# التحليل المورفومتري لحوض وادي عرعر غرب العراق باستخدام التحسس النائي ونظم المعلوما الجغرافية G.I.S

أ.د.حسين عذاب خليف الموسوي م.آمال هادي كاظم الجابري

**المقدمة :**

أسهم التقدم العلمي والفني الذي حصل نتيجة تطور الحاسب الآلي وتعدد إستعمالاته وإمكاناته وإستحداث تقنيات الإستشعار من بعد (Remote Sensing) ونظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems) التي أصبحت أحد أهم أركان التكنولوجيا الجغرافية, في تيسير الدراسات الجيومورفية التطبيقية وتطويرها وجعلها تحل محل الدراسات الجيومورفية التقليدية كونها أكثر دقة وفائدة في المعلومات التي تتضمنها , حتى أضحت هذه الدراسات تدعم وسائل إتخاذ القرار المكاني المناسب وحل العديد من المشكلات الجغرافية وغير الجغرافية , وبهدف المساهمة في هذا الجانب تم اختيار حوض وادي عرعر موضوعاً للبحث.

**1- مشكلة البحث:**

تتمثل مشكلة البحث بالتساؤل الآتي (ما الخصائص الطبيعية والمورفومترية لحوض وادي عرعر؟)

**2- فرضية البحث :**

يستند البحث على فرضية مفادها(يتمتع حوض وادي عرعر بجملة من الخصائص الطبيعية والمورفومترية المتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة الصرف المائي).

**3- هدف البحث :**

يهدف البحث إلى إستعمال التقنيات الجغرافية في دراسة الأحواض النهرية والتحليل المورفومتري للخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة الصرف المائي لها.

**4- أهمية البحث:**

تأتي أهمية البحث من أهمية الأحواض النهرية نفسها وما تتضمنه هذه الأراضي في صخورها وأشكالها الأرضية ومواردها المائية وتربتها القديمة وحفرياتها الحيوية من دلالات على التغيرات البيئية التي تعرضت لها عبر الزمن مما يجعلها سجلاً للتاريخ الطبيعي الجيولوجي والمناخي والهايدرولوجي ، مع إستمرار المحافظة على معالمها وخصائصها في ظل ظروف الجفاف التي تعمل على إبطاء معدلات التغير الجيومورفي ، إذ تتنوع الوحدات الجيومورفية في هذه البيئة وما تمتلكه من موارد اقتصادية مهمة.

**5- حدود البحث:**

يقع حوض وادي عرعر بين قوسي طول (20.َ39°- 30.َ42°) شرقاً ودائرتي عرض (05.َ30° -50.َ31°) شمالاً, تتركز معظم منابعه في الأجزاء الشمالية الشرقية للأراضي السعودية وتمتد أكثر من ثلاثة أرباع مساحته البالغة (22106.83) كم$^2$ فيها , ويدخل في الأراضي العراقية ضمن الحدود الإدارية لمحافظة الأنبار ليصب عند فيضة الأمغر (خبرة دويخلة) , الخريطة (1).

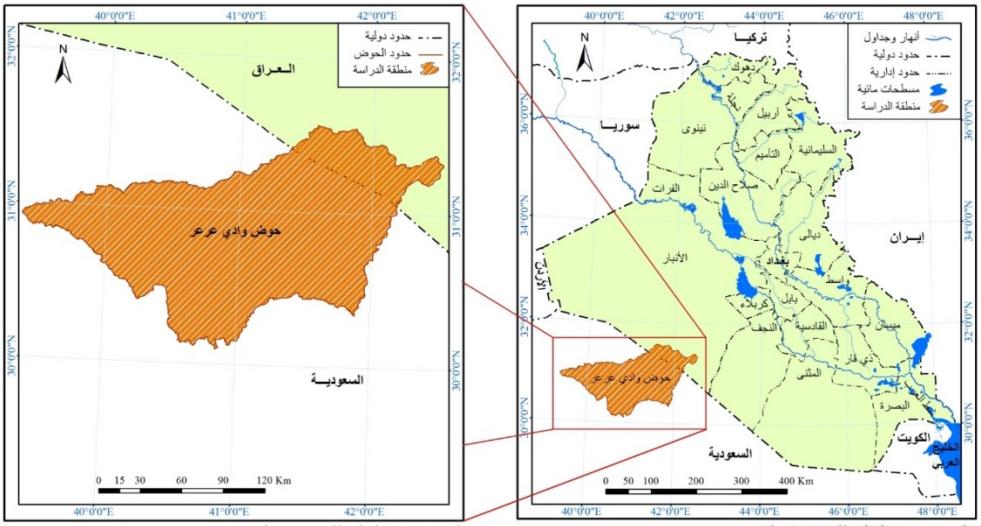
**6- منهج البحث :**

تم إعتماد البحث على المنهج الجغرافي الوصفي معززا بطريقة التحليل الكمي.

**هيكلية البحث :**

قسم البحث على مبحثين تسبقهما مقدمة , إهتم المبحث الأول بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية في حوض وادي عرعر , وركز المبحث الثاني على خصائص شبكة الصرف المائي فيه , وإختتم البحث بمجموعة من الإستنتاجات والمقترحات.

الخريطة (١).
الموقع الجغرافي والفلكي لحوض وادي عرعر.




المصدر: من عمل الباحثة بالإعتماد على :
- بيانات الإرتفاع الرقمية DEM ، الدقة التمييزية ١٠ متر ، ٢٠١٥ م.

المصدر: من عمل الباحثة بالإعتماد على :
- المديرية العامة للمساحة، قسم أنتاج الخرائط الرقمية M.P.D، بغداد، خريطة العراق الإدارية مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠، ٢٠١٠ م.

## المبحث الأول: الخصائص الطبيعية والمساحية والشكلية والتضاريسية لحوض وادي عرعر.

يعد حوض الصرف النهري الوحدة الأساس لإجراء البحوث الكمية (Morphomtric)*لأحواض الأنهار , ويعد قياس الصفات الطبيعية للنظم النهرية أو الأودية من التطورات الحديثة في حقل الجيومورفولوجيا التطبيقية التي تعتمد على التحليل الإحصائي والرياضي لوصف الأشكال الأرضية[1], وتساعد الدراسات المورفومترية على تحديد شكل الحوض والمرحلة الحتية للأحواض والمظاهر الأرضية التي تتطور عنها نتيجة التباين في عمليتي الحت والترسيب, فضلاً عن إمكانية الإفادة من هذه الدراسات في إهتمامات علمية تطبيقية كصيانة التربة والموارد المائية وفي الكثير من المنشآت الهندسية[2], ولتحديد وقياس السمات المورفومترية في حوض وادي عرعر تمت الإستعانة بالخرائط الطوبوغرافية لكنها لم تكن كافية لأن أكثر من ثلاثة أرباع مساحته تمتد في الأراضي السعودية كما أسلفنا , مما دعا للإعتماد على بيانات الإرتفاع الرقمي (DEM) والمرئية الفضائية Land sat LC8 الملتقطة في عام 2015م وبدقة تمييزية تبلغ (10) متروبإستعمال برنامج (Arc Gis 10.2) والملحق ضمن حزمة (Arc Tool Box) وضمن بيئة Archydroإستنادا إلى تصنيف (ستريهلر – Strahler) في تصنيف الشبكة المائية, خريطة (2) والتي أعتمدت بشكل رئيس في الحصول على متطلبات القياس المورفومتري لمنطقة الدراسة وعلى النحو الآتي:

**أولا– الخصائص الطبيعية لحوض وادي عرعر :**

تمتد منطقة الدراسة على الرصيف المستقر التابع للدرع العربي النوبي, وتوجد فيها مجموعة من التراكيب الخطية بعضها معلوم والبعض الآخر غير معلوم أسهمت في التأثير بإتجاهات سير معظم المجاري المائية ومن المراتب المختلفة مما جعلها تشارك في رسم الملامح الشكلية للحوض, وتتألف المنطقة من ثلاث تكوينات جيولوجية هي الزهرة وأم إرضمة التي تعود إلى الزمن الثلاثي, وترسبات حصى الهبارية الذي يعود إلى الزمن الرباعي , ويظهر تكوين الزهرة في المنطقة بهيئة حجر جيري وغرين ورواسب طفل وحجر رملي ناعم ومدملك وكلس طفلي , أما تكوين أم إرضمة فينكشف بشكل

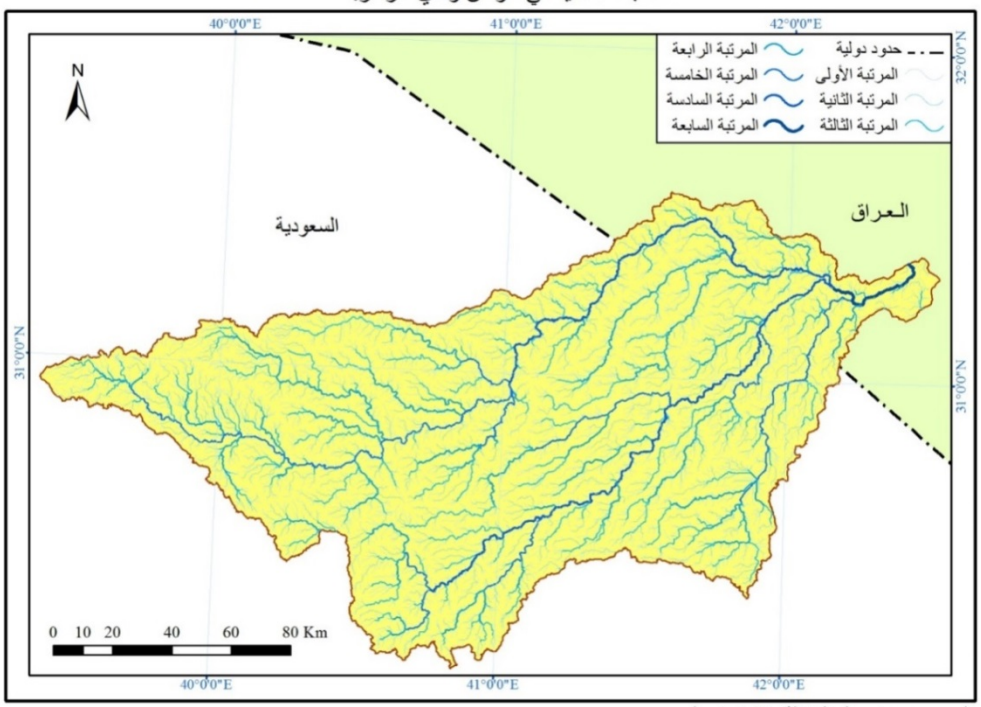
حجر كلسي رملي وحجر رملي كوارتزي وصخور كلسية وإنهدرايت , في حين تغطي ترسبات الهبارية الحصوية القسم الأكبر من مساحة الحوض .

أما عن الظروف المناخية فيسود منطقة الدراسة المناخ الصحراوي الجاف الذي يمتد في الجهات الغربية من العراق والجهات الشرقية من الأراضي السعودية إذ بلغ معدل درجات الحرارة بحسب محطة الجوف (24) مْ للمدة (1985–2010) , في حين بلغت كمية الأمطار (230 ملم) مما يؤكد أن المناخ القديم كان له تأثير أكبر من المناخ الحالي في خصائص الحوض , فضلا عن فقر المنطقة بالغطاء النباتي.

**ثانيا – الخصائص المساحية والشكلية للحوض :**

تظهرأهمية دراسة الخصائص المساحية والشكلية من خلال إرتباطها المباشر بالعوامل الطبيعية المتمثلة بالبنية الجيولوجية وطبيعية الصخور ونوع المناخ , وإن الأحواض النهرية التي تتشابه في خصائصها الشكلية والمساحية لابد أن تتماثل في خصائصها الجيومورفية الأخرى, لأن مثل هذا التماثل لابد أن ينتج عن العمليات الجيومورفية نفسها[3] , وسوف يتم التطرق إلى كل من الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي عرعربالشكل الآتي:

الخريطة (٢).
االشبكة المائية في حوض وادي عرعر.




المصدر : من عمل الباحثة بالإعتماد على :
بيانات الإرتفاع الرقمية (DEM) ، بدقة تمييز (١٠) متر ، ٢٠١٥م.

**1- الخصائص المساحية للحوض:**

يعد حوض وادي عرعر أحد الأودية الموسمية لتصريف المياه في الجهة الغربية للعراق وشمال شرق السعودية وهو من الأحواض الحدودية وتبلغ مساحته (22106.83)كم$^2$ويعزى ذلك إلى التباين في الوضع البنيوي والتضاريسي للمنطقة, فضلاً عن تباين الظروف المناخية بين جهات الحوض العليا والدنيا, وفيما يأتي نتناول أهم الخصائص المساحة للحوض :

**أ- الطول الحوضي :**

يمثل الطول أحد المتغيرات الموفومترية المهمة التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى الخاصة بحوض الصرف النهري , ويتحدد بخط يمتد فيما بين نقطة المصب النهري وأعلى

**الجدول (1)**

**أبعاد ومساحات حوض وادي عرعر.**

| المساحة/كم$^2$ | الطول /كم | متوسط العرض/كم | المحيط/ كم |
|---|---|---|---|
| 22106.83 | 292.98 | 75.45 | 1032.36 |

**المصدر: بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمية (DEM) , دقة التمييز (10) متر ,2015م.**

نقطة ضمن منطقة تقسيم المياه بأعالي النهر[4], ويبلغ طول حوض وادي عرعر (292.98)كم مقاساً من أقصى نقطة في الجنوب الغربي عند منابعه ضمن الأراضي السعودية وحتى مصب الوادي في الجنوب شرقي عند فيضة الأمغر (خبرة دويخلة).

**ب- متوسط العرض الحوضي:**

يقصد به المسافة المستقيمة العرضية مابين أبعد نقطتين على محيط الحوض , وفي ضوء أحواض التصريف لا يمكن الإعتماد على بعد واحد كقياس لعرض الحوض وذلك بسبب أختلاف أشكال الأحواض المائية وكثر تعرج محيطها, وعليه أخذت متوسطات العرض من خلال العلاقة الرياضية الاتية[5]:

$$\text{متوسطات العرض} = \frac{\text{مساحة الحوض/كم}^2}{\text{طول الحوض/كم}}$$

وبتطبيق هذه العلاقة على منطقة الدراسة يتضح بإن متوسط عرض حوض وادي عرعر قد بلغ نحو (75.45)كم.

**جـ- المحيط الحوضي:**

يمثل المحيط الحوضي خط تقسيم المياه بين الحوض وما يجاوره من أحواض أخرى[6] يستخدم هذا المعامل لتوضيح مدى انتشار الحوض واتساعه إذ كلما زاد طول محيط الحوض إزداد انتشاره وتوسعه وإزداد تطوره الجيومورفولوجي[7], ويوضح الجدول(1) إن محيط حوض وادي عرعر بلغ نحو (1032.36) كم.

**2- الخصائص الشكلية للحوض:**

تعد من الخصائص المورفومترية المهمة لما لها من تأثير واضح في الصرف المائي, فالأشكال الحوضية الدائرية تتصف بكميات تصريفية منتظمة من الناحية الزمانية والمكانية كما تكون كميات التصريف فيها عالية وسبب ذلك هو سرعة وصول الموجات التصريفية من بيئة المنبع إلى المصب, وتتصف الأشكال الحوضية المستطيلة بجريان مائي منتظم وبكميات تصريف قليلة نسبياً مقارنة مع الأشكال الحوضية القريبة من الشكل الدائري والسبب في ذلك عدم وصول موجات الفيضان إلى مجرى الوادي بالوقت نفسه ولذلك لا يوجد قمة واضحة للفيضان,فضلاً عن تعرض الكميات التصريفية إلى عاملي التبخر والتسرب خلال سير المياه من المنبع إلى المصب على طول الحوض.

يتضح مما سبق بأن الأحواض الدائرية أكثر تأثيراً في العمليات الجيومورفية بسبب إرتفاع إحتمالات الفيضانات فيها وما يتبعه من تنشيط لعمليات الحت والترسيب , بينما يكون تأثير الأشكال التي تقترب من الشكل المستطيل أقل تاثيراً من الناحية الجيومورفية , ومن أهم المقاييس التي يمكن إستعمالها لقياس خصائص شكل الحوض هي كل مما يأتي :

**أ- نسبة تماسك المساحة:**

تشير هذه النسبة إلى معرفة شكل الحوض ويعني إرتفاع القيم بإتجاه عدد الواحد الصحيح إقتراب شكل الحوض من الدائرة ويكون العكس من ذلك كلما إبتعدت عنه[8], ويستدل من القيم المرتفعة على إستدارة شكل الأحواض المائية مما يشير إلى تقدم دورتها الحتية ويعود ذلك إلى ميل الأنهار إلى حفر وتعميق مجاريها قبل توسيعها , أما القيم المنخفضة فتعني إبتعاد الحوض عن الشكل الدائري وإقترابه من الشكل المستطيل ويعني ذلك عدم إنتظام خطوط تقسيم المياه المحيطة بالحوض النهري مماله تأثير في إطالة المجاري المائية ولاسيما في المرتبتين الأولى والثانية التي تقع قرب خطوط تقسيم المياه عادة , ويعبر عن هذه النسبة رياضيا بالصيغة الآتية[9]:

$$\text{نسبة تماسك المساحة} = \frac{\text{مساحة الحوض/كم}^2}{\text{مساحة دائرة* محيطها يساوي الحوض نفسه/كم}^2}$$

وعند تطبيق هذه المعادلة على حوض وادي عرعر يتبين أن نسبة تماسك المساحة بلغت (0.31) الجدول (2) وهي قيم منخفضة وتدل على إبتعاد الحوض عن الشكل المستدير , ويعود السبب في ذلك إلى طبيعة التركيب الصخري والبنيوي إذ يؤدي الإنتشار الواسع لمكاشف الصخور الصلبة في الحوض إلى عدم إنتظام خطوط تقسيم المياه المحيطة بالحوض وتباين عمليات الحت والتعرية ويدل ذلك على إن الدورة الحتية مازالت في مرحلة الشباب.

**ج- نسبة تماسك المحيط:**

وهي أحد المقاييس المستعملة لتأكيد إبتعاد أو إقتراب شكل الحوض عن الشكل الدائري لها نفس مساحة حوض النهر ويتم أستخراجه وفق المعادلة الاتية[10]:

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \frac{1}{\sqrt{\text{نسبة تماسك المساحة}}}$$

**الجدول (2)**

**الخصائص الشكلية لحوض وادي عرعر.**

| ت | المقياس | القيمة |
|---|---|---|
| 1 | مساحة دائرة محيطها يساوي محيط الحوض نفسه/كم2 | 9877.4 |
| 2 | طول قطر دائرة مساحتها يساوي مساحة الحوض نفسه/ كم | 93.6 |
| 3 | نصف قطر دائرة محيطها يساوي محيط الحوض نفسه/ كم | 46.8 |
| 4 | نسبة تماسك المساحة | 0.31 |
| 5 | نسبة تماسك المحيط | 10.33 |
| 6 | أقصى طول للحوض | 292.98 |
| 7 | مربع طول الحوض | 85837.28 |
| 8 | نسبة الاستطالة | 0.32 |
| 9 | معامل الشكل | 0.26 |

**المصدر: بالاعتماد على برنامج (ArcMap 10.2).**

ونتيجة المعادلة دائماً تكون أعلى من العدد واحد صحيح, إذ كلما إرتفعت قيمة نسبة تماسك المحيط دل ذلك على إبتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري المنتظم[11], وهذا يشير إلى ضعف الترابط بين أجزاء الحوض وعدم إنتظام خطوط تقسيم مياهه ,وعند تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة تبين إرتفاع قيمة نسبة تماسك المحيط الحوضي لوادي عرعر والتي بلغت (10.33),وتتفق هذه النتائج مع نتائج نسبة تماسك المساحة.

**د- نسبة الإستطالة:**

تصف نسبة الإستطالة إمتداد مساحة الحوض والتي تكون تتراوح بين (0-1), بالمقارنة مع شكل المستطيل, فكلما إقتربت نسبة الإستطالة من واحد صحيح إقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل, وكلما إبتعدت عن الواحد إبتعد الشكل عن المستطيل ,وتزيد هذه النسبة في الأحواض الطويلة, وتقل في الأحواض التي يختلف عرضها مع إمتدادها[12] ,وتحسب وفق المعادلة الآتية[13]:

$$\text{نسبة الإستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض نفسه/كم}^2}{\text{أقصى طول للحوض/كم}}$$

وعند تطبيق هذه المعادلة وجد أن نسبة الإستطالة في حوض وادي عرعربلغت (0.32) وهذا يعني إبتعاده عن الشكل المستطيل.

**هـ- معامل شكل الحوض:**

إن دراسة نسبة تماسك المساحة ونسبة تماسك المحيط ونسبة الإستطالة في حوض وادي عرعر أظهرت إبتعاده عن الشكل المستدير والشكل المستطيل لذلك ينبغي دراسة معامل شكل الحوض والذي يعد أحد المقاييس المورفومترية المهمة المستعملة لتحديد شكل الحوض , إذ يدل إنخفاض قيم معامل الشكل على إقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث, فيما تدل قيم معامل الشكل المرتفعة على إبتعاد شكل الحوض عن الشكل المثلث[14] ويستخرج معامل شكل الحوض وفق المعادلة الاتية[15]:

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض/كم}^2}{\text{مربع طول الحوض/كم}}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على منطقة الدارسة يتضح أن معامل شكل الحوض لوادي عرعر الرئيسي بلغ (0.26) إذ شكل مثلث قاعدته في الشمال عند المنابع العليا ورأسه في الجنوب عند المصب ويعزى ذلك إلى تضافر عوامل عده أهمها الحركات التكتونية والتكوينات الجيولوجية , ويعد العامل المناخي عاملاً رئيساً في تحقق ذلك إذ تحظى منطقة المنابع العليا في الحوض على شدات مطرية متفاوتة مما ساعد على تطور الشبكة المائية في القسم الشمالي من الحوض في حين تتصف منطقة المصب بتباين التكوينات الصخرية وإنخفاض درجة الإنحدار وقلة الإمطار مما أدى إلى حدوث الفيضانات المفاجئة.

**ثالثا – الخصائص التضاريسية:**

إن للخصائص التضاريسية أهمية كبيرة في دراسة الأحواض المائية وخصائصها المورفومترية كونها توضح العديد من العمليات الجيومورفية كالحت والترسيب كما تسهم في فهم الدورة الحتية للأحواض المائية وتطور الشبكة المائية وعلاقتها بالمساحة الحوضية وخصائص شبكة الصرف المائي[16], وتتمثل الخصائص التضاريسية التي تم إحتسابها لحوض وادي عرعر في الجدول(3) بما يأتي:

**الجدول (3).**

**الخصائص التضاريسية لحوض وادي عرعر.**

| طول الحوض الحقيقي كم | أعلى نقطة في الحوض/م | أدنى نقطة في الحوض/م | نسبة التضرس م/كم | التضاريس النسبية | كثافة التصريف الطولية | قيمة الوعورة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 466.6 | 967 | 274 | 1.48 | 6.7 | 7.2 | 4.99 |

**المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية Land Sat , دقة التمييز (10) متر ,2015م.**

**أ- نسبة التضرس:**

تعد هذه النسبة مؤشراً جيداً لتقدير حجم الرواسب المنقولة إذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس كما إن إنتشارها قد يمتد لمسافات بعيدة عنها[17]ويسهم ذلك في تكوين أشكال جيومورفية مختلفة كما تسهم درجة التضرس في سرعة وصول موجة الفيضان وفي زيادة دلالة خطر الفيضان الذي يزداد بزيادة درجة التضرس ويظهر ذلك في إزدياد فاعلية النشاط الحتي للمياه الذي ينسحب بدوره على إزدياد الرواسب المنقولة ويتم حساب نسبة التضرس وفق المعادلة الآتية[18] :

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض/م}}{\text{طول الحوض/ كم}}$$

وبتطبيق معادلة نسبة التضرس على حوض وادي عرعر إتضح أن نسبة التضرس في منطقة الدراسة تكون مابين متوسطة إلى قليلة إذ بلغت (1.48م/كم)، ويعود ذلك إلى قلة الإنحدار ولكون المنطقة هضبية مغطاة برواسب رياحية تتصف بقلة مقاومتها لعمليات الحت والتعرية مما يؤدي إلى سرعة وصول موجات الفيضان ويساعد أوديتها على حمل كميات كبيرة من المواد العالقة والرواسب والمفتتات الطينية .

**ب- التضاريس النسبية:**

تعبر هذه النسبة عن العلاقة بين قيمة التضرس النسبي ومقدار محيط الحوض ,وناتج هذه المعادلة هو إيجاد علاقة إرتباط سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعوامل التعرية عند تشابه الأحوال المناخية , كما تعبر هذه النسبة عن درجة التضرس الطوبوغرافي في الحوض[19], وتكون وفق الصيغة الآتية :

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض/ م}^{(*)}}{\text{محيط الحوض/كم}} \times 10$$

إنخفضت قيمة التضاريس النسبية في حوض وادي عرعر إذ بلغت (6.7) ويعزى ذلك إلى طبيعة الصخور الرسوبية التي تنتشر في الحوض الأدنى للوادي , فضلاً عن إنخفاض درجة الإنحدار إذ تتصف المجاري المائية بأتساعها وبتفوق النحت الجانبي فيها على النحت الرأسي.

**جـ- قيمة الوعورة:**

يشير هذا المعامل إلى مدى تضرس الحوض ومدى إنحدار المجرى المائي فيه , وكلما إرتفعت قيمه دل على شدة التضرس وسيادة التعرية المائية التي تعمل على الحت ونقل المواد الصخرية من المنابع العليا إلى أسفل المنحدرات والمناطق المنخفضة في الحوض , وتستخرج قيمة الوعورة وفقاً للمعادلة الاتية[20]:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة التصريف الطولية}^{(*)}}{1000}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على حوض وادي عرعر وأحواضه الفرعية تبين إرتفاع قيمة الوعورة فيه إذ بلغت (4.99)وقدرتها الكبيرة على القيام بعملية الحت والنقل والأرساب فضلاً عن إن إنخفاض معامل الوعورة في الحوض يعكس إنخفاض معدل إنحداره.

**د- التكامل الهبسومتري :**

التكامل الهبسومتري من المعاملات المستعملة لتمثيل المدة الزمنية التي قطعتها الدورة التحاتية في الأحواض النهرية من خلال تكامل العلاقة بين المساحة الحوضية وتضاريس الحوض، فالزيادة بالمساحة يرافقها زيادة في كثافة الصرف وإنخفاض في تضاريس الحوض مما يؤدي إلى نشاط المجاري المائية إذ تغطي المساحة الحوضية 100% عندما يكون مستوى إرتفاع التضاريس قد وصل

إلى حده الأدنى (صفر)[21] , ولحساب التكامل الهبسومتري تم رسم المنحنى الهبسومتري الشكل (1) وفق البيانات المبينة في الجدول (4) التي تم حسابها وفق المعادلات (1، 2) وعلى النحو الآتي:

1. الإرتفاع النسبي = فرق الإرتفاع بين خط كنتور ومستوى القاعدة المحلي(h) / فرق الإرتفاع بين اقصى إرتفاع في الحوض ومستوى القاعدة المحلى(H)

2. المساحة النسبية = المساحة المحصورة فوق اي خط كنتوري ومحيط الحوض(a) / المساحة الكلية لنفس الحوض (A)

**الجدول (4).**

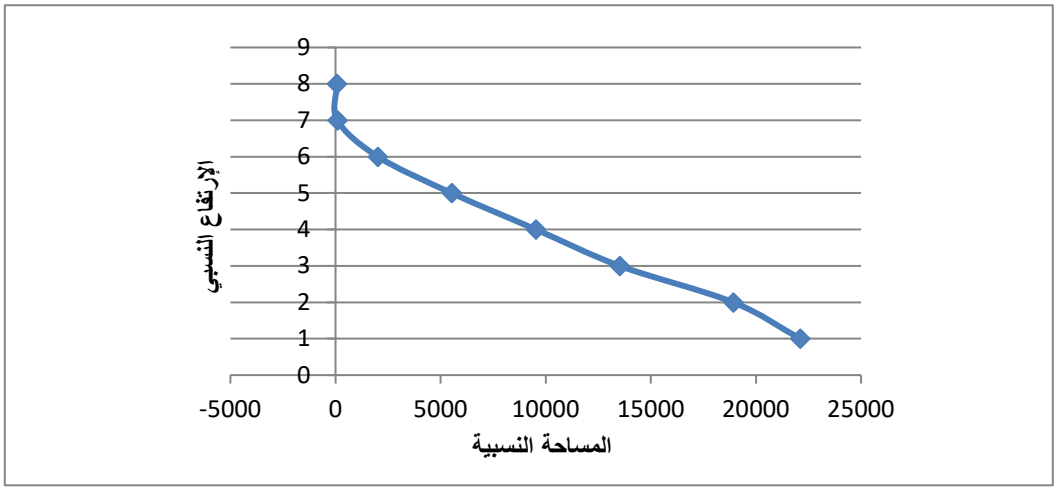
**حسابات المنحنى الهبسومتري.**

| نسة المساحة المتراكمة% | نسبة مساحة فارق الارتفاع% | المساحة المتراكمة (كم$^2$) | مساحة فارق الارتفاع (كم$^2$) | إرتفاع أقصى (م) | إرتفاع أدنى (م) |
|---|---|---|---|---|---|
| 100.00 | 0.26 | 22106.83 | 57.82 | 300 | 274 |
| 99.74 | 14.42 | 18919.67 | 3187.16 | 400 | 300.1 |
| 85.32 | 24.43 | 13519.82 | 5399.85 | 500 | 400.1 |
| 60.90 | 18.02 | 9536 | 3983.82 | 600 | 500.1 |
| 42.87 | 18.15 | 5523.31 | 4012.69 | 700 | 600.1 |
| 24.72 | 15.88 | 2012.89 | 3510.42 | 800 | 700.1 |
| 8.84 | 8.69 | 92.53 | 1920.36 | 900 | 800.1 |
| 0.16 | 0.13 | 64.7 | 27.83 | 967 | 900.1 |
| مجموع مساحة الحوض | | | 22106.83 | | |

**المصدر: بالإعتماد على برنامج (ArcMap 10.2).**

الشكل (1).

المنحنى الهبسومتري لحوض وادي عرعر.



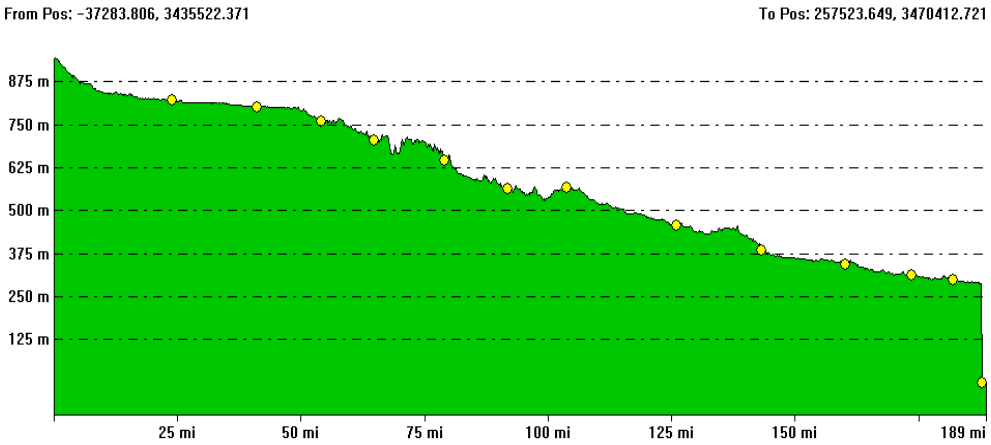

المصدر: بالإعتماد على الجدول (4) وباستعمال برنامج (ArcMap 10.2).

**هـ- المقطع الطولي للمجرى الرئيس لوادي عرعر:**

يعد المقطع الطولي لمجرى الوادي ممثلاً للخصائص الإنحدارية والبيئية في الحوض من منطقة المنابع حتى المصب[22] ,ويرتبط شكله بنوع الصخور والحركات البنائية وكذلك بالنشاط الجيومورفي للمياه الجارية ويزداد إنحدار القطاع دائماً في المناطق ذات الصخور الهشة[23]ويوضح المقطع الطولي للوادي الدورة الحتية التي وصل إليها الحوض وكذلك مدى التغيرات التي حصلت للمنسوب القاعدي خلال مرحلة تكونه[24] وقد تم رسم المقطع الطولي لمجرى وادي عرعرإبتداءا من منابعه التي تمثل أعلى نقطة إرتفاع وهي (967م) فوق مستوى سطح البحر إلى منطقة المصب الشكل(2).

الشكل (2).

مواقع المقطع الطولي في حوض وادي عرعر.




المصدر: بالإعتماد على برنامج (Global Mapper 11).

يتضح من الشكل (2) أن المقطع الطولي ينخفض فيه الإنحدار, ويظهر إستواء القطاع وفقا لطبيعية التجانس الصخري لمنطقة التكوينات الرسوبية التي تغطي معظم أجزاء الحوض مما يوضح مرحلة الشيخوخة التي وصل إليها مجرى الوادي.

## المبحث الثاني : خصائص شبكة التصريف المائي في حوض وادي عرعر.

يعد الشكل العام لروافد النهر برتبها داخل الحوض نتاجاً للعلاقات بين خصائص الصخور وأشكالها التركيبية من جانب وظروف المناخ من جانب آخر كما تعكس خصائص الصخور من حيث درجة النفاذية والصلابة والإنحدار العام للسطح والصور التركيبية من صدوع وفواصل وشقوق وغيرها ويظهرأثر كل تلك الخصائص في تعديل المظهر العام لشكل التصريف النهري وتحديد نشاط أوديته فضلا عن درجة التطور الجيومورفي لحوض الوادي[25]وسوف نتناول البحث خصائص شبكة التصريف المائي في حوض وادي عرعر على النحو الآتي:

**أولا – المراتب النهرية:**

تهتم الدراسة المورفومترية بتمييز المراتب النهرية التي يقصد بها مجموعة الروافد التي يتكون منها النهر أو الوادي نتيجة تجمع الروافد الصغيرة جداً والتي تعد بدايات المسيلات والجداول المائية إلى أن تتجمع بعضها مع بعض وتنمو طولاً وعرضاً وتصريفاً فتكون المجرى الرئيس الذي ينتهي إلى مصبه[26] , وقد تم حساب المراتب النهرية للحوض الرئيس والأحواض الفرعية التي يتشكل منها حوض وادي عرعرحسب طريقة ستريهلر (Strahler) والتي إعتمدتها الباحثة, الخريطة (2) , إذ تسمى المجاري التي لاتصب فيها أي مجارٍ مائية بمجاري المرتبة الأولى في حين تنتمي إلى المرتبة الثانية المجاري الناتجة عن إلتقاء مجريين أو أكثر من مجاري المرتبة الأولى, وعندما يلتقي مجريان أو أكثر من المرتبة الثانية يتشكل مجرى المرتبة الثالثة وهكذا حتى تصل إلى المرتبة العليا وهي المرتبة التي يمثلها المجرى الرئيسي ولا يحدث تغير في تسلسل المراتب عندما يلتقي مجرى من مرتبة دنيا مع مجرى من مرتبة أعلى[27].

تكمن أهمية تصنيف حوض النهر إلى مراتب مختلفة في دراسة كمية التصريف المائي الخاص بكل وادي نهري أو مجموعة من الأودية والذي ينعكس على معرفة قدرة الأودية الحتية والإرسابية ومدى حدوث ظاهرة الفيضانات فيها[28] , ومن خلال الجدول (5) الذي يوضح خصائص الشبكة المائية للأحواض الفرعية والحوض الرئيس,يمكن إستنتاج الآتي:

1- وجود علاقة إرتباط بين عدد المجاري المائية وأطوالها من جهة ومساحة أحواض التصريف من جهة أخرى إذ يتناسب أعداد وأطوال المجاري تناسباً طردياً مع مساحة هذه الأحواض.

**الجدول (5).**

**خصائص شبكة التصريف المائي لحوض وادي عرعر.**

| عدد الوديان | المرتبة الأولى | المرتبة الثانية | المرتبة الثالثة | المرتبة الرابعة | المرتبة الخامسة | المرتبة السادسة | المرتبة السابعة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4120 | 970 | 239 | 56 | 11 | 2 | 1 |
| مجموع أطوال الوديان/ كم | 8009.78 | 3745.05 | 1950.39 | 1140.36 | 551.37 | 419.23 | 42.21 |
| معدل أطوال الوديان/ كم | 1.94 | 3.86 | 8.16 | 20.36 | 50.12 | 209.62 | 42.21 |
| نسبة التشعب | 4.25 | 4.06 | 4.27 | 5.09 | 5.5 | 2 | |
| مجموع عدد الوديان | 5399 | | | | | | |
| مجموع أطوال الوديان/كم | 15858.4 | | | | | | |
| معدل طول الوديان/كم | 2.937 | | | | | | |

**المصدر: بالاعتماد على الخريطة (2).**

2- تتناسب أطوال المجاري المائية والمساحة تناسباً طردياً فالأحواض المائية ذات المساحات الكبيرة تتطور فيها المجاري المائية فتزداد فيها طولاً وعرضاً مع الأخذ بنظر الإعتبار تأثير الظروف المناخية[29]وتبين وجود علاقة تناسب طردي بين مجموع أطوال الأودية والمساحة.

**ثانيا – نسبة التشعب:**

هي النسبة بين عدد المجاري المائية لمرتبة معينة إلى عدد مجاري المرتبة التي تليها وتستخرج حسب المعادلة الآتية[30]:

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{مجموع الوديان في مرتبة ما}}{\text{مجموع الوديان في مرتبة لاحقة}}$$

بلغت نسبة التشعب لحوض وادي عرعر للمراتب الأولى, والثانية, والثالثة, والرابعة, والخامسة, والسادسة (4.25), و (4.06), و (4.27), و (5.09), و (5.5), و (2) على التوالي, وهذا يعني تشابه الظروف المناخية السائدة في الحوض كما تتشابه البنية والتركيب الجيولوجي, إذ تتدرج القيم المذكورة في النسبة التي حددها ستريهلر للأحواض التي تتشابه في مناخها وبيئتها وتركيبها الجيولوجي والتي غالباً ما تكون مابين (3–5)[31].

**ثالثا– كثافة التصريف:**

يقصد بها درجة إنتشار الشبكة النهرية وتفرعها ضمن مساحة محدودة[32] , وتكمن أهمية هذا المقياس بكونه أحد العوامل المؤثرة في جريان المياه أثناء تساقط الأمطار, ولكثافة الصرف علاقة مباشرة بخصائص الحوض المناخية وطبيعة تركيب الطبقات الصخرية المقاومة لعوامل التعرية والطبوغرافية , ويعد المناخ وشكل سطح الأرض مسؤولين عن الكثافة التصريفية بنسبة (97%)[33] وإن كثافة الصرف النهري من السمات المورفومترية الرئيسة لدراسة حالات الفيضان وشدتها التي تتعرض لها الأنهارفكلما كانت كثافة الصرف النهري أو عدد الأنهار كبيراً إزدادت سرعة المياه السطحية الجارية وكانت إستجابة الأنهار للتساقط سريعة وخلال مدة قصيرة إذ ترتفع مناسيب المياه للفيضان بكثافة التصريف النهري العالية عندما يكون عدد الأنهار وأطوالها كبيراً بالنسبة لمساحة أحواضها[34] مما يعني إزدياد عمليات الحت والإرساب التي تزداد طردياً بإزدياد كثافة الصرف النهري

وينعكس ذلك على عمليات الحت النهري لسطح الأرض وكثافة التصريف نوعين , الجدول (6) , هما كل مما يأتي :

**1- كثافة التصريف الطولية:**

تعني نسبة أطوال المجاري في الأحواض كاملة إلى مساحة حوض التغذية , وتفيد معرفة الكثافة الطولية للأودية في معرفة عمليات الحت والإرساب فكلما إزدادت أطوال المجاري

إزدادت سرعة الجريان على إعتبار ثبات العوامل الأخرى, وكلما إزدادت سرعة الجريان إزدادت عمليات الحت, ومن ثم إزدادت عمليات الارساب , ويعبر عنها بالمعادلة الاتية[35]:

$$\text{كثافة التصريف الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري/كم}}{\text{مساحة الحوض/كم}^2}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على منطقة الدراسة يظهر أن كثافة التصريف الطولية لحوض وادي عرعربلغت (0.71)كم أي إن كل (1)كم$^2$ يجري فيه مجرى مائي طوله (0.71)كم ، ويعزى ذلك إلى قلة معدلات الأمطار التي تسقط على المنابع من الحوض.

**2- كثافة التصريف العددية:**

هي معدل عدد الأودية أو الروافد المائية في وحدة المساحة ضمن حوض التغذية ويعبر عنها بالمعادلة الآتية[36] :

$$\text{الكثافة العددية} = \frac{\text{مجموع عدد المجاري للحوض}}{\text{مساحة الحوض/كم}^2}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على حوض وادي عرعر يتضح أن الكثافة العددية بلغت (0.24) مجرى لكل /كم$^2$ ويعني ذلك أنه يجري في كل (1) كم$^2$ (0.24) مجرى ،وذلك نتيجة قلة كمية الأمطار التي تتساقط على المنابع من حوض وادي عرعر وسيادة الصخور الهشة التي

**الجدول (6).**

**الكثافة التصريفية الطولية والعددية لحوض وادي عرعر.**

| الكثافة الطولية كم/كم$^2$ | الكثافة العددية وادي/ كم$^2$ |
|---|---|
| **0.71** | **0.24** |

**المصدر: بالإعتماد على الجدولين (1) و(5).**

تتصف بقلة صلابتها فضلاً عن بساطة إنحدارها الذي لا يسمح بتطوير الجداول والمسيلات المائية.

**رابعا- معامل الإنعطاف:**

يعبر عنه بالطول الحقيقي للمجرى المائي للنهر أو الوادي إلى الطول المثالي للمجرى, ويقصد بالطول الحقيقي للمجرى هو المسافة التي يقطعها النهر على اليابس أما الطول المثالي فهو أقصر طريق يسلكه المجرى بين المنبع والمصب, ويكون عادة الطول الحقيقي أكبر من الطول المثالي ويمكن إستخراج معامل الإنعطاف وفق المعادلة الآتية[37]:

$$\text{معدل الإنعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي/كم}}{\text{طول المجرى المثالي/كم}}$$

ويتبين من الجدول (7) أن معامل الإنعطاف لوادي عرعر بلغ (1.59) ويعزى ذلك إلى سيادة الصخور قليلة الصلابة.

**الجدول (7).**

**معامل الإنعطاف لمجرى وادي عرعرالرئيس ومجاري الأودية الفرعية.**

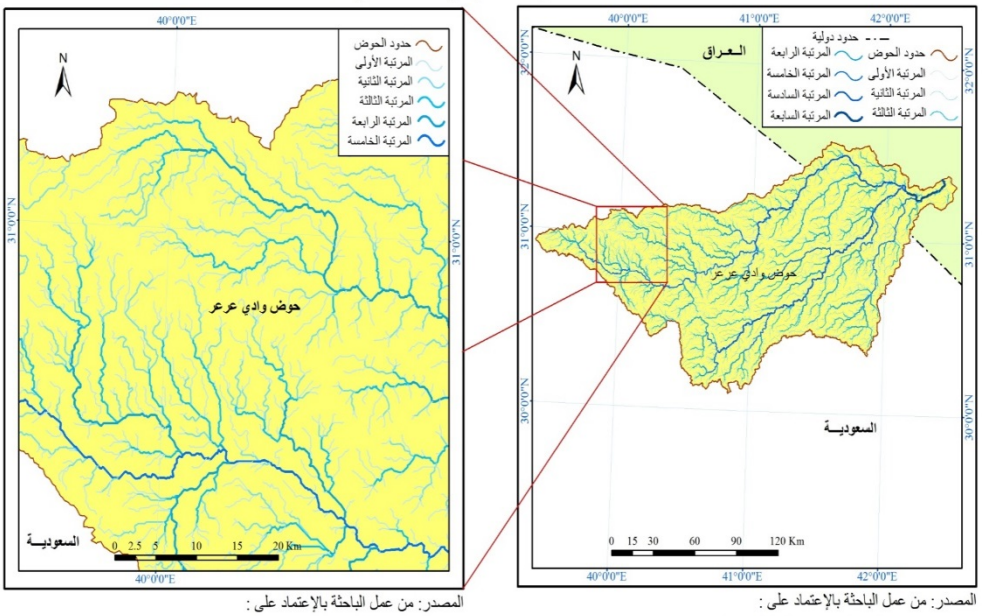
| الطول الحقيقي/كم | الطول المثالي/ كم | معامل الإنعطاف |
|---|---|---|
| 466.6 | 292.98 | 1.59 |

**المصدر: بالإعتماد على الجدول(5).**

**خامسا– أنماط التصريف النهري في حوض وادي عرعر :**

يعد الشكل العام الذي تظهر به مجموعة المجاري النهرية المختلفة في إقليم ما النتيجة الأساسية المهمة التي تربط بين طبيعة التكوين الصخري ونظام بنائه من جهة وبين مناخ الإقليم والتطور الجيومورفي للمجاري النهرية في هذا الإقليم من جهة أخرى[38], وتؤثر هذه العوامل في تشكيل أنماط التصريف النهري ولعل نمط التصريف الشجري هو السائد في منطقة الدراسة, الخريطة (3) ويتميز هذا النمط بالتفرع غير المنتظم لمراتب الأودية داخل حوض التصريف النهري ويعد أكثرالأنماط انتشاراً وعادة ما يرتبط بالصخور الرسوبية المتطابقة أفقياً ويتضح نمط التصريف الشجري في المراتب الأولى والثانية والثالثة في الحوض بسبب إنتشار الصخور الرسوبية في معظم الحوض والتي تتصف بتجانسها من حيث مقاومة عملية الحت المائي للسطح.

الخريطة (٣).
أنماط التصريف النهري الشجري في حوض وادي عرعر.




المصدر: من عمل الباحثة بالإعتماد على :
- بيانات الإرتفاع الرقمية DEM ، الدقة التمييزية ١٠ متر ، ٢٠١٥ م.

المصدر: من عمل الباحثة بالإعتماد على :
- بيانات الإرتفاع الرقمية DEM ، الدقة التمييزية ١٠ متر ، ٢٠١٥ م.

**الاستنتاجات :**

1- تبين من دراسة الخصائص المساحية لحوض وادي عرعر ما يأتي :

أ- بلغت مساحة حوض وادى عرعر الرئيس (22106.83) كم$^2$.
ب- بلغ طول حوض وادي عرعر الرئيس (292.98) كم.
ج- بلغ متوسط عرض حوض وادي عرعر الرئيس (75.45) كم.

د- بلغ محيط حوض وادي عرعر الرئيس (1032.36) كم.

2- من دراسة الخصائص الشكلية والتضاريسية تبين إبتعاد حوض وادي عرعر عن الشكل المستدير والشكل المستطيل وإقترابه من الشكل المثلث , كما تبين أن نسبة التضرس كانت ما بين متوسطة إلى قليلة إذ بلغت (1.48م/كم) وإنخفاض كثافة التصريف العددية والطولية مما يؤدي ذلك إلى :

أ- عدم سرعة استجابة الأحواض للتساقط وقلة مناسيب المياه.

ب- عدم توافر سرعة جريان عالية مما لا يساعد على سرعة وصول موجة الفيضان.

ج- يدل ارتفاع قيم الوعورة والتضاريس النسبية في حوض عرعر الرئيس والأحواض الفرعية على بداية دورتهم الحتية وقدرتهما الكبيرة على القيام بعملية الحت والنقل والإرساب.

د- تبين من دراسة التكامل الهيبسومترى للحوض أن المقطع الطولي ينخفض فيه الانحدار , ويظهر إستواء القطاع.

هـ- يمثل المقطع الطولي لمجرى وادي عرعر طبيعة العمليات الجيومورفولوجية الممتدة من منابعه العليا حتى المصب اذ تقسم فيه الدورة الحتية على ثلاث مراحل وفقاً لخصائص الأرتفاع ومعدل الأنحدار.

3- من دراسة خصائص شبكة التصريف النهري لحوض وادي عرعروالأحواض الفرعية تبين ما يأتي :

أ- مثلت المرتبة الأولى أكبر عدد من المجاري المائية في الحوض بلغت (4120) مجرى من اجمالى عدد مجاري الحوض لجميع الرتب والبالغة (5399) مجرى بينما تقل المجاري مع ازدياد المراتب لتصل إلى مجرى واحد فقط للمرتبة السابعة.

ب- وجود علاقة ارتباط بين مجموع أعداد المجاري المائية والمساحة اذ تتناسب أعداد المجاري تناسباً طرديا مع مساحة الأحواض,

ج- تتناسب أطوال مجاري الأحواض الفرعية في منطقة الدراسة تناسباً طرديا مع مساحة الأحواض, إذ بلغ مجموع أطوال الوديان (15858.4) كم.

د- ارتفاع قيم معامل الإنعطاف في حوض وادى عرعر الرئيس إذ بلغ (1.59) ويعزى ذلك إلى طبيعة المجاري المائية المتعامدة التي يتفق امتدادها مع امتداد الصدوع أوالفوالق المنتشرة في منطقة الدراسة .

**المقترحات:**

1- يوصي البحث بضرورة العمل على إنشاء محطات مناخية في كلا الدولتين اللتين يمتد الحوض في أراضيهما (العراق والسعودية) والحرص على تسجيل بيانات منتظمة لجميع العناصر المناخية بهدف تحقيق فهم أكبر للطبيعة المناخية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة والإفادة منها بالدراسات القادمة.

2- إنشاء محطات قياس هيدرولوجية على مجاري الوديان الثانوية للحوض الرئيس لمعرفة حجم التصريف المائي في الأودية لكي تمكن الدراسات اللاحقة من الوصول إلى تحليل أشمل للخصائص الهيدرولوجية والطبيعية لمنطقة الدراسة.

3- العمل على إنشاء شبكة ري حديثة من خلال إقامة الحواجز والسداد الخزنية مما يساعد على رفع مستوى منسوب المياه الجوفية والقيام بشق القنوات الإروائية ولاسيما في المناطق السهلية من الحوض والتي تسود فيها التربة الفيضية الصالحة للزراعة.

4- إنشاء شبكة من الطرق المعبدة الحديثة التي توفر فرصة أكبر لإستثمار الموارد الطبيعية في منطقة الدراسة وتكون عامل جذب سكاني يساعد على زيادة التوسع العمراني والسكاني في المنطقة.

5- ضرورة العمل على تنشيط العمليات السياحية داخل الحوض نظراً لما يمتلكه من مناظر خلابة وجميلة فضلاً عن مواقع العيون والينابيع المائية المنتشرة في منطقة الدراسة.

**الهوامش :**

*** المورفومترية (Morphomtric) تعني جميع الخصائص الحوضية والقياسية والهندسية والتي تنتج عن أخذ قياسات معينة للأحواض المائية كما في ذلك الخصائص الشكلية , ينظر في: حسن رمضان سلامة, التحليل الجيوموفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن, دراسات العلوم الإنسانية, الجامعة الأردنية, المجلد السابع, عدد(1), بيروت, 1980, ص97.**

**(1) احمد علي حسن البيواتي, حوض وادي العجيج من العراق واستخدامات أشكاله الأرضية, أطروحة دكتوراه (غير منشورة), كلية الآداب, جامعة بغداد, 1995, ص61.**

**(2) أسباهية يونس محسن, التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية في حوض مخمور, كلية التربية, جامعة الموصل, 1993, ص2.**

**(3) عبد الله علي محمد المعلم , جيومورفولوجية حوض وادي عرعر في اليمن , أطروحة دكتوراه (غ.م) , كلية التربية – ابن رشد , جامعة بغداد , 2004م , ص 119.**

**(4) محمد صبري محسوب, جيوموفولوجية الأشكال الأرضية, دار الفكر الغربي, القاهرة, 2001, ص206**

**(5) عبد السلام أحمد الارياني, حوض وادي بناء في الجمهورية اليمنية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، ابن رشد، جامعة بغداد، 2000, ص65.**

**(6) يحيى احمد سعيد العرومي, حوض وادي زبيد, (دراسة جيومورفولوجية) رسالة ماجستير(غير منشورة), كلية الآداب, جامعة صنعاء, 1993, ص91.**

**(7) مهدي الصحاف, كاظم موسى الحسن, هيدرمورفومترية حوض رافد الخوصر, دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية, مجلة الجمعية الجغرافية العراقية, العددان (24),(25), مطبعة العاني, بغداد, 1990, ص39.**

**(8) محمد صبري محسوب , مصدر سابق, ص208.**

*** مساحة الدائرة تستخرج من = نق2 x 3.14**

**(9) احمد عبد الستار جابر العذاري, جيوموفولوجية وادي المرج, رسالة ماجستير (غير منشورة), كلية التربية, جامعة بغداد, 2000, ص94.**

**(10) عدنان باقر النقاش, مهدي محمد علي الصحاف, الجيوموفولوجي, وزارة التعليم العالي والبحث العلمي, جامعة بغداد, كلية التربية, بغداد, 1989. ص522.**

**(11) حسن رمضان سلامة, , مصدر سابق, ص99.**

**(12) محمد صبري محسوب , مصدر سابق, ص208.**

**(13) مهدي الصحاف, كاظم موسى الحسن, مصدر سابق, ص40.**

(14) باسم القيم واحمد علي حسن, مقارنة هيدرومورفومترية للوديان الجافة لإقليم الجزيرة الجنوبي في العراق, المؤتمر الأول للتصحر, جامعة الانبار, 1993, ص3.

(15) عبد الله علي محمد المعلم , مصدر سابق , ص 125.

(16) المصدر نفسه , ص 146.

(17) المصدر نفسه , ص 138.

*تضاريس الحوض هي الفرق بين أعلى وأسفل الحوض.

(18) محمد مجدي تراب, التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي في شبه جزيرة سيناء , المجلة الحغرافية العربية, تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية, العدد 30, الجزء الثاني, 1997, ص271.

(19) المصدر نفسه , ص272.

(20) عبد الله علي محمد المعلم ، مصدر سابق، ص77.

(21) مصدر نفسه، ص77.

(22) احمد علي حسن البيواتي, مصدر سابق, ص76.

(23) فهمي علي سعيد نعمان, حوض صنعاء , دراسة في جغرافية المواد المائية, أطروحة دكتوراه (غير منشورة), كلية التربية(ابن رشد), جامعة بغداد, 2000, ص87.

(24) محمد صبري محسوب , مصدر سابق, ص210.

(25) حسن سيد احمد أبو العنين, أصول الجيمورفولوجيا, دار النهضة العربية للطباعة والنشر, بيروت, الطبعة الخامسة, 1979,ص436.

(26) تغلب جرجيس داوود, علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية), وزارة التعليم العالي والبحث العلمي, الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة, 2002 م , ص199.

(27) عبد الله علي محمد المعلم ، مصدر سابق، ص77.

(28) المصدر نفسه ، ص151-152.

(29) المصدر نفسه ، ص123.

(30) حسن سيد احمد أبو العنين, مصدر سابق, ص439.

(31) آر. جي كورجي, حوض التصريف كوحدة جيومورفولوجية أساسية المدخل لدراسة العمليات الجيومورفولوجية,دراسات في الجيومورفولوجية, ترجمة: وفيق الخشاب, جامعة بغداد,مطبعة جامعة بغداد, 1979, ص66.

(32) أمال إسماعيل جاور, الجيومورفولوجية والمناخ, دراسة تحليلية للعلاقة بينهما, مكتبة الخانجي, القاهرة, 1997, ص54.

(33) تغلب جرجيس داوود, مصدر سابق, ص200.

(34) المصدر نفسه , ص200.

(35) محمود أبو العنين, حوض وادي وردان لشبه جزيرة سيناء, دراسة جيومورفولوجية, أطروحة دكتوراه (غير منشورة), كلية الآداب, جامعة الإسكندرية, 1993م, ص78.

(36) عدنان باقر النقاش, مهدي محمد على الصحاف, مصدر سابق, ص518.

(37) حسن سيد أحمد أبو العنين, أصول الجيومورفولوجيا, دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض, الدار الجامعية للطباعة والنشر, بيروت, 1981, ص459.

(38) محمد صبري محسوب, مصدر سابق, ص193.

**المصادر :**


1- أبو العنين, حسن سيد احمد, أصول الجيمورفولوجيا, دار النهضة العربية للطباعة والنشر, بيروت, الطبعة الخامسة, 1979م.

2- أبو العنين, حسن سيد أحمد, أصول الجيومورفولوجيا, دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض, الدار الجامعية للطباعة والنشر, بيروت, 1981م.

3- أبو العنين, محمود, حوض وادي وردان لشبه جزيرة سيناء, دراسة جيومورفولوجية, أطروحة دكتوراه (غ.م), كلية الآداب, جامعة الإسكندرية, 1993م.

4- الارياني, عبد السلام أحمد, حوض وادي بناء في الجمهورية اليمنية، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية التربية، ابن رشد، جامعة بغداد، 2000م.

5- البيواتي,احمد علي حسن, حوض وادي العجيج من العراق واستخدامات أشكاله الأرضية, أطروحة دكتوراه (غ.م) , كلية الآداب, جامعة بغداد, 1995, ص61.

6- تراب, محمد مجدي, التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي في شبه جزيرة سيناء, المجلة الجغرافية العربية, تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية, العدد 30, الجزء الثاني, 1997م.

7- جاور,أمال إسماعيل, الجيمورفولوجية والمناخ, دراسة تحليلية للعلاقة بينهما, مكتبة الخانجي, القاهرة, 1997م.

8- داوود, تغلب جرجيس, علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية), وزارة التعليم العالي والبحث العلمي, الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة, 2002 م.

9- الصحاف, مهدي, الحسن, كاظم موسى, هيدرمورفومترية حوض رافد الخوصر, دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية, مجلة الجمعية الجغرافية العراقية, العددان (24),(25), مطبعة العاني, بغداد, 1990م.

10- العذاري, احمد عبد الستار جابر, جيوموفولوجية وادي المرج, رسالة ماجستير (غ.م) , كلية التربية, جامعة بغداد, 2000م.

11- العرومي, يحيى احمد سعيد, حوض وادي زبيد, (دراسة جيومورفولوجية) رسالة ماجستير (غ.م) , كلية الآداب, جامعة صنعاء, 1993م.

12- القيم, باسم , حسن,احمد علي, مقارنة هيدرومورفومترية للوديان الجافة لإقليم الجزيرة الجنوبي في العراق, المؤتمر الأول للتصحر, جامعة الانبار, 1993م.

13- كورجي, آر. جي, حوض التصريف كوحدة جيومورفولوجية أساسية المدخل لدراسة العمليات الجيومورفولوجية,دراسات في الجيومورفولوجية, ترجمة: وفيق الخشاب, جامعة بغداد,مطبعة جامعة بغداد, 1979م.

14- محسن, أسباهية يونس, التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية في حوض مخمور, كلية التربية, جامعة الموصل, 1993م.

15- محسوب, محمد صبري, جيوموفولوجية الأشكال الأرضية, دار الفكر الغربي, القاهرة, 2001م.

16- المعلم, عبد الله علي محمد , جيومورفولوجية حوض وادي عرعر في اليمن , أطروحة دكتوراه (غ.م) , كلية التربية – ابن رشد , جامعة بغداد , 2004م.

17- نعمان, فهمي علي سعيد, حوض صنعاء, دراسة في جغرافية المواد المائية, أطروحة دكتوراه (غ.م), كلية التربية(ابن رشد), جامعة بغداد, 2000م.

18- النقاش, عدنان باقر, الصحاف, مهدي محمد علي, الجيوموفولوجي, وزارة التعليم العالي والبحث العلمي, جامعة بغداد, كلية التربية, بغداد, 1989م.