دراسة جيومورفولوجية للانهيارات الأرضية في قضاء حلبجة

م. د. وسن محمد علي كاظم

الجامعة المستنصرية/ كلية التربية/ قسم الجغرافية

المستخلص:

استخلصت الدراسة إن الخصائص التضاريسية والمناخية والجيولوجية هي السبب الرئيسي وراء حصول الانهيارات الأرضية يؤازرها في ذلك عوامل طبيعية تتعرض لها المنطقة مثل حدوث الزلازل المتوسطة الشدة، ونشاط التجوية الكيميائية وعمل المجاري المائية وزيادة أحمال المنحدرات الناتج عن تراكم الثلوج خلال فصل الشتاء وأخرى بشرية ممثلة بزيادة شق الطرق وإقامة المنشآت الهندسية وما يرفقها من إزالة للنبات الطبيعي وتقويض لقاعدة المنحدرات وزيادة الأحمال. تركز التوزيع الجغرافي بشكل خاص لكافة أصناف الانهيارات الأرضية شرق وجنوب منطقة الدراسة، وقد شملت أنواع الانهيارات الأرضية الزحف، الانزلاق بنوعيه (ألدوراني، والانتقالي)، التدفق بأشكاله المتعددة والمعتمدة بشكل أساسي على المحتوى المائي (الطيني، الأرضي، الحبيبي)، فيما خلا وسط المنطقة من إي نوع من أنواع الانهيارات الأرضية بسب استواء السطح. اختلفت حركة المواد باختلاف نوع المادة المتحركة وسرعة حركتها وطبيعة الحركة.

المقدمة:

تعد الانهيارات الأرضية واحدة من ابرز المخاطر الجيومورفولوجية لما تسببه من خسائر في الأرواح والممتلكات وترتبط هذه الظاهرة في منطقة الدراسة بعمليات تطور سطح الأرض، المترافقة مع النشاط البشري، المتمثل بالتوسع العمراني الذي يزحف إلى مواضع الإخطار.

والانهيارات الأرضية، مصطلح يطلق على عملية تحرك الفرشات أو الغطاءات الارسابية وبعض الكتل الصخرية الناتجة عن التجوية (الريجوليت) الناشئ فوق السفوح المتحررة بفعل الجاذبية الأرضية في اتجاه أدنى السطح كجسم متماسك أو كتل متجمعة دون تدخل يذكر لعوامل النحت والنقل. ويحدث هذا عادةً على المنحدرات متى توافرت العوامل المسببة لذلك ، وقد تحدث الانهيارات الأرضية بصورة مفاجأة أو على مراحل أو على فترات متباعدة.

تم إجراء الدراسة اعتماداً على الاستقصاء الميداني للمنطقة الذي تم بنحو خمس رحلات ميدانية لمتابعة التغيرات التي تحصل على سفوح المنحدرات، امتدت من سنة (2009 - 2013) اغلبها تم خلال اشهر الصيف والخريف لخطورة تلك المناطق في اشهر الشتاء والربيع بسبب إمكانية تعرضها لعمليات الانهيار التي تنشط خلال هذان الموسمان بسبب شدة الإمطار. تم خلالها التقاط الصور التي يتضمنها البحث. وللتأكد من صحة المعلومات التي قدمتها الخرائط المختلفة. بالإضافة إلى الاعتماد على البيانات المُستحصلة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة الخاصة بالفئات الانحدارية لمنطقة الدراسة (درجة انحدارها واتجاه الانحدار) كذلك ارتفاع تضاريس المنطقة عن مستوى سطح البحر. وكذلك المعلومات المستنبطة من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية الخاصة بمنطقة الدراسة والتي توضح نوعية التكوينات الصخرية. والبيانات المناخية المستحصلة من هيئة الأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ.

مشكلة الدراسة :

نظراً لتعدد حوادث الانهيارات الأرضية بمختلف أنواعها على المستوى المحلي والإقليمي والدولي وما يترتب على هذه الحوادث من دمار ومخاطر كان لابد من التعرف على ما هي الانهيارات الأرضية وآلية حدوثها وما هي المناطق الأكثر تعرضاً لحدوث مثل هذا النوع من الحوادث في قضاء حلبجة حتى نستطيع ما أمكن المساهمة في التقليل من المخاطر الناتجة عنها.

هدف الدراسة :

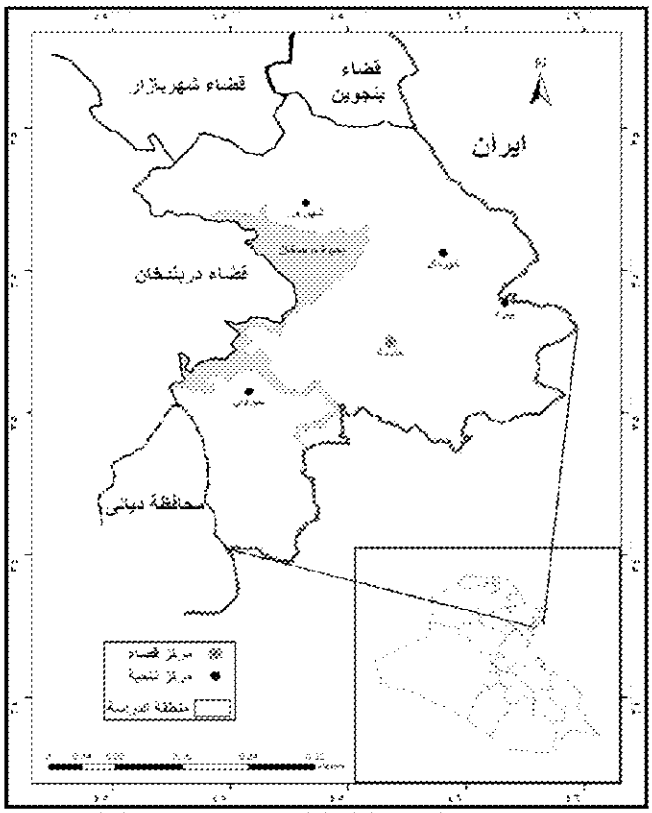
1.تحديد العوامل المتحكمة والمسئولة عن حدوث الانهيارات الأرضية.

2.توضيح القوى المؤثرة في حدوث الانهيارات الأرضية والعوامل المساهمة في رفع هذه القوى.

3.تصنيف إشكال الانهيارات الأرضية وتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة (قضاء حلبجة).

4.توضيح الطرق الواجب إتباعها للحد من الانهيارات الأرضية.

خارطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، الوحدة الرقمية، خارطة محافظة السليمانية الإدارية، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠٠، ٢٠٠٧.

منطقة الدراسة:

يمثل قضاء حلبجة منطقة الدراسة، ويقع في الجزء الشرقي من العراق ضمن الحدود الإدارية لمحافظة السليمانية، يحده من الشمال كل من قضائي بنجوين، وشهربازار، ويحده من الغرب قضاء دربندخان ومحافظة ديالى إما حدوده من جهة الشرق والجنوب فيمثلها خط الحدود الدولية بين العراق وإيران، خريطة رقم (1) . فلكياً يحدد بخطي طول (40" 45°- 12" 46 °) شرقاً، ودائرتي عرض (55" 34°- 30" 35 °) شمالاً. يبلغ أجمالي مساحته (1523) كم2، ويمثل 9,7% من مساحة محافظة السليمانية[1].

المبحث الأول

العوامل المتحكمة في حدوث الانهيارات الأرضية

1.المحتوى المائي:

العامل الأساسي لحصول الانهيارات الأرضية هو تشبع المنحدرات بالمياه. وتعتبر الإمطار المصدر الرئيسي للمياه بالدرجة الأولى سواء كانت المياه سطحية أو باطنية، يليها بالدرجة الثانية ذوبان الثلوج. أن ماء المطر إذ يتسرب في مستويات التطبق للرواسب الطينية أو الرملية أسفل طبقات من صخور أخرى، فانه يؤدي إلى تكوين محاليل غروية زلقة، تعمل على خفض الاحتكاك الداخلي بين الحبيبات وبالتالي سهولة تحركها بالنسبة لبعضها البعض. مما تيسر حركة كتل كبيرة من الطبقات التي تعلوها، فتسبب انزلاق هذه الصخور وتهدمها. وتعتمد هذه العملية على كمية الماء الموجود وعلى درجة مسامية مكونات المنحدرات، فالماء إذ يتسرب في الفجوات والفراغات الموجودة بالرواسب غير المتصلبة، فانه إن لم يشغلها كلية، ظلت كمية من الهواء محتبسة فيها، وهذا يؤدي إلى تولد قوى شد سطحية surface tension، تشد جزيئات التربة أو الرواسب إلى بعضها البعض، وتعمل على تماسكها وزيادة استقرارها، ولكن إذا كانت الأمطار الساقطة من الغزارة بدرجة تؤدي إلى ملء الفجوات والفراغات كلية بالماء، وطرد الهواء، تلاشى هذا الشد السطحي، وأصبح ضغط الماء في مسام المادة كبيرا بدرجة تكفي لفصل الحبيبات[2]. ويؤدي هذا إلى تقليل وإضعاف قوى التماسك والاحتكاك بين أسطح التلامس للكتل الصخرية إي انه يخرجها عن حالة الثبات والاستقرار وتصبح خاضعة بشكل كامل لقوى الجاذبية التي تسحبها إلى الأسفل فتبدأ في الحركة والهبوط. هذا فضلا عن أن كمية الماء المضافة إلى المسام والفراغات تزيد من وزن المواد السطحية المشبعة بها، كما أن إضافة الماء إلى بعض معادن الصلصال يزيد من حجمها فينتج عن ذلك حركة هبوط لهذه المواد على جوانب المنحدرات[3].

يستلم قضاء حلبجة كميات من مياه الأمطار خلال العام الواحد تقدر بـ(657.9)ملم يتركز اغلبها خلال اشهر الشتاء إذ إن نظام التساقط في منطقة الدراسة يخضع لنظام البحر المتوسط، حيث تمتد فترة التساقط من شهر (تشرين الأول) لغاية شهر (مايس) لاحظ جدول رقم (1)، وتبلغ ذروتها خلال شهر كانون الثاني (119.85)ملم وتزداد الإمطار الساقطة بشكل خاص في الجهات الجبلية شرق وجنوب شرق القضاء، وتقل في الجهات الغربية. أما من حيث نوعية الأمطار، فاغلبها إعصارية تأتي نتيجة لمرور المنخفضات الجوية، وهي المصدر الأساسي للتساقط في المنطقة بصورة عامة.

جدول (1)

المعدلات السنوية والشهرية للأمطار في محطة حلبجة المناخية للفترة (1941 - 2003)

كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
119.85	100.03	96.92	86.95	39.25	0	0	0	0	14.7	63.91	106.29	657.9

المصدر: 1.الجمهورية العراقية، وزارة النقل والمواصلات، هيئة الأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة للفترة 1941 ــ 1985.

2.منظمة الأغذية والزراعة العالمية FAO، مكتب شمال العراق، وحدة المناخ الزراعي، بيانات غير منشورة، للفترة 1999 – 2003.

2.التكوينات الصخرية والبنية الجيولوجية:

تتميز المناطق التي تحدث فيها عمليات الانهيارات الأرضية في إن صخورها تتركب عادة من طبقات صلبة متعاقبة فوق أخرى لينة هائلة السمك. فعند تآكل الصخور السفلى اللينة بفعل عوامل التعرية المختلفة، يختل توازن الطبقات الصلبة العليا، وقد ينجم عن ذلك حدوث عمليات تساقط أو انزلاق الصخور[4].

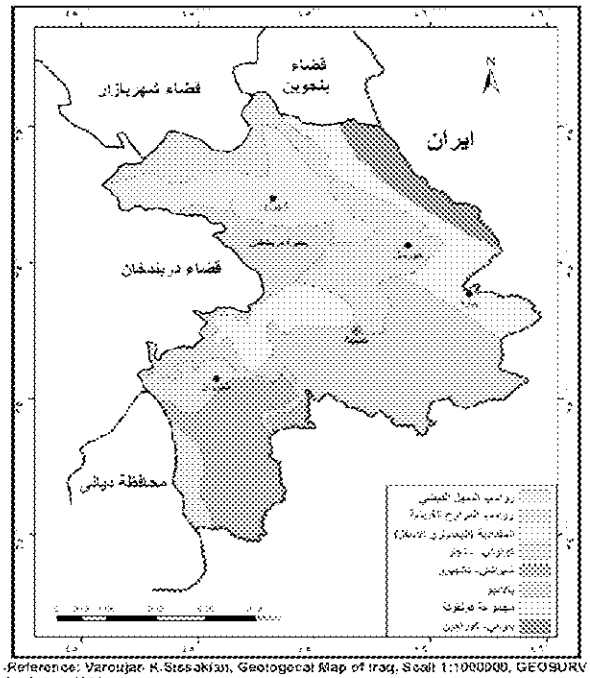
كما إن وجود بعض الطبقات الطينية التي تتموضع عليها الكتل الصخرية المعرضة للسقوط تساعد على حدوث الانهيارات الصخرية، لان هذه الطبقات لها

قابلية شديدة لامتصاص المياه والانتفاخ والتشقق بعد فقدانها المياه، وتؤثر مسامية ونفاذية الصخر في تسهيل مرور الماء سواء الباطني أو السطحي عبر الفراغات الصخرية والذي يعمل على إضعاف الصخر عن طريق إذابة المواد اللاحمة أو بفعل الضغط الناتج عن زيادة الحجم بالتجمد أو بتبلور الأملاح المذابة[5].

ويغلب على الصخور الصلبة تأثرها بالصدوع والشقوق والفواصل وكلها عوامل تزيد من انتشار مناطق الضعف الجيولوجي بالصخر من ناحية، كما أنها تسهل عملية إنفاذ المياه إلى جوف الصخر من ناحية أخرى. وتساعد هذه العملية الأخيرة على تشبع الطبقات السفلى بالمياه والتي ينجم عنها انهيارات أرضية[6].

وقد تكون أسطح التطبق نطاقات ضعف محتملة، فنتيجة لتسرب الماء وتركزه في سطوح التطبق، فأنه يمارس نشاطاً تحليلياً يعمل على تناقص سمك الطبقات الصخرية المتتابعة وبالتالي اتساع سطوح تطبقها من بضعة مليمترات إلى بضعة أمتار، ويعمل نتاج التجوية المتجمع في هذه السطوح على تكوين طبقة كتيمة تمنع تسرب الماء إلى طبقات أعمق خاصة إذا أشتمل على نسبه عالية من الطين. ومثل هذه الطبقات قد تصبح غير مستقرة وتتعرض لانزلاق الصخور على امتداد أسطح التطبق الضعيفة، ومما يساعد على ذلك وجود بنية صخرية غير اعتيادية كأن تكون طبقات تميل كثيراً إلى درجة أنها قد تتطابق مع درجة ميل السفوح نفسها[7].

خارطة (٢) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



Reference: Varoujan K.Sissakian, Geological Map of Iraq, Scale 1:1000000, GEOSURV Baghdad, 2009

وتظهر خريطة رقم (2) التكوينات الجيولوجية وتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة، أما الجدول رقم (2) فيبين نوع

الصخور التي تتألف منها تلك التكوينات وسمكها وقابلية المياه للنفاذ فيها. والتي يظهر فيها إن العمود الجيولوجي يتميز بتكونه من تتابع طبقات سميكة عالية المقاومة لعوامل التعرية مؤلفة من الحجر الجيري المصمت والدولمايت ممتدة فوق طبقات قليلة المقاومة لعوامل التعرية من الحجر الرملي أو الطفل أو الكونكلاموريت أو بالعكس. كما تتميز المنطقة بوجود الفوالق والفواصل والكسور التي تسمح بنفاذ المياه داخل الكتل الصخرية هذا فضلا عن إن المنطقة تتميز تركيبيا إن اتجاه ميل Dip بعض الطبقات الصخرية لتكويناتها الجيولوجية بنفس اتجاه انحدار سطح المنحدر صورة رقم (1)، وهذا سيؤدي إلى حدوث الانهيار الأرضي بدرجة أكبر مقارنة مع الطبقات الصخرية المائلة باتجاه معاكس لاتجاه الانحدار.

جدول (2) التكوينات الجيولوجية في قضاء حلبجة من الأحدث إلى الأقدم

الزمن	العصر	التكوين الجيولوجي	المكونات	قابليته لنفاذية المياه	السمك
الرباعي	بلايستوسين – هولوسين	رواسب السهل الفيضي والمراوح الغرينية	رواسب الرمال والطين ومواد حصوية وغرينية	نفاذة وخازنة	
الثالثي	بلايوسين – ميوسين	مقدادية	الرمال الخشنة والحصى	خازنة	
	الباليوسين – الايكوسين	سنجار	حجر جيري المدملك	نفاذة وخازنة	100
		كولوش	حجر رملي والطفل	غير نفاذة	260
الثاني	الكريتاسي	تانجيرو	حجر المارل الغريني والحجر الرملي	غير نفاذة	200
		شيرانش	حجر المارل وحجر جيري المارلي	غير نفاذه	225
		بالامبو	الحجر الجيري مع المارل والطفل	نفاذة (خازن جيد ومتشقق)	562
		قولقولة	الحجر الصواني والمدملكات	صوان غير نفاذ ومدملكات متوسطة	2700
	الجراسي القار	بلوطي	الحجر الطيني الصفيحي والطفل	غير نفاذ	36

Reference: Sissakian, V.K, The Geological map of Sulaimaniya Quadrangle, Sheet (NI-38-3), Scale 1:250000, GEOSURV, Baghdad, 1995.

صورة (1) ميل الطبقات الصخرية لتكويناتها الجيولوجية بنفس اتجاه الانحدار في بعض المنحدرات/ (منحدرات احمداوه)، الدراسة الميدانية، 17/ 7/ 2009.

3.الميل والانحدار:

إن المناطق التي تتعرض للانهيارات الأرضية تمتاز بانحدارات شديدة تؤدي إلـــى عدم استقرار الكتل الصخرية والتربة الواقعة عليها وكلما زاد الميل اختل الثبـــات والاستقرار وبدأ الانهيار بالحركة نحو الأسفل أو يبقى في وضع غير مستقر .

وتتراوح درجة ميل المنحدرات بين انحدارات لطيفة نسبيا لطبقات الطفل إلى انحدارات حادة لجروف الصخور الصلدة. ويمكن توضيح الآلية التي تتم بها الانهيارات بالعلاقة بين الاجهادات التي تغير استقرار مواد المنحدرات وتسبب تحركها باتجاه مماس لمستوى الانحدار ويطلق عليها إجهاد القص shear stress والتي تتأثر بشكل أساسي بمقدار الجاذبية الأرضية وشدتها ويحددها درجة ميل المنحدر هذا وتعمل الجاذبية على جذب الأجسام في اتجاه عمودي على السطح الأفقي. ويمكن تحليل قوة الجاذبية فوق أي منحدر إلى مركبتين متعامدتين، أحداهما عمودية على اتجاه المنحدر وتعمل على تثبيت الأجسام في أماكنها، أما المركبة الأخرى فتكون مماسة للجسم وتعمل في خط مواز للمنحدر وتسبب تحرك

الأجسام في اتجاه ميل المنحدر. وعند زيادة درجة ميل المنحدر، فان المركبة المماسة تزيد عن المركبة العمودية ويصبح إجهاد القص اكبر. وتقاوم قوى إجهاد القص قوة ثانية تعمل على منع مواد المنحدرات من التحرك تسمى قوة القص[8] shear strength. والجدول رقم (3) يوضح العوامل التي تسهم في رفع إجهاد القص والعوامل التي تسهم في خفض قوة القص.

وتظهر خريطة رقم (3) خصائص الارتفاع لقضاء حلبجة إذ يمثل خط الارتفاع (2538)م فوق مستوى سطح البحر أعلى نقطة ويقع في أقصى الشرق عند سلسلة جبال هورامان، وخط الارتفاع (443)م أدنى ارتفاع في الجزء الغربي عند المناطق القريبة من بحيرة دربندخان. يعكس ذلك الانحدار العام لمنطقة الدراسة تجاه الغرب. وتبين خريطة رقم (4) درجات الانحدار في منطقة الدراسة في سبع فئات انحدارية تراوحت ما بين (0-90) درجة وفيها يظهر أن درجة الانحدار تزداد عند التحرك باتجاه الشرق حيث الحدود العراقية الإيرانية الممثلة بسلسلة جبال زاكروس وتحديدا عند سلسلة جبال هورامان في أقصى الشرق وجبال بالمبو في الجنوب، هذا ويتطابق كل من القيم العالية لدرجة الانحدار والارتفاع مع أكثر المناطق عرضة للانهيارات في منطقة الدراسة. ويؤثر اتجاه المنحدرات على عمليات الانهيارات الأرضية إذ تعاني السفوح المواجهة للأمطار والرياح أكثر من تلك الواقعة في ظل المطر علما إن غالبية الرياح والأمطار في منطقة الدراسة ذات اتجاه شمالي إلى شمالي غربي وتوضح خريطة رقم (5) اتجاه المنحدرات في القضاء والذي يسود فيها اتجاه الشمالي الغربي عند الجنوب الغربي من المنطقة واتجاه الغرب والجنوب الغربي عند شرق وجنوب القضاء.

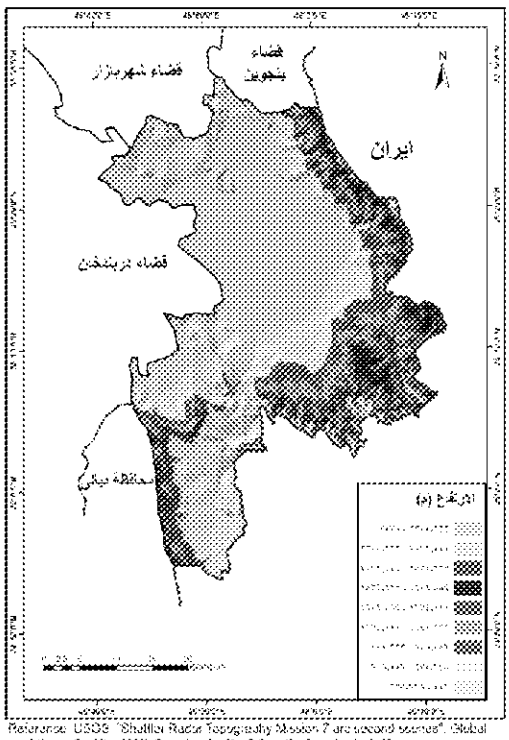
جدول (3)

العوامل المساهمة في خفض قوى القص ورفع إجهاد القص

عوامل مساهمة لخفض قوى القص (shear strength)	عوامل مساهمة لرفع إجهاد القص (shear stress)
1.الحالة الأصلية للمادة المكونة للمنحدر وتشمل: أ.التركيب، مواد ضعيفة بالأساس مثل الأطيان سيئة التجميع (التلاصق). ب.النسجة، احتكاك واطئ بين المواد، مثل تربة غير متماسكة مع تنظيم حبيبي غير مستقر. ج.التنظيم الداخلي للمواد، فوالق كثيرة، مواد لاحمة ضعيفة، المستويات الطباقية تكون رقائقية المواد (خاصة الطين). 2.تجوية التربة تعمل على إزالة المواد اللاحمة بين جزيئات الطبقة الصخرية. 3.زيادة الضغط بين حبيبات التربة أو الفتات الصخري المتولد من زيادة المياه الجوفية. 4.إزالة الغطاء النباتي يعمل على تعرية الوشاح السطحي. 5.الحركات الاهتزازية الناتجة عن الزلازل ومرور المركبات الثقيلة.	1.تقويض السفوح، بإزالة المواد من قاعدة الجروف والمنحدرات ويتم ذلك من خلال: أ.نحر الضفاف بالمياه الجارية. ب.النشاط البشري الممثل بأعمال الإنشاءات الهندسية كشق الطرق. 2.زيادة الحمل على المنحدرات الناتج عن تراكم الجليد، والصخور ، كذلك إنشاء المباني. 3.حركات اهتزازية ناتجة عن: أ.هزات أرضية بسبب الزلازل(*). ب.سير مركبات نقل الحمولات الثقيلة، فعاليات استخراجية من المناجم، استخدام المتفجرات. 4. طبوغرافية المنطقة.

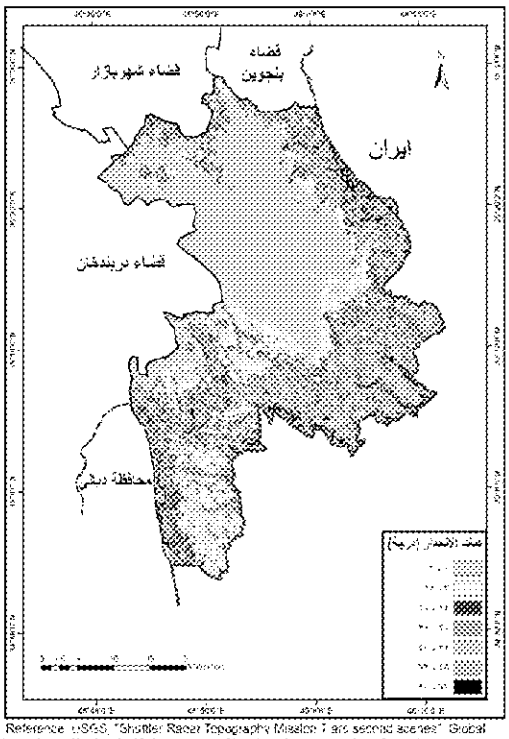
المصدر: تغلب جرجيس داود، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي "الجيومورفولوجيا التطبيقية"، جامعة بغداد، 2002، ص126.

خارطة (٣) الارتفاعات الرقمية في منطقة الدراسة



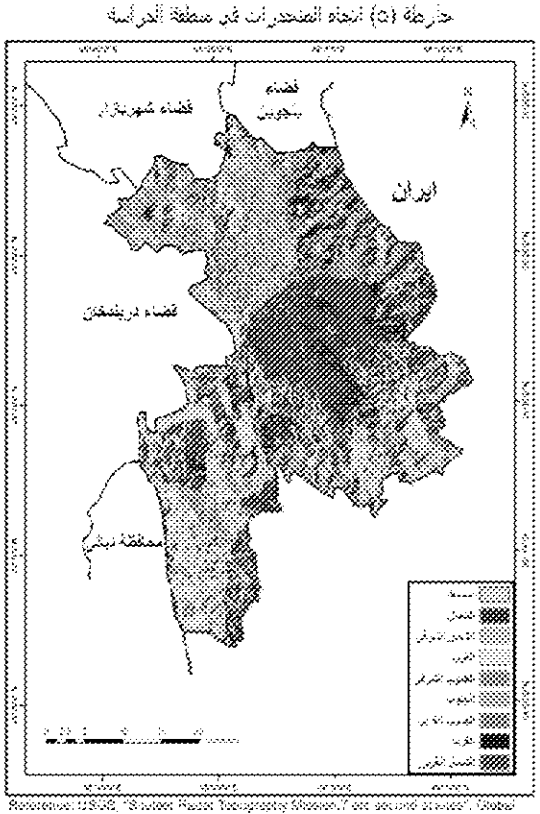
Reference: USGS, "Shuttle Radar Topography Mission 7 arc second scenes", Global Land Cover Facility, 2007. By using ArcGis 9.3 by Surface Analysis Extention

خارطة (٤) انحدار التضاريس في منطقة الدراسة



Reference: USGS, "Shuttle Radar Topography Mission 7 arc second scenes", Global Land Cover Facility, 2007. By using ArcGis 9.3 by Surface Analysis Extention

خارطة (٥) اتجاه المنحدرات في منطقة الدراسة



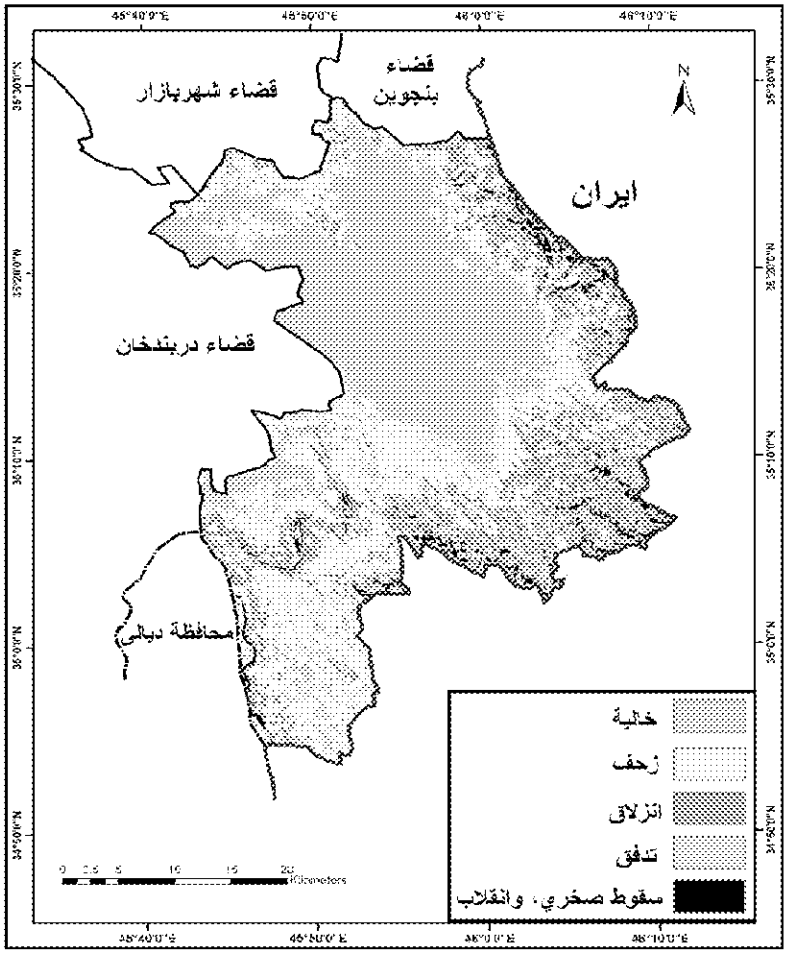
Reference: USGS, "Shuttle Radar Topography Mission 7 arc second scenes", Global Land Cover Facility, 2007. By using ArcGis 9.3 by Surface Analysis Extention

المبحث الثاني

تصنيف أشكال الانهيارات الأرضية وتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة

تصنف الانهيارات الأرضية بناءاً على نوع المادة المنهارة، ونوع الحركة، وسرعة التحرك وقد تم الاعتماد على تصنيف (Varnes, 1978)[9] في تمييز أنواع الانهيارات الناشطة في منطقة الدراسة والتي تركز اغلبها شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة بسبب توفر لظروف الملائمة لحدوثها بينما خلا وسط المنطقة من الانهيارات الأرضية والسبب الرئيسي في ذلك يعود لاستواء سطحها لاحظ خريطة رقم (6)، وتشمل على ما يلي:

خارطة (٦) اصناف الانهيارات الارضية وتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة



المصدر: العمل الحقلي

1. السقوط Falls:

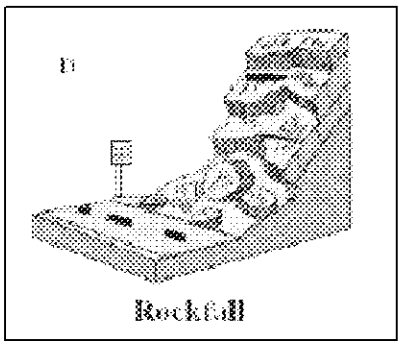
صورة (2) الفواصل والشقوق في صخور المنطقة احد العوامل الرئيسة المسببة لتساقط الصخور/ منطقة احمداوة قرب وادي قلتم، الدراسة الميدانية، 12/ 8/ 2011.

ينشط هذا النوع في منطقة الدراسة في التكوينات الضعيفة التماسك المتكونة من مجموعة قلقولة المؤلفة صخورها من (الحجر الصواني والمدملكات) وتكوين بلوطي المؤلف من (الحجر الطيني الصفيحي والطفل) وتكوين كوراجين المؤلف من(الحجر الجيري الدولومايتي) وتتميز هذه التكوينات بكثرة الفواصل والشقوق، صورة رقم (2) التي تغذي الحجر الجيري بالمياه التي تسهل عملية التجوية الكيميائية والتي تعمل على تفكك الصخور الضعيفة منها فتسقط بفعل الجاذبية الأرضية نحو الأسفل، وتكثر بشكل خاص شرق منطقة الدراسة في مناطق (احمداوة، طويلة) الواقعة ضمن سلسلة جبال هورامان. وتحدث عمليات السقوط على السفوح الشديدة الانحدار التي يتراوح انحدارها ما بين 70° – 90° درجة شكل رقم (1)، وتعتمد سرعة الحركة على مقدار شدة الانحدار حيث تكون الحركة سريعة على السفوح الشديدة الانحدار كالجروف وبالعكس، حيث تتحرك الكتل المنفصلة من الطبقات العليا نحو الأسفل إما بشكل مباشر دون الاحتكاك بالمنحدر كما في المنحدرات الجرفية، أو تتدحرج بسرعة كبيرة على السفوح الشديدة الانحدار حتى تستقر في أسفلها، ومن نتائج تلك العملية تجمع المواد المتساقطة بأنواعها من كتل صخرية وجلاميد وحصى ومفتتات وأتربة على شكل أكوام كبيرة عند أقدام المنحدرات تسمى بالتالوس

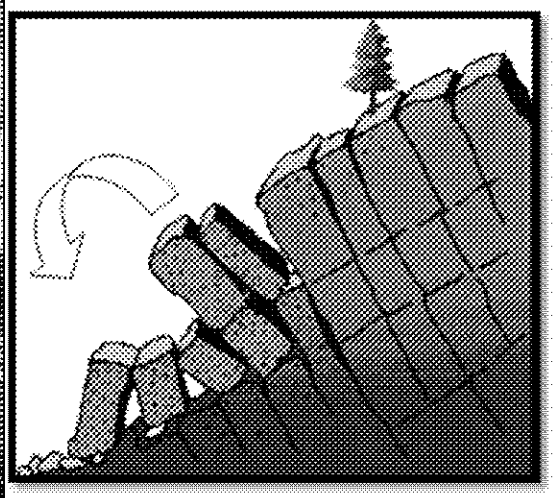
talus وهذه تختلف خصائصها عن السفوح التي ترتكز عليها فهي غير طباقية وقليلة التماسك. وتختلف شدة عمليات التساقط من فصل لآخر فتنشط في الشتاء حيث يحدث انجماد وذوبان للمياه المتسربة داخل الصخور مما يزيد من سعة الفواصل والكسور في جسم الصخر، وكذلك تزداد في فصل الربيع بسبب زيادة المياه الناتجة عن ذوبان الجليد والتي تضاف إلى مياه الأمطار خلال هذا الفصل.

2. الانقلاب Topples:

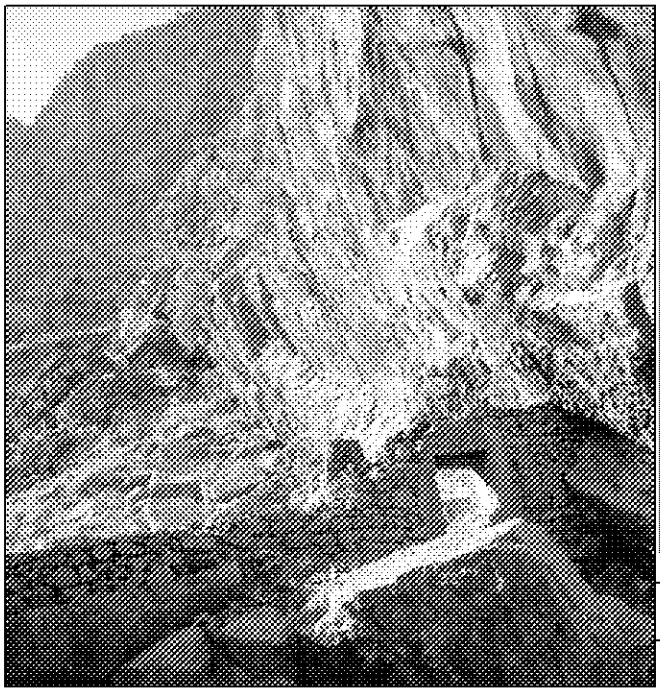
تميز هذه الظاهرة ميدانياً بدوران الشرائح أو الكتل الصخرية نحو الأمام في نقطة محورية أسفل الكتلة الصخرية الأم، شكل رقم (2) وصورة رقم (3) تحت تأثير الجاذبية الأرضية والقوة التي تمارسها الكتل الصخرية المحاذية لهذه الشرائح أو تأثير ضغط السوائل في الشقوق[10]، وتتداخل مناطق تواجد هذه الظاهرة مع مناطق التساقط الصخري في منطقة الدراسة، فقد تم ملاحظتها ميدانيا في منطقة احمداوة على سلسلة جبال هورامان..



شكل (1) التساقط الصخري على السفوح الشديدة الانحدار



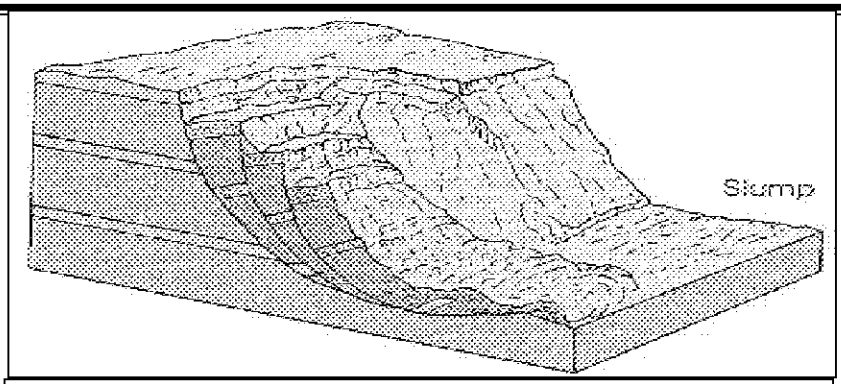
شكل (2) ظاهرة الانقلاب



صورة (3) السهم يشير الى القطع الصخرية المنقلبة/ منطقة (احمداوة) على سلسلة جبال هورامان، الدراسة الميدانية، 12/ 8/ 2011.

3.الانزلاق Slide:

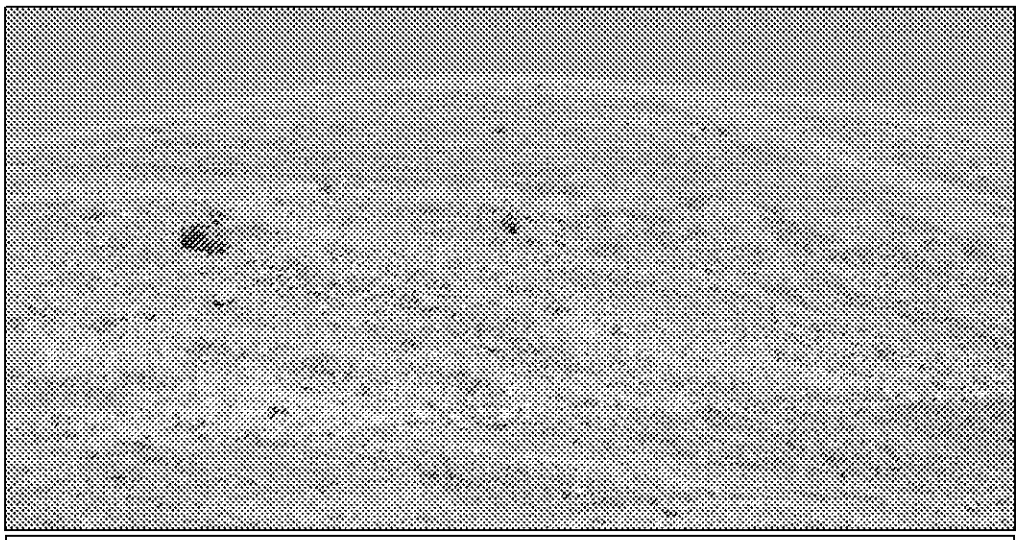
يقصد به انزلاق كتلة صخرية أو مادة غير متماسكة كوحدة واحدة على سطح منحنى. وهو نوع من أنواع تبدد الكتل واسع الانتشار في المناطق ذات المكونات الطينية. تتصف حركته بأنها غير سريعة جدا. كما انه لا يبتعد كثيرا عن منشأه، وينقسم إلى نوعين الأول يسمى الانزلاق ألدوراني Slump Rotational Slides ويتميز سطح الانشطار الأرضي تحت الهبوط فيه بشكل يشبه الملعقة، أي له منحنى مقعر، ويتكون له جرف هلالي عند أعلى الهبوط، كما تحدث للمواد المكونة له حركة دائرية إلى الوراء، وقد يتكون من وحدة واحدة عند الانزلاق أو يكون مركبا من عدة قوالب[11] شكل رقم (3)، وصورة رقم (4).



شكل (3) الانزلاق الدوراني المركب من عدة قوالب على شكل سلم

صورة (4) الانزلاق الدوراني لاحظ الاسهم تشير للقوالب المنزلقة/ قرب الحدود العراقية الايرانية جبل بالمبو، الدراسة الميدانية، 7/ 9/ 2013.

أما النوع الثاني فيسمى الانزلاق الانتقالي Translational slide ويحدث عندما تنفصل الصخور من حجر الأساس أو الطبقة الصخرية للتكوين الجيولوجي ومن ثم تنزلق إلى أسفل على ا[الندبة (حافة الانزلاق)]ي صورة رقم (5) ثم تسقط باتجاه أسفل المنحدر، تحت تأثير الجاذبية. غالباً ما يكون عمق الكتلة المتحركة ضحل لا يتجاوز عمقها بضعة أمتار. تحتفظ المادة المتحركة بتماسكها كلما انزلقت إلى أسفل السطح، يحدث الانزلاق الانتقالي بسبب كون اتجاه انحدار سطوح المنحدرات متطابقة مع اتجاه ميل الطبقات الصخرية، ويحدث كذلك على امتداد سطوح الفواصل Joints أو الكسور Fractures الموازية لاتجاه المنحدر[12].



صورة (5) الانزلاق الانتقالي/ منطقة (هانا سور)، الدراسة الميدانية، 10/ 8/ 2010.

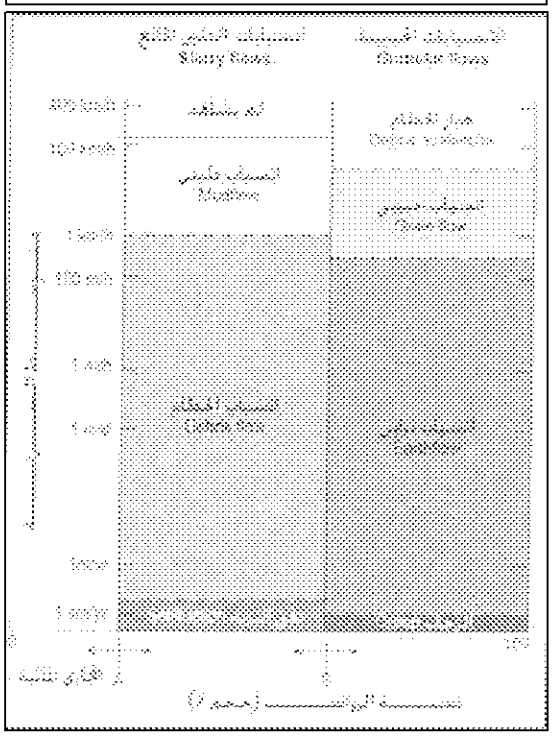
ويحدث الانزلاق بكلا نوعيه عندما يكون المنحدر شديد الميل، حيث تكون مواد أعلى المنحدر متكأه على المواد بقاعدته، وبإزالة المواد عند القاعدة تصبح المواد في أعلى المنحدر غير مستقرة فتنزلق تحت تأثير الجاذبية الأرضية. ويحدث ايضاً عند زيادة الحمولة أعلى المنحدر محدثاً بذلك ضغطاً داخلياً على المواد عند القاعدة، ويحدث مثل هذا النوع عندما توجد طبقات ضعيفة التماسك غنية بمكوناتها الطينية أسفل طبقات أكثر صلابة ومقاومة فعند تسرب الماء للطبقات الضعيفة يقلل ذلك من مقاومتها مما يدفع بحمولتها أسفل المنحدر[13]. وهذا ينطبق على منطقة الدراسة حيث لوحظ من خلال الزيارة الميدانية تركز هذه

الظاهرة بشكل خاص جنوب وجنوب غرب منطقة الدراسة والتي تتألف من تكوينات بالامبو، شيرانش- تانجيرو والتي يتكون اغلبها من صخور الحجر الجيري المصمت والمارل وصخور الطفل الضعيفة.

4.التدفق Flow :

يتضمن عدة أنواع اعتماداً على نسبة الرواسب وسرعتها شكل رقم (4). ويحدث الانتقال من مجرى مائي محمل بالرواسب إلى تدفق طيني عندما تصبح نسبة الرواسب عالية لدرجة إن المجرى المائي لايمثل عامل نقل، بل تصبح الجاذبية الأرضية هي القوى الأولى التي تعمل على تدفق الرواسب المشبعة بالماء. وحين تقل نسبة الماء، يحدث تغير في نوع الحركة من تدفق طيني إلى انسياب حبيبي، حيث يحتوي الراسب عندئذ على الماء والهواء. وتحدد الأنواع المختلفة من تدفقات الطين أو الانسيابات الحبيبية اعتماداً على متوسط السرعة[14] وهي كالتالي:

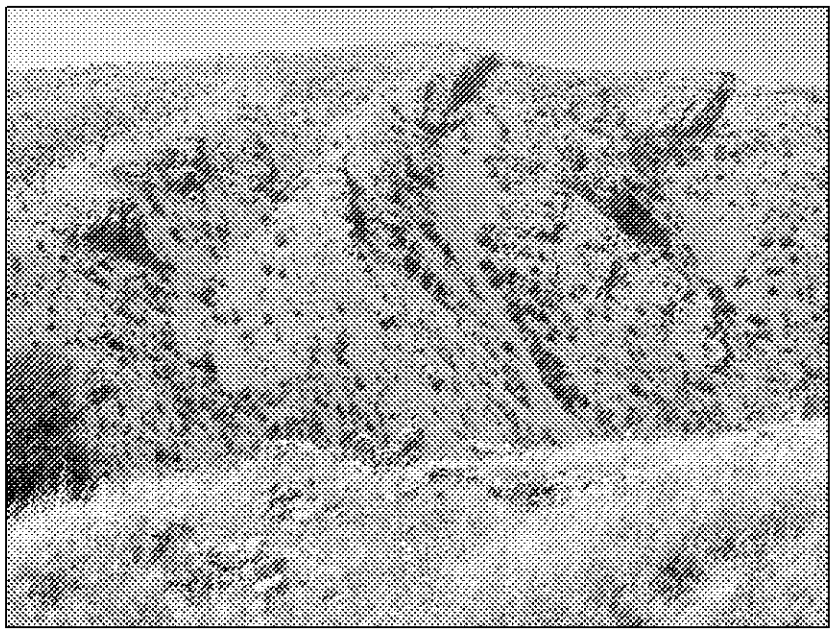
شكل (4) تصنيف أنواع التدفق اعتماداً على نسبة الرواسب وسرعتها



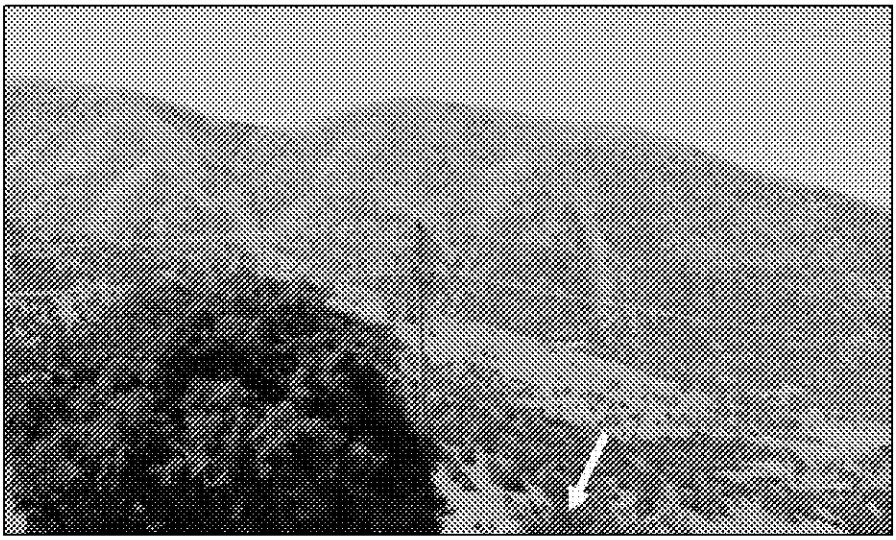
التدفقات الطينية المائعة Slurry flows:

أ. التدفق الطيني Mud flow:

عبارة عن انهيار سريع الجريان من خليط متكون من الطين والفتات الصخري والماء. ويحدث عادةً في المناطق الجبلية الشبه جافة كما هو الحال في منطقة الدراسة. فعند هطول أمطار غزيرة بهذه المناطق تندفع إلى داخل المجرى كميات كبيرة من رسوبيات الجانبين اللذين عادةً ما يفتقران إلى غطاء نباتي، صورة رقم (6). ينتج عن ذلك تدفق طيني على شكل لسان من التربة والصخور والماء، وعند الوصول إلى منطقة مفتوحة عند أقدام الجبل ينتشر الطين المختلط بالجلاميد على هيئة فرشة رقيقة تأخذ شكل المروحة صورة رقم (7) مكونات هذا التدفق غالباً ما تكون جيدة الخلط ذات قوام قد يكون رقيقاً أكثف من الماء المحتوي على كثير من الطين أو غليظاً مثل الاسمنت حديث الصب. وعادة يجري السيل الطيني عبر الأودية والأخاديد الموجودة في هذه المناطق الجبلية[15]. وتم رصد هذه الظاهرة ميدانياً جنوب مركز قضاء حلبجة قريباً من مناطق (هانه سور، تاويره، به رده بال قريب من ناحية بيارة) جنوب شرق القضاء.



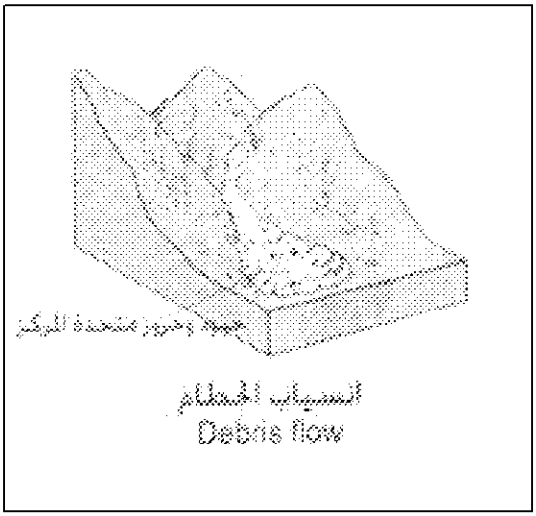
صور (6) اندفاع الرسوبيات من جانبي المجرى/ منطقة تاويرة، الدراسة الميدانية، 12/ 7/ 2010.



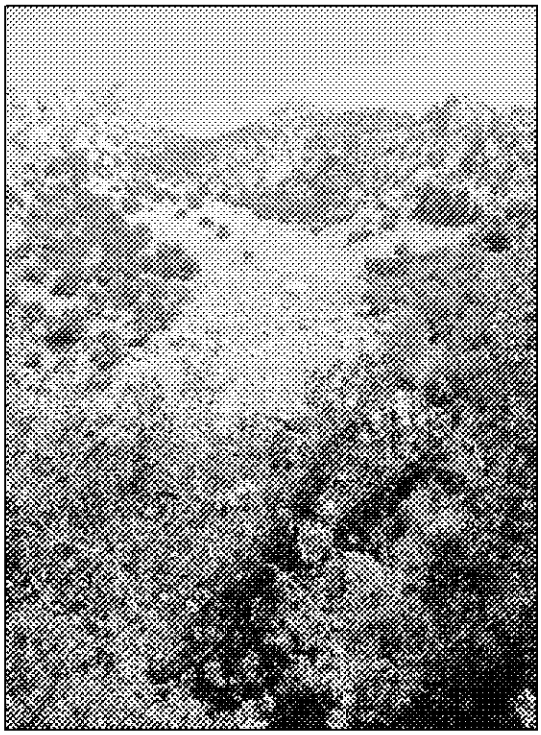
صورة (7) السهم يشير للتدفق الطيني على هيئة لسان/ منطقة (بيه رده بال) قريب من ناحية بيارة، الدراسة الميدانية، 7/ 8/ 2011.

ب.تدفق حطامي Debris flow:

يشمل تحرك حطام صخري غير متماسك إلى أسفل المنحدرات، حيث يكون حجم معظم الحبيبات اكبر من حجم الرمل، وتتحرك بسرعات تتراوح بين متر واحد بالسنة إلى أكثر من كيلو متر واحد بالساعة يكون لرواسب انسياب الحطام مقدمة على شكل لسان، كما يكون سطحها غير منتظم مع وجود مرتفعات صغيرة (حيود) ومنخفضات متحدة المركز، شكل رقم (5)، صورة رقم (8). ويصاحب انسياب الحطام في الغالب فترات يشتد فيها سقوط الأمطار مما يقود إلى تشبع الأرض بالماء بدرجة كبيرة وكافية لبدء الحركة[16]. تتواجد هذه الظاهرة في منطقة الدراسة عند منحدرات احمدآوه.



شكل (5) انسياب الحطام

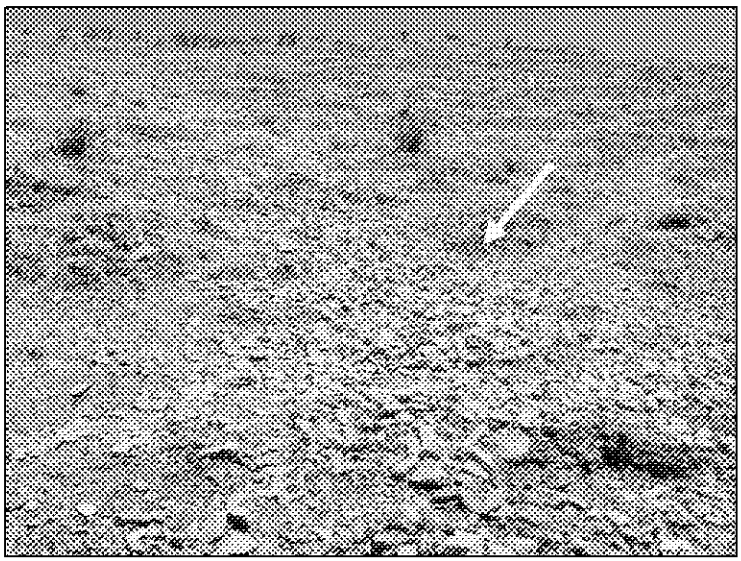


صورة (8) انسياب الحطام/ على سلسلة جبال هورامان، الدراسة الميدانية، 12/ 8/ 2013.

التدفقات الحبيبية:

أ.انسياب حبيبي granular flow:

وتشمل تحرك راسب جاف أو شبه جاف مكون من حبيبات مع وجود هواء يملأ الفراغات المسامية بينها، صورة رقم (9) حيث يعتمد وزن الراسب المنساب بالكامل على تلامس الحبيبات ببعضها البعض أو التصادم بين الحبيبات الذي يزداد عند الانسياب، ويتراوح معدل سرعة الراسب المتحرك نموذجيا بين (0,1-35) متر في الثانية[17]. وتم تحديد هذا النوع ميدانياً جنوب مركز

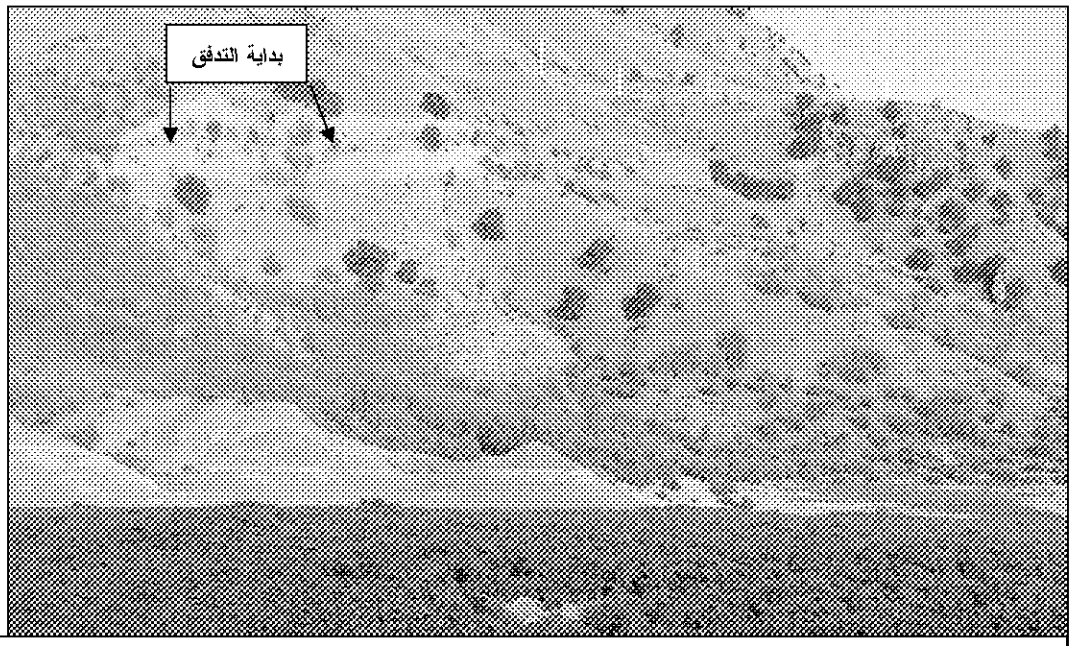


صورة (9) الانسياب الحبيبي المتحرك/ منطقة (بريسى سه رو)، الدراسة الميدانية، 20/ 8/ 2010

قضاء حلبجة عند منطقة (بريسى سه رو).

ب.التدفق الأرضي Earth flow :

يحدث هذا النوع عند تشبع التربة السطحية المفككة بالماء، حيث تملأ المياه الفراغات الموجودة بالتربة، ضغط المياه المضافة يستنزف طاقة التربة على مقاومة التحرك هذا بالإضافة إلى زيادة وزنها الذي يقلل من مقاومتها، فتكون النتيجة حدوث الانهيار حتى عند المنحدرات ألهينه. صورة رقم (10)، وتتألف المادة المنهالة بأغلبها من مكونات الطين والغرين ونسب قليلة من الرمال والجلاميد وتحدث في المناطق الممطرة وتتراوح سرعة الحركة بين متر واحد باليوم إلى عدة مئات من الأمتار في الساعة وتحدث على منحدرات تتراوح بين (2° – 35°)، إما حجمها فيتراوح بين عدة أمتار طولاً وعرضاً، واقل من متر واحد عمقاً، إلى أكثر من عدة مئات من الأمتار عرضاً، وأكثر من 1 كم طولاً، وأكثر من 10 متر عمقاً[18]. يتواجد هذا الصنف في جنوب وجنوب شرق منطقة الدراسة خصوصاً بالقرب من مناطق (هانه زاله، عه نه ب، بياويله، كهووته، كه رويشكان، عه بابه يلي).

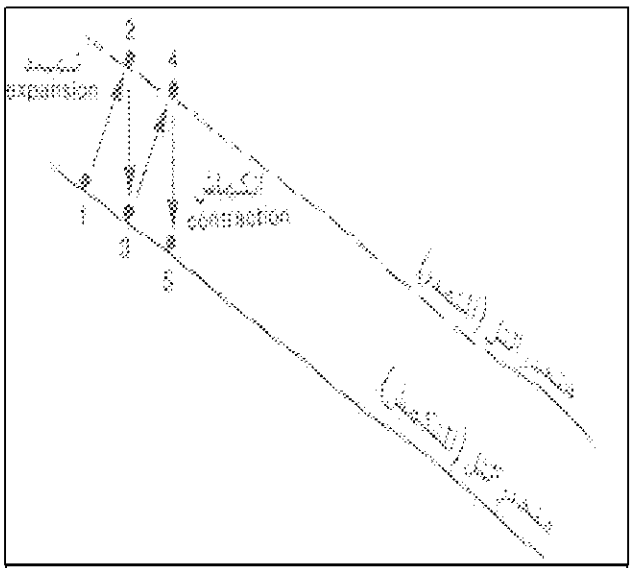


صورة (10) التدفق الأرضي/ منطقة (هانه زاله)، الدراسة الميدانية، 9 /5 / 2013.

ج.الزحف creep:

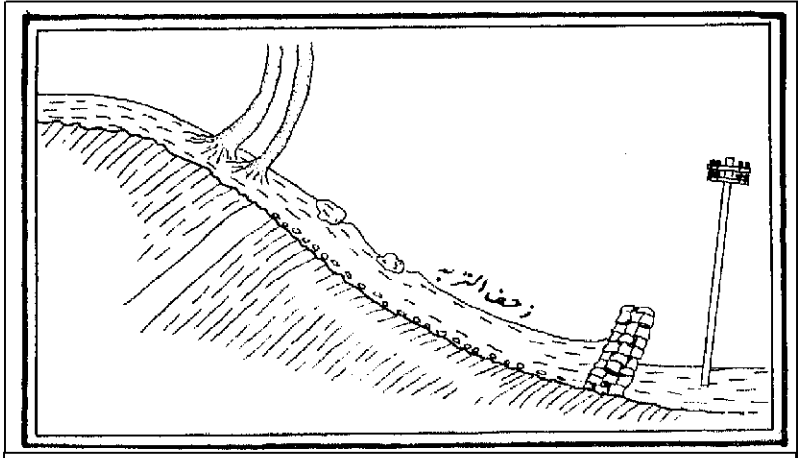
وهو أكثر أشكال الانهيارات شيوعا في منطقة الدراسة وتنتشر في اغلب منحدراتها ويسبقه عملية انتفاخ أو تقبب للمادة المنهالة، وفي تلك العملية تتمدد الطبقة السطحية وتنكمش في اتجاه يوافق ميل السفح. ومع تكرار تلك العملية يتم انتقال المادة المنهالة في اتجاه أدنى السفح بفعل الجاذبية. وتتم الحركة دون الإحساس بها، ويمكن أن يحدث فوق الانحدارات الطفيفة التي قد لا يتجاوز ميلها درجتين فقط، وأقصى معدل للحركة يكون على الطبقة السطحية، ويتناقص المعدل مع العمق حتى يصل إلى الصفر ، فيفقد بذلك زحف التربة القدرة على قص الصخور الساكنة أدناه، أو التربة العميقة.

احد الأسباب الرئيسية للزحف تبادل ظاهرتي التجمد والذوبان أو البلل والجفاف ويوضح الشكل رقم (6) كيفية حدوث الزحف فنتيجة لدورة التجمد والذوبان تتحرك الحبيبات لأسفل على المنحدرات فعندما يحدث التجمد، ترتفع الحبيبة عن سطح الأرض (من نقطة 1 إلى نقطة 2)، وعندما يذوب الجليد تتحرك الحبيبة رأسياً تقريباً لأسفل المنحدر نتيجة تأثير الجاذبية الأرضية (من نقطة 2 إلى نقطة 3)، مما يؤدي إلى تحرك الحبيبة لمسافة قصيرة ولكنها مؤثرة[19].

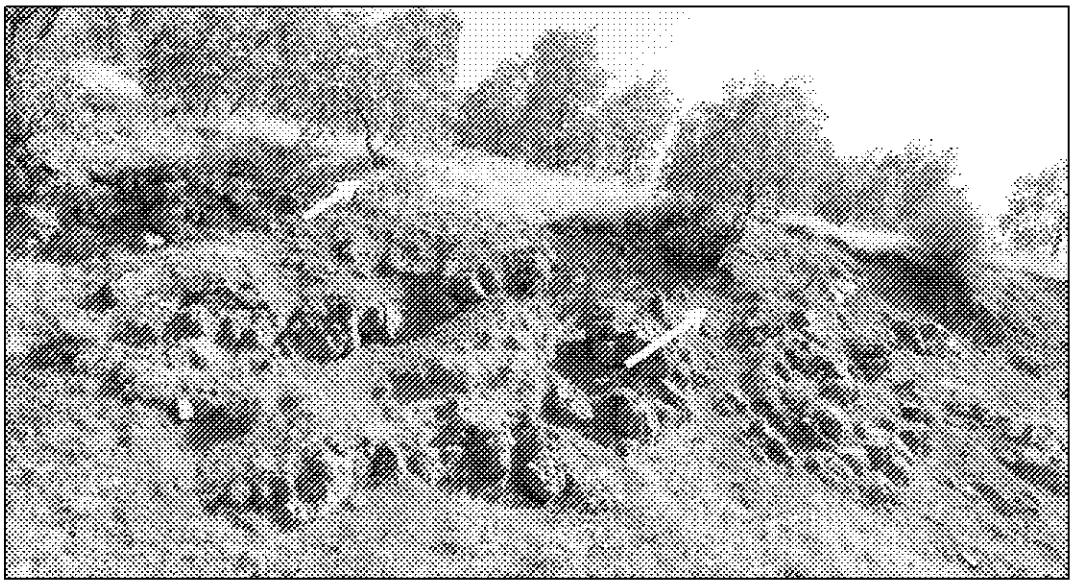


شكل (6) الكيفية التي تتم فيها ظاهرة الزحف

ورغم إن الزحف بطيء جدا بحيث يصعب مراقبته، إلا انه يمكن تقدير حدوثه بالطرق الاستنتاجية من التغيرات التي تطرأ على جوانب المنحدرات حيث يلاحظ تدلي المادة المفككة نحو الأدنى وتغير أماكنها، كذلك تقوس جذوع الأشجار. شكل رقم (7)، صورة رقم (11).



شكل (7) بعض الظواهر التي تدل على حدوث عملية زحف التربة



صورة (11) تقوس جذوع الأشجار وتدلي المادة المفككة نحو الأدنى وتغير أماكنها نتيجة لزحف التربة/ بيارة، الدراسة الميدانية، 12/ 8/ 2009.

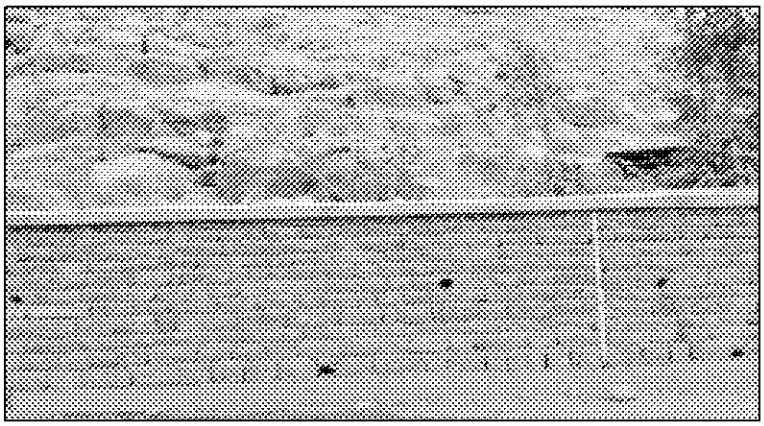
5. الانهيارات الأرضية المعقّدة:

يصنف هذا النوع عند وجود أكثر من شكل واحد من أشكال حركة الانهيارات الأرضية في نفس الموقع. فزحف التربة في كثير من المواضع يكون مترافق مع نوع آخر من أنواع الانهيارات كأن يكون انسياب حبيبي مترافق مع زحف للتربة كما يظهر في صورة رقم (9) كذلك هناك أنواع من الانهيار الأرضي، قد يبدأ في بدايته كهبوط، وبإضافة الماء، يتحول إلى تدفق أرضي في قاعدة المنحدر.

المبحث الثالث

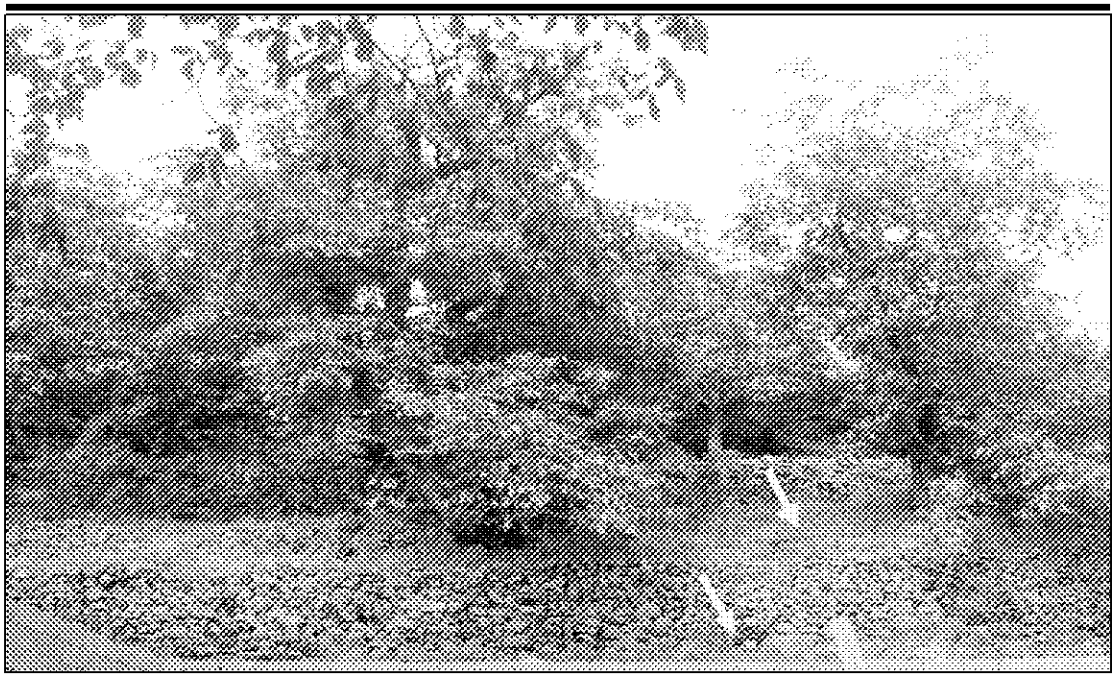
طرق الحد من حدوث الانهيارات الأرضية

1.بناء جدران وحواجز إسمنتية في قاعدة المنحدر تمنع من تساقط الكتل الصخرية أولا، وتقوي قاعدة المنحدر ثانياً، ويجب أن تزود هذه الجدران بفتحات تسمح للمياه المتجمعة والمحتجزة خلف الجدار بالنفاذ منها والتي لوحظ وجودها ميدانياً في بعض منحدرات منطقة احمداوة والمنحدرات المطلة على طريق طويلة، صورة (12) . كما يمكن عمل جدار صخري من الصخور المتساقطة نفسها بجانب الطريق التي تم شقها لمنع وتقليل سرعة تدحرج الكتل الصخرية. وإنشاء شبكة من الأسيجة السلكية على امتداد قاعدة المنحدر للإمساك بالصخور القافزة أو المتدحرجة والعمل على إبطاء حركتها.



صورة (12) الحواجز الإسمنتية التي تتخللها فتحات تسريب المياه / منطقة احمداوة، الدراسة الميدانية، 2/ 8/

2. عمل جدران ساندة من الأحجار المتوفرة محلياً والتي تبنى على شكل مدرجات لمنع زحف التربة وحدوث الانزلاق وهذا معمول به في بعض المناطق ولكن على نطاق محدود، على المنحدرات التي تشرف على منطقة (طويلة وبيارة)، صورة (13).

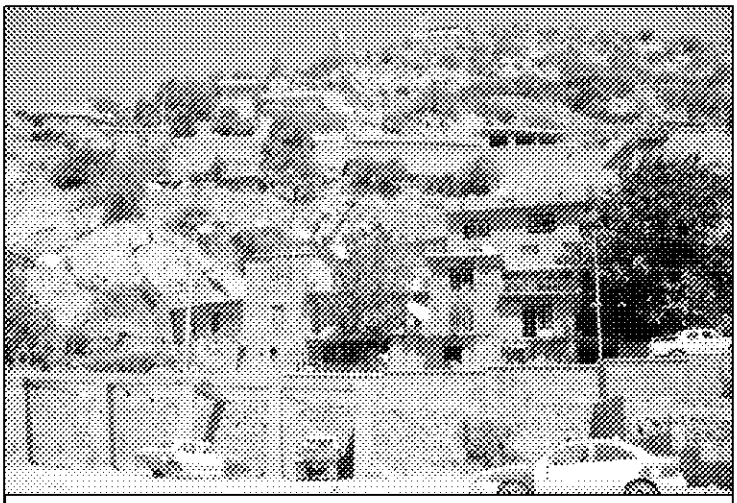


صورة (13) الجدران الحجرية السائدة على شكل مدرجات/ منطقة طويلة، الدراسة الميدانية، 17/ 7/ 2010.

3. تصميم وتنفيذ قنوات تصريف لمياه الأمطار لمنعها من التغلغل ووصولها إلى الكتل الصخرية الآيلة للسقوط، بحيث تخترق هذه القنوات الطبقات الطينية حتى الوصول إلى السطح الصلب من اجل منع تشبع الطبقات الطينية بالمياه. هذا بالإضافة إلى عمل الخنادق العرضية أو الخطية، وهي خنادق تحفر في الأرض وتعبئ بالحصى أو الصخور أو أي مادة لها نفاذية عالية الغرض منها أن تعترض سير المياه.

4.تعبئة الفواصل والشقوق بالمواد الإسمنتية والتي تعمل عمل لاصق تسد الفراغات وذلك لمنع وصول مياه الأمطار وتخللها فيها.

5.عدم بناء المساكن أو استحداث أي مباني أو دور إضافية على المنحدرات كونها تشكل حمل إضافي على المنحدر. وقد تم ملاحظة ذلك ميدانياً وعلى نطاق واسع صورة (14)، كما يجب إخلاء المنازل التي تعرضت للشقوق تحسباً لسقوط مفاجئ للكتل الصخرية. وتفتيت وتكسير الكتل الصخرية المعلقة والتي تهدد المباني المتناثرة أسفل المنحدرات بطرق فنية حديثة من اجل عدم إحداث إي ضرر في تلك المناطق.



صورة (14) لاحظ بناء المساكن على الجزء الأكبر من سفح المنحدر/ منطقة (بيارة)، الدراسة الميدانية، 12/ 8/

6.ضرورة الرجوع إلى جهة الاختصاص من أجل عمل دراسات جيولوجية تكتونية وزلزالية بالإضافة إلى دراسة ميكانيكية التربة والصخور للمواقع المراد استخدامها لتنفيذ أي مشاريع إنشائية.

7.إعداد خرائط المخاطر الجيولوجية والتي يحدد عليها مواقع الانهيارات الأرضية لتحديد المناطق النشطة والمحتملة ومدى درجة خطورتها .

8.زراعة النباتات على سطوح المنحدرات المغطاة بطبقة من التربة للمحافظة على إبقاءها في مواضعها وعدم تعريتها وللحفاظ على تماسك جزيئات التربة ببعضها البعض.

9.خلال سقوط الأمطار يجب عدم الاقتراب من أماكن تساقط الكتل الصخرية لأن مياه الأمطار الآتية من الجبال تمر عبر بعض مناطق الانهيارات الأرضية حيث تعمل المياه على تعرية وإذابة وجرف المواد الساندة لهذه الصخور. وبعد موسم سقوط الأمطار يجب مراقبة الشقوق والفواصل الموجودة ومعرفة مدى اتساعها.

10.نشر الوعي البيئي في أوساط المجتمع من خلال وسائل الإعلام من أجل توعية الناس بمخاطر الانهيارات الأرضية والبناء العشوائي لتفادي حدوثها وحصول أضرار وخسائر مادية وبشرية.

الاستنتاجات:

1.تسبب الانهيارات الأرضية تحرك الصخور والأراضي أسفل المنحدرات تحت تأثير الجاذبية الأرضية بدون واسطة نقل.

2.تحدث الانهيارات الأرضية كنتيجة لدرجة ميل المنحدرات ونوع التكوينات الصخرية وبنيتها الجيولوجية ومقدار تشبعها بالمياه يساندها في ذلك النشاط الزلزالي للمنطقة والأحمال المضافة من التراكمات الثلجية والنشاط البشري بالمنطقة.

3.تؤثر طبيعة المادة المتحركة وكمية المياه والهواء المختلط به ودرجة ميل المنحدر على نوع وسرعة التحرك.

4.تصنف أشكال الانهيارات الأرضية إلى خمس أنواع وهذه تقسم إلى أنواع ثانوية وتتراوح سرعة الانسياب بين سرعة بطيئة جداً (زحف التربة) إلى سرعة عالية جداً (سقوط الصخور) يتركز توزيعها الجغرافي بشكل ملحوظ في شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة.

5.هناك العديد من الطرق للتقليل والحد من حوادث الانهيارات الأرضية بالمنطقة.

المصادر:

1.الجمهورية العراقية، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية 1988، مطبعة الجهاز المركزي للإحصاء، بغداد، 1988.

2. Andrews Goudie ,The Nature of the Environment, 4th edition , Blackwell pub, 2001, p391.

3. بحيري، صلاح الدين، أشكال الأرض، دار الفكر، دمشق، سورية،1979، ص64.

4.أبو العينين، حسن سيد احمد، أصول الجيومورفولوجيا "دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض"، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، مصر، 1995، ص322.

5.سلامة، حسن رمضان، مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 53، 1983، ص8.

6. أبو العينين، حسن سيد احمد، مصدر سابق، ص323.

7. سلامة، حسن رمضان، مصدر سابق، ص18.

8. Miller, M. Stanley, Slope Stability and Landslide, IECA Course, without date.

(*) تبين خريطة البؤر الزلزالية الصادرة عن هيئة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي تعرض المنطقة لهزات زلزالية على فترات مختلفة خلال المائة سنة الأخيرة متوسطة الشدة تبلغ (5 – 6) على مقياس رختر.

9. Cruden, David, The Working Classification of Landslides material matters, Geological Survey, Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, Canada, without date.

10. http;// Land Slide Types and Processes, National atlas. Gov. land slide. Htm.

11. Bernard W. pipkin, Trent, D.D., Richard Hazlet , Geological the Environment , Thomson Brooks/Cole pub , 2005 , p180.

12 .لوتجنز، تاربوك، ترجمة، عمر سليمان حمودة وآخرون، الأرض مقدمة للجيولوجيا الطبيعية، ELGA للطباعة والنشر، 1984، ص211.

13.المصدر نفسه، ص212.

14.هيكل، محمد احمد حسن، وعبد الجليل عبد الحميد هويدي، أساسيات الجيولوجيا الفيزيائية، الطبعة الأولى، مكتبة الدار العربية للكتاب، 2008، ص409.

15. Landslide Classification, From Wikipedia, The free encyclopedia. Htm.

16. .Landslide, From Wikipedia, The free encyclopedia. Htm.

17.هيكل، محمد احمد حسن، وعبد الجليل عبد الحميد هويدي، مصدر سابق، ص412.

18. Delao, L. Helen, & Peter, J. Wilshusen, Landslides in Pennsylvania, Pennsylvania Geological Survey, Fourth series, Harrisburg, 2001, p10.

19. عسل، محمد سامي، الجغرافيا الطبيعية، الجزء الأول، مكتبة الانجلو المصرية، مصر، 1984، ص276-277.

Geomorphological study of Landslide in Halabcha

Abstract:

"Landslide" describes a wide variety of earth processing it results cause downward and outward movement of slope materials (including rock and soil) under the influence of earth gravity.

The earth materials may move by falling, toppling, sliding, flowing and creeping. The various types of landslide can be differentiated according to the kinds of material or the mode of movement or rate of movement.

The trigger of mass movement can be divided into "internal" and "external" causes this classification is referring to modification of the conditions of the stability of the bodies. The internal causes include modifications in the material itself such us Structural and geological factors which decrease its resistance to shear stress, the external causes generally include an increase of shear stress, so that bodies are no longer stable.