

مورفومترية حوضي كلال بدرة ونهر الجباب وعلاقتها بالترسبات المعدنية شرقي محافظة واسط

*الباحثة ميادة طالب كاظم الربيعي
أ.د. حسين عذاب خليف الموسوي
جامعة واسط / كلية التربية للعلوم الانسانية

المستخلص

تهدف الدراسة إلى معرفة العلاقة بين أحواض التصريف للقنوات المائية الرئيسة في منطقة شرقي محافظة واسط والمتمثلة بحوضي كلال بدرة ونهر الجباب وترسبات الصخور الصناعية المتوافرة في المنطقة، من خلال دراسة الخصائص المورفومترية للحوضين للتعرف على مدى كفاءة الأودية الرئيسة، في عملية نقل كل من المادة والطاقة التي تتدفق داخل حوض الصرف النهري لهما، ومن ثم معرفة كميات الرواسب المنقولة إلى مصبات هذه المجاري وأنواعها، إذ تعد منطقة شرقي واسط التي تحتل الجزء الشرقي من السهل الرسوبي ضمن محافظة واسط والبالغ مساحتها (٥٠٣٣.٢ كم^٢) والمحصورة بين قوسي طول (٤٥.٢٩.٠ - ٤٦.٣٥.٠) شرقاً، ودائرتي عرض (٣٢.٣٠.٠ - ٣٣.٣٢.٠) شمالاً من أهم المناطق الغنية بالترسبات والثروات المعدنية الصالحة للاستثمار في مجال الصناعات الإنشائية .

Abstract

The study aims at investigating the relationship between the drainage basins and the main aqueducts in the eastern region of Wasit governorate, represented by the basins of Kalal Badra and the Jabab river with the deposits of artificial rocks available in the region. They flow from through study of morphometric properties of two basins knowledge of main valleys capacity in transport process all matter and energy which flowing inside their river drainage basin then knowledge of quantities sediments transferred to the estuaries of these rivers and there types. The eastern region of Wasit, which occupies the eastern part of the sedimentary plain within the governorate of Wasit, is an area of (5033.2 km²) and is between brackets length (45.29.0 – 46.35.0) east, and two widths(32.30.0 – 33.32.0) north of the most important areas rich in sediment and mineral wealth suitable for investment in the field of construction industries.

المقدمة

تُعد المياه مورداً طبيعياً بالغ الأهمية، وهي من العناصر الأساسية التي غيرت وجه الكرة الأرضية . فهي تُمثل عصب الحياة ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني تكرار حالات الجفاف وانحباس الأمطار، كما هو الحال في منطقة الدراسة التي تخلو من جريان سطحي دائم طول العام نتيجة التساقط الفصلي وعدم كفايته عدا بعض أيام الشتاء والربيع، وعلى الرغم من ذلك فإن لهذه الموارد المائية المتمثلة بنهرَي (كلال بدره والجباب) أهمية كبيرة في المنطقة، إذ إن لها تأثير مباشر في قيام الزراعة والتجمعات السكانية، فضلاً عن أهميتها في النشاط والاستثمار الاقتصادي، ولاسيما تأثيرهما ودورهما الكبير في إثراءها بالترسبات ذات القيمة الاقتصادية، وذلك عن طريق العمليات التي تقوم بها هذه الأنهار كعملية النحت والتعرية، ثم عملية النقل لنواتج العمليات الأولى أي نقل الرواسب والمواد المذابة والمفتتة كالحجارة والحصى والجلاميد والرمل، لتقوم في نهاية المطاف بعملية الترسيب لهذه المواد، فالأنهار الحدودية الشرقية المصدر الرئيس والموال الأكبر للمواد الرسوبية (ترسبات الرمل والحصى والأطيان والجلاميد) شرقي واسط، وللخصائص المورفومترية لأحواض الأنهار دوراً كبيراً في التأثير على كمية النواقل والترسبات التي تحملها الأنهار من خلال تأثيرها على حجم العمليات الجيومورفولوجية التي تقوم بها تلك الأنهار، وقد تم الاعتماد على المرنبيات الفضائية للقمر الأمريكي (Land Sat 8) وأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc Map GIS 10.6) لاشتقاق الخصائص المورفومترية لحوضي كلال بدره ونهر الجباب .

أولاً: حدود منطقة الدراسة

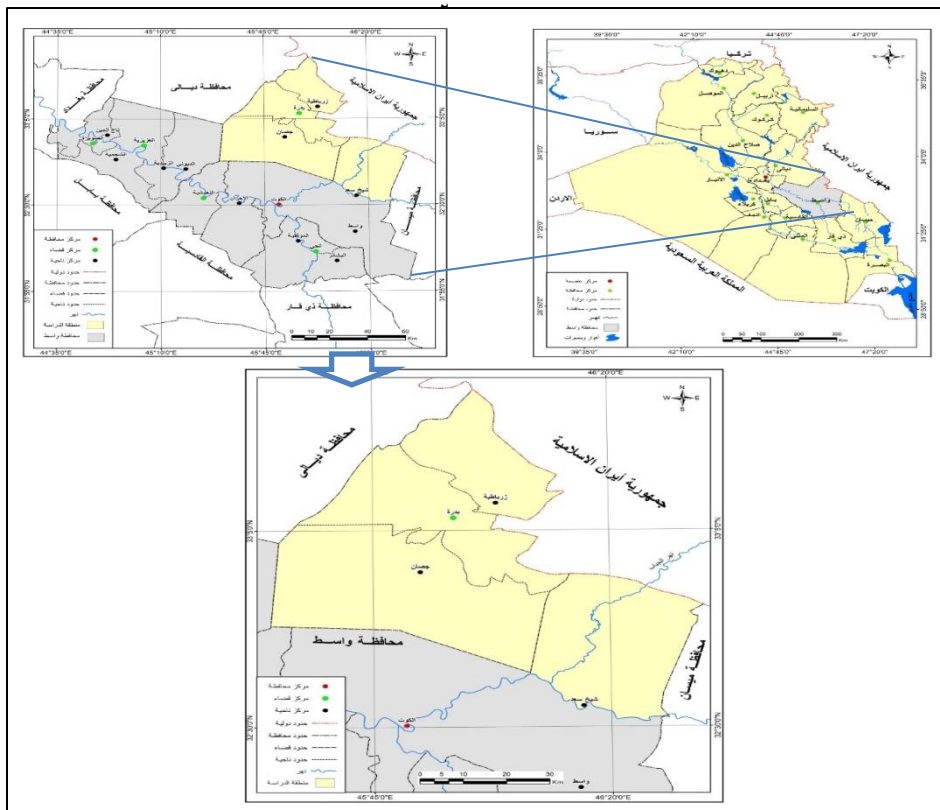
تتحدد منطقة البحث فلكياً بين قوسَي طول (٤٥.٢٩.٠٠ - ٤٦.٣٥.٠٠) شرقاً، ودائرتَي عرض (٣٢.٣٠.٠٠ - ٣٣.٣٢.٠٠) شمالاً، أما جغرافياً فيحدها من الشمال محافظة ديالى ومن الشمال الغربي قضاء العزيزية ومن الجنوب محافظة ميسان ومن الجنوب الغربي قضاء الكوت ومن الغرب قضاء النعمانية ومن الشرق جمهورية إيران الإسلامية، وهي بذلك تعد منطقة حدودية تفصل بين جمهوريتَي العراق وإيران، خريطة (١). يمثل فيها نهر كلال بدره أحد النهرين الرئيسين فيها، وهو ينبع من جبال (بشتكوة) الإيرانية التي تبعد عن الحدود العراقية - الإيرانية مسافة (٦٠-٧٠ كم)، ويتكون من التقاء راغدين هما (كنجان جم وكافي رود) عند مخفر الطعان باتجاه جنوب شرق قصبه زرباطية مكونين كلال بدره . أما المصدر الرئيس الثاني للمياه السطحية في المنطقة فهو نهر الجباب والذي يجري ضمن ناحية شيخ سعد في الأجزاء الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية لمنطقة البحث، بامتداد يتمثل

من الحدود الإيرانية شرقاً حتى نهر دجلة غرباً، ومن منطقة الكرمشية شمالاً إلى وادي خزينة على الحدود الإدارية لمحافظة ميسان جنوباً^(١).

ثانياً: مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث بتساؤلٍ يطرحه الباحث وهو يتمحور حول الخصائص المورفومترية لأحواض الشبكات المائية لنهري (كلال بدرة والجباب) وهل لها تأثيراً على كفاءة العمليات الجيومورفية التي تقوم بها المجاري المائية لهما المتمثلة بـ(التعرية والنقل والارساب) وهل لهذه الخصائص المورفومترية علاقة بالترسبات المعدنية ضمن منطقة البحث.

الخريطة (١) موقع منطقة شرقي محافظة واسط



المصدر: (١) جمهورية العراق الهيئة العامة للمساحة، خريطة الوحدات الإدارية للعراق، بغداد، لسنة (٢٠١٦). (٢) مخرجات برنامج (Arc Map GIS10.6).

ثالثاً: فرضية البحث

كان للخصائص المورفومترية لحوضي كلال بدرة والجباب الأثر الكبير في تحديد مدى كفاءة وحجم العمليات الجيومورفولوجية التي يقوم بها هذين النهرين ضمن منطقة الدراسة من عملية تعرية ونحت وإذابة للصخور ليأتي دور عملية نقل نواتج التعرية والمفتتات الصخرية التي تترسب فيما بعد وبالتالي أصبحت الخصائص المورفومترية تتحكم بصورة مباشرة وغير مباشرة في حجم ونوع الترسبات المعدنية المنقولة خلال المجاري المائية لهذين الحوضين .

رابعاً: هدف البحث

يهدف البحث الى دراسة الخصائص المورفومترية لحوضي كلال بدرة والجباب المتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة الصرف كذلك التعرف على أنماط الصرف السائدة في الحوضين، باستخدام تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد للتعرف على مدى علاقة وتأثير تلك الخصائص بحجم ونوع الترسبات المعدنية المتموضعة في منطقة شرقي محافظة واسط، لما لهذين الحوضين دلالات هيدرولوجية وجيومورفولوجية من حيث خصائص الصرف المائي وتكوين الترسبات والأشكال التضاريسية في المنطقة، فهما يعدان مؤشرا على نوع الصخور وكمية الترسبات.

خامساً: منهجية البحث

اعتمد هذه الدراسة على منهج التحليل للتعرف على الخصائص المورفومترية للحوضين من خلال إجراء القياسات وتطبيق المعادلات للمتغيرات المورفومترية بالاعتماد على البيانات التي وفرها إنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لإجراء التحليل المورفومتري بطريقة آلية وتلقائية، فضلاً عن تحليل بيانات المرئيات الفضائية الخاصة بالمنطقة لدراسة الحوضين ورسم مجراها الرئيس وشبكة التصريف المائية لهما، لغرض معرفة الخواص الجيومورفية لسطح الأرض التي تجري عليها الأنهار ونظمها ودورها في تشكيله، مع الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية (مقياس ١/١٠٠٠٠٠)، والخريطة الهيدرولوجية للعراق (مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠) لعام (٢٠١٣)، والخريطة الإدارية للعراق لعام (١٩٨٧) (مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠) والخريطة الهيدرولوجية لمحافظة واسط (مقياس ١/٥٠٠٠٠٠) لعام (٢٠١٣)، والمرئية الفضائية للمكوك الفضائي انديفور والمرئية الرادارية (DEM) بدقة (٩٠ م) لعام (٢٠٠٠) واستخدام برامج (RockWorks16) و (PCI Geomatica 2016) و (Erdas 2016) في تحليل المرئيات الفضائية، وإنشاء أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ومن ثم استخدام

برنامج (Arcmap10.6) في تهيأت خرائط شبكات التصريف، وتعيين رتبة المجاري المائية واستخدام برنامج الإكسل في الوصول إلى نتائج المعادلات المورفومترية، بعد إجراء الحسابات ببرنامج (10.6 Arc Map).

١ - جيولوجية منطقة الدراسة

تقع منطقة شرقي واسط تكتونياً ضمن منطقة الرصيف غير المستقر للصفحة العربية النوبية ونطاقين تركيبيين هما الجزء الشرقي من وسط نطاق ما بين النهرين والجزء الجنوبي الغربي من نطاق أقدام الجبال ويمثل هذان النطاقان الوحدات الخارجية والمركزية من الرصيف غير المستقر للصفحة، وقد اتصف الجزء الأول من المنطقة بالطيات المحدبة من جهة الشرق والشمال الشرقي، وهي ذات طيات عميقة في جبال زاكروس، لذلك يكون تأثير الوضع التكتوني على هذا الجزء هو استمرار التغير الذي انعكس على أكثر الترسبات في هذه المنطقة^(٣)، أما تركيبياً فأن موقع المنطقة يشير إلى تأثرها بالحركات التكتونية الإقليمية المتأخرة البانية للجبال التي تسببت في حدوث أثراً في محور القاعدة تمثل بهيأة صدوع وفوالق تمتد باتجاهات مختلفة.

أما التتابع الطباقى المكتشف في المنطقة فيتكون من ترسبات الزمنين الجيولوجيين (الثلاثي والرباعي)، حيث يبدأ التتابع بترسبات عصر الميوسين الأسفل وينتهي بترسبات الهولوسين . تتركز ترسبات الزمن الثلاثي في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من المنطقة وتتراوح أعمارها بين الميوسين الأسفل والبلايوسين والمتمثلة بتكوينات جيولوجية تترتب من الأقدم (الأسفل) إلى الأحدث (الأعلى) فتشمل تكوينات (الفرات والفتحة وإنجانة والمقدادية وباي حسن) تغلب عليها الحجر الجيري والطفل والأحجار الجيرية الدولوماتية بسمك (٥٠ م) لتكوين الفرات، وطبقات سمكية من الجبس المتعاقبة مع المارل الأخضر والحجر الطيني بسمك (٢٣٧ م) مترسبة في أحواض مغلقة عالية الملوحة ضمن تكوين الفتحة، وترسب الصخور الطينية الحمراء - البنية مع الطفل الأخضر والحجر الغريني والرمل وطبقات قليلة السمك من الحجر الجيري بسمك (٧٠٠م) ضمن تكوين إنجانة^(٤)، أما تكوين المقدادية فيتألف من تعاقب الطفل والحجر الرملي الحاوي على مستويات متعددة من الحصى في القاعدة والحجر الطيني في الأعلى، وتتكون ترسباته من الرمل، والغرين، والطين الغريني، تتدرج في حجمها من حجم الغرين إلى حجم الحصى وبشكل عام فإن الحجم الحبيبي يزداد باتجاه الأعلى، إذ تكون خشنة ضمن المناطق القريبة من المراوح الغرينية، ثم تصبح ناعمة نحو أسفل المنحدرات^(٥). ينكشف هذا التكوين على شكل نطاقين يفصل بينهما نهر كلال بدرة أحدهما شمال نهر

الكلال، وبمساحة محدودة والأخر جنوب نهر الكلال عند الحدود العراقية الإيرانية بشكل نتوء بارز إلى الخارج. سمك التكوين يتراوح ما بين (٣٠٠ - ١٢٠٠) م، بيئة ترسيبه قارية (نهرية)^(٦). أما تكوين باي حسن فإنه يتكون من طبقتين نتيجة التعرية النهرية، الطبقة السفلى تضم طبقات من الرصيص أما الطبقات العليا تضم طبقات طينية انعكست على طوبوغرافية السطح، أما بيئة الترسيب فهي قارية (نهرية)، وينتشر هذا التكوين بمساحات واسعة في أحواض الوديان في المنطقة^(٧).

أما ترسبات الزمن الرباعي فإن لها أهمية اقتصادية كبيرة جداً، فهي مصدر للحصى والرمل والأطيان، فهي تمثل القاعدة التي تبنى عليها المنشآت الهندسية المختلفة، كما تعد الحاضن الكبير للتجمعات المائية تحت السطحية، وهي تنتشر بشكل كبير في جميع أجزاء المنطقة وتنقسم على قسمين هما:

أ- ترسبات البلايستوسين: التي تشمل ترسبات الانسياب السطحي المتكونة من الرمل والغرين والطين الغريني والتي تكون في الغالب متعاقبة الترسيب، وتنتشر بشكل واسع في المنطقة، ولاسيما إلى الجنوب من ترسبات الدالات المروحية، وعلى جانبي النهرين الحدوديين كلال بدرة والجباب وشمال منخفض الشويجة، وترسبات الدالات المروحية التي كونتها أنهار المنطقة (كلال بدرة والجباب) وهي تأخذ شكلاً شريطياً على امتداد أقدام التلال لجبل حميرين عند الحافة الشمالية الشرقية (تلال حميرين) لتكون شريط (البجادا). تتواجد هذه الرواسب عادة بفعل مزدوج تعاون عليه كل من الغسل السطحي والجاذبية، فهي ترسبات نقلتها الأنهار الحدودية والوديان القادمة من الجهات الشرقية للمنطقة وذلك خلال المدد المطيرة في زمن البلايستوسين، بفعل التعرية الشديدة التي تعرضت لها الجهات الشرقية (تلال حميرين) خلال ذلك العصر. أما سمكها فيتراوح ما بين (٥ - ٨ م)، وتتألف طبقات ترسباتها من الحصى والرمل والغرين والطين ويعد الحصى المكون الرئيس في الأجزاء الواقعة عند قمة المراوح الغرينية، تغطي ترسبات المروحة الغرينية بـ (الجبريت) الذي يكون على هيئة كتل قد يصل سمكها بحدود (٢) م^(٨).

ب- ترسبات الهولوسين: عصر الهولوسين يمثل عصر الانحسار (انحسار الجليد) أو يمثل (عصر الجفاف) وترسباته تمثل الترسيبات الحديثة السطحية لحوض السهل الرسوبي، وهي تشتمل على الترسيبات (النهرية، والبحيرية، والريحية، والترسبات العائدة لفعل الإنسان)، إذ نشطت خلال هذا العصر عوامل التعرية المائية والهوائية وانخفض معدل الترسيب^(٩).

٢ - التحليل المورفومتري لحوضي كلال بدره والجباب

تُمثل أحواض التصريف جميع الأراضي المحيطة بالنهر أو الوادي والتي تزودهما بالمياه من خلال الجريان السطحي أو الجوفي، وتظهر في الخرائط الطبوغرافية بأشكال مختلفة كالدائري والبيضوي والمستطيل والمخروطي أو الكمثري^(١٠). إذ تتساب المياه السطحية لهذه الأراضي من جميع الاتجاهات المرتفعة المحيطة بها باتجاه المجرى الرئيس، الذي لا يشترط تطوره إلى نهر دائم، بل ربما يبقى على شكل مجرى مائي مؤقت أو فصلي بحسب الظروف الهيدرولوجية السائدة في حوض التصريف^(١١). تعد شبكة الوديان أهم المظاهر الجيومورفولوجية في المنطقة، وتمثل كذلك أبرز نواتج التعرية المائية، وللتحليل المورفومتري لأحواض التصريف دور أساسي في الدراسة الجيومورفولوجية . ويدل تشابه أحواض المنطقة في أبعادها وخصائصها المورفومترية على التشابه في خصائصها الجيولوجية والمناخية، ونشأتها وعوامل تشكيلها وتطورها .

٢-١ الخصائص المساحية

وهي تُمثل دراسة المساحة الإجمالية لأحواض التصريف وأبعادها (الطول و ومتوسط العرض والمحيط) مما يدل على الخصائص الحجمية لهذه الأحواض، وتشكل دراسة الخصائص المساحية أهمية كبيرة لارتباطها الوثيق بخصائص الجريان المائي وحجم التصريف المائي، وكمية التعرية والترسيب والمواد المنقولة، تتفاوت أحواض التصريف في مساحتها تبعاً للظروف البيئية (الوضع الجيولوجي والتكتوني، المناخ، التضاريس، نوع التربة، النبات الطبيعي، وعامل الزمن)^(١٢). تؤثر هذه الظروف في نشاط عمليات التعرية المائية المسؤولة عن توسع الحوض وزيادة مساحته بسبب التعرية التراجعية وعمليات الأسر النهري للأودية، وتشمل الخصائص المساحية ما يأتي :

٢-١-١ مساحة أحواض التصريف

تشكل مساحة الحوض النهري أهمية كبيرة بوصفها متغيراً مورفومترياً له تأثيره على حجم التصريف المائي داخل الحوض والرواسب، فهناك علاقة طردية تجمع بين المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي في شبكة التصريف النهري والرواسب المنقولة . ومن خلال الجدول (١) يُلاحظ تفاوت المساحة الإجمالية لأحواض الدراسة، إذ بلغت المساحة الإجمالية لحوض كلال بدره (٢٩٤٣,٥ كم^٢)، ومساحة نهر الجباب (١٥٥٧,٨ كم^٢)، يعود هذا التباين للمساحة في الدرجة الأولى إلى تأثير خطوط البنية الجيولوجية وطبيعة الصخور، فضلاً عن المدة الزمنية التي قطعها أحواض التصريف من دورتها الجيومورفولوجية، كما تباينت تبعاً لذلك نسبة المساحة، فكان لمساحة حوض

كلال بدرة النسبة الأكبر إذ شكلت (٦٥%) من المجموع الكلي للمساحة، في حين شكل نسبة مساحة حوض نهر الجباب (٣٥%) وهذا التباين في المساحة الإجمالية لكل حوض والنسبة التي يشكلها يدل على التباين في كمية الأمطار التي يتسلمها كل حوض ومن ثم كمية الجريان وحجم التعرية والنواتج الرسوبي مما يتبع ذلك تبايناً في حجم الترسبات المعدنية لكل نهر.

٢-١-٢ محيط أحواض التصريف

هو طول خط تقسيم المياه بين أحواض التصريف، إذ يُمثل الحدود الخارجية للحوض وهو كمتغير مورفومتري يرتبط بالعديد من الخصائص المورفومترية الأخرى مثل شكل الحوض واستطالته واستدارته^(١٣). ومن خلال هذا المعامل يمكن معرفة اتساع الحوض، فهناك علاقة طردية بين محيط الحوض ومساحته وتطوره الجيومورفولوجي، ويُلاحظ في الجدول (١)، أن محيط كلال بدرة بلغ (٤١٩.٣ كم)، بذلك يزيد على محيط نهر الجباب الذي بلغ (٣٢٢ كم)، وهذا يدل على زيادة حجم الرواسب المعدنية التي يأتي بها نهر كلال بدرة مقارنةً بنهر الجباب.

٢-١-٣ طول أحواض التصريف

يُمثل المسافة بين محور الحوض المقاسة من منطقة المنبع إلى المصب، تتباين أطوال الأحواض تبعاً لدرجه الانحدار وشده التضرس فهناك علاقة عكسية بينهما، إذ له ارتباطات عديدة مع الخصائص القياسية الأخرى، لما له علاقة بحوض التصريف^(١٤). ويظهر في الجدول (١)، أن طول كلال بدرة بلغ (١٦٨.٨ كم)، أما طول نهر الجباب فقد بلغ (١٤٧.٣ كم)، إن لطول الأحواض تأثير على زمن التركيز في الحوض، إذ إن المياه التي يستلمها الحوض من التساقط المطري تتطلب وقتاً طويلاً للوصول إلى نقطة المصب وبالتالي فإنها ستصل قليلة وضعيفة، لضياح جزء منها بالتبخر والتسرب، مما يُوفر ذلك فرصة كبيرة لتغذية الخزان الجوفي في الحوض ويُشير إلى أن احتمال حدوث الفيضان قليل، وإن فرصة عملية الترسيب للمواد الأرضية المفتتة المنقولة تكون أكبر وهذا ما يشهده حوضي كلال بدرة والجباب.

الجدول (١) الخصائص المساحية لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب

ت	الحوض	المساحة (كم ^٢)	نسبة المساحة (%)	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المحيط (كم)
١	كلال بدرة	٢٩٤٣.٥	٦٥	٥٣.٤	١٦٨.٨	٤١٩.٣
٢	نهر الجباب	١٥٥٧.٨	٣٥	٣٧.٧	١٤٧.٣	٣٢٢
	المجموع	٤٥٠١.٣	١٠٠	٩١.١	٣١٦.١	٧٤١.٣

المصدر: باعتماد برنامج Arc Map10.6 وبيانات الارتفاع الرقمي DEM والمعادلات الحسابية.

٢-١-٤ عرض أحواض التصريف

بحسب الجدول (١) بلغ متوسط عرض حوضي كلال بدرة والجباب (٥٣.٤ - ٣٧.٧ كم) على

التوالي.

٢-٢ الخصائص الشكلية للأحواض

تعد من الدراسات المورفومترية المهمة لما لها من دلالات هيدرولوجية وجيومورفولوجية، إذ يمثل شكل الحوض انعكاس للظروف الجيومورفولوجية والهيدرولوجية المؤثرة في صياغته بنمط معين، فشكل الحوض هو خلاصة لكل مراحل التطور الجيومورفولوجية التي صاغت صورته الحالية لتمييزه بشكل محدد يعطي الانطباع النهائي عن مدى أهمية الحوض وتأثيره الكبير سواء في تحديد كمية التغذية المائية التي تجهز المجرى الرئيس بالماء، أي الصرف المائي وتحكمها في ذروة التصريف ومدد التكوّن^(*)(١٥). أو في العوامل والعمليات الجيومورفية المختلفة، كقياس معدلات التعرية المائية وتأثيرها على الأشكال الأرضية الناتجة والرواسب، وتقارن أشكال الأحواض المائية عادةً بأشكال هندسية كالشكل الدائري والمثلث والمستطيل .

٢-٢-١ معامل شكل الحوض

يصف هذا المعامل مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض من منطقة المنع وحتى بيئة المصب، إذ تبين مدى اقتراب شكل الحوض أو ابتعاده عن الشكل المثلث، وكلما انخفضت القيم دلّ ذلك على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث وبالعكس، إذ تتراوح القيم ما بين (٠ - ١)،

$$F = \frac{A(Km^2)}{L^2(Km)} \quad (١٦).$$

إذ إن F تمثل معامل شكل الحوض وهو خالي من الوحدات، A تمثل مساحة الحوض المائي/ كم^٢، أما L^2 فهي تمثل مربع طول الحوض/ كم، ومن خلال الجدول (٢) يُلاحظ أن معامل الشكل لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب بلغت (٠.١ - ٠.٧) على التوالي وهي نسب منخفضة تشير إلى اقتراب شكل الحوضين من الشكل المثلث، ويعود ذلك إلى طبيعة الصخور والتكوينات الجيولوجية

غير المتجانسة وسيادة البنية التركيبية كالشقوق والفواصل، والتصدع والطّي والانحدار، التي عملت على اقترابهما من الشكل الثلاثي، الذي يمثل بصورة عامة تصنيفاً مائياً أكثر انتظاماً في توزيعه الزمنيّ وتصيح قمة الفيضان أقل حدة قياساً بالأحواض المستديرة، لأن الجريان السطحي للمياه في الأحواض المثلثة الشكل يستغرق مدة أطول لتصريف مياه موجة الفيضان والوصول إلى نقطة المصب، وما تتعرض له إثناء ذلك من تبخر أو تسرب للمياه وهذا يساعد على تغذية الخزان الجوفي، وتقليل سرعة وصول موجة الفيضان وزيادة معدلات الترسيب للنواقل.

٢-٢-٢ استطالة الحوض

تمثل النسبة بين قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض إلى أقصى طول للحوض، ويظهر هذا المعامل مدى اقتراب الحوض أو ابتعاده عن الشكل المستطيل، بنسبة تتراوح بين (الصفر - ١)، وكلما كانت النسبة أقل من الواحد الصحيح دلّ ذلك على استطالة الحوض واقترابه من الشكل المستطيل، وبعكسه يدل على اقتراب الحوض من الشكل المستدير وابتعاده عن الشكل المستطيل،

$$R = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L} \quad \text{:- (١٧) العلاقة الأتية}$$

ومن خلال تحليل الجدول (٢) نجد أن نسبة الاستطالة بلغت (٠.٣ - ٠.٤) لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب، وهي نسب منخفضة أقل من الواحد الصحيح لكلاهما مما يشير إلى اقترابهما من الشكل المستطيل، وهو يفسر لنا طول المجرى المائي لهما، وتباطؤ وصول موجات الفيضان إلى المصب أثناء سقوط الأمطار فضلاً عن تأثير هذا الشكل في زيادة الفاقد من المياه بسبب عمليتي التبخر والترشيح ولاسيما عند ارتفاع درجات الحرارة صيفاً، كما يفسر سبب ارتفاع معدلات الترسيب للنواقل لكلا الحوضين.

٢-٢-٣ استدارة الحوض (نسبة تماسك المساحة)

يدل مؤشر الاستدارة على مدى اقتراب شكل حوض التصريف من الشكل الدائري المنتظم، من خلال قسمة مساحة الحوض بوحدة مساحية مربعة على مساحة دائرة لها محيط الحوض نفسه (١٨). ويشير ارتفاع القيم باتجاه الواحد الصحيح إلى اقتراب الحوض من الشكل الدائري وعكس ذلك يشير إلى عدم الانتظام في شكله واستطالته، وزيادة تعرج خط تقسيم المياه الذي يحده، مما يؤثر في أطوال الأودية ولاسيما روافد الرتب الدنيا القريبة من خطوط تقسيم المياه، ويظهر في الجدول (٢) أن نسبة

استدارة حوضي كلال بدرة ونهر الجباب بلغت (٠.٠٥ - ٠.٠٤) وهي قيم منخفضة مما يعني ابتعاده عن الشكل المستدير وبالتالي زيادة معدلات الترسيب للمواد المفتتة والمنقولة لكلا الحوضين .

٢-٢-٤ نسبة تماسك المحيط (معامل الاندماج)

يُعد مقياساً آخر لمعرفة شكل الحوض إذا كان دائري أو يميل إلى الاستطالة، فإذا كانت النتيجة أكبر من الواحد الصحيح فإن ذلك يدل على قيمة تماسك المحيط وابتعاد الحوض عن الشكل الدائري واقتربه إلى الاستطالة، إذ تستخدم العلاقة الآتية ^(١٧):- $\frac{1}{\sqrt{ACR}}$

إذ تمثل (ACR) نسبة تماسك المساحة (الاستدارة) = (CCR) نسبة تماسك المحيط ومن خلال الجدول (٢) يُلاحظ أن نسبة تماسك المحيط بلغت (٤.٥ - ٥) لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب على التوالي وكلا النتيجتين أكبر من الواحد الصحيح مما يدل على اقترابهما من الاستطالة، أي قوة الترابط بين أجزاء الحوض وتخرج خطوط تقسيم المياه لكون الحوض يمر بمرحلة النضج المبكر وايضاً ارتفاع معدلات عمليات التعرية والترسيب داخل حوضي كلال بدرة والجباب مما يزيد من كمية الرواسب المعدنية والمواد الأخرية المحمولة بوساطتهما .

٢-٢-٥ معدل انبعاج الحوض

يشير معامل الانبعاج إلى العلاقة بين مربع طول حوض التصريف وأربعة أمثال مساحة الحوض، تدل نسبته المرتفعة على زيادة نسبة الاستطالة للحوض، وإن التعرية الرأسية تجري بمعدلات أكبر من التعرية الجانبية، أما القيم المنخفضة لمعامل الانبعاج فتشير إلى زيادة التقلطح في شكل الحوض مما يؤدي إلى زيادة أعداد وأطوال المجاري المائية في الرتب الدنيا مع زيادة معدلات الحث الجانبي والرأسي على حدٍ سواء وبالتالي زيادة الترسبات المنقولة، ويُلاحظ في الجدول (٢) والشكل (٢) أن معامل الانبعاج لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب بلغ (٣.٨ - ٣.٧)، على التوالي ، وهما يميلان إلى النحت الرأسى بمعدل أكبر من الجانبي وزيادة الانبعاج، وإن كمية المواد والترسبات الاقتصادية الناتجة عنها كبيرة ولاسيما كمية الجلاميد والحصى والرمل .

الجدول (٢) الخصائص الشكلية لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب

اسم الحوض	معامل الشكل	استطالة الحوض	استدارة الحوض	معامل الانبعاج	نسبة تماسك المحيط
كلال بدرة	٠.١	٠.٤	٠.٠٥	٣.٨	٤.٥
نهر الجباب	٠.٧	٠.٣	٠.٠٤	٣.٧	٥

المصدر: باعتماد برنامج Arc Map10.6 وبيانات الارتفاع الرقمي DEM.

٢-٣ الخصائص التضاريسية للأحواض

لدراسة تضررس الأحواض المائية جوانب مهمة، إذ إنه يُمثل انعكاساً لزيادة فعاليات ونشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض ضمن حدود الحوض، فهناك علاقة طردية بين مدى تضررس الحوض وشدة فعل عوامل التعرية، وفي الوقت نفسه تعد انعكاساً للبنية الجيولوجية وطبيعة الصخور وخصائصها البنيوية والنيولوجية (الصخرية)، كما تشير إلى حجم الرواسب المنقولة، وطبيعة الأشكال الأرضية المرتبطة بهذه الخصائص وأشكال السفوح وطبيعة المنحدرات كما تحدد مكامن الأخطار الجيومورفولوجية فيها، ومن ثم معرفة الأماكن والمواقع الملائمة لممارسة الأنشطة البشرية المتنوعة . ومن أهم معاملات خصائص الحوض التضاريسية ما يأتي (٢٠):

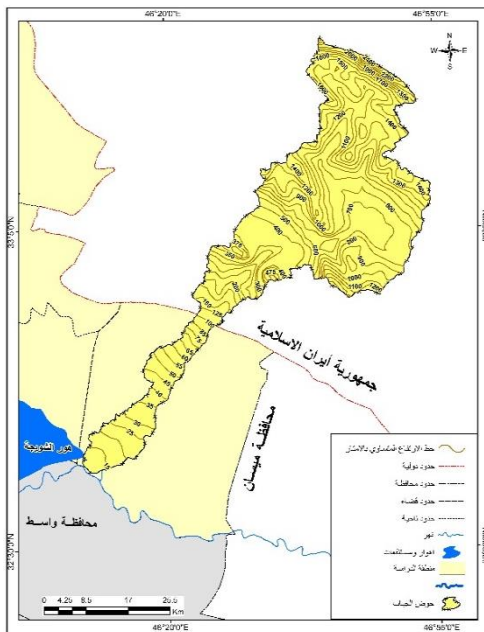
٢-٣-١ نسبة التضررس (درجة الانحدار)

من المقاييس المهمة لمعرفة طبوغرافية أحواض التصريف، وقياس معدل انحدار الحوض، ويقصد بها الفرق بين أعلى نقطة وأخفض نقطة على خطوط الكنتور في الحوض الواحد مقسومة على طول الحوض الخريطتين (١) و (٢)، وتعد مؤشراً في تخمين حجم الرواسب المنقولة ونوعها، إذ تزداد نسبتها مع زيادة نسبة التضررس، كما تساهم في التأثير بسرعة وصول موجة الفيضان، مما يزيد في دلالة خطره الذي يزيد بزيادة الرواسب المنقولة، وقد يستمر التضررس في الامتداد لمسافات بعيدة عن الحوض مما يسهم بعد ذلك بتكوين أشكال أرضية مهمة منها المراح الفيزية الغنية التي تعد مصدراً للترسبات المعدنية في المنطقة، كما إن لهذه الخاصية أهمية في إعطاء صورة عن تضاريس حوض الصرف المائي، مثل الاختلاف في الارتفاع ما بين منطقتي المنبع والمصب وانعكاس ذلك التباين على قابلية المجرى المائي في انجاز العمليات الجيومورفولوجية المتمثلة بالتعرية عند أعلى الحوض وعمليات الترسيب في منطقة المصب . ومن خلال الجدول (٣) يُلاحظ أن نسبة تضررس حوضي كلال بدرة ونهر الجباب بلغت (١٢.٩٧-١٦.١٩ م/كم) على التوالي، وتشير القيم المرتفعة إلى وجود نشاط تكتوني كبير أدى إلى رفع منطقة الحوض، ولاسيما منطقة المنابع، كما يشير إلى عدم التجانس في التكوينات الصخرية وتداخلها وقابليتها على التعرية المختلفة، كما نستدل على أن المنطقة لا تزال في دورة مبكرة للتعرية، مما جعل المجاري المائية قابلة على القيام بعمل التعرية والحت والنقل للرواسب المختلفة الأحجام (كالطين والرمل والحصى والجلاميد) والتي تُثقل إلى مصب المجرى.

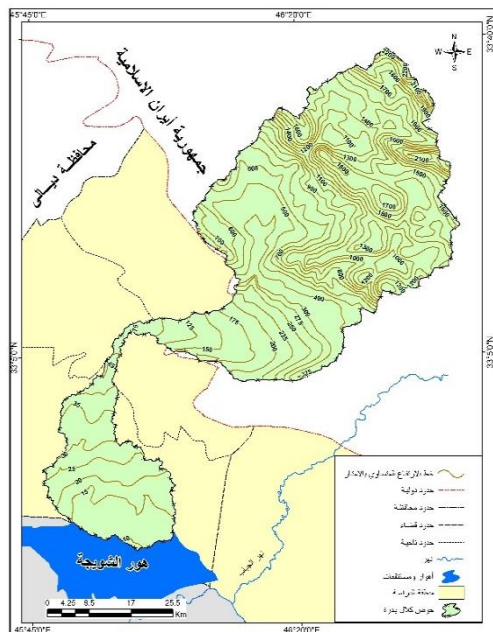
٢-٣-٢ التضاريس النسبية

تعد التضاريس النسبية مقياساً آخر لقياس شدة التضرس، وتشير قيمة التضاريس النسبية إلى شدة انحدارات سطح الحوض، أي إنها تمثل العلاقة بين قيمة التضاريس النسبية ومحيط الحوض، والتي تُظهر العلاقة العكسية بينهما وبين قابلية المجاري المائية على تعرية المناطق المرتفعة من الحوض وقابلية الصخور على التعرية عند تشابه الظروف المناخية . وقد بلغت قيمة التضاريس النسبية لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب (٥.٢ - ٧.٤ م/كم)، على التوالي، وهي قيم مرتفعة مما يدل على الانحدار القوي وتقوق الحت الرأسي على الجانبي وارتفاع كمية الرواسب و معدلات عملية الترسيب في المناطق الخفيفة الانحدار ينظر الجدول (٣) .

خريطة (٢) خطوط الكنتور (الكفاف) لحوض نهر



خريطة (١) خطوط الكنتور (الكفاف) لحوض



المصدر : بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي DEM والخرائط (الطبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ والهيدروجيولوجية للعراق مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٣، الهيدروجيولوجية لمحافظة واسط مقياس ١/٥٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٣)، ومخرجات برنامج (Arc Map GIS10.6) .

٢-٣-٣ قيمة الوعورة

وهي مؤشر يدل على مدى تضرر الحوض المائي ومدى انحدار المجاري المائية فيه، وارتفاع قيم الوعورة دليل جيد على إن المسيلات المائية تقوم بعمليات الحت والنقل للمواد المفتتة من المناطق العليا للحوض إلى منطقة المصب، وتقاس بالاعتماد على الكثافة الصرفية الطولية للحوض مما يدل على درجة تقطع السطح بالمجاري المائية، التي تتناسب معها ومع حجم الجريان والرواسب طردياً. يظهر من خلال الجدول (٣) أن قيمة الوعورة لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب مرتفعة إذ بلغت (١.٣-١.٤) على التوالي، مما يدل على أنهما في مرحلة النضج المبكر وإن عمليات التعرية والنقل تجري بشكل كبير، مما يتفق ذلك مع مدلولات المؤشر السابق الذي يشير أيضاً إلى ارتفاع معدلات الترسيب للنواقل.

٢-٣-٤ التكامل الهيسومتري

يدل هذا المؤشر على العلاقة بين مساحة الحوض وما يتضمنه من تضاريس، ويشير إلى المرحلة الحتية التي وصل إليها الحوض، وكمية المواد الخشنة التي لاتزال تنتظر دورها في عملية الحت، إذ يعد مقياس ارتفاع محلي يصف مورفولوجية الحوض النهري في الوقت الحاضر، والذي تتناقص قيمته مع استمرار نشاط وتقدم الدورة الحتية. ومن خلال الجدول (٣) نجد أن قيم التكامل الهيسومتري لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب كانت (١.٣-٠.٧ كم^٢/م)، وهي نسباً منخفضة مما يدل على صغر المساحة، والمدى التضاريسي عالي لأحواض التصريف، وهذا ينعكس على سرعة تدفق السيول وزيادة كمية الترسبات ومنها الترسبات ذات الفائدة الاقتصادية المنقولة في مجاري الوديان، مما يشكل خطراً على المناطق المحيطة بالأودية خلال موسم العواصف المطرية وموجات الفيضان والسيول.

الجدول (٣) الخصائص التضاريسية للأحواض

الحوض	أعلى نقطة (م)	أدنى نقطة (م)	تضاريس الحوض (م)	نسبة التضرر (م/كم)	التضاريس النسبية (م/كم)	درجة الوعورة	التكامل الهيسومتري (كم ^٢ /م)
كلال بدرة	٢٢٠٠	١٠	٢١٩٠	١٢.٩٧	٥.٢	١.٣	١.٣
نهر الجباب	٢٤٠٠	١٥	٢٣٨٥	١٦.١٩	٧.٤	١.٤	٠.٧

المصدر : باعتماد برنامج Arc Map10.6 وبرنامج الأكل والمعادلات الحسابية

٢-٤ التحليل المورفومتري لشبكة أحواض التصريف في منطقة البحث ٢-٤-١ المراتب النهرية

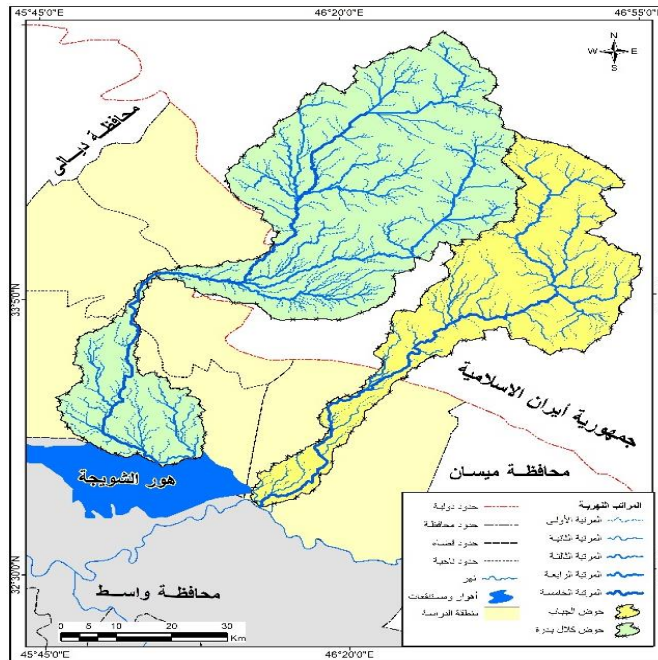
المقصود بها التدرج الرقمي لمجموعة الروافد والفروع (المسيلات والجداول) سواءً أكانت دائمة الجريان أم منقطعة (موسمية) والتي تشكل بمجموعها شبكة الصرف للوادي الرئيس، وهي تتباين من حوض لآخر وفقاً لحجم الحوض واتساعه، ويتأثير العوامل الطبيعية ولاسيما التباين الصخري الذي يكون تأثيره مباشر على الشبكة المائية من خلال صلابة الصخور وقابليتها على الحث المائي فضلاً عن تأثير عامل التساقط المطري ودوره الفعال في تطور المراتب النهرية^(٢١). وتم اعتماد طريقة ستالر في تصنيف المراتب النهرية لأحواض منطقة الدراسة لسهولة ووضوحها في تصنيف المراتب، وبحسب الجدول (٤) بلغ عدد المراتب لكل من حوض كلال بدرة ونهر الجباب (٥ مراتب) تتفاوت بالعدد والطول، الخريطة (٣). أما أعداد المجاري المائية فقد تباينت لكل حوض من هذه الأحواض وبحسب كل رتبة، وعلى وفق قانون هورتون الذي يؤكد تناقص أعداد المجاري المائية كلما ازدادت مراتبها وهذا ما انطبق على حوضي المنطقة، فمن خلال معطيات الجدول (٤) يلاحظ أن مجموع أعداد مجاري حوض كلال بدرة بلغ (٥٥١) مجرى مائي، وقد تباينت مراتبه الخمسة في أعداد مجاريها، إذ بلغ أعداد أودية مرتبته الأولى (٤٢٤ وادياً) ونسبة (٧٧%)، أما المرتبة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة فقد بلغ عدد أوديتها (٩٦، ٢٤، ٦، ١) وبنسب بلغت (١٧.٤، ٤.٤، ١.١، ٠.٢ %). على التوالي، أما حوض نهر الجباب فقد بلغ مجموع أعداد مجاري مراتبه الخمسة (٢٨٨ وادياً)، تباين توزيعها على هذه المراتب بالشكل الآتي (٢٢٧، ٤٩، ٩، ٢، ١) للمرتبة الأولى، والثانية، والثالثة، والرابعة، والخامسة على التوالي، وبنسب بلغت (٧٨.٨٢، ١٧.٠١، ٣.١٢، ٠.٧١، ٠.٣٤ %) نسبة أودية كل رتبة على التوالي، يرجع سبب وجود الأعداد الكبيرة للمجاري المائية (الأخاديد) في المنطقة إلى قلة الغطاء النباتي في أحواض المناطق الجافة، ومن ثم ضعف أو انعدام دور جذور النباتات في إعاقة عمليات النحت مما يجعل منطقة الحوض عرضة لتكون المجاري عقب سقوط الأمطار والتي تتميز في المناطق الجافة بأنها وإن كانت قليلة إلا إنها تسقط بكميات كبيرة جداً وقوية وهذا يزيد قدراتها على النحت، فضلاً عن دور الصدوع والانكسارات التي تزيد من النحت التراجعي والجاني مما يؤدي إلى زيادة في مساحة الأحواض المائية، وبالتالي تزيد من كميات الرواسب في المنطقة ولاسيما التي تتخلل في الصناعات الإنشائية مما ساعد على جعلها مناطق ذات مردود اقتصادي كبير ومهم، وتؤثر المراتب النهرية على حجم التصريف المائي بحسب أعداد المراتب، إذ

إن وجود عدد كبير من الروافد من الرتبة الأولى والثانية بالقرب من خط تقسيم المياه في منطقة المنبع، يعمل على زيادة القدرة الاستيعابية لكميات أكبر من الأمطار الساقطة، وانتظام جريان المياه فيها، مما جعل هذه المراتب ترفد المجرى الرئيس بكمية كبيرة من المياه خلال موسم التساقط، ساعدها في ذلك طبيعة مجراها المتسم بشدة الانحدار الذي يؤثر بدوره على حجم وسرعة الجريان، وتقليل التسرب والتبخر، وبالتالي سرعة وصول الجريان إلى مراتب أدنى .

٢-٤-٢ نسبة التشعب(**)

تعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة لشبكة الصرف، كونها من العناصر المتحكم بمعدل التصريف المائي، وهي تصف مدى الاختصار أو الاندماج الذي تصل اليه الأفنية المائية، خلال تطورها أو زيادة مراتبها النهرية، وكلما قلت نسبة التشعب ارتفعت دلالة خطر الفيضان؛ نتيجة سرعة وصول الموجات المائية من منطقة المنبع إلى منطقة المصب^(٢٢). وما يتبعها من عظم الرواسب المنقولة، وهذا ما اتسمت به الأحواض المدروسة مما أدى ذلك إلى تميز منطقة الدراسة بكميات الرواسب الكبيرة وتنوعها بما فيها الرواسب المستغلة بالجانب الاقتصادي، ومن الجدول (٤) نلاحظ أن قيم نسبة التشعب تتباين بين الحوضين الرئيسيين إذ سجلت الرتب النهرية لحوض كلال بدرجة نسب التشعب (٤.٤، ٤، ٤، ٦) للمرتبة الأولى والثانية والثالثة والرابعة على التوالي، أما مراتب حوض نهر الجباب فسجلت وبالنمط نفسه للمراتب (٤.٦، ٥.٤، ٤.٥، ٢)، إذ يُلاحظ على قيم نسب التشعب لمراتب كلا الحوضين التدرج بالانخفاض مما يعني عظم حجم وكمية الرواسب المنقولة عبر الحوضين وتنوعها .

الخريطة (٣) المراتب النهرية لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب



المصدر : بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي DEM والخرائط (الطبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ والهيدروجيولوجية للعراق مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠/ لعام ٢٠١٣، الهيدروجيولوجية لمحافظة واسط مقياس ١:٥٠٠٠٠٠/ لعام ٢٠١٣)، ومخرجات برنامج (Arc Map GIS10.6).

٢-٤-٣ أطوال المجاري المائية

يقصد به مجموع أطوال المجاري التي تغذي كل رتبة من مراتب الحوض المائي على جدا، تتباين أطوال المجاري المائية بين مرتبة وأخرى لكل وادي من الأودية، وهناك علاقة طردية بين مساحة الأحواض وأطوال المجاري المائية، يتضح ذلك أكثر من خلال الجدول (٤)، إذ نجد أن مجموع أطوال المجاري المائية لجميع أودية حوض كلال بدرة بلغت (١٧٤٩.٤ كم)، استحوذت فيها الأحواض ذات المساحات الكبيرة على أغلب الأطوال، حيث استولت المرتبة الأولى على (٩٢٧ كم) وشكلت أطوال مجاريها نسبة (٥٣.٠ %) من نسبة أطوال مجاري جميع مراتب حوض كلال بدرة يليها بعد ذلك المرتبة الثانية ثم الثالثة ثم الرابعة ثم الخامسة بمجموع الأطوال (٣٤٧.٤، ٢١٤.٧، ١٢٤.٤، ١٣٥.٩ كم) وبنسب شكلت (١٩.٩، ١٢.٣، ٧.١، ٧.٨ %) من مجموع أطوال المجاري لكل المراتب على التوالي، وكان لحوض نهر الجباب النمط نفسه في الترتيب إذ بلغ مجموع أطوال

المجري المائية الكلية (٩٠٥.٤ كم)، استحوذت فيها الرتبة الأولى ذات مساحة الحوض الأكبر على أغلب هذه الأطوال إذ بلغ مجموع أطوالها (٤٣٧.٩ كم)، وشكلت النسبة الأكبر من مجموع أطوال المجري المائية لكل المراتب النهرية لحوض الجباب فبلغت (٤٨.٤ %)، وبلغت مجموع أطوال المجري المائية لباقي المراتب (٢٤٩.١، ٨١.٢، ٣٦.٨، ١٠٠.٤ كم) للمرتبة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة على التوالي، وينسب (٢٧.٥، ٩.٠، ٤.١، ١١.١ %) على التوالي، نستنتج من خلال ذلك أن السيادة للمجري المنخفضة الرتب، وإن مجموع أطوال الوديان يقل كلما تطورت من رتبة دنيا إلى رتبة عليا، وسبب التناقص يعود إلى اتساع المساحة الحوضية، فضلاً عن أن مجري المرتبة الأولى تستغل تطورها مجري المرتبة الثالثة عن طريق الأسر النهرية وما يتبعه من عملية نحت تراجع على حساب منطقة تقسيم المياه . أما على مستوى الحوضين الرئيسيين فنجد أن حوض كلال بدرية تميز عن حوض نهر الجباب بمجموع أطوال المجري الأكبر وذلك بسبب مساحته الأكبر، وإن لطول المجري المائية علاقة طردية مع كمية الرواسب والمواد الأرضية التي يجلبها النهرين معهما خلال جريانها من منطقة المنبع إلى المصب ولاسيما المواد والترسبات الداخلة في الصناعات الإنشائية (كالطين والرمل والحصي).

الجدول (٤) خصائص شبكة التصريف النهري لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب

الحوض	المرتبة النهرية	اعداد المجاري لكل مرتبة	نسبة التشعب	النسبة % لكل مرتبة	مجموع اطوال المجاري لكل مرتبة	نسبة الطول	النسبة % لأطوال كل مرتبة
البحر	1	٤٢٤	٤.٤	٧٧,٠	٩٢٧	٠.٣٧	٥٣,٠
	2	٩٦	٤	١٧,٤	٣٤٧,٤	٠.٦	١٩,٩
	٣	٢٤	٤	٤.٤	٢١٤,٧	٠.٥٧	١٢,٣
	٤	٦	٦	١.١	١٢٤,٤	١	٧.١
	٥	١		٠.٢	١٣٥,٩		٧.٨
	المجموع	٥٥١	١٨.٤	١٠٠	١٧٤٩,٤		١٠٠
الحوض	المرتبة النهرية	اعداد المجاري لكل مرتبة	نسبة التشعب	النسبة % لكل مرتبة	مجموع اطوال المجاري لكل مرتبة	نسبة الطول	النسبة % لأطوال كل مرتبة
البحر	١	٢٢٧	٤.٦	٧٨.٨٢	٤٣٧,٩	٠.٥٦	٤٨.٤
	٢	٤٩	٥.٤	١٧.٠١	٢٤٩,١	٠.٣٢	٢٧.٥
	٣	٩	٤.٥	٣.١٢	٨١,٢	٠.٤٥	٩.٠
	٤	٢	٢	٠.٧١	٣٦,٨	٢.٧٢	٤.١
	٥	١		٠.٣٤	١٠٠,٤		١١.١
	المجموع	٢٨٨	١٦.٥	١٠٠	٩٠٥,٤		١٠٠

المصدر : بالاعتماد على برنامج Arc map10.6 وصورة فضائية لبيانات DEM.

٢-٤-٤ نسبة الطول

بين العالم هورتون أن هناك علاقة طردية بين طول المجرى النهري ومرتبته إلا إن هذه النسبة تتغير في بعض المجاري المائية بسبب ظروف وعوامل طبيعية على طول المجرى المائي حيث تؤثر بوضوح على نسبة الطول للمجاري المائية التي يمكن التوصل إليها من خلال المعادلة الآتية^(٢٣) :-

$$\text{نسبة الطول (ن ط)} = \frac{\text{مجموع طول المجاري المائية لمرتبة معينة (ط م)}}{\text{مجموع طول المجاري المائية لمرتبة أدنى (ط م - 1)}}$$

وقد كانت نتائج نسبة الطول للمجاري المائية لكلال بدرة كما يأتي (٠.٣٧، ٠.٦، ٠.٥٧، ١) للرتبة الأولى والثانية والثالثة والرابعة على التوالي أما نسبة طول المجاري لنهر الجباب وبالنمط نفسه فقد كانت (٠.٥٦، ٠.٣٢، ٠.٤٥، ٢.٧٢) كما في الجدول (٤)، وإن تأثير المجاري المائية لحوضي كلال بدرة والجباب على كمية النواقل والترسبات المعدنية يزداد مع زيادة نسبة الطول لكل منهما.

٢-٤-٥ نسبة النسيج الحوضي أو (الطبوغرافي)

تمثل هذه القيمة مدلولاً يظهر مدى تضرر سطح الحوض المائي وتقطعه بالمجاري المائية وكثافة الصرف فيها، فكلما تزلحمت خطوط شبكة الصرف، وازداد عدد الأودية، زاد اقترابها من بعضها البعض، دون الأخذ بأطوالها، دلّ ذلك على شدة تقطّعها، ومدى حجم معدلات التعرية في حوض الصرف. وذلك بتأثير مجموعة عوامل منها ما يتعلق بمقاومة الطبقات الصخرية على التعرية، ودرجة ميلها ونفاذيتها، ومنها ما يتعلق بالمناخ وكمية التساقط، وعوامل أخرى لها علاقة بكثافة الغطاء النباتي، بحسب العلاقة الآتية^(٢٤).

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{عدد الأودية}}{\text{محيط الحوض (كم)}}$$

وكما يُلاحظ في الجدول (٥) بلغ معدل النسيج الحوضي (١.٣ - ٠.٩ وادي/كم)، لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب، وبحسب تصنيف (Smith) (***)، يعد نسيج حوضي كلال بدرة ونهر الجباب نسيج خشن، وسبب ذلك يعود إلى طبيعة المكونات الصخرية الضعيفة المقاومة لعمليات التعرية المائية المتمثلة بالصخور الرملية والدولوماتية ذات النسجة الخشنة، مما يشير إلى زيادة كمية الترسبات من الصخور الرملية والجبسية والدولوماتية والحصوية التي يحملها كلا الحوضين.

٢-٤-٦ كثافة التصريف (***)

تعد كثافة التصريف النهري من السمات المورفومترية المهمة لتأثيرها على الوضع الهيدرولوجي للأنتهار من حيث معدلات التصريف وسرعة الجريان خلال سقوط الأمطار وموجات الفيضان، ويعد المناخ وشكل الأرض (طبوغرافية الحوض) وتركيب الطبقات الصخرية وطبيعة مقاومتها لعوامل التعرية مسؤولين بنسبة (٩٧%) عن الكثافة التصريفية، إذ تتناسب الكثافة التصريفية تناسباً طردياً مع الأمطار وعكسياً مع درجات الحرارة، كما إن كثافة الصرف تنخفض في التكوينات الحصوية والمتمثلة بتكويني (باي حسن والمقدادية) في منطقة الدراسة، أيضاً تنخفض في التكوينات الرملية التي تتيح فرص لسيادة عملية رشح كميات كبيرة من مياه الأمطار إلى داخل التربة بدلاً من الجريان، تليها بعد ذلك رواسب الزمن الرباعي، أما في التكوينات الطينية تزداد الكثافة لقلّة نفاذيتها وصلابة الصخور الكلسية ومقاومتها مما يؤدي إلى سيادة حجم الجريان السطحي على حساب معدل الرشح، كما يكون لغطاء التربة والنبات الطبيعي والاستعمالات الأخرى دوراً كبيراً في التأثير على كثافة التصريف النهري، وبشكل عام يكون للتصريف النهري دوراً كبيراً ومميزاً في نقل كميات كبيرة ومتنوعة من

الترسبات والصخور المعدنية المختلفة، إذ كلما زادت معدلات التصريف النهري كلما ارتفعت معها معدلات النحت والتعرية وقدرة النهر على حمل نواتج التعرية، مما يزيد من كمية الترسبات النهريّة .
أ - الكثافة الطولية (كثافة التصريف)

ترتبط الكثافة الطولية بدرجة كبيرة بالمناخ السائد، ولاسيما كمية التساقط التي يكون ارتباطها معها بشكل طردي بينما يكون عكسي مع درجة الحرارة، كما تتأثر الكثافة الطولية بطبيعة التكوينات الصخرية والانحدار، ومن خلال الجدولين (٥) و(٦) يظهر أن الكثافة الطولية بحسب معيار سترالهر لحوضيّ كلال بدرة ونهر الجباب منخفضة، إذ بلغت (٠.٥ كم/كم^٢) لحوض كلال بدرة و(٠.٦ كم/كم^٢) لحوض نهر الجباب، مما يشير إلى قصر أطوال شبكة التصريف قياساً لمساحة الأحواض، وهذا يعني زيادة معدلات الترسيب النهري لكلا الحوضين.

الجدول (٥) النسيج الحوضي والكثافة الطولية والعديّة ومعدل البقاء ومعامل الانعطاف لحوضيّ كلال بدرة ونهر الجباب

الحوض	النسيج الحوضي (كم)	الكثافة الطولية (كم/كم ^٢)	الكثافة العديّة (كم ^٢)	معدل البقاء (كم/كم ^٢)	الطول الحقيقي (كم)	الطول المثالي (كم)	معامل الانعطاف (كم)
كلال بدرة	١.٣	٠.٥	٠.٢	٥.٣	١٦٨.٨	١٠٩.٤	١.٥٤
نهر الجباب	٠.٩	٠.٦	٠.٢	١.٧	١٤٧.٣	١٠٠.١	١.٤٧

المصدر: بالاعتماد على برنامج Arc map10.6 والمعادلات الحسابية

الجدول (٦) معيار سترالر (١٩٧٥) للكثافة الطولية

كثافة التصريف الطولية	حدودها كم/كم ^٢
منخفضة	٣ - ٤
متوسطة	٤ - ١٢
عالية	١٣ فأكثر

المصدر: Strahal, Physical Geography, John Wiely and sons, United States of America, 1975, P.426 .

ب- الكثافة العددية (التكرار النهري)

تكمن أهمية استخراج هذه الكثافة في التعرف على عدة خصائص هيدرولوجية وجيومورفولوجية ، إذ تعكس مدى وفرة المجاري المائية لكل كيلومتر مربع ودورها في زيادة فعالية التعرية المائية، وشدة التقطع في الحوض، فضلاً عن التصريف، وهي تشير إلى تكرار المجاري النهرية بجميع رتبها على مساحة الحوض لكل كم^٢، وكما يظهر في الجدول (٥) أن التكرار النهري لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب وصل إلى (٠.٢) لكل كم^٢، يرجع هذا إلى الطبيعة الصخرية، والمناخ وعامل التضاريس إذ تنخفض كثافة الصرف العددية في الصخور الضعيفة المقاومة كالصخور الرملية والدولوماتية، مما يزيد من كمية ترسيبها وتراكمها في مجرى الحوضين.

٢-٤-٧ معدل بقاء المجري

يشير معدل بقاء المجري إلى متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة (كم) ضمن شبكة حوض التصريف، وهو يرتبط بالمرحلة الحتية، إذ مع تطور المرحلة الحتية، يزداد تباعد المجاري المائية تبعاً لانخفاض الكثافة الطولية، وتزداد معها مساحة تغذيتها، وتتقارب الأودية من بعضها البعض، بمساهمة الأمطار الساقطة على الصخور الضعيفة ذات القابلية على الحث بفعالية هذه العملية، أما عامل التضاريس وشدة الانحدار فيؤدي إلى سرعة الجريان السطحي على حساب معدل التسرب وزيادة شدة التعرية، ومن ثم انخفاض معدل بقاء المجري، يمكن إيجاد هذا المعدل من خلال العلاقة الآتية^(٢٥):-

$$\text{معدل البقاء للمجري المائي} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{مجموع طول المجاري (كم)}}$$

ومن خلال الجدول (٥) نجد أن معدل البقاء للمجري لحوضي كلال بدرة ونهر الجباب كانت (٥.٣ - ١.٧) وهي قيم منخفضة، مما يدل على إن كثافة التصريف واطئة، نتيجة لقلّة الأمطار شتاءً أو شدة معدلات التبخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة صيفاً، فضلاً عن ارتفاع نفاذية الصخور لتكوينات الفتحة وباي حسن والترسبات الحديثة التي تزيد من التسرب .

٢-٤-٨ معامل الانعطاف

وهو يمثل درجة انحراف (انعطاف) الوادي عن المجري المستقيم وشدة انثناءه ويمكن استخراجه

$$\text{من خلال المعادلة الآتية}^{(٢٦)} : \text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول الوادي الحقيقي (كم)}}{\text{طول الوادي المثالي (كم)}}$$

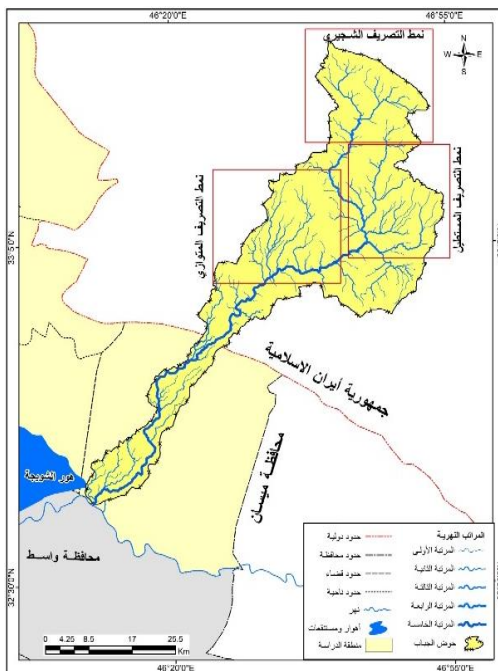
تكمُن أهمية هذا المؤشر في إمكانية معرفة المرحلة الجيومورفولوجية للوادي وقدرة الوادي على الإزاحة والحت الجانبي، فالوديان أو الأنهار تختلف في نسبة تعرجها وانعطافها فإذا كانت النسبة أقل من (١.١) يكون النهر أو الوادي مستقيماً، أما إذا كانت النسبة ما بين (١.١ - ١.٥) فعندها يكون المجرى المائي ملتوي، في حين يوصف الوادي أو النهر بأنه منعطف إذا كانت النسبة أكثر من (١.٥) ^(٢٧). وبحسب تطبيق معادلة معامل الانعطاف يكون مجرى كلال بكرة منعطفاً، أما مجرى نهر الجباب ملتوياً حيث بلغ معامل الانعطاف لكل منهما على التوالي (١.٥٤ - ١.٤٧)، الجدول (٥) .

٢-٤-٩ نمط التصريف النهري في منطقة الدراسة

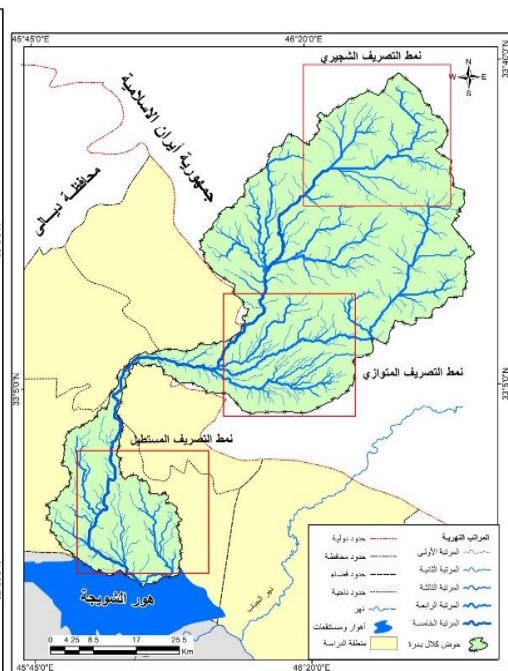
هو الشكل أو المظهر العام الذي تظهر عليه شبكة الصرف النهرية نتيجة اتصال روافد النهر بالنهر الرئيس أو ببعضها ^(٢٨). ويُمثل هذا المظهر النتيجة الحتمية لعلاقة طبيعية تربط بين طبيعة التكوين الصخري ونظام بنائها من جهة وبين مناخ الإقليم والتطور الجيومورفولوجي للمجاري النهرية عبر الزمن من جهة أخرى، ولأسيما التركيب الصخري الذي له دور كبير جداً في تكوين أنماط التصريف النهري التي تتوقف على مدى نفاذية الصخور للمياه، فالتركيب الصخرية المتجانسة سواءً أكانت صخور طينية أو نارية تساعد على تشكيل تصريف أشبه بأفرع الشجرة، يطلق عليه النمط الشجري الذي ينشأ فوق الصخور الرسوبية المتطابقة أفقياً والمقاومة للتعرية وذات مسامية ونفاذية عالية، ويعد هذا النمط الأكثر انتشاراً في كلا الحوضين (كلال بكرة ونهر الجباب)، ويتمثل في الأجزاء العليا لهما، ويتسم هذا النمط بسرعة وصول الموجة التصريفية من المنبع إلى منطقة المصب، مما يتسبب في تعرية شديدة لمنحدرات الحوضين، وزيادة في كميات الحمولة المنقولة (الترسبات) المستغلة في الاستثمار الصناعي، بينما يتسم التصريف النهري في المناطق ذات التركيب الصخرية غير المتجانسة ومناطق الضعف الجيولوجي بالتشابك الذي يعكس أثر الاختلاف. ينظر الخريطتين (٤) و (٥) اللتان تظهران أنماط التصريف النهري لحوضي كلال بكرة ونهر الجباب، فنجد النمط المتوازي الذي تتبعه معظم الأودية في هذه المناطق التي تكون انحدراتها مقعرة طولية وتوازيها محدبات طولية، مما يساعد ذلك على إيجاد أودية طولية تكاد تكون منفصلة عن بعضها بمسافات متساوية، وتمتد بشكل موازي لبعضها البعض، ويتسم هذا النمط أيضاً بالسرعة الفائقة لوصول المياه إلى المجرى الرئيس بعد سقوط الأمطار مما تتسبب بحدوث الفيضان ونقل كميات كبيرة من الترسبات والمواد الأرضية وهذا النمط يتمثل في الأجزاء الوسطى لكلا الحوضين في المناطق القريبة من الحدود العراقية الإيرانية، حيث المساحات العريضة المائلة حول أقدام المناطق الجبلية. أما النمط الثالث الذي

تتخذ أودية حوض كلال بدرة ونهر الجباب فهو النمط المستطيل (المتعامد) الذي تزداد عنده معدلات التعرية والترسيب، إذ تعد المفاصل (مناطق الضعف في التكوين الصخري) ومضارب الطبقات والمنحدرات المعتدلة أكثر استقامة في المنطقة، فتحاول المجاري المائية أن تثبت امتدادها فوق هذه المناطق وتلتقي الروافد مع المجرى الرئيس بزوايا قائمة تقريباً، وتتسم الروافد الثانوية وفق هذا النمط بقصر أطوالها، كونها تتحدر من حافات صخرية حادة، كما تتسم بقلة أعدادها التي ترتبط بعدد الفواصل والشقوق التي تعمل على توجيهها. يظهر هذا النمط في الأجزاء الجنوبية من حوضي كلال بدرة ونهر الجباب الغنية بالترسبات المعدنية والتراكبات الصخرية المتنوعة.

الخريطة (٥) أنماط التصريف لحوض نهر



الخريطة (٤) أنماط التصريف لحوض كلال



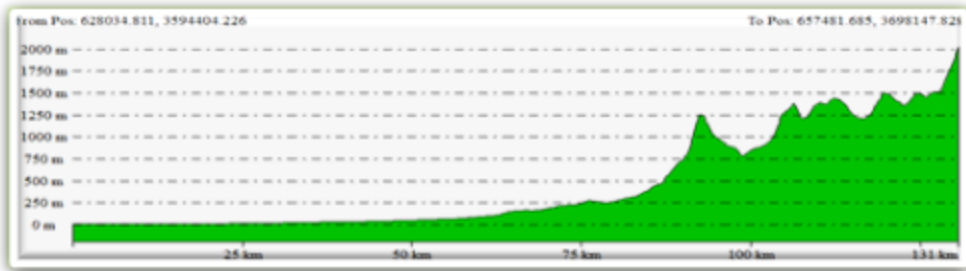
المصدر : بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي DEM والخرائط (الطوبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ والهيدروجيولوجية للعراق مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٣، الهيدروجيولوجية لمحافظة واسط مقياس ١/٥٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٣)، ومخرجات برنامج (Arc Map GIS10.6).

٢-٤-١٠ المقاطع الطولية والعرضية لحوضي كلال بدرة والجباب

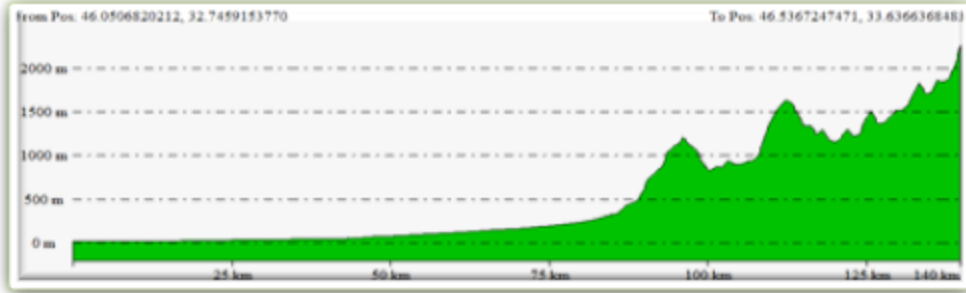
٢-٤-١٠-١ المقاطع الطولية Longitudinal Profiles

إن لدراسة المقاطع الطولية لأحواض الأنهار أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية كونها تساعد على تحديد الخصائص العامة للانحدار الطولي لشبكة التصريف المائية، ويمكن من خلال استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Global Mapper) استخراج المقاطع الطولية لأحواض التي تتأثر في الواقع بطبيعة الصخور ونوعيتها ونشاط المياه الجارية وبالتالي التحكم بكمية الرواسب ونوعها، فيلاحظ من خلال الشكل (١) أن أعلى ارتفاع لحوض كلال بدرة بلغ (٢٢٠٠ م) لينخفض إلى (١٠ م) ليكون فرق الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة للحوض (٢١٩٠ م)، وتبلغ نسبة تضرسه (١٢.٩٧ م/ كم) في حين يُلاحظ في الشكل (٢) أن أعلى نقطة لحوض نهر الجباب بلغت (٢٤٠٠ م) أما أدنى نقطة فقد بلغت (١٥ م) وبذلك يصل فرق الارتفاع بينهما إلى (٢٣٨٥ م) بنسبة تضرس بلغت (١٦.١٩ م/ كم) كما تم ذكره في الجدول (٣)، وهذه القيم تدل على شدة انحدار الحوضين (كلال بدرة والجباب) وارتفاع قيم التضرس نتيجة التباين في نوعية واستجابة التكوينات الجيولوجية التي تغطي المنطقة مما يؤدي إلى التباين في سرعة الجريان المائي وكمية الترسبات والمفتتات الصخرية التي يحملها النهرين .

الشكل (١) المقطع الطولي لحوض كلال بدرة



الشكل (٢) المقطع الطولي لحوض نهر الجباب

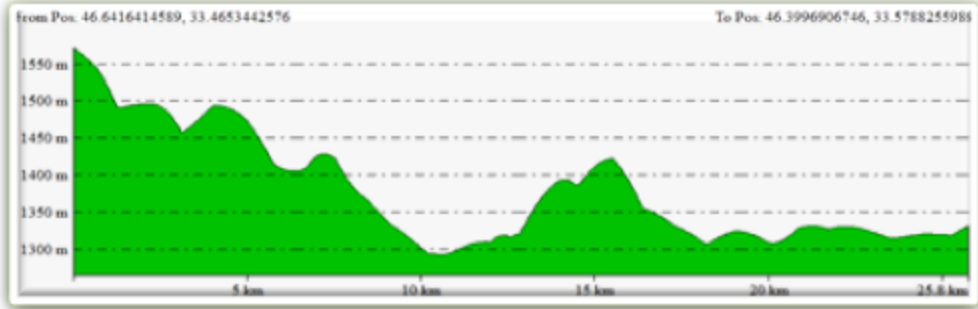


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Global Mapper11) .

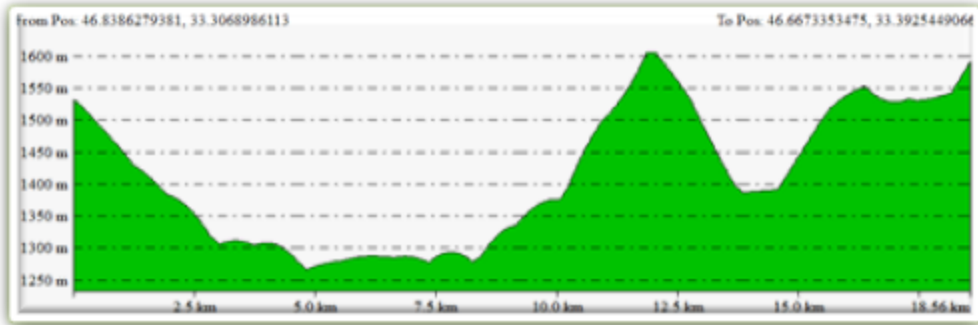
٢-٤-١٠ المقاطع العرضية Transverse Sectors

تمثل المقاطع العرضية أحد الدلائل المهمة التي يمكن من خلالها معرفة التأريخ الجيومورفولوجي للحوض، إذ تبين مدى تطور الأحواض النهرية ضمن الدورة الحثية كما تساعد في معرفة حجم المواد المنقولة والمرتسبة للأحواض ومعرفة طبيعة الانحدار وإظهار شكل التضاريس لها، فضلاً عن معرفة الخصائص الجيولوجية وطبيعة المناخ السائد اللذان تحكمهما في عملية تطور الحوض . حيث إن الأنهار في أطوارها الأولى تكون نشطة وتعمل على تعميق مجراها لذلك يكون الحت الرأسي أكبر من الحت الجانبي وتتخذ المقاطع العرضية لحوض النهر في هذه المرحلة شكل حرف (V) ، وهذا ما ينطبق على مجرى حوضي كلال بدرة والجباب عند منطقة المنبع مما يدل على إنهما في مرحلة الشباب الشكليين (٣) و(٤) حيث نجد أن حوض كلال بدرة عند منطقة المنبع يأخذ شكل خانق عميق وضيق ينحصر ارتفاعه بين (١٥٥٠ - ١٣٠٠ م) وكذلك الأمر بالنسبة لحوض نهر الجباب الذي ينحصر بين الارتفاعين (١٥٤٩ - ١٢٥٠ م) وذلك لكونهما يجريان ضمن تكوينات صخرية متباينة الصلابة مما أثر على شكل انحدار جوانبهما، كما إن كلا الحوضين يتسمان بسرعة الجريان المائي وكبير حجم النواقل والرواسب التي يحملانها.

الشكل (٣) مقطع عرضي لكلال بدرة عند المنبع



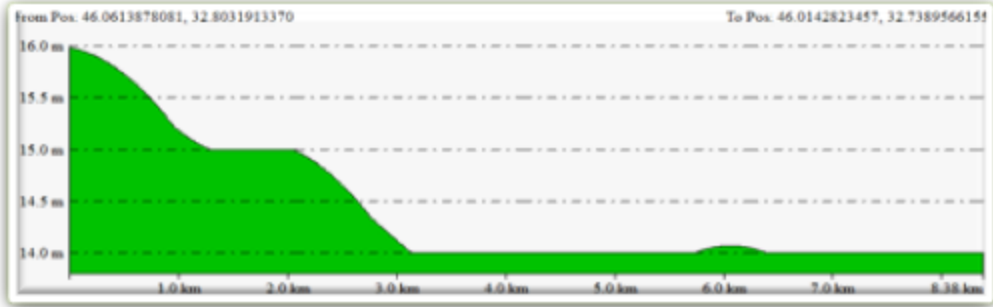
الشكل (٤) مقطع عرضي لنهر الجباب عند المنبع



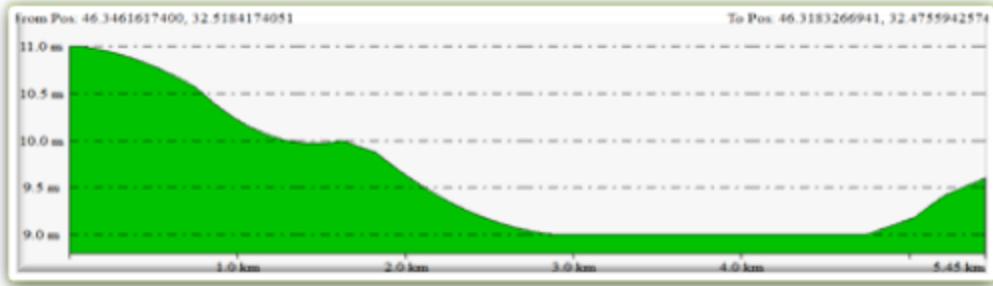
المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Global Mapper11).

في حين نجد في الشكلين (٥) و (٦) إن حوضي كلال بدرة والجباب يمثلان طور الشيخوخة للنهرين عند منطقة المصب، حيث يكون مقطعهما العرضي على شكل حرف (U) بفعل تغلب عملية الحت الجانبي على الحت الرأسي الذي قد يكون معدوماً في هذا الجزء من النهر نتيجة لبطء الجريان المائي فيه أي إن الأنهار في هذه المرحلة تتوسع على حساب جوانبها. فنجد أن حوضي كلال بدرة والجباب في منطقتي مصبها أصبحا أعرض بكثير من المجرى الرئيس لكلاهما، أما ارتفاع جوانب الحوضين فقد تراوحت لحوض كلال بدرة بين (١٦ - ١٤ م)، في حين تراوح الارتفاع لحوض نهر الجباب بين (١١ - ٩ م).

الشكل (٥) مقطع عرضي لكالل بدرة عند المصب



الشكل (٦) مقطع عرضي لنهر الجباب عند المصب



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Global Mapper11) .

الاستنتاجات:

١ - للتحليل المورفومتري لأحواض التصريف دور أساسي في الدراسة الجيومورفولوجية إذ يكشف مدى كفاءة الأودية الرئيسة في عملية نقل كل من المادة والطاقة التي تتدفق داخل حوض الصرف النهري لها، ومن ثم معرفة كميات الرواسب المنقولة إلى مصبات هذه المجاري وأنواعها، حيث كان للخصائص المورفومترية لحوضي كالل بدرة والجباب الأثر الكبير في تحديد مدى كفاءة وحجم العمليات الجيومورفية التي يقوم بها هذين النهرين ضمن منطقة البحث من تعرية ونحت وإذابة للصخور و ثم دورهما في عملية نقل نواتج التعرية والمفتتات الصخرية التي تترسب فيما بعد وبالتالي تتحكم الخصائص المورفومترية بصورة مباشرة وغير مباشرة في حجم ونوع الترسبات المنقولة خلال المجاري المائية لحوضيهما .

٢ - أسهمت مجاري نهري (كلال بدرة والجباب) في ترسيب مواد متنوعة التركيب والأحجام خلال تشكيلها المراوح الغرينية كالحصى والرمال والأحجار الطينية، وأحجار الكلس والدولومايت التي تجمعت في الأحواض الرسوبية المغلقة فنشأت فيها رواسب المتبخرات الأساسية مثل حجر الكلس والأملاح، بما جعل المنطقة تتسم بخاماتها وثرواتها الرسوبية الأصل وتدين لأنهارها بهذه الثروة الاقتصادية الكبيرة .

٣ - أشارت الخصائص المساحية لحوضي (كلال بدرة والجباب) والمتمثلة بطول وعرض ومساحة ومحيط الحوضين إلى نشاط عمليات التعرية المائية المسؤولة عن توسع الحوض وزيادة مساحته بسبب التعرية التراجعية وعمليات الأسر النهري للأودية وبالتالي زيادة النواقل والرواسب التي تحملها .

٤ - كان للخصائص الشكلية لحوضي كلال بدرة والجباب ارتباطاً وثيقاً بارتفاع معدلات الترسيب في المنطقة من خلال زيادة قدرتها الاستيعابية على حمل الرواسب .

٥ - أثرت الخصائص التضاريسية للحوضين على شدة عمليات النحت والتعرية الرأسية والجانبية مما أثر ذلك بدوره على نوع وكمية الرواسب والنواقل المحمولة في مياه الأنهار .

٦ - كان للخصائص المورفومترية للشبكة المائية للحوضين دورها في التأثير على العمليات الجيومورفية التي يقوم بها وبالتالي تحكمت في كمية الترسبات المائية ونوع المواد المنقولة .

٧ - ساهم حوضي كلال بدرة والجباب في منطقة البحث على تكوين المراوح الفيضانية خلال العصر البلايستوسيني المطير وكان لهذه المراوح دورها الذي لا يستهان به في إثراء المنطقة بالترسبات الصناعية (الرمال والحصى والأطيان) والثروات المعدنية التبخرية ذات النفع الاقتصادي الكبير .

التوصيات:

١ - إنشاء محطات هيدرولوجية لمعرفة مناسيب المياه في تلك الأنهار الحدودية الموسمية ولاسيما في أوقات الشدات المطرية.

٢ - ضرورة عقد اتفاقيات دولية جديدة بين العراق وإيران حول ضمان حقوق العراق بالحصص المائية للأنهار الحدودية (كلال بدرة والجباب) لما لهما من أهمية اقتصادية بما تحمله من ثروات معدنية تتعدى أهمية التمويل المائي .

٣ - تجنب استثمار المواد المترسبة داخل قناة مجرى كلال بدرة والجباب كالحصى والرمل والأطيان واستغلالها في الصناعات الإنشائية لأن ذلك سيؤدي إلى خفض مستوى قاعدة الأنهار ولا يعطي فرصة لاستغلال مياهها في النشاط الزراعي ولا سيما على جانبي تلك الأنهار .

٤ - تجنب العشوائية وعدم التخطيط في عمليات الاستثمار الاقتصادي للترسبات النهرية ذات النفع الاقتصادي الكبير (الحصى والرمل والأطيان وأحجار الجبس والكلس) من قبل المقالع المقامة في المنطقة لأن ذلك سيؤدي إلى أضرار وتشوهات بيئية محتمة في تلك المواقع .

المصادر:

- ^١ - حسين كريم حمد الساعدي، هيدروجيولوجية نهر الجباب في محافظة واسط، مجلة لارك للعلوم الفلسفية والاجتماعية واللسانيات، ع ١٦، السنة السادسة، ٢٠١٤، ص ٢٤١.
- ^(٣) Buday, T., and Jassim, S. Z., The Regional Geology of Iraq, Tectonism, Magmatism and Metamorphism, Vol.2, Edited by Kassab, I. I. and Abbas, M. J. Som. Lib., Baghdad, 1987, P. 62.
- ^(٤) أزهار بولص يلدا البيداري، رسوبية وجيوكيميائية وتقييم صخور تكوين انجانة في منطقة النجف - كربلاء، اطروحة دكتوراه (غ. م)، قسم علوم الارض، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٩٩٧، ص ٥.
- ^(٥) Barwary, A. M. and Yacoub, S. Y. The Geology of Al- Kut Quadrangle, sheet (NI - 38 - 15) (GM - 27), scale 1: 250000, Rept. No. 2256, GEOSURV, Baghdad, Iraq, 1992, p5.
- ^(٦) شيعاد صبري جبار، دراسة رسوبية وجيوكيميائية السهل الرسوبي من المحمودية الى مندلي، رسالة ماجستير (غ. م)، قسم علوم الأرض، كلية العلوم جامعة بغداد، ١٩٨٨، ص ١٤.
- ^(٧) Azhar, A. H., Regional Photo Geological and Geomorphological Mapping of Mandali, Badra, Zurbatiyah, Sat. Satellite and Aerial Data Analysis Senter, Baghdad, 1985, P. 15.
- ^(٨) حاتم خضير صالح الجبوري، دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة علي الغربي، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوحة رقم (NI-38-16)، مقياس ١:٢٥٠٠٠، ٢٠٠٨، ص ١٤.
- ^(٩) كريم محمد حسن، صباح يوسف، تقرير عن جيولوجية لوحة السلطان، ترجمة: أزهار علي غالي، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، (غ. م)، ١٩٩٥، ص ٧.
- ^(١٠) خلف حسين الدليمي، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية)، ط ١، دار الصفا للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١١، ص ٢٦٥.
- ^(١١) محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، مصر، ٢٠٠٠، ص ٢١٠.

- (١٢) حسن أحمد ابو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ، ط١ ، مؤسسة دار الميسرة للطباعة والنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٤ ، ص ٤٥٣ .
- (١٣) ماجد حميد محسن ، الأشكال الأرضية في حوض وادي المالح ، رسالة ماجستير (غ. م) ، قسم الجغرافية ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٠٧ ، ٢٦٧ .
- (١٤) محمد صبري محسوب ، دراسة جيومورفولوجية لبعض احواض الأودية بهضبة نجد ، مجلة الدارة ، العدد الرابع ، السنة الثالثة عشر ، الرياض ، ٢٠٠٣ ، ص ١٥٤ .
- (١٥) محمود محمد عاشور ، طرق التحليل المورفومتري لشبكات الصرف المائي ، حولية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية ، العدد التاسع ، جامعة قطر ، ١٩٨٦ ، ص ٤٦٣ .
- (*) التلکؤ :- تعني المدة الزمنية الواقعة بين أعلى كمية أمطار سقطت على الحوض وبلوغ التصريف المائي ذروته .
- (١٦) حسين عذاب خليف الهريود ، أحمد هاشم عبد الحسين ، مورفومتري حوض كلال بدة شرق العراق (دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية) ، مجلة جامعة واسط ، العدد ١٦ ، ٢٠١٠ ، ص ١٩٠ .
- (١٧) أحمد علي البيواني ، حوض وادي العجيج في العراق واستخدامات اشكاله الأرضية ، اطروحة دكتوراه (غ. م) ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ١٩٩٥ ، ص ٦٥ .
- (١٨) عدنان باقر النقاش ، مهدي صالح الصحاف ، الجيومورفولوجي ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٨٩ ، ص ٥٢١ .
- (١٩) أزاد جلال شريف ، هيدرومورفولوجية حوض نهر الخابور ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٣٤ ، ط ٢ ، ٢٠٠٠ ، ص ١٨٢ .
- (٢٠) الوسائل المستخدمة لقياس الخصائص التضاريسية للأحواض المائية تشمل :-
- أ - نسبة التضرس = $\frac{\text{تضاريس الحوض (م)}}{\text{طول الحوض (كم)}}$
- ب - التضاريس النسبية = $\frac{\text{تضاريس الحوض م}}{\text{محيط الحوض كم}}$
- ج - قيمة الوعورة = $\frac{\text{تضاريس الحوض * كثافة التصريف الطولية}}{1000}$
- د - التكامل الهيسومتري = $\frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{تضاريس الحوض}}$
- يراجع : محمد مجدي تراب ، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء ، المجلة الجغرافية العربية ، تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٣٠ ، الجزء الثاني ، ١٩٩٧ ، ص ٢٧٢ .
- (٢١) حسن سيد أحمد أبو العينين ، حوض وادي دبا في دولة الإمارات العربية المتحدة ، الجغرافية الطبيعية وأثرها في التنمية الزراعية ، مطبعة جامعة الكويت ، ١٩٩٠ ، ص ٩٠ .
- (*) نسبة التشعب :- هي النسبة بين عدد المجاري المائية لرتبة ما (ع. م) إلى عدد مجاري الرتبة التي تليها (ع. م) .
- (١+) أي إن نسبة التشعب (ن ش) = $\frac{ع}{ع + ١}$ ، وغالباً ما تتراوح نسبتها بين (٣-٥) أي إنها تعكس تشابه الظروف

المناخية والجيولوجية، وإن أي ارتفاع أو انخفاض لهذه النسبة عن الحد المذكور دليل على عدم تماثل الحوض تضاريسياً ومناخياً، للمزيد ينظر إلى :-
- خلف حسين الدليمي، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية)، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠٠٥، ص ٢٧٢ .

(٢٢) صلاح الدين بحيري، أشكال سطح الأرض، ط١، دار الفكر، دمشق، ١٩٧٩، ١٥٣ .
(٢٣) رحيم حميد العبدان، بشار فؤاد معروف، التحليل المورفومتري لخصائص الشبكة النهرية لحوض وادي أبو حضير بادية السلطان جنوب غرب العراق، مجلة البحوث الجغرافية، العدد ٢٢، (د.ت)، ص ١٣٤.
(٢٤) صلاح الدين بحيري، أشكال سطح الأرض، مصدر سابق، ص ١٥٥ .
(*) على ضوء تصنيف سميث (Smith) يمكن تقسيم النسيج الى ثلاثة مراتب :
١ - خشن : اذا كان معدل النسيج اقل من (٤) اودية/ كم
٢ - متوسط : اذا كان معدل النسيج بين (٤-١٠) اودية/ كم.
٣ - ناعم : اذا كان معدل النسيج اكثر من (١٠) اودية/ كم.
المصدر :- ابتسام أحمد جاسم، هيدروجيومورفولوجية حوض التون كوبري في محافظة كركوك، اطروحة دكتوراه (غ.م)، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٦، ص ١٣٨.
(*) ويقصد بها درجة انتشار الشبكة النهرية وتفرعها ضمن مساحة محدودة، فهي من الخصائص الرئيسية لدراسة حالات الفيضان التي تتعرض لها الأنهار وشدتها ، وهي على نوعين الكثافة الطولية (كثافة الصرف) وتستخرج من المعادلة = $\frac{\text{مجموع أطوال المجاري في الحوض (كم)}}{\text{المساحة الكلية للحوض (كم}^2\text{)}} \text{ والكثافة العددية وهي } = \frac{\text{مجموع أعداد الأودية في الحوض}}{\text{المساحة الكلية للحوض (كم}^2\text{)}} \text{، وكلما كانت كثافة الصرف النهرية أو عدد الانهار كبيراً ازدادت سرعة المياه الجارية السطحية، وكانت استجابة الأنهار للتساقط سريعة وخلال مدة قصيرة إذ ترتفع مناسيب المياه للفيضان بكثافة الصرف النهرية العالية عندما يكون عدد الانهار وأطوالها كبيراً}$

(٢٥) ابتسام أحمد جاسم، هيدروجيومورفولوجية حوض التون كوبري في محافظة كركوك، مصدر سابق، ص ١٧٦.
(٢٦) صهيب حسن خضر، رائد محمود فيصل، الدالة الهيدرولوجية السطحية لحوض وادي العجيج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة التربية والعلم، المجلد (١٨)، العدد (١)، ٢٠١١، ص ٣٩٦ .
(٢٧) عبد الإله رزوقي كريل، الالتواءات النهرية أساليب دراستها في علم الجيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، الجامعة المستنصرية، العدد (١٣)، ١٩٧٨، ص ١١٧ .
(٢٨) وفيق حسين الخشاب، أحمد سعيد حديد، الجغرافية الطبيعية (الجغرافية المناخية والنباتية والظواهر الجيومورفولوجية، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٨٧، ص ١٥٩ .