

دراسة الانزلاقات الأرضية في المناطق الجبلية في الجزء الجنوبي من السلسلة الساحلية . آلية حدوثها وانعكاساتها على المنشآت الهندسية في تلك المناطق

الدكتور محمد عبد الله عيسى*
الدكتور محمود حسين عشاوي**

(تاريخ الإيداع 9 / 1 / 2011. قُبِلَ للنشر في 23 / 3 / 2011)

□ ملخص □

يتناول هذا البحث دراسة جيوهندسية لمنطقة الانزلاق الأرضي الحاصل على طريق الكورنيش الجنوبي في صافيتا (سورية) من خلال إجراء مسح جيوهندسي لتحديد أبعاد المنطقة المهدة بالانزلاق، وتحديد أماكن البازلت ودرجة فساده وتحوله إلى غضار ورمال، وقد نفذت من قبلنا أربعة قطاعات (سيور) وثمانية مقاطع جيوهندسية في منطقة الدراسة، و بالتالي أمكن التوصل إلى تقسيم الصخور في منطقة الدراسة إلى خمس وحدات جيوهندسية، إلى أن درجة فساد الصبّات البازليّة النيوجينية الوسادية تزداد مع ارتفاع درجة تشبعها بالماء، إذ بلغ تطور الفساد في أسفل هذه الصبّات أعلى درجاته مؤدياً إلى تشكل طبقة غضارية تبدو مسؤولة عن الانزلاق الأرضي في منطقة الدراسة، وقد أظهرت أعمال الحفر في منطقة الدراسة أنها متأثرة بمستويات ضعف أهمها وجود فالق غير متكشف على السطح أمكن تحديده من خلال الدراسات الجيوفيزيائية.

الكلمات المفتاحية: انزلاق الأرض، انهيار، صافيتا، طرطوس.

* أستاذ - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - سورية.

** أستاذ - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة طنطا - مصر.

The Study of Ground Slides in the Mountainous Areas in the Southern Part from the Costal Chain - the Mechanism of their Occurrence and the Reflections on the Architectural Structures in that Area

Prof. Mohamad Issa*
Prof. Mahmoud Hussein Ashmawy**

(Received 9 / 1 / 2011. Accepted 23 / 3 / 2011)

□ ABSTRACT □

This paper is a geo-engineering study of ground slide area that occurred on the South Cornish in Safita, Syria, through making a geo-engineering survey to determine the dimensions of the threatened areas, and to determine the Basalt corruption rate and its transforming to dust and sand. We divided the study area to four sectors and eight geo-engineering sections. In this way we were able to divide the rocks into five geo-engineering units. The corruption rate of the Basalt pillow infusions increases with the increase in the rate of its water refecation where the development of the corruption, in the bottom of the infusion, has reached its highest degrees leading to the formation of a dusty layer that seems responsible of the ground slides of the area. Besides, the digging in the study area has shown that it is affected by levels of weakness, the most important of which is the existence of an unrevealed break on the surface determined by the geo-engineering studies.

Keywords: Ground Slide–Collapse, Safita, Tartous.

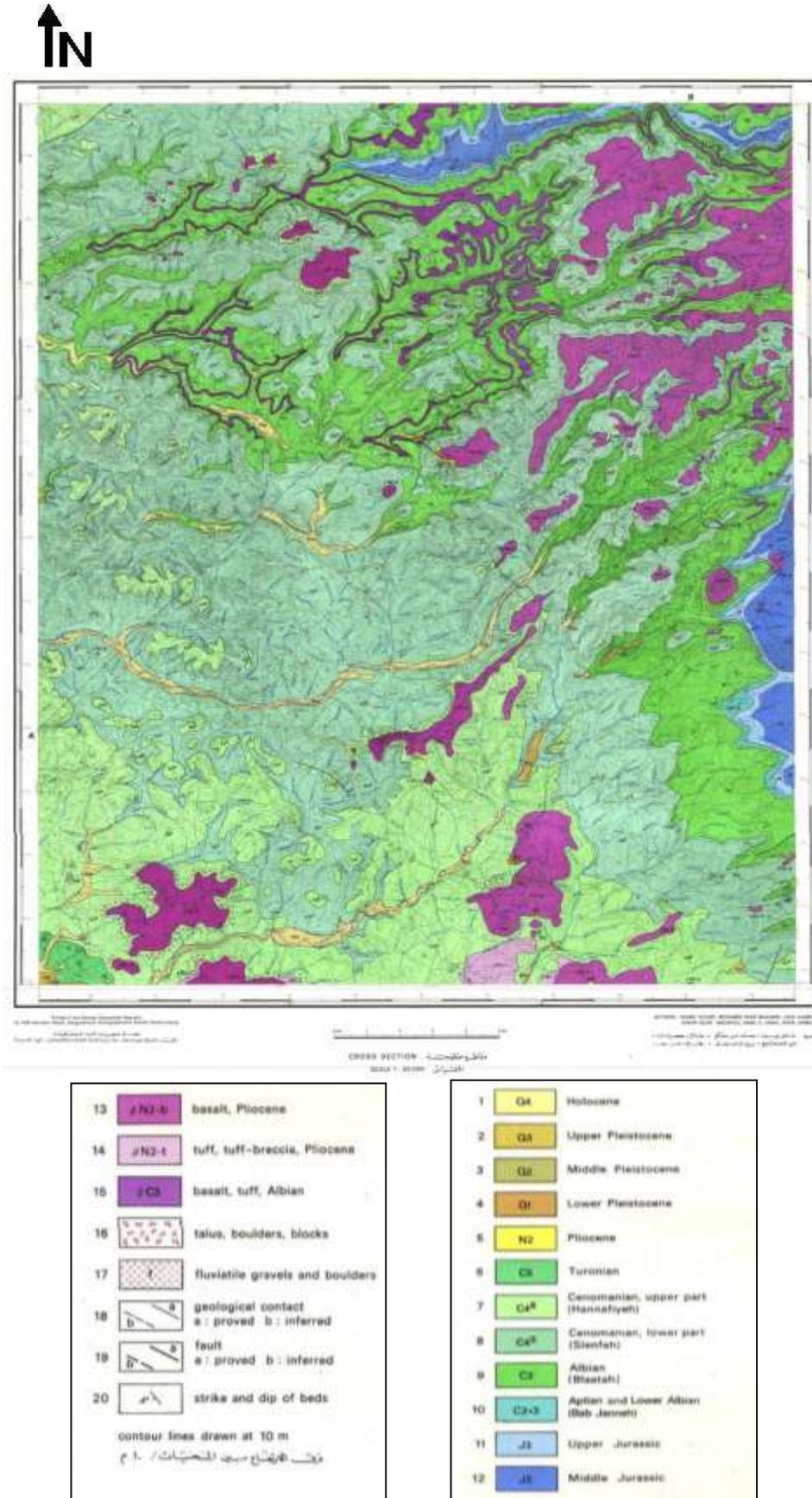
* Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

** Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Tanta, Egypt.

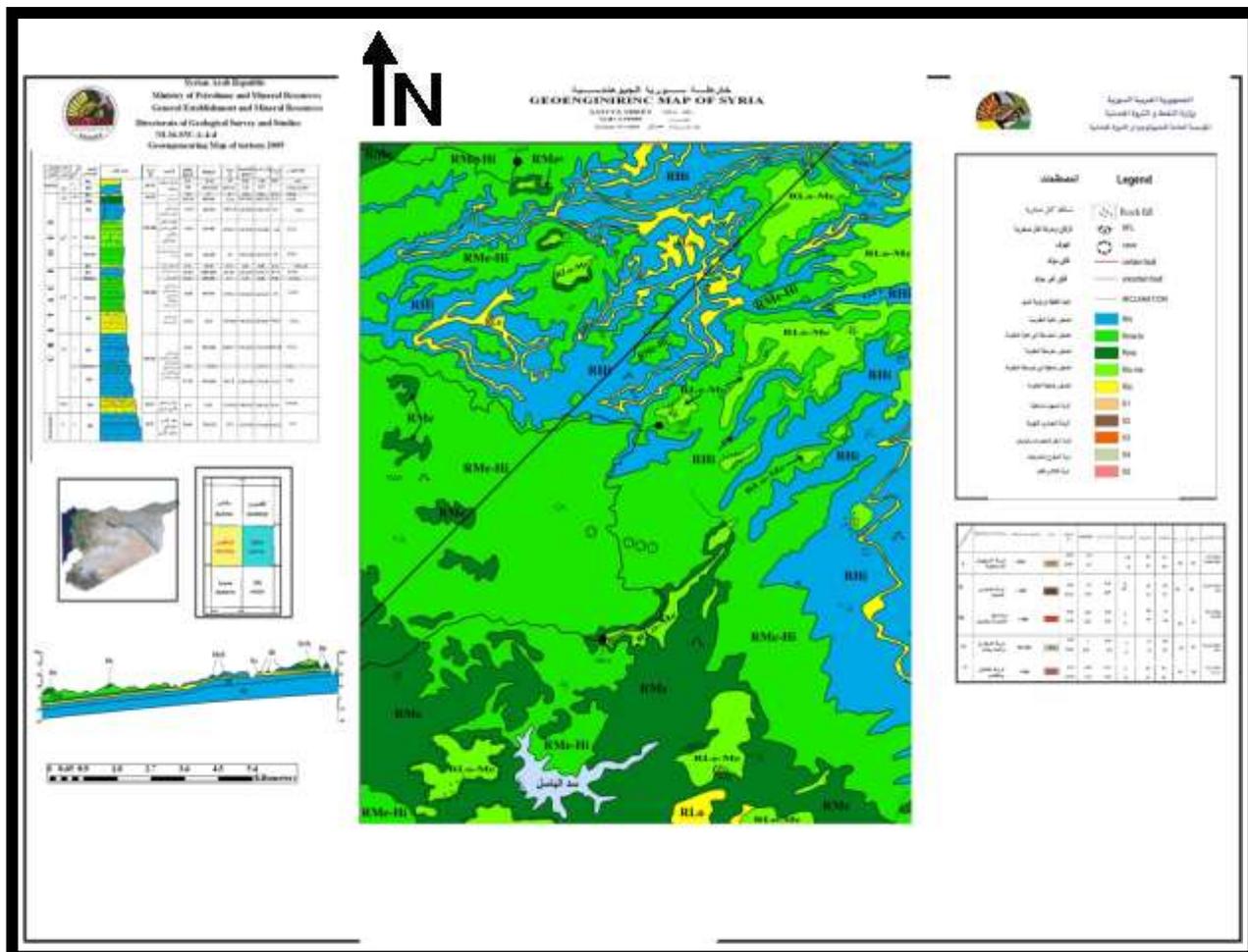
مقدمة:

بههدف تنفيذ الدراسة الجيوهندسية قمنا بإجراء مسح أرضي سمح بتحديد أبعاد المنطقة المهددة بالخطر من جراء الانزلاق الأرضي الحاصل على طريق الكورنيش الجنوبي في صافيتا (فوق المدرسة المهنية) من خلال القيام بجولات وقياسات حقلية وأعمال حفر لتحديد أبعاد المنطقة المهددة بالخطر ودراسة الانزلاق الأرضي الواقع على الطريق المحلق الجنوبي (فوق موقع المدرسة الصناعية).

تقع مدينة صافيتا في الجزء الجنوبي في السلسلة الساحلية على بعد 20 كيلومتراً من مدينة طرطوس وتنتشر على ثلاث تلال طبوغرافية يصل ارتفاعها حتى / 440 م / فوق سطح البحر؛ ويغطي معظمها توضعات بازلتية نيوجينية متأثرة بالفساد؛ وهي ذات انحدار طبوغرافي شديد يتراوح بين 30 - 40 درجة في جميع الاتجاهات؛ عرفت المنطقة بمناخها المتوسطي البارد والممطر شتاءً والجاف صيفاً؛ وتدوم فترة هطول الأمطار أكثر من نصف عام؛ ومعدل الهطل المطري 1200 مم سنوياً؛ وتصل درجة الحرارة إلى 5 درجات مئوية شتاءً؛ ونادراً ما تصل إلى الصفر؛ بينما تتجاوز 35 درجة مئوية في الصيف وتسود النباتات الشجرية و الحراجية والزيتون في هذه المنطقة. نفذ طريق المحلق الجنوبي في مدينة صافيتا على سفح شديد الانحدار ضمن صبات بازلتية أساسية نيوجينية متأثرة بالفساد؛ تتوضع بعدم توافق مع صخور السينومانيان الكلسية التي تنتمي إلى الكريتاسي العلوي الذي تظهر تكشفاًته في الأجزاء السفلية من منطقة الدراسة بشكل جروف من كلس كتلي أو منحدرات شديدة الانحدار ومتدرجة؛ وقد ساعد قطع الطريق على زيادة الانحدارات الطبوغرافية على جانبي الطريق؛ مما أدى إلى عدة انزلاقات؛ وكان أشدها نشاطاً في أماكن وجود الجريان المائي السطحي وتحت السطحي؛ ويعد الموقع المدروس من أكثر هذه المواقع غنىً بالجريانات المائية والنيابيع الدائمة التي يزداد تأثيرها في فساد الصبة البازلتية؛ وقد حدد مسار الطريق على جزء من المنحدر تتراوح ميوله بين 15 - 25 درجة؛ ولم تشر الخريطة الجيولوجية مقياس (1:50000) إلى وجود فوالق قريبة من الموقع كما هو مبين في الشكل (1) الذي يظهر امتداد الصبات البازلتية على الأجزاء العلوية من تلال المنطقة؛ وقد صنفت هذه التوضعات البازلتية في الخريطة الجيوهندسية (1:50000) بالصخور (الرخوة - تربة) كما هو مبين في الشكل (2).



شكل (1) الخريطة الجيولوجية لرقعة صافيتا [1]



الشكل (2) الخريطة الجيوتقنية لرقعة صافيتا [2]

تتمثل التوضعات الصخرية في منطقة الدراسة من الأسفل إلى الأعلى وفق الآتي:

1- توضعات صخور كلسية تعود إلى السينومانيان في أسفل المنحدر؛ وهي تتكشف في أسفل موقع الانزلاق وتحت موقع المدرسة التي يجري إنشاؤها؛ على امتداد جوانب الوادي الذي يطل عليه الموقع طبوغرافياً يكون سطحها العلوي حتماً تنحدر هذه الصخور الكلسية مع اتجاه المنحدر وتميل نحو الشمال الغربي بزوايا تصل حتى 8 - 10 درجات.

2- صبات بازلتية من البازلت القلوي الوسادي تعود إلى النيوجين؛ وهي شديدة التأثير بالفساد وذات نسيج فراغي؛ ونظراً إلى الظروف المناخية الرطبة السائدة فقد تطور فيها الفساد ووصل إلى مستوياتها السفلية حيث شكل طبقة من الغضار الأحمر؛ إضافة إلى مستويات أخرى متطورة للفساد في منطقة الدراسة على ارتفاع بين 2 - 3 م؛ مؤدياً بذلك إلى تشكل توضعات رملية خشنة غارقة في الغضاريات المفتتة؛ وتصنف جيوتقنياً بالصخور الرخوة أو الترية. وعمل الفساد على تحول الصبات البازلتية الوسادية إلى كتل رملية مع غضاريات سوداء.

أهمية البحث وأهدافه:

- 1- بيان دور الطبقات الغضارية الناجمة عن فساد الصخور البازلتية في تشكيل خطورة على استقرار الطبقات الصخرية التي تعلوها ودورها في حدوث الانزلاق الحاصل على جسم المنحدر.
- 2- وضع خريطة جيوهندسية لمنطقة الدراسة تبين من وجهة نظر إمكانية حدوث الانزلاقات الأرضية في المناطق الأكثر خطورة والمناطق الخطرة والمناطق الأكثر استقراراً.
- 3- بيان تأثير فعل المياه السطحية وتحت السطحية ومياه الصرف الصحي في التشكيلات الصخرية المكوّنة لجسم المنحدر.

طرائق البحث ومواده:**1- الأعمال الحقلية:**

- تضمنت القيام بتنفيذ عدد من الجولات الحقلية، أمكن من خلالها جمع عينات صخرية من التشكيلات الصخرية المكوّنة لجسم المنحدر؛ وأجريت الدراسات المخبرية للعينات الصخرية من أجل تحديد الخواص الميكانيكية (كالوزن الحجمي وزاوية القص والتماسك؛ ومقاومة الكسر)؛ وكذلك الدراسة بالأشعة السينية x-ray للعينات المأخوذة من الطبقة الغضارية المسؤولة عن عملية الانزلاق من أجل تحديد نسب كل من فلزات الكاولينيت - إيليت - مونتوريلونيت في مخابر الجيولوجيا الهندسية في قسم الجيولوجيا و ميكانيك التربة بكلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين - سورية، والمخبر المركزي بجامعة طنطا - مصر. ثم جمعت البيانات وللوقوف على الوضع الجيولوجي والجيوهندسي للموقع؛ والأخذ في الحسبان النقاط الآتية:
- إن الكورنيش الجنوبي عند مروره فوق موقع المدرسة الصناعية اخترق منحدرًا طبوغرافياً بين خطي كونتور 305 - 318 بانحدار 21 درجة ضمن الطبقات البازلتية التي تعرضت للفساد وهي تصنف بين الصخور الضعيفة التماسك والتربة (الشكل 3).



شكل (3) المخطط الطبوغرافي لمنطقة الدراسة (عام 1983) - الشركة العامة للدراسات والاستثمارات الفنية. [3]

- إن وجود صخور بازلتية محطمة وشديدة التجوية (العينة S₃) تتوضع فوق سماكة الغضار الآجري الأحمر (العينة S₃) الناتج من تجوية البازلت الحديدي، و يبين الجدول 1 النتائج الاختبارية التي أجريت على العينات الصخرية.

جدول (1) يوضح أماكن أخذ العينات، العمق، السماكة، الوضع الليتولوجي، والخواص الميكانيكية.

العمق المتري	الصور الطيفي	السماكة (م)	الوصف الليتولوجي	زاوية الاحتكاك C	زاوية القص Ø	قوة قص كغ/سم ²
4M	S1	(4-1)	تربة ردميات مع بقايا بازلتية وعضاري يغلب عليها المواد العضوية والرملية الخشنة الناتجة عن فساد البازلت	1.85	0.42	17
10.5m	S2	(27)	مجموعة لصببتين من البيلولافا المتكسرة والفاسدة والمحولة بالفساد الى مستويات ديسمترية على شكل نطاقات متكررة يزداد فسادها بالابتعاد عن المركز المؤلفة من عضاريات ورمال خشنة يزداد عضارها في النطاقات الأبعد عن المركز	2.15	0.3	26
12.5m	S3	(2-1.5)	طبقة من الغضار الاحمر الناتج عن فساد البازلت الحديدي	1.72	0.25	12
15.5m	S5	(8)	صخر كلسي كتلي عضوي قاسي ناعم التبلور	2.61	-	524

Y: الوزن الحجمي

C: التماسك

Ø: زاوية الاحتكاك (زاوية القص)

وإن الوجود الدائم للمياه في هذه الطبقة جعلها في حالة إشباع دائم وأقل تماسكاً وأكثر قابلية للحركة .



الشكل (4) الوضع الطبوغرافي للموقع المدروس وقطوع الانزلاق الأساسية ومناطق خروج المياه من الطبقة الغضارية الحمراء. (1) منطقة خروج وتجمع المياه، (2) الطبقة الغضارية الحمراء، (3) الجدار الاستنادي.

ويبين الشكل (4) الوضع الحقلي للموقع وقطوع الانزلاق الأساسية ومناطق خروج المياه من الطبقة الغضارية الحمراء.

النتائج والمناقشة:

إن تمايز شدة التجوية في الصبات البازلتية الوسادية، مكننا من تقسيم التوضعات في موقع الدراسة إلى الوحدات الجيوهندسية الآتية:

■ الوحدة الجيوهندسية الأولى:

تتكون من طبقة من الردميات تغطي الطريق وأجزاء من المنحدر على الطريق بسماكة بين 1 إلى 4 أمتار تزداد باتجاه حافة المنحدر على الطريق نتيجة أعمال التسوية ومؤلفة من مواد ترابية لبقايا بازلتية فاسدة وغضارية ورملية مع قليل من الحجارة بنسبة 20%، وهي تربة مفككة (العينة S1) تتميز بالخواص الميكانيكية:

$$Y = 1,85 \text{ غ/سم}^3 \quad , \quad C = 0,42 \text{ كغ/سم}^2 \quad , \quad \phi = 17^\circ$$

كما هو مبين في الجدول 1.

■ الوحدة الجيوهندسية الثانية:

تتكون من البازلت ذي التجوية الشديدة من مكونات الوحدة الجيوهندسية الأولى الأكثر فساداً ومكوناتها تقع إلى الجانب الغربي من مستوى الفالق وقد تعرضت للانزلاق. وهي تتمثل ليتولوجياً بالرمال والغضاريات (العينة S₂) كما هو موضح في الشكل (5).



الشكل (5) يظهر البازلت المتحول بالفساد إلى رمال وغضار

وتدعى بالرمال الخشنة إذ تحتوي غضاراً أقل من 20% وتتصف بالخواص الميكانيكية:
($\emptyset = 26^\circ$ ، $C = 0,3$ كغ/سم² ، $Y = 2,15$ غ/سم³)

وهي تضم الكتلة المعرضة للحركة على المنحدر وتصل سماكتها إلى 27م.

■ الوحدة الجيوهندسية الثالثة:

تتألف من الغضار الأحمر الناتج من التجوية الشديدة للبازلت وتتوضع فوق الصخور الكلسية مباشرة على سطح عدم توافق حتي، وهي متبدلة الخواص بتشربها للماء، وغالباً ما تتسرب المياه من سطح تماسها مع الطبقة الكلسية، وهو ما أظهرته أعمال الحفر خلف الجدار الاستنادي في أثناء الحفر، وتتغير سماكتها على السطح الكلسي المائل بين 1,5 - 2 م، وتزداد سماكتها في أسفل المنحدر مع تناقص انحدار جدار هذه السطوح ليتجاوز 4 أمتار، ويصل أحياناً إلى 7 أمتار (العينة S₃)، كما هو مبين في الجدول (1) وهي تتصف بالخواص الميكانيكية:

($\emptyset = 12^\circ$ ، $C = 0,25$ كغ/سم² ، $Y = 1,72$ غ/سم³)

■ الوحدة الجيوهندسية الرابعة:

تضم الصبات البازلتية الأقل تأثراً بالتجوية، ويعود ذلك لعدم احتوائها على المياه أو كونها بعيدة عن الممرات المائية السطحية وتحت السطحية. إن تأثير التجوية على هذه الصخور يكون أكثر شدة في أجزائها

العلوية (العينة S₄)، حيث تمتاز الأجزاء المتماسكة منها بمقاومة للكسر تبلغ (182,5 كغ/سم²) ووزنها الحجمي (Y = 2,84 غ/سم³).

▪ الوحدة الجيوهندسية الخامسة:

تتألف من صخور كلسية كريتاسية وكتلية ناعمة التبلور تعود إلى دور الكريتاسي سماكتها قد تزيد على 8 أمتار (العينة S₅)، كما هو مبين في الجدول (1)، وسطحها العلوي يتفق مع ميل المنحدر، وتصل مقاومتها للكسر حتى 524 كغ / سم² ويبلغ وزنها الحجمي Y = 2,61 غ/سم³ ، وقد أخذت هذه الصخور في موقع الانزلاق تتغير بوضوح في مستوياتها بتأثير التكررات الجانبية.

– السبور الآلية:

◆ السبر الأول:

يقع في الجزء الشمالي الشرقي على بعد 5 أمتار من نهاية الانزلاق الحالي و8 أمتار عن نهاية حد الطريق، في المنطقة المتأثرة بحركة الفالق ، وتتمثل التوضعات الجيولوجية من الأعلى إلى الأسفل كالآتي:

- طبقة ردميات لنواتج حفر في البازلت المجوى مؤلفة من غضاريات سوداء بنسبة 30% ورمال مختلطة بنسبة 50% مع بقايا حطامية بازلتية بنسبة 20% وتقع على عمق من صفر إلى 2 متر.
- صخور بازلتية وسادية على عمق من 2 إلى 8 أمتار متأثرة بشدة بالتجوية، الأجزاء المتماسكة منها تتحطم إلى تربة رملية في أثناء الحفر وبأقل ضغط (العينة S₂)، كما هو مبين في الجدول (1)، وتتراوح نسبة الغضاريات فيها من 18 إلى 25 % أما الباقي فيفتتت إلى رمال وهي تمتاز بالخواص الميكانيكية:

$$(Y = 2,15 \text{ غ/سم}^3 \text{ ، } C = 0,3 \text{ كغ/سم}^2 \text{ ، } \theta = 26^\circ)$$

- صخور البازلت الوسادي (pillow lava) أقل تأثراً بالتجوية مقارنةً مع الصخور البازلتية التي تتوضع فوقها وتقع على عمق من 8 - 16 متراً (العينة S₄)، كما هو مبين في الجدول (1)، وتتصف بالخصائص الميكانيكية:

$$\text{مقاومتها للكسر} = 182,52 \text{ كغ/سم}^2 \text{ ، وزنها الحجمي } Y = 2,84 \text{ غ/سم}^3.$$

◆ السبر الثاني:

يقع في الجزء الجنوبي الشرقي من الطريق على بعد مترين عن قوس قص الانزلاق العلوي و8 أمتار عن الحد العلوي المخطط للطريق وتتمثل التوضعات الجيولوجية من الأعلى إلى الأسفل وفق الآتي:

- طبقة ردميات ونواتج حفر في البازلت المجوى مؤلفة من غضاريات سوداء بنسبة 30% ورمال مختلطة بنسبة 50% مع بقايا حطامية بازلتية بنسبة 20% (العينة S₁)، كما هو مبين بالجدول (1). وخواصها الميكانيكية هي ($\theta = 17^\circ$ ، $C = 0,42$ كغ / سم² ، $Y = 1,85$ غ / سم³)، وتقع على عمق من صفر إلى 4 أمتار.
- صخور بازلتية وسادية شديدة التأثير بالتجوية، والأجزاء المتماسكة منها تتحطم إلى تربة رملية (العينة S₂)، كما هو مبين في الجدول (1)، حيث نسبة الغضاريات فيها بين (18 - 25%) والباقي يفتتت إلى رمال وخواصها الميكانيكية هي: ($\theta = 26^\circ$ ، $C = 0,3$ كغ/سم² ، $Y = 2,15$ غ/سم³) وتقع على عمق 4 - 10,5 متر.

- طبقة من الغضار الأحمر الناتجة عنها مرحلة متطورة من تجوية البازلت المشبع بالمياه (العينة S3) كما هو مبين في الجدول (1)، وخواصها الميكانيكية هي:
($\theta = 12^\circ$ ، $C = 20,25$ كغ/سم² ، $Y = 1,72$ غ/سم³) وتقع على عمق من 10,5 إلى 12,5 متر.
- صخر كلسي ناعم التبلور أبيض اللون سطحه العلوي حتي ناعم متموج نتيجة تأثره بالتعرية يميل بشكل عام تدريجياً بالتوافق مع جهة انحدار المنحدر (العينة S5) كما هو مبين في الجدول (1)، ومقاومتها للكسر 524 كغ/سم² ووزنها الحجمي 2,61 غ/سم³ وتقع على عمق 12,5 - 15,5 متر.

◆ السبر الثالث:

يقع في الجزء الشمالي الغربي من موقع الانزلاق على بعد مترين الداخل من الطرف الشمالي للطريق عند نهاية الانزلاق حيث يتكشف الغضار الكلسي الأحمر مع المنسوب الطبوغرافي نفسه في السبر الثاني.

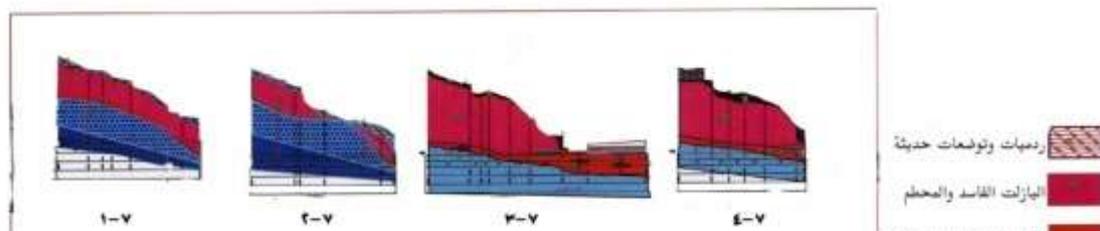
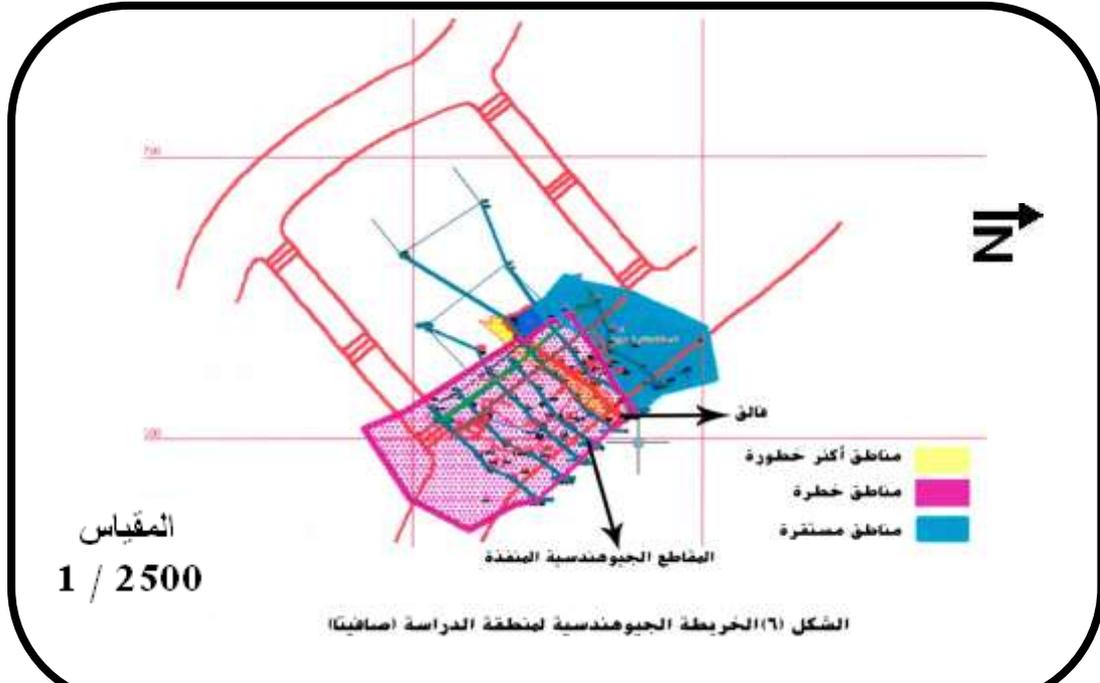
- طبقة كلسية ناعمة التبلور بيضاء اللون سطحها العلوي حتي ناعم متموجة نتيجة تأثرها بالتعرية يميل بشكل عام تدريجياً بالتوافق مع جهة انحدار المنحدر (العينة S5)، مقاومتها للكسر 524 كغ/سم²، ووزنها الحجمي 2,61 غ/سم³، وتقع على عمق من صفر - 6 أمتار.

◆ السبر الرابع:

نفذ في حفرة تأسيس المبنى الجديد التابع للمدرسة ولعمق 4 أمتار واستمر امتداده في الغضار الأحمر.

– المقاطع الجيوهندسية:

نفذت ثمانية مقاطع جيوهندسية وخريطة جيوهندسية على طول المنحدر. كما هو مبين في الشكلين (6، 7)



شكل (7) المقاطع الجيوهندسية المنفذة على طول جسم المنحدر

حيث تقع المقاطع المنفذة من 1-7 إلى 6-7 في المنطقة الخطرة والمقطع 7-7 في المنطقة الأكثر استقراراً؛ وجميعها تتوضع على سطح المنحدر من الأعلى إلى الأسفل ابتداءً من الغرب إلى الشرق.

وفيما يلي وصف للمقاطع الجيوهندسية:

- المقطع الجيوهندسي الأول:

يقع في نهاية الانزلاق ويبدأ من الأعلى على مسافة (8.5) متر من خارج حد الطريق التنظيمي العلوي؛ وعلى المقطع يظهر تتابع الوحدات الجيوهندسية على امتداد يسار خط المقطع مع وحداتها الجيوهندسية المعروفة بخواصها الميكانيكية المبينة في الشكل (1-7).

- المقطع الجيوهندسي الثاني:

يبدأ أسفل المنحدر على مسافة 7 أمتار من بداية الجدار الاستنادي الغربي؛ حيث يتكشف الغضار الأحمر والغضار الكلسي؛ ويقطع قوس الانزلاق الأساسي عند نهاية دوران الكتلة المنزلقة متجاوزاً الحد العلوي التنظيمي للطريق بمسافة 8 أمتار، وتظهر الوحدات الجيوهندسية وامتدادها في الشكل (2-7).

- المقطع الجيوهندسي الثالث:

يبدأ من أسفل المنحدر وصولاً إلى الكتلة العلوية للمدرسة قاطعاً الجدار الاستنادي على بعد 16 متراً في بداية المقطع الثاني في نقطة تبعد 10 أمتار عن الحد السفلي التنظيمي للطريق السفلي، كما في الشكل (3-7).

- المقطع الجيوهندسي الرابع:

يبدأ حده السفلي من الجدار الاستنادي في أسفل منحدر الطريق على بعد 9 أمتار من حد الطريق التنظيمي الشمالي، ويبعد 7.5 متر على امتداد الجدار الاستنادي من موقع المقطع الثالث شرقاً ماراً في أقواس قطوع الانزلاق، وتظهر الوحدات الجيوهندسية وامتداداتها كما في الشكل (4-7).

- المقطع الجيوهندسي الخامس:

يبدأ حده السفلي من الزاوية الغربية العلوية للكتلة السفلية للمدرسة ماراً بحدود الوحدة الخامسة الكلسية الظاهرة بتأثير الفالق وقاطعة له ضمن الوحدة الخطرة بعد أن عبرت الجدار الاستنادي على بعد 11 متراً من طرفه الشرقي مارة في أقواس الانزلاق ضمن النطاق الأكثر خطراً متجاوزة حدود الطريق التنظيمية العلوية لمسافة 10 أمتار وتظهر الوحدات الجيوهندسية وامتداداتها كما في الشكل (5-7).

- المقطع الجيوهندسي السادس:

يبدأ حده السفلي من الزاوية الشرقية العلوية للكتلة السفلية للمدرسة ماراً في طرف الكتلة الثانية الشرقية ثم في نهاية الجدار الاستنادي الشرقي في منطقة تداخل الوحدتين الثانية والرابعة ، حيث تظهر منطقة تسرب المياه عند الاقتراب من سطح الطبقة الكلسية (الوحدة الجيوهندسية الخامسة) مجتازاً الحد التنظيمي العلوي للطريق بأكثر من 5 أمتار وتظهر الوحدات الجيوهندسية وامتداداتها في الشكل (6-7).

- المقطع الجيوهندسي السابع:

يقع في المنطقة الأكثر استقراراً ويبدأ بعد الجدار الاستنادي على امتداده لمسافة 18 متراً شرقاً ، متجاوزاً الحد التنظيمي العلوي للطريق بمسافة 3 أمتار وتظهر الوحدات الجيوهندسية و امتداداتها في الشكل (7-7).

- المقطع الجيوهندسي الثامن:

المقطع شبه متعامد مع المقاطع السابقة ويساير مسار الطريق والجدار الاستنادي المقام في أسفل المنحدر، ويبدأ من الغرب على مسافة 3 أمتار من نهاية الجدار غرباً و6.2 متر من حدود الطريق التنظيمية حتى حده السفلي ومتجاوزاً نهاية الجدار الاستنادي لمسافة 18 متراً.

معالجة الانزلاقات والحد من خطورتها في منطقة الدراسة:

يجب أن يؤخذ في الحسبان عدد من الإجراءات الضرورية الهامة لتثبيت المنحدرات ومعالجتها، وللحد من خطورتها [4،5،6] وهي:

1. تغيير أبعاد المنحدرات بهدف التقليل من قوى الدفع أو زيادة قوى المقاومة للانزلاق.
2. التحكم في جريان المياه الجوفية بهدف التقليل من قوة الدفع وزيادة قوة الكتلة الصخرية أو التربة.
3. التحكم في اتجاه جريان المياه السطحية بهدف التقليل من تأثيرها في المنحدر.
4. التشجير، وهي عملية يمكن تطبيقها لمنع عملية انجراف التربة الذي قد يحدث فيها بسبب الأمطار والسيول، وأقترح استخدام الحشائش في منطقة الدراسة مع إنشاء مدرجات على سطح المنحدر بغرض المحافظة عليه من الانزلاق، وكذلك يمكن حماية المنحدرات الصخرية التي تتعرض لعمليات تجوية عديدة من الانزلاق باستخدام خلطات إسمنتية لتغطية سطح المنحدر [7]، مع الأخذ في الحسبان عملية تصريف مياه الأمطار التي تسقط على المنحدر وفي حال المنحدرات الصغيرة الحرجة فإن تغطية سطح المنحدر باستخدام شبكة معدنية يكون من العمليات الناجعة في الحد من خطورة الانزلاق في المنحدر.
5. بينت نتائج التحاليل الجيوكيميائية للعينات المأخوذة من منطقة الدراسة أهم الخواص الفيزيائية والميكانيكية إضافة إلى تحديد نوعية الغضار المسؤول عن حدوث عملية الانزلاق وهو من نوع المونتموريلونيت الذي يشكل خطورة ببالغ الأهمية نظراً لما يتمتع من خاصية الانتفاخ عند تشبعه بالماء

مما ينتج عنه زيادة في حجمه الذي يؤدي بدوره إلى ضغوط رأسية تؤثر في تماسك الطبقات العليا من جسم المنحدر مما يؤدي إلى انهيارها.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- الصبات البازلتية النيوجينية الوسادية منتشرة في المنطقة، وتنتج التلال، وتشكل منحدرات شديدة الانحدار، وتتأثر بشدة بعملية التجوية، و تزداد درجة تأثرها مع زيادة تشبعها بالمياه لتعطي غضاربات ورمالاً، وتنتهي إلى غضاربات حمراء هيماتينية.
- 2- الموقع متأثر بالفالق مغطى بالتربة وغير ظاهر على السطح، وتؤكد أعمال الإنشاء والحفر والدراسات الجيوفيزيائية، ويحيط بالفالق نطاق يتراوح عرضه بين 6 - 10 أمتار في منطقة الدراسة، ويمثل منطقة أكثر ضعفاً.
- 3- إن وجود الفالق يزيد في سرعة عملية التجوية و استقطاب حركة المياه منها وإليها ، وبالتالي يظهر تباين في شدة التجوية لهذه الصبات البازلتية ينجم عنه تباين في عدم استقرارها ولا سيما في المنحدرات شديدة الانحدار .
- 4- وصل تطور الفساد في أسفل هذه الصبات إلى نهاياته وشكل طبقة غضارية كاولينية هيماتينية تتغير سماكتها وتؤدي دور الطبقة الزلقة للصبات والحمولات الواقعة عليها.
- 5- الانزلاق الحالي هو مرحلة أولية متقدمة لحركة انزلاقية يمكن أن يتطور إذا لم يتم معالجتها.
- 6- أظهرت أعمال الحفر والإنشاء أن الجزء الواقع غرب الفالق من الجدار الاستنادي بني على طبقات ضعيفة التماسك يغلب عليها الغضار الأحمر.

التوصيات:

- 1- اقتصرت الدراسة الحالية على مسافة قريبة ومحدودة في الجدار الاستنادي ولذلك لا بد من إجراء دراسات وقياسات جيوفيزيائية لمنطقة أكبر شاملة الجدار الاستنادي، وإن امتدادات المقاطع إلى بعد أكثر من 6 - 8 أمتار عن الجدار الاستنادي يحتاج إلى معلومات مهمة تتعلق باتجاه الفالق وامتداده ووضع التوضعات الكلسية والغضارية وتفيد في ذلك القياسات الجيوفيزيائية أو حفر سبور استكشافية.
- 2- الأخذ في الحسبان أن البازلت الفاسد في المنطقة المهدهة بالانزلاق ردميات مفككة ولذلك لا بد من تحسين مواصفاتها هندسياً.
- 3- تحديد الأماكن المشابهة للمنطقة المدروسة والمجاورة لها على طول مسار الكورنيش الجنوبي التي تشكل فيها حركة المياه السطحية وتحت السطحية ممرات تهدد المنطقة بحدوث انزلاقات ومعالجتها لمنع المخاطر الناتجة منها وتقليلها.
- 4- الحد من إقامة أبنية الصرف الصحي أو تنفيذها بشكل جيد في المنطقة الواقعة غربي الفالق بهدف تفادي حدوث التسرب إذ تتكون المنطقة من وحدات جيوهندسية غير مستقرة ومعرضة للانزلاق.

5- إقامة الجدار الاستنادي السفلي على بعد 10 أمتار على الأقل من الجدار الاستنادي المشاد بالجانب العلوي من المدرسة ذي الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، وبامتداد لا يقل عن 72 متراً.

المراجع:

- [1] الخريطة الجيولوجية لسوريا - رقعة صافيتا - المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية عام 2006.
- [2] الخريطة الجيوهندسية لسوريا - رقعة صافيتا - المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية عام 2009.
- [3] المخطط الطبوغرافي - الشركة العامة للدراسات والاستثمارات الفنية عام 1983.
- [4] علي، مقداد حسين، حجاب، باسم رشدي. الجسار، سنان هاشم. الجيولوجيا الهندسية. دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل. 1991، ص 203-237.
- [5] VAMES, D. J. 1978. (*Slope Movement Types and processes*) Special Report No.176 National Academy of Sciences. Washington, P.P. 11-35.
- [6] ROYSTER, D. L., 1979 (*landslide Remidal Measures*). Bull. ASSOC. Engrg. GEOLOGIST. Vol. XVT, No, 2, PP. 301-352.
- [7] TERZAGHI, K., 1962. (*Stabilty of Steep slopes on hard unweathered Rock*). Geotechnique, No.12 pp. 251-270.