تقييم وتصنيف العمليات الجيومورفولوجية والاشكال الناتجة عنها في الوديان الشرقية لوادي جيرمكة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (gis)

الباحثة: م.د سناء عبد شهد التميمي

جامعة ذي قار/ كلية التربية للعلوم الانسانية/ قسم الجغرافية

sanaaAbidshahed@utq.eudiq

الملخص:

تضمن البحث بيان العمليات الجيومورفولوجية وجميع التغيرات الفيزياوية والكيمياوية التي تظهر اثارها في تشكيل مظاهر سطح الارض ، وهي متعددة ومتباينة ومتداخلة من حيث نوع العملية والعامل المؤثر فيه ،وقد وجد تنوع كبير في العمليات الجيومورفولوجية في المنطقة، لذلك صنفت الأشكال الأرضية في أحواض منطقة الدراسة تبعا لنوع العمليات التي شكلتها، منها ما هو ذات اصل بنيوي ومنها ما هو ذو اصل كارستي ومنها ذو اصل ارسابي ومنها ما هو ذو اصل تعروي ،ووجد ان منطقة الدراسة من المناطق الغنية بالتراكيب الخطية والصدوع والفوالق والطيات المحدبة والمقعرة، اذ تم الكشف عن وجود (٣٧٥) خطية، وهي متباينة من حيث اتجاهاتها واطوالها من موقع لأخر، وان خريطة التراكيب الخطية متوافقة مع خريطة الشبكة المائية اذ ان اغلب احواض المنطقة ومجاريها تتبع الاتجاه العام لتلك الخطيات.

Evaluating and classifying geomorphological processes and their resulting forms in the eastern valleys of Wadi Jermakah using geographic information systems (GIS)

Researcher: Dr. Sanaa Abd Shahad Al-Tamimi

Dhi Qar University/College of Education for Human Sciences/Department of Geography

Abstract:

The research included a statement of the geomorphological processes and all the physical and chemical changes whose effects appear in shaping the features of the Earth's surface, which are multiple, disparate, and overlapping in terms of the type of

process and the factor influencing it. A great diversity of geomorphological processes was found in the region, so the landforms in the basins of the study area were classified according to their type. The processes that formed it, some of which are of structural origin, some of which are of karstic origin, some of which are of sedimentary origin, and some of which are of erosional origin, and it was found that the study area is one of the areas rich in linear structures, faults, faults, and convex and concave folds, as the presence of (375) was revealed. It is linear, and it varies in terms of its directions and lengths from one location to another, and the map of linear structures is compatible with the map of the water network, as most of the region's basins and streams follow the general direction of those linear structures

: مشكلة الدراسة Problem of Study

١- ما العمليات الجيومورفولوجية التي شكلت المظاهر الجيومورفولوجية في المنطقة؟

- فرضية الدراسة Hypothesis of Study

١. تحكمت العمليات الجيومورفولوجية في تكوين المظاهر والاشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

- هدف الدراسة Aim of Study :

١. دراسة العمليات الجيومورفولوجية والاشكال الناتجة عنها والعلاقة بينهما، وأثرهما في استثمار الموارد الطبيعية.

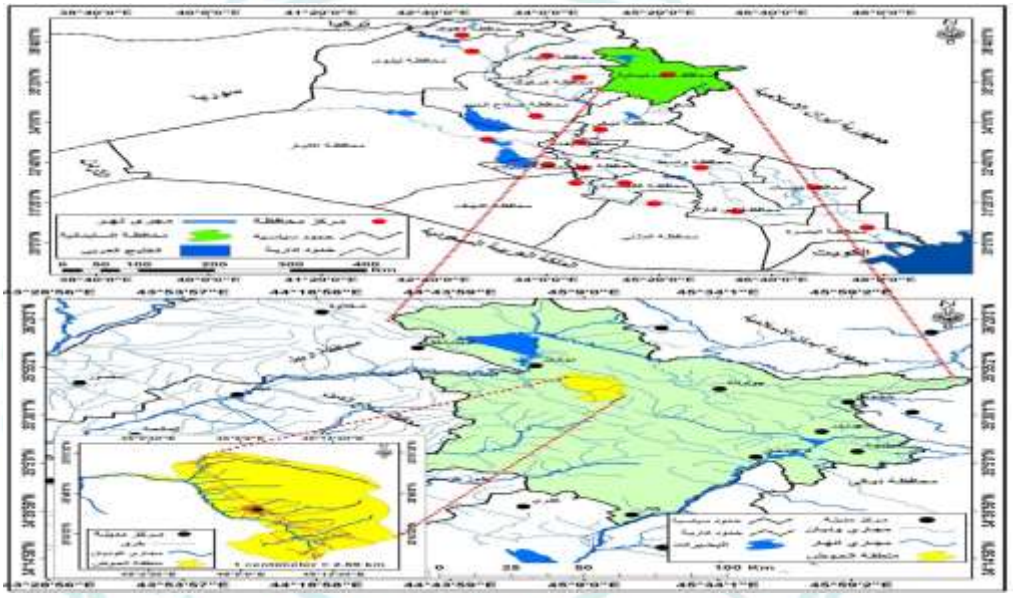
- حدود منطقة الدراسة Location of Study Area

١-الحدود المكانية:

تقع المنطقة في الجزء الشمال الشرقي من العراق في محافظة السليمانية ضمن جزئها الشمالي الغربي في ناحية بيرمكرون التابعة لقضاء دوكان ، يحدها من الشمال قضاء دوكان ومن الجزء الشمال الشرقي قضاء شهر بازار ومن الجنوب والجنوب الشرقي مركز محافظة السليمانية ومن الغرب والجزء الجنوب الغربي قضاء جمجمال

ومن الجزء الشمال الغربي ناحية اغجه لر التابعة لقضاء جمجمال ،حيث ان الموقع الفلكي يتمثل ما بين دائرتي عرض(″00 ′50 °35− ″35 ′37 °35) شمالا، وقوسي طول الموقع الفلكي يتمثل ما بين دائرتي عرض(°35 ″00 ′50 °35− ″35 ′37) شمالا، وقوسي طول (″00 ′17 °45−″00 ′03 °45) شرقا ، تبلغ مساحة منطقة الدراسة(٣٤٨.١٧٣كم٢) . خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر: الباحثة على خريطة العراق الإدارية مقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠. والخريطة الإدارية لمحافظة السليمانية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ لعام

الحدود الزمانية:

اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية لمحطات الرصد المناخية دوكان والسليمانية للمدة الممتدة من (٢٠٠٧-٢٠١٨).

٢-٢ العمليات التركيبية (مورفوتكنونك) : تعد العمليات المورفوتكنونية الاساس في تشكيل المظاهر الكبرى على سطح الارض فضلاً عن بعض المظاهر الثانوية، وهي ناتجة من تحرك الصفائح القارية وما ينتج منها من

قوى الضغط والشد وحركات الرفع والهبوط ضمن الطبقات الصخرية مما ينتج عنها مجموعة متنوعة من المظاهر كالتراكيب الخطية والفوالق والشقوق فضلاً عن مظاهر أخرى أكبر حجماً كالكويستات والهوك باك وغيرها.

٢-٢-٢ .أهم الاشكال الارضية التركيبية (البنيوية)

١- الكويستا (Cuesta) : ظاهرة احادية الميل تمتاز بجانب شديد الانحدار والجانب الاخر ذو انحدار تدريجي ، تنشأ هذه الظاهرة نتيجية الاختلاف الليثولوجي في التكوينات الصخرية ونظام بنائها الذي تعرض لحركات الرفع التكتونية البسيطة مما سبب ميل الطبقات بمقدار ٢٠ – ٩٠ في اتجاه عكس ميل الطبقات وهي تمثل الحافة ذات الانحدار الشديد ،اما الجهة الاخرى فانها تنحدر انحداراً بسيطاً متدرجاً لا يتجاوز ١٠˚ويعرف بظهر الكويستا او انحدارالميل Dip – Slope

٢- تظهر ضمن منطقة الدراسة ما يقارب (٤٧) حافة كويستا تمتد على طول سلسلة بيرمكرون من جهة الشرق وبامتداد عام من الشمال الغربي – الى الجنوب الشرقي وتظهر ضمن القسم الشمالي الشرقي لمنطقة الدراسة،ينظر خريطة (٢-٢) .

٣- الموائد والشواهد الصخرية Mesa and Putte : وهي اشكال بنيوية- تعروية تتكون بداية بفعل عمليات الرفع التكتوني ثم تعمل العمليات المورفومناخية المتمثلة بالتعرية المائية والريحية بإعطاء الشكل النهائي لهذه المظاهر ،فهي تتكون من وجود طبقتين مختلفتي الصلابة تقع الصلبة منها الى الاعلى فيما تكون الطبقة الهشة الضعيفة الى الاسفل وبفعل عملية التعرية المائية والريحية تتأكل الطبقات الضعيفة لاسيما من الجوانب فتظهر اشكال بجوانب شديدة الانحدار فيما تبقى الطبقات الصلبة في الاعلى محافظة على شكلها فتظهر بشكل يشبه المائدة يطلق عليه بالموائد الصخرية بالميزا (Mesa) ،اما البيوت فهي مرحلة متقدمة من تطور الموائد نتيجة فعالية الحت المائي والريحي مما يؤدي الى صغر مساحة الموائد وقلة ارتفاعها ،توجد هذان الظاهرتان في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة فتوجد الموائد الصخرية في شمال شرق منطقة الدراسة اما البيوت توجد عند حوض كاني منم جنوب منطقة الدراسة .

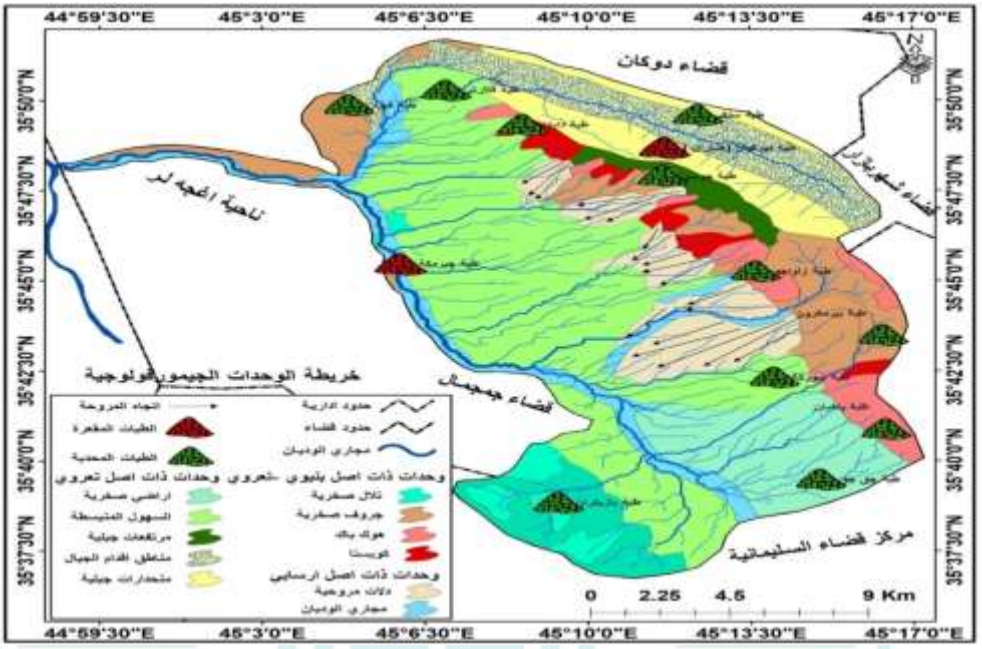
٤- الهوك باك :هي ظاهرة احادية الميل تنشأ نتيجة فعالية العمليات التكتونية المتمثلة بالرفع للطبقات الصخرية مما يؤدي الى تكون وجه شديد الانحدار فيما يكون الوجه الآخر بسيط الانحدار علما ان درجة

انحدار الوجه الشديد الانحدار يزيد عن (١٥°) وبذلك يمكن تمييز الهوك باك عن الكويستا ، وان سبب تباين الانحدار بين جهات الهوك باك يعود الى تباين صلابة الطبقات الصخرية المتكونة منها الهوك باك وعند عملية الرفع للطبقات الصخرية فأن الطبقات الهشة ترتفع أعلى من الطبقات الصلبة مما يجعلها تكون اكثر انحداراً من الاخرى ، فضلا عن دور عوامل التعرية التي تؤدي دوراً تكميلياً لاعطاء المظهر شكله النهائي مما يزيد من انحدار احد الأوجه للمظهر[١].ينتشر هذا المظهر على طول الحافات الشرقية والغربية لسلسلة بيرمكرون.

٥- التلال (Hills) :وهي عبارة عن مرتفعات مخروطية الشكل غالبا ما تتخذ سطوحها المظهر القبابي المقوس ، تشكلت نتيجة حركات الرفع التكتونية التي ساهمت في تكوين الجبال [٢] وهي ذات جوانب قليلة الانحدار تغطي سطحها رواسب سطحية فتاتية.وقد لوحظ في الدراسة الميدانية وجود انواع عديدة من التلال منها ماهو منفرد لوحده ومنها ماهو متجمع ، وبعضها يحتوي على قمتين والبعض الاخر يحتوي علة قمة واحدة ، وتظهر هذه الظاهرة في أماكن متفرقة من منطقة الدراسة.

٦- الحافات الصخرية :وهي من المظاهر الواضحة في منطقة الدراسة لا سيما الأجزاء الوسطى والسفلى من حوض جرمكة والوديان التابعة له وهي حافات صخرية عالية وحادة، يعود السبب في هذه الحافات الى وجود طبقات صخرية صلبة من الصخور الجيرية وحجر الكلس الصلد في الأعلى المقاومة للتعرية وطبقات صخرية فتاتية هشة في الاسفل قليلة المقاومة لعمليات الحت المائي، وتنخفض هذه الطبقات على شكل وديان وتنحصر بين الحافات الصخرية .

خريطة (٢-٢) الوحدات والاشكال الجيمورفولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: الباحثة أعتماداً على لوحة السليمانية وسد دوكان وقمجوقة مقياس ١/١٠٠٠٠٠ والدراسة الميدانية

٢- ٣. العمليات المورفومناخية : تتضمن العمليات المورفومناخية مجموعة من الفعاليات التي تغير معالم سطح الارض بفعل عوامل الجو المتمثلة ب (درجات الحرارة، التساقط، الرياح، الجليد)، وتشمل العمليات المورفومناخية ضمن منطقة الدراسة ثلاث عمليات رئيسية هي:

٢-٣-١.عمليات التجوية (Weathering Processes) : التجوية يعني استجابة المواد الصخرية لعوامل التفتت والتحلل نتيجة للتغيرات التي تطرأ على الخواص الكيميائية والفيزيائية الطبيعية للوسط الذي تكونت فيه [٣] كما انها عمليات معقدة متداخلة ليست مستقلة بل ترتبط بكثير من العمليات والعوامل الجيومورفولوجية الاخرى ولكنها في الوقت نفسه تمثل الخطوة الاولى التي تمهد لهذه العمليات كالحت والترسيب [٤] . وتقسم التجوية الى انواع عديدة وهي كما ياتي :

٢-٣-١-١. التجوية الميكانيكة (الفيزيائية) (Mechanical Weathering) : وتعني تفكك الصخر وتفتيته في مكانه الى جزيئات أصغر دون ان تلحق بمكوناته المعدنية أي تغيرات فالتجوية الطبيعية هي مجرد عملية

انتزاع قطعة من الصخر وجرشها او سحقها في موضعها من دون حركة ، وان التجوية تختلف في المناطق تبعاً لاختلاف المدى الحراري اليومي ، وان تأثير هذا التباين الحراري على تمدد وانكماش المعادن الداخلة في تكوين الصخر ، لا سيما في حالة اختلف معدل التمدد وانكماش كل معدن منها ، هذا يؤدي الى تفكك الصخر الى جزيئات اصغر حجما ، أو انفصال قشور من السطح الخارجي للكتل الصخرية ، ويطلق على هذه العملية اسم (التجوية الميكانيكية)[٥] ،وتتم هذه العملية بطرائق متعددة :

٢-٣-١-١-١ التجوية بفعل الانجماد والذوبان: يؤدي تجمد المياه المتسربة عبر الفراغات والتشققات الصخرية الى تفتت الصخور ، بسبب ما ينتج عن هذا التجمد من زيادة في الحجم بنسبة (٩%) وزيادة تابعة في الضغط المحصور الذي يؤدي ايضاً الى تدني درجة تجمد الماء ، وتنتج التجوية بفعل التجمد فتاتاً صخرياً زاوي الشكل تعتمد احجامه على طبيعة الفراش الصخري ، ولكنها تصل في الغالب الى بضعة سنتمترات وفي بعض الحالات بضعة أمتار ، ولا بد من توفر كمية مناسبة من الماء لكي تتم تلك العملية على ان يتسرب معظمه في الفراغات الصخرية وكذلك وجود ظروف حرارية مناسبة تتراوح ما بين التجمد والاذابة فصلياً او يومياً وتحصل هذه العملية بكثرة في احواض منطقة الدراسة في الفصل البارد نتيجة لتوافق سقوط الامطار والثلوج وارتفاع في الرطوبة النسبية وانخفاض في الحرارة الى ما دون الصفر المئوي كما في منابع الاحواض الشرقية لجرمكة .

٢-٣-١-١-٢ التجوية بفعل تعاقب التسخين والتبريد: تتعرض المعادن الى التمدد والانكماش بسبب تعاقب التسخين والتبريد نتيجة ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة في الصيف والشتاء والليل والنهار مما يسبب تمدد المعادن الموجودة داخل الصخور وتقلصها وهذا ما شأنه أن يؤدي الى تشقق وتفتت الصخور وتحتوي الصخور على معدن او مجموعة من المعادن ولكل معدن معامل تمدد طولي ، فاذا كانت الصخرة متكونة من عدة معادن فانها سوف تتفتت مكونة ما يعرف بالتفتت الحبيبي للصخور (Granular Disintegration) اما في حالة احتواء الصخر على معدن واحد فانها سوف تتقشر مكونة ما يعرف بظاهرة التقشير (Exfoliation) وهذه العملية تحتاج الى مئات السنين وليس الى وقت قصير تتعرض فيه الصخور الى تعاقب التسخين والتبريد[٦] . تسود هذه العملية بسبب قوة الاشعاع الشمسي ضمن منطقة الدراسة لا سيما السفوح المواجهة للاشعاع الشمسي التي تستلم كميات اكبر من المناطق التي تقع في ظل السفوح الجبلية خاصة في فصل

الصيف الذي تنخفض فيه الرطوبة النسبية ،فضلا عن تباين المدى الحراري الفصلي الذي يسجل تباينات كبيرة بين فصلي الصيف والشتاء اذ بلغ المدى الحراري الفصلي لفصل الصيف في محطتي السليمانية ودوكان وبحسب جدول (١-٩) (١٣.٣) (١٥) على التوالي ،اما خلال فصل الشتاء فقد بلغ المعدل الفصلي ل محطتي السليمانية ودوكان (٩.١) (٧.٣) ، ونتيجة هذا التباين الحراري تحصل عملية التكسر والتفكك في الصخور الطينية المتمثلة بالمارل والحجر الطيني ضمن تكوين (شيرانيش) ، اذ تتعرض الحافات الصخرية للتجوية الفيزيائية مسببة تراجع في الحافات الصخرية مكونة فتات صخري في اسفل المنحدر يسمى التالوس وهو منتشر في وسط منطقة الدراسة صورة (٢-٥) ،لذلك فان نشاط فعالية التجوية الميكانيكية بفعل التسخين والتبريد يزداد صيفاً ويقل شتاءً أذ يزداد نشاط عملية التقشير لا سيما على السفوح مكونة مفتتات ذات حافات حادة كاشظايا ذات حواف حادة احادية او مجتمعة

٢-٣-١-١-٣ التجوية بفعل الترطيب والتجفيف: تتجوى الصخور الطينية والغرينية وتتفتت فيزيائيا اذا ما تكرر ترطيبها وجفافها في عملية تدعى (الضغط الجزيئي بفعل المياه) أذ تتحد الذرتان الموجبتان للهيدروجين الموجودتان في ماء الأمطار بسطح الطين السالب [٧] ، مما يؤدي الى تفكيكها وترققها ثم انهيارها بشكل تراب او فتات صخري ناعم فالأمطار التي تسقط في فصل الشتاء والخريف سرعان ما تجف وغالبا ما يحدث في لياليها الندى بسبب ارتفاع معدل الرطوبة النسبية بشكل يسهم في ترطيب الصخور بالماء وكلما تكررت العملية زادت كميات الفتات الصخري المنتشر هذه العملية سائدة بشكل واسع في منطقة الدراسة لاسيما ضمن التكاوين الحاوية على الصخور الطينية والغرينية وتحديدا صخور المارل والطفل ضمن تكويني شيرانيش وكولوش.

٢-٣-١-١-٤ التجوية بفعل الكائنات الحية (نباتات وحيوانات) : للكائنات الحية دور كبير في التجوية البايولوجية من خلال امتداد جذورها عبر المسامات والشقوق والفواصل داخل الصخر مما يؤدي الى تفكك الصخور وتكسرها بسبب زيادة الضغط من جراء زيادة نموها أذ يتشقق الصخر ويتعرض الى الانزلاقات لا سيما على حافات المرتفعات الجبلية منها اشجار البلوط التي تنمو ضمن التكاوين الجيرية ، كما للحيوانات دور كبير في هذا النوع من التجوية أذ انها تحفر جحور لها مما يؤدي الى تفكك التربة ، كالنحل ، والضب والضبع والذئاب ، والارنب البري ، والجرذان ، والقط البري ، والخنازير، والكطا ، فضلا عن الرعي السائد في المنطقة لا سيما في بطون الأودية والمنخفضات المتواجدة ضمن منطقة الدراسة.

٢-٣-١-٢. الاشكال الناتجة عن التجوية الميكانيكة: -

١- التفلق الصخري Rock Shattering : تفلق او انفصال الكتل الصخرية الى اجزاء اصغر حجما وتعزو هذه الظاهرة الى عملية الانجماد والذوبان التي تتعرض لها الكتل الصخرية، وتنتشر جنوب شرق وجنوب غرب منطقة الدراسة .

٢- قباب التقشير Exfoliation Domes: ظاهرة تنتج بفعل التسخين والتبريد للصخور التي تحتوي على معدن واحد ،وتظهر الاجزاء الناتجة عن التقشير على شكل قباب (Domes) كروية الشكل او بيضاوية تتفاوت في احجامها من كتل الجلاميد الى القباب الضخمة ، وتنشأ عن وجود انظمة المفاصل في مسارات منحنية موازية للسطح الخارجي للكتله الصخرية ويتباين سمك هذه المفاصل بحسب العمق في اتجاه باطن الكتلة الصخرية فتكون متكاثفة في شبكات متقاربة عند السطح ويزداد تباعدها بالداخل وتحت ظروف الاختلاف الكبير في درجات الحرارة يضعف تماسك الشرائح الصخرية التي تحددها هذه المفاصل فتنفصل عن جسم الكتلة الام واحدة تلو الاخرى ويطلق عليها مصطلح قبة التقشر (Exfoliation Dome) تنتشر ضمن حوض ياخيان وسط منطقة الدراسة .

٣- التشظي Splitting : ينتج عند تعرض الصخر للتكسر والانشطار الى شرائح وشظايا على طول تشققات صغيرة في كتلته [٨] وتكثر هذه الظاهرة في منطقة الدراسة في جهات متعددة والتي هي نتاج لعملية تكسر الصخور وانشطارها الى عدد من الشظايا الموجودة على طول التشققات في كتلة الصخرة ، وهي ظاهرة ناتجة بفعل التسخين والتبريد تنتشر ضمن التكوينات الجيولوجية المتكونة من الصخور الطينية تحديدا صخور المارل والطفل ضمن تكويني شرانيش وكوميتان على طول السفوح الجبلية لسلسلة بيرمكرون المطلة على وادي جرمكة وسط حوض الدراسة صورة(٢-٨).

صورة (٢-٨) تشظي الصخور على سفح جبل قلارش شمال منطقة الدراسة

المصدر :الدراسة الميدانية بتاريخ٢٠١٩/١٠/١٧ 35° 49′ 28″-45°08′ 55″

٢-٣-١-٣. التجوية الكيميائية Chemical Weathering : وتعني مجموعة العمليات التفاعلية التي تؤدي الى تفتيت الصخر وتحلله وذوبانه مع تغير في التركيب الكيميائي لهذا الصخر بحيث تختلف المكونات الجديدة عن المكونات الأصلية للصخر وتعد المياه اهم العناصر التي تساهم في التجوية الكيميائية لا سيما اذا ما احتوت على بعض الاحماض المخففة كحامض الكاربونيك المخفف ، ومن اهم عمليات التجوية الكيميائية الذوبان والأكسدة والتحلل والتميؤ ، ويرجع تنوع هذه العمليات الى تأثير العوامل المناخية وتباين انواع الصخور الموجودة ضمن منطقة الدراسة [٩] .

٢-٣-١-٣-١.عملية الاذابة Dissoluation: تأتي عملية الذوبان كمرحلة اولى في التجوية الكيميائية حيث تظهر هذه العملية في اثناء جريان الماء او عندما يقوم الماء بالاحاطة بذرات الصخور بشكل غشاء رقيق وتعتمد عملية الاذابة على كمية الماء الذي يمر فوق سطوح الذرات وكذلك على قابلية الذوبان للذرات الصخرية نفسها [١٠] . وان معظم المعادن تذوب بدرجات متفاوتة في الماء كالسليكا لا تذوب في الماء النقي وتذوب في المياه القلوية اما الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم اكثر قابلية للاذابة في الماء النقي ومن المعادن الذائبة في الماء معدن الهالايت والجبس وحسب المعادلة الآتية[١١] .

$Na + CL + H_2O \rightarrow NaCL + H_2O$

الهالايت ⟶ماء+

$Ca + SO_4 + H2O \rightarrow CaSo_4 + H_2O$ كلور +صوديوم

جبس⟶ماء+كبريتات الكالسيوم⟶ماء+كالسيوم+كبريت

ولعل من اكثر العمليات شيوعا هو ذوبان كربونات الكالسيوم لتصبح بيكربونات كما في المعادلة التالية

$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO3)_2$

بيكاربونات الكالسيوم ⟶ ثاني اوكسيد الكاربون+ ماء+ كربونات الكالسيوم

وتظهر هذه العملية بصورة رئيسية في تكاوين(بيلاسبي ، سنجار، قمجوغة ،سرمود ، كوميتان).

٢-٣-١-٣-٢. عملية الكربنة Carbenation: عملية اخرى من عمليات التجوية الكيميائية أذ تتحول بعض المعادن الصخرية مثل الجير والصوديوم و البوتاسيوم وغيرها من الاكاسيد القاعدية الى كاربونات بواسطة حامض الكاربونيك في الماء او في الهواء ، كما يعد ثاني اوكسيد الكاربون مصدر تكوين حامض الكاربونيك ويوجد هذا في هواء التربة وكذلك في الغلاف الجوي أذ يتكون حامض الكاربونيك عند ذوبان هذا الغاز بالماء [١٢] كما ان حامض الكاربونيك يكون ذا تاثير على الصخور التي تحتوي معادنها على عناصر المغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، تذوب هذه العناصر بحامض الكاربونيك فتتحول الى كاربونات ذات قابلية كبيرة على الذوبان ويهاجم الماء الذي يحتوي حامض الكاربونيك الحجر الجيري أذ يتحول الى بيكاربونات تكون قابلية ذوبانها أكبر بمرات عديدة من قابلية الاذابة للحجر الجيري وكما في المعادلة الآتية [١٣] .

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

حامض الكاربونيك ⟶ ماء+ثاني اوكسيد الكاربون

$CaCo3 + H2Co3 \rightarrow Ca(Hco3)2$

بيكاربونات الكالسيوم ⟶حامض الكاربونيك+كاربونات الكالسيوم

وتنتقل البيكاربونات وهي ذائبة في الماء تاركة المواد الاخرى التي لا تذوب فيها بالسرعة نفسها في مكانها وقد تكونت بهذه الطريقة معظم الاشكال الكارستية في معظم اجزاء منطقة الدراسة.

٢-٣-١-٣-٣. عملية الاكسدة Oxidation : الاكسدة هي اتحاد الاوكسجين الحر في الهواء او الاوكسجين المذاب في الماء مع المعادن الموجودة في الصخور لاسيما الحديد منها ، وتتم عملية الاكسدة من خلال فقدان ذرة الاوكسجين الكترونآ مما يزيد من شحنته الموجبة فيؤدي الى اتحاد الاوكسجين مع معادن اخرى ، وتعد عملية الاكسدة هي السائدة في البيئة وتنتشر ضمن منطقة الدراسة بعد عملية الاذابة ،وتتضح فعالية الاكسدة في الاجزاء الغربية من منطقة الدراسة تحديدآ ضمن تكوين الجركس اذ تتأكسد صخور الطفل الاحمر والمارل الاحمر الحاوية على معدن الحديد لتتحول الى اكاسيد الحديد على وفق المعادلة الاتية.

$$4Feo2+H2o+O2\rightarrow Fe2o3.3H2O$$

الليمونايت←أوكجسين+ماء+اوكسيد الحديد

ونتيجة لهذه العملية يتمدد الحديد ويزداد حجمه اذا ما تعرض للصدأ مما يؤدي الى تمزيق جزيئات الصخر وتعرضها الى التفكك ويمكن ملاحظتها في منطقة الدراسة تحديدا في الاجزاء الغربية منها حيث تبدو باللون الاحمر صورة (٢-١٠) .

صورة(٢-١٠٢) تأكسد الصخور ضمن تكوين الجركس في قرية سوسي كون شمال غرب منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠١٩/١٠/١٥ 35°46′04″N-45°06′34″E

٢-٣-١-٤ عملية التميؤ (الهدرجة) Hydration : ينتج التميؤ عن قدرة اتحاد بعض المعادن مع الماء وتكوين ما يعرف بالمعادن المائية [١٤] ، ويكونان على شكلين وهما الشكل الاول (Hydration) ويعني دخول الماء في تركيب المعادن بجميع جزيئاته وبذلك تتحول المعادن الصلبة الى معادن اقل صلابة كمعدن كبريتات الكالسيوم ، والانهيدرايت الى كبريتات الكالسيوم المتمؤ (الجبس) بواسطة عملية التميؤ وكما في المعادلة الاتية [١٥].

$$CaSo4+2H2o \rightarrow CaSo4.2H2o$$

جبس←ماء+كبريتات الكالسيوم

٢-٣-١-٣-٥ .عملية التحلل المائي (Hydrolysis) : تحدث عملية التحلل بالماء عندما تتفاعل ايونات الهيدروجين التي تدخل في تركيب المياه مع العناصر الكيميائية للمعدن ،وعادة ما تتمكن ايونات الهديروجين H^+ من ان تحل محل الايونات الموجبة (Cations)* التي تدخل كعناصر في التركيب الكيميائي للمعدن ، ولهذا ينتقل المعدن من حالة الاندماج والصلابة الى حالة من التفكك والتحلل ، مما يسهل معها اكتساحه وازالته [١٦] .وتعد معادن السيلكات من اكثر معادن الصخور والتربة أستجابة لعمليات التحلل المائي ، اذ يتم تبادل ايون الهيدروجين مع الايونات الموجبة لمعادن السليكات لاسيما البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم ثم تتحد مع الايونات السالبة المتمثلة بالهيدروكسيل مكونة بذلك هيدروكسيل البوتاسيوم او المغنيسيوم الذي تكون له القدرة على التحلل والذوبان بالماء مما يسهل من عملية التجوية الكيميائية ،ويجوى بالشكل الذي توضحه المعادلة الاتية [١٧].

$$2KOH+H_2CO_3 \rightarrow K_2\ CO_3+2H_2O$$

ماء + كاربونات البوتاسيوم ← كاربونات الهيدروجين+هيدروكسيد البوتاسيوم

وتنتشر هذه العملية ضمن التكاوين الجيولوجية (كوميتان ، سنجار) التي تحتوي على صخور المارل كمكون اساسي ضمن صخورها والذي يتكون من معدني الكالسيوم والمغنيسيوم اللذان يتحدان مع الهيدروكسيل بوجود مياه الامطار والرطوبة مما يسهل من اذابة الصخور وتجويتها كيميائياً .

٢-٣-١-٤ .الاشكال الناتجة من التجوية الكيميائية

٢-٣-١-٤-١.الاشكال الارضية الكارستية (الاذابية) : وتشمل

١) الكهوف الكارستية :تعرف الكهوف الكارستية بانها عبارة عن تجاويف طبيعية في الحجر الجيري أذ تصلها المياه من خلال قنوات مياه شبكة التصريف الكارستية المعقدة ، وتتشكل الكهوف نتيجة لوجود تجويف اولي او تجاويف قنوات سبق ان توسعت من تدفق مياه الكارست[١٨] . فتتصل مع بعضها لتكوين كهوف كبيرة، وعندما تذوب الصخور الكاربونانية عن طريق حركة دوران المياه الجوفية وتذبذب حركتها معظم الكهوف تظهر عن طريق الاذابة قرب السطح، على طول الشقوق، والكسور ومستويات التطبق المتصلة، عندما يرتفع منسوب المياه الجوفية ثم يتطور ممر كهفي على طول مسار الجريان، وعندما يهبط مستوى الماء الجوفي للاسفل فانه يعمل على تعرية الصخور السفلى وأذابتها وبتتابع تلك العملية تتشكل الكهوف [١٩] ،وتوجد هذه الظاهرة ضمن تكاوين (بيلاسبي ،سنجار ،كوميتان ،سرمود) الحاوية على الصخور الجيرية والجبسية وتنتشر في مناطق عديدة ضمن منطقة الدراسة منها عند السفح الغربي لجبل قمة كير صورة (٢-١١) وايضا توجد تكهفات عديدة في شمال غرب منطقة الدراسة قرب وادي موغاغ في تكوين بيلاسبي .

٢) حفر الاذابة (البالوعية الكارستية) Sinkhole Karstic : تمتاز بانها اكثر المظاهر الارضية الناتجة عن عملية الاذابة التي يقوم بها الماء الجوفي عند مروره في صخور جيرية لذلك تكون اكثر المظاهر الكارستية انتشاراً وهي منخفضات دائرية او بيضوية قمعية الشكل تتباين اعماق الحفر البالوعية بين امتار قليلة الى اكثر من ٣٠ متراً ناتجة من اذابة الصخور الجيرية وتكون عملية تكوين هذه الحفر بطيئة الى حد ما والحفر البالوعية ناتجة عن عملية الانهدام التي تتعرض لها سقوف بعض الكهوف الكارستية.

٣) بيوت النحل Honey Combe : هي حفر صغيرة في اسطح الصخور تحدث بفعل عملية الاذابة اذ تتكون الصخور من مواد غير متجانسة ومختلفة في تركيبها لذلك تحفر في الاماكن التي تتصف باحتوائها على مواد سمنية كلسية رابطة ذات معادن قليلة المقاومة وتترك الاكثر مقاومة في مكانها فتنتج مجموعة حفر متجاورة مع بعضها اشبه ببيوت النحل [٢٠] ، تنتشر هذه الظاهرة في معظم منطقة الدراسة تحديدا ضمن الأجزاء ذات التكاوين الكارستية من الحجر الجيري .

٤- التشرشر الجيري (البوجاز) وهي شقوق تنتشر على سطح الصخور الجيري التي تتبع اتجاهات المفاصل السطحية التي تتعرض للتعميق والتوسيع بفعل عمليات الكربنه التي تنشأ بفعل انسياب مياه الامطار في الفواصل والشقوق الموجودة في الصخور الجيرية وبتكرار حدوث هذه العملية لا يبقى من التكاوين الجيرية

الى كتل صغيرة متباعدة ومنفصلة بمسافات مما يهيء المجال لها لجريان المياه فيها ضمن قنوات وأخاديد قليلة العمق[٢١] ، تنتشرعند قرية حاجي تان شمال منطقة الدراسة.

٥- الاعمدة الصاعدة والنازلة Stalagmites Stalactites: تحدث هذه الظاهرة عندما تتسرب المياه المشبعة بالجير من أسقف الكهوف تفقد في اثناء تسربها جزءا كبيرا من غاز ثاني أوكسيد الكاربون ويتبقى تبعا لتلك كربونات الجير على هيئة بلورات وقطيرات مترسبة يكبر حجمها بالتدريج فتكون عمودا رفيعا يمتد من اعلى الكهف الى الاسفل يعرف باسم العمود النازل وعند سقوط المياه الجيرية فوق ارضية الكهف ثم تتبخر منها المياه فتتجمع كربونات الكالسيوم على شكل اعمدة جيرية تنغرس قاعدتها في ارضية الكهف وطرفها العلوي متجه الى اسقف الكهف يطلق عليها الاعمدة الصاعدة وعندما يلتحمان يكونان معا الاعمدة الجيرية [٢٢] تنتشر ضمن الكهوف لأسقف كهف شدلة في وادي ميركابان شمال شرق منطقة الدراسة.

٦- الوديان الكارستية (Karst Vallies): هي تجاويف عريضة تتكون ضمن التكاوين الجيرية والدولومايتية لاسيما ضمن المناطق الجبلية ،اذ تعمل المياه الجارية بسبب عامل الأنحدار الى حفر مجاري لها عبر الصخور الجيرية والدولومايتية عن طريق الأذابة مكونة بذلك خوانق وتجاويف تختلف من حيث الشكل والحجم حسب فعالية الاذابة ، وتظهر بشكل حفر كبيرة الحجم عند السفوح الجبلي[٢٣]، تظهر عند السفح الشرقي لسلسلة بيرمكرون شرق منطقة الدراسة .

٧- الضلوع الكارستية . هي شقوق ومفاصل توجد بين الطبقات الصخرية ضمن التكاوين الجيرية والدولماتية تتعرض هذه المفاصل الى التوسع بشكل تدريجي نتيجة فعالية عملية الاذابة بفعل المياه السطحية مما يؤدي الى تشكل حواجز طولية تفصل بينها فراغات واسعة الحجم تظهر بشكل يشبه الاضلاع[٢٤] ، توجد الظاهرة شرق منطقة الدراسة قرب السفح الغربي لجبل زراجورين ،كذلك عند السفح الشرقي لجبل بيرمكرون المطل على مصيف ميركابان.

٢-٣-٢. عمليات التعرية (Erosion Processes) : وتعني تأكل وأزالة ما تم تحطيمه و اذابته من الصخور السطحية للقشرة الأرضية بفعل عمليات التجوية الميكانيكية و الكيميائية من خلال نقل تلك المتفتتات الصخرية بواسطة الرياح و المياه الجارية و الامطار. وتعد التعرية من أهم العمليات الجيومورفولوجية التي تؤثر بصورة مستمرة في تغيراشكال سطح الأرض ومعالمها ، كما أن التعرية تتفاوت في شدتها وذلك حسب اختلاف العوامل المسببة لها و حسب بيئة المنطقة التي تحدث فيها ان كانت جافة أو رطبة [٢٥] ،فضلاً عن التضاريس

، و درجة انحدار المنطقة ، و اتجاه الانحدار ، وايضاً العامل المناخي يعد من أهم العوامل المسببة للتعرية لاسيما(الأمطار والرياح) .

و تتقسم عملية التعرية في منطقة الدراسة على النحو الأتي :-

٢-٣-٢-١.التعرية المائية :وهي من العمليات المورفومناخية المهمة وذلك لدورها و اثرها الكبير في تشكيل و تكوين اشكال سطح الأرض ، أذ ان مراحل عملها متسلسلة وهي التفتيت و النقل[٢٦] .

وتحدث التعرية بسبب حدوث التساقط بكثافة و بشكل غزير في المناطق الرطبة و شبه الرطبة كما هو الحال في منطقة الدراسة و تنتشر ضمن السطوح و المنحدرات الجبلية بكثرة وكذلك في باطن الارض، و توجد عدة عوامل تتحكم بشدة التعرية منها معدل الانحدار وطبيعة التكوينات الجيولوجية و النبات الطبيعي ونوع التربة و صلابة الصخور ، و يوجد نوعان من التعرية المائية الأولى التعرية المائية الجوفية و الثانية التعرية السطحية ، التي تتمثل بمنطقة الدراسة بالانواع الاتية :-

٢-٣-٢-١-١ التعرية المطرية (التصادمية) Splash Erosion

عند ملامسة قطرات المطر لسطح الأرض يحدث هذا النوع من التعرية و بشكل مباشر ، فتعمل على تفتيت حبيبات التربة المتماسكة و الفتات الصخري و تحويلها الى حبيبات منفردة في الهواء بعيداً عن مواقعها الاصلية باتجاه اسفل المنحدر بفعل قوة الجاذبية فيؤدي جريان الماء الى جرف التربة و فصل جزيئاتها ، بمساعدة عوامل أخرى مثل نوعية و خصائص التربة و المفتتات الصخرية و قلة الغطاء النباتي و درجة الانحدار ، و قد أجريت دراسات عديدة من أجل وضع معادلات لحساب شدة التعرية المطرية منها معادلة فورنية – أرنولدس (F.A.L)[٢٧] التي اعتمد عليها في قياس شدة التعرية التصادمية في حوض وادي جرمكة اعتماداً على مجموع الامطار الشهرية و مجموعها السنوي على وفق المعادلة الآتية [٢٨]

$$F.A.L = \frac{Pi^2}{P}$$

أذ أن :

F.A.L = قابلية المطر على التعرية.

Pi^2 = مربع مجموع الأمطار لكل شهر من أشهر السنة / ملم

P = المجموع السنوي للأمطار / ملم

جدول (٢ -٢) عامل شدة التعرية حسب مؤشر فورنية – أرنولدس

الدرجة	شدة التعرية
أقل من ٥٠	تعرية ضعيفة
٥٠ – ٥٠٠	تعرية معتدلة
٥٠٠ – ١٠٠٠	تعرية عالية
أكثر من ١٠٠٠	تعرية عالية جداً

المصدر: عبد الله صبار عبود، التعرية المائية في حوض سرجنار و شوركه شمال غرب السليمانية بأستعمال تقانة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، مجلة الجمعية الجغرافية ، المجلد ١، العدد ٥ ، ٢٠٠٩ ، ص ٨٣ .

أذ يتضح من خلال تطبيق المعادلة على محطات منطقة الدراسة (سليمانية، دوكان) ، وحسب المعطيات المناخية و أعتماداً على جدول (٢-٢) الذي يوضح عامل شدة التعرية بحسب مؤشر فورنة – أرنولدس و جدول (2-3) و جد أن معدل التعرية بلغ (٩٣,١٣٢ طن/هكتار) لمحطة السليمانية

جدول (٢ -٣) قابلية التعرية المطرية حسب معادلة فورنية – أرنولدس لمعدل مجموع الأمطار الشهرية (ملم) في محطات منطقة الدراسة (٢٠٠٧ – ٢٠١٨)

المحطات / الأشهر	السليمانية			دوكان		
	P	Pi^2	F.A.L	P	Pi^2	F.A.L
كانون الأول	114,3	1306.45	19.619	93.8	8798.44	16.176
كانون الثاني	93	8.649	12.988	72	5.184	9.531
شباط	113,4	128.596	19.311	94	8.836	16.245
آذار	99	9.801	14.718	99.4	9880.36	18.165
نيسان	79,2	6.27264	9.419	56.3	3169.69	5.827
آيار	28,1	789.61	1.185	23	529	0.972
حزيران	0.5	0.25	0	2	4	0.007
تموز	صفر	صفر	صفر	3.6	12.96	0.023
آب	صفر	صفر	صفر	2.9	8.41	0.015
أيلول	2.2	48.4	0.072	7.8	60.84	0.111
تشرين الأول	43	1.849	2.776	27.1	734.41	1.35
تشرين الثاني	93.2	8.68624	13.044	62	3.844	7.067
المجموع	665.9		93.132	543.9		75.489

المصدر: من عمل الباحثة أعتماداً على معادلة فورنية – أرنولدس و معدلات الامطار الشهرية جدول (١ – ١٣) .

و(٧٥.٤٨٩ طن/هكتار) لمحطة دوكان ، مما يدل على أن منطقة الدراسة تقع ضمن مناطق التعرية المعتدلة ، وذلك لوجود غطاء نباتي متمثل بالحشائش و الشجيرات و الغابات التي تعمل على تقليل فعالية التعرية المطرية ، فضلاً عن أختلاف نوعية الصخور و درجة صلابتها و مقاومتها لعوامل التعرية المائية في المنطقة. وتزداد معدلات ألحت المطري خلال فصلي الشتاء والربيع بسبب تركز الذروات المطرية العالية في فصلي الشتاء والربيع والتي تتزامن مع وصول المنخفضات الجوية الى منطقة الدراسة، لذلك سجلت أعلى قيم لنتائج معادلة فورنية لأكثر الأشهر تساقطاً و لكتا المحطتين.

٢-٣-٢-١-٢ التعرية الغطائية (الصفائحية) : يحدث هذا النوع من التعرية فوق الأراضي السهلة او القليلة الانحدار و التربة ذات نفاذية قليلة و بشكل طبقة متماثلة السمك، و يتخذ هذا النوع من التعرية بانه لا يتبع مجاري مائية واضحة المعالم و أنما يكون على شكل اغشية رقيقة من المياه حيث تكون كمية الامطار الساقطة تفوق كمية المياه المتسربة الى داخل التربة [٢٩] فتجري المياه التي تجمعت الى جهة الانحدار و تكون بطيئة و تجرف معها المواد المفككة على شكل مواد عالقة أو ذائبة ، و ينتشر هذا النوع في المناطق القليلة او الخالية من الغطاء النباتي اذ تزداد المواد المفككة التي تجري فيها المياه بشكل اسهل وتنقل الى المناطق المنخفضة اذ تتجمع فيها و تبقى الرواسب في اماكنها بعد جفاف تلك المياه [٣٠] و يوجد هذا النوع من التعرية عند سفوح التلال و المنحدرات ذات الانحدار القليل ضمن منطقة الدراسة.

٢-٣-٢-١-٣ تعرية المسيلات المائية Rills Erosion: يؤدي الجريان الشديد فوق الاسطح المكشوفة الى بدء تطور مجاري مائية طويلة و متوازية يطلق عليها المسيلات المائية كما في الصورة (٢-١٨)،و تكون لها قدرة أكبر في تعرية التربة و نقلها و تسمى هذه العملية تعرية المسيلات المائية.

بعد تساقط الامطار تبدا التربة بالتشبع بمياه الامطار ثم تتجمع المياه مكونة مسيلات مائية صغيرة تكبر بشكل تدريجي مع زيادة كمية التساقط المطري ، اذ تكون لهذه المسيلات القابلية على حمل المفتتات التي تعرضت للتجوية ،وبمرور الزمن يتسع حجم المسيلات لتتحول الى اخاديد اكثر عمقا واتساعآ لاسيما مع وجود عامل الانحدار.

٢-٣-٢-١-٤ التعرية الاخدودية Gullies Erosion: وهي عملية إزالة التربة السطحية و الصخور المفتتة بواسطة الجريان المائي ، و تكوين قنوات تصريف تعمل على نقل المفتتات في اثناء سقوط الامطار وبعدها

[٣١] و تعد من أخطر مراحل التعرية المائية للتربة ، ولها آثار سلبية في المناطق التي يحدث فيها ، لانه يؤدي الى جرف التربة السطحية و تعريتها ، ومن ثم تصبح غير صالحة للزراعة ، كما تؤدي الى نقل كميات كبيرة من الرواسب و الحصى و الجلاميد الى أسفل المنحدرات التي تكون مأهولة بالسكان مما تشكل خطراً على أرواحهم و نشاطاتهم ، لذلك تاتي أهمية دراستها بشكل تفصيلي ، وقد أعتمد على نظام و تصنيف (Bergsma1982)[٣٢] ذلك لكونه من اكثر التصانيف ملائمة لمنطقة الدراسة اذ تقسم التعرية الاخدودية الى سبع درجات و الجدول (٢-٤) يبين تفاصيل هذا التصنيف ، و حسب معادلة التعرية الاخدودية

$$AE = \sum L/A$$

اذ أن :

AE= معدل التعرية لكل مربع (م/كم^{٢}) L = طول الاخاديد داخل المربع الواحد (م)

A = مساحة المربع الواحد (كم^{٢}) و قد تمثلت خطوات العمل بما يأتي.

١- تصنيف قيم معدلات التعرية محسوبة إلى درجاتها، أعتماداً على (Bergsma1982) كما في جدول(٢ – ٤)

٢- رسم خريطة أنواع التعرية الأخدودية أو التي تمثل ستة انطقة كما في جدول (٢ – ٥) و كالآتي :-

١- نطاق التعرية الخفيفة جداً:- و يمثل معدلات التعرية المحصورة ما بين (٠ – ٤٠٠ م/كم^{٢}) و قد شغلت (١٨) موقع في أجزاء مختلفة من منطقة الدراسة بمساحة (١١.٦٠٨٧١) كم^{٢} و نسبة (٨.٦٨ %) من مساحة منطقة الدراسة ، و يلاحظ هذا النطاق تعرية خفيفة جداً أي ضعف النشاط الحتي للأودية بسبب بطء سرعة الجريان السلبي ، و قلة درجة الانحدار ، اذ توجد في المراتب الأولى للمجاري المائية عند منابع الوديان

جدول (٢ – ٤) درجات التعرية الاخدودية وفق (Bergsma1982)

درجات التعرية	الوصف	معدل التعرية م/كم^2
1	نطاق التعرية الخفيفة جداً	400 – 0
2	نطاق التعرية الخفيفة	1000 – 401
3	نطاق التعرية المتوسطة	1500 – 1001
4	نطاق التعرية العالية	2700 – 1501
5	نطاق التعرية العالية جداً	3700 – 2701
6	نطاق التعرية الشديدة	4700 – 3701
7	نطاق التعرية الشديدة جداً	أكثر من 4700

المصدر: – أزهر خليل سليمان، دراسة التعرية الاخدودية و تصنيفها لحوض وادي جق جق شمال غرب مدينة السليمانية – شمال العراق، مجلة جامعة تكريت للعلوم، المجد (٢٠)، العدد (١٢) ، ٢٠١٣ ، ص٣٢١ .

٢- نطاق التعرية الخفيفة: يشمل هذا النطاق معدلات التعرية المحصورة بين (٤٠١ – ١٠٠) م/كم^2 و قد شغلت ١٨ موقعاً ، ومساحة (١٢.٠٨٠٩٣٦)كم^2 بنسبة (٩.٠٣%) و يسود في مناطق متفرقة من الاحواض ، ذات الانحدارات المتوسطة و مما يلاحظ على النطاقين الأول و الثاني انها تتبع مناطق الفواصل و التشققات اذ تسمح بنفاذ الماء (جزء منه) الساقط عليها الى الداخل مما يعطي هذا الجزء من منطقة الدراسة جريان سطحي خفيف ومن ثم تشكيل اودية و جدوال تعرية بسيطة تكون المسؤولة عن عمليات التعرية في هذا الجزء من حوض الوادي ، يغطي هذين النطاقين تكوينا بالمبو وكوميتان ، اذ لهذه التكاوين أثرٌ مهم في التعرية الاخدودية تبدأ من المرتبة الثانية فما فوق المرتبة الأولى و هي المسيلية مع التعرية الاخدودية . جدول (٢-٥)

جدول (٢-٥) درجات التعرية الاخدودية وعدد مواقعها ومساحتها ونسبها في المنطقة بحسب تصنيف (Bergsma1982)

درجة التعرية	عدد المواقع	المساحة /كم^2	النسبة المئوية	الوصف
1	18	11.60871	8.68	التعرية الخفيفة جداً
2	18	12.080936	9.03	التعرية الخفيفة
3	51	34.144135	25.52	التعرية المتوسطة
4	82	54.331634	40.61	التعرية العالية
5	27	18.242685	13.64	التعرية العالية جداً
6	5	3.375755	2.52	التعرية الشديدة
المجموع	201	133.783855	100	

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على معادلة (Bergsma1982) واستخدام برنامج Arcgis10.4 وجدول (٢-٤)

في تحديد نشاط التعرية الأخدودية لهذين النطاقين بشكل أكبر التكاوين الأخرى بسبب مقاومتها العالية للتعرية، وتوزعت الرتب النهرية الأولى والثانية ضمن هذه النطاقين.

٣- نطاق التعرية المتوسطة: يشمل هذا النطاق معدلات التعرية ما بين (١٠٠١ – ١٥٠٠) م/كم^{٢} شكل مساحة قدرها (٣٤.١٤٤)كم^{٢} و نسبة مئوية (٢٥.٥٢%) يظهر هذا النطاق في (٥١) موقعاً في منابع الاحواض في المراتب النهرية الثانية و الثالثة .

٤- نطاق التعرية العالية : يمثل هذا النوع في المناطق التي تتحصر فيها معدلات التعرية بين (١٥٥٠١ – ٢٧٠٠) م/كم^{٢} ، يشغل أكبر مساحة من بين الأنطقة بلغت (٥٤.٣٣١٦٣٤)كم^{٢} و أكبر نسبة في المنطقة قدرها (٤٠.٦١%) ، و و يكون أكثر المواقع انتشاراً اذ يشتغل (٨٢) موقعاً من المنطقة في وسط و مصبات الاحواض ، اذ يزداد الحت الجانبي و الرئيسي للأحواض ومن ثم زيادة أرضية الوادي .

٥- نطاق التعرية العالية جداً : يمتاز بمعدلات تعرية عالية جداً تنحصر ما بين (٢٧٠١ – ٣٧٠٠) م/كم^{٢} يشغل نسبة قدرها (١٣.٦٤%) ، ومساحة قدرها (١٨.٢٤٢)كم^{٢} و (٢٧) موقعاً منتشرة في المساحات الداخلية للأحواض التي تتمثل بشكل رئيسي بتكويني شرانش و تانجيروا و كذلك ترسبات العصر الرباعي اذ ساعدت المكونات الصخرية لهذه التكاوين على تنشيط التعرية الأخدودية ضمن المساحات التي تشغلها هذه التكاوين بسبب سهولة تعريتها .

٦- نطاق التعرية الشديدة : تشغل مساحة قليلة جداً بلغت (٣.٣٧٥)كم و نسبة قليلة قدرها (٢.٥٢%) من مساحة المنطقة و مواقع قليلة (٥) موقعاً متفرقاً في وسط الاودية ضمن التكوينات الكارستية .

وخلاصة القول لقد شملت التعرية الاخدودية أحواض المنطقة جميعها ولكن بنسب مختلفة وذلك بسبب تباين التضاريس المنطقة واختلاف التكوينات الصخرية الجيولوجية ومدى مقاومتها لعمليات التعرية.

٢-٣-٢-٢.المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة من التعرية المائية.

١- شبكة الوديان (Valleys) :- تعد من المظاهر الجيومورفولوجية البارزة التي تسود منطقة الدراسة و قد تكونت و تطورت بفعل عمليات التعرية المائية و تباين انواع الصخور ودرجة الانحدار، و تنشأ معظم الأودية نتيجة ثلاث عمليات تلازمها هي النحت الرأسي لتعميق الوادي و النحت الجانبي لتوسيعها و النحت

التراجعي لاطالة الوادي ، والوديان في منطقة الدراسة تكون من نوع الاودية العكسية والتالية حسب تصنيف ديفز [٣٣] .

و يضم حوض جرمكة وديان ذات مساحات وارتفاعات مختلفة ، وتمتاز بأن بعضها موسمي الجريان بسبب اعتماده بشكل رئيسي على مياه الامطار ومياه الثلوج الذائبة اما البعض الاخر من الوديان فهو دائم الجريان بسبب وجود العيون والينابيع التي تغذيه خلال فصل الصيف كما هو الحال في وادي ميركابان ، و فيما يأتي شرح لانواع الوديان في منطقة الدراسة .

١- الوديان العكسية : Obsequent Stream : وهي الوديان التى تجري فيها الانهار عكس ميل الطبقات الصخرية، وغالباً ماتكون وديان قصيرة الأمتداد وذات احجام صغيرة وتوجد ضمن الحافات الصخرية الأنكسارية ،كما هو الحال ضمن روافد زيوى وبعض روافد وادي كاني منم لاسيما الروافد ضمن القسم الشرقي

٢- وديان المضارب (الوديان التالية) Subsequent Valleys : وهي الأودية التي يوازي اتجاهها العام مضرب الطبقات و تعد من الأنهار التالية ، التي توجد على امتداد الحافات الصخرية الموجودة كالكويستا والهوك باك ، التي تتكون من تقاطع فواصل ذات ميل عال مع طبقات مائلة ، و سميت بهذا الاسم لانها توازي مضرب الطبقات ، تنشأ هذه الوديان بفعل التعاقب الطباقي بين الطبقات الصلبة و الهشة في الطبقات المائلة في أجنحة الطية المحدبة التي تتكون منها منطقة الدراسة ،و تسمى الأنهار التي تجري في هذه الوديان بأنهار المضارب لان امتدادها العام يكون مع اتجاه مضارب الطبقات الصخرية ، اذ تشق المجاري المائية طريقها في الطبقات الهشة منها ، و لذلك تتميز تلك الوديان بأنها عميقة بسبب شدة تأثير التعرية الرأسية أو العمودية فيها [٣٤] ،وينطبق هذا النوع من الوديان على (وادي كاني ميران ،موغاغ ،دوله بان) وسط منطقة الدراسة.

٢- الحفر الوعائية: Pot holes: وهي حفر توجد عند مقدمات المساقط المائية اذ يؤدي سقوط الماء القوي إلى تكوين حركة دورانية تقوم بواسطة ما تحمله من رمال و حصى بنحت القاع النهري الصلب و تكوين هذه الحفر ، و لا تكون هذه الحفر اشكالاً تضاريسية مهمة غير أنها يمكن أن تعد دليلاً على مقدار النحت العمودي الذي تقوم به الأنهار التي تكون في مرحلة الشباب ، و تتكون الحفر الوعائية بشكل سريع فوق التكوينات الصخرية اللينة مثل صخور الطفل .[٣٥] و توجد هذه الحفر في وسط وادي كاني منم جنوب منطقة الدراسة.

٣- البيد منت Pediment : وهي عبارة أسطح صخرية شبه مستوية ويتراوح انحدارها من (١-٧) درجات و تقع اسفل الجبال ، تنشأ نتيجة لتراجع هذه الجبال بفعل التجوية و التعرية المائية ، تغطيها طبقة من الرواسب المختلفة الاحجام تزداد سمكاً بالانتقال بعيداً عن الجبال نحو مناطق الاحواض البينية ، و تنتقل الرواسب عادة من السفوح المتراجعة للجبل نحو هذه الاحواض [٣٦].

٤- الخوانق Gorges : و هي عبارة عن قطاعات عرضية عميقة و ضيقة وحادة لوديان الأنهار تكون ذات جوانب شديدة الانحدار و يكون ارتفاعها شديداً قياساً الى سعتها ، و هي نتاج التعرية المائية الشديدة اذ تساعد مناطق الضعف الصخرية و وجود الانكسارات و الفواصل على زيادة عمقها و شدة انحدارها و توجد على امتداد الجهات الشمالية الشرقية والشرقية من حوض وادي جرمكة اذ تكون شديدة الانحدار اذ يعمل الانحدار مع المياه على زيادة تعميق الخوانق و نقل الرسوبيات اسفل الخوانق ، تنتشر على طول سلسلة بيرمكرون شرق منطقة الدراسة .

٥- المساقط المائية Water Falls : تعد الشلالات من الأشكال الناتجة عن النحت التراجعي ، تظهر في المقطع الطولي للمجرى المائي في بداية دورة التعرية ، و هي مظهر من مظاهر مرحلة الشباب والنضج لاسيما في المجاري العليا للأودية ، و يدل وجودها ان المجرى المائي لم يكمل انحدار قطاعه الطولي المتوازن ، تظهر لأسباب عديدة لكن السبب لنشؤها في المنطقة الدراسة يعود الى ارتكاز الطبقات الصخرية الافقية الصلبة على طبقات صخرية لينة اقل مقاومة فتنحت المياه الطبقات اللينة عند حافة الطبقة الصلبة ،فضلا عن تاثير العمليات التكتونية المتمثلة بالهزات الارضية والزلازل التي تؤدي الى هبوط اجزاء من الطبقات الصخرية للمجاري المائية مكونة بذلك مساقط ضمن المجاري ،كما هو الحال في شلال قرب طية ياخيان شرق منطقة الدراسة ،وتتشكل تدريجياً بحيرة اسفل الشلال تعرف باسم البرك الغاطسة (Plunge PooL) [٣٧] .

٢-٣-٢.تقدير حجم التجوية و التعرية المائية : تعد الاذابة أهم عمليات التجوية الكيميائية في منطقة الدراسة ، وتعد معادلة كوربل (Corbel) أكثرها شيوعاً في تقدير حجم الاذابة في أقاليم الصخور الجبرية و هي على النحو الاتي [٣٨]

$$Er = \frac{(P - E).H}{1000 \, . d}$$

اذ أن : Er= Ersion rate in (m3/Km2/yr) P= مجموع المطر السنوي / ملم

E = متوسط التبخر – النتج الشهري / ملم H = معدل أيونات الكالسيوم و المغنيسيوم في عينات المياه (PPm) D= الكثافة النوعية للصخور الجيرية.

وبعد تطبيق المعادلة وفق البيانات المتوفرة والتي تتضمن:

أ- نتائج الموازنة المائية لكريدل في أشهر الفائض المائي.

ب- متوسط المطر السنوي / ملم .

ت- الكثافة النوعية للصخور ومعدل تركيز ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه السطحية والجوفية وهي نسب ثابتة تم اخذها من دائرة الموارد المائية قسم المياه الجوفية في محافظة السليمانية.

وقد بين من نتائج المعادلة في جدول (٢-٦) (٢-٧) (٢-٨) ان معدل التجوية للمياه السطحية بلغ (٥.٧٨) م^3/كم^2/سنة في محطة السليمانية ، و (٤.٦١٤) م^3/كم^2/سنة في محطة دوكان و معدل التعرية الكيميائية للمياه الجوفية في محطة السليمانية بلغ (٧.٩٣) م^3/كم^2/سنة لعمق (٥٠م) و (٨.٨٧٢) م^3/كم^2/سنة لعمق (٣٠٢م) ، مما يلاحظ ان معدل التجوية للمياه الجوفية هو اكبر من معدلها في المياه السطحية و هي الشائعة و الأكثر نشاطاً في منطقة الدراسة فضلاً عن زيادتها كلما زاد العمق ، و ذلك بسبب وفرة المياه الجوفية وسمك الطبقات الصخرية من الحجر الجيري والتكوينات الكارستية المشققة التي تمتاز بنفاذيتها العالية فضلا عن وجود الفواصل والشقوق في الطبقات الصخرية الاخرى مما زاد من معدلات ترشيح المياه الى باطن الارض وهذا بدوره يؤثر هيدرولوجياً في نسبة الجريان داخل الاحواض المائية وكمية التصريف كما يؤثر جيومورفولوجياً في عمق الوديان وأتساعها .

جدول (٢-٦) تقدير حجم التجوية الكيميائية للمياه السطحية حسب محطة السليمانية للمدة (٢٠٠٧- ٢٠١٨)

أشهر الفائض المائي	التبخر النتح / ملم	مجموع الامطار السنوي /ملم	معدل تركيز الكالسيوم و المغنيسيوم في المياه السطحية ملغم/لتر	الكثافة النوعية للصخور	معدل حجم التعرية الكيميائية م^3/كم^2 / سنة
ك1	32.33	665.9	25.8	2.74	5.96
ك2	22.15				6.06
شباط	25.44				6.03
آذار	60.45				5.7
نيسان	118.17				5.15
المجموع	258.54				28.9
المعدل	51.708				5.78

المصدر: من عمل الباحثة أعتماداً على جدول (١-١٩) للتبخر و جدول (١-١٣) مجموع الامطار السنوي، ومعادلة (Corbel) كوربل .

جدول (٢-٧) تقدير حجم التجوية الكيميائية للمياه السطحية حسب محطة دوكان للمدة (٢٠٠٧- ٢٠١٨)

أشهر الفائض المائي	التبخر النتح / ملم	مجموع الامطار السنوي /ملم	معدل تركيز الكالسيوم و المغنيسيوم في المياه السطحية ملغم/لتر	الكثافة النوعية للصخور الجيرية	معدل حجم التعرية الكيميائية م^3/كم^2 / سنة
ك1	31.37	543.9	25.8	2.74	4.82
ك2	19.9				4.93
شباط	34.96				4.79
آذار	61.89				4.53
نيسان	118.82				4
المجموع	266.94				23.07
المعدل	53.388				4.614

المصدر: من عمل الباحثة أعتماداً على جدول (١-١٩) للتبخر و جدول (١-١٣) مجموع الامطار السنوي، ومعادلة (Corbel) كوربل

جدول (٢ - ٨) تقدير حجم التجوية الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة

شهر الفائض المائي	التبخر النتح / ملم	مجموع الامطار السنوي /ملم	معدل تركيز الكالسيوم و المغنيسيوم على عمق 50 م ملغم/لتر	معدل تركيز الكالسيوم و المغنيسيوم على عمق 302 م ملغم/لتر	الكثافة النوعية للصخور الجيرية	معدل حجم التجوية الكيميائية على عمق 50م ملغم/لتر	معدل حجم التجوية الكيميائية على عمق 302م ملغم/لتر
ك1	32.33	665.9	35.4	39.6	2.74	8.18	9.15
ك2	22.15					8.31	9.3
شباط	25.44					8.27	9.25
آذار	60.45					7.82	8.75
نيسان	118.17					7.07	7.91
المجموع	258.54					39.65	44.36
المعدل	51.708					7.93	8.872

المصدر: من عمل الباحثة أعتماداً على جدول (١-١٩) للتبخر و جدول (١-١٣) مجموع الامطار السنوي، على معادلة (Corbel)

٢-٣-٣.الترسيب (Sedimentation) : هي المرحلة الاخيرة من العمليات المورفومناخية تتضمن تجمع وتراكم الرواسب المنقولة على اختلاف انواعها واحجامها وعوامل نقلها (المائي ،الريحي ،الجليدي ،البحري) نتيجة تناقص او ضعف قوى الحمل لعوامل النقل [٣٩] . تتأثر عملية الترسيب وفعاليتها بعدة عوامل اهمها سرعة عامل النقل وقوته وكثافة المواد المنقولة وانواعها فضلا عن حجم وشكل المواد المنقولة وتركيبها المعدني [٤٠] ،تتنوع اشكال الترسيب الى عدة انواع حسب العامل المرسب لكن سيتم التركيز على الترسيب المائي بأعتباره السائد ضمن منطقة الدراسة مع بيان اهم المظاهر الناتجة عنها أذ ترسب المياه المواد الاكبر والاثقل وزناً في البداية ثم الاصغر فلأصغر وصولاً الى الحبيبات الدقيقة كالغرين والطين .

٢-٣-٣-١.أهم المظاهر الترسيبية في المنطقة

١- السهول الفيضية Flood Plains: وهي مساحات مستوية او شبه مستوية تحيط بمجرى النهر وناجمة عن ترسيب حمولته من (الحصى والرمل والغرين والطين) عند جانبي المجرى اثناء فيضانه في مدد قد تكون متقاربة او متباعدة بحسب بيئة المنطقة التي يوجد فيها المجرى ، وتستثمر السهول الفيضية غالباً لاغراض زراعية [٤١] . تمتد السهول الفيضية في منطقة الدراسة على شكل شريط بمحاذاة اودية الاحواض وجوانبها ، اذ تكون ضيقة ومساحتها صغيرة في شمال وشمال شرق حوض جرمكة بسبب شدة تضرس الاراضي الواقعة في الاقسام الشمالية والشمالية الشرقية فضلا عن شدة الانحدار وسرعة المياه التي تنشط عمليات النحت الرأسي بينما يتسع جنوب المنطقة التي تكون قليلة الأنحدار فتزداد التعرية الجانبية ، توجد السهول الفيضية على طول الأودية الثانوية فضلا عن السهل الفيضي لوادي جرمكة الرئيس .

٢- المراوح الغرينية Alluvial Fans : تأخذ المراوح الفيضية أو الغرينية شكلاً شعاعياً ينطلق من قمتها الضيقة التي تلتقي فيها بالمرتفعات الجبلية ، وهي النقطة التي ينطلق منها تيار الماء وتقطع المروحة عدداً من المجاري الشعاعية بشكل عميق قرب قمتها الا انها تصبح ضحلة مع البعد عنها لاسيما عند جبهة التقائها مع المنطقة السهلية ، ويطلق على هذه المنطقة التي تشكل اكبر اتساع لها مسمى جبهة المروحة [٤٢] ومن ثم فالمروحة اشبه بمخروط محدد بالمجاري المائية ، وتتكون المراوح من رواسب فتاتية تتغير احجامها مع تغير طاقة المجرى المندفع من المنطقة الجبلية ، وترتبط نشأتها بالتغير المفاجئ في انحدار المجرى القادم من المناطق الجبلية المرتفعة قبل انفتاحه المفاجئ على المنطقة السهلية ، بحيث يفقد المجرى طاقته على نقل حمولته ومن ثم يرسبها عند هذه النقطة وتعد المراوح الغرينية من الاشكال الديناميكية سريعة التغيير لخضوعها لتاثيرات عديدة منها تغير المناخ والحركات التكتونية وتغير مستوى القاعدة [٤٣] .

وتوجد المراوح في شمال ووسط منطقة الدراسة اسفل الخوانق الجبلية على شكل مخاريط ارسابية وتمثل مخارج الخوانق الجبلية قمة المراوح الفيضية اذ تبدأ الرواسب بالانتشار ضمن المناطق الاقل تضرسا وانحداراً وعبر قنوات مختلفة الاحجام مشكلة بذلك المروحة الغرينية .

واهم مراوح منطقة الدراسة مروحة (زيوى) وهي الاكبر مساحة ثم مروحة(قرجتان) ومروحة (كاني ميران) ومروحة (دوله بان) وجميع هذه المراوح مستثمرة لاغراض زراعية واستيطان فضلا عن الاستثمار الانشائي وذلك بسبب خصوبتها اولآ وتدرج المفصولات الحجمية للرواسب الموجودة ضمنها.

٣- المدرجات النهرية : هي عبارة عن بقايا سهول فيضية قديمة ،عندما يغير النهر مجراه يترك سهله الفيضي ويبدا بتكوين سهل فيضي جديد فيظهر الشكل على هيئة مدرجات يشير المدرج الاعلى الى السهل الفيضي الاقدم عمرآ بينما يمثل المدرج الاسفل السهل الفيضي الحالي وهو الاحدث عمرا (٤٤).

ومن خلال المدرجات النهرية يمكن معرفة العمر الجيولوجي للمجرى فضلا عن معرفة ارتفاع مناسيب المياه وتحديد المدد الزمنية التي تكونت فيها هذه المدرجات، تمتاز المدرجات بتدرج رواسبها لاسيما الخشنة والمتوسطة كالحصى باحجامه والرمل فيما تخلو من الرواسب الناعمة تحديدآ الرواسب الطينية ،تتمثل المدرجات النهرية ضمن منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الشرقي والجنوبي.

٢-٤. العمليات المورفوديناميكية:-

٢-٤-١.تحرك المواد فوق المنحدرات Mass Wasting: يطلق على تعبير (Mass Wasting) بحركة المواد فوق المنحدرات والتي تشمل حركة المفتتات الصخرية بمختلف انواعها واحجامها من فوق المنحدرات الى اسفلها على هيئة كتل كبيرة منفردة او قطع صغيرة متجمعة تحت تأثير الجاذبية الارضية ، وهناك عوامل تساهم في زيادة حركة المواد فوق المنحدرات تتمثل في درجة انحدار المنحدر ونوعية الصخور التي يتكون منها المنحدر الغطاء النباتي والعوامل المناخية (٤٥). وتقسم حركة المواد بفعل الجاذبية الارضية في منطقة الدراسة حسب طبيعة الحركة الى ما ياتي :

٢-٤-١-١.الحركة البطيئة للمواد : تتضمن زحف التربة وزحف الصخور بطريقة الزحف الى الاسفل ولا يمكن مشاهدة هذه الحركة مباشرة عند حدوثها تتراوح احجامها ما بين الكتل الصخرية الى الرمل والغرين، تحدث هذه العملية عادة لمواد التربة القريبة من السطح ، ويشمل هذا النوع من الحركة في منطقة الدراسة الظواهر الاتية :

١- زحف التربة Soil Creep : تعد ابطأ عمليات زحف المواد البطيئة تحدث على المنحدرات المعتدلة التي تغطي بالتربة والمفتتات الصخرية عندما تخضع لقوة الجذب نحو الاسفل فتفقد من قوة تماسكها وغالبا ما تتم حركة الزحف ضمن طبقة الرواسب السطحية عندما تختلف في درجة الحرارة وكمية الرطوبة المتوفرة بحيث تؤدي الى تغيرات حجمية في هذه الرواسب تدفعها الى الزحف ، وان بطء زحف التربة يجعل من متابعته الميدانية امراً متعذراً يومية ، مما يتطلب متابعة اثاره او مظاهره الناتجة في فترة زمنية طويلة نسبيا ومن هذه

المظاهر ميلان الاسيجة واعمدة الطاقة والهاتف ، او تموج سطح التربة وتكوين ما يشبه المصاطب الرسوبية المحلية او الدقيقة او ما تسمى بالسطيحات او الدريجات [٤٦] . ويساعد عملية زحف التربة ويزيد من خطورتها فقر سفوح المنحدارت للنبات الطبيعي اذ ان وجود النبات يقلل من زحف التربة ويحافظ على تماسكها ضمن السفوح المنحدرة ،ويعد الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة عند منابع الوديان اكثر مناطق زحف التربة كونها شديدة الانحدار فضلا عن وجود التكوينات الكارستية التي تتعرض الى مخاطر الاذابة بفعل مياه الامطار مما يسهل عملية الانجراف ، لذلك تم زراعة اغلب السفوح الشرقية والشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة بأشجار متنوعة (كالصونوبريات واشجار الجوز والزيتون) لغرض حمايتها من مخاطلر الانجراف .

٢- زحف الصخور : تحدث ظاهرة زحف الصخور على السفوح الاقل انحدارا وبشكل بطيء على سفوح وجوانب المنحدرات اذ تعمل المياه المنحدرة على هذه السفوح على ترطيب التربة وانجرافها مما يسهل انزلاق القطع الصخرية الواقعة فوقها بفعل الجاذبية الأرضية ويلاحظ تجمع اكوام من الكتل الصخرية الجافة نحو أسفل المنحدرات في منطقة الدراسة ومنها ما يصل الى جوانب الطرق ووسط الطريق مما يتسبب في اعاقة الطرق والحركة عليها .

٣-زحف ركام السفوح (التالوس) Talus Creep : هو تحرك الحطام الصخري أو زحفه نحو اسفل المنحدر فتنشأ مخاريط التالوس او الاسكري Scree . نتجت بمساعدة عمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية التي تعرضت لها التكوينات الجيولوجية المختلفة في المنطقة لا سيما عند الحافات الصخرية وسفوح منحدرات الوديان ، وتتكون هذه الركامات من كتل صخرية وجلاميد وحصى ومفتتات صخرية وتربة على شكل اكوام كبيرة اسفل تلك المنحدرات وتكون ذات اشكال مدببة ومميزة وملتوية وكثيرة الزوايا. وتنتشر ضمن تكوين كوميتان وسط منطقة الدراسة لا سيما في المناطق ذات التكوين الغالب للحجر الطيني تحديدآ صخور الطفل والمارل.

٢-٤-١-٢.الحركة السريعة للمواد : وهي عملية نقل مواد سطح الارض من اعلى المرتفعات الى اسفلها بشكل فجائي وسريع نتيجة لتأثير الجاذبية الارضية ويطلق على هذه الحركة بالحركات السريعة وتتباين هذه الحركة حسب نوعية الصخور وتركيبها.وتشمل الحركات السريعة ضمن منطقة الدراسة:

١-تساقط الكتل الصخرية Rock Fall : السقوط الصخري عملية شائعة الحدوث فوق المنحدرات الشديدة (Steep Slopes) وواجهات الحافات والجروف بفعل الجاذبية الارضية ، فأن الشقوق والمفاصل الصخرية تعد سببا جوهريا في تنشيط هذه العملية نظرا لأنها تضعف من مقاومة الصخر وتساعد قوى الدفع والسحب ، وقد تتحول عملية السقوط الصخري الى عملية انهيار (Avalanche) فبدلاً من ان تسقط الكتل فرادى فأنها تسقط ملتحمة ومندمجة ببعضها ، ويحدث ذلك عندما تشق الانهار مجاري معمقة في صخور صلبة مثل الكرانيت او الحجر الجيري الرملي المندمج ، ومن ثم تزيل الدعم الجانبي اللازم لتثبيت هذه الجوانب والضفاف فيزداد الضغط على الجوانب وتنفصل منها شرائح وتهوى الى قاع الوادي او المجرى المائي [٤٧] وهذه الظاهرة كثيرة الحدوث في المنطقة الشديدة الانحدار من منطقة الدراسة ، بعد تعرية هذه المنحدرات من الغطاء الترابي تصبح تحت تأثير التجوية المباشرة فينجم عنها انفصال كتل صخرية كبيرة وسقوطها اسفل المنحدرات وعلى الطرق وجوانبها مما تشكل خطرآ على سكان القرى وتتسبب في خسائر بشرية ومادية وتدمير الاراضي الزراعية وقد لوحظت هذه الظاهرة حقليا في شمال منطقة الدراسة عند السفوح الشديدة الانحدار وكذلك عند الحافات الصخرية والصدعية تحديدآ شرق منطقة الدراسة.

تساقط المفتتات الصخرية Debris Fall: وهو خليط من المواد الصخرية يظهر عند أسفل المنحدرات ، تكون بشكل مجاميع وليس على شكل كتل صخرية منفردة ، اذ تتراكم المفتتات الصخرية عند قاعدة المنحدر على شكل قباب او تلال مستديرة تنزلق باتجاه الانحدار العام من المنحدرات العليا التي تشكل حافات شديدة الانحدارالى المنحدرات السفلى مما يؤدي الى سقوطها بشكل مفاجئ وسريع وتحدث هذه العملية في اجزاء متعددة من منطقة الدراسة.

٢- أنسياب المواد الطينية (التدفق الارضي) (Mud Flow) : تتحرك الانسيابات الطينية بسرعة كافية بحيث يمكن رؤيتها وتتميز بكثرة ما تحتويه من الماء بالنسبة الى الانسيابات الترابية وتنحصر في مجاري معينة في الغالب، ومن الظروف التي ساعدت على حدوثها هي:

١- وجود مواد غير متماسكة على السطح تصبح لزجة عند تبللها. ٢- انحدار شديد للسفوح. ٣- مصدر مياه وفير. ٤- قلة النبات[٤٨]. تتميز اقدام السفوح الجبلية بقلة انحدارها ، مما يضعف قوى الجاذبية الارضية ومن ثم تتراكم المواد الهابطة من الاجزاء الاعلى للمنحدرات وبصورة خاصة المواد الناعمة من الاتربة والاطيان ، كما تكون مليئة بالرطوبة التي تزيد من وزن المواد المتراكمة مما يضعف من قوة المواد وثباتها

واستقرارها على قواعدها فاذا تعرضت هذه المواد الى زيادة في المياه خضعت لحركة الانسياب السريعة نسبيا على منحدرات ضعيفة[٤٩]. وينتج عن انسياب المواد الطينية تكوين حافات صخرية جرداء شديدة الانحدار وقد يؤدي الى تسوية سطح الارض ، كما في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة .

٤-الانهيارات: تمثل حركة سقوط الكتل الكبيرة من الصخور او انهيار الطبقات الكبيرة من التراب بفعل الجاذبية الارضية وتحدث حالات الانهيارات حينما تهطل الامطار لأوقات طويلة او ذوبان الثلوج بغزارة وتذوب في الربيع وتؤدي الى اشباع الطبقات العلوية وانتفاخها بالمياه ومن ثم تؤدي الى الانهيار، وتحدث انهيارات كبيرة في اعالي سفوح الجبال والمنحدرات وتؤدي الى انهيار الطبقات الصخرية والتربة والابنية او الاشجار والاشياء جميعها التي تصادفها [٥٠]. كما في الصورة (٢-٢٥) التي توضح الانهيارات الصخرية التي حدثت عند قرية (هناراني كون) شرق منطقة الدراسة التي كانت بسبب حدوث هزة ارضية بقوة (٤.٨ °) في تمام الساعة الثانية وخمسة عشر دقيقة بعد منتصف الليل بتاريخ ١٠/١١/ ٢٠٢٠ ، اذ كان موقع بؤرة الهزة ضمن منطقة بازيان الواقعة غرب منطقة الدراسة وبعمق ٨كم ،وبمساحة تصل الى ١٥٤كم٢ اذ تسببت الهزة بحدوث انهيارات صخرية في السفح الغربي لجبل (توه سبي) مما تسبب بغلق الطريق المؤدي الى قرية (هناراني كون) ،وتعد هذه الهزة احدى الهزات القوية التي وقعت ضمن منطقة الدراسة او تاثرت بها في العشر السنوات الاخيرة نتيجة النشاط القوي لحركة الصفيحة العربية.

الاستنتاجات:

تنوع العمليات الجيومورفولوجية في المنطقة، لذلك صنفت الأشكال الأرضية في أحواض منطقة الدراسة تبعا لنوع العمليات التي شكلتها، منها ما هو ذات اصل بنيوي ومنها ما هو ذو اصل كارستي ومنها ذو اصل ارسابي ومنها ما هو ذو اصل تعروي .

التوصيات:

١-استثمار المورد الجيولوجي المتمثل بالصخور الجيرية والكلسية ضمن منطقة الدراسة من خلال اقامة مقالع ضمن مناطق تواجد هذه الصخور، والتي تستخدم لأغراض متنوعة كالبناء والترصيف واعمال الديكورات بدل استيراد هذه المواد من الخارج لاسيما دول الجوار.

٢-توظيف البيانات الهيدرولوجية الناتجة من الدراسة في مجال اقامة مشاريع خزنية تتمثل بالسدود الصغيرة على الوديان الثانوية ضمن منطقة الدراسة لخزن مياه الامطار والثلوج والاستفادة منها خلال مواسم الجفاف ،فضلا عن أهميتها في الجوانب الزراعية والسياحي.

الهوامش:

[١] جودة فتحي التركماني، دراسة أصول الجيوموفولوجيا ،دار الثقافة العربية –القاهرة ،الطبعة الثالثة ،٢٠١١ ،ص٣٨

[٢]- محمد مجدي تراب، اشكال الصحاري المصورة، جامعة الاسكندرية، مطبعة الانتصار، ط١ ، مصر ، ١٩٩٣ ، ص٤٤

[٣] - رقية احمد محمد العاني، جيومورفولوجية سهل السندي، الطبعة الاولى، مكتبة دجلة، جمهورية العراق، بغداد، ٢٠١٤، ص١٠٨

[٤] - حسن رمضان سلامة، اصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص١٠٨ .

[٥] - سرحان نعيم طشطوش الخفاجي، دراسات في الجيومورفولوجيا ، المطبعة العالمية للتصميم والطباعة ، ط١ ، العراق ، السماوة ، ٢٠١٧ ، ص١٠٦

[٦] - سعود المحمد، اشكال تضاريس الارض، منشورات جامعة دمشق، دمشق ، سوريا ، ٢٠٠٩ ، ص٩٦

[٧] - Cook,A.U , and Warren , A , Geomorphology in Desert , B.T. Bats ford Ltd , London , 1974 , p 67

[٨]- صلاح الدين البحيري، اشكال سطح الارض، دار الفكر ، دمشق ، ط٢ ، ٢٠٠١ ، ص٣٥

[٩]- محمد سعيد البارودي، اسس الجيومورفولوجيا(العملية والشكل) ، الطبعة الاولى ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ٢٠١٨ ، ص٥٠

[١٠]- عبد الاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الارضية (الجيومورفولوجيا) ، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، ١٩٨٦ ، ص ٩١

[١١] -عبد الهادي الصائغ ، فاروق صنع الله العمري ، الجيولوجيا العامة ، ط٣ ، جامعة الموصل ، ١٩٩٩ ، ص١٥٤

[١٢] -عبد الاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الارضية (الجيومورفولوجيا) ، مصدر سابق ، ص ٩٣ – ٩٤

[١٣] - عبد الاله رزوقي كربل ،علم الاشكال الارضية (الجيومورفولوجيا)،المصدر نفسه، ص٩٤

[١٤] - Philp . A.Allen and John . R. Allen .Basin Analysis priciples and Applications , second edi on Blak well Publishing company , 2005 , p233

[١٥] - Randall Schactzl and Sharon Anderson , Soil Genesis and Geomorphology Cambirdge University , 2007 , p233

- الشائع من الايونات الموجبة في الصخور (البوتاسيوم K^+ ، صوديوم Na^+ ، كاليسوم Ca^+ ، ماغنيسيوم Mg^+) ولهذا فان جميع الصخور التي تحتوي معادن يدخل في تركيبها واحد من هذه الايونات هي معرضة للتجوية الكيميائية عن طريق عملية التحلل بالماء او بخاره .

[١٦]- حمدنية عبدالقادر العوضي ، احمد بن عبد الله الدغيري ، الجيومورفولوجيا (اسس نظرية وجوانب تطبيقية) ، جامعة القصيم ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠١٧ ، ص ٧٢ – ٧٣

[١٧]- رقية احمد محمد امين ،هالة محمد سعيد ،أسس علم الجيومورفولوجية التطبيقة ،دار العصماء- سوريا – دمشق ،الطبعة الاولى ،٢٠٢١ ،ص١٦٤

[١٨]- محمد سعيد البارودي ، اسس الجيومورفولوجيا (العملية والشكل) ، مصدر سابق ، ص ٢٠٥

[١٩]- سعدية عاكول الصالحي، عبد العباس فضيح الغريري ، البيئة الحراوية وشبه الصحراوية (التغيرات المناخية) ، الطبعة الاولى ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٤ ، ص١٠٨ .

[٢٠]- Bell . F . G . Engineering geology , second Edition , London Elsevier , 2007 . p 80

[٢١] محمد سعيد البارودي ،أسس الجيومورفولوجيا(العملية والشكل)، دار الفكر العربي للطباعة والنشر،مصر ،٢٠١٨،ص١٨١

[٢٢]- حسن سيد احمد ابو العينين، اصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص٥١٥

[٢٣] -محمد صبري محسوب، الاطلس الجيومورفولوجي، الطبعة الاولى، دار الفكر العربي للطباعة والنشر، القاهرة ،٢٠٠١،ص١٥٩

[٢٤]- ايمن العمارين ،الجيولوجيا الهندسية ،الطبعة الثانية ،دار الجامعة للطباعة والنشر ،سوريا-دمشق ،٢٠٠٥ ،ص١٠٧

[٢٥]- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية) ، دار الصفاء للنشر ، عمان ،٢٠١١ ، ص٢٢٩.

[٢٦]- محمد محمود حسن، جغرافية البيئة، منشورات الهيئة الدورية العامة للكتب، وزارة الثقافة، سوريا، ٢٠١٠، ص١٨٨ .

[٢٧]- عبد الله صبار عبود العجيلي، التعرية المائية في حوض سرجنار و شوركة شمال غرب السليمانية بأستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية /المجلد (١)، العدد (٥)،٢٠٠٩، ص٨٣ .

[٢٨]- عبد الله صبار العجيلي ، التعرية المائية ، مصدر سابق ، ص٨٣.

[٢٩] - سرحان نعيم طشطوش ، دراسات في الجيومورفولوجية ، مصدر سابق ، ص٨٤ .

[٣٠]- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية (دراسة جيمورفولوجية تطبيقية) ، مصدر سابق ، ص٢٣٣ – ٢٣٤

[٣١] - علي خالد العلي ، اعداد خريطة التعرية الاخدودية لمروحة وادي الباطن – جنوبي العراق – باستخدام التحسس النائي و نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة أبحاث البصرة ، العدد ٣٨، الجزء ١ ، ٢٠١٢ ، ص٦ .

[٣٢] - علي خالد العلي ، أعداد الخريطة التعرية الاخدودية ، مصدر سابق ، ص٦ .

[٣٣]- فتحي عبد العزيز أبو راضي ، الأصول العامة في الجيومورفولوجية ، دار النهضة العربية ،الطبعة الأولى ، لبنان ، ٢٠٠٤ ، ص٢٠٠

[٣٤] - عبد الاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الأرضية ، مصدر سابق ، ص١٢٨ .

[٣٥] - عبد الاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الأرضية (الجيومورفولوجية) ، المصدر نفسه ، ص١٥٩ .

[٣٦]- محمد سعيد البارودي ، أسس الجيومورفولوجية العلمية و الشكل ، ٢٠١٨ ، مصدر سابق ، ص٢٣٦ .

[٣٧]- محمد سعيد البارودي ، أسس الجيومورفولوجية ، مصدر سابق ،ص١١٠ – ١١١ .

[٣٨]- ATkinson,T.C.and smith .D.I.The Erosion of Limestonein in ford T.D. and Cullingford , C.H.(Eds.),the science of speleology London ,1976 , P.154 .

[٣٩] - حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجية ، ط١، ٢٠٠٤ ، مصدر سابق ، ص٤٢٨ .

[٤٠] - عبد الاله احمد ابو غانم ، الجيولوجيا العامة ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، ط١ ، عمان ، ٢٠١٠ ، ص٩٥ .

[٤١]- محمد سعيد البارودي ، اسس الجيومورفولوجيا (العملية والشكل) ، مصدر سابق ، ص١٥١

[٤٢] - محمد سعيد البارودي ، اسس الجيومورفولوجيا (العملية والشكل) ،٢٠١٨ ، مصدر سابق ، ص١٥٤

[٤٣] - محمد سعيد البارودي ، اسس الجيومورفولوجيا (العملية والشكل) ، مصدر سابق ، ص١٥٥

[٤٤] - غازي عبد الفتاح سفارني ، عبد القادر عابد ، اساسيات علم الارض ، دار الفكر للنشر والتوزيع ، ط١ ، عمان ، ٢٠١٢ ، ص١٤٨

[٤٥] - حمدينة عبد القادر العوضي ، احمد بن عبدالله الدغيري ، الجيومورفولوجيا (اسس نظرية وجوانب تطبيقية) ، ٢٠١٧ ، مصدر سابق ، ص٩٣

[٤٦] - حسن رمضان سلامة ، اصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص١٥٦ – ١٥٧

[٤٧]- حمدينة عبد القادر العوضي، احمد بن عبد الله الدغيري ، الجيومورفولوجيا (اسس نظرية وجوانب تطبيقية) ، ٢٠١٧ ، مصدر سابق ، ص١٢٢ – ١٢٣

[٤٨]- وليم دي ثورنبري ، ترجمة وفيق حسين الخشاب وعلي محمد المياح ، أسس الجيوموفولوجيا ،الجزء الاول ،منشورات جامعة بغداد ،١٩٧٥ ،ص١٢٢

[٤٩] -عادل عبد السلام، علم اشكال الارض، منشورات جامعة دمشق، الطبعة الخامسة ،٢٠٠١، ص ١٦١

1-Stephen. Marshak. Earth. portrait. OF .a planet. w. w. Norton. and. company .Newyork. 2001. p294.

المصادروالمرجع:

اولاً:الكتب:

[٥٠] - فاروق صنع الله العمري، علي جاسم، سمير احمد عوض، الجيولوالطبيعية والتاريخية، مطبعة جامعة الموصل، الموصل، ١٩٨٥، ص٤٠

[٢] - حسن سيد احمد ابو العينين، أصول الجيومورفولوجيا، دار النهضة العربية للطباعة، بيروت ،١٩٧٦، ص١٨١

٣- جودة فتحي التركماني، دراسة أصول الجيوموفولوجيا ،دار الثقافة العربية –القاهرة ،الطبعة الثالثة ، ٢٠١١ ،ص٣٨
٣- محمد مجدي تراب، اشكال الصحاري المصورة، جامعة الاسكندرية، مطبعة الانتصار، ط١ ، مصر ، ١٩٩٣ ، ص٤٤
٤-رقية احمد محمد العاني، جيومورفولوجية سهل السندي، الطبعة الاولى، مكتبة دجلة، جمهورية العراق، بغداد، ٢٠١٤، ص١٠٨
٥-سرحان نعيم طشطوش الخفاجي، دراسات في الجيومورفولوجيا ، المطبعة العالمية للتصميم والطباعة ، ط١ ، العراق ، السماوة ، ٢٠١٧ ، ص١٠٦
٦-سعود المحمد، اشكال تضاريس الارض، منشورات جامعة دمشق، دمشق ، سوريا ، ٢٠٠٩ ، ص٩٦
٧-صلاح الدين البحيري، اشكال سطح الارض، دار الفكر ، دمشق ، ط٢ ، ٢٠٠١ ، ص٣٥
٨- محمد سعيد البارودي، اسس الجيومورفولوجيا(العملية والشكل) ، الطبعة الاولى ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ٢٠١٨ ، ص٥٠
٩-عبد الاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الارضية (الجيومورفولوجيا) ، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، ١٩٨٦ ، ص ٩١
١٠-عبد الهادي الصائغ ، فاروق صنع الله العمري ، الجيولوجيا العامة ، ط٣ ، جامعة الموصل ، ١٩٩٩ ، ص١٥٤
١١- رقية احمد محمد امين ،هالة محمد سعيد ،أسس علم الجيومورفولوجية التطبيقة ،دار العصماء- سوريا – دمشق ،الطبعة الاولى ،٢٠٢١ ،ص١٦٤
١٢- سعدية عاكول الصالحي، عبد العباس فضيح الغريري ، البيئة الحراوية وشبه الصحراوية (التغيرات المناخية) ، الطبعة الاولى ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٤ ، ص١٠٨ .
١٣- محمد سعيد البارودي ،أسس الجيومورفولوجيا(العملية والشكل)، دار الفكر العربي للطباعة والنشر،مصر ،٢٠١٨،ص١٨١
١٤-محمد صبري محسوب، الاطلس الجيومورفولوجي، الطبعة الاولى، دار الفكر العربي للطباعة والنشر، القاهرة ،٢٠٠١،ص١٥٩
١٥- ايمن العمارين ،الجيولوجيا الهندسية ،الطبعة الثانية ،دار الجامعة للطباعة والنشر ،سوريا-دمشق ،٢٠٠٥ ،ص١٠٧
١٦-خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية) ، دار الصفاء للنشر ، عمان ،٢٠١١ ، ص٢٢٩.
١٧- فتحي عبد العزيز أبو راضي ، الأصول العامة في الجيومورفولوجية ، دار النهضة العربية ،الطبعة الأولى ، لبنان ، ٢٠٠٤ ، ص٢٠٠
١٨-عبد الاله احمد ابو غانم ، الجيولوجيا العامة ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، ط١ ، عمان ، ٢٠١٠ ، ص٩٥ .
١٩-غازي عبد الفتاح سفارني ، عبد القادر عابد ، اساسيات علم الارض ، دار الفكر للنشر والتوزيع ، ط١ ، عمان ، ٢٠١٢ ، ص١٤٨

ثانياً:الرسائل والأطاريح:

١-عبد الله عامر عمر، التحليل التكنوني للتراكيب الخطية في شمال غرب العراق باستخدام معطيات التحسس النائي ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ١٩٨٥ ، ص٧٤ .

٢-عبد الله صبار عبود العجيلي، التعرية المائية في حوض سرجنار و شوركة شمال غرب السليمانية بأستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية /المجلد (١)، العدد (٥)،٢٠٠٩، ص٨٣

ثالثاً: البحوث والتقارير:

١-علي خالد العلي ، اعداد خريطة التعرية الاخدودية لمروحة وادي الباطن – جنوبي العراق – باستخدام التحسس النائي و نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة أبحاث البصرة ، العدد ٣٨، الجزء ١ ، ٢٠١٢ ، ص٦

رابعاً:المصادر باللغة الانكليزية:

[50] - Cook,A.U , and Warren , A , Geomorphology in Desert , B.T. Bats ford Ltd , London , 1974 , p 67

2- Philp . A.Allen and John . R. Allen .Basin Analysis priciples and Applications , second edi on Blak well Publishing company , 2005 , p23

3 - Randall Schactzl and Sharon Anderson , Soil Genesis and Geomorphology Cambirdge University , 2007 , p233

4-Bell . F . G . Engineering geology , second Edition , London Elsevier , 2007 . p 80

5- ATkinson,T.C.and smith .D.I.The Erosion of Limestonein in ford T.D. and Cullingford , C.H.(Eds.),the science of speleology London ,1976 , P.154 .

6- Stephen. Marshak. Earth. portrait. OF .a planet. w. w. Norton. and. company .Newyork. 2001. p294.