



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل / كلية العلوم .

القسم / علم الأرض التطبيقي.

مشروع بحث التخرج

التحليل التركيبي والهندسي لتراكيب صخور تكوين انجانة_منخفض بحر النجف

للطالب

حسن فهد عيسى سبتي

بكلوريوس علوم جيولوجية

للعام الدراسي ٢٠٢٣ - ٢٠٢٤

بإشراف

أ.د. جعفر حسين الزبيدي



The Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Babylon / College of Science.

Department/Applied Earth Science.

Graduation research project

Structural and engineering analysis of the rock structures of the Injana
Formation_Bahr al-Najaf Depression

For the student

Hassan Fahd Issa Sabti

Bachelor of Geological Sciences

For the academic year 2023-2024

Supervised by

Mr. Dr. Jaafar Hussein Al-Zubaidi

شكر وتقدير

اقدم شكري الجزيل الى عميد وعمادة كلية العلوم جامعة بابل لرعايتهم العلمية والتربوية القيمة طيلة فترة دراستي وإنجازي بحث التخرج.

شكري وتقديري العميق لأستاذي المشرف على البحث الدكتور **جعفر حسين الزبيدي** لاقتراحه موضوع البحث و توجيهاته العلمية النظرية القيمة ومساعدته العملية المتواصلة وخروجه معي في العمل الحقلي وتعاونه معي واخذ البيانات من منطقة البحث بشكل صحيح وسليم بالإضافة الى توفير المصادر العلمية المفيدة في البحث.

كما أود أن أشكر رئيس قسم علم الارض التطبيقي الدكتور **مهند راسم عباس العوادي** على تشجيعه المستمر ومتابعته مراحل انجاز البحث.

والشكر موصول الى جميع أساتذة القسم الذين بذلوا كل جهد ووقت وعلم طيلة فترة اربع سنوات مدة دراستي في القسم، والذي تمكنت من خلالهم انجاز بحث التخرج المتواضع هذا. اقدم امتناني ومحبتني الى جميع زملائي الذين رافقوني فترة دراستي في قسم علم الارض وخاصة الزملاء الذين دعموني في انجاز العمل الحقلي لبحث التخرج.

واقدم الشكر والتحية لجميع المعيدين والموظفين في القسم لجهودهم العلمية والعملية الرائعة طيلة فترة دراستي في القسم.

الفهرست

رقم الصفحة	الفصل الاول
7	المقدمة. موقع منطقة الدراسة. اهداف الدراسة.
9	المنهجية
10	جيولوجية منطقة الدراسة.
	الفصل الثاني
12	مراحل العمل الحقلی. اختبار الصخور. اختبار التربة. المحطة الاولى.
15	المحطة الثانية .
16	المحطة الثالثة.
19	المحطة الرابعة.
	الفصل الثالث
21	صخور الحجر الرملي. اصل الحجر الرملي.
22	المواد الاساس في الحجر الرملي. صلادة الحجر الرملي. كيفية التعرف على الحجر الرملي.
23	نسيج الحجر الرملي.
24	الحجر الجيري المارل . كيفية تشكل الحجر الجيري المارل.
25	صلادة الحجر الجيري المارل. كيف يتم التعرف على الحجر الجيري المارل.

26	نسيج الحجر الجيري.
26	استخدام الحجر الجيري.
رقم الصفحة	الفصل الرابع
27	العوامل المؤثرة على استقرار المنحدر الصخري. العوامل الطبيعية.
28	جيومورفولوجية وطبوغرافية المنطقة.
29	تحسين استقرار المنحدر وحمايته. تحسين ثبات المنحدر .
30	تقليل ارتفاع المنحدر .
31	حماية ثبات المنحدر.
قائمة الاشكال	
8	الشكل (1) خريطة موقع منطقة الدراسة.
13	الشكل (2) يمثل المحطة رقم ١ في العمل الحقل
14	الشكل (3) الاسقاط الستيريوغرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدر ونوع الفشل بالنسبة للمحطة رقم 1 في منطقة طار النجف.
15	الشكل (4) الاسقاط الستيريوغرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدر ونوع الفشل بالنسبة للمحطة رقم 2 في منطقة طار النجف.
16	الشكل رقم (5) يمثل محطة رقم ٢ في العمل

	الحقلي.
17	الشكل رقم (6) الاسقاط الستيريوغرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدر ونوع الفشل بالنسبة للمحطة رقم (3) في منطقة طار النجف.
18	الشكل رقم (7) يمثل محطه رقم 3 في العمل الحقلي.
19	الشكل رقم (8) الاسقاط الستيريوغرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدرات والفشل للمحطة رقم (4) في منطقة طار النجف.
20	الشكل رقم (9) يمثل المحطة رقم 4 في العمل الحقلي.

الفصل الأول

المقدمة:

موقع منطقة الدراسة :

تقع عند جرف طار النجف في محافظة النجف على بعد حوالي 3 كم غرب مدينة النجف وسط العراق. يتم تحديدها بدقة من خلال خطوط الطول ($44^{\circ}16'25''$ - $44^{\circ}18'05''$) شرقاً وخطوط العرض ($32^{\circ}00'15''$ - $32^{\circ}02'05''$) شمالاً (الشكل 1-1). تبلغ مساحة الدراسة حوالي ($2.066.551.2$ م²) على امتداد الجرف الصخري الذي يفصل هضبة النجف عن بحر النجف ويحيط بمدينة النجف من الغرب.

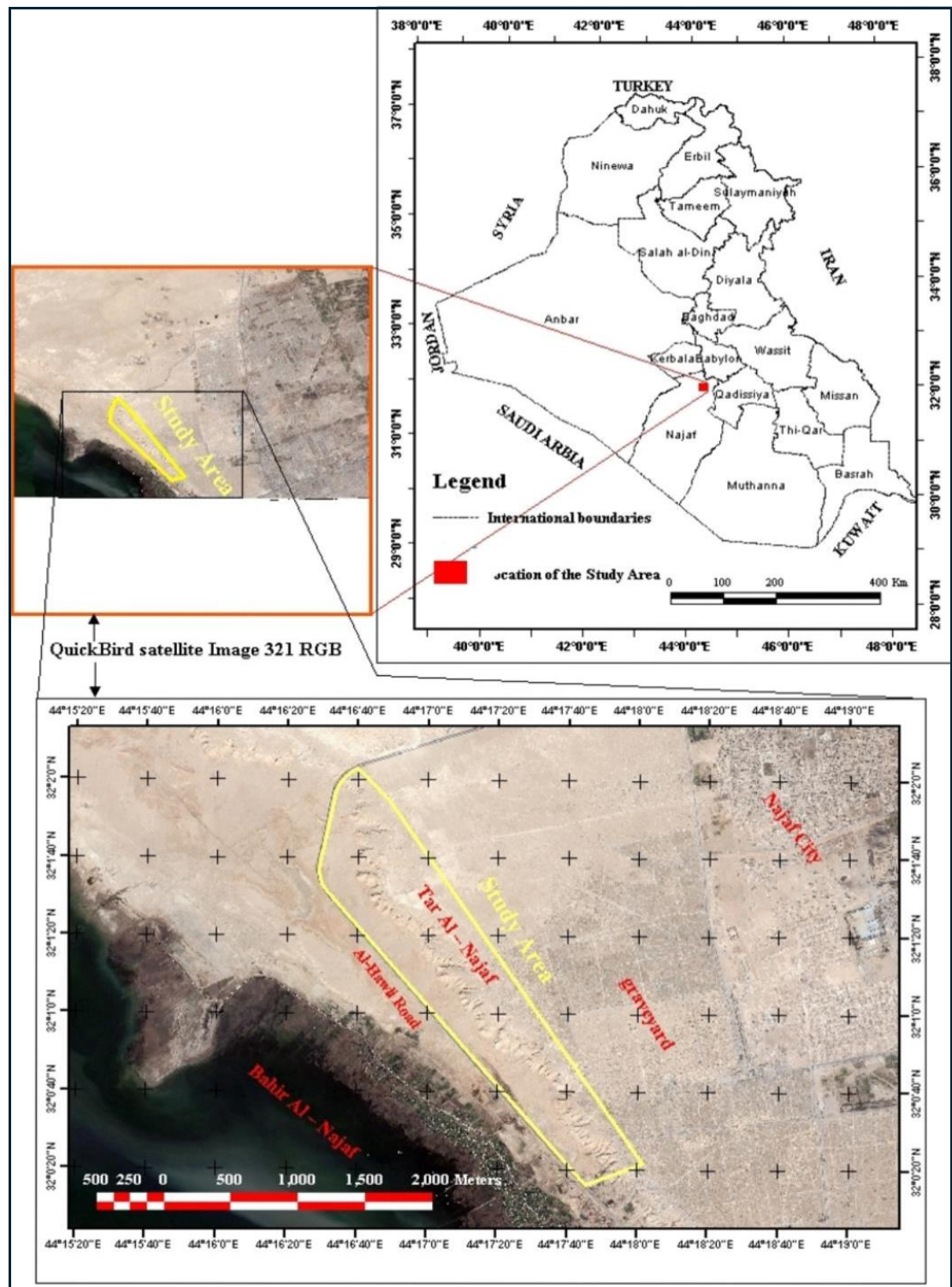
أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تقييم جيولوجي هندسي لاستقرار المنحدرات الصخرية في المنطقة من خلال تحديد مواقع الانهيارات السابقة وتلك التي يحتمل حدوثها في المستقبل وآلياتها وأنواعها وجميع العوامل المؤثرة على عدم استقرار المنحدر. وهذا يتطلب:-

1- تحديد أماكن الأجزاء غير المستقرة من الجرف وتحديد أوضاع الانهيار .

2- اقتراح بعض الإجراءات العلاجية لتثبيت المنحدرات الصخرية.

3. دراسة بعض الخصائص الجيوتقنية للصخور المكشوفة في المنطقة.



الشكل (1) خريطة موقع منطقة الدراسة.

المنهجية:

تشمل المنهجية أربع مراحل من العمل:

أ- مرحلة جمع البيانات ودراسة جميع المنشورات المتاحة عن مجال الدراسة (المجلات والورقات والأطروحات والتقارير والخرائط بما في ذلك الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والصور الساتلية) من أجل تحقيق مكاسب أفضل فكرة عن مجال الدراسة

ب- مرحلة العمل الميداني :

١- قياس اتجاه المنحدر وزاوية المنحدر والارتفاع.

2 - قياس الانحدار (الاتجاه والزاوية) للطبقات.

٣- الوصف الهندسي للصخور .

4- تحديد أنواع الإخفاقات الحالية والمحتملة.

ج- مرحلة العمل المكتبي:

عرض وتفسير البيانات المجمعة من الميدان ونتائج الاختبارات المعملية للصخور والتربة المتضمنة في هذه المرحلة القياسات الميدانية (الاتجاه (قراءات الانقطاعات والمنحدرات) تم عرضها وتحليلها بواسطة برنامج Schmidt Net من الإسقاط المجسم لجميع المحطات باستخدام برنامج Stereonet for windows V.1.2 2003 وبعد كل ذلك سيتم تمثيل نتائج اختبارات الصخور والتربة للبيانات وتحليلها بواسطة Schmitt net من المجسم.

د- مرحلة العمل الحقلية : سوف نتكلم عنها بالتفصيل في الفصل الثاني .

جيولوجية منطقة الدراسة:

الطبقات والوحدات المعرضة من الأكبر سناً إلى الأصغر هي:

1- تكوين انجانا إنجانا (ميوسين العليا).

2 – تكوين الدبدبة (البليوسين – البليستوسين).

تكوين إنجانا (ميوسين العليا): -

التشكيل معرض بشكل جيد على طول طر النجف وطر السعيد مما يشكل الجزء الرئيسي من القطران (المنحدرات) والتلال المعزولة المتاخمة.

ينقسم التكوين إلى وحدتين رئيسيتين :

1 – الوحدة الكلاسيكية الدنيا تتكون من تناوب الصخور الكلاسيكية المختلفة (الحجر الطيني والحجر الرملي والحجر الطيني) أو مزج هذه الصخور في نسب مختلفة. كما سجلت أسرة رقيقة من الحجر الجيري، يبلغ سمكها مرتين أو ثلاث مرات حتى 0.3 سم ، كما سجلت بعض الأسرة السماوية الحاملة في أماكن. والمواد الأسمنتية للحجر الرملي هي الطين أو الكربونات. يملأ حل العمليات التشخيصية في بعض الأحيان مستويات السرير والكسور، مما يشكل أسرة رقيقة جداً أو مجموعاً محلياً من الجبس الثانوي. وبصورة عامة، تكون أحجار الطين والحجر الطيني أو الحجر الطيني من البني إلى الأحمر البني في اللون، وتتكون من المنحدرات المتوسطة الصلبة إلى الصلبة، في حين أن الأحجار الرملية غير متجانسة، مخاطية، مبطنة، متقاطعة اللون الرمادي سمكها 0.25 سم.

2 - وحدة الحجر الطيني (تشكيل الكهوف):

وهي تسمى بشكل غير رسمي وحدة كلايستون التي تشكل الكهف يتكون من الحجر الطيني، الطيني أحياناً، البني إلى البني الأحمر، مكسورة بشكل متكافئ، ضخمة، صلبة، مكونة من جرف، ويتغير جانبياً أو عمودياً إلى الحجر الطيني . ويبلغ سمك هذه الوحدة 6 أمتار أو أكثر في بعض الأماكن. ولها امتداد جغرافي واسع على طول كل من طار النجف وطار السيد، لحوالي 170 كم. ويشير التوسع الجغرافي الواسع للرواسب الدقيقة (الحجر الطيني) إلى انخفاض الطاقة التيار النهري الرواسب، مقارنة بالوحدة السفلى. هذه الوحدة متشابهة بشكل كبير ويغرقها حجر رملي خشن شديد الاختراق من تشكيلة ديبديبا. وتتضخم بعض هذه المفاصل تدريجياً بسبب تآكل المياه من السرير العلوي الذي يشكل كهفا متطوراً جيداً، يصل طولها إلى 2×1 متر أو أكثر .

تكوين الدببة (بليوسين - بليستوسين): -

درس الطبقات الطبقاتية لمنطقة كربلاء - النجف، وسط العراق ووصف تكوين الدببة. وهي معروضة على نطاق واسع في الجزء العلوي من طار النجف وطار السيد التي تشكل الهضبة الرئيسية. ويتراوح سمكها من متر واحد أو أقل إلى أكثر من 18 متراً. يتألف التكوين من الحجر الرملي والحجارة الرملية. الحجر الرملي يختلف من مكان إلى آخر؛ اللون الرئيسي هو البني ولكن يمكن أن يكون رمادياً أو أصفر أو أبيض أو بني أصفر. كما تختلف الخصائص الفيزيائية الأخرى مثل حجم الحبوب، والفرز، والدورة، والسطحية بطريقة ما. والمكونات الرئيسية لأسرة الأحجار الرملية في هذا التشكيل هي الكوارتز، والشيرت، وشطايا الصخور، والفيلدسبار. وتختلف نسبة هذه المكونات من مكان إلى آخر. ومواد الأسمنت صلبة، في الحجر الرملي الهش والجيري أو العجيرية، في الأحجار الرملية الصلبة المتوسطة. وقد سجلت بعض الأسرار الحجرية الطينية والحجارة الطينية، ولا سيما في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية من المنطقة.

الفصل الثاني

مرحلة العمل الحقلی :

تشمل الاختبارات المعملية التي يتم إجراؤها في هذه المرحلة

1- اختبار الصخور:

تم اختبار ثلاث عينات من الصخور من كل محطة لتحديد قوة الضغط بشكل غير مباشر بواسطة جهاز اختبار الحمل النقطي. أجريت هذه الاختبارات في المعامل الهندسية للشركة العامة للمساحة الجيولوجية والتعدين.

2- اختبار التربة :

للحصول على معاملات قوة القص تم اختبار عينة واحدة من كل موقع من (2) موقع بطريقة اختبار القص المباشر وتم إجراؤها نفذت في قسم الهندسة المدنية/كلية الهندسة/جامعة بغداد. تم إجراء هذا الاختبار لعينات أعيد تشكيلها من طبقات الكالستون في منطقة الدراسة.

المحطة الأولى:

تقع هذه المحطة على خط العرض (32 درجة 20.55'00 شمالاً) وخط الطول (044 درجة 55.58'17 شرقاً)

يبلغ ارتفاع المنحدر الارتفاع 3.75 متر وطول 13.40 متر هنا لدينا سمك المنحدر فيه مترين من الحجر الرملي يتخلله في وسطه سمك 0.75 متر من المارل.

المكشف هنا صلب تقريباً متماسك مقاوم للأنهيارات في بعض الامر الا لأسباب خطيرة كثيراً.

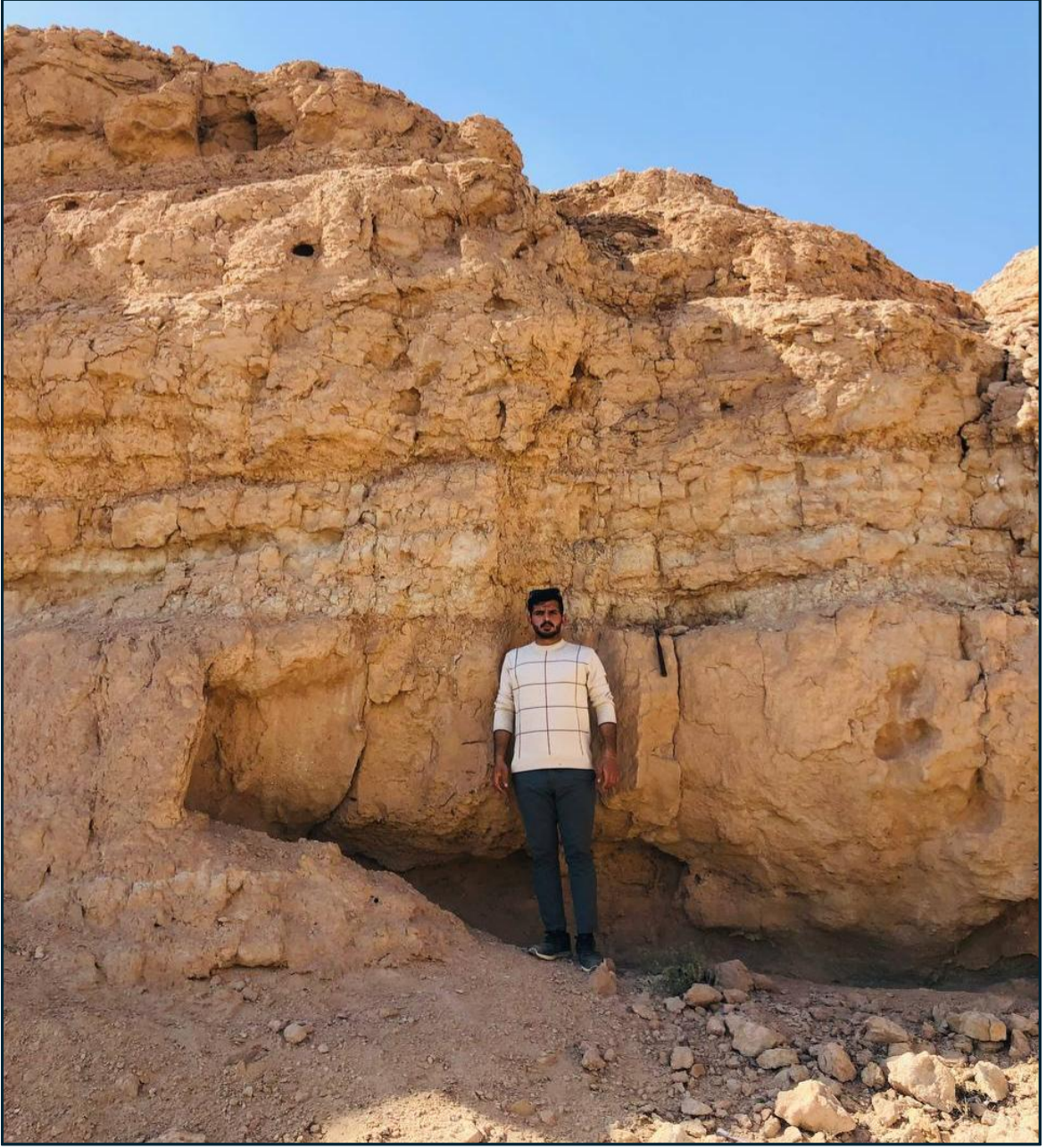
يوجد لدينا ثلاث فوالق كما موضح في الصورة(2) تكونت بسبب حركة الكتل الصخرية الكبيرة ويوجد بعض التسكر البسيط في المكشف لصخور الحجر الرملي .

الميل للطبقات في هذا التكوين الصخري

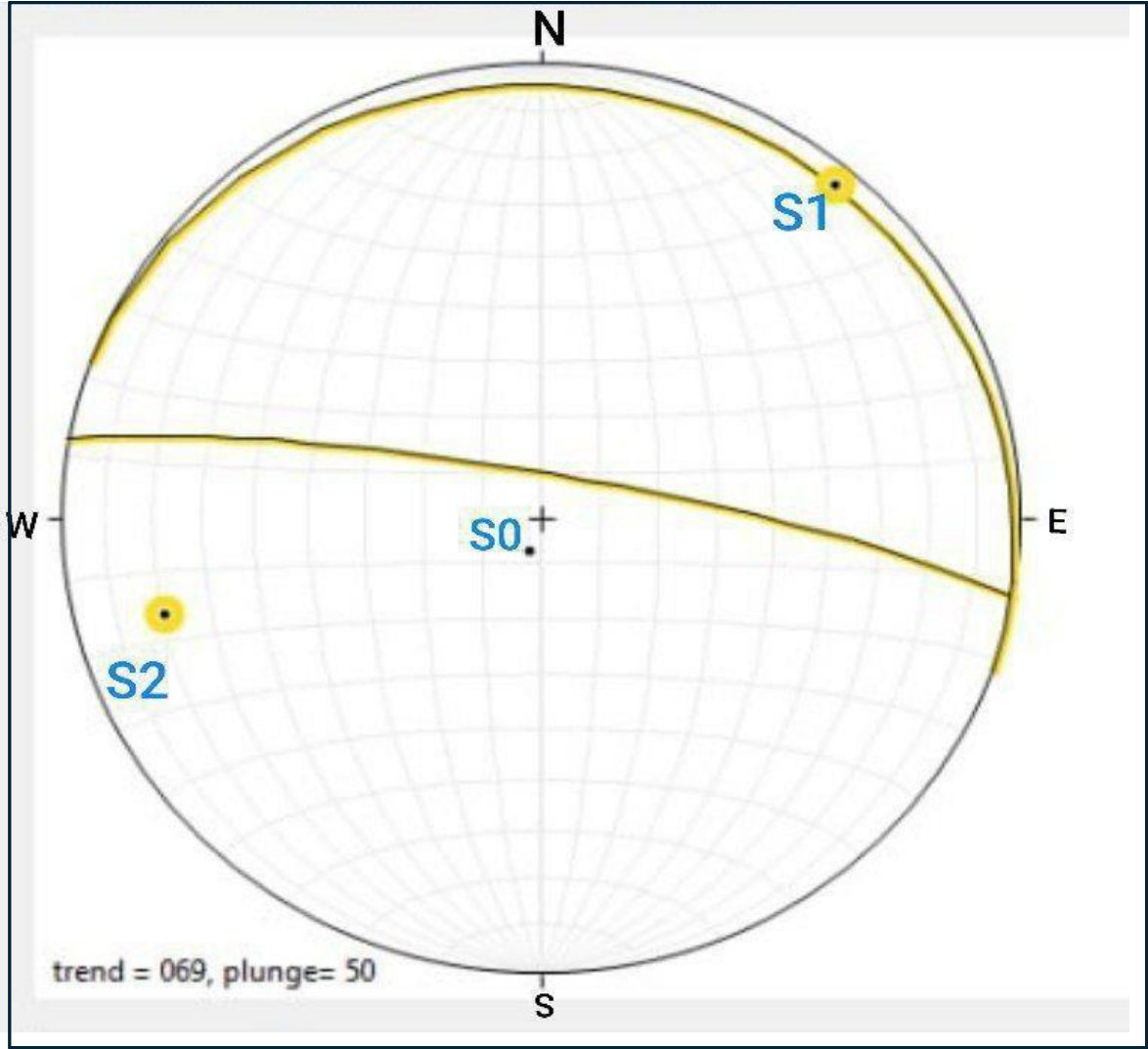
Dip direction.170/ Dip.82 درجة/

S1:Dip.220/Dip Angel.85 اما 1-

S2:Dip.75/Dip Angel.70. اما 2-



الشكل (2) يمثل المحطة رقم ١ في العمل الحقل.



الشكل (3) الاسقاط الستيريوجرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدر بالنسبة للمحطة رقم 1 في منطقة طار النجف.

المحطة الثانية :

تقع هذه المحطة شمال المحطة الاولى وتبعد عنها 50 متر على خط العرض (32 درجة. 54.3'00 شمالاً) وخط الطول (044 درجة. 17'53.97 شرقاً).

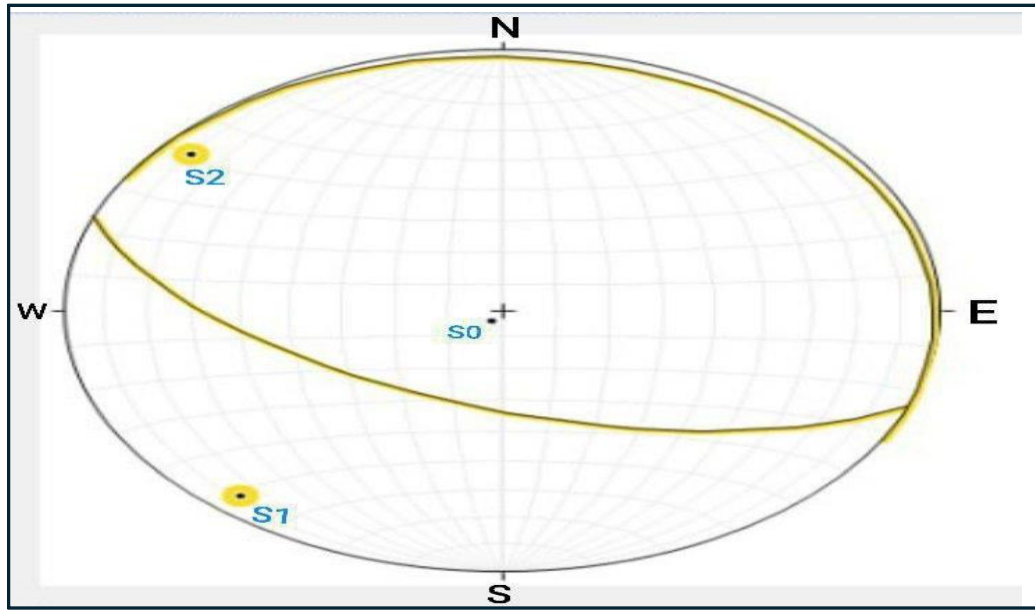
يبلغ ارتفاع المنحدر 5 متر وطوله 18.50 متر يكون المكشف الصخري من الحجر الرملي وفيه حجر المارل لآكن ليس بطبقا منعزلة بالمتداخل مع مع صخور الحجر الرملي.

في هذه الطبقة

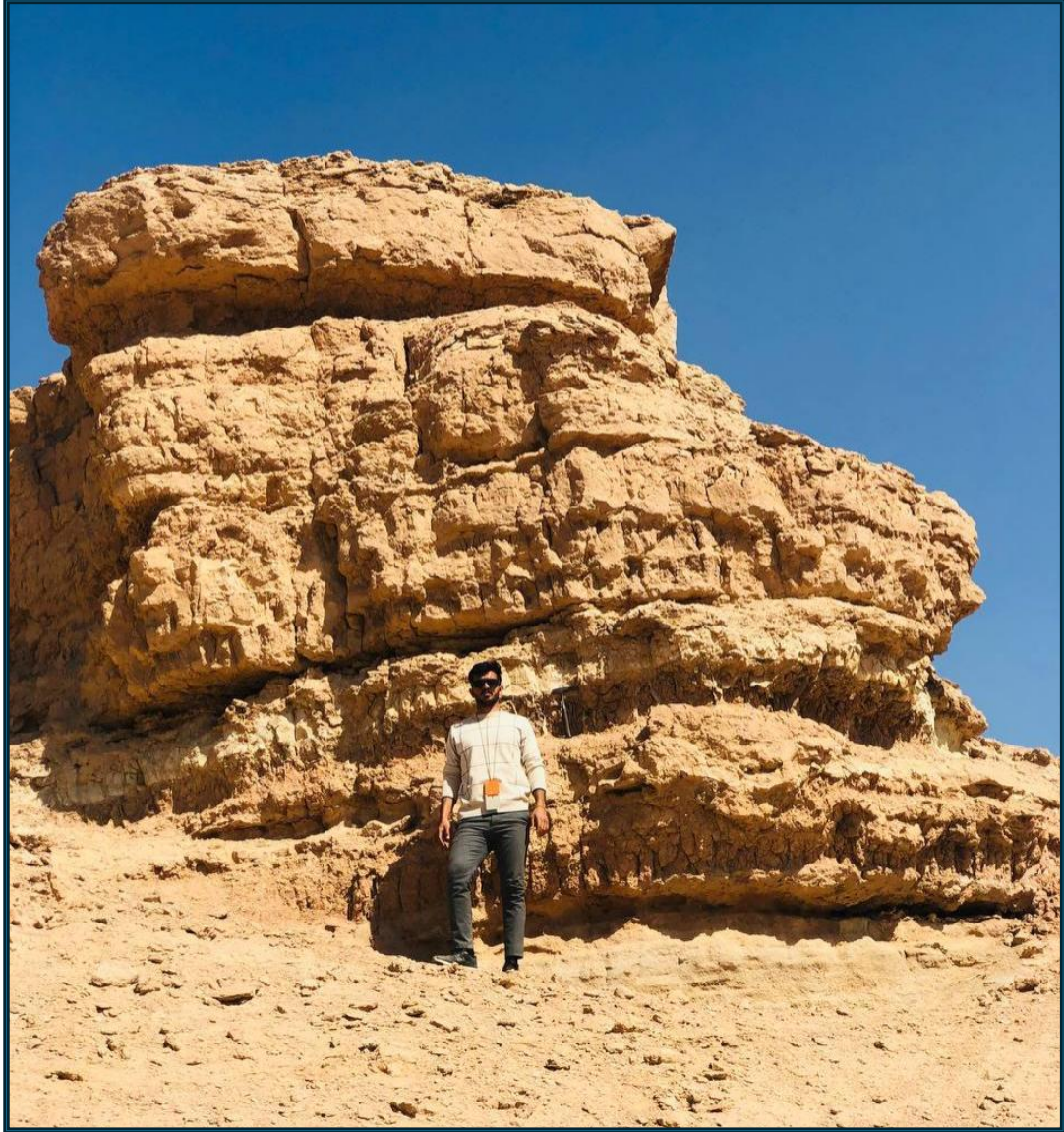
Dip 60 / 20 Strike

S1:Dip.150/Dip Angel.82 -1

S2:Dip.040/Dip Angel.82 -2



الشكل (4) الاسقاط الستيريوغرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدر بالنسبة للمحطة رقم 2 في منطقة طار النجف.



الشكل رقم (5) يمثل محطة رقم ٢ في العمل الحقل.

المحطة الثالثة:

تقع هذه المحطة على ارتفاع ٨٤ متر عن منخفض بحر النجف على خط عرض (32 درجة 00' 26.89" شمالاً) وعلى خط طول (40 درجة 17' 52.08" شرقاً).

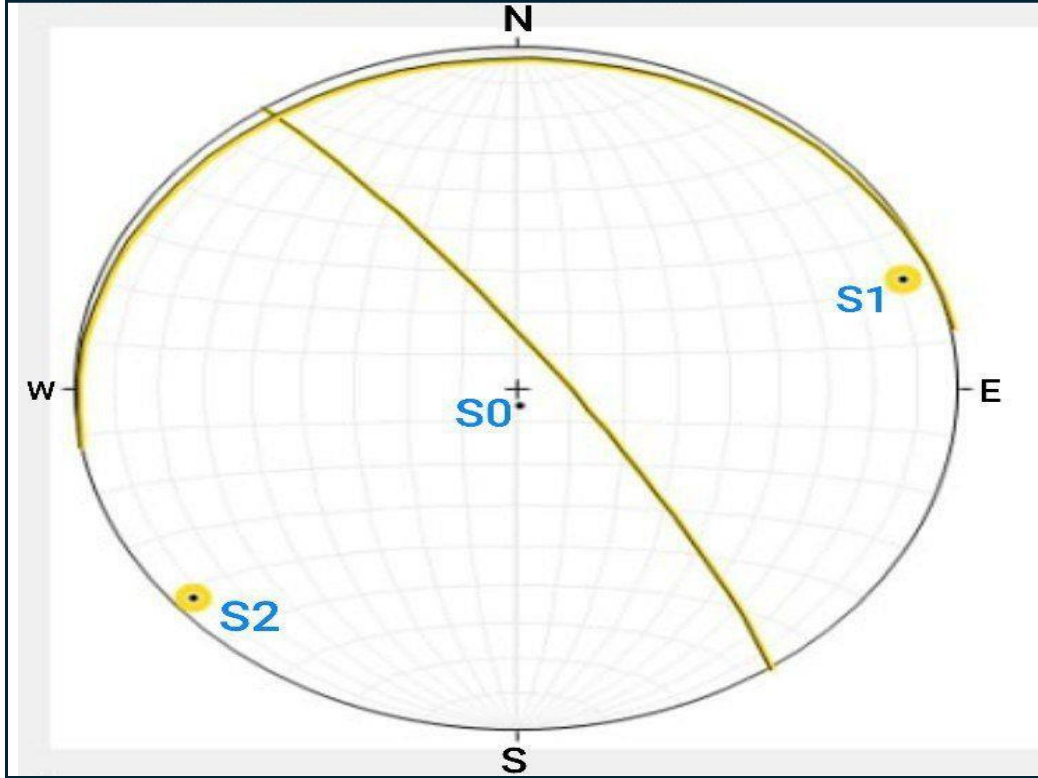
تتألف المحطة هذه من صخور الحجر الرملي و وجود مواد عضوية يبلغ ارتفاعه 6متر وفيه ميل جداً واضح في الطبقات وطول الطبقة كلها 20.34متر.

ونلاحظ تشكل الكهوف في هذه الطبقة لكون الطبقة السفلى اقل صلابة واقل مقاومة للعوامل الخارجية مما يؤدي الى حدوث عمليات تجوية وتعري لهذه الطبقة لوجود الطين السيلت في هذه الطبقة متداخل في الحجر الرملي .

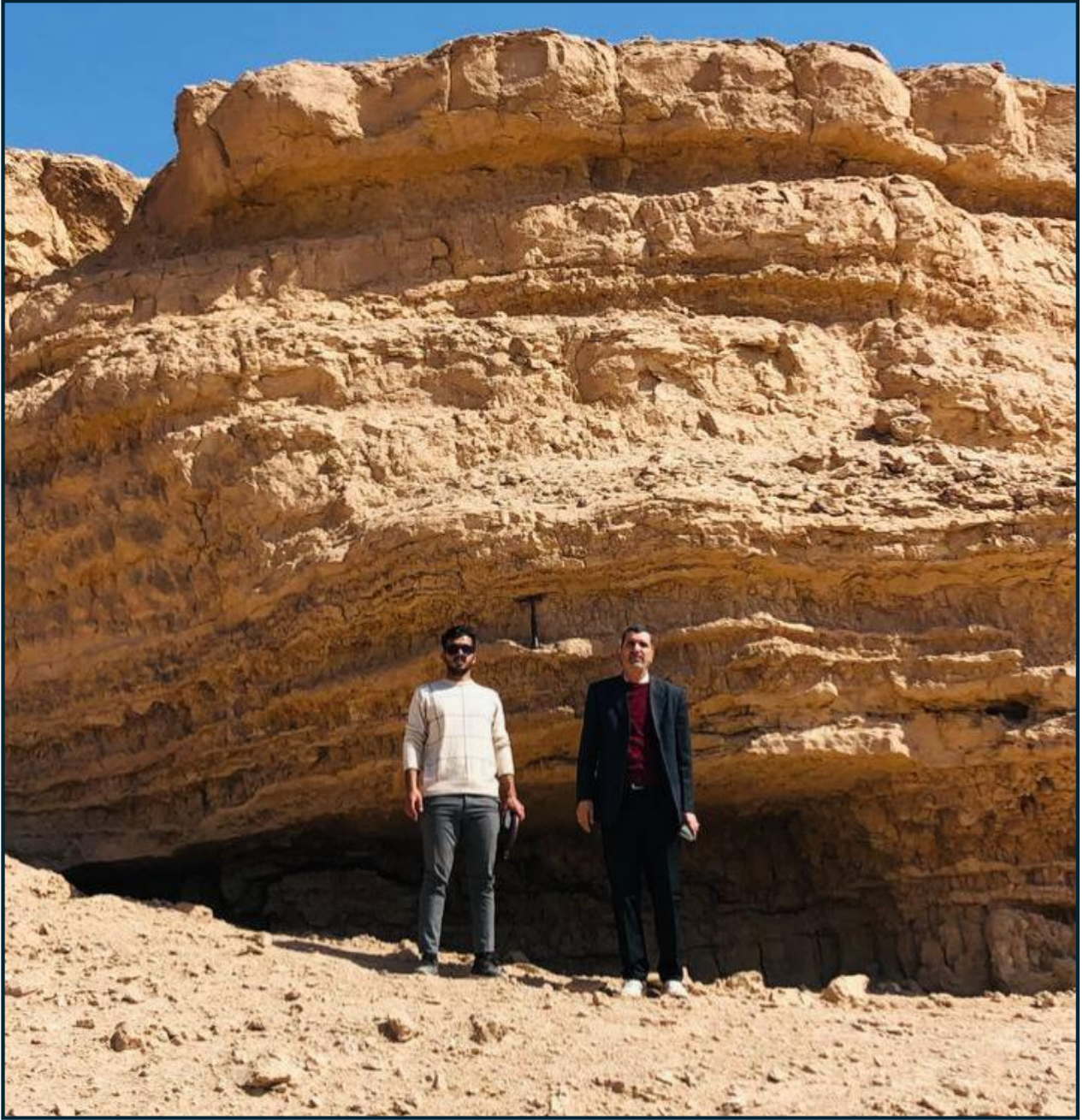
Dip.55 درجة /Dip Angel.82 درجة

1- S1:Dip.250 :Dip direction 82 درجة

2- S2Dip direction :.240 :Dip direction 85 درجة.



الشكل رقم (6) الاسقاط الستيريوغرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدر بالنسبة للمحطة رقم (3) في منطقة طار النجف.



الشكل رقم (7) يمثل محطه رقم 3 في العمل الحقل.

المحطة الرابعة :

تقع هذه المحطة غرب المحطة الثالثة تقع على خط عرض (32 درجة 00' 55.0" شمالاً) وخط طول (44 درجة 17' 44.72" شرقاً) وتتألف هذا المحطة التي يبلغ ارتفاعها 10.30 متر وطول 8 متر من المكشف الذي هو ظاهر على سطح الارض .

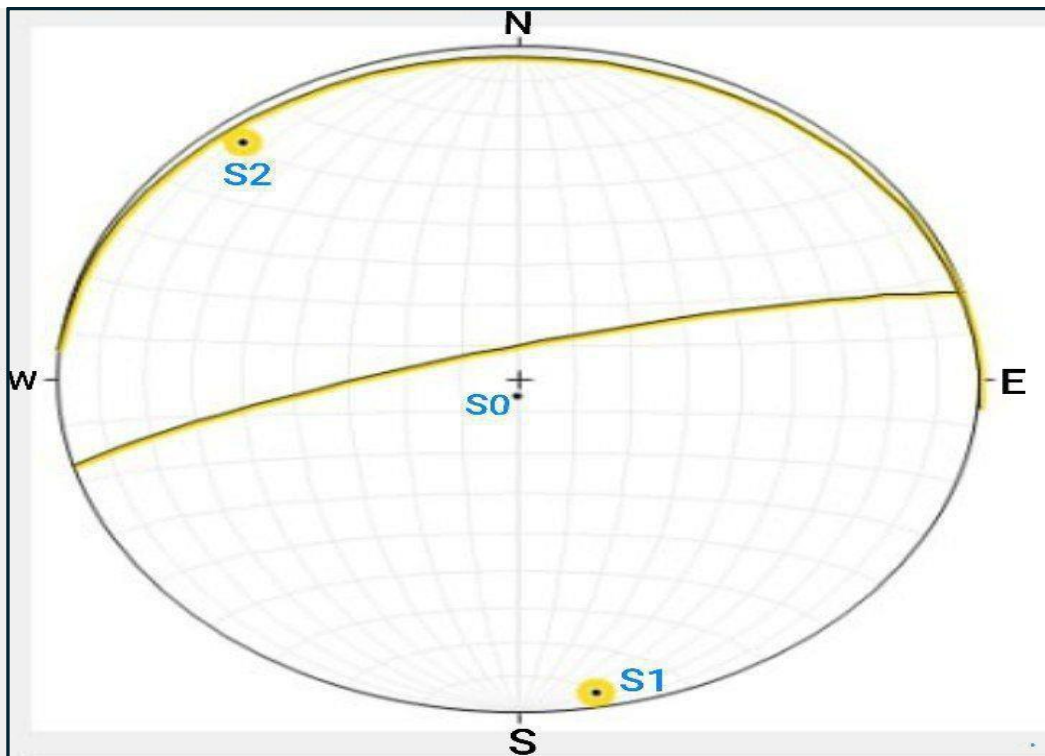
صخور هذه المحطة هية من الحجر الرملي بسمك 4 متر من السادنستون و يوجد فوقه 1 متر من المارل واما الطبقة الاعلى فهية من صخور الحجر الرملي بسمك 5.30 متر.

في هذا المكشف

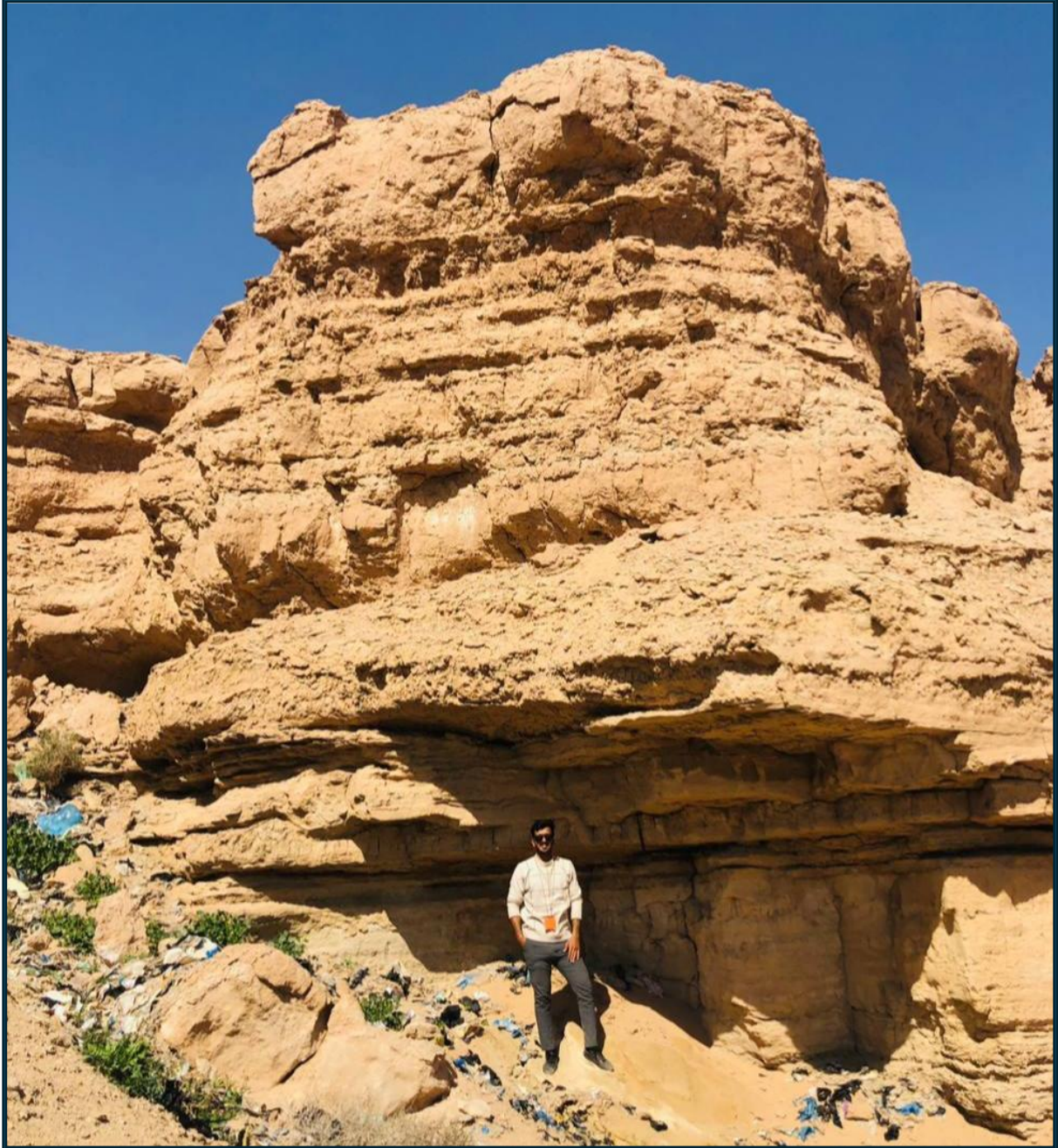
للمنحدر: Dip Angle.82 درجة/ Dip درجة.345 Dip direction

S1.Dip Angle.85-1 درجة/ Dip direction.350 درجة.

S2: Dip Angle 82-2 درجة/ Dip direction



الشكل رقم (8) الاسقاط الستيريوجرافي المجسم لحالات الانقطاع والمنحدرات والفشل للمحطة رقم (4) في منطقة طار النجف.



الشكل رقم (9) يمثل المحطة رقم 4 في العمل الحقل.

الفصل الثالث

في هذا الفصل سنتناول تفصيل عن صخور المنطقة وقوة تحملها وصلابتها وكيفية تكونها وكيف يمكن التعرف عليها وحجم حبيباتها وانسجتها

أولاً صخور الحجر الرملي sandstone :-

نوع من الصخور تتكون أساساً من رمال التصقت بعضها ببعض عن طريق الضغط أو بواسطة المعادن. ويحتوي الرمل عادة على المرو والفلسبار ومعادن أخرى. ويحتوي أيضاً على مواد عضوية وأجزاء من الصخور. وتشمل المعادن التي تؤدي إلى التصاق حبات الرمل المرو والبيرايت والكلسيت. ويتراوح لون الحجر الرملي بين الأصفر الباهت والرمادي والأحمر والأسمر والأخضر. ويتحدد لونه وفقاً لدرجة وجود الإسمنت والمواد الأخرى غير النقية في الرمل.

اصل الحجر الرملي:-

حبيبات رمل السيليكات التي تتكون منها هي نتاج التجوية الفيزيائية والكيميائية للصخور. التجوية والتعرية أسرع في مناطق التضاريس المرتفعة، مثل الأقواس البركانية، ومناطق الصدع القاري،

نشأتها وكيفية تكونها:-

ويتم نقل الرمال التي تأكلت بفعل الأنهار أو بواسطة الرياح من المناطق مصدره إلى البيئات الترسيبية حيث تكونية خلقت مساحة السكن للارواسب تتراكم. أحواض Forearc تميل إلى الرمال تتراكم الغنية في الحبوب الحجرية وبلاجيوكليز. أحواض Intracontinental و grabens على طول الحواف القارية هي أيضاً بيئات مشتركة لترسب الرمال.

مع استمرار تراكم الرواسب في البيئة الترسيبية، يتم دفن الرمل الأقدم بواسطة رواسب أحدث، وتخضع لعملية التعرق. هذا ويتكون معظمها من الضغط وتحجر الرواسب من الرمال. المراحل المبكرة من التكوّن، الموصوفة بالتولد النفث، تحدث في أعماق ضحلة (بضع عشرات من الأمتار) وتتميز باضطراب حيوي وتغيرات معدنية في الرمال، مع انضغاط طفيف فقط.

يحدث الضغط عندما تتعرض الرمال لضغط متزايد من الرواسب الموجودة فوقها. تنتقل حبيبات الرواسب إلى ترتيبات أكثر إحكاما، وتشوه حبيبات الدكتايل (مثل حبيبات الميكا)، وتقل مساحة المسام. بالإضافة إلى هذا الضغط الفيزيائي، يمكن أن يحدث الضغط الكيميائي عبر محلول الضغط. تكون نقاط التلامس بين الحبوب تحت الضغط الأكبر، والمعدن المجهد أكثر قابلية للذوبان من بقية الحبوب. نتيجة لذلك، يتم إذابة نقاط الاتصال بعيدًا، مما يسمح للحبوب بالتلامس بشكل وثيق.

يتبع التحلل عن كثب عملية الضغط، حيث تؤدي درجات الحرارة المتزايدة عند العمق إلى تسريع ترسب الأسمت الذي يربط الحبيبات معًا. يساهم محلول الضغط في التماسك، حيث يتم إعادة ترسيب المعدن المذاب من نقاط التلامس المتوترة في مساحات المسام غير المقيدة.

يحدث الضغط الميكانيكي بشكل أساسي على أعماق تزيد عن 1000 متر (3300 قدم). يستمر الضغط الكيميائي إلى أعماق تصل إلى 2000 متر (6600 قدم)، وتحدث معظم عمليات التثبيت على أعماق 2000-5000 متر (6600-16400 قدم).

يرافق فك الحجر الرملي المدفون تيلوجينيسيس، المرحلة الثالثة والأخيرة من التعرق. نظرًا لأن التعرية تقلل من عمق الدفن، فإن التعرض المتجدد للمياه النيزكية ينتج تغييرات إضافية في الحجر الرملي، مثل انحلال بعض الأسمت لإنتاج مسامية ثانوية.

مواد الاساس في الحجر الرملي:-

تتكون جميع الاحجار الرملية من نفس المعادن تقريبًا المكونة لهيكلية الحجر الرملي . وهذه المكونات هية الكاورتز والفلدسبار وشضايا حجرية.

صلادة الحجر الرملي:-

تتراوح صلادة الحجر الرملي حسب مقياس موس(6-7) ويعتبر الحجر الرملي مثالي للتطبيقات الخارجية بما في ذلك الرصف والمقاعد والجدران الاستنادية وتكسية الجدران الخارجية.

كيفية التعرف على الحجر الرملي:-

للتعرف على الحجر الرملي، قم بمراقبة الصخر للتأكد من أنه يتكون من حبيبات رمل فردية. وقد يتراوح حجم هذه الحبوب من 1/4 إلى 2 ملم. سيكون سطح الصخرة خشنًا ومحببًا، مثل ورق

الصفرة. يمكن أن يكون الحجر الرملي بأي لون تقريبًا، ولكنه غالبًا ما يكون بنيًا أو أسمرًا أو أبيضًا مصفرًا أو محمرًا.

الفتاتية الرسوبية – تتكون من تماسك الصخور والشظايا المعدنية معًا

متوسطة الحبيبات – يتراوح حجم الحبوب الفردية من 4/1 إلى 2 ملم

بالإضافة إلى ذلك، يمكنك تحديد الأنواع الفرعية للحجر الرملي بناءً على لونها وشكل الحبيبات ومدى جودة فرز الحبيبات.

Graywacke – حبوب زاوية سيئة الفرز، وعادة ما تكون رمادية أو رمادية داكنة

الكوارتز أرينيت – حبيبات مستديرة ومرتبطة جيدًا، وعادة ما تكون بيضاء اللون أو أسمر أو رمادي

أركوز – حبوب زاوية سيئة التصنيف، عادةً ما تكون حمراء أو برتقالية .

قد يتفاعل الحجر الرملي أيضًا مع الحمض. أفضل استخدام الخل الأبيض العادي لإجراء اختبارات الحمض، لكن في المختبر عادةً ما تستخدم محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف.

السبب الأكثر شيوعًا لتفاعل الحجر الرملي مع الحمض هو الأسمت. إذا تم لصق الحجر الرملي ببعضه بواسطة الكالسيت (وهو ما يحدث عادة) فسوف يتفاعل هذا الأسمت ويفور مع الحمض. ومع ذلك، يتم لصق العديد من الأحجار الرملية مع مواد أخرى (عادةً السيليكا) التي لا تتفاعل مع الحمض، لذلك فإن هذا الاختبار ليس تشخيصيًا.

نسيج الحجر الرملي:-

إحدى السمات المميزة لمظهر الحجر الرملي هي قوامه. جميع أنواع الحجر الرملي فتاتية ومتوسطة الحبيبات، أي أنها مكونة من شظايا صخرية ومعدنية ويتراوح حجم تلك الشظايا من حوالي 4/1 إلى 2 ملم. هذه الشظايا تكون مرئية بالعين المجردة (في بعض الأحيان بالكاد)، دون الحاجة إلى عدسة يدوية. ومع ذلك، فإن العدسة اليدوية هي أداة ممتعة ومفيدة حقًا عند إجراء ملاحظات حول أي صخرة، وخاصة الحجر الرملي.

في حين أن حجم الحبوب المحدد للحجر الرملي مقيد بإحكام، إلا أن هناك الكثير من التباين عندما يتعلق الأمر بشكل الحبوب ومدى جودة فرزها.

يمكن لحبيبات الحجر الرملي تشغيل الطيف الكامل من الزاوي إلى الدائري. يحتوي كل من أصناف الحجر الرملي "arkose" و "graywacke" على حبيبات زاوية، بينما يحتوي "quartz arenit" على حبيبات مستديرة جيداً. إن شكل الحبيبات هو نتيجة لمصدرها ومؤثر على المسافة التي قطعتها قبل الترسيب.

وبالمثل، يحتوي "الكوارتز أرينيت" على حبيبات جيدة الفرز، في حين يتم فرز "آركوز" و "جرايواك" بشكل سيئ. يشير فرز الحبوب إلى التباين في حجم الحبوب، لذلك يحتوي الكوارتز أرينيت على حبيبات متشابهة جداً في الحجم، في حين أن الأركوس والجرايواك قد تحتوي على حبيبات تمتد الطيف بأكمله من 4/1 إلى 2 مم في الحجم.

ثانياً الحجر الجيري المارل:-

هو حجر رسوبي ناشئ من رواسب أحياء مائية متكلسة كالمرجان والمنخربات والرخويات وكذلك على أحبار وقواقع بحرية. طبقاً لطبيعته الجيولوجية فإنه يحتوي على كميات متفاوتة من السيليكا على صورة شوائب وكذلك كميات متفاوتة من الحجر الكلسي النقي. غالباً ما يكون أبيض اللون، لكن الشوائب مثل الطمي والرمل وشوائب معدنية مثل الأراجونيت وأكاسيد الحديد تجعله يتلون بألوان مختلفة. كما توجد منه أنواع تسمى «كلاستيك» بمعنى أنها مكونة من خليط من أحجار أخرى صغيرة متماسكة.

كيفية تشكل الحجر الجيري المرل:-

يتم تشكل الصخور الكلسية بالطرائق الآتية: الترسيب الكيميائي والترسيب الكيميائي الأحيائي (المنشأ العضوي) وتراكم الجزيئات الكلسية الفتاتية.

١- **الصخور الكلسية ذات المنشأ الكيميائي:** يتم ترسيب كربونات الكالسيوم بدءاً من المحاليل المائية (مياه البحر أو المياه العذبة). ويمكن وصفه بصورة عامة بالمعادلتين التوازنتين الآتيتين:

ففي المعادلة الأولى يلاحظ أن ازدياد كمية حمض الكربون H_2CO_3 الموجودة في الوسط يسهل انحلال كربونات الكالسيوم الصلبة، وعلى العكس فإن نقصان هذه الكمية يؤدي إلى ترسيب الكربونات ثانية. وحسب المعادلة الثانية، تعتمد كمية هذا الحمض على نسبة انحلال غاز ثنائي أكسيد الكربون في الماء. إن نقصان ضغط الغاز أو ازدياد درجة الحرارة في الوسط يعيق تشكل

حمض الكربون ويسهل ترسيب كربونات الكالسيوم، أما ازدياد الضغط أو نقصان درجة حرارة الوسط فيكون لهما مفعول عكسي ويسهلان انحلال هذه الصخور. والمثال على ذلك يكمن في هياكل المتعضيات التي تعيش قرب سطح البحر والتي تغرق عادة بعد موتها نحو قيعان البحار. وتبعاً لنقصان درجة الحرارة في الأعماق فإن جزءاً كبيراً من هذه الهياكل ينحل قبل وصوله إلى الأعماق.

تكون المناطق البحرية التي تكثر فيها الطحليبات مراكز لترسيب كربونات الكالسيوم؛ لأن هذه المتعضيات تأخذ من الوسط الذي تعيش فيه، من أجل نموها، كميات كبيرة من غاز ثنائي أكسيد الكربون، وهذا يؤدي إلى نقصان ملحوظ في ضغطه. وهذا المظهر نفسه، وقد يضاف إليه ازدياد درجة الحرارة، يشكل منشأ ترسيب كربونات الكالسيوم عند الينابيع المرسبة للكلس ومنشأ الصواعد والنوازل والأعمدة الكلسية التي تلاحظ في كثير من الكهوف والمغاور الكارستية.

٢-الصخور الكلسية ذات المنشأ العضوي: إن كثيراً من المتعضيات الحيوانية والنباتية، لتشكيل قواقعها وهياكلها، قادرة على تثبيت كربونات الكالسيوم المنحلة في مياه البحر أو في المياه العذبة، إما على شكل كلسيت calcite أو على شكل أراغونيت. غير أن كمية ما يتثبت منها اختلفت عبر الأزمنة الجيولوجية لاختلاف عدد أفراد شعبها المختلفة مع الزمن. وهكذا فإن المنخربات والطحليبات Algues، على سبيل المثال، التي تقوم بدور مهم في الوقت الحاضر في هذا التثبيت، كان لها دور أصغر بكثير في حقبة الباليوزوي.

وينتج معظم هذه الصخور الكلسية من تجمع هياكل المتعضيات بعد موتها وانتقالها، أو ينتج من تراكمها في مواقع حياتها، وخاصة تراكم هياكل المتعضيات المتثبتة على قيعان البحار الضحلة كما هي الحال في الأصداف وبعض البريويات الحيوانية وبصورة خاصة المرجانيات.

٣-الصخور ذات المنشأ الفتاتي: إذا استثنى من هذه المجموعة تجمع هياكل المتعضيات بعد موتها وانتقالها، فإن الصخور الكلسية الفتاتية تتكوّن من حطام مختلّف الصخور الكلسية التي اقتلعت بعوامل الحت من الصخور الكربوناتيّة التي كانت موجودة قبل انحطاتها وانتقالها وترسبها من جديد. وهي صخور نادرة لأن الجزيئات الفتاتية، لطراوتها، تنحل خلال انتقالها بالمياه الجارية.

صلادة الحجر الجيري المرل:-

صلادة الحجر الجيري من 2 إلى 3 ، وهو ناعم ويمكن قياسه بالجرانيت والحجر الجيري. تبلغ صلابة الجرانيت حوالي 8 ، ويمكن نحتها على سطح البازلت والحجر الجيري.

كيف يمكن التعرف على الحجر الجيري المارل:-

غالباً ما يكون أبيض اللون، لكن الشوائب مثل الطمي والرمل وشوائب معدنية مثل الأراجونيت وأكاسيد الحديد تجعله يتلون بألوان مختلفة. كما توجد منه أنواع تسمى «كلاستيك» بمعنى أنها مكونة من خليط من أحجار أخرى صغيرة متماسكة.

نسيج الحجر الجيري:-

مادة الحجر الجيري

الحجر الجيري عبارة عن صخرة رسوبية تتكون أساساً من كربونات الكالسيوم (CaCO_3) على شكل معدن الكالسيت. وقد يحتوي أيضاً على كميات صغيرة من المعادن الأخرى مثل معادن الطين والسيليكا والبيريت والسدريت والكوارتز.

استخدام الحجر الجيري:-

للحجر الجيري استخدامات اقتصادية كثيرة كمادة للبناء، كمكون أساسي في الخرسانة (أسمنت بورتلاند) لصبه في قاعدة الشوارع.. وكصبغة بيضاء أو حشوة في منتجات مثل معجون الأسنان والأصباغ، ومادة خام كيميائية لإنتاج الجير ومحسن للتربة وأحجار زينة طبيعية في تزيين الحدائق ويستخدم كذلك علف للحيوانات ف الحجر الجيري هو المصدر الرئيسي لإمداد الطيور بالكالسيوم، تكمن ضرورة تأمينه (بشكل أمثل) بهدف الحفاظ على سلامة وصلابة عظام الطيور وفضلاً عن المشاركة الفعالة في تكوين .

الفصل الرابع

العوامل المؤثرة على استقرار المنحدر الصخري :

فشل في سلوك المنحدر الصخري أو في التربة، يمكن أن يعزى إلى أن عدد من الأسباب، ومع ذلك، فمن النادر أن يعزى فشل معين إلى ذلك ر سبب واحد، عادة ما يخرج عدد من الأسباب في وقت واحد يؤدي في النهاية إلى فشل المنحدر .

وذكر أن عدة عوامل تؤثر على ثبات المتحدرات الصخرية

يمكن تجميعها في فئتين: أ العوامل الطبيعية

العوامل الطبيعية

١-العوامل الهيكلية:-

يتأثر استقرار المتحدرات الصخرية بشكل كبير الإعداد الهيكلية للصخر الذي يتم حفر المنحدر فيه والذي يشير إلى الفواصل التي تحدث بشكل طبيعي في الصخور مثل طبقات الفراش والمفاصل و العيوب التي تسمى بشكل طبيعي الانقطاعات .خصائصها

الانقطاعات المتعلقة بالاستقرار تشمل التوجه والمنابرة

والخشونة والحشو .)

2. التجوية:- تمثل عملية التجوية تعديلا للمعادن التي يتكون منها الصخر حسب الظروف السائدة على سطحه أرض على هذا النحو، يتم إحداث التجوية للصخور عن طريق العوامل الفيزيائية

التفكك والتحلل الكيميائي والنشاط البيولوجي، يضعف

النسيج الصخري ويبالغ في أي نقاط ضعف هيكليّة، كل ذلك مزيد من المساعدة في عمليات الانهيار، يتم التحكم في التجوية أيضا بواسطة وجود انقطاعات من حيث أنها توفر الوصول إلى كتلة صخرية

وكلاء التجوية، بعض من الآثار المبكرة للتجوية هي ينظر على طول الأسطح المتقطعة، ويختلف نوع ومعدل التجوية من نظام مناخي إلى آخر، في المناطق الرطبة، الكيميائية وقوة المواد المنحدرة، مما يؤدي إلى الانزلاق، الانهيار الضروري ل

قد يستغرق التوازن لبدء الانزلاق عقودا (Bell.2007).

تأثيرات المياه:.

فالمياه مطلوبة في معظم حالات الطقس وربما في جميع الأحوال العمليات الفيزيائية والكيميائية، اسمول وكلاارك، 1982).ال يمكن أن يكون لوجود الماء المياه الجوفية، هطول الأمطار، -) في منحدر صخري تأثير ضار على الاستقرار للأسباب التالية:

ضغط الماء يقلل من ثبات المنحدرات عن طريق تقليل قوة القص لاسطح الفشل المحتملة، ضغط الماء في التوتر الشقوق أو الشقوق العمودية المماثلة القريبة تقلل من الاستقرار عن طريق زيادة القوى التي تسبب الفشل z التغيرات في المحتوى الرطوبي لبعض الصخور وخاصة الطفل والطفل يمكن أن يسبب الحجر الطيني تسارعا في التجوية وانخفاضا في القص قوة فيمكن أن يؤدي تجمد المياه الجوفية إلى حدوث الحشار في الشقوق المملوءة بالمياه سهب تغيرات حجم الجليد المعتمدة على درجة الحرارة، وكذلك تجميد يمكن للمياه السطحية الموجودة على المنحدرات ان تسد مسارات الصرف مما يؤدي إلى تراكمها ضغط الماء في المنحدر مع ما يترتب على ذلك من انخفاض في الاستقرار، 4تآكل الصخور المتجوية بالمياه السطحية وقليلة القوة يمكن ان تؤدي عمليات الحشو بالمياه الجوفية إلى عدم الاستقرار المحلي حيث يكون إصبع القدم يتم تقويض المنحدر، أو تخفيف كتلة من الصخور،)

جيومورفولوجية وطبوغرافية المنطقة:

العوامل الجيومورفولوجية والطبوغرافية لها أهمية كبيرة التأثير على استقرار المنحدرات الصخرية وأشار هوك وبراي (B119). تبين أن الأدوار المشتركة لخصائص المنحدر الارتفاع المنحدر و زاوية المنحدر مع اتجاه الانقطاعات، تحديد الأولي استقرار المنحدرات، ولذلك، فإن العديد من المنحدرات تكون مستقرة في زوايا شديدة الانحدار م ارتفاعات كبيرة تصل إلى عدة مئات من الأمتار، في حين يوجد بها العديد من المنحدرات اللطيفة السقوط على ارتفاعات منخفضة لا تتجاوز بضعة أمتار، ويرجع هذا الاختلاف إلى حقيقة ان ثبات المنحدرات الصخرية يختلف باختلاف ميلها

الاسطح المتقطعة، مثل العيوب والمفاصل ومستويات الفراش، في الداخل الكتلة الصخرية عندما تكون هذه الانقطاعات عمودية أو لا يمكن أن يحدث انزلاق أفقي بسيط وسيفشل المنحدر على كسر كتل سليمة من الصخور وكذلك الحركة على طول بعض الانقطاعات، ومن ناحية أخرى، عندما تحتوي الكتلة الصخرية تنحدر الأسطح المتقطعة إلى أسفل وجه المنحدر بزوايا تتراوح بين 0° و 70° يمكن أن يحدث انزلاق ويكون ثبات هذه المنحدرات بشكل كبير أقل من تلك التي تكون فيها الانقطاعات الأفقية والراسية فقط .

تحسين استقرار المنحدر وحمايته:-

تحسين ثبات المنحدر:-

وبعد تحليل ثبات المنحدر لكل محطة في منطقة الدراسة وتشخيص الوضع المحتمل لفشل المنحدر الصخري، المنحدر يمكن تحسينها بالطرق التالية:

1-إزالة الصخور غير المستقرة

يمكن تحقيق استقرار المنحدرات الصخرية عن طريق إزالة صخور يحتمل أن تكون غير مستقرة. بشكل عام، إزالة الصخور هي الطريقة المفضلة للاستقرار لأن العمل سيزيل الخطر ولا مستقبل له

ستكون هناك حاجة للصيانة. طرق التحسين تشمل:-

أ.إعادة الانحدار والتفريغ:

حيث تحدث الصخور المثقلة ج المتعرضة للعوامل الجوية في الجزء العلوي من أ القطع، غالبا ما يكون من الضروري إزالة هذه المادة وقطعها بزاوية أكثر تملقا من الصخرة الأكثر كفاءة الموجودة تحتها. إزالة الصخور السائبة على وجه المنحدر غير فعال عندما تكون الصخور قابلة للتحلل بدرجة كبيرة، مثل الصخر الزيتي في هذه الظروف، سوف يتم الكشف عن وجه جديد فقط بدء دورة جديدة من التجوية وعدم الاستقرار. لهذا الشرط، أكثر طرق التثبيت المناسبة ستكون حماية الوجه الخرسانة المرشوشة والمسامير الصخرية.

ب- - التشذيب:

قد يؤدي فشل أو تجوية منحدر صخري إلى تشكيل تراكم على الوجه، والذي يمكن أن يشكل خطرا إذا فشل. في هذه الظروف. قد تكون إزالة الجزء المتدلي عن طريق التفجير هو الحل الأمثل

قياس الاستقرار.

ج التحجيم:

يصف التحجيم إزالة الصخور السائبة والتربة والنباتات وجه المنحدر باستخدام الأدوات اليدوية مثل قضبان القياس والمجارف و مناشير.

تقليل ارتفاع المنحدر:

عن طريق تقليل ارتفاع المنحدر أو عمق الحفر قد يحدث ذلك لا يكون ممكنا في بعض المواقع. باستخدام البراغي الصخرية والمثبتات والجدران الخرسانية أو الخرسانة؛ من خلال توفير مسامير

صخرية أو مراسي صخرية موزعة على المنحدرات وتوجيههم بشكل مفيد قدر الإمكان فيما يتعلق بالموقع وموقف الضرب والتراجع) للمفاصل. إذا تم استخدام مسامير الصخور المشدودة لدعم الصخور المكسورة بشكل وثيق، قد تتحلل الصخور المكسورة و ينجرف من تحت لوحات التفاعل الخاصة بالمراسي، وفي النهاية سيتم فقدان التوتر في البراغي. وفي هذه الظروف، عززت يمكن بناء جدار خرساني اجدار التفاعل) لتغطية مساحة الصخور المكسورة، ومن ثم يمكن حفر ثقوب لمراسي الصخور من خلال الأكمات في الجدار. وأخيرا، يتم تثبيت المراسي و مشدودة على وجه الجدار. يعمل الجدار كحماية ضد تمزق الصخر، ولوحة رد فعل كبيرة للصخر المراسي. عند الضرورة، يمكن استبدال الخرسانة المسلحة أسمنت.

حماية ثبات المنحدر :

الطريقة الفعالة لتقليل مخاطر سقوط الصخور هي السماح تحدث السقوط وتتحكم في المسافة والاتجاه الذي تسافر فيه نستخدم أساليب الحماية دائما في المناطق المعرضة لخطر سقوط الصخور الشديد حيث سيكون تثبيت المنحدر مكلفا للغاية.

١-العوائق:

يمكن بناء مجموعة متنوعة من الحواجز أما لتعزيز اداء الخنادق المحفورة أو لتشكيل مناطق تشبعات المياه عند اصبع القدم يلي الحاجز الشائع الاستخدام. -التراب أو الكتل الخرسانية هي أدوات حماية فعالة حجر هاوي. التراب مملوء بالصخور، ويبلغ قياسه عادة 1و0.متر 1و0.م في المقطع العرضي والتي غالبا ما يتم إنشاؤها في الموقع صخور النفائات المحلية، مزايا التراب هي سهولة البناء على منحدر التل شديد الانحدار وحيث يوجد الأساس غير منتظمة.

2-الخنادق:

غالشا ما تكون خنادق الصيد عند سفح المنحدر وسيلة فعالة من حيث التكلفة لوقف سقوط الصخور، بشرط وجود مساحة كافية عند إصبع القدم.

٣- شبكة سلكية:

يمكن أن تكون الشبكات السلكية المعلقة على وجه منحدر صخري فعالة طريقة احتواء سقوط الصخور القريبة من الوجه ومنعها من الارتداد إلى الطريق عن طريق امتصاص بعض طاقة حجر هاوي. للمنشآت التي تغطي منحدرًا عاليًا حيث يكون وزن قد تتجاوز الشبكة خفيفة الوزن قوتها، ويمكن تعزيز الشبكة مع أطوال حبل الأسلاك. وفي جميع الحالات، يجب أن تكون الحافة العلوية للشبكة يتم وضعها بالقرب من مصدر سقوط الصخور بحيث تكون الكتل قليلة الزخم عندما تؤثر على الشبكة لا يتم تثبيت الشبكة في أسفل المنحدر أو في المنتصف نقاط. تسمح الشبكة المعلقة بحرية للصخور بالشق طريقها إلى الأسفل الخندق، بدلاً من التراكم خلف الشبكة؛ وزن مثل هذا التراكمات يمكن أن تفشل الشبكة.