دراسة استقراريه المنحدرات الصخرية للتكوينات المنكشفة في طيه حمرين الشمالية / شمال شرق تكريت

محمد راشد عبود و أميرة إسماعيل حسين* و جمال محمد علي
قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق.

الخلاصة:

تهدف الدراسة الحالية إلى التقييم الجيولوجي الهندسي لتكوين الفتحة وانجانة في طيه حمرين الشمالية من خلال إجراء مسح جيولوجي تضمن إعداد خارطة جيولوجية هندسية بمقياس(1: 90000) لمنطقة الدراسة ، و دراسة استقراريه المنحدرات الصخرية وبواقع (6)محطة 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], [2]، بينت الدراسة أن المنحدرات الصخرية في المحطات المدروسة هي من نوع الموازية ،الجانبية المنحرفة ،والمتعامدة حسب علاقة مضرب المنحدر مع الطبقات واعتماداً على تصنيف [3] .وتكون هذه المنحدرات أما من النوع المتوافق أو من النوع غير المتوافق، كما أظهرت الخارطة الجيولوجية الهندسية المرسومة اعتماداً على قيم المقاومة الانضغاطية غير المحصورة المشتقة من فحص حمل النقطة (المقاومة الانضغاطية أحادية المحور) ،أن صخور المنطقة تنقسم إلى مجموعتين جيولوجيتين هندسيتين: الأولى: ذات مقاومة عالية باعتدال، والثانية: ذات مقاومة ضعيفة –ضعيفة جداً .ومن خلال العوامل المؤثرة في استقراريه المنحدرات الصخرية تبين أن السبب الرئيس لحدوث الانهيارات هو التجوية والتعرية التفاضلية حيث أنها تؤدي إلى تكوين منحدرات معلقة بفعل الحت السفلي وكذلك عملية قطع الصخور لاستخدامها في الإغراض المختلفة ، ودور الانقطاعات داخل الكتل الصخرية .

كلمات دالة: .استقراريه المنحدرات – تكوينات أنجانة والفتحة – طيه حمرين الشمالية –عين نخيلة

Study of rock slope stability of formation outcrops in Hamrin Anticline /NE Tikrit.

Mohammed R. Abood, Amera I. Hussain*, Jamal M. Ali
Department of geological, College of science, University of Tikrit, Salah Aldeen, Iraq

Abstract

This Study aims to engineering geological evaluation of Fatha and Injana Formations in northern Hamrin anticline throughout geological and engineering geological Survey including Preparing engineering geological map (Scale1:90000) and Studying rock Slopes Stability in (6) 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, Oblique Lateral and orthogonal Slopes according to [3].Classification and the Slope Types are Concordant Slope and discordant Slope . The rocks in the area

*Email: amera_hussain@yahoo.co.uk

consists of two engineering geological units on basis of unconfined Compressive Strength(which derived from point load test),these units are: 1-Moderately Strong Compressive Strength and 2-Weak-Very Weak Compressive Strength.The main reasons for failures occurring are differential Weathering Which Cause to over hanging Slopes by under Cutting ,using rocks in various purposes and the role of the discontinuities which exist in the rocks..

Keywords: Slope stability, Injana and Fatha Formation, Northern Hamrin Anticline, Eain Nkhala.

المقدمة Introduction

إن موضوع تقييم استقراريه المنحدرات من المواضيع المهمة في الجيولوجيا الهندسية، إذ تحصل الانهيارات الأرضية في بلدان عديدة حول العالم ،فتحصل في مناطق الجبال العالية، وفي المناطق الساحلية وتؤثر في الوحدات الجيولوجية البحرية ،كما أنها تحصل في المناطق الجافة جداً وفي المناطق ذات النشاط الزلزالي والبركاني والمناطق غير النشطة تكتونياً ، وقد تحصل الانهيارات بسبب النشاط البشري مثل بناء السكك الحديد والطرق والتعدين والتمدد العمراني في المناطق الجبلية .

أعطيت تعريفاً أكثراً شمولاً عن (الانهيارات الأرضية) :-وهي 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 تكون بعض المنحدرات مقترنة بأي فعالية من الفعاليات البشرية في استخدام الأراضي للأغراض المختلفة مثل(المباني السكنية ،و المقالع، والمناجم ،الطرق الخارجية ،الزراعة ،السدود، الخزانات المائية ...الخ) وفضلاً عن ذلك فإن المنحدرات تمثل مظهراً من المظاهر الجيوموفولوجية في الطبيعة .وعند البحث في هذا المجال فلقد واجه الباحثون أهم مشكلة وهي عدم استقراريه هذه المنحدرات أو الكتل التي تحملها بفعل الجاذبية .[5] ،وانسجاماً مع النشاط العلمي الذي تشهده المنطقة بشكل عام ودراسات استقراريه المنحدرات بشكل خاص وفي هذا الوقت جاءت هذه الدراسة لتسهم في توفير معلومات عن المخاطر التي تسببها المنحدرات. حيث تم اختيار هذه المنطقة لأهميتها الاقتصادية لما تدخر بها من ثروة نفطية مما تأهل المنطقة مستقبلاً بإنشاء عدد من المشاريع الهندسية .

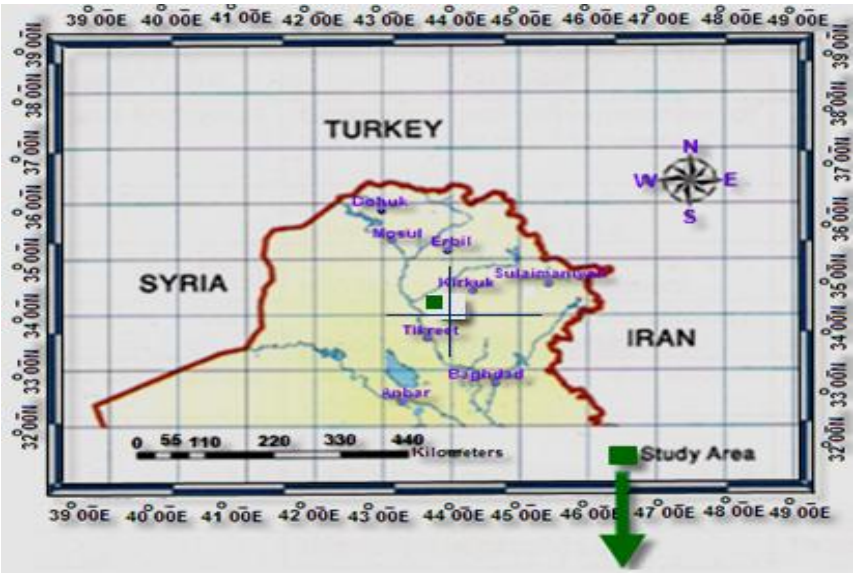
1- موقع منطقة الدراسة Location of the Study area

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق العراق وتبعد حوالي (40 كم)إلى الشمال الشرقي من مدينة تكريت . وعلى طول الطريق الذي يربط بين تكريت-كركوك ، وتنحصر المنطقة بين خطي طول ($43^{o}56'24.9''$)و ($43^{o}59'27.4''$) شمالاً ودائرتي عرض ($34^{o}48'26.26''$) و ($34^{o}56'19.5''$)شرقاً وعلى جانبي طيه حمرين الشمالية وتبلغ مساحة المنطقة حوالي ($95.76Km^2$) .

2-جيولوجية منطقة الدراسة: " Geology of the Study Area"

2-1-الوضع التكتوني و التركيبي: " Tectonic Setting & Structure"

تقع منطقة الدراسة تكتونياً في منطقة الرصيف غير المستقر ضمن نطاق الطيات الواطئة foothill zoneوالتي تعتبر الحد الفاصل بين نطاق الطيات الواطئة ونطاق الغير ملتوي اعتماداً على تقسيمات بودي وجاسم لتكتونية العراق و تعود إلى نطاق حمرين -مكحول [6] والمتكونة بسبب الحركات الالبية حيث كانت هذه المناطق فعالة خلال الباليوسين وأما المناطق في الجنوب الغربي فكانت فعالة خلال العصر الثلاثي عن [7].ومن الناحية التركيبية فيعرف تركيب جبل حمرين بأنه عبارة عن طيه محدبة غير متناظرة . إذ يميل طرفها الشمالي الشرقي بزاوية ميل أقل من زاوية ميل طرفها الجنوب الغربي . وممتدة باتجاه شمال غرب – جنوب شرق بطول 70كم ومعدل العرض 4كم ويختلف عرض الطيه من مكان إلى أخر ويبلغ حوالي 6.5 كم في منطقة الدراسة . وقد يصل أعلى ارتفاع للتركيب في الجزء الشمالي الشرقي ويبلغ حولي (300م) فوق مستوى سطح البحر . واقل ارتفاع في الجزء الجنوب الغربي ويبلغ حوالي (190م) فوق مستوى سطح البحر . أشكال الأرض 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 دورة التعرية والنحت التي أدركتها المنطقة .و يبين [7] من خلال المسح الزلزالي للتراكيب تحت السطحية (المدفونة) إن هنالك اختلاط كبير بين التراكيب الجيولوجية على طول الطية المحدبة وذلك نتيجة حركة آو (دفع) الصدوع.



الشكل 1 -خارطة توضح موقع منطقة الدراسة

2-2- طباقية المنطقة: "Stratigraphy"

2-2-1- تكوين الفتحة Fatha (Middle Miocene) Formation:-

يعتبر تكوين الفتحة (Middle Miocene)من التكوينات المهمة في العراق . وذلك لاحتوائه على 'طبقات سميكة من صخور المتبخرات التي تكون صخور الغطاء (Cap Rock) لمعظم التراكيب الجيولوجية الحاوية على النفط في مناطق الشمال وشمال شرق العراق. حيث يمتد الحوض الترسيبي لتكوين الفتحة من منطقة بندر – عباس جنوب غرب إيران وداخل العراق وحتى شرق سوريا لمسافة يبلغ طولها(1500كم) وبعرض(300كم) عن [8]. ينكشف هذا التكوين في منطقة الدراسة في لب الطية ويتكون من تعاقب طبقات سميكة من الجبس مع حجر المارل والحجر الجيري المار لي و الحجر الجيري وطبقات من الحجر الطيني وعمره المايوسين الأوسط [9] ويتفق معظم الباحثين ومن بينهم [10]إن التكوين قد ترسب في أحواض شاطئية ضحلة ذات ملوحة عالية ، لذلك يتميز بندرة احتوائه على الاحافير التي قد تمثل بصورة رئيسة من الاستراكودا والمنخريات الدقيقة والموجودة في الصخور الجيرية . ويتحدد سطح التماس العلوي مع تكوين انجانة باختفاء طبقات الجبس وظهور طبقات الحجر الرملي الحمراء

2-2-2-تكوين انجانه InJana (Late Miocene) Formation:-

تظهر مكاشف هذا التكوين على جانبي طيه حمرين الشمالية ، ويتألف التكوين في منطقة الدراسة من الصخور الفتاتية من تعاقب متناوب من الحجر الطيني (Clay stone) والحجر الرملي (Sandstone) والحجر الغر يني (Siltstone) بشكل دورات رسوبية بحدود 40 دورة ،عن [11].وتشكل الصخور الطينية نسبة أعلى من الرملية وتظهر باللون الأحمر في اغلب الأحيان أو باللون الأخضر أحيانا . ولوحظ وجود عروق من الجبس الثانوي في الصخور الطينية الحمراء قرب حد التماس مع تكوين الفتحة ,و يظهر في الجزء الأعلى من التكوين طبقة رقيقة من الحصى الناعم والتي تمثل عدسة محدودة الامتداد بيئة الترسيب للتكوين بيئة نهرية متغيرة الظروف ،والسمك الكلي للتكوين يبلغ حوالي 334 متر عن [11] ، وعمره المايوسين المتأخر [9]. يتميز سطح التماس السفلي مع تكوين الفتحة باختفاء الطبقات الرملية وبداية ظهور طبقة الجبس أما سطح التماس العلوي للتكوين مع تكوين المقدادية فيكون تدريجياً بظهور أول طبقة حجر رملي حصوي [12]

2-3-جيومورفولوجية المنطقة: Geomorphology of the study area"

المظاهر الجيومورفولوجية الموجودة في المنطقة هي التلال والوديان المضربية التي تمتد باتجاه (شمال غرب – جنوب شرق) وتكون موازية لمضرب الطبقات الصخرية ،المتكونة بسبب التجوية التفاضلية للطبقات المكونة للطية والمتفاوتة في المقاومة التي تتعرض لها الطبقات الصخرية والتي تشمل الطبقات من الحجر الكلسي والحجر الر ملي والغر يني وطبقات الطينية . يوجد نوعين من الأودية الأولى: وديان مضربيه وهي عبارة عن أودية تكون بموازاة محور الطيه والثانية

أودية مستعرضة و تمتد باتجاه عمودي على محور الطية المحدبة . وكذلك من المظاهر الجيوموفولوجية الموجودة في المنطقة ظاهرة كويستا (Cuestas) حيث توجد هذه الظاهرة في الجزء الجنوبي الغربي لطيه حمرين الشمالية المحدبة إذ يمثل هذا الجزء أقل انحداراً من الجانب الأخر و بدرجات تتراوح بين (7-15) ففي هذه الحالة تميل الطبقات بمقدار قليل بالنسبة إلى المنحدر الذي تتراوح زاوية الميل فيه بين (OH-35). وأما في الجزء الشمالي الشرقي لطيه فتظهر ظاهرة جوموفولوجية أخرى من نوع (Hogback)، تميل الطبقات بدرجات تتراوح بين (18-46)أي تميل بمقدار يساوي أو اقل من ميل المنحدر وذلك لان قيمة الميل المنحدر تتراوح بين (OH-28) و من المظاهر الجوموفولوجية الموجودة في منطقة الدراسة أنماط التصريف وان نمط شبكة التصريف السطحي في منطقة الدراسة نمط شجري متأثر بالعوامل الجيولوجية والصخارية وتركيبية المنطقة..

3-طرائق البحث:"Methods of Research"

أسوة بكثير من الأبحاث العلمية فقد مرت هذه الدراسة بثلاث مراحل من البحث شملت المرحلة الأولى جمع المعلومات في هذه المرحلة تم التعرف على المنطقة من خلال الإطلاع على عدد من التقارير و الأبحاث و المنشورات و الخرائط الطوبوغرافية و الجيولوجية بمقاييس مختلفة (1:50000)، (1:100000)، (1:250000)، و صور جوية ، ذات العلاقة بالمنطقة. و المرحلة الثانية العمل الحقلي و بعد اختيار موقع الدراسة و تحديد مواقع المحطات لدراستها تم تحديد الموقع باستعمال الـ(GPS) و الخارطة و تثبيته عليها. وصف المنحدر من خلال قياس اتجاه ومقدار زاوية انحداره وارتفاعه وطول الوجه باتجاه مضربه وتمييز أجزاءه . قياس اتجاه ومقدار زاوية ميل الطبقات. الوصف الهندسي للصخارية وفق التقرير المقترح من قبل الفرقة العاملة للمجموعة الهندسية التابعة للجمعية الجيولوجية في لندن ,[1] [13] .وصف الإنقطاعات من حيث أنواعها "Types" ، اتجاه وزاوية ميلها "Dip Direction Angle" ، المسافات بينها "Spacing" امتداداتها على سطح التطبق"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 الصخارية لإجراء فحوصات مختبرية عليها. و المرحلة الثالثة الفحص ألمختبري. وتضمن أجراء فحص المقاومة الانضغاطية غير المحصورة للصخور والمقاومة الشدية. وفحص القص المباشر الغاية منة لإيجاد عناصر المقاومة القصية (التماسك(C) وزاوية الاحتكاك الداخلي (Ø) حيث إن هذه العناصر ذات أهمية في تقدير وتحليل استقراريه المنحدرات الصخرية [14].المرحلة الرابعة العمل المكتبي فشمل معالجة و تمثيل وتفسير المعلومات الحقلية والمختبرية لغرض تقييم إستقرارية المنحدرات الصخرية بشبكة شميت للإسقاط الفراغي المجسم "Stereographic Projection"لإسقاط زاوية المنحدرات "Slopes" ومستويات التطبق"Bedding Planes" والانقطاعات الأخرى "Discontinuities" وزاوية الاحتكاك الداخلي "Friction Angle" وتم تصنيف المنحدر من علاقته بالطبقات وفق تصنيف السعدي[3] وتصنيف الإنقطاعات "Discontinuities Attitude"إلى مجاميع وعلاقة ذلك بنوع واتجاه الانهيار،

4- أنواع الانهيارات الأرضية: "Types of failure"

يمكن تصنيف الانهيارات التي تحدث في المنحدرات الصخرية على أساس نوع الحركة، [15] وهي. 1-الانزلاق(Sliding). 2- الانقلاب(Toppling). 3- السقوط الصخري (Rock fall).- 4- الدحرجة 5-(Rolling)الإنزلاج(Slumping). 6- الجريان(Flow). 7-الانهيار الجانبي المنحرف (Oblique Lateral Failure)

5-العوامل المؤثرة في إستقرارية المنحدرات الصخرية" Factors influencing rock Slope Stability"

توجد العديد من العوامل المؤثرة في استقرارية المنحدرات الصخرية يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسين [16,15].الأول عبارة عن مجموعة من العوامل الطبيعية وتشمل العوامل التي لا دخل للإنسان في صنعها وتتمثل بالعوامل الجيولوجية التي بدورها تقسم إلى عدة عوامل و منها العوامل الجيومورفولوجية والتي تمثل بشكل أساسي زاوية ميل المنحدر وارتفاعه، وقد ذكر كل منل[15,3] إن ليس كل المنحدرات العالية غير مستقرة وكذلك ليس كل المنحدرات المنخفضة مستقرة وذلك لأنها تشترك مع عوامل أخر. تتأثر وزن الكتل الصخرية بالجاذبية في المنحدر كما تتأثر حركة الكتل الأرضية من أعلى المنحدر إلى أسفله تتأثر بالجاذبية عن [17].تتضمن العوامل الطوبوغرافية مثلاً موقع المنحدر فوق القمة فإذا كان هناك قطع في قمة المنحدر سوف يتطلب الأمر إلى عمل خندق. وأما العوامل التركيبية فتشمل الانقطاعات (ميلها ،وترددها، وامتداداتها على سطوح طبقات المنحدر [18] و يمكن من خلالها تحديد حجم الكتلة الصخرية القابلة للانفصال وشكلها واتجاه الانهيار

.تصاحب التجوية عدد من العمليات الفيزيائية والكيمائية وتؤدي إلى إضعاف الأواصر الداخلية بين المكونات الصخرية وبالتالي تؤدي إلى تقليل مقاومة الصخور وبذلك تؤثر على استقراريه المنحدرات الصخرية [19,15].تتعرض الطبقات السفلى بشكل أساسي التجوية التفاضلية حيث تقل التجوية باتجاه داخل الكتل الصخرية .وكذلك العوامل الهيدرولوجية وخصوصاً الماء [20] أن الماء يقلل من مقاومة المواد عن طريق عدة عوامل منها التغيرات الكيميائية و زيادة الكثافة الكلية للكتلة الصخرية و زيادة ضغط الماء المسامي عامل يساعد على الانزلاق أيضا .و يعد النشاط الزلزالي من العوامل الطبيعية المؤثرة في استقرا ريه المنحدرات فلها الدور الفعال في زيادة التشققات والتكسرات وتوليد حركة أولية لأي كتلة والثاني هي العوامل من صنع الإنسان و تشمل عمليات القطع والملئ [5] وكذلك الأعمال الإنشائية التي يقوم بها الإنسان مثل البناء على المنحدرات وكذلك عمل مقالع ومناجم سطحية وإقامة السدود وحفر الإنفاق إقامة خزانات مائية حيث إن هذه العوامل لها تأثير سلبي على استقراريه المنحدرات الصخرية.

6-وصف المحطات

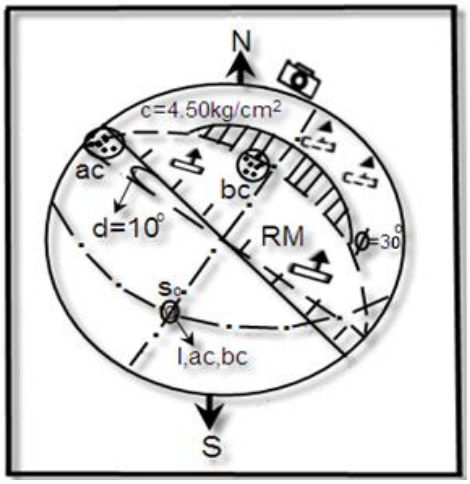
تم تحديد موقع المحطة (بالنسبة إلى الطرف الذي تقع فيه). تحديد الموقع(بوساطة جهاز تحديد الموقع GPS). و قياس وضعية المنحدر والطبقات والتي يتم من خلالها تحديد نوعية المنحدر اعتماداً على زاوية الانحراف بين مضرب المنحدر والطبقات إما إن يكون من النوع الموازي عندما تكون القيمة تتراوح بين (0^o-20^o) ،الجانبي المنحرف عندما تكون القيمة تتراوح بين (21^o-70^o) ،والمتعامد عندما تكون القيمة تتراوح بين (71^o-90^o) .وكما إن المنحدرات قسم منها متوافقة والقسم الاخر غير متوافقة والتي تحدد على الأغلب نوعية الانهيار المنحدر المتوافق في اغلب الأحيان يكون نوع الانهيار انزلاق مستوي إما المنحدر غير متوافق فيتمخض عنة انهيار من نوع السقوط الصخري والانقلاب كما تم تحديد الجانبية اعتماداً على بروز مضرب الطبقات على المنحدر بالنسبة إلى الناظر إما إن يكون المنحدر ذي بروز يساري او يميني للمحطات المدروسة في المنطقة كما تم وصف الصخور هندسياً وفق تصنيف (Hawkins,1986) (Anon,1972). تكون الفواصل في منطقة الدراسة واضحة في وجه المنحدر وتمتد على سطوح الطبقة . وقد تم دراسة اتجاه الميل وزاوية الميل وتكرارها ومسافة انفتاحها. وقد وجد ان هناك عدة أنواع من الفواصل والسائدة في المنطقة هي (ac,bc)، حيث إن (ac) يكون عمودي على سطح التطبق، (bc) يكون عمودي على (ac) فضلاً عن سطوح التطبق .ووصف الانهيارات الحاصلة والمحتملة في منطقة .

محطة رقم (1) :-

تقع هذه المحطة في الجناح الشمالي الشرقي لطيه حمرين الشمالية المحدبة ، ضمن تكوين انجانة ، اللوحة (1).تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS) ، بنظام (UTM) ، يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (223م)، وخطوط التشميل X=0405112، وخطوط التشريق Y=3862844.تتألف هذه المحطة من منحدر ارتفاعه(7م) من قدمه ، وطول وجه باتجاه مضربه (18م)، وضعيتهOH/ 040، وضعية الطبقات في هذه المحطة 030/45، وبذلك يكون المنحدر من نوع الموازي ($d=(10^O)$، ذي بروز يساري المنحدر متوافق .الشكل (2).تتكشف في وجه المنحدر مجموعة من الطبقات الحجر الرملي التي يحصل فيها الانهيار ويبلغ سمكها (0.40 م) ، ذات لون رمادي فاتح(مكسر اخضر)، حجم الحبيبات متوسطة، الطبقات متوسطة السمك ، فواصل ذات مسافة واسعة، ذات تجوية قليلة، ذي مقاومة ضعيفة ، وهي من الحجر الرملي ذي المادة الرابطة الكلسية .تليه إلى الأسفل طبقة طينية ذات سمك (0.25م) ،وتكون ذات لون قهوائي مائل إلى الأحمر، حبيبات ناعمة ،ذات طبقات متوسطة ،وتشكل رقائق الجبس عروق في الطبقات الطينية ،وذات مقاومة ضعيفة. تقطع طبقات الحجر الرملي و سطوح التطبق مجموعتان .الشكل (2). المجموعة الأولى من نوع (ac) ، مسافتها البينية تتراوح بين (0.30م-0.40م) ، وهي فواصل مفتوحة نوعاً ما وبمسافة (0.002م) ،وذات امتدادات تصل إلى (6م) على سطح التطبق، وضعيتها 126/78.المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع (bc)، ومسافتها البينية تتراوح بين (0.30- 0.35)م ، وهي فواصل مفتوحة نوعاً ما وبمسافة (0.03م) ، وذات امتدادات تصل إلى(16م) على سطح التطبق، وضعيتها 190/45. المادة الطينية ذات زاوية احتكاك داخلي ($Ø=30^\circ$) وتماسك($Kg/Cm^2C=4.5$) وبما إن الطبقات بارزة على سطح المنحدر وذات زاوية ميل ($\Theta=45^\circ$) اقل من زاوية ميل المنحدر (α= OH) واكبر من زاوية الاحتكاك الداخلي ($Ø= 30^\circ$)للطين ، فان زاوية ميل الطبقة المذكورة تقع داخل المنطقة الحرجة للانزلاق المحتمل (المنطقة المظللة) .الشكل(1-2).لذلك يتوقع حدوث الانزلاق المستوي لهذه الطبقة وباتجاه ميلها وخاصة عندما يصبح التماسك للطين

صفراً . يوجد هناك قطع أسفل المنحدر أدى إلى ظهور بروز سطح التطبق في هذه الحالة يكون ميل المنحدر المقطوع اكبر من ميل المنحدر نفسه لذلك احتمال حصول الانهيار من نوع الانزلاق المستوي ،عندما يكون التماسك يساوي صفراً عبر الانقطاعات حيث يكون هذا القطع نتيجة وجود مجرى مائي باتجاه مضرب المنحدر يسمى الوادي الطولي . وكذلك يتبين من اللوحة حصول الانهيار من نوع الانزلاق المستوي وذلك بسبب ضعف التماسك للطين ويكون مساوياً صفراً، وفضلاً عن ذلك يصبح التماسك عبر الانقطاعات يساوي صفراً . يتبين من اللوحة(1). فضلاً عن ذلك عملت الفواصل من نوع ac كسطوح انطلاق جانبية ، وكذلك عملت الفواصل من نوع bc كسطوح انطلاق خلفية .

لوحة رقم 1- منحدر المحطة رقم -1 منظر أمامي للمنحدر يبين الانقطاعات و الكتل الصخرية المنهارة بشكل كتل مستطيلة متجاورة والانقطاعات المسببة لذلك ، اتجاه التصوير (جنوب- غرب)

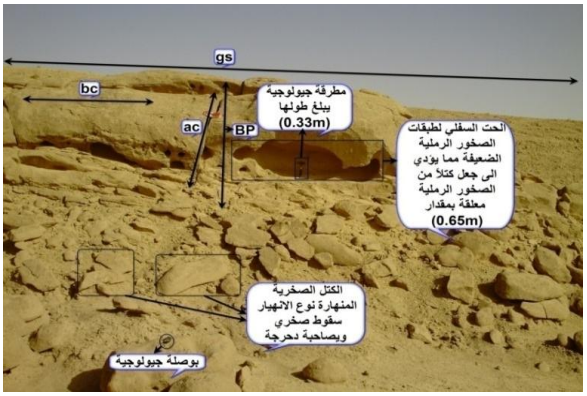


الشكل 2- يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم وتظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (1)اتجاه التصوير (جنوب-الغربي)

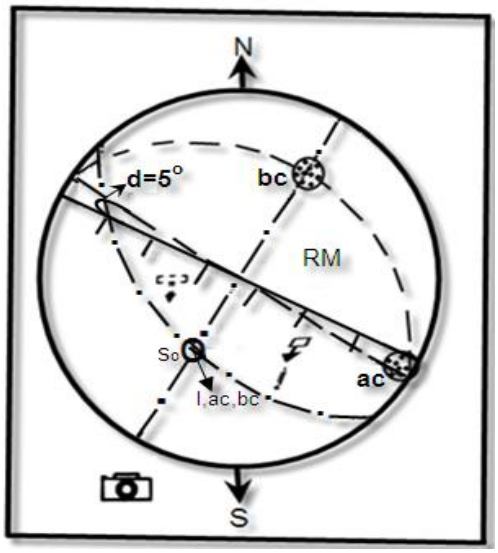
محطة رقم (2):-

تقع هذه المحطة في الجناح الشمالي الشرقي لطيه حمرين الشمالية المحدبة . ضمن تكوين انجانة. اللوحة (2) .تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS) ، وبوحدات (UTM) ، حيث يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (231م) ، وخطوط التشميل0403359=x ، وخطوط التشريق Y= 3863335 =ارتفاع المنحدر في هذه المحطة (3م) من قدمه ، وعرض المنحدر (8م) بموازاة مضربه، وضعيته المنحدر في الأغلب يكون الميل (OH) OH / 205 ، وضعية الطبقات في هذه المحطة °030/35، وبذلك يكون المنحدر من نوع الموازي=d (5^{O})، ذي بروز يميني غير متوافق . الشكل (3). اللوحة (2) .تتكشف في وجه المنحدر مجموعة من الطبقات الصخرية التي يبلغ سمكها حوالي (1م) ، ذات لون رمادي فاتح(مكسر اخضر) ،حجم الحبيبات متوسطة ،التجوية قليلة، الطبقات الصخرية السميكة (حاوية على التطبق المتقطع)، وذي مقاومة ضعيفة الفواصل ذات مسافة واسعة ، وهي من الحجر الرملي ذي المادة الرابطة الكلسية . وتليه إلى الأسفل طبقة من الصخور الرملية الناعمة، تحوي على كرات من الطين ذات لون قهوائي مائل إلى الأحمر، حبيبات ناعمة عالية التجوية. تقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق مجموعتان من الفواصل المجموعة. الشكل (3)الأولى(ac)وهي عبارة عن فواصل التي تبلغ مسافتها البينية تتراوح بين (0.80-1م) ،وتكون مفتوحة بمسافة تبلغ (0.04سم) ، وذات امتدادات تصل إلى (3م) على سطح التطبق، وضعيتها 90 /300 المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع (bc)، مسافتها البينية تتراوح بين (0.35-0.50م) ، الفواصل مفتوحة نوعاً ما ، وذات امتدادات تصل إلى (5م) على سطح التطبق، وضعيتها55 /225. نتيجة التعرية الشديدة التي يتعرض لها وجه المنحدر للطبقات الصخور الرملية الضعيفة 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(2). فضلاً عن احتمال حصول انهيار من نوع انقلاب كتلي نتيجة الحت السفلي التي تتعرض لها الطبقات الرملية مما تصبح الطبقات السفلى 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 ac كسطوح انطلاق جانبية ،وكذلك

تعمل الفواصل من نوع bcكسطوح انطلاق خلفية . فضلاً عن ذلك يصاحبه انهيار ثانوي بعد انفصال الكتلة الصخرية والمتمثلة بالدحرجة .



لوحة رقم 2- منحدر المحطة رقم -2 منظر أمامي للمنحدر يبين الانقطاعات والكتل الصخرية المنهارة وألحت السفلي للمنحدر (طول المطرقة الجيولوجية0.33م)اتجاه التصوير (شمال – شرق)



الشكل 3- يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم وتظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم -2 اتجاه التصوير (شمال -شرق)

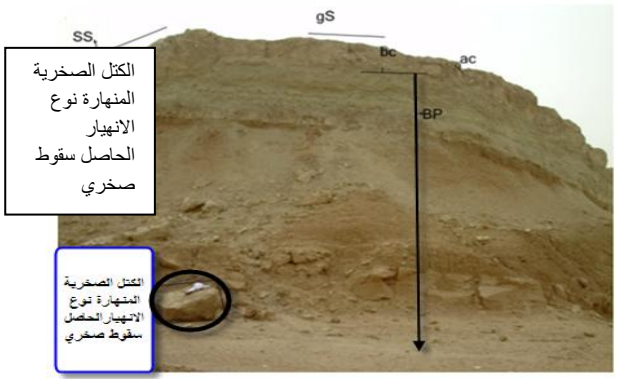
محطة رقم (3) :-

تقع هذه المحطة في الجناح الجنوب الغربي لطيه حمرين الشمالية . المحدبة ضمن تكوين الفتحة . اللوحة (3)(4) تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS) ، وبوحدات (UTM) ، حيث يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (253م) ، وخطوط التشميل (x=0404142) ، وخطوط التشريق (Y=3859299) .تتألف المحطة من منحدر رئيسي (gs) ارتفاعه (6.30) من قدمه ، وعرض المنحدر (8م) بموازاة مضربه، وضعيته OH /348، ومن ثم يتغير اتجاه مضربه إلى الشمال الشرقي مكوناً منحدراً جانبياً(SS) ، ارتفاعه (6م) من قدمه ، ويمثل المنحدر ميل(يقل ارتفاع المنحدر باتجاه ميل الطبقات) . وعرض المنحدر (7م) بموازاة مضربه، وضعيته OH /070، وضعيه الطبقات في هذه المحطة19 /215،وبذلك يكون المنحدر الرئيسي من نوع الجانبي المنحرف (47) =d، ذي بروز يميني غير متوافق . ويكون المنحدر الجانبي من نوع الجانبي المنحرف ($d=(35^0$)، ذي بروز يساري غير متوافق . الشكل (4).تتكشف في وجه المنحدر مجموعة من الطبقات الصخرية التي يبلغ سمكها حوالي (1.5)م ، ذات اللون الأبيض، حجم الحبيبات ناعمة متلاصقة، الطبقات الصخرية سميكة ،التجوية قليلة عبر الانقطاعات بمسافة(0.06) م إلى داخل الكتلة الصخرية ، الفواصل ذات مسافة واسعة باعتدال، وهي من نوع صخور الجبسية، ذي مقاومة عالية باعتدال ($18.45MN/m^2$) .وتليه طبقات المارل الضعيفة ذات سمك يبلغ (1.20)م ، ذات اللون الأخضر الفاتح، وتحوي على رقائق الجبس ،وتكون ذات مقاومة ضعيفة ومن ثم تليها طبقات الحجر الجيري المار لي ذات اللون الأخضر الفاتح، وذات سمك يبلغ(0.40م)،تكون ذات مقاومة عالية باعتدال ($14.856MN/m^2$) ،المقاومة الشدية ضعيفة ($1.895MN/m^2$). تقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق ثلاث مجاميع من الفواصل، الشكل (4). المجموعة الأولى وهي عبارة عن فواصل من نوع (ac)،مسافتها البينية تتراوح بين (0.80-1م) ،وهي من النوع المفتوحة وبمسافة (0.03 م) ، وذات امتدادات تصل إلى(3م) على سطح التطبق، وضعيتهOH /125. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع (bc)، مسافتها البينية تتراوح بين (0.30-0.80 م) ، وهي فواصل مفتوحة بمسافة (0.05 م) ، وذات امتدادات تصل إلى(4 م) على سطح التطبق، وضعيتها70 /035. المجموعة الثلاثة وهي عبارة عن فواصل من نوع hko_1، مسافتها تتراوح ما بين (1-1.5 م) ، وهي من النوع المفتوح وبمسافة تتراوح (0.004 م) ، وذات امتدادات تصل إلى(3 م) على سطح التطبق، وضعيتهاOH /332.المنحدر عبارة عن تتابع من الطبقات صخور الجبس التي تمثل الجزء الفعال من المنحدر المعرض للانهيار. وتليه طبقات المارل والحجر الجيري المار لي والطين والغرين حيث إن الجزء الأسفل من المنحدر الرئيسي والذي يمثل الصخور

الطينية المتجوية بشكل كامل CW. نوع الانهيار الحاصل في المنحدر الرئيسي وهو سقوط صخري باتجاه أسفل المنحدر وذلك نتيجة التعرية التفاضلية التي يتعرض لها وجه المنحدر مما تؤدي إلى ترك فراغ تحت طبقات صخور الجبس فتصبح الطبقات الضعيفة غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها . فضلاً عن ذلك وزن ثقل الكتلة الصخرية والقوة الجاذبية الأرضية باتجاه أسفل المنحدر .كما في اللوحة (3). فضلا عن ذلك احتمال حصول الانهيار من نوع الانقلاب الكتلي حيث يوجد شق شدي خلفي مقدار الفتحة(0.09 م) ، وتعرية الطبقات السفلى مما قد يؤدي إلى خروج مركز ثقل الكتلة عن قاعدة الإسناد الطبيعية . كما في اللوحة (4). أما المنحدر الجانبي نوع الانهيار الحاصل وهو سقوط صخري وذلك للأسباب سابقة الذكر . وأما الانهيار المحتمل حصوله وهو الانقلاب الكتلي حيث يوجد شق شدي خلفي مقدار الفتحة(0.15 م).فضلاً عن ذلك التعرية التفاضلية التي يتعرض لها الطبقات السفلى الضعيفة مما تترك فراغ تحت الصخور الجبس مما قد تؤدي إلى خروج مركز ثقل الكتلة عن المساند الطبيعية .إذ تعمل الفواصل من نوع ac كسطوح انطلاق جانبية ، وكذلك تعمل الفواصل من نوع bc كسطوح انطلاق خلفية ، وكذلك تعمل الفواصل من نوع hko_1 كسطوح انطلاق جانبية . كما في اللوحة –4.

لوحة رقم 3– منحدر المحطة رقم –3، منظر إمامي للمنحدر الجانبي يبين الانقطاعات والكتل الصخرية المنهارة اتجاه التصوير (جنوب–غرب)

الشكل 4 – يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم وتظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (3)اتجاه التصوير A (جنوب –الغربي) واتجاه التصوير B(الغرب)

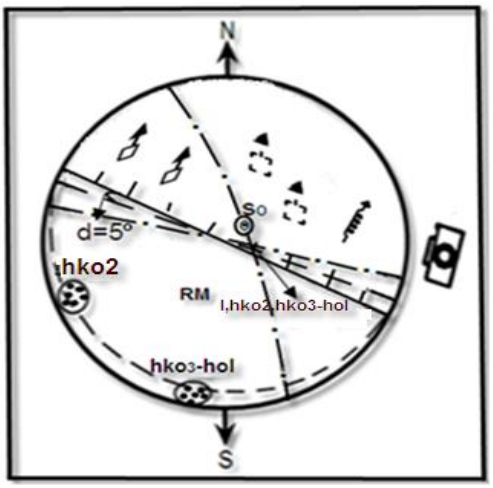


لوحة رقم 4– منحدر المحطة رقم –3 منظر إمامي للمنحدر الرئيسي يبين أسطح التطبق وأجزاء المنحدر والكتل الصخرية المنهارة اتجاه التصوير (جنوب–غرب)

محطة رقم (4):– تقع هذه المحطة في الجناح الجنوب الغربي لطيه حمرين الشمالية المحدبة . ضمن تكوين الفتحة. اللوحة (5).تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز (GPS) ، وبوحدات (UTM) ، حيث يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (228م) ، وخطوط التشميل0404036 = x، وخطوط التشريق3859107 = Y.ارتفاع المنحدر في هذه المحطة (5م) من قدمه ، وعرض المنحدر (8م) بموازاة مضربه، وضعيته 025/ OH ، وضعية الطبقات في هذه المحطة 200/12° ، وبذلك يكون المنحدر من نوع الموازي=d (5°) ، ذي بروز يساري غير متوافق . الشكل (5) .يتألف المنحدر من مجموعة من الطبقات الصخرية إذ يكون

الجزء الأعلى الجزء الفعال الذي يمثل الصخور الجبس التي يبلغ سمكها حوالي (2م)،ذات لون ابيض، حجم الحبيبات ناعمة ،التجوية قليلة عبر الانقطاعات بمسافة(0.8م)إلى داخل ألكتله الصخرية ، الطبقات الصخرية سميكة، الفواصل ذات مسافة واسعة- واسعة باعتدال ،وهي من صخور الجبس ذي مقاومة عالية باعتدال $18.45\ MN/m^2$.وتليه إلى الأسفل طبقات من صخور المارل التي يبلغ سمكها حوالي (1م) ، ذات لون اخضر فاتح، تحوي على رقائق الجبس ،حجم الحبيبات الناعمة ،المقاومة قليلة ، عالية التجوية وإما طبقات الحجر الجيري المار لي تكون ذات مقاومة عالية باعتدال ($14.856MN/m^2$) ،المقاومة الشدية تكون متوسطة ($2.948MN/m^2$).تقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق مجموعتان من الفواصل ،الشكل (5) . المجموعة الأولى من نوع (hko_2)،مسافتها البينية تتراوح بين (1-1.20م) ،وذات امتدادات تصل إلى (2م) على سطح التطبق، الفواصل من النوع المفتوح و بمسافة تبلغ حوالي (0.04سم) ، وضعيتها80 /070. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع(hko_3) مسافتها البينية تتراوح بين (0.90-1.30م)، وهي فواصل من نوع المفتوح نوعاً ما ، وذات امتدادات تصل إلى (3.50م) على سطح التطبق ، وضعيتهاOH /012.ونتيجة التعرية الشديدة التي يتعرض لها وجه المنحدر لطبقات من الصخور المارلي الموجودة تحت صخور الجبس مما تؤدي إلى جعل كتلاً من الصخور معلقة وبالتالي تصبح غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل سابقة الذكر مما تؤدي إلى حصول انهيار من نوع السقوط الصخري . ويصاحبه انهيار ثانوي متمثل بالدحرجة فضلاً عن احتمال حصول الانهيار من نفس النوع وذلك نتيجة التعرية التفاضلية الشديدة التي يتعرض لها وجه المنحدر لطبقات من صخور المارل الضعيفة مما تؤدي إلى ترك فراغ تحت طبقات الصخور الجبس فضلاً عن ضعف التماسك مع الانقطاعات سابقة الذكر . إذا عملت الفواصل من نوع hko_2 كسطوح انطلاق جانبية ، وكذلك عملت الفواصل من نوع hko_3-hol كسطوح انطلاق جانبية ، وكذلك عملت سطوح التطبق كسطوح انطلاق خلفية . فضلاً عن احتمال حصول انهيار من نفس النوع وللأسباب سابقة الذكر ويبين أن الكتلة المنهارة صاحبها الانهيار الثانوي والمتمثلة بالدحرجة. كما في اللوحة (5).

لوحة رقم 5- منحدر المحطة رقم -4 منظر إمامي للمنحدر يبين الانقطاعات وأجزاء المنحدر وأسطح التطبق والكتل الصخرية المنهارة اتجاه التصوير (جنوب-غرب)



شكل 5 -يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم وتظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات وسطوح التطبق والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم (5)اتجاه التصوير (شمال-شرق)

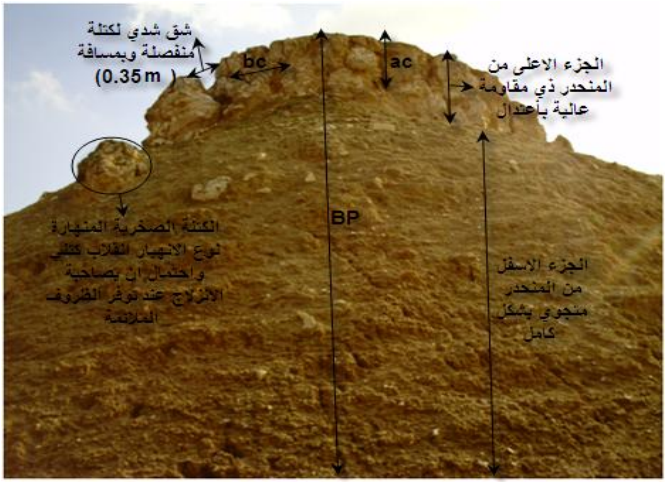
محطة رقم (5):-

تقع هذه المحطة في الجناح الجنوبي الغربي لطيه حمرين الشمالية المحدبة . ضمن تكوين الفتحة . اللوحة (6) تم تحديد موقع هذه بواسطة جهاز (GPS) ، وبوحدات (UTM) ، حيث يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (235م) ، وخطوط التشميل x=0406347،وخطوط التشريق y=3858562.

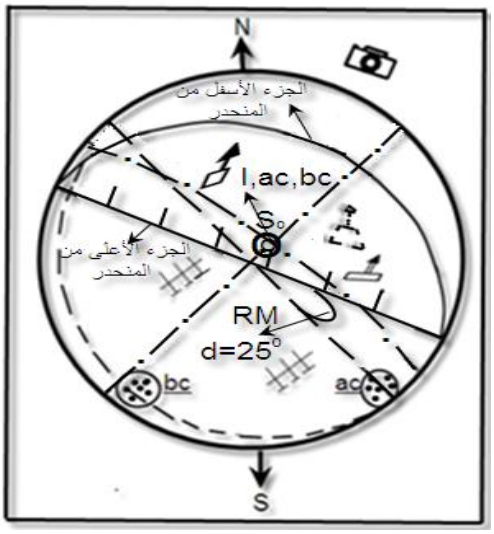
يبلغ ارتفاع المنحدر في هذه المحطة حوالي (9م) من قدمه ، وعرض المنحدر (5م)بموازاة مضربه، وضعيته30 /025.

ويكون الجزء الأعلى الجزء الفعال ويكون معلق (OH) . وبنفس اتجاه ميل المنحدر

وضعيه الطبقات في هذه المحطة 12 /230، وبذلك يكون المنحدر من النوع الجانبي المنحرف (d=(25^{O})، ذي بروز يميني غير المتوافق . الشكل (8).المنحدر يتألف من مجموعة من الطبقات الصخرية التي يبلغ سمكها حوالي (1.80م) ، ذات لون أبيض، حجم الحبيبات ناعمة ،التجوية قليلة عبر الانقطاعات تبلغ حوالي (0.08م)إلى داخل الكتلة الصخرية، الطبقات الصخرية سميكة ،الفواصل ذات مسافة واسعة، وهي من صخور الجبس، ذي مقاومة عالية باعتدال (18.45 MN/M^2). وتليه إلى الأسفل مجموعة من الطبقات الصخرية الضعيفة المتمثلة بصخور المارل ذات اللون الأخضر حجم الحبيبات ناعمة، ذي مقاومة قليلة متعرضة إلى التجوية .تقطع الطبقات الصخرية وسطوح التطبق مجموعتان من الفواصل، الشكل(6) . المجموعة الأولى من نوع(ac)، مسافتها البينية تتراوح ما بين (0.70-1م) ،وهي فواصل مفتوحة بمسافة (0.05م) ، وذات امتدادات تصل إلى (1م) على سطح التطبق، وضعيتهاOH /318. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع (bc)،مسافتها البينية تتراوح بين (1.50-0.60م) ، وهي فواصل مفتوحة بمسافة (0.06) ،وذات امتدادات تصل إلى (3م) على سطح التطبق، وضعيتها80 / 040.المنحدر عبارة عن تتابع من طبقات صخرية ، يكون الجزء الأعلى صخور ذات مقاومة عالية باعتدال ،أما الجزء الأسفلي مثل تتابع من الطبقات المتغايرة من المارل وحجر الطين وحجر الغرين ،متجوي تجوية كاملة (C.W)في وجه المنحدر ومتحول إلى تربة يمكن إن تزول بسهولة بعملية التعرية التفاضلية. وعندما تتعرض الطبقات السفلى الضعيفة إلى تعرية تؤدي إلى جعل كتل من الصخور الجبسية معلقة . وفضل عن ضعف التماسك مع الفواصل سابقة الذكر أدى إلى حصول انهيار من نوع سقوط صخري وكذلك أدى إلى حصول الانهيار من نوع الانقلاب الكتلي . نتيجة لوجود شق شدي خلفي ، وكذلك ضعف الطبقات الصخرية السفلى مما تصبح غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها ،ويؤدي إلى خروج مركز ثقل الكتلة عن المساند الطبيعية ، وحصول هذا النوع من الانهيار إذ تعمل الفواصل من نوع ac كسطوح انطلاق جانبية ، وكذلك تعمل الفواصل من نوع bc كسطوح انطلاق خلفية ، واحتمال حصول الانهيار الثانوي من نوع الانزلاج . كما في لوحة(6).



لوحة رقم 6- منحدر المحطة رقم 5- منظر إمامي للمنحدر يبين الأجزاء الأساسية للمنحدر المتمثلة بالجزء الأعلى للمنحدر الذي يكون ذي مقاومة عالية باعتدال والجزء الأسفل من المنحدر ذي المقاومة الضعيفة والانقطاعات الكتل المنهارة اتجاه التصوير (جنوب-غرب)

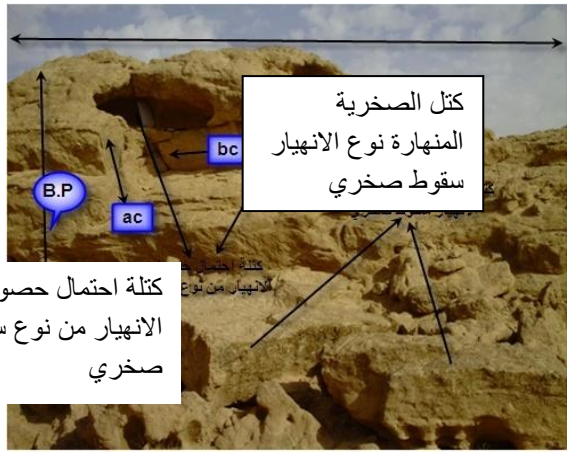


شكل 6- يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم وتظهر العلاقة بين المنحدر والطبقات وسطوح التطبق والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم 5- اتجاه التصوير (جنوب-غرب)

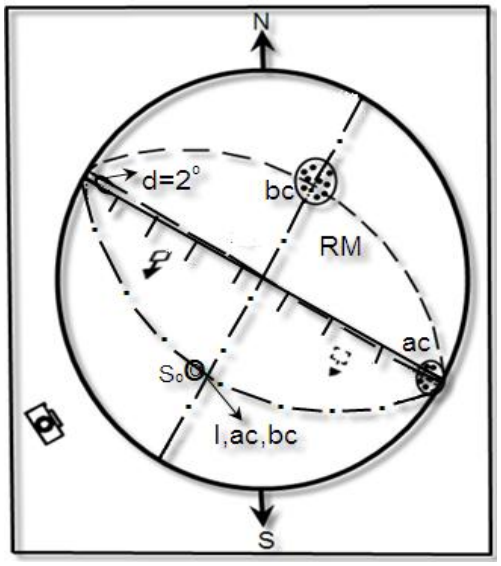
محطة رقم (6):-

تقع هذه المحطة في الجناح الشمالي الشرقي لطيه حمرين الشمالية المحدبة . ضمن تكوين انجانة . اللوحة (6).تم تحديد موقع هذه المحطة بواسطة جهاز، (GPS) وبوحدات (UTM) ،و يبلغ كل من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (243م) ، وخطوط التشميل (x=0406348) ، وخطوط التشريق (y=3862268)

رتفاع المنحدر في هذه المحطة (2م) من قدمه ، وعرض المنحدر(9م) بموازاة مضربه ،وضعيته OH /208 ، وضعيه الطبقات في هذه المحطة 030/49 ، وبذلك يكون المنحدر من النوع الموازي (2^0)=d، ذي بروز يميني غير متوافق .شكل (7) . اللوحة (6)المنحدر يتألف من طبقات من الحجر الرملي ذات سمك يبلغ حوالي (1.50م) ذات اللون الوردي المائل إلى الأحمر الفاتح، حجم الحبيبات متوسطة ،الطبقات الصخرية سميكة – متوسطة السمك (حاوية على التطبق المتقاطع)،التجوية قليلة ، الفواصل ذات مسافة واسعة، مقاومة ضعيفة (تقدير الصلابة حقلياً)،وهي من الحجر الرملي ذي المادة الرابطة الكلسية. تليه إلى الأسفل طبقات من الصخور الرملية الضعيفة، ذات اللون الأحمر الغامق ،وتحوي الطبقات على كرات الطين الحمراء ، عالية التجوية. تقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق مجموعتان من الفواصل، الشكل(7) المجموعة الأولى وهي عبارة عن فواصل من نوع ac، مسافتها البينية تتراوح (0.35-0.80م) ، وهي مفتوحة نوعاً ما بمسافة (0.06م) ، وذات امتدادات تصل إلى (3م)على سطح التطبق، وضعيتها OH /300. المجموعة الثانية وهي عبارة عن فواصل من نوع bc، مسافتها البينية تتراوح ما بين (0.30-0.65 م) ، وهي مفتوحة نوعاً ما بمسافة (0.04م) ، وذات امتدادات تصل إلى (4.50م)على سطح التطبق، وضعيتها 50 /208 .المنحدر وهو عبارة عن تتابع من الصخور الرملية المتوسطة والناعمة . فعندما يتعرض وجه المنحدر لتعرية التفاضلية شديدة لطبقات من الحجر الرملي الناعمة الضعيفة نتيجة لعمليات ألحت والنحت . مما يؤدي إلى جعل كتلٍ من الصخور الرملية المتوسطة معلقة . فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل السابقة من جانب ، ووزن الكتلة الصخرية ، وقوة الجاذبية الأرضية و باتجاه أسفل المنحدر من الجانب الآخر. مما أدى إلى حصول الانهيار من نوع السقوط الصخري . فضلاً عن احتمال حصول الانهيار من نفس النوع والأسباب نفسها . فضلاً عن ذلك تعمل الفواصل من نوع ac كسطوح انطلاق جانبية ، وكذلك تعمل الفواصل من نوع bc كسطوح انطلاق خلفية اللوحة (7).



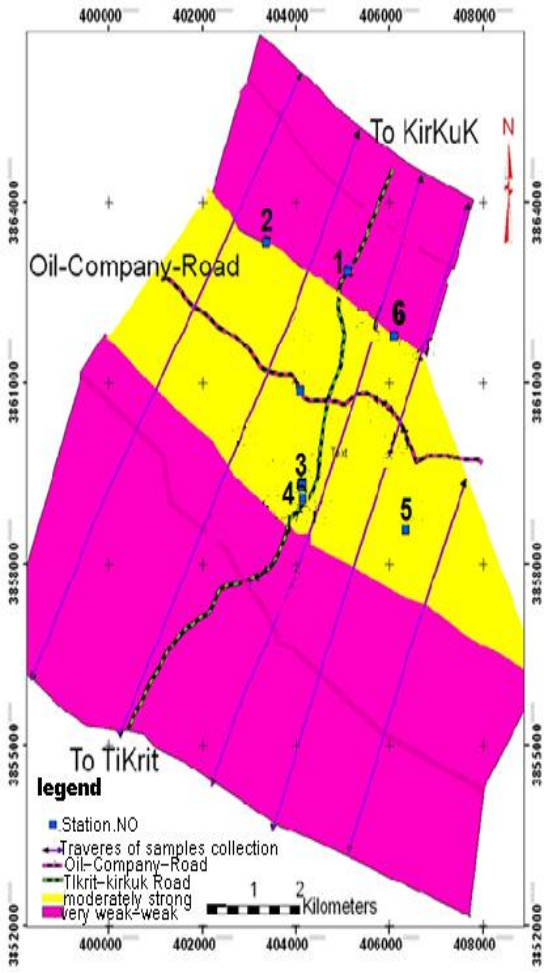
لوحة رقم 7- منحدر المحطة رقم -6 منظر إمامي للمنحدر يبين الانقطاعات والكتل الصخرية المنهارة وأسطح التطبق اتجاه التصوير (شمال-شرق)



الشكل 7- يبين مخطط الإسقاط الفراغي المجسم وتظهر العلاقة بين المنحدر وسطوح التطبق والانقطاعات وأنواع الانهيارات الحاصلة والمحتملة للمحطة رقم -6 اتجاه التصوير (شمال- شرق) .

7-الخارطة الجيولوجية الهندسية : Engineering Geological Mapping

تم إعداد الخارطة الجيولوجية الهندسية الشكل 8- اعتماداً على المقاومة الانضغاطية احادية المحور (Load Point test)ومن ثم تصنيف النتائج حسب تصنيف (2) للمقاومة الانضغاطية غير المحصورة للمادة الصخرية بالنسبة لتكوين الفتحة اما تكوين انجانة فقد تم وصف المقاومة حقلياً اعتماداً على المطرقة الجيولوجية حسب تصنيف [1] [13] لكونها صخور ضعيفة لا يمكن اجراء الفحص لها . جدول -1-يبين قائمة بالرموز المستخدمة.



الشكل 8- الخارطة الجيولوجية الهندسية مرسومة على أساس المقاومة الانضغاطية غير المحصورة للصخور منطقة الدراسة وتقدير صلابة الصخور حقلياً

جدول 1- قائمة بالرموز المستخدمة

°	قطب سطح التطبق
•	قطب الفواصل
g.s.	الدائرة العظمى للمنحدر العام
d.s	الدائرة العظمى لمنحدر الميل
v.s. or OH	الدائرة العظمى للمنحدر العمودي أو المعلق
S0	الدائرة العظمى لمعدل ميل سطح التطبق
	الدائرة العظمى لمعدل ميل سطح الفواصل
A	دائرة زاوية الاحتكاك الداخلي Ø ومساحة (منطقة) الانزلاق المحتمل
	انزلاق مستوي حاصل
	انزلاق مستوي محتمل
	اتجاه التصوير
	سقوط صخري حاصل
	سقوط صخري محتمل
	دحرجة حاصلة
	انقلاب حاصل
	انقلاب محتمل
	انزلأج محتمل
CW	التجوية الكاملة
BP	سطح التطبق
D	زاوية الانحراف
RM	الكتلة الصخرية

الاستنتاجات :Conclusions

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

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

4-أكثر الانهيارات الأرضية تحدث خلال الجوانب شديدة الانحدار غير المتوافقة في التلال المضربية ،وكما تحدث هذه الانهيارات بدرجة اقل خلال الجوانب المتوافقة من هذه التلال والتي تكون بدرجة انحدار اقل .

5- إن السبب الرئيسي في عدم الاستقرارية هو قطع قدم المنحدر في اغلب المحطات المدروسة فضلاً عن ذلك شاركت الانقطاعات و التجوية في حدوث الانهيار .

6-أن الأثر الأساسي في حدوث الانهيارات يعود إلى التجوية والتعرية التفاضلية وهذا ما يجعلها ذات ميكانيكية –طبيعة تركيبية –معقدة ، بينما تعمل الانقطاعات على تحديد نوع الانهيار .

7-إن قَطع الصخور أثناء القالع له اثر على استقراريه المنحدرات الصخرية وأدى إلى حدوث أنواع مختلفة من الانهيارات حيث أدى إلى بروز سطح التطبق أو سطوح فواصل (bc) كما أدى إلى جعل بعض المنحدرات عمودية أو معلقة مما أدى إلى حالة عدم استقرار وحدوث بعض الانهيارات.

8-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 (1) 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 والسقوط الصخري لان المنحدرات هنا شديد الميل وانفصال الكتل أو انقلابها أكثر احتمالية بوجود طبقات صخرية ذات مقاومات متفاوتة للتعرية

10-قسمت منطقة الدراسة اعتماداً على قيم المقاومة الانضغاطية غير المحصورة المستنتجة من معامل المقاومة (IS)من فحص الحمل الرأسي (Point Load Test) والفحص المباشر للمقاومة الانضغاطية واعتماداً على تصنيف[2] إلى مجموعتين جيولوجيتين هندسيتين صخريتين هما . أ-المجموعة الأولى مقاومة عالية باعتدال . ب-المجموعة الثانية مقاومة ضعيفة-ضعيفة جداً .

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 university of Bristol, pp:252.
4. Small,R.J.,&Clarck, M.j.,**1982**:*Slope and Weathering*, Cambridge University, Great Britain, pp:112.
5. Bromhead ,E.N.,**1992**:*The Stability of Slopes*, 2nded.,Blackie Acadimic &Prof-essional , Great Britain, pp:410.
6. Buday,T.&Jassim,s.z.,**1987**:*The Regional Geology of Iraq* ,Vol. 2,Tectonism Magmatism and Metamor -hism, Edited by Kassab,I.I.and Abbas,M.J. Som. Baghdad, Iraq, pp:352
7. Jassim,Saad Z.& Goff, Jeremy C.,**2006**: *Geology of Iraq*, Czech Republic ISBN80-7028-287-8, pp:25-57.
8. Stocklin,J.,**1968**:*Structural History & Tect -onics of Iran* :A Review. A A P G Bulletin ,52, pp:1229-1258.
9. Bellen, R. C. Van, Dunnigton, H. V. Wetze, R. and Morton, D., **1959**: *Lexiquestratigraphi -que Internal Asia*. Iraq. Inter. Geol .Conger. Comm. Stratiger., 3,Fasc. 10a, pp:333.
10. Buday,T.R.,**1980**:*The regional Geology of Iraq* ,Stratigraphg and Paleoge ography ,Som. Baghdad,
11. كاظم ،لفتـــه سلمان وحسين ،صفوك عاصي وعجيل ، دراسة سحنية و بتروغرافية **2009** ،محمد وكاع ، لتكوين انجانة في طيه حمرين ،شمال شرق تكريت – محافظة صلاح الدين، *مجلة تكريت للعلوم الصرفة*، مجلد-(14)،عدد-3 (2009.
12. Barwary , A.M. **1983** : *Regional geological survey of Khazir – Comel area* . Unpubl. (SOM), report no. I 137 , part 1 , (SOM) library, pp:6-23 .
13. Anon, **1977**: *The Description of Rock Masses for Engineering Purposes*, Quarterly Journal of Eng Coastline of S.W. Dyfed, Wales, Unpub. PhD. Thesis, Engineering Geology, Vol. 10, pp:355-388.
14. Gillott,J.E.,**1987**:*Clay in Engine -ering geology. Elsevier Science* ,Amsterdam ,nather lands, pp:468

15. Hoek, E. & Bray, J.W., **1981**: *Rock Slope Engineering*, 3rd. ed., Institution of Mining and Metallurgy, London, pp:358.
16. Barton,N.,**1973***: Review of New Shear-Strength Criterion Joints* , Engineering Geology ,Vol.7, pp:287-332.
17. Chigira,M.,**1992**:*Long-term gravitational deformation of rocks by Mass rock Creep*, Eng .Geo., NO.32, pp:157-184
18. Priest,S.D.,**1993**:*Discontinuity analysis For rock*, Report-Vol.9,Ch 10. engineering ,Chapman&Hall,Lond0n, pp:530
19. Gribble,C.D.,**1985**:*Geology for Civil engineers (2nd ed.)* .GeorgeAllen &Unwin ,London, pp:314
20. Blyth,F.G.H.,&DeFreitas,M.H.,**1974**:*A Geology for Engineers (7thed.)* ,Edwin Arnold,London. , pp:325.