذات مقاومة ضعيفة لعوامل التعرية مقارنة بالصخور الرملية التي ذات مقاومة عالية. وتوجد تراكيب رسوبية ضمن هذا التكوين حيث تم ملاحظة وجود الكرات الطينية. الانهيارات التي تحدث في هذا التكوين بسب التجوية التفاضلية للصخور حيث طبقات الطين قليلة المقاومة للتجوية مقارنة بالصخور الرملية العالية المقاومة للتجوية وهذا يؤدي الى ترك فراغ تحت الصخور الرملية وهذا بدوره يؤدي الى انهيار هذه الصخور.

3.3 تكوين المقدادية (Lower Pliocene) Mukdadiyah Formation

يتألف هذا التكوين من الحجر الرملي، الحجر الطيني والحصى مع كتل كبيرة من المدملكات وبيئة الترسيب هي بيئة نهرية والتي حصلت بسب عمليات التعرية في المناطق الجبلية. ويصل سمك التكوين الى حوالي(2000م) [10]. ينكشف هذا التكوين في منطقة الدراسة حيث تنكشف طبقات الحصى وبسمك (3-10م) و تنكشف طبقات الحجر الرملي بسماكات متباينة تصل الى 5م.

4.3 ترسبات العصر الرباعي Quaternary Deposits

هي رواسب ذات اصول متعددة تملأ الوديان المحصورة بين التلال [10] تتكون هذه الترسبات نتيجة تعرية الرسوبيات في التكوينات الاقدم وتحتوي هذه الترسبات على الحصى والرمل والغرين والطين وتكون هذه الترسبات مستوية او ذات ميل قليل [15] يتراوح سمك هذه الترسبات من بضعة سنتمترات الى عدة امتار حسب مواقع ترسبها والوضع الجيولوجي للمنطقة المجهزة لها.

4- جيومورفولوجية منطقة الدراسة Geomorphology of the Study Area

يوجد في المنطقة العديد من المظاهر الجيومورفولوجية، وأهم هذه المظاهر هي التلال والوديان المضربية التي تمتد باتجاه (شمال غرب – جنوب شرق)، وتكون موازية لمضرب الطبقات الصخرية، وتتكون هذه الوديان بسبب التجوية التفاضلية للطبقات المكونة للطية والمتفاوتة في المقاومة التي تتعرض لها الطبقات الصخرية والتي تشمل الطبقات من الحجر الكلسي والحجر الرملي والغريني والطبقات الطينية، حيث تتعرى الطبقات الطينية والغرينية مكونة قاع الوادي اما طبقات الحجر الرملي التي تكون ذات مقاومة اعلى فتكون بشكل حواف وتكون جوانب الوادي. يوجد نوعين من الأودية الأولى: وديان مضربيه وهي عبارة عن أودية تكون بموازاة محور ألطيه والثانية أودية مستعرضة و تمتد باتجاه عمودي على محور الطية المحدبة. ومن المظاهر الجوموفولوجية الموجودة في منطقة الدراسة أنماط التصريف وان نمط شبكة التصريف السطحي في منطقة الدراسة متأثر بالعوامل الجيولوجية والصخارية وتركيبية المنطقة، والعوامل الجيومورفولوجية التي تؤثر على التجوية والتعرية ووجود شبكة من الوديان الموازية لمحور الطية والوديان الممتدة باتجاه عمودي على محور الطية، أدى إلى ظهور نمط تصريف سطحي للمياه من نوع النمط الشجري وعلى شكل تفرعات ثانوية من الوديان الرئسية وبالإضافة إلى الأشكال الأرضية فإن منطقة الدراسة هي عبارة عن أرض رديئة نوعاً ما أي منطقة (Bad Land). كذلك توجد القمم الصخرية وهي من الظواهر الجوموفولوجية التي تكونت نتيجة تباين مقاومة الصخور للتجوية والتعرية حيث يتحكم فيها مضرب الطبقات وهي تكونت بشكل سائد على جانبي طيه بور المحدبة. ظاهرة الانهيارات الكتلية تُعتبر من الأشكال الظاهرة في منطقة الدراسة.

لوحة رقم (1) توضح بعض المظاهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

5- مراحل البحث Stages of Research

1.5 مرحلة جمع المعلومات Data Collection Stage

تضمنت هذه المرحلة جمع المعلومات اللازمة عن منطقة الدراسة من خلال الاطلاع على عدد من البحوث والتقارير المتعلقة بمنطقة الدراسة والاستفادة منها خلال مرحلة العمل الحقلي. وكذلك الخرائط الطوبوغرافية وبمقاييس مختلفة (1:25000) و (1:100000) وكذلك استخدام الصورة الفضائية للمنطقة وحولها والتي ساعدت في التعرف على المظاهر الجيولوجية.

2-5 مرحلة العمل الحقلي Field Work Stage

أجري العمل الحقلي على مراحل عديدة: الأولى تضمنت جولة استطلاعية للمنطقة للتعرف على جيولوجية وتركيبية و جيومورفولوجية المنطقة وتحديد مظاهر الانهيار، الثانية تضمنت مسح جيولوجي هندسي مفصل للانهيارات في المنطقة وتم العمل الحقلي خلال خمسة أيام، إذ تم اختيار مواقع محطات القياس وتسجيل المعلومات الحقلية عند كل محطة وكما يأتي:

1-تحديد موقع المحطة بالنسبة إلى الجناح الذي تقع فيه.

2- تحديد موقع المحطة بوساطة جهاز (GPS) وبوحدات (UTM) لكل من خطوط التشميل والتشريق والارتفاع عن مستوى سطح البحر.

3- قياس ارتفاع المنحدر وعرضه بوساطة شريط القياس.

4- تحديد الوضعية للمنحدر والطبقات والانقطاعات متمثلة (قيمة الميل / اتجاه الميل).

5- تحديد نوع المنحدر حسب العلاقة بين مضرب المنحدر ومضرب الطبقات وكذلك بروز مضرب الطبقات بالنسبة للشخص الواقف أمام المنحدر.

6- وصف الصخارية, حيث تم وصف الصخور هندسياً وفق ماورد في التقرير المقترح من الفرقة الجيولوجية العاملة للمجموعة الهندسية التابعة للجمعية الجيولوجية في لندن (Geological Society Of London) [1]و[16] وكذلك الوصف الصخاري المقترح من قبل[2].

7- إجراء مسح مفصل للانقطاعات (Discontinuities) ويشمل: أنواعها (Types) وضعيتها (Dip angles &Directions)، وترددها (Frequency)، والمسافات بين الإنقطاعات (Spacing)، وامتداداتها على سطوح التطبق (Persistence)، ومدى انفتاحها.

8 - دراسة نوع الانهيارات الحاصلة والمحتملة وفق طريقة [17] وطريقة [18].

9- جمع النماذج الصخرية في كل محطة اعتماداً على التغاير في الصخارية وذلك لغرض دراستها وإجراء الفحوصات المختبرية لها.

10- التقاط الصور الفوتوغرافية التوثيقية للمحطات المدروسة.

3.5 مرحلة العمل ألمختبري Office Work Stage

اشتمل العمل المختبري على أجراء الفحوصات الجيوتكنيكية للتربة والصخور وتشمل إجراء مايأتي:

1-3-5 بعض الفحوصات الجيوتكنيكية للصخور Geotechnical Some test of rock

فحص حمل النقطة (Point-load test): يُعد فحص حمل النقطة من الفحوصات كثيرة الاستعمال من الناحية العملية بسبب سهولة اختباره وبساطة تحضير النماذج فلقد استخدم [19] ثلاث خطوات لتحضير النموذج والمتمثله بطول النموذج (L) وعرضه (W) وارتفاع النموذج (D) ومن ثم يسلط الحمل ويضغط النموذج إلى أنْ يفشل و تُحسب المقاومة الانضغاطية غير المحصورة. الغاية من إجراء هذا الفحص هي لإيجاد المقاومة الانضغاطية غير المحصورة (σc). الجداول (1)و(2) أدناه تمثل نتائج هذا الفحص لكل المحطات المدروسة عدا المحطة رقم (1) ضمن تكوين المقدادية حيث تم اخذ النماذج لأجراء الفحص و وجد أنَّ الصخور ضعيفة جدا ولن نتمكن من أجراء الفحص حيث يمكن كسر النموذج باليد لذلك تم تقدير الصلابة حقلياً اعتماداً على جدول المقترح من قبل [1].

الجدول (1) يبين نتائج فحص حمل النقطة والمقاومة الانضغاطية لصخور الحجر الرملي.

Station No.	Diameter (mm)	Force(KN)	Diameter (m^2)	Force(MN)	IS (MN/ m^2)	IS (50)(Mpa)	σC= IS (50)*22.5 (Mpa)	Average(Mpa)	Term
2a	61	1.5	0.003721	0.0015	0.4	0.45	10.12	18.59	Strong Moderately
2b	65	3.824	0.004225	0.003824	0.9	1.08	24.3		
2c	60	2.9	0.0036	0.0029	0.8	0.95	21.37		
5a	59	1.5	0.003481	0.0015	0.43	0.47	10.57	11.83	Moderately Weak
5b	60	1.644	0.0036	0.001644	0.45	0.5	11.25		
5c	78	2.122	0.006084	0.002122	0.34	0.6	13.5		

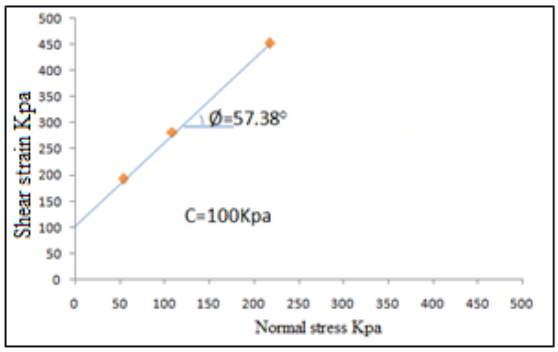
الجدول (2) يبين نتائج فحص حمل النقطة والمقاومة الانضغاطية لصخور الجبس

Station No.	Diameter (mm)	Force(KN)	Diameter (m^2)	Force(MN)	IS (MN/ m^2)	IS (50)(Mpa)	σC= IS (50)*22.5 (Mpa)	Average(Mpa)	Term
3a	60	5.096	0.0036	0.005096	1.41	1.6	36	35.62	Moderately strong
3b	73	6.374	0.00532	0.006374	1.19	1.65	37.12		
3c	80	6.502	0.0064	0.006502	1.01	1.5	33.75		
4a	60	5.463	0.0036	0.00546	1.567	1.75	39.37	38.54	Moderately strong
4b	58	5.00	0.00336	0.005	1.486	1.61	36.22		
4c	65	6.492	0.00422	0.00649	1.536	1.78	40.05		

5-3-2 بعض الفحوصات الجيوتكنيكية للتربة Some Geotechnical test of soil

فحص القص المباشر: يُعتبرهذا الفحص من الفحوصات الهندسية المهمة للتربة. ويشمل هذا الفحص قياس مقاومة القص التربة (Shear Strength of Soil) والغاية منه إيجاد عناصر المقاومة القصية (التماسك (C) وزاوية الاحتكاك الداخلي (Ø)) حيث إن هذه العناصر ذات أهمية في تقدير وتحليل استقرارية المنحدرات الصخرية [20]. ولإجراء هذا الفحص تم استخدام الطريقة القياسية الأمريكية لفحص المواد [21]. حيث أن النماذج التي أُجري عليها الفحص كانت نماذج مخلخلة (Disturbed) فلقد تم تحضير النماذج وذلك بأخذ وزن معين من نموذج المارل المتعري والمتحول الى تربة وإضافة الماء بنسبة (8-10%) من وزن النموذج وذلك لتسهيل عملية الانضغاط (Compaction).

تم أجراء ثلاثة فحوصات لكل نموذج تحت اوزان مختلفة والتي هي (2كيلوغرام) و(4كيلوغرام) و (8كيلو غرام) على التوالي، تم تسجيل المقاومة القصية (Shear Strength) عند انهيار النموذج لكل جهد عمودي والحصول على النتائج ومن ثم رسم العلاقة بين الاجهادات الاعتيادية الثلاثة σ. والمقاومة القصية T عند انهيار النموذج وتمثل هذه العلاقة خطاً مستقيماً ويمثل ميل الخط مع محور الإجهاد العمودي σ زاوية الاحتكاك الداخلي. وتمثل قيمة التماسك (c) نقطة تقاطع الخط المستقيم مع محور المقاومة القصية. كما في الشكل (2).



شكل (2) يمثل العلاقة بين الاجهاد الاعتيادي و مقاومة القص المستحصلة من فحص القص المباشر لنموذج المحطة 3).

5-4 مرحلة العمل المكتبي Laboratory Work Stage:-

تضمنت هذه المرحلة تمثيل المعلومات و القياسات الحقلية وتحليلها بواسطة شبكة شمت (Schmidt equalareanet) للإسقاط الفراغي المجسم (Stereographic Projection) لمستويات التطبق وسطح المنحدر (Slope Face) والانقطاعات الموجودة في كل محطة جدول(3)، لغرض تصنيف المنحدرات حسب العلاقة بين مضرب المنحدر ومضرب الطبقات وحسب تصنيف [3]، وكذلك تحديد نوع الانهيارات الحاصلة والمحتمل حدوثها في المستقبل وتمثيل كل نوع من هذه الانهيارات برمز معين على مخطط الاسقاط الفراغي جدول(4).

6. انواع الانهيارات الارضية Types of failure

يمكن تصنيف الانهيارات التي تحدث على المنحدرات الصخرية إعتماداً على نوع الحركة [17] الى عدة انواع وهي 1. الانزلاق 2. الانقلاب 3. السقوط الصخري 4. الدحرجة 5. الانزلاج 6. الجريان 7. الانهيار الجانبي المنحرف.

7. تقييم إستقرارية المنحدرات الصخرية في منطقة الدراسة

تم دراسة (5) محطات موزعة على التكوينات المنكشفة في المنطقة (الفتحة، انجانة، المقدادية) حيث تم تحديد موقع المحطة بالنسبة للطرف الذي تقع فيه وتحديد الموقع بواسطة جهاز Gps. وقياس وضعية المنحدر والطبقات والتي يتم من خلالها تحديد نوعية المنحدر اعتمادا على زاوية الانحراف بين مضرب المنحدر والطبقات إما من النوع الموازي عندما تكون قيمة الزاوية تتراوح بين (0°-20°)، الجانبي المنحرف عندما تكون القيمة تتراوح بين (21°-70°)، المتعامد عندما تكون القيمة تتراوح بين (71°-90°). كما ان المنحدرات قسم منها متوافقة وقسم منها غير متوافقة وهذا بدوره يحدد نوعية الانهيار حيث يحصل انهيار من نوع الانزلاق المستوي في المنحدرات المتوافقة اما المنحدرات غير المتوافقة فيحصل فيها انهياراً من نوع الانقلاب. كما تم تحديد الجانبية اعتمادا على بروز مضرب الطبقات على المنحدر بالنسبة للناظر إما يكون المنحدر ذو بروز يميني او يساري. كما تم وصف الصخور هندسيا وفق [16] و[1] تكون الفواصل في منطقة الدراسة واضحة في وجه المنحدر وتمتد على سطح التطبق وتم قياس اتجاه الميل وزاوية الميل لهذه الفواصل وتكرارها. تم التعبير عن ميل

ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)

الأنقطاعات Dip ووضعية الطبقات attitude of beds وانحدار المنحدرات Inclination برقمين الأيسر يمثل اتجاه الميل Dip direction والأيمن يمثل الزاوية Angle، وكما في المثال الآتي:(40° / 270)، إذ أن القيمة (40°) تمثل قيمة زاوية الميل للتطبق او المنحدر او مستوي الأنقطاع ، والقيمة (270)تمثل اتجاه انحدار المنحدر أو أتجاه ميل مستوى الأنقطاع.

جدول (3) يبين أنواع الدوائر العظمى والأقطاب المستخدمة لتمثيل المعلومات الحقلية على مخطط الإسقاط الفراغي المجسم عن [3]

الوصف	التمثيل
°	قطب سطح التطبق
•	قطب الفواصل
g.s.	الدائرة العظمى للمنحدر العام
d.s	الدائرة العظمى لمنحدر الميل
s.s.	الدائرة العظمى للمنحدر الجانبي
v.s. or OH	الدائرة العظمى للمنحدر العمودي أو المعلق
	الدائرة العظمى لمعدل ميل سطح التطبق
Ø A	دائرة زاوية الاحتكاك الداخلي ومنطقة الانزلاق المحتمل

جدول (4) يمثل الرموز المستخدمة في تمثيل انواع الانهيارات على مخطط الاسقاط الفراغي عن [3].

الرمز		نوع الانهيار
المحتمل	الحاصل	
		الانزلاق المستوي
		الانهيار الجانبي المنحرف
		الانقلاب
		السقوط الصخري
		الدحرجة
		الانزلاج
		اتجاه التصوير

محطة رقم (1)

تقع هذه المحطة في الجناح الشمالي الشرقي لطيه بور المحدبة، ضمن تكوين المقدادية. شكل (1)، اللوحة (2).

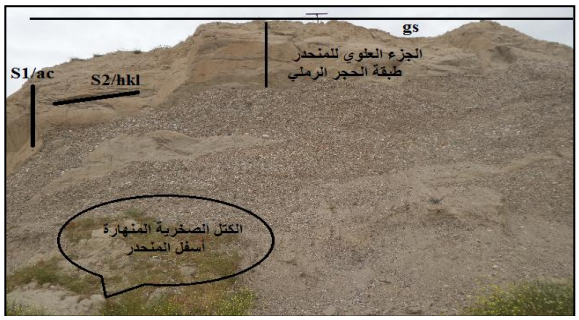
تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS), وبوحدات (UTM), حيث بلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر(445 م), وخطوط التشميل X=0442352, وخطوط التشريق y=3934458 .

تتألف هذه المحطة من منحدر ارتفاعه (9م) من قدمه, وطول وجه باتجاه مضربه (50م)، وضعيتهOH/220، وضعية الطبقات في هذه المحطة 50 /040 شكل(2). المنحدر من النوع الموازي ($d=0^o$), غير متوافق.

تتكشف في وجه المنحدر طبقات صخرية من الحجر الرملي التي يبلغ سمكها (2.5م), وتتصف الطبقات بلون رمادي، حجم الحبيبات متوسطة، ذات تجوية عالية، مقاومة ضعيفة (تقدير الصلابة حقلياً)، الطبقات الصخرية سميكة جدا، فواصل ذات مسافة واسعة. وتليها إلى الأسفل طبقة مدملكات ذات سمك (6.5م)، حبيبات خشنة، ذات طبقات سميكة جدا، وذات مقاومة ضعيفة.

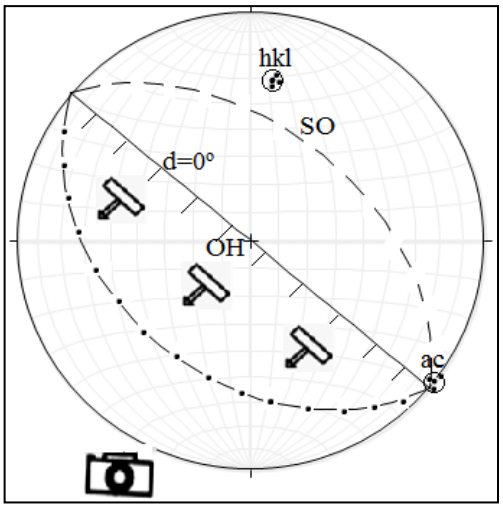
تقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق مجموعتان من الفواصل, الشكل (2) المجموعة الأولى من نوع (ac) مسافتها البينية تتراوح بين (1.5 −2م), وذات امتدادات تتراوح بين (4.5-5م) على سطح التطبق, وضعيتها 300/90. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع hkl, ومسافتها البينية (0.4م) وذات امتدادات (10-12م) على سطح التطبق, وضعيتها 60/ 188.

تكون المنحدر نتيجة عمليات القطع (شق طريق) مما أدى إلى بروز (ظهور) سطح التطبق، وبالتالي أدى الى خلق حالة غير المستقرة في وجه المنحدر. فعندما يتعرض وجه المنحدر إلى تعرية الطبقات الضعيفة للمدملكات والصخور الرملية، ادت إلى ترك فراغ تحت الطبقات الرملية واصبحت غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها، فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل سابقة الذكر تؤدي إلى حصول انهيار من نوع الانقلاب. كما في اللوحة (2)، ويتوقع حصول الانهيار من نفس النوع وللأسباب نفسها إذا عملت الفواصل من نوع ac كسطوح انطلاق جانبية, وكذلك عملت الفواصل من نوع hkl كسطوح انطلاق خلفية.



لوحة رقم (2) منظر إمامي لمنحدر المحطة رقم(1) يبين الانقطاعات في الكتل الصخرية والكتل الصخرية المنهارة، اتجاه التصوير (شمال شرق).

ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)



شكل(2) يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم و تظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة للمحطة رقم (1) اتجاه التصوير (شمال –شرق)

محطة رقم (2)

تقع هذه المحطة في الطرف الشمالي الشرقي لطيه بور المحدبة، ضمن تكوين انجانة. شكل (1)، اللوحة (3).

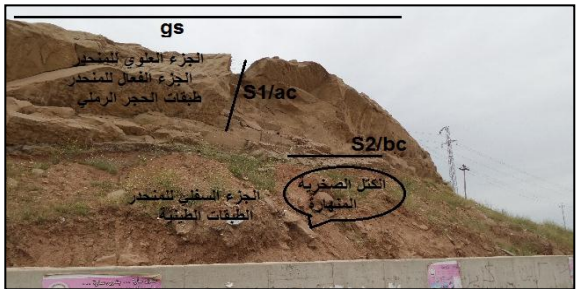
تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS), وبوحدات (UTM), حيث بلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (391م), وخطوط التشميل X=0443291, وخطوط التشريق y=3931789.

تتألف هذه المحطة من منحدر ارتفاعه (8م) من قدمه, وطول وجه باتجاه مضربه (25م), وضعيته OH 195/40, وضعية الطبقات في هذه المحطة 34 /042, المنحدر من النوع الجانبي المنحرف (d=27°) ذي بروز يميني غير متوافق. الشكل (3).

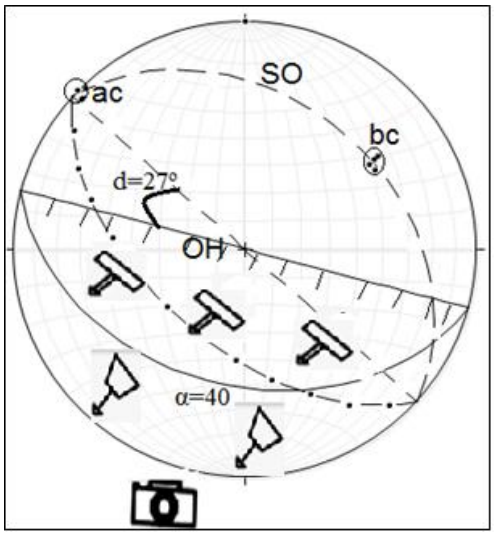
تتكشف في وجه المنحدر طبقات صخرية من الحجر الرملي. التي يبلغ سمكها (3م), ذات لون رمادي فاتح، حجم الحبيبات متوسطة، ذات تجوية قليلة، مقاومة متوسطة (تقدير الصلابة حقلياً), وذات طبقات صخرية سميكة جدا، فواصل ذات مسافة واسعة بأعتدال. تليها الى الاسفل الطبقات الطينية يبلغ سمكها(5م) ذات لو أحمر وحجم الحبيبات ناعمة ومقاومة قليلة تتأثر بصورة كبيرة بعمليات التجوية.

تقطع الطبقات الصخرية فضلاً عن سطوح التطبق مجموعتان من الفواصل, الشكل (3). المجموعة الأولى من نوع (ac), مسافتها البينية تتراوح بين (0.30– 0.40م), وذات امتدادات تصل إلى (3م) على سطح التطبق, وضعيتها 134/90. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع bc, ومسافتها البينية تتراوح بين (0.45– 0.60), وهي ذات امتدادات تصل إلى(4.5م) على سطح التطبق, وضعيتها 235 / 58.

التعرية الشديدة التي يتعرض لها وجه المنحدر للطبقات الطينية الضعيفة ادت إلى ترك فراغ تحت الطبقات الرملية فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل سابقة الذكر مما يؤدي حصول انهيار من نوع الانقلاب عند خروج مركز الثقل عن قاعدة الاستناد ويحصل ايضا انزلاج القطع الصخرية فوق الطبقات الطينية. كذلك عملت الفواصل من نوع ac كسطوح انطلاق جانبية, والفواصل من bc كسطوح انطلاق خلفية. كما في اللوحة (3).



لوحة (3) منظر امامي لمنحدر المحطة رقم (2) يبين الانقطاعات في الكتلة الصخرية، والمنحدر والكتل الصخرية المنهارة، أتجاه التصوير (شمال . شرق)



شكل (3) يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم و تظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة للمحطة رقم (2) اتجاه التصوير (شمال – شرق)

محطة رقم (3)

تقع هذه المحطة في الطرف الشمالي الشرقي لطية بور المحدبة, ضمن تكوين الفتحة, الشكل (1)، اللوحة (4) .

تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS), وبوحدات (UTM), حيث يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (400 م), وخطوط التشميل (x=0453117), وخطوط التشريق (y=3917240) .

ارتفاع المنحدر (13م) من قدمه, عرض المنحدر (40م) بموازاة مضربه, وضعيته OH-080/30, وضعية الطبقات في هذه المحطة 31/ 070 ,المنحدر من النوع الموازي (d=10°) وذو بروز يساري متوافق. الشكل (4).

تتكشف في وجه المنحدر طبقة صخور الجبس يتراوح سمك الطبقات بين (0.70-1م), تكون الصخور ذات لون أبيض، حجم البلورات ناعمة

ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)

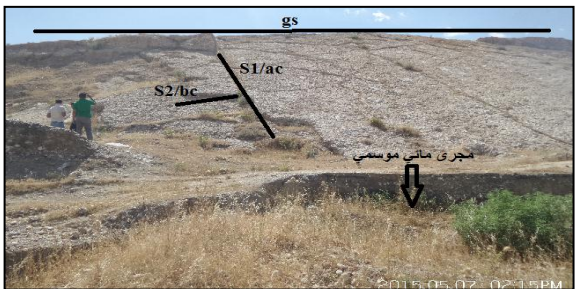
متلاصقة، التجوية قليلة، الطبقات الصخرية سميكة، الفواصل ذات مسافة واسعة جدا، وهي من ذي مقاومة عالية بأعتدال وهذه الطبقة تمثل الجزء الفعال للمنحدر.

تليه الى الاسفل طبقة من المارل بسمك (0.4م)، ذات لون اخضر، حجم الحبيبات ناعمة، الطبقات الصخرية متوسطة السمك ذات مقاومة ضعيفة والتجوية عالية.

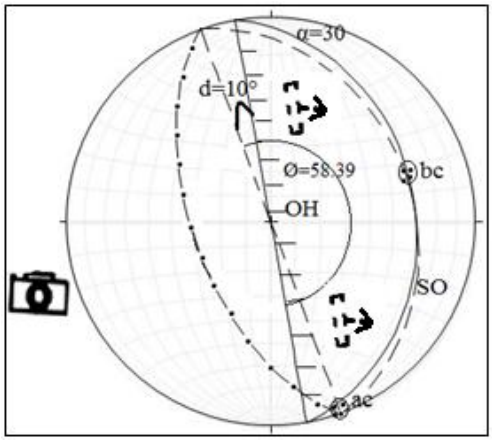
تقطع سطوح تطبق طبقات الصخور الجبسية مجموعتان من الفواصل, الشكل (4). المجموعة الأولى وهي عبارة عن فواصل من نوع (ac) مسافتها البينية (4م) وهي فواصل مفتوحة(0.08م) وذات امتدادات تصل إلى (12م) على سطح التطبق, وضعيتها 340/90 المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع(bc), مسافتها البينية تتراوح بين (2-2.5م), وهي فواصل مفتوحة، وذات امتدادات تصل إلى (15م) على سطح التطبق, وضعيتها 250/62.

صخور المارل الموجودة اسفل الصخور الجبسية لها زاوية احتكاك داخلي ($\emptyset$=58.39°) وتماسك (C=100Kpa) وبما إن الطبقات بارزة على سطح المنحدر وذات زاوية ميل (Θ=31°) اقل من زاوية ميل المنحدر (α= OH) ولكنها اقل من زاوية الاحتكاك الداخلي ($\emptyset$= 58.39°)للمارل, فان زاوية ميل الطبقة المذكورة تقع خارج المنطقة الحرجة للانزلاق المحتمل. الشكل(4).

من المتوقع حدوث الانزلاق المستوي لهذه الطبقة وباتجاه ميلها وخاصة عندما تقل زاوية الاحتكاك الداخلي بوجود الماء وعنما يصبح التماسك عبر الانقطاعات يساوي صفر. يوجد هناك قطع أسفل المنحدر بسب وجود مجرى مائي موسمي بأتجاه امتداد المنحدر هذا القطع ادى إلى بروز سطح التطبق في هذه الحالة يكون ميل المنحدر المقطوع اكبر من ميل سطح التطبق لذلك احتمال حصول الانهيار من نوع الانزلاق المستوي, عندما يكون التماسك يساوي صفراً عبر الانقطاعات وعندما يكون تماسك المارل مساوياً صفراً.



لوحة (4) منظر امامي لمنحدر المحطة رقم (3) يبين الانقطاعات في الكتلة الصخرية، والمنحدر أتجاه التصوير (شمال . شرق)



شكل (4) يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم و تظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات ونوع الانهيار المحتمل للمحطة رقم (3) اتجاه التصوير (شمال – شرق).

محطة رقم (4)

تقع هذه المحطة في الطرف الشمال الشرقي لطية بور المحدبة. ضمن تكوين الفتحة. الشكل (1) اللوحة (5).

تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS), وبوحدات (UTM) لكل من خطوط التشميل (X=0455535), وخطوط التشريق (Y=3912215) والارتفاع عن مستوى سطح البحر(392 م).

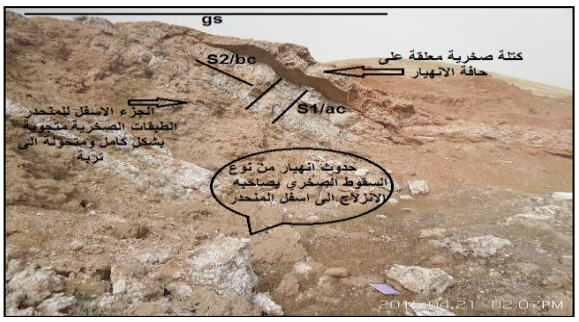
ارتفاع المنحدر في هذه المحطة (6م), وعرض المنحدر (15م) بموازاة مضربه, وضعيته المنحدر 190/OH, وضعية الطبقات في هذه المحطة 040/32, المنحدر من النوع الجانبي المنحرف (d=30°)، شكل(5)، ذو بروز يميني غير متوافق.

يتألف المنحدر في هذه المحطة من طبقة من صخور الجبس في الاعلى يبلغ سمكها (4.5م), تكون الصخور ذات لون أبيض، حجم البلورات ناعمة متلاصقة، التجوية متوسطة، الطبقات الصخرية سميكة، وهي ذي مقاومة عالية باعتدال. تليها الى الأسفل طبقة من المارل يبلغ سمكها (1.50م) حيث تكون هذه الطبقة متجوية بشكل كامل (CW) ومتحولة إلى تربة.

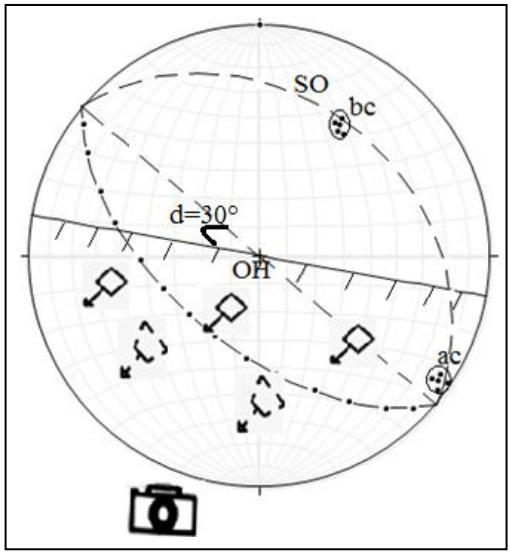
تقطع سطوح تطبق طبقات صخور الجبس مجموعتان من الفواصل, الشكل (5) المجموعة الأولى وهي عبارة عن فواصل من نوع (ac), مسافتها البينية (0.40م), وذات امتدادات تصل إلى (2.5م) على سطح التطبق, وضعيتها 305/84. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع (bc), مسافتها البينية تتراوح بين(0.50-0.70 م), وذات امتدادات تصل إلى(3م) على سطح التطبق, وضعيتها212/56

طبقة الصخور الجبسية أكثر مقاومة للتعرية من طبقة المارل التي لها مقاومة ضعيفة فضلاً عن ذلك فأن هذه الطبقة متجوية بشكل كامل (C.W) ومتحولة إلى تربة, وبالتالي تسهل ازالته بالتعرية مما ادى إلى جعل كتلٍ من الصخور الجبسية في الجزء العلوي للمنحدر معلقة فضلاً ضعف التماسك عبر الفواصل سابقة الذكر أدى إلى حصول

انهيار من نوع سقوط صخري. واحتمال حصول انهيار ثانوي من نوع الانزلاج. كما في اللوحة (5).



لوحة (5) منظر امامي لمنحدر المحطة رقم (4) يبين الانقطاعات في الكتلة الصخرية، والمنحدر الكتل الصخرية المنهارة، أتجاه التصوير (شمال . شرق)



شكل(5) يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم و تظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (4) اتجاه التصوير (شمال – شرق).

محطة رقم (5)

تقع هذه المحطة في الطرف الشمالي الشرقي لطيه بور المحدبة. ضمن تكوين انجانة. كما في الشكل (1)، اللوحة (6).

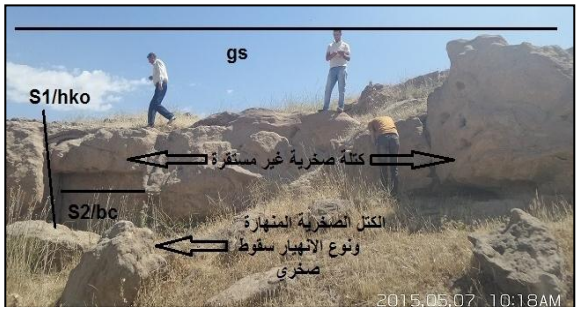
تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS) ,وبوحدات (UTM) ,حيث يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (455 م), وخطوط التشميل0461773 =x ,وخطوط التشريق3913422 =Y.

ارتفاع المنحدر في هذه المحطة (2.5م) من قدمه, وعرض المنحدر (30م) بموازاة مضربه, وضعيته 200/OH, وضعية الطبقات في هذه المحطة 060/13, المنحدر من النوع الجانبي المنحرف (d=40°) وذو بروز يميني غير متوافق، شكل(6).

تتكشف في وجه المنحدر طبقات من الحجر الرملي يبلغ سمكها حوالي (2م) , ذات لون رمادي فاتح ،حجم الحبيبات متوسطة، التجوية قليلة، الطبقات الصخرية سميكة, ذي مقاومة متوسطة، الفواصل ذات مسافة واسعة بأعتدال، وتليه إلى الأسفل طبقة من الصخور الطينية الناعمة، بسمك (0.50م) ذات لون قهوائي مائل إلى الأحمر، حبيبات ناعمة، عالية التجوية.

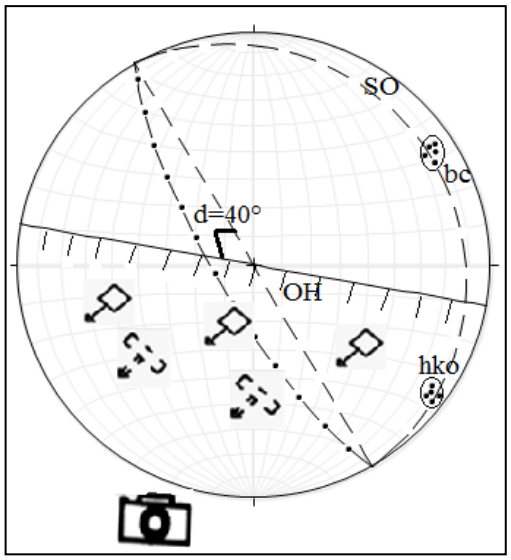
تقطع سطوح تطبق طبقات الحجر الرملي مجموعتان من الفواصل الشكل (6). المجموعة الأولى (hko) وهي عبارة عن فواصل تبلغ مسافتها البينية (0.50-0.70م), وذات امتدادات تصل إلى (3م) على سطح التطبق, وضعيتها 306/82 المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع (bc), مسافتها البينية تتراوح بين (0.50م), وذات امتدادات تصل إلى (2م) على سطح التطبق, وضعيتها 238/80.

التعرية الشديدة التي يتعرض لها وجه المنحدر وطبقات الحجرالطيني الموجودة اسفل الحجر الرملي تؤدي إلى جعل كتل من الصخور الرملية معلقة فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل سابقة الذكر مما أدى إلى حصول الانهيار من نوع السقوط الصخري. كما في اللوحة(5). فضلاً عن احتمال حصول انهيار من نوع انقلاب كتلي نتيجة الحت للطبقات الطينية السفلي وبذلك تصبح طبقات الحجر الرملي الموجودة فوق الطبقات الرملية غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها مما يؤدي إلى خروج مركز ثقل الكتلة عن المساند الطبيعية وبالتالي يؤدي إلى احتمال حصول انهيار من نوع انقلاب الكتلي. فضلاً عن ذلك تعمل الفواصل من نوع hko كسطوح انطلاق جانبية, وكذلك تعمل الفواصل من نوع bc كسطوح انطلاق خلفية .



لوحة (6) منظر امامي لمنحدر المحطة رقم (5) يبين الانقطاعات في الكتلة الصخرية، والمنحدر والكتل الصخرية المنهارة، أتجاه التصوير (شمال . شرق).

ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)



شكل(6) يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم و تظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (5) اتجاه التصوير (شمال – شرق).

الاستنتاجات

1- إن كثافة الانهيارات الحاصلة والمحتملة في منطقة الدراسة مختلفة باختلاف التكوينات الجيولوجية والعوامل الطبيعية, مما يجعل بعض المناطق أكثر خطرا من المناطق الأخرى.

2. إثناء الدراسة الميدانية للمحطات وجد إن هناك تغيراً واضحاً بالنسبة إلى ارتفاع المنحدر من(2م) إلى (13م) تقريباً حيث وجد إن المنحدرات العالية معلقة وتكون أكثر عرضة للانهيارات مما تشكل خطر أكثر من غيرها .

3- إن المنحدرات الموجودة في المنطقة هي الموازية والجانبية المنحرفة وتكون هذه المنحدرات متوافقة أو غير متوافقة .

4- إثناء الدراسة الحقلية وجد أن اغلب المنحدرات تتألف من جزئين الجزء الأعلى أكثر مقاومة وإما الجزء الأسفل يكون اقل مقاومة وعرضه للتجوية .

5- أكثر الانهيارات الأرضية تحدث خلال الجوانب شديدة الانحدار غير المتوافقة في المنحدرات المضربية, وكما تحدث هذه الانهيارات بدرجة اقل خلال الجوانب المتوافقة من هذه المنحدرات والتي تكون بدرجة انحدار اقل.

6- أن الأثر الأساسي في حدوث الانهيارات يعود إلى التجوية التفاضلية, بينما تعمل الانقطاعات على تحديد نوع الانهيار.

7. إن وجود المنحدرات المتوافقة وغير المتوافقة لها دور في تحديد نوع الانهيار ففي المنحدرات المتوافقة فأن سطح التطبق يعمل كسطح انزلاق في حالة كون ميله اقل من ميل المنحدر ومساوي أو اكبر من زاوية الاحتكاك الداخلي وتوفر شروط الانزلاق الأخرى كما في محطة رقم (3) وفي حالة المنحدرات غير المتوافقة فأن الانزلاق على سطح التطبق غير ممكن لان ميل الطبقات عكس ميل المنحدر ولكن الأنواع الشائعة من الانهيارات في هذا النوع من المنحدرات هي الانقلاب كما في المحطة (1،2) والسقوط الصخري كما في المحطة (4،5) لان المنحدرات هنا شديد الميل وانفصال الكتل أو انقلابها أكثر احتمالية بوجود طبقات صخرية ذات مقاومات متفاوتة للتعرية.

8- أن الكسور الموجودة في المنطقة التي تم تصنيفها اعتماداً على العلاقة بين الانقطاعات والمحاور التكتونية التي لها الدور الأساسي في حدوث الانهيارات هي (ac,bc) بالدرجة الأساس, وإما الفواصل الهندسية الأخرى تمثلت (hko,hkl).

المصادر

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، لـؤي داوود يوسف،** : دراسة جيولوجية ـ هندسية لاستقرارية المنحدرات الصخرية لتكوينات شيرانش . كولوش . جركس و بلاسبي المحيطة بمنطقة شقلاوة شمال شرق العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم . جامعة بغداد، قسم علوم الارض 126ص.

5. **Small,R. J., & Clarck, M.j.,1982:** Slope and Weathering, Cambridge University, Great Britain,112 P.

6. **Bromhead, E.N.,1992:** The Stability of Slopes, 2nd ed., Blackie Acadimic & Prof - essional, Great Britain,410P.

7. **علي، مقداد حسين وحجاب، باسم رشدي والجسار، سنان هاشم 1991:** الجيولوجية الهندسية، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل، جامعة بغداد. ص 576

8. **العزاوي، نبيل قادر، (2003):** التطور التكتوني لشكل طيات نطاق الفورلاند في العراق ومدلولاته التكتونية. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة الموصل، 576ص.

9. **Buday, T. & Jassim, s.z., 1987:** The Regional Geology of Iraq, Vol. 2, Tectonism Magmatism and Metamorphism, Edited by Kassab, I.I. and Abbas, M.J. Som. Baghdad, Iraq,352P.

10. **Jassim, Saad Z.& Goff, Jeremy C.,2006:** Geology of Iraq, Czech Republic ISBN80-7028-287-8.P25-57.

11. **Stocklin, J.,1968**: Structural History &Tectonics of Iran: A Review. A A P G Bulletin, 52, p.1229-1258.

12.**البياتي, حيدر فاضل اكبر محمد، 2011:** صلاحية أطيان انجانه لصناعة الطابوق الطيني في منطقة خانوكة / محافظة صلاح الدين, رسالة ماجستير, كلية العلوم – جامعة تكريت, 105ص .

13. Al-Naqib, K.M., 1959: Geology of the Southern area of Kirkuk Liwa, Iraq ". IPC. Technical pub. London, internal report.

14. Bellen, R. C. Van, Dunnigton, H. V. Wetze, R. and Morton, D., 1959: Lexique stratigraphique Internal Asia. Iraq. Inter. Geol. Conger. Comm. Stratiger., 3, Fasc. 10a, 333p.

15.**الجنابي، جمال محمد علي بطاح، 2010**: : دراسة أستقرارية المنحدرات الصخرية وبعض الخواص الجيوتكنيكية للتكوينات المنكشفة في طية حمرين/ شمال شرق العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم– جامعة تكريت، 147ص.

16. Anon, 1977: The Description of Rock Masses for Engineering Purposes, Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 10, PP;355-388.

17. Hoek, E. & Bray, J.W., 1981: Rock Slope Engineering, 3rd. ed., Institution of Mining and Metallurgy, London, 358P.

18. Evans, R.S. 1981: An Analysis of Secondary Toppling Rock Failures-the Stress redistribution Method, Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol.14, PP:77-86.

19. Zeng,Z.2002: Imaging hydraulic Fractures using microseismicity. PhD dissertation, univ Oklahoma.

20. Gillott, J.E.,1987: Clay in Engineering geology. Elsevier Science, Amsterdam, natherlands, 468P.

21. ASTM, D 3080-03., 2004: Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

Study of rock slope stability for formation outcrops in limb north eastern poor anticline North Iraq

Mohammad. R. Abood , Amera. I. Hussein , Marwan. A. Marhon
Dept of Applied Geology, College of Science, University of Tikrit, Tikrit , Iraq

Abstract

This Study aims at rock Slopes Stability for formation in limb north-eastern poor anticline (Fatha, Injana and Mukdadyah). In (5) Stations, representing all types of failures (taken place and possible). General Survey for rock Slopes included Classification and engineering description according to [1][2]. The slopes in the area are Classified based on the direction of the Strike Slopes and Strike of beds into Parallel and Oblique Lateral Slopes according to [3] Classification and the Slope Types are Concordant Slope and discordant Slope.

The main modes of Failures involved rock Fall and Toppling. The Plane Sliding possible with existence conditions must occurrence of Failure. In addition to rolling and Slumping Which Some times Follows the above mentioned Modes of Failures. The main reasons for Failures occurring are differential Weathering Which Cause to over hanging Slopes by under Cutting in addition to the discontinuities in rocks Masses.