الآداب | مجلة علمية فصلية محكمة
تعنى بالدراسات والبحوث الإنسانية
(EISSN): 2707-5192 ISSN: 2616-5864

العدد العشرون 20
سبتمبر 2021

دراسة جيومورفولوجية تطبيقية لأشكال المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة - إب - اليمن

د. عادل حمود لطف ناجي*

joodtabark2021@gmail.com

الملخص:

يهدف البحث إلى معرفة أشكال المنحدرات على جانبي طريق سُمارة في محافظة إب، والتعرف على درجات الانحدار، واتجاه المنحدرات، ومعرفة أهم الاستخدامات الأرضية لهذه المنحدرات، وتحديد أهم المشاكل والمخاطر الجيومورفولوجية التي تتعرض لها المنحدرات المطلة على جانبي طريق سُمارة. وقد قسم البحث إلى: أهم الخصائص الجيولوجية والجغرافية للمنطقة، خصائص المنحدرات، وأهم الجوانب الجيومورفولوجية التطبيقية لأشكال المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة. ولتحقيق هذه الأهداف تم استخدم المنهج الوصفي والتحليلي لدراسة المنحدرات ووصفها، بالاعتماد على المرئيات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية. ومن أهم النتائج التي توصل إليها البحث: سيادة الأراضي شديدة الانحدار مع التضرس الشديد في معظم أجزاء منطقة البحث، وسيادة المنحدرات التي تزيد درجة انحدارها عن 18 درجة وأكثر على ما نسبته (41.75%) من مجموعة المساحة الكلية للمنطقة، وأن معظم الامتداد الطولي لطريق نقيل سُمارة يقع ضمن فئة المناطق شديدة الخطورة، وأن استخدام الأراضي للمنحدرات أهمها: استخدام المنحدرات للزراعة وبناء المساكن، كما تعاني تلك المنحدرات من تعرضها لمخاطر الانزلاقات الأرضية.

الكلمات المفتاحية: الخصائص الطبيعية للمنطقة، شكل المنحدر واتجاهه، خصائص طريق نقيل سُمارة، مشاكل المنحدرات، الاستخدامات الأرضية.

*أستاذ الجيولوجيا المساعد - قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة إب - الجمهورية اليمنية.

DOI: 10.35696/1915-000-020-011

العـدد العشـرون 20
سبتمـبر 2021
مجلة علمية فصلية محكمة
تعنى بالدراسات والبحوث الإنسانية
(EISSN): 2707-5192 ISSN: 2616-5864
الآداب

Applied Geomorphological Study of Slopes Shapes on both Sides of Naqeel Sumara Road in Ibb Governrate-Yemen

Dr. Adel Hmood Lutf Naji*

Joodtabark2021@gmail.com

Abstract:

This research aims at examining the shapes of slopes on both sides of Naqeel Sumara Road in the governorate of Ibb, and finding out their grades and directions, in addition to knowing the most important land uses of these slopes as well as their geomorphological risks. The descriptive and analytical approach was used to study and describe the slopes based on satellite images and geographic information systems. The most important relevant finding of the research is the prevalence of steep lands with severe spurs in most parts of the area, and the prevalence of slopes with a gradient of 18 degrees or more over 41.75% of the total area, and that most of the longitudinal extension of Naqeel Sumara falls within the category of highly dangerous areas. A second important finding of the current research is that the most important uses of slopes are for agriculture and housing construction, which are at risk of landslides.

Keywords: Natural features of the area, Shape and direction of slope, Features of Naqeel Sumara Road, Problems of slopes, Land uses.

* Assistant Professor of Geology, Department of Geography, Faculty of Arts, Ibb University, Republic of Yemen.

1. المقدمة:

تعرف المنحدرات Slopes بأنها ميل سطح الأرض عن خط الأفق أو فرق الارتفاع بين نقطتين مختلفتي المنسوب[1]، بل في بعض الحالات في المنسوب نفسه كما هو الحال للسطح المستوي Level ويُعبر عن الانحدار بالدرجة أو بالنسبة المئوية أو من خلال التضرس[2].

وتعد المنحدرات (السفوح) من أهم الأنظمة الجيومورفولوجية؛ لأنها نتاج طبيعي لتداخل مجموعة من العوامل الجيولوجية والجغرافية والمناخية والتربة والنباتات الطبيعية. ودراسة المنحدرات هي جوهر علم الجيومورفولوجيا وأحد أهم عناصر الجيومورفولوجيا التطبيقية، حيث يتم من خلالها إلقاء الضوء على أهم الاستخدامات الأرضية للمنحدرات، وما يحصل لتلك المنحدرات من مشاكل مثل حركات المواد (التربة، الصخور) وحدوث الانزلاقات والانهيارات الأرضية وتأثيرها على الأنشطة البشرية في الأماكن المتاخمة لها[3][4].

وتندرج هذه الدراسة ضمن الجيومورفولوجيا التطبيقية، إذ تعنى بأشكال المنحدرات على الطرق الجبلية، وقد اتخذ البحث منطقة الدراسة طريق نقيل سُمارة الجبلي. إن معظم المدن اليمنية يقع ضمن النطاقات التضاريسية العالية والمعقدة بصورة عامة، ومحافظة إب بشكل خاص، وهي التي تقع فيها منطقة الدراسة التي تمتاز بتنوع المنحدرات الأرضية؛ لأنها من أكثر المناطق وعورة وتضرسا وارتفاعا، ويوجد فيها أهم الطرق الجبلية الرئيسية التي تربط العاصمة صنعاء بالمحافظات الوسطى والجنوبية لليمن، وهذه الطريق مشهورة ومعروفة باسم طريق نقيل سُمارة - إب، حيث تم شقها ورصفها في عام 1965م من قبل شركة ألمانية في الجهة الغربية لجبل سُمارة، في مناطق شديدة الانحدار، بعرض صغير، بمسار واحد للذهاب والإياب، وتعرف هذه الطريق بكثرة الحوادث المرورية والازدحامات وبطء الحركة المرورية فيها، خاصة في المناطق التي يكثر فيها الانعطافات والالتفافات، كما هي الحال في المنطقة الجنوبية من الطريق، حيث يكون شكل الطريق فيها حلزوني الشكل من خط ارتفاع 1600م إلى خط ارتفاع 2400م فوق مستوى سطح البحر.

ومن العوامل التي تجعل هذا الطريق أكثر خطورة صعوبة الرؤية فيه بسبب كثافة الضباب حيث تقترب السحب من سطح أرض الطريق وتلامسه، خاصةً في فصل الصيف موسم سقوط الأمطار التي تسقط بغزارة وخاصة في أشهر: يوليو، أغسطس، وسبتمبر؛ ما قد يؤدي إلى حدوث سقوط للكتل الصخرية أو انزلاق وانهيار للصخور إلى وسط طريق نقيل سُمارة.

ومما سبق ذكره، جاءت أهمية دراسة المنحدرات الجبلية على جانبي طريق نقيل سُمارة، وأيضًا لكون المنطقة (جبل سُمارة إب) بشكل عام تفتقر إلى أي دراسة سابقة سواء كانت جيولوجية أم جغرافية، حتى وقتنا الحاضر، مع أنه بدأ الاهتمام بدراسة المنحدرات منذ أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.

ومن عناوين الدراسات الحديثة والقريبة للدراسة الحالية ما يأتي:

الحسيني ومغرم (1976): أشكال السفوح واستخدامات الأرض في سراة غامد بالمملكة العربية السعودية، مجلة كلية العلوم، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، العدد الأول.

بريك (2011): أشكال المنحدرات واستخداماتها في جبل فيفاء بمنطقة جازان، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، مكة، المملكة العربية السعودية.

مجيد وحسن (2013): أشكال السفوح في جبل ناكري دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية، صلاح الدين، العراق، المجلد (12)، العدد (3).

العجيلي (2014): منحدرات سلسة جبال برنان ودراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية التربية، واسط، العراق، العدد (15).

اللهيبي (2019): تحليل جيومورفولوجي لمخاطر الانزلاقات الأرضية على طريق خدران الجبلي شمال العراق، مجلة مداد الآداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات، كلية الآداب، الجامعة العراقية، عدد خاص بالمؤتمر 2018-2019م.

.2موقع منطقة البحث

تتحدد منطقة البحث بدراسة المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة إب الجبلي بمساحة قدرها 19كم2 وفلكيًا يقع طريق نقيل سُمارة عند تقاطع الإحداثيات (′54 ″12 °44 N-′52 ″06 °14 E)، (′17 ″01 °44 N-′34 ″11 °14)، ويبدأ هذا الطريق في جنوب منطقة البحث من عند جسر الدليل (كسارة العنسي للأحجار) التابعة لمديرية (المخادر) محافظة إب عند ارتفاع 1600م وينتهي في الشمال عند بداية المنطقة المشرفة على مدينة (كتاب) التابعة لمديرية (يريم) عند خط ارتفاع 3000م بالقرب من قرية (بيت هُدَيّان) الشكل (1).

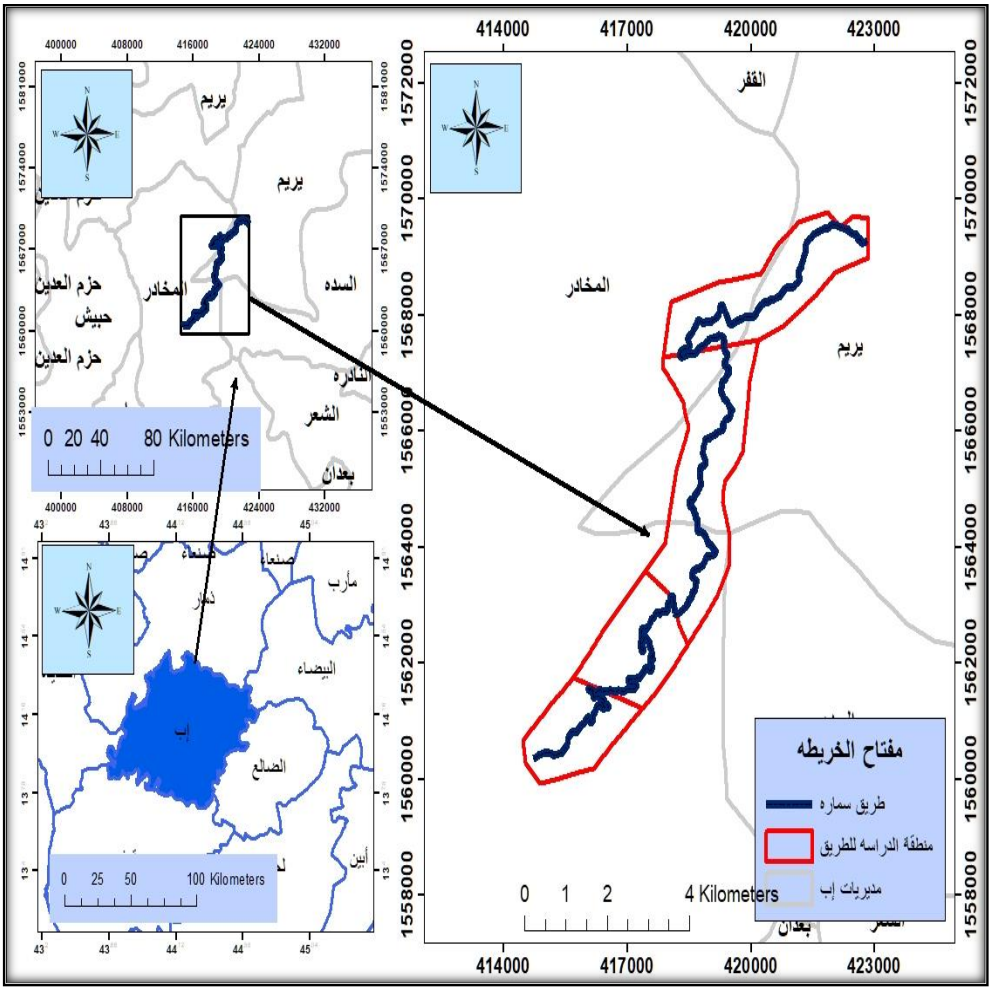
وتبعد منطقة البحث حوالي 140كم من العاصمة صنعاء، ومسافة 35كم تقريبًا عن مركز مدينة إب عاصمة محافظة إب كما هو موضح بالشكل (1). ويبلغ طول الطريق المدروس حوالي 22.32كم. واعتمادًا على طبوغرافية المنطقة تم تقسيم منطقة البحث إلى أربعة أقسام رئيسية مختلفة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، الجدول (1)، وذلك لتسهيل الدراسة بتحديد موقع الظواهر ووصفها.

م	الأقسام الرئيسية	الارتفاع (م)		القرى التي يمربها الطرق		مساحة المنطقة كم2	طول الطريق كم	النسبة المئوية
		البداية	النهاية	البداية	النهاية			
1	المنطقة الأولى- الجنوبية	1600	2000	جسر الدليل	قرية قرن عرين	3	3.54	%16
2	المنطقة الثانية – قرية دار	2000	2400	قرية قرن	قرية دار حبة	3.5	4.73	%21
3	المنطقة الثالثة – الوسطى	2400	2600	قرية دار حَبّة	قرية بيت هيوة	7	7.79	%35
4	المنطقة الرابعة الشمالية	2600	2800	قرية بيت هَيْوة	مشارف مدينة كتاب قرية بيت	5.5	6.26	%28

الجدول (1): الأقسام الرئيسية لمنطقة البحث حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر

المصدر: الباحث، اعتمادًا على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي DEM

الآداب | مجلة علمية فصلية محكمة
تعنى بالدراسات والبحوث الإنسانية
(EISSN): 2707-5192 ISSN: 2616-5864



الشكل (1): موقع منطقة البحث

المصدر: الباحث، اعتمادًا على بيانات الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج GIS

3. إشكالية البحث

تبرز في منطقة البحث العديد من المشاكل المرتبطة بالمنحدرات الجبلية، ولعل أهمها مشاكل طبيعية طبوغرافية وشكل طريق نقيل سُمارة وكثرة الحوادث المرورية فيه، وكذلك تحرك المواد الأرضية كسقوط الكتل والمفتتات الصخرية، وانهيار التربة والصخور، وتدفق الركام الصخري، التي

تكمن خطورتها على التجمعات السكانية (القرى الصغيرة) على جانبي طريق نقيل سُمارة، كما تزداد خطورتها على الطريق بشكل رئيسي. ومن هنا يمكن صياغة إشكالية البحث في التساؤلات الآتية:

1) ما أهم أشكال المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة إب الجبلي؟

2) أين تقع المنحدرات الأكثر خطورة في منطقة البحث؟

3) ما أهم الاستخدامات الأرضية لمنحدرات منطقة البحث؟ وما أهم مشاكل المنحدرات؟

4. أهداف البحث

من أهم أهداف البحث ما يأتي:

1) التعرف على أهم الخصائص الطبيعية لجبل سُمارة.

2) دراسة أشكال المنحدرات على طول جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي.

3) دراسة أبرز الجوانب الجيومورفولوجية التطبيقية الخاصة بأشكال منحدرات منطقة البحث.

4) إظهار أهم خصائص طريق نقيل سُمارة.

5) التعرف على أهم المشاكل التي تتعرض لها السفوح الجبلية على جانبي الطريق وسبل الحد منها.

5. أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث من النقاط الآتية:

1) تُعد هذه الدراسة الأولى من نوعها في محافظة إب وسط اليمن، وبالتحديد عن جبل سُمارة إذ لم تحظ منطقة الدراسة بأي دراسات جيولوجية وجغرافية متخصصة أيًا كان نوعها حتى وقتنا الحاضر.

2) جبل سُمارة إب - اليمن يتميز بخصائص جيولوجية وجيومورفولوجية وجغرافية متنوعة تميزه عن بقية جبال اليمن، ويمتد عليه أهم الطرق الجبلية الرئيسية التي تربط عاصمة

اليمن صنعاء بالمحافظات الوسطى والجنوبية، وهي بمثابة شريان الحياة لهذه المناطق، ولكن هذه الطريق تعاني من الكثير من المخاطر الجيومورفولوجية والحوادث المرورية التي سوف نتطرق إليها في هذا البحث.

3) كون المنحدرات الجبلية أحد أهم عناصر مظاهر سطح الأرض الرئيسية في جبل سُمارة، فإننا من خلال دراستها نستطيع توضيح العلاقة التي تربط المنحدرات الأرضية ببعض الأنشطة البشرية كالزراعة، والمساكن، والطريق، والسياحة في منطقة البحث.

6. منهجية البحث

تم استخدام المنهج الوصفي والتحليلي لدراسة المنحدرات من حيث أنواعها وأشكالها وأهم استخداماتها الأرضية، بالاعتماد على المرئيات الفضائية وتحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

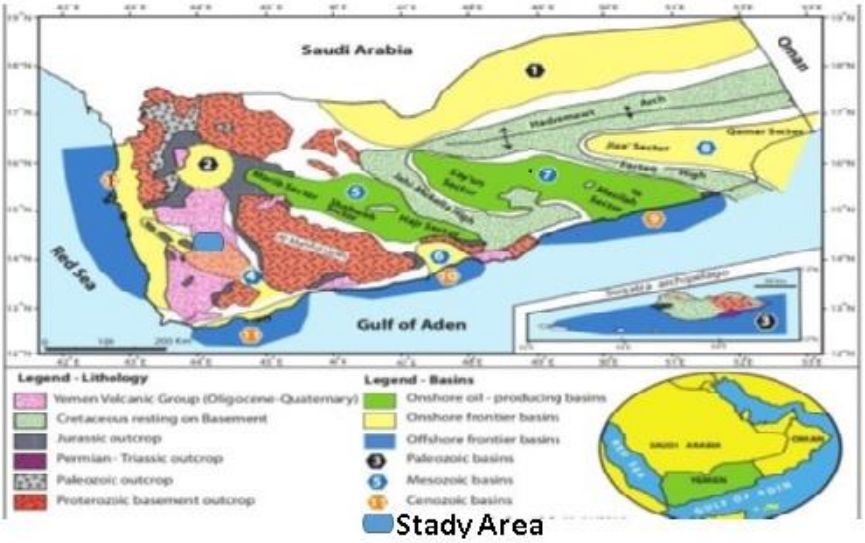
7. جيولوجية منطقة البحث

ترتبط تكتونية اليمن وجيولوجيته بالتركيب التكتوني الإقليمي للصفيحة العربية (Arbian plat) المسمى الدرع العربي (Arbian Shaled)، ورافق تكون البحر الأحمر في العصر الثلاثي حدوث عملية رفع إقليمية في المناطق الغربية لليمن (بما فيها منطقة الدراسة جبل سُمارة) في العصر الأيوسين المبكر بواسطة عملية بركانية متقطعة في عصر الأليجوسين (Oligocene)–الميوسين (Miocene) ثم تجدد النشاط البركاني في بداية العصر الرباعي. ويعرف هذا النشاط في اليمن ضمن العمود الطباقي لليمن بمجموعة صخور اليمن البركانية (YVG) Yemen Volcanic Group التي بدورها قسمت إلى قسمين بحسب العمر الجيولوجي هما: سلسلة طفوح اليمن (YTS) Yemen Trap Seriesوسلسلة بركانيات اليمن (YVS) Yemen Volcanic Series [6][5].

وتشكل سلسلة طفوح اليمن (YTS) الجزء السفلي لمجموعة اليمن البركانية، وهي تمثل النشاط البركاني الثلاثي الذي حدث وتطور خلال الفترة الممتدة من الأوليجوسين المتأخر Late Oligocen إلى الميوسين المبكر Early Miocene(31-26 Ma) وترتبط بانفتاح البحر الأحمر وخليج عدن، وتنكشف (YTS) في المناطق الغربية من اليمن بما في ذلك منطقة الدراسة بمساحة تقدر

بحوالي 4000كم2 وبسمك يصل إلى أكثر من 2500م ويقل سمكها كلما اتجهنا نحو الشرق لتصل إلى سمك أقل من 10م[7]. كما هو موضح في الشكل (2).

ويوجد البازلت في منطقة البحث بكثرة وينكشف على هيئة عمدانية Columnar Basalt وكتلية مشققة ذات لون أسود ونسيج مصمت دقيق التحبب. ويظهر البازلت العمداني بشكل جيد في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة عند كسارة العنسي للأحجار التي تكسر هذه الصخور لاستخدامها في أعمال البناء وفي الخرسانات الإسمنتية.



الشكل (2): جيولوجية منطقة البحث ضمن الخارطة الجيولوجية لليمن

المصدر: modified after As-Saruri, etal., 2010

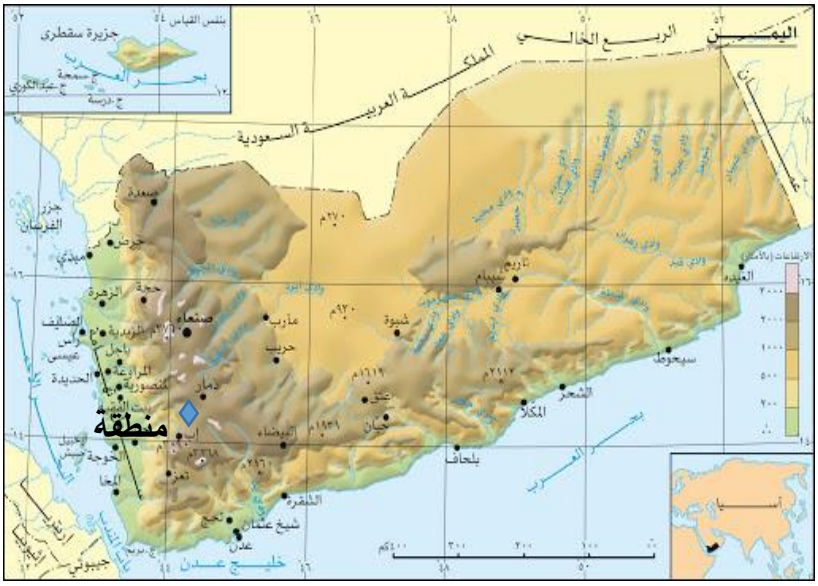
8. طبوغرافية منطقة البحث

جبل سُمارة هو جزء من السلسلة الجبلية البركانية الوسطى لليمن، الشكل (3)، حيث يبلغ ارتفاع هذه السلسلة الجبلية 3000م فوق مستوى سطح البحر، كما هو الحال في الجزء الشمالي لمنطقة البحث، الموضح سابقًا في الجدول (1).

تبدأ منطقة الدراسة في جنوبها بارتفاع 1600م، أما في وسط منطقة البحث وبالتحديد المنطقة الثالثة من عند قرية دار حبة حتى قرية بيت هيوة فنلاحظ أن الارتفاع يتباين ما بين–2400)

(2800م وتعد ذات أرض وعرة غير مستوية مختلفة التضرس، تتخللها التموجات والانعطافات مع وجود الوديان الصغيرة الموسمية، التي أكبرها (وادي سُمارة) الواقع ما بين قرية حِلْيَل وقلعة سُمارة الأثرية، ويكون تصريف هذه الوديان باتجاه الأراضي المنخفضة إلى أسفل الجبل، أما في شمال منطقة البحث (المنطقة الشمالية الرابعة) فيزداد الارتفاع من 2800م عند قلعة سُمارة الأثرية ليصل إلى حوالي 3000م في شمال المنطقة.

ونتيجة لشدة العمليات البنائية والنشاط البركاني في المنطقة فقد انعكس كل ذلك على تضاريس منطقة الدراسة ذات الانحدار الشديد، حيث تُعد الجبال من أهم معالم التضاريس فيها نظرًا لما تحتويه من مظاهر تتمثل في القمم العالية والسفوح الحادة شديدة الميل، والأودية (المجاري المائية الموسمية) بفعل السيول، حيث عملت هذه الوديان على فصل السفوح العالية إلى جبال أو تلال عالية منفصلة بعض الشيء بعضها عن بعض، وبذلك تشكلت في منطقة البحث تضاريس شديدة الوعورة؛ لذلك تم تقسيم منطقة البحث إلى أربعة أقسام رئيسية اعتمادًا على ارتفاع طريق نقيل سُمارة فوق مستوى سطح البحر، كما أوضحنا سابقًا في الجدول (1).



الشكل (3): خارطة طبوغرافية اليمن موضحا عليها منطقة البحث

المصدر: modified after Gun, 2015

9. مناخ منطقة البحث

يُعد المناخ وعناصره من العوامل الطبيعية التي تؤثر بشكل كبير في تكوين الأشكال الأرضية أو في هدمها، إذ تعمل درجات الحرارة والأمطار والرياح والرطوبة، وكذلك التبخر على تطوير الأشكال الأرضية، بحسب طبيعة الصخور ومدى تأثرها بهذه المؤثرات، الجدول (2) يوضح درجات الحرارة العظمى والصغرى والتساقط المطري وسرعة الرياح لمنطقة البحث، مأخوذة من:

https://www.global weather.Tam,end.Weatherrequestedon28-01-2021

9.1. درجة الحرارة

في منطقة البحث وفي فصل الصيف وعند الظهيرة تتراوح درجة الحرارة العظمى ما بين (25°–35°) وتنخفض درجة حرارة في الفترة المسائية مع تساقط الأمطار لتتراوح الصغرى ما بين (15°–20°) وتكون درجة الحرارة أكثر انخفاضًا من فترة منتصف الليل حتى الساعات الأولى من الصباح الباكر. أما في فصل الشتاء فتنخفض درجة الحرارة في معظم شهور الشتاء ويكون أبردها شهري ديسمبر ويناير؛ حيث تصل درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر المئوي، خصوصًا بعد منتصف الليل مع حدوث موجة صقيع شديدة، أما درجة الحرارة العظمى في الشتاء فتتراوح ما بين (24°–26°)، ودرجة الحرارة الصغرى تتراوح ما بين (9°–13°) الجدول (2).

9.2. الأمطار

تسقط أكثر الأمطار على منطقة البحث في فصل الصيف؛ حيث يبدأ تساقط الأمطار في شهر أبريل وينتهي الموسم في أكتوبر، وتعد شهور: يونيو، يوليو، وأغسطس من أكثر الأشهر في تساقط الأمطار بمعدل (30-36) ملم. وزيادة الأمطار تعمل على زيادة عمليات التعرية وحدوث حركة للمواد الأرضية (الانزلاقات والانهيارات الأرضية) على أسطح المنحدرات الجبلية المطلة على طريق نقيل سُمارة. كل هذا يؤثر سلبًا على الطريق مما قد يؤدي إلى قطع الحركة المرورية فيه لعدة ساعات وكذلك يؤثر على القرى المجاورة للطريق وتدمير المدرجات الزراعية.

9.3. الرياح

المتوسط اليومي لسرعة الرياح في منطقة الدراسة يتراوح ما بين (3-1)م/ث ويتجاوز ذلك أحيانًا في بعض الأيام و الشهور ليصل إلى 4م/ث.

الجدول (2): درجة الحراة، الساقط المطري وسرعة الرياح في منطقة البحث في المدة (2012-2014)

الشهر/السنة	الفصل	درجة الحرارة العظمى م°	درجة الحرارة الصغرى م°	الساقط المطري ملم	سرعة الرياح م/ث
1-31/01/2012	الشتاء	22-28	9-14	4-1	2-3
1-31/01/2013		24-28	8-14	4-0	2-3
1-31/01/2014		24-29	9-14	3-0	2-3
1-30/12/2012		25-28	10-13	1-0	2-3
1-30/12/2013		24-26	9-13	1-0	2-3
1-30/06/2012	الصيف	29-36	16-19	8-1	2-3
1-30/06/2013		31-35	16-19	0	2-4
1-30/06/2014		32-35	17-20	30,11,9,5	2-3
1-31/08/2012		25-32	18-20	20-11	2-3
1-31/08/2013		25-28	17-20	38-11	2-3
1-30/07/2014		30-34	17-20	30-11	0-1

المصدر:httsp:// wwwglobalweather.tam.eduldatalcfsrl3764

10. تحليل المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي

في هذه الفقرة سوف نناقش خصائص الانحدارات حسب درجة فئة الانحدار لمنطقة البحث وكذلك أشكال المنحدرات واتجاه المنحدر (واجهة المنحدرات).

10.1. خصائص انحدار منطقة البحث

للتعرف على خصائص انحدار سطح منطقة البحث تم عمل خارطة للفئات الانحدارية بالاعتماد على المرئيات الفضائية وتحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8وذلك لإظهار الأبعاد الثلاثية الفعلية واستخراج الانحدارات واتجاهات المنحدرات وتصنيفها والتعرف على أشكالها وطبيعة المنطقة الجيومورفولوجية، وفي هذا البحث تم استخدام تصنيف يونك1979[8]، الذي يُعد من أكثر تصنيفات الانحدار علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية، حيث يصنف الانحدار إلى (سبع فئات رئيسية)، والجدول (3) يظهر أهم الفئات الانحدارية وأماكن وجودها، كما هو موضح في الشكل (4) والشكل (5):

الجدول (3): فئات الانحدار ومساحتها ونسبتها المئوية على جانبي طريق سُمارة حسب تصنيف يونك 1972م

فئات الانحدارات بالدرجات	المساحة كم2	النسبة المئوية حسب زاوية الميل	نوع الانحدار
2°-0	0.0	% 0.0	شبة مستوٍ
5° -2°	0.297	%1.56	خفيف الانحدار
10° -5°	2.161	%11.37	متوسط الانحدار
18° -10°	4.299	%22.63	فوق المتوسط
30° -18°	7.933	%41.75	شديد الانحدار
45° -30°	3.705	%19.5	انحدار شديد جدًا
أكثر من 45°	0.606	%3.19	انحدار جرفي
المجموع	19كم2	100%	//////////

المصدر: الباحث، اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc GIS

وطبقًا لتصنيف يونك 1972 من الشكل(4) لوحظ في منطقة البحث الفئات الانحدراية الآتية على جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي:

1) انحدار خفيف تتراوح درجات انحداره ما بين (°5-2°) وتشكل ما نسبته (1.56%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة البالغة 19كم2، الجدول (3) وأيضًا تسمى بالأرض المستوية خفيفة الانحدار، وتواجد هذه الفئة الانحدارية في المنطقة الأولى الجنوبية بنسبة 3%، وفي المنطقة الثانية قرية دار حبة يكون تركيزها قليلًا جدًا بنسبة 1%.

2) انحدار متوسط تتراوح درجات انحداره ما بين (°10-5°) بنسبة (11.37%) من إجمالي مساحة المنطقة الكلية، الجدول (3)، حيث تتركز هذه الفئة في أجزاء متفرقة من المنطقة الأولى الجنوبية بنسبة (14%) من مساحة المنطقة الأولى الجنوبية، وفي المنطقة الثانية قرية دار حبة بنسبة (15%) من المساحة الجزئية، ويقل تركيزها في المنطقة الثالثة الوسطى والمنطقة الرابعة الشمالية بنسبة (8.5%)، (8%) على التوالي.

3) انحدار فوق المتوسط تتراوح درجات انحداره ما بين (°18-10°) وتشكل ما نسبته (22.63%) من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة حيث تتركز هذه المنحدرات في الجهة الغربية والشمالية الغربية بنسبة (27%) من مساحة المنطقة الجزئية للمنطقة الشمالية الرابعة، وفي المنطقة الثالثة الوسطى تشكل ما نسبته (6%) من مساحة المنطقة الثالثة الوسطى، وكذلك تشكل ما نسبته (27.5%) في المنطقة الثانية قرية دار حبة، أما في المنطقة الأولى الجنوبية فنسبتها (30%) من المساحة الجزئية للمنطقة الأولى، وتعد أراضي هذا النطاق بيئة للمراعي وبعض المدرجات الزراعية الشكل (4 ب).

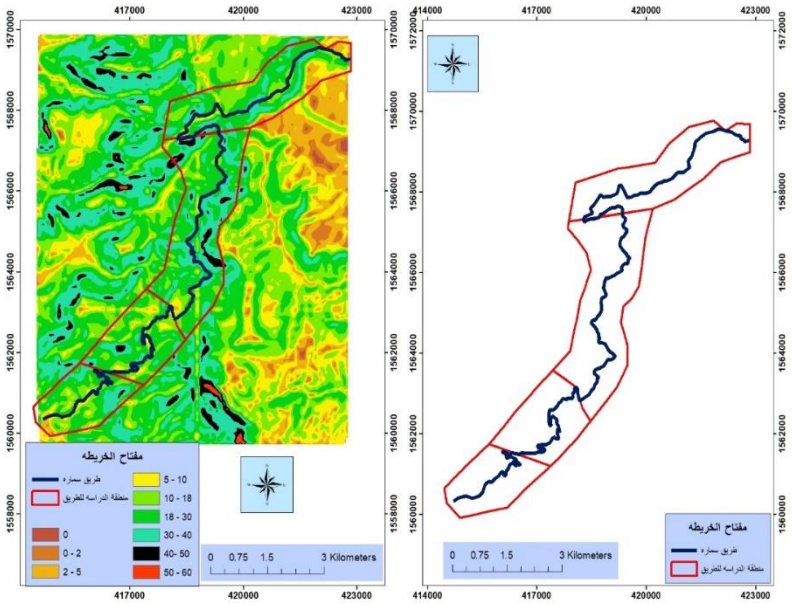
4) انحدار شديد تتراوح درجات انحداره ما بين (°30–18°) بنسبة (41.75%) من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة، ويغلب على هذه الفئة الاتجاه نحو الغرب، والشمال الغربي، الشكل (7)، حيث تتشكل مناطق جبلية شديدة الانحدار، وهي عبارة عن أرض مقطعة (جبال مرتفعة وعالية) وقطعت بفعل التعرية المائية إلى عدد من الأودية والمرتفعات، وتبلغ مساحتها حوالي 7.933كم2 من مجمل مساحة المنطقة المدروسة، حيث يزداد تركيزها في المناطق الأربع بشكل عام، وتنشط على أراضي هذه المنحدرات عمليات تحرك المواد الأرضية كتساقط الكتل الصخرية بمختلف الأحجام،

وتدفق الركام الصخري وزحف الحطام إلى وسط طريق نقيل سُمارة، خصوصًا في موسم سقوط الأمطار، الشكل (10)، مع وجود بعض المدرجات الزراعية في هذه المنحدرات.

5) انحدار شديد جدًا تتراوح درجات انحداره بين (°45-°30) وتبلغ مساحتها 3.705كم2 من إجمالي مساحة منطقة الدراسة بنسبة (19.5%)، حيث يسود هذا الانحدار الشديد في المنطقة الثالثة الوسطى بنسبة (35%) وفي المنطقة الرابعة الشمالية بنسبة (21%) من المساحة الجزئية، حيث تكون التضاريس وعرة جدًا وعالية القمم، وهذه المنحدرات من أكثر المواقع خطورة على جانبي طريق نقيل سُمارة؛ إذ تزداد فيها المخاطر الجيومورفولوجية المصاحبة للانزلاقات والانهيارات الأرضية التي قد تؤدي إلى تلف طريق نقيل سُمارة أو توقف الحركة المرورية فيه وعرقلتها، الشكل (10).

6) منحدرات جرفيه تزيد درجة انحدارها عن °45 وتشكل ما نسبته (3.19%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة ويتركز وجود المنحدرات الجرفية الطبيعية في القمم الجبلية في المنطقة الثالثة الوسطى، وعند شق طريق نقيل سُمارة تكونت منحدرات جرفية صناعية، وتتركز بكثرة في الجانب الأيمن للطريق، الشكل (11).

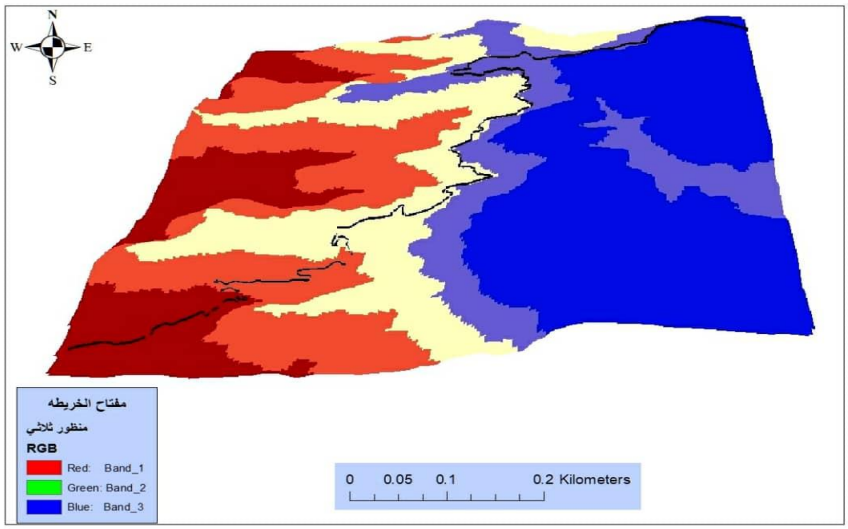
خلاصة هذا التحليل للمنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة، ومن خلال الجدول (3)، والشكل (4) والشكل (5) أنه يمكن التوصل إلى أن أغلب فئات درجات انحدار المنحدرات في منطقة الدراسة تقع ما بين (°30–°18) بنسبة بلغت (41.75%) وتعد هذه المنحدرات شديدة الانحدار ضمن تصنيف يونك 1972م، يليها فئات الانحدار من (180-100)، وهي منحدرات فوق المتوسطة الانحدار، في حين أن المنحدرات ذات الانحدار الشديد جدًا شكلت ما نسبته (19.5%) من مساحة المنطقة المدروسة، وهي تقع ضمن الفئة الانحدارية (°45-°30) أما المنحدرات الجرفية الطبيعية فشكلت ما نسبته (3.19%) حيث تبلغ قيمة انحدارها أكثر من °45، وهذا يدل على أن منطقة الدراسة ذات منحدرات شديدة الانحدار في معظم الجهات الطبيعية على جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي.



الشكل (4): أ: الأقسام الأربعة لمنطقة البحث

ب: فئات الانحدار في منطقة البحث حسب تصنيف يونك 1972

المصدر: الباحث، اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc GIS



الشكل (5): منظور ثلاثي الأبعاد لفئات الانحدار في منطقة البحث حسب تصنيف يونك 1972

المصدر: الباحث، اعتمادًا على Arc Scene

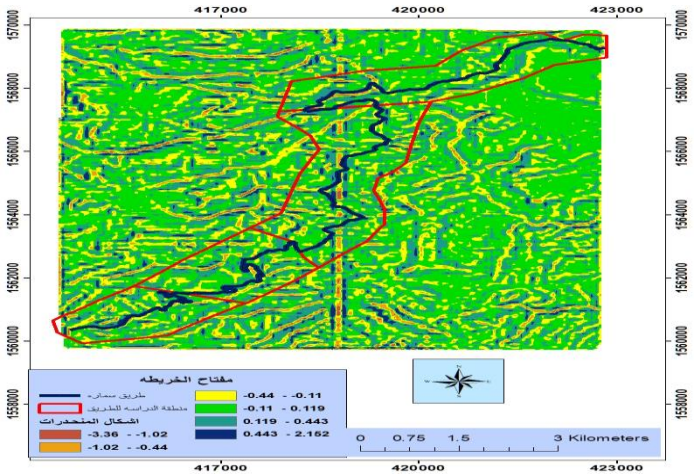
10.2. أشكال المنحدرات في منطقة البحث

يتضح من معطيات الجدول (4) والشكل (6) أن أغلب المنحدرات في منطقة البحث هي منحدرات ذات أشكال مستقيمة بلغت (40%) من إجمالي مساحة منطقة البحث، في حين بلغت نسبة المنحدرات ذات الأشكال المحدبة (37%) أما المنحدرات المقعرة فكانت (23%)؛ مما يدل على طبيعة المنطقة الوعرة، حيث تم كسر هذه المنحدرات بإقامة المدرجات الزراعية، أما المنحدرات المتضرسة بتأثير المجاري المائية الموسمية فتعمل على تقطيع السفوح وتمزيقها إلى كتل صغيرة تشبه التلال المنفردة أو السلسلة المتعددة القمم وهي صغيرة المساحة منخفضة الارتفاع تفصل بينها المجاري المائية ويتركز وجودها بكثرة في المنطقة الثانية/ قرية دار حبة، والمنطقة الثالثة الوسطى من منطقة الدراسة.

الجدول (4): أشكال المنحدرات في الأقسام الرئيسية لمنطقة البحث

شكل المنحدر	المساحة كم2	النسبة المئوية
انحدار مستقيم	7.6	40%
انحدار محدب	7.03	37%
انحدار مقعر	4.37	23%
المجموع	19كم2	100%

المصدر: الباحث، اعتمادًا على خارطة الانحدارات وتحليل DEM واستخدام برنامج Arc GIS



الشكل (6): أشكال المنحدرات في منطقة البحث

المصدر: الباحث، اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc GIS

10.3. اتجاه الانحدار(واجهة المنحدرات) في منطقة البحث

يقصد باتجاه الانحدار وجهة المنطقة المرتفعة (وجه الجبل) أو وجه المنحدرات[9]. ويمكن أن يحدد من خلال الاتجاهات الجغرافية الأربعة (الشمال، الجنوب، الشرق، الغرب) والاتجاهات الفرعية الأخرى وفقًا لاتجاه المنحدر. ومعرفة اتجاه المنحدرات له فوائد، منها: التنبؤ بمعرفة حركة مواد سطح الأرض التي تعد من أشد المخاطر، خصوصًا في المناطق التي تسقط فيها الأمطار بغزارة ولفترات طويلة[10].

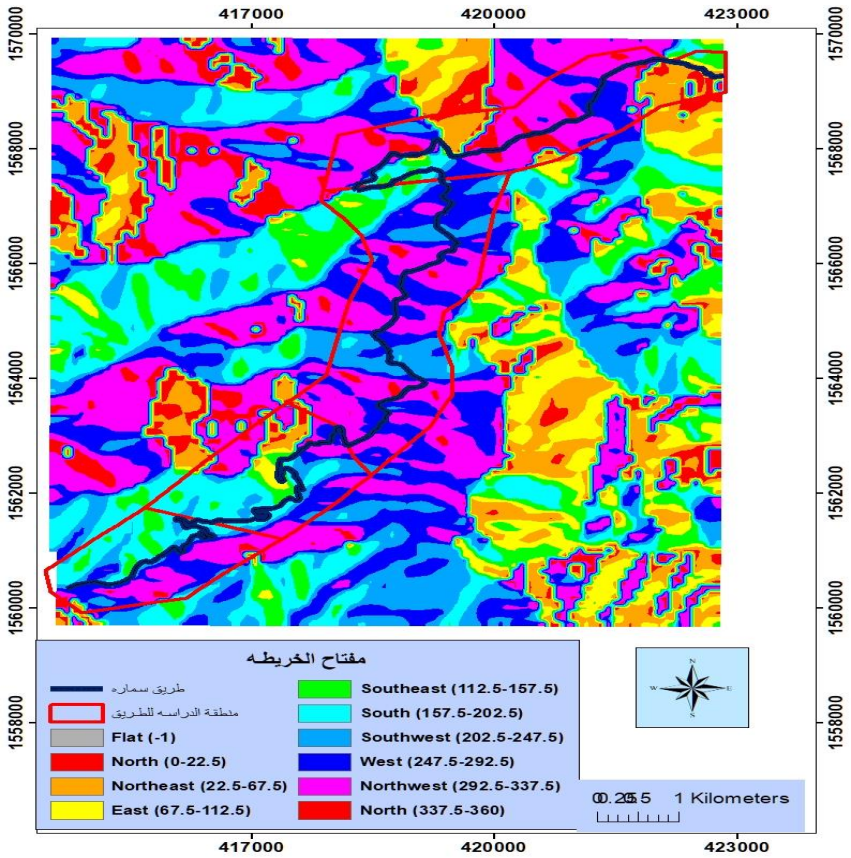
ونظرًا لأن طريق نقيل سُمارة شُق بطريقة معقدة ومتعرجة كثيرة الانعطافات والالتفافات، بسبب ما فرضتهُ تضاريس المنطقة الجبلية، فإنه تم في هذه الدراسة تقسيم اتجاه المنحدرات (واجهة المنحدرات) إلى (9) اتجاهات، ومن خلال الجدول (5) والشكل (7) تبين أن الاتجاه السائد للمنحدرات في منطقة الدراسة هو الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة (23.16%)، ويليه اتجاه المنحدرات المواجهة للغرب بنسبة (23.11%)، وبلغت المنحدرات المواجهة للجنوب الغربي (16.71%)، والمنحدرات المواجهة للجنوب بلغت ما نسبته (13.11%) وكانت أقل نسبة لواجهة المنحدرات تلك المواجهة للشمال بنسبة (2.97%) أما الأرض المستوية فتمثل نسبتها (0.0%) مقارنة بمساحة منطقة البحث، وهذا يدل على تفاوت واجهات انحدار المنحدرات في منطقة الدراسة، وهذا التباين في واجهات المنحدرات ظهر جليًا في طريقة تصميم طريق نقيل سُمارة الجبلي.

الجدول (5): تصنيف المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي حسب واجهة المنحدر

اتجاه المنحدر	المساحة كم2	النسبة المئوية
الشمال الغربي	4.4	%23.16
الغرب	4.39	%23.11
الجنوب الغربي	3.17	%16.71
الجنوب	2.49	%13.11
الجنوب الشرقي	1.6	%8.41
الشرق	1.28	%6.71

الشمال الشرقي	1.1	%5.82
الشمال	0.57	%2.97
أرض مستوية	0.0	%0.0
المجموع	19كم2	%100

المصدر: الباحث، اعتمادًا على خارطة اتجاهات الانحداروتحليل DEM وباستخدام برنامجArc GIS



الشكل (7): اتجاه المنحدرات في منطقة البحث

المصدر: الباحث، اعتمادًا على تحليل بيانات DEM وباستخدام برنامج Arc GIS

يوضح الجدول (6) النسبة المئوية لاتجاه المنحدر في الأربع المناطق المكونة لمنطقة البحث بالاعتماد على المساحة الجزئية للمناطق الأربع، حيث تم التوصل إلى أنه في المنطقة الأولى (الجنوبية)

يشكل اتجاه الغرب ما نسبته (25%) ويشكل اتجاه الشمال الغربي (20%)، من إجمالي اتجاهات المنحدرات في هذه المنطقة، أما في المنطقة الثانية (قرية دار حبة) فإن الاتجاه نحو الجنوب بنسبة (25%) هو الاتجاه الغالب على المنحدرات في هذه المنطقة، أما الاتجاه نحو الغرب، والشمال الغربي للمنحدرات ففيه اتجاهان مسيطران على المنحدرات في المنطقة الثالثة الوسطى بنسبة (23%) و(18%) على التوالي، وفي المنطقة الرابعة الشمالية فإن الاتجاه الشمالي الغربي هو الاتجاه السائد بنسبة (30%) يليه الاتجاه نحو الغرب بنسبة (25%) من مجموع اتجاهات المنحدرات للمنطقة الرابعة الشمالية.

الجدول (6): واجهة المنحدرات في الأقسام الرئيسية لمنطقة البحث بالاعتماد على المساحة الجزئية لكل منطقة

الاتجاه	أقسام المنطقة الرئيسية							
	المنطقة الأولى الجنوبية		المنطقة الثانية قرية دارحبة		المنطقة الثالثة الوسطى		المنطقة الرابعة الشمالية	
	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة	المساحة	النسبة
الشمال الغربي	0.6	%20	0.525	%15	1.26	%18	1.65	%30
الغرب	0.75	% 25	0.63	% 18	1.16	% 23	1.375	% 25
الجنوب الغربي	0.3	%10	0.7	%20	1.12	%16	0.055	%1
الجنوب	0.48	%16	0.875	%25	0.56	%8	0.44	%8
الجنوب الشرقي	0.33	%11	0.35	%10	0.77	%11	0.11	%2
الشرق	0.09	%3	0.21	%6	0.42	%6	0.22	%4
الشمال الشرقي	0.21	%7	0.07	%2	0.28	%4	0.55	%10
الشمال	0.24	%8	0.14	%4	0.98	%14	1.1	%20
أرض مستوية	0.00	%0.0	0.00	%0.0	0.00	%0.0	0.00	%0.0
المجموع	3كم2	%100	3.5كم2	%100	7كم2	%100	5.5كم2	%100

11. المخاطر الجيومورفولوجية التي تتعرض لها منحدرات منطقة البحث

تتعرض المنحدرات في منطقة البحث إلى عدد من المخاطر الجيومورفولوجية تعُود أسبابها إلى:

1- شدة الانحدار بفعل وعورة التضاريس.

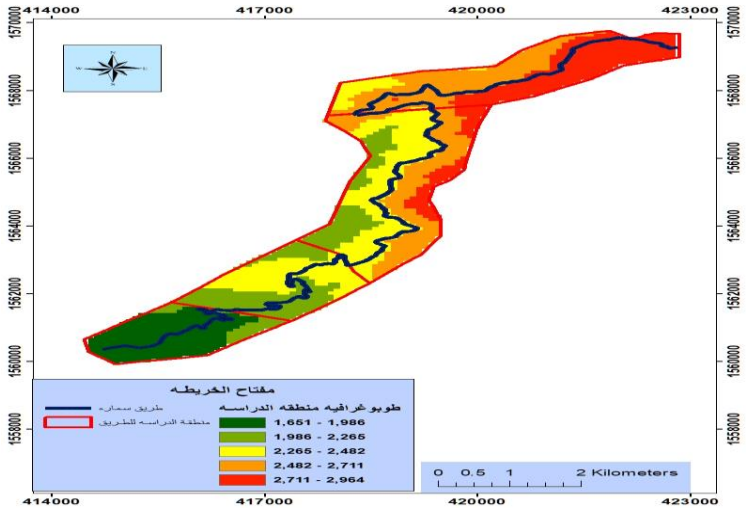
2- الانزلاقات والانهيارات الأرضية (حركة المواد الأرضية على أسطح المنحدرات الجبلية مثل: تساقط الصخور، وانزلاق الصخور والتربة والحطام، وتدفق الركام الصخري).

3- تعرية الصخور وتجويتها.

ويحدث السببان الثاني والثالث بفعل تساقط الأمطار واختلاف درجات الحرارة والجاذبية الأرضية.

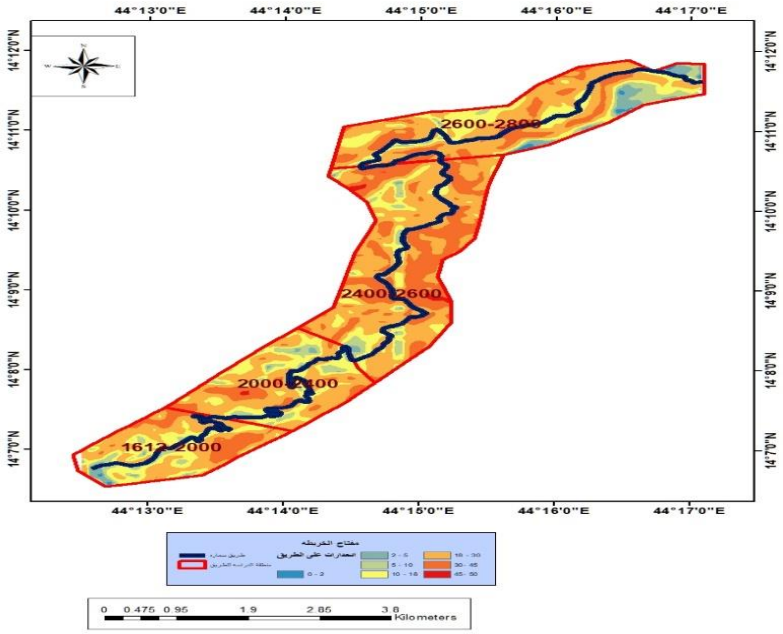
12.المواقع (المناطق) الأكثر خطورة في منطقة البحث

كما ذكرنا سابقًا فإن أهم أهداف هذا البحث هو دراسة أشكال المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة والتعرف إلى أهم مشاكل المنحدرات التي بدورها تشكل خطورة على الطريق وعلى التجمعات السكانية (القرى الصغيرة)، والمدرجات الزراعية وبالأخص على المنحدرات الجبلية التي تتصف بشدة انحدارها وحدوث عملية حركة المواد الأرضية على أسطحها.



الشكل (8): خارطة طبوغرافية للأقسام الرئيسية لمنطقة البحث

المصدر: الباحث اعتمادًا على تحليل DEM وباستخدام برنامج Arc GIS



الشكل (9): خارطة انحدارية للأقسام الرئيسية لمنطقة البحث

المصدر: الباحث اعتمادًا على تحليل DEM وباستخدام برنامج Arc GIS

فئات درجة انحدار المنحدرات	اقسام المنطقة الرئيسية لمنطقة البحث حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر								المجموع	
	المنطقة الأولى الجنوبية 1600-2000م		المنطقة الثانية قرية دار حبة 2000-2400م		المنطقة الثالثة الوسطى 2400-2600م		المنطقة الرابعة الشمالية 2600-2800م		المساحة الكلية كم2	النسبة المئوية من المساحة الكلية
	المساحة 3 كم2	النسبة المئوية من المساحة	المساحة 3.5 كم2	النسبة المئوية من المساحة	المساحة 7 كم2	النسبة المئوية من المساحة	المساحة 5.5 كم2	النسبة المئوية من المساحة		
18°-10°	1.05	%35	1.295	%37	1.05	%15	1.1	%20	4.495	%23.66
30°-18°	1.5	%50	1.82	%52	3.29	%47	2.75	%50	9.36	%49.26
45° -30°	0.45	%15	0.35	%10	2.59	%37	1.65	%30	5.04	%26.53
أكثر من45°	0.0	%0.0	0.035	%1	0.07	%1	0.0	%0.0	0.105	%0.55
المجموع الكلي	3كم2	%100	3.5كم2	%100	7كم2	%100	5.5كم2	%100	19كم2	%100

الجدول (7): فئات الانحدار للمنحدرات في المناطق الرئيسية لمنطقة البحث وفقًا لتصنيف يونك 1972م

من الجدولين السابقين (7 & 3) لتصنيف الانحدارات في الأقسام الرئيسية لمنطقة البحث حسب تصنيف يونك، ومن الشكلين (9 & 8) تم تحديد أهم المواقع الأكثر خطورة على طريق نقيل سُمارة وعلى القرى والمدرجات الزراعية الموازية للطريق وهي تتضح لنا فيما يأتي:

12.1.سيادة الفئة الانحدارية شديدة الانحدار (°30-°18) على ما نسبته (49.26%) من مجموع مساحة المناطق الأربع (المنطقة الأولى الجنوبية، المنطقة الثانية قرية دار حبة، المنطقة الثالثة الوسطى، والمنطقة الرابعة الشمالية)؛ ما يعني ازدياد المواقع والأماكن الخطرة، وغير المستقرة التي تنشط فيها ظاهرة تساقط الكتل الصخرية بأحجام مختلفة، وانزلاق الصخور والتربة والحطام، وتدفق الركام الصخري؛ ما يؤثر بشكل مباشر على طريق نقيل سُمارة خصوصًا في أوقات سقوط الأمطار؛ حيث يؤدي إلى توقف الحركة المرورية في الطريق أو إعاقتها.

12.2. سيادة الدرجة الانحدارية (°45-°30) ذات الانحدار الشديد جدًا على ما نسبته (26.53 %) من مساحة منطقة البحث ولكنها تتركز في المنطقة الثالثة الوسطى بنسبة (37 %)، وفي المنطقة الرابعة الشمالية بنسبة (30 %)، خاصة على الجانب الأيسر لطريق نقيل سُمارة الجبلي، من بعد قرية دار حبة، مرورًا بقرية (التألُق) وقرية (حِلْيَل) وتحت قلعة سُمارة الأثرية وصولا إلى قرية (بيت هيوة) وحتى نهاية الطريق في المنطقة الرابعة الشمالية، ففي هذه المناطق التي يمر بها طريق نقيل سُمارة تكمن الخطورة الشديدة للمنحدرات على الطريق بشكل خاص وعلى القرى والمدرجات الزراعية الموازية للطريق بشكل عام، فتكثر حالات تساقط الكتل الصخرية، وانهيار الركام الصخري وتدفقه، وانزلاق الصخور والمفتتات الصخرية، مما يؤدي إلى إعاقة الحركة المرورية على الطريق وقطعها ومن ثم حدوث أضرار مادية وبشرية، ولوحة (1) يوضح بالصور أهم الانزلاقات والانهيارات الأرضية التي تحدث على جانبي طريق سُمارة.

12.3. أما المنحدرات الجرفية ذات درجة الانحدار الأكثر من °45 في منطقة البحث فتتمثل في نوعين من المنحدرات الجرفية (المنحدرات الجرفية الطبيعية والمنحدرات الجرفية الاصطناعية بفعل شق الإنسان لطريق نقيل سُمارة) حيث إن المنحدرات الجرفية الاصطناعية ظاهرة وبكثرة في معظم

الامتداد الطولي للطريق من البداية عند جسر الدليل (كسارة العنسي للأحجار) حتى نهاية الطريق كما هو موضح في لوحة (2) لبعض المنحدرات الجرفية في أجزاء من طريق نقيل سُمارة. أما المنحدرات الجرفية الطبيعية فهي منخفضة جدًا مقارنة بفئة الانحدار الشديدة (18°-30°) وبالمنحدرات الجرفية الاصطناعية.

أ: انهيار الركام وتدفقه

ب: سقوط الصخور (الجلاميد)

ج: كتل صخرية معرضة للسقوط

لوحة (10): صور لبعض الانزلاقات والانهيارات الأرضية على جانبي طريق نقيل سُمارة

المصدر: الباحث أثناء السفر عبر طريق نقيل سُمارة 2020م

أ: منحدر جرفي طبيعي

ب: منحدر جرفي صناعي

لوحة (11): صور للمنحدرات الجرفية الطبيعية والصناعية في طريق نقيل سُمارة

المصدر: الباحث أثناء السفر عبر طريق نقيل سُمارة 2020م

13. الجوانب الجيومورفولوجية التطبيقية لأشكال المنحدرات على جانبي الامتداد الطولي لطريق نقيل سُمارة الجبلي

للتطبيقات الجيومورفولوجية علاقة وثيقة بالنشاط البشري الذي يعتمد بشكل كبير على نوعية المنطقة وطبيعتها، فمثلًا المنطقة الجبلية معروف أنها تكون وعرة التضاريس وذات ظروف مناخية معينة تعمل جميعها على عدم تمكن الإنسان من الاستفادة من كل أنواع الاستخدامات الأرضية للسفوح الجبلية، فيعمل الإنسان على تطويع تلك السفوح لمصلحته حتى يستفيد منها – مثلًا- بعمل المدرجات الزراعية للتقليل من درجة الانحدار، والمحافظة على التربة من الزحف، ولتجميع أكبر قدر ممكن من مياه الساقط المطري، ويجب مراعاة الخصائص الجيومورفولوجية للسفوح والمنحدرات والتأكد من ثباتها واستقرارها قبل الشروع في بناء المساكن أو شق الطرق الجبلية، ومن أهم استعمالات المنحدرات (السفوح) في منطقة الدراسة ما يأتي:

13.1. الطرق الجبلية

تعد الطريق بمنزلة شريان الحياة للسكان، فمن خلاله يتم الانتقال بين المناطق المختلفة بصورة سريعة وتسهم الطريق في ازدياد التبادل التجاري وتبادل المنافع في المناطق التي يمر خلالها، وكلما كان الطريق مستقيمًا وواسعًا قلت فيه الحوادث وأصبح مريحًا للمسافرين خلاله؛ لذلك هناك الكثير من العوامل الطبيعية التي تؤثر على الطريق وأهمها عامل التضاريس (الطبوغرافية) الذي يلعب دورًا مهمًا في التحكم في إنشاء الطرق من حيث الموقع والاتجاه وعرض الطريق وجوانبها، فضلًا عن تكلفة الإنشاء والشق؛ لذا يجب عند شق أي طريق وفي أي منطقة جبلية دراسة تضاريس المنطقة وأشكال المنحدرات الجبلية؛ لمراعاة ما يأتي:

1) المناطق ذات التضرس الشديد.

2) المناطق الخطرة ذات الانحدارات الشديدة جدًا.

3) الأراضي التي تعاني من كثافة الشبكة التصريفية، أي المناطق التي تخترقها عدة أودية.

4) المناطق التي تكثر فيها الانعطافات والالتفافات والالتواءات.

5) المناطق ذات الصخور الهشة التي تحتوي على الصدوع والفواصل بشكل كبير.

6) اختيار الأسلوب المناسب لمد الطريق إما بقطع سفح الجبل وإما بحفر نفق وإما بمد الطريق على السفوح بشكل حلزوني يلف الجبل أو بشكل دائري.

7) مراعاة طبيعية انحدار السفح إذا كان شديد الانحدار أو متوسطًا أو مستقرًا أو غير مستقر؛ فلكل حالة معالجة خاصة، مثل استخدام المساند الكونكريتية أو بناء جدار صخري في التكوينات الصخرية الهشة ذات الفواصل والتكسرات... إلخ.

8) مراعاة طبيعة تصريف مياه الأمطار فوق السفوح وتجنب جريانها فوق الطريق أو التجمع فوقه أو على جوانبه؛ لأن كل ذلك قد يؤدي إلى حدوث انزلاقات وانهيارات للصخور تعمل على تدمير الطريق أو قطع حركة السير عليه.

9) الابتعاد قدر الإمكان عند شق الطريق عن المناطق التي يحدث فيها أكثر المخاطر الجيومورفولوجية والابتعاد عن المناطق الجبلية التي تكثر فيها الأودية (مجاري السيول الموسمية) وتقطعها تلك الطرق، خاصة أنها ذات أعماق سحيقة وسفوح شديدة الانحدار، فكل ذلك يزيد من تكاليف إنشاء الطرق وزيادة مشاكلها ومخاطرها الجيومورفولوجية[11].

فيما يأتي سوف نتكلم عن أهم طريق جبلي في منطقة الدراسة وأهم خصائصه وصفاته:

13.1.1. طريق نقيل سُمارة إب - صنعاء

في منطقة البحث ذات البيئة الجبلية المتمثلة بجبل سُمارة إب يوجد أهم طريق جبلي (طريق نقيل سُمارة) الذي يربط العاصمة صنعاء بمحافظة إب ومحافظة تعز، تم شقه ورصفه عام 1965م من قبل شركة ألمانية، وطوله مُسقط في منطقة البحث بحوالي 22.23كم، يبدأ من الجنوب من عند جسر الدليل بالقرب من كسارة العنسي للأحجار وصولًا إلى مشارف مدينة (كتاب) شمال منطقة الدراسة؛ يبدأ الطريق من ارتفاع 1600م فوق مستوى سطح البحر؛ يأخذ بالصعود تدريجيًا

بشكل حلزوني (لوحة (3أ)) ليصل إلى قرية (قرن عرين) عند ارتفاع 2000م (طول الطريق في المنطقة الأولى-الجنوبية 3.54كم). ثم يأخذ بالارتفاع بشكل شبه حلزوني ليصل إلى قرية (دار حبة) عند ارتفاع 2400م لوحة (3ب) (طول الطريق في المنطقة الثانية - قرية دار حبة 4.73كم).

ومن ثم يأخذ مسارًا تكثر فيه الانعطافات والالتفافات على الجانب الغربي لجبل سُمارة، مارًا وقاطعًا بعض الأودية الموسمية الصغيرة والقرى، مارًا بمناطق خطرة شديدة الانحدار ليصل إلى ارتفاع 2600م بالقرب من قرية (بيت هيوة) لوحة (3ج) (طول الطريق في المنطقة الثالثة-الوسطى 7.79كم) ويستمر بالارتفاع إلى حوالي 2800م قاطعًا منحدرات شديدة الانحدار مع عدم توافر مسافات جانبية للتوقف المفاجئ للسيارات في أغلب الامتداد الطولي للطريق، ليصل إلى مشارف مدينة (كتاب)، لوحة (3د)، (طول الطريق في المنطقة الرابعة-الشمالية 6.26كم).

أ: طريق نقيل سمارة في المنطقة الأولى الجنوبية

ب: طريق نقيل سمارة في المنطقة الثانية قرية دار حبة

ج: طريق نقيل سمارة في المنطقة الثالثة الوسطى

د: طريق نقيل سمارة في المنطقة الرابعة الشمالية

لوحة (12): صورلطريق نقيل سُمارة في المناطق الرئيسية لمنطقة البحث

المصدر: https//yemen press.net., https//za.pinterest.com and https//sahafaa.net

وبذلك يكون طريق نقيل سُمارة قد قطع أنواعًا وأشكالًا مختلفة من المنحدرات ومجموعة من الأودية الجبلية. وفيما يأتي أهم خصائص طريق نقيل سُمارة الجبلي:

1) أنها طريق ذات مسار واحد للذهاب والإياب بعرض إسفلتي يتراوح ما بين (8-7) أمتار مع وجود جانبين للطريق بمتر واحد لكل جانب في أغلب المناطق التي تمر بها، وقد يقل عن المتر، وقد ينعدم في مناطق أخرى خصوصًا في المناطق ذات الانحدار الشديد جدًا، علمًا بأن الجانب الأيمن للطريق المخصص للمسافرين من الجنوب إلى الشمال (من إب إلى صنعاء) هو جزء من الانحدارات الجبلية. أما الجانب الأيسر في معظم امتداد الطريق فلا يقابله شيء سوى حافة شديدة الانحدار قد تلامسها السحب ويدخل الضباب من خلال هذا الجانب إلى وسط الطريق، ويُعد هذا الجانب (الأيسر) الأكثر خطورة على السيارات والمركبات خصوصًا في المناطق التي لا يوجد للطريق فيها جانب أو مسافة كافية للتوقف المفاجئ للسيارات أو المركبات الكبيرة، كما هو واضح في لوحة (3د)، إذ يحدث على هذا الجانب سقوط كثير من السيارات إلى أسفل الجبل، كما هو موضح في لوحة (4ج).

2) تشرف على جانبي طريق نقيل سُمارة حافات شديدة الانحدار تصل إلى زاوية 85، وفي مناطق كثيرة من الطريق تصل إلى حوالي زاوية 90.

3) في فصل الصيف الذي يعد موسمًا لتساقط الأمطار، تكثر ظاهرة تساقط الكتل الصخرية، وانزلاق الصخور، والتربة، والحطام الصخري من على أجزاء واسعة من جهة المنحدر الشرقي المطل على طريق نقيل سُمارة؛ ما يؤثر على سلامة الطريق واستمرارية الحركة المرورية عليه، لوحة (1).

4) في بعض المناطق الوسطى والشمالية التي يمر بها طريق نقيل سُمارة، يحدث انهيار وتدفق لركام السفوح إلى وسط الطريق، لوحة (1أ)، ومما زاد من تكرار ظاهرة انهيار الركام وجود حافات قطع كثيرة لأقدام الطبقات الصخرية وتكون المنحدرات الجرفية؛ ما يؤدي إلى عدم استقراريه المنحدرات وزيادة تكرار ظاهرة انهيار الركام إلى جانب الطريق ووسطها، بالرغم من استخدام المساند الحجرية لبعض تلك المناطق الخطرة وغير المستقرة.

5) يعاني طريق نقيل سُمارة من قلة وجود مساحات للتوقف المفاجئ للسيارات والمركبات الكبيرة بسبب ضيق المكان، وقد تنعدم نهائيًا في أغلب مناطق هذه الطريق وخصوصًا بداية الطريق في المنطقة الأولى الجنوبية وفي المنطقة الثالثة الوسطى للطريق وفي أجزاء واسعة من المنطقة الرابعة الشمالية.

6) وجود مناطق للاستراحة للمسافرين بشكل قليل جدًا (الخدمات فيها شبة منعدمة) والتوقف فيها لبعض الدقائق فقط يكون للتزود بالماء والمشروبات، خاصة في بعض القرى التي يمر فيها أو بجانبها طريق نقيل سُمارة، كما هو موجود بالقرب من قرية (دار حبة) وقرية (التألق) وقرية (حليل) وقرية (بيت هيوة) لوحة (5).

7) يقل وجود مناطق للتنزه والاستمتاع بالمناظر الطبيعية الخلابة والجميلة، والمناطق الموجودة غير مهيأة إلا لاستيعاب عدد قليل من السيارات الصغيرة، وذلك لعدة أسباب منها: عدم وجود مساحة كافية لوقوف عدد من السيارات فضلًا عن عدم وجود مظلات أو مبنى يحمي المسافرين من الأمطار أو من أشعة الشمس أو من الرياح الشديدة، كل ذلك يُعجل من سرعة مغادرة المتنزهين والمسافرين وعدم البقاء في هذه الأماكن إلا لبعض الوقت، لوحة (6).

8) يُعرف طريق نقيل سُمارة بطريق الموت، لكثرة الحوادث المرورية فيه، لوحة (4) يوضح بعض أنواع الحوادث التي تحدث باستمرار في هذه الطريق، نذكر منها ما يأتي:

أ- تصادم السيارات.

ب- انقلاب السيارات بسبب السرعة.

ج- سقوط السيارات من سفوح الجبل إلى أسفل الوادي.

د- الازدحام المروري وعرقلة حركة سير السيارات والمركبات.

ذ- انقطاع أو توقف حركة السير في الطريق لعدة ساعات لحدوث عطل في بعض السيارات أو لانهيار صخور وسقوطها.

وهناك عدة أسباب لحدوث مثل هذه الحوادث المرورية على طريق نقيل سُمارة:

1) منها ما سببه سقوط الأمطار الغزيرة أو عدم الرؤية الجيدة خاصة في فترة ما بعد العصر حتى ساعات الفجر، بسبب السحب والغيوم والضباب.

2) بسبب توقف حركة السير في الطريق لحدوث عطل لأحدى السيارات أو لحدوث تصادم للسيارات أو لحدوث نوع من الانزلاقات والانهيارات الأرضية.

3) قد يكون السبب كثرة الانعطافات والالتفافات ومحاولة بعض السائقين تجاوز السيارات في هذه الأماكن الخطرة.

4) السرعة الجنونية وازدياد الحركة المرورية على هذه الطريق.

وللحد من هذه الحوادث المرورية أو من حدوث المخاطر الجيومورفولوجية والمشاكل التي تعاني منها المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة، هناك بعض المقترحات والمعالجات أو الوسائل التي من شأنها الحد من تلك المخاطر والمشاكل وتتمثل في:

أ- عمل مواقف للتوقف المفاجئ للسيارات.

ب- التخفيف من درجة انحدار السطح عن طريق التدرج الأرضي بعمل المدرجات.

ج- تشييد المصدات الساندة والجدران الجانبية الحجرية والكونكريتية والشبكية على الجهة الشرقية لطريق نقيل سُمارة (الجانب الأيمن للطريق) والعمل على زيادة ارتفاعها.

د- تشييد قنوات مائية مدفونة تحت الطريق خاصة لمياه سيول الأمطار.

هـ- الجهة الغربية لطريق نقيل سُمارة (الجانب الأيسر للطريق) يحتاج إلى بناء جدار للحماية؛ لصد ومنع السيارات من السقوط نحو الأسفل، حيث تعتبر الجهة الغربية للطريق من أكثر الأماكن خطورة؛ إذ الانحدار فيها شديد جدًا أو انحدار جرفي، خصوصًا في الأماكن التي لا يوجد فيها مساحة جانبية للطريق سوى أقل من متر واحد، أو أقل من ذلك.

و- زراعة الأشجار الملائمة على الجانب الغربي للطريق وعلى سفوح المنحدرات للتقليل من الحوادث ومن عمليات زحف التربة والصخور، ومن تساقط بعض الصخور.

أ: تصادم السيارات في طريق نقيل سمارة

ب: انقلاب السيارات في طريق نقيل سمارة

ج: سقوط السيارات في طريق نقيل سمارة

د: الازدحام المروري في طريق نقيل سمارة

لوحة (13): صورلبعض أنواع الحوادث المرورية في طريق نقيل سُمارة

المصدر: https//ypagency.net., https//yemen now.net and https//sahafaa.net

13.2. التجمعات السكانية (القرى الصغيرة) على جانبي طريق نقيل سُمارة

لأشكال سطح الأرض أثر كبير في توزيع السكان في مختلف البيئات الجغرافية، وكذلك في تحديد حجم التجمع السكاني حسب طبيعة المنطقة الطبوغرافية (التضاريسية)، وفي منطقة الدراسة يُعد أهم عامل يؤثر في توزيع السكان هو التضاريس، حيث تتنوع مظاهر سطحها الطبيعي؛ نتيجة لطبيعة المنطقة الجيولوجية والجيومورفولوجية وأثر عوامل المناخ عليها، وكذلك اختلاف أشكال المنحدرات من منطقة إلى أخرى، إذ إن معظم أجزاء منطقة الدراسة شديدة الانحدار، كما بيناه سابقًا؛ لذلك تقل نسبة مساحة الأراضي الصالحة للزراعة والسكن، فنجد قرى مبعثرة على جانبي طريق نقيل سُمارة، منها قرى قديمة، وقرى حديثة تم بناؤها بعد شق طريق نقيل سُمارة، لوحة (5).

من المعروف أن الانسان اليمني بطبيعته يميل إلى السكن في أعالي سفوح المرتفعات العالية لعدة أسباب، منها: حبه للمناظر الطبيعية الخلابة والسياحية ذات الهواء النقي والابتعاد عن الضوضاء والبحث عن المناطق التي توفر له احتياجاته الغذائية، وقد تكون الأسباب عسكرية في بناء القلاع والحصون، وقد تكون الأسباب الابتعاد عن الحروب والمشاكل التي تحدث داخل المدن، ولذلك عمل المواطن اليمني على تسخير الطبيعية لتوفير حاجاته الضرورية للسكن والاستقرار، وذلك باستصلاح الأراضي الزراعية، بعمل المدرجات الجبلية وإنشاء سواقٍ لجلب الماء من المنابع إلى البرك، وكذلك عمل على شق الطرق الفرعية ورصها بالحجارة،... إلخ.

وقديمًا استغلت الدول والأنظمة الحاكمة لليمن المرتفعات الجبلية لبناء القلاع والحصون في أعالي القمم الجبلية، معظمها لأغراض عسكرية كما هو موجود في الجزء الشمالي لطريق نقيل سُمارة؛ فعند ارتفاع أكثر من 2800م توجد قلعة سُمارة الأثرية؛ حيث بنيت على منحدرات شديدة جدًا، لوحة (6ج). وقلعة سُمارة الأثرية لها دور بارز في الأحداث التاريخية وفي مجريات أحداث العصر الإسلامي خاصة، وأشهرها تلك التي حدثت في العصر الحديث في أثناء حكم العثمانيين لليمن عندما اتخذوها معقلًا لهم؛ نظرًا لارتفاعها الشاهق وسيطرتها التامة على المنطقة وما يجاورها.

ويمكن تلخيص أهم الأسباب التي أدت إلى وجود عدد من القرى الصغيرة على جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي في الآتي:

1) وجود المنحدرات ذات الأشكال المستقيمة والمتوسطة الانحدار التي قد توفر مساحة مستوية صغيرة يمكن استغلالها في الزراعة والسكن.

2) بناء المساكن بموازاة طريق نقيل سُمارة يدل على ضيق الأراضي السكنية بسبب عامل التضاريس المتمثل في الارتفاع الشديد لمنسوب جبل سُمارة وشدة ميل المنحدرات عليه وتعقيد تضاريس المنطقة.

3) توفر المياه الصالحة للشرب من العيون والينابيع الجبلية.

4) سقوط الأمطار بغزارة في فصل الصيف ليستفاد منها في زراعة المحاصيل الموسمية كالذرة والقمح؛ ولذلك سكنوا المواقع القريبة من المدرجات الزراعية.

5) استغلال طريق نقيل سُمارة الأكثر حركة في نقل المسافرين والبضائع عبره ببناء محلات صغيرة مع المساكن لتقديم بعض الخدمات للمسافرين، كبعض المأكولات والمشروبات، كما هو الحال في قرية (قرن عرين) وقرية (التالق) وقرية (بيت هيوة) أما في قرية (حليل) في المنطقة الوسطى الثالثة فقد استغلوا بيوتهم في فتح بعض المطاعم الصغيرة للمسافرين.

6) وكما ذُكر سابقًا قد يكون السبب في سكن المواطن اليمني للأماكن المرتفعة حبه للبيئة الجبلية والمناظر الطبيعية التي تحقق الراحة والهدوء والاستمتاع بالطبيعة الخلابة المطلة على الوديان والجبال والقرى وعلى مدينة إب عاصمة محافظة إب.

وفي منطقة البحث وبالأخص على جانبي طريق نقيل سُمارة توجد عدد من القرى القريبة من الشارع أو التي يمر عبرها الشارع يصل عددها إلى حوالي عشر قرى.

قرية التالق | قرية حليل | قرية سملة

لوحة (14): صور لبعض القرى التي يمر بها أو بجانبها طريق نقيل سُمارة

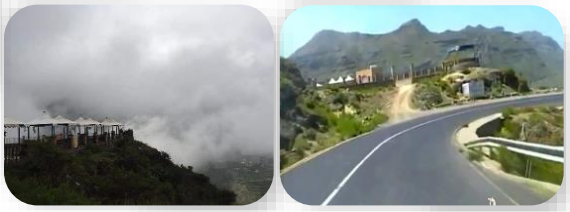
13.3. الاستخدامات الترفيهية للمنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة

من أهم مقومات السياحة في أي بلد المقومات الطبيعية المتمثلة في تنوع المظاهر الأرضية وجمال الطبيعية، وهي من دعائم السياحة في منطقة البحث، لوحة (6أ)، ولكون منطقة البحث شديدة الارتفاع وشديدة الانحدار فإنه يمكن استغلالها بإنشاء مظلات وكراس وخصوصًا في المناطق

التي تستطيع بعض السيارات التوقف فيها كما هو موضح في لوحة (6ب). ويوجد في منطقة البحث بعض المعالم الأثرية البارزة التي لو اهتمت بها الدولة لجذبت السياح إليها، وأبرز هذه المعالم الأثرية قلعة سُمارة الأثرية التي تجمع بين طبيعة مبانيها وخصائص موقعها بين الأثر التاريخي وجمال الطبيعة المحيطة بها، ووضع موقعها الراهن مناسب للترويج لها بوصفها موقعًا أو فرصة استثمارية قابلة للتطوير والترميم والتوسيع المناسب، لاستغلالها ضمن منشآت الخدمات السياحية.

أ- مناظر طبيعية من على طريق نقيل سمارة

ج: قلعة سمارة الأثرية



ب: أماكن للاستراحة والتنزه والاستمتاع بالمناظر الطبيعية من على طريق نقيل سمارة

لوحة (15): صور لقلعة سُمارة الأثرية والمنتزهات الترفيهية والمناظر الطبيعية في منطقة البحث

المصدر: https//yemen press.net., https// m.facebook.com>permalink and https// sahafaa.net

الاستنتاجات

توصلت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج المتعلقة بأشكال المنحدرات على الامتداد الطولي لطريق نقيل سُمارة، وأهم التطبيقات الجيومورفولوجية لتلك المنحدرات الجبلية، وهى على النحو الآتي:

1- تأثرت منطقة البحث بالنشاط البركاني في العصر الثلاثي المرافق لتكون حوض البحر الأحمر وحدوث عملية رفع إقليمية في الجهة الغربية لليمن بما فيها منطقة البحث، فتكونت فيها

مجموعة من صخور اليمن البركانية التي تنكشف في هذه المناطق، ويكثر فيها الفواصل والشقوق وسطوح الانفصام خاصة في صخور البازلت العمدانية الشكل Columnar Basalt.

2- رافق حدوث النشاط البركاني الثلاثي عمليات بنائية تركيبية جيولوجية أثرت على تميز منطقة البحث بخصائص انحدارية، وسيادة الأراضي المنحدرة مع التضرس الشديد في معظم أجزاء المنطقة.

3- تقع منطقة البحث في التقسيم الطبوغرافي لليمن ضمن سلسلة المرتفعات الجبلية البركانية الوسطى لليمن، ويتراوح الارتفاع في منطقة البحث ما بين (1600-3000) متر فوق مستوى سطح البحر، وبذلك يُعد الطابع الجبلي هو المظهر التضاريسي السائد في منطقة البحث.

4- صنفت المنحدرات على جانبي طريق نقيل سُمارة الجبلي حسب تصنيف (يونك 1972م) اعتمادًا على درجة انحدارها؛ إلى: منحدرات جرفية حيث بلغت (3.19 %) من مساحة المنطقة المدروسة، في حين بلغت المنحدرات ذات الانحدار الشديد جدًا ما نسبته (19.5%)، والمنحدرات شديدة الانحدار ما نسبته (41.75%)، والمنحدرات فوق الانحدار المتوسط (22.63%)، أما المنحدرات المتوسطة الانحدار فبلغت (11.37%)، وأخيرًا المنحدرات خفيفة الانحدار شكلت ما نسبته (1.56%) من إجمالي مساحة منطقة البحث.

5- سيادة المنحدرات التي تزيد درجة انحدارها عن 18 درجة وأكثر على ما نسبته (41.75 %) من مجموع المساحة الكلية لمنطقة البحث، ومعظم الامتداد الطولي لطريق سُمارة يقع ضمن فئة المناطق شديدة الخطورة.

6- سيادة اتجاه الانحدار الشمالي الغربي والاتجاه الغربي على ما نسبته (23.16%)، (23.11%) على التوالي من مجموع الاتجاهات العامة للمنحدرات في منطقة البحث، وعموما، هناك تباين في واجهات المنحدرات، ظهر جليًا في طريقة تصميم طريق نقيل سُمارة الجبلي وشقها.

7- توجد في منطقة البحث منحدرات ذات أشكال مستقيمة ومحدبة ومقعرة بنسبة (40%) و(37%) و(23%) على التوالي، كما توجد المنحدرات المتضرسة بفعل المجاري المائية للأودية الموسمية، وتعاني جميع هذه المنحدرات من تعرضها لمخاطر جيومورفولوجية عديدة، أهمها: سقوط الصخور(الجلاميد)، وانزلاق الصخور والحطام الصخري، وتدفق الركام الصخري إلى وسط طريق نقيل سُمارة، خصوصًا عند موسم سقوط الأمطار.

8- من خصائص طريق نقيل سُمارة الجبلي الخاص بنقل المسافرين والبضائع بالمركبات الكبيرة ضيق عرضه (7-8) متر، وعدم توفر مساحات جانبية للتوقف المفاجئ للسيارات في أغلب المناطق التي يمر فيها، وهذا الطريق يكثر فيه التعرج والالتفاف والانعطاف، وهو طريق مشهور بكثرة الحوادث المرورية فيه (يطلق عليه طريق الموت) وأكثر الحوادث يتمثل في تصادم السيارات والمركبات وانقلابها أو سقوطها إلى أسفل الجبل.

9- يشهد طريق نقيل سُمارة كثرة الحركة المرورية نظرًا لموقعه الجغرافي المهم، إذ يربط العاصمة صنعاء بالمحافظات الوسطى والجنوبية لليمن، إلا أن حركة السير فيه بطيئة وتعاني من التوقف أو الانقطاع من ساعة إلى عدة ساعات؛ لعدة أسباب أهمها: الازدحام المروري والحوادث المرورية وحركة المواد الأرضية على أسطح المنحدرات الجبلية (المخاطر الجيومورفولوجية لانزلاق وانهيار الصخور) التي يتعرض لها الطريق.

10- عبر التاريخ القديم لليمن أُستغلت السفوح الجبلية اليمنية ببناء القصور والقلاع والحصون لعدة أغراض أبرزها الأغراض العسكرية كقلعة سُمارة الأثرية الواقعة في شمال منطقة الدراسة المبنية على ارتفاع شاهق يبلغ حوالي2800 متر، وسيطرتها التامة على المنطقة وما يجاورها، وبذلك تجمع قلعة سُمارة بين طبيعة مبانيها وخصائص موقعها، بين الأثر التاريخي وجمال مناظر الطبيعة الخلابة المحيطة بها، وموقعها السياحي قابل للاستثمار والتطوير والترميم والتوسيع.

11- بالرغم من أن جميع المنحدرات في منطقة البحث تتميز بشدة انحدارها، فإن استخدام أراضي تلك المنحدرات يقتصر على الاستخدام الزراعي والسكني، ومعظمها مواز لطريق نقيل سُمارة، وغالبا ما تكون ذات مساحات صغيرة مع وجود بعض المساحات الصغيرة للاستخدامات الترفيهية والاستمتاع بمناظر الطبيعة الخلابة.

التوصيات:

1- يوصي الباحث بإجراء دراسة مفصلة عن المخاطر الجيومورفولوجية، خاصة المخاطر الناشئة عن تحرك المواد الأرضية على أسطح المنحدرات الجبلية على جانبي طريق نقيل سُمارة.

2- للحد من الحوادث المرورية أو من حدوث المخاطر الجيومورفولوجية الناجمة عن تحرك الكتل الصخرية على أسطح المنحدرات الجبلية على جانبي طريق نقيل سُمارة، فإن هذا البحث يوصي ببعض المقترحات والمعالجات أو الوسائل التي من شأنها الحد من تلك المخاطر والمشاكل وتتمثل في:

2-1- عمل مواقف للتوقف المفاجئ للسيارات.

2-2- تشييد المصدات الساندة والجدران الجانبية الحجرية والكونكريتية والشبكية على الجهة الشرقية لطريق نقيل سُمارة (الجانب الأيمن للطريق) والعمل على زيادة ارتفاعها.

2-3- الجهة الغربية لطريق نقيل سُمارة (الجانب الأيسر للطريق) يحتاج إلى بناء جدار للحماية لصد السيارات ومنعها من السقوط نحو الأسفل، حيث تعتبر الجهة الغربية للطريق أكثر الأماكن خطورة؛ إذ الانحدار فيها شديد جدًا أو أنه انحدار جرفي، خصوصًا في الأماكن التي لا يوجد فيها مساحة جانبية للطريق سوى أقل من متر واحد أو أقل من ذلك.

الهوامش والإحالات:

[1] سلامة، أصول الجيومورفولوجيا: 140.

[2] سلامة، أصول الجيومورفولوجيا: 143.

[3] سلامة، مرجع سبق ذكره: 140.

[4] الدليمي، التضاريس الأرضية: 194.

[5] Windly, etal., Early Precambrian gneiss terranes and pan African Island arcs in Yemen: crustal accretion of the eastern Arabian Shield, p131-134.

[6] Mattash and Balogh, K-Ar radiometric age data on Cenozoic volcanic and their associated intrusion from Yemen, p83-92.

[7] Fournier, etal., Arabia-Somalia plate Kinematics, Evolution of the Aden-Owen-Carlsberg Triple Junction, and Opening of the Gulf of Aden,4102.

[8] Young, Slopes, 83-92.

[9] سلامة، أصول الجيومورفولوجيا: 3.

[10] نفسه: 149.

[11] الدليمي، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي: 207.

قائمة المصادروالمراجع:

1- الدليمي، خلف حسين، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان: الأردن، 2005م.

2- الدليمي، خلف حسين، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي، دار صفاء للنشر والتوزيع، الأردن، 2012م.

3- سلامة، حسن رمضان، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن، ط1، 2004م.

4- سلامة، حسن رمضان، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن، ط3، 2010م.

5- As_Saruri, M.A., Sorkhabi, R., and Baraba, R., Sedimentary Basins of Yemen: their Tectonic Development and: Lithostratigraphic Cover. Arabian Journal of Geosciences. 3(4): 515-524, doi:10.1007/512517-0100189-z, 2010.

6- Gun, J.V.D., The Water Resources of Yemen. Technical Report. https: //www.researchgate. net/publication/282910137, 2015.

7- Fournier, M., Khanbari, J.M., Chamot-Rooke, N., Petit, C., Huchon, P., Al-Kathiri, A., Audin, L., Beslier, M.O., d'Aeremont, E., Fabbr, O., Fleury, K., Lepvrier, C., Leroy, S., Maillot, B., and Merkouriev, S., Arabia-Somalia plate Kinematics, Evolution of the Aden-Owen-Carlsberg Triple Junction, and Opening of the Gulf of Aden. Journal Geophysics. Res. 115: Bo4102, 2010.

الآداب | مجلة علمية فصلية محكمة
تعنى بالدراسات والبحوث الإنسانية
(EISSN): 2707-5192 ISSN: 2616-5864

8- Mattash, M.A., and Balogh, k., K-Ar radiometric age data on Cenozoic volcanic and their associated intrusion from Yemen. Act Mineral petro gr Szeged 35183-92, 1994.

9- Young, A., Slopes, Oliver and body Edinburgh, 1972.

10- Windly, B.F., Whitehouse, M.J., and Ba-Bttat, M.O., Early Precambrian gneiss terranes and pan African Island arcs in Yemen: crustal accretion of the eastern Arabian Shield. Geology 24(2):131-143, 1996.

11- http//www.globalweathear,team.eud/data/cfsr/37641. Weather data requested on 28-1-2021.

12- https// m.facebook.com.permalink ,17-6-2021.

13- https// sahafaa.net,17-6-2021..

14- https//yemen press.net, 17-6-2021.

15- https// yemen now.net, 17-6-2021.

16- https//ypagency.net, 17-6-2021.

17- https// za.pinterest.com, 17-6-2021.