# تحليل جيوموفولوجي لمخاطر حركة المواد شمال الجبل الأخضر فيما بين البياضة غربا والحنية شرقا باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية

إيمان عبد الله مُحَمَّد بلقاسم

**الملخص:**

تناولت هذه الدراسة توضيح أخطار الانهيارات الأرضية لما لها من خطر كبير على النشاط البشري والمنشآت الحيوية والطرق الرئيسية وقد تأثرت منطقة الدراسة بشكل كبير بحركة المياه الجارية وخاصة هيدرولوجية المنحدرات لها دور كبير في تطور المنحدرات وخاصة في الحافتين سواء بفعل المجاري المائية أو الجريان المائي العشوائي الذي يحدث بعد سقوط المطر.

توصلت هذه الدراسة إلى تحديد أنواع الخطر وأماكن الخطورة والمناطق المعرضة للخطر الجيومورفولوجي سواء طرق عمران وزراعة الأودية ومن تحليل بيانات تبين أن منطقة الدراسة تسود فيها الزراعة بنسبة كبيرة ٦١.٨% من مساحة منطقة الدراسة ويليها الأودية النهرية بنسبة ١٧.٥%كم العمران بنسبة ١٤.٦% والطرق ٢.٦%.

كما توصلت الدراسة أن الخطر في الحافات يكون بنسبة الخطر فيها على الطرق أكبر من باقي استخدامات الأرض في منطقة الدراسة حيث وصلت النسبة في الحافة الثانية حوالي ٤.٤% والثالثة ٥.٣% والرابعة ٣.٣% والخامسة حوالي ١.٦%.

**Abstract**:

This study dealt with clarifying the dangers of landslides because of their great danger to human activity, vital facilities and main roads. After the rain fell.

This study reached to identify the types of danger, places of danger and areas exposed to geomorphological danger, whether urban roads and valley cultivation, and from the analysis of data showing that the study area is dominated by

agriculture with a large percentage of 61.8% of the area of the study area, followed by river valleys by 17.5% km urbanization by 14.6% and roads 2.6%.

The study also found that the risk in the edges is greater than the rest of the land uses in the study area, where the proportion in the second edge is about 4.4%, the third is 5.3%, the fourth is 3.3%, and the fifth is about 1.6%.

**المقدمة**

تتعرض معظم المنشآت في المناطق الجبلية والمنحدرات لخطر حركة المواد وهي تنتج بفعل عدم الاستقرار المنحدرات يرجع ذلك الي نوعية الصخور المكونة لها ومدي تأثرها بالشقوق والفواصل التي تتوزع علي سطحها وما يزيد من هذه العمليات الجيوموفولوجية نشاطات الانسان من عمليات قطع وتسوية المنحدرات لرصف الطرق.

**فرضية البحث:**

تعود أسباب حركة المواد علي منحدرات الي عدة عوامل منها طبيعية (البينية الجيولوجية – درجة الانحدار – التربة – النبات) والبشرية تعود لفعل الانسان ونشاطاته المختلفة.

**أهمية البحث:**

١- تحليل البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة ومعرفة درجة واتجاه انحدارها ودورها في نشاط حركة المواد علي المنحدرات.

٢- تحليل المنحدرات ومعرفة أنواع وانماط حركة المواد في منطقة الدراسة وإمكانية الحد منها

٣- تحليل الحافات ومعرفة درجات الخطورة لمنشآت العمرانية في المنطقة.

**منهجية البحث:**

أُستخدمت عدة مناهج في البحث:

**(١)** المنهج التحليلي: تم استخدام هذا المنهج في التحليل المورفومتري لشبكات تصريف الأودية

عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي DEM من خلال حساب المعاملات المورفومترية الخاصة بدراسة شبكات التصريف.

(٢) المنهج الوصفي: تم استخدامه في وصف الأشكال والأخطار الجيومورفولوجية ووصف التكوينات الجيولوجية والمناخ السائد والتربة.

**أساليب البحث:**

تم استخدام العديد من أساليب البحث التي تحقق الهدف من الدراسة هي:

**الأسلوب الإحصائي:**

تم استخدامه في تحليل عناصر وأبعاد الأشكال الأرضية، إضافة إلى البرامج الإحصائية باستخدام الحاسب الآلي مثل برنامج spss وبرنامج Excel في استخراج المعاملات الإحصائية والمعادلات المختلفة ونذكر منها: استخراج المتوسط الحسابي لعناصر المناخ:

**الأسلوب الكاتوجرافي:**

Arc Gls 10.8, (Erdas lmagine ver 2014) وقد تم إجراء التحليلات المكانية للأشكال الأرضية باستخدام نظم معلومات الجغرافية في تحليل البيانات وإنتاج الخرائط وإظهار نتائج التحليلات بدقة علي الخرائط.

**الاستشعار عن بُعد:**

اعتمدت الباحثة على تطبيق أسلوب الاستشعار عن بُعد في دراسة مراحل تطور شكل خط الساحل المنطقة بهدف تصنيفها حسب تأثير عوامل التعرية كشواطئ نحت أو بناء أو متوازنة باستخدام برنامج Evdaslungine.

**نظم المعلومات الجغرافية GIS:**

استخدمت الباحثة برنامج APC61510 في إنشاء الخرائط وقياس الأبعاد والمساحات لدراسة تطورها الموفولوجي.

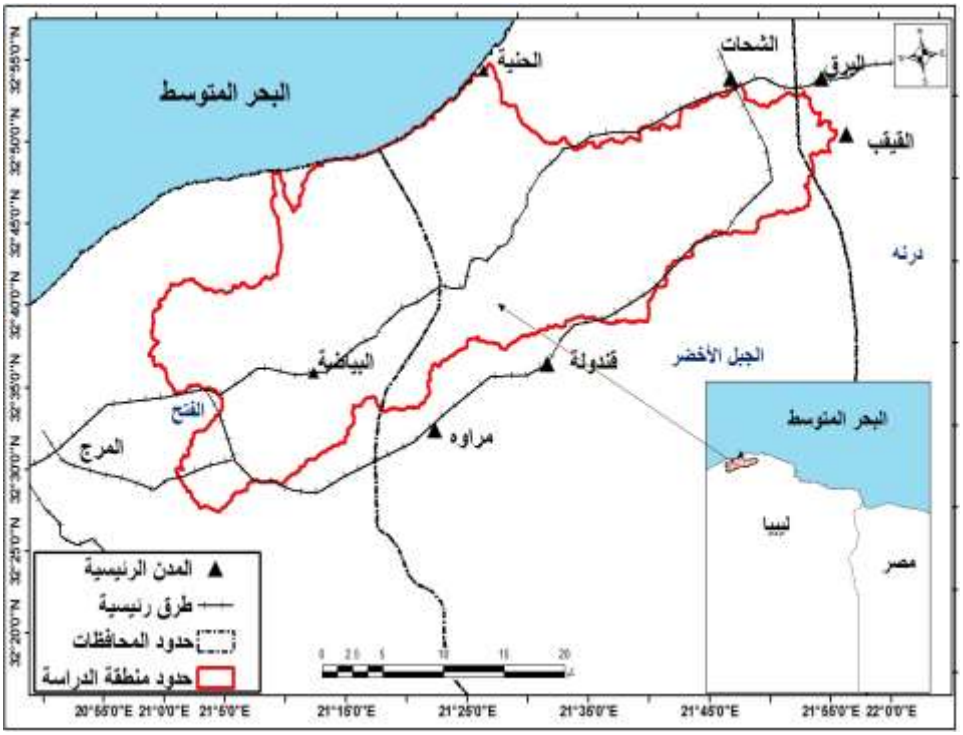
**موقع منطقة الدراسة:**

تقع منطقة الدراسة شمال شرق ليبيا في الجزء الأوسط بإقليم الجبل الأخضر تشرف مباشرة علي البحر المتوسط، فتمتد بين دائرتي عرض ″٤٦ ′١٠ °٣٢ شمالاً، ٣″ ′٥١ °٣٢، وخطي

طول ٢٧″ ′٥ ٢٢°، ٤٠″ ′١ ٢١° شرقاً وهي المنطقة الممتدة بين مدينتي الحنية في الشمال الشرقي والبياضة في الجنوب الغربي الواقعتين في منطقة الجبل الأخضر شكل رقم (١).

يحدها من الشمال ساحل البحر المتوسط، ومن الشرق خط تقسيم المياه لحوض واديي جرجارامة والجريد ومدينتي الإبرق والقيقب، ومن الشمال الشرقي مدن زاوية العرقوب والشحات والحمامة، ومن الجنوب خط تقسيم المياه لحوض وادي جرجارامة وبالخشب وبالخنفس ومدن قندولة ومراوة، ومن الغرب خط تقسيم المياه لحوض وادي بالخنفس ومدينتي إسطاطا والمرج، ومن الشمال الغربي مدينتي سيدي نوح والدرسية.

يبلغ مساحتها ٢٠٢٤ كم$^{٢}$ أي ما يعادل ٢٥.٩% من مساحة منطقة الجبل الأخضر البالغ مساحتها ٧٨٠٠كم$^{٢}$.




**المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً علي شيب فايل التقسيمات الإدارية ليبيا.**

**شكل (١) موقع منطقة الدراسة**

## تمهيد

تتكون المنحدرات بواسطة عدة عوامل مرتبطة مع بعضها البعض مثل المناخ والعمليات الجيوموفولوجية والوضع الجيولوجي لسطح المنطقة وهي أكثر المناطق عرضة للتغير علي سطح الأرض وتتطور بفعل عمليات التجوية والتعرية نوعية الصخر، وقد لعبت التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة دوراً مهما في تعرضها لحركة المواد والانزلاقات الأرضية وذلك يرجع إلى أن معظم التكوينات في المنطقة من الحجر الجيري ومارل وهي صخور أقل مقاومة لعوامل التعرية والتجوية وتكثر بها الشقوق والفواصل التي تساهم بشكل واضح في زيادة معدلات حركة المواد علي المنحدرات، وتعد أخطار الانهيالات الصخرية من أهم الأخطار الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة لما لها من خطر علي النشاط البشري والمنشآت الحيوية كالمباني والطرق الرئيسية وتأثرت منطقة الدراسة بشكل كبير بحركة المياه الجارية فهيدرولوجيه المنحدرات كان لها دور كبير في تطور المنحدرات بالحافتين سواء بفعل المجاري المائية أو بواسطه الجريان المائي العشوائي الذي يحدث بعد سقوط الأمطار، وخاصه في المناطق العارية قليلة النباتات الأكثر انحداراً، بالتالي جرف المواد إلى أقدام المنحدرات بمنطقة الدراسة التي شهدت عقب نشأتها تأثرها بآخر الحركات التكتونية خلال الزمن الثالث أمطار غزيرة خلال عصر البيلستوسين، وكان من نتائجها نشأة المجاري المائية التي أدت إلى تقطع الحافتين إلى عدة أجزاء بفعل عملية النحت أثناء تعمقها لأوديتها للوصول إلى مستوي القاعدة العام، وتقع تلك المجاري المائية في قيعان أودية جافة عميقة شديدة الانحدار تفصلها حافات مقطعة شديدة التضرس يتابين مظهرها الجيومورفولوجي، وذلك تبعاً لاختلاف درجات تأثيرها بفعل الخصائص الجيومورفوهيدرولوجيه خلال العصر المطير، وتهدف الدراسة إلى التعرف علي نشأة المنحدرات وخصائص الحافات وتحديد أنواعها وأماكن الخطورة والمناطق المعرضة للخطر الجيومورفولوجي بهدف وضع حلول لهذه الأخطار، وقد تم الاعتماد علي التقنيات الحديثة في هذه الدراسة من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM، ومن خلال تحليل خريطة الانحدار شكل (٢)، ونجد أن أغلب الانحدارات المتوسطة تتوزع عند اقدام حافات الأودية والمنحدرات، أما الانحدارات الشديدة والأكثر شدة تقع عند حافات مجاري الأودية والحافات الصدعية، في حين تتوزع الحافات المستوية وشبة مستوية علي أراض المنخفضات الواقعة بين

الحافات ما يعرف باسم (السقايف).

**أولاً: عوامل نشأة المنحدرات وتطورها:**

تأثرت منحدرات منطقة الدراسة بعدة عوامل لها دور كبير في تطورها هي:

**١. الحركات التكتونية:**

قد رأي (Hey,1956) أن الحافة السفلي للجبل الأخضر تكونت بفعل التعرية الجيرية وقد حدث هذا علي عدة مراحل نتج عنها الدرجات الثلاث للجبل وخلال تكونها نشطت عمليات التعرية البحرية ونحت السواحل عند مستوي سطح البحر مما كون المصاطب، ولا يوجد اختلاف بين الحافة العليا (الثالثة) عن الحافة السفلي التي تكونت بفعل التعرية البحرية، ورأي أن التصدعات التي ثبت وجودها في بعض المناطق مثل القسم الممتد من الشرق من درنة وهذه التصدعات لها دور في الحركة الانزياحية الرأسية التي انتجت فروق المناسيب بين قمم الحافات والمصاطب وحالت دون توغل عمليات النحت البحري نحو الداخل، في بداية البليوسين ارتبط آخر بروز لطية الجبل الأخضر بالأحداث التكتونية وقد أشار كل من ( Elhawat and Shelmani, 1993, p19 – 20) إلى أنها تتمثل في عودة اتصال البحر المتوسط مع المحيط الأطلسي وانفتاح البحر الأحمر واتصاله بالمحيط الهندي وهذه الحركة آخر الحركات التكتونية عدلت خلالها أشكال المنحدرات التي أنتجتها الحركات التكتونية خلال الأيوسين والميوسين وبهذا فالمنحدرات تدين بنشأتها الأولى إلى النشاط التكتوني للجبل الأخضر.

**٢. التغيرات المناخية خلال البلايوستوسين:**

أهم ما تتميز به هذه الفترة البليستوسينة هو حدوث تغيرات وتتابع في الفترات المطيرة وأيضا الفترات الجافة، وهذا التغير المناخي كان مصاحباً لظاهرتين مهمتين كان لهما عظيم الأثر في تطور وتشكيل منحدرات الحافتين، الظاهرة الأولى كانت نتيجة التدفق المائي عبر المنحدرات بالحافتين وتسببت كميات المياه المتدفقة ذات الطاقة العالية في التغلب علي مقاومة صخور المنحدرات مما أدي إلى حدوث حفر أودية عميقة شديدة الانحدار أدت إلى قطع الحافتين في عدة مواضع من الجنوب إلى الشمال.

كما نتج عن المياه تراكم كميات ضخمة من الرواسب الصخرية عند مخارج الأودية علي جوانبها ولعب التساقط الغزير الذي حدث في تلك الفترة دوراً كبير في تطور المنحدرات وتشكيلها بالحافتين وذلك بسبب نحت المياه الجوفية الصخور مما أدي إلى تغيرات في زوايا الانحدار، أما الظاهرة الثانية فإنها تتضح في تغير مستوي سطح البحر استجابة للتغيرات المناخية مما أدي إلى ظهور مدرجات بحرية النشأة بالحافة الأولى (توفيق رشوان، ٢٠١٩، ص١٣٧).

**٣. تغير درجات الحرارة:**

تعتبر درجة حرارة المنطقة من أهم العناصر المناخية تأثيراً على العمليات الجيوموفولوجية لسطح الأرض، وتوجد علاقة عكسية بين الارتفاع عن سطح المنطقة ودرجات الحرارة، حيث تنخفض درجة الحرارة بمعدل (٠.٦) مْ لكل (١٠٠) م ارتفاعاً، تأثرت منطقة الدراسة بتغيرات في درجات الحرارة واختلاف في المدي الحراري اليومي والفصلي والسنوي مما أثر علي نشاط عملية التجوية الميكانيكية سواء عن طريق التمدد أو انكماش صخور المنحدرات وخاصة صخور التعرية.

إضافة إلى أن عامل الحرارة وتحرك المواد لا يؤثر بدرجة كبيرة علي المناطق التي يكسوها غطاء نباتي كثيف وذلك بسبب تحطم أعالي الحافات الصخرية وتراكم المفتتات في الأجزاء السفلي من المنحدرات، في حين تنتهي الأجزاء السفلي من المنحدرات التي تراكمت عليها المفتتات الثابتة وتنخفض درجات انحدارها وتميل إلى الشكل المقعر.

**ثانياً: تحليل زوايا واتجاهات الانحدار:**

ترجع أهمية دراسة معدلات الانحدار إلى معرفة مدى التباين والاختلاف في درجات الانحدار في منطقة الدراسة فمثلاً تشير الانحدارات الخفيفة إلى التقدم في الدورة الجيومرفولوجية أما الانحدارات الشديدة فهى تشير إلى المرحلة المبكرة من دورته التحاتية أما الانحدارات المتوسطة فتشير إلى التوسط بين المرحلتين السابقتين، كما يوثر الانحدار علي عمليات التعرية والنقل والترسيب وتحرك المواد علي المنحدرات المتمثلة في تساقط الصخور وانهيار الرواسب النهرية علي جوانب الأودية، لذلك يعد أساساً لدراسة الأخطار الجيوموفولوجية بمنطقة الدراسة يزداد الارتفاع في الجزء الشرقي لمنطقة الدراسة بشكل فجائي عند منطقة الحنية بينما يتدرج الارتفاع في الجزء الغربي يبدأ من ١٠٠ –٣٥٠ عند منطقة قصر ليبيا والبياضة الحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة.

وقد تم حساب درجة الانحدار من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة توضيحية ٩٠م وذلك باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل } \boldsymbol{60x(e)}}{\text{المسافة الافقية}}$$

(Schumm,1956, p. 612)

حيث إن: قيمة هذا المعدل تتناسب طردياً مع درجة تضرس المنطقة وترتفع قيمة هذا المعدل بزيادة الفارق بين أعلى وأدنى منسوب وقد اعتمد التصنيف في منطقة الدراسة علي أسلوب (ينج young) الذي ينص علي:

سطح مستوٍ (صفر – ٢)°

سطح خفيف الانحدار (٣- ٥)°

سطح متوسط الانحدار (٦ – ١٠)°

سطح فوق المتوسط (١١ – ١٨)°

سطح شديد الانحدار (١٩ – ٣٠)°

سطح شديد الانحدار جداً (٣١ – ٤٥)°

سطح شديد الانحدار للغاية (أكثر من ٤٥)°

(Young ,1975. p73 )

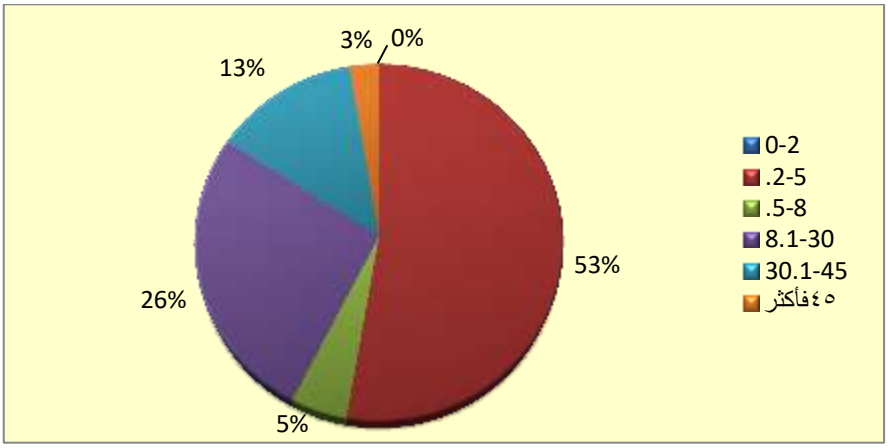
قد تم تقسيم خصائص الحافات الصخرية على منطقة الدراسة كما في جدول رقم (١) والشكل رقم (١، ٢، ٣) كالآتي:

جدول رقم (١)

خصائص الحافات الصخرية بمنطقة الدراسة

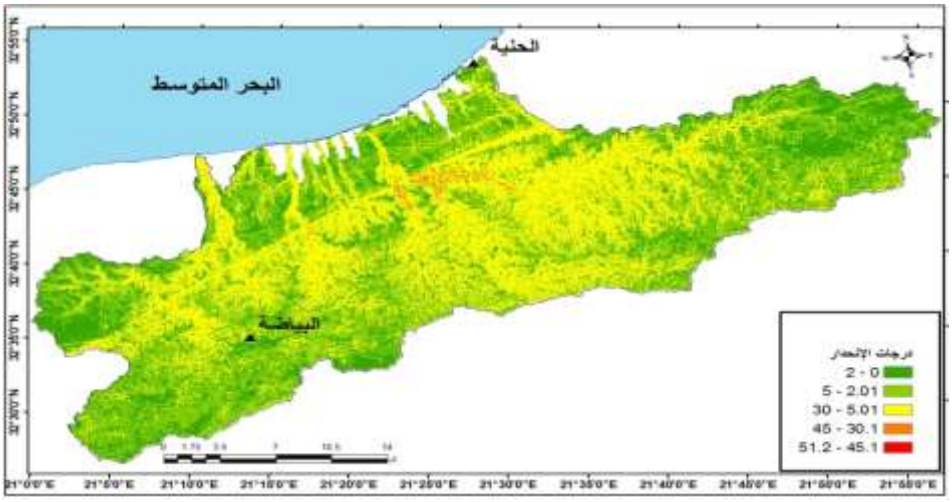
| | فئات الانحدار | المساحة كم | النسبة المئوية% | العرض كم | متوسط درجة الانحدار | نوع السطح |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٠-٢ | ٤١٨.٣ | ٢١,٤ | ١.٥ | ١.٣ | أراضي مستوية |
| ٢ | ٢-٥ | ٨٠٨.٦ | ٤١.٥ | ١.٢ | ٢.٥ | بسيطة الانحدار |
| ٣ | ٥-٨ | ٤٠.٤ | ٣.٧٩ | ١.٣ | ١.٤ | انحدار متوسط |
| ٤ | ٨.١-٣٠ | ٧١٦.١ | ٢٠.٩ | ١.٩ | ٢٣.٦ | من متوسطه إلى شديدة الانحدار |
| ٥ | ٣٠.١-٤٥ | ٣٤.٥ | ١٠.٤ | ٠.٦ | ١١.٤ | شديدة الانحدار جداً |
| ٦ | ٤٥فأكثر | ٦.٦ | ٠٢.١ | ٠.١٨ | ٣٣ | أراضٍ شبه عمودية |
| المجموع | | ٢٠٢٤ كم٢ | %١٠٠ | – | – | – |

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي تحليل نموذج الارتفاع الرقمي وخريطة الانحدار.



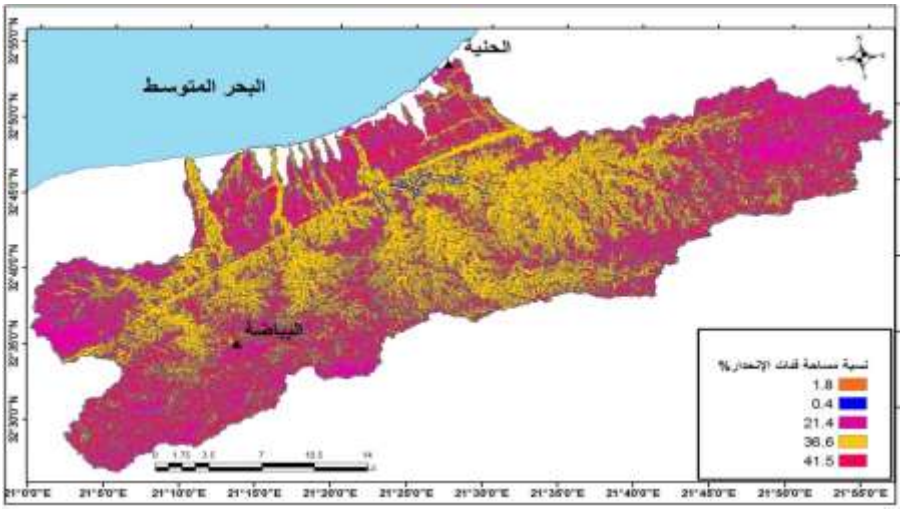

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي بيانات الجدول (١).

**شكل رقم (١) خصائص الحافات الصخرية بمنطقة الدراسة**




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج ARCGIS10.8.

**شكل رقم (٢) درجات الانحدار بمنطقة الدراسة**




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج ARCGIS10.8.

**شكل (٣) نسبة مساحة فئات الانحدار%**

**ومن تحليل الجدول رقم (١) والشكل (١)(٣) تنقسم فئات الانحدار إلى:**

**١– الفئة الأولى**: تتميز بأنها أراض مستوية بزاوية انحدار قدرها (٠–٢) حيث بلغ متوسط الانحدار لها بمقدار ١.٣ ° لكل ١.٥ كم وبلغت مساحتها ٤١٨.٣ كم٢ بنسبة ٢١.٤% من إجمالي منطقة الدراسة وغالباً ما تتكون هذه الفئة نتيجة استقرار نتائج عمليات التعرية والتجوية فوق سطح الأرض وهذه المنحدرات لا تسبب معوقات علي النشاط الاقتصادي الزراعي والمشاريع وإنشاء الطرق والمباني إلا أن هذه الأنحدرات تعاني من مشاكل الصرف إذا كانت مؤلفة من تربة أو طبقات صخرية غير نفاذة وتظهر هذه الفئة بوضوح في الشرق والغرب وأجزاء متفرقة في الوسط والشمال.

**٢– الفئة الثانية**: تتميز بأنها أراضٍ بسيطة الانحدار بزاوية قدراها (٢–٥) وبلغ متوسط الانحدار لها ٢.٥ ° لكل ١.٢ كم وبلغت مساحتها ٨٠٨.٦ كم٢ بنسبة ٤١.٥% من إجمالي المنطقة وهي الفئة السائدة بالمنطقة وتكون معوقات استخدام الأرض هنا محدودة إلى جانب بعض المساحات الزراعية ينتشر وجودها في منطقة الدراسة بأكملها.

**٣– الفئة الثالثة**: وتمثل الانحدارات المتوسطة والشديدة نسبياً بزاوية قدرها (٥.١ –٣٠) وبلغ متوسط الانحدار لها ٢٣.٦ لكل ١.٩ كم وبلغت مساحتها ٧١٦.١ كم٢ بنسبة ٢٠.٩ % من إجمالي منطقة الدراسة وتتميز هذه الفئة بأنها تعاني من معوقات عند استخدامها والاستغلال البشري حيث مخاطر التعرية كبيرة ويصعب استخدامها في النشاط الزراعي وإنشاء الطرق وتتركز بشكل كبير في الوسط من منطقة الدراسة. ويرجع تفسير ذلك جيومورفولوجيا إلى أن الأجزاء الشمالية توجد بها بقايا الضفاف المرتفعة للأودية القديمة بالمنطقة والتي تنحصر فيما بينهما الأراضي المنخفضة وتزداد وضوحاً كلما اقتربنا نحو البحر.

**٤– الفئة الرابعة**: تتميز بأنها شديدة الانحدار جداً بزاوية قدرها (٣٠ –٤٠) وبلغ متوسط الانحدار لها ١١.٤ ° لكل ١.٣ كم وبلغت مساحتها ٣٤.٥ كم٢ بنسبة ١٠.٤% من إجمالي منطقة الدراسة وتضم هذه الفئة أشد السفوح انحداراً تتحرك فوقها مخلفات عمليات التجوية والتعرية من الفتات الصخري وتكون محدودة الفائدة في النشاط البشري وهي فئة محدودة تتوزع في بعض الأجزاء الشمالية من وادي كوف وجرجامة وبوبالخنفس، وهي غير صالحة للنشاط البشري نظراً لشدة الانحدارات التي تعمل علي انجراف التربة بفعل الجريان السطحي.

**٥- الفئة الخامسة:** وهي أراضٍ شبة عمودية تزيد درجة انحدارها عن ٤٥ وتمثل الوجه الحر للمنحدرات وبلغ متوسط الانحدار لها ٣٣.٣ لكل ٠.١٨كم وبلغت مساحتها ٦.٦كم$^{٢}$ بنسبة ٢.١% من إجمالي مساحة المنطقة وهي أقل الفئات انتشاراً بالمنطقة حيث توجد في بعض الأجزاء الشمالية من وادي جرجارامة.

**المصدر:** الدراسة الميدانية ٢٠١٩.

**صورة (١)**

**الحافات الصخرية في منطقة الدراسة**

❖ **تحليل اتجاهات الانحدار:**

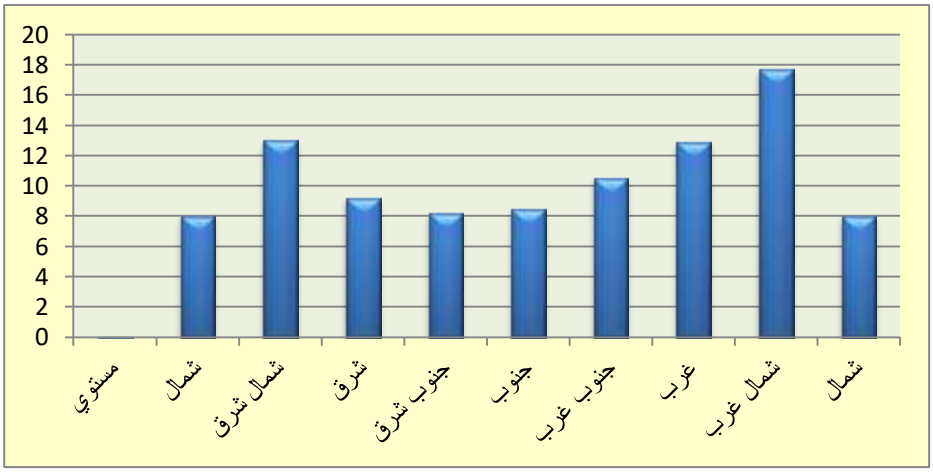
هو ما يطلق علية اسم (Aspect) ويوضح اتجاه الانحدار تجاه تدفق المياه الجارية والرواسب من أعالي المنحدرات إلى أسفلها، ويهدف التعرف علي اتجاه الانحدارات لتحديد درجات تأثيرها علي نشاط الأخطار الجيومورفولوجية وخاصة لتحديد اتجاه حركة المياه السطحية، وتأثير ذلك علي الفاقد والمخزون حيث يتأثر الجريان السطحي بنمط توزيع الهطول إلى جانب مواجهتها للأشعة الشمس ومدي تأثير الظروف المناخية وخاصة المطر والرياح.

**جدول رقم (٢)**

**اتجاهات الانحدار ومساحتها ونسبتها بمنطقة الدراسة**

| إتجاهات الانحدار | درجة الانحدار | مساحة اتجاهات الانحدار كم٢ | نسبة المساحة من منطقة الدراسة % |
|---|---|---|---|
| مستوي | ١- | ٠.٤٦ | ٠.٠٢ |
| شمال | ٢٢.٥ | ١٦٣ | ٨ |
| شمال شرق | ٦٧.٥ | ٢٦٢.٩ | ١٣ |
| شرق | ١١٢.٥ | ١٨٧.٢ | ٩.٢ |
| جنوب شرق | ١٥٧.٥ | ١٦٦.٥ | ٨.٢ |
| جنوب | ٢٠٢.٥ | ١٧٣ | ٨.٥ |
| جنوب غرب | ٢٤٧.٥ | ٢١٢.٤ | ١٠.٥ |
| غرب | ٢٩٢.٥ | ٢٦١.٨ | ١٢.٩ |
| شمال غرب | ٣٣٧.٥ | ٣٥٨.١ | ١٧.٧ |
| شمال | ٣٦٠ | ١٦٣ | ٨ |

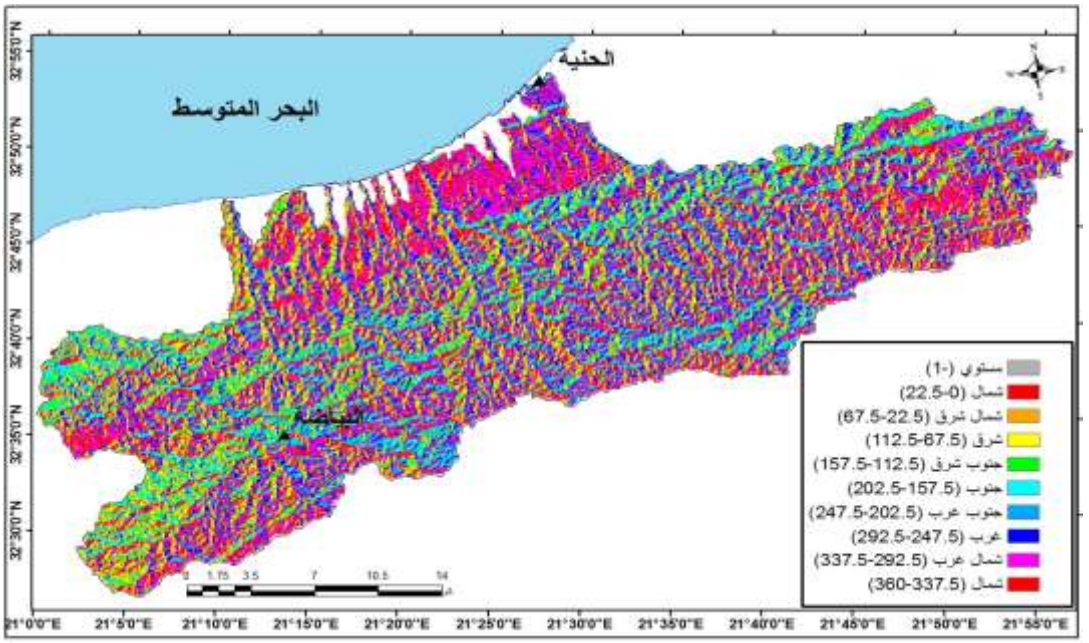
**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ٩٠ متر.




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي بيانات الجدول (٢).

**شكل رقم (٤)**

**اتجاهات الانحدار ومساحتها ونسبتها بمنطقة الدراسة**




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج ARCGIS10.8.

**شكل (٥) اتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة**

**ومن تحليل الجدول رقم (٢) والشكل رقم (٥) اتضحت النتائج التالية:**

ينحدر معظم سطح المنطقة نحو الشمال أما المناطق المستوية التي تبلغ درجة انحدراها (-١) لا تتعدي مساحتها (٠.٤٦) كم$^{٢}$ بنسبة (٠.٠٠٢%) من جملة مساحة المنطقة فى حين تصل بنسبة الأراضي المنحدرة من الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي حوالي (١٦%) و(١٣%) و(١٧.٧) علي التوالي بنسبة (٤٦.٧%) من جملة مساحة المنطقة وذلك يعود إلى كثرة الصدوع الجنوبية الموجودة داخل وخارج منطقة الدراسة.

بينما بلغت مساحة الأراضي المتجهة نحو الشرق والشمال الشرقي والجنوب الشرقي (٩.٢- ١٣ – ٨.٢ %). وهي أقل انحداراً من المناطق علي السفوح الغربية، أما المناطق المتجهة نحو الجنوب والجنوب الشرقي والجنوب الغربي بلغت مساحتها حوالي (٨.٥- ٨.٢- ١٠.٥)% وتبين من خلال الدراسة الميدانية أن درجة تماسك التربة ضعيف مما جعلها عرضة للانجراف وذلك

لوقوعها في مناطق شبه المداري بالتالي تقل معدلات الرطوبة وكذلك لوقوعها في ظل المطر بالتالي كميات الأمطار التي تسقط عليها قليلة.

فى حين نجد أن نسبة مساحة الأراضي المتجهة ناحية الغرب والشمال الغربي والجنوب الغربي (-١٢.٩- ١٧.٧-١٠.٥)%، وهي تتمثل في الحافة الشمالية الشرقية والتي تبدأ في الانخفاض في اتجاه الغرب والشمال الغربي حتي البحر.

**ثالثًا: تحليل القطاعات التضاريسية:**

يبين تحليل القطاعات التضاريسية لمنطقة التباين في الارتفاع والانحدار بين أجزاء المنطقة وبذلك تُعرف الأشكال الأرضية والظواهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

وقد رُسمت قطاعات تضاريسية من (الغرب – الشرق) و(الجنوب –الشمال ) لمنطقة الدراسة بالاعتماد على خريطة نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام (Global mapper) وقد بلغ مجموع أطوالها (٦١ كم) وذلك يوضح درجة انحدار واستواء السطح لمعرفة أفضل المناطق للإقامة والمراكز العمرانية والمشاريع الزراعية ومد شبكات الطرق.

**القطاع الأول:** يمتد من الغرب إلى الشرق ويبلغ طوله (٣٣.٣) كم وأقصى منسوب له يصل إلى(١٠٠) م يمر هذا القطاع بترسبات شاطئية من (رمال الشاطئ-غرين- رمل) وتكوين البيضاء وتكوين درنة، يتميز بشدة انحداره خاصةً علي الحافة الشمالية علي الجانب الغربي يتميز بوجود العديد من منخفضات الإذابة الكارستية، كما يتميز بوجود سبخات، أهمها سبخة العين الزرقاء عند منطقة الحنية، تتوزع علي سطحه العديد من الأودية أهمها وادي اللولب والبيضاء وبالعارض والجريد، ويقع أقل منسوب عند نقطة (١٠)م.

**المصدر**: من إعداد الطالبة بناءً على شكل (٢) و(٥).**شكل رقم (٦) القطاع الأول**

**القطاع الثاني:** يمتد من الجنوب إلى الشمال عند منطقة الحنية يبلغ طوله (٢٨) كم وأعلي

منسوب يصل إلى (٥٠٠)م تتوزع علي سطحه العديد من نقاط التغير في الانحدار نتيجة عبور الأودية العميقة مثل وادي بوبالخنفس وبالخشب وجرجارامة، لتكوينات الجيولوجية المختلفة تنشط معها عمليات النحت المائي الرأسية تظهر علي سطحه بعض الطبقات الصخرية علي شكل مساقط مائية شديدة الانحدار يمر علي تكوينات درنة (الحجر الجيري) وخاصة في الجنوب وتكوين البيضاء الذي يحتوي علي العديد من الحفريات وكذلك يضم تكوين الإبرق (كالكاريتايت – مارل) إلى جانب الترسيبات الشاطئية عند الشمال، كما يتمز هذا القطاع بوجود منخفضات تمر ببعض المناطق الزراعية للحنية علي الشرق والغرب من الطريق الرئيسي.

**المصدر**: من إعداد الطالبة بناءً علي الشكل (٢) و(٥).**الشكل رقم (٧) القطاع الثاني**

**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩م.

**صورة (٢) الانحدارت في الأودية**

**رابعاً: أنواع وأشكال وحركة المواد والانهيالات الأرضية:**

تعتبر مناطق المنحدرات من أكثر المناطق عرضةً للأخطار الجيومرفولوجية وتعد حركة المواد علي المنحدرات أهم هذه الأخطار ومن العمليات المهمة في دراسة جيومورفولوجية المنحدرات لما توضحه عن طبيعة هذه الحركة وميكانيتها وأنواعها من جهة ومدي تأثر ميكانيكية المنحدرات بهذه العملية والظواهر والأخطار الناجمة عنها من جهة أخرى، كما تتوقف حركة المواد علي المنحدرات علي عوامل هي:

*- انتشار الشقوق والفواصل كونها مناطق ضعف تنشط بها عمليات التجوية والتعرية وتعمل علي فصلها عن الصخر الأصل كما هو موضح في الصورة (٢).

*- نوع الصخر وخصائصه الليثولوجية، نجد أغلب الصخور المكونة لمنطقة من الصخور الجيرية بذلك تنشط بها عمليات التساقط الصخري وخاصة في الطبقات الصخرية التي تتعاقب فيها الطبقات ما بين الهشة والصلبة.

*- درجات الانحدار كلما كانت الانحدارات شديدة وجرفية زادت عمليات التساقط الصخري وهذا ما تم ملاحظته عند تحليل شكل (٨) في حافات مجاري الأودية شديدة الانحدار.

*- تساقط الأمطار بشكل سريع وقوي يودي إلى تفكك التربة ونقل الرواسب الناتجة عن عمليات التجوية إلى أسفل المنحدرات وعمليات زحف التربة.

*- يساعد النبات الطبيعي علي تثبيت الصخور خاصة في التكوينات الهشة فجذور النباتات التي تمتد في أعماق التربة تعمل علي حماية التكوينات الصخرية من عمليات التجوية والتعرية.

*- شق الطرق بين المنحدرات الشديدة يعمل علي زيادة حركة تساقط الصخور علي المنحدرات، إذ تقطع الطبقات الصخرية باتجاه يتعامد مع الميل للطبقات الصخرية والأصح أن يكون موازياً لاتجاه الميل. (أحمد فيلح فياض، ص ٩٠٨)

**يمكن دراسة حركة المواد وأشكالها علي منحدرات الحافات كما يلي:**

**أ- ميكانيكية حركة المواد علي المنحدرات:**

تختلف ميكانيكية حركة المواد علي المنحدرات من قطاع إلى آخر في نفس المنطقة نتيجة لمجموعة من العوامل والعمليات المؤثرة فيه أهمها نوع الصخر ودرجة تأثره بالشقوق والفواصل وكثافة الغطاء النباتي ونوعه وكمية التساقط ومدي مواجهة المنحدرات للرياح الممطرة للإشعاع الشمسي

إضافةً إلى خصائص المنحدرات ذاتها والتي تشمل درجات الانحدار وأنواع المنحدرات وأطوالها ودرجات تقوسها وارتفاعها عن سطح البحر كما أن المنحدرات كذلك تتطور مع الزمن وذلك لحدوث التوازن بين النقطة المتحركة ومواد المنحدرات. كما تتأثر حركة المواد بميل الطبقات فعندما تكون الشقوق والفواصل عمودية علي طبقات الصخرية يؤدي ذلك إلى زيادة معدلات التساقط الصخري. (عادل عبدالمنعم السعدني، ص٢٨)

**قد قامت الطالبة بدراستها كالتالي:**

**١. عملية زحف التربة:**

هي تآكل الطبقة السطحية من التربة ونقلها إلى موضع آخر سواء بفعل الرياح أو السيول تتفاوت حالات زحف التربة فهناك زحف لا يمكن ملاحظته وفي جانب آخر هناك زحف شديد ويعود هذا إلى خصائص التربة من حيث الرطوبة وتماسك النسيج الطبيعي للتربة كما توثر العناصر المناخية كالجفاف وشدة المطر علي زحف التربة يتباين الفعل الميكانيكي لزحف التربة وذلك لتشبعها بالمياه وحجم الحبيبات الزاحفة وشكلها ودرجه انحدار سطح الزحف ومقدار قوة الشد المؤثرة علي الحبيبات التي تمثلها الجاذبية الأرضية وقد أشار (Small , 1977, p. 66) إلى أن قوة الشد عندما تتضافر علي منحدر له غطاء من التربة فإن هذا الغطاء يبدأ في الزحف بدرجات متفاوتة تتوقف بدورها علي خصائص رطوبة الحبيبة، فالتربات الشديدة التشبع بالمياه تتأثر حبيباتها بضغط المياه الذي يفصل بعضها عن بعض، والأمر الذي يقلل من مقاومتها الاحتكاكية فتميل إلى الزحف والسقوط كما يحدث في التربة الجافة التي تتألف من حبيبات متباعدة مفككة بالتالي تقل مقاومتها الاحتكاكية وتستجيب هي الأخرى للزحف علي المنحدر أما التربة الرطبة غير المشبعة ترتفع بها زاوية الاحتكاك الداخلي بسبب ثقلها وتماسكها ويتأخر زحفها علي سطح المنحدر.

بالتالي فإن المنحدرات المغطاة بالتربة لا تبقي علي حالها بل هي متغيرة باستمرار تتجه الاستجابة للرطوبة والحرارة وخصائص الحبيبات وهذا يؤدي إلى تغير في زاوية الاحتكاك الداخلي لحبيبات تربة المنحدر وفي منطقة الدراسة تظهر أحجام متباينة لحبيبات تربة المنحدر ومختلفة من أقطار الحبيبات التي تستجيب للرطوبة والحرارة وقوي الشد بدرجات متفاوتة تتناسب مع

خصائصها الحجمية والشكلية والكيمائية فقد ظهرت المنحدرات التي تغطيها التربة بأنماط متباينة في انحدارها وتوسعها وأشكالها، تتأثر عملية زحف التربة بعوامل منها رطوبة التربة والتجمد والذوبان والحيوانات الحفارة والتغيرات الحرارية وهذه العوامل مرتبة حسب أهميتها وعادة ما تكون رطوبة التربة ذات أهمية كبيرة إما بشكل مباشر أو غير مباشر من خلال تأثيرها في النبات. (ب وسباركس مترجم، ١٩٧٣، ص ٨٨)

**ميكانيكية زحف الصخور:**

تلعب طبيعة التكوين الصخري وخصائصه المعدنية والتركيبة والحجمية في مدى استجابة العمليات المؤدية إلى زحفه علي المنحدرات فالصخور تتأثر في زحفها بعمليات تمدد وانكماش حراري تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبالتالي تستجيب للزحف حسب مقاومتها لفعل الجاذبية.

وقد ذكر (A.D. Rad bum, 1982) أنه عندما تكون نصف مدفونة في غطاء من التربة فإن تمددها من شأنه أن يتسبب في تكوين فجوة نتيجة للتأثير الحراري علي الصخر من جهة ومن جهة أخرى لأن سخونة الصخر ستعمل علي تجفيف التربة المحيطة بها مما يعمل علي انكماش ما يحيط بها ومع التبريد أثناء الليل تصبح الصخرة معزولة في فجوة أكبر من حجمها بقدر ضئيل مما يؤدي إلى انزلاقها إلى المنحدر السفلي داخل الفجوة لتستقر في مواجهة طرفها وتكرار هذه الدورة يؤدي بالفجوة إلى الاندفاع تحت تأثير الجاذبية الأرضية إلى المنحدر السفلي. (ب. وسباركس، مترجم ١٩٧٣، ص ٨١)

**ب- أنواع حركة المواد علي المنحدرات:**

**١. الانزلاقات الأرضية:**

تحدث الانزلاقات نتيجة لعدة عوامل منها الأمطار الغزيرة والمنحدرات شديدة التأثر بالمياه لكونها تتسبب في تآكل التربة إلى جانب النشاط البشري المتمثل في شق الطرق بالقرب من المنحدرات وهذا ما لوحظ في منطقة الدراسة من خطر التساقط الصخري وذلك لمد الطرق بالقرب من المنحدرات التي تعتبر من الأنواع سريعة الحركة، فهي عبارة عن انزلاق الكتل الصخرية المفتتة وذلك لعدم تماسك الكتل الصخرية وتكون مختلطة بالرواسب السطحية وتتحرك علي طول امتداد مناطق الضعف الجيولوجية تحدث بكثرة خاصة إذا كان ميل الطبقات الصخرية يتفق مع ميل المنحدرات.

**٢. التساقط الكتلي للصخور:**

يتحكم في عملية التساقط الصخري مدي انتشار الشقوق والفواصل وفي أحجام الصخور المتساقطة تتعرض هذه الصخور عند سقوطها إلى التكسر بفعل عمليات الاصطدام مكونة مفتتات صخرية، كما تعد أحد عمليات الحركة الجافة السريعة بفعل الجاذبية الأرضية وتحدث عند أعالي الحافات الصخرية شديدة الانحدار والجرفية وخاصة تلك المتأثرة بنظم الفواصل (مُحَمَّد مجدي تراب، ٢٠٠٥، ص ٥٩) ويتبع التساقط تعرية المنحدرات بسبب سرعة حركة هذه المواد الناتجة عن السقوط الرأسي خاصة مع ثقل هذه المفتتات ويزداد تفاعل عوامل الجذب الأرضي في استقطابها وسحبها بقوة إلى أسفل المنحدرات (توفيق رشوان، ٢٠١٩، ص ١٥٧). ظهرت في منطقة الدراسة نتيجة وجود تعرية علي المنحدرات في مواضع نادرة النبات بالإضافة إلى تساقط الكتل الصخرية علي جوانب الأودية التي تقطع الحافتين وتعتبر من الأشكال الأرضية الناتجة بفعل الانهيالات الأرضية ومن أكثر الظواهر انتشاراً في منطقة الدراسة فمن خلال الدراسة الميدانية تبين أن الكتل الصخرية في النصف الغربي للمنحدرات الشمالية أكثر من النصف الشرقي علي الرغم من أن النصف الشرقي أكثر ارتفاعاً من الغربي وذلك يرجع إلى أن الانحدار أكبر في الغرب إلى جانب انتشار الصخور الجيرية وتأثرها بفعل عوامل التجوية من تجمد وذوبان المياه بين الشقوق والفواصل وبالتالي انفصال الكتل الصخرية كما في منطقة البياضة.

**المصدر**: الدراسة الميدانية٢٠١٩م.

**صورة (٣) التساقط الصخري**

**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩م.

**صورة (٤) توضح التقويض السفلي في المنحدرات للطبقات الصخرية الضعيفة مما يودي إلى تساقط الكتل الصخرية**

**٣. الانهيالات الأرضية:**

تعد الانهيالات الأرضية من عمليات تحريك المواد السريعة والتي تحدث في وقت محدد نتيجة تأثر المفتتات الصخرية بعمليات التشبع والترطيب قبل الانهيار وتتمثل في حركة الصخور أو الحطام والتربة إلى أسفل المنحدرات بفعل تأثير الجاذبية الأرضية لتغطي مساحات كبيرة من السطح ويمكن ملاحظة ذلك بعد سقوط الأمطار الغزيرة في المصاطب الإرسابية علي جوانب الأودية في منطقة الدراسة لاختلاف مكوناتها من (الطين – الحصي).

**٤. زحف التربة:**

تتعرض التربة للزحف وخاصة في أماكن الشقوق في الصخور وتحدث في المناطق قليلة النباتات وقليلة الرطوبة ويلاحظ ذلك في منطقة الدراسة خلال المنحدرات التي تبدوا شبة خالية من التربة مع وجود بعض النباتات التي تنمو في الفواصل والشقوق التي تتوزع علي المنحدرات.

**٥. السقوط الصخري:**

يحدث السقوط الصخري علي طول المنحدرات نتيجة التعرية من الرواسب وخاصة التي يزيد انحدارها عن ٤٠ درجة حيث تنهار وتسقط الكتل الصخرية فجأة وتصطدم بالأرض، بدون أن تتعرض للتدحرج أو الانزلاق والاحتكاك بسطح المنحدر إلا مرات قليلة وإن كانت الكتل في الأغلب تتعرض للتفكيك نتيجة اصطدامها بالأرض (مُحَمَّد صبري محسوب، ٢٠٠١، ص ١١٨) تعد السفوح الجبلية والجروف الساحلية أكثر المناطق تعرضًا للسقوط الصخري وفي بعض الأحيان نجد أن هناك سفوحاً شديدة الانحدار وتقل بها عمليات التساقط الصخري وذلك يرجع إلى صلابة صخورها وعدم وجود أسطح ضعيفة بها شقوق والفواصل التي تنفصل نتيجة كثافتها إلى كتل ومفتتات صخرية بشكل فجائي، ترتبط هذه العملية بجاذبية الأرض إلى جانب وجود تقويض سفلي يساعد علي تساقط الصخور لعدم قدرتها علي الاستقرار، كما يتأثر التساقط الصخري بطول السفح فكلما زاد طول السفح واشتد انحداره أدى إلى زيادة معدلات التساقط الصخري. (عادل السعدني، ٢٠١٤، ص٣١، بحث منفرد)

**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩م.

**صورة (٥) التساقط الصخري علي المنازل**

**٦. زحف الصخور (الانزلاقات الصخرية):**

تحدث هذه العملية بشكل مختلف في كون أن الصخور لا تسقط تحت أقدام المنحدرات بل تبقي ملامسة وملتصقة بسطح المنحدر حتي وصولها إلى أقدام المنحدرات ويعد عامل الشقوق

والفواصل هو المسئول عن حدوث زحف الصخور وخاصة مع سقوط الأمطار وتسربها خلال الشقوق والفواصل ويلاحظ ذلك في المنحدرات ذات التكوينات الجيرية بمنطقة الدراسة لكثرة الشقوق والفواصل، كما أن زيادة نشاط عمليات التجوية يودي إلى اتساع أكبر في الشقوق والفواصل بالتالي انفصال الكتل الصخرية كبيرة الحجم ممثلة خطراً علي الطريق. (عادل عبد المنعم السعدني٢٠١٤، ص ٢٨)

**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩م.

**صورة (٦) زحف الصخور علي المنحدرات القريبة من الطرق**

تتكون الكتل المتأثرة بالانزلاق من كتل متتابعة أو منفردة وفقاً لسطح الانزلاق ومنها تكوين مخاريط منزلقة علي سطح الانهيار عند انزلاقها وتبدو حركتها أشبه ما تكون بالمادة في حالة سيولة ويسبب الاحتكاك أثناء الانزلاق اهتزازاً للتربة مما يجعلها تتحرك في شكل متدفق (مُحَمَّد صبري محسوب، مُحَمَّد إبراهيم أرباب، ١٩٩٨، ص ١٤٣). كما تتأثر حركة المواد بطول السفح وانحداره فكلما زاد طول السفح واشتد انحداره أدى ذلك إلى زيادة معدلات حركة المواد. (عادل عبد المنعم السعدني، ٢٠١٤، ص ٣١)

**٧. المخروطات الركامية:**

**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩م.

**صورة (٧) المخروطات الركامية**

تعرضت الصخور للعمليات التجوية مما أدى إلى تراكم المفتتات الصخرية علي أسطح أسفل المنحدرات وخاصة علي جوانب المنخفضات شمال منطقة الدراسة صورة (٧) وهي تتكون علي شكل مخروطات بفعل تحرك المواد وتراكم المفتتات الصخرية تختلف في أشكالها وأحجامها حسب طبيعة التركيب الصخري لسطح المنحدر إلى جانب مدي تعرضه لعوامل التعرية والتجوية وكذلك ترتبط بمدي انحدار السطح للمنحدرات في منطقة الدراسة.

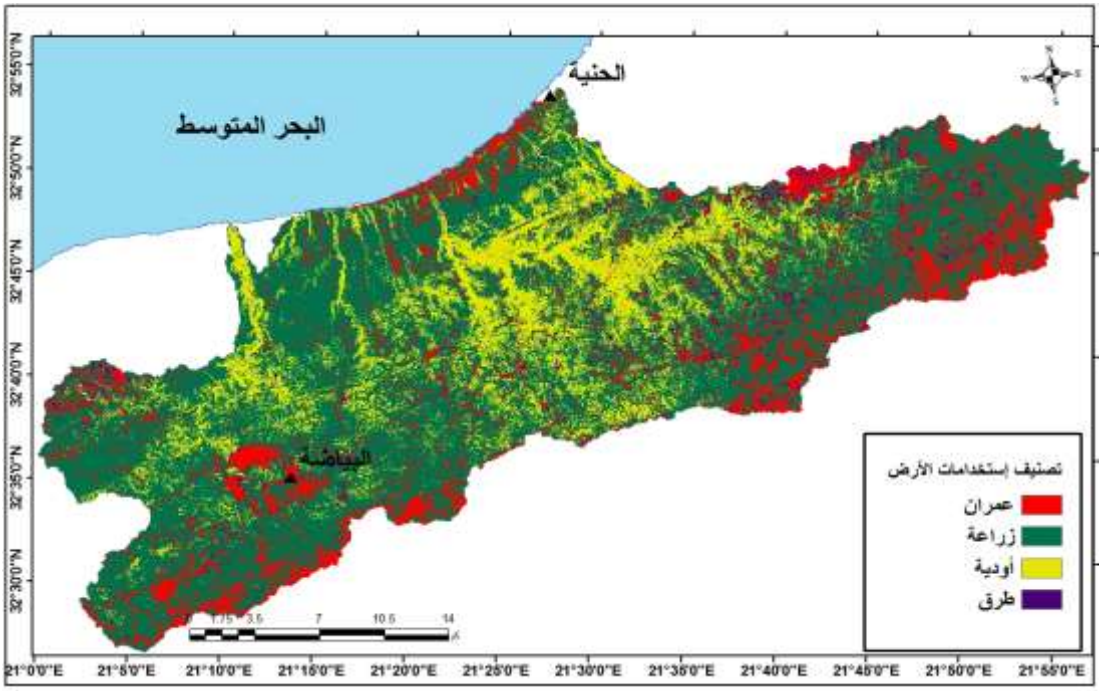
**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩م.

**صورة (٨)**

**الانحدار الشديدة والتي تسبب الانزلاقات الصخرية**

**خامساً: استخدامات الأرض:**

تتنوع الأنشطة البشرية بمنطقة الدراسة بين الزراعة – وهي النشاط السائد بالمنطقة – ومظاهر العمران والطرق والأودية النهرية وفيما يلي توضيح المناطق المعرضة للخطر الجيومورفولوجي:




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي المرئية الفضائية وبرنامج ERDASIMAGINE14,ARCGIS10,8.

**شكل (٨) تصنيف استخدام الأرض بمنطقة الدراسة**

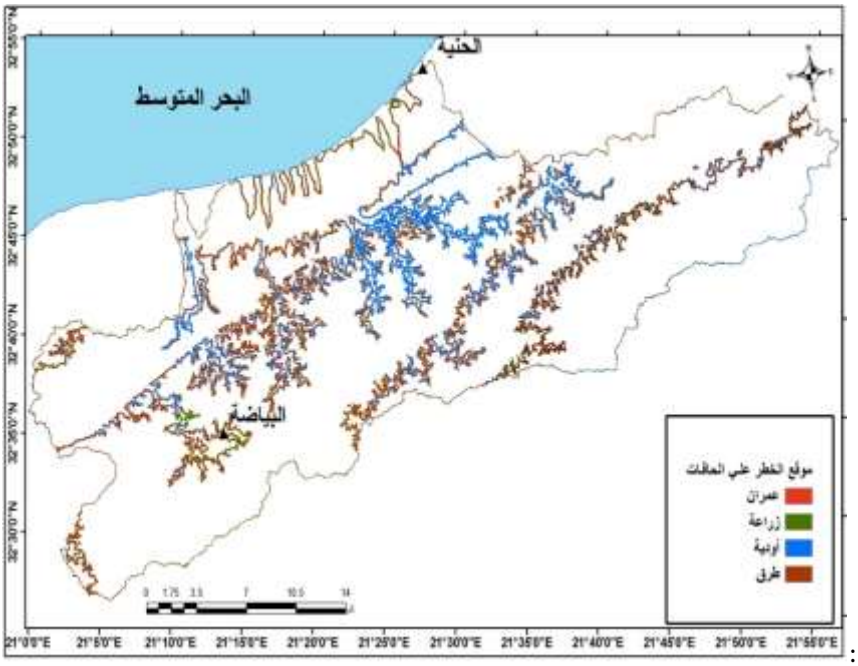
**جدول رقم (٣)**

**نسب استخدامات الأرض بمنطقة الدراسة**

| الاستخدام | مساحة كم$^{٢}$ | نسبة% |
|---|---|---|
| **عمران** | ٢٩٥.٦ | ١٤.٦ |
| **زراعة** | ١٢٤٥.٧ | ٦١.٨ |
| **أودية** | ٣٥٣.٦ | ١٧.٥ |
| **طرق** | ٥٣.٢ | ٢.٦ |

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي خريطة رقم (٥).

من جدول رقم (٣) والشكل رقم (٨) يتضح أن منطقة الدراسة تسود فيها الزراعة بنسبة كبيرة ٦١.٨% من مساحة منطقة الدراسة، يليها الأودية النهرية بنسبة ١٧.٥% ثم العمران والطرق بنسب ١٤.٦-٢.٦ % مما يدل علي أن المنطقة هي منطقة زراعية من الدرجة الأولى.



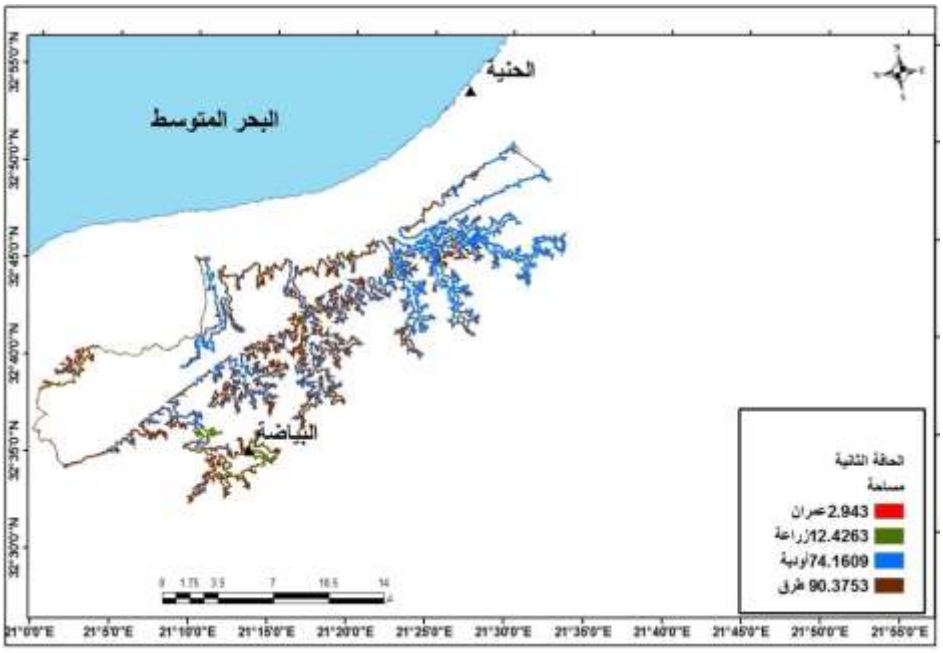

**المصدر:** من إعداد الباحثة اعتماداً علي المرئية الفضائية وبرنامج ERDASIMAGINE14, ARCGIS10,8

**شكل رقم (٩) استخدامات الأرض علي مواقع الحافات**

**وفيما يلي دراسة مواضع الأخطار علي الحافات في منطقة الدراسة ومواقعها بالنسبة لاستخدامات الأرض.**

**الحافة الثانية:**

من بيانات الجدول رقم (٤) والشكل رقم (١٠) يتضح أن نسبة الخطر تزيد علي الطرق بنسبة ٤.٤% وهي أعلي نسبة خطر في نطاق الحافة ويليها الأودية النهرية التي تشكل أقل نسبة خطر بالحافة.




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي المرئية الفضائية وبرنامج ERDASIMAGINE14, ARCGIS10,8

**شكل رقم (١٠) الأخطار علي الحافة الثانية**

**جدول رقم (٤)**

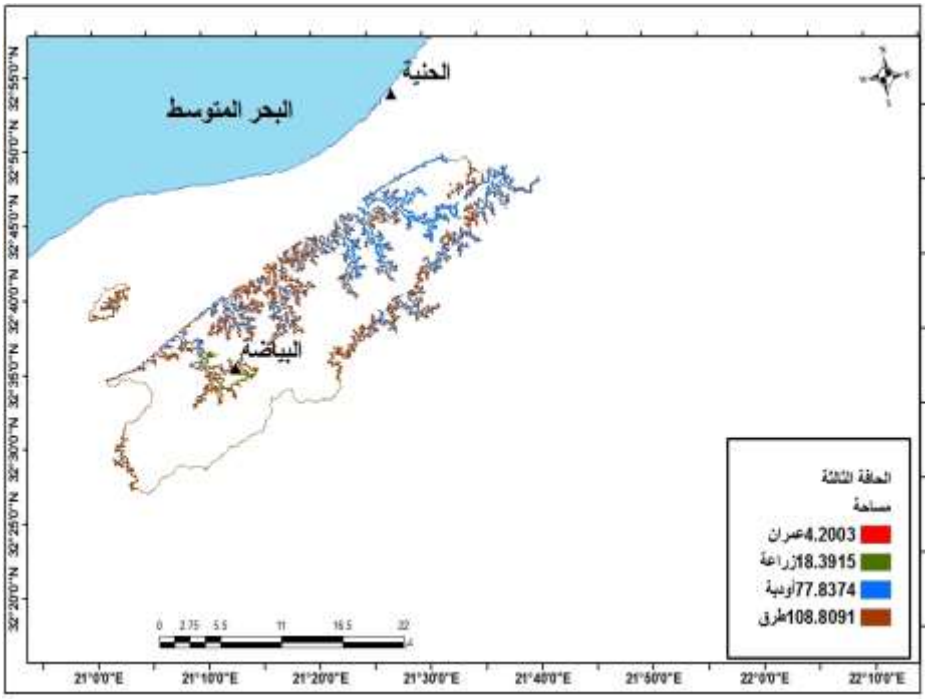
**مساحة ونسبة المناطق الواقعة علي الحافة الثانية**

| الاستخدام | مساحة كم$^{٢}$ | نسبة% |
|---|---|---|
| عمران | ٢.٩ | ٠.١ |
| زراعة | ١٢.٤ | ٠.٦ |
| أودية | ٧٤ | ٣.٦ |
| طرق | ٩٠.٣ | ٤.٤ |
| المجموع | ١٧٩.٦ | ٨.٧ |

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي خريطة رقم (١٠).

**الحافة الثالثة:**

من تحليل جدول رقم (٥) والشكل (١٠) يتضح أن الطرق تتعرض للخطر بنسبة كبيرة بالنسبة للحافة ٥٥.٣% يليها الأودية بنسبة ٣.٨ والعمران والزراعة بنسبة ضئيلة.




**المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً علي المرئية الفضائية وبرنامج ERDASIMAGINE14,ARCGIS10,8**

**شكل رقم (١١) الأخطار علي الحافة الثالثة**

**جدول رقم (٥)**

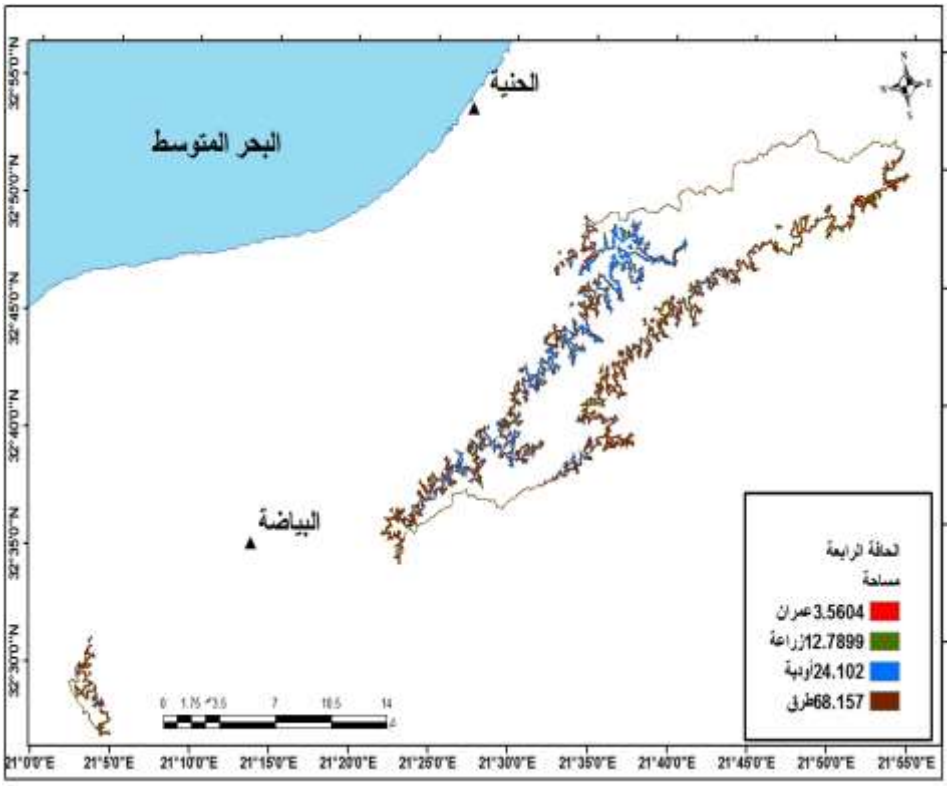
**مساحة ونسبة المناطق الواقعة علي الحافة الثالثة**

| الاستخدام | مساحة كم$^{٢}$ | نسبة% |
|---|---|---|
| **عمران** | ٤.٢ | ٠.٢ |
| **زراعة** | ١٨.٣ | ٠.٩ |
| **أودية** | ٧٧.٨ | ٣.٨ |
| **طرق** | ١٠٨.٨ | ٥.٣ |
| **المجموع** | **٢٠٩.١** | **١٠.٢** |

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي خريطة رقم (١١).

**الحافة الرابعة:**

يتضح من الجدول رقم (٦) والشكل رقم (١٢) أن الطرق معرضة للخطر بالنسبة الأكبر في هذه الحافة أيضًا كما في الحافة الثانية حيث بلغت نسبتها ٣.٣% يليها الأودية ١.١% ثم الزراعة والعمران بنسب ضئيلة.




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي المرئية الفضائية وبرنامج ERDASIMAGINE14,ARCGIS10,8

**شكل رقم (١٢) الأخطار علي الحافة الرابعة جدول رقم (٦)**

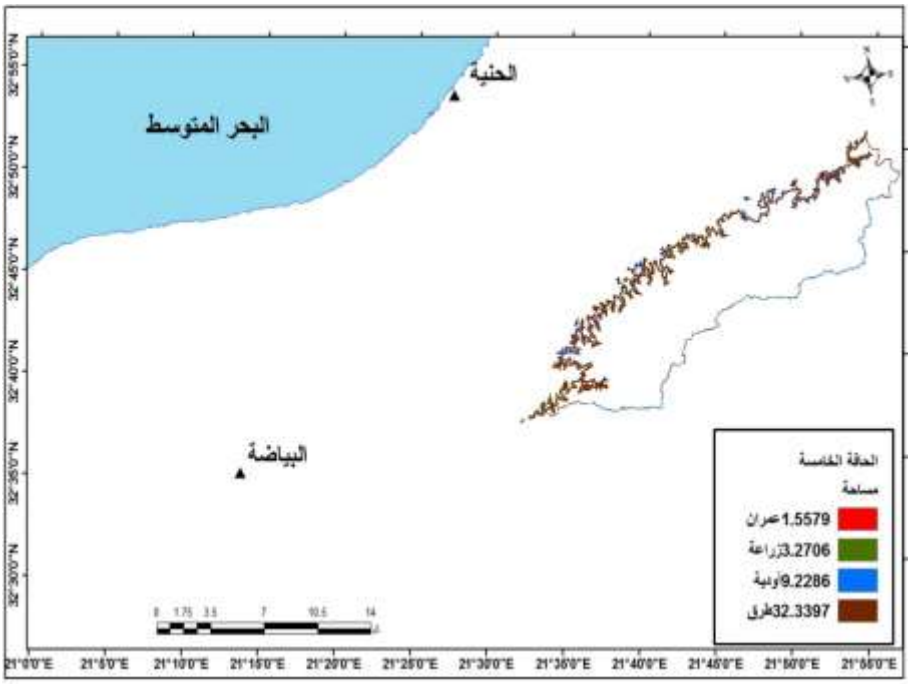
**مساحة ونسبة المناطق الواقعة علي الحافة الرابعة**

| الاستخدام | مساحة كم$^{2}$ | نسبة% |
|---|---|---|
| عمران | ٣.٥ | ٠.١ |
| زراعة | ١٢.٧ | ٠.٦ |
| أودية | ٢٤ | ١.١ |
| طرق | ٦٨.١ | ٣.٣ |
| **المجموع** | **١٠٨.٣** | **٥.١** |

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي خريطة رقم (١٢).

**الحافة الخامسة:**

من الجدول رقم (٧) والشكل رقم (١٣) تتضح نسبة الخطر الأعلى علي الطرق تليها الأودية بنسب ١.٦-٠.٤%.




**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي المرئية الفضائية وبرنامج ERDASIMAGINE14,ARCGIS10,8

**شكل رقم (١٣) الأخطار علي الحافة الخامسة**

**جدول رقم (٧)**

**مساحة ونسبة المناطق الواقعة علي الحافة الخامسة**

| الاستخدام | مساحة كم$^{٢}$ | نسبة% |
|---|---|---|
| **عمران** | ١.٥ | ٠.٠٧ |
| **زراعة** | ٣.٢ | ٠.١ |
| **أودية** | ٩.٢ | ٠.٤ |
| **طرق** | ٣٢.٣ | ١.٦ |
| **المجموع** | **٤٦.٢** | **٢.١٧** |

**المصدر**: من إعداد الباحثة اعتماداً علي خريطة رقم (١٣).

يتضح من دراسة الحافات السابقة أن الطرق في جميع الحافات هي المعرضة للخطر بنسبة أكبر ولذلك يدعي إلى وجود حلول مناسبة لمثل هذه المناطق والابتعاد عنها في الخطط المستقبلية للمشاريع التخطيطية لتجنب الكوارث وحدوث الانهيالات الأرضية ومراقبة هذه الطرق بشكل دوري ووضع لوحات إرشادية لتجنب هذه المخاطر فقد بلغت نسبة المخاطر للطرق بجميع مناطق الحافات ٣٦.٨%.

**المصدر**: الدراسة الميدانية ٢٠١٩ م.

**صورة (٩)**

**استخدامات الأرض في الحافات**

**المصدر:** الدراسة الميدانية ٢٠١٩ م.

**صورة (١٠)**

**الحافات علي الطريق**

**سادساً: سبل الحماية من أخطار حركة المواد:**

يمكن اقتراح بعض الحلول الممكنة لمواجهة خطر عمليات الانهيالات الأرضية على مناطق الاستقرار البشري ما يلي:

١. تمهيد وتسوية انحدار السفح إلى أن يصل إلى زاوية الاستقرار لتقليل درجة انحدارها وهذه الطريقة مجدية اقتصادياً.

٢. تدريج السفوح بعد عمليات الحفر والتمهيد لانحدارات السفوح حتى تصل إلى زاوية الاستقرار، أي تغير شكل وأبعاد السفح من خلال تقليل درجة الانحدار أو خلال إزالة أجزاء من الفتات الصخرية والأحمال الزائدة، وكذلك تدريجها في مصاطب صخرية لا يزيد ارتفاع كل مدرج عن خمسة أمتار، مع عمل قنوات سطحية لتجميع وتصريف المياه.

٣. وضع دعامات خرسانية عند أقدام المنحدرات وخاصة عند حركة النقل الثقيل علي الطرق المتاخمة للحافة الجبلية.

٤. استخدام قضبان الشد والخطاطيف لتثبيت الصخور من خلال زيادة الاجهادات العمودية علي سفوح الانهيار المحتمل مما يزيد من قدرتها علي الاستقرار وتدريع المنحدرات بالقضبان لتقوية السطح ويمكن اتباع هذه الطريقة في حالة الكتل الصخرية الكبيرة الحجم وهي من طرق الحماية الميكانيكية.

٥. إجراء صيانة سنوية للطرق لمراقبة الشقوق والفواصل من أجل زيادة قدرة السفح علي التماسك بالمناطق التي تتسم بكثرة الفواصل والشقوق، عن طريق تعبئة الفراغات بمواد أسمنتية.

٦. تشجير المناطق شديدة التضرس الخالية من الغطاء النباتي التي تنشط بها الانهيالات الأرضية والفصل بين الحافات والمناطق المجاورة كالعمران بحزام شجري للحد من خطورة السقوط الصخري علي تلك المراكز العمرانية.

٧. عند مخارج الأودية التي تخترق الحافة يتم إنشاء مخرات صناعية وسدود جانبية لتجميع المياه حتى لا تتسرب المياه داخل الكتل الصخرية على جانبي تلك الأودية في حالة الجريان السيلي لمنع حدوث إنهيار للكتل الصخرية بسبب نشاط التجوية الكيميائية عند أقدام السفوح بتلك المواضع.

٨. الحد من سرعة الشاحنات في المواضع المعرضة للخطر من الطريق.

٩. عمل قاعدة بيانات مرجعية وإنشاء خريطة توضح الأماكن المعرضة للخطر لتجنب هذه المواضع أثناء عمليات التخطيط والمشاريع التنموية.

١٠. وضع لوحات إرشادية وتحذيرية في المناطق المعرضة للخطر.

١١. تغطية أسطح السفوح التي تتعرض لحركة التساقط الصخري بشباك أو سلك أو وضع قضبان حديدية علي المنحدرات. (عادل السعدني، ٢٠١٤، ص ٤٣)

١٢. عمل تجاويف علي جانبي الطريق لمنع وصول الكتل الصخرية إلى الطريق. (عادل السعدني، ٢٠١٤، ص ٤٣)

**النتائج:**

١- اتضح أن هناك بعض العوامل الطبيعية والبشرية التي تحدد درجات الخطورة لعمليات حركة المواد.ومن خلال الدراسة الميدانية وفحص الخرائط الطبوغرافية أمكن تحديد أخطار حركة المواد ودرجاتها، حيث كان لوجود أربع حافات صخرية دور رئيسي في تحديد نطاق الأخطار علي المراكز العمرانية.

٢-وصلت نسبة المراكز العمرانية مثل القري والمناطق السياحية في منطقة الدراسة حوالي ١٤.٦% من جملة مساحة المنطقة وكان أخطرها بالقرب من الحافة الثانية المطلة علي البحر لتركز السكان بها وتقل نسبة الخطورة كلما ارتفعنا اكثر إلي الحافة الثالثة ثم الرابعة ثم الخامسة وذلك لقلة تركز العمران بها.

٣-تتوزع الأراضي الزراعية في معظم الحافات بنسبة ٦١.٨% من جملة مساحة المنطقة بالتالي هي الأكثر تأثرًا بحركة المواد بالقرب منها حيث كلما زاد الارتفاع والانحدار زادت الخطورة علي نطاق الزراعة.

**التوصيات:**

١- ضرورة القيام بالإجراءات الهندسية (المتمثلة في عمليات القطع) لتثبيت المنحدرات للحد من مخاطر حركة المواد. (أحمد فيلح فياض، ٢٠١٩، ص٩٣٢)

٢- عمل الاسيجة علي جوانب الطرق لحماية المركبات من السقوط الصخري باتجاه المنحدرات.

٣- تلافي إقامة المباني والمنشآت بالقرب من منحدر الحافات الجبلية.

**المراجع:**


١. أحمد فيلح فياض اللهيبي ٢٠١٩،تحليل جيومورفولوجي لمخاطر الانزلاقات الأرضية علي طريق خدران الجبلي –شمالي العراق ،مجلة مداد الآداب ،جامعة الانبار ،كلية التربية للعلوم الإنسانية.

٢. توفيق رشوان، ٢٠١٩، الأخطار الجيومورفولوجيه بمنطقة الجبل الأخضر فيما بين رأس الهلال شرقاً ووادي الملك غراباً.

٣. سباركس، ١٩٨٣، الجيومورفولوجيا، ترجمة: ليلى عثمان، الطبعة الثانية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

٤. عادل عبدالمنعم السعدني، ٢٠١٤، الأخطار الطبيعية على القطاع الجنوبي من طريق رأس سدر– سد الحيطان، دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة قناة السويس، العدد ٩، بحث منفرد.

٥. مُحَمَّد صبري محسوب، ٢٠٠١، الأطلس الجيومورفولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة.

٦. مُحَمَّد صبري محسوب ومُحَمَّد إبراهيم أرباب، ١٩٩٨، الأخطار والكوارث الطبيعية، الحدث والمواجهة، دار الفكر العربي، القاهرة.

٧. مُحَمَّد مجدي تراب، ٢٠٠٥، أشكال سطح الأرض، منشأة المعارف الإسكندرية.

8. Elhawat & Shelmani, (1993), Short note & book on the Geology of al Jabal Al Akhdar, cyrenaice N.E. Libya.

9. Hey W.W. (1968), Coccoliths and Other nannotossils in Marine sediments in Cyrenaica, in Geology and Archaeology of Northen Cyrenaica, Libya. Petr Expl. Soc. Libya. 10th Annual field conf.

10. Small, R. J. (1977): "The Study of Land Forms" A text book of Geomorphology" 2nd. Ed. Press, Cambridge University, London.

**11**.Schumm, S. A. (1956): "Evolution of drainage systems and Slopes in bad lands at Perth Amboy", New Jersey, Bull. Amr. Geol. Soc. 67, pp. 597-646.

**12**.Young, A., (1972), Slope Profile Analysis the System of Best Units in Slope from and Process Special, Publ.3 Lust.