

دراسة هيدروجيومورفولوجية لحوض وادي الخنكة في بادية محافظة المثنى باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة.

أ.م.د. سفير جاسم حسين

جامعة المثنى-كلية التربية للعلوم الإنسانية

Hydrogeomorphological Study of Wadi Al-Khanga Basin in the Badia of Al-Muthanna Governorate Using Modern Geographical Techniques.

Dr.Safir Jasim Hussein

Al-Muthanna University- College of Education for the Humanities

Safirf2014@mu.edu.iq

Abstract:

The study aims to use modern geographic techniques to reveal the morphometric and hydrological characteristics of the Wadi al-Khanga basin, which is one of the basins located within the Muthanna Governorate within the southern Badia of Iraq. The gradual rise and fall of the torrential flow as well as the strength of the torrential waters.

The study relied on the analysis of the study area visuals and the digital elevation model and the use of the Arc map 9.10 program. The area of the basin was (155.4) km², with a slope difference of 150 m above sea level between the sources of the upper basin and an estuary, which made this difference that the basin water drifts towards the sedimentary plain Towards the depression of the solids as a result of the regression factor, and by analyzing the morphometric characteristics of the basin, the basin was taken as close as possible to the rectangular shape of its approach. The research also included the analysis of the hydrological characteristics of the basin, including the concentration time and the slowdown time, as well as the extraction of CN values, which ranged between (30-81), which indicates the solidity of the basin lands and the lack of water seepage inward, which indicates an increase in surface runoff.

Keywords: hydrogeomorphological characteristics, Al-Khanga valley, GIS, morphometric characteristics, CN curve.

الخلاصة:

تهدف الدراسة الى استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة في الكشف عن الخصائص المورفومترية والهيدروولوجية لحوض وادي الخنكة وهو احد الاحواض الواقعة ضمن محافظة المثنى ضمن البادية الجنوبية للعراق , وتتمثل خصائصه المورفومترية بخصائص الحوض المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة المائية فضلا عن خصائصه الهيدروولوجية المتمثلة بقياس زمن التركيز وزمن التباطؤ وزمن الارتفاع والانخفاض التدريجي لتدفق السيول فضلا عن قوة مياه السيول.

اعتمدت الدراسة على تحليل المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة ونموذج الارتفاع الرقمي واستخدام برنامج Arc map 9.10 , هذا وبلغت مساحة الحوض (155.4) كم² , ويفارق انحدار 150م فوق مستوى سطح البحر بين منابع الحوض العليا ومصبة مما جعل هذا الفارق ان تتجرف مياه الحوض باتجاه السهل الرسوبي نحو منخفض الصليبيات نتيجة لعامل الانحدار , وعن طريق تحليل الخصائص المورفومترية للحوض فقد اخذ الحوض اقرب ما يكون الى الشكل المستطيل لاقتربه , واتصف نسيج الحوض بكونه ناعم جدا لكثرة المراتب النهرية التي تجري فيه . كما تضمن البحث تحليل الخصائص الهيدروولوجية للحوض منها زمن التركيز وزمن التباطؤ , فضلا

عن استخراج قيم CN , والتي تراوحت ما بين (30 - 81), مما يدل على صلابة اراضي الحوض وقلة التسرب المائي الى الداخل مما يدل على زيادة الجريان السطحي.

الكلمات المفتاحية: الخصائص الهيدروجيومورفولوجية, وادي الخنكة , نظم المعلومات الجغرافية, الخصائص المورفومترية , منحني CN.

المقدمة

تعد دراسة الخصائص المورفومترية والهيدروجيومورفولوجية لأحواض الوديان احد الاتجاهات الحديثة في دراسة الاحواض المائية، اذ ترتبط هذه الدراسات ارتباطا مباشرا بالعوامل الطبيعية اهما مصادر الحوض المائية، لذا يعد الحوض النهري هي الوحدة الأساسية لعمل البحوث الكمية اذ ان قياس الخصائص و الصفات الطبيعية لنظم الاودية النهريه من التطورات الحديثة في مجال الجيومورفولوجية التطبيقية التي تعتمد على التحليل الرياضي والاحصائي ببيان ووصف التضاريس الأرضية، اذ توفر تقنية نظم المعلومات الجغرافية (Gis) برامج متطورة لإجراء التحاليل المورفومترية والهيدروجيومورفولوجية، حيث تم اعتمادها بالدراسة وقف بيانات دقيقة بالاعتماد على (المريثيات الفضائية ونموذج الارتفاعات الرقمية DEM) باستخدام برنامج (Arc GIs 10.9) وبرنامج (Global mapper). ان التطور الكبير في العلوم المختلفة و بالأخص علوم الاقمار الصناعية التي تحيط بالأرض بشكل دوري أعطت للمراكز البحثية بيانات كاملة عن سطح الارض ، فاصبح الحاجة ضرورية لبرامج متخصصة لمعالجة و تحليل البيانات ، و ان انظمة المعلومات الجغرافية ، وبرامجها المعتمدة من اهم المراكز العلمية المهمة في البحث الجغرافي لأي باحث ولأية منطقة مهما بلغت هذه المنطقة من المساحة و الطبيعة . وبسبب توفر المريثيات و البرامج اصبح من السهل معالجة و تفسير و اخراج الخرائط و البيانات الحديثة منها و تحديث الخرائط القديمة بالمعطيات و المعلومات و بناء قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة تساعد على ديمومة الموارد المتوفرة و اختيار افضل طريقة للاستثمار .

مشكلة الدراسة :

1- ما العوامل المؤثرة في الخصائص الهيدروجيومورفولوجية لحوض وادي الخنكة ؟

2- ما التأثير المتبادل بين الخصائص الهيدروجيومورفولوجية والخصائص الجيومورفولوجية في حوض وادي الخنكة؟ .

فرضية الدراسة

العوامل الطبيعية الاثر الكبير في تشكيل حوض وادي الخنكة وبالتالي اثرت في خصائصه الجيومورفولوجية والهيدروجيومورفولوجية .

هدف البحث

تحديد الخصائص المورفومترية كالخصائص الشكلية والمساحية والتصريفية لحوض وادي الخنكة، و تحليل الخصائص الهيدروجيومورفولوجية التي تم استخراجها عن طريق التقنيات الجغرافية الحديثة ، فضلا عن بناء قاعدة بيانات لحوض وادي الخنكة .

اولا: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :

1-الموقع:

تقع منطقة الدراسة ,ضمن بادية محافظة المثني , الى الشمال من مركز ناحية بصيه, بين دائرتي عرض (30° 24' 53" - 30° 49' 58" شمالا , وخطي طول (52° 52' 45" - 52° 12' 46" شرقاً , وشغلت

مساحة قدرها 155.7 كم² , يمتد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي وينتهي في منخفض الصليبات , و يقع حوض الوادي بين حوضي وادي أبو غار شرقاً ووادي السدير غرباً (خريطه 1).

خريطة (1) موقع وادي الخنكة من محافظة المثنى

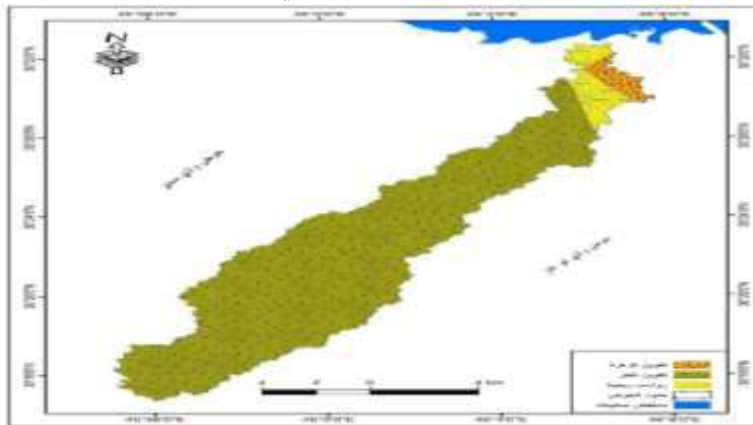


المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc GIS.10.6) .

2-الوضعية الجيولوجية

تمتاز المنطقة بتنوع التركيب الجيولوجي , اذ تسود منطقة الدراسة عدة تكوينات جيولوجية مرتبة من الاسفل الى الاعلى وهي تكوين الغار الذي يشغل مساحة قدرها 143.2 كم² بنسبة 92.1% من مجموع مساحة منطقة الدراسة , فيما شغل تكوين الزهرة 4.1 كم² بنسبة 2.6% , في حين شغلت رواسب الزمن الرباعي المتمثلة بالرواسب الريفية 8.1 كم² وبنسبة 5.2% (خريطة-2). يتألف تكوين الغار من حجر جيرى طيني رملي كتلي مع كميات وفيرة من الحبيبات الرملية في الجزء القاعدي السفلي , اما تكوين الزهرة يتكون من حجر طيني رملي مصمت ذو لون بني محمر, يليه حجر رملي كلسي , فضلا عن رواسب الزمن الرباعي المتمثلة بالرواسب الريفية المتمثلة بالكثبان الرملية , (كاظم , واخرين , 2011, ص22-24).

خريطه (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

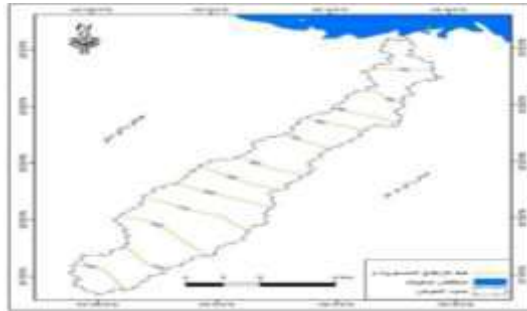


المصدر ::وزارة الصناعة والمعادن , الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين , خريطة العراق الجيولوجية , بمقياس 1:1000000, لسنة 1996 . باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.1.

3- السطح:

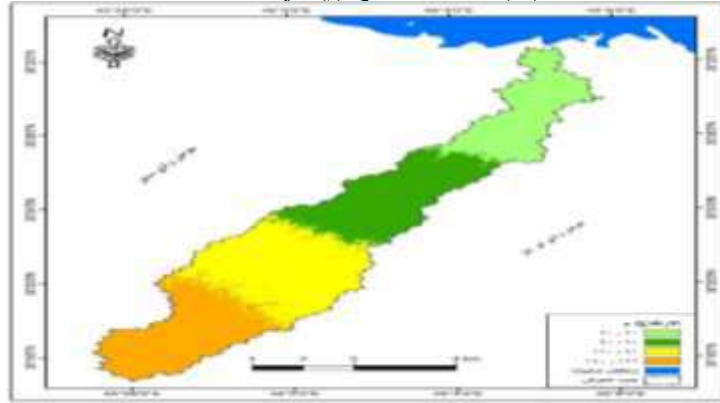
ينحدر سطح منطقة الدراسة من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي, اذ يبلغ اعلى ارتفاع في منطقة منابع الحوض 140م , في حين يبلغ ادنى ارتفاع للحوض في منطقة المصب 30 م فوق مستوى سطح البحر, يلاحظ الخريطة (3). اذ شغلت فئة الارتفاع 120 - 91م مساحة قدرها 48.3كم² ونسبة 31% من المساحة الكلية للحوض, ومثلت اكثر فئات الارتفاع مساحة , فيما شغلت الفئة 121 - 140 م ادنى مساحة في الحوض بمساحة قدرها 38.4 كم², ونسبة 24.4%, يلاحظ الخريطة (4) والجدول (1).

خريطة (3) خطوط الارتفاعات المتساوية (م) في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 OLI لسنة 2019
وبرنامج ARC GIS 10.8.1.

خريطة (4) فئات الارتفاع (م) في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 OLI لسنة 2019
وبرنامج ARC GIS 10.8.1.

جدول (1) مستويات السطح في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة (كم ²)	قيم الارتفاع (م)	المستوى
19.7	30.6	60 - 30	الاول
24.6	38.4	90 - 61	الثاني
31.	48.3	120 - 191	الثالث
24.4	38.1	140 - 121	الرابع
100	155.4		المجموع

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على خريطة (4).

4- المناخ:

من خلال تحليل البيانات لدرجات الحرارة وكميات الامطار السنوية في منطقة الدراسة ولمدة (30) عاما , تبين لنا ان المناخ الصحراوي الجاف هو السائد في منطقة الدراسة. وقد اعتمد مؤشر الجفاف **Aridity Index** الذي اعتمده برنامج الأمم المتحدة للبيئة **UNEP** مؤخرا لتحديد الجفاف في منطقة الدراسة (**UNEP**) 1992, :

$$AIU = \frac{P}{PET}$$

حيث AI مؤشر الجفاف , P مجموع التساقط المطري السنوي , و PET التبخر - النتج المحتمل .
اذ بلغ مؤشر الجفاف 0.048 وبالتالي فانه يقع ضمن المنطقة شديدة الجفاف التي يبلغ قيمة مؤشرها اقل من 0.05 . بلغ معدل درجة الحرارة السنوي 25.2م, ° اذ سجل شهر كانون الثاني ادنى معدل لدرجات الحرارة وبلغ 11.7م, ° في حين شهد شهر تموز اعلى درجة حرارة بلغت 36.8م. اما الامطار تتصف بأنها قليلة وفصلية , اذ يقتصر سقوطها على الفصل البارد وابتداءً من شهر تشرين الأول ولغاية شهر مايس وتتبع نظام أمطار أقليم البحر المتوسط المرتبط بقدوم المنخفضات الجوية المتوسطة إلى العراق , اذ بلغ مجموع الامطار السنوي 109.6 ملم التي بدأ سقوطها من شهر تشرين الاول بواقع 5 ملم ,وتصل ذروتها في شهر تشرين الثاني 19.8 ملم , جدول (2) . اما الرياح السائدة على المنطقة هي الرياح الشمالية الغربية، حيث بلغت نسبة تكرار هبوبها (22.4 %) من مجموع الرياح الهابة وتتميز هذه الرياح بجفافها وانخفاض حرارتها حيث تعمل على انخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء , وبلغ بجفافها وانخفاض حرارتها حيث تعمل على انخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء , وبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح 7.2 ملم/ثا, وتصل اقصى سرعة للرياح في شهر نيسان الى 8.3 م/ثا , (جدول 3).
تلعب عوامل المناخ دورا كبيرا ومؤثرا في الخصائص الشكلية والمساحية والتصريفية للأحواض , وهي التي تتحكم بالدورة الحثية والمرحلة التي بلغها الحوض , كما انها هي من تحدد نوع وتأثير العملية الجيومورفوجية السطحية سواء كان تجوية او تعرية او ارساب وهو ما يظهر للعيان في منطقة الدراسة.

جدول (2) الخصائص المناخية لمحطة السماوه للمدة (1990 – 2020)

الاشهر	درجة الحرارة (م)			الامطار(ملم)	التبخر	الرطوبة النسبية
	العظمى	الصغرى	المعدل			
كانون الثاني	17.3	6.1	11.7	12.7	296.3	64
شباط	20.7	17.3	14	13.4	119.9	55
اذار	26.3	12.3	19.1	18.6	204.8	88
نيسان	31.9	17.9	25.1	11.8	275.5	38
ايار	38.9	23.6	31.7	4	375.8	27
حزيران	43.3	26.6	35.5	0	448.8	22
تموز	44.9	28.1	37.2	0	475.0	22
اب	35.2	27.7	36.8	0	423.6	23
ايلول	41.6	24.1	33.1	0.3	359.4	27

36	305.7	5	27.1	19.6	35.1	تشرين الاول
53	139.5	19.8	18.3	12.9	26.2	تشرين الثاني
62	97.14	14.4	13.5	8.1	19.6	كانون الاول
43.08	3294	109.6	25.2	17.9	32.6	المعدل

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على : جمهورية العراق, وزارة النقل , الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ , بغداد, بيانات غير منشورة , (1990-2020) .

جدول (3) نسبة تكرار الرياح (%) وسرعتها (م/ثا) في محطة السماوه للمدة (1990 – 2020)

المعدل السنوي	ك1	ت2	ت1	ايلول	اب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	اذار	شباط	ك2	الشهر
7.2	6.6	6.8	6.9	6.3	6.5	7.6	7.3	8.1	8.3	8.2	7.6	7.1	معدل سرعة الرياح (م/ثا)
السكون	شمالية غربية	شمالية غربية	غربية	جنوبية غربية	جنوبية	جنوبية شرقية	شرقية	شمالية شرقية	شمالية	شمالية	شمالية	شمالية	نسبة تكرار الرياح %
14.9	22.4	14.2	5.3	3.6	8.2	9.2	5.3	16.9					

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على : جمهورية العراق, وزارة النقل , الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ , بغداد, بيانات غير منشورة , (1990-2020) .

5-التربة

التربة التي تسود في منطقة الدراسة تتمثل بالتربة الجبسية الصحراوية المختلطة التي يغلب على تكوينها الحجارة وتكون عالية النفاذية وذات سمك خفيف لا يتجاوز 10 سم وبالتالي تكون اكثر انواع التربة عرضة للتعرية المائية والريحية.

6-النبات الطبيعي:

فيمثل النبات الطبيعي انعكاسا للعوامل الطبيعية ومنها المناخ الذي يعد من اهم العوامل الطبيعية التي تؤثر تأثيرا مباشرا وغير مباشر في الحياة النباتية ان وجود النبات الطبيعي في حوض أبو غوير ما هو الا استجابة للعوامل المناخية السائدة في المنطقة التي تتصف بقلة الامطار وتذبذب سقوطها من موسم الى اخر وكذلك ارتفاع معدلات درجات الحرارة مع وجود التطرفات الحرارية المتمثلة بموجات الحر وبرد ورغم هذا كله فقد وجدت بعض النباتات نفسها بعمل عدة تكيفات فسيولوجية وسلوكية وشكلية استطاعت ان تقاوم الظروف المناخية القاسية ومن هذه النباتات الصلندة والطريع والبابونك والسدر والحنظل والرث ومن هذه الشجيرات ما هو رسمي يخرج عند سقوط الامطار كالصمعة والحنيطة ما منها بشكل دائم كالحنظل والعلندة والرث

الخصائص المورفومترية لحوض وادي الخنكة

اولاً-الخصائص المساحية :

تميل الأحواض المائية إلى زيادة مساحتها بزيادة نشاط الحت , وعند التعرض إلى حركات تكتونية تسهم في خفض أراضي مجاورة أو رفع أخرى تكون النتيجة تغير مجاري بعض الأودية إلى أحوض أخرى, وهناك علاقة بين مساحة الحوض وتطور إعداد وأطوال الشبكة النهرية (Drainag Network) وهناك صفات اخرى ترتبط بالمساحة منها (المقطع الطولي , المقطع العرضي , طول الحوض , عرض الحوض , المحيط الحوضي (الجوهر , 2011, ص128), وقد بلغت المساحة الكلية لحوض وادي الخنكة 155.4 كم² , يلاحظ جدول (4).

جدول (4) الخصائص المساحية لحوض وادي الخنكة

الحوض	المساحة (كم ²)	طول الحوض (كم)	متوسط العرض (كم)	محيط الحوض كم
الخنكة	155.4	37.40	4.15	111.7

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج . (ARC GIS ,ARC Hydro Tools).

يعد قياس الطول الحوضي مهم وعلى وجه الخصوص في حساب بعض المعاملات المورفومترية , سواء في دراسة اشكال هذه الاحواض او في مجال ايضاح خصائصها التضاريسية . ويتضح من جدول (4) ان طول للحوض بلغ (37.40) كم , ويمكن الاشارة الى اسباب التباين في اطوال الاحواض , تبعاً لدرجة الانحدار وشدة التضرس , وهي علاقة عكسية .ونتيجة لأختلاف اشكال الاحواض المائية ولكثرة تعرج محيطها في احواض التصريف لا يمكن الاعتماد على بعد واحد كقياس لعرض الحوض، لذا يتم اعتماد العلاقة الرياضية الاتية لاستخراج متوسط العرض (العذاري , 2006 , ص142)

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

وقد بلغ متوسط العرض في حوض وادي الخنكة (4.15) , ويتباين عرض الحوض من مكان الى اخر, ويرجع ذلك لأسباب تكتونية.

اما محيط الحوض , يمكن قياسه عن طريق تتبع خطوط التقسيم التي تفصل بينه وبين الاحواض الاخرى ويمثل المحيط الحوضي خط تقسيم المياه بين الحوض وما يجاوره من أحواض أخرى , ويستعمل هذا العامل لتوضيح مدى انتشار الحوض واتساعه , إذ كلما زاد طول محيط الحوض ازداد انتشاره وتوسيعه, وازداد تطوره الجيومورفولوجي . بلغ محيط حوض وادي الخنكة الكلي (111.7) كم , يلاحظ جدول (4).

ثانياً: الخصائص الشكلية(Form Characteristics)

ولها دور في التحكم بكمية الجريان المائي ودرجة انتظامه وامتداد المجاري الثانوية , والوقت الذي يستغرقه جريان الماء من المنبع الى المصب, وتتباين اشكال الأحواض المائية هندسياً, فهي تكون تارة دائرية واخرى مستطيلة أو قد تكون مثلثية , ويرجع السبب في ذلك إلى ان نمط وانتشار شبكة الصرف وشكلها النهائي , وتتحدد بعوامل منها البنية الجيولوجية وشكل التضاريس والمناخ والتربة والنباتات الموجودة , فضلاً عن دور العامل البشري.

1- نسبة الاستطالة (Elongation Ratio):

وتكون ما بين (0-1) بامتداد مساحة الحوض , فكلما اقتربت نسبة الاستطالة من الصفر اقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل , وكلما ابتعدت عن الصفر ابتعد الشكل عن المستطيل , وتزيد هذه النسبة في الأحواض الطويلة , وتقل في الأحواض التي يختلف عرضها مع امتدادها (سلامة, 1980, ص 99), وقد جاء بهذه المعادلة شوم (Schumm, 1956) والتي تنص على الآتي: المعادلة (Iqbal et al., 2013 P14):

$$Re = \frac{2 * \sqrt{(A/\pi)}}{Lb}$$

ويرى (سترايلر Strahler) أن الأحواض التي تتراوح نسبة استطالتها بين (0.6 - 1) هي أحواض تتميز بالتباين الكبير في تكويناتها الجيولوجية وتكون ذات بنية تضاريسية أقل تعقيداً , في حين أن الأحواض التي نقل نسبة استطالتها عن (0.6) هي أحواض شديدة التضرس (علي, 2001, ص 87). ويبلغ معدل الاستطالة في الحوض (0.37) يلاحظ جدول (5), وهو بذلك قريب من شكل المستطيل .

جدول (5) الخصائص الشكلية في حوض وادي الخنكة

الحوض	المساحة كم ²	نسبة الاستطالة %	نسبة الاستدارة (تماسك المساحة)	معامل شكل الحوض	نسبة تماسك المحيط	نسبة الطول الى العرض	معامل الاندماج
الخنكة	155.4	0.37	0.15	0.11	2.63	9.01	2.52

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc GIS ,Arc Hydro Tools 10.4).

2 - نسبة الاستدارة Circulation Ratio :

الهدف منها هو معرفة مدى اقتراب محيط (خط التقسيم) من المحيط الدائري , وتكون القيم ما بين (0 - 1) , فالقيم المرتفعة تدل على ان الاحواض مستديرة الشكل , فيما تعني القيم المنخفضة ابتعاد الاحواض عن الشكل الدائري (النقاش, 1985, ص 521) ويمكن الحصول على نسبة الاستدارة من خلال المعادلة التالية (Bezinska & Stoyanov, 2019, P.79):

$$Rc = \frac{4 * \pi * A}{P^2}$$

Rc تعني نسبة الاستدارة , π النسبة الثابتة وتساوي 3.14 , A مساحة الحوض (كم²), P محيط الحوض (كم). وعند تطبيق هذه المعادلة على حوض وادي الخنكة تبين لنا ان نسبة الاستدارة بلغت (0.15) وهي نسبة منخفضة تدل على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري , يلاحظ جدول (5) .

3-معامل شكل الحوض (Basin Form Factor):

وهو مؤشر يشير الى مدى تناسق الشكل العام للحوض ومدى اقترابه من الشكل المثلث, وتدل القيمة المنخفضة على صغر مساحة الحوض مقابل زيادة طول الحوض واقترابه من الشكل المثلث , في حين ان القيم المرتفعة تدل على كبر مساحة بمقابل طوله وابتعاد شكل الحوض عن الشكل المثلث (الصحاف والحسن, 1990, ص 39) . ويستخرج معامل شكل الحوض وفق المعادلة الآتية (Abd El-Aziz, 2020, P.76):

$$Rf = \frac{A}{Lb^2}$$

حيث Rf تعني معامل شكل الحوض, و A مساحة الحوض (كم²), و Lb تمثل طول الحوض (كم). وبلغ معامل الشكل للحوض (0.11), يلاحظ جدول (5), وهي نسبة منخفضة تشير الى اقتراب الشكل المثلث, وتوجد حالتان في الشكل المثلث, الحالة الاولى تتمثل كون قاعد المثلث تشكل منطقة المصب في حين يشكل رأس المثلث منطقة المنبع, وبالتالي يؤثر ذلك في نظام التصريف الذي يزيد بعد سقوط الامطار مباشرة لیتسبب في ارتفاع المنسوب المائي وبشكل سريع لقرب الجداول والمسيلات من المصب الرئيس, وتزداد خطورة الفيضان في الحوض وهذه الحالة لا تتمثل في الحوض. اما الحالة الثانية والتي تتمثل في حوض الخنكة هي كون منطقة المنبع شكلت قاعدة المثلث فيما شكل رأس المثلث منطقة المصب, وتطبق هذه الحالة على منطقة الدراسة, وبذلك تصل المياه متعاقبة ولمدة زمنية طويلة نظرا لبعدها الجداول والمسيلات عن المصب وهذا يعني انخفاض دلالة خطر الفيضان, لسعة مساحة الحوض عند المنبع وضيقها عند المصب, مما يؤدي الى انخفاض عمليات التحت المائي.

4- نسبة تماسك المحيط : (Ambience Coherence Ratio)

تستخدم هذه النسبة لمعرفة وتأكيد اقتراب او ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري, فكلما كانت النسبة قريبة من الواحد الصحيح كان الشكل قريبا من الشكل الدائر والعكس صحيح, وغالبا ماتكون النتائج اكبر من الواحد الصحيح (عبدالغني وزميليه, 2017, ص41). وتم استخراج نسبة تماسك محيط الحوض اعتمادا على المعادلة الاتية (الصالح والحسن, 1990, ص 39).

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

وبلغت نسبة تماسك المحيط (2.63), وبذلك ابتعد شكل الحوض عن الشكل الدائري واقتراب من الشكل المستطيل وبذلك تكون التصاريح المائية منتظمة وبطيئة لطول المسافة التي تقطعها.

5- نسبة الطول الى العرض : (Length / Width Ratio)

تشير النتائج المرتفعة للمعادلة الى شدة الاستطالة الحوضية والعكس صحيح وذلك وفقا لما ذكره (Muller, 1974), وقد استخرجت نسبة الطول الى العرض لأحواض منطقة الدراسة حسب المعادلة الاتية (الحميري واخرين, 2018, ص334):

$$\text{نسبة الطول الى العرض} = \frac{\text{طول الحوض (كم)}}{\text{عرض الحوض (كم)}}$$

بلغت هذه النسبة في حوض وادي الخنكة (9.01), يلاحظ جدول (5), وتشير الى اقتراب الحوض من شكل المستطيل اكثر من المستدير, وهذا يدل على مدى تأثير العمليات الجيومورفولوجية في الحوض بسبب استجابة مكوناته وقلته انحداره, والذي بدوره يؤثر على انخفاض كمية التصريف بسبب طول المسافة.

6- معامل الاندماج Compactness coefficient :

تشير القيم المرتفعة له الى ان الحوض ترتفع فيه نسبة التدرجات في محيطه وتقل درجة تناسقه في الشكل بينما تشير القيم المنخفضة له الى ان الحوض قطع شوطا كبيرا في المرحلة التحاتية. ويستخدم للتعبير عن العلاقة بين هيدرولوجية الحوض واستدارة الحوض للمساحة الهيدرولوجية للحوض نفسه, وتحسب وفق المعادلة التالية (Iqbal et al., 2013 P14-19):

$$Cc = \frac{0.2821P}{A^{0.5}}$$

بلغت هذه النسبة في حوض وادي الخنكة (2.52) ، يلاحظ جدول (5) ، ومن خلال هذه النسبة المرتفعة نستدل بأن حوض وادي الخنكة يميل الى ارتفاع نسبة التعرجات في محيطه وقلة درجة تناسق الشكل. **ثالثاً: الخصائص التضاريسية :**

1- نسبة التضرس *Relief Ratio* :

تعد نسبة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لمنطقة ما أو لأي حوض (عبد الرحمن، 2003، ص 78) ، وتعد مؤشراً مهماً في تخمين الرواسب المنقولة كماً ونوعاً ، ويمكن استخراج نسبة التضرس وفق قانون (شوم Schumm) وعلى النحو الآتي (Bezinska & Stoyanov, 2019, P.80) :

$$R_r = \frac{Z_{max} - Z_{min}}{L}$$

حيث R_r يعني نسبة التضرس (م/كم) ، و Z_{max} تعني اقصى ارتفاع في الحوض (م) ، و Z_{min} تعني ارتفاع في الحوض (م) ، و L تعني اقصى طول للحوض (كم) . أما الدلالات الهيدرولوجية لمعدلات الانحدار ، فان زيادتها تعني سرعة وصول موجات الفيضان الى المصب ، التي تكون ذات طبيعة فجائية وغزيرة في منطقة الدراسة ، مما ينعكس على زيادة معدل الرواسب المنقولة ، ويؤثر في تراجع سفوح المنحدرات . وبلغت نسبة التضرس في حوض وادي الخنكة (2.94) ، يلاحظ جدول (6) ، وهي نسبة منخفضة ، وتوجد علاقة طردية بين عامل الانحدار ونسبة التضرس .

جدول (6) الخصائص التضاريسية لحوض وادي الخنكة

الحوض	اعلى ارتفاع (م)	الادنى ارتفاع (م)	تضرس الحوض (م)	نسبة التضرس (م/كم)	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة	رقم مولتن للوعورة	التكامل الهيسومتري (م)	انحدار القناة (م/كم)
الخنكة	140	30	110	2.94	0.98	2.61	8.82	50	1.28

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على:- 1- الهيئة العامة للمساحة ، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة ، مقياس 1:100000 ، 1993 . 2- المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة ، بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS10.4).

2- التضاريس النسبية: *Relative Relief*

اي شدة انحدارات سطح الحوض ، وتعتبر هذه النسبة عن درجة التضرس الطبوغرافي (تراب، 1997، ص 272) ، وفي حالة ثبات الأحوال المناخية نجد أن هنالك علاقة عكسية بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية ، وتقاس التضاريس النسبية على وفق المعادلة الآتية (Subramanyan, 1974, p.91) :

$$Rh = \frac{H}{P}$$

حيث Rh تعني التضاريس النسبية ، و H تضرس الحوض اي الفرق بين اعلى وادنى ارتفاع في الحوض (م) ، و P محيط الحوض (كم). وبلغت مقدار التضاريس النسبية (0.98) ، يلاحظ جدول (6) ، وهي من النسب المتدنية وهذا يعود الى طبيعة قلة تضرس سطح الوادي.

3- قيمة الوعورة : (*Ruggedness Value*)

تلخص درجة الوعورة العلاقة بين تضاريس احواض التصريف وكثافة التصريف . مما يدل على درجة تقطع السطح بالمجري المائية ، ويلقى الضوء على المرحلة الجيومورفولوجية التحتاتية التي تمر بها أحواض التصريف، إذ

تتناسب قيم معامل درجة الوعورة تناسباً طردياً مع كل من تضرس الحوض وكثافة التصريف ويدل ذلك على زيادة الوعورة وشدة الانحدارات وطولها ، كما يرتبط ارتفاع كل من درجة الوعورة وكثافة التصريف بالزيادة في حجم الجريان المائي السطحي في أحواض التصريف ، وتستخرج قيم الوعورة على النحو الآتي (حسين والجياشي ، 2020، ص17):

$$R_n = D_d - \frac{H}{1000}$$

حيث R_n قيمة الوعورة ، و D_d كثافة التصريف الطولية ، و H تضاريس الحوض (م). وبلغت قيمة الوعورة (2.61) ، يلاحظ جدول (6) ، وهي قيمة منخفضة تدل على أن حوض الخنكة مازال في بداية دورته الحتية ، وكثيراً ما تزداد حدة في فترات سقوط المطر . حيث أن هناك علاقة بين قيمة الوعورة ومراحل الدورة ، إذ تتخفف قيمتها في بداية الدورة ، ثم تبدأ وبشكل تدريجي بالارتفاع حتى تصل إلى حدها الأقصى عند بداية مرحلة النضج ، وعند مرحلة الشيخوخة ونهاية الدورة الحتية تتخفف مرة أخرى (عاشور، 1986، 496) .

4- رقم ميلتون للوعورة Melton's Ruggedness Number

هو مؤشر للانحدار يوفر تمثيلاً مكانياً لوعورة التضاريس داخل أحواض المياه ، تشير القيم العالية مع الأحواض ذات التضاريس الوعرة التي قد تتأثر بالرفع التكتوني ، بينما تشير القيم المنخفضة عادة إلى الاستقرار التكتوني أو معدلات الارتفاع البطيئة ، ويتم تقديره باستخدام الصيغة التالية (Valkanou et al, 2020, P.6):

$$M = R_b * A_b^{-0.5}$$

حيث M تعني رقم ميلتون للوعورة ، و R_b الفرق في الارتفاع بين أعلى وادنى نقطة في الحوض ، و A_b تعني المساحة الكلية للحوض. وبلغت قيمة هذا المعامل 8.82 (جدول- 6) ، وهي قيمة منخفضة مما يدل على الاستقرار التكتوني أو معدلات الارتفاع البطيئة في حوض الخنكة، فضلاً عن حوض منطقة الدراسة مازال في بداية دورته الحتية.

5- التكامل الهيسومتري (Hypsometric Integral)

يُميز التكامل الهيسومتري شكل المنحنى الهيسومتري لحوض الصرف وهو مؤشر مفيد للتمييز بين المناطق النشطة تكتونياً والمناطق غير النشطة. والتكامل الهيسومتري يعرف بأنه المنطقة التي تقع تحت المنحنى الهيسومتري، وبالتالي يعبر عن حجم أحواض المياه التي لم تتعرض للتعرية بعد . وبشكل عام ، تشير القيم العالية (< 50) إلى تضاريس عالية ، نسبة إلى المتوسط ، وتتوافق مع منحنيات هيسومترية محدبة ، والقيم المتوسطة (40-50) تميل إلى تمثيل منحنيات محدبة - مقعرة أو تميل أن تكون على شكل خطوط مستقيمة ، أما القيم الدنيا (> 40) تميل إلى أن تكون أشكالها مقعرة.

القيم العالية تعني بشكل عام أن اجزائها المرتفعة لم تتأثر كثيراً بالتعرية يتم تآكل الكثير من المرتفعات ، وربما يشير ذلك إلى أن المظاهر الأرضية أحدث عمراً وربما تكون ناتجة بفعل النشاط التكتوني ، في حين ترتبط القيم المنخفضة بالمظاهر الأرضية القديمة جداً التي كانت تعرضت للتعرية بشكل أكبر وتأثراً أقل بالنشاط التكتوني الحالي ، ويمكن حسابه من خلال المعادلة الآتية (Valkanou et al., 2020, P.6) :

$$HI = \frac{H_{mean} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}} * 100$$

اذ ان: H_{mean} تعني معدل ارتفاع الحوض (م) H_{min} ادنى ارتفاع في الحوض (م) H_{max} اعلى ارتفاع بالحوض (م). و بلغت قيمة التكامل الهيسومتري (50) جدول (6) ، وهي قيمة مرتفعة تدل على ان حوض منطقة الدراسة يتميز بصغر عمره ومساحته ، وهو لايزال في بداية دورته الحثية .

6- انحدار القناة Channel Gradient:

إن تدرج المجرى يختلف ببساطة في الارتفاع بين نقطة المنبع ونقطة المصب للنهر ويكون مرتبط بطاقة النهر لنقل مواد ذات حجم معين ولخصائص صخور الأساس التي تقاوم الجريان ، وبالتالي ، فهي خاصية هندسية يمكن أن تكون كمية لوصف معدل التعرية والجريان السطحي والذروة الطبيعية للتصريف (Ghosh & Gope,2021,P.12). ويتم احتساب انحدار القناة من خلال المعادلة التالية (Hajam et al.,2013,P.2) :

$$C_g = \frac{H}{\pi/2 * C_{ip}}$$

حيث C_g تعني انحدار القناة (م/كم) ، و H تعني تضرس الحوض (م) ، و π النسبة الثابتة = 3.14 ، و C_{ip} تعني اقصى طول للحوض (كم). وبلغ انحدار القناة 1.28 م/كم (جدول 6-). وتشير هذه القيمة المنخفضة الى انحدار لطيف للقناة وبالتالي تكون اكثر كفاءة في تصريف الجريان السطحي.

رابعا: خصائص شبكة التصريف :

يمكن دراسة خصائص الشبكة المائية من خلال دراسة مجموعة من المتغيرات واهم هذه المتغيرات هي:

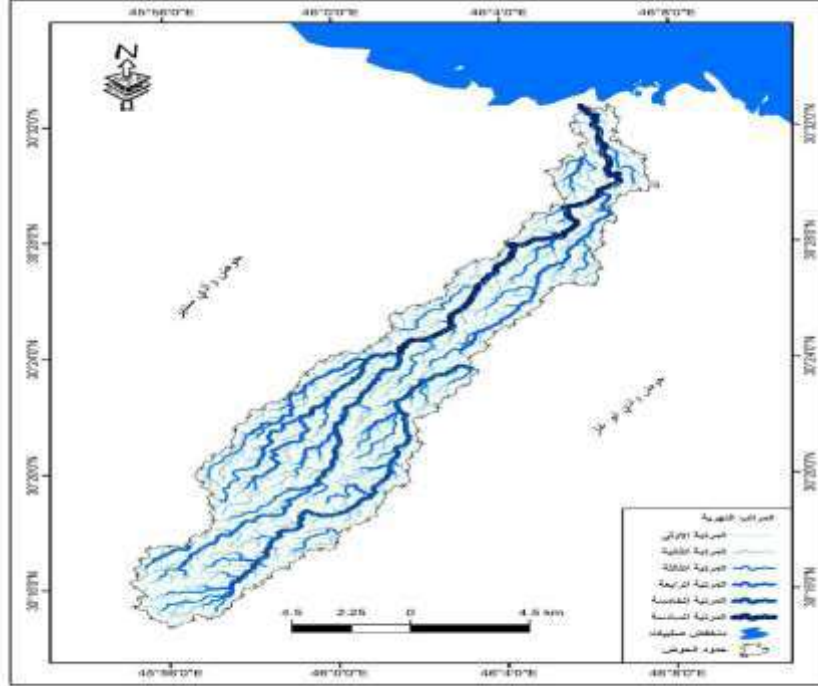
1-المراتب النهرية : Stream Orders :

تصنف المجاري المائية التي لا تصب فيها اية روافد ثانوية من مجاري المرتبة الاولى ، وتتكون انهار المرتبة الثانية من النقاء رافدين من المرتبة الثانية ، و هكذا الحال بالنسبة لبقية المراتب ، ولا تزداد مرتبة النهر عند النقاء رافد يحمل مرتبة اقل منه ، وعلى هذا المنوال حتى يحمل المجرى الرئيسي اعلى مرتبة نهريه في الحوض . ويتضح من خلال جدول (7) ان عدد المراتب النهرية الكلي في حوض الخنكة بلغ (6) مراتب ، فيما تباينت اعداد المجاري لكل مرتبة نهريه في الحوض، يلاحظ خريطة(5)الخاصة بالمراتب النهرية .

2-أطوال المجاري المائية :-

يتضح من خلال جدول (8) ان مجموع اطوال الوديان لجميع المراتب في منطقة الدراسة بلغ(840.83)م ، اذ تباينت اطوال تلك المراتب ، اذ سجلت المرتبة الاولى (443.9)كم وهي الاعلى من بين مجموع الاطوال الكلية في الحوض، اما مجموع اطوال المجاري في المرتبة الثانية فقد بلغ (186.3) كم، في حين بلغ مجموع اطوال المجاري في المرتبة الثالثة (91.8) كم، اما المرتبة الرابعة فقد بلغت اطوال مجاريها (55.1) كم ، فيما بلغ مجموع اطوال المرتبة الخامسة 38 كم، فيما بلغ طول المجرى الرئيسي 24.83 كم . ويرجع سبب التباين في الطول الى العلاقة بين رتبة الوادي وطوله ، وتأثير التراكيب الخطية التي حددت اطوال بعض المراتب النهرية واتجاهها ، حيث يزيد في المراتب الدنيا مجموع الاطوال ويقل في المراتب العليا بسبب طوبوغرافية الحوض.

خريطة (5) شبكة التصريف في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8 OLI لسنة 2019
وبرنامج ARC GIS 10.8.1

جدول (7) اعداد المراتب النهرية في حوض وادي الخنكة

المجموع	المرتبة السادسة	المرتبة الخامسة	المرتبة الرابعة	المرتبة الثالثة	المرتبة الثانية	المرتبة الاولى	الحوض
2560	1	3	14	82	492	1968	الخنكة

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc GIS 10.4)

جدول (8) اطوال المجاري المائية (كم) في حوض وادي الخنكة

المجموع	المرتبة السادسة	المرتبة الخامسة	المرتبة الرابعة	المرتبة الثالثة	المرتبة الثانية	المرتبة الاولى	الحوض
840.83	24.83	38.9	55.1	91.8	186.3	440.9	الخنكة

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مخرجات برنامج (Arc GIS 10.4).

3- معدل طول المجرى Mean Stream Length :-

هي خاصية مميزة ترتبط بشبكة الصرف وترتبط بالسطح , ويحسب معدل طول المجرى من خلال تقسيم مجموع اطوال المجاري لكل مرتبة على عدد مجاري المرتبة وفقا للمعادلة التالية (Waikar & Nilawar, 2014, P.183) :-

$$Lsm = \frac{L\mu}{N\mu}$$

اذ تمثل Lsm معدل طول المجرى , و $L\mu$ مجموع اطوال المجاري لمرتبة ما , و $N\mu$ عدد المجاري لتلك المرتبة. ومن خلال الجدول (8) نلاحظ ان هنالك تباين في معدلات اطوال المجاري لكل مرتبة من مراتب الحوض وهذا يعني عدم تجانس شبكة الصرف .

جدول (9) معدل اطوال المجاري المائية (كم) في حوض وادي الخنكة

المرتبة السادسة	المرتبة الخامسة	المرتبة الرابعة	المرتبة الثالثة	المرتبة الثانية	المرتبة الاولى	الحوض
24.83	12.9	3.9	1.1	0.37	0.22	الخنكة

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجدولين (6) و (7)

4- نسبة طول المجرى Stream Length Ratio

هذه النسبة مهمة في توضيح العلاقة بين الجريان السطحي والتصريف و المرحلة التحتاتية التي وصل اليها الحوض , ويتم الحصول عليها من خلال المعادلة التالية (Hajam et al., 2013, P.2-5) :-

$$RL = \frac{Lsm}{Lsm - 1}$$

حيث RL تعني نسبة طول المجرى , و Lsm معدل اطوال المجاري لمرتبة ما , و $Lsm-1$ معدل اطوال المجاري لمرتبة التالية . خلال الجدول (10) نلاحظ ان هنالك تباين في نسب معدلات اطوال المجاري بين 1.41 - 2.38 ويعزى هذا التباين الى اختلاف الانحدار والخصائص الطبوغرافية بين ارجاء الحوض , وان الحوض هو في مرحلة الشباب.

5- نسبة التشعب (التفرع): Bifurcation ratio

هي القيمة التي عند ضربها مع عدد الروافد لمرتبة معينة تعطي عدد الروافد للمرتبة الاقل (الجبوري, 1999, ص 29), ان القيم المنخفضة لنسبة التشعب تعني ان نمط الصرف لا يتأثر بالتراكيب

جدول (10) نسب اطوال المجاري المائية (كم) في حوض وادي الخنكة

الحوض	نسب اطوال المرتبة الاولى الى نسب اطوال المرتبة الثانية	نسب اطوال المرتبة الثانية الى نسب اطوال المرتبة الثالثة	نسب اطوال المرتبة الثالثة الى نسب اطوال المرتبة الرابعة	نسب اطوال المرتبة الرابعة الى نسب اطوال المرتبة الخامسة	نسب اطوال المرتبة الخامسة الى نسب اطوال المرتبة السادسة
الخنكة	2.38	2.02	1.66	1.41	1.56

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (8) .

الجيولوجية، بينما القيم العالية تشير الى ان التراكيب الجيولوجية هي من تتحكم بنمط الصرف، ولا يوجد اتفاق بين الباحثين بشكل قطعي في تحديد القيم المنخفضة والمرتفعة لنسبة التشعب الا انه تم التوصل مؤخرا الى اتفاق مبدئي بين الباحثين بتصنيف قيم نسبة التشعب الى منخفضة اذا كانت تساوي اقل من (5) ، اما اذا كانت اكثر من (5) تكون قيم نسبة التشعب مرتفعة. وتحسب نسبة التشعب بالمعادلة التالية (Malik, et al., 2011, P.120) :-

$$Rb = \frac{N\mu}{N\mu+1}$$

حيث Rb تمثل نسبة التشعب ، و $N\mu$ عدد المجاري لنفس المرتبة ، بينما تمثل $N\mu+1$ عدد المجاري للرتبة التالية الاعلى .

تباينت نسبة التشعب في مجاري الحوض، اذ بلغت (1, 3, 4.6, 5.85, 6, 4.03) لانهار المراتب الاولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة والسادسة على التوالي، في حين بلغ معدل نسبة التشعب لحوض الخنكة (4.08) يلاحظ جدول (11)، وهذه القيم متقاربة جدا مما يدل على تشابه الصخور في جميع ارجاء الحوض التي تكونت فوقها شبكة الصرف في المنطقة وتأثرها بالتركيب الخطية .

6-كثافة التصريف: Drainage Density

تقسم كثافة الصرف الى نوعين كثافة طولية وكثافة عددية، وهي بكل الاحوال تعكس حالة الحوض من حيث زيادة فعالية التعرية المائية وزيادة التقطع وهي بدورها تشير الى عمر الحوض وظروفه الطبيعية.

أ - كثافة الصرف الطولية : Linear Drainage Density :

وتعني اطوال المجاري في الحوض كاملة لمساحة حوض التغذية . ويعبر عنها وفق المعادلة التالية (داود، 2002، ص 200):

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$$

بلغت الكثافة الطولية في الحوض (2.72 كم²/كم²) يلاحظ جدول (12) , ويمكن ملاحظة انخفاض الكثافة الطولية والسبب في ذلك يعود الى قلة الامطار الساقطة في الحوض , وان القسم الاكبر من المياه المتساقطة يجد طريقه الى باطن الارض.

جدول (11) نسبة التشعب وعدد المجاري في حوض وادي الخنكة

المرتبة	عدد المجاري	نسبة التشعب	معدل نسبة التشعب
1	1968	4.03	4.08
2	492		
3	82	6	
		5.85	
4	14	4.6	
5	3	3	
6	1	1	
المجموع	840.83		

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (6) و(7).

ب- كثافة الصرف العديدة (التكرار النهري) : Stream Frequency

بلغت كثافة الصرف العديدة في الحوض (16.47) كم²/كم . يلاحظ جدول (12), وتعد قيمة منخفضة يمكن من خلالها الاستدلال على ان نسيج الحوض خشن فضلاً عن مساحة الحوض البالغة (155.4) كم² , والتي تعد كبيرة نسبياً . ويتضح من خلال ذلك ان هناك علاقة طردية بين الكثافة العديدة من جهة وكمية الامطار الساقطة على منطقة الدراسة , وبما ان كمية الامطار الساقطة في حوض وادي الخنكة تعد قليلة وان هناك ارتفاع كبير في قيمة

التبخر لذا فان الكثافة العددية كانت منخفضة , كما تشير هذه القيمة الى ان الخوض يمر في مرحلة الشباب. ويمكن الحصول على كثافة الصرف العددية من المعادلة التالية (-): (Waikar & Nilawar, 2014, P.183)

$$Fs = N\mu / A$$

حيث ان Fs تمثل التكرار النهري , و $N\mu$ مجموع اعداد المجاري المائية في الخوض , و A تمثل مساحة الخوض (كم²).

جدول (12) كثافة الصرف الطولية والعددية ومعدل بقاء المجرى في حوض وادي الخنكة

الحوض	اطوال المجاري (كم)	الكثافة الطولوية	عدد المجاري	الكثافة العددية	معدل بقاء المجري	طول الجريان السطحي (كم)	نسبة النسيج الحوضي
الخنكة	840.83	2.72	2560	16.47	0.06	0.18	22.9

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدولين (6) و(7).

7- معدل بقاء المجرى : (Stream remains ratio)

يشير الى متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية مرتبة طولوية واحدة من مراتب شبكة تصريف أي حوض , وكلما اتسعت مساحة الحوض على حساب القنوات المائية القصيرة الطول دل على كبر قيمة الناتج وبالتالي تكون النتيجة ابتعاد المجاري المائية عن بعضها البعض , ويتم قياسه وفق المعادلة الاتية (حسين والجياشي, 2020, ص 21):

$$C = \frac{1}{D_d}$$

حيث C تعني معامل بقاء المجرى , و D^d تعني الكثافة التصريفية .

يتضح من جدول (12) ان معدل بقاء المجرى لمنطقة الدراسة بلغ (0.06) ك²/كم . وتعد قيمة منخفضة يمكن الاستدلال من خلالها بان كثافة تصريف الحوض واطئة والسبب في ذلك هو انخفاض كميات الامطار الساقطة على منطقة الدراسة .

8- طول الجريان السطحي: Length of Overland Flow

يحدث هذا النوع من الجريان , المعروف أيضًا باسم الجريان الصفائحي Sheet Flow , في المرحلة الأولية من الجريان السطحي, وعادة ما يتم ملاحظته على الأسطح ذات النفاذية المنخفضة وفي المناطق ذات للترب المشبعة وقرب منسوب الماء الجوفي من السطح (Brutsaert, 2009, P.198). ويتأثر طول الجريان السطحي واحدا من اهم المتغيرات التي لها تأثير في التطور التضاريس والهيدرولوجي لأحواض الصرف , ويتأثر طول الجريان السطحي بالترب والنفاذية خلال التربة في اماكن واولقات مختلفة , ويمكن الحصول على هذا المعامل بواسطة المعادلة التالية (-): (Hajam et al., 2013, P.2)

$$Lg = \frac{1}{2 \cdot D}$$

تمثل Lg طول الجريان السطحي , و D تمثل كثافة الصرف الطولية . وبلغت نتيجة هذا المعامل 0.18 كم , جدول (12)

9-نسبة النسيج الحوضي : Basin Texture Ratio

يعد نسيج الصرف كواحد من مفهوم مهم للجيومورفولوجيا الذي يوضح التباعد النسبي لخطوط الصرف , كثافة الصرف أقل من 2 تشير إلى ان النسيج خشن جدا, وإذا تراوحت النسبة بين 2 و 4 يكون نسيج خشن , وإذا تراوحت بين 4 و 6 يكون متوسط , وما بين 6 و 8 ناعم و إذا اكثر من 8 ناعم جدا . وهو من المقاييس الهامة التي توضح مدى تضرس سطح الأرض ومدى تقطعه , فضلاً عن كونه مؤشراً لمدى كثافة الصرف فيه , وكلما تقاربت الأودية مع بعضها وزادت أعدادها دل ذلك على شدة التقطع ويمكن حسابها من خلال المعادلة الآتية (Hajam et al.,2013,P.2):

$$Rt = Nu/P$$

اذ ان Rt تعني نسبة نسيج الحوض , و Nu تعني اعداد مجاري الحوض ولجميع الرتب , و P تعبر عن محيط الحوض (كم) . وبعد تطبيق المعادلة اعلاه تبين ان مقدار النسيج الحوضي بلغ (22.9) , يلاحظ جدول (12) , وبهذا يكون نسيج الحوض ناعم جدا, كون النسبة تعد عالية, كما تدل هذه النسبة على قلة الفاقد من الجريان السطحي بعد تساقط الامطار عن الطريق التسرب سواء عبر الشقوق والفواصل او عبر مسامات التربة مما اسهم في زيادة كمية الجريان السطحي من جهة.
خامسا: الخصائص الهيدرولوجية:

1-زمن التركيز : Time of concentration (Tc)

ويعني بها الوقت المستغرق لوصول مياه الامطار في ابعد نقطه من الوادي الى المصب , اذا يتأثر بالخصائص المساحية للحوض كأطول الحوض وعرضه ومساحته التي تتناسب بشكل طردي مع زمن التركيز, اذ ان مع زياده هذه الخصائص يزداد زمن التركيز وبالتالي يقلل من خطر الفيضان وتخفض كميته المياه الواصلة على مصب الحوض اما من خلال التبخر السطحي او تتسرب الى باطن الارض مما يؤدي الى انخفاض ذروه الجريان , وبهذا فأن زمن التركيز يتناسب عكسيا مع ذره الجريان اذا كلما ازداد زمن تركيز قلت ذروة الجريان وبالعكس , ويتم الحصول عليه من خلال المعادلة الآتية (الحجامي والخفاجي, 2021, ص1656):

$$Tc = 75 \frac{4(s)^{0.5} + (1.5 \times L)}{0.8(H)^{0.5}}$$

اذ ان : Tc =زمن التركيز , S =مساحة الحوض (كم²) , L =لطول المجرى (كم)
 H =فارق الارتفاع في الحوض المائي (م) . و بلغ معدل التركيز في حوض الخنكة 1.40 ساعة (جدول-13) , وهي قيمة منخفضة تشير الى بعد المسافة بين المنبع والمصب مع قلة احتمالية حدوث الفيضان.

جدول (13) الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي الخنكة

حجم الجريان السطحي (مليار م ³)	ذروة التصريف (م ³ /ثا)	حجم الجريان (م ³ /ثا)	سرعة الجريان السيلي (م/ثا)	زمن الاساس للسيول (ساعة)	زمن التباطؤ (م)	زمن التركيز (ساعة)
0.05484197858	555	306.19	1.2	3.10	0.84	1.40

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات المتغيرات المورفومترية , والجدول (13).

2- زمن التباطؤ :

نعني به الوقت الفاصل بين بداية المطر وبداية توالد الجريان , ويستفاد منه بالتعرف على الزمن اللازم لبداية الجريان السطحي بكل حوض , فضلا عن حساب فاقد التسرب خلال هذا الزمن مما يفيد ايضا في حساب جملة الفاقد في احواض الصرف (الودعاني ، 2014, ص45). ويتأثر زمن التباطؤ بنوع الصخور وما تحويه من شقوق وفواصل ومدى نفاذيتها , اذا امتازت الصخور بالنفاذية العالية وكثرة ما تحويه من شقوق وفواصل فإن زمن التباطؤ يزداد والعكس صحيح . ويحسب زمن التباطؤ بالمعادلة التالية (الحجامي , 2020, ص124):

$$Te = 0.6 Tc$$

بلغ زمن التباطؤ في حوض الخنكة 0.84 ساعة (جدول - 13) وهو الزمن اللازم لحدوث الجريان السطحي في مجاري الحوض.

3- زمن الاساس للسيول :

وهي المدة الزمنية لامتداد السيول في حوض التصريف المائي من منبعه الى مصبه , كما تتمثل مع تغيرات زمن التباطؤ ويتم الوصول اليها من خلال المعادلة الاتية (طعمه وجاري, 2018, ص572):

$$Tb(days) = 3 + \frac{tp(hr)}{8}$$

$Tb(days)$ = زمن الاساس للسيول (يوم) . $Tp(hr)$ = فترة استجابة الحوض المائي لسقوط الامطار , زمن التباطؤ (ساعة) . وبلغ زمن الاساس في حوض الخنكة 3.10 ساعة (جدول - 13) وهو يعادل تقريبا معدل التباطؤ مما يدل على طول المجرى وبالتالي بعد المسافة التي تقطعها المياه اثناء جريانها.

4- سرعة الجريان السيلي :

هو حجم المياه عبر المقطع النهري للحوض خلال وحده الزمن , وهي من المعاملات المورفومترية للاحواض , اذ انها تحدد درجة خطوره الاودية فضلا عن قدراتها في النحت ونقل الارسابات ويمكن حساب وتقدير سرعه الجريان السيلي من خلال تطبيق المعادلة الاتية (عباس وعبود, 2018, ص300)

$$V(m/s) = \frac{L(m)}{Tc(h)}$$

حيث: $V(m/s)$ = سرعة الجريان السطحي م/ثا , $L(m)$ = طول المجرى (م) , $Tc(s)$ = زمن التركيز (ساعة).

وبلغت سرعة الجريان في الحوض 1,2 م/ثا (جدول -13), يلاحظ انخفاض سرعة الجريان في الحوض بسبب قلة كمية الامطار الساقطة كون المنطقة تقع ضمن المناخ الجاف فضلا عن قلة الانحدار, تكمن اهمية معرفة سرعة الجريان في تحديد درجة الخطورة.

5- حجم الجريان :

مقدار كمية المياه التي تمر بشبكات تصريف الاحواض عندما تزيد كمية الامطار الساقطة عن كمية الفاقد من عمليات التسرب , بسبب قلة فواقد التبخر اثناء العاصفة المطرية وبالتالي يكون هناك فائض من المياه , وتستخدم المعادلة التالية (عمران وعبدالرحمن , 2018, ص20) :-

$$Qt_{(m^3/s)} = (EL)_{km}^{0.85}$$

اذ تمثل Q_t تمثل حجم التصريف (م³/ثا) , El مجموع اطوال مجاري الحوض (كم) , وبلغ حجم التصريف في حوض الخنكة (306.19 م³/ثا) (جدول - 13) .

6- ذروة التصريف (التدفق الاقصى للسيول) :

هو الحد الأقصى لمعدل لحجم الجريان الذي يمر بموقع معين اثناء العاصفة (Nofal,2012,P.182). ويشير هذه المعامل عندما تبلغ مياه الجريان السطحي اقصاها وتبلغ الذروة في تدفقها مما ينتج عنها السيول , و يتم الحصول عليها من خلال المعادلة الآتية (سقا, 2011, ص57).

$$Qp(m^3/s) = \frac{CP \times A}{Tp(hr)} Qp(m)$$

اذ ان : $Qp(m^3/s)$ = التدفق الاقصى للسيول في الحوض , A = مساحه الحوض .

$Tp(hr)$ = مدة استجابة الحوض لتصريف هطول الامطار (ساعة) زمن التباطؤ .

Cp = معامل ترتبط قابليته بحوض التصريف المائي لتخزين المياه وتتراوح قيمته بين (2- 6.5) .

وبلغت ذروة التصريف في الحوض 555 م³/ثا .

7- حجم الجريان السطحي :

يعرف الجريان السطحي المائي على انه ذلك الجزء من التساقط المطري الذي يزيد عن القدرة الامتصاصية للتربة فيتحرك على سطح الارض متخذاً لنفسه عدة مسارات تبعا لجيومورفولوجية الارض وانحدارها الى ان يصل الى احد المجاري ويصب فيه ويصبح جزءا منه . وفي الدراسات الهيدرولوجية يكون من الضروري ايجاد العلاقة بين التساقط والجريان السطحي لمعرفة الطبيعة الهيدرولوجية وخاصة السطحية اذا كانت الاحواض غير مرصودة , ونظرا لعدم وجود محطة قياس في المنطقة , تم تقدير حجم الجريان السنوي المتوقع باستخدام معادلة بيركلي (خضر وخلف , 2012, ص435).

$$R = (CIS)^{0.5} (W/L)^{0.45}$$

R = حجم الجريان , C = معامل السيخ ويستخرج عن طريق معادلة خوسلاس , I = حجم المطر (مليار م³), S =

معدل الانحدار (م/كم) , W = معدل عرض الحوض (كم) .

معادلة خوسلاس لاستخراج معامل السيخ :

$$R_m = P_m - L_m$$

$$L_m = 0.48 T_m$$

حيث ان $R_m \geq 0$

حيث R_m = معامل السيح السطحي الشهري (سم) ، P_m تمثل الامطار الشهرية (سم) ، و L_m تمثل الضائعات الشهرية (سم) ، و T_m = معدل درجة الحرارة الشهري (م).
ومن خلال تطبيق المعادلة اعلاه ، وجد ان مجموع الجريان السنوي المتوقع لحوض الخنكة بلغ (0.05484197858) مليار م³ (جدول - 14)، وهذا يعكس اهميته الهيدرولوجية

جدول (14) الجريان السنوي المتوقع (مليار م³) لحوض وادي الخنكة

طول الحوض (كم)	معدل المطر السنوي (مم)	مساحة الحوض (كم ²)	حجم المطر (مليار م ³)	معدل عرض الحوض (كم)	معدل الانحدار (م/كم)	حجم الجريان السنوي المتوقع (مليار م ³)
37.40	114.1	155.4	0.0145766	4.15	1.45	0.05484197858

المصدر: من عمل الباحث ، اعتمادا على بيانات الجدولين (2و 4)

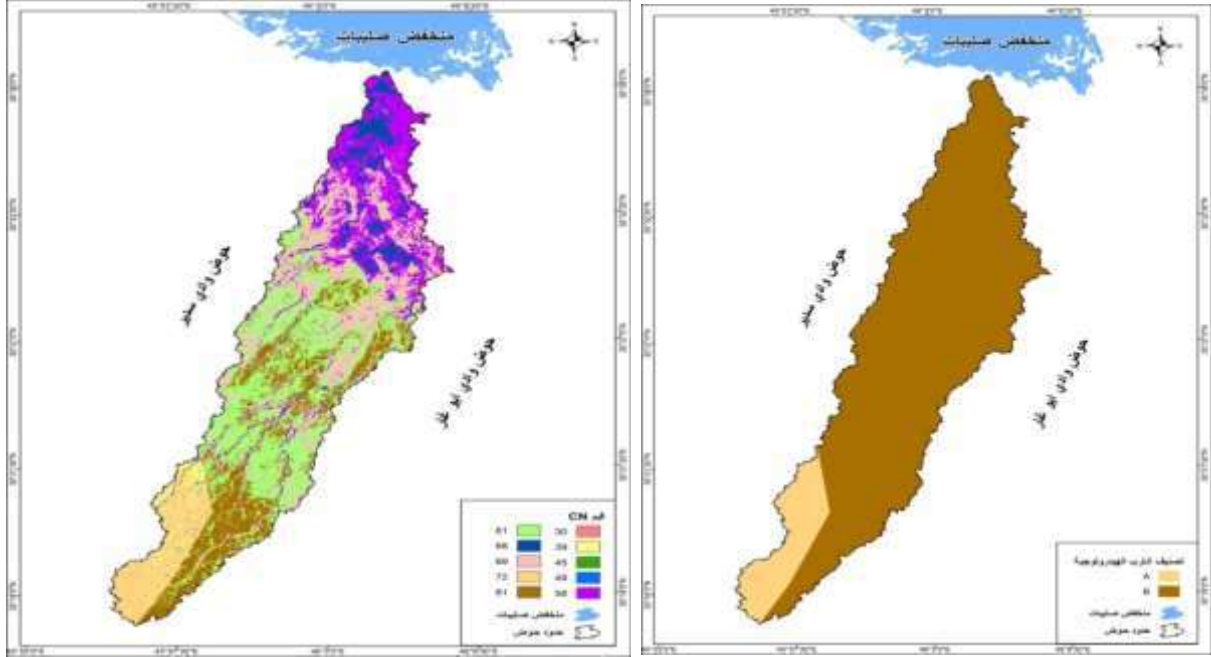
8-استخلاص مستويات قيم منحنى CN لحوض وادي الخنكة

تعد قيم (CN) مؤشر لمدى استجابة الخصائص الطبيعية للجريان السطحي، اذ تعكس حالة الغطاء الارضي وهيدرولوجية التربة من حيث قدرتها على تسرب الماء. تبين من خلال قياسات (SCS) ان قيم (CN) تمتد في مدى يتراوح بين (0-100) ، وتدل قيمة (100) على التربة الصلدة التي لا تسمح بترشيح الماء من خلالها ، أما قيمة صفر فتشير الى ان التربة ذات النفاذية العالية وقادرة على تسريب جميع ما تستقبل من مياه الامطار .
تستخلص قيم (CN) للحوض من خلال دمج طبقتي غطاءات الارض والمجموعات الهيدرولوجية للتربة والتي قسمت الى صنفين هما التربة الهيدرولوجية صنف A تتألف هذه المجموعة من التربة الثقيلة والعميقة ذات النسجة المزيجية الطينية ترتفع فيها نسبة الرمل والحصى والجلاميد الصخرية ، وتقل فيها نسبة المواد اللاحمة ، لاسيما عند منطقة المصب ، مما يكسب تربتها خاصية تسرب عالية للمياه ، وتربة متوسطة الملمس، ذات خليط من الفتات الصخري والطين والغرين والتي شكلت اكثر من 77% من مساحة الحوض ، اما الصنف الثاني للتربة الهيدرولوجية B تتكون هذه المجموعة من رواسب الأودية النهرية وخليط من الحصى الناعم والجلاميد الصخرية تربط بينها مواد لاحمة ، مما تتسم بنسيج ناعم الى متوسط ، أي تكون نفاذيتها ومساميتها متوسطة وشكلت نسبة 23% من مساحة الحوض. يلاحظ خريطه (6) . وتم الحصول على قيم CN بواسطة (Combine) في برنامج (Arc map 9.3)، التي تظهر من خلالها قيمة (CN) وعلى النحو الاتي.

Spatial Analyst Tools → Local → Combine

وتراوحت قيم CN في منطقة الدراسة بين (30 - 81) وهذا يعني قابلية التسرب في تربة منطقة الدراسة تتراوح ما بين المتوسطة التسرب الى صلبة تمنع تسرب المياه الى الداخل ، مما يعني زيادة الجريان السطحي ، يلاحظ الخريطة (7).

خريطه (6) اصناف الترب الهيدرولوجية في منطقة الدراسة خريطة (7) توزيع قيم المنحنى (CN) في حوض وادي الخنكة



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على برنامج Arc map 9.3 المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على برنامج Arc map 9.3

الاستنتاجات

- 1- من خلال دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي الخنكة , اتضح لنا ان شكل الحوض اقرب الى الشكل المستطيل منه الى الشكل الدائري , وذلك فان الحوض اتم بتصريف مائي منتظم وبشكل بطئ ومتقطع , كونه يقطع مسافات طويلة وتفقد قسم من مياهه بالتبخر والتسرب , بذلك يكون خطر الفيضان اقل شدة من الاحواض الدائرية , كما وان زيادة نسبة الاستطالة تجعل الحوض اقل تضرساً وانحداراً معتدلاً . فضلاً عن
- 2- نظراً لقلة كمية الامطار الساقطة في حوض وادي الخنكة نجد ان هناك ارتفاع كبير في قيمة التبخر لذا فان الكثافة العددية كانت منخفضة . فضلاً عن تباين في نسب معدلات اطوال المجاري بين 1.41 - 2.38 ويعزى هذا التباين الى اختلاف الانحدار والخصائص الطبوغرافية بين ارجاء الحوض , وان الحوض هو في مرحلة الشباب. اذ دلت قيم المتغيرات الهيدرولوجية الى طول المسافة بين المنبع والمصب وقلة احتمالية حدوث الفيضان , وانخفاض سرعة الجريان في حوض الخنكة.
- 3- من حيث الخصائص الهيدرولوجية بلغ معدل التركيز في حوض الخنكة 1.40 ساعة, وهي قيمة منخفضة تشير الى بعد المسافة بين المنبع والمصب مع قلة احتمالية حدوث الفيضان. فيما بلغ الزمن اللازم لحدوث الجريان السطحي في الحوض 0.48 ساعة. وبلغ اقصى تصريف في الحوض $555 \text{ م}^3/\text{ثا}$.
- 4- تم التوصل الى ان هنالك صنفان من الترب الهيدرولوجية في منطقة الحوض هما الصنف A الذي تتسم فيه الترب بأنها ترب ثقيلة وعميقة ذات نسجه مزيجية -طينية ترتفع فيها نسبة الرمل والحصى والجلاميد الصخرية , وتقل فيها نسبة المواد اللاحمة , لاسيما عند منطقة المصب , مما يكسب تربتها خاصية تسرب عالية للمياه. اما الصنف B, تتكون هذه المجموعة من رواسب الأودية النهرية وخليط من الحصى الناعم والجلاميد الصخرية تربط بينها مواد لاحمة , مما تتسم بنسيج ناعم الى متوسط , أي تكون نفاذيتها ومساميتها متوسطة.

5- تراوحت قيم CN في منطقة الدراسة بين (30 - 81) وهذا يعني قابلية التسرب في ترب منطقة الدراسة تتراوح ما بين المتوسطة التسرب الى صلبة تمنع تسرب المياه الى الداخل , مما يعني زيادة الجريان السطحي.

المقترحات :

1. اقامة محطة هيدرولوجية بهدف معرفة حجم الموارد المائية المتاحة ومعرفة كمية الجريان السطحي لأعداد دراسات دقيقة لأستثمار تلك المياه .
2. ربط اجزاء منطقة الدراسة بالطرق وللاستفادة من الموارد الطبيعية المتاحة.
3. انشاء السدود على مجاري الاودية وفي مواسم سقوط الامطار ومن المواد المتوفرة محليا .
4. الافادة من قاعدة البيانات الهيدرولوجية ضمن هذه الدراسة وتوظيفها في مجالات متعددة ضمن اراضي الحوض.
5. يجد الباحث انه من الضروري حث الباحثين للقيام بدراسات مشابهة ومكاملة لهذه الدراسة والدراسات السابقة بهدف تغطية جميع مناطق العراق ليتسنى اقامة نظام معلومات جغرافي متكامل عن الاحواض .

المصادر:

- 1- الجواهر , جاسب كاظم عبد الحسين (2011), الاشكال الارضية لأحواض الوديان الجافة في منطقة بصرية- باستخدام نظم المعلومات الجغرافية, اطروحة دكتوراه , كلية الآداب , جامعة البصرة .
- 2- جاري, طلال مريوش و نادية حاتم طعمة (2018) , مخاطر الجريان السيلي في اودية شرقي محافظة ميسان , مجلة كلية التربية , العدد الثالث والثلاثون .
- 3- الجبوري, ثاير حبيب عبد الله (1999), هيدرولوجية وجيومورفولوجية نهر ديالى , اطروحة دكتوراه, , غير منشورة, كلية العلوم ,جامعة بغداد.
- 4- الحجامي, باسم عباس جودة (2020), التقييم الجيومورفولوجي لأحواض وادي ام رحل جنوب غرب العراق واثارها في التنمية المستدامة , رسالة ماجستير مقدمة الى كلية التربية للعلوم الانسانية -جامعة المثنى (غير منشورة).
- 5- الحجامي, باسم عباس جوده وسرحان نعيم الخفاجي (2021), تقدير حجم الجريان في حوض وادي الاشعلي واثرة في التنمية المستدامة , مجلة اوراك , العدد الثالث , المجلد الرابع عشر .
- 6- حسين ,سفير جاسم و, فيصل لفته هدام الجياشي (2020), الخصائص المورفومترية لحوض وادي العكراوي باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ,مجلة ريس RISS, المجلد 7, العدد 10.
- 7- الحميري , محمد عباس جابر و, حسين جوبان المعاريضي و طارق جمعه علي المولى (2018) , خرائط الخصائص المورفومترية المساحية والشكلية لأحواض وديان شرق دجلة بين نهري الجباب والسويب باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية , مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية.
- 8- خضر , صهيب حسن و زكريا يحيى خلف (2012) , تقدير الجريان المائي السطحي لحوض الباربات - شمال غرب العراق بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية , مجلة جامعة تكريت للعلوم , المجلد 19 , العدد 11.
- 9- داود , تغلب جرجيس (2002) , علم اشكال سطح الارض التطبيقي ,الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة , البصرة .
- 10- سلامة , حسن رمضان(1982), الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية , مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية , العدد (43) .

- 11- سقا, عبدالحفيظ محمد سعيد (2011), الخصائص المورفومترية لحوض تصريف وادي لبن بالمملكة العربية السعودية , مجلة جامعة الملك عبد العزيز , مجلد (19) , العدد (1) .
- 12- الصحاف , مهدي , و كاظم موسى الحسن(1990), هيدر مورفومترية حوض رافد الخوصر, دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية, مجلة الجمعية الجغرافية العراقية, العددان (24),(25), مطبعة العاني, بغداد.
- 13- عاشور , محمد محمود (1986), طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي , حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية , جامعة قطر , العدد (9) .
- 14- عباس, أسراء عبد الحسين وعبدالله صبار عبود (2018) , تقدير حجم الجريان السطحي لبحوض غرب بحيرة دربندخان , مجلة الاداب , ملحق (1) , العدد(127).
- 15- العذاري , احمد عبدالستار (2006) , هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات شمالي الهضبة الغربية العراقية , اطروحة دكتوراة , مقدمة الى كلية الاداب , جامعة بغداد (غير منشورة.)
- 16- علي , متولي عبد الصمد عبد العزيز(2001) , حوض وادي وتير شرق سيناء (دراسة جيومورفولوجية) , أطروحة دكتوراه (غير منشورة) , كلية الآداب , جامعة القاهرة .
- 17- عمران ,انتظار مهدي و هالة محمد عبد الرحمن (2018), هيدرولوجية الاحواض الشرقية لبحيرة دربندخان , مجلة العلوم الانسانية -كلية التربية للعلوم الانسانية , المجلد 25, العدد14.
- 18-كاظم , ماجد عبد الامير وعواد ,علي مطلق وتوفيق, اسامه علاء(2011), تقرير فني عن المسح لمكونات التربة والطبقات الجيولوجية في محافظة المثنى, الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ,قسم الجيولوجيا ,شعبة المسح الجيولوجي.
- 19-النقاش , عدنان ومهدي الصحاف (1985) , الجيومورفولوجيا , جامعة بغداد , مطبعة الجامعة , بغداد .
- 20- الودعاني , ادريس علي سلمان (2014), مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) , مجلة جامعة جيزان , فرع العلوم الانسانية , المجلد3, العدد1.

Sources:

- 1- Al-Jawhar, Jasib Kazem Abdul-Hussein (2011), Landforms of the Dry Valley Basins in Busayyah - Using Geographic Information Systems, PhD thesis, College of Arts, University of Basra.
- 2- Gary, Talal Marioush and Nadia Hatem Tohme (2018), the dangers of torrential flow in valleys in eastern Maysan Governorate, Journal of the College of Education, 33rd issue.
- 3- Al-Jubouri, Thayer Habib Abdullah (1999), Hydrology and Geomorphology of Diyala River, Ph.D. thesis, unpublished, College of Science, University of Baghdad.
- 4- Al-Hajami, Bassem Abbas Judeh (2020), Geomorphological assessment of the basins of Wadi Umm Rahl in southwestern Iraq and their effects on sustainable development, a master's thesis submitted to the College of Education for Human Sciences - University of Al-Muthanna (unpublished).
- 5- Al-Hajami, Bassem Abbas Judeh and Sarhan Naim Al-Khafaji (2021), estimating the volume of flow in the Wadi Al-Ashali basin and its impact on sustainable development, Orak Magazine, third issue, volume fourteen.
- 6- Hussein, Safir Jassem and Faisal Lafta Haddam Al-Jiashi (2020), Morphometric Characteristics of Wadi Al-Akrawi Basin using Remote Sensing and Geographical Information Systems Techniques, Ress Magazine, Volume 7, Issue 10.

- 7- Al-Humairi, Muhammad Abbas Jaber, Hussein Juban Al-Maaridi and Tariq Juma'a Ali Al-Mawla (2018), maps of the spatial and morphometric characteristics of the basins of the eastern Tigris valleys between the Jibab and Al-Suwaib rivers using remote sensing and GIS techniques, Maysan Journal of Academic Studies.
- 8- Khader, Sohaib Hassan and Zakaria Yahya Khalaf (2012), Estimating the Surface Water Runoff of Al-Barat Basin - Northwest Iraq Using Geographic Information Systems, Tikrit University Journal of Science, Volume 19, No. 11.
- 9- Daoud, Taghleb Gerges (2002), Applied Geomorphology, University House for Printing, Publishing and Translation, Basra.
- 10- Salama, Hassan Ramadan (1982), the formal characteristics and their geomorphological implications, the Journal of the Kuwaiti Geographical Society, issue (43).
- 11- Saqqa, Abdel Hafeez Mohammed Saeed (2011), Morphometric Characteristics of the Wadi Laban Drainage Basin, Kingdom of Saudi Arabia, Journal of King Abdulaziz University, Volume (19), No. (1).
- 12- Al-Sahaf, Mahdi, and Kazem Musa Al-Hassan (1990), the hydromorphometrics of the Rafid Al-Khawser Basin, a study in applied geomorphology, Journal of the Iraqi Geographical Society, Al-Aqman (24), (25), Al-Ani Press, Baghdad.
- 13- Ashour, Mohamed Mahmoud (1986), Methods of Morphometric Analysis of Water Drainage Networks, Yearbook of the College of Humanities and Social Sciences, Qatar University, No. (9).
- 14- Abbas, Asraa Abdul-Hussein and Abdullah Sabbar Abboud (2018), estimating the volume of surface runoff of the basins west of Darbandikhan Lake, Al-Adab Journal, Supplement (1), Issue (127).
- 15- Al-Adhari, Ahmed Abdel-Sattar (2006), the hydrogeomorphology of the valleys west of the Euphrates north of the western Iraqi plateau, doctoral thesis, submitted to the College of Arts, University of Baghdad (unpublished).
- 16- Ali, Metwally Abdel-Samad Abdel-Aziz (2001), Watir Valley, East Sinai (a geomorphological study), a doctoral thesis (unpublished), Faculty of Arts, Cairo University.
- 17- Omran, Ententh Mahdi and Hala Muhammad Abdul Rahman (2018), Hydrology of the Eastern Basins of Darbandikhan Lake, Journal of Human Sciences - College of Education for Human Sciences, Volume 25, Issue 14.
- 18- Kazem, Majid Abdul-Amir and Awad, Ali Mutlaq and Tawfiq, Osama Alaa (2011), a technical report on the survey of soil components and geological layers in the Muthanna Governorate, the General Company for Geological Survey and Mining, Geology Department, Geological Survey Division.
- 19- Al-Naqqash, Adnan and Mahdi Al-Sahhaf (1985), Geomorphology, University of Baghdad, University Press, Baghdad.
- 20- Al-Wadani, Idris Ali Salman (2014), The Risks of Floods in the Jazan Region in the Southwest of Saudi Arabia (A Geomorphological Perspective), Jizan University Journal, Humanities Branch, Volume 3, No. 1.

المصادر الاجنبية

- 1- Abd El-Aziz ,Mohamed Fouad,(2020),Analysis of Hydro-Morphometric of Flash Flood Hazard Map of Wadi Gharandal Basin, Southwestern Sinai Area, Egypt, Using GIS and RS, Bul. Soc. Géog. d'Égypte Tome XCI .
- 2- Bezinska , Galina V.& Stoyanov, Krasimir S.(2019), MODELLING AND HYDRO-MORPHOMETRIC ANALYSIS OF SUB-WATERSHED. A CASE STUDY OF MESTA RIVER SOUTHWESTERN BULGARIA, European Journal of Geography Volume 10.
- 3- Brutsaert, Wilfried, Hydrology an Introduction ,(2009),4th edit, Cambridge university press, U.K.
- 4- Ghosh, Milan & Gope, Dipti(2021), Hydro-morphometric characterization and prioritization of sub-watersheds for land and water resource management using fuzzy analytical hierarchical process (FAHP): a case study of upper Rihand watershed of Chhattisgarh State, India, Applied Water Science 11:17 <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01340-x>.
- 5- Hajam ,Rafiq Ahmad, Aadil Hamid, Naseer Ahmad Dar and Sami Ullah Bhat,(2013) Morphometric analysis of vishav drainage basin using geo-spatial technology (GST), International Research Journal of Geology and Mining (IRJGM) (2276-6618) Vol. 3(3). Available online <http://www.interestjournals.org/IRJGM>.
- 6- Iqbal, Mohd, Haroon Sajjad and F.A. Bhat (2013), Morphometric Analysis of Shaliganga Sub Catchment, Kashmir Valley, India Using Geographical Information System, International Journal of Engineering Trends and Technology- Vol.4Issue1.
- 7- Malik, M. Imran, M. Sultan Bhat & Nissar A. Kuchay (2011), Watershed based drainage morphometric analysis of Lidder Catchment in Kashmir Valley using geographical information system, Recent Research in science and technology, Volume 3, Issue 4.
- 8- Nofal , Ramadan A. (2012), Hydromorphoetric Characterization of WadiKhumal Basin Western Coast of Saudi Arabia, Journal of Faculty of Arts –Benha University, Vol.28.
- 9- Subramanyan, V.(1974) “A quantitative analysis of two drainage basins around Sagar M.P.”, Indian National Science Academy, Vol. 40, Part-A, No-1.
- 10- Valkanou ,Kanella, Efthimios Karymbalis, Dimitris Papanastassiou, Mauro Soldati ,Christos Chalkias and Kalliopi Gaki-Papanastassiou (2020), Morphometric Analysis for the Assessment of Relative Tectonic Activity in Evia Island, Greece ,Geosciences, 10, 264; doi:10.3390/geosciences10070264 www.mdpi.com/journal/geosciences.
- 11- Waikar, M.L & Aditya P. Nilawar (2014), Morphometric Analysis of a drainage basin using geographical information system- A case study, International journal of multidisciplinary and current research, Vol.2, Issue (jan/feb.2014).
- 12- UNEP (1992) World Atlas of Desertification.