

المخاطر البيئية الناشئة من تأثير العوامل الطبيعية في حوض وادي الزاب الكبير: منطقة الدراسة: قضاء عقرة، ناحيتي سورجية وديرة كبرة

أ.د. باسل إحسان القشطيني

مركز إحياء التراث العلمي العربي / جامعة بغداد / الجادرية

المستخلص

تناول الباحث التطور الذي يجري في بيئة جبلية ذات صخور صلبة وعرة تقع الى الشرق من قضاء عقرة. تبلغ مساحة منطقة الدراسة ١٠٠ كيلومتر. وهذه المنطقة، كغيرها من مناطق كثيرة في كردستان العراق، تعاني من مخاطر بيئية. وللوصول الى هدف البحث الذي يتمثل بمعرفة ماتول اليه البيئة في منطقة الدراسة ومدى الأخطار التي تسببها العوامل الهدمية ونعني بها عوامل التجوية والعوامل التحاتية الأخرى. فالتجوية بنوعها ومتى ما إشتد عملها بفعل العناصر الجوية، تكون في مقدمة العمليات الهدمية. إن دراسة موضوع الأخطار البيئية تم بموجب شقين: الأول وهو ما يعرف بالجانب التشخيصي حيث تناول الباحث موضوع التضاريس الحالية مع ذكر ميكانيكية التكوين ومناطق وجود هذه التضاريس، وجرى العمل على خارطة كاملة تمثل جزء من قضاء عقرة (ناحية سورجية وديرة كبره). حدد الباحث التضاريس الموجودة في المنطقة وشملت السلاسل الجبلية وأثر التجوية في تركيبها الجيولوجي مع التضاريس التي تشكلت في الصخور كالتشققات الصخرية في الأعراف الجبلية ووجود الخوانق والروافد وأثار السيول السريعة الجريان على السفوح. والخارطة الجيومورفولوجية تمثل موقع التضاريس السطحية وميكانيكية نشوئها، وهناك سفوح الجبال وما عليها من إنهيارات بمختلف ميكانيكيات التجوية وفقدان التوازن والإنهيارات الصخرية ووجود الأخاديد والوديان وما تقوم به المياه من عمليات حتية وجرف وتفرغ للمواد الصخرية. وأكد الباحث بصورة خاصة على تضاريس مجموعة الإنزلاقات على السفوح المنحدرة وغيرها من مظاهر. تم هذا بعد المشاهدة الميدانية وفي موسمين مختلفين: موسم الأمطار والأخر هو موسم الجفاف. ونتج العمل الميداني بإعداد الخارطة الجيومورفولوجية الديناميكية للمنطقة حسب أسلوب المدرسة الفرنسية.

أما الجانب الثاني من البحث فهو يتمثل بالقرار الذي إتخذه الباحث بموجب مؤشرات التشخيص والتحليل من المرحلة الأولى وتم ذلك بإخراج "خارطة الأخطار البيئية" وتضمنت ما هو موجود فعلاً De facto من أخطار تهدد بيئة هذه المنطقة. ومما يجدر الإشارة اليه أنه لم يتم وضع "أوزان" لهذه المخاطر ولم تصنف بتسلسل الخطورة حيث إن الخارطة لم تؤدي الى تحكيم وإن

Environmental hazards arising from the impact of natural factors in Upper Zab basin: area study: Akra district (Deira Kapra and Sorgiet)

Abstract

The present study is being developed in a mountainous environment with a solid and rugged rocks located to the east of district of Akra. The study area covers an area of 100 km. This area, like many parts of Kurdistan in Iraq, suffers from environmental risks. To reach the goal of the research is to understand the evolution of the environment in the study area and the extent of the dangers caused by weathering actions as well as the erosive factors. The study of environmental hazards has been the subject of two folds: the first is the diagnostic side, where the researcher discusses the subject of the current terrain conditions together with the mechanical configuration of the reliefs and their exact locations of these features by elaborating a "Dynamic Geomorphological Map". The second aspect of the research is represented by the decision taken by the researcher under the indicators of diagnosis and analysis of the first phase was done to bring the "Map of the environmental hazards" and included what is actually, *De facto*, threats to the environment of this region.

The field work resulted in the preparation of the first and the second maps of the region according to the symboles of the French Geomorphological School. This discussion is an essay to understand the mechanism of evolution this kind of montaignous region. It present un preliminary step toward thorough regional planning.

المخاطر البيئية الناشئة من تأثير العوامل الطبيعية في حوض وادي الزاب الكبير: منطقة الدراسة: قضاء عقرة، ناحيتي سورجية وديرة كبرة

أ. د. باسل إحسان القشطيني
مركز إحياء التراث العلمي العربي/ جامعة بغداد

المقدمة:

من البديهيات العلمية والمنطقية Scientific Axiom أن يكون للمواطنين الحق في معرفة التوجه الذي تسير فيه بيئتهم الطبيعية ومعرفة العوامل المؤثرة في نشوء وتطور التضاريس (الجيومورفولوجي) Geomorphologic Evolution والحدود التي تنذر بالخطر الذي يحدثه فيها هذا التطور، وإلى أي درجة من الممكن استغلال هذه المنطقة دون الإضرار وإخلال التوازن، أو على الأقل الحد منه، سواء كانت هذه البيئة طبيعية أو معمورة ونقصد بهذا الرقعة المكانية بكل ما فيها من تراكيب جيولوجية وغطاء حيوي وبنى تحيئية وبنى فوقية Infra and super structures، وقد تكون هذه الرقعة المكانية من ضمن الممتلكات العامة أو الخاصة. وقد اشرفنا في بحثنا السابق حول التطور الديناميكي الجيومورفولوجي^(١) لمنطقة شهر بازار ضمن المرحلة الأولى من دراسة المخاطر البيئية. هناك طرق متشابهة إلى حد بعيد بين هاتين الدراستين ولكن من حيث نوع البيئة وخاصة فيما يخص التركيب الجيولوجي والمواد المكونة لسطح الأرض، وهنا، في هذه الدراسة يكون التكوين الجيولوجي من الصخور الصلبة والصلبة كثيراً أحياناً والموجودة في قضاء عقرة وبوجه الخصوص ناحيتي سورجية وديرة كبرة، بينما في دراستنا السابقة والمشار إليها أعلاه يتكون الغطاء الجيولوجي من صخور طينية ورملية تعرضت إلى درجة عالية من التجوية وهي مكونات من مواد فتاتية هشة قليلة المقاومة، على العكس من المكونات الجيولوجية لهذه المنطقة فهي عالية المقاومة كما سوف نرى لاحقاً.

يقوم الباحث في بحثه الحالي القيام بعملية التشخيص Diagnostic Process للديناميكية الجيومورفولوجية المسؤولة عن تشكيل التضاريس والتي تؤدي بعد ذلك إلى تدهور البيئة، وكما نطلق عليها بالعمليات الهدمية والتي تشكل بحد ذاتها المخاطر البيئية. يستند البحث إلى العمل الحقل Field Work بملاحظة التضاريس وتأشير ذلك على الخارطة الطبوغرافية والتعرف على الغطاء الجيولوجي والتضاريس الناشئة منها ضمن البيئة المناخية الحالية ولموسمين مختلفين أحدهما غزير المطر معتدل الحرارة إلى بارد، كما هو عليه الحال في فصل الربيع، والموسم الثاني جاف ذو درجة حرارة عالية كما هو عليه الحال الصيف. ويقوم الباحث أيضاً على التعرف على الغطاء النباتي والشبكة الهيدرولوجية وتسجيل ذلك كبيانات للعمل تدخل في دراسة البيئة التي تم تحديدها، ويستدعي الأمر أخذ

هدف البحث:

يقوم الباحث في بحثه الحالي بتشخيص التضاريس الطبيعية والوقوف على "ديناميكيته" العامله على أخراجها والتوجه أو التطور الذي تتخذه التضاريس وخاصة التوجه "الهدمي"، وهنا يتشكل ما يصطلح عليه عند الجيومورفولوجيون والجغرافيون الطبيعيون ويعرف بـ "الأخطار البيئية".

يتطلب من الباحث لإستكمال الدراسة الأمور التالية:

أولاً- إعداد البيانات والدراسات عن المنطقة والقيام بالتحري الميداني في منطقة الدراسة.

ثانياً- إخراج خارطة الجيومورفولوجية مؤشراً عليها التضاريس وميكانيكية نشوؤها.

ثالثاً- إخراج خارطة "المخاطر البيئية" أو "Natural Hazard" والتي تبين طبيعة العمليات الديناميكية الهدمية التي تجري على سطح الأرض وكل هذا يتم بالألوان والرموز المتبعة عند المدرسة الفرنسية^(٢).

إن خارطة المخاطر البيئية تعتبر المرجع للإنشاءات العمرانية: كافة انواع البنى الفوقية والبنى التحتية.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة عند خط طول ٠٦°٤١'١٥" شرقاً و ٠٠°٤١'٠٩" غرباً، ودائرتي عرض ٢٤°٣٦'٤٠" و ٤٢°٤٥'٣٦" شمالاً، وحسب الخارطة رقم ٥٩٠/٨٥ و بقياس ١/٢٠٠٠٠^(٣). تبلغ مساحة منطقة الدراسة ١٠٠ كم^٢. منطقة الدراسة تكون منطقة جبلية وعرة حسب ما يظهر في الخريطة وكما نلاحظ في المشهد الفضائي^(٤) شكل رقم (١).

طبوغرافية منطقة الدراسة:

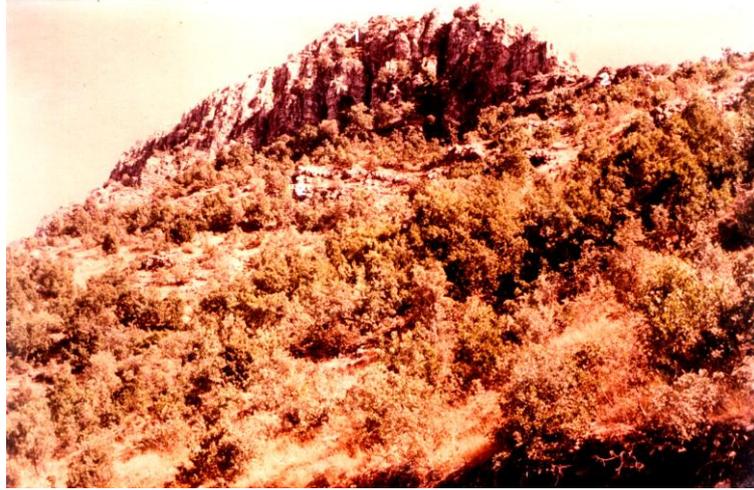
أقليم حوض الزاب الكبير يتميز بطبوغرافية شديدة التضرس حيث هناك الجبال العالية والوديان والأخاديد الضيقة. منطقة الدراسة تكون جبلية وعرة تضم سلاسل جبلية متوازية Anticlinal. توجد ثلاث سلاسل جبلية تتجه من جنوب جنوب الشرق الأكثر ارتفاعاً نحو اتجاه شمال شمال الغرب، وتضم منطقة الدراسة جزء من هذه السلاسل الجبلية، وهي: جبل جاي كوروك الشمال وسلسلة جاي كوليس- جاي ملاموس تتوسط السلاسل الثلاثة والى الجنوب توجد سلسله لاتحمل اسم قليلة الارتفاع و بحدود ١٠٠٠م. كما وإن هناك تقعرات موازية Synclinal للسلاسل الجبلية، وهي ليست بالوديان الضيقة بل وديان فسيحة نسبياً بين ١,٥ كم و ٢,٥ كم. تجري في هذه الوديان الفسيحة جداول أو روافد صغيرة لنهر الزاب الأعلى وتتحد من السفوح الجبلية الى الوديان بعض الشلالات التي يكون بعضاً منها ذو جريان موسمي، صورة رقم (١). تعرضت السلاسل الجبلية الى إنكسارات حسب ما يظهر في الخارطة الطبوغرافية وعلى وجه الخصوص سلسلة جبل جياي كوليس، وتمثل أعلى قمة بالجزء المنكسر من السلسلة يدعى بجبل ملا موس. وهذان

الجبلان يشكلان السلسلة الوسطى من جبال شرق عقرة، وترتفع فيها القمم الجبلية الحادة الى ١٤٠٠م في جبل ملاموس، و ١٧٠٠م في جبل جياي كوليس، صورة رقم(٢)، أما السلسلة

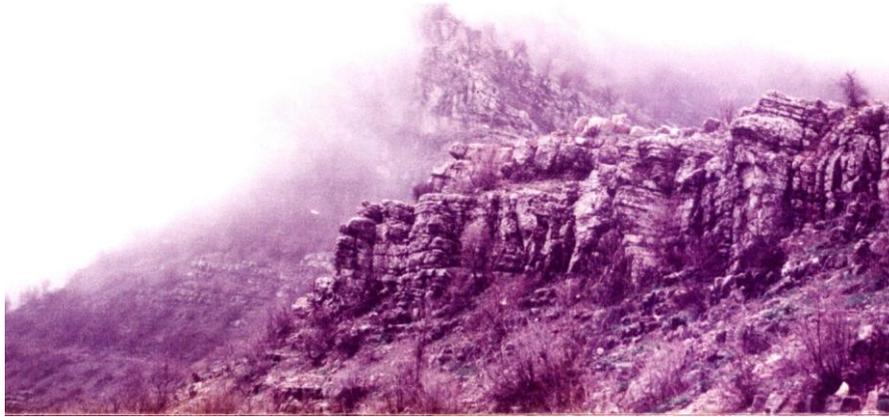
الأخرى الموازية فهي سلسلة جبل جياي كيروك التي ترتفع قممها الحاده الى ١٧٠٠م، صورة رقم (٣) وتقع الى الشمال الشرقي من السلسلة الوسطى وقممها العالية من الصخور المتحولة المتداخلة Intrusive Metamorphic Rocks. أما السلسلة السفلى فإنها ترتفع الى ١١٠٠م، ليس هناك اسم على هذه السلسلة الجبلية الجنوبية. تتجزأ هذه السلسلة من الجبال الى اجزاء بواسطة روافد الزاب الكبير التي تتجمع في شبكات من الجداول والروافد.



صورة رقم (١): موسم الأمطار (نحو آذار)، نلاحظ في مؤخرة الصورة سلسلة جبل كوليس (١)، وفي المستوى المتوسط جبل ملاموس (٢) ذو قمة ظاهرة بارتفاع ١٠٠٠ م عن م س ب، وتكون نتيجة الانكسار للسلسلة الأولى وهو صدع التوائي في نهاية السلسلة الأصلية. نلاحظ وجود شلالات (٣) تخرج من كهوف لأنهار جوفية في جبال صخرية جيوية. وتنحدر المياه الخارجة من الشلالات لتكون جداول تنحدر إلى نهر الزاب الظاهر في مقدمة الصورة. ونلاحظ أن نهر الزاب (أحد فروعها هنا في الصورة) يجري في مجرى يقل حوالي ٢ م عن مستوي السهل الذي يعلوه وهذا السهل على ما يظهر يمثل السرير النهري الأعظم حيث نلاحظ الحد (٤) الذي يفصل السهل الفيضي عن الأرض المرتفعة التي تشابه الرصيف النهري.



صورة رقم (٢): القمم الجبلية في جبال چاي دير باتشك التي تمثل أعلى القمم في سلسلة كيروك نحو ١٧٠٠ م- چاي ديريشك نحو ١٣٠٠ م. وهي من صخور متحولة (١). أما الصخور المحيطة بها فهي صخور جيوية من تركيب عقرة بخمة (٢). تمثل هذه القمم مصدات للرياح الغربية الرطبة القادمة من البحر المتوسط. (الصورة أخذت في موسم الجفاف) حيث نلاحظ جفاف معظم الشجيرات. الساقطة فيها تبلغ الـ ١٠٠٠ م في بعض الدراسات سنوياً (٥). وهذه المنطقة تعبر من المناطق الغنية بالغطاء النباتي السطحي من أشجار البلوط السائدة، صورة رقم (٤).



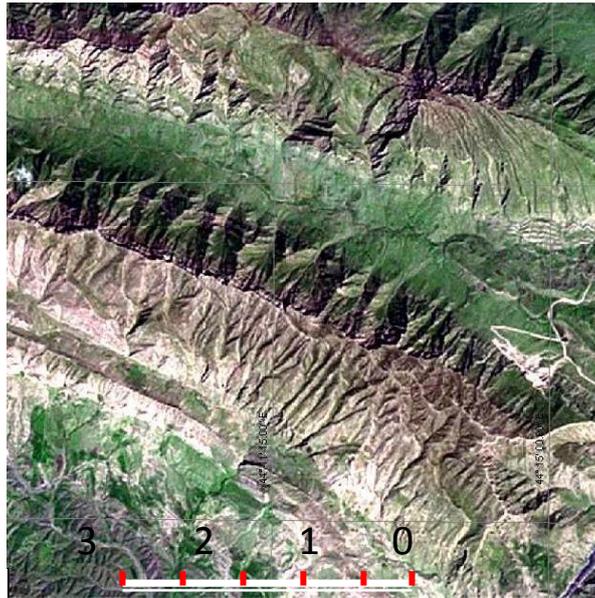
صورة رقم (٣): القمم الجبلية في جبال جاي ملاموس المواجه للرياح الغربية الرطبة، وهذه القمة من صخور الدولومايت تمثل أعلى القمم في جبل جاي ملاموس وهذا الجبل يتعامد تقريباً ويلتوي في نهايته منطقة الصدع على جبل كوليس، الصورة في موسم الأمطار.



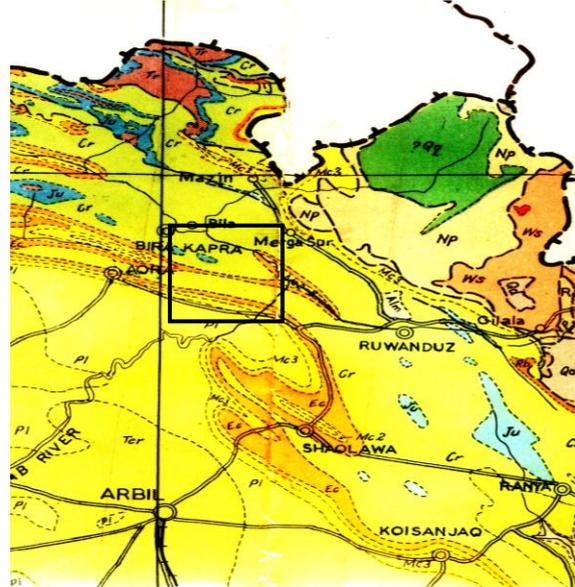
صورة رقم (٤): السلاسل الجبلية الثلاث في منطقة الدراسة تواجه جميعها الرياح الغربية الرطبة حيث تكتسب الكمية الأعظم من الهطول (الأمطار والتلوج). نلاحظ في هذه الصورة المأخوذة في فصل الجفاف، غيابات البلوط الأكثر كثافة في شمال العراق. كما أن هناك بروزات صخرية من الصخور المتحولة (١) الظاهرة على شكل قوسين. (٢) موقع نهر الزاب الكبير.

جيولوجيا منطقة الدراسة:

منطقة الدراسة واقعة جيولوجياً في منطقة حزام الطيات الألبية. وكما نلاحظ في الشكل (٢) التراكيب الجيولوجية. يتداخل في منطقة الدراسة تركيبان جيولوجيان، الأول تركيب عقرة (٦) Aqra formation وهي عبارة عن صخور جيرية Limestone واسعة الإنتشار، أما التركيب الثاني فهو تركيب بخمة Bekhme Formation (٧) وهو أيضاً من مكونات الصخور الجيرية، أقل انتشاراً من سابقتها. ويكون التركيبان عائدان للحقب الثاني Mezosoic وللفترة الكريتاسية Cretaceous Periode والمعلمة على الخارطة الجيولوجية بـ Cr وبالون الأخضر المصفر الفاتح. وفي جنوب بيرة كبيرة توجد منكشفات على شكل بروزات من صخور تمثل القمم الصخرية تعود للحقب الثاني وللفترة الجوراسية والمعلمة على الخارطة بالون الأزرق الفاتح ويحمل الرمز Ju. الى الجنوب الشرقي من التكوين الأخير ولكن في مناطق الطيات المقعرة Synclinal يوجد تراكيب صخرية جيرية أيضاً ولكنها تابعة للحقب الثالث: معلمة بالون البرتقالي وتحمل رمز EC (الإيوسين)، وهناك، وبصورة أقل إنتشاراً والأحدث تكويناً يعود للفترة البليوسين: معلمة على الخارطة بالون الأصفر ويحمل الرمز PI، ويقع الى الجنوب من بيرة كبره ويوجد أيضاً حول نهر الزاب الكبير عند انعطافه حول منطقة من الجبه الجنوبية الشرقية.



شكل (١): مشهد فضائي لمنطقة الدراسة المصدر: (Mr Sid, UTM(NAD83))



الخارطة الجيولوجية لمنطقة
الدراسة الشمالية الشرقية من
كردستان العراق.

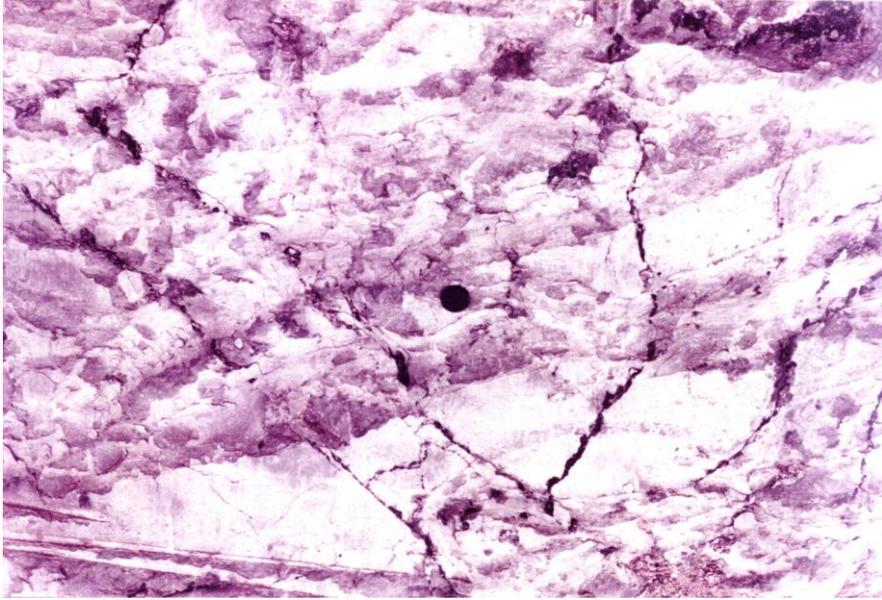


منطقة الدراسة

شكل (٢): خارطة جيولوجية غير تفصيلية لكافة أنواع التراكيب الجيولوجية لجزء كبير من كردستان العراق: منطقة الدراسة محصورة بين عقرة ومركاسور وتضم بيرة كبره كناحية.
المصدر: خارطة العراق الجيولوجية بمقياس ١/١ مليون، إصدار:
Site Investigation Co., LTD., England, Hortors Limitid, Johannesburg, S. A., 1960.
ملاحظة: الرموز والألوان قد تم شرحها داخل المتن.

تطور التضاريس والعوامل الهدمية في منطقة الدراسة:

إن تطور التضاريس أو نشوءها مرتبط بعوامل داخلية، ما يعرف بالتكتونك، تنشأ من حركات داخل الأرض وينتقل تأثيرها إلى سطح القشرة الأرضية، كنشوء الطيات عند سطح الأرض والإنبثاقات البركانية وسيول الأبه والهزات الأرضية والزحف القاري وهاتين الحركتين الأخيرتين تعمل في هذه المنطقة. لا يتطرق الباحث إلى هذه المواضيع لأنها خارج إطار البحث الحالي. وهناك عوامل بنائية تأتي كنتيجة لعمليات تحتية كالترسيب مثلاً. أما العمليات الهدمية الخارجية فهي التجوية Weathering وهي عبارة عن عملية تحضير الفتات الصخري أو المتبقيات والمواد المذابة. وتكون العملية على نوعين: تجوية ميكانيكية Mechanical W. وهي عملية واسعة الانتشار في منطقة الدراسة وتضم عمليات انكسار وتشظي وتجزئة الصخور وتصل حتى إلى سحق الصخور، صورة رقم (٥).



صوره رقم (٥): تكسر أو إنفلاق الصخور الحجرية الجيرية (تكوين عقرة) بسبب التمدد والتقلص أي التباين الحراري Thermal Differences والمدى الحراري Thermal Range الذي تتعرض اليه سطوح الصخور بتأثير السطوح الشمسي وغياب الشمس وتعاقب الفصول، إضافة الى أن دخول المياه داخل الشقوق وتجمده يولد قوة هائلة تؤدي الى زيادة حجم الفراغات وسرعة تهشم الصخرة.

أما النوع الثاني من التجوية فهو التجوية الكيميائية Chemical Weathering حيث تتعرض لها التكوينات الجيولوجية السطحية بدون توقف، وكما هو معروف إن صخور هذه المنطقة صلدة بالمقارنة مع منطقة شهربازار التي قام الباحث بدراستها سابقاً. نلاحظ في الصورة رقم (٦) نواتج التجوية لصخور صلدة نسبياً وهي كتلة مجزئة من صخور الدولومايت، وهي البقايا الطينية من المواد الغير ذائبة، أما المواد الذائبة فيتم جرفها مع المياه. ونقدم في أدناه المظاهر المتعلقة بالتجوية (٨) بنوعيتها وما يترب عليها من عمليات هدمية.

الإنجراف الطيني:

يكون إنتاج الأطيان في أماكن كثيرة من تكوينات الصخور الجيرية بكميات كبيرة من الصخور الأكثر صلادة (صلابة) عند السفوح المنحدرة وتفرغ هذه النواتج من المواد الطينية العالقة على شكل محاليل ترابية اللون أما المواد الذائبة فتكون عديمة اللون وعلى شكل محاليل أيونية الى المجاري المائية أو بواسطة المياه الجارية السطحية Sheet Runoff كما نلاحظ في الصورة رقم (٧)، وتركد المواد العالقة وبعض المواد ذات النسجة الأكثر خشونة على السفوح القليلة الإنحدار وعند السهول في الوديان بين الجبال.

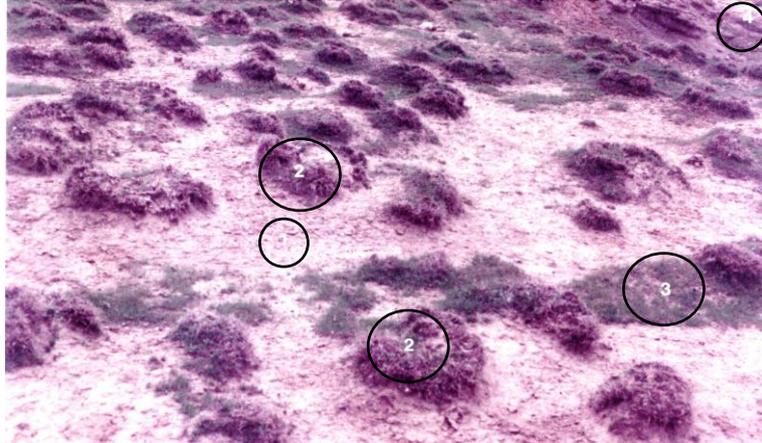


صورة رقم (٦): صخور الدولومايت وهي معرضة الى عمليات التجوية عند: نلاحظ نواتج التجوية الكيميائية على سطوح الصخور على شكل ترب هزيلة سرعان ماتتجرف بمياه الأمطار. وهنا نلاحظ بعض الأعشاب والأشنان قد نمت على هذه الترب الهزيلة.



صورة رقم (٧): تفريغ نواتج التجوية الكيميائية بواسطة الجريان السطحي على السفوح، ثم يتم نقلها بواسطة المجاري المائية، العمليات تتم هنا فوق الصخور الجيرية لتكوينات عقرة - بخمة وبالقرب من عقرة، المياه تكون حمراء مصفرة.

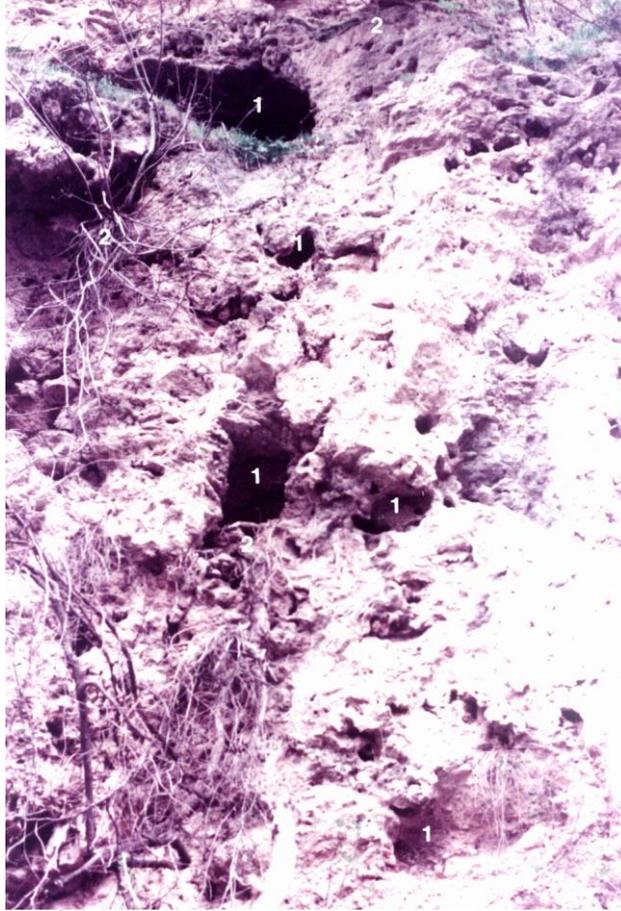
ويشترك أيضاً العامل البشري Anthropic Intervention في التدخل بالبيئة وذلك بطرق كثيرة ومنها قطع الأشجار: في منطقة الدراسة تحوي غابات مفتوحة من اشجار البلوط بأنواعه *Quercus Varierum* والزعور *Crataegus* والحبّة الخضراء وكلها معرضة الى القطع ويوجد هناك شجيرات لا تتجاوز الـ ٣م ارتفاعاً من نباتات حوض المتوسط ولكن لا يوجد الا القليل جداً من النبات المخروطية كأشجار العائلة الصنوبرية كالعفص والسرو حيث يستفاد من جذوعها المستقيمة في البناء وعمل الفحم. أما النباتات العشبية *Herbaceae* فإن الرعي الجائر وطرق التنقل البشري الأرضي وما يرافقه من ماشية... الخ، ومنذ مئات وربما الوف السنين قد ادي الى إختفاءها الا ماندر منها، صورة رقم (٨)، وهكذا فإن الأرض وخاصة التربة فإنها معروضة الى عملية الإنجراف بواسطة جريان المياه السطحي، وخاصة أن هذه المنطقة تكون غزيرة الأمطار. تقدر بعض الدراسات كمية المواد المنجرفة والعالقة من حوض الزاب الكبير بـ ٦,٤٦م لكل هكتار^(٩).



صورة رقم (٨): في المنخفض المحصور بين سلسلة كبروك - ديريشك الى الشمال وسلسلة برده زرد الى الجنوب، وبالقرب من قرية سركندال، نلاحظ وجود تربة سلتية طينية منقولة بواسطة جريان المياه السطحي. هذه المناطق في الوديان الفسيحة ذات الإنحدار البسيط تكون مرتعاً للرعي الكثيف اضافة الى استخدامها كطرق تنقل بين عقرة وبخمة. نلاحظ المناطق المرقمة والمعلمة بدوائر: (١) تربة معرات من الغطاء النباتي وتكون باللون الأصفر المحمر قليلاً. (٢) ماتبقى من جذوع أشجار أو شجيرات وأحياناً أحزمه صغيرة من قصب ويبدو انها قد قطعت حتى مستوى سطح الأرض، يظهر ماتبقى من النباتات التي قطعت في الصورة بلون قهوي غامق وتكون مرتفعة عن سطح الأرض حيث أن عملية إنجراف التربة تكون نشطة عند وجود مياه منحدره غزيرة، فيتم تفرغ المواد الهشة الخفيفة وتصبح آثار الجذوع مرتفعة. (٣) قطع من الحشائش الموسمية مستقرة فوق التربة وهذه القطع لا تتصل فيما بينها لتشكل غطاء يحمي التربة من الإنجراف مع المياه وذلك بسبب الرعي الكثيف واستخدام هذه المناطق كطرق نقل موسمية غير نظامية. (٤) تركيب صخري جيري منكشف وهذا البروز يعمل كحاجز يمنع انجراف التربة الشديد.

آثر النبات الطبيعي في عملية تقويت الصخور:

لايمكن القول أن النبات يشكل خطراً على البيئة بل على العكس من ذلك فهو الغطاء الحامي للتربة من الأنجراف. ولكن في مواضع معينة تشكل النباتات المتفسخة والميتة أثراً في سطوح الصخور الهشة وعندما يكون هناك انهيارات لأسباب متعددة عند السطوح المنحدرة او حتي العمودية منها، قد يعزى هذا الى تجويف الصخور بحيث تترك جذور الشجيرات وحتى الأشجار ندباً وحفرراً في الصخور الغير صلبة مثل الصخور الجيرية الغير نقية، فمثل هذه التكوينات سرعان ماتغزوها الطحالب والأعشاب والشجيرات وتقوم بنخر التكوين الصخري وتعرضه الى التجوية بصورة أسرع، وكما نلاحظ في الصورة رقم (٩).



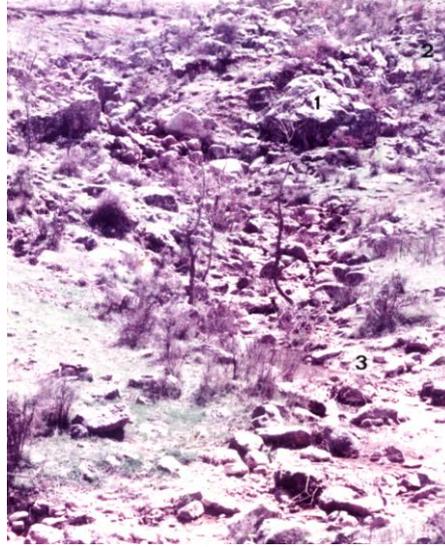
صورة رقم (٩): تكوين صخري جيري غير نقي نلاحظ في (١) تجاويف سببتها جذوع الشجيرات والأشجار، التجاويف الأصغر نتجت عن جذور النباتات وهذا النوع من التضاريس سببها عضوي بالدرجة الأولى وتأتي الرطوبة الجوية بالدرجة الثانية.

الإنجرافات الصخرية:

ماينتج من التجوية الميكانيكية من صخور يمكن ان يبقى مكانه أو أن يسقط من فوق القمم والصفوح الشديدة الإنحدار بفعل عامل الجاذبية الأرضية وهذه العملية تدعى "تحتيم من إثر الجاذبية" $Abolis (head) of gravity(E)$ أو $Ebolis de gravité(F)$ وهذه العمليات أكثر شيوعاً في هذه المنطقة المدروسة، انظر صورة رقم (٦)-صورة سابقة-. وتكون الصخور منتشرة على سطوح الصفوح المنحدرة أو القليلة الإنحدار كما نلاحظ ذلك في الصور رقم (١٠) ويعرف هذا المظهر بـ"الصخور الطالة" $Roches Erantes(F)$ ، ويمكن ان تفتش القطع الصخرية المجزئة الوديان الضيقة وتملأ الوديان الضيقة بحيث تتراكب الصخور الواحدة فوق الأخرى، صورة رقم(١١).

سيلان وانزلاقات التربة:

هذه المظاهر واسعة الانتشار في المناطق المرتفعة وفي الأراضي المتوجه ذات التركيب الجيولوجي الهش كوجود طبقة سميكة من الحجر الطيني أو مانشاً عن تحلل أو تفكك الصخور بعملية التجوية من مواد طينية، وكذلك تلعب الأمطار والثلوج دوراً فعالاً في حدوث هذه المظاهر وبصورة خاصة في موسم الأمطار. وقد قام الباحث بإعداد دراسة شاملة حول المظاهر الشائعة على السفوح المنحدرة (١٠). ولا يسع الباحث تكرار ماتم.



صورة رقم (١٠): نموذج من مشاهد للصخور الضالة وهي من نواتج التجوية الميكانيكية وتتراوح احجامها من بضعة سنتمترات الى أكثر من متر مكعب (١)، وقد عملت مركبة الوزن على زحزحتها ولا يخفى ان التراكمات الجليدية قد ساهمت في نقلها وربما كانت التجمعات الثلجية من السماكة بحيث استطاعت نقل الصخور وإن التركيب الجيولوجي للصخور المهشمة هو نفس التركيب الجيولوجي للصخور التحتية (٢) تم نقلها بواسطة الجليد المنحدر فوق السفوح المائلة: نلاحظ انتشار الصخور بصورة عشوائية على السفوح المنحدرة وقد يظهر تفسيراً آخر لنشر الصخور فوق السفوح وهو وجود عملية نقل أو "دفع" مائي سريع سببها سيل Torrent سبب بعض من الظاهرة الموجودة في الصورة (٣).



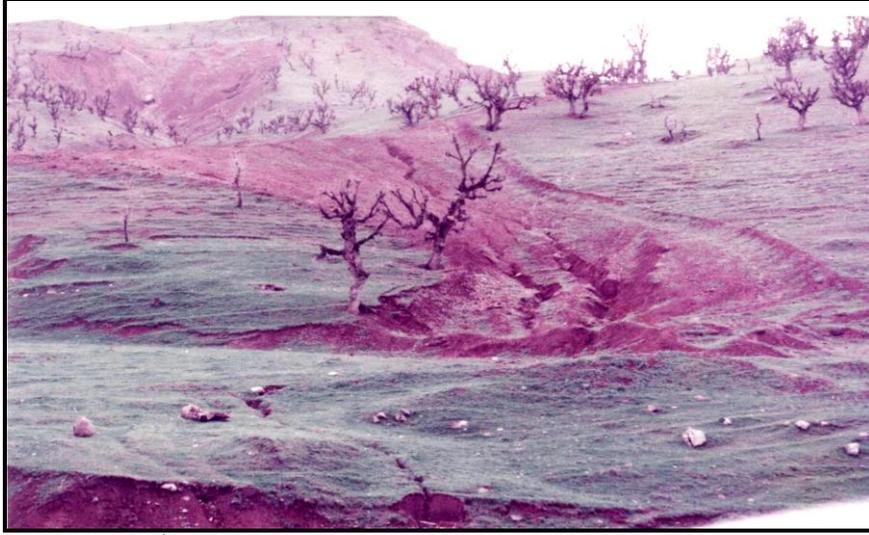
صورة رقم (١١): ظاهرة تكديس الصخور القطع الصخرية المجزئة في الوديان الضيقة وتملأ الوديان الضيقة بحيث تتراكم الصخور الواحدة فوق الأخرى (F) Entassement. نلاحظ عدم وجود أية مواد فتاتية حيث أن هذه المواد سرعان ماتجرفها المياه المنحدرة في مثل هذه الوديان، كما نلاحظ ان حجوم الصخور متباين جداً وإن حافات الصخور تظهر مسديرة وعليها آثار الحت أو السحج المائي (F) Hydrique Abrasion بسبب ماتحملة المياه من مواد عالقة، أنظر صورة سابقة رقم (٧).
دراسته سابقاً ولكن يوجز الباحث هنا اهم ماتم ذكره في البحث السابق ويضيف أيضاً مالم يتم دراسته وتعتبر هذا من المظاهر التي تتميز بها منطقة الدراسة الحالية.

١. سيلان التربة Solifluxion أو Solifluction^(١١):

وهو نزول مواد طينية لينه بسبب زيادة في محتوى المياه السائلة على سفوح التلال أو الجبال أو على الأراضي المنحدرة ذات التربة الطينية أو التربة الثقيلة بصورة عامة. ويحدث انتفاخ ذو مظهر محدب في التربة الطينية وكما نلاحظ ذلك في الصور (١٢) و(١٣).



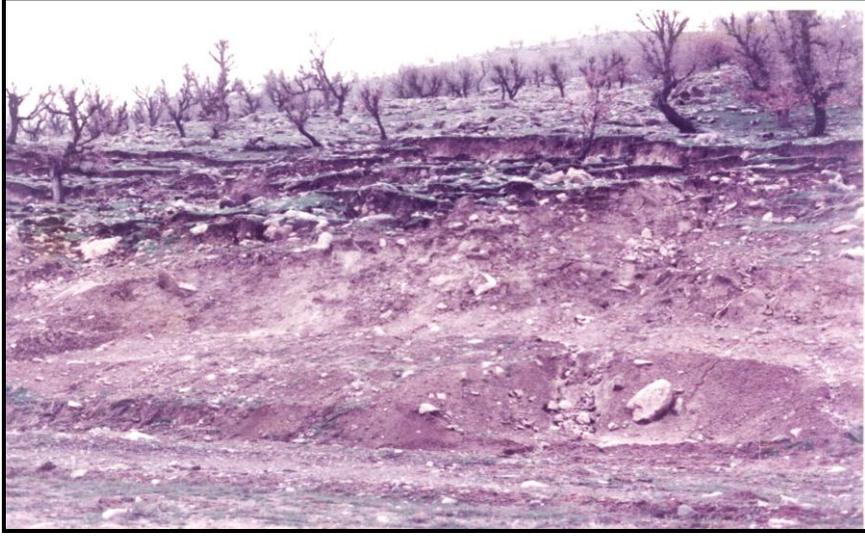
صورة (١٢): تظهر سفوح لتلال، انحدار بزاوية ٤٠° وارتفاع ٧٠م عن الطريق، نلاحظ الثلث الأسفل من المنحدر في حالة انتفاخ Solifluxion بسبب نسجة مكوناته التي تميل الى الترب الطينية الهشة، وهذا الانتفاخ هو المرحلة التي تسبق الانفجار، رقم (١) يشير الى مقطع الإنزلاق، رقم (٢) يشير الى جزء من السفح في حالة حرجة مهياً للإنزلاق كقطعة، رقم (٣) جزء من المنحدر في وضع توازن وقتي.



صورة (١٣): منطقة سيلان التربة Mud Flow وهنا يظهر السيلان وفي مؤخرة الصورة تبين منطقة الأنهيار والسان الممتد الى نهاية المنحدر حيث التوقف النسبي، نلاحظ عدم وجود غطاء نباتي في منطقة مجرى السيلان الطيني بسبب حداثة تكوينه ووجود الأخاديد المتوازية على طول اللسان تركها جريان الماء المسحوب من المناطق العليا والجوانب بعمليات النضح السريع لسرعة التفافية داخل التربة. (سورجية- ماوليا/عقرة).

٢. الإنزلاقات الأرضية Land Slides^(١٢):

تتمثل هذه الظاهرة على المنحدرات على شكل نزول أو هبوط مكون من كتل أو قطع لمواد متحركة على منحدر بدون أن يطرأ تغييرات كبيرة في الأجزاء الهابطة حيث تكون ملتصقة بسفح المنحدر، ويكون "مستوى الإنزلاق"، مقوساً-مقعراً Convexo-Concave أحياناً. وفي أحيان كثيرة تكون الكتل المنزلقة موازية لبعضها البعض الأخر على شكل مدرج Terrassettes (١٣)، صور رقم (١٤) و(١٥) و(١٦).



صورة رقم (١٤): سلسلة من الإنزلاقات على شكل "درجات سلم" على سفح منحدر بزاوية ٤٠°، المادة المكونة للسنفح تربة ذات نسجة خشنة تتخللها الصخور كلسية مختلفة الأحجام، نلاحظ أن الإنزلاقات فقط عند الجزء الأسفل من المنحدر حيث تدخل العامل البشري بالتمهيد لإنشاء طريق مركبات ثقيلة. (سورجية - بخمة/خليفان). المصدر: القشطيني، باسل إحسان، "الإنهيارات والإنزلاقات الأرضية مظاهرها ومخاطرها والآثار المترتبة عليها: دراسة للمظاهر في الأراضي العراقية"، المجلد ١، العدد ٥، لسنة ٢٠٠٨، ص ٨٩-١١٨.



صورة رقم (١٥): بقايا المواد الناتجة من تجوية الصخور الجيرية الطينية Marlstone حيث تشكل هذه الصخور التي تحوي الجزء الأكبر من الأطنان وربما بعض الرمال التي تساعد على تكوين الشقوق وحدوث الإنزلاقات حيث نلاحظ هبوط الجزء الأيسر (١) بالنسبة للجزء الأيمن، كما نلاحظ خط الإنزلاق (٢) الذي يضع الحطام الصخري في مستويين مختلفين. كما نلاحظ عدم وجود غطاء نباتي يحمي التربة من الإنزلاق. المصدر: الإستطلاع والتحري الميداني للباحث.

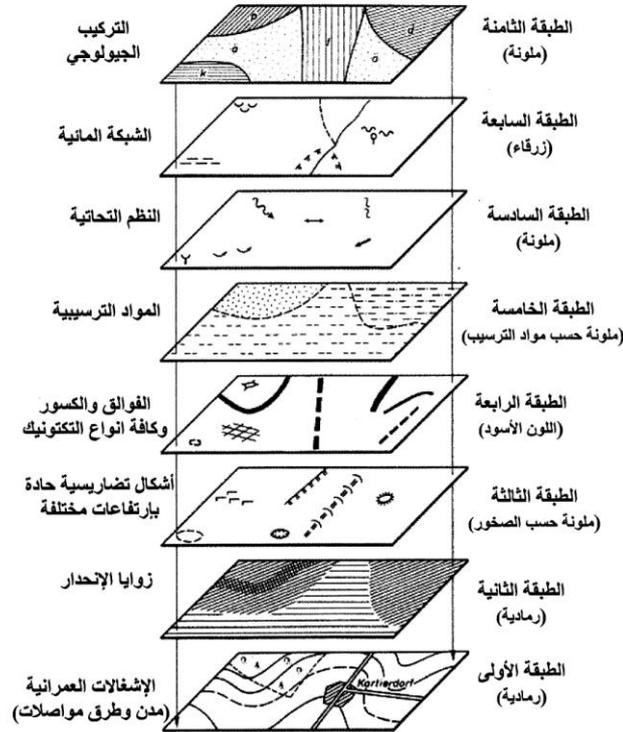


صورة رقم (١٦): عند نفس المنطقة سورجية - ديرة كبره الواقعة في المنطقة المنحدرة نحو وادي الزاب، نلاحظ تعدد الشقوق في السطح العلوي عند (١) و (١'')، ثم وجود كتل منزلقة (٢) و سطح الإنزلاق في (٣) وكتلة منزلقة (٤) تحاول الإستدارة أو الانقلاب على نفسها، يتم كل هذا في مناخ رطب غزير الأمطار، وربما ساعد التراكم الثلجي ويفعل وزنه على ضغط التركيب الهش وانكساره أو فصله كتلة واحدة عند المواسم الباردة الرطبة أو في فصل الشتاء. المصدر: الإستطلاع والتحري الميداني للباحث.

إعداد الخارطة الجيومورفولوجية الديناميكية:

يشكل إخراج الخارطة الجيومورفولوجية مؤشراً عليها التضاريس وميكانيكية نشوؤها الهدف الثاني من مرحلة الدراسة الحالية، أو بمعنى أكثر وضوحاً ان كل عمل يهدف الى دراسة المخاطر البيئية الحالية أو توقعاتها لا بد أن يمر بمرحلة إعداد الخارطة الجيومورفولوجية^(١٤). وكل خارطة جيومورفولوجية عبارة عن مجموعة طبقات Layers وكما نلاحظ ذلك في الشكل رقم(٣)، وتوضح هذه الخارطة المظاهر التضاريسية التي تم عرضها سابقاً، وإضافة الى هذا هناك مظاهر أخرى لم نتطرق اليها وخاصة فيما يتعلق بما يلي:

- القمم الجبلية للسلاسل الثلاث والتي تعرف بالـ"الكورنيش الصخري" Corniche
- Rocheuse(f) أو "الأعراف" الجبلية Crête(f) وهي صخور حادة شاقولية ومتصلة ببعضها تقريبا وذات تكوين صخري كلسي صلب وأحياناً تكون من الصخور المتحولة.
- معوقات صخرية.
- صخور الإنهيارات Eboulis(f) توزيع عشوائي على السفوح المنحدرة.
- مراوح أو مخاريط صخور الإنهيارات Cône d'Eboulis(f) يتميز عن المظهر السابق بكون شكل الأنهييار الصخري شبيه بالمرواح الطموية.
- الخوانق Gorge(f) Canyon(e) والمضايق Cluse(f) و Ruz(١٥).
- اخدود Ravine(f) Gully(e)(١٦).
- وديان "مهديّة" Vallée en Berceau(f) ويكون مقطوعها على شكل حرف "U" ووديان يكون مقطوعها على شكل حرف "V".

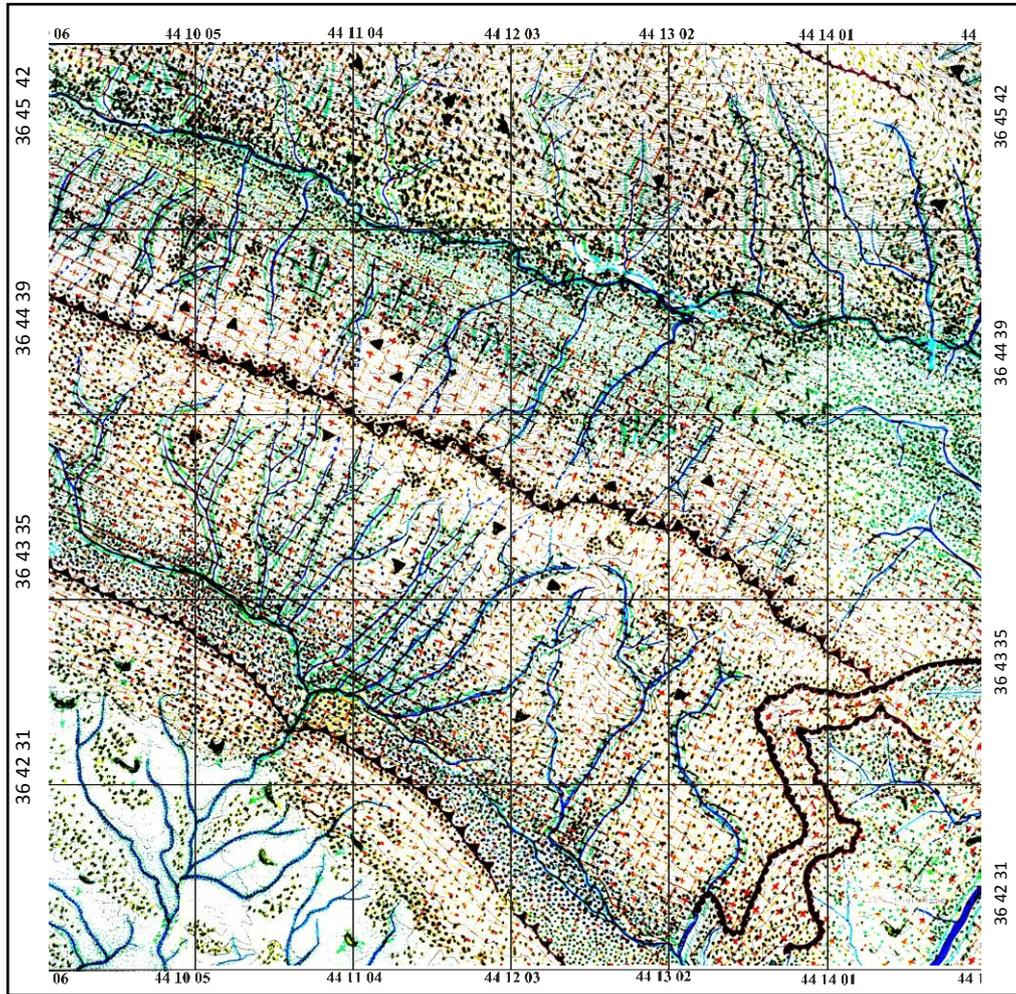


شكل (٣)
طبقات الخارطة الجيومورفولوجية وبيّن تخصيص كل طبقة الى نوع من التحليل
المتجانس الذي يعزى الى الى صفة أو عامل منفرد.
المصدر:

Dietrich Barsch, Klaus Fischer, Gerhard Stablein, "
Geomorphological Mapping of High Mountain Relief, Federal
Republic of Germany",
Mountain Research and Development, Vol. 7, No. 4, High Mountain
Cartography: Hochgebirgskartographie (Nov., 1987), pp. 361-374
Published by: International Mountain Society Stable URL:
<http://www.jstor.org/stable/3673285> Accessed: 28/04/2010 .

وتوجد مظاهر جيومورفولوجية وخاصة فيما يتعلق بالتركيب الجيولوجي الظاهر سطحياً ونوع الديناميكية أو النظام التحتاني الموجود في منطقة الدراسة. تم الترميز لكل ما ذكر أعلاه ابتداءً من الطبقة البنائية التركيبية، والأنظمة التحتانية ونوع التضاريس، وكما هو مبين بالطبقات في شكل رقم (٣). والخارطة الجيومورفولوجية، شكل رقم (٤)، تمثل تطبيق كافة الطبقات المشار إليها في الشكل رقم (٣) عدا الطبقة الأولى والثانية حيث يصعب إخراجها بالقياس المصغر الذي عملت به الخارطة الجيومورفولوجية^(١٧) وهو ١/٥٠٠٠٠.

خارطة رقم (١): الخارطة الجيومورفولوجية الديناميكية



رسمت الخارطة الجيومورفولوجية بموجب المدرسة الفرنسية والاتفاق الأوربي والدول
الفرانكوفونية حول توحيد الرموز المستخدمة في الخرائط ذات القياس الأقليمي، أنظر:

1.C. N. R. S., R.C. P. 77, "Legende Pour la Carte Geomorphologique de la France Au 1/50 000", 1970, 76 pages.

2.Alexander KOH, "Airborne Geospatial Technologies Geomorphological Mapping", Geotechnologies, Bristol, Bristol, United Kingdom, 2007, pdf file format, pp.50.

إن الهدف من إنجاز الخارطة الجيومورفولوجية هو تسجيل المعلومات المتعلقة بالتضاريس حيث
ترمز الألوان للبناء التركيبي (الجيولوجي) والتضاريس الناشئة عليه وكما موضح في المفتاح، ثم هناك

ألوان تشير الى ديناميكية نشوء التضاريس (النظام التحتاني الحالي والموروث) ونقل الفتات الصخري وتجمعات الفتات: استخدمنا هنا اللون الأخضر للدلالة على نظام التحات المائي. لم يلاحظ الباحث في منطقة الدراسة ما يشير الى ديناميكية تعود للحقب الرابع سوى بعض الوديان القليلة جداً والقصيرة الشبيه بحرف U ولا يمكن ايعازها الى وجود نظام تحاتي مثلجي في هذه المنطقة، مثل هذه الأشكال التضاريسية ربما تعود الى تجمعات ثلجية سميكة نسبياً، ومع انحدار الأرض البسيط تولدت مثل هذه التضاريس.

شكل رقم (٤): مفتاح الخارطة الجيومورفولوجية الديناميكية

١. التركيب الجيولوجي

- تركيب كلسي مختلف النقاوة 
- تركيب كلسي سليكاتي 
- تركيب كلسي دولومايني 

٢. الأنتحال البنائي

- كورنيش صخري 
- تقعرية قاعدية 
- عرف صخري (قمة ناتئة) 

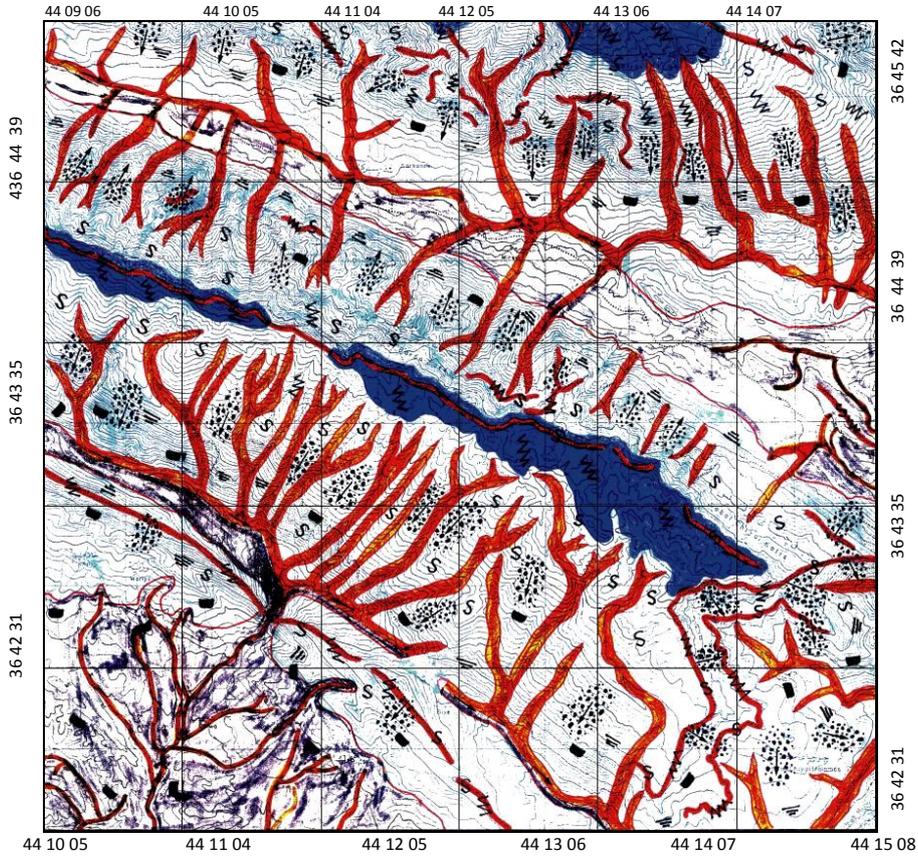
٣. أشكال وتركيبات تضاريسية عند السفوح الجبلية والمنحدرات

- صخور الجاذبية 
- صخور منزلقة على السفوح 
- بروزات صخرية تركيبية على السفوح 
- مخروط (مروحة) صخور منحدره 
- خانق، مضيق، جداول منحدره ذات أعماق ≥ 50 متراً 
- خانق، مضيق، جداول منحدره ذات أعماق ≤ 50 متراً 
- جدول مائي وقتي (Torrent) سريع على السفوح 
- وادي مقعر على شكل U 
- وادي محفور على شكل V 
- شبكة نهريّة "شعرية" في أراضي الـBadland 
- تجمعات مواد فتاتية عشوائية في (أو على) أماكن مختلفة 
- سيلان طيني Solifluxion 

٤. الشبكة المائية

- جريان مائي سطحي دائم 
- جريان مائي سطحي وقتي 
- نهر رئيسي دائم (الزاب الكبير) 

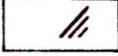
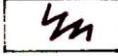
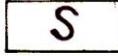
خارطة رقم (٢): خارطة المخاطر الطبيعية في منطقة الدراسة: سورجية وبيره كبره (قضاء عقرة)



كما أشرنا في بداية البحث ان الهدف الرئيسي للبحث هو تشخيص المواضع التي تشكل فيها العمليات الطبيعية ذات الخطورة Natural Hazard والى حدما التدخل البشري Anthropologic Intervention Hazard خطراً على البيئة، ولكن الباحث هنا لم يتناول "شدة" أو "درجة خطورة" أو العتبات المطلوبة لحدوث ظاهرة ما حيث أن مثل العمل يتطلب أعمال فريق بحثي، ربما يكون متموع التخصصات لإستكمال الحلقات الأخرى من العمل. إن لائحة مفاتيح الرموز تعطي فكرة شاملة عن ما "يهدد" منطقة الدراسة. إن منطقة الدراسة تكون منطقة جبلية وعرة تعلوها الأعراف الجبلية التي تتعرض الى عمليات التشقق والتقصف بفعل التباين الحراري الكبير جداً: فخلال الدورة الحرارية اليومية ترتفع الحرارة الى أكثر من ٦٠ م تحت اشعة الشمس الصافية على السطوح الصخرية، ثم تعود وتنخفض الى بضعة درجات مئوية وربما تحت الصفر، حيث أن الأرتفاع عن الأراضي المجاورة يفوق الـ ٧٠٠ متراً، وهذا الوضع يكون فوق الإنقلاب الحراري الذي يحدث ابتداءً من غروب الشمس وحتى شروقها،

وإن أعلى حالات الأنفلاقات الصخرية تحدث في فصلي الربيع والخريف. أما شتاءً فإن القمم والأعراف الجبلية وصخور السفوح المرتفعة تكون تحت الثلوج المتراكمة. إن وجود تراكمات الصخور يكون من سمات هذه المنطقة عدا الوديان بين الجبال التي تكتسحها مياه الثلوج والأمطار والعيون وبوجه الخصوص في السنوات الممطرة وكما ورد ذكره فإن مجموع الأمطار السنوية في هذه المنطقة يفوق الـ ١٠٠٠ ملم. وتشكل أمطار الربيع وحدها بين ٤٥٪- ٦٠٪ من مجموع الأمطار السنوية (١٨).

شكل رقم (٥): مفتاح الرموز لخارطة المخاطر البيئية في منطقة الدراسة

جزء علوي من المنطقة الجبلية تساقط عنده الثلوج لمدة ٤ أشهر/سنة	
جزء من السفوح الجبلية يتميز بجريان مائي منتشر.	
جريان مائي في أخاديد أو سواقي محفورة على السفوح والأراضي المنحدرة، وبعضها يكون على شكل جريان اكتساحي وفتي Torrent.	
أراضي تتعرض الى جريان اخدودي مركز مع نقل وتفريغ للمواد من قبل الشبكة المائية.	
ظاهرة الإنتفاخ الطيني Solifluxion وما يرتبط به من سيلان طيني.	
انزلاقات طينية فوق السفوح المنحدرة، مفردة أو متعدد المستويات.	
صخور متساقطة بفعل الأنكسارات والجاذبية مع مؤشر لاتجاه الحركة.	
تشظي أو إنشقاق الصخور بفعل عامل الإنجماد الذي يعمل لمدة ٥ أشهر.	
نتوءات وبروزات صخرية وقمم جبلية وأعراف جبلية متعرضة الى الظواهر الحرارية المتكرر Thermoclassism(f) (تمدد وتقلص).	
أماكن عمليات ونواتج التجوية الكيميائية: تحلل وإذابة للصخور وبقاياها.	
حافة صخرية أو كورنيش، مشرف على إنحدار نشط قد يكون بسبب التكتونيك.	
مكان تواجد ظاهرة التقصف الحراري Thermoclastie.	
إتجاه تصريف ونقل وتفريغ المواد الفتاتية.	

الخلاصة

تناول الباحث في دراسته الميدانية التطور الذي يجري في بيئة جبلية ذات صخور وعرة. تبلغ مساحة منطقة الدراسة ١٠٠ كيلومتر مربع حيث استخدمت كعينة أو إنموذج ثاني إضافة الى ماقدمناه في دراسة سابقة لمنطقة أخرى. وهذه المنطقة، كغيرها من مناطق كثيرة في كردستان العراق، تعاني من مخاطر بيئية. للوصول الى هدف البحث الذي يتمثل بمعرفة ماتول اليه البيئة في منطقة الدراسة ومدى الأخطار التي تسببها العوامل الهدمية ونعني بها عوامل التجوية والعوامل التحتانية الأخرى وبكل ماتعنيه الكلمة *Stricto Senu* ولانقصد هنا العوامل البنائية (التكتونيك البنائي: كتكوين الطيات، مثلاً أو عمليات ملحقة أو غير ملحقة بالعمليات التحتانية كالترسيب)، فالتجوية بنوعها متى ما اشتد عملها بفعل العناصر الجوية، فجميعها عمليات هدمية. إن دراسة موضوع الأخطار البيئية تم بموجب شقين: الأول وهو مايعرف بالجانب التشخيصي حيث تناول الباحث موضوع التضاريس الحالية مع ذكر ميكانيكية التكوين ومناطق وجود هذه التضاريس، وهي بلا شك تشغل كافة مساحة منطقة الدراسة وهي بقياس خارطة كاملة لجزء من قضاء عقرة (ناحية سورجية وبيرة كبره). حدد الباحث التضاريس الموجودة في المنطقة وشملت الكتل الجبلية وأثر التجوية في تركيبها الجيولوجي مع التضاريس الموجودة على القمة كالتشققات الصخرية في الأعراف الجبلية ووجود الخوانق والروافد السيول السريعة الجريان وهي شواهد لما آلت اليه اصخور السطحية، وهناك سفوح الجبال وما عليها من إنهيارات بمختلف ميكانيكيات التجوية وفقدان التوازن والإنهيارات الصخرية ووجود الأخاديد والوديان وماتجريه من عمليات حتية وجرف وتقريغ للمواد الصخرية. وأكد الباحث بصورة خاصة على تضاريس مجموعة الإنزلاقات على السفوح المنحدرة وغيرها من مظاهر وكل هذا قد تم بعد المشاهدة الميدانية وفي موسمين أحدهما هو موسم الأمطار والآخر هو موسم الجفاف. وقام الباحث بإعداد الخارطة الجيومورفولوجية الديناميكية للمنطقة حسب أسلوب المدرسة الفرنسية. أما الشق أو الجانب الثاني من البحث فهو جانب القرار الذي إتخذه الباحث بموجب مؤشرات التشخيص والتحليل من المرحلة الأولى وتم ذلك بإخراج "خارطة الأخطار البيئية" وتضمنت ما هو موجود فعلاً *De facto* من أخطار تهدد بيئة هذه المنطقة. ومم يجدر الإشارة اليه أنه لم يتم وضع "أوزان" لهذه المخاطر ولم تصنف بتسلسل الخطورة حيث إن الخارطة لم تقد الى تحكيم وإن القرار الذي إتخذه الباحث لايتناول الجوانب الفنية التي من الممكن أن تؤدي الى حلول لمعالجة المشاكل التي تعترض الأعمال الإنشائية الممكن القيام بها أو الضرورية للمنطقة وعلى وجه الخصوص موضوع إنشاء الطرق والجسور التي تجتاز وديان المنطقة. لا يوجد أسلوب متفق عليه في إعداد خرائط الأخطار البيئية وقد استخدم الباحث رموز جيومورفولوجية للدلالة على طبيعة المخاطر وتم وضعها في مكان وجودها الحقيقي على سطح الأرض وبكل مايمكن عمله من دقة في تحديد مكان الظاهرة، وكذلك يمكن أن يقال أن وجود رمزاً واحداً في مكان على الخارطة لايعني عدم تكرر وجود الظاهرة على الأرض في أمكنة مجاورة قريبة.

المصادر

- ^١ . القشطيني، باسل إحسان، "التطور الديناميكي الجيومورفولوجي والمخاطر البيئية: دراسة لمنطقة مختارة في أعالي حوض الزاب الصغير: منطقة شهر بازار"، بحث ملقى ومقبول في وقائع المؤتمر الجغرافي العلمي الأول ٢٠١٠/١٢/٢-١، بغداد، معد للنش في الكتاب السنوي الثاني لمركز إحياء التراث العلمي العربي.
- ^٢ . هناك مدرستان رئيسيتان للخرائط الجيومورفولوجية الديناميكية الأولى هي المدرسة الفرنسية وعمل فيها الأساتذة المختصين مثل: F. Joly, J. Tricat, F. Verger, Dewolf. وتمخضت هذه المدرسة عن إصدار تغطية كاملة لكامل فرنسا وبعض الدول الفرنكوفونية بالخرائط الجيومورفولوجية بقياس ١/٥٠٠٠٠٠ ابتداءً من عام ١٩٧٠ بعد أن تم إصدار مفتاح الخرائط التالي:
- C. N. R. S., R.C. P. 77, "Legende Pour la Carte Geomorphologique de la France Au 1/50 000", 1970, 76 pages.
- أما المدرسة الثانية في الجيومورفولوجي فهي المدرسة البولندية وقد سعت بتشكيل لجنة لإصدار خارطة جيومورفولوجية تفصيلية للعالم:
- IGU Commission on Applied Geomorphology, "Project of the Unified Key to the Detailed Geomorphological Map of the World", Folia Geographica, Vol. ii, Kraków, Poland, 1968, 25 pages.
- ^٣ . Hunting Aerosurveys Ltd., 22, Old Bond st., London W1, 1951-1952, printed by Directorate General of Survey, Baghdad.
- ^٤ . MrSID, Lizardthech, Inc., <http://www.lizarthech.com>, International Land System, Inc., <http://www.landsystems.com>, compressed Spot coloured mosaic image of Iraq.
- ^٥ . انظر الأطلس المناخى للهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي "أطلس مناخ العراق"، بغداد، ١٩٨٩، ص B99.
- ^٦ . Sadiq, Deeren Mohammad, "FACIES ANALYSIS OF AQRA FORMATION IN CHWARTA-MAWAT AREA FROM KURDISTAN REGION, NE-IRAQ", UNIVERSITY OF SULAIMANI, COLLEGE OF SCIENCE, DEPARTMENT OF GEOLOGY, Sept 2009. pages not numerated, access date 14/3/2011, Kurdistan-Geology Website.mht. Date of access to the site 10/3/2011.
- ^٧ . Ali, Dilshad Omer, "Sedimentology and Stratigraphy of Bekhme Formation (Upper Cretaceous) in selected sections in Kurdistan Region-Iraq", Dept. of Geology, University of Sulaimani, Ms, 2010-2011. Date of access to the site 14/3/2011. <http://www.uni-sci.org/htmls/geo-%20thesis.html>
- ^٨ . إن نواتج التجوية عبارة عن مفككات صخرية شبيهة بالصخور الأصلية (صخور الأم) *Mother Rock* التي أنتجت وتعرف هذه الحالة بالتجوية الميكانيكية، ويمكن ان تزال هذه النواتج بأحد عوامل النقل، ولا نقول في هذه الحالة ان السطح الصخري قد تعرض لعملية "تعرية" لأن الصخور الأصلية معرأة أصلاً *denuded* ومجزئاتها موجودة "في المكان ذاته" *In situ*. أما في حالة إنجراف أو إزاحة أو تذبذب أو تفرغ بقايا التجوية الكيمياءوية ويظهر الصخور الأصلية في مكانها بدون أية غطاء من أية مواد كانت فهذه "تعرية" *Denudation*.
- ^٩ . المجلس الزراعي الأعلى، "الموازنة المائية في العراق"، منشورات مكتب الدراسات والأبحاث الزراعية، بغداد، سنة ١٩٧٩، ص ١٤٤.
- ^{١٠} . القشطيني، باسل إحسان، "الإنهيارات والإنزلاقات الأرضية مظاهرها ومخاطرها والآثار المترتبة عليها: دراسة للمظاهر في الأراضي العراقية"، المجلد ١، العدد ٥، لسنة ٢٠٠٨، ص ص ٨٩-١١٨.

١١. حسن، محمد يوسف وآخرون، "أساسيات علم الجيولوجيا"، الناشر: جون وايلي وأولاده، انكلترا، ١٩٨٢، ص ٢٤٨-٢٥٣.
12. C. F. Stewart Sharpe, "Landslides and Engineering Practice", op cit., pp.406-407.
13. M. Derruau, "Précis de Géomorphologie", Masson ed., Paris, 1974, pp. 60-62.
١٤. القشطيني، باسل إحسان، "التطور الديناميكي الجيومورفولوجي والمخاطر البيئية: دراسة لمنطقة مختارة في أعالي حوض الزاب الصغير: منطقة شهر بازار"، مصدر سابق.
15. GEORGE, Pierre, "Dictionnaire de la Géographie", PUF ed., Paris, France, 1974, p.133.
16. Ibidem pp. 156-157.
١٧. استخدمت أثناء العمل الميداني الخارطة المعدة من قبل شركة هينتنك أيرو سرفاير وإصدار المساحة العامة وتحمل الرقم ٥٩٠/٨٥، بمقياس ٢٠٠٠٠/١، لعام ١٩٥٢، Hunting Aerosurveys LTD., London.
18. Alkishtaini, Basil, "Les Oscillations climatiques et leur impact sur le Milieu Physique en Mesopotamie Oriental", These de Doctorat presente a l'Universite de Paris-Sorbonne, France; 1985, pp. 26-33.