الفصل الرابع

الظواهر الجيومورفولوجية في حوض نهر قشان

أولاً : ظواهر تحرك مواد سطح الأرض.

ثانيًا : ظواهر النحت النهري.

ثالثًا : ظواهر الإرساب النهري.

رابعًا : ظواهر داخل الكهوف.

الظواهر الجيومورفولوجية في حوض نهر قشان

أولاً - عمليات تحرك مواد سطح الأرض :-

تعد من العمليات الجيومورفولوجية المهمة التي لها أثر كبير في تشكيل سطح الأرض، ويرجع الفضل في إبراز أهمية هذه العملية إلى الجيمورفولوجى الأمريكى (شارب Sharpe) الذي كان أول من قام بدراستها دراسة تحليلية على أسس علمية ثابتة(محمد صفي الدين ،بدون سنة، ص ١٠٤)، ويطلق على عملية تحرك الفرشات أو الغطاءات الإرسابية وبعض الكتل الصخرية من أعالي المنحدرات إلى أسفلها و ما تحت أقدامها دون أن يقوم بعملية تحرك أو النقل هذه أي من عوامل التعرية اسم (تحرك المواد Mass Movement) وتتم حركة زحف المواد و تدفقها من أعلى المنحدرات إلى أسفلها بفعل الجاذبية الأرضية وأثر شكل انحدار السطح و مدى تشبع التربة بالمياه(أبوالعينين، ١٩٩٥، ص٣١٧). وترجع الأهمية لتلك العملية إنها حلقة وصل ضرورية بين عملية التجوية التي يتفتت فيها الصخر ويتحكم في موضعه و بين عملية النحت و النقل التي تتطلب عاملاً من عواملها مثل الأنهار(محمد سامي عسل،١٩٨٤،ص ٢٧١).و أهم العوامل المسئولة عن عمليات تحرك المواد في منطقة الدراسة هي تنوع التكوينات الجيولوجية ، و هذه التكوينات تختلف من حيث صخورها وخصائصها وقوة مقاومتها من الإذابة. وأهم التكوينات التي تحدث عملية حركة المواد هي تكوينات (جيا كارَ- برسرين - نأوكليكان ،شيرانش ،عقره - بيخمة ، بالامبو - سرمورد ،قمجوغة) و تتألف صخورها من المارل و الحجر الجيري المارلي والدولومات والجيري والحجر الطيني الصفيحي والجلاميد الحصى والرمل والغرين والصلصال. وتختلف هذه الصخور من حيث تسرب المياه و في نتيجة تأثيرها على حركة المواد وتذبذب عناصر المُناخ بين السنة و السنة الأخرى، وبين الفصل لفصل آخر، وبين الليل والنهار خاصة في عنصرين (الأمطار و الحرارة) معدل كمية الأمطار في منطقة الدراسة يصل إلى (٧٠٨,٩٢) ملم، وهذه كمية عالية تؤثر في إذابة الصخور و تسرب بين فراغات الصخور مما يعطل التماسك وزيادة الشقوق بين مكوناتها، وفي النتيجة تؤثر على سهولة حركة المواد و حدوث غزارة الأمطار و اتخاذها شكل السيول الجارفة وتأثيرها على حركة انزلاق الأرض و انهيارها وتغير درجة الحرارة أيضاً بين الصيف و الشتاء، فإن معدل درجة الحرارة في فصل الصيف يصل إلى (٣١,٢٦)، وهذه درجة عالية التأثير في تمدد مكونات الصخور و زيادة حجمها وفراغاتها، وقد تقل هذه الدرجة في فصل الشتاء إلى (٦,٢٦)، وتؤثر على انكماش و تجمد مكونات الصخور، و مما يساعد على سهولة حركة المواد بدرجة انحدار مختلفة في منطقة الدراسة بين (٠ – ٦٩,٧٨)°، وهذه الدرجة تساعد

على إتمام عملية تحرك المواد بأنواعها. والجاذبية الأرضية هي القوة الفعلية التي تحدث هذه العملية خاصة في مناطق ذات الانحدار الشديد بالمقارنة مع الأسطح المستوية، أما بشكل عام فإن عملية تحرك المواد في شرق نهر قشان تزداد بالمقارنة مع غرب النهر، وسبب ذلك يعود إلى شدة الانحدار و زيادة سطوع إشعاع الشمس، وهي تساعد على زيادة درجة الحرارة و تنوع التكوينات (تنوع الصخور) في شرق النهر بالمقارنة مع غربه .

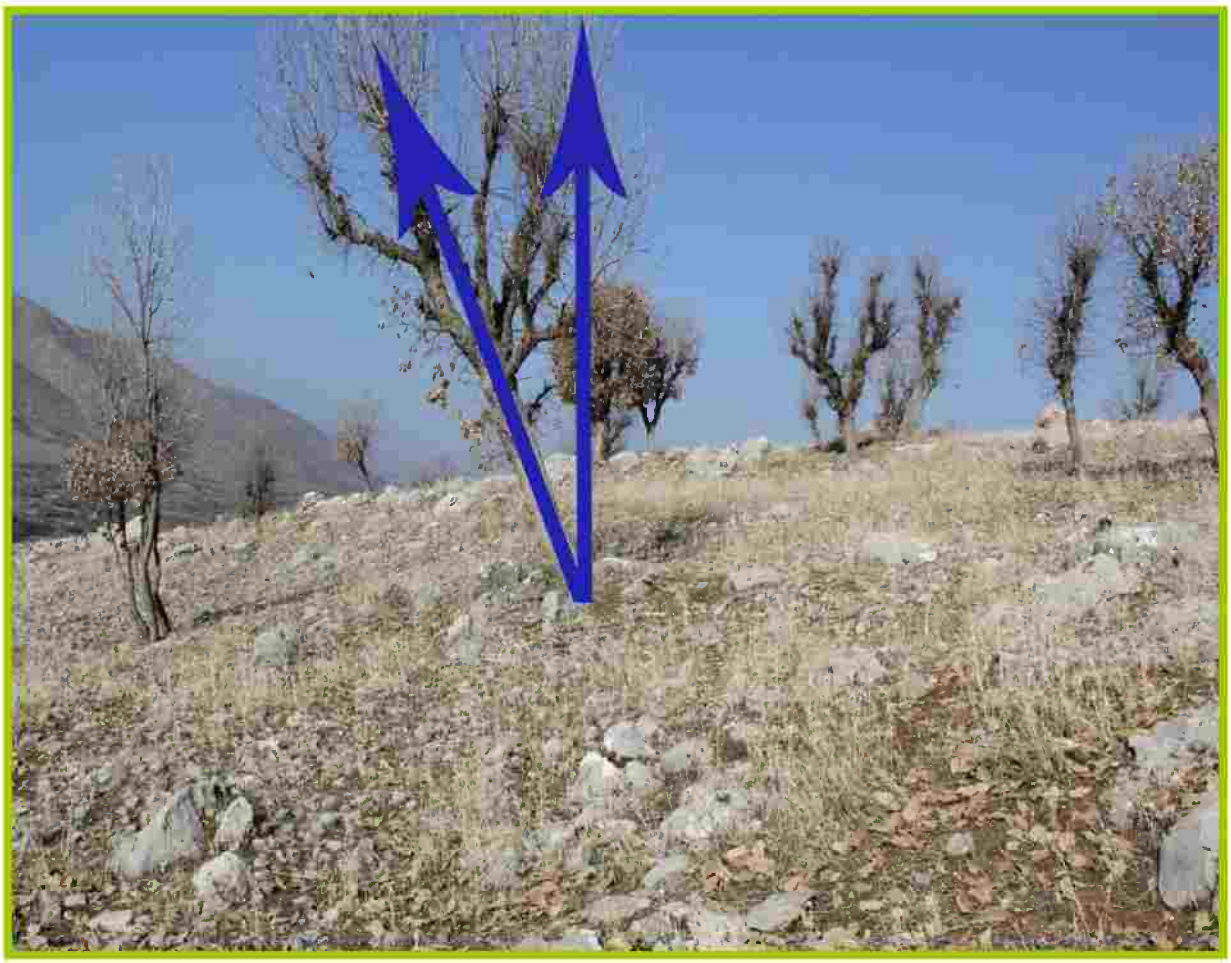
و (شارب) قسم الظاهرات الجيمورفولوجية الناتجة عن أثر فعل حركة المواد إلى ثلاثة أنواع رئيسية على النحو التالي:-

١ - الظاهرات الجيمورفولوجية الناتجة عن أثر فعل الحركة البطيئة للمواد:-

ينجم عن حدوث الحركة البطيئة للمواد تشطيف المنحدرات و تسوية أسطحها ، أو بمعنى آخر طمس مظاهرها الجيمورفولوجية .(أبوعينين ، ١٩٩٥، ص ٣٢٤). وقد تتوقف سرعة هذه الظاهرات على درجة انحدار السطح الذي تتحرك فوقه، كما تزداد سرعة زحف التربة في المناطق ذات المناخ شبه الجاف، حيث يكون الغطاء النباتي الطبيعي هزيلاً أو في المناطق التي قطعت منها الغابات حديثا، أوفي المناطق التي سمح فيها بالرعي أكثر (صابر أمين و علي مصطفى، بدون سنة، ص٧٧). و تؤكد أهمية هذه العوامل في تشكيل مظاهر سطح الأرض ، وقد أدرك ديفيز هذه الحقيقة منذ أكثر من نصف قرن حين كتب (لئن كانت حركة الرواسب على هذا النحو من البطء لدرجة يتعذر معها ملاحظة أثارها فإنها ذات أثر في تشكيل الظاهرات الأرضية الموجه، التي تتناقص أحجامها جزئيًا ولا يمكن إدراك المحصلةالنهائية لهذا التناقص إلا في ضوء أزمنة جيولوجية طويلة) (بحيرى،١٩٧٩، ص ٧٢,٧١) .

أ- زحف التربة(Soil Cree): - يعرف زحف التربة بأنه حركة بطيئة لا يمكن ملاحظتها بسرعة كما هي الحال بالنسبة للانهيار الأرضي السريع. وزحف التربة يتم عن طريق حركة فردية لكل ذرة من ذرات التربة . وهذه الحركة إن بدت ضئيلة وغير ملحوظة إلا أن نتائجها مؤكدة و واضحة (أبوراضي،٢٠٠٣، ص ٢٤٦). و يمكن التعرف عليها بظواهر متنوعة نذكر منها: ميل قوائم الأسوار وأعمدة البرق و الهاتف و جذوع الأشجار نحو سفح المنحدر (جودة،٢٠٠٣، ص ٢٦٣).انظر صورة رقم (٤ - ١). وهناك عوامل عديدة تساعدعلى زحف التربة مثل تجمد قطرات المياه بين حبيبات التربة، أوسقوط الامطارعليها، أو نمو جذور النباتات في التربة مما يعمل على تفككها و زحفها. وهكذا تزحف التربة من أعلى إلى أسفل، ثم تعمل عوامل أخرى لنقل المواد

الزاحفة من أسفل التل إلى أماكن أخرى مثل المياه الجارية ، أو تتراكم في أسفل المنحدر مكونة جزءاً قليل الانحدار(يوسف عبدالمجيد،١٩٧٢، ص٨٩). وتظهر في منطقة (باليسان ، و هرمك) فوق صخور الحصى و الرمل و صخور الجيرى و الجيري الدولوميتي و تسرب المياه في هذه الصخور تصل إلى صخور الصلصال ومن الحجر الطينى، وهذه الصخور تسرب مياه قليلة جدا، ونتيجة لذلك تتجمع المياه فيها ويثقل وزنها مما يساعد في عملية زحف التربة . انظر صورة رقم (٤ - ٢).



صورة رقم (٤ - ١):الآثار الناشئة عن زحف التربة في منطقة (نواوَ)،التي أدت إلى انحناء جذوع الأشجار.

صورة رقم (٤ - ٢): ظاهرة زحف التربة في وادي(هَرمك). اتجاه التصوير: نحو الشمال الغربي

ب- المخروط الرسوبي (المخروط الهشيم) Scree or Talus:-

تتحرك المواد الصخرية نحو حضيض المنحدر مكونة مخروطا ركاميا (Scree cone) من المفتتات الصخرية كبيرة الحجم نسبياً تأخذ الشكل الهرمي. وتتجمع عادة عند حضيض السفح شديد الانحدار،و هذه المواد الركامية من نفس تكوينات الحافة التي تتراكم عند أقدامها (محسوب،١٩٩٧،ص١٢١،١٢٢). وقد ذكر أيضًا أن عمليات زحف ركام السفوح تصل إلى أوج نشاطها في المناطق التي تتعاقب عليها فترات من التجمد و الذوبان (محمد صفي الدين، بدون سنة، ص ١٤٠)، وتختلف أشكال هذه المخروطات و أحجامها تبعا لمدى فعل عوامل التعرية في تآكل الحافات الصخرية من ناحية و خصائص المواد التي تتركب منها الأهرامات أو المخروطات الإرسابية من ناحية أخرى . وقد لوحظ أن معظم الجلاميد الصخرية الخشنة الكبيرة و المتوسطة الحجم تنحدر بسرعة تحت أقدام الحافات، أما رواسب الرمال و الأتربة الدقيقة الحجم فتتركز في أعالي المخروط الإرسابي. وعند سقوط الأمطار تعمل الرمال والأتربة كمادة لاحمة بحيث تجمع جلاميد الصخر بعضها مع البعض الآخر وتعمل على تماسك أجزاء مخروط التيلاس(أبوالعينين

١٩٩٥ص٣٢٥)، وهذه الركامات الصخرية تنتشر في المناطق المتفرقة من منطقة الدراسة، كما ظهرت في شرق و غرب نهر قشان في المناطق (جيوَ أسفل ، هَرمك ، هَرتل)، وفي تكوينات (عقره - بيخمة ، بالامبو - سرمورد) تتكون من الصخور الجيرية مع بعض من المارل والصخور الدولوماتية والصخور الجيرية المحتوية علي نسبة عالية من المواد العضوية والحديد وعلى بعض من الحجر الرملي، ودرجة الانحدار تختلف في هذه المناطق، و هذه اختلاف تساعد على تحرك الركام الصخري صورة رقم (٤ - ٣).

صورة رقم (٤ – ٣): المخروط الرسوبي اسفل المنحدرات جبل بالوان في منطقة (جيو) اتجاه التصوير :نحو الجنوب.

ج- زحف الصخور :-

هو حركة للكتل الصخرية، نتيجة لزحف التربة من جهة، وللانزلاق من جهة أخرى.(جودة ، ١٩٩٩، ٢٩٨). أو بمعنى آخر زحف الكتل الصخرية بمفردها (دون اختلاطها بأي رواسب أخرى) على أسطح صخرية . وقد تشتد حدوث هذه العملية عادة في المناطق التي تتألف من صخور صلبة من الحجر الرملي و صخور المجمعات (الكنجلوميرات) Conglomerates خاصة إذا كانت هذه الصخورتأثرت بالشقوق و الفوالق الكثيفة المتشابكة (أبوعينين ،١٩٩٥ ، ص ٣٢٦).

وتظهر هذه الظواهر في مناطق (ختي ، هرمك) على تكوينات (شيرانش – عقرة، بيخمة) وتتميز بصخور المارل و الحجر الجيرى المارلي، وصخور عذبة من الحجر الجيرى، وبعض منها قيري- صخور الدولوميت المحتوية على نسبة عالية من القير و صخور جيرية مع بعض المجمعات- صخور الحجر الجيري مع النوايات من الصوان، وأيضاً عملية الشقوق والفواصل التي تساعد في تسهيل عملية تساقط الصخور انظر صورة رقم (٤ - ٤).

صورة رقم (٤ - ٤) زحف الصخور في منطقة (هَرمك) اتجاه التصوير (الشمالي الغربي)

٢ - الظاهرات الجيمورفولوجية الناتجة عن أثر فعل الحركة السريعة للمواد:-

تتميزحركة مواد هذه المجموعة من الظاهرات بأنها أسرع نسبيا من حركة مواد المجموعة السابقة، و ذلك يرجع إلى أن نسبة المياه في رواسبها أكبر منها من المواد التي تتميز بالحركة البطيئة(أبو العينين ،١٩٩٥، ص٣٣١). وتحدث الانهيارات السريعة عندما تتشبع المواد المفككة بكميات كبيرة من المياه، و هي تتميز عن الانهيارات الفجائية بأنها تشمل تشويه داخلي لكل العناصر التي تتكون منها (دولت صادق ،١٩٨٥،ص ٨٩). وفيها يفوق معدل حركة الرواسب معدل التجوية السائدة، وعادة ما تتميز هذه السفوح بتكويناتها المفتتة المتباينة في أحجامها غير

المصنفة (unsorted debris) والتي تتكون من حصي ورمال و طين، وتتميز كذلك بشدة انحدارها و تقطعها بقنوات عميقة(محسوب،١١٦،١٩٩٧).

أ- انسياب المواد الأرضية (Earth Flows):-

عبارة عن انهيار كتلة من التربة توجد على منحدر شديد بعد أن تتشبع التربة بالمياه نتيجة لسقوط الأمطار الغزيرة أو للري المفرط (أبو راضي،٢٠٠٦، ص ٢٨٤). وتنشط في كل من الأقاليم الجافة و الرطبة، كما تؤدي إلى نقل كميات كبيرة من التربة التي تكون جاهزة للنقل بسبب عدم تماسكها و قلة الغطاء النباتي و عند هطول كميات كافية من الأمطار(سلامة،٢٠٠٤، ص ١٥٨) . وينجم عن حدوثها تسوية سطح الأرض العام، وذلك بردم المقعرات السطحية (Concavities)، وتشكيل المظهر الجيمومورفولوجي العام لأسطح المصاطب التي تتعرض لحدوثها . كما أنها تحدث على شكل غطاء متسع لا يحدده مجرى معين(أبو العينين ١٩٩٥ص٣٣١). وتظهر آثار عملية انسياب المواد الأرضية من منطقة باليسان في منطقة الدراسة ،وهي فوق طبقات من صخور دولوميتية مسامية ومتشققة من صخور أخرى من الحجر الجيري من تكوين (قمجوغة) و درجة انحدارها تزيد عن (١٠). صورة رقم (٤ - ٥).

صورة رقم (٤ - ٥):انسياب المواد الأرضية في منطقة (باليسان) اتجاه التصوير:نحو الشمال شرق

٣ - الانزلاقات الأرضية (Land Slides):-

يقصد بالانزلاقات الأرضية تحرك كتلة كبيرة من الفرش الصخرية باتجاه التصوير أسفل المنحدر. تتحرك هذه الكتلة في بداية الأمر على شكل وحدة متماسكة، إلا انها بعد ذلك تتفكك إلى كتل متعددة قبل استقرارها.(باترك مكولا ،١٩٨٦، ص ٣٠٨)، واستخدم الأستاذ (شارب) تعبير الانزلاقات الأرضية لكي يشير إلى عدة ظواهر جيمورفولوجية متنوعة، تختلف من حيث نشأتها و صورها عن الظاهرات الأخرى التي سبق الحديث عنها. أما عملية الانزلاق نفسها فتتميز بأنها تتم بسرعة، وأن حدوثها يعد فجائيا على الرغم من أن المواد التي تتأثر بهذه العملية أقل تشبعا بالمياه (أبوالعينين ،١٩٩٥، ص٣٣٣). وتزداد فاعلية الانزلاق الأرضي إذا ما سقط المطر الغزير بعد فترة جفاف طويلة تعرضت خلالها صخور السفح لتشققات كثيفة بدرجة تزيد عن طاقة التسرب(محسوب ،١٩٩٧، ص ١١٩). من تغير في شكل السفح متأثرة بعدة عوامل منها ما يأتي:

أ- نوع التكوينات المنزلقة صخرية أم مفتتات هشة.

ب- شكل السفح الذي تمر فوقه الكتل المنزلقة منتظم أم غير منتظم، محدب أم مقعر، حيث تزداد الحركة فوق السفوح المنتظمة والمقعرة.

ج- درجة انحدار السفح، إذ تزداد سرعة الحركة و المسافة التي تقطعها الكتلة المنزلقة بزيادة درجة الانحدار.

ء- طبيعة مكونات السفوح، حيث تزداد الحركة عندما تكون الطبقة المنزلقة تحتها طبقة هشة أو طينية أو طبقات مائلة نحو الأسفل.

هـ - رطوبة السفوح ، تزداد الانزلاقات في المناطق الرطبة و تقل في المناطق الجافة، لأن الماء يقلل من احتكاك الكتلة بالأسطح التى تتحرك عليه، كما تنشط عمليات التجوية والتعرية في تلك المناطق و التي تساعد على كثرة الانزلاقات .

و- حدوث الزلازل التي تعمل على تفكك الصخور و تحركها من مواقعها، وعلى شكل كتل كبيرة تنزلق نحو الأسفل.

ز- النشاط البشري و ما ينتج عنه من آثار تسهم في حدوث الانزلاقات مثل إزالة الطبقات الصخرية السفلية التي تعد نقطة ارتكاز ما فوقها(الدليمي،٢٠١٠، ص١٩٧,١٩٨).

أ- الانزلاق الصخري:-

يقصد بهذا التعبير انزلاق الكتل الصخرية وتحركها بمفردها مع الانحدار العام فوق أسطح طبقات صخرية دون مساعدة أي من عوامل التعرية المختلفة. وتحدث هذه العملية في الطبقات الصخرية التي تعرضت للتفتت والتفكك بفعل الشقوق و الفوالق الكثيفة. (Heavily cracked and jointed rocks) (أبوالعينين ١٩٩٥ص ٣٣٦) ، أو حدث على طول الجروف التي تتكون من طبقات رسوبية أو من المواد البركانية خصوصاً (Lava). (صابر أمين وعلي مصطفى،

،بدون سنة ، ص ٧٥)، ويتحرك هذا الانزلاق عند قطع قاعدة المنحدر، أو عندما تزيد مياه الأمطار أو المياه الناتجة عن ذوبان الجليد من لزوجة الطبقات السفلى، إلى درجة الاحتكاك، ويصعب على الكتلة أعلاه البقاء في مكانها. وعليه فإن الانزلاقات الصخرية تكثر خلال فصول نزول الأمطار وذوبان الجليد.(حمودة و آخرون ، بدون سنة، ص ٢١٣،٢١٤) ، والانزلاقات الصخرية بصفة عامة من أشد أنواع الانهيارات الأرضية تدميرا، وأبعدها أثرا، ربما بسبب السرعة وعنصر المفاجأة (بحيري،١٩٧٩،ص٦٧). وفي الواقع تعد هذه العملية نادرة الحدوث، وذلك يرجع إلى صعوبة ملاحظة نشأتها في الحقل (أبوالعينين ١٩٩٥ص ٣٣٦). انتشرت هذه الظاهرة في شمال شرق منطقة الدراسة وخصوصًا وادي (هَرمك) و يتكون فوق تكوين (جيا كارةَ ، برسرين ، نأوكليكان) ويتكون هذا التكوين من الصخور الجيرية و الجيرى دولوماتي و الحجر الجيرى الذي يتكون من الحجر الطيني) وتتميز هذه الصخور بسهولة إذابتها مما يساعد على زيادة الشقوق والفواصل بين الكتل الصخرية و تسرب المياه إلى داخل هذه الشقوق والفواصل في نتيجة انزلاق الصخور ودرجة انحدار تؤثر على زيادة هذه العملية، كما يتضح في الصورة رقم (٤ - ٦)

صورة رقم (٤ – ٦) انزلاق الصخور في منطقة (هَرمك) اتجاه التصوير: نحو الشمال الغربي

ب- انزلاق دوراني (Rotational sliding):-

حركة الكتل المنزلقة على سطح مقوس أي بمسار منحني، ويحدث بمنحدرات صخرية ذات انقطاعات كثيرة وباتجاهات مختلفة، ويحدث في منحدرات التربة (http://www.ygsmrb.org.ye)، وعادة ما يرتبط بصخور منفذة مثل الحجر الرملي، وتتركز على طبقات غير منفذة مثل الصلصال وذلك فوق سفوح شديدة الانحدار مثل الجروف البحرية أو الحافات سريعة التراجع، وعندما تنزلق الكتل الصخرية المتماسكة باتجاه التصويرأقدام السفح فإنها تبدومائلة إلى الخلف (tiltid back) على سطح منحني في شكل سفوح، على درجة تمكنها حجز المياه الساقطة أو المفتتات المنزلقة.(محسوب،١٩٩٧، ص١١٩). و تقع هذه الظاهرة في شرق منطقة الدراسة على محور غرب طية محدب (شيشار) مع ذلك تم رصد انحدارها في منطقة الدراسة فى الطريق إلى هَرتل انظر صورة رقم (٤ - ٧).

صورة رقم (٤ - ٧): الانزلاق الدوراني في طريق (هَرمك) اتجاه التصوير: الشمال غرب

ج- السقوط الصخوري (Rock Fall):-

تحدث هذه العملية من عمليات الانهيار السريعة فوق السفوح الصخرية العارية شديدة الانحدار- انحدار أكبر من ٤٠درجة – حيث تسقط الكتل الصخرية و تصطدم بالأرض دون تعرضها للتدحرج أو الانزلاق، وإن كانت تتعرض في أغلب الأحوال للتكسر نتيجة اصطدامها (محسوب،١٩٩٧، ص١١٦). و يقصد بالسقوط انهيار كتل صخرية على طول أسطح طباقية أو أسطح شقية، ثم تتدحرج بعد ذلك على المنحدر السفلى حتى تستقر على أي جزء منه أو عند قاعدته (صابر أمين و علي مصطفى، بدون سنة، ص٧٥). ومن ثم تحدث العملية فجأة، ويستغرق حدوثها ثوان معدودات، ومن ثم كان من النادر أن نرى هذه العملية أثناء حدوثها في الحقل. ومن بين أهم العوامل التي تساعد على حدوث فعل تساقط الصخور ما يلي :

١- اختلاف التكوين الجيولوجى للصخورحيث تتركز طبقات صلبة (حجر رملي)، تجزأت بفتحات الشقوق والمفاصل فوق طبقات لينة (صلصال). وعندما تتآكل الطبقات اللينة يختل توازن الطبقات العليا المفككة، و تتعرض كتل صخورها لفعل التساقط.

٢- تعرض الكتل الصخرية المشققة (Jointed Rocks) إلى تولي فعل التجمد و الانصهار (Freeze -Thaw Action)، الذي يساعد على تفكيك الكتل الصخرية، وتعرضها بعد ذلك لعمليات التساقط (أبوالعينين، ١٩٩٥،ص ٣٣٧). تظهر هذه الظاهرة في شمال شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة بشكل ملحوظ في وادي (خَتى) وجبل (ماكوك)، اللذين يقعان ضمن تكوينَي (شيرانش – عقرة، بيخمة) ويتميزان بصخور المارل والحجر الجيرى المارلي و صخور عذبة من الحجر الجيرى و بعض منها قيري- صخور الدولوميت المحتوية على نسبة عالية من القي، وصخور جيرية مع بعض المجمعات- صخور الحجر الجيري مع النوايات من الصوان، عملية الشقوق والفواصل أيضاً التي تساعد في تسهيل عملية تساقط الصخورانظر صورة رقم (٤ - ٨)

صورة رقم(٤ – ٨): ظاهرة سقوط الصخور في منطقة (هَرتل) . اتجاه التصوير: نحو الشمال الشرق

د- انزلاق المفتتات الصخرية (Debris Slide):-

تختلف الظاهرات الجيومورفولوجية الناجمة عن فعل انزلاق المفتتات الصخرية عن تلك التي تنشأ تبعا لانزلاق الأرض، حيث إن الأولى لا تحدث فيها حركة خلفية للمواد المنزلقة، بل تتدفق المفتتات الصخرية على المنحدرات و تبدو على شكل القباب أو تلال مستديرة، وتنزلق من أعلى إلى أسفل من اتجاه تصوير الانحدار العام و بمساعدة فعل الجاذبية الأرضية (أبوالعينين ،١٩٩٥، ص٣٣٧). ظهرت هذه الأشكال في منطقة (باليسان) شرق منطقة الدراسة، وتكون أيضاً على تكوين قمجوغة فوق طبقات من صخور دولوميتية مسامية ومتشققة من صخور أخرى من الحجر الجيري، وتتزايد معدلات حركة المفتتات الصخرية بزيادة درجة الانحدار .انظر صورة رقم (٤ - ٩).

صورة رقم (٤ - ٩) : انزلاق المفتتات الصخرية في منطقة (باليسان) اتجاه التصوير:نحو الغرب

ثانيًا - ظواهر النحت النهري:-

تعني عملية الصقل أو النحت الميكانيكي الذي تقوم به الأنهار. وتنجم هذه العملية من خلال عمليات عديدة مثل اصطدام المواد الصلبة التي يحملها النهر وذرات الغرين والحصى المختلفة الأحجام، بجوانب المجرى النهري، أو من خلال التصادم المتكرر الذي يحدث بين الصخور الكبيرة الأحجام وبين قاع المجرى النهري خلال الفيضانات بشكل خاص، أو نتيجة لتحطم مواد الحمولة نفسها إلى ذرات أصغر حجما بسبب اصطدام ذراتها مع بعضها الآخر، أو اصطدامها بقاع وجوانب المجرى النهري، ونتيجة لذلك تتناقص أحجام ذرات المواد المنقولة ويصبح من السهل على النهر حملها. تكون قوة النحت للمياه الصافية قليلة وتتعاظم هذه القوة كثيرا في حالة وجود ذرات الرمل والصخور الصغيرة والحصى التي تصقل وتزيل الصخور التي تكون على اتصال معها، ويدل وجود الحصى المدورة أو المصقولة جيدا فوق قاع المجرى النهري على حدوث عملية نحت طويلة الأمد قد حولت تلك الحصى إلى هذه الأشكال. (علي عنانزة،٢٠٠٦، ص ٦٤)، وتعمل كافة أشكال الجريان المائي على نحت الأسطح التي تمر فوقها والتي تتأثر بالعوامل التالية:

أ- شدة انحدار السطح، حيث تتناسب قوة النحت تناسباً طردياً مع زيادة الانحدار.

ب- نوع الرواسب السطحية ونوع و تركيب الصخور.

ج- الغطاء النباتي الذي يؤدي و جوده إلى تقليل عملية النحت، ويؤدي عدم وجوده إلى زيادة عملية النحت.

ء- غزارة الأمطار و ديمومتها، حيث تزداد معدلات التعرية بازدياد كمية الأمطار واستمرارها لفترة زمنية أطول.

هـ - بالإضافة للنشاطات البشرية المختلفة والتي تؤثر على سطح الأرض، ومن بين هذه النشاطات: الري الجائر، وقطع الغابات، وبناء الطرق وانتشار العمران على حساب الأراضي الزراعية أو الغابات.(حسن أبو سمورو علي غانم ،١٩٩٨، ص ١٤٢) و تنوع التكوينات الجيولوجية و زيادة كمية الأمطار السنوية التي تصل إلى (٧٠٨,٩٢) ملم و تذبذب هذه الكمية في فصول السنة و ارتفاع هذه الكمية في فصل الشتاء حيث بلغت (٣٧٠,٢٦٦) ملم و زيادة درجة الانحدار التي تتراوح بين (٠- ٦٩,٧٨)° وهذه أهم العوامل التي تؤثر على حدوث الظاهرات النحتية في منطقة الدراسة.

أهم الظواهر الناجمة عن فعل النحت النهري في منطقة الدراسة و هي :-

١- نحت المسيلات المائية (Rills):-

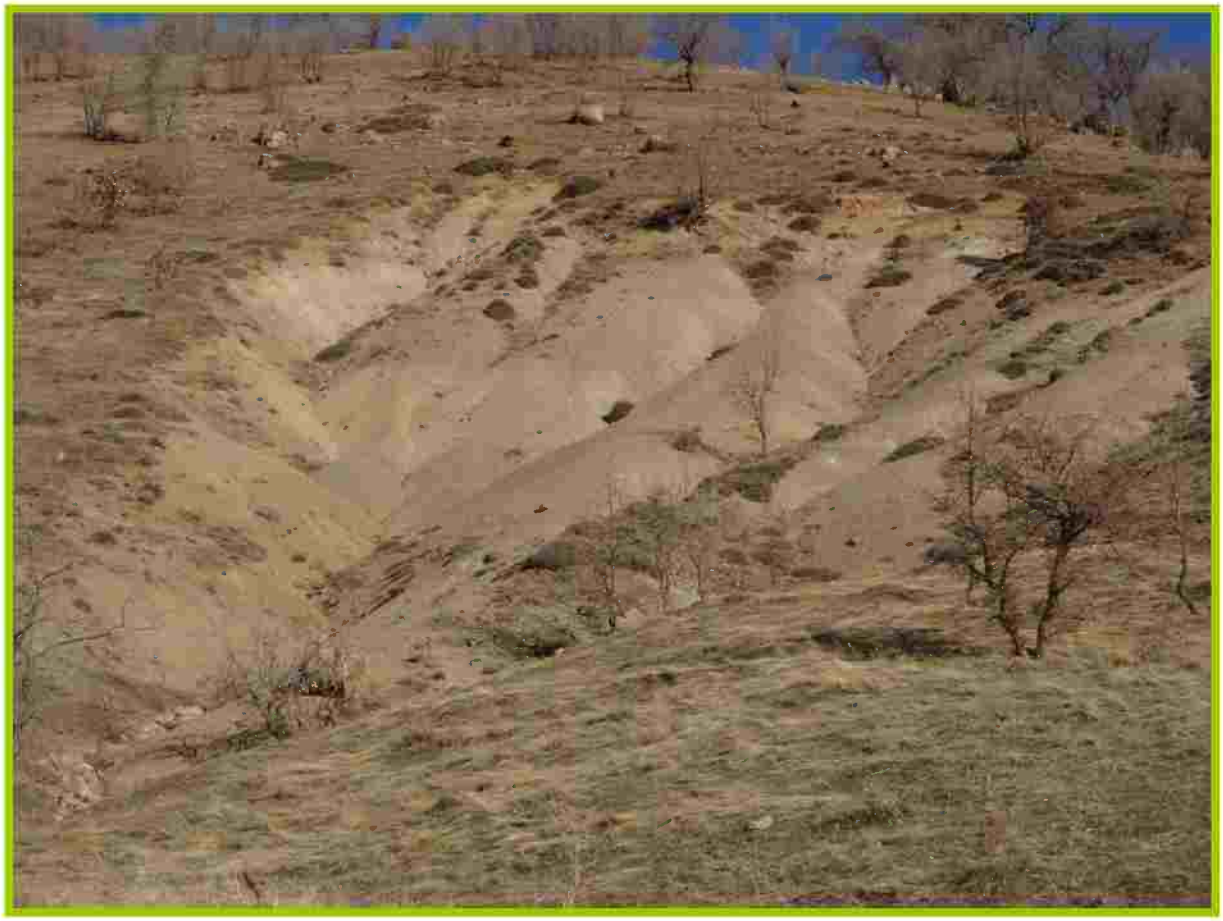
هي عبارة عن الخطوط أو الشروح الضحلة التي تقوم المياه بحفرها على سطح الأرض. وتنشأ المسيلات نتيجة التغيرات التي يتعرض لها التدفق السطحي (Over Land Flow) للمياه الذي لا يستمر على حالة بسبب وعورة السطح و عدم انتظامه و تنساقه ، فالاحتكاك والتوتر السطحي للماء المناسب سرعان ما يتولد عنه تموجات (Ripples) يتركز فيها طاقة دوامية تسبب نحت هذه المسيلات. و مع نهاية المطر قد يتسرب الماء في قيعان المسيلات. (دسوقي و على مصطفى، بدون سنة، ص ٨٦) . و يمكن أن يزداد حجم المسيل بما يسمح له بالاستمرار لفترة ما بين مطرين، كما يمكن أن يتجمع الماء في النهاية العليا لانحداره و يستطيع الماء الساقط أن يهاجر أعلى المسيل، و بالتالي يزيد من طوله ويضم إليه مسافات لم تكن قد قطعت من قبل. كما يكسر مسيلات أخرى. و في حالة السفوح العادية يمكن أن ينمو في اتجاه التصوير أعلى الانحدار بمعدل سنتمتر واحد في الدقيقة الواحدة. (محمد سامي عسل،١٩٨٤، ص ٤٤٧). وهذه المسيلات لها أثر كبير في نحت التربة و نقلها خاصة في المناطق الفقيرة للغطاء النباتي و تسمى هذه العملية بنحت المسيلات المائية. و تنتشر هذه الظاهرة في منطقة (باليسان و سَرنَشكَوتان) وتكونت على تكوينات (چيا گاره-برسرين- نأوكيليكان ، قمجوغه) فوق صخور (دولوميتية مسامية ومتشققة من صخور اخرى من الحجر الجيري و الحجر الجيرى الصفيحي – صخور الحجر الجيري الدولوميتي مع النوايات من الصوان – الحجر الجيرى و من الحجر الطينى الصفيحى الذى يحتوي على نسبة عالية من الفحم، صخور الجيري الولوميتي، و الحجر الطيني الصفيحي) وهناك علاقة قوية بين حدوث هذه الظاهرة و(كمية الأمطار ودرجة الانحدار) في منطقة الدراسة ويكثر حدوثها في فصل الشتاء بسبب زيادة غزارة الأمطار التى تصل إلى (٣٧٠,٢٦٦) ملم، وكلما ازدادت كمية الأمطار تتحول هذه المسيلات إلى ظاهرة آخرى تسمى ظاهرة (الأخدود). انظر صورة رقم (٤ - ١٠)

صورة رقم (٤ - ١٠):المسيلات المائية في منطقة (باليسان)اتجاه التصوير:نحو شمال الغرب

٢- النحوت الأخدودية(الجداول) :-

تتكون الجداول من التقاء المسيلات القصيرة والصغيرة فتكون أكثر سعة و طولا منها، لذا تزداد كمية المياه الجارية فيها، ومن ثم قدرتها على التعرية فتعمل على تعميق و توسيع تلك الجداول فتكون ذات أبعاد واضحة.(الدليمي،٢٠١٠،ص٢٣٧) ، وتختلف الأخوار عن المسيلات في أنها تقترب في شكلها من الوادي النهري، إذ يكون لها جوانب رأسية، ورأس منحدرة مجمعة للمياه(Water gathering) وإذا تطورت هذه الأخوار عمقاً فإنها تكون وديانا ضيقة تقطع أعالى المنحدرات. و تعد هذه الأخوار الخطوة الأولى نحو تقطيع السطح بفعل الجريان المائي تقطيعاً واضحا.(دسوقي و علي كامل ،بدون سنة، ص ٨٦)، وتنشأ هذه العملية على امتداد سفوح الحروف والهضيبات، حيث تقوم المياه بتعرية التربة وقد تؤدي إلى تعرية الصخو، وقد تنمو هذه الأخاديد إلى الوديان التي ترجع إلى شبكة التدفق المائي، وتتكون أشكال بوساطة التعرية النهرية. (عايد جاسم ،٢٠٠٧، ص ١١٣) ، إذ تمت الملاحظة الميدانية حيث توجد هذه الأخاديد في شمال الشرق من مناطق (بالوكأو و بيرأو) و في وادي (بيتواتَ و هرمك) شرق منطقة الدراسة تكونت في تكوينات (تانجرو ، بالامبو-سرمورد-كراكوا ، شيرانش ، چيا گاره-برسرين-نأوكيليكان ، ترسبات المنحدرات) فوق صخور (المارل الغرينى و الغرين و الرمل و صخور الحجر الجيري و الحجر الرملي المحتوية على نسبة عالية من الحديد والصخور الجيرية المحتوية

على نسبة عالية من المواد العضوية والحجر الجيرى الصفيحي – صخور الحجر الجيري الدولوميتي مع النوايات من الصوان –و من الحجر الطينى الصفيحى الذى يحتوي على نسبة عالية من الفحم و صخور المارل و الحجر الجيرى المارلي ، وعلى بعض من صخور الحجر الرملي الجلاميد الحصى والصلصال) و في بعض الحالات تتكون هذه الأخاديد من اثنين أو أكثر من مسيلات مائية انظر صورة رقم (٤ - ١١).



صورة رقم (٤ - ١١): ظاهرة الأخدود في منطقة (بالوكأوة) اتجاه التصوير: نحو الشرق

٣- المساقط المائية (الشلال) (Water Falls):-

هي عبارة عن نقاط تجديد على قاع النهر تشتد عندها انحدار المياه، و تزداد بالتالي طاقة النهر على عملية النحت النهري.(نورة عبدالتواب ، ٢٠٠٨،ص ٩٤)، وترجع إلى اختلاف صلابة الصخور، فالصخور التي يخترقها النهر تتفاوت في صلابتها، فإذا كانت الطبقة العليا صلبة والسفلى هشة فإن النهر يفتت الطبقة السفلى، بينما تبقى الطبقة العليا معلقة و ينحدر فوقها الماء مكونا مسقطا مائيا أو شلالا.(فيليب رفله و أحمد سامي،١٩٦٩، ص ٩٧)، وبذلك تزداد سرعة تيار الماء، و تزداد بالتالي قدرته على النحت في صخور القاع و في الصخور المكونة لإقدام الشلال،

حيث تسود هنا عملية النحت التراجعي (الصاعدة) باتجاه التصوير أعالي النهر.(محسوب ،١٩٩٧، ص ١٦٠). و توجد المساقط على المجرى نتيجة عوامل عديدة لعل من أهمها:

١- اختلاف نوع الصخر و نظامه على طول المجرى.

٢- تأثر بعض أجزاء المجرى بالحركات التكتونية.

٣- تغير كمية المياه التي تصل إلى أجزاء المجرى المختلفة.

٤- تغير الظروف المناخية.

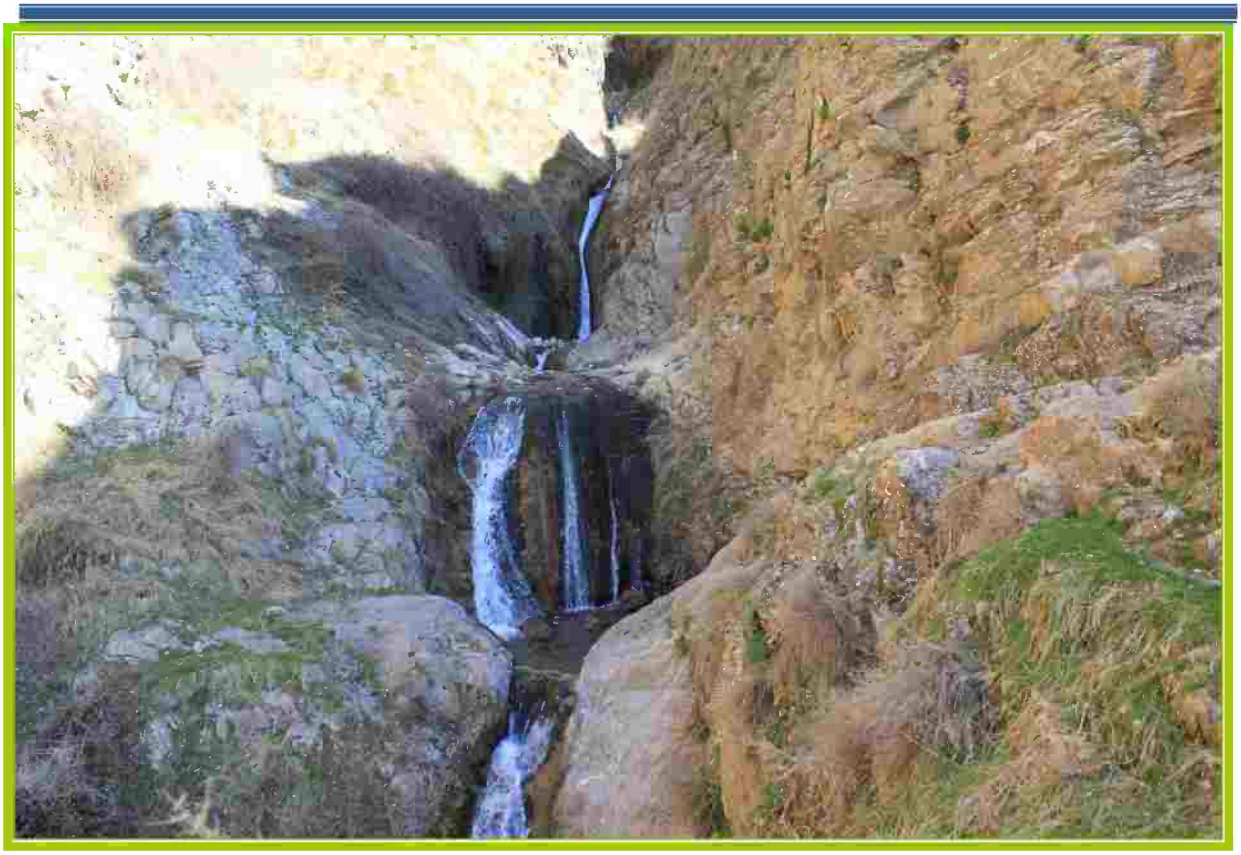
٥- تأثر الوادي بعوامل تعرية أخرى غير النهرية.

٦- انخفاض مستوى القاعدة الذي ينتهى إليه النهر.

وعلى الرغم من تعدد تلك العوامل التي تؤدي إلى نشأة المسافة المائية إلا أن مظهرها و شكلها الخارجي تتشابه كلها في الصفة الأساسية وهي سرعة انحدار(جريان) المياه.(مصطفى،٢٠٠٤، ص١٠٠,١٠١). وتظهر ثلاثة شلالات رئيسية في منطقة الدراسة و هي (زيوي ، هَرتل ، سَرنَشكَوتان) وكلها تقع شرق منطقة الدراسة، وتقع على تكوين (عقرة بخمة ، قمجوغة ،چيا گاره-برسرين- نأوكيليكان) على التوالي، فوق (صخور عذبة من الحجر الجيرى و بعض منها قيري- صخور دولوميتية مسامية ومتشققة من صخور أخرى من الحجر الجيري والمحتوية على نسبة عالية من القير، و صخور جيرية مع بعض المارل والمجمعات- صخور صخور الجيرى الصغيحي – صخور الجيري و الجيري الدولوميتي مع النوايات من الصوان – الحجر الجيرى ومن الحجر الطيني الصفيحى تحتوي على نسبة عالية من الفحم) و تختلف هذه الشلالات من حيث الارتفاع و العدد مثل شلال (زيوى) أعلى ارتفاع يصل (٣٥م) انظر صورة رقم(٤ - ١٢)، أما شلالات (هَرتل) عدده (٢٣) وارتفاعه يتراوح بين (٢-١٥)م ويتكون من ثلاثة منابع رئيسية تتجمع في تكوين هذه الشلالات، و في وسطها تلتقي عيون، وفي بعض الأماكن تقسم هذه الشلالات إلى اثنين أو ثلاثة ،(انظر صورة رقم(٤ - ١٣)) و صورة رقم (٤ - ١٤)، أما بالنسبة لشلال (سَرنَشكَوتان)، الذى يتكون من شلالاين متوازيين ولكنهما مختلفان في ارتفاعهما، حيث يبلغ ارتفاع الشلال الأول (٧) م، في حين لايزيد ارتفاع الشلال الثاني عن (٥)م.

صورة رقم (٤ - ١٢) شلال (زيوى) اتجاه التصوير: نحو الشرق

صورة رقم (٤ - ١٣) (شلال هَرتل) اتجاه التصوير: نحو الشرق



صورة رقم (٤ - ١٤) تقسيم شلال هَرتل الى ثلاثة شلال اتجاه التصوير: نحو الشرق.

٤- الخوانق النهرية (Gorge):-

هي عبارة عن أجزاء من مجاري أودية الأنهار ذات القيعان الضيقة و الجوانب المرتفعة الشديدة الانحدار، وعادة تتكون من تكوينات جيولوجية صلبة بحيث يواجه النهر صعوبة في اجتيازها ، ومن ثم تزداد عندها سرعة جريان التيار المائي، وبالتالي يزداد التعميق الرأسي لمجاريها.(نورة عبدالتواب،٢٠٠٨،ص ٩٣). ومعظم المجاري العليا أو السيول الجبلية هي بمثابة خوانق خصوصاً حينما تجري على امتداد نطاق ضعف صخري أصابة التكسر، ومثل هذه الخوانق نجدها بكثرة في المناطق الجبلية.(جودة،١٩٩٩، ص ١٥٣)، وتنشأ الخوانق عادة في الصخور الصلبة، حتى تبقى جوانبها قائمة شديدة الانحدار دون أن تنهار، وقد تنشأ أحيانا عندما تقل الأمطار، فيقل فعل عوامل التجوية في جوانبها و من ثم تتراجع ببطء.(حسن علي و مصطفى يعقوب،٢٠٠٠، ص ٢٧٨). ومما يساعد على تكوين الخانق أن يكون النحت الرأسي بفعل النهر أكبر بكثيرمن فعل عوامل التعرية التي تعمل على توسيع الوادي . وإذا كان النهر قد تأثر في جزء من أجزائه بحركة رفع، فينبغي أن يكون معدل نحته الرأسي مساويًا لنفس معدل حركة الرفع الأرضية حتى يتكون الخانق.(دسوقي و مصطفى كامل،بدون سنة، ص ٩٦). وتظهر هذه الظاهرة في عدد من المناطق، أما أكثرها تقع شرق منطقة الدراسة في مناطق (هَرمك ، هَرتل ،

بَروز ، كاني بَرد) بسبب تنوع التكوينات الجيولوجية ، و أحجامها مختلفة مثال: يظهر في صورة رقم (٤ - ١٥) الاثنان الخانق الأول خانق (هَرمك) حجمه أكبر و معدل ارتفاع الجانبين (١٠٥٢،١١١٣) م و طوله (١٠٠٨، ١٠٠٧) م و معدل درجة الانحدار يصل إلى (٤٤.١، ٤٣.٦)° في اليمين و اليسار على التوالي ، أما الخانق الثاني وراء الخانق الأول حجمه أصغر ويتراوح ارتفاعه بين (١١١٠، ١١٠٢)م، وطوله (٥٠٢، ٥٧٤) م، ودرجة الانحدار بين (٣٠.٤، ٢٦.٢)° في اليمين و اليسار على التوالي.

صورة رقم (٤ - ١٥) (خانق هَرمك) اعتماداً على برنامج (Google earth) ودراسة ميدانية

اتجاه التصوير: نحو الشرق

٥- الحفر الوعائية (pothole):-

تمثل الحفر الوعائية إحدى الظاهرات للقطاع الطولي للنهر، و هي عبارة عن حلقات مستديرة إسطوانية، تمثل مصيدة للرواسب النهرية ، و عندما يضغط التيار المائي النهري عليها تأخذ هذه الرواسب حركة الدوامية داخل هذه الحفر تسير عكس عقارب الساعة، فتتآكل جوانبها و يزداد اتساعها و عمقها حتى تتصل ببعضها البعض مكونة قاعاً نهرياً جديداً عن طريق النحت الرأسي والتعميق. وكلما قل الفارق الرأسي بين المنبع و المصب قلت فرصة وجود الحفر الوعائية حتى تصبح ضحلة أو قد تختفي.(نورة عبدالتواب،٢٠٠٨،ص ٩٦) ، ويرى البعض أن هذه الحركة الدورانية التي تؤدي إلى تكوين الحفر الوعائية تنتج أساساً عن تضافر كل من الفعل الهيدروليكي

للمياه مع النحت التجويفي(cavitation) أكثر من كونها تنتج عن نحت من خلال عملية برى بالحفر الوعائية (Abrasion in Potholes). وبالنسبة للنشأة الأولى للحفر فيرى البعض بأنها تنتج عن وجود شقوق (cracks) و فواصل صخرية في القناة النهرية. تعمل اندفاع المياه داخلها وضغطها على جوانبها إلى زيادة اتساعها و تكوين دوامات دورانية للماء أكبر حجماً فتعمل بما يتسع به من حصي و مفتتات على توسيعها(محسوب،١٩٩٧،ص ١٦٣,١٤٣) وتتكون الحفر الوعائية بشكل سريع فوق التكوينات الصخرية اللينة مثل صخور الطفل، ولكنها تظل محافظة على شكلها بصورة جيدة عند تكونها في صخور نارية صلبة كالجرانيت والبازلت والكوارتز. و لا تكون هذه الحفر أشكالاً تضاريسية مهمة غير أنها يمكن أن تعد دليلاً على مقدار النحت العمودي الذي تقوم به الأنهار التي تكون في مرحلة الشباب.(علي عنانزة ،٢٠٠٦، ص ٧٠) . و قد لاحظ الباحث أثناء الزيارة الميدانية عددًا من هذه الظواهر وأخذ (سبع) حفر وعائية، و(أربع) منها في واحد من مجرى حوض (هَرمك) انظر صورة رقم (٤ - ١٦)، وثلاث آخرين منهم واحد في مجرى حوض (بيتواتَ) ، انظرصورة رقم(٤ - ١٧)، و تسجيل بعض من القياسات المورفومترية و تختلف أحجامها من ناحية (عمق و عرض و طول)، وعمقها يتراوح بين (٢٠-٧٠) سم ، أما عرضها بين (٥٠-١٦٥) سم ، وطولها بين (٥٠- ٣٠٠) سم. انظر جدول رقم (٤ - ١).

جدول رقم (٤ - ١)

القياسات المورفومترية للحفر الوعائية في حوض نهر قشان

اسم حوض	اسم حفر وعائية	عمق (سم)	عرض (سم)	طول (سم)
حوض هَرمك	هَرتل ١	٢٠	١٥٣	١٠٦
	هَرتل ٢	٢٥	٥٠	٥٠
	هَرتل ٣	٤٣	١٦٥	٣٠٠
	هَرتل ٤	٧٠	٦٣	١٧٠
حوض بيتواتَ	سَرنَشكَوتان ١	٣٢	٧٠	٦٢
	سَرنَشكَوتان ٢	٥٧	١٢٦	٥١
	سَرنَشكَوتان ٣	٣٩	٩٩	١٤٦

عمل باحث اعتمادًا على زيارة ميدانية الى منطقة الدراسة.

صورة رقم (٤ - ١٦) : الحفر الوعائية في منطقة هَرتل اتجاه التصوير: نحوجنوب الشرق

صورة رقم (٤ - ١٧): الحفر الوعائية في منطقة (سَرنَشكَوتان) اتجاه التصوير: نحو جنوب الشرق

ثالثًا- ظواهر الإرساب النهرى:- (Sedimentation)

تبدأ الأنهار في عملية الإرساب حينما يقل حجم مياهها أو إذا قلت درجة انحدارها، ومن ثم تتناقص سرعتها. و يقل حجم المياه حينما يعبر النهر إقليماً جافاً فتتعرض مياهه للتبخر الشديد، أو أن يشق النهر خلال مساره منطقة تتكون من صخور مسامية كالحجر الرملي أو صخور منفذة للمياه كالحجر الجيري فيتسرب جزء من مياهه، أو حينما يحل فصل الجفاف فلا تسقط أمطارو ذلك في منطقة الدراسة. ووجود فصل الجفاف في منطقة الدراسة وهو فصل الصيف حيث تقل فيه كمية المياه الساقطة إلى (٢,١٧٣)ملم، وتزداد عملية إرساب المواد، حينما تدخل في منطقة سهلية هينة الانحدار، وفي منطقة الدراسة ترسبت هذه المواد بالقرب من المصب بسبب قلة درجة الانحدار ها، أو كان هناك انحناء في المجري ينتج عنه إعتراض احدى ضفتي النهر للتيار. و يؤدي كل ذلك إلى انخفاض و اضمحلال قوة و طاقة النهر على الحمل و نقل حمولته فيتخلص من جزء منها حتى يستطيع مواصلة جريانه نحو مستوى القاعدة.(مصطفى،٢٠٠٣،ص ٢٤٥,٢٤٧) و بصورة عامة تترسب أولاً المواد الكبيرة الحجم التي تشكل نسبة كبيرة من الحمولة السريرية. أما المواد الناعمة ، كالحمولة العالقة فتستمر في الانتقال، وقد تصل إلى بيئة مصب النهر. وبعبارة أخرى، كلما ابتعدنا عن المنابع العليا للنهر كلما قل حجم الحبيبات المنقولة، أي كلما نقصت الحمولة السريرية وزادت نسبة الحمولة العالقة و الحمولة الذائبة.(سلامة،٢٠٠٤،ص ٢٣٢).

إن تكوين (عقره بخمة) احتل أكبر مساحة لتكوينات منطقة الدراسة التي تكونت من صخور (عذبة من الحجر الجيرى و بعض منها قيري- صخور الدولوميت المحتوية على نسبة عالية من القير، وصخور جيرية مع بعض المارل والمجمعات- صخور الحجر الجيري مع النوايات من الصوان)، وقابلية الصخور الجيرية لهذا التكوين لإذابة أو لنحت أكثر، وهذه الفرصة لترسب المواد. أما الظروف المناخية و تذبذبها خاصة عنصر الأمطار و ارتفاع أعلى ارتفاع في حوض نهر قشان يصل إلى (٢٢٩٤) م، وأدنى ارتفاعه يصل الى (٤٨٨) مترًا عن مستوى سطح البحر، والفرق بينهما يصل إلى (١٨٠٦)متراً، وهذا سبب لزيادة سرعة المياه في المناطق المرتفعة وقلة سرعتها تدريجاً، وفي نتيجة تأثرها على قوة النحت و النقل والترسيب أخيراً.

أهم مظاهر الإرساب النهري في منطقة الدراسة :-

١- السهول الفيضية (Flood Plains):-

تتمثل بأراضي الأودية النهرية و فوق قاعها وتتألف رواسبها من الحبيبات الصخرية التي حملها النهر وروافده من مناطق المنابع و نقلها إلى المناطق الوسطى و الدنيا من حوض النهر(أبوالعينين ،١٩٧٤، ص ٥٠١)، و عندما تفيض المياه خارج القناة النهرية في وقت الفيضان و تغمر

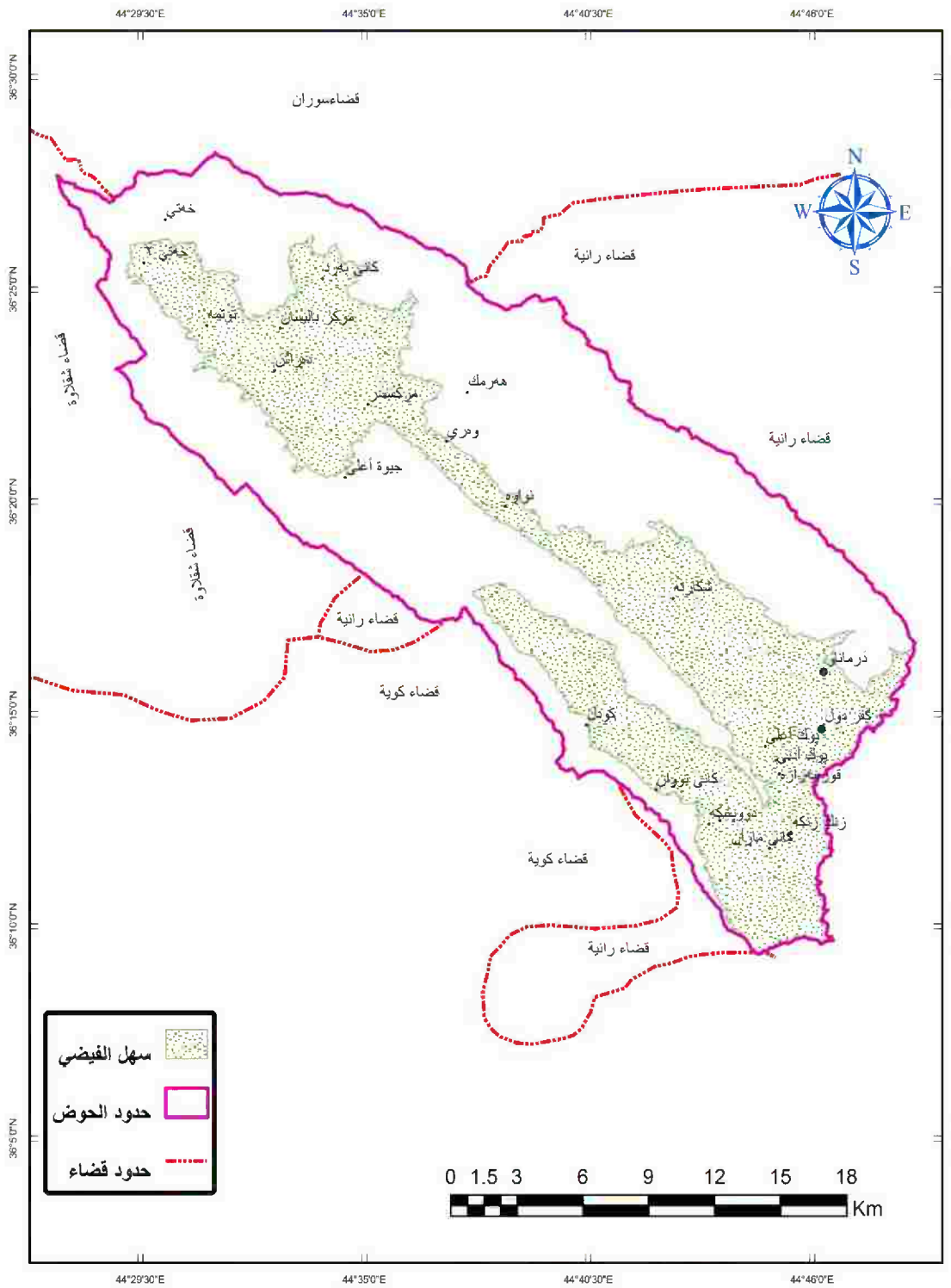
الأراضي المجاورة تلقى ما تحمله من الرواسب و يتكون سهل مستطيل ضيق و يسمى السهل الفيضي أو السهل الرسوبي (Alluvial Plain) . (مصطفى،٢٠٠٣، ص ٣٤٧). ويختلف منسوب السهول الفيضية من موقع إلى آخر على طول أرضية الوادي النهري ، و تختلف المفتتات الصخرية التي تتركب منها السهول الفيضية من مكان إلى آخر على طول قاع الوادي النهري (Valley Floor). فيتألف في القسم الأعلى لحوض النهر من جلاميد صخرية كبيرة الحجم وأخرى غير متجانسة الشكل و التركيب، و تتفتت تلك الرواسب من صخور المنابع العليا لحوض النهر، في حين تتركب المفتتات الصخرية للسهول الفيضية في القسم الأدنى من حوض النهر من حبيبات صخرية دقيقةالحجم و أعظم استدارة، كما أنها غالبًا ما تكون مصقولة الجوانب تمامًا تبعا لرحلتها الطويلة عبر المجرى النهري واستمرار احتكاكها بقاع النهر و تشكيلها بفعل المياه.(أبو العينين ،١٩٧٤، ص ٥٠١,٥٠٥). و يمر تكوين السهل الفيضي (Flood plains) بالأدوار الآتية:

الدور الأول: يتمثل في عملية توسيع الوادي عن الطرق النحت الجانبي، و يتم ذلك في مرحلة النضج، والدور الثاني: يتمثل في عملية الارساب التي تحدث على الجوانب المحدبة للمنعطفات، فينشأ عن ذلك ظهور ضفاف أو شطوط إرسابية. ويتوالى إلى تحرك المنعطفات على أرض الوادي، وتتغطي كلها بغطاء من الرواسب. والدورالثالث يميزه إرساب الغرين والطين على أرض الوادي، ويحدث ذلك حينما يفيض النهر و يغطي على جسوره فينشر تلك الرواسب على جميع أرض الوادي، وتلك هي عملية التكوين ونموالسهل الفيضي.(جودة حسنين،١٩٨٨، ص ١٥٠.١٥١). وابتداء السهل الفيضي في منطقة الدراسة قريب من المنبع وخصوصًا منطقة (خَتى) التى تصل حتى المصب بشكل يمتد من جانبي نهر قشان و ينحدر انحداراً تدريجًا من الشمال الشرقى إلى الجنوب والجنوب الغربى مساحة هذا الحوض تصل الى (١٨٦,٠٩٦كم٢) و بنسبة (٤١,٠٠٨%) من جملة مساحة حوض قشان، ومحيطه بلغت(١٨٧,١٨٨كم)،وبلغ طوله الى(٣٩,٨٠١كم)، ومعدل العرض هذا سهل الى (٤,٥٥٠كم)، أما العرض هذا سهل يتغير من منطقة الى منطقة الأخرى، فمثل معدل العرض فى مناطق (باليسان ، خَتى) شمال منطقة الدراسة بلغ (٥,٦٤٢كم)، أما بين منطقة (وَرى و نواوَ) قل اتساعه ووصل إلى (٠,٦٥٥كم) بسبب ضيق هذه المناطق واقتراب جبل (شيشار) و جبل (بالَوان) في هذه المنطقة ، أما بعد هذه المناطق فقد ازداد اتساعه مرة أخرى بشكل أكبر وخاصة في مناطق (شكارته ، سَروجأو ، حاجي ئأوا)

بمساحة تصل إلى (٥,٢٧٢كم) و مساحة سهل الفيضي بلغت (٤٠كم٢) بنسبة (١٠%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة، و فى منطقة (كانى ماران) و (حوض سردول) بلغ مساحتها الى (٥.٠٠١ ، ٣.٢٦٦كم)على التوالى، وفي منطقة مصب حوض قشان بلغت مساحتها الى (٢,٢١٤كم) انظر صورة رقم (٤ - ١٨) و (انظر خريطة رقم (٤ -١)، وأهم العوامل التي تؤثر على السهل الفيضي هي زيادة كمية الأمطارخاصة في فصل الشتاء حيث تصل إلى (٣٧٠,٢٦٦) ملم، وهذه الكمية لها تأثير على حدوث الفيضانات وزيادة الحمل والنقل وترسيب الرواسب وحدوث ظاهرة المنعطفات النهرية التي حيث تصل نسبة التعرج في نهر قشان إلى (١,٢٣) هذه النسبة لها تأثيرها على النحت من الجوانب فتصبع مقعرة وإرسابها من جوانب فتصير محدبة ومع بمرور الزمن تؤدي إلى شريط رسوبي على طول وادي نهرقشان .

صورة رقم (٤ - ١٨) السهل الفيضي في ضفة نهر قشان اتجاه التصوير :نحو الشرق

خريطة رقم (٤ – ١)
السهول الفيضية في منطقة الدراسة



عمل الطالب اعتمادًا على نموذج ارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arc gis v ١٠)

٢- المراوح الفيضية:

تعرف أحيانا بالمراوح الطمية وهى مخروط غير مرتفع يشبه المروحه مكونة الرواسب الطمية عندما يحدث للنهر انخفاض مفاجىء في محتواه المائي.(حسن علي و مصطفى يعقوب، ٢٠٠٠،ص ٢٨٨)، وتشير رأس هذه المراوح أو المخروطات إلى الاتجاه الذي تأتي منه الرواسب. ومن ناحية تصنيف و توزيع رواسب المراوح الفيضية؛ فإنه عند بداية خروج المفتتات للمنطقة السهلية نجد المواد الخشنة تترسب أولاً، وهي توصف بالانحدار الشديد نسبيًا، و يعقبها في الترسيب المواد الناعمة الدقيقة ذات الانحدار الخفيف، كما يلاحظ أن أكثر تركيز في الحمولة يكون في منطقة الوسط، و تقل على الجانبين، و لذلك نجدها مقوسة و ذات انحدارين.(نورة عبدالتواب،٢٠٠٨، ص١١٣,١١٤).

و يعزى تكون المراوح الفيضية إلى سببين رئيسيين:

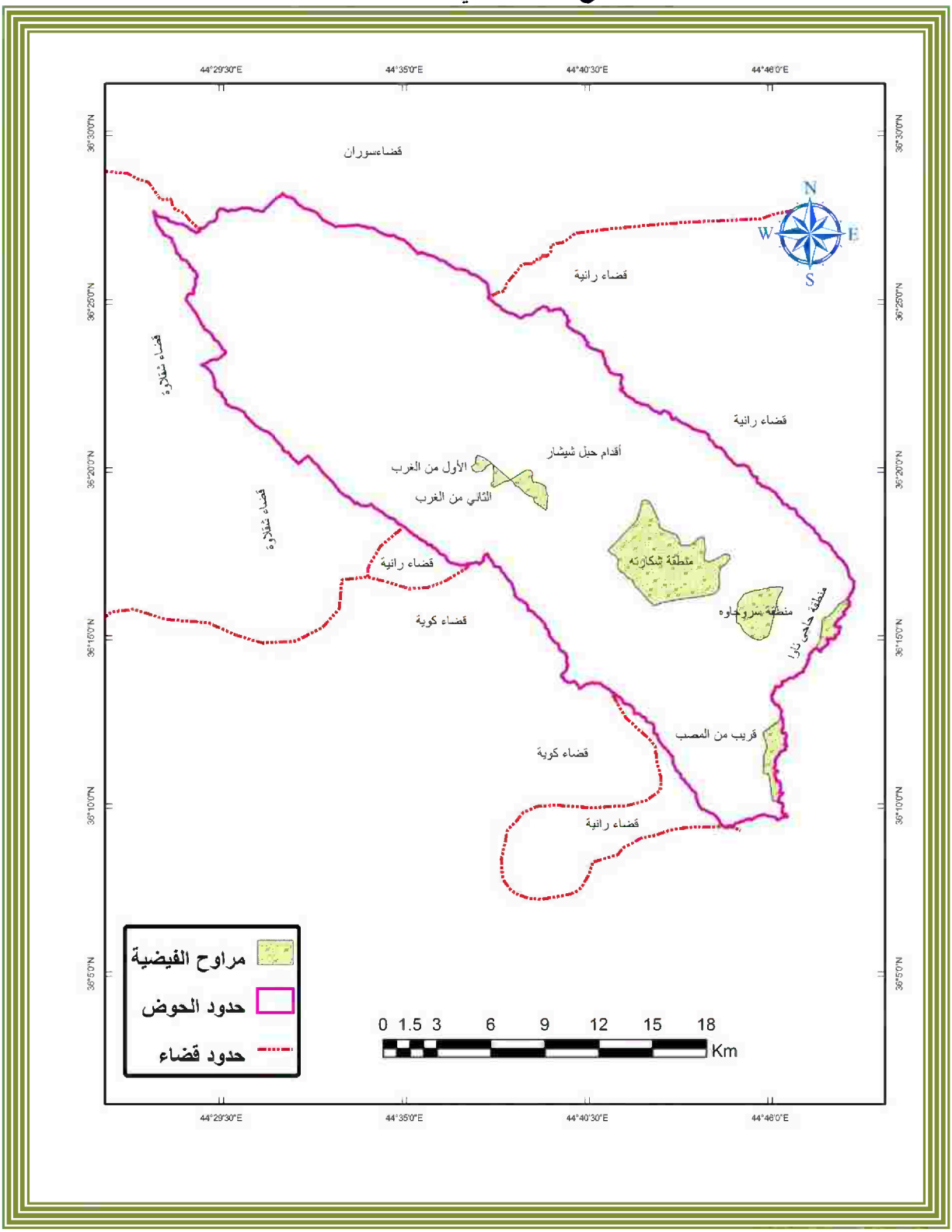
الأول: عندما يلقى النهر بكميات كبيرة من رواسبه التي يحملها أثناء الجريان بمجرد خروجه من نطاق جبلي مرتفع إلى أراضٍ سهلية منبسطة حيث يؤدي تغير الانحدار بشكل مفاجئ بدرجة لا يستطيع أن يستمر في جريانه معها، و هو محمل بهذه الحمولة الكبيرة من الرواسب فيلتقى بكمية كبيرة منها على شكل مروحة أو مثلث.

الثاني: عنما تساعد كميات المطر الغزيرة على زيادة حجم فيضانات النهر، ومن ثم يتمكن من حمل و نقل كميات كبيرة من الرواسب. كما يساعد دخول النهر إلى المناطق السهلية على فقد كمية كبيرة من مياه الجريان نتيجة للتسرب الذي ترتفع معدلاته في هذه الأجزاء، وبالتالي يعمل على خفض قدرة المياه على حمل الرواسب، الأمر الذى يؤدي إلى ترسيب حمولة المجرى.(حسن علي ومصطفى يعقوب، ٢٠٠٠، ص ٢٨٨). كما توجد المراوح الفيضية في منطقة الدراسة بأجزاء متفرقة فتظهر شرق نهر قشان، في أقدام جبل شيشار جنوب منطقة (نواوَ) التي تصل مساحتها إلى (١.٦٣٣)كم٢، طول وعرضها بلغا (٢,٨٧ ، ٠,٦٨٤) كم على التوالي ، وفي منطقة (سَروجاوه) التي بلغت مساحتها (٤,١٣٦)كم٢، طول وعرضها بلغا (٣,١١٢ ، ١,٣٢٩)كم على التوالي، وبشكل أكبر توجد في منطقة (شكارته)التي مساحتها تصل إلى (١٥.٨٤٥)كم٢، طول وعرضها بلغ (٥,٨٣٩ ، ٢,٧١٣) كم على التوالي، وفي منطقة (حاجى ئاوا) التي تصل مساحتها إلى (١,٥٣٦)كم٢، طول وعرضها بلغا (٣,٢١٩ ، ٠,٤٧٨) كم على التوالي، و توجد قريبة من مصب نهر قشان التي مساحتها بلغت (٢,٥٦٧كم٢) أما طول وعرضها بلغ الى (٤,٥٩٩ ،

٠,٥٥٨كم)، أما في غرب نهر قشان تظهر اثنتان من المراوح الفيضية في أقدام جبل (بالوَان) وأصغرها في منطقة الدراسة ، الأول و الثانى تصل مساحتها (٠,٤٥٤ ، ٠٤٧٥كم٢) على التوالى، و طولها بلغت (٠,٨٦٦ ، ١,٢٦٩كم) أما عرضها تصل الى (٠.٥٢٤ ، ٠,٣٧٤كم) على التوالى، (Varoujan k Sisskian). انظر خريطة رقم (٤ - ٢). ويلاحظ الباحث أثناء الزيارة الميدانية ظهور اثنين آخرين في غرب نهر قشان انظر صورة رقم (٤ - ١٩). وطبيعة الرواسب في هذه المراوح الفيضية تبدأ ب(جلمود والحصي الحبيبات الخشنة) فوق المراوح و يوجد (رمل والغرين و الحبيبات الناعمة و الطين) في أقدام المراوح سببها يعود إلى قوة السيول من ناحية، وابتعادها عن المرتفعات من الناحية الثانية ، ويوجد في سطح هذه المراوح ظاهرة المسيلات المائية (Rills) مثل مراوح أقدام جبل (بالةوان) ، وهو ناتج عن توافر التكوينات الجيولوجية والتباينات الطوبوغرافية و المُناخ خاصة عنصر (الأمطار). حيث كمية الأمطار في فصل الشتاء التى بلغت (٣٧٠,٢٦٦)ملم، وهذه الكمية لها تأثيرها فى حدوث الفيضانات و على عملية التعرية والنحت وإرسابها في فصل الصيف.

صورة رقم (٤ - ١٩): المراوح الفيضية في أقدام جبل (بالَوان) اتجاه التصوير: نحو الغرب

خريطة رقم (٤ – ٢)
المراوح الفيضية في منطقة الدراسة



عمل الطالب اعتمادًعلى

١-Varoujan k Sisskian , Geological map of Arbeel and mahabad quadrangles sheet NJ-٣٨-١٤ and NJ-٣٨-١٥ scale ١:٢٥٠ ٠٠٠.

٢- مخرجات برنامج (Arc gis v١٠).

٣- المنعطفات (الثنيات) النهرية (Meanders) :-

لعل الثنيات النهرية أهم ما يميز شكل المجرى في مرحلة السهل الفيضي. ويقصد بالثنية النهرية امتداد جزء من النهر على شكل مقوس . وقد يكون هذا التقوس طفيفا كما هو الحال في بدء مرحلة النضوج، و قد يكون شديد الوضوح كما في أواخرالنضوج، وفي الشيخوخة.(طه محمد،١٩٨١،ص ٨)، و كثرة الانحناءات في مجرى النهر، ومن خصائص أجزاء الدنيا من الأنهار حيث يقل انحدار الأرض و تهبط سرعة المياه ، وتتميز هذه المنحيات النهرية بزحفها نحو المصب باستمرار، والسبب في ذلك هو تآكل جوانب الأنهار في أجزائها التي تواجه المنابع.(يوسف الأنصاري،١٩٧٦، ص١٨٣)، كما تتميز بازدياد تقوسها بمرور الزمن نتيجة عملية النحت المستمرة في الجانب المقعر، والإرساب المستمر في الجانب المحدب من الثنية النهرية (دولت صادق و أخرون،١٩٨٥،ص ١١٧) و يلوح أن هناك عدة ظوابط في تكوين الثنيات و تتفاوت أبعادها، ومن أهم هذه الضوابط قلة انحدار القطاع الطولي بسبب النحت الرأسي الذي أنجز في مرحلة الشباب و في أوائل و أوسط النضوج. كذلك فإن اتضاح الثنيات في النضوج و في الشيخوخة من الواضح أنه يقل أكثر من انحدار القطاع الطولي بسبب ازدياد طول النهر. وهكذا فيبدو أنه بمجرد اتضاح الثنيات كنتيجة لبطء الانحدار بصفة رئيسية. و كذلك من الضوابط التي تساعد على نشأة الثنيات تكون بعض الحواجز (الرملية أو الحصوية الرملية أو الطمية الرملية) التي ترسب إلى جوار أحد جانبي المجرى كإرساب جانبي، ففي هذه الحالة يتركز ارتطام التيار أكثر على الضفة الأخرى من المجرى في مقابل الحاجز المذكور . وبهذا يزداد النحت السفلى للتيار في جانب موضع الارتطام الأقوى ، ويزداد الإرساب في الجانب الآخر(طه محمد،١٩٨١،ص ٩,٨) ولقد لفت ديورى (Dury) (١٩٦٦،١٩٥٨) الأنظار إلى حقيقة أن الأودية كالأنهار، تتميز غالبا بطابع الثني والانعطاف . وتتغطي هذه الأودية عادة بفرشة سميكة من الرواسب الفيضية ، ويجري فيها النهر نفسه صانع الانحناءات والمنعطفات. ولكن منعطفات النهر المحفورة في رواسب السهل الفيضي أصغر بكثير من منعطفات الوادي، التي سبق نحتها في الصخور الصلبة.(جودة ،بدون سنة ،ص ١٢٦,١٢٥). وتتواجد هذه المنعطفات على طول النهر الرئيسي و بعض روافده، انظر صورة رقم(٤ - ٢٠). ويصنف النهر الرئيسي بملتوية (Sinuosity) الذي بلغت نسبة ثنيته(١.٢٣) إذ كان طوله المثالي بخط مستقيم من المنبع إلى المصب بلغ (٤٣,٨٤٣) كم، أما الطول الحقيقي (٥٤,٠٢٣) كم، ومعدل نسبة ثنية في الأحواض الثانوية يصل إلى (١,١٨)، وأعلى نسبة تصل إلى (١,٢٣) في حوض(هَرمك)، أما أدني نسبة بلغت (١,٠٣) في حوض (زيخان).

ويلاحظ:

الأول : أن نسبة التعرج في الحوض الرئيسي و معدل الأحواض الثانوية التى تقع ضمن الفئة الملتويا(Sinuosity) [*] . وفي نفس الوقت الحوضين (زيخان – باليسان) داخل الفئة الاستقامة (Straight) ونسيبة تعرجه بلغت (١,٠٣ ، ١.٠٦) على التوالي. انظر جدول رقم(٤ - ٢)

الثاني :- اتجاهات معظم الثنيات والمنعطفات في النهر الرئيسي نحو الشرق و شمال الشرق بسبب أن النهر يجري عند شرق جبل (بالَوان)، حيث يصطدم المجرى بنتوءات الجبل ثم تتثني بلإتجاهين المذكورين، انظر صورة رقم (٤ - ٢١).

الجدول رقم (٤ - ٢)

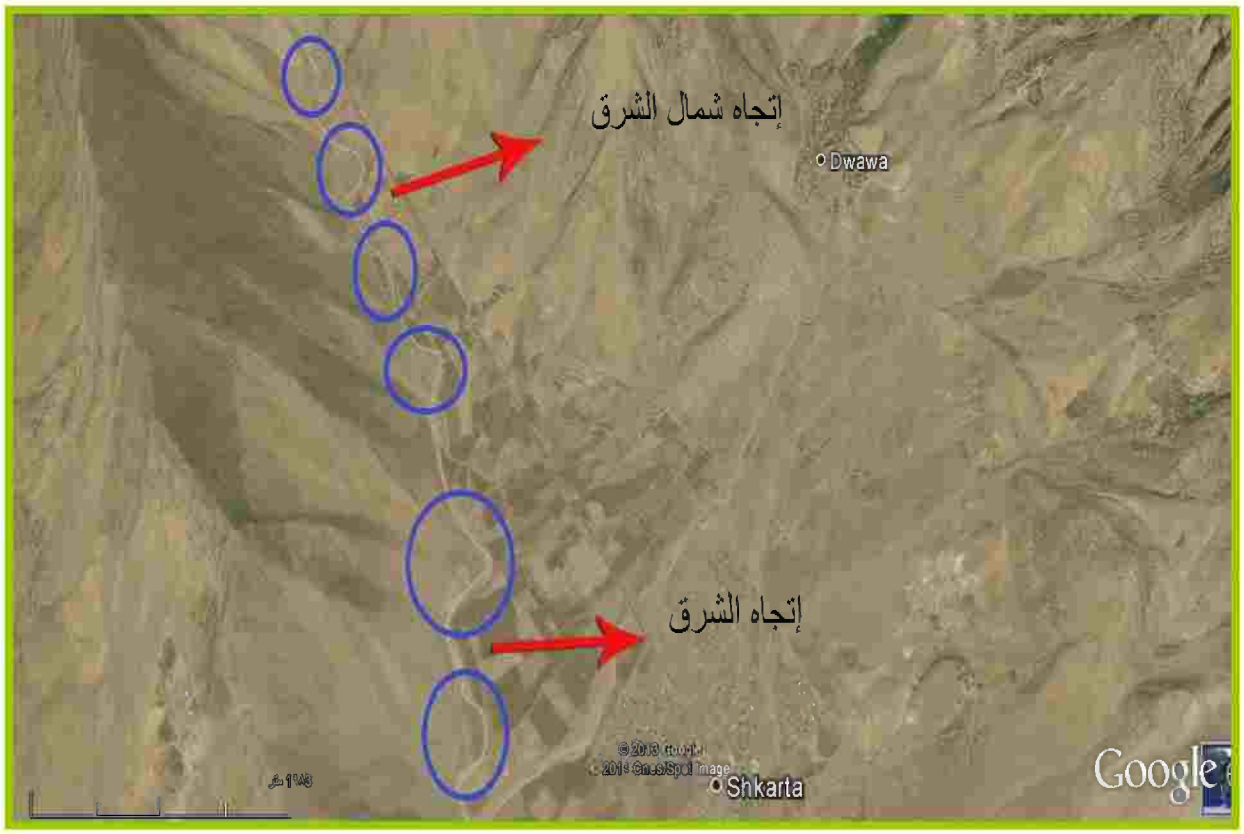
الطول الحقيقي والطول المثالي ونسبة التعرج في أحواض نهر قشان

الأحواض	الطول الحقيقي	الطول المثالي	نسبة تعرج
ختى	١٢.٨٧٥	١٠.٩٩٨	١.١٧
دراش	٦.٩٩	٥.٥٤١	١.٢٦
شيرة	١٠.٣	٩.٣٤١	١.١
زيخان	٤.٥٤٧	٤.٤٠١	١.٠٣
جيوة	١١.٦٧	٩.٢٩٦	١.٢٥
بايسان	٨.٩٤٧	٨.٣٧٩	١.٠٦
هرمك	١١.٣٤١	٨.٤٧	١.٣٣
سردول	٢٣.٢٥١	١٩.٥٠٦	١.١٩
سةر و بيتواتة	٢٠.٥٧٤	١٥.٦٥٣	١.٣١
معدل الاحواض الثانوية			١.١٨
حوض رئيسي	٥٤.٠٢٣	٤٣.٨٤٣	١.٢٣

عمل الطالب اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي (ارتفاعة ١٥م) و برنامج (Arc gis v ١٠)

* - نسبة التعرج حيث تتراوح هذه النسبة بين (١-٤) إذا يوصف المجرى الاستقامة (Straight) إذا كانت نسبة تعرجه لا تتجاوز (١- ١,١) و يكون ملتويا (Sinuosity) إذاكانت النسبة المذكورة تقع بين (١,١- ١.٥). في حين يطلق عليه الانعطاف (Meandering) إذا كانت النسبة أكثر من (١,٥). (نالى جواد، ٢٠١٣،ص ٦٩).

صورة رقم (٤ - ٢٠): ظاهرة المنعطف في نهر قشان اعتماداً على برنامج (Google earth) ودراسة ميدانية. اتجاه التصوير: نحو جنوب الغرب



صورة رقم (٤ -٢١): اتجاه المنعطفات في أقدام جبل (بالوان) اعتماداً على برنامج (Google earth)

٤- الجزر النهرية (River island):-

الجزر النهرية هى مساحات من الأرض تحيط بها المياه من جميع الجهات ، و تتكون بسبب الترسيب في داخل المجرى المائي (إبتسام أحمد،٢٠٠٦، ص ٢٢١). والجزر قد تبدأ في التكوين أولا على هيئة حواجز في المجرى . و الحواجز هي نطاقات رسوبية من الرمال عادة ، أو من الرمال و الحصى ، أو من الرمال و الطمي ، تمتد بطول المجرى ، وإذا استمر الإرساب حول هذه الحواجز و على سطحيها و خاصة أثناء الفيضانات العالية فقد تظهر هذه الحواجز على هيئة جزر تعلو قليلا (بضعة سنتيمترات في الأنهار الصغيرة و بضع عشرات من السنتمترات في الأنهار الكبيرة)، فهي تكتسب ذلك الارتفاع الطفيف عن مستوى معظم الفيضانات عن طريق الارساب أثناء الفيضانات الشديد الارتفاع أو الفيضانات الشاذة. فهي لا تتعرض للغمر إلا في بعض حالات الفيضانات المذكورة (طه محمد،١٩٨١،ص ١٧). كما تنشأ الجزر عند نطاق الثنيات النهرية حيث تقل السرعة إلى معدلات حرجة يحدث عندها الإرساب بكميات كبيرة . ولتذبذب كميات الصرف من فصل لآخرأو من سنة لآخرى تأثير في عملية تكوين الجزر النهرية وتطويرها، فتظهر هذه الجزر في فصل الجفاف وتكون جرداء من النباتات وتختفي عند ارتفاع مناسيب المياه وتؤدي إلى إزالتها عن مكانتها وتسمى هذه بالجزر الموسمية. أما الجزر الدائمية فهي التي يستمر وجودها في المجرى مدة طويلة أو تكون على شكل السنة متصلة بالضفاف ومغطاة بالنبات الطبيعي (صباح حمود غفار،٢٠٠٥،ص ٦٢)، وتوجد مجموعة من الجزر النهرية في منطقة الدراسة أكثرها في وسط وجنوب منطقة الدراسة يعود سببها إلى انخفاض درجة الانحدار، وأخذ الباحث خمسة جزر بشكل تدريجي من الشمال إلى الجنوب في مناطق (سروجاوَ ١ ، سروجاوَ٢ ، سروجاوَ٣ ، بوكَ أدنى١ ، بوك أدنى ٢)، وتختلف هذه الجزر في مساحة و أطوالها تقع أكبر الجزر من بين هذه الجزر النهرية في منطقة بوكَ أدنى و هي الجزر (بوكَ أدنى٢) التى بلغ مساحتها الى (٥,٦٧٠) كم٢، ومحيط و طولها تصل الى (٠,٣٩٠ ، ٠,١٦٥)كم على التوالي، أما أصغرها توجد في منطقة سَروجاوَ وهى الجزر (سروجاوَ٢)، ومسحاتها بلغت (١,٠١٢)كم٢، ومحيط و طولها تصل الى (٠,١٤٨ ، ٠,٠٦٧)كم على التوالي، انظر صورة رقم (٤ - ٢٢)ولاحظ الباحث أيضاً من خلال مقارنة بين صور الفضائية أن بعض من هذه الجزر تخفي أو تغطي بالمياه نتيجة من عمل ونشاطات الإنسان، مثل معمل تحليل الرواسب النهرية (غسالة) الموجودة عند قاع النهر الرئيسي لإنتاج مواد بناء والمنشآت العمرانية أو تشييد الطرق مثل(الجلمود ، الحصى ، البُحص، الرمل) انظر صورة رقم (٤ - ٢٣).

صورة رقم(٤ - ٢٢): الجزر النهري في نهر قشان اعتماداً على (Google earth)

صورة رقم (٤ - ٢٣):أحد من المقالع الموجودة في منطقة الدراسة ، لإنتاج الحصى والرمل اتجاه التصوير: نحو الغرب

رابعًا- ظواهر داخل الكهوف (Caves) :-

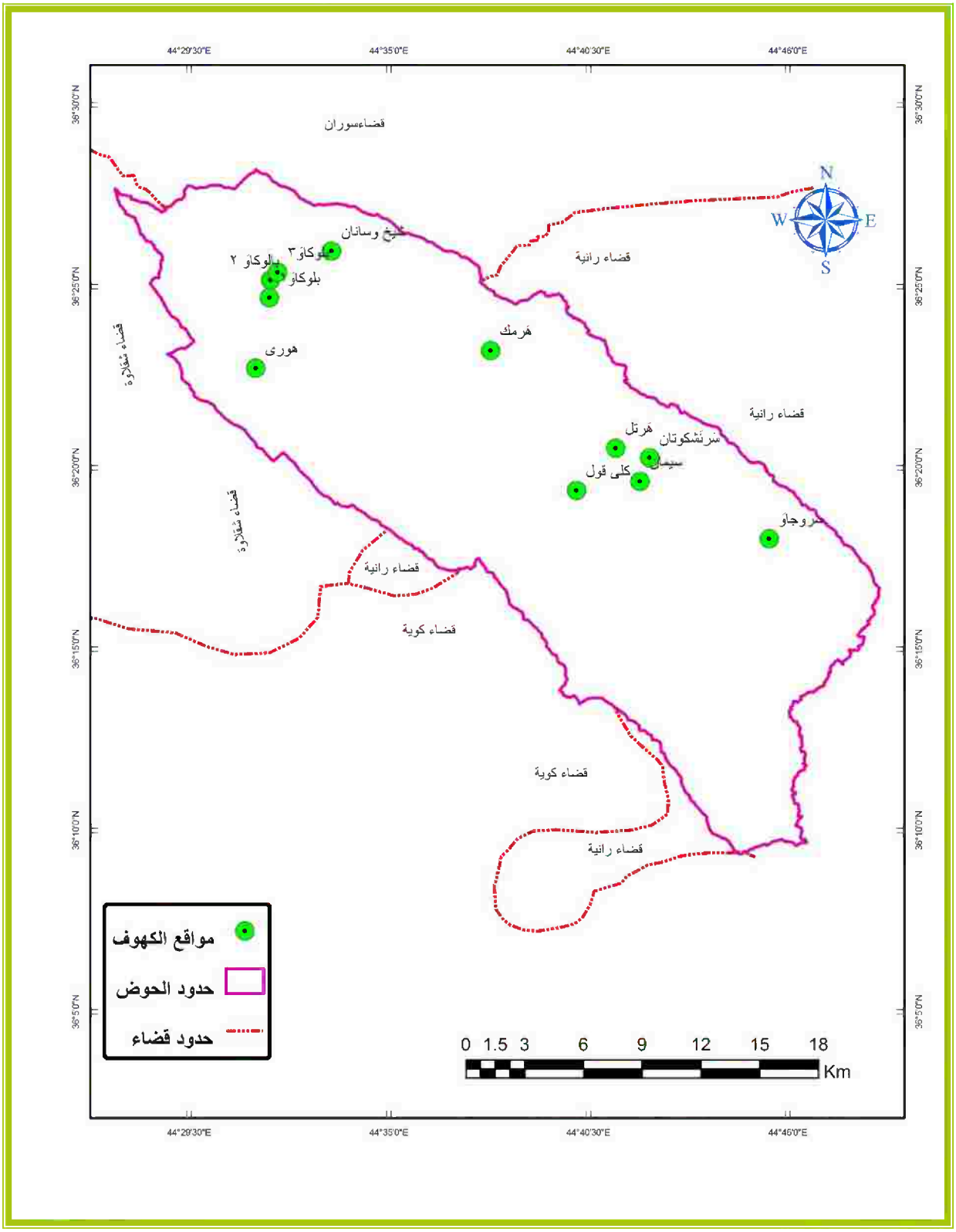
الكهف عبارة عن ممر طبيعي يوجد تحت سطح الأرض بحيث يخترق مفاصل الصخر وشقوقه. وقد تمتد هذه الكهوف في الباطن الأرض امتداداً أفقياً أو رأسياً ، كما توجد على مناسيب عديدة وتظهر لها عدة طوابق.(محمد صفي الدين، بدون سنة، ص٢٥٦). وقد نجد عدداً من الكهوف متجاورة (غرف) تتصل ببعضها عن طريق مسالك أو ممرات أفقية. وقد تكون الكهوف جافة أو بها مياه،و قد يتصل الكهف بسطح الأرض عن طريق فتحة رأسية ضيقة تكاد تتسع لمرور فرد واحد فقط، أوتكون الفتحة واسعة نسبياً و أفقية (مصطفى،٢٠٠٣، ص٣٧٦). و تختلف الكهوف فيما بينها من حيث أعماقها بالنسبة لسطح الأرض. فمعظمها يتكون على أعماق قريبة من سطح الأرض، بينما يتكون بعضها الآخر على أعماق بعيدة جداً من سطح الأرض. والعوامل التي تساعد على تكوين الكهوف في المناطق الكارست الجيرية في الآتي:

١- تكوين صخور المنطقة من تكوينات جيرية هائلة السمك تتميز بنقائها وتجانسها.

٢- سهولة تحلل معادن الصخر بفعل الإذابة . و يذكر الأستاذ لوبيك (A.k.Lobeck) في كتابه (الجيومورفولوجيا) أن فعل تحلل الصخور الجيرية هو السبب الجوهري في نشأة الكهوف الجيرية. وتساعد كل من فتحات الشقوق والصدوع و المفاصل و الفوالق والحدود الفاصلة بين الطبقات على تسهيل فعل التجوية الكيميائية و تحلل معادن الصخر على طول المناطق الضعيفة جيولوجيا. ووجود ثاني أكسيد الكربون في المياه سواء أكان مكتسبا من الجو أو من التربة، يساعد على تحلل الطبقات الجيرية. و تتعرض الصخور الجيرية في المنطق الرطبة الغزيرة الأمطار لفعل التجوية الكيميائية السريعة.(أبوالعينين،١٩٩٥، ص ٥٠٧,٥٠٨,٥٠٩). و من خلال الزيارات الميدانية لمنطقة الدراسة تمت زيارة (١١) أحد عشر كهفاً (انظر خريطة رقم (٤ – ٣)، وتنتشر هذه الكهوف في جبال (ماكوك ، و شيشار ، هَورى) و أكثرها تتكون في تكوينات (تانجرو ، چيا گاره-برسرين- نأوكيليكان ،عقره بخمة) فوق صخور المارل الغريني و الحجر الرملي و صخور الجيري والحجر الجيرى الصفيحي و الصخور الدولوماتية) و بأحجام و أعماق مختلفة فمعظمها كبيرة الحجم بينما معظها الآخر صغيرة الحجم ، و تختلف فى أحجام، وعدد الفتحات فمعظمها صغيرة جداً وضيقة لا يتجاوز من مترين مثل كهف (كَلي قول ، و بالوكأوه ٣) انظر صورة رقم (٤ - ٢٤) أما معظها الأخر فتحات كبيرة مثل كهف (هَوري ، هَرمك) و عدد الفتحات في كهف (بالوكاوه ٣) ثلاثة فتحات ويلتقيان من جوف الكهوف انظر صورة الرقم (٤ - ٢٥)، وكل الكهوف الآخرى تتكون من فتحة واحدة، وفي منطقة الدراسة يظهر نوعان من الكهوف الأول: كهوف تتكون من حدود فاصلة بين طبقات مثل كهف (سيمان) في (دوأو)، والثاني: كهوف تتكون من الشقوق والفواصل مثل كهوف (هَوري ، هَرمك ،هَرتل ، شيخ وَسانان، سَرنَشكوتان ..... إلخ) صورة رقم (٤ - ٢٦) ، و بعضها فيها المياه، أما على شكل قطرة قطرة تسقط من السقف الكهف مثل كهف (كَلي قول) أما كل الكهوف الآخرى جافة. أنظر صورة رقم (٤ - ٢٧).

خريطة رقم (٤ – ٣)

مواقع الكهوف في منطقة الدراسة

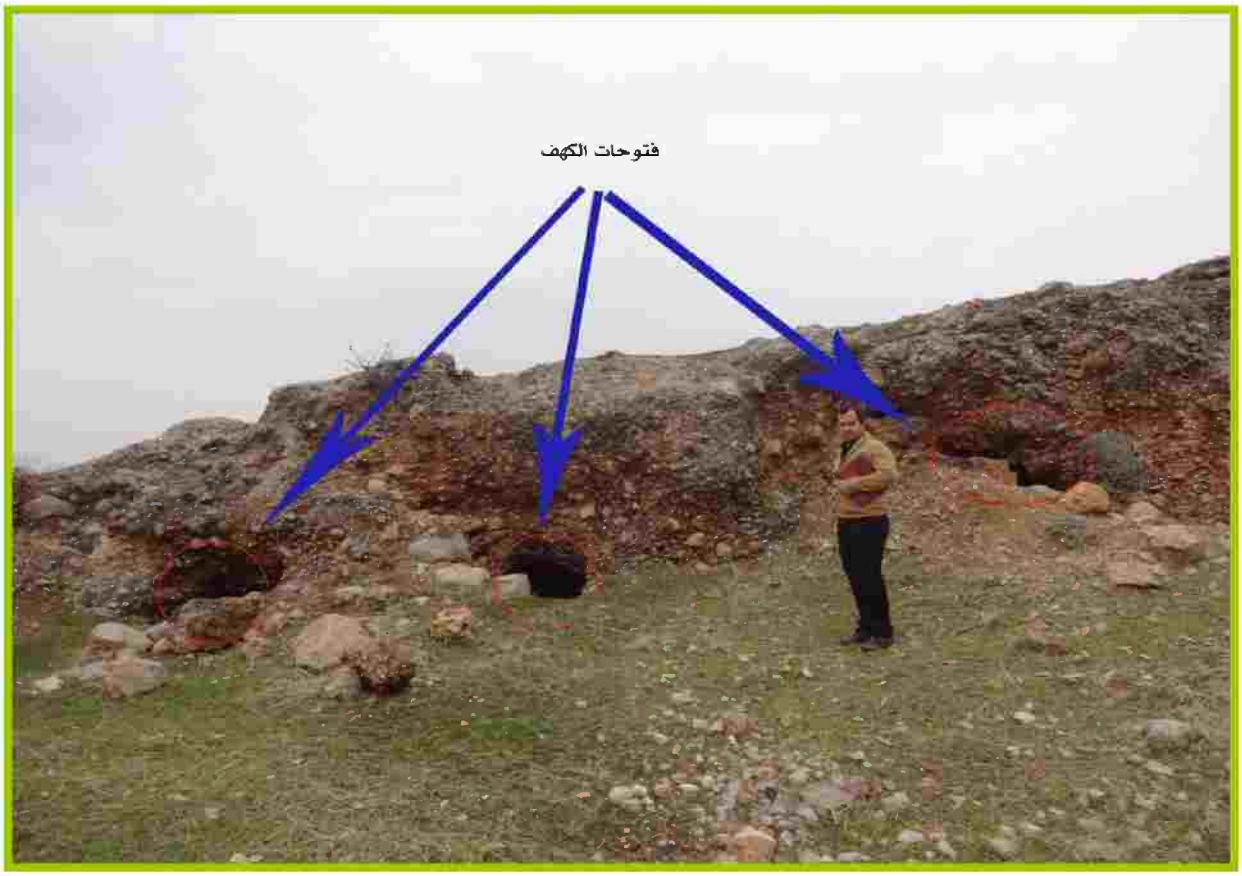


عمل طالب اعتمادًا على

١- الدراسة الميدانية، وجهاز تحديد المواقع العالمي (GPS)

٢- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و مخرجات برنامج (Arc gis v١٠).

صورة رقم (٤ - ٢٤) : فتحة كهف (كَلى قول) اتجاه التصوير نحو:شمال الشرق



صورة رقم (٤ -٢٥): فتحات كهف (بالوكأوه ٣). اتجاه التصوير: شمال الشرق

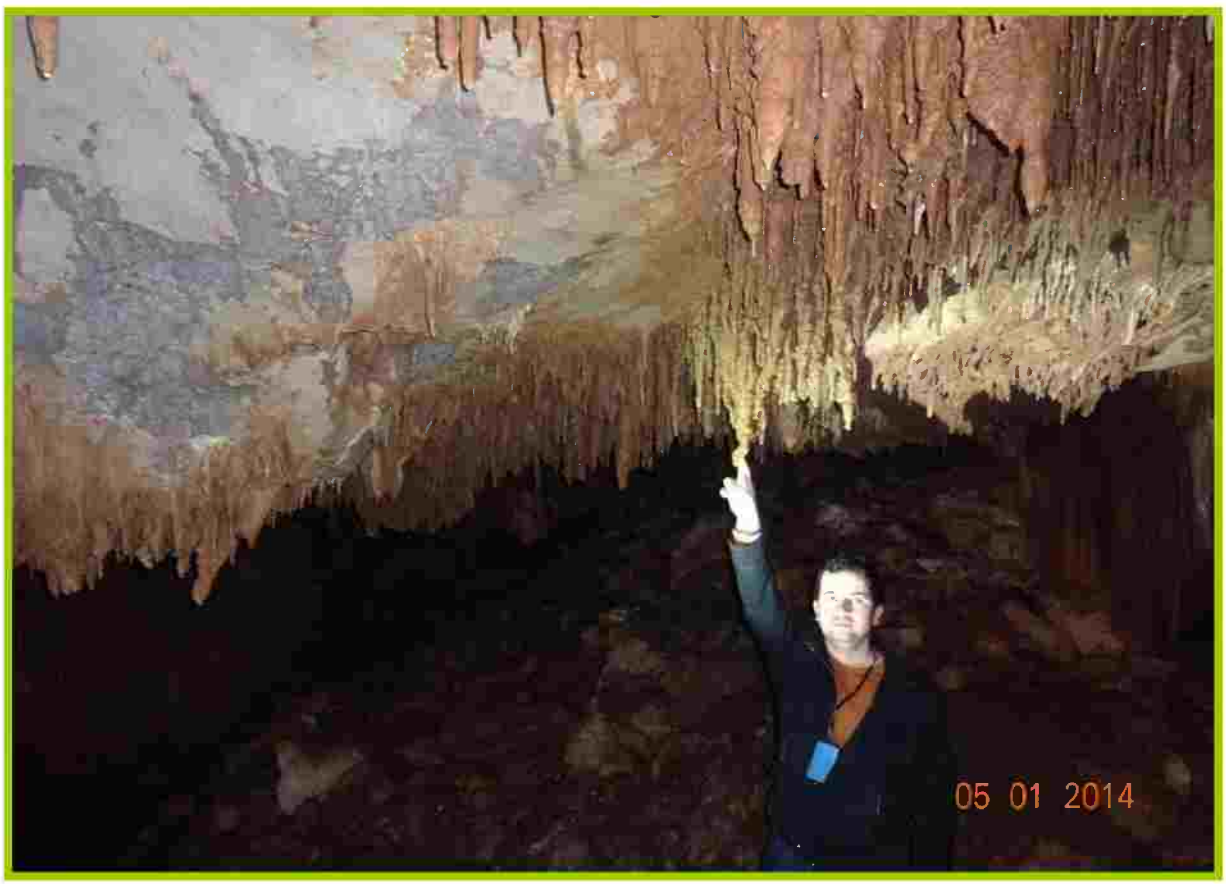
صورة رقم (٤ - ٢٦):كهف (سيمان)عند قرية **دواوَ**، يعد من النوع (الطبقي)،حيث تظهرطبقات الصخور بوضوح. اتجاه التصوير: نحو الغرب

صورة رقم (٤ - ٢٧) مكان قطرة المياه في كهف (كَلى قول) اتجاه تصوير شمال شرق

أهم الظاهرات الجيمورفولوجية الناجمة داخل الكهوف في منطقة الدراسة كما يأتي:

١- الهوابط (النوازل) Stalactite:-

عبارة عن أعمدة أسطوانية أو مخروطية من رواسب معدنية عادة ما تكون من الكلسيت أو الأرجوانيت تهبط تدريجيا من أسقف الكهوف (محسوب ، ٢٠١٢، ص١٥٢)،و يحدث الترسيب من نقطة مائية تنزل من الشقوق والفواصل الموجودة في السقف، حيث يجف الماء بسبب التبخر أو بسبب انطلاق بعض من ثاني أكسيد الكربون الموجود في النقط المائية، فتنفصل لذلك الكربونات من محلول البيكربونات، و يتسرب الجير. و باستمرار حدوث الترسيب تنمو الأعمدة الهابطة نزلا إلى قاع الكهف.(جودة،٢٠٠٢، ص٤١١). تظهر هذه الظاهرة في الكهوف (كَلي قول، سيمان) فقط انظر صورة رقم (٤ - ٢٨)، ولكن لا توجد هذه الظاهرة في كهوف أخرى، وذلك بسبب استغلالها من قبل السكان المحليين، ولقد تشتعل في هذه الكهوف أحيانا النارمما أدى إلى هدم الظاهرات الطبيعية و تغير ألوان طبيعية الأسقف و جدران تلك الكهوف. انظر صورة رقم (٤ – ٢٩) وصورة رقم (٤ - ٣٠).



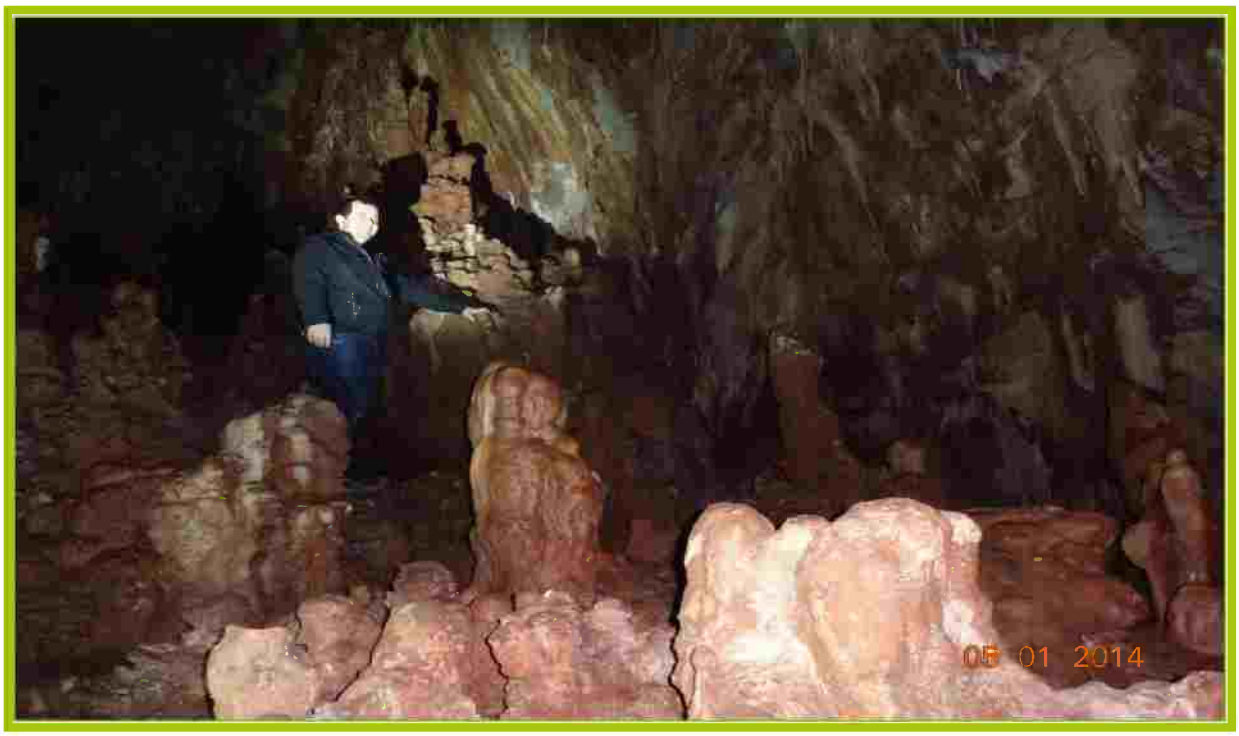
صورة رقم (٤ – ٢٨): ظاهرة الهوابط في كهف (كَلي قول). اتجاه التصوير: نحو الشرق

صورة رقم (٤ - ٢٩) :تغير ألوان أسقف وجدران كهف (شيخ وَسانان)بسبب اشتعال النار فيها من قبل السكان المحليين. اتجاه التصوير : نحو الشمال الشرق

صورة رقم (٤ - ٣٠) : استغلال الكهوف من قبل سكان قرية (سَرئَشكوتان) للاحتفاظ بحيواناتهم.
اتجاه التصوير : نحو الجنوب غرب.

٢- الصواعد (Stalagmites) :-

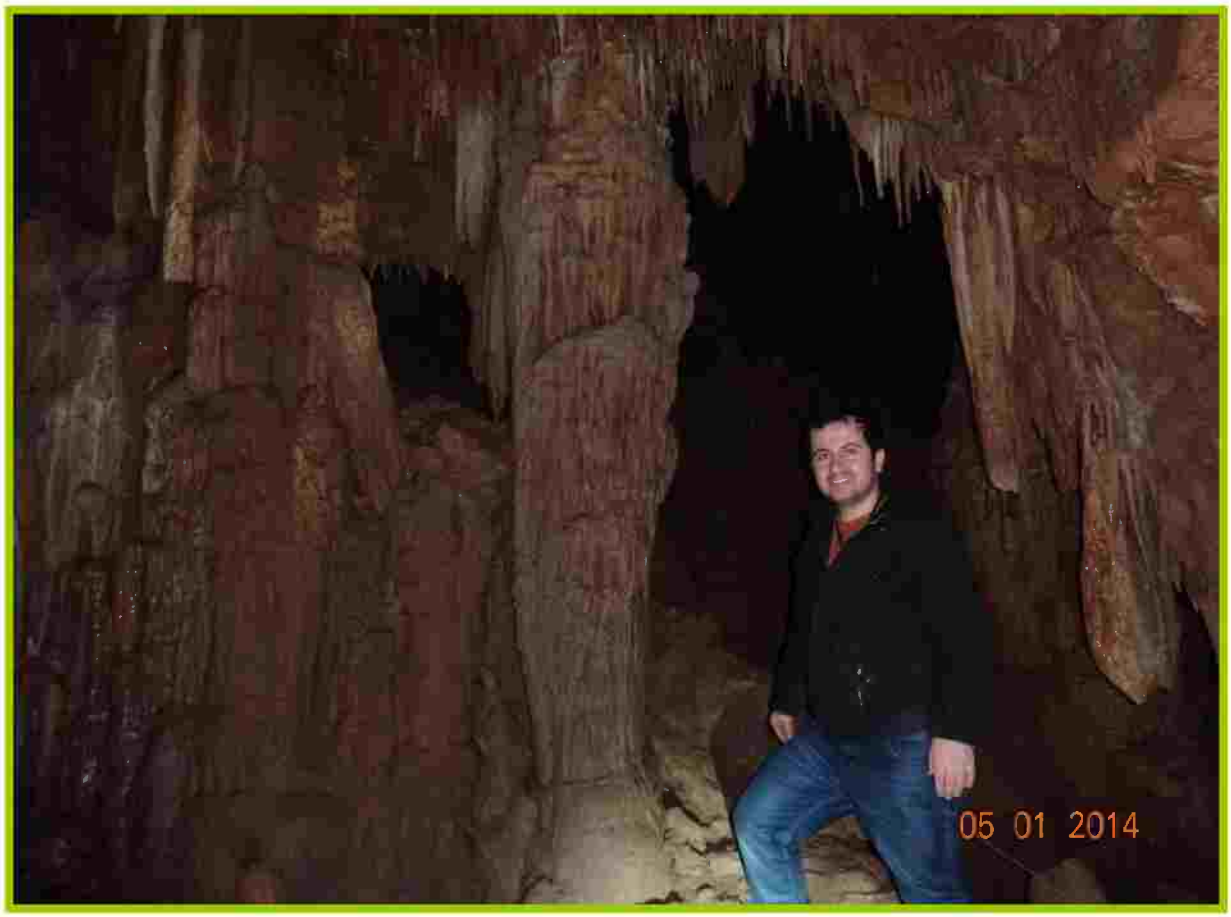
عبارة عن أعمدة من كربونات كالسيوم ، ترسبت فى أرضية كهف بسبب بخر الماء متجهة في نموها تدريجيا إلى أعلى (محمد عبدالرحمن الشرنوبي،٢٠١٠،ص ٣٩٢). و تعد الصنف الآخر للأعمدة النازلة ، و إن كان ارتباط وجودها مكانيا و ليس سببها . فالشكل الخارجي ربما يتشابه في بعض الأحيان ، ولكن طريقة التكوين تختلف. فالأعمدة الصاعدة تبدأ في التكون من أرضية الكهف، ثم تنمو صاعدة إلى أعلى ، و قد تسقط قطرات المياه المحملة بالكربونات من نهاية عمود نازل، أو قد تسقط من أسقف الكهف تعبر شق أو فاصل أو إذابة أنبوبة. و بأي من الحالات تفقد المياه الغاز المذاب (ثاني أكسيد الكربون) فتتبلور كربونات الكالسيوم على أرضية الكهف . وينمو العمود رأسيا بطريقة التركيب التراكمي (Mound Shaped Structure) و بالتالي فالأعمدة الصاعدة لا تمتلك مسربًا في حالة الأعمدة النازلة ، كما أنها تكون ذات قاعدة عريضة عادة، وتكون أضخم في أبعادها عن قرينتها.(تهامي ،١٩٩٨، ص٤٢,٤٣). و ظهرت هذه الظاهرة في كهف (كَلي قول) فقط للأسباب التي أشرنا لها من الظاهرة (الهوابط)، وتجدر الإشارة إلى أن هذه الظاهرة فى أحجامها وأطوالها الأكبر و الأطول بمقارنة مع الظاهرة (الهوابط). بسبب ثقل قطرة المياه. صورة رقم (٤ - ٣١).



صورة رقم (٤ - ٣١):ظاهرة الصواعد في كهف (كَلي قول). اتجاه التصوير نحو: الشمال الشرق

٣- الأعمدة الجيرية (Travertine Pillar) :-

تظهر في كثير من الأحوال متصلة ببعضها البعض مكونة أعمدة طبيعية من الترافرتين (الحجر الجيري الكيماوي) حيث يتشابك عمودان ليكونا عمودًا واحدًا يتميز بسمكه الكبير يعرف بالعمود الترافرتيني (Travertine Pillar) ، و قد يكون هذا العمود نتاج امتداد أحد الصواعد حتى سقف الكهف أو امتداد أحد النوازل حتى قاعه. (محسوب، ١٩٩٧، ص ٢٥٤,٢٥٥). توجد هذه الظاهرة في كهف واحد من الكهوف التى قمنا بزيارتها وهو كهف (كَلي قول)، ويوجد أكثر من عمود واحد. كما يتضح من الصورة رقم(٤ - ٣٢).



صورة رقم (٤ -٣٢): ظاهرة الأعمدة في كهف (كَلي قول). اتجاه التصوير: نحو الشرق

٤- ممرات الكهوف (Cave Passage Ways) :-

العلاقة القوية بين امتداد ممرات الكهوف بالنسبة لاتجاه لكل من الشقوق و الفوالق و ميل الطبقات يمكن أن تقسم هذه الممرات إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

١- الممرات التي تتبع الشقوق العمودية و المائلة (Joints) .

٢- الممرات التي تتبع أسطح أو الحدود الفاصلة بين الطبقات.

وتتميز ممرات المجموعة الأولى بكونها مرتفعة و ضيقة (High and Narrow) بينما ممرات المجموعة الثانية بكونها منخفضة نسبيا و أكبر اتساعا (Law and Wide)، وأن تكوين كل من هذين النوعين المختلفين من الممرات أسهمت فيه عوامل التعرية المختلفة في زيادة اتساع فتحتها وتشكيل مظهرها الجيمورفولوجيى العام.(أبوالعينين،١٩٩٥، ص٥١٤). و كل ممرات الكهوف في منطقة الدراسة من نوع الممرات التي تتبع الشقوق العمودية و المائلة (Joints) و بأحجام وأطوال وعدد مختلف بعضها موجود ومكون من ثلاثة ممرات مثل كهف (بالوكاوه ٢)، والبعض الآخر غير موجود أي الممرات مثل كهوف (سيمان ، هَورى ، سَروجاوه ، هَرمك) صورة رقم (٤ - ٣٣).

صورة رقم (٤ - ٣٣):الممرات في كهف (بالوكاوه ٢) اتجاه التصوير: نحو الجنوب الشرق

ملخص الفصل الرابع

قام طالب في **الفصل الرابع** بدراسة (**الظواهر الجيومورفولوجية في حوض نهر قشان**) التي اشتملت على أربعة موضوعات الأول: عمليات تحرك مواد سطح الأرض، أهم التكوينات التي تحدث عملية حركة المواد وهي تكوينات (جيا كارا- برسرين - ناوكليكان ،شيرانش ،عقره - بيخمة ، بالامبو - سرمورد ،قمجوغة) و بين درجة الانحدار (٥ - ٣٠)، والثاني: دراسة ظواهر النحت النهري حيث إن أكثر ظواهر النحت النهري في شرق منطقة الدراسة مثال (الشلالات ، الحفر الوعائية...الخ) بسبب تنوعات التكوينات الجيولوجية في هذه الناحية و وعورتها في الناحية الثانية. والثالث: قام الباحث بدراسة ظواهر الإرساب النهري حيث يوجد السهل الفيضي في حوض نهر قشان ومساحته تصل إلى (١٨٨,٠٩٦كم٢) ومعدل الطول والعرض بلغا إلى(٣٩,٨٠١ ، ٤,٥٥٠كم) على التوالي.و كذلك توجد المراوح الفيضية في وسط و جنوب فى منطقة الدراسة، وتختلف في مساحتها، أكبرها توجد في منطقة شكارتة (التي تصل مساحتها إلى (١٥,٨٤٥كم٢). ونسبة التعرج في الحوض الرئيسي أيضًا ومعدل الأحواض الثانوية تقع ضمن الفئة الملتوية(Sinuosity) التي بلغت (١,٢٣ ، ١,١٨)على التوالى. وتوجد مجموعة من الجزر النهرية في منطقة الدراسة أكثرها في وسط و جنوب منطقة الدراسة، سببها يعود إلى انخفاض درجة الانحدار، وتقع أكبر الجزر من بين هذه الجزر النهرية في منطقة بوكَ أدنى وهي (بوكَ أدنى٢) التي بلغت مساحتها الى (٥,٦٧٠) كم٢، ومحيطها وطولها يصلان الى (٠,٣٩٠ ، ٠,١٦٥)كم على التوالي، أما الموضوع الرابع: والأخير دراسة (الظواهر الجيومورفولوجية داخل الكهوف) و أخذ أحد عشر كهفًا، وتظهر أكثر الكهوف في شرق منطقة الدراسة بسبب تنوع التكوينات الجيولوجية. و أكثرها تتكون في تكوينات (تانجرو ، چيا گاره-برسرين- ناوكيليكان ،عقره بخمة) فوق صخور المارل الغريني و الحجر الرملي والصخور الجيرية والحجر الجيرى الصفيحي و الصخور الدولوماتية) و بأحجام وأعماق مختلفة، و يظهرنوعان من الكهوف، الأول: كهوف تتكون من حدود فاصلة بين الطبقات والثاني: كهوف تتكون من الشقوق والفواصل، أما أكثرها من النوع الثاني مثل ((هَوري ، هَرمك ،هَرتل ، شيخ وَسانان، سَرنَشكوتان ..... الخ) .وكذلك كل كهوف منطقة الدراسة نجدها جافة ما عدا كهف (كَلي قول)، وبعض من الكهوف فى منطقة الدراسة مثل كهوف (سَرنَشكَوتان ، شيخ وَسانان ...الخ) لا توجد الظاهرات المرتبطة بداخل هذه الكهوف مثل (الهوابط ، الصواعد ، الأعمدة) بسبب استغلالها من قبل السكان المحليين لغرض احتفاظ حيواناتهم الأليفة خاصة(الأغنام، الماعز، الأبقار)عند برودة فصل الشتاء والأمطار، ولقد تشتعل فيها النار، مما أدى إلى هدم الظاهرات الطبيعية و تغير ألوان طبيعية الأسقف و جدران تلك الكهوف.