ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Morphometric Analysis of the Valley Al-qasr Basin in Al-Sharqat District

Prof. Dr. Dali khalaf Hamid AL-Jubouri
College Of Education For Human Sciences Tikrit University

Dahi Kadar Abbas Al-Jamili
College Of Education For Human Sciences Tikrit University

* *Corresponding author: E-mail* :
Dhahy.kh.abbas@tu.edu.iq

***Keywords*:**
Morphometric Analysis
Digital Elevation Model(DEM)
valley Al-qasr Basin
valley Basins

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 4 Jan. 2022
Accepted 17 Aug 2022
Available online 28 Feb 2023
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©2023 COLLEGE OF Education for Human Sciences, TIKRIT UNIVERSITY. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

The study aims to analyze the morphometric characteristics of the valley Al-Qasr basin, which are represented by the spatial, longitudinal, morphological and topographic characteristics, and the characteristics of the river network. The study relied on geographic information systems, topographic maps and a digital elevation model (DEM) for the basin area for the year 2021 with a characteristic accuracy of (12.5) meters, as a tool for preparing the river drainage network map, which was classified according to the Streller method 1958. It gives a numerical arrangement of the tributaries that make up the water drainage network, as the waterways in the river basin are distributed in the form of ranks that decrease in number and increase in capacity from one class to another. It begins with small and many sewers, which represent the second order, which is less numerous and more spacious than the first, and they meet with each other to be the third, as the last meets their stolons to be the fourth, and from it it becomes the fifth, and thus the sewers increase in rank if they meet a similar rank until they reach the main stream It represents the highest rank. The study highlighted the presence of five river levels in the basin, and the shape of the basin is close to the round shape; The elongation rate in the Wadi Al-Qasr basin was (0. 64), and this indicates that the basin's shape moved away from the rectangular shape, that is, the area increased to length, which means the regularity of the water division lines with the neighboring basins, and the short lengths of its courses with a high indication of the risk of flooding in them. Deflection (1.14) reflects the structural and topographical influence of the area; The basin is characterized by a high degree of molar, as the ratio of the molar reached (13.5) m / km2, because it is within the range of the lower axillary.

© 2023 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.30.2.2.2023.08

التحليل المورفومتري لحوض وادي القصر في قضاء الشرقاط

أ. د. دلي خلف حميد الجبوري/ كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة تكريت
ضاحي خضر عباس خضير/ كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة تكريت

الخلاصة:

تهدف الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي القصر، والمتمثلة بالخصائص

المساحية والطولية والشكلية والتضاريسية، وخصائص شبكة المراتب النهرية التي تلتقي مع بعضها. اعتمدت الدراسة على نظم المعلومات الجغرافية والخرائط الطبوغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي ((DEM لمنطقة الحوض لعام ٢٠٢١ بدقة تميزية قدرها (١٢.٥) متر، كأداة لأعداد خريطة شبكة التصريف النهري والتي صنفت بحسب طريقة ستريلر ١٩٥٨؛ إذ تعطي ترتيبا رقميا للروافد التي تشكل شبكة الصرف المائي، إذ تتوزع المجاري المائية في الحوض النهري بشكل رتب تقل عددا وتزداد سعة من رتبة إلى أخرى؛ إذ تبدأ بمجاري صغيرة وكثيرة تمثل لتكون المرتبة الثانية التي تكون أقل عدد وأكثر سعة من المرتبة الأولى وتلتقي مع بعضها لتكون المرتبة الثالثة كما تلتقي الأخيرة روافدهما لتكون المرتبة الرابعة، ومنها تكون المرتبة الخامسة وهكذا تزداد المجاري رتبة إذا التقت بمرتبة مماثلة حتى تصل إلى المجرى الرئيس الذي يمثل المرتبة العليا. أبرزت الدراسة وجود خمس مراتب نهرية للحوض، واقتراب شكل الحوض للشكل المستدير؛ إذ بلغت نسبة الاستطالة في حوض وداي القصر (٠.٦٤)، وهذا يدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل أي زيادة المساحة إلى الطول، مما يعني انتظام خطوط تقسيم المياه مع الأحواض المجاورة، وقصر أطوال مجاريها مع ارتفاع دلالة خطر الفيضانات فيها، وهذا ناتج عن تغير عرض الأحواض المائية من المنبع إلى المصب وبمعامل انعطاف (١.١٤) تعكس التأثير البنيوي والتضاريسي للمنطقة؛ إذ يتصف الحوض بدرجة تضرس عالية، اذ بلغت نسبة التضرس (١٣.٥) م/كم٢، لوقوعه ضمن نطاق الطيات الواطئة.

الكلمات الدالة: التحليل المورفومتري, نموذج الارتفاع الرقمي(DEM), حوض وادي القصر , احواض الوديان.

(١-١):المقدمة:

يعد التحليل المورفومتري لأحواض النهرية أحد أهم الخصائص لمعرفة القياسات الموجودة في الاحواض الموسمية وهي وسائل تحليله تتناول دراسة الظواهر لسطح الأرض الطبيعية ولدراسة المورفومترية الخصائص المساحية والشكلية للحوض وشدة التضرس ومعامل الانعطاف العوامل المؤثرة في الشبكة النهرية من مناخ وتضاريس وانحدارات مختلفة وتكوينات رسوبية وصحية ودراسات الخصائص المورفومترية وشبكة الصرف الماني لحوض وادي القصر بطرائق متطورة لمعرفة مدى صلاحيته للاستثمارات في منطقة الدراسة .

(١-٢):مشكلة البحث:

ما الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لخوض وادي القصر؟ وهل تتوفر فيه موارد وثروات طبيعية يمكن استثمارها اقتصادياً؟

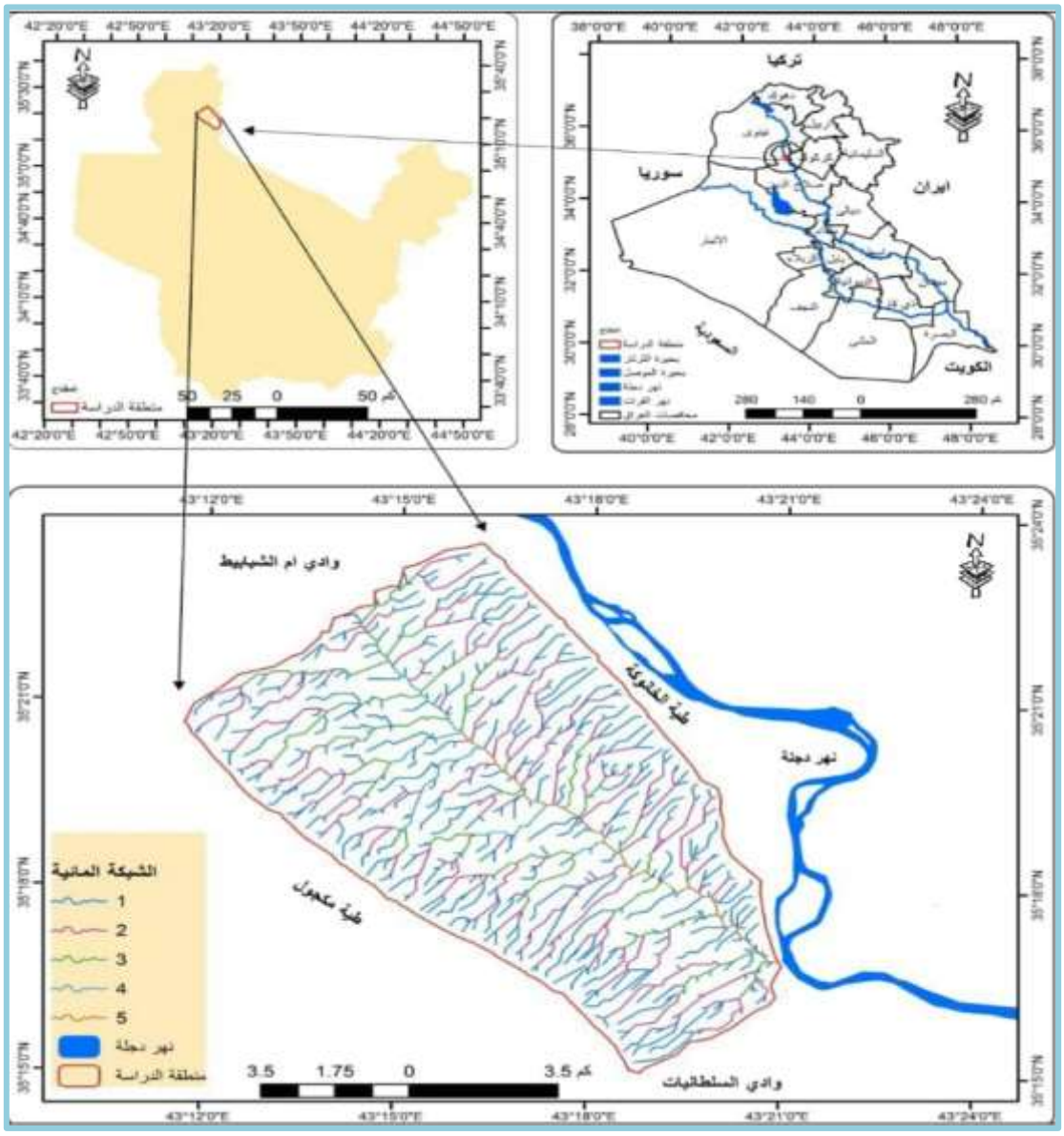
(١-٣):فرضية البحث:

تمثل الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية فضلاً عن خصائص الشبكة المائية أهم خصائص الحوض المورفومترية التي أسهمت في تشكيله, كما تتوفر فيه موارد طبيعية يمكن الاستفادة منها اقتصادبا.

(١-٦)موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي القصر جغرافيا بمساحته الحالية البالغة (112.71كم^2) في القسم الشمالي من العراق جنوب قضاء الشرقاط ضمن الحدود الادارية لمحافظة صلاح الدين حيث يحده من الشرق طية الخانوكة ومن جهة الشمال وادي ام الشبابيط ومن الغرب طية مكحول ومن الجنوب وادي السلطانيات, الخريطة(1), وتقع المنطقة فلكيا بين خطي طول ("30-'20-°43) و ("0-'12-°43) شرقاً, ودائرتي عرض ("30-'23-°35) و ("30-'15-°35) شمالا.

خارطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة العراق الإدارية باستخدام برنامج (ARC GIS10.3) .

(١-٤): هدف البحث:

يهدف البحث الى توظيف نظم المعلومات والاستشعار عن بعد في القياس الكمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي القصر وبناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية تتميز بدقة التفاصيل وإنتاج خرائط رقمية مورفومترية دقيقة التصميم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

(١-٥):اهمية الدراسة:

تأتي اهمية الدراسة من كونها تبحث في المجال الهيدرولوجي، وهي دراسة هيدرومورفومترية لحوض وادي القصر الذي تتوافر فيه موارد وثروات طبيعية يمكن الاستفادة منها اقتصادياً، وهذا ما يتطلب تحديد موقعها وإمكانية استثمارها بشكل علمي ومدروس، ومن اجل تحقيق أهداف البحث تم اعتماد التقانات

الحديثة ووسائل نظم المعلومات والتحسس النائي للحصول على نتائج علمية في تحليل الشبكة المائية وأعداد المراتب وكثافة التصريف لحوض وادي القصر .

(3-1): الخصائص المساحية وابعادها:

للخصائص المساحية للأحواض المائية اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية بسبب تأثيرها في حجم الجريان المائي وتطوير اعداد واطوال شبكة المجاري المائية التي تتباين في مساحتها تبعا لتباين الخصائص الطبيعية وعامل الزمن, وتشمل الخصائص المساحية ما يلي:

للخصائص المساحية للأحواض المائية اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية, لما لها من تأثير في حجم الجريان المائي وعلاقتها بتطور اعداد واطوال المجاري المائية التي تتباين في مساحتها تبعا لتباين الخصائص الطبيعية وعامل الزمن [١], وتشمل الخصائص المساحية مساحة الحوض اذ بلغ اجمالي مساحة حوض وادي القصر (112.71كم^2). وتم احتساب مساحة الحوض باستخدام برنامج (ArcMap10.4), ويتم من خلالها معرفة الخصائص الاخرى (الطول , العرض, المحيط), حيث بلغ الطول الحقيقي لحوض وادي القصر (16.59) كم, بينما بلغ الطول المثالي(14.48), اما عرض الحوض فقد بلغت قيمته (7.63كم, بينما بلغ محيط الحوض (45.15) كم, كما موضح في الجدول (1).

جدول (1) الخصائص المساحية لحوض وادي القصر

اسم الحوض	المساحة (كم^2)	الطول الحقيقي (كم)	الطول المثالي(كم)	العرض(كم)	المحيط (كم)
القصر	112.71	16.59	14.48	7.63	45.15

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج (Arc gis10.3)

(3-2): الخصائص الشكلية:

تعد دراسة الخصائص الشكلية مهمة بالنسبة للخصائص المورفومترية , اذ من خلالها يتم معرفة وتحديد كمية التغذية المائية التي تجهز الحوض وكذلك التحكم في ذروات التصريف، وهي انعكاسا لخصائص البيئة الطبيعية الارضية المؤثرة في تشكيل الحوض النهري والتي تكون مسؤولة عن شكل ونمط الحوض الذي هو عليه[٢]، كما أنَّ شكل الحوض له دلالة هيدرولوجية حيث أنَّ الحوض الذي يكون شكله مستطيلا يكون منتظما من الناحية الفيضانية وتكون المياه على شكل دفعات متتالية وأقل خطر بينما يحدث على العكس من ذلك إذا كان مستديرا فيصبح اكثر خطرا وتكون مياهه على شكل دفعة واحدة[٣].ومن اهم المقاييس التي يتم استخدامها لتحديد الخصائص الشكلية للأحواض المائية هي:-

(3-2-1): نسبة الاستدارة:(Circulation Ratio)

يقصد بها بيان مدى اقتراب او ابتعاد الحوض المائي من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه وتسمى ايضا نسبة تماسك المساحة ، اذ يكون للحوض اشكال متعدد كالمستطيل والمربع والمستدير والمثلث، تتراوح نسبة وتتراوح نسبة الاستدارة بين (0-1) حيث كلما اقتربت القيم من الواحد الصحيح فإن الحوض يقترب من الشكل الدائري لان الواحد يمثل الاستدارة الكاملة ويدل على تقدم الحوض في دورته التعروية وزيادة فعالية المجرى في تعميق مجراه على حساب توسيعه، اما القيمة المنخفضة التي تبتعد من الواحد تدل على الابتعاد عن الشكل الدائري وان دورة التعرية مازالت تقوم بدورها اضافة الى زيادة تعرج خط تقسيم المياه مما يؤثر على أطوال المجاري المائية[٤]. وتحسب نسبة الاستدارة من خلال المعادلة التالية :-

$$\text{نسبة الاستدارة} = 12.57 \times \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع محيط الحوض كم}} \quad \ldots\ldots (^\circ)$$

ويتضح من خلال تطبيق المعادلة والجدول (2) أن شكل حوض الدراسة يقترب من الشكل الدائري لبلوغ المعدل (0.69) وهيدرولوجيا يشير ذلك إلى انتظام خطوط تقسيم المياه وان الحوض في بداية تقدم دورته الحتية وعدم تأثره بكميات التصريف العالي بسبب عدم وصول الموجات التصريفية في وقت واحد من الروافد نحو المجرى الرئيس.

(3-2-2): نسبة الاستطالة: :(Elongation Ration)

هي متغير مورفومتري ذو اهمية كبيرة في القياسات الحوضية، وهي نسبة تدل على مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل المستطيل وتكون نسبتها بين(0-1)، فكلما قلت القيمة واقتربت من الصفر دل ذلك على شدة استطالة الحوض، وكلما زادت القيمة واقتربت من الواحد دل ذلك على اقتراب الحوض من الشكل الدائري[٦]. ويتم حسابها وفق الصيغة الآتية:-

$$\text{نسبة الاستطالة} = \sqrt{\frac{\text{مساحة الحوض /كم}^2}{\text{طول الحوض /كم}}} \quad \ldots\ldots\ldots (٧)$$

ويتضح من تطبيق المعادلة وكما مبين من الجدول(2) إن قيمة نسبة الاستطالة قد بلغت (0.64) وهذا يدل على اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري، حيث تمتاز الأحواض الأقرب إلى الشكل المستدير بجريان مائي منتظم زمانيا وكميات قليلة لقصر مجاريها ولاسيما المراتب العليا منها وانتظام خطوط تقسيم المياه وتكون شديدة التضرس والانحدار [٨].

(3-2-3)نسبة تماسك المحيط:(Circumference Consistency Ratio)

هي مقياس آخر لتأكيد اقتراب أو ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري, وهو مؤشر عن مدى تجانس أو تناسق شكل محيط الحوض مع مساحته, ودرجة انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه ومدى تباعده عن مركز الحوض وتقدم الدورة الحتية لحوض التصريف فكلما كانت النسبة قريبة من الواحد الصحيح كان الشكل قريبا من الشكل الدائري والعكس صحيح, وغالبا ما تكون النتيجة اكبر من الواحد الصحيح[٩],ويمكن الاستدلال عليها عن طريق تطبيق المعادلة الاتية :

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \sqrt{\frac{1}{\text{نسبة الاستدارة}}} \quad \ldots\ldots (١٠)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه والجدول (2) يتبين أن نسبة تماسك المحيط في حوض وادي القصر قد بلغت (1.45) وهذه النتيجة هي اقرب الى الواحد الصحيح مما يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري.

(3-2-4): معامل شكل الحوض:(Basin Form Factor)

وهو مقياس يبين مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض, يستفاد منه في ابراز العلاقة بين مربع طول الحوض ومساحته, فهو يعطي صورة عن مدى انتظام الشكل الخارجي للحوض, ويشير الى مدى اقتراب او ابتعاد شكل الحوض من الشكل المثلث، وتتراوح قيمته من (0-1) إذ كلما اقتربت القيمة من الصفر دل ذلك على اقتراب شكل الحوض من المثلث، أما إذا ابتعد عن الصفر نحو الواحد فيبتعد الشكل عن المثلث، وقد يكون الحوض مثلثاً في حالتين فقط الأولى إذا كان منبع الحوض هو قاعدة المثلث والمصب رأسه، والثانية بالعكس يكون المنبع رأس المثلث والمصب قاعدته[١١]. ويستخرج وفق المعادلة التي اقترحها(Horton, 1932) وهي كما يلي:-

$$\text{معامل شكل العوض} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم}^2}{\text{مربع طول الحوض /كم}} \quad \ldots\ldots\ldots (١٢)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه والجدول (2) يتبين أن معامل شكل حوض وادي القصر قد بلغ (0.41) وفي ذلك اشارة واضحة لاقترب شكل الحوض من الشكل المثلث, وفي ذلك تأثير كبير على جريان مياهه السطحية حيث تكون قاعدة المثلث في منطقة المنبع ورأس المثلث عند منطقة المصب مما يزيد الفترة الزمنية للوصول الى ذروة التصريف.

(3-2-5): نسبة الطول إلى العرض:(Length Width Ratio)

هي مقياس يعمل على ابراز العلاقة بين طول الحوض وعرضة, وتعبر عن مدى اقتراب او ابتعاد شكل الحوض من الشكل المستطيل, وهي دليل آخر للاستطالة حيث كلما كانت قيمتها مرتفعة دل ذلك

على اقتراب الشكل من المستطيل ,وبالعكس فأن انخفاضها يدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل[١٣], وقد يتم استخراجها من خلال تطبيق المعادلة الاتية:-

$$\text{نسبة الطول الى العرض} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم}^2}{\text{عرض الحوض /كم}} \quad \ldots\ldots\ldots (١٤)$$

ومن المعادلة والجدول(2) تبين أن نسبة الطول الى العرض لحوض وادي القصر بلغت نسبته(3.11) وهو أقرب الى الشكل المستطيل بسبب زيادة الطول على حساب العرض.

(3-2-5): معامل الاندماج: (Compactness Factor)

يبين هذا المعامل مدى التناسق الموجود بين شكل محيط الحوض ومساحته الكلية ويفيد في معرفة مدى تطور المرحلة التحاتية للأحواض التصريفية إذ تشير القيم المرتفعة له أي اذا زادت عن الواحد الصحيح أن الحوض ترتفع نسبة التعرجات في محيطه وتقل درجة تناسقه في الشكل بينما تشير القيم المنخفضة له اذا قلة عن الواحد إلى إن الحوض اقرب الى الاستدارة وقد قطع شوطاً كبيراً في المرحلة التحاتية[١٥], وبحسب معامل الاندماج بالمعادلة الرياضية الأتية:

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{0.284 \times \text{محيط الحوض /كم}}{(\text{مساحة الحوض /كم})^{0.5}} \quad \ldots\ldots\ldots (١٦)$$

يتضح من الجدول (2) ومن تطبيق المعادلة ان معامل الاندماج لحوض وادي القصر بلغ (7.02 كم / كم^2)، وهي قيمة مرتفعة نسبيا تدل على انعدام تناسق شكل المحيط وزيادة التعرجات وان الحوض لا يزال في مرحلة التطور ولم يقطع شوطا كبيرا من المرحلة الحتية, ولعل سبب هذا الارتفاع في قيم الاندماج هو زيادة طول محيط الحوض.

(3-2-6): معامل الانبعاج (Lemniscate Factor)

يسمى ايضا بمعامل التفلطح, وهو من القياسات المهمة لقياس شكل الحوض, حيث يعمل على معالجة بعض سلبيات الاستدارة, نتيجة ان الاحواض في الغالب لا تأخذ الشكل الدائري تماما وانما تأخذ شكل القطع الناقصة, لذا شبه شورلي(Chorley) شكل الحوض كشكل قطرة الماء, فمعظم الاحواض تأخذ شكل القطع الناقص او الكمثري او الاهليليجي[١٧], وتدل قيمته المنخفضة على زيادة تفلطح الحوض في الاعلى قياسا بالوسط وادناه وزيادة اعداد واطوال المجاري في الرتب الدنيا في نطاق خط تقسيم المياه وسيادة عملية النحت الجانبي والرأسي لفترة طويلة من الزمن وبالتالي زيادة الترسبات المنقولة, بينما تشير قيمته المرتفعة الى استطالة الحوض وابتعادها عن الشكل المنبعج وقلة اعداد واطوال المجاري في الرتب الدنيا, وان التعرية الرأسية تجري بمعدل اكبر من التعرية الجانبية[١٨], ويحسب بتطبيق المعادلة الاتية:

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{\text{مربع طول الحوض (كم)}}{4 \times \text{مساحة الحوض (كم)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١٩)$$

تبين من خلال تطبيق المعادلة وجدول(2)ان قيمة معامل الانبعاج في حوض وادي القصر بلغت(0.61)، وهي قيمة منخفضة ، تدل على تفلطح الحوض في الاعلى وزيادة إعداد مجاريه الأولية وأطوالها, و نشاط عمليات الحث الرأسي والجانبي أو حدوث حالة الاسر النهري، مما يعمل على زيادة الترسبات المنقولة, كما ان الحوض يتميز بقمة فيضان سريعة نسبيا.

الجدول (2)الخصائص الشكلية لحوض وادي القصر

الحوض	نسبة الاستدارة	نسبة الاستطالة	تماسك المحيط	معامل شكل الحوض	الطول الى العرض	معامل الاندماج	معامل الانبعاج
القصر	0.69	0.64	1.45	0.41	3.11	7.02	0.61

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج (Arc gis10.3)

(3-3):الخصائص التضاريسية:

تعد الخصائص التضاريسية ذات اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية اذ من خلالها يمكن معرفة المراحل الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض[٢٠].

(3-3-1):نسبة التضرس: (Relief Ratio)

تعد نسبة التضرس من اكثر خصائص الحوض التضاريسية اهمية، والتي تبين مدى تضرس الحوض التصريفي بالنسبة لطوله الحوضي [٢١],وقسيم ستريلر نسبة التضرس الى عدة اصناف هي:-

الجدول (3) تصنيف فئات التضرس النسبي

ت	الفئة (م)	التصنيف
1	5-0	تضرس منخفض
2	10 -5	تضرس متوسط
3	20 - 10	تضرس شديد
4	اكثر من 20	تضرس شديد جدا

المصدر: حسن سيد احمد ابو العينين, حوض وادي دبا في الامارات العربية المتحدة, جغرافيته الطبيعية واثرها في التنمية الزراعية, جامعة الكويت, 1990م, ص80.

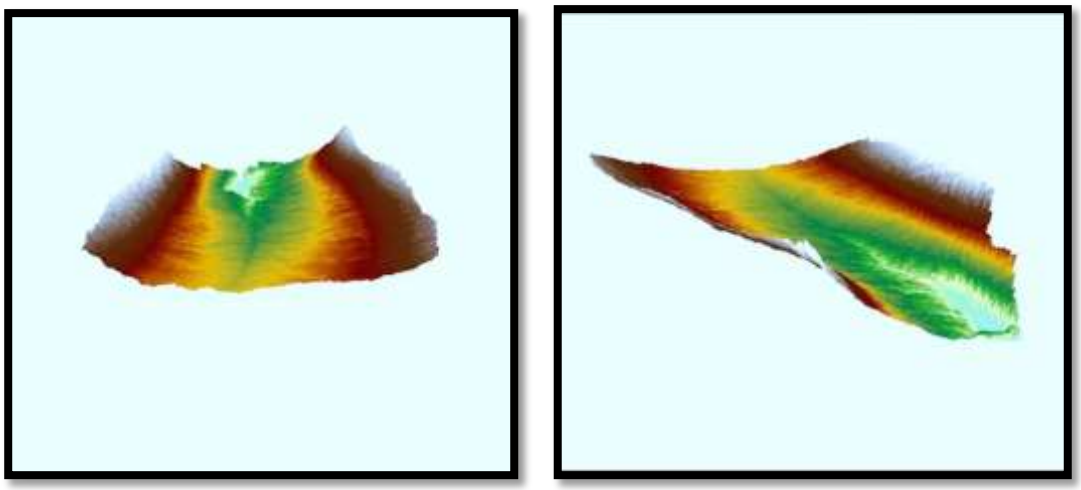
وهناك علاقة عكسية بين قيمة التضرس والمساحة الحوضية فكلما ارتفعت قيمة التضرس دل ذلك على صغر مساحة الحوض وشدة الانحدار مما يؤدي إلى نشاط التعرية المائية، أما إذا قلت القيمة فأن

ذلك يدل على كبر مساحة الحوض ويكون الانحدار خفيفا مما يحد من نشاط التعرية، وهي تمثل الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض، ويستخرج من المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق اعلى واخفض نقطة في الحوض /م}}{\text{طول الحوض /كم}} \quad \ldots\ldots(٢٢)$$

من خلال تطبيق المعادلة والجدول (4)، تبين ان نسبة التضرس بلغت(13.5)م/كم ومن ملاحظة جدول (٣) تبين ان هناك تضرساً شديد في منطقة الدراسة، ناتج صغر مساحة الحوض وشدة الانحدار أذ يعملان على زيادة نشاط التعرية المائية, كما في الشكل(١)و(٢).

شكل(1) نموذج 3d يبن تضرس الحوض شكل(٢) نموذج ثاني3d يبن تضرس الحوض



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc Map 10.3)

جدول(4) الخصائص التضاريسية لحوض وادي القصر

الحوض	نسبة التضرس	اعلى نقطة	ادنى نقطة	التضاريس النسبية	درجة الوعورة	النسيج الطبوغرافي	التكامل الهبسومتري
القصر	13 ,5	433	143	4 ,96	0 ,76	12 ,55	0 ,50

المصدر: بالاعتماد على المعادلات الرياضية بكل خاصية وبرنامج (ArcMap 10.3)

(3-3-2):التضاريس النسبية: (Relative Relief)

تعد احد المتغيرات المورفومترية المهمة في معرفة شدة التضرس النسبي للحوض، وتشير الى العلاقة ما بين تضاريس الحوض ومحيطها, وتؤثر على الكثير من المتغيرات المتمثلة بالخصائص الهيدرولوجية وكثافة التصريف, فاذا كان التضرس منخفض تكون مساحة الحوض كبيرة وهذا ناتج عن ضعف مقاومة الصخر ونشاط عملية النحت والتراجع نحو مناطق المنابع والقدرة على الاسر النهري وهذا الشيء يدل على تقدم دورة التعرية النهرية ، اما اذا كان التضرس الشديد فانه يدل على صلابة الصخر

وشدة الانحدار وان دورة التعرية النهرية لاتزال في المراحل الاولية [٢٣]. وتقاس وفق المعادلة التي وضعها (Melton) عام(1957) وهي كالاتي:-

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض /م}}{\text{محيط الحوض/كم}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (٢٤)$$

ونستنتج من تطبيق المعادلة, والجدول (4) ان قيمة التضاريس النسبية لحوض وادي القصر بلغت(4.96 م/كم) ، وهي نسبة مرتفعة جدا, ويعزى ذلك الى صلابة التكوينات الصخرية وشدة الانحدار التي تتصف بها منطقة المنابع الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية للحوض والتي تكثر فيه الاشكال الارضية المتضرسة وعليه جاءت هذه النسبة المرتفعة.

(3-3-3): قيمة الوعورة: (Ruggedness Number)

هي المؤشر الذي يعبر عن طبيعة العلاقة بين تضرس ارض الحوض ومقدار اطوال شبكته التصريفية، كما انها ذات اهمية في معرفة درجة تقطع سطح حوض الوادي الناتج عن نحت المجاري المائية ، ومدى انحدار المجرى المائي بالاعتماد على كثافة التصريف الطولية للحوض[٢٥]، وكلما زادة الكثافة التصريفية والتضرس في الحوض ازدادت قيمة الوعورة, يرجع ارتفاع درجة الوعورة الى زيادة الكثافة التصريفية الناتجة عن زيادة اعداد المجاري المائية وتعد

زيادة درجة الوعورة مؤشرا على التقدم في دورتها الحتية وتقاس على وفق المعادلة التالية:-

$$\text{درجة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة التصريف الطولية}\left(\text{كم /كم}^2\right)}{1000} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (٢٦)$$

ومن خلال المعادلة, والجدول (4) تبين ان قيمة الوعورة بلغت(0.76كم/كم^2) وهي قيمة منخفضة تدل على ان الحوض وقع ضمن مرحلة النضوج المبكر, أذ تكون قيمة الوعورة عالية في مرحلة الشباب ثم تبدأ بالانخفاض تدريجياً مع تقدم الدورة الجيومورفية للوديان حتى يطور المجرى المائي مقطعاً متوازياً، ويعمل جاهداً بمقطعه الطولي للوصول الى مرحلة التوازن .

(3-3-4): النسيج الطوبوغرافي:(Texture Topography)

يعد من المعايير الكمية الهامة التي تعبر عن درجة تقطع سطح الحوض بمجاري الشبكة المائية بتأثير التعرية، ويشير الى مدى كثافة الصرف فيه, ويتباين في الاحواض المائية نتيجة عدة عوامل منها(المناخ وطبيعة الصخور ودرجة مقاومتها لعمليات النحت ودرجة النفاذية والنبات الطبيعي ونوعية التربة)، ويشير إلى مدى تقارب او تباعد المجاري بعضها عن البعض ويقيس حجم التعرية دون الأخذ بعين الاعتبار أطوال الاودية, اذ كلما تتقارب الاودية وازداد اعدادها دل ذلك على شدة تقطع الحوض ونشاط عمليات التعرية[٢٧].

وقد صنف النسيج الطبوغرافي إلى ثلاثة أصناف وهي

1- نسيج خشن أقل من (4) أودية بالكم
2- نسيج متوسط (من 4- 10) أودية بالكم
3- نسيج ناعم (أكثر من 10) أودية بالكم

ويتم استخراجه وفق المعادلة التالية:-

$$\text{النسيج الطبوغرافي} = \frac{\text{عدد مجاري الحوض}}{\text{محيط الحوض كم}} \quad \ldots\ldots\ldots (٢٨)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة تبين أنَّ معدل النسيج لحوض وادي القصر بلغ (12.55) يلاحظ الجدول (4) وهذه النسبة تدل على أن النسيج ناعم وهي نسبة عالية تشير الى قلة الفاقد من الجريان السطحي بعد تساقط الامطار عن طريق التسرب سواء عبر الشقوق او عبر المسامات مما اسهم في زيادة كمية الجريان السطحي من جهة.

(3-3-5): التكامل الهبسومتري : (Hypsometric Integration)

يشير عن العلاقة بين مساحة الحوض وتضاريس الحوض، ويعتبر مقياسا زمنيا حيث يهدف الى تحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض, وما يتضمنه من تضرس ايضا فاذا كانت النتيجة منخفضة يعني أن الحوض شديد التضرس ، أما اذا كانت القيم مرتفعة يدل على كبر المساحة الحوضية وانخفاض قيم تضرس الحوض[٢٩].ولتحديد المرحلة التي يمر بها الحوض فقد قام (Strahler) بتقسيم قيمة التكامل الهبسومتري الى ثلاث فئات ,جدول(23), تم ايجاد قيمة التكامل الهبسومتري من تطبيق المعادلة المعادلة الآتية:-

$$\text{التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{تضاريس الحوض (م)}} \quad \ldots\ldots (٣٠)$$

الجدول (5) تصنيف الحوض حسب قيمة التكامل الهبسومتري

ت	قيمة التكامل الهبسومتري %	المرحلة
1	40 فأقل	الشيخوخة
2	40- 60	النضج
3	60 – 79.5	الشباب

المصدر: زينب صالح جابر واجد, مصدر سابق, ص135.

وبعد تطبيق المعادلة نلاحظ من جدول(4)و(٥)، ان قيمة التكامل الهبسومتري لحوض وادي القصر بلغت (0.50) كم /م ، وهذا يدل على ان الحوض شديد التضرس وانه في بداية دورته الحتية وهذا يعود لصغر مساحتها ايضا أي انه في مرحلة النضج المبكر .

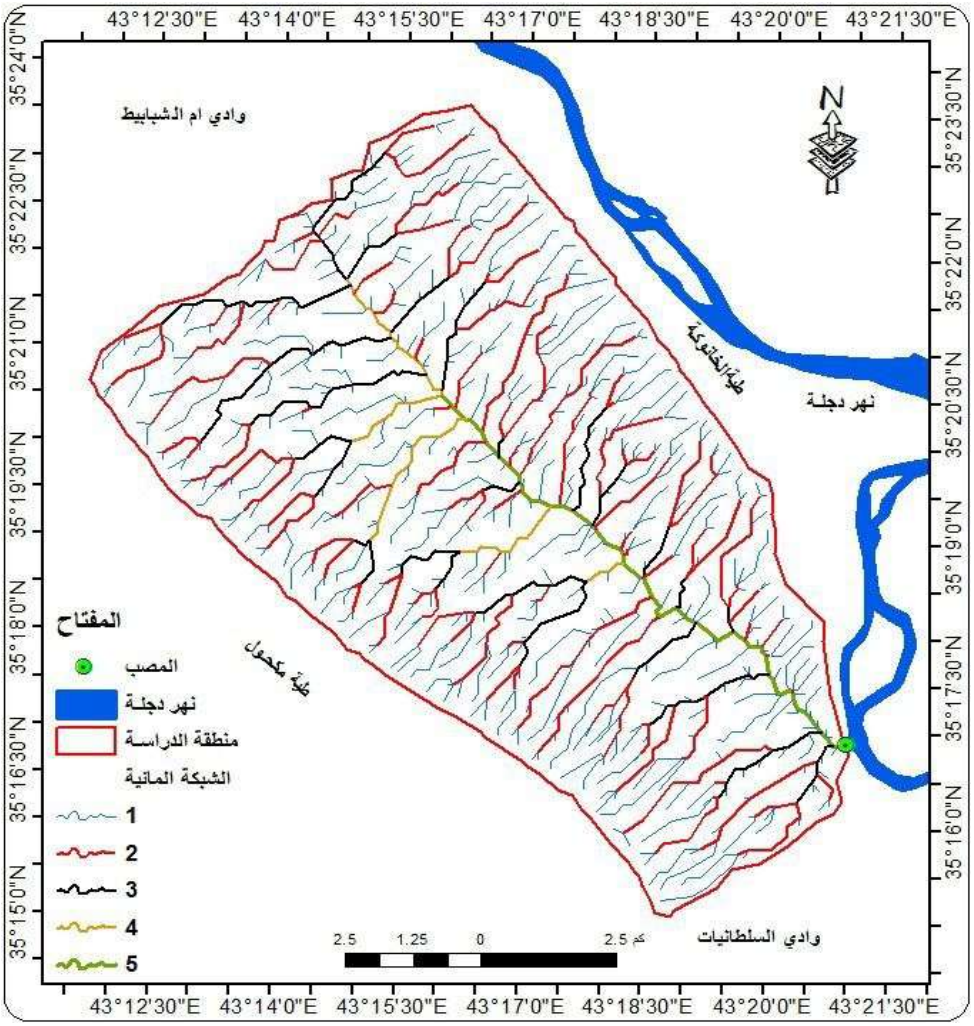
(4)خصائص شبكة التصريف(Characteristics Of Water Drainage)

يعد شكل الشبكة المائية بروافدها ورتبها التي هي عليه نتيجة أو انعكاسا على خصائص الصور في المنطقة و أشكالها التركيبية وكذلك الظروف المناخية ، كما تعكس خصائص الصور من حيث نفاذيتها وصلابتها وانحدارها وتركيبها من حيث الفواصل والشقوق وغيرها، اذ اسفر عن هذه الخصائص شكل خاص بالشبكة المائية ونشاط أوديتها[٣١].

(4-1): المراتب المائية:(Stream Orders)

يقصد بالمراتب النهرية التدرج الرقمي لمجموعة روافد (المسيلات والجداول) التي يتكون منها حوض التصريف، فهي تتباين من حوض لآخر تبعاً لحجم الحوض واتساعه والذي يعود الى التباين في مساحة الاحواض نتيجة تأثير العوامل الطبيعية في زيادة وانتشار الشبكة المائية[٣٢]. فهي تعد ذات اهمية كبيرة في معرفة و تقدير سرعة الجريان السطحي، وكذلك التعرف على حجم التصريف المائي للحوض النهري، بالإضافة الى إمكانية التنبؤ بمخاطر الفيضان، ومن ثم معرفة ما مدى تأثيرها على استعمالات الأراضي المجاورة لتلك الأودية والحد من خطورتها على تلك الاراضي، إذ تم الاعتماد على طريقة (Strahlar)(1957)، التي تنص على أن الأنهار الأولية تمتلك الرتبة الأولى، أما الرتبة الثانية فتتكون من تجمع فرعين من الرتبة الأولى، وأما الرتبة الثالثة من تجمع فرعين من الرتبة الثانية وهكذا في بقية الرتب، ويحمل المجرى الرئيس أعلى الرتب قيمة ويمكن الاستلام من جميع الرتب الأقل بصورة مباشرة[٣٣]. بعد تصنيف شبكة التصريف المائية لحوض وادي القصر بحسب مراتبها إلى خمس مراتب نهرية, نلاحظ من الجدول (6) والخريطة(2) أن الرتبة الأولى سجلت (433) مجرى، اما الرتبة الثانية سجلت (98) مجرى، وسجلت مجاري الرتبة الثالثة (30) مجرى، والرتبة الرابعة (5) مجاري ،بينما عدد مجاري الرتبة الخامسة (1) مجرى, نستنتج ان الرتب المائية كثيرة العدد في المراتب الدنيا ثم يقل عددها بتطورها الى المراتب العليا بفعل عملية الاندماج والاسر النهري.

خارطة(2)المراتب النهرية في منطقة الدراسة.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

جدول(6) اعداد المجاري المائية لكل مرتبة لأحواض منطقة الدراسة.

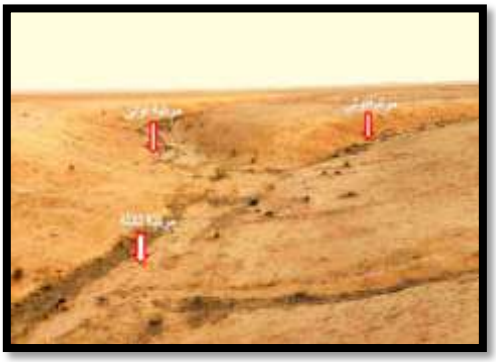
وادي القصر	المرتبة الاولى	المرتبة الثانية	المرتبة الثالثة	المرتبة الرابعة	المرتبة الخامسة	المجموع
اعداد المجاري	433	98	30	5	1	567

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (ArcGis10.3)

الصورة(1) تشكيل المرتبة الثانية

(43°22'0"E -35°35'0"N)

الصورة(2) تشكيل المرتبة الثالثة



(43°24'0"E -35°34'0"N)

الصورة(2) تشكيل المرتبة الرابعة

(43°26'0"E -35°35'0"N)

الصورة(4) تشكيل المرتبة الخامسة

(43°27'0"E -35°33'0"N)

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ(2022/4/22)

(4-2): أطوال المجاري:(Stream Length)

تعد دراسة اطوال المجاري من أهم السمات الهيدرولوجية، لأنها تفيد تحديد سرعة الجريان المائي من جانب وتأثير عامل الطول والقصر للمجرى من جانب اخر، فاذا كانت مقرونة بالاتساع فإنها تزيد من كميات المياه الضائعة بالتبخر، ويحدث العكس في المجاري القصيرة التي تتسم بانحدار اكبر من المجاري الطويلة، وتعد مؤشراً مهماً في معرفة ذروة الفيضان داخل المجاري المائية والوقت الذي يقطعه الماء وصولاً إلى منطقة المصب، وكلما زاد طول المجرى قلت خطورة الفيضان، وانخفضت كمية المياه الواصلة للمصب, مما يزيد من كمية الخزين الجوفي، فكلما زاد طول المجرى المائي زادت احتمالية تغذية المياه الجوفية. وتبرز أهمية أطوال المجاري في رسم شكل الحوض، من خلال جرف المفتتات وحملها وترسيبها في قيعان المجاري او على جانبها ، وبالتالي يؤدي الى توسيع الوادي وزيادة مساحة الحوض التصريفي[٣٤]. ويلاحظ من الجدول (7) ان مجموع اطوال المجاري المائية في حوض وادي القصر بلغت (386.4) كم، اما بالنسبة للمراتب المائية فقد شكلت أطوال المرتبة الأولى أعلاها بمجموع (201)، اما مجموع اطوال المرتبة الثانية(114.6)كم، وتلتها اطوال المرتبة الثالثة بمجموع(47.7) كم، بينما شكلت

اطوال المرتبة الرابعة(11.5) كم، اما المرتبة الخامسة والاخيرة بلغ مجموع (11.6)كم، والتي تتمثل بالمجرى الرئيسي الذي تصب فيه جميع المراتب الاخرى.

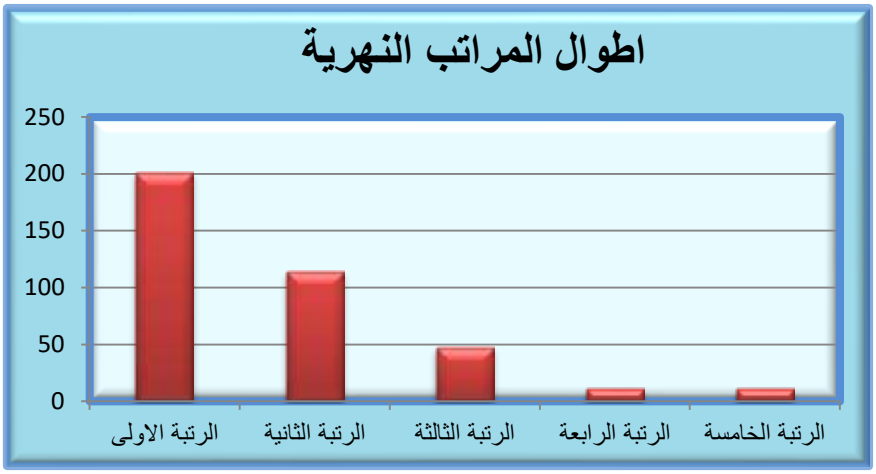
نستنتج مما تقدم أن المرتبة الأولى حازت على اكبر مجموع من اعداد وأطوال المجاري المائية، إذ تعد مجاري المرتبة الاولى في أي حوض هي التشكيل الأولي للشبكة المائية، وتتطور بأعداد كبيرة وباتجاهات عشوائية بعد هطول الامطار وتبعاً لطبيعة الانحدار، ومن ثم يقل عددها وتزداد أطوالها من خلال عمليات الاندماج والأسر النهري فتّكون مراتب نهرية عليا.

جدول(7)اطوال المجاري المائية لكل مرتبة لحوض منطقة الدراسة.

وادي القصر	المرتبة الاولى	المرتبة الثانية	المرتبة الثالثة	المرتبة الرابعة	المرتبة الخامسة	المجموع
اطوال المجاري	201	114.6	47.7	11.5	11.6	386.4

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (ArcGis10.3)

الشكل (3) العلاقة بين الرتب النهرية واطوالها



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول(٧)

(3-4) معدل طول المجرى :(Mean Stream Length)

هو سمة مميزة ترتبط بكل من شبكة الصرف والسطح . ويمكن حسابه من خلال تقسيم مجموع اطوال المجاري لكل مرتبة على عدد مجاري المرتبة[٣٥] وفق المعادلة التالية:-

$$\text{معدل طول الحوض} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري لمرتبة ما}}{\text{عدد المجاري لتلك المرتبة}} \quad \ldots\ldots (٣٦)$$

ومن خلال الجدول (8) نلاحظ ان هنالك تباين في معدلات اطوال المجاري لكل مرتبة من مراتب الحوض وهذا يعني عدم تجانس شبكة الصرف .

جدول (8)معدل اطوال المجاري المائية (كم) في حوض وادي القصر

الحوض	المرتبة الاولى	المرتبة الثانية	المرتبة الثالثة	المرتبة الرابعة	المرتبة الخامسة
القصر	0.46	1.16	1.59	2.3	11.6

المصدر من عمل الباحث اعتمادا على جدولين(6) و (7)

(4-4)نسبة طول المجرى (Stream Length Ratio)

توضيح هذه النسبة العلاقة بين الجريان السطحي والتصريف والمرحلة التحاتية التي وصل اليها الحوض[٣٧] ، وبين العالم هورتون أن هناك علاقة طردية بين طول المجرى ومرتبته إلا إنها تتغير في بعض المجاري المائية بسبب ظروف وعوامل طبيعية على طول المجرى المائي حيث تؤثر بوضوح على نسبة الطول للمجاري المائية, ويمكن حسابها وفق المعادلة الآتية :

$$\text{نسبة طول المجرى} = \frac{\text{معدل اطوال المجاري لمرتبة ما}}{\text{معدل اطوال المجاري للمرتبة التالية}} \quad \ldots\ldots \quad (٣٨)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة والجدول(9) نلاحظ أن هنالك اختلاف ليس بالكبير في نسب معدلات اطوال المجاري والذي يكون بين (20. 0 – 73. 0) ويعزى هذا التباين يعود الى شدة الانحدار في بعض مناطقه والخصائص الطبوغرافية بين ارجاء الحوض ، وان الحوض قطع شوطا ليس بالطويل في مراحلة الحتية.

جدول (9) نسب اطوال المجاري المائية (كم) في حوض وادي القصر

الحوض	نسبة اطوال المرتبة الاولى الى الثانية	نسبة اطوال المرتبة الثانية الى الثالثة	نسبة اطوال المرتبة الثالثة الى الرابعة	نسبة اطوال المرتبة الرابعة الى الخامسة
القصر	0 .40	0 .73	0 .69	0 .20

المصدر من عمل الباحث اعتمادا على جدول (7)

(4-5):نسبة التشعب (Bifurcatia ration):

وهي من المقاييس المهمة في الدراسات المورفومترية ؛ وذلك لأنها تبين مدى العلاقة بين التصريف ومعدل تقرع المجاري المائية ، ويقصد بها : النسبة بين عدد المجاري النهرية لرتبة معينة ، وبين عدد المجاري النهرية للرتبة التي تليها [٣٩],غالباً ما تتراوح نسبة التشعب في الأحواض ما بين (3 – 5) التي تشير الى تشابه البنية الجيولوجية والظروف المناخية للأحواض ، بينما ارتفاع القيم أو انخفاضها يشير إلى عدم تماثل الحوض جيولوجيا ومناخيا وتضاريساً ، كما أن هناك علاقة بين نسبة التشعب وحدوث الفيضان ، فكلما قلت نسبة التشعب ازدادت احتمالية حدوث الفيضان ، لأن المياه تتجمع ضمن مجاري قليلة ، كما أن المياه تصل إلى مجرى الحوض الرئيسي خلال مدة قصيرة من الزمن، وبالعكس كلما تزداد نسبة التشعب يزداد عدد المجاري التي يتم تصريف المياه خلالها ، فتتوزع

المياه ضمن مساحة كبيرة، وبتالي تحتاج مدة زمنية أطول للوصول الى مجرى للحوض [٤٠].وتستخرج وفق المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة الشعب} = \frac{\text{عدد مجاري مرتبة ما}}{\text{عدد مجاري المرتبة التي تليها}} \quad \ldots\ldots \quad (٤١)$$

ومن خلال تطبيق هذه المعادلة, والجدول (10), على حوض منطقة الدراسة تبين ان نسبة التشعب في المرتبة الأولى و الثانية (٤.٤), و في المرتبة الثانية والثالثة (3.3) وفي المرتبة الثالثة والرابعة (6), وفي المرتبة الرابعة والخامسة (5), حيث تباينت نسبة التشعب في حوض منطقة الدراسة من مرتبة الى اخرى, في حين بلغ معدل التشعب لحوض وادي القصر (4.6), وهذه القيم تكون متقاربة جدا مما يدل على تشابه الصخور في جميع ارجاء الحوض التي تكونت فوقها شبكة الصرف المائي في المنطقة وتأثرها بالتراكيب الخطية.

جدول(10) نسبة التشعب ومعدلاتها في حوض منطقة الدراسة

الحوض	الرتب				معدل التشعب
	2/1	3/2	4/3	5/4	
القصر	4 .4	3 ,3	6	5	4 .6

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على طرق القياس المورفومترية للأحواض.

(4-7): كثافة التصريف المائي:(Drainage Density)

يقصد بها درجة انتشار الشبكة النهرية وتفرعها ضمن مساحة محدودة, وتعد احدى الخصائص المورفومترية التي تؤثر في سرعة الجريان المائي اثناء هطول الامطار في الحوض, وتوضح مدى تأثير الظروف المناخية المتمثلة بالتساقط وتركيب الصخور المقاومة للتعرية المائية, ونوعية التربة وخصائصها ونسجتها, وكثافة الغطاء النباتي, واستعمالات الارض وتدخلات الانسان على الحوض, وهي تقيس مدى تقطع أرضية الحوض[٤٢]. أكد ملتون ان المناخ والطبوغرافيا مسؤولان عن اختلاف الكثافة التصريفية بنسبة(97%)،كما ويرى ستريلر ان الكثافة التصريفية تعكس العلاقة بين الامطار ونوعية الصخور المتواجدة, فالصخور ذات النفاذية العالية تسمح بتسرب مياه الامطار خلالها وبالتالي لا تسمح بتطور المجاري المائية فيها, اذ أن المجاري المائية تزداد طولا مع ارتفاع كمية التساقط وتقل كمية التسرب بسبب شدة الانحدار وقلة نفاذية ومسامية الصخور[٤٣]،

جدول (١١) خصائص شبكة التصريف لحوض وادي القصر

وادي	كثافة الصرف الطولية	كثافة الصرف العددية	معدل بقاء المجرى	معامل الانعطاف
القصر	3.43	5.03	0.29	1.14

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على طرق القياس المورفومترية للأحواض

وتبين صورة (5) و(6) حجم التصريف في حوض وادي القصر. يمكن تميز نوعان من كثافة الصرف وهما

صورة (5) حجم التصريف المائي صورة (6) حجم التصريف في مجرى ثاني

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ١٢ / ٢٠٢٢/٤

(4-7-1)كثافة الصرف الطولية(Density Of Longitudinal Drainage)

يقصد بها النسبة بين مجموع أطوال المجاري المائية المتواجدة في الحوض النهري إلى مساحة الحوض الكلية، وتتأثر كثافة الصرف الطولية بمجموعة من العوامل أهمها كمية التساقط المطري، إذ أن هناك علاقة طردية بين كمية التساقط المطري وكثافة الصرف الطولية بينما تكون العلاقة عكسية مع درجة الانحدار، كما تؤثر طبيعة التكوين الصخري ودرجة نفاذيته ومساميته في التسرب المائي وما له من تأثير في شق القنوات النهرية وزيادة أطوالها، وتستخرج كثافة الصرف الطولية وفق المعادلة الآتية :

$$\text{كثافة الصرف الطولية: } \frac{\text{مجموع اطوال المجاري /كم}}{\text{مساحة الحوض /كم}^2} \quad \ldots\ldots (٤٤)$$

ومن خلال المعادلة والجدول(11)، يتبين إن كثافة الصرف الطولية لحوض وادي القصر قد بلغت (3.43) كم / كم٢، وتعد كثافة منخفضة حسب التصنيف الذي وضعه ستراير, وان سبب ذلك هو انخفاض مستوى التساقط المطري في الحوض وكذلك اغلب المياه المتساقطة تجد طريقها الى باطن الارض, وطبيعة التكوينات الصخرية في المنطقة, اضافة الى ان الحوض يمر بمرحلة النضج وان عملية تعميق مجاريه وزيادة اطوالها مازالت مستمرة.

(4-7-2)كثافة التصريف العددية (Scalar Exchange Density)

وهي التي تمثل كثافة عدد المجاري المائية في الوحدة المساحية وأن زيادة عدد المجاري بواسطة عملية التعرية يؤدي إلى زيادة أطوالها[٤٥], تعد مؤشرا يمكن بواسطته معرفة الخصائص الهيدرولوجية التي تسهم

في التعرف على شدة تقطع الحوض لكل كيلومتر مربع ويتم ذلك من خلال قسمة اعداد المجاري المائية في الحوض لجميع المراتب على مساحة الحوض[٥٤]. وتستخرج الكثافة العددية حسب المعادلة التالية:

$$\text{كثافة الصرف العددية} = \frac{\text{مجموع عدد مجاري الحوض}}{\text{مساحة الحوض /كم}} \quad \ldots\ldots\ldots (٤٦)$$

ومن تطبيق المعادلة تبين ان كثافة التصريف العددية لحوض وادي القصر بلغت بلغة (5.03)كم^2, يلاحظ الجدول (11), يتضح من خلال ذلك ان هناك علاقة طردية بين الكثافة العددية من جهة وكمية الامطار الساقطة على منطقة الدراسة ، وبما أن كمية الأمطار الساقطة في حوض وادي القصر تعد قليلة وأن هناك ارتفاع كبير في قيمة التبخر لذا فان كثافة التصريف العددية منخفضة, اضافة الى طبيعة البنية الجيولوجية وطبوغرافية الحوض.

(4-8) معدل بقاء المجرى:(Stream Remains Ratio)

هو مؤشر آخر لمعرفة كثافة الصرف الطولية للأحواض المائية, اذ يمثل متوسط الوحدة المساحية التي تغذي الوحدة الطولية ضمن شبكة المجاري المائية للحوض، كما يشير الى المرحلة الجيومورفية التي تمر بها الاحواض, فكلما زادت القيمة لهذا المعامل زادت المساحة الحوضية التي تغذي المجاري أي ابتعاد المجاري عن بعضها, وكلما قلت قيمته قلة المساحة الحوضية واقتراب المجاري من بعضها وزيادة معدل الجريان[٤٧]. ويستخرج وفق المعادلة الاتية:-

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم}2}{\text{مجموع اطوال المجاري /كم}} \quad \ldots\ldots\ldots (٤٨)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة والجدول(11)تبين ان معدل بقاء المجرى بلغ(0.29) وهذا يدل على انخفاض قيمة معدل بقاء المجرى الناتج عن زيادة عمليات الحت المائي واقتراب المجاري من بعضها وزيادة الجريان على حساب الترسيب لان الحوض مازال في بداية دورته الحتية.

(٤-٩)معامل الانعطاف:(Sinuosity Ratio)

يعد من اهم المؤشرات في الدراسات الهيدرولوجية, فمن خلاله يمكن معرفة المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الوادي, فهو يؤثر على سرعة وحجم الجريان المائي فكلما كان الانعطاف شديدا قلة سرعة الجريان وزادت التسرب داخل التربة, ويقصد به:(درجة انعطاف الوادي عن المجرى المستقيم وشدة انثنائه), وهو النسبة بين الطول الحقيقي للوادي من المنبع إلى المصب بتعرجاته إلى الطول المثالي المستقيم للوادي[٤٩]. ويتم قياسه وفق المعادلة التالية:

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{الطول الحقيقي /كم}}{\text{الطول المثالي /كم}} \quad \ldots\ldots\ldots (٥٠)$$

وقد صنف(schamm1956) نسب معامل الانعطاف الى ثلاث اصناف وهي

١-(أقل من 1.1) مستقيم

٢- (1.1-1.5) متعرج ملتوي

٣-(أكثر من 1.5) منعطف[٥١]

ومن تطبيق المعادلة والجدول(11), تبين ان قيمة معامل الانعطاف لحوض وادي القصر بلغت (1.14) ومن خلال التصنيف تبين ان هذه القيمة اقرب الى الالتواء منها الى الاستقامة وهذا يؤدي الى الوصول السريع لموجات التصريف من المنبع الى المصب مما يسهم في تقليل معدل الضائعات بالتبخر والتسرب المائي من الوادي .

(5)أنماط شبكة الصرف النهري: (Drainage Pattems)

يقصد بنمط التصريف المائي الشكل الناتج عن اتصال وادي من مرتبة معينة بوادي اخر من نفس المرتبة او من مرتبة, حيث يرتبط نمط التصريف بعدة عوامل لها الدور الكبير في تشكيله, منها البنية الجيولوجيا للمنطقة ودرجة الانحدار للسطح وكذلك صلابة صخور المنطقة واختلاف نوعها وبنائها ومدى التجانس فيها, وان اختلاف عمليات الرفع التكتونية وعمليات التصدعات واختلاف عمليات الحت للحوض أدى الى اختلاف انماط الصرف في شبكة الوادي في منطقة الدراسة, بالإضافة إلى التطور الجيمورفولوجي للحوض آخذين بنظر الاعتبار ظروف المناخ السائدة التي لها تأثير على التصريف المائي والمتمثلة بموسم التساقط وكميته ونوعيته ونظام التساقط فيما اذا كان التساقط متوازن على طول فترة موسم التساقط او بالعكس وطريقة تساقطه هل على شكل زخات او رذاذ..الخ[٥٢].ومن أهم أنماط التصريف الموجودة في منطقة الدراسة.

(5-1):نمط التصريف الشجري:(Dendritic Drainage Pattems)

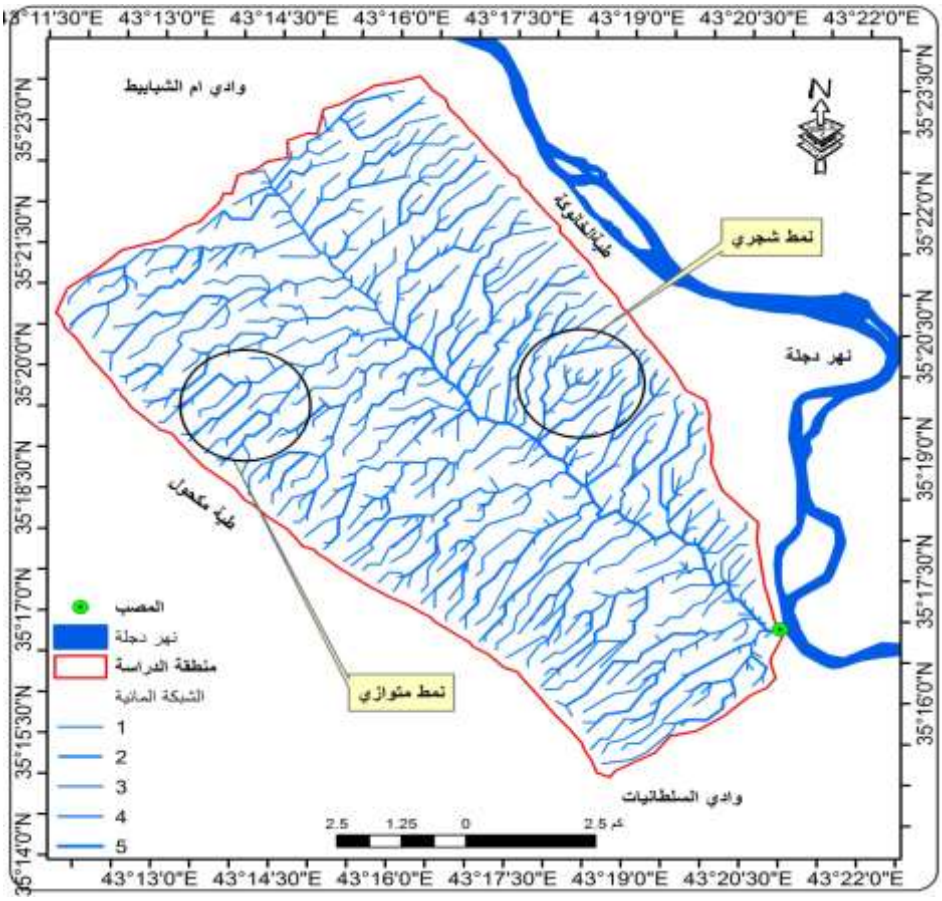
يسود هذا النمط من التصريف النهري في المناطق الصخرية التي تتميز بصخورها المتجانسة من حيث نظام وبنية الطبقات والتكوين الصخري , وخاصة في الصخور الرسوبية والمتحولة حيث تلتقي روافد هذه الانهار مع بعضها بالمجرى الرئيسي بزوايا حادة بحيث تبدو الانهار في هذا النمط كأنها تفرعات كأغصان الاشجار وتكون الروافد قصيرة وكثيرة, لذا فقد مثل عامل انحدار الارض العامل الرئيسي الذي تحكم في توجيه المجاري المائية والتي عادة ما تتبع في جريانها الانحدار العام للسطح[٥٣], ويظهر هذا النمط في الاجزاء الشمالية الشرقية من الحوض كما في الخريطة(3), ويبرز تأثيره هيدرولوجياً في سرعة وصول العاصفة المطرية من المنبع حتى المصب مما يزيد من حجم الجريان المائي من خلال قلة الضائعات المائية, وتختلف كثافة تفرعاته تبعا لدرجة صلابة الصخور ومساميتها ونوعية المناخ السائد, اذ تزداد كثافة التفرع كلما كانت صلابة الصخور قليلة كما في الصخور الرسوبية

في حين يقل التفرع في مناطق الصخور النارية الصلبة المقاومة وتزيد درجة التفرع ايضا مع زيادة كمية التساقط وتقل بقلته.

(5-2):نمط التصريف المتوازي:(Rectangular Drainage Pattems)

يظهر هذا النمط من التصريف النهري حول أقدام الجبال وخاصةً في الأراضي الواسعة والتي يكون فيها الانحدار واضحاً خاصة في مناطق الطيات المحدبة والمقعرة الاستعراضية التي تمتد في اتجاه شمالي شرقي – جنوبي غربي التي تتشكل انحداراتها من مقعرات طولية توازيها محدبات طولية ايضا, حيث تساعد هذه الحالة على خلق مجاري طولية تشق المقعرات السطحية وتمتد مجاريها موازية لبعضها وتكاد تنفصل اوديتها بمسافات متساويةويدخل في تشكيله عوامل عدة منها البنيوية التي تتمثل بالصدوع والفواصل والشقوق التي تقطع المناطق الشديدة الالتواء, وتستمر روافده بالامتداد المستمر إلى أَن تصل الأراضي السهلية ذات الإنحدار البسيط ومن ثم تلتقي مع بعضها مكونة نمطاً تصريفياً متوازياً يتجه نحو المجرى الرئيسي, وينتشر هذا النمط بشكل واسعا في جميع اجزاء الحوض, كما مبين في الخريطة(3)[٥٤].

خارطة(3)التصاريف النهرية في منطقة الدراسة.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) وبرنامج(Global Mapper V 11).

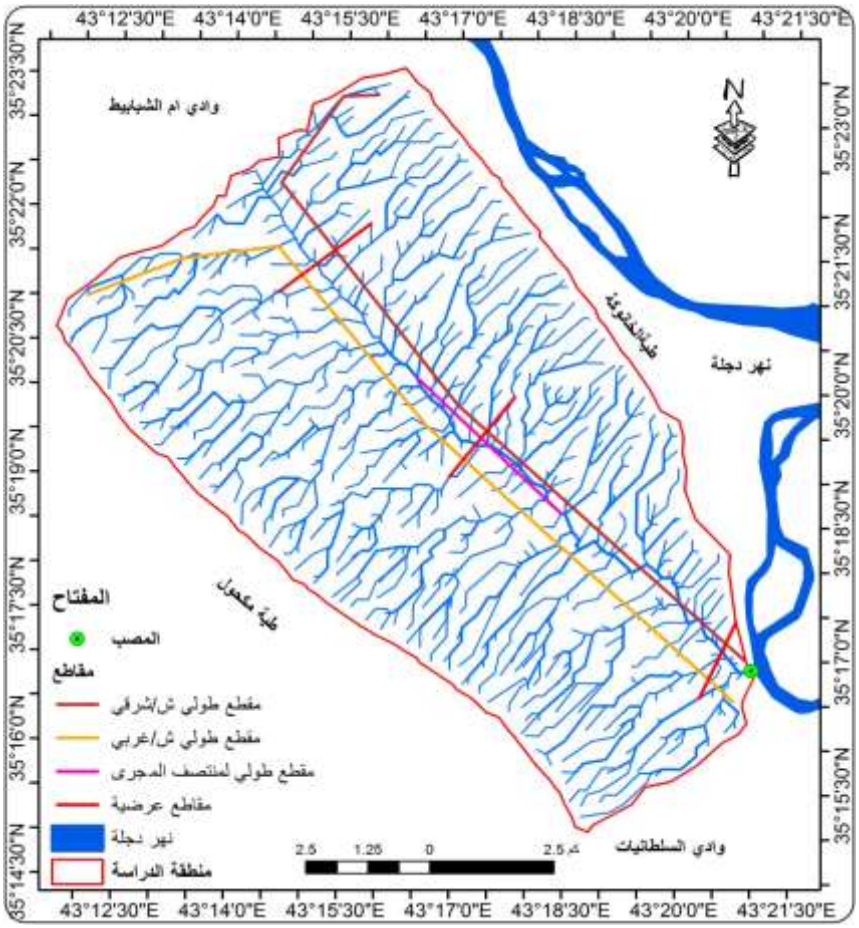
(6): تحليل المقاطع الطولية والعرضية لحوض وادي القصر:-

تعد دراسة مقاطع احواض التصريف ذات اهمية في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية, لأنه يمكن عن طريقها معرفة التاريخ الجيومورفولوجي الذي يمر به الحوض النهري, والتطور الذي يحصل للأودية ضمن الدورة الهيدرولوجية ومدى عملية التعرية المائية, وكذلك معرفة درج ارتفاعات المجرى الرئيس وبيان المقاطع المختارة من منطقة المنبع إلى المصب، وطبيعة الخصائص الانحدارية لجوانب المجاري المائية وتأثير هذا التدرج والانحدار في تحديد هيدرولوجية الحوض وظروف استثمار مياهه. وان اشكال المقاطع الطولية والعرضية للمجاري المائية ترتبط بعوامل تكتونية وصخرية ومناخية وهيدرولوجية [٥٥].ولإعطاء صورة واضحة لخصائص المقاطع الطولية والمقاطع العرضية لحوض وادي القصر، من خلال رسمها واستخراجها بأشكال ثلاثية الأبعاد اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM)، وبرنامج(Global Mapper .11), ورسم خريطة(4)في برنامج (Arc GIS 10.3) نستنتج من ما يأتي:-

(6-1): المقاطع الطولية:(Longitudinal Profiles)

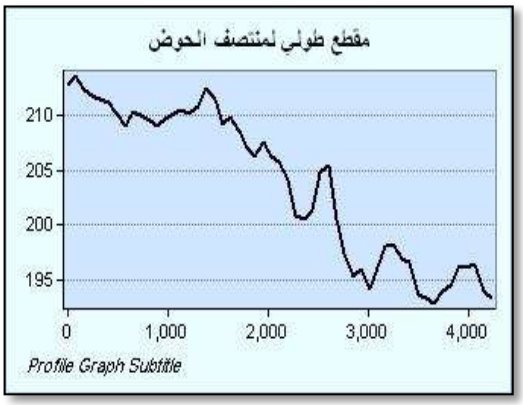
يقصد بها القوس الذي يحدد بدقة انحدار المجرى النهري للحوض على طول امتداده من منطقة المنبع إلى منطقة المصب, وهو يتأثر بعدة عوامل منها نوعية الصخور الموجودة في المنطقة إذ يزداد انحدار المقطع الطولي شدة عندما تكون الصخور صلبة بينما يقل ذلك عندما تكون الصخور هشة وكذلك الحركات البنائية و طبيعة المناخ السائد إضافة إلى ذلك النشاط الجيومورفولوجي للمياه الجارية متمثلا بالنحت والارساب, وان لدراسة المقاطع الطولية للأودية النهرية أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية لأنها تسهم في معرفة المراحل الحتية التي يمر فيها المجرى النهري(الشباب والنضج والشيخوخة) حيث تظهر لنا المقاطع الطولية المرحلة التي يمر بها النهر , فالمقاطع الطولية المقعرة تشير الى مرحلة الشباب ,بينما إذا كان المقطع الطولي مستوي أو شبه مستوي يدل على مرحلة الشيخوخة ولابد من الإشارة إلى أنَّ المقطع المثالي للوادي هو عندما يكون مقعرا في منطقة المنبع والتي تمثل مرحلة الشباب ويقل تقعره في الوسط والذي يمثل مرحلة النضج بينما يصبح مستويا في منطقة المصب وذلك يمثل مرحلة الشيخوخة [٥٦], وقد قسم الحوض الى ثلاثة مقاطع طولية كما في خريطة(4) وهي كالاتي:-

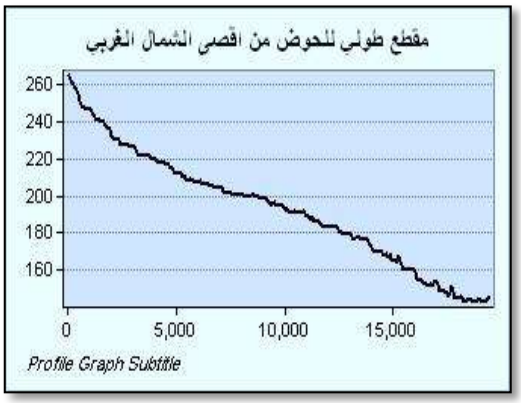
خريطة (4) المقاطع الطولية والعرضية لحوض وادي القص



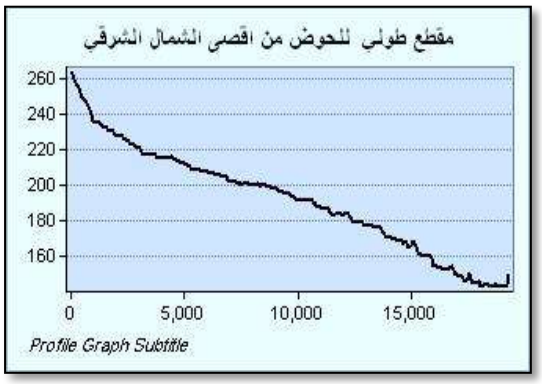
المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ومخرجات برنامج (ArcGis10.3)

الشكل(4)مقطع طولي من اقصى الشمال الغربي الشكل (5) مقطع طولي لمنتصف الحوض





الشكل(6) مقطع طولي من اقصى الشمال الشرقي



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و برنامج (Global mapper .11).

(6-1-1) مقطع طولي للحوض من اقصى الشمال الغربي :

يتبين من الشكل (4) الذي يمثل المقطع الطولي للحوض من اقصى الشمال الغربي ،ان يمتاز بانحدار متوسط وانه يمر بمرحلة النضج لان شكل المقطع يتباين بين التقعر والتحدب, وهذا يشير الى ان التعرية متساوية مع الترسيب, ويبلغ أعلى ارتفاع له (268) م وأدني ارتفاع (142) م، وبلغ فرق الارتفاع بين اعلى نقطة وادناها(126)م, وبانحدار بلغ (7.59).

(6-1-2) مقطع طولي لمنتصف الحوض :

يتبين من الشكل (٥) والذي يمثل المقطع الطولي لمنتصف الحوض انه يمتاز بانحدار بسيط, وانه يمر بمرحلة الشباب لأنه قريب من الشكل التحدب وهذا يشير الى قلة نشاط التعرية, اذ بلغ أعلى ارتفاع له (214) م وأدنى ارتفاع (193)م, بفارق (21)م, وبانحدار بلغ (26, 1).

(6-1-3) مقطع طولي للحوض من اقصى الشمال الشرقي

يتبين من خلال الشكل(6) والذي يمثل المقطع الطولي للحوض من اقصى الشمال الشرقي انه يمتاز بانحدار متوسط وانه يمر بمرحلة النضج لان شكل المقطع يتباين بين التقعر والتحدب, وهذا يشير الى ان التعرية متساوية مع الترسيب, اذ بلغ أعلى ارتفاع له (262) م وأدنى ارتفاع (142)م, بفارق (120)م, وبانحدار بلغ (7.23).

(6-2) المقاطع العرضية:(Transverse Sectors)

يعد المقطع العرضي احد الخصائص المهمة التي تبين مدى تطور الأحواض المائية خلال الدورة التحاتية، اذ تساهم في إظهار تضاريس المقاطع التي تم اختيارها ومعرفة طبيعة الانحدار وحجم المواد المنقولة والمترسبة ودرجة التصريف للمياه السطحية داخل الاحواض وبالتالي التعرف على حجم المواد التي تعرت والاماكن التي من المحتمل زيادة الرواسب في احواضها. اذ تعد دراسة المقاطع العرضية لأحواض الأودية ذات أهمية كبيرة من الناحية

الجيومورفوية , اذ يمكن من خلالها التعرف على التاريخ الجيومورفولوجي للحوض، فضلا عن معرفة درجة الاتساع والعمق الذي يتباين من مكان الى آخر؛ ويرجع ذلك لتباين التكوينات التي تقع فوقها الاحواض ودرجة المقاومة التي تبديها لعمليات التجوية والتعرية [٥٧]. فعندما يضيق المقطع العرضي في بعض المناطق فهذا يبين ان النحت الذي حصل هو نحت رأسي، أما عند اتساع المقطع العرضي فهذا يوضح ان هناك زيادة في النحت الجانبي وضعف لتكوينات المقطع العرضي, ولأجل القيام بدراسة المقاطع العرضية للمنطقة المدروسة بشكل واضح ثم تشخيص وتحديد ثلاث اماكن او مواقع لكل لحوض منطقة الدراسة كما في خريطة (4) وهي كما يلي:

(6-2-1): مقطع عرضي لمنبع الحوض:

ويوضح شكل (7) المقطع العرضي لمنبع حوض وادي القصر حيث ينحصر الارتفاع بين (217.9- 218.8م)عن مستوى سطح البحر, وبامتداد (1.350كم) ، حيث يأخذ الوادي شكلا منتظما من البداية ولغاية (250م) لكنه يأخذ بالانحدار الكبير والتقعر ما بين (250 - 950م) وهذه المسافة تمثل المجرى المائي في الحوض ويظهر انه تعرض الى حت جانبي ورأسي ويمر في مرحلة النضج لانه شكله يقترب من الحرف (U) .

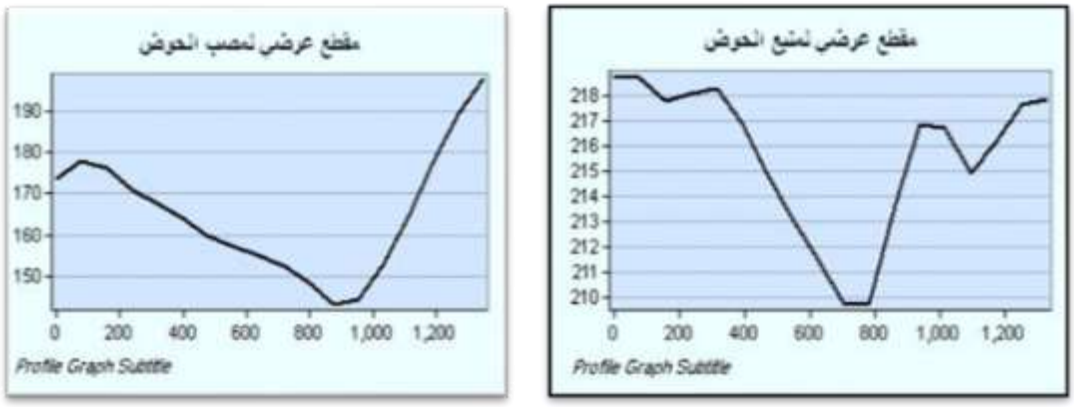
(6-2-2):مقطع عرضي لمنتصف الحوض:

يوضح شكل (8) المقطع العرضي لمنتصف الحوض حيث ينحصر ارتفاعه بين (209 - 215)م عن مستوى سطح البحر، وبامتداد (2.750كم) ويكون واسع وشكله غير منتظم من بدايته الى نهايته، حيث يأخذ بالانحدار الشديد ويكون على شكل حرف (V),اذ تتزايد تعرجاته بسبب زيادة عمليات النحت الرأسي على النحت الجانبي فيكون الوادي في مرحلة الشباب.

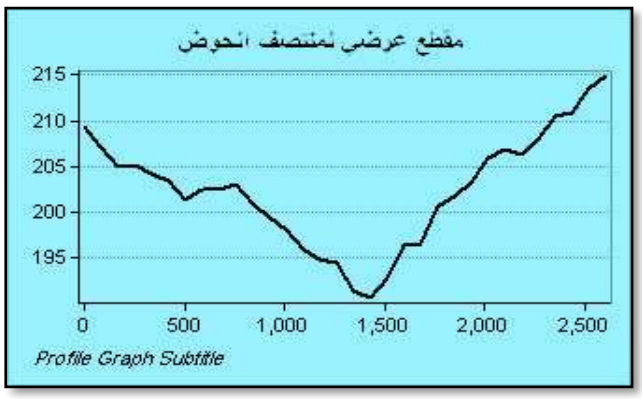
(6-2-3) : مقطع عرضي لمصب الحوض:

يبين الشكل (9) المقطع العرضي لمصب الحوض والذي ينحصر ارتفاعه بين(174-200)م وبامتداد (1.300)م ويكون شكله منتظم اذ يبدا بانحدار بسيط لغاية (900م) ثم يمتد بانحدار كبير لغاية (1.300) م اذ تعرض الى حت رأسي وحت جانبي بشكل كبير وذلك لضعف التكوينات الصخرية وقوة الحت المائي وبالتالي فهو يمر بمرحلة النضج المتقدم.

الشكل(7) مقطع عرضي لمنبع الحوض الشكل(8) مقطع عرضي لمصب الحوض



الشكل(9) مقطع عرضي لمنتصف الحوض



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و برنامج (Global mapper .11)

الاستنتاجات:

١- تبين من خلال الدراسة المورفومترية ان مساحة الحوض بلغت (112.71كم^2) ، كما أظهرت الخصائص المساحية لحوض التصريف وابعاده إذ بلغ الطول الحقيقي لحوض وادي القصر(16.59)كم, بينما بلغ الطول المثالي(14.48)كم، وعرض الحوض (7.63كم) ، ومحيط الحوض (45.15كم), تجري خلالها المجاري المائية التي تنحدر من الطيات المرتفعة باتجاهات مختلفة تصب جميعها في المجرى الرئيسي للحوض ليصب في نهر دجلة.

٢- دلت نتائج نسبة الاستدارة أن حوض وادي القصر يقترب من الشكل الدائري ويبتعد عن الشكل المثلث ، إذ بلغت قيمة نسبة الاستدارة (0.69) ، وهذا ما تأكده نسبة تماسك المحيط البالغة (1.45) وقيم نسبة الاستطالة (0.64).

٣- يتبين أن اما معامل شكل الحوض بلغ (0.41) مما يدل على اقترب شكل الحوض من الشكل المثلث, حيث تكون قاعدة المثلث في منطقة المنبع ورأس المثلث عند منطقة المصب مما يزيد الفترة الزمنية للوصول إلى ذروة التصريف.

٤- كما تبين من تحليل الخصائص التضاريسية أن هناك تضرساً شديدا في منطقة الدراسة حيث بلغت نسبة التضرس (13.5)م/كم, اما قيمة التضاريس النسبية بلغت (4.96)م/كم, في حين

بلغت قيمة الوعورة (0.76), اما التكامل الهبسومتري بلغت قيمته (0.50)كم^2/م.

٥-بالاعتماد على طريقة ستريلر (strahler) لحساب المراتب المائية للحوض، تبين أن حوض وادي القصر وصل الى المرتبة الخامسة ليصب في نهر دجلة حيث بلغ مجموع أعداد المجاري (567), وبلغت اطوالها (386.4) اما نسبة التشعب فبلغت (4.6) , كما بلغ معدل كثافة الصرف الطولية (3.43)كم/كم^2, أما الكثافة التصريفية العددية فقد بلغ معدلها (5.03) كم/كم^2, وهي قيم منخفضة تعد مؤشرا عن قصر أطوال شبكة الصرف مقارنة بمساحة الحوض.

٦-بلغت قيمة معدل بقاء المجرى للحوض (0.29) وهي قيمة منخفضة تدل على قلة تساقط الامطار داخل حوض وادي القصر.

٧- كما بلغت قيمة معامل الانعطاف لحوض وادي القصر(1.14) وهذا مؤشر على أن الحوض ذو الالتواء قليل وإنه أقرب إلى الاستقامة ، كما بينت أنماط شبكة الصرف على وجود نمطين في منطقة الدراسة وهما النمط 1- المتوازي 2- الشجري .

Sources:

(١)Khalaf Hussain Al-Dulaimi, Terrain (Applied Geometry), i1, Al-Safa Publishing and Distribution House, Amman, 2011.
(٢)Suhaib Hassan Khader Taha, Building a geographic model for surface water runoff in the northern part of the Al-Jazeera region of Iraq, an unpublished doctoral thesis, College of Education, 2005 AD.
(٣)Barq Yusef Suleiman Al-Jabouri, Hydrological Analysis of Wadi Al-Rumadaniyah Basin, Previous Source .
(٤)Sunds Juma Hussain Al-Jabouri, Geomorphology of the Badush Valley Basin (Bagal), previous source.
(٥)Saadi Ajil Al-Daraji, Applied Geometry, Dath Printing and Publishing House, i1, Baghdad, 2019 AD.
(٦)Hibah Muhammad Fayyad Al-Azawi, Geomorphological model for estimating the surface runoff of the Azian Valley basin in Erbil Governorate, Masters Message, University of Baghdad, College of Education for Girls, 2021 AD .
(٧)Saadi Ajil Al-Daraji, Applied Geymorphology, previous source.
(٨)Isaac Saleh Al-Akam, The Relationship between Surface Runoff and Geomorphological Variables for Eastern Iraq, Journal of Arts, University of Baghdad, No. (108), 2014 AD.
(٩)Imad Talha Abdul Ghani, et al., Morphometric analysis of the Houran Valley using remote sensing and geographic information systems, Anbar Journal of Agricultural Sciences, volume (15), number (1), 2017 AD.
(١٠)Bashar Fouad Abbas Maarouf, Ground Forms of the Abu Khudair Valley Basin in Badia Al Salman, Southwest Iraq, PhD thesis, (unpublished), College of Education for Girls, University of Kufa, 2015 AD .
(١١)Muhammad Sabri Mehsoub, Geomorphology of Earth Shapes, previous source.
(١٢)Kamel Hamza Filel Al Asadi, variation of the morphological characteristics of the Western Plateau valleys in Najaf Governorate and their relationship to human activity, doctoral thesis (unpublished), College of Arts, University of Kufa, 2012 AD.
(١٣)Rahim Hamid Al-Abdan, Digital Analysis of the Morphometric Characteristics of the Tangero Valley Basin, Al-Qadisiyah Journal of Humanities, Volume (11), No. (3), 2008 .
(١٤)Fathi Abdel Aziz Abu Radi, General Assets in Geomorphology, i 1, Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Beirut, Lebanon, 2004 AD .
(١٥)Sunds Juma Hussain Al-Jabouri, Hydrological Analysis of Wadi Badush Basin Using Geographical Information Systems, Journal of Arts, University of Mosul, Appendix (2), No. (138), 2021 AD.
(١٦)Fire by Mahmoud Salman Al-Khalidi, Wadi Juman Basin in Erbil, Morphometric study, Al-Mustansiriya magazine for Arab and International Studies, Al-Mustansiriya University, Volume (13), Issue (55), 2016 AD.
(١٧)Ayoun Abdul Mohsen Jassim Al-Musawi, Hydrological Basin of Hoor Al-Hawizeh and its relationship to the size of rainfall east of Maysan Governorate, Master's thesis, Wasit University, College of Education for Humanities, 2021 AD, p. 169.
(١٨)Khalaf Hussain Ali Al-Dulaimi, Al-Anhar, Applied Geomorphology Study, i1, Oman, Safafa Printing, Publishing and Distribution House, 2017 AD.
(١٩)Raqia Ahmed Muhammad Amin Al-Ani, Gemorphology of Sahl Al-Sindi, PhD thesis (unpublished), University of Mosul, College of Education, 2010.
(٢٠)Shaima Bassem Abdul Qadir Al-Hayali, Hydrologic The Waterworm that flows

into the Tigris River, Nineveh Governorate, Master's thesis, University of Mosul, College of Education for Humanities, 2015 AD.
(٢١)Zainab Saleh Jaber Wajid, Hydrological and Geometry of the Abu Ghar Valley Basin in Muthanna Governorate, Master's thesis, Al-Kofa University, College of Arts, 2017 AD .
(٢٢) Pareta, K. and Pareta, U.) Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India Using ASTER (DEM) Data and GIS, International Journal of Geomatics and Geosciences, 2011.
(٢٣)Najm Abdullah Kamel Al-Karai, et al., Geometric analysis of the proposed Granfid Dam site Sharkat, northern Iraq, Tikrit Journal of Pure Sciences, Volume (21), No. (2), Salahuddin ، Iraq, 2016.
(٢٤)Muhammad Hisham Abdul Rahman Al-Shammari, Morphometric characteristics of the Shamsbanan River Basin in Dohuk, Master's message, (unpublished), College of Education (Ibn Rushd). University of Baghdad, 2017 AD.
(٢٥)Ali Abdul Hussein Hamza Al-Jawdari, Hydrogyomorphology of the Nadshrian Valley Basin in the northeast of Maysan Governorate, PhD thesis (unpublished), College of Education for Humanities, Wasit University, 2019 AD.
(٢٦)Ambassador Jasim Hussain, Hydrofometric properties of the Umm Faris Valley basin in the Muthanna Governorate desert, Uruk Journal of Humanities, Volume (14), No. (2), 2021 AD.
(٢٧)Khalaf Hussain Al-Dulaimi, Al-Anhar (Applied Geohydromorfometric Study), i1, Safa Publishing and Distribution House, Amman, 2017 AD.
(٢٨)Malik Rahim Abdel Zaid, Morphometric properties of Southeast Network Valley basins using (GIS), Geographical Research Magazine, Issue (22), 2020 AD.
(٢٩)Abdel Baqi Khamis Hammadi Al-Muhammadi, Analysis of the morphometric variables of the Domilan Valley Basin in northeastern Iraq using geographic information systems, Al-Anbar University Journal of Humanities, Iraqi University, College of Literature، Issue (1), 2019.
(٣٠)Strahlar A.N .. physical geography, John Wiley and sans, New York, 2nd Edition. 1960. P.
(٣١) Rao, N. Latha, S. Kumar, A. Krishna, H., Morphometric Analysis of Gostani River Basin in Andhra Pradesh State, India Using Spatial Information Technology, International Journal of geomatics & geosciences, 2010.
(٣٢)Ambassador Jasim Hussain, Hydrogeomorphological study of the Khankah Valley basin in the Muthanna Governorate desert using modern geographical techniques, Journal of the College of Basic Education for Education and Humanities, Volume (14), No. (55), 2022 AD.
(٣٣)The leadership of Talib Kazem Al-Rubaie, Morphometric basin of Kalaal Badra and the Jabab River and their relationship to mineral deposits east of Wasit Governorate, Journal of the College of Education, Wasit University, No. (38), 2020 AD.
(٣٤)Sarteel Hamid AL-Shammary, Morphometric Analysis of Diwearege River Basin (Iraq Iran cross border River), Messan province, Iraq, Using Remote, issue (1), vole (2012, P7
(٣٥)Najah Saleh Hadi Al-Zuhairi, Hydrogeomorphological Assessment of Northeast Clare Basins and Its Impact on Sustainable Development, PhD thesis (Unpublished), College of Education for Humanities, University of Diyala, 2020.
(٣٦)Deli Khalaf Hamid Al-Jabouri, Wadi Al-Fadha Basin in the Wavy Zone of Iraq, Study in Applied Hydrology, Tikrit University College of Education for Humanities,

Master Letter (unpublished), 2005 .
(٣٧)Ahmed Falih Fayyad and Saad Hammad Farhan, Morphometric analysis of dry valleys in the Brown region and the possibility of investing in water harvesting projects, Al Anbar University Journal of Humanities, No. (2), 2019 AD.
(٣٨)Ahmed Hussein, Analysis of the morphometric and hydrological characteristics of Wadi Al-Abra Basin west of Nineveh Governorate, Kirkuk University Journal / Humanitarian Studies, Volume (14), No. (2), 2019 AD.
(٣٩)Ibrahim Hussein Al-Musawi, Analysis of the Morphometric Characteristics of Awad Wadi Al-Kasir, Uruk Journal of Humanities, Volume (8), No. (1), 2015 AD.
(*)Longitudinal Density Limits Developed by (Strahler, 1958) .
(A) 0 – 4 low
١٢ – ٤ ( )medium
(c) 13 Fawthar high, quoting: Raqi Ahmed Muhammad Amin Al-Ani, Gemorphology of Sahl Al-Sindi, former source
(٤٠)Aid Jassim Hussain Al-Zamali, Morphometric properties of the Abu Nawab Valley basin in Najaf Governorate and the possibility of investing its water, Uruk Magazine, Volume (10), No. (1), 2017 .
(٤١)Ibtisam Ahmad Jassim, Hydrogeomorphology of the Elton Bridge Basin in Kirkuk Governorate, a previous source.
(٤٢)Muhammad Majdi Trab, Photographers, Victory Press, University of Alexandria, 1993.
(٤٣)Hiam Noman Falih, Muhammad Abd al-Wahab al-Asadi, Analysis of the morphometric properties of the Kani Valley basin, graded using modern geographical techniques, Middle East Research Journal, No. (56), (Part Two), 2020.
(٤٤)Nahrin Hassan Aboud, Hydrogeomorphology of Wadi Saura Basin in Sulaymaniyah Governorate, PhD thesis (unpublished), University of Baghdad, College of Education for Girls, 2016
(٤٥)Hassan Ramadan Salama, Geological Analysis of Morphometric Characteristics of Water drainage Basins in Jordan, Journal of Humanities, Volume (7), Issue (1), 1981 .
(٤٦)Sarhan Naim Al Khafaji, Morphometric and Hydrological Characteristics of the Qirin Al-Thamad Valley in the South Iraqi Badia, Badia Al-Najaf, Master's Letter (unpublished), University of Muthanna, College of Humanities Education, 2010, P. 58.
(٤٧)Shaima Bassem Abdul Qadir Al-Hayali, former source.
(٤٨)Khalaf Hussain Al-Dulaimi, Applied Geomorphology, Library of the National Library, Amman, Jordan, 2001 AD, p. 298.
(٤٩)Ghada Muhammad Salim, et al., The Principles of Geology and Geomorphology, Institute of Technical Institutes Press, Baghdad.
(٥٠)Hikmat Abdulaziz Hamad Al-Husseini, spatial analysis of the morphometric properties of the Mazur and Akoyan basins using space visuals and geographic information systems, doctoral thesis, Salahuddin-arbel University, College of Arts, 2009.
(٥١)Hassan Sayed Ahmed Abu Al-Ain, The Origins of Geomorphology (Study of the Terrain Forms of the Earth), i.11, University Culture Foundation, Alexandria, 1995 AD.
٥٢))Muhammad Majdi Trab, Forms of Deserts, a study of the most important geomorphological phenomena in dry and semi-arid regions and the printing press of victory, Alexandria, 1993.

(٥٣)Nadia Qais Yassin Ismail, former source, 2021 AD.
(٥٤)Duaa Mashari Muhammad Al-Kanani, Geometry and Hydrology of Wadi Al-Talil Basin, Northeast Maysan Governorate, Master's degree, Wasit University, College of Education for Humanities, 2022 AD.
(٥٥)Bashir Farhan Mahmoud Al-Tamimi, former source.
٥٦))Marwa Ali Tahir, Morphometric characteristics of the Avi Serke Valley basin in Dohuk Governorate, (unpublished), University of Baghdad, Ibn Rashid College, 2015.
(٥٧)Khalaf Hussain Ali Al-Dulaimi, Terrain Land Study Geomorphology, Applied Process, Previous Source.