

## تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية

د. عمر امحمد علي عنيبة

قسم الجغرافيا/ كلية التربية/ جامعة مصراتة

### ملخص الدراسة :

تهدف هذه الدراسة إلى حساب وتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation Models بدقة تمييزية 30\*30 متر، لتحديد حدود حوض وادي ساسو واستخلاص شبكة المجاري المائية به وتصنيف رتبها وفقاً لـ (Strahler, 1957) كذلك استخراج الخصائص المورفومترية المساحية مثل مساحة الحوض، وطوله، ومحيطه، والخصائص التضاريسية مثل ارتفاع الحوض، وانحداره، إضافة إلى خصائص الشبكة المائية كطول وعدد المجاري المائية في حوض وادي ساسو، كما تم استخدام المعادلات الرياضية الخاصة بهذا الشأن في حساب قيم العديد من المتغيرات المورفومترية الأخرى التي تعبر عن خصائص ذلك الحوض المورفومترية، كالخصائص التضاريسية مثل تضرس الحوض، نسبة التضرس، وغيرها، والخصائص الشكلية، مثل نسبة الاستطالة، ونسبة الاستدارة، وغيرها، وخصائص الشبكة المائية مثل نسبة التشعب، والتكرار النهري، وكثافة التصريف...، هذا إضافة إلى استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لغرض تحديد كثافة، وتوزيع ومساحات النباتات الطبيعية في الحوض.

وقسمت الدراسة إلى أربعة محاور، حيث يشمل المحور الأول الإطار النظري للدراسة، وخصص المحور الثاني للخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو ( الجيولوجية، والتضاريسية، والمناخية، والتربة، والنبات الطبيعي) ويتناول المحور الثالث تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو، بينما تضمن المحور الرابع النتائج والتوصيات. وتوصلت الدراسة إلى عظم تأثير الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو في خصائصه المورفومترية، إضافة إلى إنشاء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية، والخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو يمكن الاستفادة منها في الدراسات المتعلقة بالموارد المائية، وإدارتها، والدراسات البيئية الأخرى.

## الإطار النظري للدراسة

## 1. المقدمة :

تشكل الدراسات المورفومترية للأحواض المائية أحد الدراسات التطبيقية الهامة في مجال الدراسات الجيومورفولوجية، خاصةً وأن حوض الوادي يمثل وحدة مساحية تضم مجموعة من الخصائص التي يمكن قياسها والتعبير عنها رقمياً، وتحليلها وتصنيفها، وعرف **Strahler** (1969) الدراسات المورفومترية بأنها علم قياس الخصائص الهندسية لظواهر سطح الأرض الناتجة عن التعرية النهرية، بينما عرفت **Morisawa** (1968) الدراسات المورفومترية بأنها التحليل العددي لأشكال سطح الأرض، وتحديد العلاقات الرياضية بين الطوبوغرافية، وشبكات التصريف المائية<sup>(1)</sup>.

وتعد الدراسات المورفومترية التي تعتمد على استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS أداة فعالة لفهم وتحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية، وفهم وتحليل الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائية في تلك الأحواض، والربط بين هذه الخصائص وبين الخصائص الطبيعية للأحواض المائية: الجيولوجية، والمناخية، والغطاء النباتي الطبيعي، والتربة، وتحديد مدي اسهامها في تكوين وتطور الأحواض المائية وشبكاتها التصريفية، إضافة إلى ما سبق فإن الدراسات المورفومترية للأحواض المائية المعتمدة على استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS تمثل أهمية كبيرة في بيئة جافة وشبه جافة مثل ليبيا، لما توفره من قاعدة بيانات هامة للدراسات المتعلقة بالموارد المائية، والتربة، والدراسات البيئية والتنمية المختلفة. وتتم هذه الدراسة بدراسة الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو، وحساب وتحليل خصائصه المورفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتحليل العلاقات القائمة بين خصائص هذا الحوض الطبيعية وخصائصه المورفومترية من جهة، وتحليل العلاقات القائمة فيما بين الخصائص المورفومترية من جهة أخرى.

## 2. مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في حساب وتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو، وتحليل العلاقات القائمة بين هذه الخصائص مع بعضها البعض، والعلاقات القائمة بينها وبين خصائص الحوض الطبيعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتلخص مشكلة

الدراسة في التساؤلين التاليين:

- أ. هل أثرت الخصائص الطبيعية: الجيولوجية، والمناخية، والغطاء النباتي الطبيعي، والتربة، لحوض وادي ساسو في خصائصه المورفومترية؟
- ب. هل يمكن انشاء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية والمورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، يستفاد منها في العديد من الدراسات البيئية والتنمية الأخرى.

### 3. فرضيات الدراسة:

ترتبط فرضيات الدراسة بشكل مباشر مع تساؤلات الدراسة، ولذلك فإن فرضيات الدراسة تتمثل في الآتي:

- أ. تؤثر الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو في خصائصه المورفومترية.
- ب. يمكن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية انشاء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية والمورفومترية لحوض وادي ساسو يستفاد منها في العديد من الدراسات الأخرى.

### 4. أهمية الدراسة:

تشكل الأحواض المائية في المناطق شبه الجافة، والجافة مورداً هاماً من الموارد المائية، إذا ما تمت إدارتها بشكل جيد، وتأتي أهمية هذه الدراسة في كونها تقوم على تحليل الخصائص المورفومترية لأحد الأحواض المائية في ليبيا. حوض وادي ساسو. باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، بحيث يمكن الاستفادة من نتائج التحليل المورفومتري في العديد من الدراسات الخاصة بالموارد المائية وإدارتها، والدراسات البيئية، والأنشطة البشرية المختلفة.

### 5. أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1. استخراج وحساب وتحليل قيم الخصائص، أو المتغيرات المورفومترية لحوض وادي ساسو.
2. تحليل الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو، وتحديد أثارها على خصائصه المورفومترية.
3. انشاء خرائط رقمية لحوض وادي ساسو، توضح حدوده، وشبكة التصريف المائية فيه، وخصائصه المورفومترية، والطبيعية، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS اعتماداً على

نموذج الارتفاع الرقمي DEM .

4 . انشاء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية، والمورفومترية لحوض وادي ساسو .

6 . حدود منطقة الدراسة:

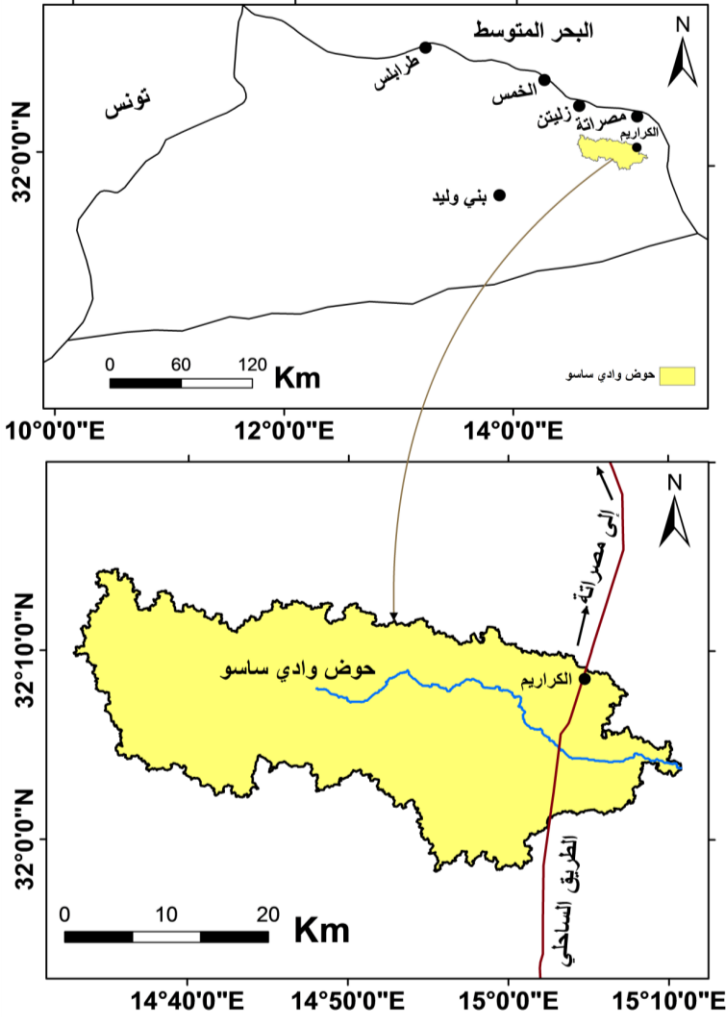
تتمثل منطقة الدراسة في حوض وادي ساسو الذي يقع جنوب منطقة مصراتة، حيث يمتد من جنوب زليتن في اتجاه من الغرب إلى الشرق ليصب في سبخة تاورغاء إلى الجنوب الشرقي من قرية الكراريم، ويقع حوض وادي ساسو فلكياً ما بين خطي طول 48°32'14" - 49°10'15" شرقاً، وما بين دائرتي عرض 21°58'31" - 20°14'32" شمالاً (شكل 1)، وهو بذلك يشكل مساحة تبلغ 900.325 كم<sup>2</sup>.

7 . منهجية الدراسة:

- منهج الدراسة:

اتبع في هذه الدراسة المنهج التحليلي الكمي في تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو، واستخدم تقنية نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.1) اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الخاص بالحوض في استخراج المتغيرات التالية: محيط الحوض . حدوده . ومساحته، وطوله، وارتفاعه، وانحداره، واستخلاص شبكة المجاري المائية في الحوض، وتحديد عدد المجاري المائية، وطولها، ورتبة الحوض النهرية باستخدام طريقة (Strahler 1957)، إضافة إلى استخدام المعادلات الرياضية في حساب قيم المتغيرات المورفومترية الأخرى الداخلة في هذه الدراسة، بناءً على دراسات الرواد مثل Horton، Strahler ، Schumm ، وغيرهم.

شكل (1) موقع حوض وادي ساسو.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS.

- البيانات المستخدمة في الدراسة: تشمل البيانات المستخدمة في هذه الدراسة في الآتي:

1. المصادر، والمراجع المكتبية، والدوريات العلمية، والتقارير المنشورة وغير المنشورة ذات العلاقة بموضوع الدراسة.

- 2 . البيانات المناخية، كمية الأمطار السنوية في حوض وادي ساسو (خريطة المتوسط السنوي للأمطار في ليبيا).
- 3 . الخرائط الجيولوجية ( مركزالبحوث الصناعية ) مقياس 1 : 250000 وذلك وفقاً للآتي: لوحة مصراة الجيولوجية.. لوحة الخمس الجيولوجية.
- 4 . خريطة التربة لليبيا.
- 5 . نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية 30\*30 متر من بيانات القمر الصناعي ASTER للعام 2014 يغطي منطقة الحوض وفق اللوحات التالية :  
N31E14 ASTGTM . ASTGTM N31E15  
ASTGTM N32E14 . ASTGTM N32E15
- 6 . مرئيات فضائية للقمر الصناعي Landsat- TM.8 للعام 2015 بقدرة تمييزية 30\*30 متر تغطي منطقة الحوض وفق للآتي :  
Landsat- TM,2014 N31E14 . Landsat- TM,2014 N31E14  
Landsat- TM,2014 N32E14 . Landsat- TM,2014 N32E15

#### - التقنيات المستخدمة في الدراسة :

استخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.1) اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لاستخراج وحساب وتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو وإعداد الخرائط الرقمية للحوض، وإنشاء قاعدة بيانات جغرافية لخصائصه الطبيعية والمورفومترية.

#### 8 . الدراسات السابقة:

لم تحظ الدراسات المورفومترية للأحواض المائية في ليبيا خاصةً تلك التي تستخدم التقنيات الحديثة مثل تقنية نظم المعلومات الجغرافية باهتمام واسع لذلك تم في هذا الجانب الاطلاع على العديد من الدراسات العربية والأجنبية ذات العلاقة بالموضوع ومنها :

- دراسة ( جاري ، عبد الحسين ، 2011 ) : وهي دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، وفيها تم تحليل الخصائص المورفومترية لوادي الزعفران شمال محافظة ميسان ( العراق ) باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، ولقد خلصت الدراسة إلى

جملة من التوصيات من أهمها ضرورة انشاء محطات هيدرولوجية في منطقة الدراسة بهدف تقدير كمية الصرف المائي والاستفادة من المياه في المشاريع التنموية<sup>(2)</sup>.

- دراسة (أبوالشواشي، 2012): تتناول هذه الدراسة تقييم الأراضي والموارد الطبيعية في البادية الجنوبية بالمملكة الأردنية، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية إضافة إلى اساليب التحليل الإحصائي، وتم فيها تحليل الخصائص المورفومترية لمجموعة من الاحواض المائية الواقعة بمنطقة الدراسة وعلى اساس التحليل المورفومتري لتلك الأحواض تم تحديد مساحة الأراضي المعرضة للفيضانات في كل حوض من الأحواض المدروسة<sup>(3)</sup>.

- دراسة ( أبوحصيرة، 2013): استخدمت هذه الدراسة نظم المعلومات الجغرافية في تحديد الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء في فلسطين من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي، بهدف تحليل الخصائص المورفومترية لهذا الحوض، وتوصلت هذه الدراسة إلى تحليل هذه الخصائص وبناء قاعدة بيانات لها والوصول إلى مدلوها الجيومورفولوجي<sup>(4)</sup>.

- دراسة (Farhan, et al. 2015): تم في هذه الدراسة تحليل الخصائص المورفومترية المساحية، والشكلية والتضاريسية، والخصائص المورفومترية للشبكة المائية، لحوض وادي الكرك، والأحواض الفرعية به، من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، وتوصلت الدراسة إلى عظم تأثر نمط التصريف المائي في حوض وادي الكرك وفي احواضه الفرعية بالاضطرابات والنشاطات التكتونية، كما اظهرت الدراسة وجود أربع مراحل لتجدد الشباب الأمر الذي نتج عنه نشاط في عمليات التعرية المائية<sup>(5)</sup>.

## 9. تنظيم الدراسة:

جاءت هذه الدراسة في اربعة محاور على النحو الآتي:

أولاً: الإطار النظري للدراسة.

ثانياً: الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو.

ثالثاً: الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو.

رابعاً: النتائج والتوصيات.

ثانياً: الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو.

تشكل دراسة الخصائص الطبيعية للأحواض المائية أهمية كبيرة في الدراسات المورفومترية في كون أن هذه الخصائص تؤثر وبشكل مباشر في خصائص الأحواض المورفومترية المساحية، والشكلية، والتضاريسية، وخصائص شبكاتهما المائية، ويمكن دراسة الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو على النحو التالي:

2. 1. الخصائص الجيولوجية: وتتمثل الخصائص الجيولوجية في الآتي:

2. 1. 1. التكوينات الجيولوجية:

تتنوع التكوينات الجيولوجية في حوض وادي ساسو من حيث النوع والعمر، إذ تعود إلى عصور جيولوجية مختلفة، وتتمثل هذه التكوينات في هذا الحوض فيما يلي:

1. تكوين الخمس :

يتألف هذا التكوين من الحجر الجيري، والحجر الجيري المارلي، والحجر الجيري الطحلي، والكالكارنيت، وجميعها تتصف بالمسامية العالية<sup>(6)</sup>، ويظهر هذا التكوين في الأجزاء الوسطى من حوض وادي ساسو (شكل 2) إذ يغطي مساحة 244.264 كم<sup>2</sup>، أي ما يعادل 27.14% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول 1).

2. تكوينات الهولوسين:

وتتمثل تكوينات هذا العصر في حوض وادي ساسو في الآتي:

. الرواسب المائية الريحية: تتكون هذه الرواسب من طفال رملي فيضي مع تداخلات من الحصى الصغير الحجم، إضافةً إلى الرواسب الريحية<sup>(7)</sup>، وهي تظهر في معظم أجزاء حوض وادي ساسو حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي 631.587 كم<sup>2</sup> أي ما نسبته 70.15% من المساحة الكلية لهذا الحوض (شكل 2، جدول 1).

. الرواسب السبخية: تتألف هذه الرواسب المشبعة بالمياه في أغلب الأحيان من طفال رملي طيني مع كلوريد الصوديوم، وبلورات الجبس والملح الأزرق<sup>(8)</sup>، وتظهر هذه الرواسب في الجزء الشرقي من حوض وادي ساسو عند المصب، وهي جزء من سبخة تاورغاء، وتغطي مساحة 24.474 كم<sup>2</sup>، أي ما نسبته 2.71% من إجمالي مساحة هذا الحوض (شكل 2، جدول 1).

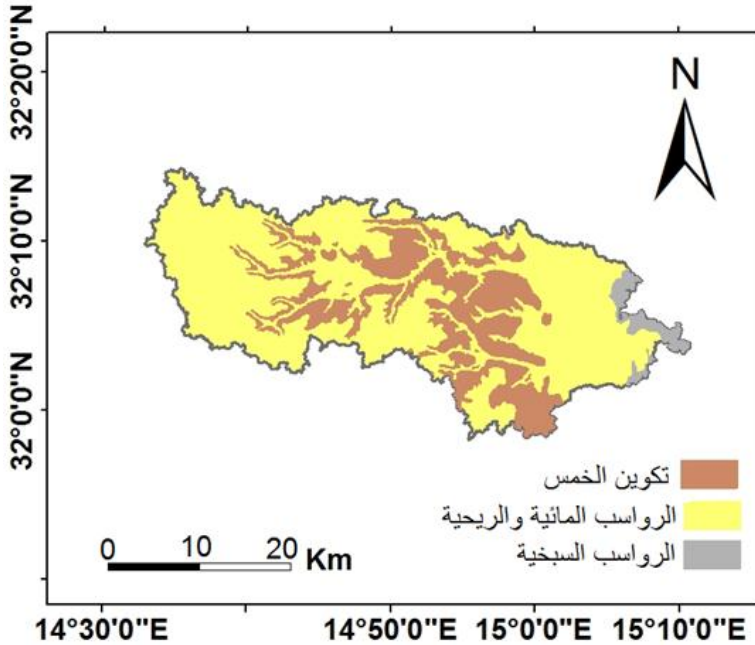


جدول (1) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي ساسو.

المساحة ونسبتها في الحوض		التكوينات الجيولوجية	رموز التكوينات الجيولوجية
%	كم <sup>2</sup>		
27.14	244.264	تكوين الخمس: (حجر جيري، حجر جيري مارلي، حجر جيري طحلي، كارلكارنيت).	
70.15	631.587	الرواسب المائية الريحية: طفال رملي فيضي مع تداخلات من الحصى الصغير، رواسب ريحية	
2.71	24.474	الرواسب السبخية: طفال رملي طيني مع كلوريد الصوديوم، وبلورات الجبس والملح	

المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS.

شكل (2) جيولوجية حوض وادي ساسو.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS استناداً إلى لوحة الخمس، ولوحة مصراتة، مركز

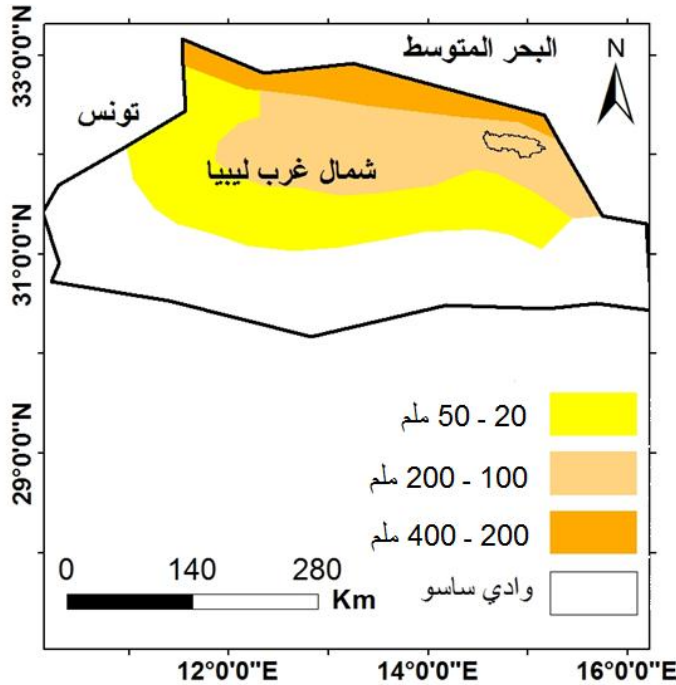
البحوث الصناعية، طرابلس، 1979م.

2. 1. 2 . الجيولوجية الحركية: يخلو حوض وادي ساسو من أي مظاهر حركية كالصدوع والالتواءات وغيرها<sup>(9)</sup>.

## 2. 2 . الخصائص المناخية:

تمّ التركيز في هذه الدراسة على عنصر المطر، باعتباره من العناصر المناخية التي لها تأثير مباشر وكبير في الخصائص المورفومترية للأحواض عامةً، وفي خصائص الشبكة المائية والتصريف المائي خاصّةً، ونتيجة لعدم وجود البيانات المتعلقة بكمية الأمطار الساقطة على حوض وادي ساسو . بالرغم من وجود محطة لقياس كميات الأمطار به . فقد تم الاعتماد على خريطة المتوسط السنوي لسقوط الأمطار في ليبيا الواردة في الأطلس الوطني، حيث يتراوح المتوسط السنوي للأمطار في حوض وادي ساسو ما بين 100 . 200 ملم<sup>(10)</sup> (شكل 3).

شكل (3) المتوسط السنوي للأمطار في حوض وادي ساسو.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS استناداً إلى خريطة المتوسط السنوي للأمطار في ليبيا، الأطلس الوطني، امانة التخطيط، مصلحة المساحة، طرابلس، 1978م.

## 2. 3. التربة:

يؤثر نوع التربة وخصائصها المتمثلة في درجة مساميتها، ونفاذيتها، ومدى احتفاظها بالرطوبة في الخصائص الهيدرولوجية، والمورفومترية للأحواض المائية، لاسيما كثافة التصريف، والتكرار النهري، حيث أن العلاقة عكسية بين مسامية التربة ونفاذيتها، ودرجة رطوبتها، وبين كثافة التصريف، والتكرار النهري، فكلما زادت مسامية، ونفاذية، وجفاف التربة، انخفضت قيم كثافة التصريف، وقيم التكرار النهري وكمية وسرعة الجريان السطحي والعكس صحيح، وقد صُنفت التربة في حوض وادي ساسو وفقاً لخريطة التربة الواردة في الأطلس الوطني الصادر عن مصلحة المساحة (1978)<sup>(11)</sup>، وبناءً على ذلك يمكن دراسة التربة وتتبع توزيعها في هذا الحوض على النحو التالي:

### 1. التربة الجافة:

تكونت هذه التربة تحت تأثير مناخ البحر المتوسط، أو المناخ الشبه صحراوي، وهي في وادي ساسو تنقسم إلى نوعين:

#### أ. التربة البنية الجافة:

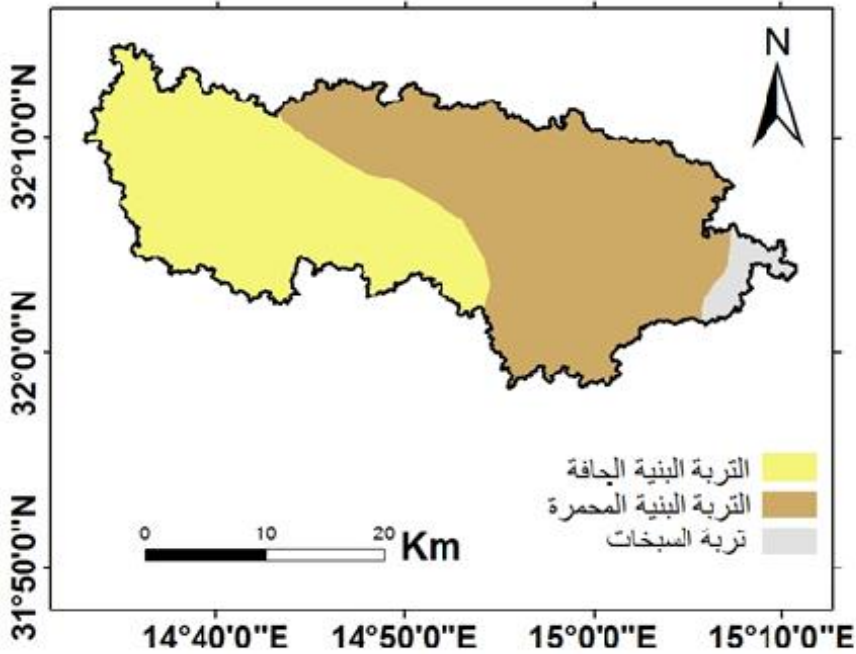
تكونت هذه التربة بواسطة الترسيب المائي، وهي تربة جافة ذات طبقات قليلة النمو غير متماسكة، وتظهر على سطحها صخور من الحجر الجيري<sup>(12)</sup>، وتغطي هذه التربة الأجزاء الغربية من حوض وادي ساسو، إذ تشغل مساحة 386.184 كم<sup>2</sup>، أي ما يعادل 42.89% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول 2، شكل 4).

جدول (2) التربة في حوض وادي ساسو.

المساحة		نوع التربة
%	كم <sup>2</sup>	
42.89	386.184	التربة البنية الجافة
54.35	489.373	التربة البنية الحمرة
2.75	24.767	التربة الملحية (تربة السبخات)

المصدر: من حسابات الباحث باستخدام GIS.

## شكل (4) التربة في حوض وادي ساسو.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS استناداً إلى خريطة التربة، الاطلس الوطني، امانة التخطيط، مصلحة المساحة، طرابلس، 1978م.

## ب. التربة البنية المحمرة:

وهي تربة ضحلة حديثة التكوين تتميز بأنها ذات نفاذية متوسطة إلى عالية<sup>(13)</sup>، وتشغل هذه التربة الأجزاء الشرقية من حوض وادي ساسو حيث تغطي مساحة قدرها 489.373 كم<sup>2</sup> بنسبة 54.35% من المساحة الكلية لهذا الحوض (شكل4، جدول2).

## 2. التربة الملحية أو تربة السبخات:

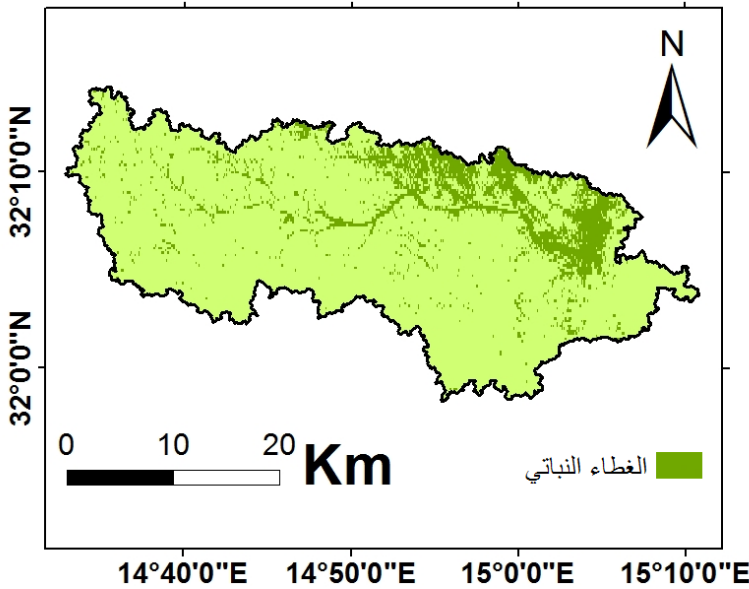
وهي تربة ملحية ذات قوام رملي مع ميلها قليلاً إلى القلوية<sup>(14)</sup>، وتظهر هذه التربة عند مصب حوض وادي ساسو، إذ تغطي مساحة 24.767 كم<sup>2</sup> بنسبة 2.75% من إجمالي مساحة هذا الحوض (شكل4، جدول2).

## 2 . 4 . النبات الطبيعي:

يعد الغطاء النباتي الطبيعي من العوامل الهامة المحددة لمعدل التسرب المائي نحو الباطن، وبالتالي تحديد كمية وسرعة الجريان السطحي للمياه، ومن هنا تبرز أهمية هذا العامل في تحديد الخصائص المساحية للأحواض المائية وخصائص الشبكة المائية فيها، ولاستخراج نسبة تغطية الغطاء النباتي الطبيعي، وتوزيعه المكاني، وتحديد المساحات التي يتواجد فيها فعلياً في حوض وادي ساسو، ونسبة هذه المساحات من مساحة هذا الحوض الكلية، تم استخدام دليل الاختلاف الخضري (NDVI) (Normalized Differences Vegetation Index)، بالاعتماد على المرئيات الفضائية 2014، Landsat-TM8، ويأخذ هذا الدليل الشكل التالي:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \text{ حيث إن } NIR = \text{الأشعة تحت الحمراء} \text{ و } R = \text{الأشعة لحرراء}$$

شكل (5) الغطاء النباتي الطبيعي في حوض وادي ساسو.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS.

وبناءً على ذلك تم تحديد التوزيع المكاني للغطاء النباتي الطبيعي الذي يتكون في معظمه من السدر، والطلح، والرتم، وتحديد كثافته، والمساحة التي يشغلها، ونسبتها في

حوض وادي ساسو، إذ بلغ معدل كثافة الغطاء النباتي أقل من 0.2 مما يعني ان كثافة هذا الغطاء منخفضة، أما المساحة التي يشغلها فبلغت 121.341 كم<sup>2</sup> أي ما نسبته 13.47% من المساحة الكلية لهذا الحوض ( شكل 5 ).

ثالثاً: تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو:

بالرغم من اختلاف الدراسات المورفومترية - من حيث عدد المتغيرات المورفومترية المختارة في كل دراسة- نتيجة لاختلاف أهدافها . إلا أنه يمكن تصنيف تلك المتغيرات المورفومترية إلى مجموعات رئيسية محددة، وهي مجموعة المتغيرات المساحية، ومجموعة المتغيرات الشكلية، ومجموعة المتغيرات التضاريسية، ومجموعة متغيرات الشبكة المائية<sup>(15)</sup>، وفي هذه الدراسة تم تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو من خلال حساب وتحليل عدد 24 متغيراً مورفومترياً وفقاً للمعادلات المتبعة في هذا الشأن ( ملحق 1، 2، 3) وذلك على النحو التالي:

3 . 1. الخصائص المورفومترية المساحية لحوض وادي ساسو:

### 1. مساحة الحوض: (A) Basin Area

يقصد بمساحة الحوض المنطقة التي تزود المجاري المائية للحوض بمياه التساقط، ويعد متغير المساحة من المتغيرات التي لها علاقة مباشرة بحجم التصريف المائي والنتاج الرسوبي للحوض المائي، فضلاً عن تأثيرها في العديد من المتغيرات المورفومترية الأخرى، وحسب رأي Schumm (1963) فإن العلاقة طردية بين المساحة، وحجم التصريف المائي، والنتاج الرسوبي في الأحواض صغيرة المساحة، وذلك في حالة تماثل الظروف المناخية، وعكسية في الأحواض كبيرة المساحة<sup>(16)</sup>، وتبلغ مساحة حوض وادي ساسو 900.325 كم<sup>2</sup> (جدول 4).

### 2. طول الحوض: (Lb) Basin length

تم حساب طول الحوض في هذه الدراسة اعتماداً على طريقة Schumm(1956) إذ حدد شوم طول الحوض بخط يمتد من مصبه إلى أبعد نقطة على محيطه بحيث يكون هذا الخط على المحور المستقيم للنهر الرئيسي (المجرى الرئيسي) ويؤثر طول الحوض على الجريان السطحي في الحوض من حيث تحديد الوقت اللازم لتفريغه من مياهه، فكلما زاد طول

الحوض زاد الزمن اللازم لذلك، ومن ثم زادت معدلات تبخر المياه وتسربها مما يؤثر على كميات المياه الواصلة إلى المصب<sup>(17)</sup>، ويبلغ طول وادي ساسو بدايةً من مصبه إلى أقصى نقطة على محيطه نحو الشمال الغربي 60.648 كم (جدول 4).

### 3. محيط الحوض: (P) Perimeter basin

يعني محيط الحوض حدوده الخارجية، وهو يتمثل في خط تقسيم المياه الذي يفصل الحوض عما جاوره من أحواض مائية أخرى<sup>(18)</sup>، ويعد هذا المتغير من المتغيرات المورفومترية الأساسية حيث يرتبط بهذا المتغير العديد من المتغيرات المورفومترية الأخرى، ومن أهم العوامل المؤثرة في محيط الحوض من حيث التعرج، والاستقامة، والطول، درجة تطور شبكة المجاري المائية من الرتبة الأولى، ومعدلات تكرارها، وامتدادات الصدوع وتوزيعها<sup>(19)</sup>، ويبلغ محيط وادي ساسو 275.681 كم (جدول 4)، ويعد طول محيط هذا الحوض كبيراً مقارنة بمساحته وهذا يرجع إلى كثرة تعرج خط تقسيم مياه هذا الحوض (شكل 1)، الناتج عن ارتفاع عدد المجاري المائية من الرتبة الأولى.

### 3 . 2. الخصائص المورفومترية الشكلية لحوض وادي ساسو:

#### 1. نسبة الاستطالة: (Re) Elongation Ratio

اقترحت نسبة استطالة الحوض من قبل Schumm (1956) لتحديد مدى التشابه بين شكل الحوض والشكل المستطيل، وتتراوح نسبة استطالة الأحواض المائية ما بين 0 . 1 بحيث كلما ابتعدت هذه النسبة عن الواحد واقتربت من الصفر دل ذلك على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل<sup>(20)</sup>، ولهذا المتغير أهمية كبيرة في معرفة خصائص الشبكة المائية في الحوض المائي، فكلما اقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل قلت أطوال المجاري المائية في الرتب الدنيا، وزاد عددها، و زاد طول المجرى الرئيسي، مما يؤدي إلى زيادة المدة الزمنية اللازمة للتصريف، وزيادة نسبة الفاقد من المياه بسبب التبخر والتسرب، فيتضاءل خطر التعرض للفيضانات<sup>(21)</sup>، وتصنف الأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة وفقاً لمعادلة Schumm(1956) كما يلي (جدول 3) :

## جدول (3) تصنيف الأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة.

المرحلة العمرية للحوض	التصنيف	النسبة
الشباب	أكثر استطالة	أقل من 0.5
	مستطيل	0.5 - 0.7
نضج	أقل استطالة	0.7 - 0.8
	بيضاوي	0.8 - 0.9
الشيخوخة	دائري	0.9 - 1

المصدر:

- Saad A Aldarrajji, Simplify Equation to Calculate Elongation River Basin Proposed by Schumm (1956), AL-USTATH No 20, Volume 2, 2013, P 8.

وبلغت نسبة استطالة حوض وادي ساسو 0.557 ( جدول 4) ووفقاً لتصنيف Schumm (1956) فإن حوض وادي ساسو يعد حوض مستطيل الشكل، وفي مرحلة الشباب من دورته الحثية، ويشير الشكل المستطيل لحوض وادي ساسو إلى أنه حوض ممتد يكون تصريف المياه به على شكل دفعات، ويحتاج إلى وقت أطول حتى يصل إلى قمة الجريان مما يقلل خطر تعرض هذا الحوض للفيضانات، كما يسهل عملية التعامل معها لو حدثت.

2. نسبة الاستدارة :  $R_c$  Circularity ratio

وفقاً لتعريف Miller (1953) ، و Strahler (1964) فإن نسبة الاستدارة تعني النسبة بين مساحة حوض ما، ومساحة دائرة يساوي طول محيطها طول محيط الحوض نفسه، وتتراوح نسبة استدارة الأحواض المائية ما بين 0.1 ، فكلما اقتربت النسبة من 1 صحيح دل ذلك عن اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، وكلما ابتعدت النسبة عنه باتجاه الصفر دل ذلك على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري، وتعكس نسبة استدارة الحوض المائي مدى تعرج محيطه حيث أن العلاقة عكسية بين نسبة الاستدارة وتعرج محيط الحوض، كما تعد نسبة الاستدارة مؤشراً عن المرحلة العمرية التي يمر بها الحوض المائي، فكلما اقتربت نسبة الاستدارة من 1 صحيح دل ذلك على تقدّم الدورة الحثية في الحوض ووصوله إلى مرحلة الشيخوخة<sup>(22)</sup>، وبلغت نسبة استدارة حوض وادي ساسو 0.138 (جدول 4)،



وهي نسبة منخفضة تدل على ابتعاد هذا الحوض عن الشكل الدائري، وكثرة تعرج محيطه، ونشاط عمليات التعرية به، هذا إضافة إلى كونه في مرحلة الشباب من دورته الحتية.

### 3 : معامل الشكل : Form factor ( $R_f$ )

أشار Horton (1932) إلى أنّ معامل الشكل يوضح العلاقة بين مساحة الحوض ومربع طوله، وهو مؤشر على مدى انتظام أبعاد الحوض، كما أشار إلى أن قيم عامل الشكل تتراوح في أغلب الأحواض المائية ما بين 0.1 - 0.8 ، حيث تدل القيم المنخفضة له على استتالة الحوض، وبالتالي يحتاج الوصول إلى قمة الجريان إلى مدة زمنية أطول، في حين تشير القيم المرتفعة لهذا المعامل، إلى استدارة الحوض، ومن ثم سرعة تدفق المياه، وقصر الوقت اللازم في الوصول إلى قمة الجريان، مما يجعل الحوض عرضة لمخاطر الفيضانات<sup>(23)</sup>. وبلغت قيمة معامل الشكل لحوض وادي ساسو 0.244 (جدول 4)، وهي قيمة منخفضة تدل على استتالة هذا الحوض، وامتداده على حساب مساحته، وكثرة تعرج محيطه.

### 4 . نسبة التفلطح : Lemniscat ratio (k)

وضع Chorely (1957) معادلة حساب هذا المتغير لتحديد مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الكُمثري أو المخروطي، وترتبط قيمة هذا المتغير عكسيًا مع درجة تفلطح الحوض، حيث تدلّ القيم المرتفعة لنسبة التفلطح على قلة تفلطحه واقترابه من الشكل المستطيل، وأن الحوض في مرحلة الشباب من دورته الحتية وعمليات التعرية المائية نشطة على طوله، في حين تدلّ القيم المنخفضة لنسبة التفلطح على تفلطح الحوض واقترابه من الشكل الكُمثري أو المخروطي، مما يعني قبّله إلى الاستدارة، ومما ينبغي الإشارة إليه إلى أنه ليس هناك تحديد ثابت وموحد يمكن الاعتماد عليه فيما إذا كانت قيمة التفلطح منخفضة، أو مرتفعة، ولكن من خلال العديد من الدراسات المتعلقة بهذا الشأن يمكن اعتبار قيمة نسبة التفلطح منخفضة إذا كانت تتراوح من 0.1 - 0.50 ، ومتوسطة من 0.51 - 1 ، ومرتفعة إذا كانت أكثر من 1، وفي حوض وادي ساسو بلغت نسبة التفلطح 1.021 (جدول 4)، وهي قيمة مرتفعة تدل على قلة تفلطح هذا الحوض، وامتداده، واقترابه من الشكل المستطيل، وها ما تؤكده الملاحظة البصرية لشكل الحوض (شكل 1)، كما أن قيمة نسبة التفلطح

لحوض وادي ساسو تشير إلى أن هذا الحوض في مرحلة الشباب من دورته الحثية مما يعني نشاط عمليات التعرية المائية على امتداده.<sup>(24)</sup>

#### جدول (4) الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو.

ر. م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير المورفومتري	حوض وادي ساسو
1	الرتبة النهرية	(U)	6
2	عدد المجاري المائية (المجموع)	(N <sub>u</sub> )	1376
3	طول المجاري المائية (المجموع) (كم)	(L <sub>u</sub> )	1478.484 كم
4	متوسط طول المجاري المائية (كم)	(L <sub>sm</sub> )	1.074 كم
5	معدل نسبة التشعب	(R <sub>bm</sub> )	4.528
6	محيط الحوض (كم)	(P)	275.681
7	طول الحوض (كم)	(L <sub>b</sub> )	60.618
8	مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> )	(A)	900.325 كم <sup>2</sup>
9	تضرس الحوض (م)	(B <sub>h</sub> )	205 م
10	نسبة التضرس	(R <sub>r</sub> )	3.380 م/كم
11	نسبة الاستطالة	(R <sub>e</sub> )	0.557
12	نسبة الاستدارة	(R <sub>c</sub> )	0.138
13	نسبة التفلطح	(k)	1.021
14	كثافة التصريف (كم <sup>2</sup> /كم)	(D <sub>d</sub> )	1.624
15	التكرار النهري (مجرى/كم <sup>2</sup> )	(F <sub>s</sub> )	1.528
16	معامل الشكل	(R <sub>f</sub> )	0.244
17	نسيج الحوض	(D <sub>t</sub> )	4.991 وادي/كم
18	مؤشر التآكل	(D <sub>is</sub> )	0.990
19	درجة الوعورة	(R <sub>n</sub> )	0.336
20	شدة التصريف	(D <sub>i</sub> )	0.940
21	طول الجريان الصفاحي (كم)	(L <sub>o</sub> )	0.812 كم
22	التكامل الهيسومتري	(H <sub>i</sub> )	72.91%

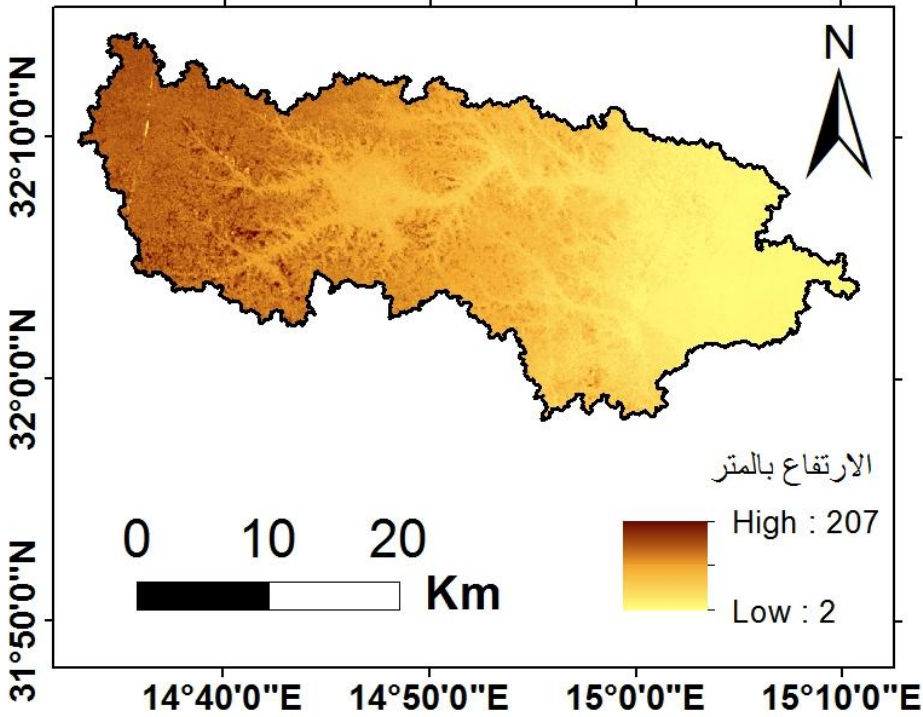
المصدر: من عمل الباحث.

### 3 . 3 الخصائص المورفومترية التضاريسية لحوض وادي ساسو :

#### 1 . تضرس الحوض : Basin relief( $B_h$ )

المقصود بتضرس الحوض الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض من حيث الارتفاع (بالمتر)، يعكس هذا المتغير ظروف الحوض الجيولوجية مثل نوع الصخور وخصائصها البنيوية، ويعد هذا المتغير عاملاً مؤثراً في الكثافة التصريفية، والتكرار النهري، وعمليات التعرية، والناتج الرسوبي، والأشكال الأرضية الناجمة عن ذلك، إضافةً إلى أنه مؤشراً جيداً يمكن من خلاله التعرف على المرحلة التي يمر بها الحوض من دورته الحتية، وبلغ تضرس حوض وادي ساسو 205 م (جدول4، شكل6).

شكل(6) نموذج الارتفاع الرقمي لحوض وادي ساسو.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS.

## 2. نسبة التضرس ( $R_r$ ): Relief ratio

تم حساب نسبة تضرس الحوض وفقاً لمعادلة شوم (Schumm 1956) من خلال قسمة تضرس الحوض (الفرق بين أعلى منسوب وأقل منسوب داخل الحوض) على طول الحوض، ويعد هذا المتغير من أكثر المتغيرات التضاريسية للحوض أهمية، إذ أنه يؤثر بشكل كبير على الخصائص الهيدرولوجية للحوض، فالعلاقة بين هذا المتغير وهذه الخصائص طردية، حيث إن ارتفاع قيم نسبة التضرس تعمل على زيادة كثافة التصريف، والتكرار النهري، وتُسهم في زيادة عمليات التعرية النهريّة<sup>(25)</sup>، وبلغت نسبة التضرس لحوض وادي ساسو 3.380 م / كم (جدول 4)، وتعد نسبة تضرس هذا الحوض منخفضة مما أدى إلى انخفاض قيمة كثافة التصريف، وقلة الرواسب المحمولة.

## 3. درجة الوعورة ( $R_n$ ): Ruggedness number

ترتبط درجة الوعورة مع تضرس الحوض، وكثافة التصريف بعلاقة طردية، فكلما زادت قيمتي التضرس، وكثافة التصريف زادت درجة الوعورة، وتختلف درجة الوعورة باختلاف المرحلة العمرية للأحواض المائية، حيث تكون منخفضة في المراحل الأولى من الدورة الحثية، وتتزايد مع الزمن إلى أن تصل ذروتها في مرحلة التضج، ثم تبدأ بعد ذلك في الانخفاض في مرحلة الشيخوخة والاقتراب من نهاية الدورة الحثية<sup>(26)</sup>، وأشار Strahler (1956) في دراسة له لبعض الأحواض المائية في الولايات المتحدة الأمريكية أن درجة الوعورة تكون أقل من 1 صحيح في الأحواض المائية قليلة التضرس، وأكثر من 1 صحيح في الأحواض المائية شديدة التضرس والانحدار<sup>(27)</sup>، ويمكن تصنيف أسطح الأحواض المائية إلى خمس فئات بناءً على درجة الوعورة (جدول 5).

و بلغت درجة الوعورة لحوض وادي ساسو 0.336 (جدول 4)، وهي قيمة منخفضة تشير إلى أن سطح حوض وادي ساسو سطح قليل التضرس بناءً على التصنيف الوارد في (جدول 5)، ويرجع انخفاض قيمة درجة الوعورة بهذا الحوض إلى انخفاض قيمة نسبة تضرسه، وانخفاض قيمة كثافة التصريف فيه.

جدول (5) تصنيف أسطح الأحواض المائية بناءً على درجة الوعورة.

الفئة	قيمة درجة الوعورة	حالة سطح الحوض
1	$0.1 >$	مستوى السطح
2	$0.4 . 0.1$	سطح قليل التضرس
3	$0.7 . 0.4$	سطح معتدل التضرس
4	$1.0 . 0.7$	سطح حاد التضرس (ذو تضاريس وعرة)
5	$1.0 <$	سطح حاد التضرس جداً (ذو تضاريس وعرة جداً)

المصدر: Yahya Farhan, et al, Previous reference, P467.

4. نسيج الحوض :  $(D_t)$  Drainage texture

يقصد بنسيج الحوض مدى تقطُّع الحوض بالمجاري المائية، أي مدى بُعد، أو قُرب المجاري المائية عن بعضها البعض، بغض النظر عن أطوالها، وفقاً لرأي (Smith 1950) يتأثر نسيج الحوض بالعديد من العوامل الطبيعية منها: مُعدّل الأمطار، والغطاء النباتي، ونوع الصخور، والترتبة ودرجة نفاذيتها، والطوبوغرافيا، والزمن أي: المرحلة العمرية التي يمر بها الحوض من الدورة الحثية.

وصنّف (Smith 1950) نسيج الحوض من حيث القوام إلى 5 فئات (جدول 6)<sup>(28)</sup>.

جدول (6) تصنيف (Smith, 1950) لنسيج الأحواض المائية.

نوع النسيج	قيمة النسيج
خشن جداً	أقل من 2
خشن	4 . 2
متوسط الخشونة	6 . 4
ناعم	8 . 6
ناعم جداً	8 فأكثر

وبلغت قيمة نسيج الحوض الحوض وادي ساسو 4.991 وادي/كم (جدول 4)، مما يعني أن هذا الحوض ذو نسيج متوسط الحشونة، وهذا يرجع إلى وجود الصخور الجيرية ذات المسامية العالية التي تغطي مساحتها ما نسبته 27.14% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول 1). إضافة إلى انتشار الغطاء النباتي خاصة في الأجزاء الشمالية، والشمالية الشرقية منه (شكل 5) مما يقلل من فرصة تكوين المجاري المائية به.

### 5. مؤشر التآكل أو التعمق الرأسي : Dissection index ( $D_{is}$ )

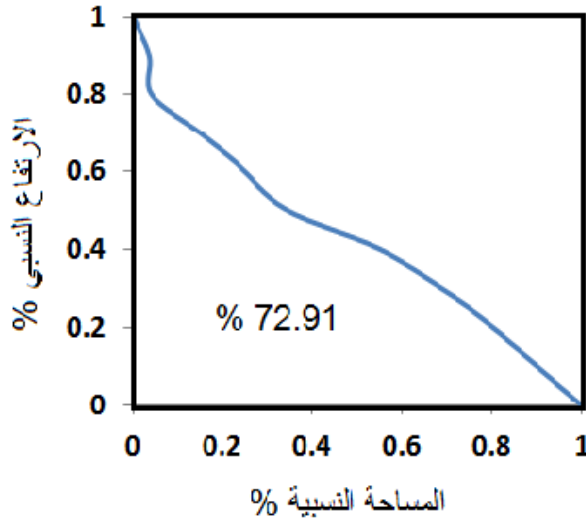
يوضح هذا المتغير درجة التعمق الرأسي الذي تعرّض له الحوض، ودرجة تضرس سطحه، وتتراوح قيمة هذا المتغير ما بين 0 في حالة الغياب الكامل للنحت الرأسي واستواء السطح، و 1 في حالة وجود المنحدرات شديدة الانحدار أو العمودية كما هو الحال في الجروف الجبلية، أو البحرية<sup>(29)</sup>، وبلغ مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في حوض وادي ساسو 0.990 (جدول 4) مما يدل على أن عمليات الحت الرأسي عالية في هذا الحوض.

### 6. التكامل الهيسومتري : Hypsometric integral ( $H_i$ )

يستخدم هذا المتغير لفهم العلاقات القائمة بين الخصائص الجيولوجية، والمناخية، وعمليات التعرية وتأثيرها على التطور الحثي للأحواض المائية، ومن خلال قيمة التكامل الهيسومتري التي تتراوح ما بين 0.1 يمكن تحديد المرحلة الحثية التي يمر بها الحوض، فإذا تراوحت قيمة ( $H_i$ ) ما بين 0.6 - 1 دلّ ذلك على أن الحوض في مرحلة الشباب (مرحلة عدم التوازن)، وأما إذا كانت قيمة ( $H_i$ ) ما بين 0.35 - 0.6 فهذا يعني أن الحوض في مرحلة التّضج من الدورة الحثية وهي (مرحلة التوازن)، في حين يكون الحوض في مرحلة الشيخوخة إذا كانت قيمة ( $H_i$ ) أقل من 0.35، وتُحذر الإشارة إلى أن القيم المرتفعة لهذا المتغير تشير إلى أن أجزاءً كثيرةً من الحوض المائي ما زالت أكثر ارتفاعاً من متوسط ارتفاع الحوض، والعكس صحيح<sup>(30)</sup>.

وبلغت قيمة هذا المتغير ( $H_i$ ) في حوض وادي ساسو 72.91% (جدول 4)، وهذا يعني أن هذا الحوض في مرحلة الشباب من دورته الحثية ولم يفقد إلا 27.9% من مواده القابلة للحت، ولا زالت كميات كبيرة من صخوره تنتظر الإزالة بفعل عمليات التعرية.

شكل (7) المنحنى الهيسومتري في حوض وادي ساسو.



3 . 1 . 4 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي

ساسو:

1 . 1 . 1 . رُتَب المجاري المائية (Stream order (u)، وأعدادها (No. of streams ( $N_u$ ))

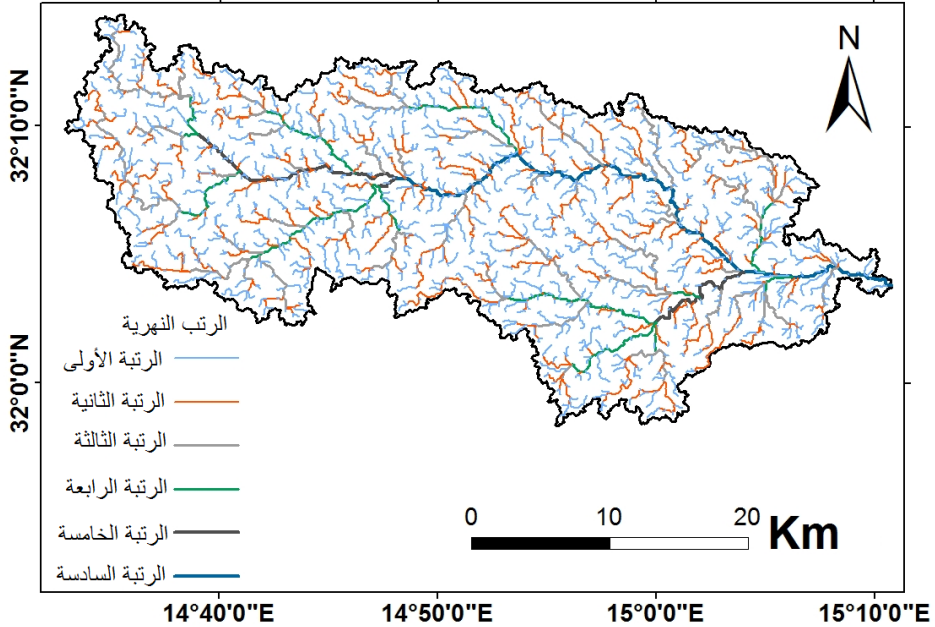
وفي هذه الدراسة تمّ الاعتماد في تصنيف المجاري المائية إلى رُتَب نهرية في حوض وادي ساسو على طريقة (Strahler 1957)، وتتلخّص هذه الطريقة في إعطاء الرتبة الأولى للمجاري المائية التي لا تصب فيها قنوات مائية، وتتكوّن الرتبة الثانية من التقاء مجريين من الرتبة الأولى، بينما يؤدي التقاء مجريين من الرتبة الثانية إلى تكوّن الرتبة الثالثة، وهكذا حتى الوصول إلى أعلى رُتَب في الحوض، والتي يمثلها المجرى الرئيسي .

أما عدد المجاري المائية في الحوض فيقصد بها عدد تلك المجاري على مستوى الحوض (العدد الكلي للمجاري المائية في الحوض المائي)، أو على مستوى رُتَب المجاري، وتظهر أهمية هذا المتغير في الدراسات المورفومترية للأحواض المائية من جانبين: الأول: كونه يؤثر بشكل مباشر في حجم التصريف المائي، حيث أن العلاقة طردية بينه وبين حجم التصريف المائي، فكلما زاد عدد المجاري المائية في الحوض، زاد حجم التصريف المائي به، والثاني: كونه مؤشر يدلّ

على مرحلة التطور التي يمرّ بها الحوض، حيث يزداد عدد المجاري مع تقدم الحوض في دورته الحثية، وبخصوص أعداد المجاري المائية على مستوى الرتب فقد أشار (Horten 1945) إلى أن أعداد المجاري المائية على مستوى رتب المجاري المتتالية تُشكّل متواليّة هندسية معكوسة، أي: إن العلاقة عكسيّة بين عدد المجاري، ورتب المجاري؛ لأنّ عدد المجاري يقلّ مع زيادة الرتبة.

وبناءً على طريقة (Strahler 1957)، في تحديد رتب المجاري المائية، يصنف حوض وادي ساسو حوضاً من الرتبة السادسة، (جدول 7، شكل 8)، ويتضح من (جدول 7) أن العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي ساسو بلغ 1376 مجرى، شكّل منها عدد مجاري الرتبة الأولى نسبة 77.90%، وشكّل عدد مجاري الرتبة الثانية 16.86%، فيما شكّل عدد مجاري الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، والسادسة نسبة 0.944%، 0.21%، 0.07% على التوالي من المجموع الكلي لعدد المجاري في هذا الحوض.

شكل (8) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي ساسو.

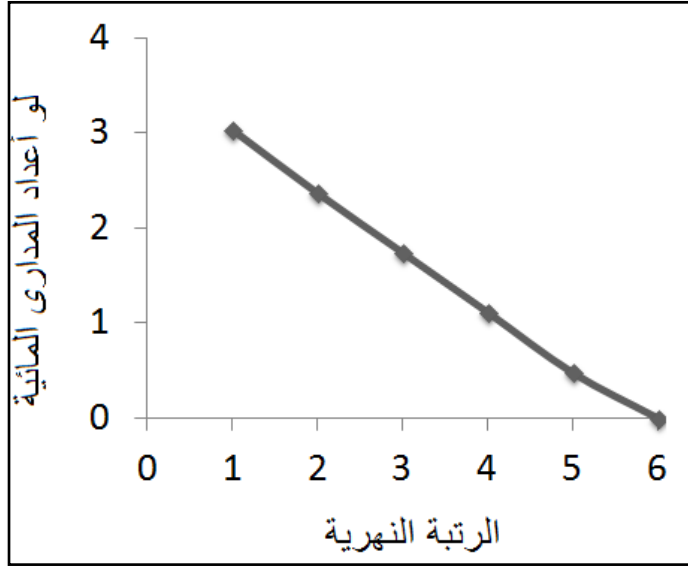


المصدر: من عمل الباحث باستخدام GIS.



ومما تقدم يتضح أن أعداد المجاري في حوض وادي ساسو تتناقص مع زيادة الرتبة (شكل 9)، وهذا يتماشى مع قانون (Horton 1945) الأول المتعلق بأعداد المجاري.

شكل (9) الرتب النهرية في حوض وادي ساسو.



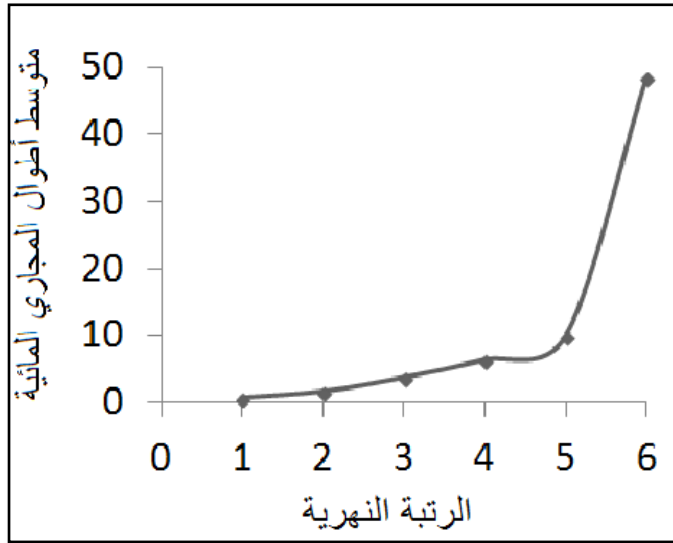
## 2 . أطوال المجاري المائية ( $L_{ii}$ )، ومتوسط أطوالها Mean stream length ( $L_{sm}$ ):

يقصد بطول المجاري المائية مجموع أطوال المجاري المائية . كم . على مستوى الحوض، إضافة إلى أطوال هذه المجاري على مستوى الرتب، ومن الملاحظ في أغلب الأحيان أنّ مجموع أطوال المجاري المائية يقلّ بالانتقال من رتبة نهرية إلى رتبة نهرية أعلى منها<sup>(31)</sup>، أما متغير متوسط طول المجاري المائية . على مستوى الرتب . فهو ذو أهمية كبيرة في تحديد العلاقة بين شبكة المجاري المائية والأسطح التي تتكون عليها، وحسب قانون Horton (1945) الثاني فإن متوسط طول المجاري المائية يزداد مع زيادة الرتبة النهرية، ويشير الانحراف عن هذه القاعدة إلى وجود اختلافات كبيرة في الخصائص الجيولوجية داخل الحوض المائي<sup>(32)</sup>.

ويتبين من (جدول 7) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي ساسو بلغ 1478.484 كم إذ شكّلت أطوال مجاري الرتبة الأولى 47.493%، وشكّلت أطوال مجاري الرتبة الثانية 25.735%، فيما شكّل مجموع أطوال المجاري المائية في كلٍّ من الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، والسادسة نسبة 13.889%، 5.602%، 2.008%، وبلغ 3.270% على التوالي من المجموع الكلي لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض، وبلغ المتوسط العام لطول المجاري المائية في حوض وادي ساسو 1.074 كم، وتراوح متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب ما بين أدناه للرتبة الأولى 0.682 كم، وأعلى للرتبة السادسة 48.356 كم، مما يعني أن متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرتب المتتالية في هذا الحوض يزداد مع زيادة الرتبة (شكل 10) متماشياً بذلك مع قانون (Horton 1945) الثاني، الذي يشير إلى أن متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب يزداد بازدياد الرتبة.

شكل (10) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط أطوال المجاري المائية

في حوض وادي ساسو.



جدول (7) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي ساسو.

م. ر	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية					
1	الرتبة النهرية ( 6 )	(U)	6	5	4	3	2	1
2	عدد المجاري المائية ( المجموع ) ( 1376 )	(N <sub>u</sub> )	1	3	13	55	232	1072
3	طول المجاري المائية (المجموع كم) ( 1478.484 )	(L <sub>u</sub> )	48.356	29.690	82.832	205.347	380.498	731.758
4	متوسط طول المجاري المائية كم ( 1.074 )	(L <sub>sm</sub> )	48.356	9.891	6.371	3.733	1.640	0.682
5	نسبة طول المجاري المائية	(R <sub>L</sub> )	1.628 5/6	0.358 4/5	0.403 3/4	0.539 2/3	0.519 1/2	
6	نسبة التشعب	(R <sub>b</sub> )	3 6/5	4.330 5/4	4.230 4/3	4.218 3/2	4.620 2/1	

### 3. نسبة طول المجاري المائية (R<sub>L</sub>) : Stream length ratio

ويُوضّح هذا المتغير مدى تأثير العوامل الجيولوجية على تطوّر الشبكة المائية في الحوض، ويُستدلّ من خلاله على المرحلة التي يمرّ بها الحوض المائي من الدورة الحثّية المائية، وفقاً لقانون (Horton 1945) فإنّ نسبة طول المجاري المائية هي النسبة بين أطوال المجاري في رُتبتين مُتتاليتين، أي النسبة بين أطوال المجاري المائية في رُتبة ما، وأطوال المجاري المائية في الرتبة الأدنى منها مباشرة.

ومن خلال (جدول7)، يتضح أن هناك تباين في نسبة طول المجاري المائية بين الرتب النهرية في حوض وادي ساسو، إذ تراوحت نسبة طول المجاري المائية في هذا الحوض ما بين 0.358 . 1.628، ويرجع هذا الاختلاف والتباين في نسبة طول المجاري المائية فيما بين الرتب إلى اختلاف درجة انحدار سطح هذه الحوض من منطقة إلى أخرى، واختلاف تضاريسه، ومرحلة الشباب التي يمر بها من دورته الحثّية .

**4 . نسبة التشعب (R<sub>b</sub>) : Bifurcation ratio**

يقصد بنسبة التشعب النسبة بين عدد المجاري المائية في رتبة معينة، وعدد المجاري المائية في الرتبة الأعلى منها مباشرة، وتدل نسبة التشعب على مدى الاندماج، والاختصار الذي تخضع له المجاري المائية مع زيادة رتبها (Horton, 1945). وجاءت أهمية نسبة التشعب في الدراسات المورفومترية للأحواض المائية كونها تتحكم في حجم التصريف المائي في الحوض، إضافة إلى كونها مؤشراً على خطر التعرض للفيضان، فكلما زادت نسبة التشعب زاد خطر التعرض للفيضان، والعكس صحيح، ومن خلال (الجدول 7) يتضح أنه ليس هناك اختلاف كبير في قيم نسبة التشعب ما بين رتبة وأخرى في حوض وادي ساسو، إذ تراوحت هذه النسبة ما بين 3.00 . 4.620 ، مما يدل على التجانس المناخي في هذا الحوض؛ أي تقارب معدلات الأمطار فيه من مكان إلى آخر، إضافة إلى تجانس الحوض جيولوجياً (شكل 2).

**5 . معدل نسبة التشعب (R<sub>bm</sub>) : Mean bifurcation ratio**

استخدم (Strahler 1957) هذا المتغير لضمان تمثيل نسبة التشعب في الحوض المائي أفضل تمثيل، وتحديد مدى تأثير الخصائص الجيولوجية على تطور شبكة المجاري المائية في الأحواض المائية، ويتم الحصول على معدل نسبة التشعب عن طريق جمع عدد المجاري المائية لكل رتبتين متتاليتين، ثم ضرب الناتج في نسبة التشعب الممثلة لتلك الرتبتين المتتاليتين<sup>(33)</sup>.

ويتضح من (الجدول 4) أن معدل نسبة التشعب بلغ في حوض وادي ساسو 4.528، وهو معدل قريب من نسبة التشعب ما بين الرتبة والرتبة التي تليها في هذه الحوض، وتدل هذه القيمة على عظم تأثير هذه الحوض، وأنماط التصريف وشبكة المجاري المائية فيه بخصائصه الجيولوجية.

**6 . كثافة التصريف (D<sub>d</sub>) : Drainage density**

تعني كثافة التصريف النسبة بين إجمالي أطوال المجاري المائية في حوض ما، ومساحة هذا الحوض، على أن تكون وحدة القياس متجانسة، وهي تعكس التوازن القائم بين قوى الحث ومقاومة الصخور لهذه القوى<sup>(34)</sup>، وتتأثر كثافة التصريف في الحوض بعدد من العوامل مثل

العوامل الجيولوجية (نوع الصخور، ونفاذيتها) والبنية الجيولوجية، والعوامل المناخية (كمية الأمطار)، إضافة إلى الغطاء النباتي، ونفاذية التربة (35).

وبلغت كثافة التصريف في حوض وادي ساسو 1.624 كم<sup>2</sup>/كم<sup>4</sup> (جدول 4)، وهي قيمة منخفضة بناءً على تصنيف (Morisawa, 1968) لمستويات كثافة التصريف في الأحواض المائية، ويرجع انخفاض قيمة كثافة التصريف في هذا الحوض إلى ارتفاع معدلات تسرب المياه نحو الباطن؛ نتيجة لسيادة الصخور ذات النفاذية العالية في هذا الحوض مثل الصخور الجيرية، وتكوينات عصر الهولوسين، التي تُغطّي 27.140%، و 70.150% على التوالي من إجمالي مساحة حوض وادي ساسو (جدول 1).

### 7. التكرار النهري ( $F_s$ ) Stream frequency

يهتم هذا المتغير بتحديد عدد المجاري المائية في كلّ كم<sup>2</sup> من مساحة الحوض، بغض النظر عن طول تلك المجاري، وعرف التكرار النهري على أنه النسبة بين عدد المجاري المائية في حوض ما، ومساحة هذا الحوض، حيث تتأثر قيم التكرار النهري بمساحة الحوض وخصائصه الصخرية، والتضاريسية، وكثافة الغطاء النباتي، ويُستفاد من تحديد قيم التكرار النهري في تقدير حجم التصريف المائي، ونمط التصريف، وتحديد مدى تقطّع أو تتحدّد سطح الحوض بالمجاري المائية (Horton, 1932)، وبلغت قيمة التكرار النهري في حوض وادي ساسو 1.528 مجرى/كم<sup>2</sup>، (جدول 4)، وهي قيمة متدنية نتجت من نفس الأسباب التي عملت على انخفاض قيمة كثافة التصريف في هذه الحوض، كما أكدت هذه القيمة على العلاقة الطردية ما بين كثافة التصريف، والتكرار النهري، فكلما زادت قيمة إحداها زادت قيمة الأخرى، والعكس صحيح.

### 8. طول الجريان الصفاحي ( $L_o$ ) Length of over landflow

استخدم Horton (1945) هذا المتغير الذي حدّد قيمته بنصف قيمة كثافة التصريف ( $Dd$ )، للإشارة إلى طول المسافة التي تقطعها المياه على سطح الأرض عقب سقوط الأمطار قبل أن تتجمّع هذه المياه في المجاري أو القنوات المائية، ويتأثر هذا المتغير حسب رأي Schumm (1956) بالعديد من الخصائص الطبيعية للحوض المائي مثل نوع الصخور، ودرجة نفاذية التربة، ومعدّل سقوط الأمطار، والغطاء النباتي، والتضاريس.

ويتبين من (جدول 4) أن طول الجريان الصفائحي في حوض وادي ساسو بلغ 0.812 كم (جدول 4)، وهي قيمة متدنية تدل على انخفاض مُعدل الجريان الصفائحي (ألا قنوي) في هذه الحوض، وتعكس مدى تأثر شبكات التصريف بالخصائص الطبيعية للحوض .

### 9. شدة التصريف : $(D_i)$ Drainage intensity

وُضع هذا المتغير من قبل فانيران (1968) Faniran ويتم تحديد شدة الصرف من خلال قسمة تكرار المجاري المائية أو التكرار النهري على كثافة التصريف، وتدل القيم المنخفضة لهذا المتغير على أن عمليات التعرية المائية ذات تأثيرٍ ضعيفٍ على سطح الحوض، كما تدل على انخفاض قيم كل من كثافة التصريف، والتكرار النهري، مما يعمل على بُطء الجريان السطحي للمياه في الحوض<sup>(36)</sup>، ويتضح من (جدول 4) أن قيمة شدة التصريف في حوض وادي ساسو بلغت 0.940 (جدول 4)، وهي قيمة منخفضة؛ جاءت بسبب انخفاض قيمة كثافة التصريف  $(D_d)$ ، وقيمة التكرار النهري  $(F_s)$  في هذا الحوض.

رابعاً: النتائج والتوصيات.

### 1.4. النتائج:

1. أظهرت الدراسة عظم أثر الخصائص الطبيعية لحوض وادي ساسو الجيولوجية، والمناخية، والتربة، والغطاء النباتي في خصائصه المورفومترية عامة و خصائص الشبكة المائية لهذه الحوض خاصة ويظهر ذلك من خلال الآتي :

1. تدني قيمة كثافة التصريف في حوض وادي ساسو 1.624 كم<sup>2</sup>/كم<sup>2</sup> .
2. تدني قيمة التكرار النهري في حوض وادي ساسو 1.528 مجرى/كم<sup>2</sup> .
3. انخفاض قيمة الجريان الصفائحي في حوض وادي ساسو 0.812 كم .
4. انخفاض قيمة شدة التصريف في حوض وادي ساسو، بسبب انخفاض قيمة كثافة التصريف، وقيمة التكرار النهري.
5. تبين من الدراسة أن حوض وادي ساسو حوض مستطيل الشكل ممتد مما يزيد من الوقت اللازم للوصول لقمة الجريان ويقلل من خطر التعرض للفيضانات.
6. أظهرت قيمة متغير التكامل الميسومتري لحوض وادي ساسو أن هذا الحوض في مرحلة الشباب من دورته الحثية إذ بلغت قيمته 72.91% .

4. أظهرت الدراسة أن العلاقة بين الرتب النهريّة، وعدد المجاري المائية علاقة عكسية في حوض وادي ساسو، وهذا يتفق مع قانون (Horten 1945) الأول الذي يشير إلى أن عدد المجاري المائية في الرتب المتتالية يُشكل متوالية هندسية عكسية.
5. أظهرت الدراسة أن العلاقة بين الرتب النهريّة، ومتوسط طول المجاري المائية علاقة طردية في حوض وادي ساسو، وهذا يتماشى مع القانون الثاني لـ (Horten 1945) الذي يشير إلى أن متوسط طول المجاري المائية للرتب المتتالية يشكل متوالية هندسية.
6. توصلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية والمورفومترية لحوض وادي ساسو، باستخدام تقنية نُظُم المعلومات الجغرافية.

#### 4. 2. التوصيات:

1. إجراء دراسات تطبيقية مماثلة لكل الأحواض المائية في ليبيا، باستخدام تقنية نُظُم المعلومات الجغرافية، لاستخلاص قاعدة بيانات جغرافية مورفومترية لتلك الأحواض، يُستفاد منها في إدارة مواردها بشكل يتناسب مع إمكاناتها لتحقيق التنمية المستدامة.
2. إجراء دراسات مكتملة لهذه الدراسة لحوض وادي ساسو، وغيرها من الدراسات التي تعتمد على الخصائص المورفومترية للأحواض المائية.
3. العمل على إعداد خرائط للأحواض المائية في ليبيا، باستخدام التقنية الحديثة، مثل نُظُم المعلومات الجغرافية، وغيرها لما تُوفّره هذه التقنية من دقّة في تحديد حدود الأحواض المائية، وشبكات تصريفها، فضلاً عن توفير الوقت، والجهد.

## ملحق (1) معادلات حساب المتغيرات المورفومترية الشكلية.

ت	المتغيرات المورفومترية الشكلية	المعادلات
1	نسبة الاستطالة Elongation ratio ( $R_e$ )	$R_e = 1.128 \sqrt{A} / L_b$ Schumm (1956) حيث إن $R_e$ = نسبة الاستطالة $A$ = مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> ) $L_b$ = طول الحوض (كم) معامل ثابت = 1.128
2	نسبة الاستدارة : Circularity ratio ( $R_c$ )	$R_c = 4 * 3.14 * A / P^2$ Miller(1953), Strahler(1964) حيث إن: $R_c$ = نسبة الاستدارة $A$ = مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> ) ، معامل ثابت = 3.14 $P^2$ = مربع طول محيط الحوض (كم <sup>2</sup> )
3	معامل الشكل : Form factor( $R_f$ )	$R_f = A / L_b^2$ Horton (1945) حيث إن $R_f$ = معامل الشكل $A$ = مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> ) $L_b^2$ = مربع طول الحوض (كم <sup>2</sup> )
4	نسبة التفطح : Lemniscate ratio( $k$ )	$k = L_b^2 / 4 * A$ chorely (1957) حيث إن $k$ = نسبة التفطح $L_b^2$ = مربع طول الحوض (كم <sup>2</sup> ) معامل ثابت = 4 $A$ = مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> )



ملحق (2) معادلات حساب المتغيرات المورفومترية التضاريسية.

ت	المتغيرات المورفومترية التضاريسية	المعادلات
1	تضرس الحوض : Basin Relief( $B_h$ )	$B_h = H - h$ Schumm (1963) حيث إن $B_h$ = تضرس الحوض (م). $H$ = أعلى ارتفاع في الحوض. $h$ = أدنى ارتفاع في الحوض.
2	نسبة التضرس: Relief ratio( $R_r$ )	$R_r = H / L_b$ Schumm (1963) حيث إن $R_r$ = نسبة التضرس $H$ = تضرس الحوض (م) (الفرق بين أعلى ارتفاع وأقل ارتفاع في الحوض) $L_b$ = طول الحوض (كم).
3	درجة الوعورة: Ruggedness umber( $R_n$ )	$R_n = D_d^*(H/1000)$ Strahler (1957) حيث إن $R_n$ = درجة الوعورة. $D_d$ = كثافة التصريف. $H$ = الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (تضرس الحوض). 1000 = معامل ثابت.
4	نسيج الحوض: Drainage Texture( $D_t$ )	$D_t = N_u / P$ Schumm (1956) حيث إن $D_t$ = نسيج الحوض. $N_u$ = إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض. $P$ = محيط الحوض (كم).
5	مؤشر التآكل أو التعمق الرأسى: Dissection index( $D_{Is}$ )	$D_{Is} = B_h / AR$ (Singh and Dubey (1994) حيث إن $D_{Is}$ = مؤشر التعمق الرأسى: $B_h$ = الفرق بين أعلى ارتفاع وأقل ارتفاع (م) (تضرس الحوض) $AR$ = أعلى ارتفاع في الحوض (م)
6	التكامل الهيسومتري: Hypsometric integral( $H_i$ )	$H_i = (H - h) / (H - h)$ Strahler (1957, 1964) حيث إن $H_i$ = التكامل الهيسومتري $H$ = متوسط الارتفاع. $H$ = أعلى ارتفاع في الحوض. $h$ = أقل ارتفاع في الحوض.

## ملحق (3) معادلات حساب المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية.

ت	المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية	المعادلات
1	متوسط طول المجاري المائية: Mean Stream length ( $L_{sm}$ )	$L_{sm} = L_u / N_u$ Strahler (1964) حيث إن $L_{sm}$ = متوسط طول المجاري المائية (كم). $L_u$ = مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض (كم). $N_u$ = مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض . ( يمكن استخدام نفس المعادلة لاستخراج متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرتب)
2	نسبة طول المجاري المائية: Stream length ratio ( $R_L$ )	$R_L = L_u / L_u - 1$ Horton (1945) حيث إن $R_L$ = نسبة طول المجاري المائية. $L_u$ = طول المجاري المائية في رتبة ما . $L_u - 1$ = طول المجاري المائية في الرتبة الأدنى منها مباشرة
3	نسبة التشعب: Bifurcation ratio ( $R_b$ )	$R_b = N_u / N_{u+1} + 1$ Schumm (1956) حيث إن $R_b$ = نسبة التشعب $N_u$ = عدد المجاري المائية في رتبة ما . $N_{u+1} + 1$ = عدد المجاري المائية في الرتبة التي يليها مباشرة .
4	كثافة التصريف: Drainage density ( $D_d$ )	$D_d = L_u / A$ Horton (1945) حيث إن $D_d$ = كثافة التصريف (كم / كم <sup>2</sup> ) $L_u$ = المجموع الكلي لطول للمجاري المائية في الحوض). $A$ = مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> ).
5	التكرار النهري (تكرار المجاري): Stream frequency ( $F_s$ )	$F_s = N_u / A$ Horton (1932) حيث إن $F_s$ = التكرار النهري . $N_u$ = إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض . $A$ = مساحة الحوض (كم <sup>2</sup> ).
6	شدة التصريف: Drainage intensity ( $D_i$ )	$D_i = F_s / D_d$ Faniran (1968) حيث إن $D_i$ = شدة التصريف $D_d$ = كثافة التصريف، $F_s$ = التكرار النهري
7	طول الجريان الصفايحي: Length of over landflow ( $L_o$ )	$L_o = 1/2 D_d$ Horton (1945) حيث إن $L_o$ = طول الجريان الصفايحي (كم). $1/2 D_d$ = نصف قيمة كثافة التصريف

### الهوامش والتعليقات:

1. عمر محمد عنييه، تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد نظم المعلومات، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن، 2016م، ص 2.
2. طلال مريوش جاري، ضياء الدين عبدالحسين، مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية التربية واسط، العدد 10، 2011م، ص ص 329 - 346 .
3. ناديا يخلف أبوالشواشي، تقييم الأراضي الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن، 2012م.
4. يحيى محمود أبوحصيرة، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء . فلسطين، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين، 2013م.
- 5 -Yahya Farhan, et al, Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Kerak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS, Journal of Water Resource and Protection, 2015, 7, P456 - 476.
- 6 . مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة الخمس، الكتيب التفسيري، 1975م، ص ص 5- 6.
7. المرجع السابق، ص 8.
8. مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة مصراتة، الكتيب التفسيري، 1975م، ص 4 .
9. المرجع السابق، ص ص 5 - 6.
- 10 . خريطة المتوسط السنوي لسقوط الأمطار، الاطلس الوطني لليبيا، أمانة التخطيط، مصلحة المساحة، 1978م، ص 54.
- 11 . خريطة التربة، الاطلس الوطني لليبيا، أمانة التخطيط، مصلحة المساحة، 1978م، ص 49.
12. المرجع السابق، ص 50.
13. المرجع نفسه، ص 50.
14. خالد رمضان بن محمود، الترب الليبية، الهيئة الليبية للبحث العلمي، طرابلس، 1995م، ص 191.
- 15 . حسن رمضان سلامة، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية الأردنية، دراسات، مجلة العلوم الإنسانية، المجلد 7، العدد 1، الجامعة الأردنية، 1980م، ص ص 97 - 132.
- 16 . غزوان سلوم، حوض وادي قنديل دراسة مورفومترية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد الأول، 2012م، ص 400.
- 17 . عمر محمد عنييه، مرجع سابق، ص 61.
- 18 - Vibhu Nayar , Kavitha Natarajan, Quantitative Morphometric analysis of Kosasthalaiyar sub basin (Chennai basin) using remote

sensing (SRTM) data and GIS techniques, International Journal of Geomatics And Geosciences Volume 4, No 1, 2013,P 94.

19- غزوان سلوم، مرجع سابق، ص 403 .404.

20 - Khadri,S,F,R.and Dhamankar, A,A. Morphometric Analysis of Bordi River Basin, Akola District Maharashtra, India Using Remote Sensing and GIS Techniques, International Journal of pure and applied research in engineering and technology, Volume 1, 9,P9,2013.

21 - حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، 2004م، ص 178 - 179.

22- Hamed Hassan Abdull, H,H.(2011). Morphometric parameters study for the lower part of Lesser Zap using GIS technique. Diyala Journal for Pure Sciences, Volume 7, No 2,2010, P 136.

23- Sethupathi A S, et al, Prioritization of mini watersheds based on Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur – Mathur subwatersheds, Ponnaiyar River basin, India, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 2, No 2,2011,P 409.

24- Chorley, R.J, et al, A new standard for estimating drainage basin shape, Amer, Jour, Sci, 255, 1957, P138-141.

25-- Sethupathi A S, et al, Previous reference, P407.

26- Kuldeep Pareta, and Upasana Pareta, Integrated watershed modeling and characterization using GIS and remote sensing techniques, Indian Journal of Engineering, Volume 1, Number1, November,2012,P85.

27- عمر محمد عتيبه، مرجع سابق، ص 64 .

28- A,S, Jasrotia, et al, Morphometric analysis and hydrogeomorphology for delineating groundwater potential zones of Western Doon Valley, Uttarakhand, India, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 2, No 4,2012,P1092.

29- Khadri,S,F,R.and Dhamankar, A,A. Previous reference, P14.

30 - Ramu. and Mahalingam B, Hypsometric Properties Of Drainage Basins In Karnataka Using Geographical Information System, New York Science Journal,5,(12), . (2012), P157

31- Lakshamma, et al, metric analysis of Gundal watershed, Gundlupet taluk, Chamarajanagar district, Karnataka, India, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 1, No 4,2011,p 764.

32- A,S, Jasrotia, et al, Previous reference, P1089-1090.

33-,Gursewak Singh Brar, Morphometric Analysis of Siswan Drainage Basin, Punjab (India) using Geographical Information System, International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) Volume 3, No 5,2014, P 15.

- 34- Koshak,N. Dawod,G, A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 2, No 2,2011p 550.
- 35- Kuldeep Pareta, and Upasana Pareta, Previous reference, P85.
- 36- KHADRI S,F,R, DHAMANKAR, A,A. Previous reference, P11.

## المصادر والمراجع:

- 1- أبوحصيرة، يحيى محمود، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء، فلسطين، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلامية غزة، 2013م.
- 2- أبوالشواشي، ناديا يخلف، تقييم الأراضي الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، الاردن 2012م.
- 3 - بن محمود، خالد رمضان، الترب اللبسية، الهيئة الليبية للبحث العلمي، طرابلس، 1995م.
- 4 - جاري، طلال، وعبدالحسين، ضياء الدين، مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية التربية واسط، العدد 10، 2010م.
- 5 - سلامة، حسن رمضان، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية الأردنية، دراسات، مجلة العلوم الإنسانية، المجلد 7، العدد 1، الجامعة الأردنية، 1980م.
- 6- حسن رمضان، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، 2004م.
- 7- سلوم، غزوان، حوض وادي قنديل دراسة مورفومترية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد الأول، 2012م.
- 8 . عنييه، عمر احمد، تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، 2016م.
9. مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة مصرارة، لوحة الخمس، الكتيب التفسيري، 1975م.
10. مصلحة المساحة، أمانة التخطيط، خريطة التربة، 1978م.

- 11- Abdull, H.H.(2011). Morphometric parameters study for the lower part of Lesser Zap using GIS technique. Diyala Journal for Pure Sciences, Volume 7, No 2, P 127-155.2011.
- 12- Aldarraji, Saad, A, Simplify Equation to Calculate Elongation River Basin Proposed by Schumm (1956), AL-USTATH No 02, Volume 2, P1-10, 2013.
- 13- Brar, G, S. Morphometric Analysis of Siswan Drainage Basin, Punjab (India) using Geographical Information System, International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) Volume 3, No 5, P 11- 16, 2014.
- 14- Chorley, R.J. E, G, Donald Malm. and H, A, Pogorzelski. A new standard for estimating drainage basin shape, Amer, Jour, Sci, 255, P138-141, 1957.
- 15 - Faniran, A. The Index of Drainage Intensity - A Provisional New Drainage Factor, Australian Journal of Science, 31, p 328-330, 1968.
- 16- Farhan, Yahya. Anbar Ali. Enaba Omar. and Nisrin, Al-Shaikh, Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Kerak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS, Journal of Water Resource and Protection, 7, 2015, P456-476.
- 17- Horton, R.E. Drainage basin characteristics, Trans, Amer, Geophys, Union, 13, P 350-361, 1932.
- 18- Horton, R.E. Erosional development of stream & their drainage basin, Hydrogeological approach to quantitative morphology, Bull, Geol, Societ, Am 56, P 275-370, 1945.
- 19- Jasrotia, A, S. Kumar, Ajay. and Mohd, Aasim. Morphometric analysis and hydrogeomorphology for delineating groundwater potential zones of Western Doon Valley, Uttarakhand, India, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 2, No 4, p1078-1096, 2012.
- 20- Khadri, S, F, R. and Dhamankar, A, A. Morphometric Analysis of Bordi River Basin, Akola District Maharashtra, India Using Remote Sensing and GIS Techniques, International Journal of pure and applied research in engineering and technology, Volume 1, 9, p1-21, 2013.
- 21- Koshak, N. Dawod, G. A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 2, No 2, p 544-554, 2011.
- 22- Lakshamma. Nagaraju. D. Mahadevaswamy, G. Siddalingamurthy, S. Manjunatha. S. metric analysis of Gundal watershed, Gundlupet taluk, Chamarajanagar district, Karnataka, India, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 1, No 4, p 758-775, 2011.

- 23- Miller, V. A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee, Project NR 389-402, Technical Report 3, Columbia University, Department of Geology, ONR, New York,1953.
- 24- Morisawa, M . Stream, their Dynamic and Morphology, Mc Grow – Hill, New York,1968.
- 25 - Nayar Vibhu, Natarajan Kavitha, Quantitative Morphometric analysis of Kosasthalaiyar sub basin (Chennai basin) using remote sensing (SRTM) data and GIS techniques, International Journal of Geomatics And Geosciences Volume 4, No 1,P 89-102,2013.
- 26- Pareta, Kuldeep.and Pareta, Upasana. Integrated watershed modeling and characterization using GIS and remote sensing techniques, Indian Journal of Engineering, Volume 1, Number1, November,2012.
- 27- Ramu. and Mahalingam, B.Hypsometric Properties Of Drainage Basins In Karnataka Using Geographical Information System, New York Science Journal,5,(12), p56-58,2012.
- 28- Schumm, S.A.Evolution of drainage system and slope in badlands of Perth Amboy, New Jersey, Bull,Geol,Soc,Am, 28,N5,1956.
- 29- Schumm, S,A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains, Geol, Soc, Amer, Bull, 74, p 1089-1100,1963 .
- 30 - Sethupathi A,S. Lakshmi, N, C. Vasanthamohan V.and Mohan, S,P. Prioritization of mini watersheds based on Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur – Mathur subwatersheds, Ponnaiyar River basin, India, International Journal of Geomatics And Geosciences,Volume2,No 2,P403-414,2011.
- 31- Smith. Standards for grading textures of Erosional topography, Am, Jour, Sc, 248, p 655- 668,1950.
- 32- Strahler, A,N.Quantitative Slope Analysis, Bulletin of the Geological Society of America, 67, p 571-596,1956.
- 33- Strahler, A,N. Quantitative analysis of watershed geomorphology, Trans, Am, Geophys, Union, 38, p 913-920,1957.
- 34- Strahler, A,N. dementional analysis of erosional topography, Bull, Geol,Amer,Vol,63,1958.
- 35- Strahler AN.Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network. In: VT Chow (ed), Handbook of applied hydrology McGraw Hill, New York,p436-476,1964.