تحليل بعض المتغيرات الهيدرومورفومترية لنهر الكارون بأستعمال معطيات برنامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

م. م / نوال كامل علوان
ثانوية درة الكاظمية للمتفوقات / مديرية تربية بغداد /الكرخ الثالثة / وزارة التربية
Nawal Kamel 1575@gmail.com

المستخلص:
يُعد نهر الكارون من أهم الأنهار في جمهورية إيران الإسلامية، ويقع جنوب غرب البلاد ضمن محافظة خوزستان. يبدأ من الجبل الأصفر، ثم يتجه جنوبًا شرقًا ليصل إلى شط العرب. ومن خلال الدراسة، يتضح أن حوض النهر يتميز بتنوع مناخي، نظرًا لمساحة تصريفه الكبيرة، التي تبلغ (٢٢,٥٣٦) كيلومترًا مربعًا، وطوله (٤٩٤) كيلومترًا، بالإضافة إلى اختلاف أنواع الصخور وحركتها، ويتجلى ذلك في اختلاف أساليب التعرية النهرية في مختلف المناطق.

الكلمات الداله :
الخصائص المورفومترية ، ، نظم المعلومات الجغرافية ولاستشعار عن بعد ،الخصائص التضاريسية ، الهيدرولوجية،الزمن الاساسي للجريان السطحي .

Analysis of so me hydromorphometric vaniabies of the karun busar using data from the geographic information systems and remote sensing program

Asst nawal kamal alwan
Mutafawiqat al khidmiya hig school- third education , directorate,ministry Of education /bagdad iraq

Key word: hydromorphometric characteristics, geographic information systems and
Remote sensing, topographical characteristics, hydrological characteristics, baseline runoff time. Abstract:
The Karun River is one of the most important rivers in the Islamic Republic of Iran, located in the southwest of the country within Khuzestan Province. It begins at the Yellow Mountain, then heads southeast to reach the Shatt al-Arab. Through the study, it becomes clear that the river basin is characterized by climatic diversity, due to its large drainage area, which amounts to (22,536) square kilometers, and its length (494) kilometers, in addition to the difference in rock types and their movement, which is evident in the difference in river erosion methods in different regions.kywords :Morphometric , Basin water , Gis Arcview , Area characteristics , River network.

المقدمة :
تُعد طريقة القياس الهيدرومورفومترية ذات أهمية بالغة في تقييم السلوك الهيدرولوجي للحوض، وفي فهم الطرق المستخدمة لإنتاج الجريان السطحي. في هذا البحث، تم تحديد بعض المتغيرات المورفومترية

والهيدرولوجية التي تصف خصائص المناطق النهرية، بالإضافة إلى إظهارها التوازن الطبيعي بين نوع الصخور والمناخ، وذلك باستخدام بيانات نظم المعلومات الجغرافية (GISونماذج الارتفاعات الرقمية (DEMs) .

منطقة الدراسة :

يقع حوض نهر الكارون في جنوب غرب جمهورية إيران الإسلامية داخل محافظة خوزستان، انظر الخريطة (١)، الخريطة (٢)، حيث يغطي جزءًا كبيرًا من مقاطعات تشهار محل وبختياري وباسوج وكفتليلول وبوير أحمد وأصفهان ولرستان وهمدان، ويقع بين ٣٠' - ٢٧' - ٣٠' - ٤٧' - ٣٢' شمالًا و٢٥' - ١٩' - ٤٩' شرقًا، وتقدر مساحة تصريفه بحوالي (٢٢٥٣٦) كيلومترًا مربعًا. تقع مصادره الأساسية في الجبل الأصفر، وهو جزء من جبال بختياري ويمتد في اتجاه الشمال الشرقي، وكذلك جبال زاغروس. بالإضافة إلى ذلك، فإن الروافد الرئيسية للنهر هي نهري بختياري وبزلاقي، وكلاهما من أصل شمال شرقي، وسوف يلتقيان بنهر سزر في مدينة دزفول، وسوف يتدفق النهر بعد ذلك إلى الخليج العربي. كلمة قارون مشتقة من كلمة (كوه رانغ) والتي تعني الجبل ذو اللون أو الأصفر في أصله [٢]. إلا أن مسار هذا النهر قد تغير بمرور الزمن. ففي الماضي كان يصب مباشرة في الخليج العربي، ونتيجة للصراع بين المملكتين العثمانية والفارسية عام ٧٦٥م، تم شق ثلاث قنوات لتغيير مجراه ليصل إلى شط العرب بدلاً من الخليج العربي. وهما شط القديم ونهر بليد، اللذان كانا مغطى بمياه البحر وبالتالي لا يمكن الملاحة فيهما. أما القناة الثالثة، قناة الحفار، فقد كانت القناة الوحيدة القادرة على الملاحة في ذلك الوقت. وبعد إبرام المعاهدة، مُنحت إيران القدرة على المرور عبر شط العرب. [٣].

أهمية البحث :

تتميز منطقة البحث بتنوع خصائصها الجيومورفولوجية نظرًا لمساحتها الشاسعة، بدءًا من منابعها في الجمهورية الإسلامية الإيرانية وحتى مخرجها في شط العرب. كما تمر المنطقة ببيئات جيولوجية ومناخية متنوعة. لذا، يهدف البحث إلى دراسة هذه الخصائص، إلى جانب نظائرها الكمية المتمثلة في الخصائص المكانية والمورفولوجية وشبكة الأنهار، استنادًا إلى خريطة الارتفاعات الرقمية (DEMوبعض المتغيرات الهيدرولوجية).

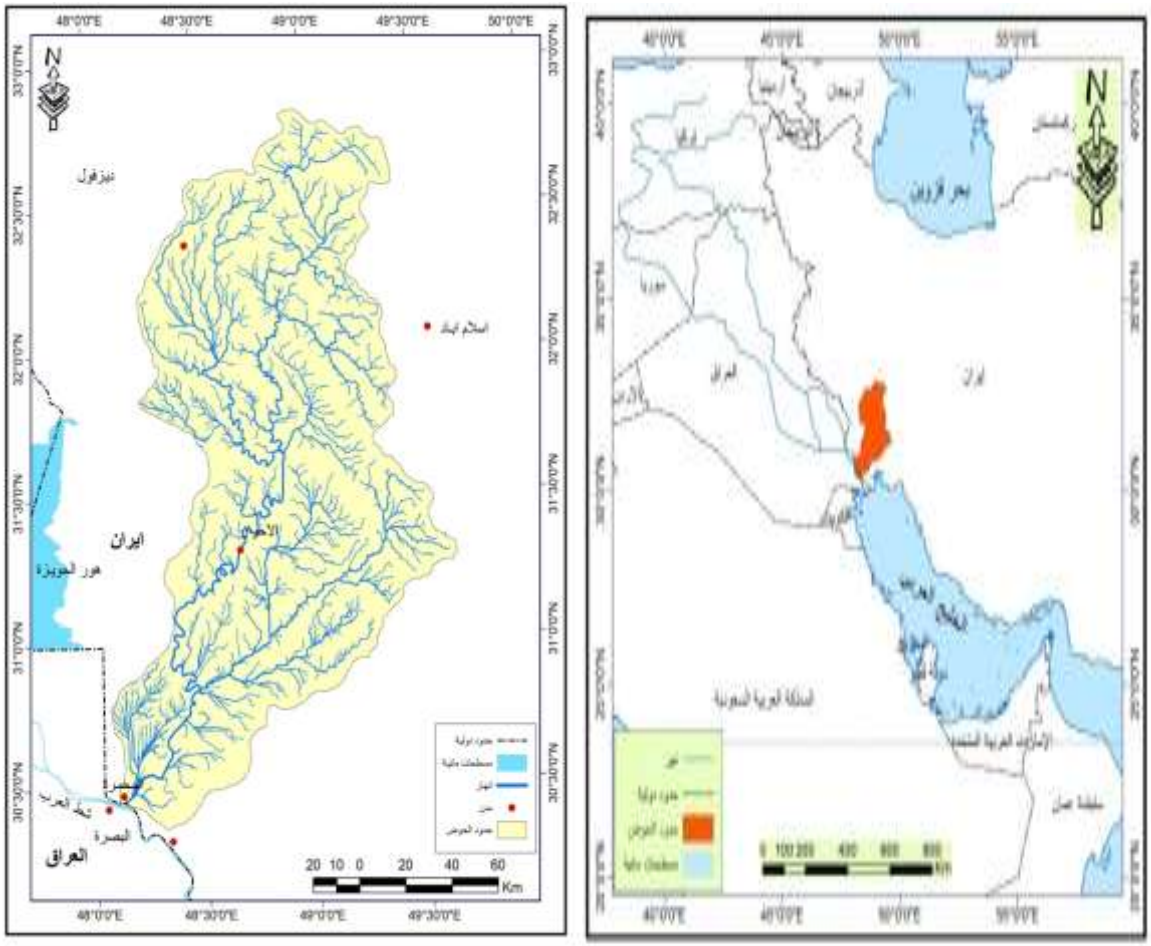
مشكلة البحث :

١- غياب الدراسات الجغرافية التي تغطي منطقة البحث.

2- تُعتبر المنطقة المدروسة حوضًا مائيًا كان يُعتقد سابقًا أنه غني بالمياه، على عكس وضعها الحالي، الذي يُعتبر نهرًا ذا إمداد موسمي. ويعود ذلك بالأساس إلى تغير المناخ، والتعرية، والترسيب، والعوامل السياسية المرتبطة بإنشاء السدود على منابع النهر.

خريطه (١) حوض نهر الكارون

خريطه (٢) حدود حوض نهر الكارون



المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة ٣٠ متر مربع المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة ٣٠ متر مربع لسنة ٢٠١٥ ومعالجتها باستخدام (GIS) Arc Map 10.8 .
لسنة٢٠١٥ ومعالجتها بأستخدا م (GIS) Arc Map 10.8.

أجراءات البحث :

١ - مراجعة مصادر المكتبة المتعلقة بموضوع البحث، والتي تم الحصول عليها من مصادر عربية وفارسية مختلفة.

٢- مراجعة الخرائط والصور الفضائية لمنطقة البحث باستخدام نظام المعلومات الجغرافية.

٣- استخدام المنهج الإحصائي للوصول إلى أدق النتائج، والاعتماد على نظرية الاحتمالات بدلاً من استخدام المعادلات الرياضية.

٤- كتابة البحث هي الجزء الأخير، حيث يتم خلاله تنظيم المعلومات المستقاة من المراحل السابقة وتوزيعها.

الأبحاث السابقة:

لم تُركّز أي دراسات هيدرولوجية تحديدًا على نهر الكارون، الذي ينبع من جمهورية إيران الإسلامية ويتدفق عبر شط العرب في العراق، ويصب في النهاية في إيران. ومع ذلك، فقد تناولت العديد من الدراسات طبقات المياه الجوفية الواقعة بالقرب من الحدود الشرقية والجنوبية للعراق، بما في ذلك دراسة سرحان نعيم الخفاجي، "التغيرات في مجرى شط العرب وأثرها على الأراضي العراقية"، جامعة المثنى، كلية التربية، قسم الجغرافيا، ١٩٩٥. سعى البحث إلى توضيح أهمية التحولات في مجرى شط العرب وتأثيرها على الأراضي العراقية من خلال تحديد أهم الخصائص المورفومترية، وتطور مجاري الأنهار والجزر، وانحدار الضفة، وتوسع القنوات، والنشاط التكتوني الحديث وارتباطه بالتحولات في شط العرب.

الوضعية الطبيعية:

من الناحية الجيولوجية، ومن منظور عالمي، تقع إيران ضمن سلسلة جبال تمتد من جبال الألب إلى جبال الهيمالايا على سواحل المحيط الأطلسي والمحيط الهادئ. ويعتقد العديد من الجيولوجيين الأوروبيين والآسيويين أن بحر تايش الكبير كان يقع بين قارتي سيندوانا والهندو-آسيا خلال حقبتي الحياة القديمة والوسطى. وبسبب الجاذبية الناتجة عن الحركة البنائية للصفيحة العربية بالنسبة للصفيحة الإيرانية قبل حوالي ٦٠ مليون سنة خلال العصر الطباشيري، انخفض حجم البحر وتشكلت الجبال في الشمال، ممثلةً بمرتفعات البرز، وفي الجنوب جبال زاغروس. وإلى جانب الطيات المحدبة، تشكلت مناطق مسطحة في جنوب إيران بسبب الرواسب الناتجة عن التعرية التي تعرضت لها جبال زاغروس والتي انتقلت عبر نهر الكارون ورافده، الكرخة [٤] ، كان إطار الدراسات الهيكلية للوحدات الجيولوجية في إيران موضوع دراسات عديدة أجراها ستوكلين ونبوي (١٩٧٣)، اللذان صنّفا إيران إلى وحدات هيكلية جيولوجية. وظل هذا التقسيم الجيولوجي شائعًا بين الجيولوجيين الإيرانيين لأكثر من ثلاثة عقود. ونتيجةً لذلك، تُشتق أحدث النظم الهيكلية من صخور الدولوميت، إلى جانب الصخور الرسوبية والحجر الجيري والوحدات المتحولة ورواسب الحجر الجيري الضحلة. وقد غطت هذه الوحدات مساحةً واسعةً خلال العصر الباليوزوي من الصخر الزيتي، الذي ظهر قبل حوالي ٦٥٠ مليون سنة. [٥].

ويمكن تقسيم سطح حوض نهرالكارون الى:

١- المنطقة الجبلية: وهو امتداد لجبال زاجروس، ويشمل جبالاً ذات ارتفاعات مختلفة منها (جبل سالين ٢٣٢٨) م، (جبل كينو ٣٧٤٣) م، (جبل منار ٢٥٠٠) م، و(جبل فارون ٣٦٥٠) م فوق سطح الأرض. [٧] ويشمل البحث الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من الوادي.

٢- الأراضي الجنوبية: وهي سهول رسوبيّة تشكّلت نتيجة تراكم الرواسب على شكل حطام جبلي، مما سدّ الفجوات. وهي أصغر حجمًا من المناطق الجبلية الممتدة منها، سهول خوزستان وهي أكبر السهول في وادي نهر الكارون، وتمتد من الجزء الجنوبي من جبال زاغروس إلى الخليج العربي. [٨]

المناخ:

يؤثر المناخ على كلٍّ من تصريف المياه وتدفقها، وهو مسؤول أيضًا عن الإمداد الرئيسي لمياه الأنهار. إضافةً إلى ذلك، يعتمد التبخر على المناخ وعوامل أخرى، مما يؤدي إلى انخفاض حجم الجريان السطحي. وبالتالي، يختلف مناخ منطقة الدراسة بين المناطق نظرًا لاختلاف الارتفاعات. انظر الخريطة (٣). [٩] ، بالنظر إلى تباين أنظمة الضغط التي تعبرها، نلاحظ أن الأجزاء الشمالية التي ترتفع ١٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر تتميز بشتاء بارد ودرجات حرارة منخفضة عادةً ما تكون دون الصفر المئوي، خاصةً خلال شهري ديسمبر ونوفمبر. أما في الصيف، فيرتفع متوسط درجة الحرارة في منطقة الدراسة، وتصل إلى ذروتها في شهري يوليو وأغسطس، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة ٥٠ درجة مئوية. وتبلغ ساعات سطوع الشمس الطويلة خلال الصيف ٣٠٠٠ ساعة. [١٠] ، بينما يتميز هطول الأمطار بتقلباته وكمياته، إلا أنه يتركز بشكل أكبر في شهري أكتوبر وديسمبر، حيث تتقدم خلال هذه الفترة أنظمة الضغط المنخفض عبر المنطقة، التي تفتقر إلى الأمطار في يونيو ويوليو وأغسطس بسبب قلة مرور أنظمة الضغط المنخفض عبرها. ولا يخفى على أحد أن هطول الأمطار يؤثر على إمدادات مياه النهر، وتحديدًا الينابيع والمصادر والمياه الجوفية، مما يزيد من عدد النباتات في المنطقة. [١١] ، تبلغ كمية الأمطار في الأجزاء الشمالية من الحوض حوالي (٢٠٠) ملم، وذلك لارتباط المنطقة بالرياح الشمالية الغربية والشمالية، حيث تتفاعل هذه

الرياح مع الجبال، مما يؤدي إلى هطول أمطار غزيرة. ثم تزداد كمية الأمطار مع مرور الوقت، لتصل إلى ذروتها حول الجزء الجنوبي من النهر، حيث من المتوقع أن تبلغ (١٥٠) ملم. [١٢]

الخصائص المساحية لمنطقة الدراسة:

تعتبر الخصائص المساحية المرتبة الأولى في أستخراج الخصائص المورفومترية والمتمثلة بكل من : مساحة الحوض (Basin Area) وطول الحوض (Basin length) والعرض (Width)، المحيط (Perimeter) كلما كان الحوض أكبر، حيث كلما كان كمية مياه الأمطار التي يتلقاها أكبر، مما ينعكس في احتمال أكبر لحدوث أعلى نقطة فيضان، على افتراض أن المناطق الأخرى في المنطقة متطابقة، مثل نوع الصخور، والتضاريس، وشكل شبكة المياه. [١٢] أظهرت دراسة السمات الطبوغرافية لحوض نهر الكارون أن مساحة الإقليم تبلغ حوالي (٢٢,٥٣٦) كيلومترًا مربعًا. تُسبب هذه المنطقة تنوعًا في المناخات وأنواع الصخور والحركات التكتونية في المنطقة. تُمكّن المساحة الكبيرة للحوض من احتواء بيئات مختلفة بكميات هطول متنوعة، على الرغم من أن هطول الأمطار يتميز بالتباين وعدم الاتساق، سواء على أساس يومي أو مكاني. يؤدي إنشاء مجرى المياه إلى زيادة عمق وانحدار وسرعة التدفق، مما يُسهل تطوير الحفريات التراجعية نحو مناطق مجرى المياه، والتي تتكون بدورها من صخور منخفضة النفاذية مثل الحجر الجيري والدولوميت. في حين أن العوامل الهيكلية تؤثر على زيادة مساحة الحوض، فإن المناطق المرتفعة من الحوض تتميز بكونها مرتفعة، مع وجود كسور وشقوق، بالإضافة إلى وجود طيات من كلا النوعين (محدبة ومقعرة)، والتي تمثلها ارتفاعات جبل سالين ٢٣٢٨ م وجبل كينو ٣٧٤٣ م، وجبل منار ٢٥٠٠ م وجبل فرعون ٣٦٥٠ م.أما عرض الحوض، فإنه يؤثر بشكل مباشر على حجم الأمطار التي تسقط في الحوض، وكذلك كمية التسرب والتبخر. فزيادة عرض الحوض تزيد من حجم المياه التي يتم جمعها من الأمطار، والتي تمر بعد ذلك عبر النظام. وهذا يزيد من الجريان السطحي. وهذا المتغير من الناحية المورفومترية مهم أيضًا في تحديد شكل الحوض من خلال نسبة طول الحوض إلى عرضه. وهنا، نلاحظ أن عرض الحوض أصغر من طوله، مما يدل على أن من المرجح امتداد الحوض في منطقة الدراسة.

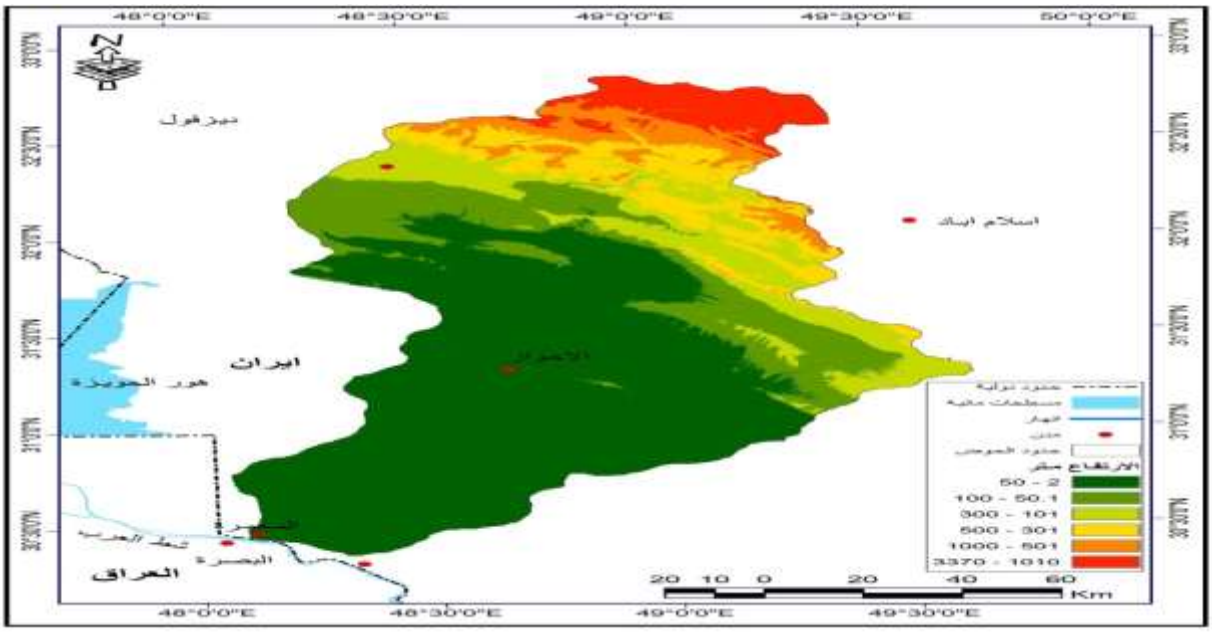
يُستنتج عرض الحوض بالصيغة الرياضية التالية [١٣]:

$$\text{عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم٢}}{\text{طول الحوض كم}}$$

باستخدام الصيغة أعلاه، يبلغ متوسط طول الحوض (١١٣) كيلومترًا. يوضح الجدول (١) أن طول الحوض هو أحد أهم المتغيرات المورفومترية، وذلك لأنه يؤثر على غالبية الخصائص الهيكلية والتضاريس والاتجاهات والمنحدرات. يؤثر طول الحوض على مقدار الوقت الذي سيحتاجه الحوض لتصريف مياهه. يتأثر طول الحوض بشكل مباشر بمعدل التسرب والتبخر، بسبب الحركة البطيئة للمياه بالقرب من مخرج الحوض، وكذلك المنحدر الصغير وعرض القنوات في الأحواض، وخاصة بالقرب من قاع الحوض. ومع ذلك، فإن الحجم الكبير للحوض لا يعني أنه يتلقى كمية كبيرة من المياه؛ بل إنه شائع في المناطق القاحلة التي تحدث فيها أمطار غزيرة مفاجئة. تتوفر عدة طرق لقياس طول أحواض الأنهار، بما في ذلك طريقة جريجوري ووالينج، وطريقة تشورلي، وطريقة سميث وشوم ومانويل. تم تحديد طول الحوض باستخدام طريقة شوم، والتي تتضمن قياس الخط الواصل بين نقطة الخروج. تم تحديد أبعد نقطة على محيط الوادي، بالإضافة إلى طول حوض منطقة البحث، والذي بلغ حوالي (٢٧٤) كم، كما هو موضح في الجدول رقم (١) طول محيط الحوض، و(٢) عرض محيط الحوض. تم تحديد خط تقسيم المياه الذي

يحدد حدود الحوض من الأحواض الأخرى، ويبلغ محيط المنطقة حوالي (٩١٧) كم، وتم اشتقاق طريقة القياس من نموذج خريطة الارتفاعات الرقمية (.(DEMوتم التعرف على الجدول رقم (١).

خريطة رقم (٣)
انطقة الارتفاعات في حوض نهر الكارون



المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة ٣٠ متر مربع لسنة ٢٠١٥ ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

الخصائص الشكلية :

وهي تتمثل في (نسبة الاستطالة ، ونسبة الاستدارة ، ومعامل الشكل) ،أذ تؤثر على المياه المغذية للاحواض المائية ووقت وصول الامطار وقوة وسرعة تشكيل الجريان المائي للحوض النهري وبالتالي تزداد الفيضانات قوة مع تناقص هذه المده للانخفاض المحتمل في كمية المياه المتسربة والمتبخره من الجريان المائي ،كما يلاحظ في جدول رقم (١)، واولى هذه المتغيرات نسبةالاستطالة ويعرف هو المدى الذي يقترب أو يبتعد فيه شكل الحوض عن الشكل المستطيل ، وتقع نسبة الاستطالة مابين (الصفر -١) فعند اقتراب القيم من الصفر فهذا يعني ان شكل الحوض يقترب من المستطيل ، أما القيم المرتفعة التي تقترب من الواحدالصحيح فتدل على اقترابه من الشكل الدائري، وقدبلغت نسبة الاستطالة للحوض نحو (٠.٦٢)، يلاحظ جدول(١)، وهذا يدل على اقتراب احواض المنطقة من الشكل المستطيل وذلك بسبب وجود الصخور الصلبة والطيات ، وتحسب قيم نسبة الاستطالة على أساس المعادلة التالية[١٤] :

E=Ad/L E= معامل أستطالة الحوض L= طول الحوض /كم Ad=

قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض نفسه المقاس بالكيلومتر ، ويستخرخ قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض نفسه وحسب المعادلة التالية :

$Ad=2*\frac{\sqrt{A}}{\pi}$ Ad = قطر الدائرة المساوية للحوض نفسه والمقاس بالكيلومتر A= مساحة الحوض / كم^{٢} π = النسبة الثابتة وتساوي (٧.٢٢) او (٣٤١٦. ٣٠)

وتتراوح قيمة هذا المعامل بين الصفر والواحد الصحيح

اما نسبة الاستدارة فهي متغير يدل على مدى تقارب او تباعد شكل الحوض عن الدائري ، فأذا كانت القيمة قريبة من الواحد فهذا يعني ان شكل الحوض يبتعد عن المستطيل ويقترب من الدائري ، والابتعاد عنه دل على ان الحوض مستطيل الشكل والتي يمثلها حوض منطقة الدراسة اذ سجلت نسبة الاستداره فيه نحو(٠.٣٤)، يُعزى انخفاض استدارة الحوض إلى كثرة المساحات المطوية، مما يُؤدي إلى محدودية عرضه. تُحدد نسبة الاستدارة باستخدام الصيغة الرياضية التالية [١٥] :

$Rc=\frac{12.75*A}{p2}$ Rc= نسبة الاستدارة A= مساحة الحوض / كم^{٢}

P2 = محيط الحوض /كم^{٢} ١٢. ٧٥= قيمة ثابتة

ونسبة تماسك المحيط يشير الى مدى اقتراب او ابتعاد حوض التصريف عن الشكل الدائري ، فكلما أبتعدت النسبه عن الواحد الصحيح ابتعد شكل الحوض عن الدائري وكان أكثر استطالة ، وقدسجلت نسبة تماسك حوض منطقة الدراسة نحو (١.٧٢) ،يلاحظ جدول (١) ، وتؤكد هذه القيمة على أبتعاد شكل الحوض عن الشكل المستدير واقترابه من الاستطالة،لذا فأن حوض منطقة الدراسة يتصف بجريان منتظم وتصريف واطئ، كما وتدل هذه القيمة على ان حوض تصريف منطقة الدراسة يتصف بقلة اعداد مجاريه لاسيما تلك التي تقع في رتبها الدنيا عند خط تقسيم المياه وانها لازالت في بداية دورتها الحتية ،ولحساب معادلة نسبة تماسك المحيط نطبق المعادلة التالية [١٦]

نسبة تماسك المحيط = $\sqrt{\frac{١}{\text{نسبة تماسك المساحة (الاستدارة)}}}$

معامل شكل الحوض : تشير قيمة معامل الشكل للحوض إلى مدى تشابه شكل الحوض أو اختلافه عن الشكل المثلث. تشير القيم المنخفضة لقيمة معامل الشكل إلى أن شكل الحوض مثلثي تقريبًا. يشير معامل اختلاف شكل مساحة الحوض إلى مدى اتساق الشكل العام لأجزاء الحوض، من خلال العلاقة بين مساحة الحوض وطوله. تشير القيم المنخفضة البعيدة عن القيمة الصحيحة إلى أنه مثلثي تقريبًا، بينما تشير القيم المرتفعة إلى أنه بعيد بشكل ملحوظ عن الشكل المثلث. تمت زيادة قيمة هذا المتغير (٠.٣)، كما هو موضح في الجدول رقم (١). تتضح أهمية هذا المكون من خلال معرفة السرعة التي تصل بها موجات التفريغ إلى أقصاها، ويتم ذلك من خلال صيغة رياضية خاصة بهذا الغرض [١٧]:

$Ff=AU/LU^2$ اذ ان Ff= معامل شكل الحوض AU= مساحة الحوض /كم^{٢} LU^2 =مربع طول الحوض

الخصائص التضاريسية :

يُعدّ دراسة الخصائص الطبوغرافية لأحواض تصريف الأنهار أمرًا بالغ الأهمية لباحث الهيدرلوجي، إذ يُمكّنهم من فهم تاريخ الحوض والنشاط الذي مارسه، بالإضافة إلى درجة تآكله تجاه النهر. وتُعدّ نسبة التضاريس إلى المساحة الكلية أحد متغيراتها، وهي تصف مدى تأثر الحوض بالعمليات الجيومورفولوجية بشكل عام. وقد وُثّق ارتباطها بمتغيرات أخرى، مثل مساحة التصريف والارتفاع، في المقالة. ويشير هذا

إلى وجود سلوك تآكلي وميل للعودة نحو الجانب العلوي والتقدم خلال دورة تآكل النهر. ومع ذلك، ترتبط نسبة التضاريس إلى المساحة ارتباطًا غير مباشر بخصائص أخرى للحوض، بما في ذلك حجم التصريف وطوله. ومن المعادلة أدناه، يُمكننا استنتاج نسبة التضاريس. [١٨] ، والتي بلغت (٣,٦٨)، يلاحظ جدول رقم (١)، وهذه القيمة العالية تدل على انخفاض زمن تركيز الجريان السطحي وبالتالي أنخفاض قمه الفيضان والعكس صحيح .

Re=(P1-P2)/L = نسبة التضرس اذ ان P1= أعلى نقطة أرتفاع عن مستوى سطح البحر

P2= أخفض نقطة ارتفاع عن سطح البحر L= الطول الحقيقي للحوض / كم

تُعد قيمة الوعورةمتغيرًا آخر يُشير إلى درجة تضرس الحوض، وبالتالي انحدار المجاري المائية فيه. ونتيجةً لذلك، فإن ارتفاع هذه القيمة يُشير إلى صحة جيدة للمجاري المائية، التي تعمل على تحلل الصخور وحملها إلى مصب النهر. وقد وثّق ستراهلر اختلافات في قيمة درجة الخشونة، حيث بلغت (٠.٦) للأحواض قليلة أو معدومة الوعورة، و(١.٠) للأحواض شديدة الوعورة. انظر الجدول رقم (١)، وقد تم استخراجه بالمعادلة التالية: [١٩]،:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{التضرس الكلي (الفرق بين اعلى واخفض ارتفاع)/ م} \times \text{كثافة التصريف كم/كم٢}}{١٠٠٠}$$

جدول رقم (١)

الخصائص الشكلية والتضاريسية لحوض نهر الكارون

الخصائص	المتغيرات المورفومترية	القيم
الخصائص المساحية	مساحة الحوض /كم^{٢}	٢٢٥٣٦
	محيط الحوض /كم	٩١٧
	طول الحوض /كم	٢٧٤
الخصائص الشكلية	نسبة الاستدارة	٠,٣٤
	نسبة الاستطالة	٠,٦٢
	معامل الشكل	٠,٣٠
الخصائص التضاريسية	قيمة الوعورة	٣٤٦,٨
	نسبة التضرس	٣,٦٨

المصدر : من عمل الباحثة والاستعانة بمخرجات برنامج . GIS,Ars,10.8 .

العامل الهبسومتري :

ويهدف إلى أن يكون بمثابة مقياس زمني يصف مدى تقدم الأحواض المائية وكذلك كمية المواد الصخرية التي لا تزال تنتظر فرصة التآكل (العملية الحتية) كما هو موضح في الجدول رقم (٢) والشكل رقم (١)

حيث أن النهر له ما يقارب (٨٨%) من فترة تآكله والباقي يقدر بـ (١٢%) والجزء الأكبر من الفترة ناجم عن التأثيرات المناخية والتركيب الجيولوجي للمنطقة.

جدول رقم (٢)

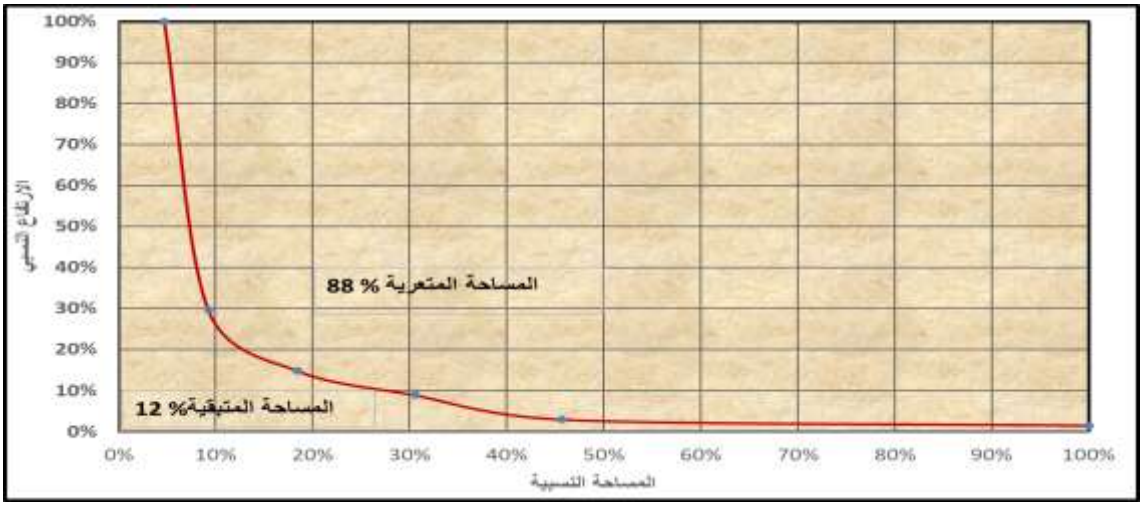
قياسات المنحنى الهبسومتري

الفئات	أدنى ارتفاع	أقصى ارتفاع	فارق الإرتفاع /متر	الارتفاع التراكمي	الارتفاع النسبي	مساحة فارق الإرتفاع كم٢	المساحة المتراكمة كم٢	نسبة مساحة فارق الإرتفاع	المساحة النسبية	المنحنى الهبسومتري
1	2	50	48	48	0.01	12250	12250	0.54	1.00	0.01
2	50	100	50	98	0.03	3399	15649	0.15	0.46	0.06
3	100	300	200	298	0.09	2735	18384	0.12	0.31	0.29
4	300	500	200	498	0.15	2070	20454	0.09	0.18	0.80
5	500	1000	500	998	0.30	1021	21475	0.05	0.09	3.21
6	1000	3372	2372	3370	1.00	1061	22536	0.05	0.05	21.24
										25.62

المصدر: مخرجات برنامج Arc Map 10.8(G.I.S)

شكل رقم (١)

المنحنى الهبسومتري لحوض نهر الكارون



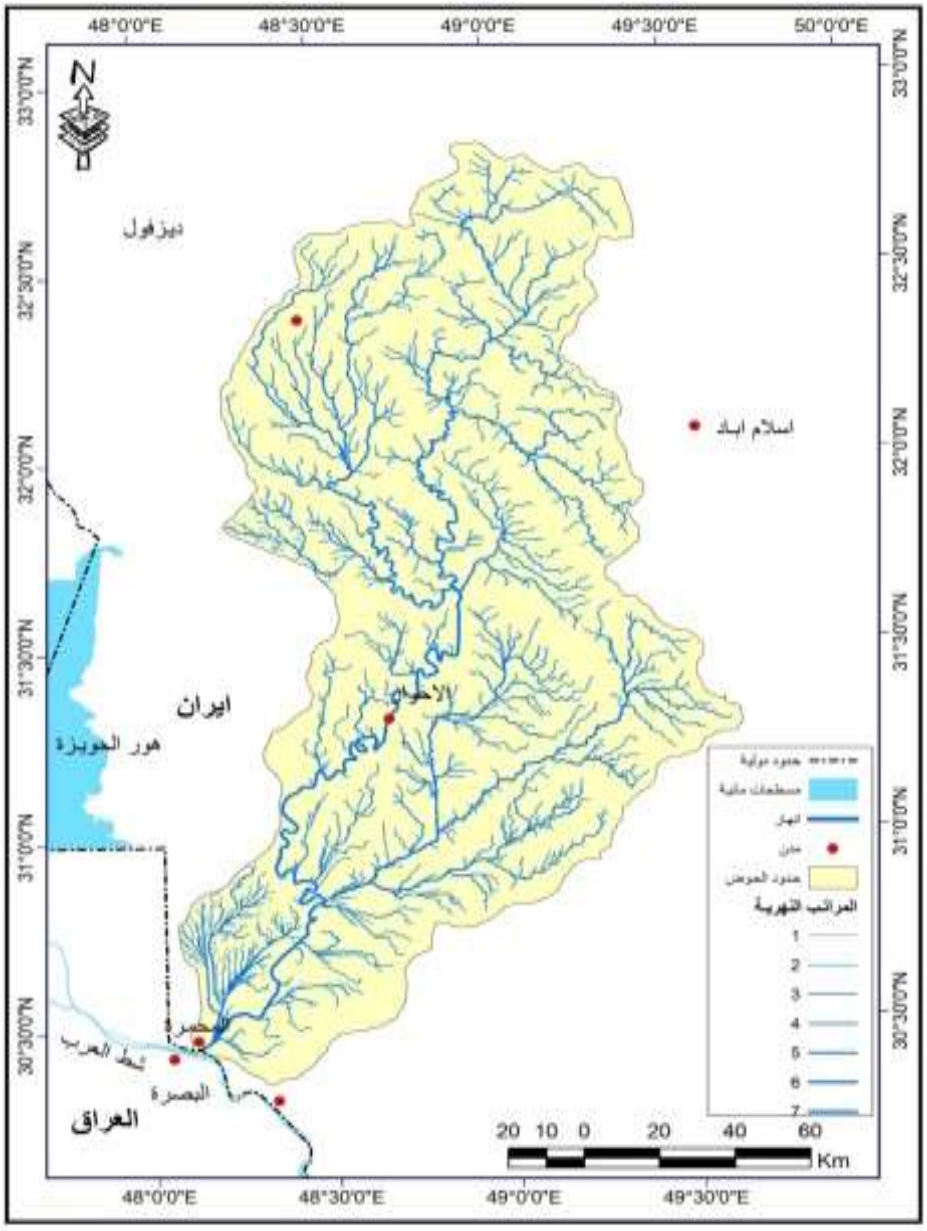
المصدر : المرئية الفضائية للقمر Landsat نوع Dam بأستخدام برنامج Global Mapper .

خصائص الشبكة النهري :

يُعد نظام الصرف المكون الأساسي لتدفق المياه، والذي يُحدد بالخصائص الجوهرية للحوض، بما في ذلك الجيومورفولوجيا، والانحدار، والتربة، والمناخ. أي تغيير في هذه العوامل سيؤدي إلى تطوير نظام الصرف. من أبرز خصائص أنظمة الأنهار تصنيف النهر، وهو عبارة عن مجموعة من الروافد التي تُشكل نهرًا نتيجة التقاء روافد أصغر تُمثل بداية التدفق، وتزداد هذه الروافد في النهاية طولًا وعرضًا، لتنتهي عند

المصب. أما التربة، فهي مجرى المياه مقارنةً بالمجاري المائية الأخرى (٢٣). وقد استُخدمت طريقة سترالر لحساب تصنيف النهر نظرًا لسهولة تطبيقها، وبساطة مبادئها، وفعاليتها. تُسمى القنوات من الدرجة الأولى بهذا الاسم لعدم ارتباطها بأي قناة سابقة. عندما تتواصل شبكتان من الدرجة الأولى مع بعضهما البعض، تتشكل شبكة من الدرجة الثانية. وعندما تتصل قناتان من الدرجة الأدنى، تتشكل قناة من الدرجة الأعلى، وهكذا حتى الوصول إلى القناة الرئيسية. بلغ إجمالي حجم المياه في منظومة أنهار الحوض حوالي (١٨٤٠) وادياً موزعة بين الدرجتين الأولى والسادسة بطول إجمالي قدره (٣٥٧٧) كم. الجدول رقم (٣) والخريطة رقم (٤).

خريطةرقم (٤)
خصائص الشبكة النهرية



المصدر: المرئية الفضائية للقمر Landsat نوع Dam بأستخدام برنامج Global Mapper .

رقم (٣)

المراتب النهرية لحوض نهر الكارون

المرتبة	عدد الاودية	طول الاودية كم	نسبة التشعب
1	1327	3577	-
2	360	1729	3.7
3	140	740	2.6
4	10	433	14.0
5	2	239	5.0
6	1	276	2.0
المجموع	1840	6994	3.7

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المعادلات ومخرجات برنامج (G.I.S) 10.8 Arc Map

.

اطوال المجاري المائية :

يمكن تحديد أطوال المجاري في كل رتبة من خلال العلاقة بين عددها وطولها. لفهم ذلك، نستخدم العلاقة الرياضية التالية: [٢٤]

$$\text{معدل طول المجاري في مرتبة ما} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري في المرتبة}}{\text{عدد المجاري في المرتبة}}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه، يتبين أن الطول الإجمالي لجميع أودية الحوض بلغ حوالي (١٨٤٠) كم، لكل مرتبة، وتوزعت على المراتب الستة، حيث تصدرت المرتبة الأولى من حيث أطوال الجداول، حيث بلغت حوالي (٣٥٧٧) كم، ثم المرتبتان الثانية والثالثة بقيم (١٧٢٩) و(٧٤٠) كم على التوالي، بينما بلغت المراتب الرابعة والخامسة والسادسة (٤٣٣) و(٢٣٩) و(٢٧٦) كم على التوالي. ويشير الجدول رقم (٣) إلى أن هذا التغير في أطوال ومعدلات مجاري الحوض يُعزى إلى العوامل التكتونية ومناخ المنطقة، بالإضافة إلى وجود كسور وصدوع وارتفاعات مختلفة في الأحواض المدروسة. ونتيجة لذلك، زادت الصفوف ذات الأطوال القصيرة، وانخفضت نسبة الصفوف الطويلة، مما أثر بشكل مباشر على أهمية خطر الفيضان، الذي زاد وفقًا لقصر مجاريها، بينما نسبة التفرع هي نسبة قنوات المياه في الصف إلى عدد القنوات في الصف الذي يليه، ويعتبر معدل التفرع بالغ الأهمية لأهمية معدل التصريف، فكلما ارتفع معدل التفرع زاد خطر الفيضان بسبب سرعة أمواج الفيضان، ويشتق معدل التفرع من العلاقة الرياضية التالية [٢٤] :

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجرى النهري لمرتبة ما}}{\text{عدد المجرى النهري في المرتبة التالية}}$$

وقد بلغت معدلات التشعب لحوض منطقة الدراسة نحو(٣,٧)، اما على مستوى المراتب النهرية فقد توزعت مابين اعلى نسبة والبالغة نحو (١٤) للمرتبة النهرية رقم ٤، وادناها للمرتبة النهرية رقم ٦،والبالغة(٢,٠) ،اما ماتبقى من المراتب فتوزعت حسب ماهو موضح في جدول رقم (٣).

الخصائص الهيدرولوجية

وتتمثل هذه الخصائص بكل من حجم الجريان ، وزمن التركيز وزمن التباطؤ وحساب الزمن الاساسي للجريان السطحي ، لما لها من تأثير في أحداث عمليات الجريان السطحي وكميته والتعرية المائية

١- الجريان السطحي هو المحصلة النهائية للامطار بعدوصولها الى سطح الارض ثم فقدانها عن طريق التبخر والتسرب وامتصاصه من قبل الغطاء النباتي،ومن خلال تطبيق المعادلة التالية[٢٥] ، :

Q=C*P*A Q= حجم الجريان السطحي م^{٣}

C= معامل الجريان السطحي ويختلف حسب نوع التربة والغطاء النباتي ويتراح من(٠.٠٥ – ٠.٩٥)

P =معدلال الهطول المطري (ملم) / A=مساحة الحوض/كم^{٢}

بغلت قيمة حجم الجريان السطحي لنهر الكارون نحو (٢٧٦٠٦٦٠) م^{٣} ، على ان هذا الحجم غير ثابت ومتغير حسب تساقط الامطار على اشهر السنة فهي أعلاها في شهر تشرين الاول وشهر كانون الاول لمرور المنخفضات الجوية خلال تلك الفترة وتنعدم الامطار في شهر حزيران وتموز واب، كما سبق ذكره في المناخ ، يلاحظ جدول رقم (٤)

جدول رقم (٤)

حجم الجريان السطحي لنهر الكارون

المساحة/كم٢	الامطار/ملم*	معامل ثابت	حجم الجريان السطحي م٣
22536	245	0.5	2760660

المصدر : الباحثة بالاعتماد على المعادلات الرياضية ومخرجات برنامج (Arc Map 10.8(G.I.S

٢- الزمن الاساسي للجريان السطحي هي المدةالزمنية التي يحتاجها الجريان السطحي بعد العاصفةالمطرية ،وتحسب من خلال المعادلة التاية [٢٦] ،

وتستخرخ قيمة هذا العامل من خلال المعادلة التالية، يلاحظ جدول رقم (٥)،

Tb(days)=3+(tb(hr)/8.0) أذ ان Tb(days)= زمن الاساس للجريان السطحي باليوم

Tb(hr) = زمن الجريان للاساس السطحي بالساعة / (٨.٠) قيمة ثابتة

جدول رقم (٥)

الزمن الاساسي للجريان السطحي لحوض منطقة الدراسة

زمن التباطؤ	زمن الاساس للسيول/يوم
٣٤.٤٠	7.30

المصدر : الباحثة بالاعتماد على المعادلات الرياضية ومخرجات برنامج (Arc Map 10.8(G.I.S

٣- زمن التركيز يعود مفهوم زمن التركيز في الدراسات الهيدرولوجية إلى أكثر من ١٧٠ عام، كأساس لتقدير مقياس زمني مناسب لمدة تساقط الأمطار ولتقدير تدفقات الذروة وقد تم تعريف زمن التركيز بواسطة المعجم الدولي للهيدرولوجيا باعتباره الفترة الزمنية اللازمة لتدفق

الجريان السطحي من الجزء الأبعد من حوض التصريف إلى المخرج [٢٧] ،ويتم الحصول عليه من خلال العلاقة الرياضية التالية [٢٨] ، يلاحظ جدول رقم (٦).

Tc= (0.00013)(L)(H) اذ ان Tc= زمن التركيز و(0.00013)،رقم ثابت

L = طول الحوض (م) H = الفارق الراسي (م)

جدول رقم (٦)

زمن التركيز لحوض نهر الكارون

طول المجرى	الفارق الراسي/متر	زمن التركيز/بالساعة
494	3370	٩٤.٥٨

المصدر : الباحثة بالاعتماد على المعادلات الرياضية ومخرجات برنامج (Arc Map 10.8(G.I.S

يُظهر تطبيق المعادلة أعلاه أن النهر يقطع مسافة طويلة تبلغ حوالي ٩٤.٥٨ ساعة للوصول إلى مخرجه، وهذه المسافة أكبر من الشكل المستطيل للحوض.

4- زمن التباطؤ هو مقدار الوقت بين ذروة هطول الأمطار وذروة الجريان، أو بشكل أعم، الفترة الزمنية بين ذروة العاصفة المطرية وبداية الجريان الأقصى على السطح. ويُسمى هذا بمدة الاستجابة الأولية. [٢٩] ، ويقاس من خلال المعادلة التالية [٣٠] ،

Te= 0.6*Tc اذ ان Te= زمن التاطؤ (٠.٦) رقم ثابت Tc= زمن التركيز

جدول رقم (٧)

قياس زمن التباطؤ لحوض منطقة الدراسة

المسافة بين مصب الحوض ومركز ثقله /كم	طول المجرى	زمن التباطؤ
146	494	٣٤.٤٠

المصدر : الباحثة بالاعتماد على المعادلات الرياضية ومخرجات برنامج (Arc Map 10.8(G.I.S

ومن خلال جدول رقم (٧)، يتضح بان النهر بحاجة الى (٣٤,٤٠) ساعة لبداية نشوء الجريان السطحي فيه وهذا يرجع الى مساحة الحوض الكبيرة والتي تبلغ نحو (٢٢٥٣٥)كم^{٢} ،

التحليل والاستنتاجات :

أن تحليل الخصائص الهيدرومورفومترية للاحواض المائية يعد أداة مهمة لتقييم كفاءة النظام الهيدرولوجي من خلال دراسة بعض المتغيرات المورفومترية والهيدرولوجية ، والتي تسهم بشكل فعال في فهم سلوك الجريان السطحي للانهار وعليه فأن النتائج المستحصلة لهذه المتغيرات تتدل على مايأتي

١- هناك علاقة طردية بين مساحة الاحوض وكمية المياه فكلما كانت مساحة الحوض اكبر زاد كمية مايستقبله النهر من مياه الامطار الموسمية وبالتالي زيادة الفائض المائي

٢-ان حوض منطقة الدراسة ذو بيئات جيولوجية متباينة فالاقسام الشمالية تتمثل بالطيات المرتفعة ذات الانحدارات المختلفة والتي تساعد على توليد الجريان السطحي

٣-اما المناخ فهو متذبذب لكبر مساحة حوض منطقة الدراسة فالاقسام الشمالية تتصف بشاء بارد وتساقط ثلوج وامطار في حين تبدا درجات الحرارة بالارتفاع مع قلة التساط كلما اتجهنا نحو وسط وجنوب الحوض
٤- وحسب نتائج المتغيرات المستحصلة من العلاقات الرياضي لحوض منطقة الدراسة يتضح بان النهر مستطيل الشكل وبهذا فانه يتصف بجريان منتظم مع تصريف واطئ وان النهر يحتاج الى مسافة طويلة للوصول الى مخرجه ،ممانعكس على انخفاض خطر الفيضانات على مستوى الحوض بشكل عام ، الا ان ذلك لايمنع حدوثه محليا في بعض المناطق المنحدره ، اما الكثافةالتصريفية فهي تدل على وجود شبكة تصريف فعالةومناطق ذات قدرة على امتصاص مياه الامطار مما يزيدمن احتمالية الجريان السطحي .

التوصيات :

١ - ضرورة استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية المتعلقة بالخصائص المورفومترية لأحواض الأنهار.

٢- إمكانية مشاريع حصاد المياه في حوض وادي الكارون للحفاظ على مواردها المائية بدلًا من تصريفها في نهر شط العرب. ويمكن استخدام هذه المياه في مختلف الأنشطة الزراعية والرعوية، لا سيما خلال فترات ارتفاع منسوب المياه.

٣- التعاون بين جمهورية إيران الإسلامية وجمهورية العراق لتبادل المعلومات الهيدرولوجية والمناخية وتحديد كمية المياه المشتركة للعراق.

٤- السعي إلى استخدام أساليب الري الحديثة للحد من هدر المياه بسبب ارتفاع درجات الحرارة ومنع ملوحة التربة.

الهوامش :

*

١- الخفاجي ، سرحان نعيم ، تغيرات مجرى شط العرب واثرها على الأراضي العراقية ، مجلة كلية الاداب ، العدد ٩٣، ٢٠٠٦،ص.٤٣٧

2- UN- ESCWA and BGR(United nations Economic and social commission for western Asia,inventory of harded water Resources in western Asia shatt all Arab,karheh and karun River,chapter 5,2013,p135.

٣- زمانزاده ،سيد محمد ،اهيم مقيمي ، أمير احمدي ، بررسي تأثير زمين ساخت فعال برجور شدكي وميانكين اندازه رسوبات رودخانه كارون شوشتر ،بروهشدرئوموفولوجي كمي سال سوم ، شماره٢ ، بايير ١٣٩٣، ص.١١٩

٤-جغرافياي طبيعي استان خوزستان، ٢٠١٧ ، ص ٤٥.

٥- خاوري ، رضوان ، تعيين رودشكن هاي رودخانه استان خوزستان بريابه مدل رقومي – ارتفاع ناحية ، علوم زمستان ٩٣، سال بييت وجهارم ، شماره ٩٤، ١٣٩١، صفحة ٥٣ .
٦- خاوري ، رضوان ، تعيين رودشكن هاي رودخانه استان خوزستان بريابه مدل رقومي – ارتفاع ناحية ، علوم زمستان ٩٣، سال بييت وجهارم ،شماره٩٤، ١٣٩١، صفحة ٥٤.
٧- جغرافياي طبيعي استان خوزستان، مصدر سابق ،ص.٨
٩- جغرافياي طبيعي استان خوزستان، مصدر سابق ،ص.٨
10-UN- ESCWA and BGR(United nations Economic and social commission for western Asia,inventory of harded water Resources in western Asia shatt all Arab,karheh and karun River,chapter 5,2013,p135.
١١- معتوق ، صفية شاكر ،تحليل الخصائص الهيدرولوجية والكيميائية لنهر الكارون ، مجلةمدارات ايرانية ، العدد ٢١، المجلد ٧، سبتمبر ، ايلول ،٢٠٢٣، م،ص٤٧.
1٢- UN- ESCWA and BGR(United nations Economic and social commission for western Asia,inventory of harded water Resources in western Asia shatt all Arab,karheh and karun River,chapter 5,2013,p135.
١٣- محمد، محمد عاشور ، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي ، حوليات الانسانيات والعلوم الاجتماعية ، العدد التاسع ، ١٩٨٦،ص.٤٦٩
١٤-الحمداني ، جاسم محمد احمد ، التحليل الهيدرولوجي للناتج الرسوبي لبحيرة سد سامراء للمدة ٢٠١٢ – ٢٠٢٢م ، مجلة جامعة كركوك للدراسات الانسانية، المجلد (١٩) ، العدد الثاني ، الجزء الثاني ، كانون الاول ، ٢٠٢٤، ص ١٤١٩.
١٥- فائق ، عبد الرزاق ، فواز حميد ، التحليل المورفومتري لاحواض التصريف المائي ، مجلة التربية للعلوم الانسانية ،المجلد (٤)، العدد الخاص ، ٢٠٢٤ ، ص ٤٠٣ .
١٦- سلامه ،حسن رمضان ، التحليل الجيومرفولوجي للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الأردن ، مصدر سابق، ص١٠٠
١٧- فائق ، عبد الرزاق ، فواز حميد ، التحليل المورفومتري لاحواض التصريف المائي ، مجلة التربية للعلوم الانسانية ،المجلد (٤)، العدد الخاص ، ٢٠٢٤ ، ص ٤٠٣ .
١٨- تراب ، محمد مجدي، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصب بالنطاق الشرقي في جنوب شبه جزيرة سيناء ، المجلة الجغرافية العربية ، تصدر عن المجلة الجغرافية المصرية ، العدد ٣٠، الجزءالثاني ، لسنة ١٩٩٧، ص٢٧٢.
١٩- العمري، عبد المحسن صالح ، تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لاحواض التصريف في منطقة كريتر بأستخداممعطيات نظم المعلومات الجغرافية كلية النفط والمعادن ، جامعة عدن ، ٢٠٢١ ، ص ٤٠٩ .
٢٠- تيم ، فيروز كامل ، حوض وادي زقلاب (الأردن) ، رسالة ماجستير غير منشوره ، الجامعة الإسلامية في غزه ، كلية الاداب ، ٢٠٠٨، ٧٧.
٢١- العذاري ، احمد عبد الستار جابر ، هيدروجيمورفولوجية منطقة غرب الفرات شمال الهضبة الغربية العراقية ، أطروحة دكتوراه غير منشوره ، جامعة بغداد ، كلية الاداب ، ٢٠٠٥ ، ص ١٥٥.
٢٢- أبو العينين ، حسن سيد ، أصول الجيومورفولوجيا ، دار النهضة للطباعه والنشر بيروت ،الطبعة الخامسة ، ١٩٧٩، ص٤٣٦.

٢٣ - سلامه ،حسن رمضان ، التحليل الجيومرفولوجي للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الأردن ،مجلة دراسات العلوم الإنسانية ، مجلد السابع العدد ١ ، لسنة ١٩٨٠، ص ٢١١.

2٤-Smith,K,standards for grading texture of erosional topography,Amer,j,sci.voi.248,1957,p657.

٢٥ – الغميض ، عاطف عايد ، تقدير الواقع الهيدرولوجي لاراضي حوض الموجب بأستخدام نموذج تقييم التربة والمياه وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ،مجلة جامعة الحسين بن طلال ، العدد (٢)، الجلد (٧)، لسنة ٢٠٢١، ص، ٢٩٧ .

٢٦- المفرجي ، زهراء علاء جبار ، التحليل المكاني للخصائص الموفومترية لاحواض جبل كيره في محافظة دهوك ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة ميسان ،٢٠٢٤، ص، ١٦٠ .

٢٧- صابر احمد ابراهيم محمد ،اميرة محمد محمود ،هويدا توفيق احمد ، التقييم الجيوهيدرولوجي لزمن التركيز وتأثيره على الجريان السيلي على الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية ، مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد، ٢٠٢٢ م ،صفحة ٣٩٠.

٢٨- - صالح ،عماد عبد الفتاح ،التحليل الهيدروجيومورفولوجي لاحواض التصريف المائي بمنطقة راس بكر غرب خليج السويس ، مجلة كلية الاداب بقنا ، جامعة جامعة جنوب الوادي ، العدد ٥٣، (الجزء الثاني)، ص ٥٣١.معادلة زمن التباطؤ

٢٩- عبد الحسين ،حسين كاظم ،تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين ،اطروحةدكتوراه غير منشورة ،الجامعة المستنصرية ،٢٠١٧ ، صفحة ،١٦٤.

٣٠- صالح ،عماد عبد الفتاح ،التحليل الهيدروجيومورفولوجي لاحواض التصريف المائي بمنطقة راس بكر غرب خليج السويس ، مجلة كلية الاداب بقنا ، جامعة جامعة جنوب الوادي ، العدد ٥٣، (الجزء الثاني)، ص ٥٣١.

المصادر :

١- - الخفاجي ، سرحان نعيم ، تغيرات مجرى شط العرب واثرها على الأراضي العراقية ، مجلة كلية الاداب ، العدد ٩٣، ٢٠٠٦،ص.٤٣٧

2- UN- ESCWA and BGR(United nations Economic and social commission for western Asia,inventory of harded water Resources in western Asia shatt all Arab,karheh and karun River,chapter 5,2013,p135.

٣- زمانزاده ،سيد محمد ،اهيم مقيمي ، أمير احمدي ، بررسي تأثير زمين ساخت فعال برجور شدكي وميانكين اندازه رسوبات رودخانه كارون شوشتر ،بروهشدرئوموفولوجي كمي سال سوم ، شماره٢ ، بايير ١٣٩٣، ص.١١٩

٤-جغرافياي طبيعي استان خوزستان، ٢٠١٧ ، ص ٤٥.

٥- خاوري ، رضوان ، تعيين رودشكن هاي رودخانه استان خوزستان بريابه مدل رقومي – ارتفاع ناحية ، علوم زمستان ٩٣، سال بييت وجهارم ، شماره ٩٤، ١٣٩١، صفحة ٥٣ .

٦- معتوق ، صفية شاكر ،تحليل الخصائص الهيدرولوجية والكيميائية لنهر الكارون ، مجلةمدارات ايرانية ، العدد ٢١، المجلد ٧، سبتمبر ، ايلول ،٢٠٢٣، م،ص٤٧

٧- محمد، محمد عاشور ، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي ، حوليات الانسانيات والعلوم الاجتماعية ، العدد التاسع ، ١٩٨٦،ص.٤٦٩

٨-الحمداني ، جاسم محمد احمد ، التحليل الهيدرولوجي للناتج الرسوبي لبحيرة سد سامراء للمدة ٢٠١٢ – ٢٠٢٢م ، مجلة جامعة كركوك للدراسات الانسانية، المجلد (١٩) ، العدد الثاني ، الجزء الثاني ، كانون الاول ، ٢٠٢٤، ص ١٤١٩.
٩- فائق ، عبد الرزاق ، فواز حميد ، التحليل المورفومتري لاحواض التصريف المائي ، مجلة التربية للعلوم الانسانية ،المجلد (٤)، العدد الخاص ، ٢٠٢٤ ، ص ٤٠٣ .
١٠- سلامه ،حسن رمضان ، التحليل الجيومرفولوجي للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الأردن ، مصدر سابق، ص١٠٠
١١- تراب ، محمد مجدي، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصب بالنطاق الشرقي في جنوب شبه جزيرة سيناء ، المجلة الجغرافية العربية ، تصدر عن المجلة الجغرافية المصرية ، العدد ٣٠، الجزءالثاني ، لسنة ١٩٩٧، ص٢٧٢.
١٢- العمري، عبد المحسن صالح ، تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لاحواض التصريف في منطقة كريتر بأستخداممعطيات نظم المعلومات الجغرافية كلية النفط والمعادن ، جامعة عدن ، ٢٠٢١ ، ص ٤٠٩ .
١٣- تيم ، فيروز كامل ، حوض وادي زقلاب (الأردن) ، رسالة ماجستير غير منشوره ، الجامعة الإسلامية في غزه ، كلية الاداب ، ٢٠٠٨، ٧٧.
١٤- العذاري ، احمد عبد الستار جابر ، هيدروجيمورفولوجية منطقة غرب الفرات شمال الهضبة الغربية العراقية ، أطروحة دكتوراه غير منشوره ، جامعة بغداد ، كلية الاداب ، ٢٠٠٥ ، ص ١٥٥.
١٥- أبو العينين ، حسن سيد ، أصول الجيومورفولوجيا ، دار النهضة للطباعه والنشر بيروت ،الطبعة الخامسة ، ١٩٧٩، ص٤٣٦.
١٦-Smith,K,standards for grading texture of erosional topography,Amer,j,sci.voi.248,1957,p657.
١٧- الغميض ، عاطف عايد ، تقدير الواقع الهيدرولوجي لاراضي حوض الموجب بأستخدام نموذج تقييم التربة والمياه وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ،مجلة جامعة الحسين بن طلال ، العدد (٢)، الجلد (٧)، لسنة ٢٠٢١، ص، ٢٩٧ .
١٨- المفرجي ، زهراء علاء جبار ، التحليل المكاني للخصائص الموفومترية لاحواض جبل كيره في محافظة دهوك ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة ميسان ،٢٠٢٤، ص، ١٦٠ .
١٩- صابر احمد ابراهيم محمد ،اميرة محمد محمود ،هويدا توفيق احمد ، التقييم الجيوهيدرولوجي لزمن التركيز وتأثيره على الجريان السيلي على الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية ، مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد، ٢٠٢٢ م ،صفحة ٣٩٠.
٢٠ - صالح ،عماد عبد الفتاح ،التحليل الهيدروجيومورفولوجي لاحواض التصريف المائي بمنطقة راس بكر غرب خليج السويس ، مجلة كلية الاداب بقنا ، جامعة جامعة جنوب الوادي ، العدد ٥٣، (الجزء الثاني)، ص ٥٣١.معادلة زمن التباطؤ
٢١- عبد الحسين ،حسين كاظم ،تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين ،اطروحةدكتوراه غير منشورة ،الجامعة المستنصرية ،٢٠١٧ ، صفحة ،١٦٤.