التحليل المورفومترى لشبكة التصريف السطحى للمنطقة المحصورة بين الحنية وسوسة بمنطقة الجبل الأخضر ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د / عبير على فرغلى

مدرس الجيومورفولوجى بالمعهد العالى للدراسات الادبية كينج مريوط

د/ محمد عبد الحميد أمين

دكتوراه فى الجغرافيا الطبيعية

ملخص

تُعد الدراسات المورفومترية إحدى أهم الدراسات التطبيقية فى تحليل الخصائص الهيدروجيمورفومتريةللأحواض المائية، حيث هدفت الدراسة إلى بناء قاعدة معلومات رقمية للخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائى لمجموعة من أحواض التصريف الموجودة فى القسم الشمالى الشرقى من ليبيا بمنطقة الجبل الأخضر والمتددة من الحنيه فى منطقة سوسه شرقاً .

واعتمدت الدراسة على حساب وتحليل المتغيرات التضاريسية والمورفومترية مباشرة من بيانات نموذج الارتفاع الرقمى Digital Elevation Model باستخدام تطبيقات التحليل المكانى المتوفرة فى برنامج Arc Gis 10.7 كما اعتمدت الدراسة على طريقة اشتريلر فى تحديد الترتيب الهرمى لمجارى شبكات التصريف .

وقد يظهر التحليل المورفومترى تباين الخصائص الشكلية والتضاريسية وشبكات التصريف بأحواض منطقة الدراسة التى هيئت التصنيف احتمالية ودرجات خطورة الجريان السيلى الذى يهدد النشاط البشرى واستخدامات الأض بمنطقة الدراسة .

وقد اقترح الباحثان بعض التوصيات للاستفادة منها فى الخطط التنموية منها ضرورة الاعتماد على الخصائص المورفومترية للوصول إلى مدلولات هيدرولوجية فى ظل غياب محطات القياس الهيدرومترى والاستفادة من السيول لسد احتياجات السكان وخاصة فى ظل النقص الحاد فى الموارد المائية

الكلمات الافتتاحية :
التحليل المورفومترى ، الخصائص الهيدرولوجية ، الأخطار الهيدروجيمورفومترية .

مقدمة

تعد القياسات المورفومترية أحد أهم التطبيقات التي بدأت تأخذ مكاناً هاماً في الدراسات والبحوث الجيومورفولوجية ، وتحل محل وسائل الأساليب الوصفية التقليدية ، وخاصة فيما يتعلق بشبكات التصريف السطحي ، والتي تعكس ظروف ما يؤثر في تشكيلها من عوامل المناخ والتضاريس والتركيب الليثولوجي وغطاءات التربة والنباتات ، ودراسة شبكة التصريف بمظهرها الطبوغرافي الخطي ، والتي تقوم بنقل المياه السطحية من منابعها إلى مصباتها ، ذات أهمية في تحليل الضغوط والمؤثرات على موارد المياه بمنطقة الدراسة ، حيث تسعى الدولة إلى الاستفادة من تلك الموارد واستخدامها الاستخدام الأمثل.

وأصبحت الدراسات المورفومترية وخاصة دراسة الأحواض التصريفية موضع اهتمام عالمي تعكسه الأبحاث الجيومورفولوجية المعاصرة ، كأسلوب استقرائي استدلالي مبني على قياس الأبعاد في المستوى الأفقي (طول الحوض – محيط الحوض – عرض الحوض – طول المجرى المائي – تصنيف شبكة المجاري المائية في رتب يمكن تنظيمها في سلسلة متكاملة ، وحصر عدد المجاري في كل رتبة) وعلى قياس الأبعاد في المستوى الرأسي (المنسوب) وعلى قياسات غير محددة بأبعاد هي أما زوايا أو نسب أو علاقات تُستنتج من القياسات السابقة.

وتعد العوامل الهيدرولوجية نتاجا للخصائص المورفومترية و الظروف المناخية والتى تؤثر على الجريان السيلى ، ويعود سبب السيول إلى تفاعل جملة من العوامل الطبيعية منها كثافة شبكة التصريف وضيق المجارى المائية وشدة انحدارها ،سرعة الجريان . ويمكن تحليل شبكات التصريف المائى مورفومترياً الوقوف على العوامل المسئولة على الجريان السيلى وتحديد درجات الخطورة وتوقع حجم الأضرار لاتخاذ الإجراءات اللازمة

موضوع الدراسة وأهميته:

يقدم التحليل المورفومتري كثيراً من المعطيات الكمية المتعلقة بأحواض التصريف ومؤشراً هاماً للخصائص الهيدرولوجية ، ونظراً للارتباط الكبير بين الخصائص المورفومترية والخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية فإن دقة التحليل المورفومتري تساعد كثيراً في استقصاء العديد من البيانات الجيومورهيدرولوجية . ويمكن باستخدام التقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الحصول على قياسات أكثر دقة عن أحواض التصريف

وتُعد منطقة الشمال الشرقى من ليبيا بمنطقة الجبل الأخضر أحد المناطق التي تتعرض دوماً للأخطار الجيومورفولوجية المتمثلة في السيول وحركة المواد على

المنحدرات وما ينجم عن ذلك من تدمير المنشآت العمرانية والسياحية والحيوية بالمنطقة، وتخريب لمظاهر استخدام الأرض المختلفة ، ويأتي ذلك في ظل غياب التخطيط الدقيق لاختيار مواقع المدن والقرى الجديدة، وهذا من شأنه أضاف بعداً آخر للأخطار التي تنشأ بفعل تواجد الإنسان في المكان.

الدراسات السابقة:

١- ففي دراسة للصالح ١٩٩٩، بعنوان استخدام صور الماسح الموضوعى المحسنة والخرائط الطبوغرافية للتحليل المورفومترى لوادى عنان ووادى مزيعة بوسط المملكة العربية السعودية ، حيث استخدم الباحث مرئيات محسنة لاستخلاص شبكة المجاري المائية ومقارنة ذلك بشبكة المجاري المستخلصة من الخرائط الطبوغرافية ،فلاحظ أن عدد المجاري المائية التي أظهرتها المرئية المحسنة لم تظهرها الخرائط الطبوغرافية.

٢- وفي دراسة لأحمد مصطفى سنة ٢٠٠٠ ،بعنوان الخريطة الطبوغرافية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠ ومرئيات الماسح الموضوعي المحسنة في التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي السطحي ، دراسة مقارنة بالتطبيق على حوض وادي المليحة وحوض وادي يحمد بجنوب شبه جزيرة سيناء . و توصل إلى وجود فروق جوهرية بين نتائج التحليل المورفومتري المعتمد على الخرائط الطبوغرافية والمعتمدة على الصور الفضائية المحسنة ، حيث أظهرت المرئيات المحسنة عدد من المجاري لم تظهرها الخرائط الطبوغرافية.

٣-وفي دراسة للغامدي سنة ٢٠٠٤، بعنوان استخلاص شبكة التصريف باستعمال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية ، دراسة على منطقة جبال نعمان خلص إلى أن المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية تمكن

من استخلاص شبكات التصريف السطحي للمياه بدرجة صحة ومصداقية أفضل من الطرق التقليدية.

٤ – منعم على حسن العزاوى ٢٠١٩ ، بعنوان التحليل المورفومترى لحوض وادى أم خشاف جنوب غرب العراق دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، حيث هدفت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات كمية تمكن من التصرف على الخصائص المورفومترية للحوض.

ويتناول موضوع الدراسة التحليل المورفومتري لمنطقة الدراسة ومدلولاتها الهيدرولوجية، فشبكة التصريف السطحي مظهر جيومورفولوجي يعكس ظروف مايؤثر في تشكيلها من عوامل مناخية وتضاريسية وتركيب صخري تتركز فيها مياه الجريان السطحي ، ودراستها ذات أهمية في تحليل الضغوط والمؤثرات على موارد المياه التي تنقلها الشبكة من منابعها إلى مصابها .

ومن هنا فإن هذه الدراسة سوف تقدم نموذجاً تطبيقياً لنظم المعلومات والاستشعار عن بعد في بناء قاعدة بيانات لأحواض التصريف ، مما يجعلها تسهم مع غيرها من الدراسات في توضيح أهمية التقنيات الحديثة في الدراسات المائية .

أهداف الدراسة :

يعد التفسير الوصفي للأحواض التصريفية غير كاف للوقوف على نشأة وتطور هذه الأحواض، ولذا لابد من اللجوء إلى الدراسات الكمية المورفومترية التي تتطلب أساليب تُمكن من استخلاص خصائص شكل الشبكة في صورة عددية ، وبناء قاعدة بيانات هيدرولوجية تفصيلية للجريان السطحي .

ويعد الجريان السطحي أحد أهم عناصر الموازنة المائية لأنه المصدر المغذي لمياه الأنهار والبحيرات والروافد المائية والخزانات الجوفية ، ولذلك لا تقتصر الدراسة على

توفير مصدر المياه بل تهدف إلى تقويم مستوى خطر الفيضانات التي تعجز قنوات مجاري الأودية وروافدها عن استيعاب المياه المتجمعة بعد سقوط الأمطار وتدفقها وفق انحدارات مجاري الأودية مسببة الكثير من الدمار، ومن هنا جاءت الدراسة لتحقيق مجموعة من الأهداف للوصول إلى الهدف الرئيسي:

١- تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية.

٢- دراسة العلاقة بين جميع المتغيرات للأحواض بما يخدم فهم هيدرولوجيتها .

٣- تحديد المخاطر السيلية ومناطق تجمع السيول والتي تدخل ضمن الدراسات الأولية المتعلقة بتخطيط إقليم الساحل الشمالى الشرقى من ليبيا بمنطقة الجبل الأخضر وتحديد الموقع الأنسب لإنشاء المشروعات التنموية.

مناهج البحث:

لتحقيق أهداف البحث لجأ الباحثان إلى أكثر من منهج في جمع المعلومات وتصنيفها بهدف الوصول إلى نتائج متميزة وملموسة ، فاتبعت المنهج التاريخي لرصد العواصف المطرية بمنطقة الدراسة وتقدير الجريان السطحي خلالها ، واستخدمت المنهج الاستقرائي بعناصره المختلفة (الوصف، التحليل ، التفسير) القائم على تقنية نظم المعلومات الجغرافية ؛ من خلال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية من أجل تحديد المتغيرات المساهمة في تشكيل الجريان السطحي والخروج بتصورعميق عن العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية المسئولة عن الجريان السطحي داخل الأحواض ، وتحديد الأحواض الأكثر عرضة لخطر الفيضانات ، عبر دراسة الحقائق وتنظيم المعلومات وتصنيفها ثم التعبير عنها كمياً. اعتمدت الدراسة على حساب وتحليل المتغيرات التضاريسية والمورفومترية مباشرة من بيانات نموذج الارتفاع الرقمى Digital Elevation Model باستخدام تطبيقات

التحليل المكانى المتوفرة فى برنامج ARC GIS كما اعتمدت الدراسة على طريقة شتريلر فى تحديد الترتيب الهرمى لشبكات التصريف

أساليب الدراسة:

سعت الدراسات الجيومورفولوجية الحديثة إلى استخدام الوسائل التكنولوجية المتقدمة في الكشف عن الظواهر السطحية واستقصاء الموارد الكامنة بداخلها ، وقد اعتمدت الدراسة على العديد من الوسائل والتقنيات الحديثة لتحقيق الأهداف المرجوة منها ، وقد زادت الحاجة إلى استخدام هذه الوسائل بسبب الانفجار المعلوماتي التي توفرها تلك التقنيات وأهمها :

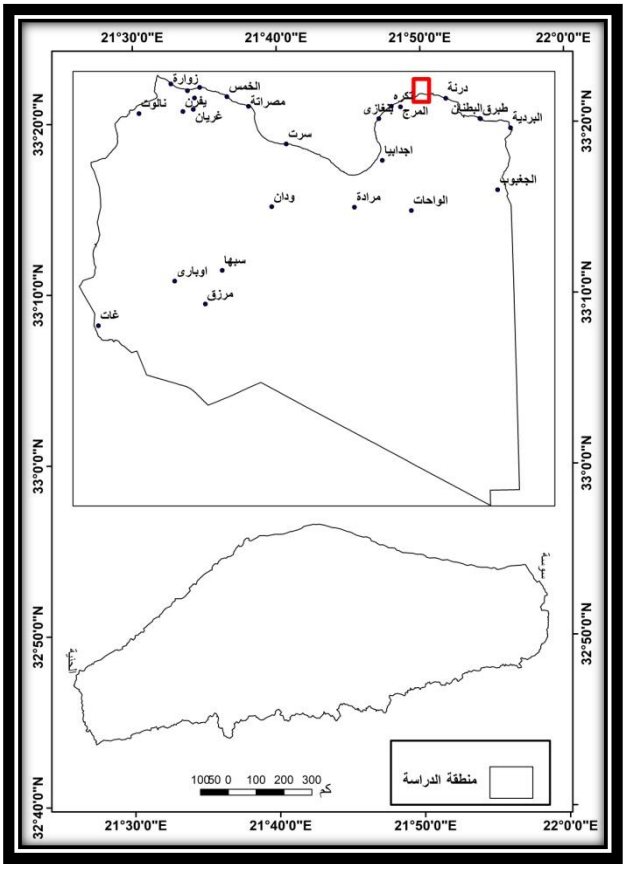
- نظم المعلومات الجغرافية.(ARC MAP 10.7)
- الأسلوب الإحصائي (الكمي).
- الأسلوب الكارتوجرافي.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة فى القسم الشمالى الشرقى من ليبيا بمنطقة الجبل الأخضر، حيث تمتد من الحنية حتى منطقة سوسة شرقًا، وتتماشى حدودها الجنوبية مع خط تقسيم مياه وادى الكوف، ويحدها غربًا وادى الشريف ومن الشرق وادى الرجوع ،وتنحصر بين دائرتى عرض ٣٢´٣٧° ، ٣٢´٥٧° شمالاً وبين خطى طول ٢١´٣٠° ، ٣٠ ״ ٢١´٥٩° شرقًا ، وتبلغ المساحة حوالى ٧٧٨.٩٤ كم٢ بنسبة ٢٣,٦% من جملة مساحة منطقة الجبل الأخضر البالغ مساحتها ٧٨٠٠كم٢ شكل رقم (١)

وتُعد منطقة الدراسة جزء من حوض رسوبى يتكون من صخور جيرية بحرية ؛ أدت حركات الرفع التى انتابت المنطقة إلى اضطراب نظام التصريف بها ، وتتميز

منطقة الدراسة بالانحدارات الشديدة نحو ساحل البحر المتوسط الذى تميز بوجود تجاويف عبارة عن مصبات الأودية الجافة ؛ مما نتج عنه تكوين ما يشبه الفيوردات.

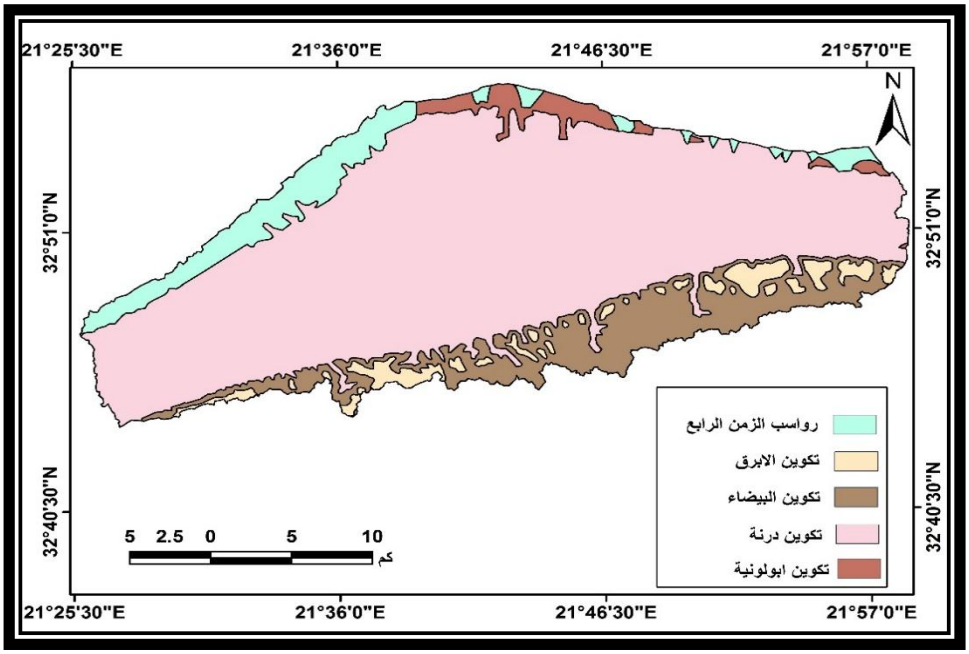


شكل (١) موقع منطقة الدراسة

أولاً : جيولوجية المنطقة

تسود منطقة الدراسة تكوينات جيولوجية مختلفة يرجع أغلبها إلى تكوينات الزمن الجيولوجى الثالث بالإضافة إلى نطاق ضيق من تكوينات الزمن الرابع ، ويرتبط التاريخ الجيولوجى لأحواض أودية الدراسة بالتاريخ الجيولوجى للجبل الأخضر والذى تأثر بالأحداث التكتونية المتباينة وكانت سببًا فى حدوث الصدوع والفواصل. وفيما

يلى وصف لأهم التكوينات الجيولوجية التى تتكشف فى منطقة الدراسة وذلك اعتمادًا على الخريطة الجيولوجية للمنطقة – شكل رقم (٢) –



شكل (٢) جيولوجية منطقة الدراسة

المصدر : من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية لليبيا.

Industrial Researchment : Geological Map of Libya , 1 : 250000 , sheet Albayd, (1974) P.34-150.

تكوينات الزمن الثالث:

تنتشر تكوينات الزمن الثالث فى مساحة كبيرة من منطقة الدراسة ، وتدل حفريات الفورامنيفرا الهائمة التى تحتويها على أنها ترسبت فى بيئة بحرية عميقة وتستقر تكوينات الزمن الثالث فى وضع غير متوافق مع الطبقات الصخرية التى تسبقها فى الترسيب ، وتغطى تكوينات الزمن الثالث أغلب منطقة الدراسة خاصة تكوين أبولونيا

وسوسة اللذان يغطيان مساحة كبيرة من التكوينات الصخرية المنكشفة بأحواض الأودية. **ويمكن إيجاز أهم التكوينات التابعة للزمن الثالث فى العصور التالية:-**

١-١- تكوينات الأيوسين :-

تنقسم تكوينات هذا العصر إلى وحدتين صخريتين هما :

١-١-١- تكوينات أبولونيا :

تبلغ مساحة تكوينات أبولونيا بمنطقة الدراسة ١٩.٨٤ كم ٢ يتألف هذا التكوين من حجر جيرى بنى مائل إلى البياض ، دقيق الحبيبات يحتوى على درنات وعدسات من الصوان ذات لون بنى إلى رصاصى. طبقاته متوسطة السمك حيث يبلغ أقصى سمك لهذا التكوين حوالى ٣٠٠ متر جنوب سوسة ويتناقص تدريجيًا حتى يختفى تمامًا فى المناطق الداخلية من الجبل [١]. كما توجد طبقات من الطفل والصلصال ذات اللون الرمادى، هذه التكوينات تعتبر الأقدم فى منطقة الدراسة.

١-١-٢- تكوين درنة:

يتألف هذا التكوين من حجر جيرى دقيق الحبيبات إلى متوسط مائل إلى البياض أو الصفرة ذو طبقات سميكة ، حيث يصل أكبر سمك لهذا التكوين ٢٧٠ متر جنوب وادى الكوفة ويقل سمكه بالتدريج بالاتجاه صوب البحر، ويوجد سطح انفصال واضح بين تكوين درنة وتكوين البيضاء الذى يقع فوقه. حيث تبلغ مساحة تكوين درنة حوالى ٥٣٨.٣٦ كم ٢ بنسبة ٦٩.١% من مساحة منطقة الدراسة.

---

(1) Industrial Researchment: Geological Map of Libya, 1 : 250000 ,sheet Albayd,(1974) P.34-150

وتقلل الرواسب والمفتتات الرملية والصخور الجيرية من كثافة التصريف ، ويُعد هذا العامل مهم فى تحديد الجريان السطحى الذى يزيد بزيادة كثافة التصريف ومن ثم زيادة كمية المياه المنصرفة وسرعتها مما يتسبب فى إحداث جريان سطحى كارثي

ويرى الباحثان أن تكوين درنة ترسب فى بيئة شاطئية أثناء انحسار البحر ويدل على ذلك انتشار أحافير الفورامنيفرا وتناقص سمك التكوين بالاتجاه صوب البحر.

١-٢- تكوينات الأوليجوسين :

تتألف صخوره من رواسب رملية وحصوية ومارل وكوارتز، وتتألف من ثلاث وحدات صخرية تبلغ مساحتها حوالى ١٢٣,٢٣ كم٢ بنسبة ١٥,٨٢% من مساحة المنطقة ، وتتمثل وحداته الصخرية فيما يلى :

١-٢-١- تكوين البيضاء :

يغطى هذا التكوين مساحة تصل إلى حوالى ٩٤.٨٥ كم^{٢} من المنطقة وبنسبة تقدر بنحو ١٢.٢% ويتضمن تكوين البيضاء عضو شحات المارلى وعضو الحجر الجيرى الطحلبى، ويتكون عضو الشحات من مارل مصفر إلى رمادى وحجر جيرى مارلى مع تداخلات من الحجر الجيرى ذى الحبيبات الدقيقة، ويختلف سمكه من منطقة لأخرى حيث يتراوح بين (٢٠-٣٠متر).

بينما يتألف عضو الحجر الجيرى الطحلبى من حجر جيرى مصفر إلى أبيض مع وجود الطحالب متوسطة الحبيبات ، يتراوح سمكه بين (٢٠ -٤٠متر) والذى يرتكز فى وضع متوافق مع عضو الشحات المارلى ، أما حده العلوى فيتلامس مع الطبقات الصخرية لتكوين الأبرق التى ترتكز فوقه فى وضع غير متوافق.

١-٢-٢- تكوين الأبرق:

يتألف هذا التكوين من حجر جيرى (كالكارنيت والكلسيوتيت) إلى حجر جيرى دولوميتى والدولوميت والمارل الأخضر ويتراوح سمكه ما بين (٤٠ – ٦٠ متر) ، ويغطى هذا التكوين مساحة تُقدر بحوالى ٢٨.٣٨ كم^{٢}وقد ترسب هذا التكوين فى بيئة شاطئية عميقة إلى بحرية ضحلة.

١) رواسب الزمن الرابع:

تُعد معظم إرسابات هذا الزمن إرسابات قارية عدا جزء ضيق يشمل رواسب الأودية والكهوف والمنحدرات وتُعد الإرسابات الفيضية أكثرها انتشارًا ،تبلغ مساحة هذه الرواسب حوالى ٩٧.٥١كم٢وهى تتألف من الغرين والحصى التى ترجع إلى عصر البلايستوسين ، **و** تنقسم رواسب الزمن الرابع إلى :

التلال الرملية ، الرواسب السبخية ، رواسب الأودية ، وتؤثر النفاذية العالية لصخور الزمن الرابع على كميات الجريان السطحى من خلال تعرض جزء كبير من مياه للترشيح

ثانيًا : الخصائص المناخية

تُعد دراسة وتحليل عناصر المناخ ذات أهمية فى الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية لما لها من دور فى تحديد كمية التساقط المطرى وأثرها على التغذية المائية للأحواض التصريفية وتوقع كميات المياه السيلية ومدى إمكانية الاستفادة منها ، وقد اعتمد الباحثان على محطتى شحات (٥١ ٢١° شرقا، ٤٩ ° ٣٢ شمالاً) وسوسة (٥٥ ٢١° شرقاً ، ٥٥ ° ٣٢ شمالاً) :

١- درجة الحرارة :

يؤدى التغير فى درجات الحرارة على المستوى اليومى أو الفصلى إلى تكرار عملية تمدد الصخور وانكماشها ثم تفككها ، ومن تتبع الجدول – رقم (١) – نلاحظ

انخفاض درجة الحرارة بوجه عام فى شهر يناير أبرد شهور السنة لتصل درجة الحرارة إلى ٩.٥°م فى محطة شحات التى تقع على ارتفاع ٦٢٠م فوق مستوى سطح البحر بينما تصل درجة الحرارة إلى ١٤.٢°م فى محطة سوسة والتى تقع بالقرب من ساحل البحر المتوسط وعلى ارتفاع يتراوح بين ٢٠٠-٢٥٠م فى حين يرتفع المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة خلال شهر أغسطس أشد شهور السنة حرارة إلى ٢٣.٢°م فى محطة الشحات و ٢٦.١°م فى محطة سوسة.

وبلغ المعدل السنوى للمدى الحرارى الذى سجلته محطتى شحات وسوسة فى الفترة (١٩٤٦-٢٠١٠) حوالى (٨.٥°م) و(٧.١°م) على التوالى بينما بلغ أكبر مدى شهرى لدرجة الحرارة خلال شهر يونيو ١١°م،٨.٥°م فى محطتى شحات وسوسة على التوالى.

ومن تتبع الجدول نجد أن المدى الحرارى يزداد فى فصلى الربيع والصيف مما يعنى حدة نشاط عمليات التجوية الميكانيكية وتمدد الأجزاء العليا من الصخور واتساع فتحات الشقوق والفواصل ، ويترتب على ذلك ارتفاع نفاذية الصخور للماء ومن ثم استيعاب كمية كبيرة من الأمطار التى تساعد فى تحلل وذوبان الصخور الجيرية.

جدول رقم (١)الخصائص المناخية بمحطة شحات فى الفترة الممتدة بين عامى (١٩٤٦ -٢٠١٥)

شهور السنة	متوسط درجة الحرارة	متوسط الحرارة العظمى	متوسط الحرارة الصغرى	الرطوبة النسبية	الأمطار	التبخر	المدى الحرارى
يناير	٩,٥	١٢,٥	٦,٤	٧٦	١١٩,١	٣٩,٢	٦,٥
فبراير	٩,٧	١٣,٢	٦,٣	٧٣	٨٩,٣	٤٨,٦	٦,٨
مارس	١١,٥	١٥,٥	٧,٥	٧١	٦٧,٢	٧٣,٣	٨,١

أبريل	١٤,٨	١٩,٨	٩,٧	٦٠	٢٧	١٠٤,٣	١٠,٢
مايو	١٨,٧	٢٤,١	١٣,٣	٥٥	٧,٦	١٣٥	١٠,٧
يونيو	٢٢,٢	٢٧,٦	١٦,٨	٤٨	١,٧	١٦٥	١١
يوليو	٢٢,٩	٢٧,٨	١٨	٦٥	٠,٥	١٦٦	٩,٦
أغسطس	٢٣,٢	٢٧,٩	١٨,٥	٦٩	١,٢	١٥٣,٤	٩,٣
سبتمبر	٢١,٦	٢٦,١	١٧,١	٦٨	١٠,٣	١٢٠,٤	٨,٩
اكتوبر	١٨,٧	٢٢,٧	١٤,٧	٦٦	٢٢,٤	٨٨,٦	٨,١
نوفمبر	١٤,٧	١٨,٣	١١	٧١	٦٥,٣	٦٠,٤	٧,٤
ديسمبر	١١,١	١٤,٣	٧,٩	٧٥	١١٥,٧	٤٤,٧	٦,٥
المعدل السنوى	١٦,٥	٢٠,٨	١٢,٣	٦٦,٤	٥٢٧,٣	٩٩,٧	٨,٥

المصدر : بيانات مصلحة الأرصاد الجوية – طرابلس.

جدول رقم (٢)الخصائص المناخية بمحطة سوسة فى الفترة الممتدة بين عامى (١٩٤٦ –٢٠١٥)

شهور السنة	درجة الحرارة	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	المدى	الرطوبة	الأمطار	التبخر
يناير	١٤,٢	١٧,٣	٦,٤	٦,٤٣	٧٢,٣	٦٠,٣٩	٥٠,٣
فبراير	١٤,٤	١٧,٨	٦,٣	٦,٩٠	٦٩,٨	٣٩,٨	٦٠,٩
مارس	١٥,٥	١٩,٢٢	٧,٥	٧,٣١	٦٩,٥	٢٢,٤٦	٨٦,١

أبريل	١٧,٨	٢١,٧	٩,٧	٧,٧	٦٩,٧	٩,٦	١١٢,٥
مايو	٢٠,٤	٢٤,١٢	١٣,٣	٧,٦	٧١,٤	٥,٤	١٣٤,٢
يونيو	٢٣,٧	٢٧,٣	١٦,٨	٧,١	٧٢,٣	٢,٩	١٥٦,٦
يوليو	٢٥,٤	٣١,١	١٨	٨,٥	٧٦,٦	٠,٢٥	١٥٦,٧
أغسطس	٢٦,١	٢٨,٩	١٨,٥	٥,٦	٧٦	٠,٢٧	١٥٦,٧
سبتمبر	٢٥,٢	٢٨,٢	١٧,١	٦,٢	٧٣,٩	٤,٩	١٢٦,٢
اكتوبر	٢٢,٧	٢٦,١	١٤,٧	٧	٧١,٥	٤١,٣	٩٦,١
نوفمبر	١٩	٢٢,٦	١١	٧	٦٩,٥	٢٠,١	٦٧,٥
ديسمبر	١٥,٧	١٩	٧,٩	٦,٦	٦٨,٦	٥٢,١	٤٩,٤
المعدل السنوى	٢٠	٢٣,٦	١٢,٣	٧,١	٧٢	٢٦٩,٤٤	٥٠,٣

المصدر : بيانات مصلحة الأرصاد الجوية – طرابلس.

٢- كمية المطر والرطوبة النسبية والتبخر

تُعد الأودية العميقة التى تتوزع فى منطقة الجبل الأخضر وما يرتبط بها من ظاهرات انعكاساً لنشاط المياه الجارية أثناء فترات المطر فى عصر البلايستوسين، ويتضح من خلال الجدول رقم (١ ، ٢)

أن معظم الأمطار تسقط بداية من شهر سبتمبر وتزداد كميات الأمطار تدريجيًا لتصل إلى أقصى مستوى لها فى شهر يناير، ويبلغ المتوسط السنوى لكميات الأمطار ٢٧.٣مم ، ٢٦٩.٤٤ مم فى محطتى شحات وسوسة على التوالى ، وقد بلغ أقصى معدل شهرى لكمية المطر ١١٥.٧مم و ١١٩.١مم خلال شهرى ديسمبر ويناير فى محطة شحات ، بينما بلغ أقصى معدل شهرى لكمية الأمطار ٢٥.١مم

و٦٠.٣٩مم فى محطة سوسة خلال شهرى ديسمبر ويناير ، ومعظم أمطار منطقة الدراسة أمطار إعصارية تضاريسية ساعد على سقوطها انخفاض درجة الحرارة وهبوب العواصف الرعدية الممطرة وغالباً ما يسبب تساقط الأمطار مع انخفاض درجة الحرارة وكمية التبخر إلى ارتفاع زيادة كمية المياه عن الطاقة التسريبية لمكاشف الصخور والغطاء الرسوبى وحدوث جريان سيلى فى أودية منطقة الدراسة.

وللرطوبة النسبية دور هام فى نشاط التجوية الكيميائية خاصة فى المناطق القريبة من الساحل التى تتأثر بنسيم البحر والذى يعد مصدر الرطوبة فى المناطق الساحلية، وتبلغ معدلات الرطوبة النسبية السنوية٦٦% و ٧٢% فى محطتى الشحات وسوسة على التوالى وتتراوح الرطوبة النسبية فى منطقة الدراسة بين الرطوبة المتوسطة والمرتفعة وترتفع درجة الرطوبة النسبية خلال شهور الشتاء فى محطة شحات بينما تنخفض الرطوبة النسبية فى محطة سوسة ويرجع ذلك إلى انخفاض كمية الأمطار مقارنة بمحطة الشحات، وتنخفض الرطوبة النسبية فى محطة سوسة خلال شهور نوفمبر ومارس وأبريل بسبب هبوب رياح القبلي الحارة التي تهبط من المرتفعات حول البحر نتيجة جذب المنخفضات الجويه العابرة بالساحل من الغرب إلي الشرق بينما تنخفض الرطوبة النسبية في فصل الصيف بمحطة الشحات نتيجة بعدها عن المؤثرات البحرية وارتفاع درجة الحرارة.

ويتضح أيضًا أن المتوسط السنوى للتبخر يصل إلي ٩٩.٧مم ٥٠.٣مم فى محطتي شحات وسوسة وترتفع معدلات التبخر في فصل الصيف فيصل أقصاها في شهر يونيو ١٦٦مم ١٥٦.٧مم في محطتي شحات وسوسة علي التوالي ، بينما تنخفض معدلاته في شهور الشتاء فتصل أدناها خلال شهر يناير وديسمبر ٣٩.٥مم في محطة شحات و٤٩.٤مم في محطة سوسة يؤدى ارتفاع التبخر إلي جفاف السبخات وجفاف رمال الكثبان الرملية وتفككها وسهوله تحركها.

٣- الرياح

تعد الرياح أحد العناصر المناخية المؤثرة في تشكيل الظاهرات السطحية فكلما زادت سرعة الرياح زادت قدرتها علي نقل الرواسب ويتضح من الجدول رقم (٣) سيادة الرياح الشمالية الغربية حيث تتراوح نسبتها ٦٥% و٢٢.٩% في محطة سوسة والشحات على الترتيب تليها الرياح الجنوبية الغربية ٢١% و١٨.٧% فى محطة سوسة والشحات على الترتيب حيث أن معظمها رياح دائمة مصدرها منطقة الضغط المرتفع الأزورى ، وتزداد سرعة الرياح بالمناطق القريبة من الساحل لتأثرها بالمنخفضات التي تمر بالبحر المتوسط من الغرب إلي الشرق والتي تعرف محلياً باسم رياح الملثم.

جدول(٣)النسبة المئوية لاتجاهات الرياح بمحطتى شحات وسوسة (١٩٤٦– ٢٠١٥)

الرياح	الشحات	سوسة
شمالية	٩,٥	١٠
شمالية شرقية	٩,٧	صفر
شرقية	١١,٥	١
جنوبية شرقية	١٤,٨	صفر
جنوبية غربية	١٨,٧	٢١
غربية	٢٢,٢	١
شمالية غربية	٢٢,٩	٦٥
سكون	٢٣,٢	-
جنوب	٢١,٦	٢

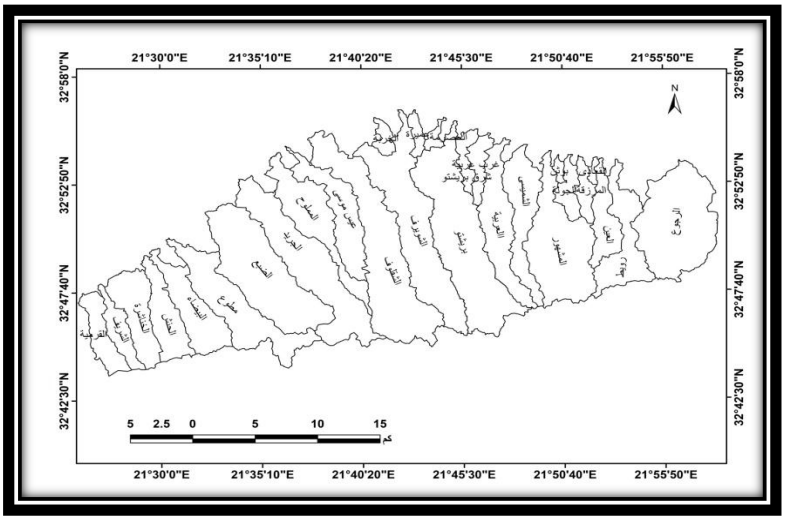
المصدر : المركز الوطنى للأرصاد الجوية – طرابلس.

ثالثاً : الخصائص الشكلية للأحواض:

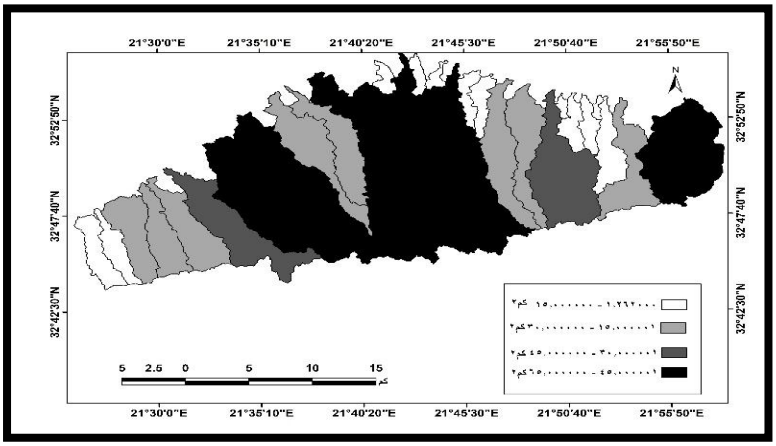
١– مساحة الأحواض :

تعد مساحة الأحواض من الخصائص المورفومترية الهامة كمتغير مورفومتري له تأثيره على نظام شبكة التصريف من حيث أعداد مجاريها وأطوالها ، وعلى حجم التصريف المائي داخل الأحواض ، حيث أن مساحة الحوض تعد العامل الرئيسي المحدد لكمية المياه المنصرفة داخل الحوض ، وتشير مساحة الأحواض إلى كمية الأمطار التي يستقبلها الحوض ، كما أن لها دور في تحديد مايفقده الحوض عن طريق التبخر والتسرب وكمية الرواسب التي ينقلها النهر من منابعه إلى مصبه.

ويتضح من دراسة الشكل (٤،٣) تباين المساحة الحوضية للأحواض بمنطقة الدراسة بين١.٢٦٢كم٢ لحوض وادي القعادى ، ٦٣.٢٦٧كم٢ لحوض وادي بريشتو، ويرجع التفاوت في مساحات الأحواض المدروسة إلى طبيعة التكوينات الجيولوجية والعامل البنيوي.



شكل (٣) احواض التصريف بمنطقة الدراسة



شكل (٤) فئات المساحة بأحواض منطقة الدراسة

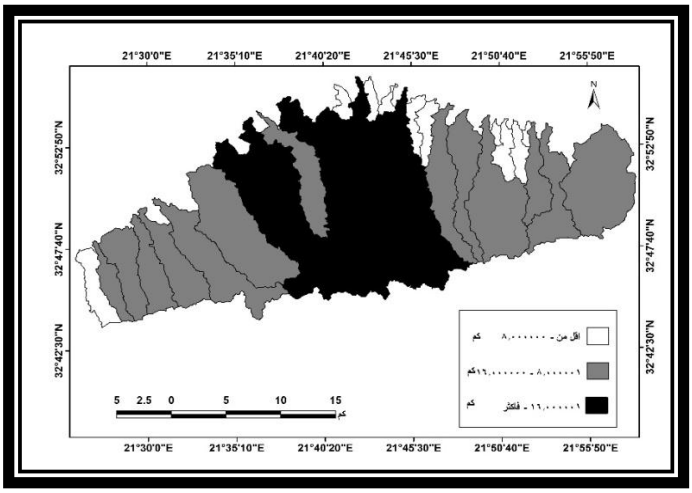
٢- أبعاد الأحواض : وتضم قياس كلاً من :-

أ- طول الحوض ب- عرض الحوض ج- محيط الحوض

أ- طول الحوض : Basins Dimension

ويعد طول الحوض أحد أبرز الأبعاد الرئيسية لإيضاح الخصائص التضاريسية للأحواض ، حيث يؤثر على سرعة الجريان والتسرب والتبخر ، والكثير من الخصائص المورفومترية التى تعتمد في حسابها على هذا المقياس ، ويتضح من الجدول(٤) ،والشكل(٥)

تتباين أطوال أحواض منطقة الدراسة بين ٢.٤٥كم بحوض وادي القعادى و ٢٧.٣٧كم بحوض وادي الجديد، بمتوسط عام لأطوال الأحواض بلغ نحو ١١.٠١كم ، بينما بلغت قيم معامل انحراف قيم أطوال الأحواض عن متوسطها ٦.١٣ ، مما يدل على تشتت قيم أطوال الأحواض حول متوسطها العام وانعكاسها على عمليات النحت التراجعي للروافد ، مما أدى إلى تكوين أحواض كبيرة المساحة وأخرى صغيرة المساحة قصيرة الامتداد.



شكل (٥) فئات أطوال أحواض منطقة الدراسة

جدول رقم (٤) أبعاد الأحواض بمنطقة الدراسة

اسم الحوض	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم	مساحة الحوض كم^2
الحصرمة	٣.٢٢	٠.٧	٩.٦٦	٢.٢٥
الخربة	٣.٥٧	١	١١.٢٦	٣.٥٦
عميرة	٤.٢٤	٠.٨	١٠.٨٧٤	٣.٣٠٧
بوثن	٢.٥٦٩	٠.٥٧	٧.٠٣٣	١.٤٨٥
القعادى	٢.٤٥٣	٠.٥١	٦.٧٤٨	١.٢٦٢
شرق بريشتو	٥.٩٣٦	٠.٩	١٧.٣٩٧	٥.٤٧٨
غرب عربية	٦.٥٣٨	١.٠٤	١٨.٦١٧	٦.٨٤٩
الجولة	٥.٩٢	١.٢	١٧.١٨٨	٦.٩٥
المرزقة	٦.١٢٩	٠.٩٦	١٥.٨٢	٥.٨٩١
العين	٩.٧٦٢	١.٤	٢٦.٢١٣	١٣.٦٣
عيس موسى	١٣.٦٠٦	١.٤	٣٨.٩٦٨	٢٣.٠٠١
الرجوع	١٠.٨٣٥	٤.٦	٣٤.٨٤٥	٥٠.٠٣٥
رويط	١٢.٤٣٢	١.٨	٣٩.١٤٨	٢٢.٩٧٨
الشميسى	١٤.٢٧٢	١.٦٣	٣٧.٨٤	٢٣.٣٣٢

المشهور	١٣.٧٨٣	٣.٢	٤٢.٢٧	٤٣.٤٩٤
االعربية	١٤.٨٨٩	١.٨	٤٠.٧٥٣	٢٦.٤٦٢
المملوح	١٦.٢٢	١.٧	٤٤.٢٨٩	٢٧.٣٥٣
االضبع	١٣.٤١١	٣.٩	٣٩.٤٧٣	٥٢.٩٢٣
الشويرف	٢٠.٧٠٧	٢.٦	٦١.٥٦٧	٥٢.٨٨٩
بريشتو	١٩.٤٠٢	٣.٣	٥٧.٧٨١	٦٣.٢٦٧
الشقلوف	٢٠.٩٨٦	٢.٩	٦٢.٣٣٧	٦١.٣٢٩
الجديد	٢٧.٣٧	١.٨	٥٣.٣٢	٤٨.٦٩
البيضاء	١٠.٢٩	٢.١	٣٠.٠٦	٢٢.٠١
الحنيش	٩.٤٧	١.٨	٢٦.٩١١	١٧.٢٧٢
مطوع	١٥.٢٤٧	٢.٣٤	٤٦.٩٦٣	٣٥.٧٩٧
الخناشرة	٨.٨٣٤	٢.٢٥	٢٥.٥١٤	١٩.٩٣٥
الشريف	٨.٣٦٤	١.١٣	٢١.٠٢١	٩.٤٩٩
القرمية	٧.٨٠٩	١.٥	٢١.٨٣٢	١١.٨٩٢

المصدر : من إعداد الباحثان

ب- عرض الأحواض :

ترجع أهمية دراسة عرض الحوض فى تأثيره على كمية المياه التي يتلقاها من التساقط والتى تتميز بالفصلية والتركيز الشديد ،وتتراوح متوسطات عرض الأحواض بين ٠.٥١ كم بوادي القعادى،٤.٦ كم بوادي الرجوع ، بمتوسط عام لعرض أحواض التصريف بلغ نحو ١.٨١كم ، كما يلاحظ ارتفاع قيم عرض الأحواض لأودية الضبع وبريشتو والشقلوف ، وهي الأحواض التي تنفرد بأقصى طول وأكبر مساحة ، مما يؤكد بأن الأحواض كبيرة المساحة غالباً ماتزيد بها الأبعاد والذي يرجع إلى نشاط النحت التراجعي بروافد تلك الأودية وسرعة تراجع خطوط تقسيم المياه وزيادة مساحتها على حساب أراضى ما بين الأودية

ج- محيط الحوض :

يشكل محيط الحوض حجر الزاوية عند حساب العديد من المعاملات المورفومترية التي تعبر عن أشكال أحواض التصريف وتضاريسها (جودة حسنين وآخرون ، ١٩٩١ ، ص٢٩٣) ،هو عادة خط متعرج غير منتظم قابل للتغير تبعاً لنشاط الأودية في النحت التراجعي ، ويقصد به خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض والأحواض المجاورة .

وتتراوح أطوال محيطات الأحواض بين ٦.٧٥ كم بوادي القعادى، ٦٢.٣٣ بوادي الشقلوف ، مما يوحي بتباين قيم محيطات الأحواض فيما بينها ، وتبعثرها حول متوسطها العام ، حيث بلغت قيمة الانحراف المعياري نحو ١٦.٣٣ .

٣- أشكال الأحواض :

يُعد شكل الحوض انعكاسًا للظروف الجيولوجية والطبيعية التى تؤثر فى تشكيل الحوض وظهوره بأنماط متمايزة أعطته صورته الحالية ، وترجع أهمية شكل الحوض لما لها من دلالات تتعلق بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة وإمكانية توضيحها للتطور الجيومورفولوجى والأدوار المناخية التى مرت بها، كما يعتبر شكل الحوض من الخصائص المورفومترية الهامة التى تؤثر على حجم وسرعة الجريان خلال الفترة الزمنية اللازمة لوصول الفيضان الى المصب.

أ- معامل الاستطالة :

يدل على مدى التشابه بين شكل حوض التصريف واقترابه من الشكل المستطيل ، ويعد أدق المعاملات المورفومترية لقياس أشكال الأحواض ، ويتم حسابه بالقانون التالي :

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة مساحتها تكافئ مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

ويتضح من الجدول رقم (٥) ،والشكل رقم(٦):

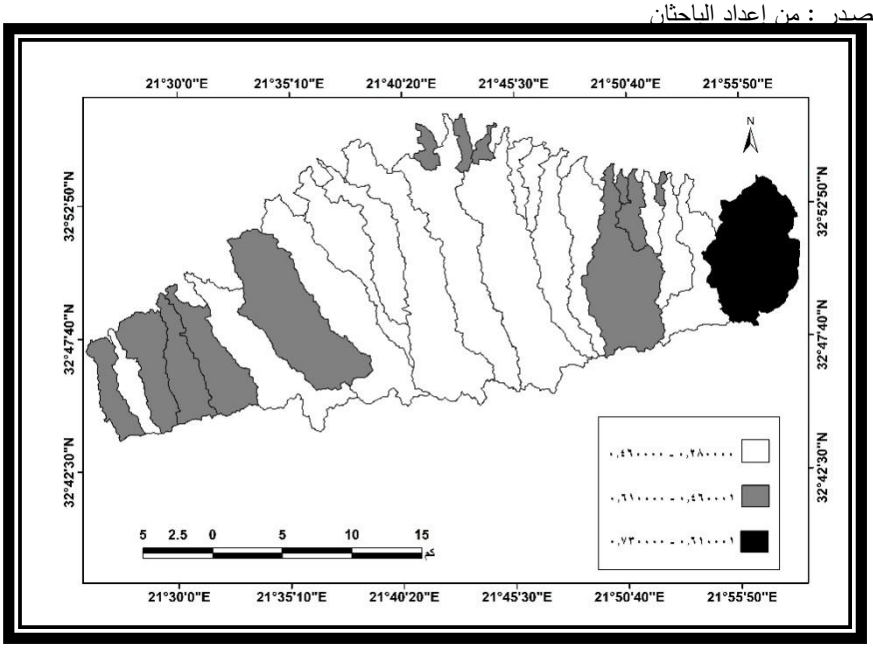
ميل غالبية الأحواض بمنطقة الدراسة إلى الاستطالة الذى أعطاها الفرصة لتغذية الخزان الجوفى نتيجة زيادة الفترة الزمنية للجريان، حيث بلغ متوسط معامل الاستطالة العام للأحواض المدروسة ٠.٤٧ بانحراف معياري ٠.٠٩ ، مما يدل على تجانسها النسبي وتركزها حول متوسطها العام وتتراوح معاملات الاستطالة في أحواض منطقة الدراسة بين ٠.٢٨ في حوض وادي الجديد و٠.٧٣ بحوض وادي الرجوع وهو مايعني أنه أكثر الأحواض ابتعاداً على الشكل المستطيل.

جدول رقم (٥) أبعاد أحواض منطقة الدراسة

اسم الحوض	معامل الاستطالة	معامل الاستدارة	معامل شكل الحوض	معامل اندماج الحوض	نسبة الطول الى العرض
الحصرمة	٠.٥٢	٠.٣	٠.٢٢	١.٨	٣.٢
الخربة	٠.٥٦	٠.٣٥	٠.٢٨	١.٧	٣.٧٥
عميرة	٠.٤٨	٠.٦	٠.٢	١.٧	٥.٣
بوثن	٠.٥٣	٠.٤	٠.٢٢	١.٦	٤.٥
القعادى	٠.٥٢	٠.٣٥	٠.٢	٣.٩٨	٤.٨
شرق بريشتو	٠.٤٤	٠.٢٢	٠.١٥	٢.٠٩	٦.٦
غرب عربية	٠.٤٥	٠.٢٥	٠.١٦	٢	٦.٣
الجولة	٠.٥	٠.٣	٠.٢	١.٨٤	٤.٩٣
المرزقة	٠.٤	٠.٣	٠.١٦	١.٨	٦.٤
العين	٠.٤٣	٠.٢٤	٠.١٤	٢	٦.٩٧
عيس موسى	٠.٤	٠.٢	٠.١٢٤	٢.٣	٨
الرجوع	٠.٧٣	٠.٥٢	٠.٤٣	١.٤	٢.٣٥
رويط	٠.٤٣	٠.١٩	٠.١٤	٢.٣	٦.٩

الشميسى	٠.٤	٠.٢	٠.١١	٢.٢	٨.٨
المشهور	٠.٥٤	٠.٣١	٠.٢٣	١.٨	٤.٣
االعربية	٠.٤	٠.٢	٠.١١٩	٢.٢	٨.٣
المملوح	٠.٣٧	٠.١٨	٠.١	٢.٤	٩.٥
االضبع	٠.٦١	٠.٤٢	٠.٣	١.٥٢	٣.٤
الشويرف	٠.٤	٠.٣٧	٠.١٢	٢.٤	٧.٩
بريشتو	٠.٤٦	٠.٢	٠.١٦	٢.٠٤	٥.٩
الشقلوف	٠.٤٢	٠.٢	٠.١٤	٢.٢٥	٧.٢٣
الجديد	٠.٢٨	٠.٢١	٠.٠٦	٢.٢	١٥.٢
البيضاء	٠.٥٢	٠.٣	٠.٢	١.٨	٤.٩
الحنيش	٠.٥	٠.٣	٠.٢	١.٩	٥.٣
مطوع	٠.٤٤	٠.٢	٠.١٥	٢.٢	٦.٥
الخناشرة	٠.٥٧	٠.٤	٠.٢٥	١.٣	٣.٩
الشريف	٠.٤٢	٠.٢٧	٠.١٣٥	١.٩	٧.٤
القرمية	٠.٥	٠.٣	٠.٢	١.٨	٥.٢٠٦

المصدر : من اعداد الباحثان



شكل (٦) فئات معامل الإستطالة لأحواض منطقة الدراسة

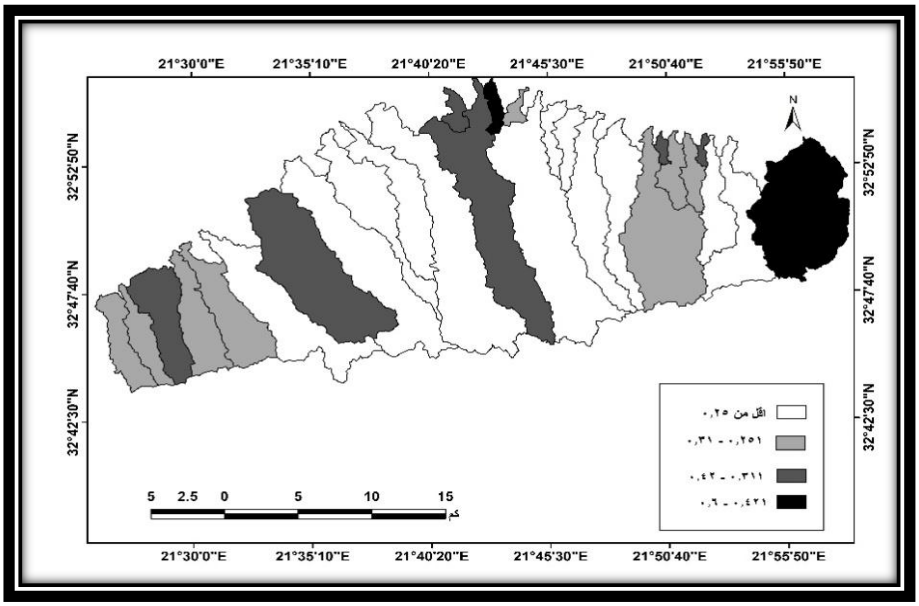
ب- معامل الاستدارة :

يوضح هذا المعامل درجة تشابه حدود الحوض بالدائرة ، وتعني القيم المنخفضة لهذا المعامل ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائرى وأيضاً عدم انتظام شكل الحوض وزيادة تعرج خط تقسيم المياه المحيط بحوض التصريف ، مما يؤثر على أطوال المجارى المائية ذات الرتب المنخفضة التى تنشأ بالقرب منها، بينما تدل القيم المرتفعة لهذا المعامل على اقتراب الأحواض من الشكل الدائري وتقدمها في دورتها التحاتية، وقد أوضح ميلر (Miller, V., 1953, P.8) إلى أن قيم معامل الاستدارة المثالية تتراوح بين ٠.٦ إلى ٠.٧ في حين تميل الأحواض إلى الاستطالة عندما تتراوح قيم الاستدارة بين (٠.٤ – ٢.٥). ويتم حسابه بالقانون التالى

$$\text{استدارة الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مساحة الدائرة التي يبلغ محيطها محيط الحوض كم}^2}$$

وبدراسة معامل الاستدارة لأحواض منطقة الدراسة جدول رقم (٥) يتضح ما يلي :

بلغ قيمة متوسط معامل الاستدارة لأحواض التصريف نحو ٠.٣ مما يدل على أن معظم الأحواض تبعد عن الشكل المستدير، وقد جاءت قيم معامل الاستدارة غير متوافقة مع المدى الذي أشار إليه ميلر ، وتشير القيم المرتفعة لاحواض عميرة والرجوع والضبع إلى تعرض الأحواض لعمليتي التعميق والتوسيع أي قطعت شوطاً طويلاً من دورة التعرية وأدت إلى ازدياد المساحة الحوضية شكل(٧).



شكل (٧) فئات معامل الاستدارة لأحواض منطقة الدراسة

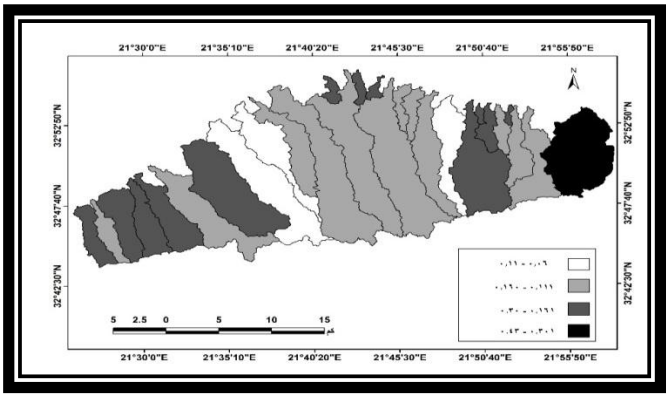
ج- معامل شكل الحوض

يصف هذا المعامل مدى التناسق والانتظام بين عرض الحوض المائي وطول امتداده من المنبع إلى المصب، ويُقارن شكل الحوض بكل من شكل المربع والمثلث ، فتشير القيم المنخفضة إلى الانخفاض النسبي في مساحة الحوض ، وهذا يعني زيادة أحد بعدي الحوض على حساب الآخر ، وبالتالي تقارب شكل الحوض من الشكل المثلثى ، والذي يتميز باتساع قاعدته عند المنبع وضيقه عند المصب ، وينعكس ذلك على خصائصه الهيدرولوجية ويصبح الحوض معرض للفيضان لقلة زمن التركيز وقصر المسافة التي تقطعها المياه من المنبع حتى المصب ، وبالتالي لا تكون هناك فرصة لتسرب المياه أو تبخرها ، بينما تشير ارتفاع القيم إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل المربع ، مما يؤدي إلى تشتت الجريان السطحي وتزايد الفواقد المائية (تسرب وتبخر) وبالتالي شحن الخزان الجوفي بتلك الأحواض.

معامل شكل الحوض = $\frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مربع طول الحوض}}$

وبدراسة الجدول رقم (٥) ، والشكل رقم (٨) يتبين مايلي :

بلغ متوسط قيم معامل شكل الحوض ٠.١٨ وهي قيمة منخفضة ، تشير إلى عدم انتظام الشكل بأحواض منطقة الدراسة ، وربما يرجع ذلك إلى استطالة معظم أحواض المنطقة أو اقترابها من الشكل المثلث، تراوحت قيم معامل الشكل بين ٠.٠٦ بوادي الجديد و٠.٤٣ بوادي الرجوع، وبلغ معامل الانحراف المعياري نحو ٠.٠٧ ، مما يبين وجود بعض التفاوت والتشتت في قيم معامل الشكل ، وهي قيم تعكس أثر الظروف البنيوية والخصائص الليثولوجية على استقامة تلك الأحواض .



شكل (٨) فئات معامل شكل الحوض

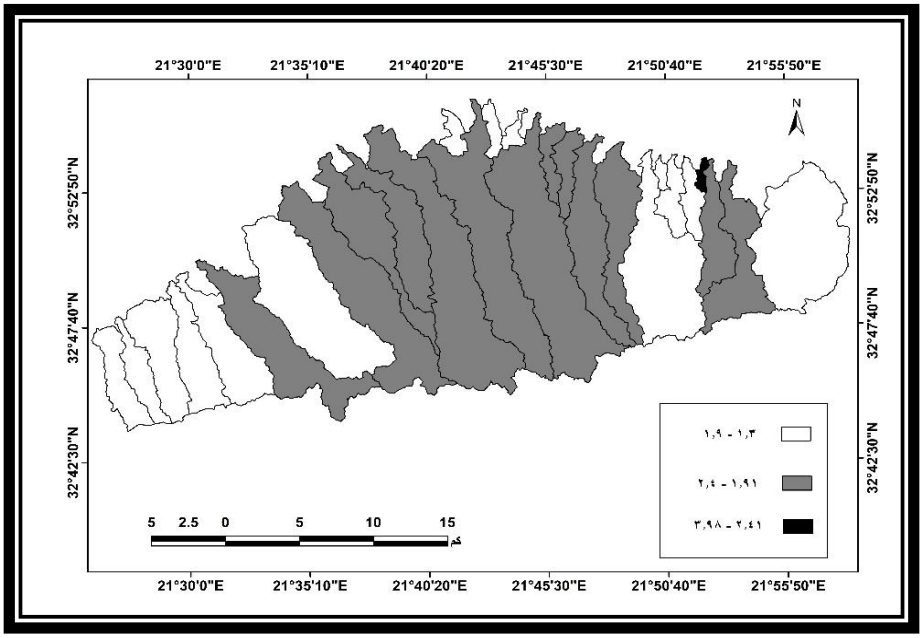
د- معامل اندماج الحوض :

يشير معامل الاندماج إلى العلاقة بين طول الحوض وطول محيط الدائرة المكافئة له فى المساحة، كما يشير إلى مدى تجانس وتناسق طول محيط ومساحة ودرجة وتعرج خط تقسيم المياه المحددة له ومدى بعدها عن مركز الحوض.

معامل الاندماج = $\frac{\text{محيط الحوض}}{\text{محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض}}$

وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل على زيادة تعرج محيط الحوض أى زيادة تقطع خطوط تقسيم المياه بروافد الرتبة الأولى المجاورة لها ، كما يشير هذا المعامل إلى مدى تقدم الحوض فى دورته التحاتية، وتدل القيم المنخفضة على مدى تناسق وانتظام شكل الأحواض. ويتضح من دراسة الشكل رقم (٩) ، والجدول رقم (٥) مايلي:

اختلاف قيم معاملات الاندماج على مستوى أحواض التصريف ، والتي تراوحت بين ١.٣ بوادي الخناشرة و٣.٩٨ بوادي القعادى بمتوسط عام بلغ ٢.١١ وانحراف معياري بلغ ٠.٤٧ مما يشير إلى تركز قيم معامل الاندماج حول متوسطها ، ويلاحظ انخفاض قيم معاملات الاندماج في الأحواض التي ترتفع فيها معاملات الاستطالة ، بما يؤكد وجود علاقة عكسية بين معامل الاندماج ومعامل الاستطالة وأن الأحواض البعيدة عن الاستطالة والقريبة من الاستدارة هي أكثر الأحواض اندماجاً وانتظاماً ، بينما تعد الأحواض الأقل اندماجاً هي التي ترتفع فيها قيم معاملات الاستطالة ، ومازالت في مرحلة مبكرة من مراحل تطورها التحاتى.



شكل (٩) فئات معامل اندماج الحوض

هـ- نسبة الطول إلى العرض :

يتشابه هذا المعامل في مدلوله الجيومورفولوجي مع معدل الاستطالة ولكن تشير القيم المرتفعة إلى زيادة اقتراب شكل الحوض إلى الشكل المستطيل بعكس معدل الاستطالة الذي تشير قيمة المنخفض إلى زيادة الاستطالة (أحمد مصطفى ، ١٩٩١ ، ص٥٩).

$$\textbf{نسبة الطول إلى العرض} = \frac{\textbf{\textit{الطول الحوض كم}}}{\textbf{\textit{العرض الحوض كم}}} \quad \text{(Muller , 1974 , P. 195)}$$

وبدراسة قيم نسبة الطول إلى العرض لأحواض التصريف بالجدول رقم (٥) يتضح مايلي:

يبلغ متوسط نسبة الطول إلى العرض ٦.٢ وهي قيمة مرتفعة تدل على أن معظم أحواض التصريف بمنطقة الدراسة أقرب في شكلها إلى الاستطالة ، وقد بلغت قيمة معامل الانحراف المعياري ٢.٤٧ مما يؤكد على ميل هذه الأحواض إلى الاستطالة ، وأنها مازالت تعيش مرحلة مبكرة من مراحل التعرية.

ثانيًا : الخصائص التضاريسية للأحواض:

تكمن أهمية دراسة الخصائص التضاريسية كونها انعكاساً لقدرة وفاعلية نشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض ، وتؤثر الخصائص التضاريسية وخاصة انحدار السطح على هيدرولوجية الأحواض ، فالانحدارات الهينة تعطي فرصة لزيادة الفاقد (البخر – التسرب) ، في حين تقلل الأسطح شديدة الانحدار من الفواقد وتساعد على سرعة الجريان بصورة أكبر من الأسطح المستوية والهينة الانحدار.

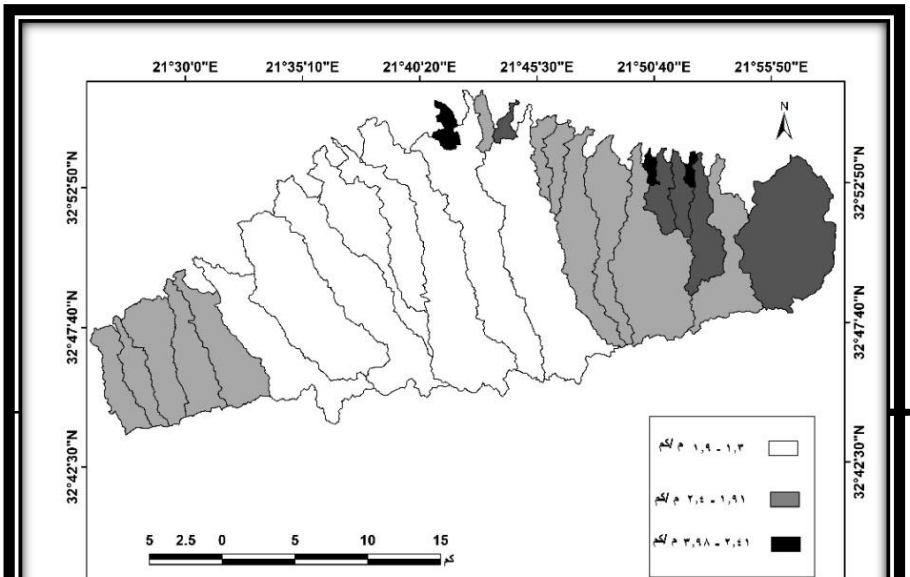
١) معدل التضرس:

ويقصد بها العلاقة بين تضاريس الحوض وأقصى طول له ، وتساعد هذه النسبة على معرفة قيمة التضرس النسبي للأحواض ومدى تقطع سطح الحوض. وتشير القيم المنخفضة إلى نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع ، مما يدل على تقدم الحوض في دورته التحاتية ، في حين تشير القيم المرتفعة إلى شدة التضرس لأسطح الأحواض وبالتالي بلغ الحوض مرحلة الشباب في دورته التحاتية

$$\text{معدل التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وبدراسة الجدول رقم (٦) والشكل رقم (١٠) يوضحان مايلي :

بلغ المتوسط العام لمعدل التضرس للأحواض المدروسة ٥١.١ م/كم إلا أنها تتفاوت بين ٢٠.٨م/كم لوادي الجديد و ١٢٠.٤م/كم لوادي الخربة، حيث يصل مدى التباين في معدل التضرس حوالي ١٠٠.٤م/كم ويرجع ذلك إلى اختلاف التكوينات الجيولوجية التي تتخللها هذه الأودية ، ومما يدل على تبعثر وتشتت هذه القيم حول متوسطها العام ومعامل اختلافها النسبي والذي بلغ حوالي ٤٤.٦٣% لمعامل انحراف معياري بلغت قيمته ٢٢.٨١



شكل (١٠) معامل نسبة التضرس

جدول رقم (٦) الخصائص التضاريسية للأحواض

المصدر : من إعداد الباحثان

اسم الحوض	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة
الحصرمة	٦٨.٣	٢.٣	٠.٥٥
الخربة	١٢٠.٤	٣.٨	١.٠٠٧
عميرة	٤٦	١.٨	٠.٤٦٨
بوثن	٩٣.٤	٣.٤١	٠.٥٧٦
القعادى	١١٠.٠٦	٠.٠٤	٠.٦٢١
شرق بريشتو	٤٦.٣	١.٦	٠.٠٧
غرب عربية	٤٨.٩	١.٧٢	٠.٠٨٦٤
الجولة	٥٩.١	٢.٠٣	٠.٩
المرزقة	٥٥.٥	٢.١٤	٠.٨٣
العين	٦٣.٥	٢.٤	١.٧
عيس موسى	٢٦.٥	٠.٩	٠.٩٧٢
الرجوع	٥٩	١.٨٣	١.٦
رويط	٥١.٥	١.٦٣	١.٤
الشميسى	٤٤.٨	١.٧	١.٥
المشهور	٤٦.٤	١.٥	١.٧٢٨
العربية	٤٣	١.٦	١.٦
المملوح	٣٣.٣	١.٢	١.٤
الضبع	٣٧.٣	١.٣	١.٣
الشويرف	٢٩.٥	٠.٩٩	١.٤٦
بريشتو	٣٣.٢	١.١١	١.٦
الشقلوف	٢٩	٠.٩٧	١.٤٣
الجديد	٢٠.٨	١.٠٦	١.٢٥٤
البيضاء	٤٣.٧	١.٥	١.١٧
الحنيش	٤٦.٥	١.٦	١.٢
مطوع	٣٣.٨	١.٠٩	١.٢٣
الخناشرة	٤٦.٤	١.٦	١.٢
الشريف	٤٦.٦	١.٩	١.٢
القرمية	٤٨.٧	١.٧	١.٠٠١

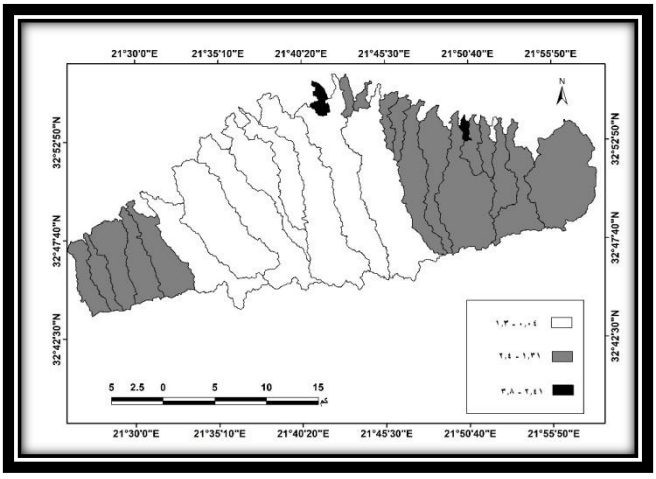
٢) التضاريس النسبية :

ترتبط التضاريس النسبية بدرجة مقاومة الصخور لعوامل التعرية ، فتدل القيم المنخفضة على نشاط عملية النحت ، بينما تشير القيم المرتفعة إلى شدة مقاومة الصخور لعوامل التعرية عند ثبات الظروف المناخية.

$$\text{ويعبر عنها بالمعادلة} = \frac{\textit{تضاريس الحوض متر}}{\textit{محيط الحوض كم}} \times 100$$

وبدراسة الجدول رقم (٦) ، والشكل رقم (١١) يوضحان مايلي :

بلغ متوسط قيم التضاريس النسبية لأحواض المنطقة المدروسة ١.٦٦ ، وتتباين هذه النسبة بين ٠.٠٤ بوادي القعادى و٣.٨ بوادي الخربة ، ويلاحظ أن الأحواض التي تنخفض فيها قيم التضاريس النسبية تكون كبيرة المساحة ومعدل استطالتها كبير. على الرغم من ذلك سجل حوض وادي القعادى قيماً منخفضة للتضاريس النسبية (٠.٠٤) ، رغم صغر مساحته ، ويرتبط ذلك بانخفاض المدى التضاريسي في الحوض٢٧٠متر ،مما يشير إلى ضعف دور عامل المساحة للحوض.



شكل (١١) معامل التضاريس النسبية

٣) قيمة الوعورة :

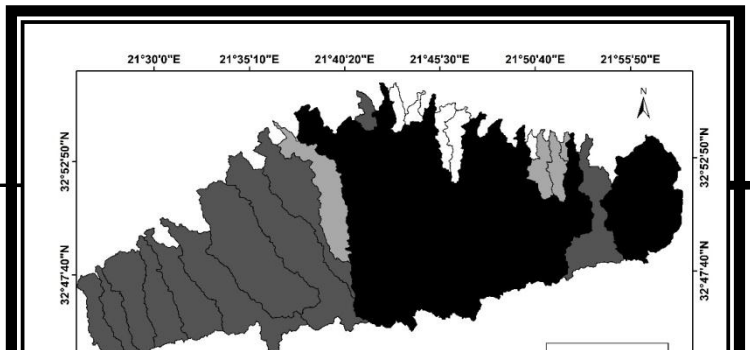
تعد درجة الوعورة من المقاييس التي توضح العلاقة بين تضرس سطح الحوض وأطوال مجاري شبكة التصريف، ومن خلاله يمكن الوقوف على المرحلة التطورية التي وصلت إليها أحواض التصريف، حيث يعتبر من المؤشرات التي تكشف عن درجة تقطع سطح الحوض بفعل النحت المائي ، ولكنه لا يضع في الاعتبار التقطع الناجم عن الانكسارات ، ومدى اتساع أو ضيق القطاعات العرضية للأودية ودرجة انحدار جوانبها.

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{التضاريس الحوضية بالمتر} \times \text{الكثافة التصريفية}}{1000}$$

وتدل ارتفاع قيمة درجة الوعورة على كفاءة الشبكة في سرعة نقل المياه إلى مصبات الأودية والقلة النسبية لفواقد التسرب مما يؤدي إلى زيادة خطورة الأودية.

وبدراسة قيم الوعورة لأحواض المنطقة جدول رقم (٦) وشكل(١٢) يتضح مايلي :

تتراوح قيم الوعورة للأحواض المدروسة بين ٠.٠٧ لوادي شرق بريشتو، والذي يتسم بقلة تضاريسه وانخفاض كثافته التصريفية نتيجة لصغر مساحته وعدم تطور شبكة تصريف مجاريه، و١.٧٣ لوادي المشهور، وتتميز قيم درجة الوعورة بالتبعثر وعدم التجانس مع متوسطها العام والذي بلغ نحو ١.١٢، حيث بلغت قيمة الانحراف المعياري نحو٠٤٥ باختلاف نسبي ٤٠% ويرجع ذلك إلى الاختلافات الليثولوجية والبنيوية والهيدرولوجية من حوض لآخر.



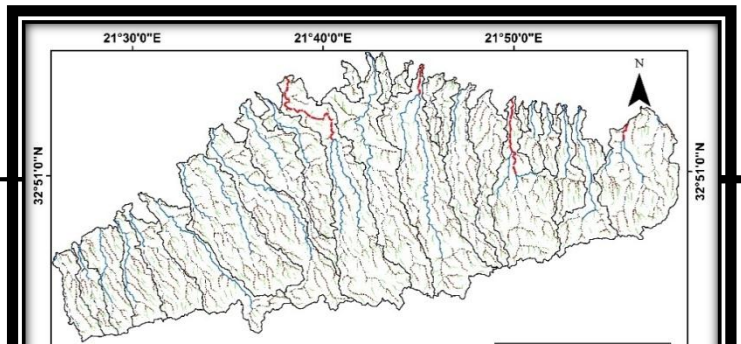
شكل (١٢) معامل قيمة الوعورة

ثالثًا خصائص شبكات التصريف بأحواض منطقة الدراسة :

تعد شبكة التصريف Drainge Network لحوض ما المحصلة النهائية لمجموعة من الأودية التي تنبع من مختلف مناطق الحوض، ويتأثر شكل شبكة التصريف بالعديد من العوامل الجيولوجية والتضاريسية والمناخية وطبيعة الغطاء النباتي ، ويعد ترتيب المجاري المائية حجر الأساس لدراسة باقي خصائص الشبكة المائية للأحواض التصريفية .

١- الرتب النهرية :

تهدف دراسة الرتب النهرية إلى تحديد معيار للجريان النهري والذي ينشأ عن شبكة التصريف، حيث ترتبط زيادة كمية الجريان برتبة الحوض، وقد اعتمد الباحثان في حساب رتب مجاري شبكات التصريف على طريقة شتريلر والتي تتميز بسهولتها.



شكل (١٣) الرتب النهرية بمنطقة الدراسة

ويتضح من الشكل رقم (١٣) أن أحواض الدراسة تنقسم إلى ثلاث مجموعات حسب الرتبة:

أ – **المجموعة الأولى** : تشمل الأحواض من الرتبة الثالثة وتضم ستة أحواض بنسبة ٢١.٤% من جملة أعداد الأحواض المدروسة وهي : حوض الحصرمة ، والخربة، شرق بريشتو ، وعميرة، والشميس، غرب عربية، وتتميز هذه الأحواض بصغر مساحتها مما أدى إلى انخفاض عدد الروافد بها بالإضافة إلى شدة انحدار جوانبها واقتراب تلك الجوانب من مستوى القاعدة المحلى لتلك المجارى المنحدرة عليه.

ب – أما المجموعة الثانية : فتشمل الأحواض التي بلغت الرتبة الرابعة وعددها ١٦ حوضاً بنسبة ٥٧.١% من جملة الأحواض **المدروسة** بالمنطقة وتضم أحواض الجولة ، المرزقة، العين ، عيسى موسى، رويط، العربية، مملوح ، الضبع، الشويرف ، الجديد ، البيضاء ، حنيش، مطوع ،الخناشرة ، شريف ،القرمية

ج – أما المجموعة الثالثة : تضم الأحواض التي بلغت رتبتها الرتبة الخامسة وعددها أربعة أحواض وبنسبة ١٤.٣% من جملة أعداد الأحواض المدروسة وتشمل الشقلوب ، بريشتو ، المشهور ، الرجوع وهي أكبر الأحواض من حيث المساحة.

٢- أعداد المجارى النهرية :

يميل التصريف فى المناطق الجافة إلى زيادة عدد أودية الرتبة الأولى ، نظرًا لما تسببه الأمطار الفجائية غير المنتظمة والتى تزيد كمية الساقط منها فى اليوم الواحد على ما يسقط فى عدة أعوام، فتحدث السيول التى تقوم بإزالة المواد المفككة ميكانيكيًا ونقلها اتجاه مستويات القاعدة المحلية وتعد الأحواض التى تضم عددًا كبيرًا من الروافد ذات كفاءة عالية فى عملية نقل الجريان. ويتضح من الجدول رقم (٧) أن:

بلغ مجموع أعداد المجارى بمنطقة الدراسة ٢٤٠٦ مجرى وقد تباينت أعداد المجارى فى الأحواض على منسوب الرتب ، حيث ضمت الرتبة الأولى ١٩٠٥ مجرى ، بنسبة ٧٩.١ % من إجمالى أعداد المجارى، بينما بلغ عدد مجارى الرتبة الثانية ٣٧٣ مجرى بنسبة ١٥.٥ % من إجمالى أعداد المجارى. مما يعنى تركيز أعداد المجارى فى الرتبتين الأولى والثانية حيث يضمان ٢٢٧٨ مجرى بنسبة ٩٤.٦% من إجمالى أعداد المجارى ، ويرى الباحثان أن زيادة أعداد المجارى فى الرتبتين الأولى والثانية يرجع إلى عدم توفر غطاء نباتى بالإضافة إلى ضعف الصخور بمنطقة الدراسة على مقاومة عمليات النحت. وتضم الرتب من الثالثة إلى الخامسة نحو ١٢٨ مجرى بنسبة٥.٤ % من إجمالى أعداد المجارى، ويرجع التباين بين أعداد المجارى على مستوى الأحواض إلى اختلاف المساحات الحوضية ودرجات الانحدار والتركيب الليثولوجى

جدول رقم (٧) معدل أعداد رتب المجارى فى أحواض منطقة الدراسة

اسم الحوض	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة
الحصرمة	٣	٢	١		
الخربة	١٢	٣	١		

عميرة	١٣	٢	١		
بوش	٥	١			
القعادى	٥	١			
شرق بريشتو	٢١	٤	١		
غرب عربية	٢٦	٦	١		
الجولة	٢٠	٤	٢	١	
المرزقة	١٧	٦	٢	١	
العين	٤٦	١٢	٢	١	
عيس موسى	٦٨	١٢	٢	١	
الرجوع	١٤٧	٣٨	١١	٤	١
رويط	٦٤	١٣	٤	١	
الشميسى	٦٨	١٠	١		
المشهور	١٣٦	٢٩	٧	٣	١
االعربية	٦٦	١١	٣	١	
المملوح	٨١	١٦	٥	١	
االضبع	١٥٧	٣٠	٨	١	
الشويرف	١٦٢	٢٥	٦	١	
بريشتو	١٦٠	٣١	٧	٢	١
الشقلوف	١٧٠	٣١	٦	٢	١
الجديد	١٢٠	١٩	٥	١	
البيضاء	٥٦	٩	٣	١	

تابع جدول رقم (٧) معدل أعداد رتب المجارى فى أحواض منطقة الدراسة

الحنيش	٥١	١٠	٣	١	
مطوع	٩٦	٢٠	٥	١	
الخناشرة	٦٢	١٤	٥	١	

الشريف	٣٥	٨	٣	١	
القرمية	٣٨	٦	٢	١	
الإجمالي	١٩٠٥	٣٧٣	٩٧	٢٧	٤

٣- كثافة التصريف :

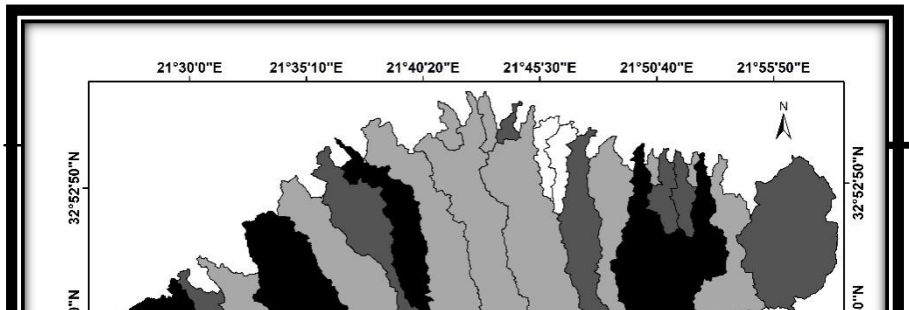
تعبر كثافة التصريف عن العوامل الطبيعية المؤثرة في الحوض ، والتي من أهمها الصخر ونفاذيته وكثافة الغطاء النباتي ودرجة انحدار السطح وطبيعة الظروف المناخية ، كما تشير إلى مدى تقارب مجاري الأحواض فيما بينها وتعرض سطح الحوض لعمليات النحت والتقطيع والتي تزيد مع تقدم الحوض في مرحلته العمرية .

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

وتميل الصخور المقاومة لعامل التعرية قليلة النفاذية إلى تكوين مجاري مائية أكثر من الصخور ضعيفة المقاومة لعامل التعرية عالية النفاذية ، مما يعني أن الصخور المقاومة لعامل التعرية تميل إلى زيادة أطوال مجاريها على حساب أعدادها ، في حين أن أعداد وأطوال المجاري تتزايد مع تزايد كمية الأمطار وتناقص نسبة التسرب التي ترتبط بدرجة انحدار سطح الأرض وقلة الغطاء النباتي.

ويتضح من دراسة الجدول (٨) وشكل(١٤) مايلي:

بلغ متوسط الكثافة التصريفية على مستوى الأحواض بمنطقة الدراسة ٢.٣٥كم/كم٢ وتراوحت بين ٠.٢٥ بحوض وادي شرق بريشتو و٣ بحوض وادي الشريف.



شكل (١٤) يوضح كثافة التصريف النهرى

٤- معدل تكرار المجرى :

يستخدم معدل تكرار الأودية كمقياس للتعبير عن شدة تقطع سطح الحوض وكفاءة شبكة التصريف؛ لأنه يظهر عدد أو تكرارات الأودية لكل كيلومتر مربع ، وتشير القيم المرتفعة لهذا العامل إلى قدرة الحوض على تجميع أكبر كمية من المياه وإحداث جريان سطحي بكميات كبيرة ، ولكن لا يعد مؤشر كمي على حجم وكمية الجريان السطحي بأحواض التصريف ، كما أنه لا يدل على المرحلة التحاتية بدقة.

$$\text{تكرار المجاري} = \frac{\textit{عدد المجاري بالحوض}}{\textit{المساحة الحوضية}} = \text{.....مجرى /كم٢}$$

ويوضح الجدول رقم (٨) ، قيم معدل التكرار في أحواض المنطقة وبدراسته تبين مايلي :

بلغ متوسط معدل تكرار المجاري بأحواض التصريف ٣.٩٤ مجرى/كم٢ ، ويفسر الاختلاف بين قيم معامل التكرار في الأحواض المختلفة ، التباينات الليثولوجية

والهيدرولوجية للأحواض، وقد اقتربت قيم معامل التكرار من المتوسط العام لأحواض الجولة٣.٩، مملوح ٣.٨ ، الحنيش ٣.٨ ، وتعد هذه الأحواض أحواض مثالية في منطقة الدراسة ، حيث تضم عدد من المجاري يتناسب مع مساحتها في حين سجل حوض وادي الشقلوف أقل قيمة لمعامل تكرار المجاري ؛ ويرى الباحثان أن الانكسارات أحد العوامل التي تتحكم في تكرارية المجاري بالإضافة إلى عامل المساحة وأعداد المجاري .

ويمكن من خلال الملاحظات السابقة تقسيم أحواض التصريف إلى الفئات التالية شكل رقم (١٥)

الفئة الأولى :

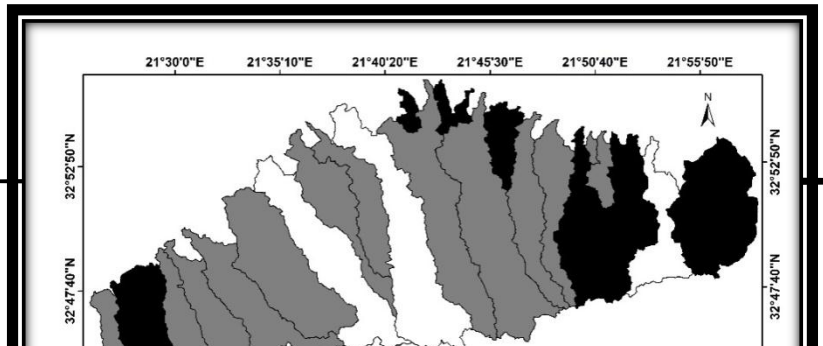
تضم الأحواض التي يقل معدل تكرار المجاري عن ٣ مجرى/كم٢ وتشغل أحوض جديد ورويط والشقلوب

الفئة الثانية :

وتضم الأحواض التي يتراوح معدل تكرار المجاري بها بين ٣.١ – ٤مجرى/كم٢ وهي أحواض بوثن،القرمية، الجولة ، مملوح ، الحنيش ، الشويرف ، الضبع ، عين موسى ، الشميسي ، مطوع ، بريشتو ، البيضاء، العربية ، وتشغل مساحة تقدر بنحو ٣٦٤.٦كم٢ بنسبة ٥٤% من جملة مساحة أحواض منطقة الدراسة.

الفئة الثالثة :

وتضم الأحواض التي يتراوح معدل تكرار المجاري بها بين ٤.١ – ٧ مجرى/كم٢ وتشغل مساحة تقدر بنحو ١٦٥.١٩كم٢ بنسبة ٢٥.٥% من جملة مساحة أحواض منطقة الدراسة.



شكل (١٥) معدل تكرار المجارى

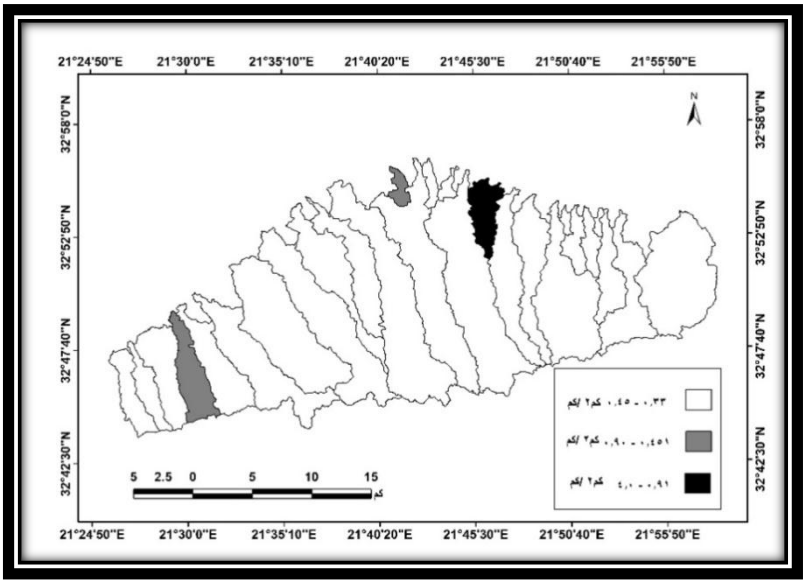
٥- معدل بقاء االمجرى :

يوضح النسبة بين الوحدة المساحية (كم^{٢}) اللازمة لتغذية وحدة طولية من مجاري شبكة التصريف (كم)، وتدل ارتفاع قيمة هذا المعامل على اتساع المساحة الحوضية على حساب مجاري الشبكة بالحوض، وانخفاض كثافتها التصريفية وتأثر الحوض ونظامه بالتراكيب الانكسارية التي تساهم في زيادة أطوال المجاري على حساب أعدادها .

$$\text{معدل بقاء المجاري} = \frac{1}{\text{الكثافة التصريفية}}$$

تراوحت قيم متوسط معامل بقاء المجاري في أحواض التصريف ٠.٦ ، مما يعني أن حوالي ٠.٦كم٢ من مساحة الأحواض تغذي ١كم من أطوال مجاريها . حيث بلغت قيم معدل بقاء المجرى بين (٠.٣٣) بوادي الشريف و(٤.٠) بوادي شرق بريشتو شكل (١٦)، وتبين من خلال الدراسة وجود ارتباط عكسي قوي بين الكثافة

ومعدل بقاء المجاري بلغ (– ٠.٩٥) ويتفق هذا مع دلالات قيم معامل بقاء المجاري ، والذي يمثل مقلوب الكثافة . وتشير ارتفاع قيم معامل بقاء المجاري إلى أن شبكات هذه الأحواض لم تكتمل في صورتها النهائية مقارنة بأحواض العين والخناشرة التى قطعت مرحلة متقدمة من مراحل تطورها التحاتي



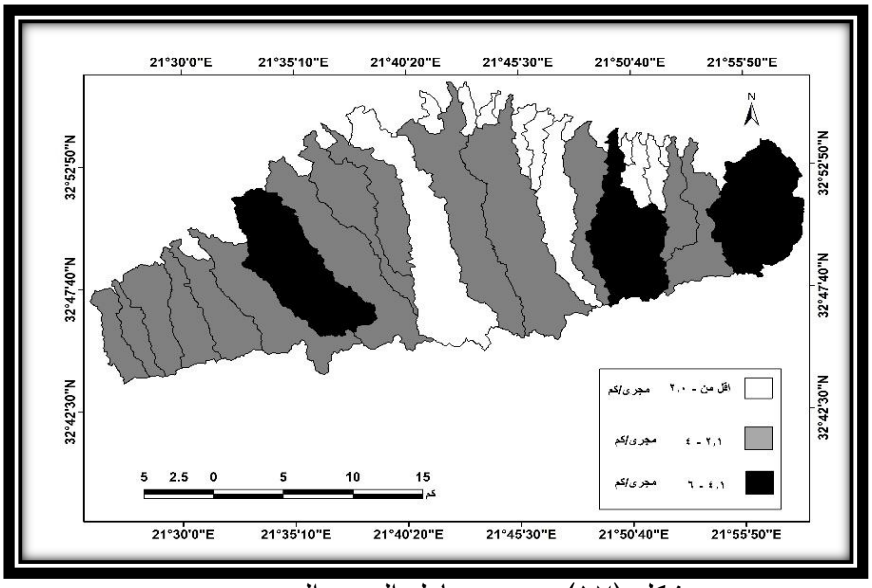
شكل (١٦) معدل بقاء المجرى

٦- النسيج الحوضي :

يوضح النسيج الحوضي درجة تقطع سطح الحوض، ومدى تقارب المجاري من بعضها أو تباعدها بغض النظر عن أطوال تلك المجاري (أحمد مصطفى ، ١٩٩١ ، ص٨٢)

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{أعداد المجاري في حوض التصريف}}{\text{طول محيط الحوض كم}} = \text{مجرى /كم}$$

ويتـأثر النسـيج الحوضـي بليثولوجيـة وطبيعـة السـطح والظـروف التكتونيـة والمنـاخ ،حيث تراوحت قيم النسيج الحوضى بين ٠.٩ مجرى/ كم لحوض وادى بوثن و٥.٨ مجرى/ كم لحوض وادى الرجوع شكل(١٧)، مما يعنى أن أحواض منطقة الدراسة ذات نسيج متوسط إلى خشن حسب تصنيف (small , 1978 , p221) ويرجع ذلك إلى طبيعة الرواسب السطحية ذات النفاذية والمسامية العالية والتى تتكون من الحجر الرملى والحجر الجيرى.



شكل (١٧) يوضح معامل النسيج الحوضى

جدول رقم (٨) بعض خصائص شبكات التصريف بأحواض منطقة الدراسة

اسم الحوض	كثافة التصريف	معدل تكرار المجارى	معدل بقاء المجرى	النسيج الحوضى
الحصرمة	٢.٥	٦.٢	٠.٤	١.٤
الخربة	٢.٣	٤.٥	٠.٩	١.٤
عميرة	٢.٤	٤.٩	٠.٤١	١.٥
بوثن	٢.٤	٤	٠.٤	٠.٩
القعادى	٢.٣	٦.٣	٠.٤٣	١.٩
شرق بريشتو	٠.٢٥	٤.٧	٤	١.٥
غرب عربية	٠.٢٧	٤.٨	٣.٧	١.٨
الجولة	٢.٥	٣.٩	٠.٤	١.٦

المرزقة	٢.٤٥	٤.٤١	٠.٤	١.٦٤
العين	٢.٨	٤.٥	٠.٣٥	٢.٣
عيس موسى	٢.٧	٣.٦	٠.٣٧	٢.١
الرجوع	٢.٥	٤.٠١	٠.٤	٥.٨
رويط	٢.٢٣	٢.٣	٠.٤٤	٢.٠٩
الشميسى	٢.٤	٣.٤	٠.٤	٢.٠٨
المشهور	٢.٧	٤.٠٤	٠.٤	٤.١٦
االعربية	٢.٥	٣.٠٦	٠.٤	١.٩٨
المملوح	٢.٦	٣.٨	٠.٤	٢.٣
االضبع	٢.٧	٣.٧	٠.٣٧	٥
الشويرف	٢.٤	٣.٧	٠.٤	٣.٢
بريشتو	٢.٤	٣.٢	٠.٤٢	٣.٥
الشقلوف	٢.٣	٠.٩	٠.٤٣	٠.٩
الجديد	٢.٢	٢.٩٧	٠.٤٥	٢.٧
البيضاء	٢.٦	٣.١	٠.٤	٢.٣
الحنيش	٢.٧	٣.٨	٠.٨	٢.٤
مطوع	٢.٤	٣.٤	٠.٤٢	٢.٦
الخناشرة	٢.٩	٤.١	٠.٣٤	٣.٢
الشريف	٣	٤.٩	٠.٣٣	٢.٢
القرمية	٢.٦	٤	٠.٤	٢.٢

المصدر : من إعداد الباحثان.

رابعًا : الخصائص الهيدرولوجية

يعد الماء أحد أهم الموارد الطبيعية التي يسعى الإنسان إلى استغلالها بالكيفية التي يضمن بها المحافظة عليها واستمرارها وفق أسس عملية صيغت بناءًا على نتائج ودراسات أعدت من أجل ذلك، فالجريان السطحي هو المحصلة النهائية لمياه الأمطار التي تنساب على سطح الأرض والمنحدرات متبعة عدة مسارات حسب طبوغرافية المنطقة ، ومن أهم الموارد المائية بالبيئات الجافة وشبه الجافة ، نظراً لانخفاض معدلات التساقط، كما أنه يدخل ضمن الدراسات المتعلقة بالمشاريع المخصصة للتخطيط الحضري.

وتعد دراسة العوامل المؤثرة في الجريان السطحي ، إلى جانب الأساليب المورفوهيدرومترية أساساً قوياً تنطلق منه طرق التوقع الهيدرولوجي للجريان السيلي ، وفي ظل الخصائص المورفومترية والتضاريسية والشكلية لأحواض وشبكات تصريف أودية منطقة الدراسة ، ومن ثم تتهيئ الفرصة لتصنيف احتمالية ودرجات خطورة الجريان السيلي الذي يهدد النشاط البشري واستخدامات الأرض بمنطقة الدراسة. **زمن التباطؤ** يقصد بزمن التباطؤ الفترة الزمنية المحصورة بين بداية سقوط الأمطار بالعاصفة المطرية وبداية الجريان السطحي ،وهي الفترة التي ترتفع فيها معدلات التسرب ، حيث تكون عالية في البداية وتتدرج في التناقص كلما اقتربت لحظة الجريان السطحي بعد وصول التربة إلى حالة التشبع .

$$TP = CT \left(L^* L_C / \sqrt{S}\right)^N$$

حيث :

TP = **زمن التباطؤ**

CT = معامل للوقت يتراوح قيمته بين ١.٤ ، ١.٧

L = أقصى طول لحوض التصريف

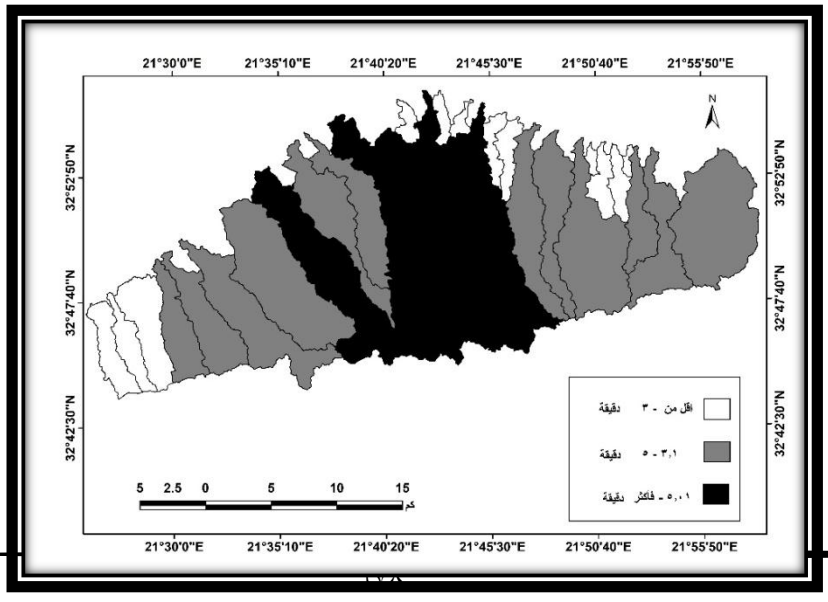
Lc = طول مسار المياه من مركز ثقل الحوض إلى المصب م

S = الانحدار التدريجي للحوض م/ كم

N = ثابت يقدر قيمته ٠.٣٨

حيث تتسرب كميات كبيرة من المياه في ثنايا التربة خلال هذه المدة وتفيد دراسة زمن التباطؤ في التعرف على الوقت اللازم لتوالد الجريان السطحي بأحواض التصريف ، إلى جانب دراسة متوسطات فواقد التسرب الأولى والتي تفيد في حساب جملة الفواقد بأحواض التصريف ، وبتطبيق معادلة زمن التباطؤ على أحواض التصريف بمنطقة الدراسة ، اتضح أن المتوسط العام لزمن التباطؤ بلغ نحو ٣.٥٥ دقيقة – جدول رقم (٩) ، هي الفترة الزمنية التي تحتاجها أحواض التصريف لتوالد الجريان من بداية سقوط الأمطار، بانحراف معياري ١.٦٩ دقيقة ومعامل تباين ٤٧.٦١% مما يوضح أن هناك عدم تجانس كبير بين الأحواض المدروسة في الوقت التي تحتاجه بين نشأة الجريان وبداية سقوط الأمطار، ويرجع ذلك إلى اختلاف الخصائص المورفومترية .

ويتراوح زمن التباطؤ بين ٠.٩٨ دقيقة لأسرع الأحواض توالد للجريان السطحي وهو حوض وادي القعادى والذي تبلغ مساحته ١.٢٦كم٢ وكثافته التصريفية ٢.٣ ، و٧.١٥ دقيقة لحوض وادي الجديد أقل الأحواض بمنطقة الدراسة في تولد الجريان السطحي حيث تبلغ مساحته نحو ٤٨.٦٩ كم٢ ويعد أكبر أحواض منطقة الدراسة من حيث المساحة – شكل رقم (١٨).



شكل (١٨) يوضح فئات زمن التباطؤ

زمن التركيز

تتطلب الدراسات الهيدرولوجية للأحواض التصريفية معرفة زمن التركيز الذي يقيس الفترة الزمنية المستغرقة لوصول الأمطار وجريانها من مناطق تصيدها من أبعد نقطة على الحوض حتى وصولها إلى مخرج الحوض ، بفرض أن العاصفة المطرية المؤثرة على حوض التصريف تسقط بشكل منتظم ، كما يشير زمن التركيز إلى الفترة الزمنية التي يتساوى عند تجاوزها معدل الجريان مع أي زيادة في معدل التساقط .

$$TC = (0.00013)(L)^{1.15}\left(H^{0.58}\right)$$

TC = زمن التركز

L = طول المجرى الرئيسي بالأمتار

H = الفارق الرأسي بين أعلى وأدنى نقطة

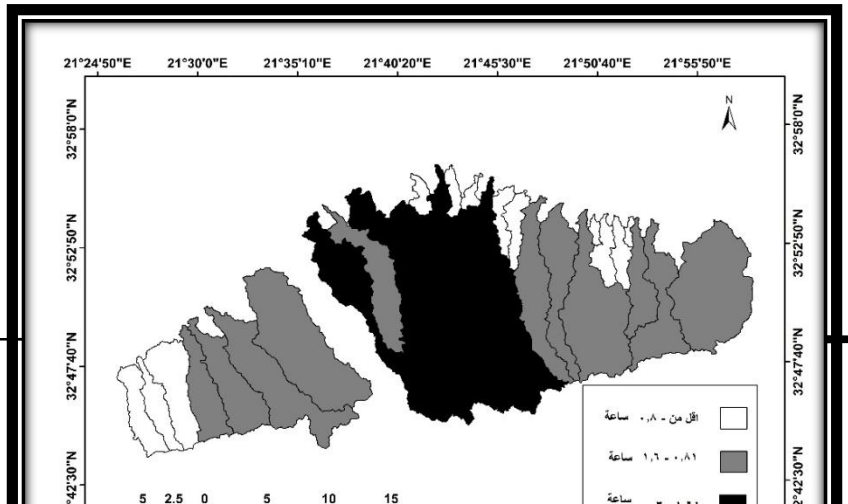
(١.١٥ ، ٠.٣٨) = أس ثابت يدل على خصائص الحوض

وتدل القيم المرتفعة لمعامل زمن التركيز على انخفاض درجات الخطورة للجريان السيلي ، في الوقت الذي تسهم فيه أحواض التصريف التي تمثل أعلى درجات الخطورة في الجريان بمعدلات زمن تركيز منخفضة جداً كنتيجة مباشرة لبلوغ الجريان قمته بالمجاري النهرية لحوض التصريف بعد مرور وقت قصير من بداية سقوط الأمطار .

ويتضح بعد تطبيق معادلة زمن التركيز على أحواض تصريف منطقة الدراسة جدول رقم (٩)، أن حوض تصريف الجديد يتربع قمة أحواض التصريف من حيث قيم معامل التركيز بمدة زمنية تصل إلى ٣.٠٦١ساعة يستغرقها حتى يبدأ معدل السريان

يتساوى مع معدل سقوط الأمطار ، أي مشاركة كل نقطة مطر تسقط على الحوض في الجريان بشكل صافي دون فواقد بعد مرور هذه الفترة الزمنية من بداية العاصفة المطرية . وتشير هذه القيمة إلى أن حوض وادي الجديد يعد أقل أحواض منطقة الدراسة خطورة من حيث الجريان السطحي تبعاً لحصوله على أعلى قيم لزمن التركيز ، وعلى الجانب الآخر ، فإن حوض وادي القعادى سجل أقل قيم معامل التركيز حيث بلغت قيمته ٠.١٤٤ ساعة أي ٨.٦٤ دقيقة ، مما يشير إلى أن الأحواض صغيرة المساحة والتي تشرف على الطرق والمناطق الصناعية هي الأكثر خطورة من حيث جريانها السيلي تبعاً لزمن التركيز مما يستوجب وضع هذه الأحواض على قائمة أولويات أعمال الحماية من السيول ، مما يخفف وطأة خطورة هذه الأحواض صغر مساحتها وبالتالي صغر كمية المياه المتجمعة من الأمطار داخل هذه الأحواض ؛ ويؤخذ على معامل زمن التركيز أنها تجاهلت أهمية العامل.

الليثولوجي ومعدل النفاذية وكمية التسرب وجملة المياه المفقودة من الأمطار نتيجة التبخر والكثافة النباتية على الرغم من كون هذه العلاقة أخذت عامل الانحدار وطول المجرى الرئيسي في الاعتبار . وقد بلغ المتوسط العام لزمن التركيز لأحواض التصريف ١.٠٦ ساعة بانحراف معياري بلغ نحو ٠.٧٤ ساعة ومعامل تباين ٦٩.٨١١ % مما يعني أن اقل من٤٠% بأحواض التصريف ذات درجة خطورة عالية – شكل رقم (١٩).



شكل (١٩) يوضح فئات زمن التركيز بأحواض منطقة الدراسة

جدول رقم (٩) معاملات الخصائص الهيدرولوجية

اسم الحوض	زمن التباطؤ "بالدقيقة"	زمن التركيز / ساعة	زمن تصريف الأحواض
الحصرمة	١.٤	٠.١٨٢	0.174
الخربة	١.٣٢	٠.٢٦٤	0.152
عميرة	١.٧٤	٠.٢٤١	0.247
بوثن	١.٠٦	٠.١٤٥	0.13
القعادى	٠.٩٨	٠.١٤٤	0.12
شرق بريشتو	٢.١٧	٠.٤	0.32
غرب عربية	٢.٢٦	٠.٤٧٤	0.34
الجولة	٢.٢	٠.٤٣٧	0.29
المرزقة	٢.٢٣	٠.٤٥	0.31
العين	٤.١٣	٠.٩٦٦	0.42
عيس موسى	٤.٢٥	١.١٥	0.76
الرجوع	٣.٣٧	١.١٠٢	0.47
رويط	٤.٠٦	١.٢٩	0.55
الشميسى	٤.١	١.٥١٣	0.64
المشهور	٤.٦	١.٤٥٣	0.62
االعربية	٤.٣	١.٥٨٨	0.67
المملوح	٤.٦٤	١.٦٤٣	0.79

الضبع	المصدر : من إعداد الباحثان.		0.66
الشويرف	٥.٨	٢.٢٧٩	1.01
بريشتو	٦	٢.١٦	0.91
الشقلوف	٦.٥٧	٢.٣١٤	1.02
الجديد	٧.١٥	٣.٠٦١	1.42
البيضاء	٣.٦٧	٠.٩١	0.5
الحنيش	٣.٤	٠.٨١٨	0.46
مطوع	٤.٩	١.٥٠٢	0.76
الخناشرة	٢.٩	٠.٧٣٦	0.44
الشريف	٢.٩٦	٠.٦٧٨	0.42
القرمية	٢.٧	٠.٦٢	0.39

زمن تصريف الأحواض :

يقصد بها الفترة الزمنية اللازمة التي يستغرقها الحوض ليتمكن من صرف كافة مياهه من الأمطار الساقطة عند منابعه حتى مخرجها عند المصب ، ونظراً لصعوبة قياس زمن تصريف الأحواض في الأودية الجافة فجائية الجريان وغير منتظمة الكمية والسرعة ، فقد استخدم معادلات مستنتجة من تجارب معملية.

$$Td = (0.305L)^{1.15} / 7700(0.305H)^{0.38}$$

Td = زمن التصريف الحوضي

L = طول المجرى الرئيسي بالمتر

H = الفارق الرأسي على طول المجرى الرئيسي من المنبع حتى المصب

(0.38 , 1.15) = أس ثابت يعبر عن خصائص الحوض

ويتضح من دراسة الجدول (٩) أن المتوسط العام لزمن تصريف الأحواض بلغ نحو ٠.٥٤ ساعة بانحراف معياري ٠.٣ ساعة ومعامل تباين يصل إلى ٥٥.٦% وهي معاملات مرتفعة تدل على تشتت الأحواض حول متوسطها وعدم تجانسها مع بعضها البعض ويرجع ذلك لاختلاف أطوال الأحواض وكذلك الفارق الرأسي بها ، فقد سجل وادي القعادى أقل معدلات زمن التصريف حيث بلغت نحو ٠.١٢ ساعة ويرجع ذلك إلى صغر طول حوضه والذي يبلغ ٢.٤٥كم ، وارتفاع الفارق الراسي الذي يبلغ نحو ٢٧٠متر، بينما سجل وادي الجديد أعلى معدلات زمن التصريف حيث بلغت نحو ١.٤٢ ساعة ويصل طول حوض الجديد ٢٧.٣٧كم بفارق رأسي بلغ نحو ٥٧٠ متر.

الميزانية المائية :

تعد دراسة الميزانية المائية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة ، ذات أهمية كبيرة للوقوف على كميات المياه المتوقع جريانهاعند سقوط الأمطار بدرجة أكبر من درجة تشبع سطح التربة بالمياه بأحواض منطقة الدراسة ، وذلك من خلال إيجاد الفارق بين إجمالي المياه الساقطة ، وجملة الفواقد عن طريق التبخر والتسرب ، والتي على أساسها يمكن تحديد درجة خطورة الأحواض في حالة حدوث الجريان السيلي . وسيتم دراسة الميزانية الهيدرولوجية من خلال

كميات المياه الساقطة على أحواض منطقة الدراسة :

يتميز نظام سقوط الأمطار في منطقة الدراسة بالنظام الفصلي وتركزه في أشهر معينة ، وزيادة حدته في أيام معدودات من السنة ، كما أنه يتميز بشدته العالية وكثافته في ساعات محدودة خلال اليوم الواحد ، وهي خاصية تميزت بها المناطق الحارة الجافة ، فجائية الأمطار حيث بلغت قيمة أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد بمحطة شحات٣٠,١ ملم أي نحو ٥,٧% من كمية المطر السنوي التي بلغت نحو ٥٢٧,٣ مم.

وتفيد دراسة كميات الأمطار الساقطة على أحواض منطقة الدراسة في تنمية الموارد المائية والمحافظة عليها من أجل الاستفادة منها بشكل يحقق مزيد من التنمية الزراعية والاستقرار البشري ، ومدى إمكانية مساهمتها في شحن الخزان الجوفي وتحسب من المعادلة التالية :

كميات المياه = مساحة الحوض × متوسط كمية الأمطار في محطتي شحات وسوسة

بلغ مجموع مايمكن أن يسقط من أمطار على الأحواض المدروسة أثناء العاصفة المطرية نحو ٢٦٤.٠٤ مليون م٣ بمتوسط عام ٩.٤٣ مليون م٣ ، يمثل حوض وادي بريشتو أكبر الأحواض من حيث حجم المياه المتجمعة حيث بلغت نحو ٢٥.٢ مليون م٣ ويعد أكبر الأحواض مساحة ، بينما جاء حوض القعادى أقل أحواض

منطقة الدراسة تجميعاً للمياه الساقطة حيث بلغت نحو ٠.٥ مليون م٣ ، ويرجع ذلك إلى أنه أصغر الأحواض مساحة .

جدول رقم (١٠)الميزانية المائية فى منطقة الدراسة

اسم الحوض	التبخر خلال زمن التصريف الف م^{٣}	كميات المياه الساقطة م^{٣}	التسرب خلال زمن التباطؤ	اجمالى حجم الفواقد م^{٣}	اجمالى صافى الجريان
الحصرمة	١٢٢٣.٤٣٧٥	٨٩٦٣٣٢.٥	٢٥٢٠	٩٩٢٩.١٣٧٥	٨٨٦٤٠٣.٣٦٢٥
الخربة	١٦٩١	١٤١٨١٩٧.٢	٣٧٥٩.٣٦	١٤٠٠٠.٠٥٦	١٤٠٤١٩٧.١٤٤
عميرة	٢٥٥٢.٥٩٠٦٢٥	١٣١٧٤٠٩.٥٩	٤٦٠٣.٣٤٤	٢٠٠٦١.٨٣٢٨٣	١٢٩٧٣٤٧.٧٥٧
بوثن	٦٠٣.٢٨١٢٥	٥٩١٥٧٩.٤٥	١٢٥٩.٢٨	٤٩١٢.٧٥١٢٥	٥٨٦٦٦٦.٦٩٨٨
القعادى	٤٧٣.٢٥	٥٠٢٧٤٢.٩٤	٩٨٩.٤٠٨	٣٨٥٥.٤١	٤٩٨٨٨٧.٥٣
شرق بريشتو	٥٤٧٨	٢١٨٢٢٧٠.٨٦	٩٥٠٩.٨٠٨	٤٢٦٨٤.٥٧٦	٢١٣٩٥٨٦.٢٨٤
غرب عربية	٧٢٧٧.٠٦٢٥	٢٧٢٨٤٣٦.١٣	١٢٣٨٢.٩٩٢	٥٦٤٥٢.٨٨٢٥	٢٦٧١٩٨٣.٢٤٨
الجولة	٦٢٩٨.٤٣٧٥	٢٧٦٨٦٧١.٥	١٢٢٣٢	٥٠٣٧٥.٣٣٧٥	٢٧١٨٢٩٦.١٦٣
المرزقة	٥٧٠٦.٩٠٦٢٥	٢٣٤٦٧٩٧.٦٧	١٠٥٠٩.٥٤٤	٤٥٠٧٠.٥٦٨٢٥	٢٣٠١٧٢٧.١٠٢
العين	١٧٨٨٩.٣٧٥	٥٤٢٩٧٨٣.١	٤٥٠٣٣.٥٢	١٥٣٣٧١.٥٧٥	٥٢٧٦٤١١.٥٢٥
عيس موسى	٥٤٦٢٧.٣٧٥	٩١٦٢٩٠٨.٣٧	٧٨٢٠٣.٤	٤٠٩٠٢٦.٧٨٣	٨٧٥٣٨٨١.٥٨٧
الرجوع	٧٣٤٨٨.٩٠٦٢٥	١٩٩٣٢٤٤٢.٩٥	١٣٤٨٩٤.٣٦	٥٧٩٩٤٣.١٧٦٣	١٩٣٥٢٤٩٩.٧٧
رويط	٣٩٤٩٣.٤٣٧٥	٩١٥٣٧٤٥.٨٦	٧٤٦٣٢.٥٤٤	٣١٣٨٠٤.٨٠١٥	٨٨٣٩٩٤١.٠٥٩
الشميسى	٤٦٦٦٤	٩٢٩٤٧٦٨.٨٤	٧٦٥٢٨.٩٦	٣٥٩١٢٦.١٤٤	٨٩٣٥٦٤٢.٦٩٦
المشهور	٨٤٢٦٩.٦٢٥	١٧٣٢٦٧٠٤.٧٨	١٦٠٠٥٧.٩٢	٦٧٠٣٩٤.٧٦٩	١٦٦٥٦٣١٠.٠١
االعربية	٥٥٤٠٤.٨١٢٥	١٠٥٤١٦٦٦.٩٤	٩١٠٢٩.٢٨	٤٢٦٥٦٠.٨٢٤٥	١٠١١٥١٠٦.١٢
المملوح	٦٧٥٢٧.٧١٨٧٥	١٠٨٩٦٦١٤.٦١	١٠١٥٣٤.٣٣٦	٥١٠٤٨٢.٢٠٠٨	١٠٣٨٦١٣٢.٤١
االضبع	١٠٩١٥٣.٦٨٧٥	٢١٠٨٢٩٣٥.٥١	١٨٦٢٨٨.٩٦	٨٤٧٣٢٣.٦٩١٥	٢٠٢٣٥٦١١.٨٢
الشويرف	١٦٦٩٣٠.٩٠٦٣	٢١٠٦٩٣٩٠.٩٣	٢٤٥٤٠٤.٩٦	١٢٥٦٣٣٨.٥٢٨	١٩٨١٣٠٥٢.٤
بريشتو	١٧٩٩١٥.٥٣١٣	٢٥٢٠٣٦٧٤.٧٩	٣٠٣٦٨١.٦	١٣٩٣٢٥٠.٠٥٧	٢٣٨١٠٤٢٤.٧٣
الشقلوف	١٩٥٤٨٦.١٨٧٥	٢٤٤٣١٦٣٣.٧٣	٣٢٢٣٤٥.٢٢٤	١٥٠٦٢٠٩.٥٧٦	٢٢٩٢٥٤٢٤.١٥
الجديد	٢١٦٠٦١.٨٧٥	١٩٣٩٦٦٣٥.٣	٢٧٨٥٠٦.٨	١٥٨٦٩٧٧.٥١٥	١٧٨٠٩٦٥٧.٧٩
البيضاء	٣٤٣٩٠.٦٢٥	٨٧٦٨١٢٣.٧	٦٤٦٢١.٣٦	٢٧٢٨٩٠.٩٨٥	٨٤٩٥٢٣٢.٧١٥
الحنيش	٢٤٨٢٨.٥	٦٨٨٠٦٤٦.٦٤	٤٦٩٧٩.٨٤	١٩٧٣٤١.٢٣٦	٦٦٨٣٣٠٥.٤٠٤
مطوع	٨٥٠١٧.٨٧٥	١٤٢٦٠٤٥٠.٨٩	١٤٠٣٢٤.٢٤	٦٥٥١٩٢.٤٩١	١٣٦٠٥٢٥٨.٤
الخناشرة	٢٧٤١٠.٦٢٥	٧٩٤١٥٠٥.٩٥	٤٦٢٤٩.٢	٢١٢٢٤٧.٩٤٥	٧٧٢٩٢٥٨.٠٠٥
الشريف	١٢٤٦٧.٤٣٧٥	٣٧٨٤١١٦.٦٣	٢٢٤٩٣.٦٣٢	٩٧٩٩٦.٤٣٣٥	٣٦٨٦١٢٠.١٩٧
القرمية	١٤٤٩٣.٣٧٥	٤٧٣٧٤١٦.٠٤	٢٥٦٨٦.٧٢	١١٣٤٥٨.٥٩٩	٤٦٢٣٩٥٧.٤٤١

أحجام الفواقد (التبخر – التسرب) :

تؤثر كميات الفواقد عن طريق التبخر – التسرب على عملية الجريان السطحي ، حيث يمتد تأثيرها على سرعة وكمية الجريان كمؤشر لخطورة السيل ، وعلى مدى إمكانية استمرار الجريان أو انقطاعه.

فيما يلي دراسة للتبخر والتسرب بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة :

فواقد التبخر :

يقصد بها كمية المياه المتبخرة من الأسطح المائية والتربة في أحواض التصريف المراد قياس الميزانية المائية لها، مضافاً إليه النتح الذي يحدث في النباتات المنتشرة بالحوض ، وثمة علاقة جوهرية بين درجة الحرارة ، وما يتبخر من المسطحات المائية والتربة الزراعية والنتح من النبات [*] ، حيث تتميز المناطق الجافة (منطقة الدراسة) بارتفاع معدلات التبخر ، وتعد عملية التبخر واحدة من أهم العمليات في الدورة الهيدرولوجية التي تؤثر على القيمة الفعلية للأمطار .

وتتشابك مجموعة من العوامل التي تتحكم في عملية التبخر بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة ، بعضها عوامل مناخية، وبعضها عوامل خاصة بالخصائص المورفومترية والشكلية للحوض ؛ بالإضافة إلى عوامل خاصة بحالة التربة ، ولا يمكن تحديد أي من هذه العوامل تحديداً مستقلاً .

وبتطبيق معادلة حساب الفواقد بالبخر أثناء زمن تصريف الحوض اتضح مايلي : يبلغ مجموع ما يمكن أن يتبخر من الأحواض بمنطقة الدراسة خلال زمن التصريف ١٥٣٦.٨٢٦ألف م٣ ، بمتوسط عام قدره ٥٤.٨٨٦ ألف م٣.

* يصعب الفصل بين عمليتي التبخر من التربة ونتح النباتات الموجودة فوقها ولذا يفضل أن يجمع بين العمليتين في تعبير واحد (البخر – نتح) .

التسرب :

يقصد بالتسرب تخلل الماء وسريانه في الاتجاه الرأسي والأفقي عبر مسام التربة ، ومن ثم فإن معدل وكمية المياه المتسربة يتوقف على نوعية ورطوبة التربة ونفاذيتها ومساميتها ، بالإضافة إلى كثافة الغطاء النباتي وشدة وكمية الأمطار .

ولا يحدث الجريان السطحي إلا إذا تشبعت التربة تماماً ثم يبدأ الفارق في الجريان، ونتيجة لذلك فإن الفاقد بالتسرب فى رواسب قيعان الأودية سيكون مرتفعاً لارتفاع درجة النفاذية بها ، حتى تصل الرواسب إلى التشبع ، و تزيد كمية التسرب على الأسطح المستوية وشبه المستوية بينما تقل على الأسطح شديدة الانحدار.

كميات التسرب أثناء زمن التباطؤ :

ويعد التسرب خلال زمن التباطؤ بمثابة التسرب الأولى الذي يحدث في بداية تساقط الأمطار، ويستمر حتى تبدأ المياه في الظهور على سطح الحوض ، ويتوالد الجريان التسرب خلال زمن التباطؤ = مساحة الحوض × زمن التباطؤ × ٠.٠٨سم/دقيقة ويجب الإشارة إلى أن تحديد قيم معدل التسرب ٠.٠٨سم/دقيقة جاءت نتيجة تجارب معملية لـ Wilson & Lane , 1980 :

ومن خلال تطبيق معادلة التسرب خلال زمن التباطؤ على أحواض منطقة الدراسة جدول رقم (١٠) يتضح ما يلي:

يبلغ مجموع مايتسرب داخل الأحواض من مياه نحو ٢.٥٠٢٢ مليون م٣ بمتوسط عام٨٩.٣٧ألف م٣ ، ويمثل حوض القعادى أقل قيم التسرب خلال زمن التباطؤ حيث حقق قيمة بلغت نحو ٩٨٩.٤ م٣، بينما مثل حوض الشقلوب أكبر قيم التسرب خلال زمن التباطؤ،حيث حقق ٣٢٢.٣٤٥ ألف م٣.

حساب قيم التسرب الثابتة :

يقصد بها مقدار ما يتسرب داخل الصخر الأصلي ، الذي يقع أسفل الرواسب السطحية والتي تغطي منحدرات الأحواض وقيعانها ، وتبدأ قيم التسرب بالثبات بعد تشبع الرواسب السطحية تماماً ، وتختلف قيم التسرب الثابتة من حوض لآخر تبعاً لاختلاف نوع الصخر ومساحة الحوض وانحداره .

ق = م × ز × ت حيث :-

ق = قيم التسرب الثابتة **م** = مساحة الحوض **ز** = زمن تصريف الأحواض

وبتطبيق معادلة قيم التسرب الثابتة على الأحواض بمنطقة الدراسة جدول رقم (١٠) يتضح مايلي:

يبلغ مجموع قيم التسرب الثابتة داخل الصخور الأصلية المكونة للأحواض والأكثر انتشاراً نحو ٧.٧٧٠ مليون م٣ بمتوسط عام ٢٧٧.٥٠٦ ألف م٣ ، ويمثل حوض الجديد أعلى قيم التسرب الثابتة حيث بلغت نحو ١٠٩٢.٤٠٨ ألف م٣ ، بينما جاء حوض القعادى أقل الأحواض من حيث قيم التسرب الثابتة حيث بلغت نحو ٢.٣٩٢ألف م٣ ، ويعزي ارتفاع قيم التسرب في حوضالجديد إلى كبر مساحته ، بينما أدى صغر مساحة القعادى سيادة صخور الحجر الجيري التابعة للايوسين لى انخفاض معدلات التسرب بالحوض.

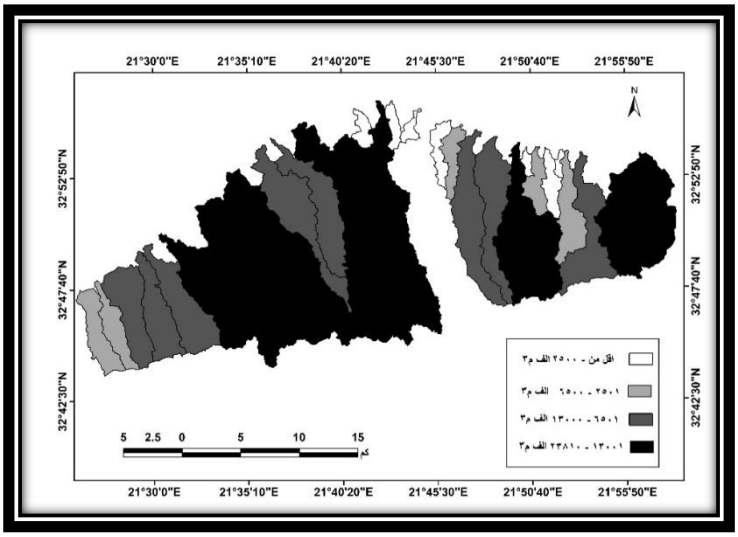
إجمالى حجم الفواقد من (التبخر – التسرب) :

هي المحصلة النهائية لأحجام التبخر أثناء الجريان والتسرب خلال زمن التباطؤ وإجمالي قيم التسرب الثابتة ، وتؤثر كمية الفواقد على الجريان السطحي ، الذي يمثل الفائض من المطر ، ويمتد تأثير حجم الفواقد على استمرار الجريان السيلي في الروافد ، ومن دراسة الجدول رقم (١٠) يتضح ما يلي :

يبلغ إجمالي الفواقد بأحواض التصريف نحو ١١٨٠٩.٢٧٩ ألف م٣ ، بمتوسط عام بلغ نحو ٤٢١.٧٥٩ ألف م٣، ويمثل حوضى الجديد أكبر الأحواض مساحة وأكبرها قيمة لجملة الفواقد ، حيث بلغ نحو ١٥٨٦.٩٧٧ ألف م٣، بينما حقق حوض القعادى أقل قيم لجملة الفواقد بأحواض التصريف حيث بلغت حوالي ٣.٨٥٥ألف م٣.

صافي الجريان:

يقصد بها كمية المياه المتبقية من إجمالي الأمطار الساقطة بعد خصم الفواقد بالتبخر والتسرب، وعلى أساس هذه الكمية يتحدد الجريان السيلي ، حيث تزداد احتمالية حدوث الجريان السيلي بزيادة الفائض من المياه.



شكل (٢٠) يوضح معامل صافى الجريان

ويوضح الجدول رقم (١٠) صافي الجريان بأحواض منطقة الدراسة والتى بلغت حوالى ٢٥٢.٢٤مليون م٣ وقد تم تصنيفها إلى الفئات التالية :

الفئة الأولى : تضم الأحواض التي يقل بها صافي الجريان عن ٢٥٠٠ الف م٣ ، وتشمل ٧ أحوض بنسبة ٢٥% من جملة أعداد الأحواض وهي القعادى وبوثن، وحصرمة ، عميرة ، الخربة ، شرق بريشتو ، المرزقة وتتميز هذه الأحواض بصغر مساحتها ،حيث بلغ إجمالى صافى الجريان ٩١١٤.٨ الف م٣ بنسبة٣.٦%من جملة صافى الجريان بمنطقة الدراسة .

الفئة الثانية : تضم الأحواض التي يتراوح فيها صافي الجريان بين ٢٥٠١ وأقل من ٦٥٠٠ ألف م٣ وتشمل ٥ أحواض بنسبة ١٧.٩% من إجمالي أعداد أحواض منطقة الدراسة ، وهي غرب عربية ، الجولة ، والشريف والقرمية والعين، وبلغ إجمالى صافى الجريان ١٨٩٧٦.٨ ألف م٣ بنسبة٧.٥% من جملة صافى الجريان بمنطقة الدراسة.

الفئة الثالثة : تضم الأحواض التي يتراوح فيها صافي الجريان بين ٦٥٠١ وأقل من ١٣٠٠٠ألف م٣ وتشمل ٨ أحواض **هي** الحنيش والخناشرة والبيضاء وعيسى موسى ورويط والشميسي والعربية و مملوح حيث بلغ إجمالى صافى الجريان ٦٩٩٣٨.٥ ألف م٣ بنسبة٢٧.٧%من جملة صافى الجريان بمنطقة الدراسة

الفئة الرابعة : تضم الأحواض التي يزيد فيها صافي الجريان عن ١٣٠٠٠ ألف م٣ ، وتشمل ٨ أحواض هي مطوع والمشهور والجديد، الرجوع ، الشويرف والضبع والشقلوب وبريشتو وتتميز هذه الأحواض بكبر مساحتها،وبلغ إجمالى صافى الجريان ١٥٤٢٠٨.٢ ألف م٣ بنسبة٦١.١%من جملة صافى الجريان بمنطقة الدراسة

وتتميز الفئة الرابعة والثالثة بارتفاع صافي الجريان ويرجع ذلك إلى كفاءة شبكة تصريفها بسبب كثرة روافدها وشدة انحدار سطحها مما عمل على سرعة انتقال

المياه من المنابع إلى المصب وبالتالي انخفاض الفواقد عن طريق التسرب والتبخر.

الأخطار الهيدروجيومورفولوجية بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

تُعرف التنمية بأنها مجموعة السياسات والإجراءات التي تتخذ لتحسين وضع المجتمع باستخدام التكنولوجيا المناسبة لتحقيق فائض بين الموارد الطبيعية واحتياجات الإنسان ، ولتأكيد مفهوم التنمية المستدامة ومحاولة تحقيق التناغم بين المتاح والاحتياجات لجأت الدول إلى استغلال المتاح من الموارد المائية ،حيث اهتمت الدول بدراسة توقع كميات المياه السيلية للأحواض ، وماتسهم به في شتى مجالات التنمية ، ومدى إمكانية الاعتماد عليها والاستفادة منها ، إلى جانب درء أخطارها على الممتلكات .

ويعد الجريان السيلي ومايترتب عليه من أخطار من أهم مشاكل البيئة الطبيعية في الصحاري الليبية، نتيجة للمحاولات الجادة لتنمية واستغلال هذه المناطق وانتشار التوسع العمراني باشكاله المختلفة، ويتحكم في مقدار خطورة السيول مجموعة من العوامل منها مقدار وسرعة المياه الجارية وحجم الإرسابات التي تحملها المياه ، مع اتساع الرقعة العمرانية وزحفها نحو أحواض التصريف، بالإضافة إلى انحدار سطح الأرض وقابلية الصخور للتسرب والنفاذية ، وتعد الخصائص العامة لأحواض التصريف من العوامل المؤثرة في مقدار خطورة السيول .

وقد تم تصنيف درجات الخطورة بأحواض التصريف إلى :

١- درجات الخطورة تبعاً للخصائص المورفولوجية للأحواض

تم عمل محصلة عامة لدرجة الخطورة تبعاً لخصائص الأحواض المورفومترية ، وذلك عن طريق جمع قيم معاملات الخصائص المورفومترية ، ثم عمل متوسطات نهائية لدرجة الخطورة في أحواض التصريف ، للوقوف على مدى تأثير الخصائص

المورفومترية في تحديد درجات الخطورة الخاصة بالأحواض .

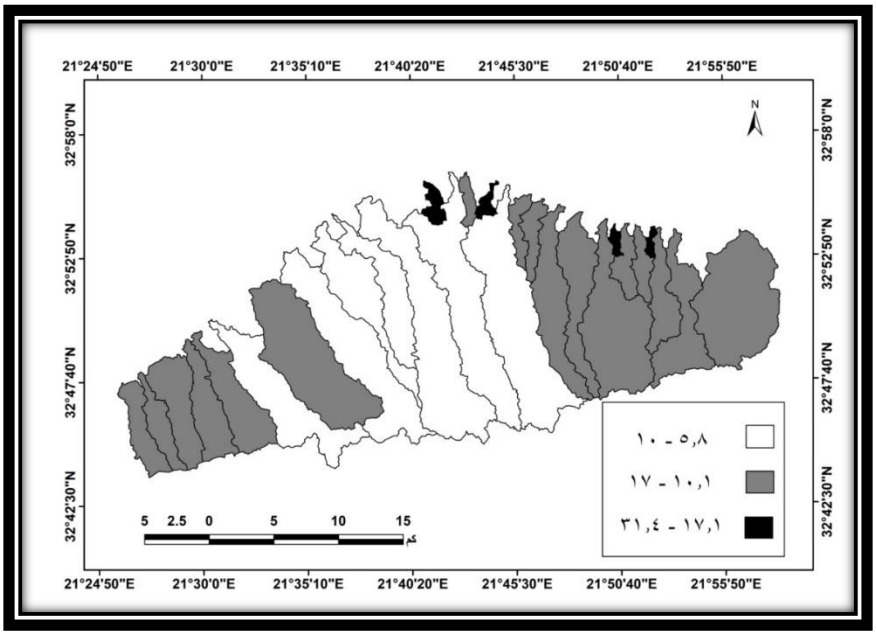
وقد وقع الاختيار على تلك المتغيرات لتشابك التأثيرات المتبادلة فيما بينها ،حيث أنها متغيرات تعتمد على الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب ، ويمكن من خلالها إدراك المرحلة العمرية التي تمر بها الأحواض

يبلغ المتوسط العام لدرجة خطورة الأحواض تبعاً لمحصلة خصائص الأحواض بمنطقة الدراسة ١٣.٥٥، بانحراف معياري ٥.٧٧ ، ومعامل تباين ٤٢% ، مما يدل على أن غالبية الأحواض تتميز بدرجات خطورة متوسطة ، وتبعاً للمحصلة النهائية لخصائص الأحواض تم تصنيف الأحواض إلى الفئات التالية شكل رقم (٢١)

الفئة الأولى (أحواض منخفضة الخطورة ٥.٨ – ١٠) : وتضم سبعة أحواض بنسبة ٢٥% من جملة أحواض منطقة الدراسة وهي أحواض شقلوب ، جديد ، عين موسى ، مطوع ، بريشتو، الشويرف ومملوح ويعزي انخفاض درجة الخطورة في هذه الفئة إلى انخفاض نسبة تضرسها ، فكلما ارتفعت قيم نسبة التضرس زاد خطورة السيل ، لأنها تؤدي إلى زيادة سرعة الجريان وقلة الفواقد عن طريق التبخر والتسرب.

الفئة الثانية (أحواض متوسطة الخطورة من ١٧.١ – ٣١.٤) : وتضم سبعة عشر حواضاً بنسبة ٦٠.١% من جملة أحواض منطقة الدراسة ،حيث تميل احواضها الى الاستطالة.

الفئة الثالثة (أحواض خطيرة من٠.٩٥٩ – ١.٢٦٣) : وتضم أربعة أحواض هى الحصرمة، القعادى، الخربة، بوثن ، تميل أغلب أحواض هذه الفئة إلى الاستدارة وصغر اطوال احواضها؛ مما يسبب تجمع مياه السيل ووصولها في وقت متقارب إلى مخرج الحوض ، مما يجعلها قوية وسريعة وذو قمة حادة ذات خطورة كبيرة ، كما تتميز هذه الفئة بارتفاع قيم نسبة التضرس .



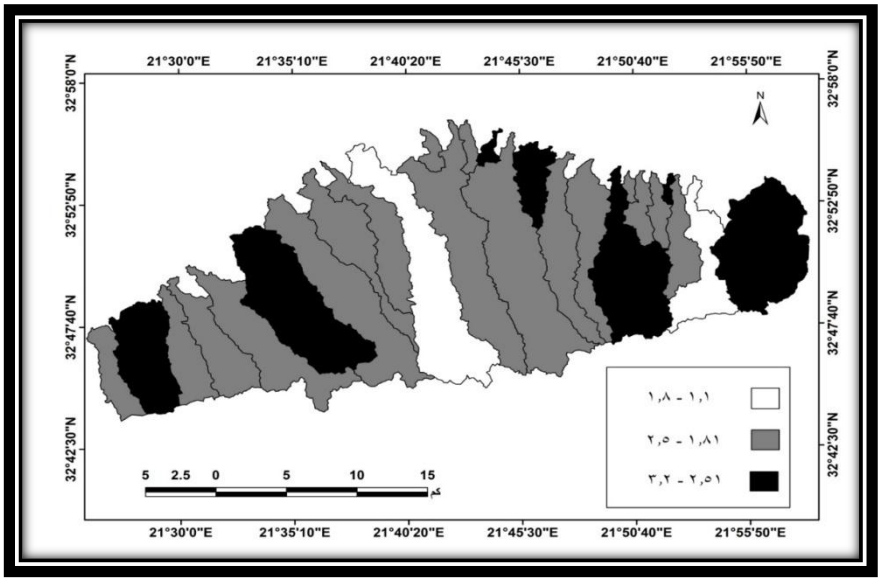
شكل (٢١) فئات درجات الخطورة للخصائص المورفولوجية بأحواض منطقة الدراسة

درجات الخطورة تبعاً لخصائص شبكة التصريف :

وتشتمل على أربع متغيرات، هي معدل بقاءالمجرى وكثافة التصريف وتكرار المجاري ومعدل النسيج الحوضي، وتفيد كثافة التصريف في تحديد درجة الخطورة ؛ وذلك لعلاقتها القوية بحجم التصريف ، فكلما زادت قيمة كثافة التصريف دل ذلك على قدرة وكفاءة الشبكة في نقل مياه الأمطار الساقطة إلى مخرج الوادي في شكل جريان سيلي ، كما يعد معدل التكرار النهري من العوامل الهامة التي تؤثر في درجة خطورة أحواض التصريف، لأنه يعبر عن مدى كفاءة الشبكة في تجميع الأمطار، أما النسيج الحوضي فكلما زادت قمته زادت معها درجة الخطورة ، لأن الأحواض ذات القيم المرتفعة تكون ذات نسيج ناعم مما يقلل فرص تسرب المياه وزيادة فرص توالد الجريان.

وقد تم عمل متوسطات نهائية لدرجات الخطورة في أحواض التصريف تبعاً لخصائص شبكات التصريف، للوقوف على مدى تأثير خصائص الشبكة في تحديد خطورة الأحواض.

وكانت درجات الخطورة العامة لخصائص الشبكة كالآتي حيث بلغ المتوسط العام لدرجة خطورة الأحواض تبعاً للشبكة ٢.٣٤، وجاء وادي الرجوع أكبر الأحواض خطورة حيث بلغت متوسط درجة الخطورة ٣.٢، بينما جاء وادي الشقلوف أقل الأحواض خطورة . ويوضح الشكل رقم (٢٢)، فئات درجات الخطورة للمحصلة النهائية لخصائص شبكات التصريف.



شكل (٢٢) فئات درجات الخطورة لخصائص شبكة التصريف بأحواض منطقة الدراسة

وبصفة عامة فإن أحواض منطقة الدراسة ذات خطورة متوسطة إلى منخفضة ، حيث نجد أن١٩حوض من أحواض منطقة الدراسة بنسبة ٦٧.٩% قد سجلت درجات خطورة متوسطة وضعيفة ، بينما سجلت الأحواض الخطيرة بمنطقة الدراسة نسبة ٣٢.١% من جملة أعداد الأحواض ، مما يدل على أن خصائص شبكة

التصريف ذات تأثير ملحوظ في درجات الخطورة ولكن لا تتوقف الخطورة على خصائص الشبكة وحدها بينما هناك عوامل أخرى تساعد على حدوث الجريان السيلي .

درجات الخطورة تبعاً للعوامل الهيدرولوجية :

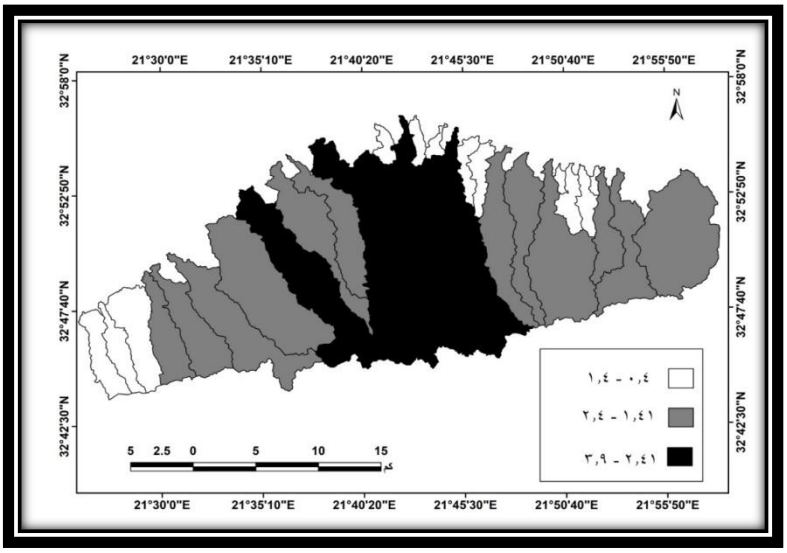
وتشتمل على ثلاثة متغيرات هي زمن التباطؤ وزمن التركيز وزمن تصريف الحوض ، وكلها متغيرات متشابكة التأثيرات المتبادلة فيما بينها وتعبر بوضوح عن طبيعة الصخور التي تغطي أسطح الأحواض والتي تتميز بنفاذية عالية للحجر الرملي ومتوسطة للحجر الجيري ، ومن ثم ارتفاع الفاقد بالتسرب بأحواض التصريف ، فيعد زمن التركيز من المتغيرات الهيدرولوجية المؤثرة على درجة خطورة الحوض، حيث أنها تعبر عن الفترة الزمنية اللازمة لانتقال مياه الأمطار من أبعد نقطة على محيط الحوض إلى مخرج الحوض ، وكلما صغرت قيمة زمن التركيز ذات الخطورة ، كما تعد سرعة الجريان مؤشر هام في تحديد خطورة الجريان السيلي ، ويعبر زمن التصريف عن كمية المياه التي يمكن للحوض أن يصرفها في كل عاصفة مطرية ، بافتراض أن المطر يسقط بشكل منتظم على جميع أجزاء الحوض.

ولتحديد درجات الخطورة بالأحواض ، ثم عمل متوسطات لدرجات الخطورة تبعاً للعوامل الهيدرولوجية لمعرفة إلى أي مدى تؤثر هذه المتغيرات في درجات الخطورة ومدى تأثير كل منها على الآخر ، حيث بلغ المتوسط العام لدرجات الخطورة تبعاً للعوامل الهيدرولوجية ١.٧٢ بانحراف معياري ٠.٨٨ وقد تم تصنيف درجات الخطورة تبعاً للعوامل الهيدرولوجية إلى الفئات التالية شكل رقم (٢٣).

الفئة الأولى : (أحواض منخفضة الخطورة أقل من ١.٤).

الفئة الثانية : (أحواض متوسطة الخطورة بين ١.٤١ – ٢.٤).

الفئـة الثالثـة : (أحواض خطيرة بين ٢.٤١– ٣.٩). ونلاحظ أن أغلب أحواض منطقـة الدراسـة سـجلت درجـات خطـورة متوسـطة إلـى منخفضـة تبعاً للمحصـلة النهائيـة للعوامـل الهيدرولوجيـة حيـث بلغـت نسـبتها ٨٥.٧% ، بينمـا سـجلت الأحـواض شـديدة الخطـورة نسـبة ١٤.٣% مـن جملـة أحـواض منطقـة الدراسـة ، وشكل عام نلاحظ أن الأحواض عاليـة الخطـورة بلغت مرحلـة كبيرة من تطورها الجيومورفولوجى (مرحلة الشباب) بينما الأحواض منخفضـة الخطـورة ما زالت فى بدايات تطورها الجيوورفولوجى (مرحلة النضج المبكر) .



شكل (٢٣) فئات درجات الخطورة تبعاً للعوامل الهيدرولوجي بأحواض منطقة الدراسة

النتائـج :-

شهدت الجغرافية الكمية ثورة نوعية ، حيث أدخلت أساليب إحصائية هندسية فى التحليل ، بهدف الوصول إلى مستوى أكثر موضوعية فى الوصف والتفسير، وقد أصبح هذا الاتجاه منهجاً متبعاً يهدف مستخدموه إلى دعم دراستهم الميدانية والمكتبية

بلغة رقمية عبر صياغة العلاقة بين عناصر المكان على شكل معادلات رياضية ، وتوظيف نتائجها فى عملية التحليل والتفسير الجيومورفولوجى.

تُعد السمات الشكلية دلالات للخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية للأحواض ، تمكن الباحثين من الحكم على تاريخها الجيومورفولوجى ودرجة تحكمها فى سرعة الجريان وحدوث الفيضان ، ويدل تشابه الخصائص الشكلية للأحواض التصريف على تماثلها فى خصائصها الجيومورفولوجية ، وتشير نتائج معامل الاستدارة أن أقل معامل استدارة بلغ ٠.١٨ يمثلها حوض المملوح هى قيم منخفضة تدل على كثرة الانحناءات فى محيط الأحواض ويرجع ذلك إلى كثرة الانكسارات التى أثرت على محيط الأحواض ودفعت مجارى الرتب بمجارى الرتب الأولى والثانية للنحت التراجعى نحو خط تقسيم المياه ، أما أعلى معدل استدارة بلغ نحو ٠.٦٠ بوادى عميرة ويليه وادى الرجوع ، وهى تشير إلى أن خطوط تقسيم المياه أقل تعرجاً ، ومن ثم اقتراب خطوط تقسيم من بعدها عن مركز الحوض وهو ما يشير إلى تساوي زمن وطول الجريان والسيول بعد تساقط الأمطار من الأطراف إلى المركز، بمعنى تلاقى السيول من جميع الروافد عند المجرى الرئيسي فى وقت واحد ، مما يؤدى إلى فيضانات كارثية ، تزداد مع الزمن نظراً لتقدم الأحواض فى دورتها التحاتية. تشير نتائج معامل الاستطالة أن أعلى قيمة للاستطالة كانت ٠.٧٣ بوادى الرجوع مما يشير إلى قرب هذا الحوض من الشكل الدائرى ، بينما انخفضت هذه النسبة فى حوض وادى الجريد ٠.٠٦ ، وتؤثر شدة الاستطالة على الجريان ، فالأحواض المستطيلة يتأخر وصول الجريان إلى المصب ، نظراً لزيادة المسافة التى يقطعها السيل من أبعد نقطة على محيط الحوض حتى المصب ، كما أن الامتداد الطولى يزيد من تسرب مياه الجريان تغذية الخزان الجوفى.

بلغ متوسط قيم معامل شكل الحوض ٠.١٨ ، وهى قيمة منخفضة تشير إلى عدم انتظام الشكل واقتراب شكل أحواض التصريف من الشكل المثلث . بينما تراوحت قيم معدل بقاء المجرى بين (٠.٣٣ – ٤) وهى قيم منخفضة تدل على ارتفاع الكثافة والوعورة لأحواض التصريف ، وكفاءة الشبكة فى سرعة نقل المياه إلى مصبات الأودية والقلة النسبية لقواعد التسرب ، مما يدل على خطورة الجريان.

يقترح الباحثان بعض التوصيات للاستفادة منها فى الخطط التنموية

١- ضرورة الاعتماد على الخصائص المورفومترية للوصول إلى مدلولات هيدرولوجية فى ظل غياب محطات القياس الهيدرومترى ،إذ أن التحليل المورفومترى للأحواض الجافة يُعد أهم العناصر التى يعتمد عليها المخططين عند دراسة تأثير السيول والفيضانات على المنشآت الحيوية والزراعية لما لها من دلالات هيدرولوجية ترتبط بحركة المياه السطحية.

٢- الاستفادة من السيول لسد احتياجات السكان وخاصة فى ظل النقص الحاد فى الموارد المائية، واستخدام تقنيات حديثة فى مجال إدارة الموارد المائية غير التقليدية وتنميتها كتطبيق مفهوم إدارة الأحواض المائية وحصاد المياه والاستفادة منها فى شحن الخزان الجوفى ، ودراسة إمكانية التنمية الزراعية وتحديد الأراضى الصالحة لعمليات الاستصلاح.

٣- استخدام شبكات إنذار مبكر للفيضانات الفجائية مع دراسة أنواع السحب وأماكن تجمعها وتحركها وخصائصها المختلفة من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد فى تحليل المرئيات الفضائية.

٤- إقامة عدد من سدود التجمعات الحجرية بأشكالها المختلفة على الروافد الرئيسية لأودية أحواض التصريف ، ذلك لحجز المياه ومنع تدفقها

حتى لا تؤثر على المنشآت الحيوية والطرق فى حالة الجريان السيلى وإنشاء مخرات سيول خاصة فى المناطق القريبة من العمران والنشاط البشرى وتحويل مياه السيول بعيداً عن تلك المناطق

٥- عدم بناء مساكن بالقرب من مصبات الأودية.

المراجـع

١. أولاً : المراجع العربية :

١- أحمد أحمد السيد مصطفى (١٩٩٩) : متطلبات الدقة في المرئيات الفضائية للدراسة الجيومورفولوجية ، إصدار للإنسانيات، دورية علمية محكمة تصدرها كلية الآداب فرع دمنهور،جامعة الإسكندرية .

٢- أحمد أحمد السيد مصطفى (٢٠٠٠) : الخريطة الطبوغرافية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠ ومرئيات الماسح الموضوعي المحسنة في التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي السطحي ، دراسة مقارنة بالتطبيق على حوض وادي المليحة وحوض وادي يحمد بجنوب شبه جزيرة سيناء ، ندوة الأستاذ الدكتور سليمان حزين ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة الاسكندرية.

٣- أحمد سالم صالح (١٩٩٤) : السيول والتنمية في وادي فيران بسيناء دراسة تطبيقية من منظور جيومورفولوجي ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد (٢٦) ، القاهرة .

٤- حسن رمضان سلامة (١٩٨٥) : اختلاف التصريف المائى للأودية الصحراوية فى الأردن ، نشرة رسائل جغرافية ، قسم الجغرافيا والجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ٧٥.

٥- خالد ناصر سليمان المديهيم (٢٠٠١) : الميزانية المائية لحوض وادي حنيفة ، رسائل جغرافية ، العدد ٢٥٢ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت .

٦- سعد سعيد أبو راس الغامدي (٢٠٠٤) : استخلاص شبكة التصريف باستعمال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية ، دراسة على منطقة جبال نعمان ، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية ، المجلد ١٦ ، العدد ٢ .

٧- سعد سعيد أبو راس الغامدي (٢٠٠٦) : توظيف نظم المعلومات الجغرافيا في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية ، دراسة حالة وادي ذري في المملكة العربية السعودية ، العدد ٣١٧ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت

٨- عساف علي الحواس (٢٠٠٧) : توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف الصحراوية ، الجمعية الجغرافية السعودية ، سلسلة بحوث جغرافية ، العدد ٨١ ، الرياض .

٩- ماهر عبد الحميد الليثى (١٩٩١) : تصميم الفئات فى خرائط الكثافة من واقع خيطة كثافة السكان فى المملكة العربية السعودية، مجلة جامعة الملك سعود – المجلد الثالث.

١٠- محمد عبد العزيز عزب (٢٠٠٧) : دراسة تطبيقية لسيول وادي قصب باستخدام التقنيات الكارتوجرافية الحديثة ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد ٥٠ ، القاهرة .

١١- محمد عبد الله الصالح (١٩٩٩) : استخدام صور الماسح الموضوعي المحسنة والخرائط الطبوغرافية للتحليل المورفومتري لوادي عنان ووادي مزيعة بوسط المملكة العربية السعودية ، مجلة جامعة الملك سعود ، الملجد ١١ ، الآداب ٢ .

١٢- محمد فضيل بوروبة (١٩٩٩) : المدلول الجيومورفولوجي للتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير : التل الشرقي – الجزائر ، رسائل جغرافية ، العدد ٢٢٩ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت .

١٣- محمد فضيل بوروبة (٢٠٠٢) : الخصائص المورفومترية لحوض وادي عركان ووادي يخرف ، رافدي وادي بيش بالمملكة العربية السعودية ، دراسة تطبيقية مقارنة ، بحوث جغرافية ، العدد ٣٥ ، الجمعية الجغرافية السعودية ، الرياض .

١٤- محمود دياب راضي (١٩٩٢) : العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه في وادي سمائل بسلطنة عُمان ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، رسائل جغرافية ، ١٤١ ، الكويت .

١٥- محمود محمد عاشور (١٩٨٣) : التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مصادر البيانات وطرق القياس ، المجلة الجغرافية العربية، العدد ١٥ .

١٦- محمود محمد عاشور (١٩٨٦) : طرق التحليل المورفومترى لشبكة التصريف المائى ، حوليات كلية الإنسانيات والعلوم الإجتماعية ، جامعة قطر.

١٧- محمود محمد عاشور ، محمد مجدى تراب (١٩٩١) : التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف المائى ، وسائل التحليل الجيومورفولوجي ، الطبعة الأولى ، القاهرة.

١٨- منعم على حسن العزاوى وآخرون(٢٠١٩) : التحليل المورفومترى لحوض وادى أم خشاف جنوب غرب العراق دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ،دراسات العلوم الانسانية والاجتماعية ،المجلد ٤٦، عدد ٢ ، ملق ٢ .

١٩- مشاعل محمد سعود عبد الرحمن آل سعود (١٩٩٦) : التحليل المورفومتري لشبكة التصريف السطحي بحوض شعيب نساح ، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية ، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة الملك سعود .

٢٠- مشاعل محمد سعود عبد الرحمن آل سعود (٢٠٠٢) : تطبيقات تقنية الاستشعار عن بعد والأساليب الجيوديسية المتطورة في دراسة مورفومترية الأحواض الجافة ، رسائل جغرافية ، العدد ٢٦٥ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت .

٢١- ممدوح تهامى عقل(١٩٩٢) : وادى النيل بين سوهاج وأسيوط ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه ، غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية.

٢٢- هيفاء محمد النفيعي (٢٠١٠) : تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة ، بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيا ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة أم القرى ، مكة المكرمة

٢٣- صفية عيد ، يارا الويش (٢٠١٧) التحليل المورفومتري لحوض الرميلة بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية ، سلسلة الاداب والعلوم الانسانية،المجلد ٣٩ العدد ٤.

٢٤- عبد الله بن محمد الشيخ الأنصاري (٢٠٢٠) التحليل المورفومتري المقارن لاحواض روافد وادي العتك بشمال غربي مدينة الرياض،مجلد الدراسات الجامعية للبحوث الشاملة.

٢. ثانيًا : المراجع الأجنبية :

1) Valset, D., Brosse, J. M., Breton, J. P., Manivit, J. ; LeStrat, P. ; Fourniguet, J. & Shorbaji, H. (1988) : Geologic map of Shaqrã' quadrangle, 1/250000, Sheet 25H, Deputy for mineral resources, Ministry of petroleum and mineral resources.
2) Waikar, M. l. & Nilawar, A. P. (2014). Morphometric Analysis of a Drainage Basin Using Geographical Information System: A Case study,145 International Journal of Multidisciplinary and Current Research, Jan/Feb 2014: 179-184, Available at:http://ijmcr.com.
3) White, J., Hall, R, I., Wolfe, B. B., Light, E. M., Macrae, M. L., & Fishback, L.A. (2014). Hydrological Connectivity and Basin Morphometry Influence Seasonal Water-Chemistry Variations in Tundra, Ponds of the Northwestern Hudson Bay Lowlands, Arctic, Antarctic, and Alpine Research, **46**, 1, 218-235.
4) Sreenivasulu Laqat. V., Rai, S. P. & Kumar, K. (2017). Geomorphological Study of Devak Basin, Report CS/AR-33, National Institute of Hydrology, Jal Vigyan Bhawan , Roorkee, India.