

## الخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق- اربيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

عبد الرحمن عبد الكريم يحيى

اسعد احمد مقداد آل حسين

قسم الجغرافية

كلية التربية

جامعة الحمدانية

(تاريخ الاستلام 2019/1/30 ، تاريخ القبول 2019/7/25)

### الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى بناء قاعدة معلومات للخصائص المورفومترية في حوض وادي كويسنجق من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام مجموعة من برامج نظم المعلومات الجغرافية، مثل Arc GIS (V10.3)، (Global Mapper, V.18) كوسيلة من وسائل قياس العناصر النقطية والخطية والمساحية، والتي تتكامل معاً للخروج بعدد كبير من المتغيرات والقياسات المورفومترية، وقد اعتمدت الدراسة على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي ذات دقة تمييزية (14) متراً إضافة إلى مجموعة من الخرائط والمرئيات الفضائية.

يقع الحوض في جنوب شرق محافظة اربيل بمساحة صغيرة تبلغ (549.56) كم<sup>2</sup> وطول (34.26) كم ومحيط طويل مقارنة بمساحته، إذ يبلغ (133.92) كم، ويمتاز الحوض بخصائص مورفومترية متباينة كنتيجة لتباين المناخ والطبيعة الجيولوجية والمورفولوجية وخصائص التربة التي تشير إلى أن الحوض في بداية دورته الجيومورفولوجية، ويظهر التحليل الكمي قيمة استتالة (0.68) واستدارة (0.38) ومعامل الشكل (0.46) ويعني ذلك أنه مستطيل، وغير منتظم في شكله العام، واتضح من دراسة الخصائص التضاريسية أن قيمة التضرس للحوض مرتفعة (28.27) م/كم، وأنه يمر في مرحلة النضج المبكر حسب قيمة التكامل الهيسومتري. وأظهرت دراسة خصائص الشبكة النهرية أن الحوض يتكون من (433) رافداً موزعاً على (6) رتب نهرياً طبقاً لتصنيف (Strahler) مع انخفاض الكثافة التصريفية (1.13) كم<sup>2</sup>/كم<sup>2</sup> والتكرار النهري للحوض (0.78) مجرى/كم<sup>2</sup> ويدل هذا الانخفاض على أن عدد الروافد المائية قليلة مقارنةً بمساحة الحوض، وتبين من قيمة نسبة التشعب أن الحوض لم يتعرض للفيضانات.

وأوصت الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد حجم التصريف الفصلي لوديان الحوض من أجل السيطرة على خطر الفيضانات في المستقبل، والتخطيط الجيد لاستثمار مياه هذه الوديان في مختلف المجالات من خلال بناء سد في نهاية الحوض لغرض حصاد المياه، وإجراء دراسات مورفومترية مقارنة لأحواض نهرياً أخرى في محافظة أربيل لفهم خصائصها المورفومترية بشكل أعمق.

الكلمات الدالة: نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، التحليل المورفومتري، نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)،

حوض وادي كويسنجق.

## Morphometric Characteristics of Wadi Koysenjaq Basin In Erbil Using GIS

Asaad A. M. Al-Hussein

Abdulrahman A. Yahyaa

*Dept. of Geography  
College of Education  
Al-Hamdaniya University*

### ABSTRACT

This study aims for building a database of the morphometric characteristics of the valley of Koysenjaq basin throughout the analysis of the digital elevation model (DEM), using a range of geographic information systems, such as (Arc GIS v. 10.3), (Global Mapper v.18), as a means of measuring raster, linear and areal elements. They integrate together to produce a large number of variables and morphometric measurements. The study has adopted digital elevation model data accuracy of distinctive accuracy (14) meters in addition to a range of maps and satellite images.

The basin is located in the southeast of Erbil Governorate and has a small area of about (549.56) km<sup>2</sup>, with a length of (34.26) km and long Perimeter compared with its large area (133.92) km. The basin has characteristics of different morphometric features as a result of the different climate change, geological nature, morphology, and characteristics of the soil, which indicates that the basin is at the beginning of its geomorphological cycle. The quantitative analysis shows that the value of the elongation is (0.68), circulation is (0.38) and the form factor is (0.46). This means that it is rectangular, and irregular in shape, and it obvious from the study of the characteristics of terrain that the value of basin relief is high (28.27) m/km, and passes in the early stage of maturity according to hypsometric integration value. The study shows the characteristics of the drainage network in the basin consists of (433) tributary distributed (6) arranged according to Strahler classification with low-density drainage (1.13) km/km<sup>2</sup> and stream frequency for basin (0.78) stream/km<sup>2</sup>. This indicates that the number of tributaries of water is few compared with the area of the basin, so that the basin was not exposed to floods.

The study recommends the use of more geographic information systems in determining the extent of seasonal drainage of the basin valleys in order to control the future flood risk, and good planning of the investment of these valleys in different fields through the construction of dam at the end of the basin for the purpose of harvesting water, and conducting morphometric studies compared to other river basins in Erbil Governorate to understand in detail its morphometric properties.

**Keywords:** Geographic Information Systems (GIS), Morphometric Analysis, Digital Elevation Model (DEM), Wadi Koysenjaq Basin.

### المقدمة

أضافت الدراسات المورفومترية القائمة على القياسات والتحليل الكمي الكثير على الدراسات الجيومورفولوجية خاصة في مجال دراسة الأحواض النهرية، وقد ازدادت أهمية التحليل الكمي للعمليات الجيومورفولوجية للشبكات النهرية منذ منتصف القرن العشرين، وذلك عندما تطرق (Horton, 1945) و

(Strahler, 1964) إلى التحليل الكمي للعمليات الجيومورفولوجية في الأحواض النهرية والشبكة المائية، حيث قام (Horton) بتصنيف الروافد النهرية وتبعه (Strahler) بتعديل طريقة تصنيف الروافد النهرية، وتحظى دراسة الأحواض النهرية باهتمام الجيومورفولوجين والهيدرولوجيين؛ لأنها تعكس الكثير من الخصائص التي تميز الحوض من تضرس وشكل الحوض والكثافة التصريفية والتركيب الجيولوجي وغيرها من الخصائص، كما يتم من خلالها استخلاص بعض المتغيرات الهيدرولوجية خاصة تقدير زمن حدوث الفيضان (Walling and Gregory, 1968)، وقد تحتوي الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية على معلومات مهمة تتعلق بتشكيلها وتطورها لان جميع العمليات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية تحدث ضمن هذه الأحواض (Singh, 1992). وتستخدم تقنيات نظم المعلومات الجغرافية اليوم لتقييم مختلف التضاريس والمعلومات المورفومترية لأحواض الصرف والأحواض المائية لأنها توفر بيئة مرنة وأداة قوية لمعالجة وتحليل المعلومات المكانية (Kuldeep and Upasana, 2011).

وتعد أحواض التصريف وشبكاتها من أبرز المظاهر الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة، وتهدف دراستها إلى معرفة خصائصها المساحية والتضاريسية والتصريفية، ونمط الجريان والعوامل المؤثرة فيه.

### أهمية الدراسة

تتمثل أهمية البحث في مواكبة الطرق التقنية الحديثة في مجال استخلاص الخصائص المورفومترية من حيث تحديد الشبكة النهرية واتجاه الجريان والحوض المائي وغيرها من القياسات المورفومترية، وقد تم إنتاج الخرائط الخاصة بالخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق رقمياً بجهد أقل ودقة أكثر من الطرق التقليدية. ومن هنا تأتي أهمية موضوع الدراسة في بناء قاعدة بيانات (Database) مورفومترية دقيقة للشبكة النهرية في الحوض وتوفير الوقت والجهد اللذان يتطلبهما العمل الميداني والحسابات اليدوية، ومن جانب آخر استخدام هذه البيانات المورفومترية في إنشاء سد ضمن حوض التصريف من أجل السيطرة على الفيضانات في مواسم سقوط الأمطار الغزيرة مستقبلاً.

### الغاية من الدراسة واهدافها

تتجسد الغاية من الدراسة في كيفية توظيف المراتب الفضائية والتقنيات الحديثة ذات الدقة العالية ممثلة في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) في الحصول على قياسات الشبكة النهرية لحوض وادي كويسنجق بأقل وقت وجهد، مع بناء قاعدة معلومات دقيقة للخصائص المورفومترية وخصائص الشبكة النهرية للحوض، ومن ثم الخروج بمجموعة من الخرائط الرقمية الدقيقة لهذه القياسات والحسابات.

تهدف الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

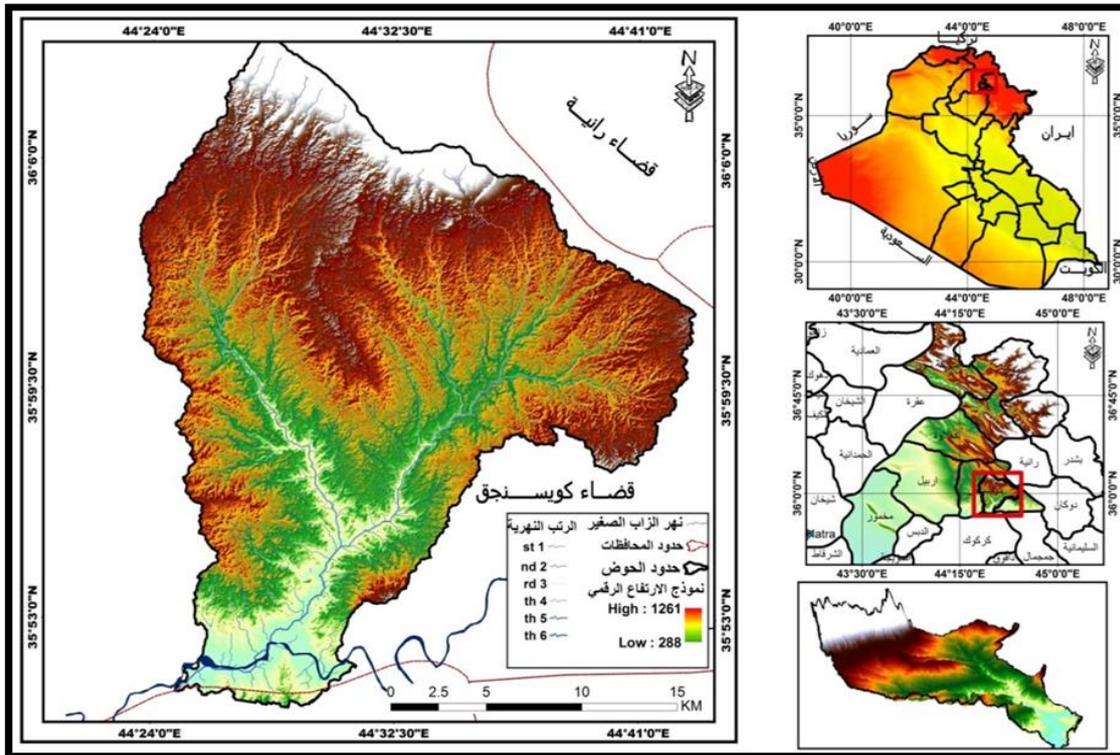
- 1- تحديد واقتطاع شبكة التصريف النهري لحوض وادي كويسنجق لدراسة خصائصها المورفومترية.
- 2- تحديد الخصائص النقطية والخطية والمساحية لحوض وادي كويسنجق باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.
- 3- بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق.
- 4- عمل مقاطع عرضية للحوض المائي وتفسيرها وربطها ببعض الخصائص الهيدرولوجية.

### منهجية الدراسة ومصادر البيانات والمعلومات

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي (Analytical Approach)، حيث تحليل بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model, DEM) بدقة (14) م، ومجموعة من الخرائط؛ خارطة طبوغرافية ذات مقياس (1000000\1)، وخارطة ترب العراق ذات مقياس (1000000\1) وخارطة جيولوجية العراق ذات مقياس (1000000\1)، والمرئيات الفضائية من القمر الصناعي (Landsat 8) لسنة (2018) ذات مقياس (1000000\1)، وذلك لتحديد خصائص الحوض الطبيعية، واستخراج ووصف المتغيرات المورفومترية للحوض (المساحية، الشكلية، التضاريسية، وخصائص الشبكة النهرية)، وتم قياس المؤشرات المورفومترية (المساحة، أطوال الروافد، عدد الوديان في كل مرتبة نهريّة، محيط وأطوال الحوض، منسوب منطقة المصب وأعلى نقطة في الحوض ورتبة الرافد) مباشرةً من خلال البرنامج (Arc GIS v10.3) ثم بعد ذلك تم تطبيق بعض المعادلات الرياضية المورفومترية للمتغيرات بهدف تحليل الخصائص المورفومترية للحوض، وأيضاً تمت الاستعانة ببعض البرمجيات الحاسوبية في تحليل الخصائص المورفومترية وأنماط وأشكال شبكة التصريف المائي والمتغيرات المتعلقة بها ودلالاتها الاحصائية مثل برنامج (Arc Hydro, Arc Map) و(Globe Mapper11) و(Microsoft Excel).

### موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن قضاء كويسنجق التابعة إدارياً لمحافظة أربيل، وتبعد عن مركز محافظة أربيل حوالي (40) كم وتبلغ مساحة الحوض (549.56) كم<sup>2</sup> ومحيطه (133.92) كم وطوله (34.41) كم وعرضه (15.97) كم، وينحصر بين خطي طول ("44°42'58" - "44°23'31" شرقاً، ودائرتي عرض (- "35°49'41" - "36°09'27" شمالاً (شكل 1).



الشكل 1: خارطة تبين موقع منطقة الدراسة.

### جيولوجية منطقة الدراسة

توجد ضمن منطقة الدراسة ثلاث تكاوين جيولوجية مكشوفة مع ترسبات العصر الرباعي، وهذه التكوينات مرتبة من الأقدم عمراً إلى الأحدث كالاتي:

#### 1- تكوين إنجانة: Injana Formation

يعود عمر هذا التكوين إلى المايوسين الأعلى (Upper Miocene) (Bellen, 1959)، ويتألف هذا التكوين بصورة أساسية من رسوبيات ذات حبيبات ناعمة (الحجر الرملي، الحجر السلتي الأحمر أو الرمادي، الحجر الطيني)، ويتراوح سمك التكوين بين (150-200) م (Sissakian and Yukhana, 1979).

#### 2- تكوين المقدادية: Muqdadiya Formation

يتراوح عمر هذا التكوين من المايوسين المتأخر (Late Miocene) إلى البلايوسين (Pliocene)، ويتكون من الحجر الرملي الحصى والحجر السلتي والحجر الطيني، وتكون جميع هذه الرسوبيات رمادية اللون، ويتراوح سمكه بين (400-1000) م (Sissakian and Yukhana, 1979).

#### 3- تكوين باي حسن: Bai Hassan Formation

يتراوح عمر هذا التكوين من البلايوسين (Pliocene) إلى البلايستوسين (Pleistocene) (Bellen, 1959)، ويتكون من طبقة سميكة من المتكثلات المتناوبة مع الحجر الطيني الأحمر والحجر الرملي الرمادي، ويتراوح سمكه بين (1000-2500) م (Sissakian and Yukhana, 1979).

#### 4- ترسبات العصر الرباعي: Quaternary Deposits

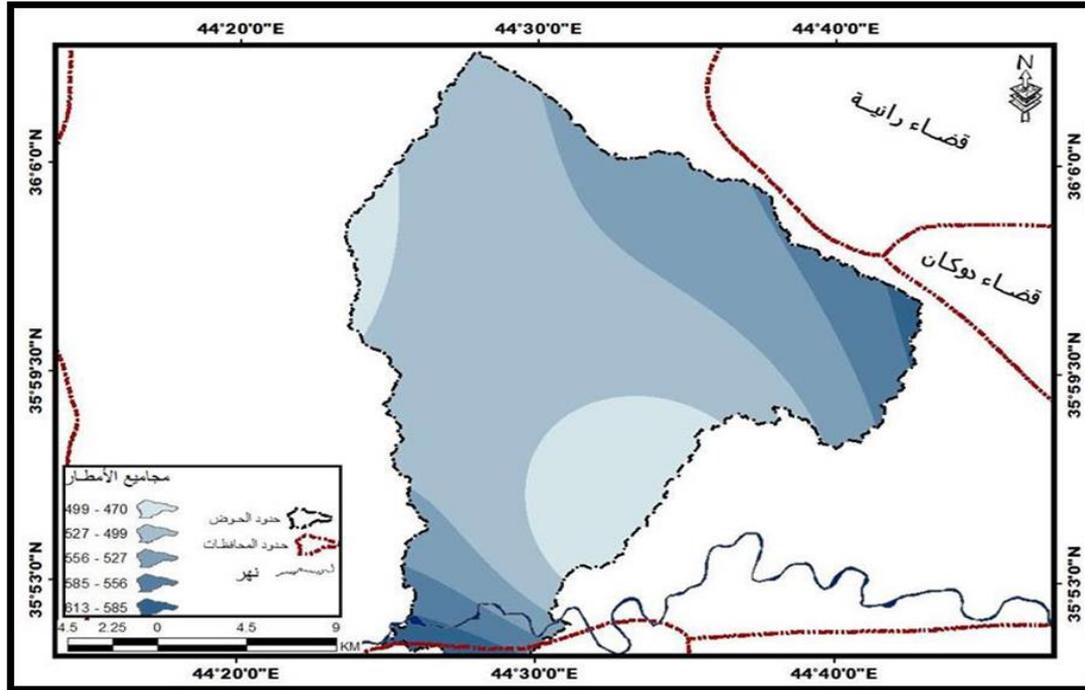
تغطي هذه الترسبات أجزاء عديدة من منطقة الدراسة، وخاصةً مركز مدينة كويسنجق وبعض المناطق القريبة من الوديان (Bapeer, 2011)، وتعتبر ترسبات العصر الرباعي من النوع الغريني. ويعود عمر هذه الترسبات من البلايستوسين (Pleistocene) إلى الهولوسين (Holocene)، وتتمثل بالترسبات الحديثة التي تتميز بأنها غير متجانسة وتتكون بصورة متناوبة من الحصى والرمل والغرين والطين، وقد تمت ملاحظة هذه الترسبات في مناطق محدودة على جوانب الوديان والمناطق القريبة من مصب الحوض.

وتنتشر في منطقة الدراسة الصخور الرسوبية الفتاتية (متكثلات، حجر طيني، حجر رملي، حجر سلتي) وهي صخور تستجيب جميعها للعمليات الجيومورفولوجية (التعرية، التجوية، الترسيب) التي تكون سائدة في الحوض، وتؤثر جيولوجية المنطقة على مساحة الحوض وكثافة التصريف وشكل شبكة التصريف وغيرها من الخصائص المورفومترية للحوض.

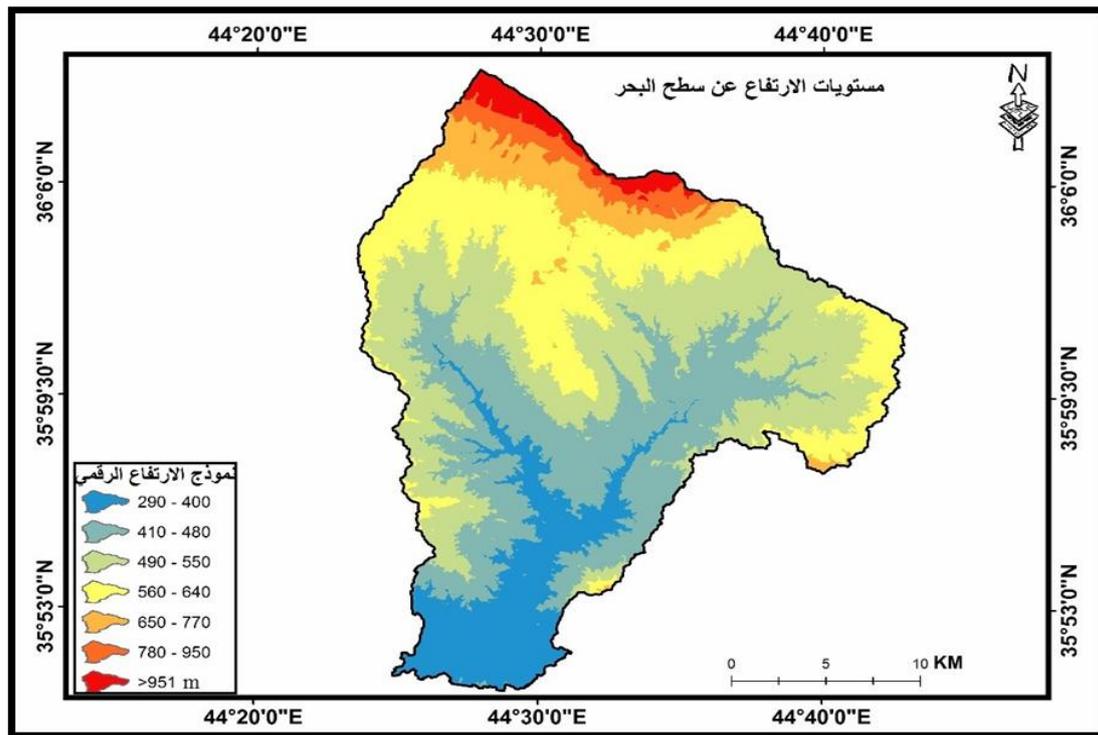
### المناخ (الأمطار)

يعتبر المناخ أحد العناصر الأساسية المؤثرة في النظام النهري، ويؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على كل من الجيولوجية والتربة والغطاء النباتي، والتي تتعكس بشكل كبير على التعرية النهريّة والعمليات الجيومورفولوجية في الحوض (Pareta and Pareta, 2011)، ويتبع حوض كويسنجق مناخ البحر المتوسط حسب تصنيف

كوبن (الراوي والسامرائي، 1990). وتتباين معدلات الأمطار السنوية في الحوض من سنة إلى أخرى، إذ تراوحت معدلات الساقط المطري ما بين (470-613) ملم (بيانات المناخ، 2017) (شكل 2). وتلعب الارتفاعات التضاريسية دوراً كبيراً في توزيع كمية الأمطار الساقطة على الحوض، وتكون هذه الارتفاعات متباينة إذ بلغ أعلى ارتفاع لها (951) م فوق مستوى سطح البحر في أعلى الحوض بالقرب من مناطق التغذية، وتراوح أدنى ارتفاع لها ما بين (290-400) م فوق مستوى سطح البحر في المناطق القريبة من مصب الحوض (شكل 3).



الشكل 2: خارطة توزيع كمية الساقط المطري في منطقة الدراسة.



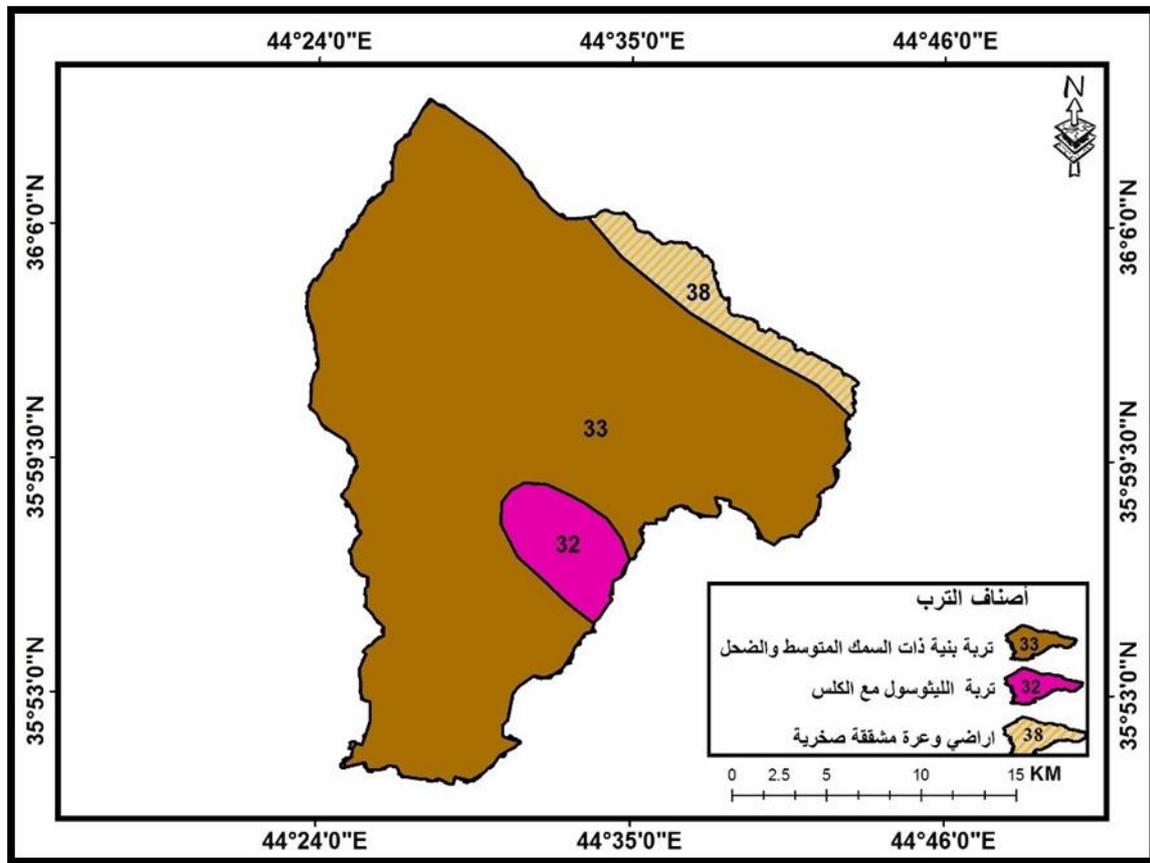
الشكل 3: خارطة توزيع مستويات الارتفاع عن سطح البحر.

### تربة منطقة الدراسة

يبين الشكل (4) خواص التربة للحوض، إذ توجد ثلاثة أنواع من الترب موزعة بصورة متباينة على الحوض؛ وتمثل النوع الأول تربة بنية ذات السمك المتوسط والضحل وتغطي أغلب الحوض (90.22%) من مساحته، والنوع الثاني هي تربة الليثوسول مع الكلس وهي تربة قابلة للتعرية وتغطي مساحة صغيرة من الحوض (5%) من مساحته، وأما النوع الثالث فتمثل تربة الأراضي الوعرة الصخرية وتغطي مساحة صغيرة من أعلى الحوض (4.78%) من مساحته، وكما موضح في الجدول (1).

الجدول 1: خصائص ترب منطقة الدراسة.

ت	الصف	النسبة المئوية %	المساحة كم <sup>2</sup>
1	تربة بنية ذات السمك المتوسط والضحل	90.22	521.78
2	تربة الليثوسول مع الكلس	5	28.39
3	تربة الاراضي الوعرة الصخرية	4.78	27.61



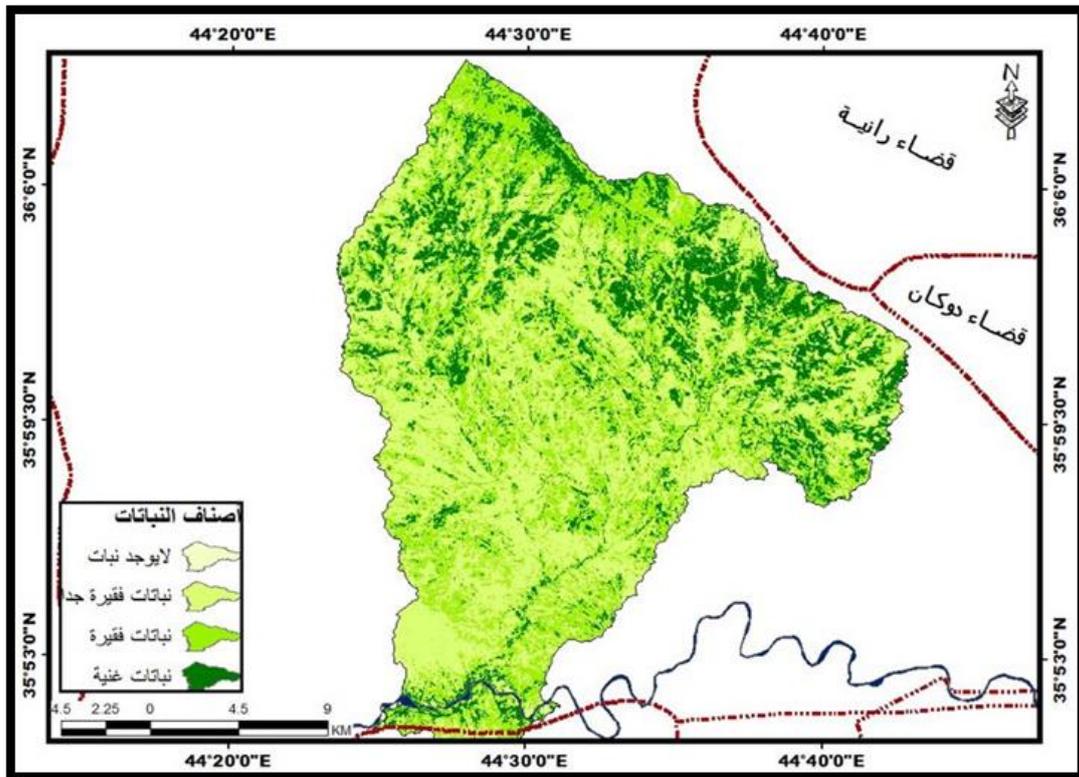
الشكل 4: خارطة توزيع اصناف الترب على الحوض.

### الغطاء النباتي

يعتبر نوع وكثافة الغطاء النباتي انعكاساً لعدة عوامل طبيعية ممثلة في الظروف المناخية والتضاريس ونوع التربة، كما إنه يؤثر على عمليات التعرية السائدة في الحوض (Greenbaum, et. al., 1998)، ويؤثر على كمية التدفق والجريان السطحي في الحوض (Yair and Yassif, 2004)، كما يسهم في تقليل تسريب المياه الساقطة من الأمطار إلى داخل التربة ويقلل إنجراف الطبقة العليا من التربة لأنه يعمل كوسادة طبيعية ليقلل من وطأة سقوط الأمطار عليه، ويمتاز حوض وادي كويسنجق بقلّة الغطاء النباتي (جدول 2) مما جعل سطحها مستجيباً لعمليات التعرية المائية. ويتضح من الشكل (5) أن الغطاء النباتي يكون كثيفاً بعض الشيء في الأجزاء العليا من حوض التصريف (المناطق المرتفعة) ويقل تدريجياً باتجاه المصب ويكون تأثيره يسيراً؛ لأنه يتكون من حشائش ذات الجذور البسيطة وليس أشجاراً ذات الجذور القوية التي تحمي التربة من الانجراف.

الجدول 2: خصائص الغطاء النباتي في الحوض.

ت	الصف	النسبة المئوية %	المساحة كم <sup>2</sup>
1	لا يوجد نباتات	0.11	0.59
2	نباتات فقيرة جداً	48.57	266.90
3	نباتات فقيرة	49.53	272.16
4	نباتات غنية	1.79	9.84



الشكل 5: خارطة كثافة الغطاء النباتي في الحوض.

## النتائج والمناقشة

تم دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق وذلك بالاعتماد على القوانين الرياضية الموجودة في الجدول (3).

الجدول 3: المعادلات المورفومترية المستخدمة في الدراسة.

Sl. No.	Morphometric Parameters	Formula	Meanings of symbols	Reference
1	Elongation Ratio (Re)	$Re = \sqrt{A / Lb}$	A = Area of the basin (km <sup>2</sup> ) Lb = Basin length (km)	(1976) ابو العينين
2	Circulatory Ratio (Rc)	$Rc = 4 * Pi * A/P^2$	Pi = 'Pi' value i.e., 3.14 A = Area of the basin (km <sup>2</sup> ) P <sup>2</sup> =Square of the perimeter (km)	Miller (1953)
3	Form Factor (Rf)	$Rf = A/Lb^2$	A = Area of the basin (km <sup>2</sup> ) Lb <sup>2</sup> = Square Basin length (km)	Horton (1932)
4	Bifurcation Ratio (Rb)	$Rb = Nu/Nu+1$	Nu= Total no. of stream segment of order 'u' Nu+1= Total no. of stream segment of the next higher order	Strahler (1964)
5	Stream Frequency (Fs)	$Fs = Nu/A$	Nu = Total no. of stream segments of all order A = Area of the basin (km <sup>2</sup> )	Horton (1932)
6	Density (Dd) Drainage	$Dd = Lu/A$	Lu = Total stream length of all Order A = Area of the basin (km <sup>2</sup> )	Horton (1932)
7	Sinuosity Index	$Si = Cl / Xy$	Cl = Length of the riverbed Xy = Horizontal distance of the riverbed	Schumm (1963)
8	Relief Ratio (Rh)	$Rh = H/Lb$	H = Total relief (Relative Relief) of the basin in kilometres Lb = Basin length (km)	Schumm (1956)
9	Relative Relief (Rhp)	$Rhp = (H/P) * 100$	P = Perimeter of the basin (km) H = Height difference	Melton (1957)
10	Ruggedness Number (Rn)	$Rn = Dd * (H / 1000)$	Dd = Drainage density H = Height difference	Patton & Baker (1976)
11	Hypsometric Integration	$Hi = (h / H) / (a / A)$	(h / H) = Relative height (a / A) = Relative Area	Strahler (1952)

**1- الخصائص الشكلية:**

يرتبط شكل الحوض بالعمليات الجيومورفولوجية الرئيسية ومناخ المنطقة والطبيعة الجيولوجية والأنواع والتراكيب الصخرية السائدة، ومن أهم الخصائص الشكلية للحوض:

**أ- نسبة الاستطالة: Elongation Ratio**

هي نسبة قطر دائرة تكون مساحتها ماثلة لمساحة الحوض إلى الحد الأقصى لطول الحوض وتقع نسبتها بين (1-0) وكلما اقتربت القيم من الصفر دلّ ذلك على شدة استطالة الحوض، أما إذا اقتربت من الواحد الصحيح دلّ ذلك على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وتختلف قيم نسبة الاستطالة من (0.6) للأحواض المستطيلة إلى (1.0) للأحواض الدائرية وذلك بسبب التباين في المناخ وبيولوجية المنطقة، وتتميز الأحواض ذات التضرس المنخفض بقيم معامل استطالة قريبة من (1.0)، أما الأحواض ذات التضرس العالي فان قيم معامل الاستطالة لها تتراوح ما بين (0.8-0.6) (Strahler, 1964)، وتم حساب قيمة نسبة الاستطالة بالمعادلة التالية:

$$Re = \sqrt{A / Lb} \quad (1) \text{ (أبو العينين، 1976) } \dots\dots\dots$$

بتطبيق المعادلة (1) على حوض وادي كويسنجق، فإن قيمة نسبة الاستطالة تبلغ (0.68) وهذه تشير إلى أن شكل الحوض قريب من المستطيل التي يمتاز بالتضرس العالي وبالتالي يؤثر على العمليات الهيدرولوجية السائدة في الحوض، إذ تقطع المياه مسافة كبيرة من المنبع إلى المصب مما يزيد من فرصة تسرب المياه إلى باطن الأرض.

**ب- نسبة الاستدارة: Circulation Ratio**

تعبر عن النسبة بين مساحة الحوض قياساً إلى مساحة دائرة محيطها تساوي محيط الحوض ( Miller, 1953). كما وتشير نسبة الاستدارة إلى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري، وتتأثر هذه النسبة بشكل كبير بطول وتكرار الجداول المائية والتراكيب الجيولوجية واستخدامات الأرض والغطاء النباتي والمناخ بالإضافة إلى تضرس وانحدار الأرض، وتعتبر القيم المنخفضة والمتوسطة والعالية مؤشرات للمراحل المختلفة (الشباب، النضج، الشيخوخة) من دورة حياة الروافد في الحوض، وتم حساب قيمة نسبة الاستدارة من خلال المعادلة الآتية:

$$Rc = 4 * \pi * A/P^2 \quad (2) \text{ (Miller, 1953) } \dots\dots\dots$$

وبتطبيق المعادلة (2) على حوض وادي كويسنجق، فإن قيمة نسبة الاستدارة تبلغ (0.38) وهي قيمة منخفضة تشير إلى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري، وأن الحوض ما زال في بداية دورته الحثية ويقوم بتعميق مجراه رأسياً بالإضافة إلى النحت التراجعي التي تكون سائدة في روافد الرتبة الأولى، وهذا يؤكد تماماً نتيجة نسبة الاستطالة.

**ج- معامل شكل الحوض : Form Factor**

يعرّف معامل الشكل بأنه النسبة بين مساحة الحوض إلى مربع طول الحوض (Horton, 1932)، وتكون قيمة هذه النسبة دائماً أكبر من (0.78) للأحواض ذات الشكل الدائري المثالي، وتم حساب معامل شكل الحوض من خلال المعادلة التالية:

$$Rf = A/Lb^2 \quad (3) \dots\dots\dots (Horton, 1932)$$

ويتطبيق المعادلة (3) على حوض وادي كويسنجق فإن قيمة معامل الشكل تبلغ (0.46) وتتميز بأنخفاض قيمته، مما يشير إلى تميزها بطولها وتباين النسبة بشكل كبير بين طولها وعرضها، وهذا يدل على صغر المساحة مقابل طول الحوض، وتواجه هذا الحوض سرعة جريان واطئة الذروة خلال مدة أطول لأنها تتميز بالاستطالة.

**2- الخصائص التصريفية:**

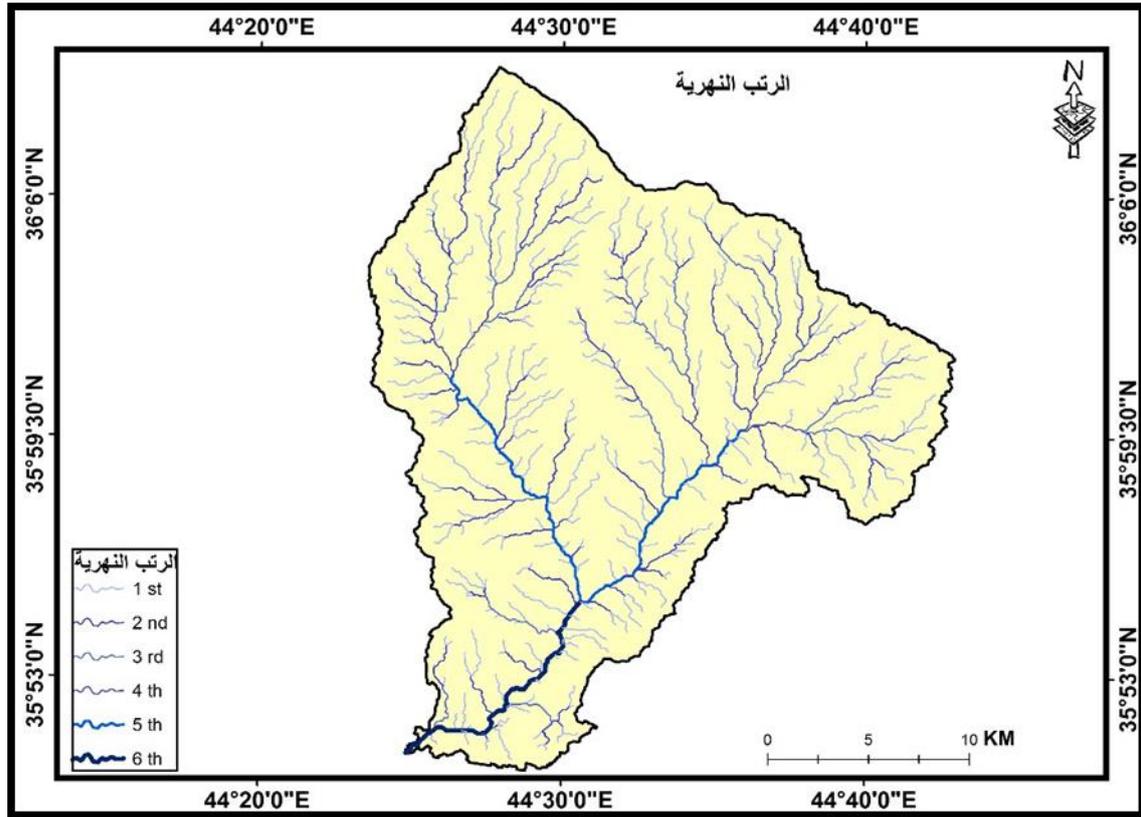
دراسة خصائص شبكة التصريف النهرية ذات أهمية كبيرة في التحليل المورفومتري والتي تعكس الخصائص البنوية للصخور من حيث الانكسارات والالتواءات والفواصل فضلاً عن مساميتها ونفاذيتها، والخصائص المناخية المتمثلة بالأمطار الساقطة، وطبيعة انحدار سطح الأرض. وتعتبر الخصائص التصريفية العامل المباشر في تشكيل الجداول النهرية والتطور الجيومورفولوجي للمجاري النهرية ضمن الحوض (عبد العزيز، 2008). شملت دراسة خصائص شبكة التصريف النهرية لحوض وادي كويسنجق الرتب النهرية، عدد الروافد النهرية، تكرارية الروافد، نسبة التشعب، كثافة التصريف، ومعامل التعرج النهرية.

**أ- أعداد الروافد النهرية ورتبها: Stream Number and Order**

تم تصنيف الروافد النهرية في حوض وادي كويسنجق إلى ستة رتب نهرية (الشكل، 6) حسب تصنيف (Strahler, 1964)، إذ كلما ازدادت الرتب النهرية قلّ عدد الوديان في الحوض والعكس صحيح. وتمثل الرتبة السادسة المجرى الرئيس الذي يتغذى من جميع الروافد المائية الموجودة في الحوض والمحملة بالرسوبيات وتصب في نهر الزاب الصغير أحد روافد نهر دجلة الرئيسة. ويبين الجدول (4) أعداد الروافد النهرية حسب رتبها. ويتضح من الجدول (4) أنّ إجمالي عدد الروافد في الحوض بلغ (433) رافداً، تتباين في طولها ودرجة انحدارها ورتبها النهرية، وإنّ معظم الروافد النهرية تقع ضمن الرتبة الأولى والثانية بنسبة (94.45%) من إجمالي الروافد، وتساهم روافد هاتين الرتبتين على زيادة التعرية المائية في حوض وادي كويسنجق لاسيما أنّها تتميز بقلّة الغطاء النباتي والانحدار العالي.

الجدول 4: عدد الروافد النهرية في كل رتبة.

الرتب	1	2	3	4	5	6	المجموع
الروافد النهرية	324	85	16	5	2	1	433



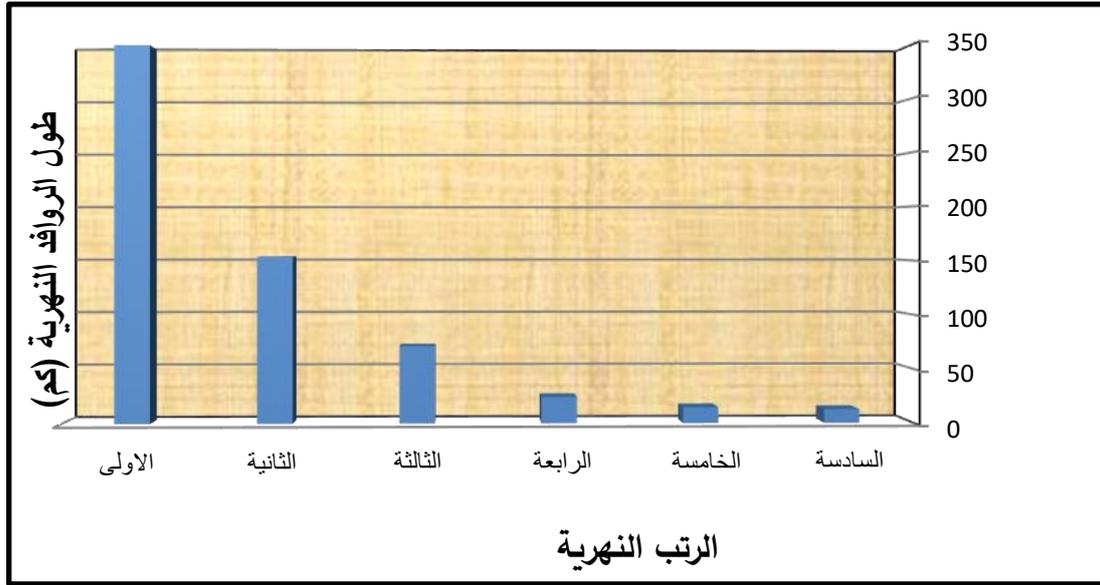
الشكل 6: خارطة الرتب النهرية في الحوض.

## ب- أطوال الروافد النهرية: Stream Length

بلغ إجمالي أطوال روافد حوض وادي كويسنجق (623.45) كم، وتوزع بين الرتب حسب الجدول (5)، إذ إنّ روافد الرتبة الأولى تشكل (55.76%) من إجمالي أطوال روافد الحوض، وروافد الرتبة الثانية تشكل (24.60%)، وبالتالي تحتل الرتبة الأولى والثانية معاً حوالي (80.36%) من إجمالي أطوال روافد الحوض وذلك بسبب زيادة أعداد روافد كلتا الرتبتين. وهناك علاقة عكسية بين مجموع أطوال الروافد النهرية وبين الرتب النهرية (شكل 7).

الجدول 5: اطوال الروافد في الحوض.

الرتب	1	2	3	4	5	6	المجموع
الطول (كم)	347.64	153.39	71.14	24.26	14.43	12.59	623.45
النسبة (%)	55.76	24.60	11.41	3.90	2.31	2.02	%100



الشكل 7: العلاقة بين الرتب النهرية وطوالها.

#### ج- نسبة التشعب: Bifurcation Ratio

يمكن تعريف نسبة التشعب في أي حوض تصريف بأنها النسبة بين عدد المجاري بينها وبين عدد المجاري في الرتبة التي تليها (Strahler, 1964)، وإن أقل قيمة لها هي (2)، وغالباً ما تتراوح قيمتها ما بين (5-3) في الأحواض التي لم يتشوه فيها نمط التصريف من قبل التراكيب الجيولوجية، وتتم احتساب قيمة نسبة التشعب من خلال المعادلة الآتية:

$$R_b = N_u / N_{u+1} \quad (4) \dots\dots\dots (\text{Strahler, 1964})$$

ويتطبيق المعادلة (4) فإن معدل نسبة التشعب لحوض وادي كويسنجق بلغ (3.36) مجرى (جدول 6)، هذا يعني أن نمط التصريف في الحوض لم يتأثر ويتشوه من قبل التراكيب الخاصة بالصخور وقد ظهر بشكل واضح في الشكل (6) والسبب هو تجانس صلابة التكوينات الجيولوجية الموجودة في الحوض وسيطرتها التامة على تطور نمط التصريف، ويدل على عدم تعرضها للفيضانات.

الجدول 6: نسبة التشعب في الحوض.

متوسط نسبة التشعب	نسبة التشعب					الرتب
	5/6	4/5	3/4	2/3	1/2	
3.36	2	2.5	3.2	5.31	3.81	القيم

#### د- التكرار النهرية: Stream Frequency

يعرف التكرار النهرية بأنه إجمالي عدد الروافد النهرية للرتب المختلفة قياساً إلى مساحة الحوض Horton, (1932)، وتدل القيم المرتفعة لمعامل تكرار النهرية على وجود عدد كبير من الروافد مما يزيد من امكانية تجمع

المياه في شكل جريان سطحي، بينما تشير القيم المنخفضة إلى وجود عدد قليل من الروافد مما يقلل من فرصة حدوث الجريان السطحي، ويتم ايجاد قيمة التكرار النهري من خلال المعادلة التالية:

$$F_s = Nu/A \quad (5) \dots\dots\dots (Horton, 1932)$$

ويتطبيق المعادلة (5) على حوض وادي كويسنجق فإن قيمة التكرار النهري هي (0.78) مجرى/كم<sup>2</sup>، وهي نسبة منخفضة، ويرجع هذا الانخفاض إلى العلاقة العكسية بين مساحة الحوض والتكرار النهري، إذ إن عدد الروافد المائية قليلة مقارنةً بمساحة الحوض وهذا يقلل من فرصة حدوث جريان سطحي في الحوض وبالتالي يقلل من مقدار التعرية المائية؛ لأن التعرية تزداد بازدياد التكرار النهري.

#### هـ - الكثافة التصريفية: Drainage Density

تعرف الكثافة التصريفية بأنها النسبة بين الطول الكلي للروافد النهريّة قياساً إلى مساحة الحوض (Horton, 1932). وترتبط كثافة التصريف ارتباطاً وثيقاً بحجم التصريف بحكم ارتباطها بأطول المجاري ومساحة أحواض التصريف، ويتأثر بنفاذية التكوينات الصخرية والمناخ (الأمطار) والغطاء النباتي والانحدار، وبالتالي تختلف كثافة التصريف باختلاف تلك العوامل. وأشار (Langbein, 1947) إلى أنّ قيمة الكثافة التصريفية تتغير ما بين (0.55) و(2.09) في المناطق الرطبة، وتزداد قيمته بازدياد الرتب النهريّة، ويتم احتساب قيمته من المعادلة التالية:

$$D_d = Lu/A \quad (6) \dots\dots\dots (Horton, 1932)$$

ويتطبيق المعادلة (6) على حوض وادي كويسنجق فإن قيمة كثافة التصريف بلغت (1.13) كم/كم<sup>2</sup>، وتعتبر قيمة منخفضة وتعود إلى تنوع الصفة الصخرية فيه بين المتكتلات والحجر الطيني والحجر الرملي والحجر السلتي، كما إن الأمطار متباينة من حيث السقوط على الحوض وتترشح جزء من هذه الأمطار إلى باطن الأرض، وتتميز بقلة كثافة الغطاء النباتي حيث أنه متناثر وغير كثيف إلا في الجزء الأعلى منه، بالإضافة إلى تنوع درجة انحداره وتضرسه في مختلف الأجزاء.

#### و - التعرج النهري: Sinuosity Index

يعتبر التعرج النهري أحد انماط المجاري المائية في الحوض، وهو عبارة عن العلاقة القائمة بين طول النهر الحقيقي (المتعرج) إلى طول الخط المستقيم الذي يمتد من المنبع وحتى المصب (Schumm, 1963). وتتأثر قيمة التعرج بانحدار الحوض والتركيب الجيولوجي ونوعية الصخور، وتتراوح قيمتها بين (1-4) أو أكثر، وتسمى الأنهار ذات قيمة تعرج أقل من (1.5) بالمتعرجة، بينما إذا كانت أكثر من (1.5) تسمى بالمنعطف (Wolman et al., 1964). تم ايجاد قيمة التعرج النهري باستخدام المعادلة الآتية:

$$S_i = C_l / X_y \quad (7) \dots\dots\dots (Schumm, 1963)$$

ويتطبيق المعادلة (7) بلغت قيمة التعرج النهري لحوض وادي كويسنجق (1.2)، وتشير هذه القيمة إلى أنّ الوادي ذات روافد متعرجة، ويعود ذلك إلى انحداره الشديد في الأجزاء العليا من الحوض ووجود العوائق والحواجز في المجرى كالنباتات والصخور التي تعمل على إعاقة حركة المياه وانحرافها عن خط الجريان.

### 3- الخصائص التضاريسية:

تكمن أهمية دراسة الخصائص التضاريسية في كشف مقدار ما يمكن أن يلقيه الضوء على عملية أحت النهري والدورة الحتية واستقراره الرسوبيات وتطور خصائص الشبكة المائية ونتاجها الرسوبي ( Verstraeten and Poesen , 1999). وتعتبر الخصائص التضاريسية في الأحواض النهرية انعكاساً لمجموعة من العوامل الطبيعية متمثلة في التكوين والبنية الجيولوجية والظروف المناخية والغطاء النباتي والانحدار، وتتمثل الخصائص التضاريسية لحوض وادي كويسنجق فيما يأتي:

#### أ- نسبة التضرس: Relief Ratio

تعني الفرق بين أعلى واخفض نقطة في الحوض مقسماً على طول الحوض (Schumm, 1956)، أي مدى تأثير الارتفاعات التضاريسية في حوض النهر على الجريان، ويعتمد تأثير التضاريس على عوامل عدة كالانحدار وشكل الحوض وكثافة التصريف، وهناك علاقة طردية بين مدى التضرس وشدة فعالية عوامل التعرية فهي تزداد بزيادتها وتقل بقلتها، كما تعد درجة التضرس مؤشر جيد في تخمين الرواسب المنقولة حيث تزداد نسبتها مع زيادة التضرس. وتتم احتساب قيمة نسبة التضرس من خلال المعادلة الآتية:

$$Rh = H/Lb \quad (8) \dots\dots\dots (Schumm, 1956)$$

ويتطبيق المعادلة (8) بلغت قيمة نسبة التضرس لحوض وادي كويسنجق (28.27) م/كم، وتعد قيمة مرتفعة جداً وتفسر بزيادة الفارق بين منسوب أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض الذي وصل إلى (973) م، وصغر مساحته البالغة (549.56) كم<sup>2</sup>، وقصر طوله (34.41) كم، وتعكس القيمة الكبيرة لنسبة التضرس على شدة تضرس الحوض والذي ينعكس على شدة عملية التعرية المائية وعلى زيادة كمية الرواسب المنقولة، وهذا يعني إنَّ الحوض نشط من الناحية الجيومورفولوجية، إذ يمتاز بغزارة الأمطار الساقطة وبتنوع التكوينات الجيولوجية.

#### ب- التضاريس النسبية: Relative Relief

تعد التضاريس النسبية أحد المقاييس التي يتم من خلالها معرفة الخصائص التضاريسية للحوض، وتؤثر على العديد من المتغيرات في الحوض وأهمها الخصائص الهيدرولوجية وكثافة التصريف (Oguchi and Lin, 2004). وتوجد علاقة عكسية بين قيمة التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخر عند ثبات الظروف المناخية (Schumm, 1956). تشير القيم المرتفعة للتضاريس النسبية على شدة وعورة سطح الحوض، وتم ايجاد قيمة التضاريس النسبية من خلال المعادلة الآتية:

$$Rhp = (H/P) * 100 \quad (9) \dots\dots\dots (Melton, 1957)$$

ويتطبيق المعادلة (9) بلغت قيمة التضاريس النسبية لحوض وادي كويسنجق (0.72)، وتعد منخفضة وهذا يعود إلى صغر مساحة الحوض وكثرة تعرج محيطه مما أدى إلى ازدياد طول محيطه مقارنة بالمساحة، بالإضافة إلى تباين التركيب الصخري وبنية الحوض من الناحية الجيولوجية، وانخفاض قيمة التضاريس النسبية تشير إلى ان الحوض في مرحلة النضج.

**ج- درجة الوعورة: Ruggedness Number**

تمثل العلاقة بين كل من تضرس الحوض وأطوال الروافد النهرية ومساحة الحوض، كلما ازدادت الكثافة التصريفية والتضرس في الحوض ازدادت قيمة الوعورة (Strahler, 1964)، يرجع ارتفاع درجة الوعورة إلى زيادة الكثافة التصريفية الناتجة عن زيادة أعداد المجاري المائية، وتعد زيادة درجة الوعورة مؤشراً على تقدم الاحواض في دورتها الحثية. وتتم احتساب قيمة درجة الوعورة باستخدام المعادلة الآتية:

$$Rn = Dd * (H / 1000) \quad (10) \dots\dots\dots (Patton and Baker, 1976)$$

وبتطبيق المعادلة (10) على حوض وادي كويسنجق فإن قيمة درجة الوعورة بلغت (1.14)، والتي تعتبر قيمة منخفضة وتشير إلى أن الكثافة التصريفية تكون منخفضة. كما ويرجع انخفاض قيمة الوعورة إلى قلة المجاري وصغر مساحتها الحوضية. بالإضافة إلى التنوع في الصفة الصخرية، وتشير هذه القيمة إلى أن الحوض في مرحلة النضج.

**د- التكامل الهيسومتري: Hypsometric Integration**

تمثل العلاقة بين مساحة الحوض وارتفاعه (Strahler, 1952). ويعتبر مقياساً زمنياً حيث يهدف إلى تحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض، إذ تتناقص قيمة التكامل الهيسومتري مع استمرار تقدم الدورة الحثية للحوض، ولتحديد المرحلة التي يمر بها الحوض فقد قام (Strahler, 1952) بتقسيم قيمة التكامل الهيسومتري إلى فئات ثلاثة (جدول 7). تم ايجاد قيمة التكامل الهيسومتري لحوض وادي كويسنجق بواسطة برنامج (Arc GIS v10.3) وباستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM). ثم استخدام المعادلة الآتية:

$$Hi = (h / H) / (a / A) \quad (11) \dots\dots\dots (Strahler, 1952)$$

إذ بلغت قيمة التكامل الهيسومتري لحوض وادي كويسنجق (44%) وهذا يعني أن الحوض في مرحلة النضج.

الجدول 7: تصنيف الأحواض حسب قيمة التكامل الهيسومتري.

المرحلة	قيمة التكامل الهيسومتري %
الشيخوخة	40 فأقل
النضج	40 _ 60
الشباب	60 _ 79.5

**المقاطع العرضية Cross Sections**

يعكس المقطع العرضي للحوض المائي الكثير من الخصائص المتعلقة بظروف السطح والعمليات الجيومورفولوجية من تعرية وترسيب وغيرها (موسى وابو حماد، 2016). وتعتمد قدرة النهر وطاقته على سرعة الجريان المرتبطة بشكل أساس بدرجة ومستويات الانحدار وكذلك كمية المياه المتدفقة، والبنية الجيولوجية والطبيعية التكتونية التي يقع فيها الحوض المائي، إضافة إلى الظروف المناخية والغطاء الأرضي له. يوضح الشكل (8) توزيع المقاطع العرضية لمناطق مختارة من الحوض النهري المدروس وكما يأتي:

**المقطع الاول:** وصول الشبكة المائية إلى مرحلة النضج، ويتضح ذلك من خلال المقطع العرضي، إذ يكون على شكل حرف (U) والترسيب على الضفاف وخصوصاً على ناحية الضفة اليسرى نلاحظ وجود اكتاف نهريّة عالية وكذلك آثار التقدّمات والتراجعات وكذلك نشاط المنعطفات النهريّة، والدليل على ذلك وجود اكتاف نهريّة من جهة اليسار وفي الجهة المقابلة توجد حدود التعرية مما يؤشر وجود منعطفات معمقة كبيرة، والترسيب يكون عالياً وقاع النهر شبه مستوٍ وضعفاً في التعرية (السرير النهري) ونشاط عمليات الترسيب وقرب المنطقة من الاستواء، مما يؤشر وصول المنطقة من نهاية المصب.

**المقطع الثاني:** يمثل إعادة تجديد النهر ومروره بخوانق على الرغم من البعد عن منطقة المصب مما يؤشر حدوث تجديد إما بسبب تغير مستوى القاعدة أو التحاق مجاري الثانوية بالمجرى الرئيس مما يؤشر وجود أسطح تحاتية في الجهة اليسرى من المقطع، ويدل ذلك على وجود نحت تراجعى وبالتالي تغير بالمجرى النهري الرئيسي وتعميقه بشكل عمودي.

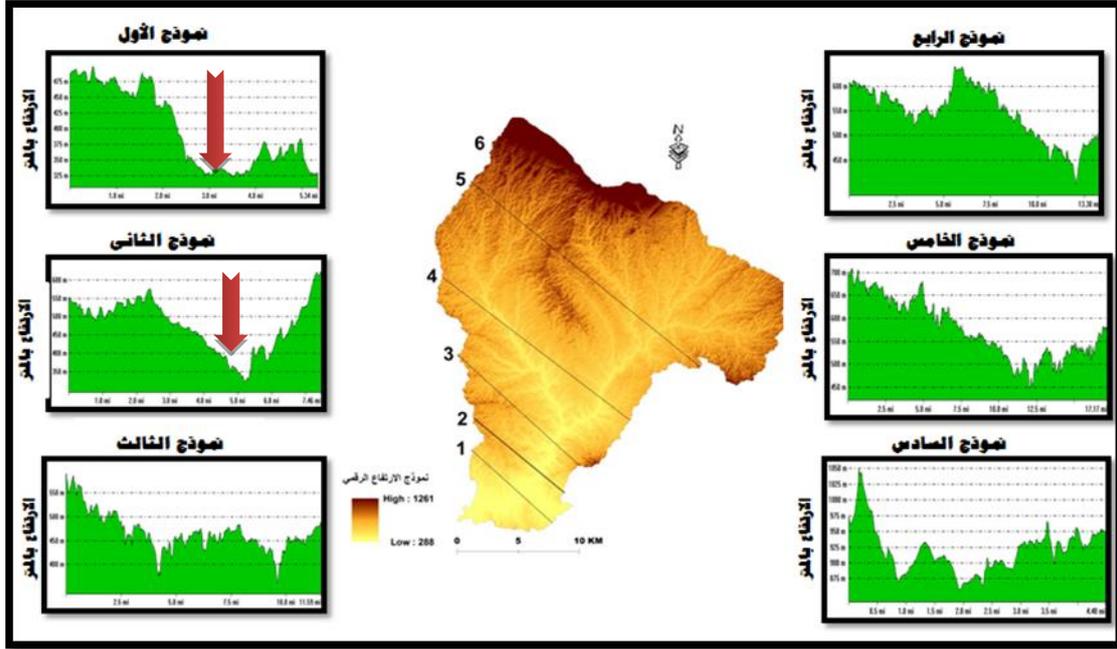
أما التركيب الصخري الذي يكون فوقه فهو من الواضح عبارة عن تكوينات صخرية ذات مقاومة عالية للتجوية، والدليل على ذلك وجود سفوح لجوانب المقطع النهري منحدره بزوايا تكاد تكون شبه عمودية مما يؤشر على شدة مقاومة المقطع النهري، وبالتالي وجود ثلاث صدوع أو أربعة معمقة في الجهة اليمنى، مما يؤشر نشاط فعل التجوية الميكانيكية وصلابة التكوينات الصخرية.

**المقطع الثالث:** هو نموذج واضح على منطقة الرتب الموسمية أو الأنهار الموسمية، حيث نلاحظ وجود مجريين رئيسيين ومجموعة من الوديان المنقطعة أو نموذج مثالي لعمليات التعرية الجدولية إضافة إلى التعرية الغطائية، ونلاحظ أن المنطقة معرضة إلى نسيج خشن وهذا واضح في المقطع النهري حيث يؤشر وجود نوعين من التعرية: التعرية الجدولية التي تمثل المجريين الرئيسيين عن اليمين وعن اليسار. والتعرية الغطائية التي تمثل شبكة من النسيج الخشن كما هو واضح في هذا المقطع.

**المقطع الرابع:** هو منطقة التعرية الخانقية أو التعرية العمودية وكذلك وجود مقطع مثالي للنحت التراجعي مما يؤشر على نشاط عمليات التعرية النهريّة وتغير المجرى بشكل دائم وبنفس الوقت يعطي مؤشراً على أن المنطقة ذات تكوينات صخرية ليست بمقاومة عالية وبالتالي تعرضها إلى الهدم والنحت التراجعي إضافة إلى وجود شبكة من عمليات التعرية الغطائية الكاملة التي تمثل الرتب الأولى للحوض المائي.

**المقطع الخامس:** نموذج مثالي لمناطق منابع الأنهار، إذ نلاحظ وجود نوعين من التعرية (التعرية الأخدودية والتعرية الغطائية) إضافة إلى وجود تعرية تفاضلية بشكل واضح ووجود شواخص وارتفاع شواخص وبالتالي نشاط عمليات التعرية المائية بكل أنواعها (التعرية الغطائية والتعرية الجدولية والتعرية الأخدودية)، حيث يكون شكلاً مثالياً على التعرية بما يشبه حرف (V). أما التكوين الصخري فيكون متجانساً، لهذا تكون التعرية التفاضلية نشطة عندما يكون التكوين الصخري متجانساً من حيث التتابع بين صلب ولين وبالتالي نشاط عمليات التعرية التفاضلية.

**المقطع السادس:** يمثل منابع الأنهار وفيه نشاط التعرية المائية الاخدودية المتتابعة ونشاط عمليات التعرية الاخدودية، ونلاحظ وجود هجرة نهريّة وتعرية تقاضلية ونلاحظ ايضاً وجود عمليات النحت التراجعي بشكل واضح جداً (خصوصاً المقطعان الرابع والخامس) من الشكل يمثل عمليات نحت تراجعي بوضوح بالتالي وجود اكثر من مجرى بنفس الوقت ذي نشاط عمليات التعرية الغطاءية للرتب الاولى والثانية والثالثة.



الشكل (8): نطاقات المقاطع العرضية لأجزاء مختلفة من الحوض النهري في منطقة الدراسة.

### أنماط التصريف في حوض وادي كويسنجق

يعتبر نمط تصريف حوض وادي كويسنجق من النوع الشجري، وقد ظهر بشكل واضح في الشكل (6)، وهذا يعني أنّ صخور الحوض متجانسة من حيث تكوينها وبنيتها ودرجة صلابتها، إذ تجري الوديان في جميع الاتجاهات وتتخذ شكلاً مشابهاً بتفرعات الشجرة، ويتحكم في هذا النمط انحدار الحوض فأنها تتبع في جريانها الانحدار العام للسطح.

### خطوات إنشاء قاعدة بيانات رقمية للخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق

إن نظم المعلومات الجغرافية (GIS) هي مجموعة من البرمجيات التي تعنى بتنظيم البيانات الرقمية بالاعتماد على الموقع المكاني (Spatial data) وبالتالي التعامل مع هذه البيانات من حيث جمعها وتخزينها، وإدارتها، واستعادتها، وتحليلها، وعرضها بصورة تعتمد على موقعها الجغرافي، وتعتمد نظم المعلومات على نوعين من التمثيل؛ أولهما الخطي (Vector data) وثانيهما الخلوي (Raster data)، وتقوم هذه الدراسة بتحويل البيانات المكانية إلى بيانات رقمية لتضاريس السطح من خلال نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وذلك بالاعتماد على نظام التحويل من التمثيل الخلوي إلى الخطي، لاستخراج شبكة التصريف بمنطقة الحوض والتي يترتب عليها تطبيق وتحليل كافة المتغيرات المورفومترية، ولتطبيق ذلك مرت الدراسة بمراحل عديدة وكالاتي:

## المرحلة الأولى: تجهيز نموذج الارتفاع الرقمي

### 1- الحصول على نموذج الارتفاع الرقمي:

تتعدد مصادر البيانات للحصول على نموذج الارتفاع الرقمي التي يمكن توليدها من قياسات المساحات الارضية بأجهزة الميزان أو أجهزة النظام العالمي لتحديد المواقع (Global Positioning System, GPS)، ثم تستخدم تقنية نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء نموذج الارتفاعات الرقمية لمنطقة الحوض، أو يمكن الحصول عليها من الصور الجوية ومن مرئيات الأقمار الصناعية للاستشعار عن بعد، كما وتتوفر من خلال مواقع متخصصة بنماذج الارتفاعات الرقمية العالمية المجانية.

وعلى سبيل المثال يمكن أن نعرض تطبيقاً معروضاً استخدمته منشأة ألاسكا الفضائية (ASF)، أذ تحتفظ (ASF) بأرشيف (NASA) لبيانات رادار القمر الاصطناعي (SAR) من مجموعة متنوعة من الأقمار الصناعية والطائرات، وتوفر هذه البيانات وخدمات الدعم المتخصصة المرتبطة بها للباحثين لدعم نظام بيانات ومعلومات علوم الأرض التابع لناسا (ESDIS) (ASTER) بوضوح مكاني مقداره (14) متراً (صورة 1). كما تم تصدير النموذج الارتفاع الرقمي بصيغة (tif) حتى يسهل التعامل معها داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية، وتكون الطبقة معرفة بنظام الإحداثيات العالمية بالدرجة.



الصورة 1: توضيح الية الحصول على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (14) متر من منشأة ألاسكا الفضائية (ASF).

### 2- استقطاع نموذج الارتفاع الرقمي على أساس منطقة الدراسة:

تم فتح برنامج (Arc GIS v10.3)، واستدعاء نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM)، وفتح شريط الأدوات (Arc Toolboxes) ثم أختيرت الاوامر كالتالي:

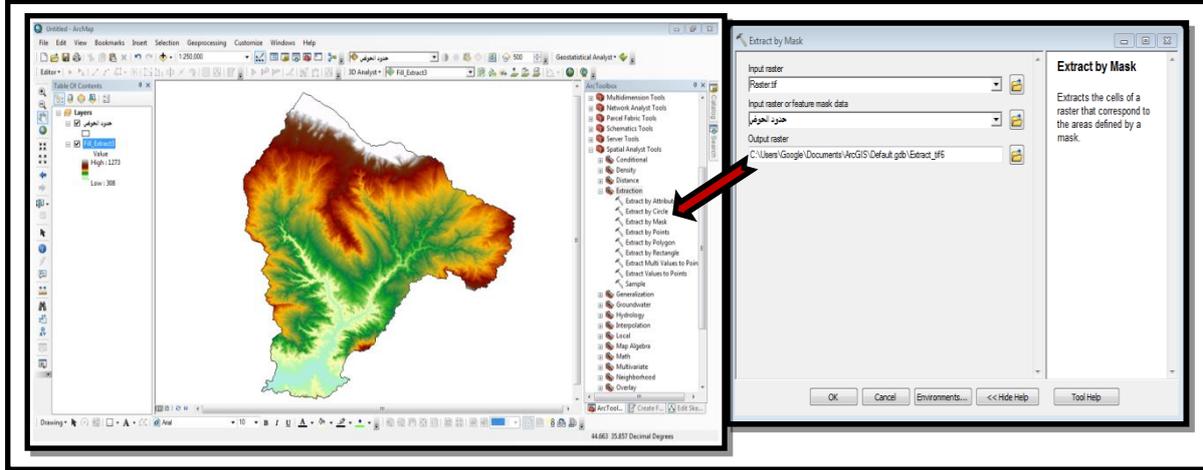
Spatial Analyst Tools / Extraction / Extract by Mask

وذلك لقطع المناطق الزائدة عن منطقة الدراسة كي لا تدخل في التحليل لاحقاً (صورة 2). إنَّ الطبقة التي

تم الحصول عليها معرفة بنظم الإحداثيات الجغرافية (GCS\_WGS\_1984) بالدرجة، وحُولت إلى المسقط

المحلي (WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_N38) بالمتر لمنطقة الدراسة، وذلك من خلال شريط الأدوات وكالتالي:

Data Management Tools / Transformation and Projection / Define Projection



الصورة 2: توضح كيفية استقطاع نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة.

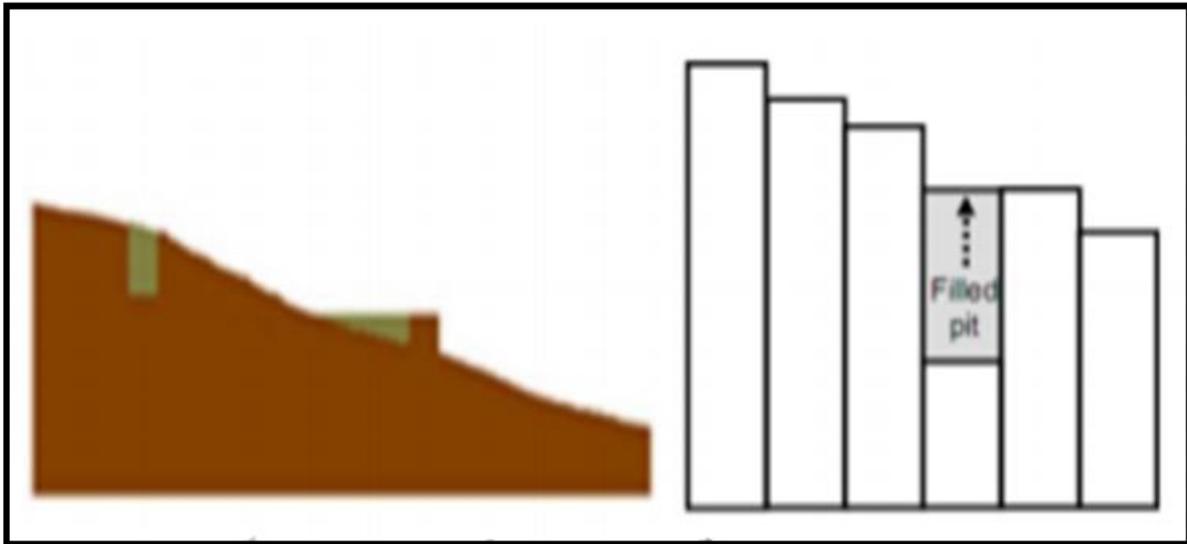
المرحلة الثانية: المعالجة الأولية لاستخراج نموذج الارتفاع الرقمي

### Fill - 1

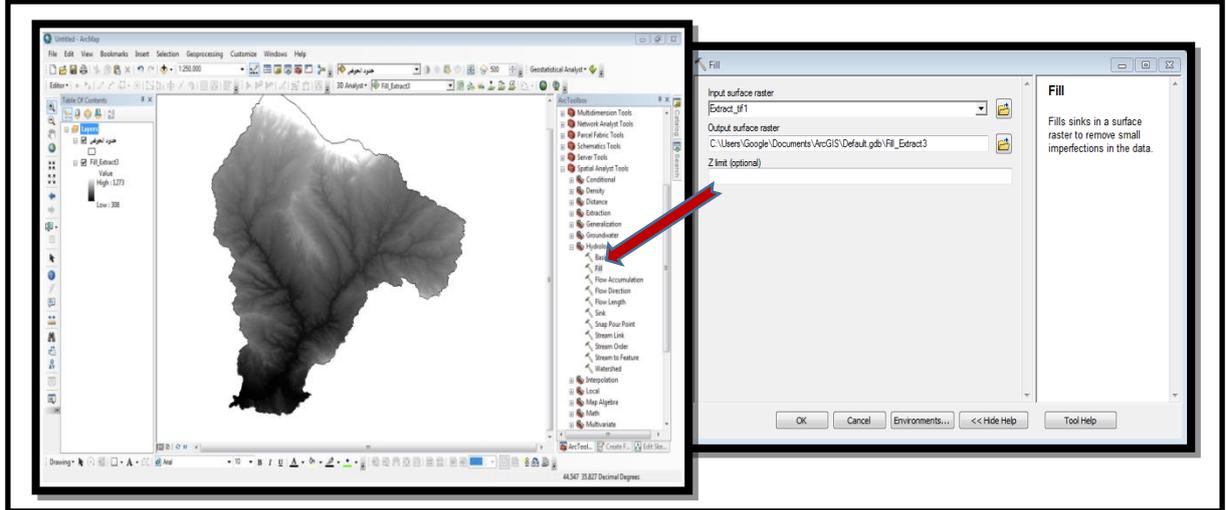
تم تنفيذ هذا الامر من خلال الخطوات الآتية:

Spatial Analyst Tools \ Hydrology \ Fill

وذلك لمعالجة القيم الشاذة بالارتفاع أو الانخفاض، حيث يقوم هذا الأمر بملء الانخفاضات والارتفاعات الشاذة غير المتوقعة في بيانات طبقة الارتفاعات الرقمية، فيتم إزالتها وإنشاء طبقة جديدة خالية من تلك الانخفاضات أو الارتفاعات (صورة 3)، وبذلك يتم إضافة طبقة لقائمة محتويات المشروع وهي لا تختلف عن الملف السابق (صورة 4).



الصورة 3: توضح معالجة القيم الشاذة بالارتفاع أو الانخفاض.



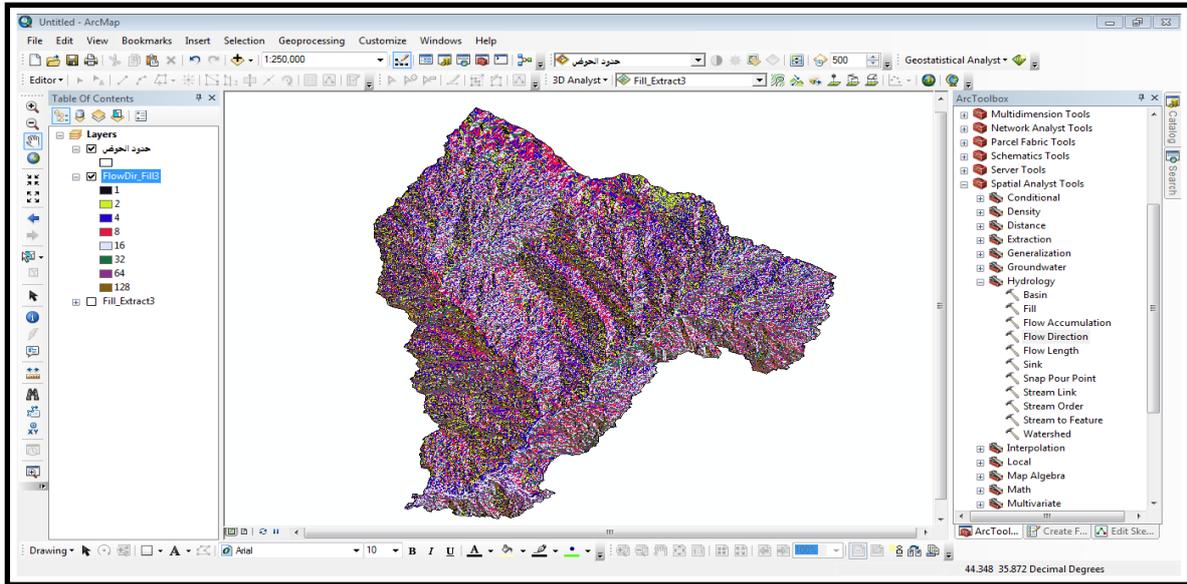
الصورة 4: توضح كيفية استخدام الامر (Fill) لمعالجة القيم الشاذة.

## Flow Direction – 2

تم تنفيذ هذا الامر من خلال الخطوات الآتية:

Spatial Analyst Tools \ Hydrology \ Flow Direction

وذلك لتحديد الاتجاه الذي ستجري من خلاله المياه من خلية إلى الخلايا المجاورة لها (صورة 5).



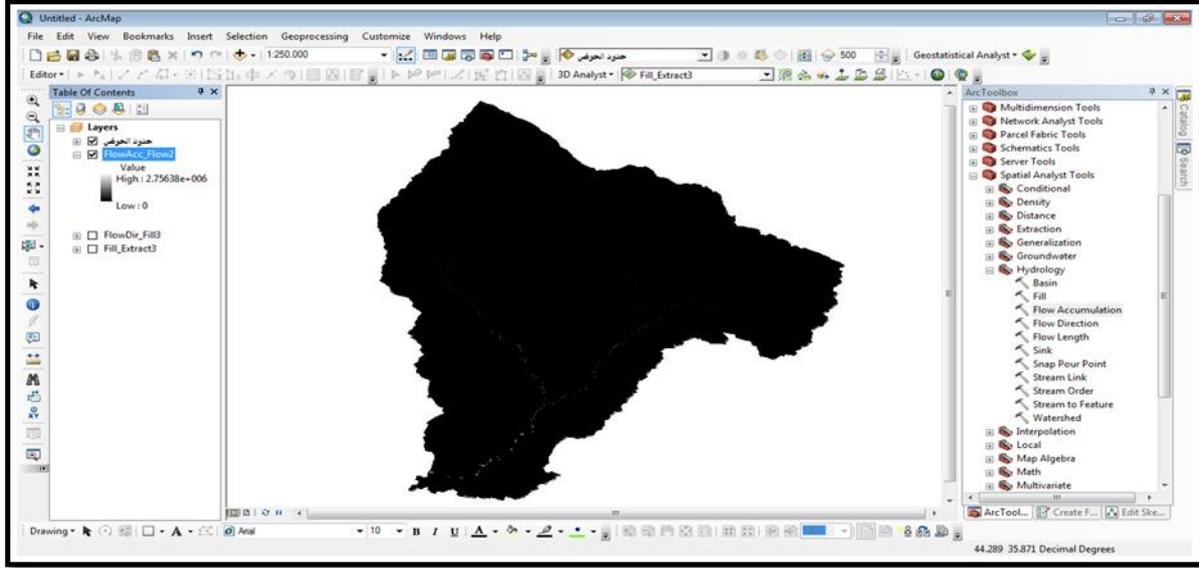
الصورة 5: توضح اتجاهات الجريان في الحوض.

## Flow Accumulation – 3

تم تنفيذ هذا الامر من خلال الخطوات الآتية:

Spatial Analyst Tools \ Hydrology \ Flow Accumulation

وذلك لتحديد المجاري الرئيسية في الحوض عن طريق تجميع الجريان عند كل خلية بحساب عدد الخلايا التي ستصب المياه فيها حيث يقوم باعطاء المناطق التي تحوي على مياه (المجاري الرئيسية) قيمة رقمية (1) وباقي المناطق تأخذ القيمة (صفر)، حيث تظهر المجاري الرئيسية باللون الأبيض وباقي المناطق باللون الأسود (صورة 6).



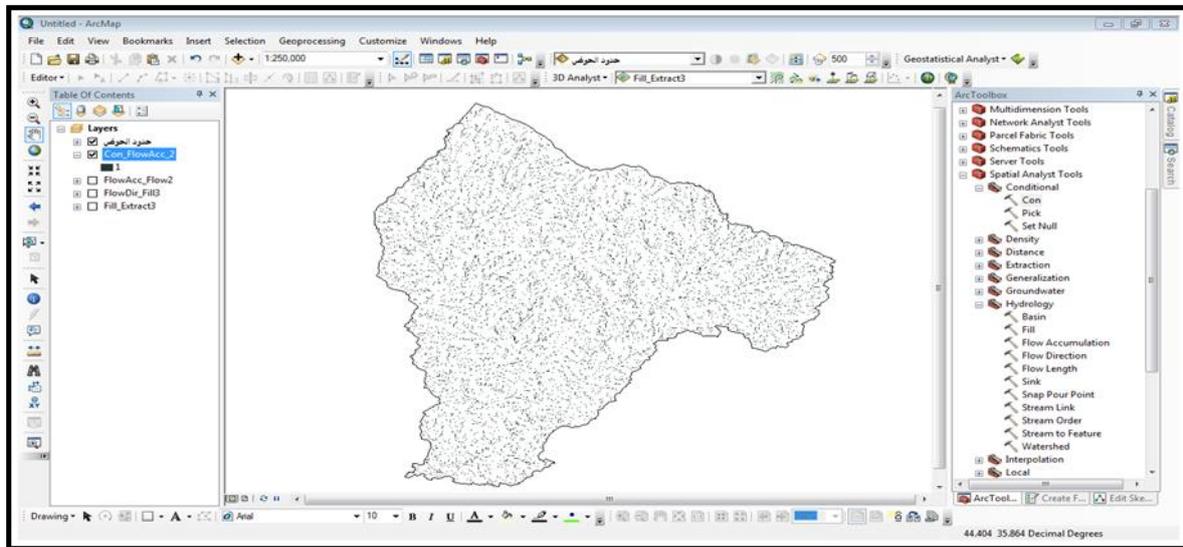
الصورة 6: توضح المجاري الرئيسية في الحوض.

#### :Con -4

تم تنفيذ هذا الامر من خلال الخطوات الآتية:

Spatial Analyst Tools \ Conditional \ Con

وذلك لتحديد بقية المجاري الفرعية في المساحات المحددة التي ادخلت مسبقاً (صورة 7).



الصورة 7: توضح المجاري الفرعية في الحوض.

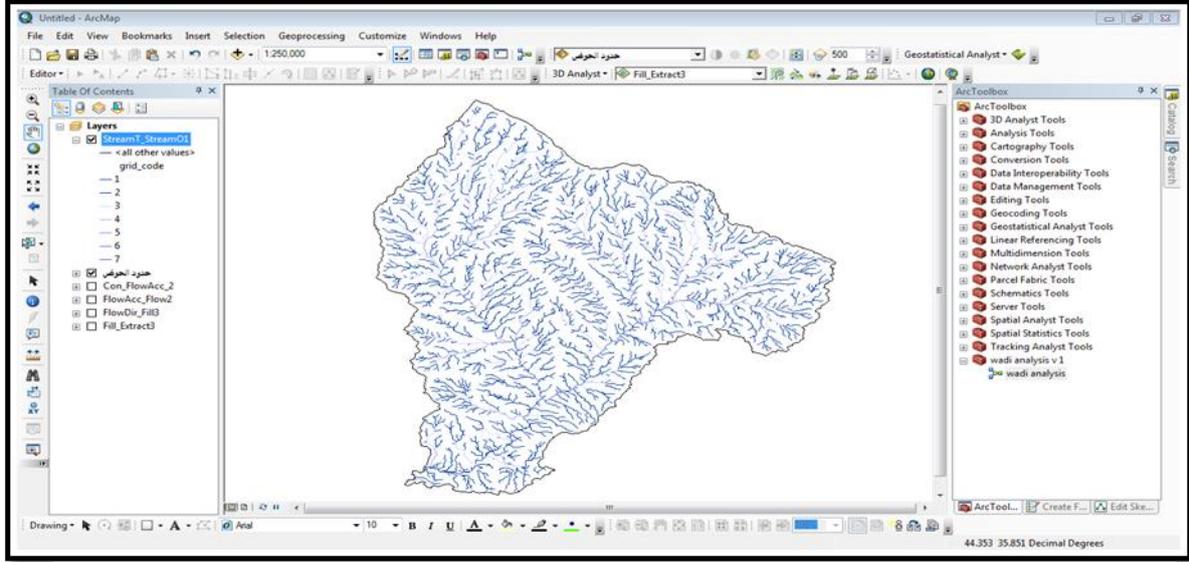
## Stream Order - 5

تم تنفيذ هذا الامر من خلال الخطوات الآتية:

### Spatial Analyst Tools \ Hydrology \ Stream Order

وذلك لتصنيف الرتب النهرية بمنطقة الحوض، حيث تم احتساب الرتب النهرية وعُرف عددها، وعدد الرتب

للوادي اشارة على قوة الوادي (صورة 8).



الصورة 8: توضح الرتب النهرية في الحوض.

## الاستنتاجات

تمت دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وخلصت الدراسة إلى الاستنتاجات التالية:

- 1- بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق على مستوى الرتب من خلال استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وبالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (14) م.
- 2- سجلت نسبة الاستدارة للحوض البالغة (0.38) ونسبة الاستطالة البالغة (0.68) ومعامل الشكل البالغ (0.46)، وهذه القيم تشير إلى أن الحوض يمتاز بطوله وصغر مساحته وهذا يؤدي إلى سرعة جريان واطئة الذروة خلال مدة أطول بالإضافة إلى زيادة فرصة تسرب المياه إلى باطن الأرض.
- 3- عدد الروافد في الحوض (433) رافداً موزعاً على ستة رتب نهرية تتباين في طولها ودرجة انحدارها، وإن معظم الروافد النهرية تقع ضمن الرتبتين الأولى والثانية بنسبة (94.45%) من إجمالي الروافد والطول الكلي لجميع الروافد في الحوض يبلغ (623.45) كم.
- 4- بلغ متوسط نسبة التشعب في الحوض (3.36) وهذا يعني أن نمط التصريف لم يتشوه من قبل التراكيب الجيولوجية، وإن الأحوال المناخية طبيعية من حيث كمية سقوط الأمطار وبالتالي يقلل ذلك من خطر الفيضانات في الحوض.

- 5- بلغت قيمة التكرار النهري (0.78) مجرى/كم<sup>2</sup> وتعد قيمة منخفضة، ويدل ذلك على أن عدد الروافد المائية قليلة مقارنةً بمساحة الحوض مما يقلل من فرصة حدوث جريان سطحي في الحوض.
- 6- سجلت الكثافة التصريفية بمقدار (1.13) كم<sup>2</sup>/كم<sup>2</sup> والتي تعتبر قيمة منخفضة بسبب تنوع التركيب الصخري والاختلاف في التضاريس والانحدار ضمن الحوض.
- 7- سجلت نسبة التعرج النهري لحوض وادي كويسنجق (1.2) وهذا يدل على أنه وادٍ ذي روافد متعرجة.
- 8- يتميز الحوض بنسبة تضرس عالية إذ بلغت (28.27) م/كم، بسبب زيادة الفارق بين منسوب أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض الذي وصل إلى (973) م، وبلغت قيمة التضاريس النسبية للحوض (0.72) وتعد مرتفعة أيضاً وهذا يعود إلى صغر مساحة الحوض وكثرة تعرج محيطه مما أدى إلى ازدياد طول محيطه مقارنةً بالمساحة، بالإضافة إلى تباين التركيب الصخري وبنية الحوض من الناحية الجيولوجية، وارتفاع قيم نسب التضرس اشارة إلى أن الحوض ما زال في مرحلة النضج من الدورة الجيومورفولوجية.
- 9- بلغت قيمة درجة الوعورة للحوض (1.14) وتعتبر قيمة منخفضة، وبلغت قيمة التكامل الهبسومتري (44%). ومن هاتين القيمتين يتبين أن الحوض في مرحلة النضج، واتضح ذلك أيضاً من خلال دراسة المقاطع العرضية للحوض.

### المصادر العربية

- أبو العينين، حسن سيد احمد، 1976. اصول الجيومورفولوجيا. ط6، الدار الجامعية للطبع والنشر، بيروت، 453 صفحة.
- الراوي، عادل سعيد والسامرائي، قصي عبد المجيد، 1990. المناخ التطبيقي. دار ابن الاثير للطباعة والنشر، موصل، 423 صفحة.
- عبد العزيز، علي متولي عبد الصمد، 2008. الاودية في قطاع الساحل السعودي الجنوبي الغربي "دراسة تحليلية". المجلة الجغرافية العربية، ج، 2، ص 1-54.
- موسى، رامي نبيل وحمد حماد ابو حماد، 2016. التحليل المورفومتري لأحواض التصريف النهري باستخدام إحصاءات المتغيرات المتعددة ونظم المعلومات الجغرافية، حوض عمان الزرقاء كحالة دراسية. مجلة البيئة والماء العالمية، الاردن، المجلد، 5 العدد، 1 ص 1-13.
- الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، 2017. قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

### المصادر الاجنبية

- Bapeer, G.B., 2011. The study of Infiltration rate and Atterberg limits of Soils in Koisanjaq city, Erbil Governorate, Kurdistan region. North Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol. 7, No. 2, pp. 41-55.

- Bellen, R.C., Dunnington, H.V., Wetzell, R. and Morton, D.M., 1959. *Laxique Statigraphique International*. 3, Asie, Fase.10a, Iraq, Paris.
- Greenbaum, N., Margalit, A., Schick, A., Sharon, D., and Baker, v., 1998. A high magnitude storm and food in a hyperarid catchment, Nahal Zin, Negev Desert, Israel, *Hydrological Processes*, 12 : pp. 1-23.
- Horton, R. E. ,1945. Erosional development of streams and their drainage basins Hydrophysical approach to quantitative morphology, *Geol. Soc. America Bull.*, 56: pp. 275-370.
- Horton, R.E., 1932. Drainage basin characteristics, *Trans. Amer. Geophys. Union.*,13, pp. 350-361.
- Kuldeep Pareta, Upasana Pareta, 2011. Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS, Vol. 2, No. 1, pp. 248-269.
- Langbein, W.B., 1947. Topographic characteristics of drainage basin. U.S. Geol. surv. Water- Supply Paper, 986(C): pp. 157-159.
- Melton, M.A., 1957. An Analysis of the relations among elements of climate, Surface properties and geomorphology, Project NR 389042, Tech. Rep. 11, Columbia University, New York.
- Miller, V. C., 1953. A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee, Department of Geology, Columbia University, New York.
- Oguchi, T., and Lin, Z., 2004. Drainage density, slope angle, and relative basin position in Japanese bare lands from high-resolution DEMs, *Geomorphology*, 63: pp. 159-173.
- Pareta, K., and Pareta, U., 2011. Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS, *International Journal Of Geometrics and Geosciences*, Vol. 2, No. 1 : pp. 248-269.
- Peter C. Patton and Victor R. Baker, 1976. Morphometry and Floods in Small Drainage Basins Subject to Diverse Hydrogeomorphic Controls, Department of Geological Sciences, University of Texas at Austin, Austin, Texas 78712, Vol. 12, No. 5, pp. 941-952.
- Schumm, S. A., 1956. Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey, *Bulletin of the Geological Society of America*, Vol. 67, No. 5, pp. 597-646.
- Schumn, S. A., 1963. Sinuosity of alluvial rivers in the great plains, *Bulletin of Geological Society of America*, vol. 74, pp. 1089-1100.

- Singh, S., 1992. Quantitative geomorphology of the drainage basin, Readings on remote sensing applications, T. S. Chouhan and K. N. Joshi, Eds., Scientific publishers, Jodhpur, India.
- Sissakian, V. K. and Yukhana, R. Y., 1979. Report on Regional geological mapping of Erbil-Shaqlawa-Koisanjak-Raidar Area, GEOSURV, Int. Rep. No. 975.
- Strahler, A. N., 1952. Dynamic Basis of Geomorphology, Bulletin Geological Society of America, Vol. 63, No. 9, pp. 923-938.
- Strahler, A. N., 1964. Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks, part 11, sect. 4 - 11, In handbook of Applied Hydrology, V. T. Chow, ed., New Yourk.
- Verstraeten, G. and Poesen J., 1999. The nature of small – scale flooding muddy floods and retention pond sedimentation in central Belgium, Geomorphology, 29: pp. 275-292.
- Walling, D. E., and Gregory, K. J., 1968. The variation of drainage density within a catchment, International Association of Scientific Hydrology. Bulletin, Vol. 13, No. 2: pp. 61-68.
- Wolman, M.G. and Miller, J.P., Leopold, L.B., 1964. Fluvial Processes in Geomorphology, Freeman, San Francisco, 522 p.
- Yair, A., Yassif, N., 2004. Hydrological processes in a small arid catchment: scale effects of rainfall and slope length, Geomorphology, 61: pp. 155-169.