التضاريس الجيومورفولوجية في حوض نهر قيس (محافظة طرطوس)

د. جولييت سلوم*

د. تركية المصطفى**

نادين صالح***

(تاريخ الإيداع 17 / 5 / 2021. قبل للنشر في 10 / 8 / 2021)

□ ملخّص □

تعد دراسة الأشكال الجيومورفولوجية الركيزة الأساسية لتحليل خصائص منطقة ما بغية الاستفادة القصوى منها قبل البدء في عمليات التخطيط المختلفة لتلك المنطقة، ومن هذا المنطلق اهتم البحث بتحديد طبيعة العمليات الجيومورفولوجية السائدة في منطقة حوض نهر قيس وإظهار أهم الوحدات الجيومورفولوجية الناتجة عنها، وقد تم الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والدراسة الميدانية بالإضافة إلى نموذج الارتفاع الرقمي PALSAR (ALOS)، واتضح من خلال الدراسة أن هناك تنوع في طبيعة التوزيع الجغرافي للوحدات الجيومورفولوجية فمنها البنيوية ومنها الحركية–المناخية، مما يتيح الفرصة للدراسة التفصيلية لهذه الظاهرات، بما يخدم تنوع الخطط التنموية للاستغلال الأمثل للأرض بما يتناسب مع طبيعة السطح.

الكلمات المفتاحية : الوحدات الجيومورفولوجية، نموذج الارتفاع الرقمي، حوض نهر قيس.

* أستاذ مساعد– قسم الجغرافية– كلية الآداب والعلوم الإنسانية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

** مدرس– قسم الجغرافية– كلية الآداب والعلوم الإنسانية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

*** طالبة دراسات عليا(ماجستير)– قسم الجغرافية– كلية الآداب والعلوم الإنسانية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

Geomorphological landforms in the Qais River basin (Tartous governorate)

Dr. Juliet Salloum*
Dr. Turkia Almoustafa**
Naden Salh***

(Received 17 / 5 / 2021. Accepted 10 / 8 / 2021)

□ ABSTRACT □

The study of geomorphological forms is the backbone for analyzing the characteristics of an area, in order to make the most of them before starting the various planning processes for that particular area. From this point of view, the current research focused on determining the nature of the geomorphological processes prevalent in the Qais River Basin area as well as showing the most important geomorphological units resulting from them. The present study made use of topographical and geological maps, field studies, in addition to the digital elevation model (ALOS PALSAR). It became clear through the study that there is a diversity in the nature of the geographical distribution of the geomorphological units: some of which are structural, while others are kinetic-climatic. This finding provides the opportunity for a detailed study of these phenomena, which in turn, serve the diversity of developmental plans to achieve the optimal utilization of the land and the nature of its surface.

Key Words: Geomorphological Units, Digital Elevation Model, Qais River Basin.

***Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Arts and Humanities, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts and Humanities, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*****Postgraduate Student, Department of Geography, Faculty of Arts and Humanities, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة

يقع حوض نهر قيس والذي تبلغ مساحته 154,32 كم^2 في محافظة طرطوس، وتتميز مظاهر سطحه بالتباينات الشديدة، إذ تختلف الخصائص الجيومورفولوجية لأشكاله الأرضية من منطقة إلى أخرى تبعا للعوامل التي أدت إلى نشأتها، فمنها ما يرتبط بالعوامل التكتونية ومنها ما يرتبط بعوامل التشكل الخارجي، وقد ساعد وجود تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتطورها على دراسة ذلك، مما يسهم في إدارة موارد المنطقة وتحديد إمكانية استثمارها، والمساعدة في اتخاذ القرار لحل المشاكل التي يمكن أن تواجه الإنسان عند ممارسة نشاطاته المختلفة لاسيما ما يخص استخدامات الأراضي المتنوعة.

أهمية البحث وأهدافه

تبرز أهمية البحث من خلال أهمية النهر كشريان حيوي في المنطقة، بالإضافة إلى ما يوفره من معلومات تفيد في تحديد مقومات تلك المنطقة وبالتالي الإسهام في بناء خطط استثمارها.

وقد تمثلت أهداف البحث في:

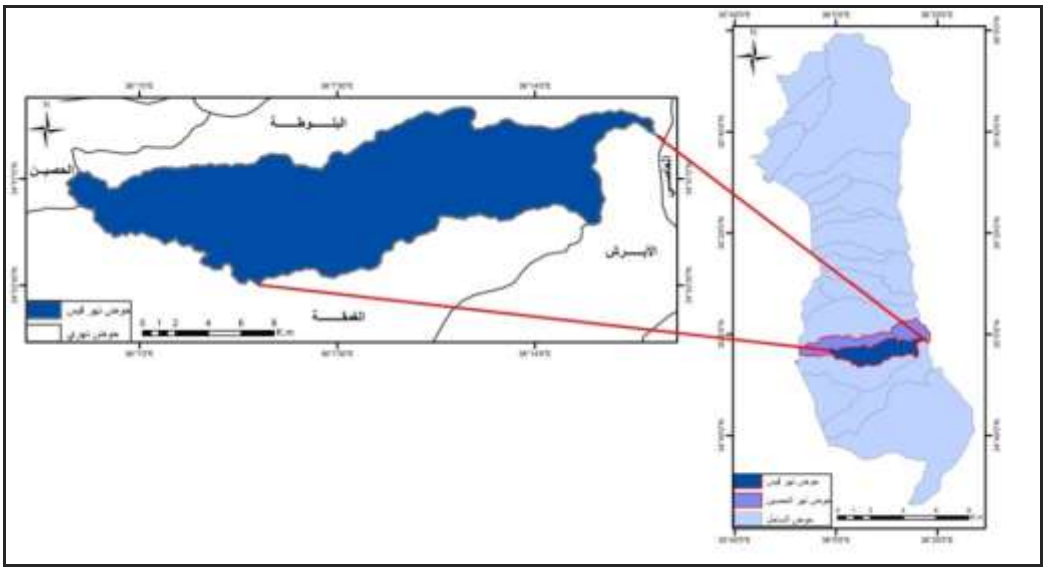
1_ الكشف عن العوامل الجغرافية المؤثرة في سير العمليات الجيومورفولوجية ومدى تأثيرها في تشكيل سطح الأرض.

2_ تصميم خرائط متنوعة وخاصة الغرض باستخدام تقنيات معاصرة معتمدة على البيانات المستخلصة من بيانات الدوائر الرسمية وبيانات نموذج الارتفاع الرقمي.

طرائق البحث ومواده

منطقة الدراسة:

يقع حوض نهر قيس في الجزء الجنوبي من حوض الساحل السوري، مشكلا رافدا جنوبيا لنهر الحصين، يحده من الشمال حوض نهر البلوطة (الرافد الشمالي لنهر الحصين) ومن الجنوب حوض نهر الغمقة، ويحده من الشرق حوض نهر الأبرش ومن الغرب حوض نهر الحصين، ممتدا بين دائرتي عرض 30ً 53َ 34° و 00ً 57َ 34° شمال دائرة الاستواء وبين خطي طول 00ً 10َ 36° و 00ً 14َ 36° شرق غرينتش.



الشكل (1) يبين الموقع الجغرافي لحوض نهر قيس

أدوات البحث:

اعتمدت الدراسة على

ـ تحليل الخرائط الموضوعية المختلفة لمنطقة الدراسة كالخرائط الجيولوجية والخرائط الطبوغرافية التالية (طرطوس، صافيتا، قلعة الحصن) مقياس 1/50000، وتحليل النموذج التضريسي الرقمي الراديومتري ALOS PALSAR بدرجة وضوح مكاني تبلغ 12.5 متر، ونظام إحداثيات متري (Projected Coordinate System).

ـ رسم الأشكال البيانية باستخدام برنامج Excel 2010، وإعداد الخرائط وإجراء التحليلات المكانية باستخدام برنامج ArcMap 10.5، بالإضافة إلى عرض الصور الفضائية ثلاثية الأبعاد باستخدام برنامج Google Earth Pro، وإنشاء محاكاة ثلاثية الأبعاد للتضاريس باستخدام برنامج ArcScene 10.5.

ـ التأكد من وجود بعض المظاهر الجيومورفولوجية من خلال تنفيذ العديد من الجولات الحقلية في عدة مواقع ضمن منطقة الدراسة.

النتائج والمناقشة

ـ البنية الجيولوجية للحوض:

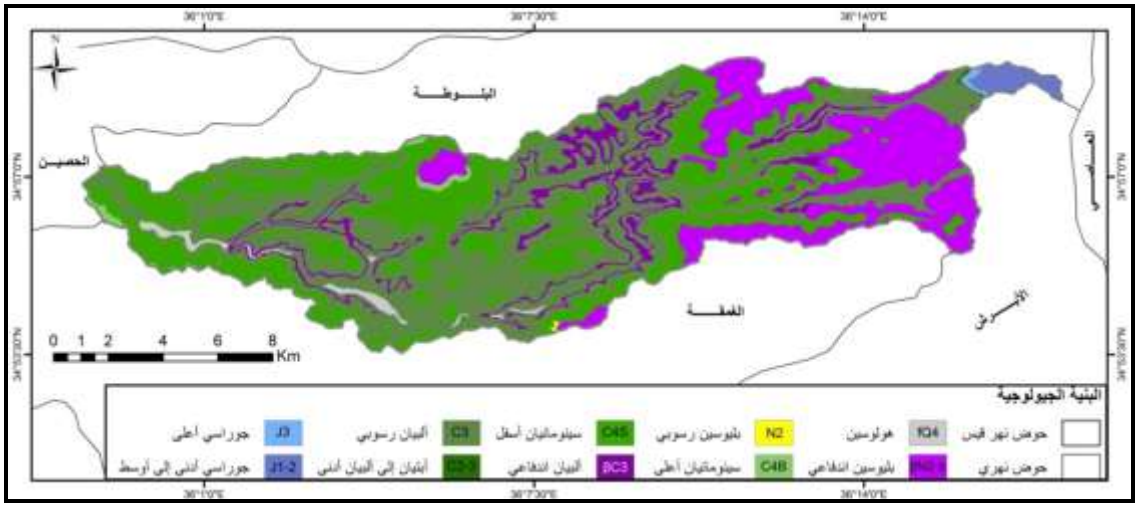
إن التشكيلات الجيولوجية التي تتكشف على السطح هي كالتالي ابتداء من الأقدم إلى الأحدث:

أ_ تشكيلات الحقب الجيولوجي الثاني المؤلفة من تشكيلة الجوراسي ذات التوضعات الرسوبية من صخور كلسية وكلسية دولوميتية غنية بالشقوق وذات نفاذية عالية مع طبقات مارلية ومارلية دولوميتية تتكشف في أعلى نقاط الحوض شرقي منطقة الدراسة. وتشكيلة الكريتاسي التي تنتشر رسوبياتها بشكل واسع في منطقة الدراسة، فبالنسبة لتوضعات الكريتاسي الأدنى، تتمثل غالبيتها بصخور الألبيان بنوعيه _ الرسوبي والاندفاعي _ فالألبيان الرسوبي يتألف من حجر كلسي سميك التطبق ومشقق بالإضافة إلى المارن الدولوميتي والدولوميت، مغلفاً بذلك _من الأعلى والأسفل_ طبقتين رقيقتين نسبياً من الألبيان الاندفاعي الذي يتألف من بازلت مجوى فاسد مع طف بركاني مشكلا طبقة كتيمة تحت

التشكيلات النفوذة التي تعلوه ، أما بالنسبة لتوضعات الكريتاسي الأعلى فتعود غالبيتها لتوضعات السينومانيان الأسفل التي تتألف من تناوب وحدتين مارليتين مع طبقتين من الحجر الكلسي سميك التطبق.

ب_ تشكيلات الحقب الجيولوجي الثالث المتمثلة بتوضعات البليوسين الاندفاعية، وتتكون من بازلت قاسي متماسك مع بازلت فاسد متفسخ وبازلت مشقق بالإضافة إلى الطف البازلتي.

ج_ تشكيلات الدور الرباعي المتمثلة بتشكيلة الهولوسين والمكونة من رسوبيات السهول الغمرية في قيعان أودية المجرى الأدنى وبعض المجاري الوسطى، وتتألف من طبقات رملية سلتية متداخلة مع حصى[9].

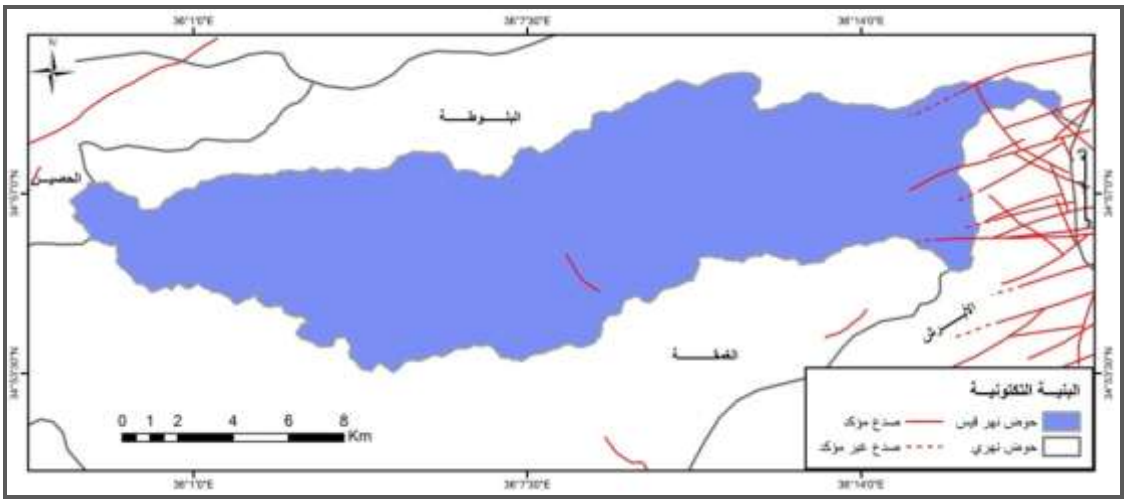


الشكل (2) يوضح جيولوجية حوض نهر قيس

_ تكتونيا الحوض:

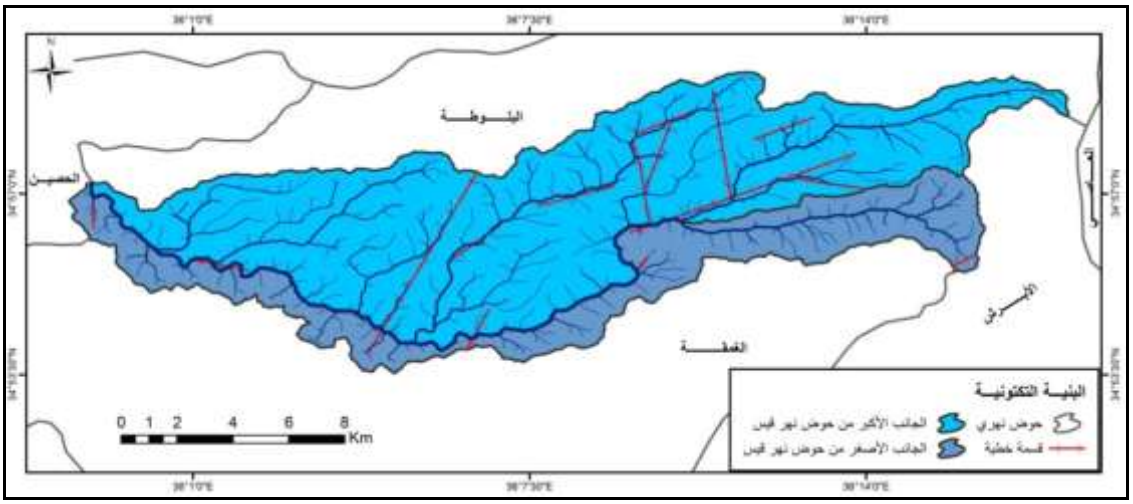
تقع منطقة الدراسة على السفوح الغربية من وحدة بنيوية رئيسية من وحدات الفالق المشرقي وهي السلسة الساحلية، والتي بدورها تقع في القسم الهامشي الشمالي من الصفيحة العربية التي تتصادم مع الصفيحة الأناضولية في شمال غربي سوريا، وتبدأ في القسم الجنوبي منها _ ومن ضمنه منطقة الدراسة_ بالغوص نحو منخفض عكار، يحد السلسلة من الشرق منظومة الفالق المشرقي ذو الاتجاه N–S ويحدها من الغرب البحر المتوسط، إذ تمثل نجدا ناقصا تنحدر سفوحه الشرقية بشدة نحو حوض الغاب (البنية المورفولوجية للفالق المشرقي) بينما تنحدر سفوحه الغربية _ ومن ضمنها منطقة الدراسة_ بلطف نحو البحر المتوسط.

تتركز الصدوع الظاهرة على مستوى الخريطة الجيولوجية 50000/1 في شرقي منطقة الدراسة_ الأقرب إلى الفالق المشرقي_ بينما يوجد صدع واحد في منتصفها



الشكل (3) يوضح الصدوع في حوض نهر قيس

أما بالنسبة للقسمات الخطية (اللينيامينت)* فهي تزيد من شدة تعقيد بنية المنطقة[14]، ويتضح من الشكل (4) عدم تناظر حوض نهر قيس بالنسبة لمجراه الرئيس، ويعود ذلك إلى تأثير القسمات الخطية التي تظهر وتمتد على يمين المجرى الرئيس أكثر من يساره، وهذا يعني تطور الشبكة النهرية نتيجة عمليات الحت التراجعي للمجاري المائية ونموها باتجاه خط تقسيم المياه على الجانب الأيمن (الأكبر) للحوض أكثر من الجانب الأيسر(الأصغر)[16] .

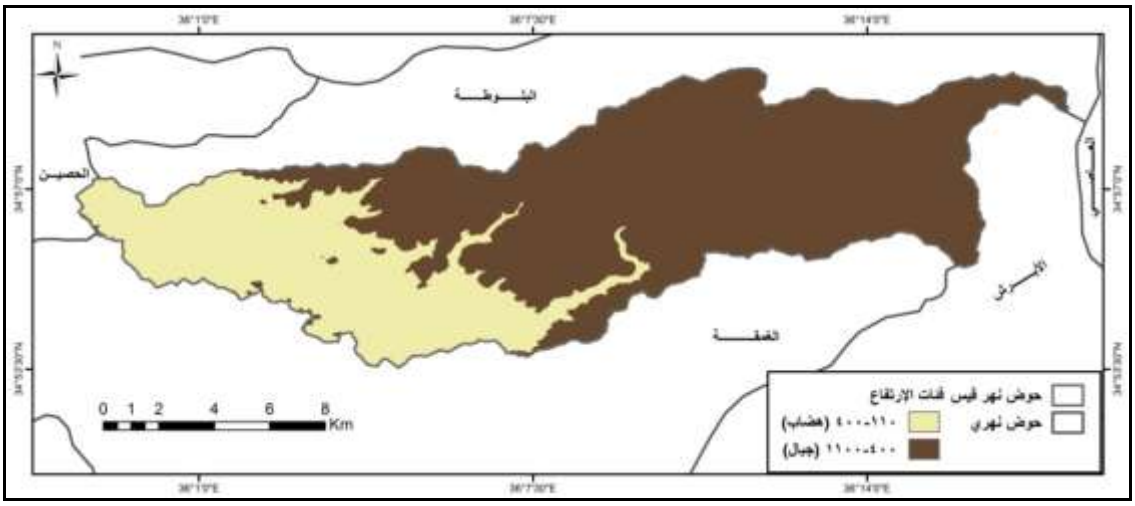


الشكل (4) يوضح القسمات الخطية في حوض نهر قيس

_ البنية المورفولوجية للحوض:

إن سطح الحوض يتدرج في الارتفاع من 110م غربا إلى 1100م شرقا، ومن 400م جنوبا إلى 700م شمالا.

*** هي عناصر بنيوية خطية ذات امتداد وأهمية على مستوى القشرة الأرضية وتظهر بوضوح على الصور الجوية والفضائية ، ويكون امتدادها أقل من 20كم.**



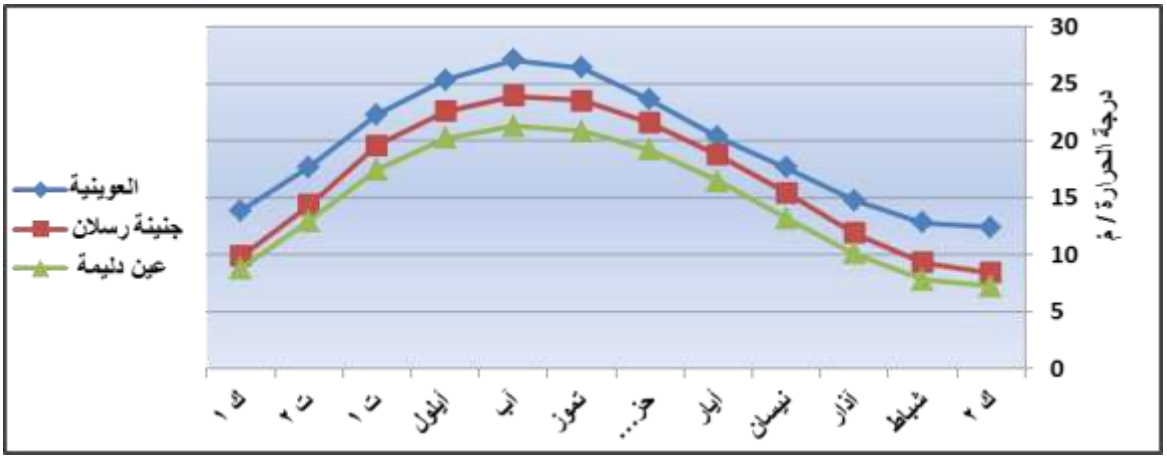
الشكل (5) يوضح فئات درجات الارتفاع في حوض نهر قيس

تبدو الفئة الهضبية والتي ينحصر منسوبها بين (110–400) م بشكل قمم وضهرات لاطئة متدرجة في الارتفاع باتجاه الشرق وتفصل بينها أودية نهرية أو سيلية[19]، بينما تبدو الجبال والتي ينحصر منسوبها بين(400–1100) م على شكل أعراف متطاولة تتجه بشكل عام من الشرق إلى الغرب[8]، تفصل بين هذه الأعراف أودية حتية ذات مقاطع عرضانية عميقة وشديدة انحدار سطوح جوانبها نحو قاع النهر الضيق.

ـ مناخ الحوض:

درجة الحرارة :

تبلغ درجات الحرارة أعلى متوسطاتها الشهرية خلال فصل الصيف، إذ يعد شهر آب أحر شهور السنة، بينما تبلغ درجات الحرارة أدنى متوسطاتها الشهرية خلال فصل الشتاء، إذ يعد شهر كانون الثاني أبرد شهور السنة، وتعتدل درجات الحرارة خلال فصلي الربيع والخريف المتميزان بكثرة الذبذبات الحرارية من انخفاض وارتفاع، الشكل (6)

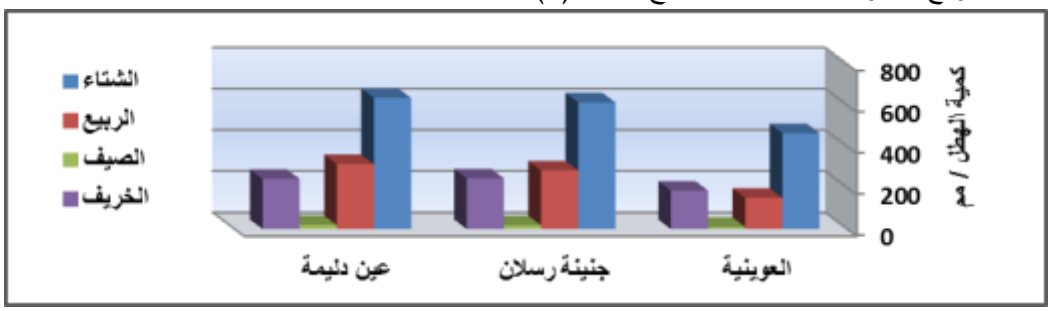


الشكل (6) يبين المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة 1970 – 2010

الهطل المطري :

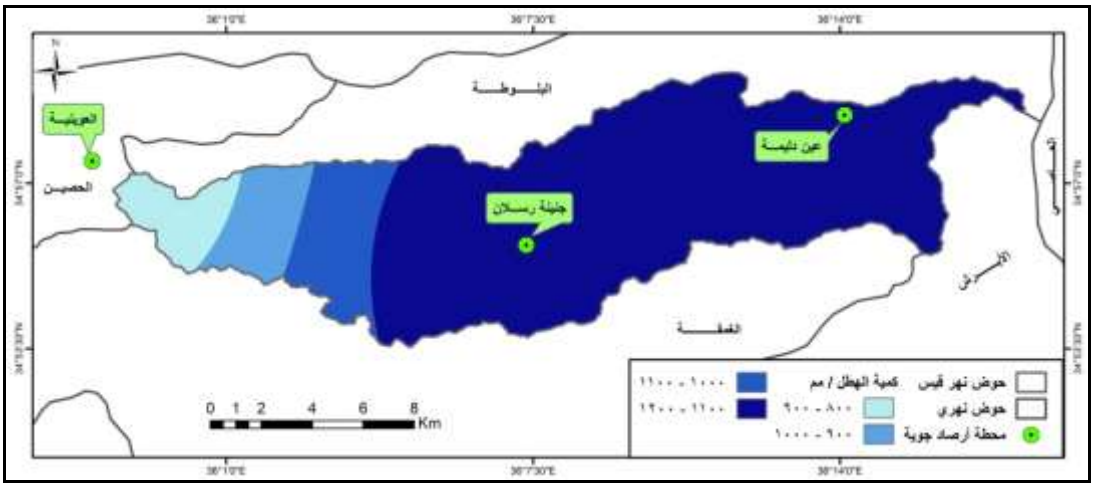
يتركز تساقط الأمطار في فصل الشتاء، إذ يعد شهري كانون أول و كانون ثاني أغزر أشهر السنه بالهطولات، وذلك توافقا مع تكرار المنخفضات القادمة من البحر المتوسط، بينما ينعدم سقوط الأمطار في فصل الصيف بشكل شبه

كلي، إذ يعد شهري تموز و آب أقل أشهر السنه بالهطولات، كما يتناقص المعدل الفصلي لكمية الأمطار في الفصلين الانتقاليين – الربيع والخريف – كما هو موضح بالشكل(7) .



الشكل (7) يبين المعدل الفصلي للهطل في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة 1970 – 2010

إن الأمطار جبهية في غربي منطقة الدراسة و(جبهية – تضاريسية) في شرقيها، إذ تجبر الجبال الرياح الغربية القادمة من جهة البحر على الارتفاع ثم التبرد الأديباتي والتكاثف[13]، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كميات الهطل الجبهية شرقي المنطقة مقارنة مع غربيها كما هو موضح في الشكل رقم **(8)**.



الشكل (8) يوضح التباين المكاني للمعدل السنوي لكمية الهطل في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة 1970 – 2010

ـ ترب الحوض

يوجد في الحوض ترب المجاري المائية التي تتشكل نتيجة نقل المياه لنواتج عمليات تجوية السطوح الموجودة في مختلف أجزاء الحوض وترسيبها على ضفاف الأنهار[15]، والتي تتميز بثخانتها العالية وتتكون من التراكيب الغضارية المختلطة مع المكونات الحصوية ذات الأشكال الدائرية الملساء، كما توجد ترب أسفل المنحدرات والوديان التي تتشكل نتيجة تفكك الصخور وتحللها وانتقالها بفعل الثقالة ومياه الأمطار كي تستقر عند أقدام المنحدرات، وهي ذات ثخانة قليلة إلى متوسطة، وتتكون من عناصر خشنة مؤلفة من الحصى الكلسية والحصى البازلتية بنسبة أقل، وتوجد ترب سفوح المنحدرات والمدرجات والتي توجد على المسطحات الهضابية وجوانب قمم الجبال باتجاه المسيلات في الوديان، والتي تتميز بكونها مفككة وفقيرة بالمحتويات والمواد العضوية نتيجة جرف مكوناتها نحو الأسفل ، وتوجد ترب قمم الجبال التي تتميز بكونها غير منقولة فالحصى زاوية وفقيرة بالمواد العضوية نتيجة غسلها المستمر بمياه الأمطار، وهي

ترب رقيقة الثخانة وتتكون من حصى كلسية وصوانية زاوية بالإضافة إلى عناصر ناعمة غضارية سلتية مع قليل من الرمل[22].

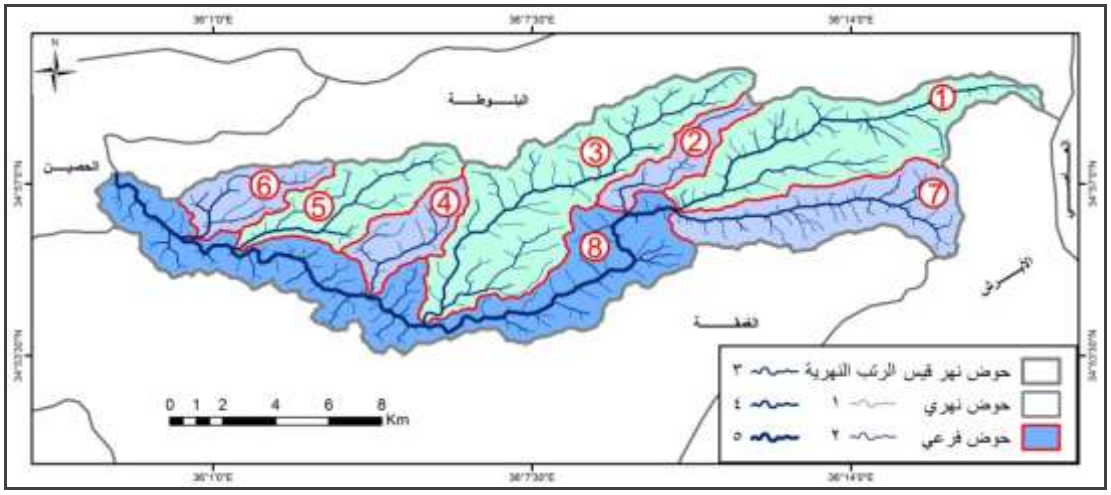
_ الغطاء النباتي في الحوض:

يسود في المنطقة غطاء نباتي طبيعي وصنعي، إذ يتألف الطبيعي من أشجار السنديان والبلوط والبطم البري والزعرور ويوجد في المناطق الجبلية المرتفعة، أما الغابات الاصطناعية فتغلب عليها المخروطيات (الصنوبر والسرو) بالإضافة إلى الكستناء، وتعد محميتي النبي متى والنبي صالح أهم منطقتين قامت الدولة بتشجيرهما، وتنتشر زراعة الأشجار المثمرة وخاصة شجرة الزيتون في المناطق الهضبية، ويستثمر السهل الفيضي في زراعة مختلف المحاصيل (حبوب– بقوليات– خضراوات)، بالإضافة إلى نمو الغطاء العشبي الكثيف بما فيه من نباتات عطرية وطبية في فصل الربيع على وجه الخصوص.

_ المياه في الحوض :

المياه السطحية :

تلتقي المجاري المائية ذات الرتب المختلفة لتشكل المجرى الرئيس لنهر قيس ذو الرتبة الخامسة، وكثافة تصريف* الأحواض الفرعية واطئة جدا[5]، إذ يميل شكل معظمها إلى الاستطالة، فتطول المسافة التي تقطعها المياه من أطراف كل حوض فرعي إلى مجراه الرئيس، كما أن النفاذية العالية لصخور الحوض وزيادة تسرب المياه خلالها، تؤدي إلى تشكيل شبكة تصريف خشنة[7]،ويعمل الغطاء النباتي أيضا على التقليل من كمية التصريف.



الشكل (9) يوضح رتب شبكة التصريف السطحي حسبٍ Strhler و أحواض التصريف الفرعية في منطقة الدراسة

نظام تصريف نهر قيس نظام بسيط، إذ تحدث فيه فترة فيضان واحدة مرتبطة بكمية الأمطار وموسم سقوطها في فصل الشتاء بشكل أساسي، وبالنسبة لنمط تصريفه حسب طبيعة التضاريس وبنية الطبقات الصخرية، فهو نمط تصريف شجري، حيث يسود هذا النوع من التصريف في المناطق الصخرية ذات التركيب والبنية المتجانسة، إذ تلتقي الروافد مع بعضها بزوايا حادة، أما بالنسبة لنمط تصريفه حسب ميل الطبقات، فهو نهر تابع، حيث تتبع مجاريه ميل الطبقات[6].

*** كثافة التصريف = مجموع أطوال الأودية في الحوض/كم ÷ مساحة الحوض/كم^2.**

المياه الجوفية :

إن عدم استمرارية التشكيلات الجيولوجية الحاملة للمياه على كامل منطقة الدراسة، وتعرضها للرميات الناتجة عن العوامل التكتونية، بالإضافة إلى انتشار الكارست، وميل الطبقات الجيولوجية باتجاه الغرب والجنوب الغربي، أدى إلى تعقيد الوضع الهيدروجيولوجي في المنطقة[23]، إذ توجد المياه الجوفية في الحوض المدروس في حوامل وتشكيلات مائية عائدة للحقب الجيولوجي الثاني بشكل أساسي، تفصل بينها مستويات كتيمة متمثلة بالمارل والبازلت ومتأثرة بالكسور والفوالق والشقوق بالإضافة للانحلال الكارستي، مما يجعل المستويات الحاملة للمياه متصلة مائيا، وبالتالي تتم تغذيتها شاقوليا من الهطل المطري، بالإضافة إلى أنها تتلقى تغذية جانبية من بعضها البعض، كما تتحرك المياه الجوفية في منطقة الدراسة نحو الغرب والجنوب الغربي بشكل عام تبعا لميل الطبقات الجيولوجية بهذا الاتجاه وذلك وفق ثلاث مراحل بدءا من تغذية الهطل المطري للمياه الجوفية فوق صخور نفوذة، مرورا بهجرة المياه حيث تسلك مسارات عديدة تشكلت إما نتيجة العوامل التكتونية أو نتيجة التحلل الكارستي، انتهاءا بتفريغ المياه إما طبيعيا (ينابيع صدعية- ينابيع كارستية)أو عن طريق حفر الإنسان للآبار.

_ الأشكال الأرضية البنيوية في الحوض:

والتي أدت التراكيب الجيولوجية والحركات الأرضية إلى نشأتها وتحديد درجة ميلها واتجاهها

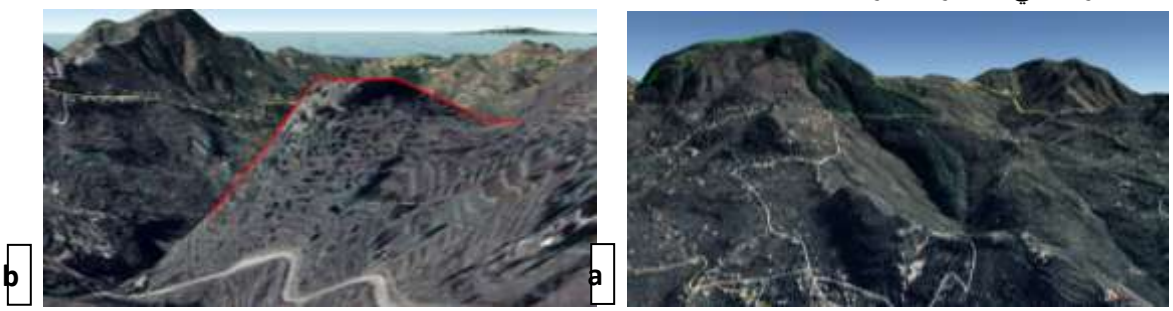
1_ الجبال والهضاب:

جبال المنطقة التوائية – مصدوعة[19]، تغطي قمم بعضها الصبات البركانية، تشكلت تلك الجبال نتيجة تراكم رسوبيات يغلب عليها الكلس والدولوميت بثخانات مختلفة خلال عدة طغيانات بحرية تتالت على المنطقة لاسيما طغياني الجوراسي والكريتاسي[2]، من ثم ارتفعت ونهضت تلك التوضعات الرسوبية كما التوت وتصدعت نتيجة تعرضها لحركات بنائية موجبة أبرزها الحركة التكتونية الألبية في نهاية الباليوجين وبداية النيوجين، ازداد تصدع تلك الجبال بالتزامن مع مراحل توسع وانفتاح نطاق البحر الأحمر الانزياحي خلال النيوجين[12]، وترافق ذلك مع زيادة حوادث النشاط البركاني والانبثاقي الأمر الذي أدى إلى تتويج الصبات البركانية لقمم بعض تلك الجبال وخاصة في عصر البليوسين، ومن ثم تجزأت وانقسمت الصبات إلى أجزاء متباعدة ومتفرقة من جراء عوامل التجوية والتعرية المختلفة، وأصبحت تغطيها الأحجار والكتل البازلتية المكسرة والمفككة والمتحللة مثل جبل النبي صالح _النبي متى _التفاحة[3]، وتشبه هضاب المنطقة جبالها من حيث البنية والنشأة والمظهر العام ولكنها تختلف عنها من ناحية الحجم والارتفاع.

2_ المداخن البركانية:

من البقايا الشاهدة على وجود مخاريط بركانية سابقة في المنطقة، يعود تشكلها إلى مرحلة النشاط البركاني البليوسيني، وهي أنابيب تصل ما بين الماغما في باطن الأرض وسطح الأرض، وتتمثل على الأخير بشكل تلال ذات قمم ضيقة مؤلفة من صخور بركانية كتلية متكدسة ومتلاصقة بشكل مواشير، مثل مدخنة قلعة الشيخ ديب _ مدخنة الرويسة _ مدخنة الشيخ أحمد القاري _ مدخنة جبل حمد _ مدخنة القلعة[3]. وبما أن صخور المداخن البركانية ذات مقاومة أكبر لأعمال التجوية والتعرية مقارنة بصخور المخاريط البركانية التي كانت تحيط بها، فإنها بقيت منتصبة وبارزة على شكل مسلات مختلفة الحجم والارتفاع، بينما أدت عوامل التجوية والتعرية إلى تآكل قسم كبير من أجسام المخاريط أو أزالتها بشكل كامل، ومع مرور الزمن انجرفت صخور ومواد تلك المخاريط إلى الأراضي المحيطة بالبركان

أو الأنهار المجاورة، وذلك يعني وصول مخاريط المنطقة إلى مرحلتي النضج والشيخوخة من مراحل دورة التطور الجيومورفولوجي للمخاريط البركانية.

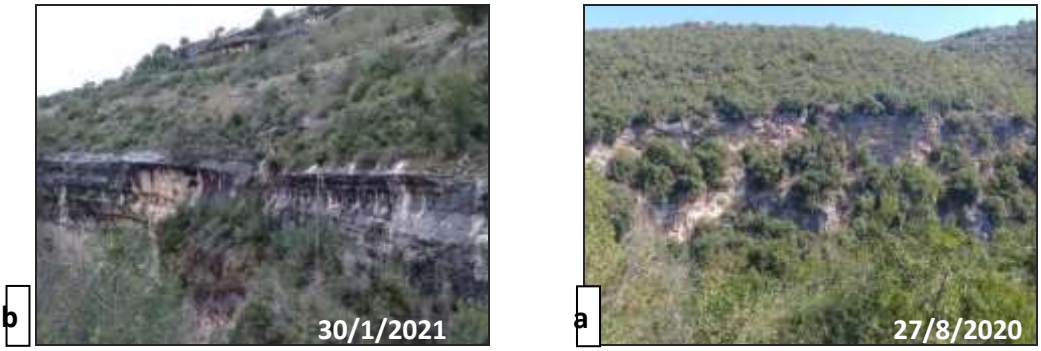


الشكل (10): (a) قمتي جبل النبي صالح وجبل النبي متى البازلتيتين. (b) مدخنة قلعة الشيخ ديب

3_ الجروف الصخرية:

قد تتكون بسبب تحرك الصخور وتزحزحها نتيجة تعرضها للشد أو الضغط المصاحب لعملية التصدع[4]، إذ تبدو على شكل حوائط موضعية وواجهات شديدة الانحدار، كما أنها تمتد بشكل طولي ومستقيم على جوانب بطون الأودية، وتتميز أقدامها بظهور الينابيع الغزيرة.

كما قد تتشكل نتيجة تعاقب طبقات قاسية مع أخرى طرية بعضها فوق بعض، وما يترتب على ذلك من اختلاف في شدة وسرعة عمليات التجوية والتعرية التي تتعرض لها، فينتج بالتالي أودية ذات انقطاعات متتالية في انحدار المقطع العرضاني على شكل مدرجات.



الشكل (11) :(a) الجروف الصخرية في موقع نبع الجكرة . (b) الجروف الصخرية في موقع قرية فجليت

_ الأشكال الأرضية الحركية _ المناخية في الحوض:

هي الأشكال التي تشكلت وتطورت نتيجة تأثر سطح الأرض والتضاريس ذات الأصل البنيوي بالعوامل الخارجية لأغلفة الأرض (الغازي والمائي والحيوي)[20] .

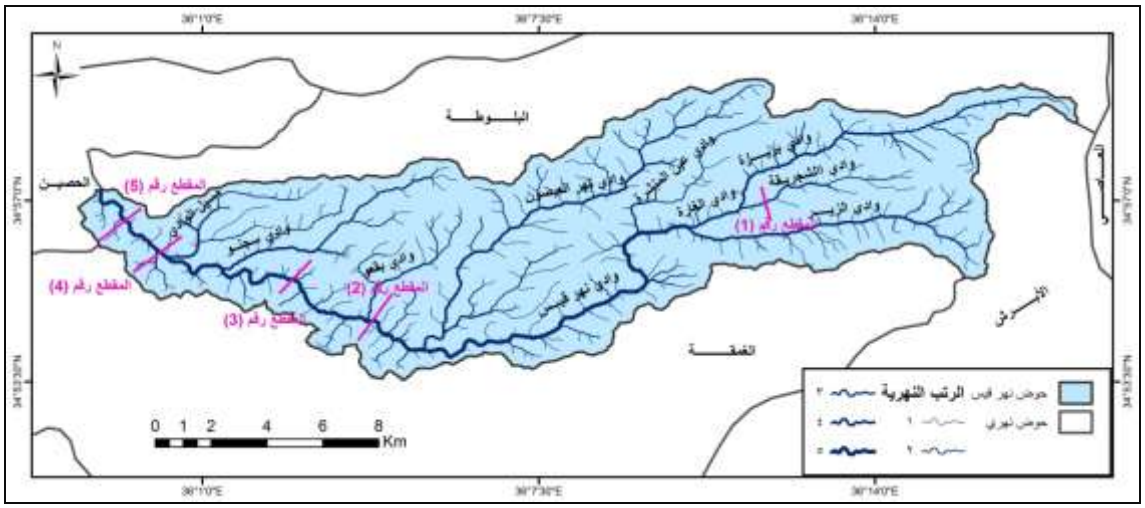
1_ الأودية:

ترجع نشأتها بشكل أساسي إلى الفترات المطيرة حيث كانت كمية الأمطار كافية لتحديد معالمها الأصلية، وتتطور الأودية في حوض نهر قيس نتيجة عمل المياه السيلية متقطعة الجريان، كما يوجد في منطقة الدراسة العديد من الأودية الصدعية التي ترتبط بخطوط الانكسار بأنواعها المختلفة، ومن تحليل المقاطع العرضية التي وزعت على الحوض الأعلى والأوسط والأدنى للنهر تبين أن هناك صفات عامة مميزة لأودية كل حوض من الأحواض وهي كالتالي:

_ في الحوض الأعلى تتفوق عمليات الحت الرأسي على الحت الجانبي، حيث يكون المجرى سيلي والوادي ضيق متخذا شكل حرف V مع شدة انحدار جوانب السطوح الحتية نحو قاع النهر العميق، إذ تقوم الأودية بتعرية منحدرات المنطقة ونحت صخورها وترحيل كافة أشكال الحمولة بمياه السيول نحو المجاري الدنيا، ويتبين ذلك من (المقطع رقم1 من الشكل 13).

_ في الحوض الأوسط تزداد فعالية النحت الجانبي الذي يكون هنا أكثر وضوحا من النحت الرأسي، وتقل أعماق الأودية كلما اتجهنا غربا واقتربنا من مخارجها من الجبال، حيث تصبح أخفض أراضيها منبسطة على العموم ومغطاة بالمواد الناعمة فيظهر السهل الفيضي مع ابتعاد الحافتين وانحدارهما المعتدل نحو قناة النهر(المقطع رقم 2 من الشكل 13)، إلا أن حافات قائمة حتى شديدة الانحدار تشرف على ذلك السهل في بعض الأجزاء، ويعود ذلك لتأثرها بالعمليات البنائية بمختلف أنواعها (صدوع – قسمات خطية – شقوق) ويتبين ذلك من (المقطع رقم 3 من الشكل 13).

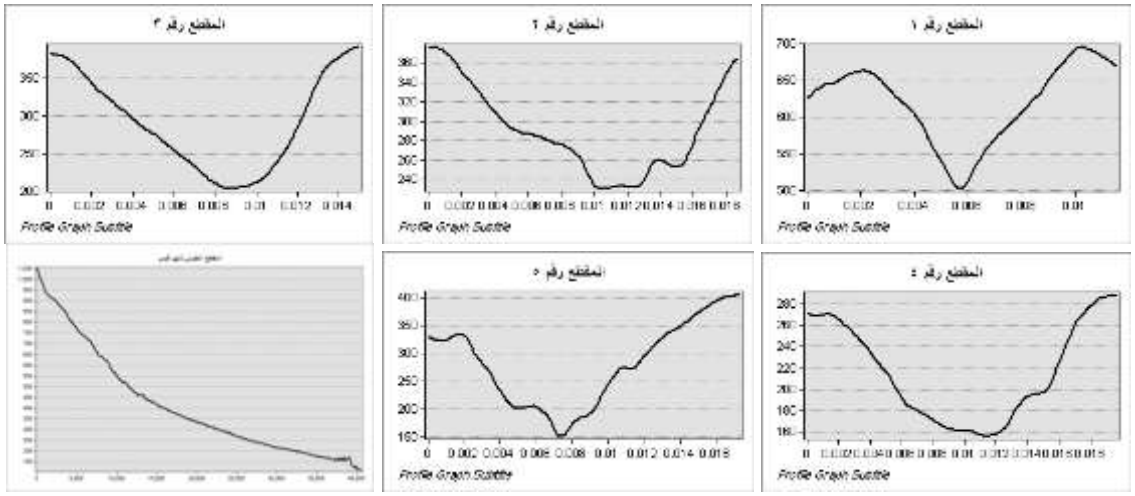
_ في الحوض الأدنى عمل النهر على توسيع الأجزاء الأبعد عن المصب إذ تخضع للحت الجانبي الموسع أكثر من الحت الرأسي، وذلك بعد التقاءه برافدي سجنو والوادي فأصبح المقطع العرضي للوادي فيها يتخذ شكل حرف U (المقطع رقم 4 من الشكل 13)، ولكن مظاهر الشباب تظهر مجددا في حياة الوادي في القطاع الأسفل من هذا الحوض، حيث الانحدار الشديد للسفوح و الوادي الخانقي، فالماء يحز له قنوات عميقة وضيقة ويعتقد أن سبب ذلك قد يكون التأثر بالقسمات الخطية وبصدع عورو القريب من ذلك القطاع (المقطع رقم 5 من الشكل 13).



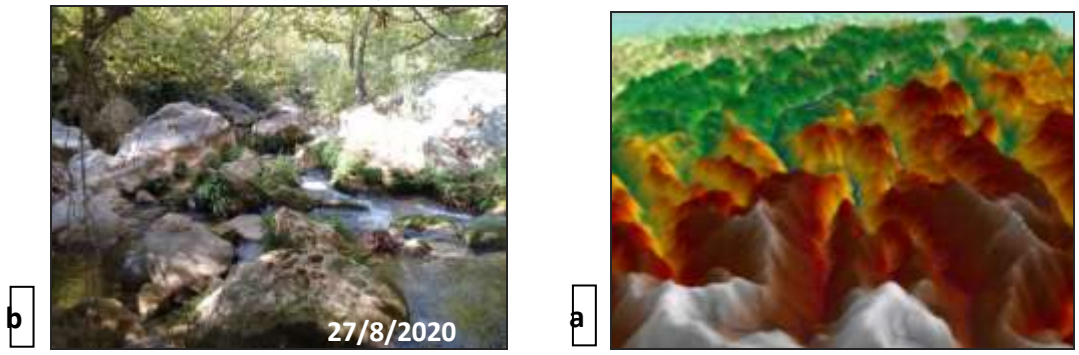
الشكل (12) يبين توزع المقاطع العرضية في حوض نهر قيس

أما بالنسبة للمقطع الطولي لوادي نهر قيس فقد بلغ طوله بدءا من نقطة المصب حتى المنابع العليا 40كم، ومن تحليله وتحليل المقاطع الطولية لروافده الثانوية، تبين أن القطاع الأعلى له يتمثل بالأودية الشرقية والشمالية الشرقية والشمالية الرافدة، والتي تعد أودية جبلية حتية سيلية النظام لا تستمر المياه فيها طوال أيام السنة، وتتسم بقصر مقاطعها الطولية حيث تتراوح بين 16كم لوادي نهر العيضون ونحو 7كم لوادي عين المنشرة، وقد تأثرت بمختلف قطاعاتها بالحركات البنائية الأمر الذي أدى إلى عدم تعادلها، كما تتسم بشدة الانحدار إذ يتزايد حجم الحمولة تدريجيا كما وترتفع طاقات العمل الجيومورفولوجي الأمر الذي يزيد من القدرة الحتية الرأسية، ويجري معظمها فوق الصخور النارية البازلتية في المنابع العليا إذ استطاعت أن تحز مجراها خلال تلك التشكيلات لتصل إلى التشكيلات الرسوبية الكلسية التي تقع أسفلها، فتظهر الشلالات ومساقط المياه والجنادل التي يرجع وجودها للتباين في نوعية الصخور وخاصة في القطاع

الأعلى لوادي نهر العيضون (شلالات الشالوق في قرية فجليت). أما بالنسبة للقطاع الأوسط من المقطع الطولي للوادي فيتسم بقلة انحداره إذ يتفاغم ويتشعب المجرى إلى عدة مجاري مع خروج النهر من الأراضي الجبلية ودخوله أراضي سطوحها ألطف انحدارا[20]. أما القطاع الأدنى فيقسم إلى قسمين، الأبعد عن المصب حيث تسود الرسوبيات والمحمولات الناعمة في قاع الوادي ذو المقطع العريض والمفتوح نسبيا، لكن سرعان ما يتغير المشهد في القسم الأقرب إلى المصب، فهناك ظروف موضعية تحدد ملامحه، حيث أحدثت عملية التصدع فوارق طبوغرافية في المنسوب لذلك الجزء من الوادي، فتشكلت منطقة تسارع وانقطاع في انحدار المقطع الطولي للمجرى، كما لوحظ من خلال الدراسة الحقلية وجود كتل صخرية كبيرة في سرير النهر في ذلك الجزء.



الشكل (13) يبين المقاطع العرضية والمقطع الطولي لنهر قيس



الشكل (14): (a) خروج النهر من أراضي جبلية ودخولها أراضي هضبية. (b) الكتل الصخرية الكبيرة في أسفل المجرى الأدنى للنهر

2_ المنعطفات النهرية

تمثل المنعطفات تغيرات حادة في اتجاه الجريان، ويوجد في منطقة الدراسة منعطفات شابة وأخرى في مرحلة النضج، لكن المنعطفات الشابة هي السائدة والتي توجد في مختلف أقسام المجرى وقطاعاته، حيث تكون من النمط المقيد (المتعمق) التي ينشط فيها الحت الرأسي على حساب الحت الجانبي، كما تشتد درجة انحدار جوانبها وتخلو من الرواسب النهرية وذلك نتيجة حفر النهر لمجراه في الصخور[11]. وتتشكل المنعطفات الشابة في مجرى نهر قيس نتيجة عدة أسباب هي كالتالي

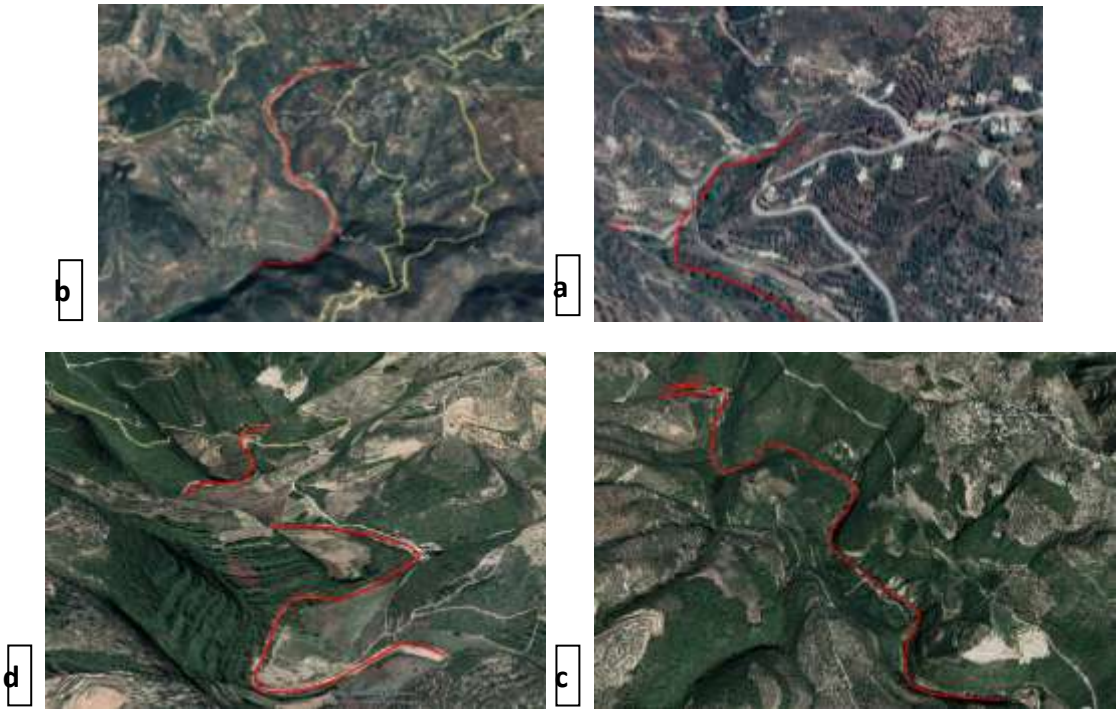
_ المنعطفات التي تشكلت نتيجة فرض خطوط الصدوع والشقوق الصخرية لمسارات المجاري المائية، ومثال على ذلك المنعطف قرب قرية خربة شاتي كما هو موضح في الشكل (a,15).

_ المنعطفات التي تشكلت نتيجة لحادثة أسر نهري إذ تبدو على شكل زوايا قائمة، ومثال ذلك المنعطف بالقرب من قرية حاموش رسلان[1] كما هو موضح في الشكل (b,15).

_ المنعطفات التي تشكلت نتيجة وجود عوائق عشوائية على طول مسار النهر، والغالب في المنطقة أن تكون هذه العوائق هي صبات انبثاقية بركانية بأحجام وأشكال مختلفة تتوغل في جوانب من النهر.

_ المنعطفات المتعمقة التي تشكلت في أسفل المجرى الأدنى للنهر، إذ كانت مترنحة في مرحلة سابقة فوق سهل فيضي واسع نسبيا، لكن النهر عاود تعميق مجراه رأسيا مشكلا أكواع متعمقة تشرف عليها أودية خانقية، وقد يكون السبب في ذلك هو تأثر ذلك القطاع بالقسمات الخطية (الشكل4) وقربه من صدع عورو، ومثال على ذلك المنعطفات بالقرب من قرية الجمعاشية كما هو موضح في الشكل (c,15).

أما بالنسبة للأكواع الناضجة فتوجد في الأقسام العليا والوسطى من الحوض الأدنى للنهر، حيث نمت ثنايا المجرى جانبيا مع زيادة إئتكال الجوانب المقعرة وزيادة الإرساب في الجوانب المحدبة، كما أخذ المجرى يرسب حمولاته من الرسوبيات الطرية في قاع تلك القطاعات ومثال على ذلك المنعطفات بالقرب من قرية الجراص كما هو موضح في الشكل (d,15).



الشكل (15): (a) منعطف صدعي قرب قرية خربة شاتي. (b) منعطف أسر نهري بالقرب من قرية حاموش رسلان. (c) المنعطفات الشابة في أسفل الحوض الأدنى للنهر. (d) المنعطفات الناضجة في أعلى الحوض الأدنى للنهر

3_ المدرجات والمصاطب النهرية:

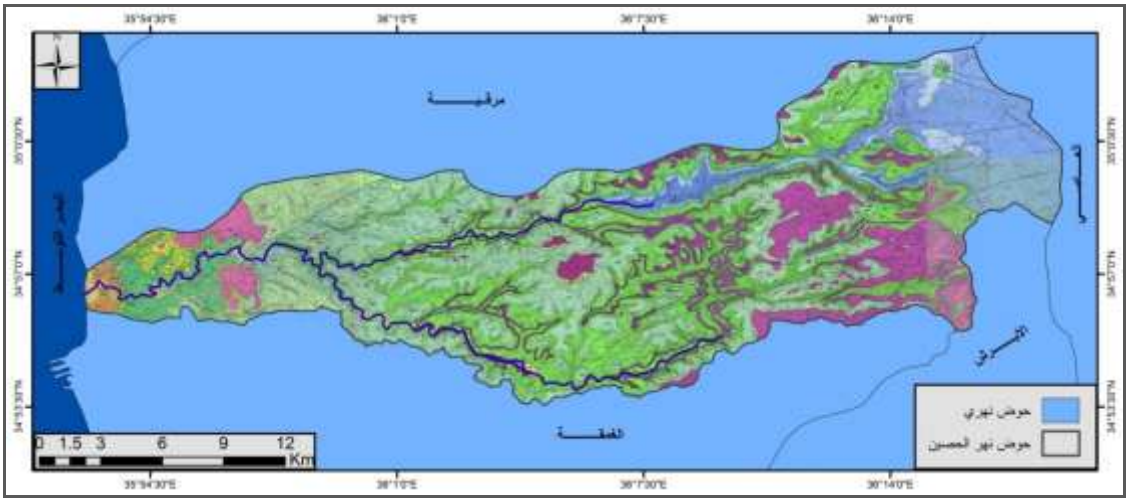
تتشكل المصاطب بفعل حدوث الذبذبات المناخية التي تعرضت لها المنطقة في عصر البلايستوسين، حيث زاد سقوط الأمطار الغزيرة خلال المدد المطيرة المتعاقبة من كمية الصرف والرواسب مما أدى إلى غلبة العمل النهري الترسيبي وتشكيل سهل فيضي للنهر، بينما قلت كمية تلك الرواسب خلال الفترات الجافة مما أدى إلى هجرة النهر لمعظم أجزاء سهله الفيضي والتعمق في جسمه وبالتالي الشروع ببناء سهل فيضي جديد، حيث يبقى السهل القديم على

شكل مصطبة نهرية تعلو السهل الفيضي الجديد، ويساعد هبوط منسوب النهر على تحقيق ذلك، وبالنسبة لنهر قيس يمكن إرجاع هبوط المنسوب لعدة عوامل هي

ـ حركات الرفع للسفح الغربي لسلسلة الجبال الساحلية والتي ترجع للرباعي –لا سيما منذ نهاية البليوسين وحتى الهولوسين–، فقد رافقها وبشكل مباشر نشوء نظام شبكة المياه الرئيسية مع تشكل المصاطب النهرية، والنهوض كان كبير في جنوب السلسلة الساحلية السورية مما أدى إلى ارتفاع المصاطب بشكل كبير مقارنة مع هيستوغرام نهوضات المصاطب المعتمد عالميا[10]، وبالتالي أدى إلى تعميق مجرى النهر من خلال زيادة عمليات الحت الرأسي.

ـ تغير مستوى الأساس المحلي للنهر سلبا، فحز النهر مجراه ببطء للوصول إلى مستوى القاعدة المحلي الجديد، إذ يعد نهر قيس نهر رافد يصب في نهر رئيسي وهو نهر الحصين، و يعتقد أنه كان هناك مستوى أساس قديم للنهر والذي تشكل نتيجة وجود صبة بازلتية اعترضت مجراه (كما هو موضح في الشكل 16) فبدأ بعمله الترسيبي أمامها ولم يتمكن من النحت دون مستواها[21]، بل بدأ بتشكيل الأكواع[18]، حتى استطاع بعد التقاءه برافد البلوطة أن يخترق تلك الصبة فعاد مجددا إلى عمله الحتي مستعينا بإجمالي الطاقة الحتية للكتلة المائية التي كانت محتجزة خلف الصبة[17]، ومن الممكن أن يكون ذلك سببا في عدم ظهور تكوينات المصاطب الأقدم العائدة إلى البلايستوسين حيث عمل النهر على جرفها كونها تكوينات هشة، والإبقاء على المدرجات الصخرية المؤلفة من الصخر الأم على جانبي الوادي في الحوض الأدنى للنهر، علما أن هذه المدرجات مخددة وغير محتفظة باستواء سطحها نتيجة تعرضها لعمليات التعرية الشديدة.

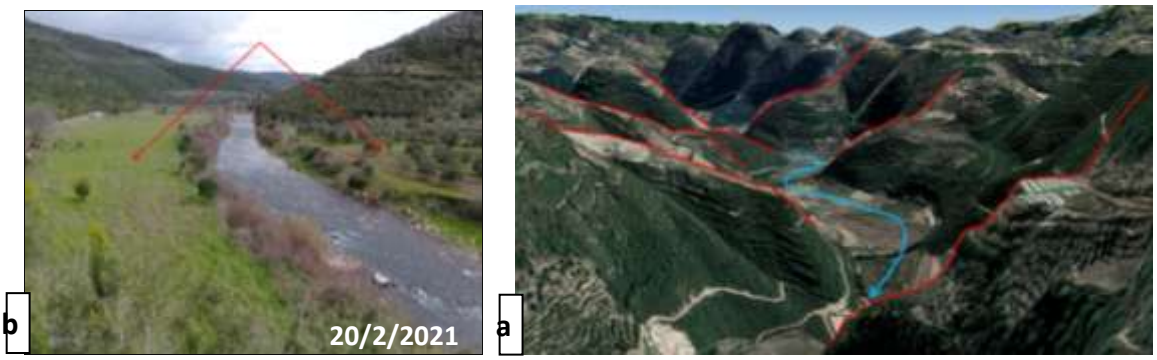
تتميز مدرجات نهر قيس بأنها منفردة أو لامزدوجة، تنتشر في مناطق المنعطفات بشكل غير متناظر(كما هو موضح في الشكل a,17)، فتظهر على السفوح المتوافقة مع الجوانب المحدبة لمنعطفات النهر ولا تناظرها مدرجات على الجانب المقعر المقابل، وذلك لاختلاف آلية التعرية النهرية أثناء تشكلها، بين نحت على الجانب المقعر وبالتالي فإن أجزاء منها – أو كلها – تآكلت وزالت في ذلك الجانب، وإرساب على الجانب المحدب للثنية النهرية فبقيت محفوظة عليه.



الشكل (16) يوضح اختراق رافدي نهر الحصين (قيس والبلوطة) بعد التقائهما للصبة البازلتية

4_ السهل الفيضي:

يؤدي غمر الفيضانات للأرض المنبسطة التي تقع على جانبي مجرى نهر قيس في أجزاء من حوضه الأوسط وحوضه الأدنى إلى ترسيب كميات كبيرة من الرسوبيات فوقها، إذ يفيض النهر على الجوانب وتخرج مياهه عن حدود مجراها فتفقد سرعتها وتترسب بذلك طبقة من الرواسب التي كان يحملها النهر كمواد عالقة، وبتكرار العملية يتكون السهل الفيضي، الذي يتمثل بالرسوبيات الرباعية الأحدث العائدة إلى الهولوسين، والذي ينتشر على شكل أشرطة طولية موازية لامتداد المجرى بمتوسط عرض 300م، علما أن نمو المنعطفات النهرية وتنقل المجرى النهري من ضفة إلى أخرى وما يتبع ذلك من نحت على الجانب المقعر والإرساب على الجانب المحدب أدى إلى اختلاف اتساعه من قطاع إلى آخر ضمن الجزء الممتد من قرية مزيحين شرقا حتى قرية بيت الكفرون غربا، مع الإشارة إلى أن وجوده يتركز عند مخارج الأودية الرافدة من القطاع الجبلي إلى القطاع الهضبي وخاصة عند مخرج رافد نهر العيضون، وتصل سماكته إلى 5م إذ يتكون من لحقيات نهرية تتألف من طبقات رملية سلتية متداخلة مع حصى.

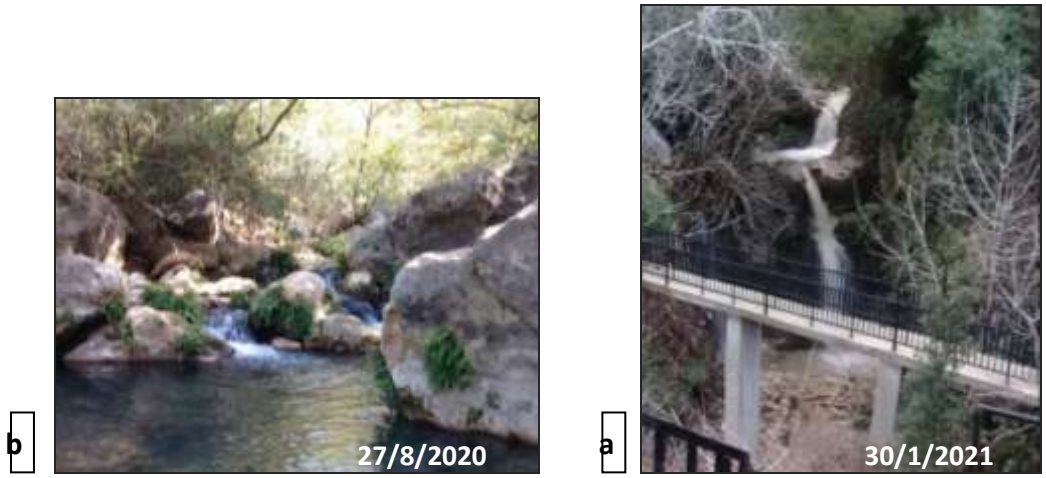


الشكل (17): (a) المدرجات النهرية والسهل الفيضي في القطاع الأعلى من الحوض الأدنى. (b) السهل الفيضي

5_ انقطاعات الانحدار(شلالات وجنادل):

فالشلالات مساقط مائية على عتبات صخرية يتغير عندها الانحدار ويرجع وجودها إلى عدم التجانس الصخري، إذ تتباين نوعية الصخور التي تجري عليها أودية نهر قيس، ويرتبط تشكلها بتوضع طبقات أفقية من الحجر الجيري أشد صلابة من الطبقات الأفقية التي تقع أسفلها، ويعكس وجود هذه العتبات الصخرية مظهرا من مظاهر الشباب في حياة الوادي إذ يتركز توزعها في الحوض الأعلى للنهر.

كما تظهر الجنادل في أسفل الحوض الأدنى لنهر قيس نتيجة وجود صخور صلبة ناتئة تظهر وسط قاع المجرى في ذلك القطاع على شكل جزيرات بارزة مما يؤدي إلى زيادة سرعة التيار المائي للنهر وتفرعه في شكل تيارات متدفقة بين الجزيرات الصخرية على شكل جنادل أو ما يعرف بالمسارع أو المندفعات[4].



الشكل (18): (a) شلال الشاهوق في الحوض الأعلى للنهر. (b) الجنادل في أسفل الحوض الأدنى للنهر

6_ الأشكال الأرضية الكارستية:

والتي تعد أشكال تضاريسية أكثر تميزا من أي أشكال أخرى، إذ تنتشر نتيجة توفر العامل الليتيولوجي المتمثل بالصخر الجيري الذي يسود في منطقة البحث، يترافق ذلك مع كثافة الغطاء النباتي وتنوعه والذي يعد مصدرا للأحماض العضوية ولغاز ثاني أكسيد الكربون اللذين يسهمان في تعزيز عمل التحلل الكارستي. كما أن توفر العامل التكتوني المتمثل بالكسور والشقوق والذي يسهم في تسرب المياه إلى الأعماق بسهولة ويسر، ينشط ويسرع عملية التحلل الكارستي الباطني، كما يتوفر العامل المناخي الملائم لتطور الأشكال الكارستية والمتمثل بدرجات الحرارة المعتدلة – بشكل عام – خلال أيام السنة والباردة خلال أشهر الشتاء، وكميات التهطال الكافية فضلا عن ارتفاع قيم الرطوبة النسبية لمعظم أيام السنة.

المظاهر الكارستية السطحية:

ونميز منها الخدوش الكارستية التي تتألف من تجاور وتعاقب أخاديد منبسطة أو مقعرة القيعان تفصل بينها أعراف حادة أو مدورة، تتوسع تلك الأخاديد مع الزمن نتيجة التحلل على حساب ارتفاع الأعراف وبروزها[18]، ومنها الخدوش الحرة التي تتشكل على الصخور الكلسية مكشوفة السطوح والتي تقسم إلى خدوش المسيلات والخدوش المدرجة بالإضافة إلى خدوش الشقوق.

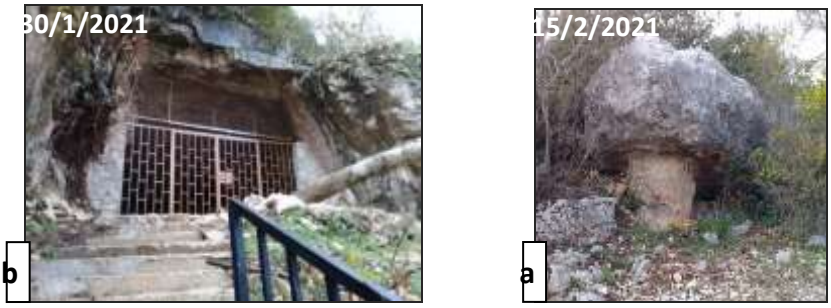
الشكل (19): (a) خدوش المسيلات. (b) الخدوش المدرجة. (c) خدوش الشقوق

أما الخدوش شبه الحرة والتي تتمثل بالسطوح الصخرية الكلسية التي تغطيها أشرطة أو بقاع من التربة والنباتات، فيميز في منطقة البحث الكامينيتزا والخدوش المطمورة بالإضافة إلى أشكال النحر التحللي المفرغ والتلال الشاهدة.

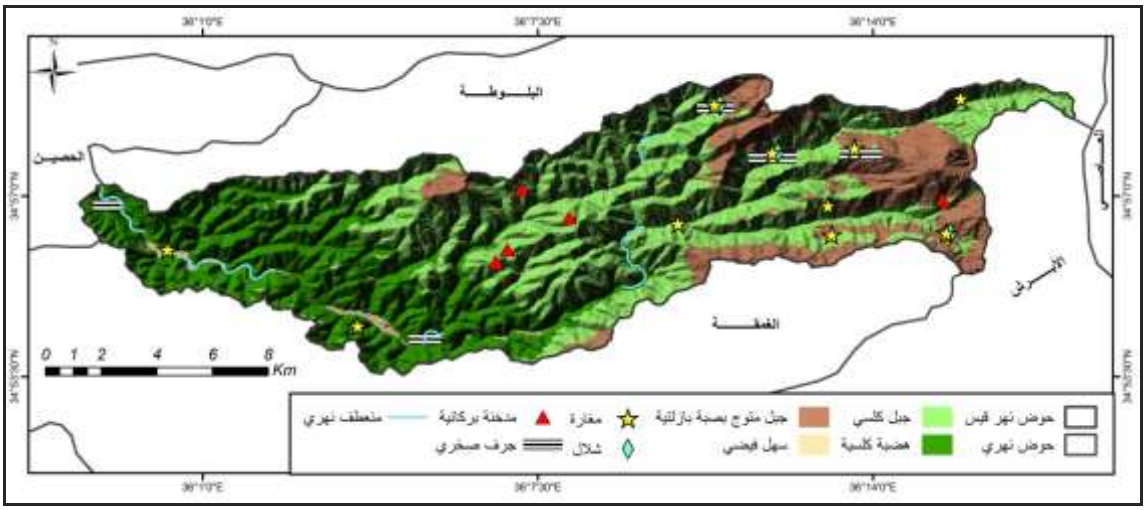
الشكل (20): (a) خدوش الكامينيتزا. (b) الخدوش المطمورة. (c) النحر التحللي المفرغ

المظاهر الكارستية الضمنية :

أهمها شبكة المياه الكارستية الضمنية والتي تعد أقنية مائية تسير ضمن فراغات الصخور تحت سطح الأرض، والتي نشأت عن شقوق تكتونية أولى وتوسعت بعملية التحلل الكارستي فيما بعد، فأصبحت تستوعب كميات أكبر من المياه التي أخذت بالجريان في تلك الأقنية الموسَّعة تدريجيا، تشكل تلك الأقنية شبكات منفصلة عن بعضها البعض دون ارتباط بين الشبكات التي قد تكون متجاورة أو متراكبة فوق بعضها، وتتخذ جميع الاتجاهات حيث تتحرك المياه على طول امتدادها حتى في الاتجاهات التي تجبر المياه على الصعود من الأسفل نحو الأعلى مما يعرض تلك المياه لضغط يضطر معه للسير في اتجاهات غير معروفة، وهذه الميزات بالإضافة إلى تعرج الشقوق والمسارات تجعل حركة المياه بطيئة ضمن الشبكة المائية الكارستية الضمنية التي تفرغ مياهها على شكل ينابيع غزيرة قد تقذف بالمياه بشكل عادي نسبيا في أرض منبسطة أو قد تخرج من أقنية صخرية عميقة على شكل نافورة متدفقة (نبع الفوار)، ومن أهمها أيضا المغاور الكارستية والتي تعد فراغات تتشكل تحت سطح الأرض في جوف الصخور الجيرية السميكة ضعيفة الميل، تتكون في مناطق الضعف كالشقوق والفواصم وسطوح التطبق الموجودة في الصخر الكلسي، وتوجد المغاور في كل أجزاء الحوض وتتركز أهمها في شرقيه كونه الجزء الأقرب إلى الفالق المشرقي وبالتالي الأكثر تأثرا بالحركات البنائية (مغارة بيت الوادي/ قرية بيت الوادي، مغارة السواح/ قرية بيت الخدام، مغارة الدرة/ قرية بريزة، مغارة العاصيات/ قرية فجليت، مغارة الرخمة/ قرية بستان الصوج، مغارة بمحصر/ قرية بمحصر، مغارة البارود/ قرية بمنة، مغارة الضبعة/ قرية المعمورة، مغارة الشيخ حمزة/ قرية بيت الشنبور، مغارة المعجر/ طريق رأس التركمان).



الشكل (21): (a) التلال الشاهدة. (b) باب مغارة العاصيات في قرية فجليت



الشكل (22) جيومورفولوجية حوض نهر قيس وأهم الأشكال الأرضية التي تم رصدها في المنطقة

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1_ يمتاز حوض نهر قيس بوجود العديد من الأشكال الأرضية التي تعود إلى البيئة الرطبة، في ظل تكشف مجموعة من التكوينات الجيولوجية والترسبات ذات الأعمار المختلفة التي تمتد بالعمر الزمني من الدور الجوراسي –العائد إلى الحقب الثاني– إلى الدور الرباعي والتي يغلب عليها الحجر الكلسي، بالإضافة إلى تأثرها بعمليات التصدع خلال تاريخها الجيولوجي.

2_ تبين أن هناك وحدتين جيومورفولوجيتين رئيسيتين تتمثل الأولى منهما في الأشكال الأرضية البنيوية والتي تضم عدة وحدات جيومورفولوجية ثانوية أهمها (الجبال والهضاب_المداخن البركانية_الجروف الصخرية)، وتتمثل الوحدة الرئيسية الثانية في الأشكال الأرضية الحركية–المناخية والتي تشمل العديد من الوحدات الجيومورفولوجية الثانوية والتي أبرزها (الأودية_المنعطفات_المدرجات والمصاطب النهرية_السهل الفيضي_انقطاعات الانحدار_الأشكال الكارستية).

3_ تمتلك المنطقة عددا مهما من المقومات الطبيعية مما يجعلها بيئة مناسبة لنجاح العديد من الأنشطة الاقتصادية في حال الاستخدام الأمثل لسطح الأرض وتطوير مستويات التنمية تبعا لذلك.

التوصيات

1_ العمل على استغلال الإمكانيات التنموية الكبيرة التي تمتاز بها منطقة الدراسة من خلال

- إنشاء المزيد من السدات لحجز المياه عند المواقع التي لا تصلح لإنشاء السدود، مما يدعم الزراعة الصيفية وخاصة في المناطق البعيدة عن المجرى النهري.
- استثمار المواد الخام المتوفرة في منطقة الدراسة وفق خطط مدروسة، مثل الحجر الكلسي والحصى والرمال، مما يسهم في دفع عجلة الإنشاء والبناء على المستوى المحلي.
- تنشيط حركة السياحة في المنطقة من خلال إقامة المشاريع السياحية ذات المستويات المختلفة والمناسبة لمختلف مستويات الدخل.

- الحفاظ على النبات الطبيعي وحمايته والعمل على استمرارية وجوده وتجدده، بالإضافة إلى إقامة المزيد من المحميات الطبيعية.

2_ ضرورة إنشاء قاعدة بيانات تشمل كافة الخصائص الجيولوجية والمناخية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية والاقتصادية لحوض نهر قيس وغيره من أحواض التصريف حتى يتسنى وضع القواعد والشروط المثلى للتخطيط المستدام لتلك الأحواض ومناطقها.

References

[1]_ Ibrahim, Said, *Geomorphological Study to the River "Capture" Processv in Kheis River Valley"Dreikeesh Area"*, Albaath University Journal, nVol (42),No (5), 2020.

[2]_ Ibrahim, Said, *Geomorphological Study of the Karstic Polje in " Ein Alshams" North Eastern of Safita*, Tishreen University Journal, Vol (39),No (5), 2017.

[3]_ Ibrahim, Said, *Defining "volcanic necks" sites by field study In the southern parts of Syrian coastal chain*, Tishreen University Journal, Vol (42),No (6), 2020.

[4]_ Abu El-Enein, Hassan Sayed Ahmed, *Fundamentals of Geomorphology - Study of the topographic shapes of the Earth's surface* - Alexandria - University Culture Foundation, eleventh edition, 1995.

[5]_ Al-Dulaimi, Khalaf Hussein Ali, *Al-Anhar - An Applied Geohydromorphometric Study*, Amman - Dar Safa for Publishing and Distribution, First Edition, 2017.

[6]_ Al-Dulaimi, Khalaf Hussein Ali, *Applied Earth Formation-Applied Geomorphology-*, Safa House for Publishing and Distribution, First Edition, 2012.

[7]_ Al-Shaer, Ali Jihad, *Hydrology*, Damascus University Publications, Second Edition, 2000-2001.

[8]_ Sheikh Muhammad Ismail, *On the problem of soil erosion and erosion in the coastal mountains of Syria (Tartous Governorate)*, Court Bulletin, Kuwait University, 1987.

[9]_ *Explanatory note for the Safita geological plank at 1/50000 scale*, General Institution of Geology and Mineral Resources, 1977.

[10]_ Bilal, Ahmad, Mohammaed, Fires, T*he Tectonic impact on the river terraces In coastalrange-Syria* , Tishreen University Journal, Vol (38),No (3), 2016.

[11]_ Trapp, Mohamed Magdy, *The Geomorphological Encyclopedia*, Alexandria, 2011.

[12]_ Hussein Kamal Mohieddin, *Syria's Regional Geology (1)*, Damascus University Publications, Second Edition, 2000-2001.

[13]_ Halima, Abdul Karim, *Syrian Coast Region "A study in water geography"*, PhD thesis, Damascus University, 2001.

[14]_ Raqia, Muhammad, *the tectonics of the western and southern part of Syria with Lebanon and the structure of collapse in it by interpreting satellite imagery*, General Authority for Remote Sensing, 1991.

[15]_ Saad Kazem Shanta, *Soil Geography*, Maysan University Publications - College of Education, 2016.

[16]_ Salloum, Ghazwan Muhammad Amin, *Wadi Huraira Basin - A Geomorphological Study*, Damascus University Journal, No. 28, Issue 3 + 4, 2012.

[17]_ Sharaf Abdel-Aziz Tareeh, *Physical Geography _ Forms of the Earth's Surface*, Alexandria-University Culture Foundation, 1993.

[18]_ Abdulsalam, Adel, *Landforms* , Damascus University Publications, Fifth Edition, 2000_2001.

[19]_ Abdulsalam, Adel, Sheikh, Muhammad Isma`asil, Halima, Abdul Karim, *The Natural Geography of Syria*, Tishreen University Publications.
[20]_ Abdulsalam, Adel, *Geomorphological Process*, Ministry of Information, Directorate of Publications and Publishing, 2019.
[21]_ Mahsoub, Mohamed Sabry, *Geomorphology of the Earth Forms*, Cairo_ Dar Al Fikr Al Arabi, First Edition, 1997.
[22]_ *Soil Memorandum for the Tartous and Safita plots 1/50000*, General Corporation for Geology and Mineral Resources, 2010.
[23]_ *A project to study the detailed water balance in the Sahel Basin, Volume IV_ Hydrogeology*, Damascus, General Authority for Water Resources, 2014.