التحليل المكاني لعملية التساقط الصخري في بعض مقاطع سلسلة تلال نفط داغ بأستخدام (GIS , RS)

أ.م.د. علي مخلف سبع الصبيحي **معتز جاسم محمد**

جامعة تكريت , كلية التربية للعلوم الانسانية , قسم الجغرافية

المستخلص

تناولت الدراسة مشكلة المخاطر البيئية لعملية التساقط الصخري في مرتفعات نفط داغ والتي تتبع أهميتها للدور الذي تلعبه كونها من المخاطر البيئية التي تمس حياة السكان بصورة خاصة والحياة الأقتصادية بصورة عامة, لذا فالدراسة الحالية تكشف مدى الخطر المحدق والأسباب التي تؤدي لحدوث عملية التساقط الصخري وتوجيه الجهات المسئولة لأخذ بنظر الأعتبار مدى الخطورة وأجراء تقييم للوضع في المنطقة, فضلاً عن وضع الخطط اللازمة لمواجهة مخاطر التساقط الصخري.

وتهدف الدراسة الى تطوير وأقتراح استراتيجية لحماية المنشآة السكنية والطرق والزراعة بأستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والأستشعار عن بعد وإعطاء الأفكار والإمكانيات لمواجه مثل هذه المخاطر وذلك عن طريق ربط البيانات الميدانية بالتقنية وإعطاء النماذج الواقعية والدقيقة والخروج بنتائج نهائية.

توصلت الدراسة الى أن بعض المناطق التي تعاني من ضعف صخري كان بسبب أما التكوينات الصخرية نفسها أو بمساعدة الظروف المناخية, توجد عملية التساقط الصخري والتي أثرت بشكل أو بآخر على الواقع السكني والزراعي والنبات الطبيعي, فضلاً عن أن للحركات التكتونية الأثر الكبير في عملية خلق الفراغات بين الكتل الصخرية وتهيأة الصخور للسقوط .

بينت الدراسة أمكانية التقنيات الحديثة من نظم المعلومات الجغرافية والأستشعار عن بعد في الدراسات التطبيقية للكشف عن مدى الأثار البيئية التي تنجم عن مخاطر عمليات التساقط الصخري وأعداد النماذج وبناء قاعدة معلومات لأغراض التنمية المستدامة, للحد من الآثار السلبية التي تتركها عملية التساقط الصخري, على السكن والزراعة والنقل والنبات الطبيعي, وبناءا على النماذج قدمت الدراسة عدة توصيات أهمها : نشر الوعي البيئي في أوساط المجتمع من خلال وسائل الإعلام من أجل توعية الناس بمخاطر التساقط والبناء العشوائي لتفادي أضرار وخسائر مادية وبشرية مما يؤدي إلى

صعوبة مواجهة الدولة لمثل هذه الكوارث لعدم توفر الإمكانيات المناسبة لذلك, توجيه الفلاحين بالأخذ بالحراثة الكنتورية لما لها من فائدة إيجابية على الزراعة وتقليل عملية التعرية على المنحدرات, عمل المساند على الطرق التي تنشط فيها عملية التساقط الصخري سيما التي شقت بين المرتفعات والحافات الشديدة الأنحدار .

Abstract

The study of the problem of environmental risks for trickle-down rock heights Dag oil and its importance to the role of environmental hazards that affect people's lives and economic life in General, therefore, the present study reveals the extent of the threat and the causes that lead to the process of precipitation rock directed the authorities to take into account the seriousness and an assessment of the situation in the region, as well as the development of plans to address the risk of rock fall.

The study aims to develop and propose a strategy to protect the established residential, roads and cultivation techniques using GIS, remote sensing and give ideas and possibilities to address such risks through data binding technical field and give realistic and accurate models and final results.

The study found that some areas with poor Rocky because of either rock formations themselves or with the help of climatic conditions, there are trickle-down rock that influenced in one way or another on the residential and agricultural and natural vegetation, as well as that of the great impact of tectonic movements in the process of creating spaces between the blocks of rock wethiah rock falls.

The study showed the potential of modern technologies of geographic information systems and remote sensing in applied studies to detect environmental impacts arising from the risk of rock fall processes and modelling and building an information base for sustainable development, to reduce the negative effects that rock trickle-down, on housing, agriculture, transportation and natural, plant based models study made several recommendations including: Environmental awareness in the community through the media to educate people about the dangers of precipitation and indiscriminate construction to avoid damage and material and human losses which makes it difficult to confront the State of such disasters to lack proper, guiding peasants to ploughing contour of its positive benefit to agriculture and reduced erosion on slopes, action bookends on the roads where the precipitation is active rock especially constructed between uplands and steep edges.

المقدمة

تعد عملية التساقط الصخري من المخاطر البيئية التي تحدث على المنحدرات لما لها من أهمية على الجانب السكني بصورة خاصة في منطقة الدراسة, فضلاً عن الجوانب الأقتصادية الأخرى, إذ أتضح من خلال الزيارة الميدانية والملاحظة الحقلية في الآونة الأخيرة ونتيجة للنمو السكاني المستمر

والتوسع السكني على حساب أراضي أقدام المنحدرات, وعدم الأخذ بنظر الأعتبار المخاطر التي تشكلها هذه المنحدرات, هذا من ناحية , أما من ناحية أخرى فتعد هذه الأراضي مناطق تجاوزات, ومن خلال الدراسة الحالية للمنطقة سنتطرق على المخاطر التي تشكلها عملية التساقط الصخري على المنحدرات وآثارها على السكن بصورة خاصة وعلى المنشئات التابعة لها.

وقد حظيت دراسة مخاطر التساقط الصخري في الآونة الأخيرة أهتماماً كبيرا لدى الباحثين لما لها من خطر واضح ومباشر على التنمية المستدامة والاقتصاد لا سيما على المقالع والطرق والزراعة والتوسع العمراني. واهم مشكلة تواجه الباحثين والمختصين في الشؤن الهندسية هو التساقط بفعل الجاذبية الأرضية ويكون السقوط أما عن طريق تحميل للمنحدرات أو إزالة المساند الداعمة أو قوة الأحتكاك الداخلي بين الطبقات الصخرية نتيجة لتغلغل المياه. وأن من أهم العناصر التي تؤثر على عملية التساقط الصخري هي العوامل الطبيعية التي تشمل العوامل الجيومورفولوجية, الصخارية , الوضع التركيبي والهيدرولوجي للمنطقة وكذلك عوامل التعرية والتجوية وكذلك النشاط الزلزالي .

وبناءاً على ما تقدم يمكن القول أن هناك حاجة ماسة للقيام بأبحاث علمية تساعد في تسليط الضوء على المشاكل البيئية في المنطقة والمساهمة في التقليل قدر الإمكان من التدهور البيئي نحو تحقيق المفهوم الشامل للتنمية البيئية المستدامة.

مشكلة الدراسة

تعد عمليات التساقط الصخري من المخاطر البيئية ذات التأثير المباشر وغير المباشر على حياة الأنسان سيما في المناطق المتضرسة وتحدث عادة على المنحدرات متى ما توفرت العوامل المسببة لذلك . وهنا تبرز عدة تساؤلات :

١. ما هي طبيعة العوامل المحددة لعملية التساقط الصخري في منطقة الدراسة ؟
٢. ما هي طبيعة العمليات الجيومورفولوجية المرافقة للتساقط الصخري في منطقة الدراسة ؟
٣. هل يلعب الأنقطاع في درجة الإنحدار اولاً ومواجهة السفوح للعوامل الجوية ثانياً دوراً مهما في أضعاف التكوينات التي تستجيب لفعل التجوية ثم تحركها ؟
٤. كيف لنظم المعلومات الجغرافية أن يساهم في تحديد تدهور الأراضي في منطقة الدراسة ؟
٥. ما هو دور التنشيط التكتوني في عملية تحرك المواد وهل له علاقة أو أرتباط مع نوع التحرك ؟
٦. هل لعملية تحرك المواد آثاراً بيئية من شأنها أن تدهور النظام البيئي في المنطقة ؟

أهمية الدراسة

أن الدراسات الجيومورفولوجية في الوقت الحالي تركز على الجوانب التطبيقية بسبب التطورات الهائلة التي حصلت في التقنيات المتمثلة بالتحليل الأحصائي و تفسير المرئيات الفضائية وبناء قواعد البيانات والنماذج بنظم المعلومات الجغرافية والتي يمكن ان تساعد في تنظيم وأدارة الموارد للتوصل إلى بناء النموذج الملائم في صنع القرار لتنفيذ الخطط التنموية .

تكمن أهمية الدراسة في المخاطر البيئية التي تتركها عمليات التساقط الصخري على المنشئات العمرانية والأستعمالات البشرية بمختلف أنواعها, فضلاً عن توعية المؤسسات المسئولة بالخطر الكبير الذي تتركه هذه المخاطر فضلا عن توعية المواطنين بعدم السكن ضمن منطقة الإنزلاقات الأرضية كالمنحدرات والوديان .

أهداف الدراسة

- إجراء مسح ميداني يفسر الظواهر الجيومورفولوجية وآلية التساقط الصخري بالاعتماد على بيان الارتفاع الرقمي (DEM) والمرئية الفضائية للقمر الصناعي (Land sat 8) الباند السابع للمتحسس (ETM) ذي القدرة التميزية (١٤)متر ومرئيات الكوك بيرد, والخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية, التي قادت إلى تحديد أماكن التساقط الصخري .
- تحديد العمليات المسؤولة عن حدوث عملية التساقط .
- لمعرفة ما هي القوى المؤثرة على المناطق المعرضة لعملية التساقط الصخري .
- تحديد المناطق المعرضة لحدوث التساقط.
- إعداد خرائط جيوبيئية تبين مواقع التساقط الصخري ومدى درجة خطورتها .
- العمل على توجيه السكان بعدم البناء على السفوح غير المستقرة .

منهج الدراسة

يمكن القول أن المناهج التالية تتلائم مع الدراسة الحالية والمعتمدة أساساً على تحليل وتفسير المرئيات الفضائية، لذا أتخذت مناهجها لتأطير الأفكار وتنظيمها في متن هذه الدراسة وهذه المناهج هي

١. منهج المظهر الأرضي الذي يؤكد على الخصائص الشكلية للمظاهر الجيومورفولوجية ضمن الوحدات الأرضية .
٢. منهج النشأة والتطور الذي يعتمد على الزمن والمرحلة الزمنية التي مر بها واسباب تشكيلها .
٣. منهج الباروميتري (التحليل الكمي) الذي يركز على اجراء التحليل الكمي وتطبيق المعادلات الرياضية بأستخدام البيانات الرقمية والتحليل الأحصائي وبناء النماذج, وهذا ما سيتم الأعتماد عليه في الدراسة الحالية إلا اننا لا يمكن ان نتغافل عن استخدام المناهج الأخرى .

التساقط الصخري : *Rock Fall*

يزداد حدوث فعل التساقط في المناطق الجبلية المرتفعة إذ كثيراً ما تسقط الكتل الصخرية إلى ما تحت أقدامها وتعرف هذه الحالة باسم تساقط الصخور . أما اذا تعرضت أجزاء من رواسب التربة إلى فعل التساقط فيطلق عليها أسم تساقط التربة (Soil Fall) وتتم عملية التساقط بواسطة الجاذبية الأرضية دون تدخل عوامل النقل الاخرى ومن ثم تحدث هذه العملية فجأة ويستغرق حدوثها ثوان معدودة .

الموقع

تم تحديد منطقة الدراسة أعتماداً على الخرائط الطوبوغرافية والمرئيات الفضائية وبيانات الأرتفاع الرقمي (DEM) حيث تم أستقطاع المنطقة أعتماداً على معيار الطية المحدبة والتي تفصلها عن التضاريس المجاورة لها حدود طبيعية وبشرية, إذ تمتد منطقة الدراسة فلكيا بين قوسي طول (″٢٩ ′٣٤ °٤٤ , ″٢٩ ′٤٣ °٤٤) شرقاً , وبين دائرتي عرض (″١٤ ′٥٢ °٣٤ , ″١٥ ′٠ °٣٥) شمالاً, وجغرافيا في قضاء طوزخورماتو ضمن محافظة صلاح الدين, بمساحة بلغت (١١٤.٨)كم٢, إذ يحدها من الشمال الغربي وادي لك و طريق قادر كرم ومن جهة الجنوب الشرقي مرتفعات بلكانة وناحية سليمان بيك ومن جهة الشمال الشرق ناحية نوجول ومرتفعات كرمور ومن جهة جنوب الغرب طريق بغداد_كركوك وقرية شاه صيوان .

بعد الإطلاع على الخرائط الجيولوجية للمنطقة أتضح وجود ستة أصناف من المنكشفات الصخارية التي تتباين في نشأتها وتكوينها, وكما موضح في الجدول (١) التتابع من الأقدم الى الأحدث وفق التباين الزماني.

جدول (١) منكشفات التكوينات الصخرية ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

التكوين	المساحة / كم٢	النسبة %
الفتحة	20.2	17.6
أنجانة	23	20
المقدادية	41.9	36.5
باي حسن	17.5	15.2
رواسب سفحية	10.3	9
رواسب متعددة الأصول	3.8	3.3

المصدر: المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني, خارطة كركوك الجيولوجية , مقياس 1:250 000 , بغداد,١٩٩٥.

تنتشر في المنطقة مجموعة من التكوينات الجيولوجية منها تكوين الفتحة الذي يتكون من الصخور الجبسية والمارل والجيرية والعائدة الى المايوسين الأوسط (الفارس الأسفل), بينما نجد أنتشار الصخور

الرملية في تكوين أنجانة العائد الى المايوسين الأعلى (الفارس الأعلى) وفي تكوين المقدادية العائد الى (البختياري الأسفل) العائد الى (البليوسين الأعلى), أما المكتلات الصخرية فتنتشر في تكوينات المقدادية وباي حسن (البختياري الأعلى) العائدة الى (عصر البليوسين) وتتألف من الحصى بمختلف أحجامه (النقيب, ١٩٦٠, ص٤١-٤٤)، أما الرواسب السفحية فتنتشر على سفوح أقدام الجبال والتلال, بينما نلاحظ أن الرواسب متعددة الأصول تتمثل بترسبات المدرجات النهرية والسهول التجميعية والمراوح الغرينية العائدة لعصر البليوستوسين فضلاً عن ترسبات عصر الهولوسين المتمثلة بترسبات الوديان الحديثة في بطون الأودية وبعض من مفتتات صخرية ورواسب ناعمة (الرمل الناعم ، الحصى الناعم).

التربة تغطي منطقة الدراسة نوعين من الترب التي تتباين في أنتشارها بحسب تصنيف (الفاو), وبحسب الجدول (٢) وهي كالآتي:

جدول (٢) أنواع الترب ومساحتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

ت	نوع التربة	المساحة كم٢	النسبة %
١	التربة الصخرية	57.5	50.1
٢	التربة البنية الحمراء	57.3	49.9

المصدر : تنظيم الباحث أعتماداً على تصنيف الـ (FAO) ومخرجات برنامج (Arc Gis 10.2).

تعد التربة أساس الحياة ومن أهم مصادر الثروة الطبيعية ، والعناية بها والمحافظة عليها من أهم المعايير الحضارية، لأنها تضمن الأستقرار الأقتصادي للمجتمع ومن هنا جاء الأهتمام بها والمحافظة عليها من التدهور والتعرية، لأن تكوين طبقة منها بسمك إنج واحد يحتاج الى فترة زمنية تتراوح ما بين ثلاثة الى عشرة قرون متتالية، لهذا فان التربة بحاجة ماسة الى دراسة المشاكل التي تعاني منها, ويغلب على تربة المنطقة مواد الأصل المحلية عموماً, إلا في بعض المناطق التي تنتشر فيها التربة المنقولة كالوديان ونهر (آق صو_جاي) بفعل عمليات التعرية والنقل المصاحبة لعوامل الرياح والمياه المؤثرة على المنطقة, وتعد الرواسب الطينية والرملية والغرينية هي السائدة عموما في المنطقة, سواء أكانت هذه الرواسب محلية أو منقولة (حسن, ١٩٨٢, ص١٠).

المناخ

تم الاعتماد في الدراسة الحالية على البيانات المناخية لمحطة (الطوز) للمدة (١٩٩١-٢٠١٠) وكما هو موضح في الجدول الآتي :

جدول (٣) معدل درجات الحرارة والأمطار الشهرية والسنوية لمحطة الطوز للمدة (١٩٩١-٢٠١٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
درجات الحرارة(م)°	15.9	11.5	15.7	21.3	27.9	32.9	35.4	35.1	30.9	25	16.9	11.4	23.3
الامطار (ملم)	1180.2	896.3	690.9	765.2	223.4	0	0	0	0	311.5	623.5	803.1	457.8
الرطوبة النسبية%	73	76	58	51	36	28	26	27	31	40	58	69	47.7
سرعة الرياح م/ثا	1.6	1.8	1.9	2.3	2.2	2.2	2.2	2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.8

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، ٢٠١٥(بيانات غير منشورة) .

تساهم العناصر المناخية سابقة الذكر في تسارع نشاط عمليات التجوية (الفيزيائية والكيميائية) والتعرية, إذ أن أرتطام قطرات المطر بسطح الأرض ينشط عملية التجوية الفيزيائية, خاصة الزخات المطرية الشديدة, فعند أصطدام قطرات المطر بسطح الأرض لا سيما على السطوح الطينية والرملية فأنها تعمل على تفتيتها الى حبيبات صغيرة منفردة, إذ تعلب الأمطار الدور المهم في عملية التجوية والتعرية من خلال كمية الأطار الساقطة في فترة زمنية محددة وهو ما يطلق عليه العاصفة المطرية وهي عبارة عن هطول أمطار غزيرة جداً في فترة زمنية محددة مصاحبة في أغلب الحالات لسحب الركام المزني, فقد يسقط خلال عاصفة مطرية واحدة في فترة زمنية قصيرة جداً قد لا تزيد في الساعتين أو الثلاث, ما قد يسقط في شهر أو سنة أو أكثر, وتعبر العاصفة المطرية عن العلاقة بين شدة التساقط ودرجة غزارته وبين فترة أستمراره, إذ تزداد قوة وأثر الفعل الميكانيكي لحبة المطر كلما زاد حجمها وقطرها وهذا ما سوف ينعكس على كميات وحجم الرواسب التي تنحتها المياه, فضلاً عن أنها تتخلل الصخور وتؤدي الى خلق الفراغات بين الكتل الصخرية وتذيب المواد اللحمة بين الصخور (El-Shamy, I.Z, 1992 p21), فضلاً عن أن لدرجات الحرارة والرطوبة تاثيراً كبيراً على المكونات المعدنية للصخور فعملية التجفيف والترطيب والتمدد والتقلص تساهم في تفتيت الصخور ومن ثم التحرك الى أسفل المنحدرات.

الأنحدارات

للتعرف على خصائص الانحدار في منطقة الدراسة تم إنشاء خريطة انحدار مشتقة من بيانات الارتفاع الرقمي (DEM) للمنطقة واعتمادا على تصنيف (Zink) والذي يكون على شكل متسلسل في خمسة مستويات تصنيفية, ويستخدم هذا التصنيف في تحديد أنواع التضاريس والأشكال الأرضية على مستوى الأنحدار الأرضي, وعند تطبيق الجدول (٤) تم إنشاء خريطة الأنحدار (٤) بالأعتماد على التصنيف الجيومورفولوجي الذي أعده (Zink) وكما يلاحظ من الجدول التالي.

جدول رقم (٤) تصنيف Zink لمستويات التضرس

الصنف	الشكل	الانحدار	التصنيف	المساحة/ كم٢	النسبة %
١	مسطح	0-1.9	سهل ، وادي	49.01	42.69
٢	تموج خفيف	2-7.9	سهول تحتية نهرية عليا سفوح اقدام الجبال	43.91	37.53
٣	متموج	8-15.9	تلال منخفضة	17.13	14.92
٤	مقطعة مجازة	16-29.9	تلال مرتفعة	4.54	3.96
٥	مقطعه بدرجة عالية	30 فأكثر	جبال	1.02	0.89

المصدر: تنظيم الباحث نقلا عن : رقية أحمد محمد أمين العاني, جيومورفولوجية سهل السندي, أطروحة دكتوراه(غير منشورة), كلية التربية, جامعة الموصل, ٢٠١٠, ص٦٤.

أتجاه الأنحدار

يؤثر أتجاه الانحدار في تباين درجات الحرارة والإمطار ويؤثر في التبخر وكذلك التعرية ويظهر للأنحدارات التي تواجه الجنوب والغرب إنها تعاني من التعرية أكثر من الانحدارات التي تواجه الشمال والشرق ذلك أن الانحدارات الجنوبية تكون عرضة لاختلافات درجات الحرارة والرطوبة أكثر بكثير من الانحدارات المواجهة للاتجاهات الاخرى, ويمكن القول إن الانحدارات الجنوبية تكون عرضة للتبخر ولاسيما إذ كان الانحدار شديداً ؛ لذا وجد أن كمية الجريان في هذه الانحدارات تكون أقل ولكن كمية التعرية أكبر (كونكه, ١٩٨٥, ص١٠٤).

المؤشرات الجيومورفولوجية

تعد عملية تطبيق المؤشرات الجيومورفولوجية من الأساليب الجيومورفولوجية الحديثة التي يمكن بواسطتها تحليل الأشكال الأرضية لمقدمة الجبال وشبكات التصريف النهري وأنظمة المروحة الغرينية , وهي من الدلائل المهمة التي تعطي نظرة تاريخية عن التطور التكتوني لأي منطقة مدروسة (الكراعي, ٢٠١٣,ص٤٧) :

جدول (٥) يمثل التصنيف النهائي للمؤشرات الجيومورفولوجية

Ranges	Class	Degree
1-1.5	1	Very High
1.5-2	2	High
2-2.5	3	Moderate
> 2.5	4	Low

المصدر : R.E, Hamdouni,C,Irigaray,T,Fernandes,J,Chacon,E,A,Keller.(2008)

تم أخراج خارطة مجمعة نهائية للمؤشرات التكتونية لمنطقة الدراسة, ومن خلال النتائج المستحصلة توصلنا الى الآتي :

- تركز الأحواض (١-٧-٨-١٤-٢١-٢٢-٢٤-٢٥) في الصنف **(2)** الذي يمثل نشاطا تكتونيا مرتفعا حسب التصنيف السابق, ويوضح ويؤكد تاثر تلك الاحواض بتركيب الطية الثانوية الذي يمتد بالجانب الغربي لنهر آق صو,وكذلك بالطية الرئيسة (نفط داغ) الذي يفترض انه نتج عن الفالق العكسي الذي يمتد على طول الطية الرئيسة.

- تركزت غالبية الأحواض المائية في المنطقة بالصنف **(3)** الذي تمثل بنشاط تكتوني متوسط او معتدل حسب التصنيف السابق حيث ضم الأحواض (٣-٤-٦-٩-١٠-١١-١٣-١٥-١٦-١٧-١٨-١٩-٢٠-٢٣), والذي يوضح ويؤكد تأثر تلك الأحواض بتركيب المنطقة المتمثلة بطية نفط داغ والطية الثانوية والصدوع تحت السطحية , التي نتجت عن النشاط التكتوني الذي انتج سلسلة نفط داغ (الطيات الواطئة), والدليل من خلال الأنشطة التكتونية للاحواض المائية السابقة التي أفرزتها نتائج التحليل المورفومتري للمؤشرات الجيومورفولوجية المتمثلة بتعرج وانحدار مقدمة الجبل والمجرى المائي الرئيسي وعمق مجراه وتشكل المراوح الغرينية , التي تعتبر نتاجا لأنشطة تكتونية باطنية ولعوامل التعرية والإرساب السطحية .

- أما الصنف **(4)** فشمل الأحواض (٢-٥-١٢) ذات النشاط التكتوني المنخفض وكما موضح في الجدول والشكل البياني التالي.

الظواهر الخطية

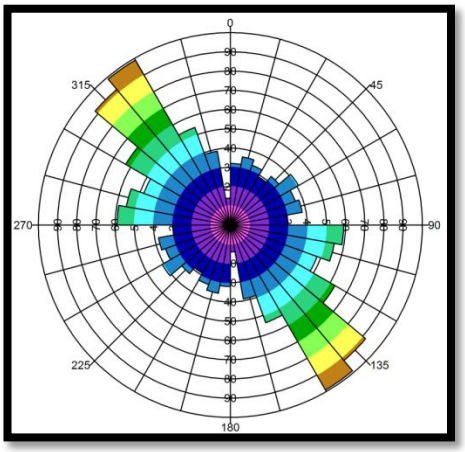
هي ظواهر سطحية خطية بسيطة ممثلة لتعابير جيومورفولوجية قابلة للرسم ، وتكون أجزاؤها مرتبة بخطوط مستقيمة أو بشكل إنحناء بسيط، وقد تعكس أحداثاً جيولوجية موجودة تحت سطح الارض، و يتراوح طول التراكيب الخطية من بضعة كيلومترات الى المئات (Oleary, D,W, 1976, P87).

جدول (٦) يبين أطوال وأتجاه التراكيب الخطية ونسبها في منطقة الدراسة

الأتجاه	الطول / كم	النسبة %
شمال-جنوب	4.5	1.4
شمال شرق-جنوب غرب	106.5	33.5
شرق-غرب	7.8	2.5
شمال غرب-جنوب شرق	199.2	62.6
المجموع	318.1	100

المصدر: من عمل الباحث أعتماداً على اشتقاق البيانات من (landsat 8) وبرنامج (Arc Gis 10.2).

الشكل (٢) أتجاه الظواهر الخطية في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث أعتماداً على الجدول (٤-١٣) وبرنامج (PCI Geomatica 91) .

يتضح من خلال الجدول(٦) والشكل (٢) أن أتجاه الظواهر الخطية هو الأتجاه الشمالي الغربي_ الجنوبي الشرقي وهي بذلك تتبع نظام المرتفعات العام في العراق, ويتضح من ذلك أن الظواهر الخطية نتجت عن الحركة الأرتدادية وليست الحركة التي نتجت عن أصطدام الصفيحة العربية بالصفيحة الإيرانية, وتتخذ هذه التراكيب الخطية صفة الصدوع وكونت حافاتها جروف صخرية حادة وأتخذتها المياه السطحية أودية نهرية لها, وتساهم هذه التشوهات البنيوية في عملية التساقط الصخري من خلال الضعف الذي تسببه لتكوينات الصخرية ومن ثم تحدث عملية التساقط الصخري.

الصخري (Rock Fulls)

تحدث هذه العملية من عمليات التحرك السريعة على المنحدرات فوق السفوح الصخرية العارية ذات الأنحدار أكبر من (٤٠°) إذ تسقط الكتل الصخرية من أعالي الحافات الصخرية الى ما تحت اقدامها, دون تعرضها للدحرجة او الأنزلاق , وتتم هذه العملية بواسطة الجاذبية الأرضية دون تدخل عوامل النقل الأخرى, ومن ثم تحدث العملية فجأة ويستغرق حدوثها ثواني معدودات. وفي هذه الحالة لا يكون وجود الماء ضرورياً في هذه الحركة.

أنماط شبكة الصرف المائي :

النمط النهري هو الصورة والنظام الذي ينتج عن اتصال روافد النهر بالنهر الرئيس او بعضها ببعض (أبو العز, ١٩٦٧, ص١٩٣). وهي انعكاس لعوامل البنية الجيولوجية وصلابة الصخور ومدى التجانس بين الطبقات الصخرية والحركات الارضية الحديثة والتأريخ الجيولوجي والجيومورفولوجي الحديث لحوض النهر فضلا عن عوامل الوضع التضاريسي طبيعة الانحدار سطح الأرض ونوع المناخ السائد والنبات الطبيعي والتطور المورفولوجي للمجرى .

يتضح من الخريطة(التي توضح العلاقة بين الظواهر الخطية والشبكة المائية والخريطة(٤-١٢) التي توضح العلاقة بين كثافة الظواهر الخطية والشبكة المائية, أن هناك أرتباط بين المجاري المائية والظواهر الخطية, فيلاحظ أن المناطق التي تحتوي على مفاصل وفوالق وصدوع تتبعها المجاري المائية وبالعكس, إلا أنه هناك تباين بين المجاري في المرتفعات والمجاري في المناطق المنخفضة فنجد أنه في المرتفعات يكون أتجاه المجاري مع أتجاه الظواهر الخطية لأن الصخور تكون أكثر صلابة فضلاً عن وجود ميل للطبقات بأتجاه واحد, بينما في المناطق المنخفضة فأنه لا تأخذ المجاري أتجاه الصدوع والفوالق والمفاصل نتيجة لوجود بنية صخرية ضعيفة فتشق المجاري لها مسالك أخرى .

العوامل المسؤولة عن حدوث تحرك المواد :

تحدث عملية تحرك المواد الأرضية عند توفر واحد أو أكثر من الظروف الآتية :

١. سفوح شديدة الانهيار خاصة في السفوح الإنكسارية أو المنحدرات التي عملها الإنسان عند شقة للطرق خلال المناطق الجبلية , وتعد الجدران الحادة الارتفاع التي تحيط بالأنهار والوديان أماكن مناسبة أخرى لتحرك المواد .

٢. إزالة الطبقات الأرضية المساندة بواسطة عمليات طبيعية أو بواسطة الإنسان ، وذلك عندما تتحول بعض الطبقات الصخرية من جراء عمليات تجوية كيميائية الى طين يقوم عند ترطيبه بتسهيل عملية انزلاق الطبقات والتكوينات الصخرية الواقعة فوقه، ويساعد الإنسان على قيام عملية الانزلاق عندما يزيل طبقات صخرية تحتية بحثاً عن المعادن كالفحم مثلاً .

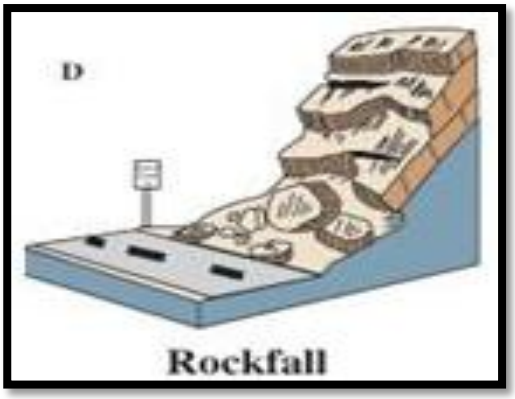
٣. وجود بنية صخرية غير اعتيادية كأن تكون طبقات تميل كثيراً الى درجة أنها قد تتطابق مع درجة الميل للسفوح نفسها أو حيث توجد مفاصل طبقية تكون موازية للجدران التي تحيط بالأنهار والوديان العميقة .

٤. أثر الجاذبية الأرضية وهو عامل مهم جداً في عملية تحرك المواد حيث تتأثر الجاذبية بوزن الكتل الصخرية في المنحدر(الأنترنت).

٥. القطع السفلي حيث تولد هذه الوضعية زيادة في زاوية الأنحدار وعليه فأن القوى تكون اكبر, وعليه فأن أي زاوية في وضعيتها الحرجة تساوي زاوية الأستقرار, وان أي تغير في القطع السفلي للمنحدر يشكل ميلا لعدم الأستقرار سواء أكان هذا بسبب القضم الريحي او البري او السحج الريحي او بسبب التحات المائي للمياه الجارية السطحية للسفوح.

٦. يعد النشاط الزلزالي من العوامل الطبيعية المؤثرة في استقرارية المنحدرات فلها الدور الفعال في زيادة التشققات والتكسرات وتوليد حركة أولية لأي كتلة فضلاً عن ذلك فأن هناك عدد من الانهيارات ذات أصل زلزالي(توكمجي, ١٩٩٤, ص١٢٦).

الشكل (٣) يوضح التساقط الصخري , عن (AL-Saadi, S.N., 1991) .



الخطوات المتبعة لدراسة مواقع المحطات المختارة :

تم أخذ القياسات الحقلية لبعض المحطات وذلك من خلال الزيارات الميدانية المتكررة للمنطقة وأخذ القياسات وتوضيح المخاطر الناجمة عن السقوط الصخري وذلك بأتباع الخطوات الآتية :

١. تحديد موقع المحطة (بالنسبة إلى الطرف الذي تقع فيه) .
٢. تحديد الموقع (بوساطة جهاز تحديد الموقع) .
٣. وصف المنحدر.
٤. وصف الانقطاعات .
٥. الأستعانة بالأشكال التوضيحية اللوحات الفوتوغرافية .
٦. الطرائق الوقائية .

جدول (٧) محطات القياس الحقلية

رقم المحطة	الإحداثيات		الأرتفاع عن مستوى سطح البحر(م)	ميل المنحدر	أرتفاع المنحدر (م)	نوع التحرك	الرمز
	تشريق Eastem	تشميل Northem					
1	44° 37′ 40″	34° 56′ 20″	267	2.8°	10	سقوط صخري	
2	44° 39′ 0″	34° 53′ 0″	231	7.3°	25	سقوط صخري	
3	44° 39′ 30″	34° 57′ 15″	323	5.3°	17	سقوط صخري	
4	44° 38′ 50″	34° 59′ 0″	300	6.3°	13	السقوط الصخري مع أحتمال حدوث أنقلاب كتلي	

المصدر: عمل الباحث أعتماداً على برنامج (Global Mapper 11, Arc Gis 10.2).

محطة رقم (١) :

تقع هذه المحطة في الجناح الجنوبي الغربي لطية نفط داغ المحدبة, ضمن تكوين أنجانة, اللوحة (١). على ارتفاع (٢٦٧)م عن مستوى سطح البحر, وبطول (١٨)م من اعلى المنحدر الى الأسفل، ذي بروز يميني لذا فالمنحدر غير متوافق.

يتألف المنحدر من جزءين, الأعلى يمثل الجزء الفعال وسمكه (٣)م , وتتصف الطبقات بتماسكها والتي تتكون من الصخور الرملية، وحجم الحبيبات متوسطة ،ذات تجوية قليلة، ومقاومة ضعيفة، والطبقات الصخرية سميكة، فواصل ذات مسافة واسعة، وهي من الحجر الرملي ذي المادة الرابطة الكلسية.

وتليه إلى الأسفل طبقة طينية ذات سمك (٠,٥٠)م، حبيبات ناعمة، ذات طبقات متوسطة السمك ، وذات مقاومة ضعيفة، ويليه إلى الأسفل جزء غير فعّال يمثل طبقات من الحجر الطيني .

تقطع الطبقات الصخرية وسطوح التطبق مجموعة من الفواصل, مسافتها البينية تتراوح بين (١,٥-٢)م , وهي فواصل من نوع المفتوحة نوعاً ما, وذات امتدادات تصل إلى (١,٥)م على سطح التطبق.

تكون المنحدر نتيجة عمليات القطع مما أدى إلى بروز سطح التطبق، لذا فقد أدى الى خلق حالة (غير المستقرة) في وجه المنحدر. فعندما يتعرض وجه المنحدر إلى تعرية الطبقات الضعيفة للصخور الطينية الموجودة تحت طبقات الصخور الرملية، ويؤدي إلى ترك فراغ تحت الطبقات الرملية وتصبح غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها، فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل المذكورة آنفاً تؤدي إلى حصول انهيار من نوع سقوط صخري . كما في اللوحة(١)، مع احتمال حصول انقلاب صخري وللأسباب نفسها. كما في اللوحة (٢).

اللوحة (١) تبين منحدر المحطة رقم (١) منظر إمامي للمنحدر والإنقطاعات والكتل الصخرية المنهارة

اللوحة (٢) المحطة رقم (١) تبين المقطع غير لمستقر_التحرك المحتمل حدوثه أنقلاب صخري

الزيارة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/١٠/٩

محطة رقم (٢) :

تقع هذه المحطة في الجناح الشمالي الشرقي لطية نفط داغ المحدبة ضمن تكوين الفتحة, اللوحة (٤-٣), يبلغ الارتفاع عن مستوى سطح البحر (٢٣١)م, ويبلغ طول المنحدر (٣٥)م من قدمه, ودرجة انحداره (٧,٣°) لذا فأن المنحدر غير متوافق .

تتكشف في وجه المنحدر مجموعة من الطبقات الصخرية التي يبلغ سمكها (٣)م, ذات لون رمادي فاتح, حجم الحبيبات متوسطة ، ذات تجوية قليلة ،مقاومة ضعيفة(تقدير الصلابة حقلياً)، الطبقات متوسطة السمك، فواصل ذات مسافة واسعة_ واسعة باعتدال، وهي من الحجر الجيري والحجر الطيني ذي المادة الرابطة الكلسية.

تقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق مجموعتان من الفواصل من نوع المفتوح وذات امتدادات تصل إلى (٢,٥)م على سطح التطبق. لذا نتيجة للتجوية الشديدة التي يتعرض لها جانب المنحدر الذي يتكون من الصخور الجيرية والكلسية والطينية وعند إذابة المواد اللاحمة بين هذه الطبقات, مع وجود الفواصل والشقوق يؤدي الى ترك فراغ بين هذه الطبقات وضعف التماسك مع الفواصل لذا تحدث عملية التحرك من نوع السقوط الصخري , فضلاً عن ذلك احتمال حصول الانهيار من النوع نفسه وللأسباب نفسها, إذا أن الفواصل تمتد بموازاة ميل الطبقات الصخرية فتحدث سقوطاً جانبياً. فضلاً عن أحتمال حصول انقلاب صخري للكتل المنفصلة من المنحدر والمستقرة على الجزء الأسفل من المنحدر ولمدة مؤقتة. وعند توفر الظروف الملائمة يؤدي إلى حصول هذا النوع من التحرك.

اللوحة (٣) تبين منحدر المحطة رقم (٢) منظر أمامي للمنحدر والتطبق والسقوط الصخري

الزيارة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/١٠/٩

محطة رقم (٣) :

تقع هذه المحطة في منتصف طية نفط داغ المحدبة ضمن تكوين المقدادية, اللوحة (٤-٨). إذ يبلغ الارتفاع عن مستوى سطح البحر (٣٢٣)م, ويبلغ طول المنحدر (١٧)م من قدمه, ودرجة الانحدار (٥,٣°), ويكون الجزء الأعلى الجزء الفعال ويكون معلقاً, وباتجاه ميل المنحدر نفسه وضعية الطبقات في هذه المحطة.

المنحدر عبارة عن تتابع من طبقات صخرية, يكون الجزء الأعلى صخوراً ذات مقاومة عالية باعتدال, أما الجزء الأسفل من الطبقات فيمثل تتابعاً من الطبقات المتغايرة من الحجر الرملي الخشن وحجر الغرين ذي المقاومة, وعندما تتعرض الطبقات السفلى الضعيفة إلى تعرية تؤدي إلى جعل كتل من الصخور الرملية معلقة. وفضلاً عن ذلك ضعف التماسك مع الفواصل أدى إلى حصول تحرك من نوع سقوط صخري, وكذلك ضعف الطبقات الصخرية السفلى التي تكون خشنة وذات مسامية عالية مما تصبح غير قادرة على تحمل ثقل الكتل التي تعلوها, ويؤدي إلى خروج مركز ثقل الكتلة عن المساند الطبيعية .

يلاحظ من اللوحة (٤) أن حجم الصخور المنزلقة تكون صغيرة وهذا يدل على أن التماسك بين الحبيبات يكون قليلاً مما يفقدها خاصية التحرك الكتلي فتسقط بهيئة صخور صغيرة الحجم الى اسفل المنحدر. فضلاً عن احتمال حدوث انقلاب صخري, بسبب التعرية التفاضلية أسفل الطبقات الصخرية .

اللوحة (٤) للمحطة رقم (٣) منظر أمامي للمنحدر يوضح السقوط الصخري الى أسفل المنحدر

الزيارة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/١٠/٩

محطة رقم (٤) :

تقع هذه المحطة في الجزء الشمالي الغربي لطية نفط داغ المحدبة ضمن تكوين باي حسن, اللوحة (٥) (٦), والارتفاع عن مستوى سطح البحر (٣٠٠)م, وطول المنحدر (٨)م من قدمه، ودرجة انحداره (٣,٧°).

يتألف المنحدر من جزءين، الجزء الأعلى يمثل مجموعة من الطبقات الصخرية التي يبلغ سمكها (٢,٧٠)م ذات اللون القهوائي الفاتح، حجم الحبيبات متوسطة، الطبقات الصخرية سميكة ،التجوية قليلة ،الفواصل ذات مسافة واسعة ، ذات مقاومة ضعيفة (تقدير الصلابة حقلياً)، وهي من الحجر الرملي ذي المادة اللاحمة الكلسية. اما الجزء الأسفل من المنحدر يبلغ ارتفاعه(١.٢٥)م، ذو لون قهوائي، ذي مقاومة ضعيفة جداً، وتقطع الطبقات الصخرية و سطوح التطبق الفواصل تمتد أفقياً على سطح الكتلة الصخرية .

يلاحظ من اللوحتين (٥)(٦) ان الجزء الأعلى يمثل الجزء الفعال للتحرك نتيجة التعرية التفاضلية التي يتعرض لها وجه المنحدر للطبقات الرملية الضعيفة, فضلاً عن ضعف التماسك مع الفواصل المذكورة سابقاً, فضلا عن أن هذه الكتل التي تكون في حالة عدم الاستقرار ترتكز على طبقة صخرية هشة فعندما تنشط عملية التجوية مع زيادة الأمطار في هذه الطبقة يؤدى إلى حصول التحرك من نوع الانقلاب الصخري إلى الجزء الأسفل من المنحدر والذي يمثل الجزء غير الفعال, حيث إن الكتلة

المنفصلة يصاحبها فيما بعد انهيار ثانوي من نوع الانقلاب الكتلي عند توافر الظروف الملائمة وخاصة في مواسم الأمطار نتيجة عمليات الحت السفلى الذي يتعرض له الجزء الأسفل من المنحدر.

اللوحة(٥) للمحطة رقم (٤) أسفل المنحدر توضح الأنقلاب الصخري

الزيارة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/٧/١٩

اللوحة(٦) للمحطة رقم (٤) أسفل المنحدر توضح تتابع الطبقات

الزيارة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/٧/١٩

الآثار البيئية للتساقط الصخري

الآثار البيئية على السكن

هناك الكثير من العوامل التي تؤثر في تباين توزيع وكثافة السكان في منطقة الدراسة ،ومن أبرز العوامل الطبيعية المؤثرة في تباين توزيع وكثافة السكان هو التضاريس إذ أن لها آثر بالغ الأهمية في تباين السكان ، ويؤثر في الحياة الاقتصادية بصورة واضحة ، وأن العلاقة بين التضاريس والسكان ليست علاقة بسيطة بل هي علاقة مركبة مباشرة وغير مباشرة (حمدان, ١٩٥٧, ص٥٩), فبعد الزيادة السكانية الملحوظة أخذ كثير من السكان يتوسعون بالسكن على أقدام المنحدرات والتي تكون خارج حدود المقاطعات السكنية, لذا فأن هذا التوسع يكون عرضة لمخاطر تحرك المواد, وأغلب السكان يجهلون هذه الأمور فقد عمد كثير من السكان على ردم الوديان عند أقدام المنحدرات والبناء عليها.

صورة (١) ردم المنحدرات والوديان والبناء عليها

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/٨/٢

الآثار البيئية على الزراعة

تنتشر في المنطقة نظام الزراعة المختلطة إذ يترتب على هذا النوع من الزراعة هو تربية الحيوانات الى جانب زراعة المحاصيل الزراعية, فقد لوحظ أنتشار هذا النظام في القرى المنتشرة في الأجزاء الشمالية الشرقية من المنطقة مثل قرية (باش تبه) وتربى الأغنام والأبقار والدجاج الى جانب الزراعة في هذه القرى, فضلاً عن أن التساقط الصخري الذي حدث في الوديان يعرقل حركة المكائن داخل الوادي والحراثة .

صورة (٢) زراعة الوديان ومخاطر تحرك المواد على الزراعة

المصدر: الزيارة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/١١/٤

الآثار البيئية على النبات الطبيعي

يقصد بالنبات الطبيعي هي النباتات التي تنمو من تلقاء نفسها دون أن يتدخل الأنسان في إنباتها متأثرة بالبيئة الطبيعية التي تنمو فيها, وبهذا فهو يختلف عن المحاصيل الزراعية التي يقوم الأنسان بزراعتها (أمين, ١٩٩٠, ص١٥٩). و يوضح الجدول التالي كثافة ومساحة النبات الطبيعي في المنطقة .

جدول(٨) كثافة ومساحة ونسبة الغطاء النباتي في المنطقة

الكثافة	المساحة	النسبة %
نباتات كثيفة	12.02	10.5
نباتات متوسطة الكثافة	14.6	12.7
نباتات قليلة	88.2	76.8

المصدر: تنظيم الباحث أعتماداً على برنامج (Arc Gis 10.2).

ويؤثر النبات الطبيعي تأثيراً مباشراً في الحفاظ على التربة من الأنجراف بعمليات التعرية المائية والريحية ، إذ يعمل على التقليل من شدة الأصطدام المباشر لقطرات المطر في التربة ، كما يقوم الغطاء النباتي بوظيفة مصدات للرياح فيقي التربة من الرياح الشديدة بتقليل أحتكاكها بسطح التربة ، فضلاً عن ذلك فأنه يعمل على تسرب مياه الأمطار الى باطن الأرض على شكل مياه جوفية تمد الأنهار والوديان بشكل تدريجي بالمياه وقت الصيهود ، الأمر الذي يساعد على أستمرار عملية الجريان على الرغم من أنعدام سقوط الأمطار, لذا يتوقف توزيع النبات الطبيعي على سطح الأرض على العوامل الطبيعية (المناخ , والتربة)(جودة, ١٩٨٢, ص٢٨٢). وكما يلاحظ من الجدول السابق كثافة ونسبة ومساحة الغطاء النباتي, فالنباتات التي تنمو بين الطبقات الصخرية تعزز من تواجدها في التغلغل الى داخل الشقوق والمفاصل وتعمل على خلق فراغ ومن ثم تحدث عملية التساقط الصخري.

الآثار البيئية على النقل

أن لطرق النقل دورها الفاعل في تجمع المستقرات البشرية على طول مساراتها في المنطقة, وتعد من أهم الوسائل الداعمة للنمو الأقتصادي في المنطقة, ولكن هناك بعض الطرق التي تكون عرضة لمخاطر التحرك, نتيجة لتضرس المنطقة فقد تم شق الطرق على المنحدرات وبين والأودية التي تكون غير مستقرة, فتسبب في بعض الأحيان بقطع الطرق بسبب تساقط الصخور في المناطق شديدة الأنحدار وغلق الطريق.

صورة(٣) مخاطر تحرك المواد على الطرق

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠١٥/٨/٢

المخاطر البيئية للتساقط الصخري

أن إعداد وتصميم خرائط المخاطر البيئية أصبح من أولويات الدراسات الجيومورفولوجية الحديثة والدراسات التي تتعلق بإدارة البيئة اذ تساهم هذه الخرائط عملية التطوير والتنمية البيئية التي تقوم على أساسها النشاطات المختلفة(صفاء عدنان جاسم, ٢٠٠٨, ص١١٢).

لذا فقد تم أنشاء خارطة المخاطر البيئية التي تمثل درجات المخاطر في المنطقة بالنسبة لتحرك المواد فقد تم الربط بين درجة الأنحدار وكثافة الظواهر الخطية ونسبة التضرس في المنطقة وعمليات التنشيط التكتوني بالنسبة للمؤشرات الجيومورفولوجية للحصول على نتائج دقيقة عن درجة حساسية المخاطر في المنطقة.

من خلال الجدول (٩) يمكن تقسيم درجات المخاطر البيئية على حسب الفئات الى ما يأتي:

- **الفئة الأولى** : وتنحصر هذه الفئة في القيم التي أقل من (١,٦), إذ تكون درجة المخاطر منخفضة ضمن هذه الفئة , وقد شكلت مساحة قدرها (٢٢,٣)كم^{٢}, وبنسبة (١٩,٤٦)%, من مجمل مساحة المنطقة, لذا فهي تضم الأراضي التي تكون المخاطر البيئية فيها قليلة كالمناطق السهلية الأراضي المستوية بين النظام التلالي, لذا يقل نشاط حركة المواد في هذه المناطق وتشمل مناطق أطراف الطية.
- **الفئة الثانية** : تنحصر هذه الفئة بين (١,٦-١,٩), لذا فقد تكون درجة المخاطر متوسطة, وبلغت مساحة هذه الفئة أعلى مساحة بين درجات المخاطر فقد بلغت (٦٥,٥)كم^{٢}, وبنسبة (٥٧,٠٢)%, من مجمل مساحة المنطقة. وتشمل المناطق ما بين الأودية والأراضي التي تقل فيها الأنشطة التكتونية وتقل فيها درجة الأنحدار فضلا عن أنها تكون قليلة التضرس وتقل فيها كثافة الظواهر الخطية, والتي تنشط فيها عملية تحرك المواد, وتشمل مناطق شمال شرق الطية.

الفئة الثالثة : وتشمل القيم التي تكون أكبر من (٢,٢), والتي تكون درجة المخاطر ضمن هذه الفئة عالية, وقد بلغت مساحتها (٢٧,٠)كم^{٢}, وبنسبة (٢٣,٥٢)%, من مجمل مساحة المنطقة, وتضم هذه الفئة الأراضي التي تنشط فيها الحركات التكتونية والتي تكون درجة الأنحدار عالية ودرجة التضرس كبيرة فضلاً عن أن الظواهر الخطية تكون كثيفة في هذه المناطق وتشمل وسط الطية وبعض الأجزاء الشمالية لذا فان عملية تحرك المواد تكون نشطة في هذه المناطق.

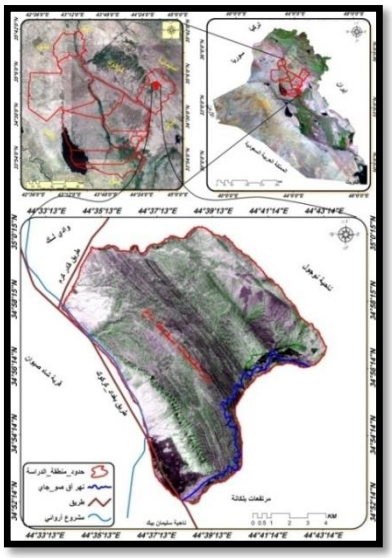
جدول(٩) فئات ودرجات المخاطر ومساحتها في منطقة الدراسة

الفئات	درجة حساسية المخاطر	المساحة/ كم^{٢}	النسبة %
1.6 فأقل	منخفضة	22.3	19.46
1.6-1.9	متوسطة	65.5	57.02
2.2 فأكثر	عالية	27.0	23.52

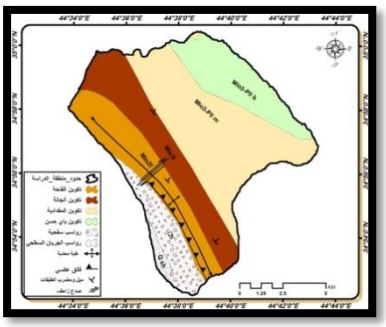
المصدر: عمل الباحث أعتماداً على برنامج (Arc Gis 10.2).

شكل (١) الطبقات المعلوماتية المكانية الطبيعية لمنطقة الدراسة

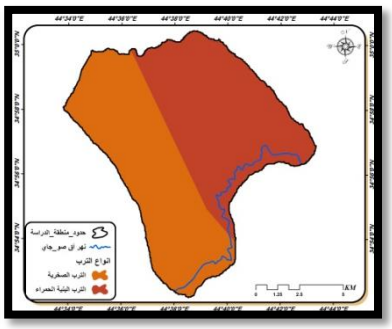
خريطة(١) موقع منطقة الدراسة



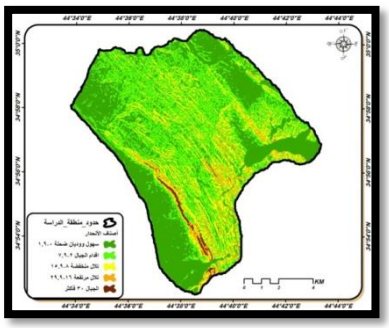
خريطة (٢) جيولوجية منطقة الدراسة



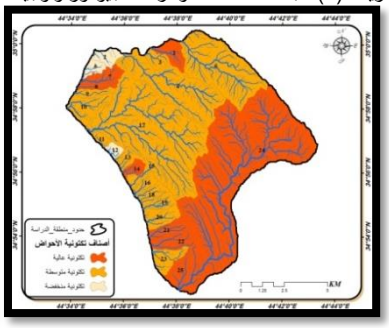
خريطة (٣) الترب فى منطقة الدراسة



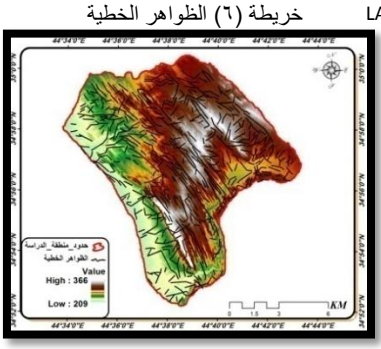
خريطة (٤) أصناف الأنحدارات حسب تصنيف Zink



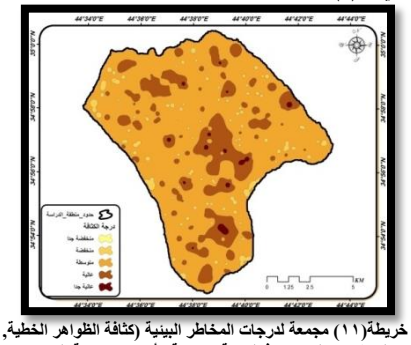
خريطة (٥) مجمعة أصناف المؤشرات الجيومورفولوجية LAT



خريطة (٦) الظواهر الخطية



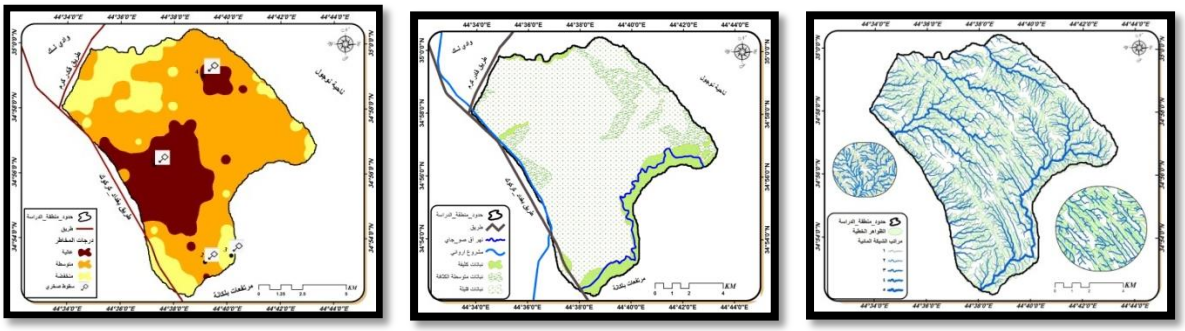
خريطة (٨) علاقة كثافة الشبكة المائية بكثافة الظواهر الخطية



خريطة(٩) علاقة الشبكة المائية بالظواهر الخطية

خريطة (١٠) كثافة النبات الطبيعي في المنطقة

خريطة(١١) مجمعة لدرجات المخاطر البيئية (كثافة الظواهر الخطية, والمؤشرات الجيومورفولوجية, ودرجة الأنحدار, ونسبة التضرس)



المصدر: من عمل الباحث أعتماداً على معطيات برمجيات (Arc Gis 10.2 , Globel Mapper).

الأستنتاجات

١. أتضح من الدراسة أن البنية الجيولوجية ونوع الصخر لعبا دوراً في عملية التساقط الصخري في المنطقة.

٢. تشكلت المنحدرات في المنطقة بواسطة مجموعة من العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تمثلت في نوع الصخر ونظامه والعامل المناخي والمياه الجارية, فضلا عن عامل التساقط الصخري في المنطقة, والتي شكلت هذه المنحدرات .

٣. لعب العامل المناخي دوراً في المساهمة بعملية التساقط الصخري, من خلال الترطيب والتجفيف والعواصف المطرية التي أدت الى زيادة كميات رواسب التعرية .

٤. تساهم التشوهات البنيوية في رفع مستوى التنشيط التكتوني والذي بدوره يساعد في عملية التساقط الصخري من خلال الضعف الذي تسببه للتكوينات الصخرية ومن ثم تحدث عملية التساقط الصخري.

٥. لعملية التساقط الصخري آثاراً بيئية على الجانب السكني والزراعة والنقل والنبات الطبيعي في منطقة الدراسة, لذا تم تصميم خارطة للمخاطر التي تنجم عن هذه الأثار البيئية والتي ترفع من مستوى الخطر في المنطقة .

٦. توضح خارطة المخاطر البيئية أن أعلى درجات المخاطر ضمت محطتين من محطات القياس الحقلية وهذا يدل على أن لعملية التساقط الصخري مخاطر بيئية كبيرة في المنطقة.

٧. بينت الدراسة إمكانية التقنيات الحديثة من تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية والأستشعار عن بعد, في الدراسات وتحقيق التنمية المستدامة وبناء قاعدة معلومات لتساهم في تحديد حجم الخطر الناجم وإيجاد الحلول المناسبة .

التوصيات

١. نشر الوعي البيئي في أوساط المجتمع من خلال وسائل الإعلام من أجل توعية الناس بمخاطر التساقط الصخري والبناء العشوائي لتفادي أضرار وخسائر مادية وبشرية مما يؤدي إلى صعوبة مواجهة الدولة لمثل هذه الكوارث لعدم توفر الإمكانيات المناسبة لذلك .

٢. عند تنفيذ أي مشاريع إنشائية يجب الرجوع إلى جهة الاختصاص من أجل عمل دراسات جيولوجية تكتونية وزلزالية فضلاً عن دراسة ميكانيكية التربة والصخور للمواقع المراد استخدامها .

٣. تصميم وتنفيذ قنوات تصريف لمياه الأمطار لمنعها من التغلغل ووصولها إلى الكتل الصخرية الآيلة للسقوط .

٤. عمل جدران وحواجز إسمنتية تمنع من تساقط الكتل الصخرية وتعبئة الفواصل والشقوق بالمواد الإسمنتية وذلك لمنع وصول مياه الأمطار وتخللها فيها .

٥. عدم بناء المساكن أو استحداث أي مباني أو أدوار إضافية على المنحدرات كونها تشكل حمل إضافي على المنحدر وتوجيه البلدية بمنع بناء دور التجاوز على أقدام المنحدرات .

٦. توجيه الفلاحين بالأخذ بالحراثة الكنتورية لما لها من فائدة إيجابية على الزراعة وتقليل عملية التعرية على المنحدرات .

٧. خلال سقوط الأمطار يجب عدم الاقتراب من أماكن تساقط الكتل الصخرية لأن مياه الأمطار الآتية من قبل الجبال تمر عبر مناطق الانهيار حيث تعمل المياه على تعرية وإذابة وجرف المواد المساندة لهذه الصخور .

٨. خلال موسم سقوط الأمطار يجب مراقبة الشقوق والفواصل الموجودة ومعرفة مدى اتساعها.

٩. عمل المساند على الطرق التي تنشط فيها عملية التساقط الصخري سيما التي شقت بين المرتفعات والحافات الشديدة الأنحدار .

المصادر

- أبو العز, محمد صفي الدين ، قشرة الارض دراسة جيومورفولوجية ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ١٩٦٧.
- أمين, آزاد محمد, تغلب جرجيس , جغرافية الموارد الطبيعية , مطبعة دار الحكمة , البصرة, ١٩٩٠.
- توكمجي, وأميد أحمد، دراسة جيولوجية هندسية لاستقرارية المنحدرات الصخرية لجبل حمرين الجنوبي (منطقة الصدور) ، رسالة ماجستير ،كلية العلوم – جامعة بغداد, ١٩٩٤ .
- جاسم, صفاء عدنان, التقييم الجيومورفولوجي لمنطقة طوزخورماتو باستخدام التقنيات الجغرافية, رسالة ماجستير غير منشورة, كلية التربية, جامعة تكريت, ٢٠٠٨ .
- جودة حسنين جودة , الجغرافية الطبيعية والخرائط , منشأة المعارف للنشر , الأسكندرية , الطبعة الأولى , ١٩٨٢.

- حسن, خالد فالح, دراسة معادن وبعض صفات ترب منطقة الجزيرة (تلعفر ، سنجار ، البعاج) ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، قسم التربة ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل, ١٩٨٢ .
- حمدان, جمال, في العلاقة بين السكان والتضاريس ، مجلة كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، مجلد١١ ، ج١ ، القاهرة .
- الكراعي, نجم عبدالله كامل خطاب , آثار الظواهر الخطية ودلالاتها الجيومورفولوجية في قبة طية علاس–حمرين الشمالي, رسالة ماجستير (غير منشورة), جامعة تكريت, كلية التربية, ٢٠١٣ .
- كونكه, هليموت, صيانة التربة , ترجمة ليث خليل أسماعيل , دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل, ١٩٨٥ .
- ماكولا, باترك, الأفكار الحديثة في الجيومورفولوجيا, الكتاب السادس, ترجمة وفيق الخشاب وعبد العزيز الحديثي , مطبعة بغداد, ١٩٨٦ .
- محسوب, محمد صبري, احمد البدوي, الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل, ط١, دار الفكر العربي, القاهرة, ١٩٩٦ .
- النقيب, خورشيد محمد, (ملخص جيولوجية المنطقة الجنوبية) (كركوك) , مؤتمر البترول العربي, ١٩٦٠ .

- El-shamy, I, Z. (1992)"Resent Recharge and Flash Flooding – Oprortunities Desert Egypt " in the Eastern
- Oleary ,D,W .;Friedman. J.D.and Pohn,H.A.1976.Lineament,linear,lineation:Some proposed new standards for old term. Geol .Soc,Am.Bull.87(10):1463-1469.

- www.startimes.com/f.aspx?t=33351797