منحدرات سلسلة جبال برانان دراسة جيومرفولوجية

أ . م . د عبدالله صبار عبود العجيلي
جامعة بغداد / كلية
الآداب/ قسم الجغرافية

المستخلص :

تعد المنحدرات من أهم الأنظمة الجيومورفولوجية لأنها نتاجاً طبيعياً من تداخل مجموعة من العوامل الجغرافية البيئية وهي البنية الجيولوجية ونوعية الصخور والتضاريس والمناخ والتربة والنبات الطبيعي والتي تؤثر في العمليات الجيومورفولوجية وما نتج عنها العديد من المظاهر الأرضية المختلفة كزحف المواد الصخرية والرواسب والانزلاقات الأرضية والسقوط الصخري.

تم دراسة منحدرات سلسلة جبال برانان في محافظة السليمانية الواقعة شمال شرق العراق وتبلغ مساحتها (٥٥٠،٠٦٢٢٩كم^{٢})، اذ تم استخدام المرئيات الفضائية والرادارية والخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية واظهرت الدراسة انعكاس التكوينات الجيولوجية والبنية الجيولوجية والظروف المناخية على سير العمليات الجيومورفولوجية ومن ثم على اشكال المنحدرات .

اعتمدت الدراسة على تصنيف Demek الذي يتكون من ستة مستويات فظهر سيادة الاراضي ذات الفئات الانحدارية (٠- ٢°) و (٢ –٥°) و (٥ –١٥°) على الفئات الانحدارية الاخرى ، كما ان مناطق الظل تقع ضمن فئة (٦٠ – ١٢٠) والتي تشير الى ان المنطقة تقع بين فئة كثيرة الظل الى متوسطة الظل ، كما شكلت العناصر الانحدارية المستوية اعلى العناصر بنسبة (٥٠،٥٤%) تليها العناصر الانحدارية المقعرة (٤٦،٧٨%) ومن ثم العناصر الانحدارية المحدبة (٢،٦٨%) وهذه العناصر الثلاث لها تاثير على النشاط البشري.

طريقة العمل :

لغرض تحقيق أهداف الدراسة فقد تم الاستعانة بالمرئيات الفضائية لرسم خرائط منطقة الدراسة وبالاعتماد على برنامج (ARCGIS.10.2) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) اذ تم القيام بعملية القياس والمساحة والأعداد والأطوال والتصنيف ثم إخراجها بالصورة النهائية عن طريق شبكة الإحداثيات واتجاه الشمال ومفتاح الخريطة والمقياس الخطي وإضافة العناوين ، وتم دراسة خصائص الانحدار ورسم الخرائط لها و كذلك قياس التعرية المطرية بالاعتماد على معادلة فورنيه – ارنولدوس ، فيما تم قياس شدة التعرية السيلية ولأخدوديه في منطقة الدراسة بالاعتماد على معادلة (Bergsma١٩٨٢) ، وتم استخراج التراكيب الخطية ورسم وردة الاتجاهات لها بواسطة البرامج : (PCI Geomatica2012) و (Rock Worcks15) و (ARCGIS.10.2) .

مشكلة الدراسة :

١. ما طبيعة العوامل والعمليات الجيومرفولوجية السائدة في منطقة الدراسة والتي ساهمت في تشكيل المنحدرات .
٢. ما نوع المواد المتحركة فوق سفوح المنحدرات وتحديد شكلها وسرعتها وحجمها .
٣. تحديد شدة الانحدار من سفوح المنحدرات واي نوع من الانحدار سائد في منطقة الدراسة .

فرضية الدراسة :

١. ان العوامل الطبيعية هي العوامل المسببة في سير العمليات الجيومرفولوجية .
٢. ان العمليات الجيومرفولوجية ساهمت في تشكيل المنحدرات الأرضية .
٣. أثرت المنحدرات الأرضية في أنماط استعمالات الأرض في منطقة الدراسة .

موقع منطقة الدراسة :

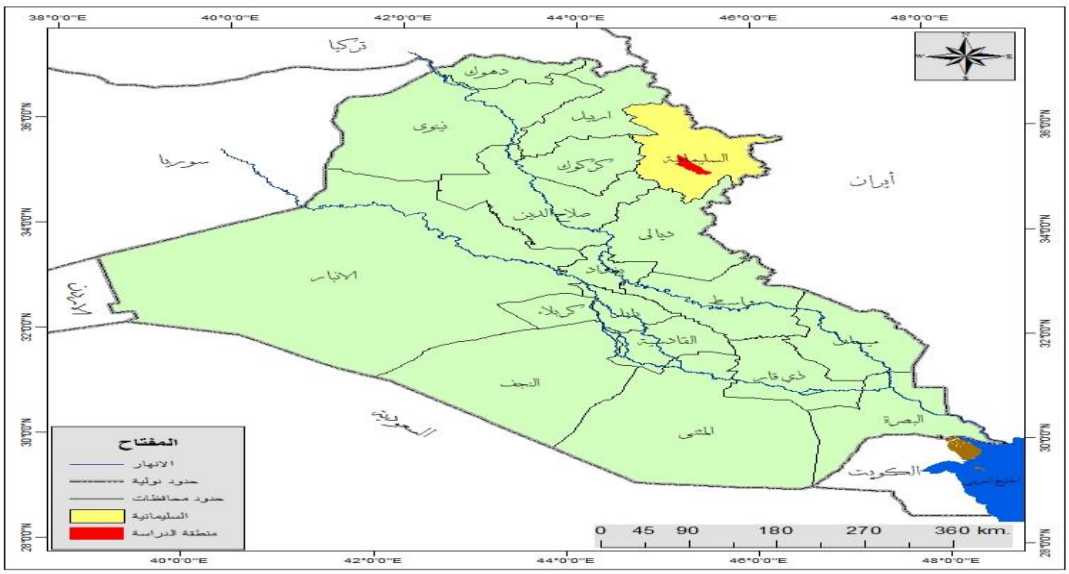
تقع سلسلة جبال برانان في محافظة السليمانية بين دائرتي عرض (٢٢ً،٠٦َ،٣٥ْ) و(٣٩ً،٢٦َ،٣٥ْ) وبين خطي طول (٤٩ً،٠٩َ،٤٥ْ) و (١٤ً،٣٥َ،٤٥ْ) وتتحدد المنطقة طبيعياً بقضاء السليمانية وناحية قره داغ من الشرق وقضاء جمجمال وناحية سنكاو من الغرب اما من جهة الشمال نهر قاييال جاي في حين تتحدد من الجنوب بسد دربندخان وتبلغ مساحة المنطقة (٥٥٠،٠٦٢٢٩كم٢) خريطة (١).

جيولوجية منطقة الدراسة :

تعد التكوينات الجيولوجية من العوامل المؤثرة في تكوين المنحدرات بما تتضمنه تلك التكوينات من مواد مختلفة وهذا الاختلاف أثر في مدى استجابة مواد المنحدرات لعمليات التجوية والتعرية ، كذلك تؤثر البنية الجيولوجية كالطيات والصدوع والتراكيب الخطية في الصخور ومن ثم تؤثر في حركة المواد على المنحدرات . يلاحظ خريطة (٢) .

تكوين إنجانة : يمتد هذا التكوين من الجنوب الشرقي وحتى الشمال والشمال الغربي من منطقة الدراسة ويعود هذا التكوين إلى عصر الايوسين الأوسط (الزمن الثالث) ويتكون من صخور طينية حمراء مع ترسبات صلصالية رملية فضلاً عن حبيبات الجبس والصخور الملحية وهذه الترسبات ذات اصل ناري غنية بالحديد وتمتاز بسرعة تعرضها للتجوية ١

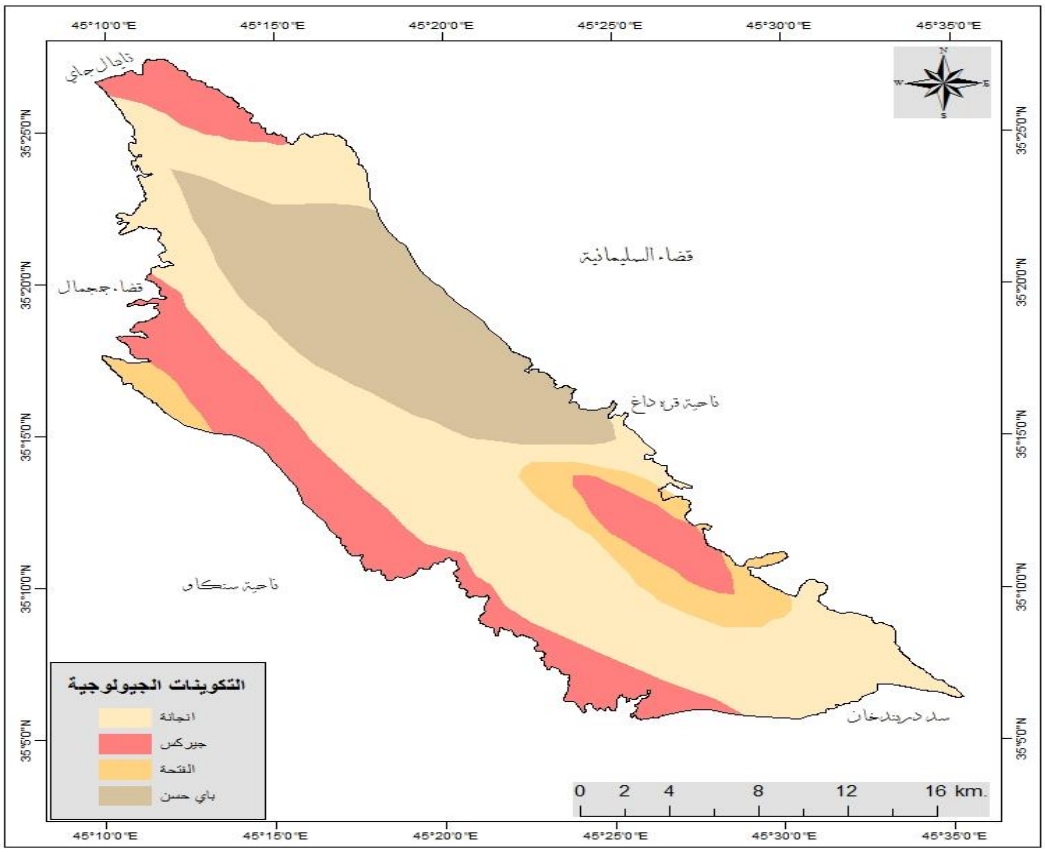
خريطة (١)موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر:- وزارة الموارد المائية ، المديرية العمة للمساحة ، خريطة العراق الإدارية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠٠٧ .

خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة

. .١



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-
وزارةالصناعة،المديريةالعامةللمسحالجيولوجيوالتحريالمعدني،خريطةالسليمانيةالجيولوجية،مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ،لسنة ٢٠١٠ ،باستعمال برنامج. (Arc Gis10.2) .

٢. **تكوين جيركس:** ويمتد هذا التكوين من الجنوب الغربي حتى الشمال الغربي ويقع ايضاً جزء منه في الجنوب الشرقي ويتكون من الصخور التي تمثل الجزء الأسفل (غير بركاني) للصخور العالية

للنطاق الزاحف في العراق يمتاز هذا التكوين بوجود كميات كبيرة من الجبس في طبقاته العليا فضلا عن صخور المارل[٢].

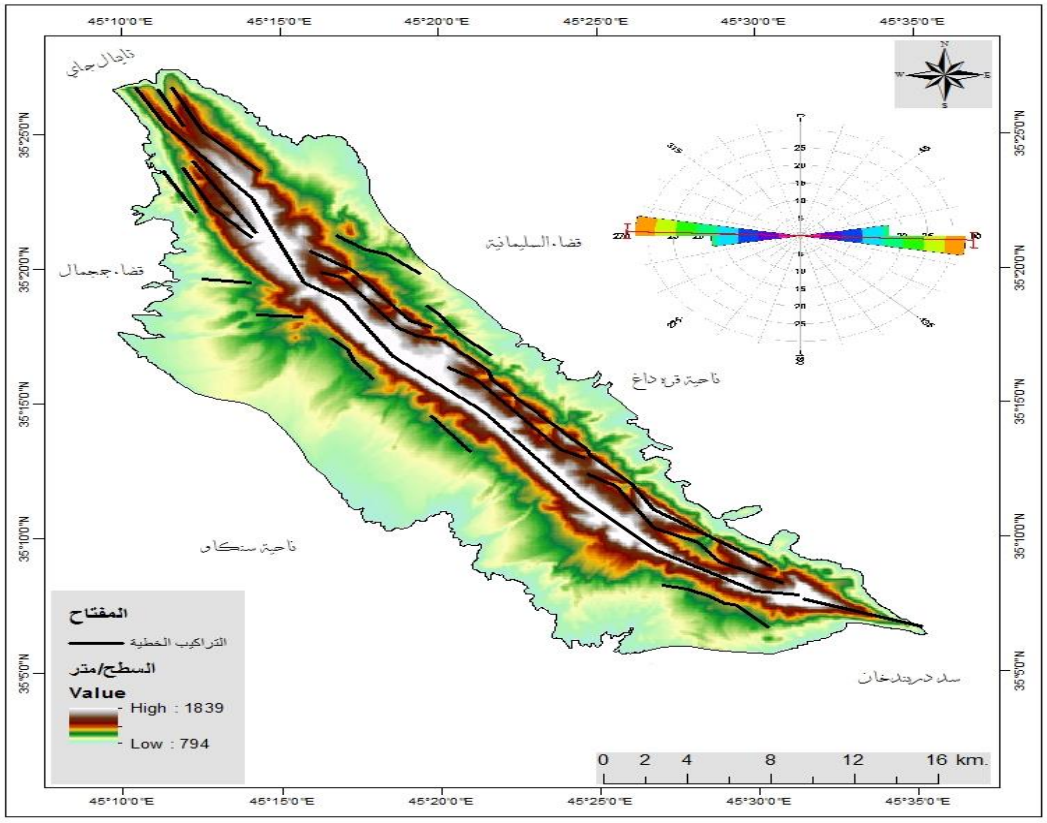
٣. **تكوين الفتحة :** يعود عمر هذا التكوين الى عصر (مايوسين – بلايوسين) ، يوجد هذا التكوين على جزئين الجزء الاول في الجنوب الشرقي من منطقة الدراسة والجزء الثاني في الشمال الغربي ويتألف تكوين الفتحة من انهدرايت والجبس والملح المتداخل مع الحجر الجيري والمارل فضلاً عن حبيبات فتاتية ناعمة اخرى[٣].

٤. **تكوين باي حسن :** ويعود عمر هذا التكوين الى عصر (مايوسين – بلايوسين) ، ويقع هذا التكوين في الجزء الشرقي والشمال الشرقي ويتالف من مواد نهرية سميكة فضلاً عن مدملكات مصبات الانهار والرمل والحصى والمواد الخشنة[٤].

التراكيب البنيوية :

الطيات : تمثل سلسلة جبال برانان والذي يكون امتدادها طوليا ذات اتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي ويكون اقصى ارتفاع لها (١٨٣٩م) فوق مستوى سطح البحر في حين توجد طيات في منطقة الدراسة يصل ادنى مستوى لها (٧٩٤م) فوق مستوى سطح البحر، وتتميز قممها بقلة سمك تربتها وانكشاف التكوينات الصخرية فيها ، وتعد السفوح العليا لهذه الطيات مناطق لتقسيم المياه التي كان لها الدور الأكبر في تغذية شبكة الصرف المائي السطحي والجوفي، يلاحظ خريطة (٣) .

خريطة (٣) التكوينات البنيوية لمنطقة الدراسة

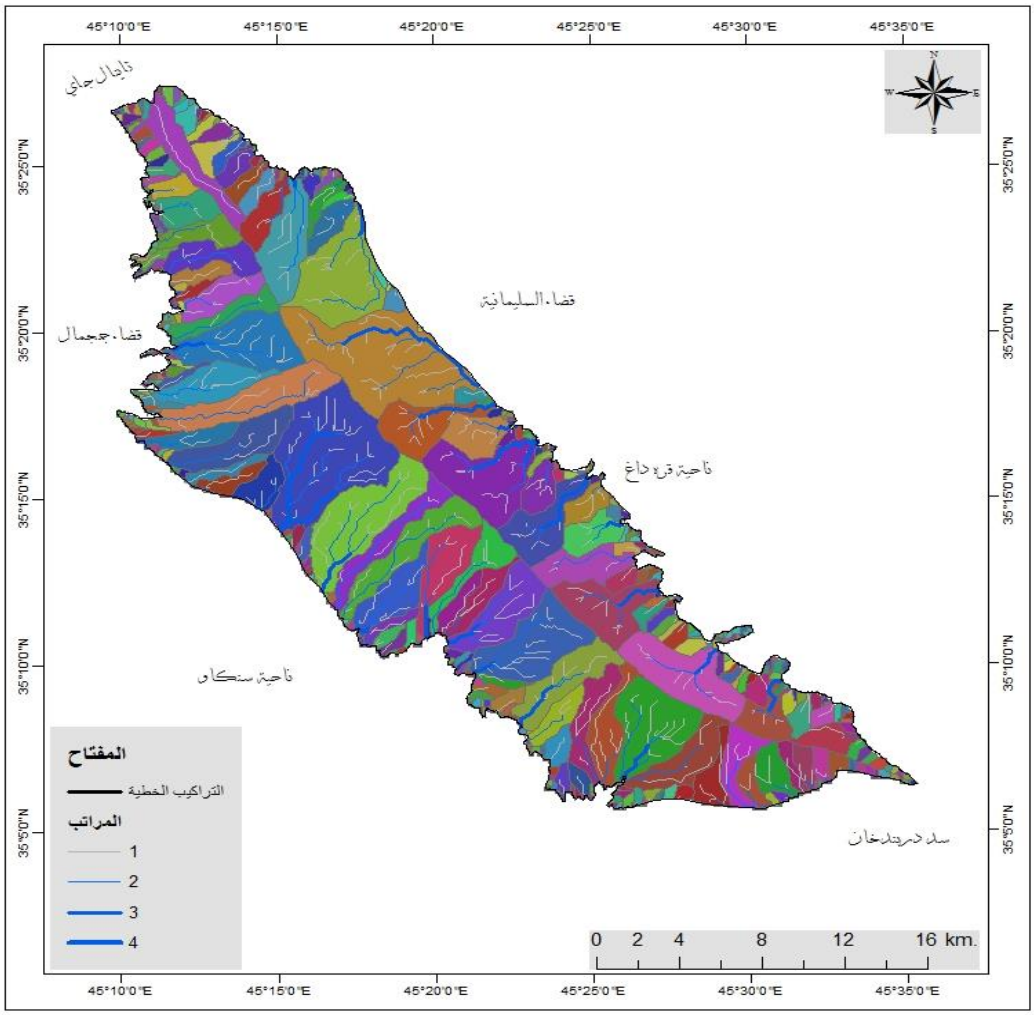


المصدر:- من عمل الباحث بالاعتماد على :-
جمهورية العراق، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة العراق البنيوية مقياس (١/١٠٠٠٠٠٠) ،لعام ٢٠١٠.

التراكيب الخطية : وهي ظواهر طبيعة ذات اصل جيولوجي يمكن ملاحظتها على الصور الجوية او المرئيات الفضائية ، ومن ملاحظة خريطة (٤) هناك علاقة بين التراكيب الخطية وشبكة الصرف المائي

، اذ عملت هذه التراكيب على أضعاف الشكل الطباقي مما جعلها مهيأة لعمليات التجوية والتعرية ومن ثم سمحت بتكوين مجاري مائية على سفوح المنحدرات .

خريطة (٤)التراكيب الخطية لحوض منطقة الدراسة



المصدر:- من عمل الباحث بالاعتماد على:-

١- مرئية فضائية(Etm7 Land sat) ،الحزم (٣،٢،١) لسنة ٢٠٠٠ .

٢- وزارة الموارد المائية ،الهيئة العامة للمساحة، خريطة السليمانية الطوبوغرافية، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ،لسنة ٢٠١٠،باستعمال البرامج (PCIGeomatica) و(RokWorcks)و(ArcGIS10.2) .

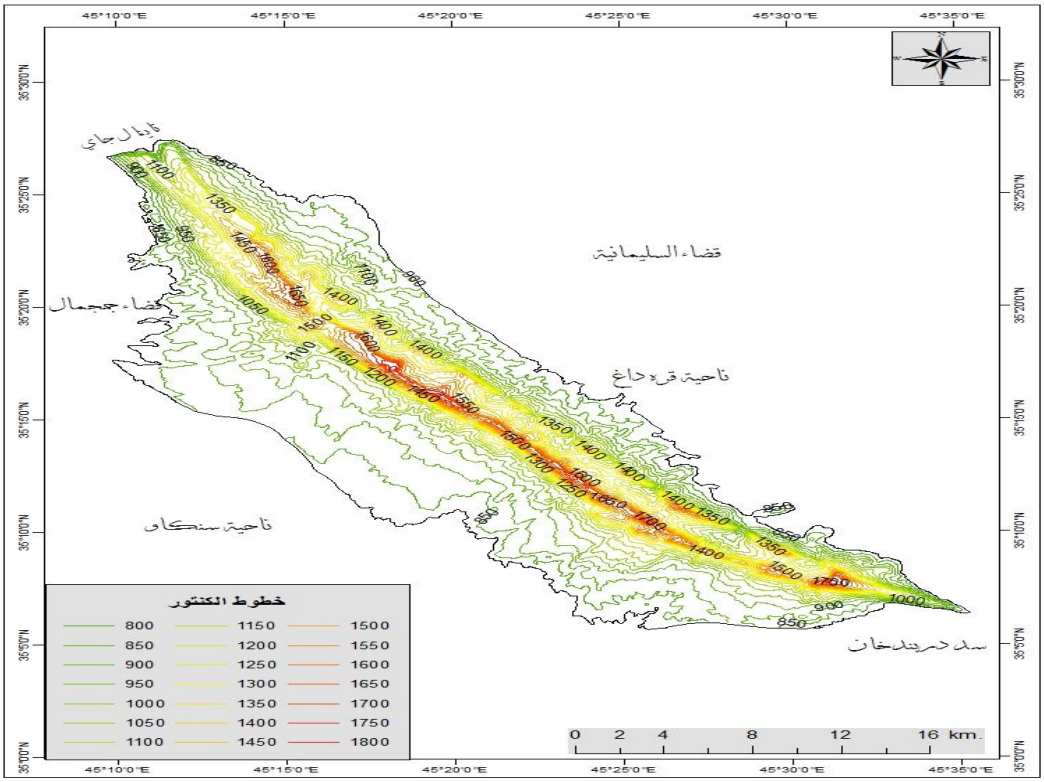
خصائص الارتفاع :

تقع منطقة الدراسة ، ضمن نطاق الجبال العالية وقد تأثر هذا النطاق بالحركة الالتوائية التي نشأت في الزمن الجيولوجي الثالث أذ كونت اغلب جبال المنطقة ، فقد بلغ أعلى ارتفاع في الحوض إلى أكثر من (١٧٠٦- ١٨٠٠م) فوق مستوى سطح البحر في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة وهي مناطق مرتفعة تتميز بانحدارها الشديد ، أما أدنى ارتفاع لمنطقة الدراسة فقد بلغ (٨٠٠ -٨٥٠ م) فوق مستوى سطح البحر وذلك في الأجزاء الشمالية الشرقية و الأجزاء الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة ونظراً لانبساط الأرض ووجود بعض المنخفضات فيها فقد تراجعت عمليات التعرية فيها على حساب عمليات الإرساب ، إذ شكلت هذه المناطق أحواضا ارسابية لمخلفات عمليات التعرية في المناطق المرتفعة ، وتعد مستودعات جيدة للمياه الجوفية المتسربة من مياه الإمطار والمياه السطحية المنحدرة من المناطق المرتفعة ، فضلاً عن أن بعضها مناطق صالحة للنشاط البشري ، وان المنطقة تمثل حوضا غير متناظر الشكل تتخلله سلاسل جبلية والتي تتخللها وديان صغيرة مغطاة بالطين والغرين . اما وسط منطقة الدراسة فنلاحظ ارتفاعه يتباين ما بين (١٧٠٦-١٨٠٠م) فوق مستوى سطح البحر ، وهي اراضٍ وعرة غير مستوية تتخللها بعض التموجات والانحناءات وذلك لوجود الوديان الصغيرة والموسمية ، التي تمتلئ بالمياه في موسم سقوط الأمطار إذ يكون تصريفها باتجاه الاراضي المنخفضة التي تحيط بمنطقة الدراسة . اما اطراف منطقة الدراسة الشرقية والغربية يصل ارتفاعها ما بين (٩٠٠ -٨٥٠ م) فوق مستوى سطح البحر، يلاحظ خريطة (٥).

مناخ منطقة الدراسة :

يعد المناخ وعناصره من العوامل الطبيعية التي تؤثر في بناء الاشكال الارضية او هدمها ، إذ تعمل عناصر المناخ المتمثلة بدرجات الحرارة ، والرياح والامطار والرطوبة والتبخر على تطوير الاشكال الارضية وذلك بحسب طبيعة الصخور ومدى استجابتها لهذه العوامل .

١. **درجات الحرارة:** يكون المدى الحراري مرتفع ما بين الفصول إذ يكون فصل الصيف اكثر الفصول حرارة وترتفع فيه درجة الحرارة لتصل في شهر تموز إلى(٣٣،٢ْ) اما فصل الشتاء فيكون ابرد الشهور إذ تصل درجة الحرارة في كانون الثاني(٦،٦ْ) لمحطة السليمانية للمدة (١٩٨٠-٢٠١٠) ويصل المعدل السنوي في محطة السليمانية إلى (١٩،٧)٥.



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-
١- مرئية فضائية (Etm7 Land sat) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠ .
٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠، باستعمال برنامج (Arc GIS .10.2) .

٢. **الامطار:** ان مجموع الامطار متباين في منطقة الدراسة إذ يبدأ تساقط الامطار في شهر تشرين الاول وينتهي عند شهر حزيران إذ بلغ مجموع تساقط الامطار السنوي في محطة السليمانية من (١٩٨٠-٢٠١٠) (٦٣٠،٧)ملم ويعد شهر كانون الثاني اكثر الشهور تساقط إذ وصل إلى (١٠٤،٩)ملم ويعد فصل الشتاء من اكثر الفصول تساقط إذ وصل إلى (٥٥،٦١)% ويليه الربيع (٣٠،١٤)% ثم الخريف (١٤،٢٣)%[٦] ومن خلال ما ذكرناه ان زيادة الأمطار تعمل على زيادة عمليات التعرية في هذا الفصل .

٣. **الرطوبة:** تعد الرطوبة النسبة مقياساً للرطوبة إذ تعبر عن اقتراب الهواء من التشبع من الماء [٧]، وهي احدى عناصر المناخ المهمة التي لها دور واثر كبير في تنشيط العمليات الجيومورفولوجية ، إذ وصل المعدل في محطة السليمانية (٦٤،٥%) في فصل الشتاء وكان اعلى شهر هو شهر كانون الثاني اما في الصيف فيكون (٢٥،٣٩%) اما المعدل السنوي في محطة سليمانية من (٢٠٠٠-٢٠١٠) يصل إلى (٤٤،٨%) [٨].

التربة :

تتأثر منحدرات منطقة الدراسة بنوع التربة من حيث سمكها او عدمه إذ تتعرض للكثير من المشاكل كالانزلاقات الارضية فالترب المتماسكة بسبب تجاذب جزيئاتها الصغيرة لوجود روابط كيميائية فضلاً عن المكونات العضوية التي تضم الترب الحاوية على (١٠%) واكثر من جزيئات الصلصال تكون اكثر تماسكاً على المنحدرات الارضية ولا تتعرض للانجراف . اما الترب الجبسية تمتاز بكبرها النسبي بحجم حبيباتها كالرمل إذ تحتوي على نسب قليلة من الصلصال فان هذه الترب وبسبب عدم تماسك حبيباتها تتعرض للانجراف بشدة لاسيما اذا توفر عامل الامطار [٩]. وتوجد في منطقة الدراسة الترب الكستنائية الحمراء وتكون خليط من الصخور على شكل طبقات مع المدملكات والغرين والطين ، كما توجد الترب البنية الحمراء وتتكون من صخور رملية ناعمة وترسبات نهرية قديمة تغطي الطبقات الكلسية على سطح

الارض وذات عمق قليل على شكل تجمعات كلسية وجبسية هشة وسهلة الانجراف ، اما ترب المرتفعات توجد على القمم الجبلية والسفوح ذات الانحدار الشديد وتكون قليلة العمق لانها معرضة للتعرية والانجراف بصورة مستمرة عند سقوط الامطار وكذلك بسبب الجاذبية الارضية وتنمو فوقها بعض الحشائش والاشجار .

النبات الطبيعي : تتباين اهمية النباتات بحسب النوع السائد والمنتشر فهي تساعد على حفظ التربة من التعرية وتأثيراتها ، تنتشر في منطقة الدراسة العديد من الاشجار والنباتات العشبية التي يرتبط وجودها بنوع التربة وظروف المناخ السائد ومن تلك الاشجار البلوط الصنوبر والجوز والصفصاف فضلاً عن النباتات العشبية مثل السفرندة والكلفان والدنان وغيرها .

العمليات المورفومناخية :

اجريت العديد من الدراسات التي حاولت تقسيم العالم الى اقاليم مورفومناخية كالدراسات التي قام بها (بليتر ١٩٥٠) ، (بيدل ١٩٦٣) ، (ليوبولد ١٩٦٤) ، (ولسن ١٩٦٨) ، (بيدرو ١٩٦٨) وغيرهم[١٠] . وهي تتضمن كل التغيرات الميكانيكية والكيماوية التي تظهر اثارها على سطح الارض وتهيئته لعمليات جيومورفولوجية والتي يكون لها دور مهم في تحوير سطح الارض ومنها تغير اشكال المنحدرات . وهي تتضمن عمليات مناخية عدة من اهمها عمليات التجوية والتعرية .

عمليات التجوية :

تتعرض كل أنواع الصخور عندما تظهر على سطح الأرض لفعل التجوية وهي عملية تفتت وتحلل الصخور بواسطة العوامل الجوية السائدة في الغلافين الجوي والمائي ، والمؤثرة في منطقة الدراسة التي تنجم عنها أشكال أرضية جديدة أو تعديل في المظاهر الأرضية القديمة تبعاً لاختلاف التركيب الصخري والمعادن التي تتألف منها الصخور من ناحية والمدة الزمنية التي تتعرض لها الصخور لفعل

التجوية وتبقى نواتج التجوية في مواقعها من دون نقل مكونة التربة او تنقل بواسطة عوامل النقل إلى مناطق أخرى وتشمل التجوية الميكانيكية والكيماوية .

التجوية الميكانيكية :

وهي عملية تفكيك الصخر وجرشه وتحويله إلى قطع ذات أحجام وأشكال مختلفة[١١] ، دون ان تغير في مكونات الصخر المعدنية وخصائصه الكيميائية وهناك مجموعة من العوامل الجيومورفولوجية التي تعمل على تطوير هذا النوع من التجوية في منطقة الدراسة وهي :-

ـــ المدى الحراري الذي تتميز به منطقة الدراسة الذي وصل إلى (١٥،٣٧مْ) في شهر تموز الذي يساعد على تنشيط التجوية الميكانيكية إذ يعمل المدى الحراري على تمدد وانكماش الصخور ونظراً لتباين مكونات الصخور المعدنية يحدث تباين في التمدد والانكماش ومن ثم يؤدي إلى تشقق الصخور في مستويات التباين ، إذ ينحصر التغير الحراري في الطبقة السطحية دون الطبقة السفلى ذلك لضعف درجة التوصيل الحراري للصخور ومن ثم يحدث ضغط واجهادات داخلية بينها يؤدي ذلك إلى تكسر والتقشر والشقوق في الصخور واتساع فتحاتها ، تحصل عملية التفكك في منطقة الدراسة بسبب التباين الحراري في الصخور الرملية والرملية الجيرية في تكوين باي حسن ويسبب تراجعاً في الحافات الصخرية للمنحدرات ولهذه الحالة علاقة مباشرة بالظروف المناخية وقلة النبات الطبيعي لاسيما في المنحدرات الواقعة في ظل المطر .

ـــ أما التجوية بفعل الصقيع فتحدث هذه العملية في فصل الشتاء والربيع عند موسم سقوط الأمطار إذ تدخل المياه في المسامات والفواصل والشقوق عندما تنخفض درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي ليلاً في الليالي الصافية فيتجمد الماء الموجود في الفواصل والشقوق ويسبب زيادة حجم المياه بنسبة (٩%) من حجمه الاصلي[١٢] ، إذ تولد بلورات الثلج ضغطاً كبيراً ، مما يساعد على تفتت الصخور وتسهيل عملية التعرية. وان حدوث هذه الحالة تسود على الأجزاء العليا من المنحدرات منطقة

الدراسة في المناطق ذات التكوينات الصخرية المنكشفة ، وتتحول الصخور من جراء هذه العملية إلى حطام صخري ذي جوانب حادة.

كما أن للشدة المطرية اليومية والأمطار الفجائية دوراً مهماً في تنشيط التجوية الميكانيكية ، إذ كانت اكبر كمية تساقط مطري سقطت في منطقة الدراسة (١٢٧،٢ ملم)في محطة السليمانية إذ تعمل المياه على تفتيت حبيبات التربة المتماسكة والفتات الصخري وتحويلها إلى حبيبات متناثرة وتحدث هذه العملية في سفوح المنحدرات شديدة الانحدار وقليلة النبات الطبيعي ومن ثم يكون لهذه الشدات المطرية دور مهم في تفعيل عملية تجوية قطرات المطر.

ـــاما التجوية بفعل الترطيب والتجفيف يكون خلال موسم سقوط الأمطار إذ تتغلل المياه بين الطبقات الصخرية وتعمل على تشبعها ومن ثم تعمل درجات الحرارة على جفافها وبتوالي هذه العملية تتعرض الصخور الطينية والمارل والصخور الصلصالية العائدة لتكوينات انجانة وجيركس والفتحة إلى التفكك والتشقق .

ـــ كما يبرز اثر التجوية الملحية في منطقة الدراسة إذ تحدث هذه العملية عن طريق وجود بعض المعادن في الصخور غير المتبلورة (انهدرايت) لعدم توفر الماء الكافي لتبلورها ،وعند سقوط الأمطار تتم عملية تبلور الأملاح في الصخور مع محاليلها إذ تستقر الأملاح داخل الشقوق والمسام وينشأ من جراء عملية التبلور ضغط هائل على سطح الصخر الداخلي مسببة تفتته وتكسره وتحدث على سفوح المنحدرات الحاوية على صخور الانهدرايت والجبس والصخور الملحية العائدة إلى تكوينات انجانة والفتحة .

التجوية الكيمياوية :

تتسب التجوية الكيمياوية في تغير التركيب الكيمياوي للمعادن والصخور وتعرف هذه العملية بالتحلل وهي على علاقة ببعض العوامل الطبيعية النشطة مثل الأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وبخار الماء ولهذه العوامل صلة دائمية بالماء [١٣]. وتتمثل في منطقة الدراسة بعدة عمليات وهي :

عملية الإذابة : هي عملية ذوبان الصخور بالمياه عندما تتسرب عبر الفواصل والشقوق ومناطق الضعف الصخري إذ يحيط الماء بذرات الصخور بشكل غطاء رقيق ، وتعتمد درجة الذوبان وشدتها على كمية المياه وعلى حركتها وحرارتها ونوعية الصخور وقابلية ذراتها للذوبان . وتظهر هذه العملية في الصخور الكلسية والجبسية بسبب قابلية ذوبان كاربونات الكالسيوم للذوبان في الماء الحامضي كما في تكوينات جركس والفتحة

عملية التميؤ : هو عملية اتحاد جزيئات الماء بمكونات العديد من المعادن المختلفة مكونة ما يسمى بالمعادن المائية ، ففي حالة السليكات فأنها تتحول إلى سليكات مائية وكذلك تتم عملية تحول اكاسيد الحديد إلى هيدروكسيد الحديد[١٤] . كما تحدث عملية التميؤ أيضاً ضمن مجموعة صخور المتبخرات (الانهدرايت والجبس والحجر الملحي)، وتكثر هذه العملية ضمن تكوينات انجانة والجركس والفتحة . وتزداد هذه العملية في المناطق شديدة الظل بسبب وفرة الرطوبة .

عملية التكربن : تحدث هذه العملية عندما تتخلل المياه المحملة بثاني اوكسيد الكاربون الشقوق في الصخور الجيرية مكونة حامض الكاربونيك الذي له القابلية على إذابة الصخور . وتحدث هذه العملية في تكوينات الفتحة

التجوية البايولوجية والحيوية: تشمل هذه العملية على التجوية الميكانيكية والكيمياوية معاً إذ يتمثل الجانب الميكانيكي في تأثير القوى الحياتية المتمثلة بالكائنات النباتية والحيوانية التي تعمل على تفكك التربة وتفتتها في اثناء حفرها لحجورها لاسيما الحيوانات ذات المخالب والقوارض ، وللاشجار دور مهم

في تكسير وتفتت الصخر في اثناء امتداد جذوره داخل الكتل الصخرية عبر الشقوق والفواصل مما يؤدي إلى توسيعها للأسفل ، كذلك يعد الانسان عاملا مساعدا في زيادة معدلات التجوية إذ يقوم بتفتيت وتكسير الصخور وتهيئتها لعمليات التعرية المختلفة عن طريق العديد من الاعمال التي يقوم بها كشق الطرق وعمليات التعدين والتحريات الجيولوجية فضلاً عن عمليات الحراثة .

اما الجانب الكيمياوي فيتمثل بوجود الاحياء بالتربة بنسبة كبيرة مثلا تحتوي التربة الرطبة (٢-١٤مليون بكتريا/سم٢) وينتج عن هذه الإحياء الموجودة في التربة مادة معقدة تعرف (Humus)عندما تذوب في المياه ومن ثم يتكون الحامض ويؤثر في التربة والصخور في النهاية .[١٥]

عملية التعرية :

تعد التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المهمة لما تتركه من أثار واضحة على سطح الأرض إذ عملت بمرور الزمن على تغير معالمه وبشكل مستمر وبدون توقف حسب القوة المسببة لذلك (مياه – ثلوج– رياح) والبيئة التي تحدث فيها فتنعكس أثارها على النشاط البشري ، ويتباين عمل التعرية من مكان لاخر متأثرة بنوع القوى المسببة ونوع التكوينات ورطوبتها وطبيعة انحدار المنطقة ونوع وكثافة الغطاء النباتي والتعرية بشكل عام تقسم إلى تعرية ريحية وتعرية مائية إلى ان الدراسة تركز على التعرية المائية لنشاطها وفعاليتها في منطقة الدراسة وضعف دور وفعالية التعرية الريحية

التعرية المائية : وتقسم إلى :

التعرية المطرية : يحدث هذا النوع من التعرية في منطقة الدراسة عندما تسقط الإمطار على شكل زخات مطر قوية وعند اصطدام قطرات المطر مباشرة مع جسيمات التربة تعمل على تفتت حبيبات التربة المتماسكة والفتات الصخري وتحويلها إلى حبيبات منفردة متناثرة في الهواء بعيدة عن مواقعها الأصلية نسبياً باتجاه أسفل المنحدر بفعل قوة الجاذبية فيؤدي جريان الماء إلى جرف التربة .

ان عملية فصل جزيئات التربة ونقلها يعتمد على نوعية وخصائص التربة والمفتتات الصخرية إذ تتألف تربة منطقة الدراسة من خليط من الصخور كالمدملكات والغرين والطين فضلاً عن صخور رملية ناعمة مغطاة بطبقات كلسية وجبسية هشة سهلة للتعرية وقليلة السمك لاسيما ترب سفوح المنحدرات يرافقها قلة الغطاء النباتي وعامل الانحدار وتدخل الإنسان لذلك تكون معرضة لعمليات التعرية المطرية وقد أجريت العديد من الدراسات لأجل وضع معادلة شاملة لحساب شدة التعرية المطرية ومن بين هذه المعادلات معادلة (فورنيه – ارنولدس)[1] وهي بسيطة جدا في حسابها فتتحديدها يعتمد على معدلات الإمطار الشهرية ومجموعها السنوي .

وقد تم تطبيق هذه المعادلة في منطقة الدراسة على وفق البيانات المطرية لمحطة السليمانية ومن ملاحظة الجدول (١ ، ٢) فقد وجد ان معدل درجات التعرية المطرية بلغت (٩٣،٣٨٣ طن / هكتار) وهي تقع ضمن مناطق التعرية المعتدلة في محطة السليمانية وذلك لوجود غطاء نباتي متوسط يتمثل بالحشائش والشجيرات والغابات التي تعمل على التقليل نسبياً من التعرية المطرية ، كذلك الاعتماد على المعدلات الشهرية للإمطار لا تعكس حقيقة هذه الإمطار وشدة تعريتها في منطقة الدراسة .

جدول (١) قابلية المطر على التعرية حسب مؤشر (مؤشر فورنيه–انولدس) لمجموع الإمطار الشهرية في محطة السليمانية للمدة (١٩٨٠–٢٠١٠)

الاشهر	مجموع الامطار(ملم)	تربيع مجموع الامطار	مؤشر فورنيه–انولدس
كانون الثاني	١٠٤،٩	١١٠٠٤،٠١	١٧،٤٤٧
شباط	١٢٧،٢	١٦١٧٩،٨٤	٢٥،٦٥٣
اذار	١١٩،٨	١٤٣٥٢،٠٤	٢٢،٧٥٥
نيسان	٧٦،٦	٥٨٦٧،٥٦	٩،٣٠٣

مايس	٨٠،٣١	٦٤٤٩،٦٩	١٠،٢٢٦
حزيران	٣٤،٠	١١٥٦،٠	١،٨٣٢
تموز	–	–	–
اب	–	–	–
ايلول	–	–	–
تشرين الاول	٤،٧٥	٢٢،٥٦٢٥	٠،٠٣٥
تشرين الثاني	٣١،٢	٩٧٣،٤٤	١،٥٤٣
كانون الاول	٥٣،٨	٢٨٩٤،٤٤	٤،٥٨٩
المجموع	٦٣٠،٧٠		٩٣،٣٨٣

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، محطة السليمانية ، بيانات غير منشورة للمدة (١٩٨٠-٢٠١٠) .

جدول (٢) عامل شدة التعرية حسب مؤشر مؤشر فورنيه-انولدس

الدرجات	شدة التعرية
اقل من ٥٠	ضعيفة
٥٠-٥٠٠	معتدلة
٥٠٠-١٠٠٠	عالية
أكثر من ١٠٠٠	عالية جداً

التعرية الصفائحية : تعني الإزالة المتجانسة جدا لطبقة رقيقة من سطح الأرض لمنطقة ما وتحدث هذه العملية عندما تفقد التربة غطاءها الأرضي لاسيما الغطاء النباتي وكذلك بسبب تساقط قطرات المطر بقوة فتعمل على تطاير ذرات التربة وتبعثرها وتناثرها وجريانها وانسيابها[١٦] ويسود هذا النوع من التعرية في أعالي منطقة الدراسة حيث بدايات الانحدار.

التعرية السيلية : وتنشأ التعرية السيلية من اخاديد عشوائية ضحلة تتكون عندما تبدأ الإمطار الغزيرة بالتساقط إذ يتحول فيها الجريان الصفائحي من جريان منتشر إلى جريان مركز في شكل شبكة دقيقة من المسيلات المائية التي تتصل مع بعضها لتكون فيما بعد شبكة من القنوات في شكل أشرطة ذات جريان مضطرب وتتواجد على السفوح العليا لمنطقة الدراسة و لها قدرة كبيرة على أحداث التعرية وتنقل فيها الرواسب إلى أسفل المنحدرات[١٧] وتتمثل هذه القنوات في منطقة الدراسة بالمراتب النهرية الأولى والثانية .

التعرية الأخدودية : هو تحول المجاري الأولية أو المسيلات إلى أخاديد عندما تبدأ بتعميق وتوسيع مجاريها في اثناء عملية النحت الرأسي والجانبي وتعد التعرية الأخدودية هي الأكثر هدما من أنواع التعرية المائية الأخرى وتمتاز هذه الاخاديد بتباين أعدادها وأطوالها وأعماقها في منطقة الدراسة ويعتمد ذلك على نسجة التربة وهي طينية إلى غرينية طينية في اغلب أحواض منطقة الدراسة فضلا عن درجة وطول المنحدر وشدة التساقط المطري وتركز الجريان وكثافة الغطاء النباتي المتوسط .

قيست شدة التعرية الأخدودية في منطقة الدراسة عن طريق معادلة (Bergsma 1982)**.

تم اعتبار منطقة الدراسة حوض واحد وبعد ان قيست أطوال وإعداد الأخاديد في الشبكة التصريفية وقياس المساحة التي تشغلها الأخاديد إذ بلغ معدل التعرية الأخدودية في منطقة الدراسة إلى (٩٤١،٧١١٥٣م/كم٢) وهي بذلك تقع ضمن نطاق التعرية المتوسطة المكون أصلاً من (٧) درجات بحسب تقسيم Bergsma . وان سبب ارتفاع التعرية الأخدودية في منطقة الدراسة يعود إلى العوامل المناخية لاسيما التساقط المطري الكبير ووجود الفواصل والصدوع والطيات ونوع التكوينات الصخرية

المتمثلة بتكوينات انجانة وجركس والفتحة فضلا عن نوع التربة التي ساهمت في حفر مجاري مائية جديدة وكل هذه العوامل قد ساهمت في زيادة العمليات التي تجري على سفوح المنحدرات .

العمليات المورفوديناميكية :

تعد عمليات تحرك مواد سطح الأرض من العمليات المهمة التي تعمل على تشكيل مظاهر سطح الأرض ، هي حركة سقوط الكتل الصخرية و المفتتات والتربة الناتجة من فعل التجوية بنوعيها من أعلى المنحدرات إلى أسفلها لتتخذ وضعيات جديدة تستقر فيها تحت تأثير الجاذبية الارضية[١٨] .

تسود عمليات تحرك المواد على المنحدرات بشكل واضح في منطقة الدراسة ،إذ أن المظاهر الأرضية الناتجة من الانهيارات الأرضية بأنواعها المختلفة منها ما يعود لعمليات جيومورفولوجية قديمة تكونت بفعل الظروف المناخية الرطبة والتساقط و استقرت ، أو لعمليات حديثة ما زالت نشطة .ان عمليات تحرك مواد سطح الأرض في منطقة الدراسة متأثرة بعوامل عدة يجب توافرها منها العامل الجيولوجي (التركيب الصخري ، البنية الجيولوجية) والعامل المناخي والعامل الطوبغرافي المتمثل بخصائص المنحدر (خشونة المنحدر ودرجة وعورته ،ومدى تقوس المنحدر ودرجة انحدار السفح) هذا فضلا عن الغطاء النباتي والعامل البشري .

تصنيف حركة مواد سطح الأرض :

يعد تنصيف(Sharpe) ، من التصانيف الحديثة الشاملة لأغلب المظاهر الأرضية الناتجة عمليات تحرك المواد تبعا لطبيعة المواد وسرعتها وكما يأتي: .

تساقط الكتل الصخرية :

تعد من العمليات السريعة الفجائية عند الحافات الصخرية العارية شديدة الانحدار لاسيما تلك المتاثرة بنظم الفواصل والشقوق ، اذ يتأثر هذا السقوط بتعرض الصخور لعمليات التجوية لاسيما عند تسريب

هذه المياه الى داخل الصخور ومن ثم تحدث التجوية الكيميائية وتكثر هذه الحالة في التكوينات التي تحتوي على الحجر الجيري .

الانزلاق الصخري:

يقصد به تحرك الكتل صخرية كبيرة باتجاه أسفل المنحدر وتكون الحركة (الازاحة) على شكل وحدة متأثرة مرتكزة على طول أسطح الانزلاق، ويعتمد انزلاق الأرض على طبيعة الصخور الام والتراكيب المعقدة له[١٩] .

إن محتوى الصخر من الماء يقلل من درجة مقاومتها عن طريق زيادة ضغطة في المسافات والفواصل والعمل على إضعاف الروابط بين جزيئات الصخور فضلا عن زيادة الماء لوزن الصخور لدرجة تؤدي إلى زيادة درجة التدفق إلى الأسفل كذلك الانزلاق الأرضي يصل إلى أقصى قوتة بعد سقوط المطر الغزير وتزداد فعاليات الانزلاق عند سقوط المطر بعد مدة جفاف طويلة تعرضت في أثنائها سفوح المنحدرات لتشققات كثيفة تزيد من طاقة التسرب .

التدفقات الطينية :

تسمى هذه الظاهرة في بعض الاحيان الانهيار السريع وتحدث في السفوح التي تتكون من رواسب طينية هشة ذات سمك كبير وترتكز على طبقات صلبة وعندما تتشبع تلك التكوينات بالماء تقلل من تماسكها وتزيد من ثقلها[٢٠] .

ويشكل الماء نحو ٢٥ – ٣٠ % من وزن التدفقات الطينية ، وتنتقل ابتداء من السفوح الجبلية العليا التي يزيد انحدارها عن ٥٣٠ وانتهاء بالمناطق السهلية المنخفضة التي يقل انحدارها عن(٥٥) عبر مسافة تزيد عن ٢٠كم وسرعة تتراوح مابين ٣ – ٥ م/ ثا متبعا بذلك المجاري المائية . وقد ينتج عن التدفقات الطينية المتكررة لمنطقة الدراسة دالات مروحية عند اقدامها.

خصائص الشبكة النهرية:

تم دراسة خصائص الشبكة المائية لمنطقة الدراسة والتعرف على مدلولاتها الهايدرولوجية الجيومورفولوجية التي لها علاقة بانحدارات سطح الارض .

أن تصنيف المراتب النهرية في منطقة الدراسة تم بالاعتماد على طريقة (Strahler 1964)[٢١] فهي تشير إلى أن المجاري النهرية الصغيرة التي لا يصب فيها وادي هي وديان المرتبة الأولى وعند اتحاد واديين من المرتبة الأولى يتم تطوير وادي من المرتبة الثانية وهكذا يتم تطوير الوديان بواسطة التعرية النهرية حتى تصل إلى الوادي الرئيس الذي يحتل المرتبة العليا .

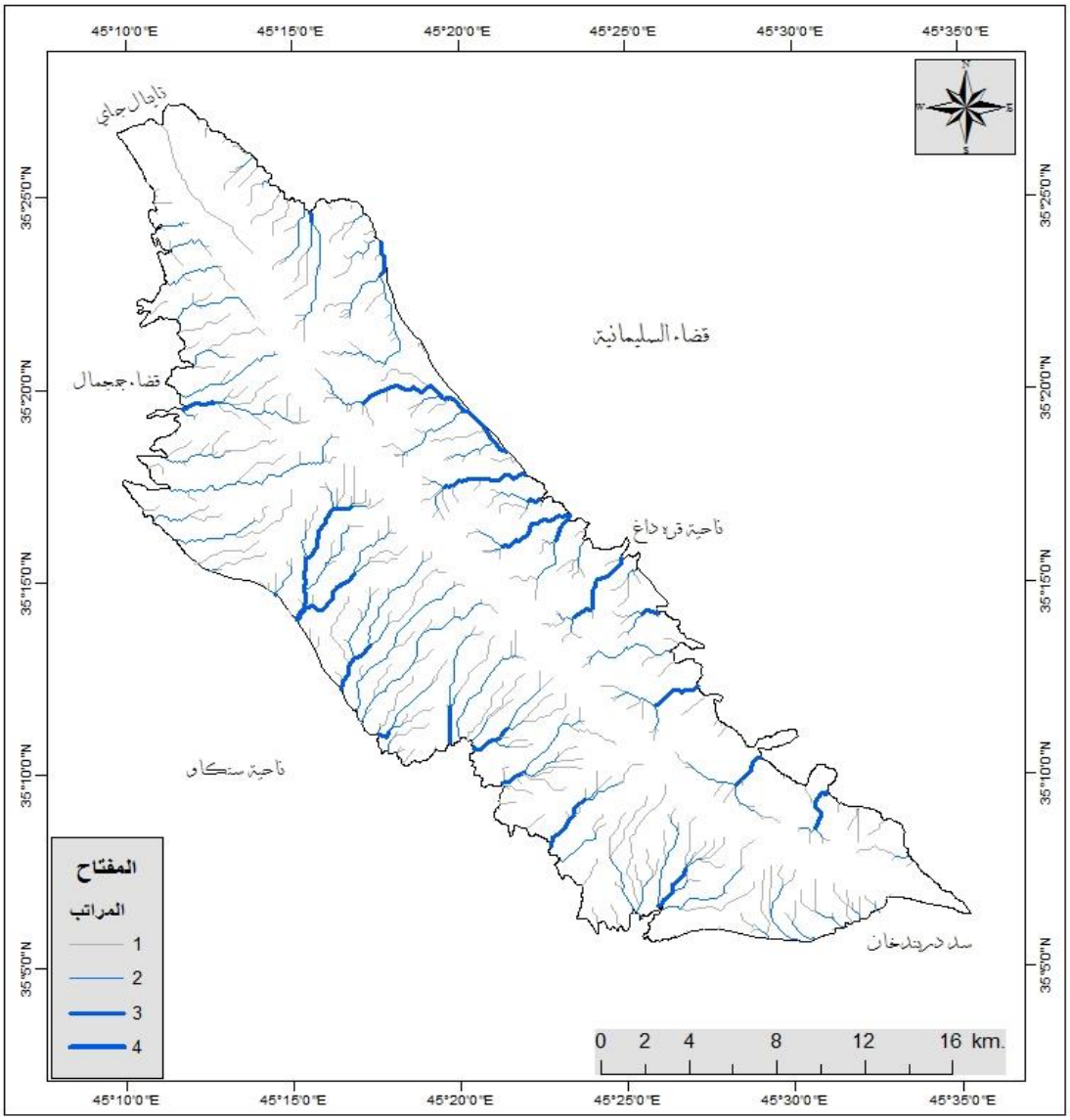
بلغ مجموع المراتب النهرية في منطقة الدراسة إلى أربعة مراتب تباينت أعدادها من مرتبة إلى أخرى كما موضح في خريطة (٦) ، إذ وصل مجموع أعداد المجاري لجميع المراتب إلى (٥١٨ مجرى) ، أما مجموع أطوال المجاري المائية لجميع المراتب وصلت إلى (٦٩٣،٧٤٥ كم) .

كثافة الصرف :- وهي درجة انتشار المجاري المائية وتفرعها في ضمن مساحة محدودة . ولكثافة الصرف علاقة مباشرة بالأحوال المناخية وطبوغرافية الحوض وطبيعة تركيب الطبقات الصخرية المقاومة لعمليات التعرية ، ويعد المناخ وشكل سطح الارض مسؤولين عن الكثافة التصريفية بنسبة (٩٧%) . وتقسم كثافة الصرف الى كثافة الصرف الطولية وكثافة الصرف العددية *** ، إذ بلغت كثافة الصرف الطولية في منطقة الدراسة الى (١،٢٦ كم /كم٢) .

وتعد هذه القيمة منخفضة حسب الحدود التي وضعها (Strahler) بسبب وجود الشقوق والفواصل فضلا عن انتشار الصخور الكلسية والرملية ذات النفاذية العالية مما يسمح بدخول المياه الى باطن الارض وذلك يقلل من الجريان السطحي ومن ثم يقلل من تطور المجاري النهرية .اما كثافة الصرف العددية فوصلت الى (٠،٩٣ مجرى /كم) وهي نسب منخفضة بسبب وجود الصخور ذات النفاذية العالية .

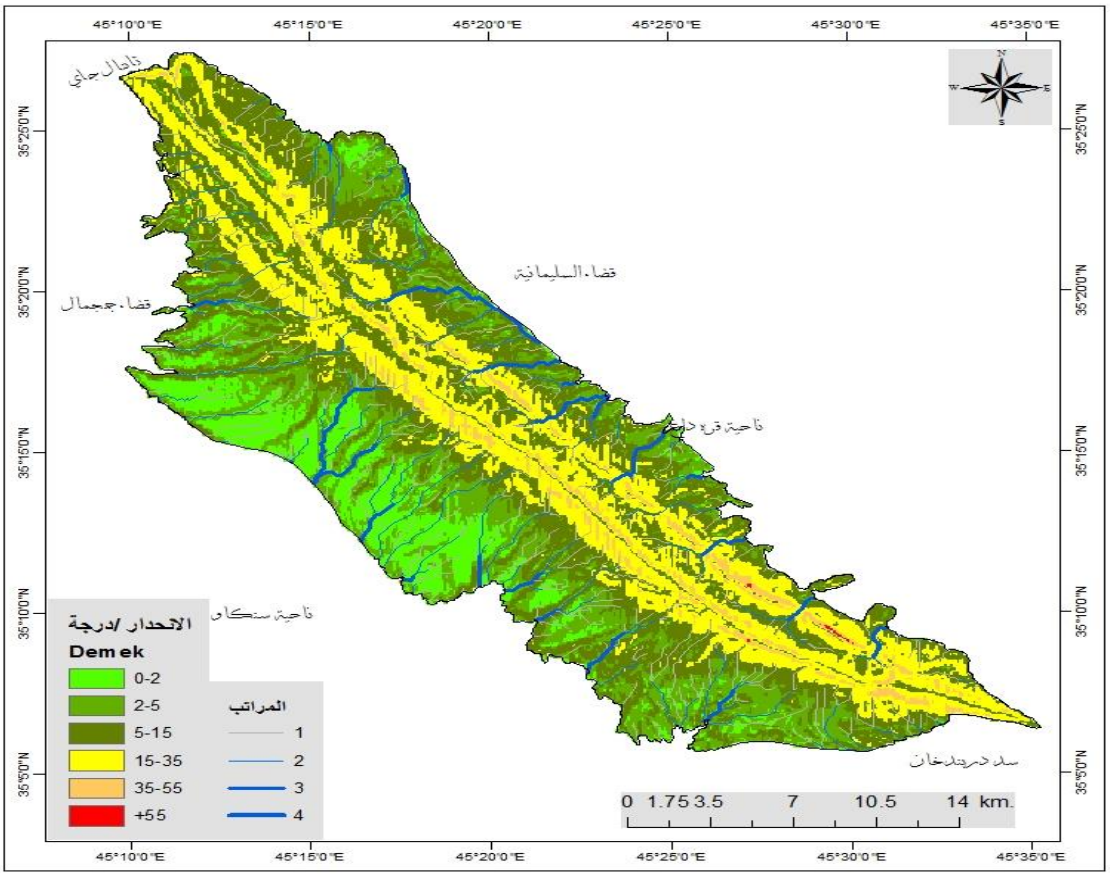
العلاقة بين الانحدار وشبكة المجاري المائية لمنطقة الدراسة : تمت مطابقة خريطة الانحدار مع شبكة المجاري النهرية لمنطقة الدراسة وذلك لمعرفة العلاقات المتبادلة بين الخصائص الانحدارية واطوال وكثافة المجاري المائية ومن خلال الخريطة (٧) ، تبين ان اكبر المجاري المائية طولا توجد في المناطق السهلية والمتموجة التي تتراوح انحداراتها بين (ْ٢-ْ٥) و (ْ٥- ْ١٥) إذ نلاحظ تركز المرتبة الرابعة فيها، أما الفئة الانحدارية (ْ١٥-ْ٣٥) نلاحظ سيادة المجاري المائية للمرتبة الأولى أما الفئة الانحدارية (ْ٣٥-ْ٥٥) نلاحظ قلة المجاري المائية وذلك لارتفاعاتها العالية ووجود الشقوق والفواصل الكثيفة التي لا تساعد على تكوين مجاري مائية ، كما نلاحظ أن مجاري المرتبة الأولى توجد في كل الفئات الانحدارية التي تقل عن (ْ٣٥) وذلك لان الفئات تكون ذات انحدارات بين الصغيرة والمتوسطة ومن ثم تساعد على تطور المجاري او تطور جريان الماء السطحي المائية في المناطق ذات الانحدار المتموج والخفيف عكس المناطق المنحدرة .

خريطة (٦) شبكة المجاري النهري في منطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-
١- مرئية فضائية (Etm7 Land sat) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠.
٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠ ، باستعمال برنامج (Arc GIS . 10.2)

خريطة (٧) العلاقة بين الانحدار وشبكة المجاري المائية



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- مرئية فضائية (Land sat 7 Etm) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠ .

تحليل خ ٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠، باستعمال برنامج (Arc GIS .10.2) .

المنحدر Slope هو ميل سطح الأرض عن خط الأفق أو فرق الارتفاع بين نقطتين مختلفتي المنسوب ، بل في بعض الحالات بنفس المنسوب، كما هو الحال بالنسبة للسطح المستوي Level[٢٢].

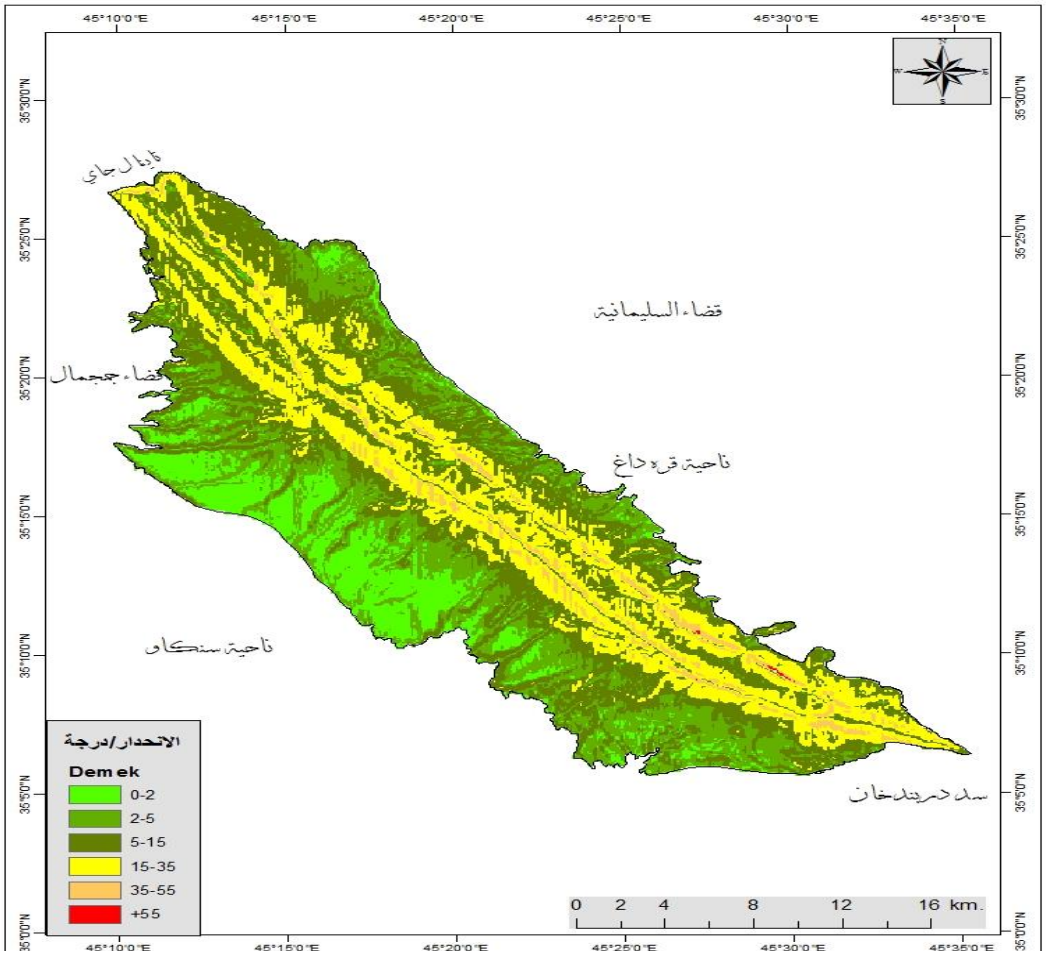
أن منطقة الدراسة تمتاز بتنوع المنحدرات الأرضية فيها لأنها من أكثر المناطق وعورة وتضرس ،ومن اجل معرفة خصائص المنحدرات السائدة في منطقة الدراسة وتميز المظهر الأرضي تم الاعتماد على تصنيف (Demek) ويكون متسلسلاً بحيث يحتوي على (٦) مستويات تصنيفية متسلسلة وهو يصلح لتمثيل المناطق ذات المنحدرات الكبيرة ، إذ يبدأ التصنيف من (٠-٢ْ) إلى أكثر من (٥٥ْ) وكما موضح في الجدول (٣) وخريطة (٨)

جدول (٣) تصنيف (Demek)

ت	شكل التضرس	زاوية الانحدار بالدرجات %
.١	ارض مستوية	٢-٠
.٢	ارض سهلية	٥-٢
.٣	ارض متموجة	١٥-٥
.٤	تلال منخفضة	٣٥-١٥
.٥	تلال مرتفعة	٥٥-٣٥
.٦	جبال عالية جداً	+٥٥

المصدر فلاح شاكر اسود ، الخرائط الموضوعية ، جامعة بغداد ، بغداد ،١٩٩١،ص٩٢

خريطة (٨)درجات الانحدار وفق تصنيف Demek لمنطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- مرئية فضائية (Land sat Etm7) ،الحزم (٣،٢،١) لسنة ٢٠٠٠ .

٢- وزارةالمواردالمائية،الهيئةالعامةللمساحة،خريطةالسليمانيةالطوبوغرافية،مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ،لسنة ٢٠١٠

١.ارض مستوية : وتشمل نطاق الاراضي التي لا يتجاوز انحدارها (٠-٢) درجة وهي تسمى الاراضي المستوية وتقع هذه الاراضي في الجهة الغربية من منطقة الدراسة التي تمتاز بخلوها النسبي من حركة مواد سطح الارض ، اما في الجهة الشرقية فيكون تركزها قليل جدا .

٢. **الاراضي السهلية** : وهي الاراضي التي تكون زاوية انحدارها من (٢-٥ْ) وتسمى بالاراضي السهلية وهي تقع في الاجزاء الغربية والشمالية الشرقية وكذلك بعض الاجزاء الوسطى من منطقة الدراسة ، وتتميز هذه الاراضي بوجود مخلفات التعرية والتجوية فوق سطح الارض ، وتكون هذه الاراضي مكانا مناسبا لفعاليات الانسان كالزراعة والمباني وشق الطرق .

٣. **الاراضي المتموجة** : وهي الاراضي التي تكون زاوية انحدارها من (٥- ١٥ْ) درجة وتسمى بالمتموجة وتقع في معظم منطقة الدراسة ، تنشط فيها عمليات التجوية والتعرية.

٤. **تلال منخفضة** : وهي الاراضي التي تمتد على شكل طولي من الجنوب الشرقي وحتى الشمال الغربي مروراً بوسط منطقة الدراسة وهي ذات زاوية انحدار (١٥-٣٥ْ) درجة ، وتكون مناطق لتقسيم المياه لاغلب احواض منطقة الدراسة ، وهذه المناطق ذات خطورة عالية في حال انشاء مباني فوقها وذلك لتعرضها للانهيار وذلك بسبب عملية زحف التربة ونشاط التعرية .

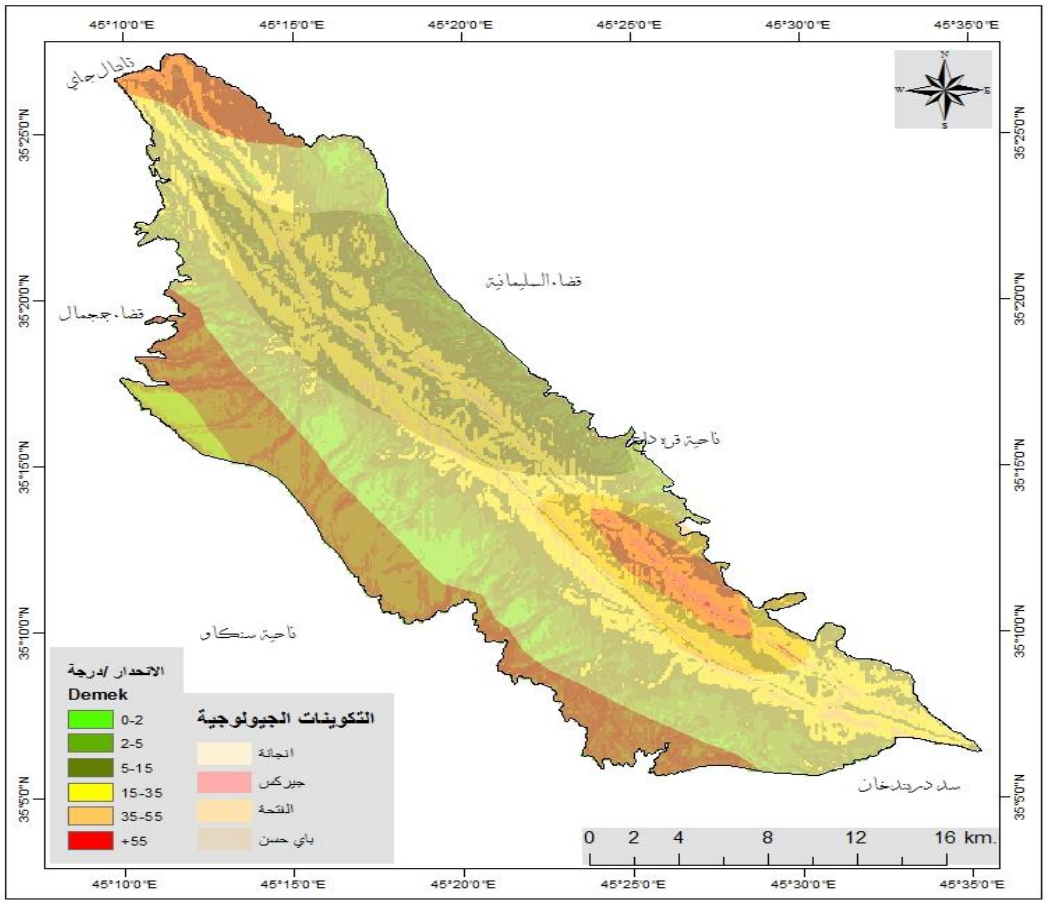
٥. **تلال مرتفعة** : وهي الأراضي التي تكون زاوية انحدارها من (٣٥-٥٥ْ) درجة وتقع في معظم منطقة الدراسة على شكل طولي موازي للتلال المنخفضة ، وتتعرض هذه المناطق إلى التعرية المطرية الشديدة (السيول)

٦. **جبال مرتفعة جداً** : وهي الأراضي التي تكون زاوية انحدارها من (٥٥+ْ) فأكثر وتقع في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة

مقارنة تصنيف Demek والتكوينات الجيولوجية :

أن لدرجة الانحدار علاقة وثيقة بالتكوينات الجيولوجية إذ تزداد درجة الانحدار في التكوينات ذات الصخور الهشة في المناطق المرتفعة جداً وجرت مطابقة خريطة الجيولوجية مع خريطة تصنيف Demekمن خلال برنامج Arc Gis فتبين أن أكثر الجهات انحداراً هي في الجزء الغربي والجنوب

الغربي وكذلك الجزء الجنوب الشرقي أيضاً إذ يوجد تكوين انجانة وتكوين الجيركس إذ تميز هذا التكوينات بوجود صخور هشة فيها خريطة (٩)



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- مرئية فضائية (Land sat 7 Etm) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠ .

٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠ ، باستعمال برنامج (Arc GIS .10.2) .

اتجاه الانحدار: ويقصد باتجاه الانحدار، وجه المنطقة المرتفعة (وجه الجبل) او وجه المنحدر ويمكن ان يحدد من خلال الاتجاهات (الشمال – الجنوب – الشرق – الغرب) والاتجاهات الاخرى وفقا لاتجاه الانحدار، جرى حساب اتجاه الانحدار من خلال (Aspect) لكل مثلث موجود في الهيئة الخلوية (Raster) إذ يتم قياس الاتجاه مع اتجاه عقرب الساعة بالدرجات (Clock wise) ، إذ يبدأ في الشمال بالدرجة (٠ْ) ثم ينتهي بالشمال بدورة كاملة (٣٦٠ ْ)[٢٣] ، ولكل خلية موجودة في الهيئة الخلوية (Raster) ميل معين ينتج عنه اتجاه هذا الميل .

ان استخراج اتجاه المنحدر له فوائد كثيرة إذ تساعد معرفة الاتجاه الجنوبي للميل في الحد من خطر الانهيارات الثلجية والاتجاه الشمالي للميل يكون مهما لرياضة التزلج على الجليد فضلا عن التنبؤ باتجاه حركة مواد سطح الأرض التي تعد من اشد المخاطر في الدول التي تسقط فيها الأمطار لفترات طويلة .

من خلال ما تبين من الجدول (٤)والخريطة (١٠) أن الاتجاه السائد للأراضي

جدول (٤) زاوية اتجاه الانحدار بالدرجة واللون

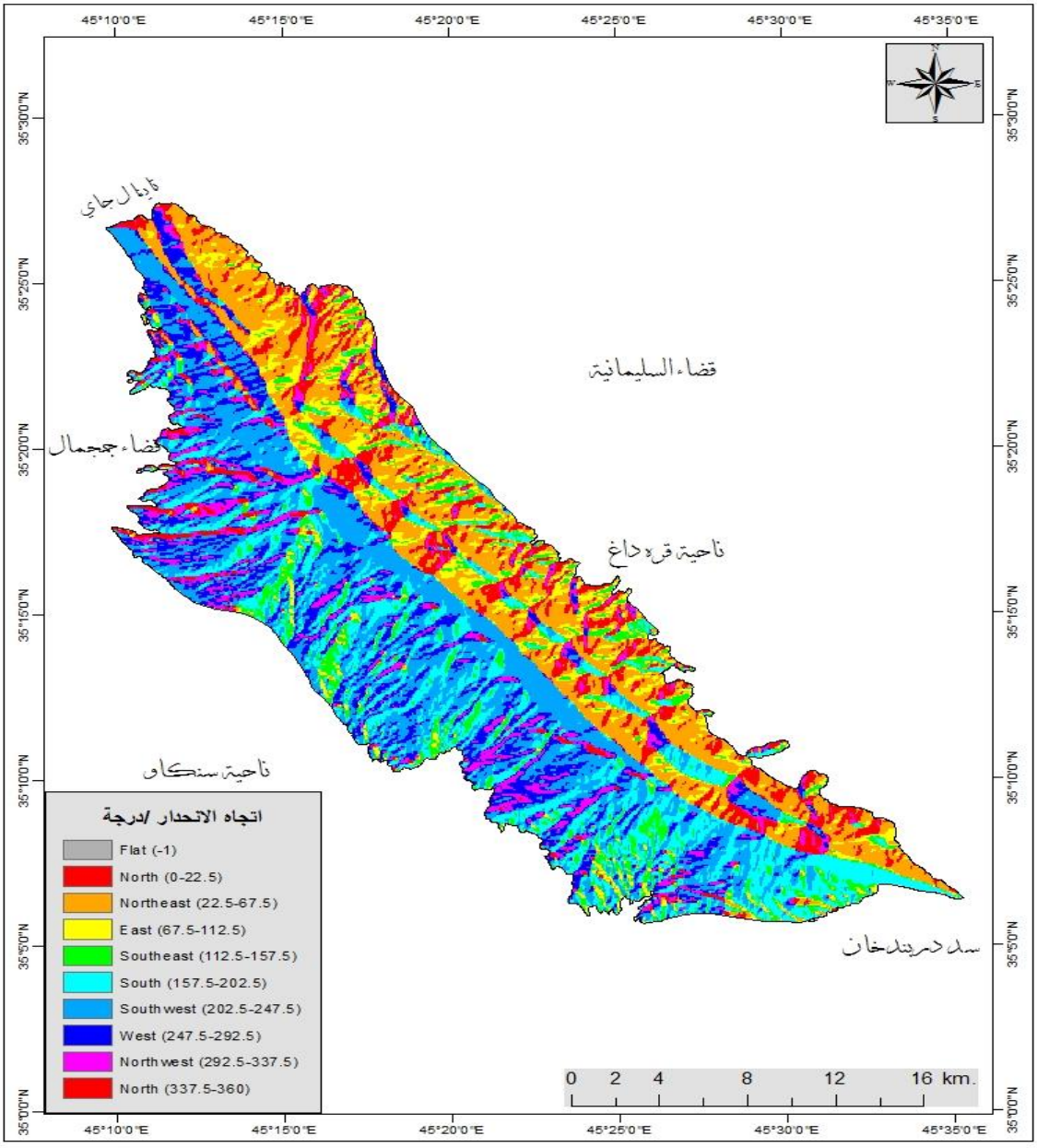
ت	اتجاه الانحدار	زاوية اتجاه الانحدار بالدرجة	اللون
١.	المستوى (Flat)	٠-١	رصاصي
٢.	شمال – شرق	٢٢،٥-٦٧،٥	برتقالي
٣.	شرق	٦٧،٥-١١٢،٥	اصفر
٤.	جنوب – شرق	١١٢،٥-١٥٧،٥	اخضر
٥.	جنوب	١٥٧،٥-٢٠٢،٥	ازرق
٦.	جنوب – غرب	٢٠٢،٥-٢٤٧،٥	سمائي
٧.	غرب	٢٤٧،٥-٢٩٢،٥	نيلي
٨.	شمال – غرب	٢٩٢،٥-٣٣٧،٥	وردي غامق

٩.	شمال	٣٣٧،٥-٣٦٠	احمر

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٩)

المنحدرة هو باتجاه الغرب والشمال الغربي الجنوب الشرقي في منطقة الدراسة ويعود ذلك إلى العمليات التكتونية والحركات الأرضية مسؤولة عن تكوين هذه الجبال .

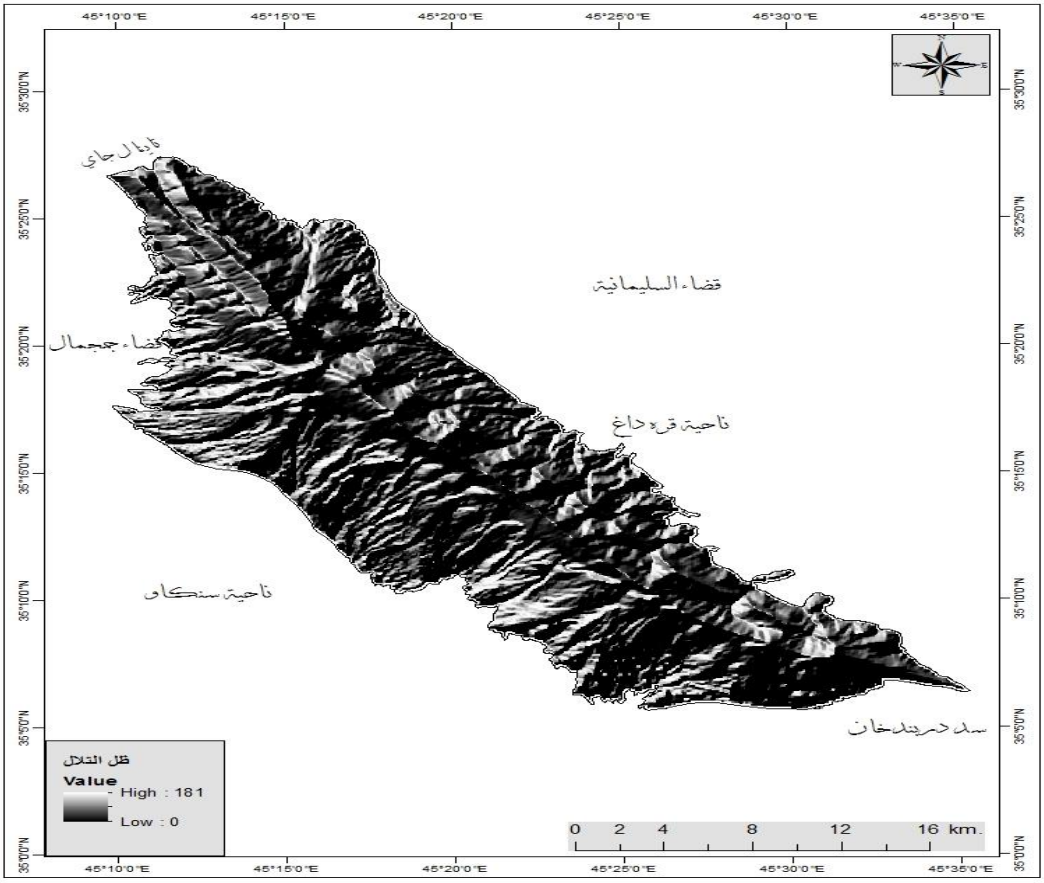
ظل التلال: أن دراسة خاصية الظل لها فوائد كثيرة ومنها تحديد انسب المواقع لإنشاء الخلايا الشمسية وتحديد أفضل المناطق سياحيا وتحديد مناطق كثافة الغطاء النباتي واختيار مواقع لإنشاء بساتين لا تحتاج إلى أشعة شمس بصورة دائمية ولكن تحتاجها بصورة محدودة وكذلك تحديد المناطق الأكثر تعرضا لاشعة الشمس وزرعها بالنباتات التي تحتاجها بفترات طويلة ، وان عملية القياس تكون من خلال حساب زاوية الإنارة للشمس أو ضوء الشمس التي تبدأ من (١٨١-١٢٠-٦٠-٠) خريطة (١١) التي توضح أن هناك مناطق قليلة الظل ومناطق متوسطة الظل ومناطق كثيرة الظل ومناطق مظلة جداً إذ تنتشر الفئة (٦٠) في اغلب جهات منطقة الدراسة وكذلك (فئة١٢٠) بعدها إذ يكون ظل المنطقة محصور مابين الاثنين .



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- مرئية فضائية (Etm7 Land sat) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠ .

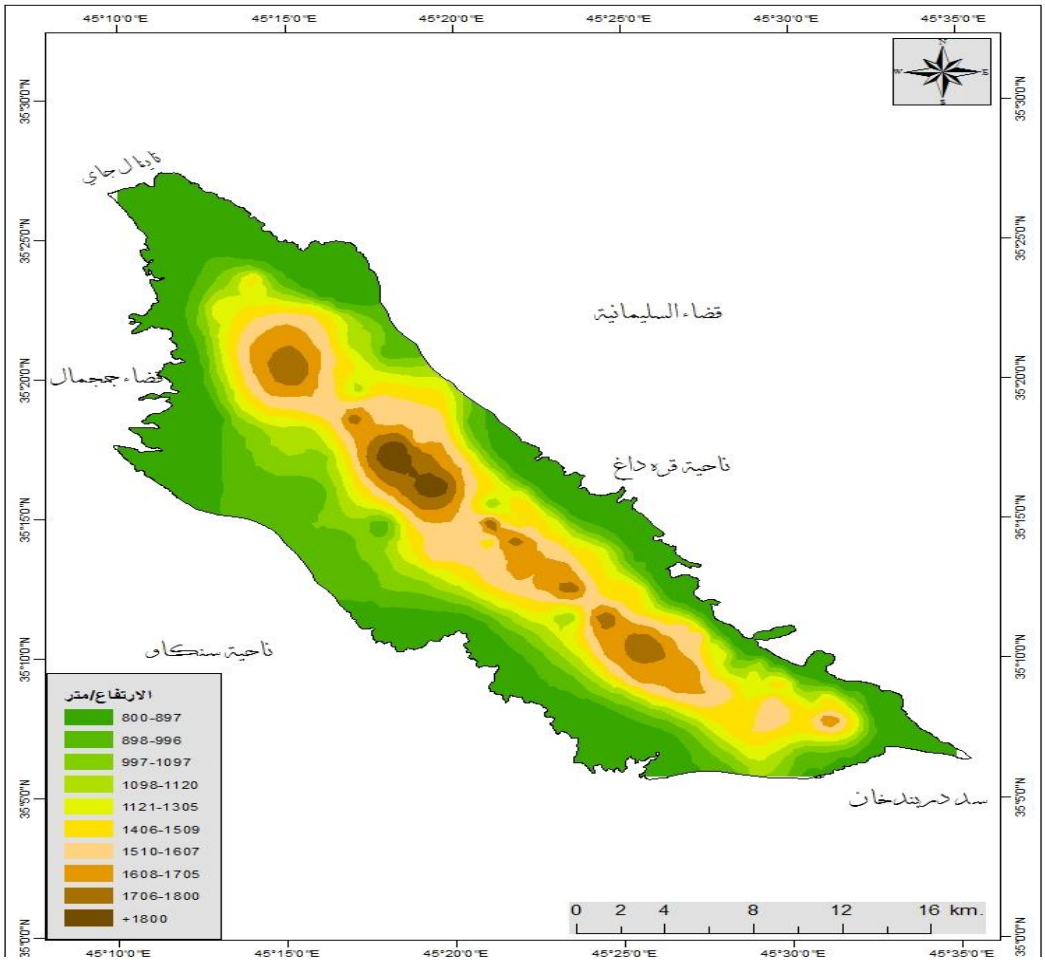
٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠، باستعمال برنامج (Arc GIS 10.2) .



قياس الارتفاعات: أن عملية قياس الارتفاعات في منطقة الدراسة جرت من خلال برنامج (Arc Gis) وعن طريق هذا البرنامج أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)إلى نموذج شبكة المثلثات غير منتظمة عن طريق هذا البرنامج وفيه تكون مخرجات هذا البرنامج وعن طريق بيانات (Vector) ومن خلال خريطة (١٢) وجد ان الارتفاعات في منطقة الدراسة تبدأ من (٨٠٠م–وتنتهي إلى ١٨٠٠م) وهذه الارتفاعات تكون شبه متدرجة في المراتب إذ تنحصر الارتفاعات في وسط منطقة الدراسة وهي من جنوب شرقي

وحتى الشمال الغربي من سلسلة برنان أما الأجزاء الأخرى فهي اقل ارتفاع ويرجع سبب ذلك إلى العوامل الجيومورفولوجية والى طبيعة التكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة والتي جعلت من هذه المرتفعات تنحصر في اتجاه واحد .

خريطة (١٢)الارتفاعات / المتر لمنطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- مرئية فضائية(Etm7 Land sat) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠ .

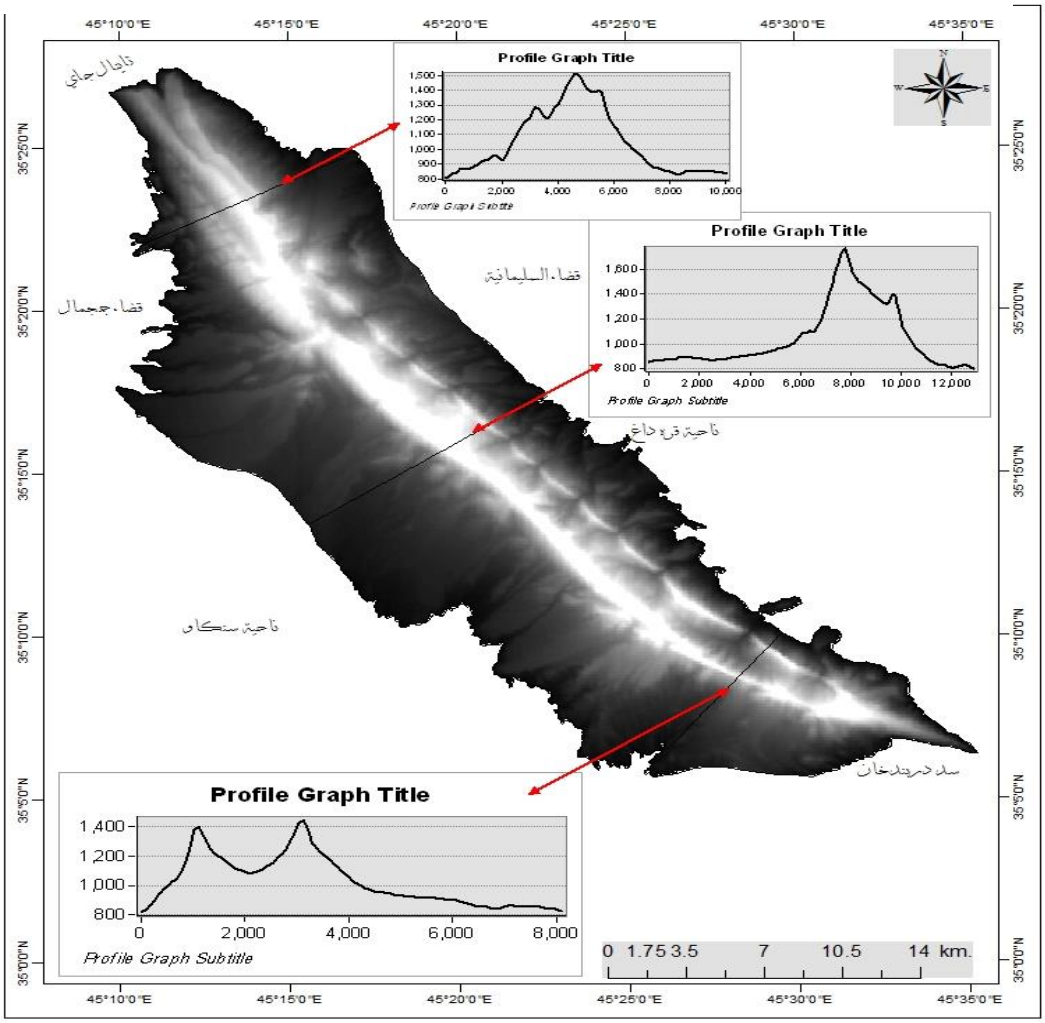
٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠، باستعمال برنامج (Arc GIS .10.2) .

المقاطع العرضية : إذ قسمت المنطقة إلى ثلاث مقاطع ، مقطع في الشمال ومقطع في الوسط ومقطع في الجنوب إذ يبدأ المقطع الشمالي من درجة ارتفاع (٨٠٠م) حتى ينتهي عند (١٥٠٠م) قاطع درجات ارتفاع عدة إذ يبدأ من حدود قضاء جمجمال وينتهي عند حدود السليمانية ثم ينخفض بعدها إلى اقل من ذلك . أما المقطع الذي يتوسط منطقة الدراسة يبدأ من ارتفاع (٨٠٠- إلى ١٦٠٠) ويبدأ من حدود ناحية سنكاو وينتهي قره داغ ثم ينخفض بعد ذلك أما المقطع الجنوبي فيبدأ بارتفاع (٨٠٠) ويصل إلى ارتفاع ١٤٠٠م ثم ينخفض بعد ذلك .

تحليل المقاطع العرضية في منطقة الدراسة :

من اجل التوصل إلى رسم الشكل البياني ومعرفة الإشكال الناتجة عنه تم قياس مجموعة مقاطع عرضية ودراسة خصائصها الانحدارية كما موضحة في خريطة (١٣) إذ يبدأ بالمقطع الأول من غرب منطقة الدراسة وانتهاء بالمقطع الثالث شرق المنطقة وعليه كان تحليل المقاطع العرضية الانحدارية حسب تسلسل المقاطع من الشمال إلى الجنوب .

خريطة(١٣) المقاطع العرضية في منطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- مرئية فضائية(Etm7 Land sat) ، الحزم (١،٢،٣) لسنة ٢٠٠٠.

٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة السليمانية الطوبوغرافية ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٠ ، باستعمال برنامج (Arc GIS .10.2) .

المقطع الأول : يبدأ المقطع الأول بارتفاع بسيط في غرب منطقة الدراسة يصل إلى اقل من (٨٠٠م) وذلك لوجود مجاري مائية بسيطة وسرعان ما نلاحظ الارتفاع المفاجئ ليصل إلى (١٣٠٠م) عن مستوى سطح البحر ثم نلاحظ وجود مجرى مائي ويبدأ بالارتفاع حتى يصل إلى أعلى قمة (١٥٠٠م) ثم يبدأ في السفوح الشرقية بالانخفاض ليصل إلى (١٤٠٠م) ثم نلاحظ تقعر شديد في منطقة الدراسة ليصل إلى (٨٥٠م) فوق سطح البحر هذا التقعر الشديد يدل إلى وجود عمليات تجوية وتعرية شديدة لاسيما التعرية المائية فضلا عن عمليات الترسيب .

المقطع الثاني : يبدأ بارتفاع (٨٣٠م) فوق سطح البحر ثم يكون هذا المقطع مقعر من (٨٣٠م) إلى أعلى قمة (١٩٠٠م) وهذا يدل على تأثر المقطع بعمليات التجوية والتعرية والعمليات التركيبية بعده يبدأ المقطع بالانحدار في السفوح الشرقية ليصل إلى (١٢٠٠م) فوق مستوى سطح البحر حيث يمثل الانحدار المقعر وهذا ما ساعد على ظهور المقطع العرضي للوادي على شكل حرف (V) ثم يستمر بالتقعر ليصل إلى (٨٠٠م) فوق مستوى سطح البحر .

المقطع الثالث : يظهر في هذا المقطع قمتين جبليتين الأولى على ارتفاع (١٤٠٠م) والثانية على ارتفاع (١٤٥٠م) وتبدوا كأنها طية مقعرة ، أن المنحدر الغربي والشرقي كلاهما يكونان مقعران وهذا يدل على تعرضهما لعمليات التجوية والتعرية الشديدة .

الخصائص الشكلية للتقوس : أن دراسة تقوس التضاريس تبعا لخصائصها الشكلية المتمثلة بالمنحدرات ذات السطوح المحدبة (Convex) ومنحدرات ذات السطوح المقعرة (Concave) ومنحدرات ذات السطوح المستوية (Flat) . إذ تم استخراج نسب هذه المستويات من خلال طريقة الجار بواسطة انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام برنامج (ARC GIS 10.2) إذ تم انتاج خريطة مقسمة

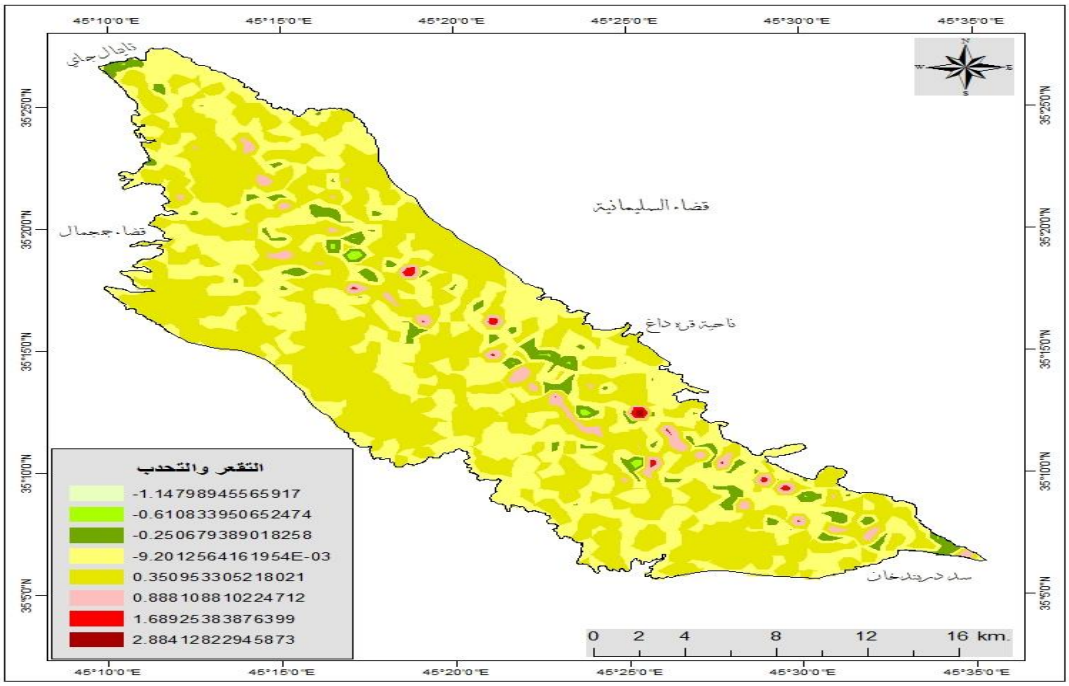
الى (٨) مراتب للسطح وكل مرتبة تمثل لون في الخريطة وتمثل مساحة في الجدول ، كما خريطة (١٤) وجدول (٥) .

العناصر المقعرة :

وهي أشكال تضاريسية منخفضة يطلق عليها أشكال تقوس سالبة وتتراوح درجاتها بين (٠،٠٠٩٢٠١ – ١،١٤٧٩٨٨ –) وبمساحة تصل إلى (٢٥٧،٦٢٣٥١٤كم٢) وبنسبة (٤٦،٧٨%) من مجموع مساحة المنطقة فهي تتوزع في اغلب منطقة الدراسة وتتمثل تحديدا في منابع المجاري المائية والمنخفضات.

ت	الشكل	درجة التقوس	اللون	مستويات السطح المورفولوجي بالدرجات
١	مقعر	سالبة	اخضر فاتح – اخضر غامق – اصفر فاتح	-1.14789 – 0.009201
٢	سطح مستوي	صفر او قريبة من الصفر	اصفر غامق	0.350953
٣	محدب	موجبة	وردي فاتح – احمر فاتح – ماروني	0.888109 – 2.884128

المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على :-
١- مرئية فضائية(Etm7 Land sat) ،الحزم (٣،٢،١) لسنة ٢٠٠٠.
٢- وزارةالمواردالمائية،الهيئةالعامةللمساحة،خريطةالسليمانيةالطوبوغرافية،مقياس (١/١٠٠٠٠٠) ،لسنة ٢٠١٠ ،باستعمال برنامج (Arc GIS .10.2) .



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc Gis .10.2) وبالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي .

العناصر المستوية:

وهي أشكال طينية مستوية مسطحة تكون درجة انحدارها صفر او قريبة منه وقد وصلت درجتها (٠،٣٥٠٩٥٣) والمساحة (٢٧٨،-٣٤١٠٨٢كم٢) ونسبة (٥٠،٥٤%)وتنتشر في أجزاء منطقة الدراسة تقريبا وتمتاز بقلة زاوية انحدارها وتعد ذات المساحة الأكبر في منطقة الدراسة ويمثلها اللون الأصفر وقد أثرت عمليات التعرية على خفض هذه المناطق والتقليل من تحدبها ، هذا من جانب ومن جانب أخر أثرت الترسيب في ملئ المنخفضات الموجودة مما ساعد على ظهور المنحدرات بشكلها المستوي.

العناصر المحدبة :

وهي مظاهر أرضية موجبة تتراوح درجة تقوس سطحها بين (٢،٢٨٤١٢٩- ٠،٨٨٨١٠٩) وتشغل مساحة (١٤،٧٠٤٤٥٧كم٢) ونسبة (٢،٦٨%) وهي اقل الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة ، أن الأشكال الانحدارية المحدبة تكون مرافقة للأشكال الانحدارية المقعرة ويعود سبب ذلك أن الخصائص الشكلية المقعرة تحتل المجاري المائية في منطقة الدراسة ويجاورها الأراضي ذات الخصائص الشكلية المحدبة والتي تمثل مناطق تقسيم المياه بين الأودية فضلا عن تعرض الأجزاء العليا من المنحدرات الى التعرية المائية الناتجة عن التساقط المطري وما يترتب عليه من نقل المفتتات الصخرية من أعالي سفوح المنحدرات والتي تسهم في تشكيل خصائص انحدارية محدبة ومن ثم تتراكم عند قاعدة المنحدر فتعمل على حماية هذه الأجزاء الانحدارية المقعرة من التعرية ولهذا بقت محافظة على خصائصها الشكلية المقعرة .

الاستنتاجات :

١. تتأثر منحدرات سلسلة جبال برانان بتنوع التكوينات الصخرية والرواسب المنكشفة على السطح فضلا عن تأثرها بالبنية الجيولوجية (الطيات والفواصل والشقوق والتراكيب الخطية) .
٢. تتأثر الخصائص الشكلية للمنحدرات في سلسلة جبال برانان بالعوامل المناخية.
٣. أظهرت الدراسة أن للعمليات المورفومناخية و المورفوديناميكية دورا في تكوين منحدرات وحركة مواد سطح الأرض .
٤. من خلال برنامج (Arc Gis . 10.2) تبين أن تصنيف (Demek) أكثر ملائمة لتحليل الخصائص الانحدارية لمنطقة الدراسة .

٥. تبين أن سلسلة جبال برنان ومن خلال اشتقاق وتحليل ضل التلال أنها تقع ضمن فئة كثيرة الظل الى متوسطة الظل .

٦. تبين من خلال المقاطع العرضية لمنطقة الدراسة على تنوع الخصائص الانحدارية الشكلية مابين تقعر واستواء وتحدب وبعد استخراج أنموذج للتقوس فكانت السيادة للفئة المستوية وبمساحة (٢٧٨،٣٤١٠٨٢كم^{٢}) وبنسبة (٥٠،٥٤%) أي نصف مساحة منطقة الدراسة .

الهوامش والتعليقات

٢- خلدون معلة واخرون ، المصدر السابق ،ص ٣٧.

٣- عبد الله السياب واخرون، جيولوجيا العراق ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، ١٩٩٥، ص١٣٤.

٤- فاروق صنع الله العمري ، علي صادق ، جيولوجيا شمال العراق ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ،١٩٧٧، ص٢٩.

٦- المصدر نفسه .

٧- صباح محمود الراوي عدنان هزاع البياتي، اسس علم المناخ،ط٢،دار الحكمة، جامعة الموصل، كلية التربية،١٩٩٠،ص٤١.

٨- وزارة النقل والمواصلات الهيئة العامة للأنواء الجوية ، المصدر السابق.

٩-حسن حميد كاطع، استخدام تقنية الاستشارة عن بعد في مسح وتصنيف الترب للمناطق المتاخمة لغرب بحيرة الرزازة ،اطروحة دكتوراة(غير منشورة)،كلية الزراعة،جامعة بغداد،٢٠٠١،ص١٢٧.

١٠-C.Eembieton and J.Thornes , process in Geomorphology Edward Arnold, British , 1979,p75.

١١-وفيق الخشاب، احمد سعيد حديد ،مهدي الصحاف، علم الجيومورفولوجية تعريفة وتطورة ومجالات تطبيقاتة ، مطبعة جامعة بغداد،بغداد،١٩٧٨،ص٦٦.

١٢ -R.J.Rice.FundamentalofGeomorphology.London.1979.P115.

١٣- جون اي ساندوس، واخرون، الجيولوجيا الفيزيائية ،ترجمة مجيد عبود جاسم، جامعة البصرة ، البصرة، ج١، ١٩٧٦،ص٥٩.

١٤-R.J.Rice.Fundamentals of Geomorphology.op.cit.p122.

١٥-عبد الاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الارضية الجيومورفولوجية ، كلية الآداب ،البصرة ،١٩٨٦،ص٩٦.

$$F.A.I=Sum \frac{1Pi}{P}$$

F.A.I = قابلية المطر على التعرية .

Pi = مجموع الأمطار الشهرية /ملم

P = مجموع الأمطار السنوية

انظر في ذلك (عبد الله صبار عبود ، التعرية المائية في حوضي سرجنار وشوركة شمال غرب السليمانية باستعمال تقانة نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، مجلد ١ ، العدد ٥٥ ، ٢٠٠٩ ،ص٨٣).

١٦ – رحيم حميد عبد ، التعرية المطرية لسفوح تلال حمرين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة كلية الاداب ، العدد٨١ ، ٢٠٠٨ ،ص٣٢٨ .

١٧- R.U.Cook.Andrew Warren.Geomorphology in Deserts B.T.Batsford Ltd. London.1977 . p.157.

** مجموع الاخاديد في الحوض /م

معدل التعرية = ----------

مساحة الحوض / كم٢

انظر في ذلك (E.I.Bergsma.Rainfall Erosion Serveys for conservation planning .jor . ITC .Nether Land .1983 . pp166-174)

١٨- محمد سامي عسل ، الجغرافية الطبيعية ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ،ج١ ، ١٩٨٤ ،ص٢٧١.

١٩- R.J.Rice.Fundamentals of Geomorphology.op.cit.p122.

٢٠ – خلف حسين الدليمي ، علم شكل الارض التطبيقي الجيومورفولوجيا التطبيقية ، ط١ ، دار صفاء للطباعة والنشر ، عمان ، ٢٠١٢ ،ص٢٥٨.

٢١- Strahler A.N.and Strahler.A (2000) Introducing Physical geography johnwiley and Sons 2ed New York p.476.

***

مجموع اطوال المجاري /كم مجموع اعداد المجاري / مجرى

كثافة الصرف الطولية = ---------- ، كثافة الصرف العددية = ----------

مساحة الحوض / كم٢ مساحة الحوض / كم٢

ينظر في ذلك (محمود محمد عاشور ، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي ، حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية ، عدد٩ ، جامعة قطر ، ١٩٨٦ ، ص٤٦٥.

٢٢- حسن رمضان سلامة ، اصول الجيومورفولوجية ،ط٢/ دار الميسرة للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠١٠ ، ص١٤٠.
٢٣- محمد ابراهيم غزوان ، الانحدارات الارضية في منطقة القوش دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية ،رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠١١ ، ص٧١ .

\

Slopes of the mountain range Brannan geomorphological study

A. P. D. Abdullah Sabbar Abood AL- Ajeeli
Baghdad University / College of Arts
Department of Geography

Abstract :

The slopes of the most important systems geomorphological because they are a natural outgrowth of the overlapping range of factors Environmental Geo, a geological structure and the quality of the rocks and terrain and climate, soil and natural vegetation that affect the operations geomorphological and resulted in several appearances terrestrial different creep rocky material and sediment, landslides and falling rock .

Been studying the slopes of the mountain range Brannan in Suleimaniya province in the northeast of Iraq and has an area of (550.06229 km 2), as was the use of visual space radar and geological maps and topographical study showed a reflection of geological formations and geological structure and climatic conditions on the conduct of operations geomorphological and then to form the slopes .

The study relied on rating Demek which consists of six levels appeared to rule the land with a slope categories (0-2) and (2-5) and (5-15) on the other categories regressions, as the shadow areas that fall within the category (60-120) and to suggest that the region located between the category of many medium shade to shade, as formed elements regressions planar elements highest rate (50.54%), followed by elements of regression (46.78%) and then convex elements regressions (2.68%), and these elements The three have an impact on human activity.