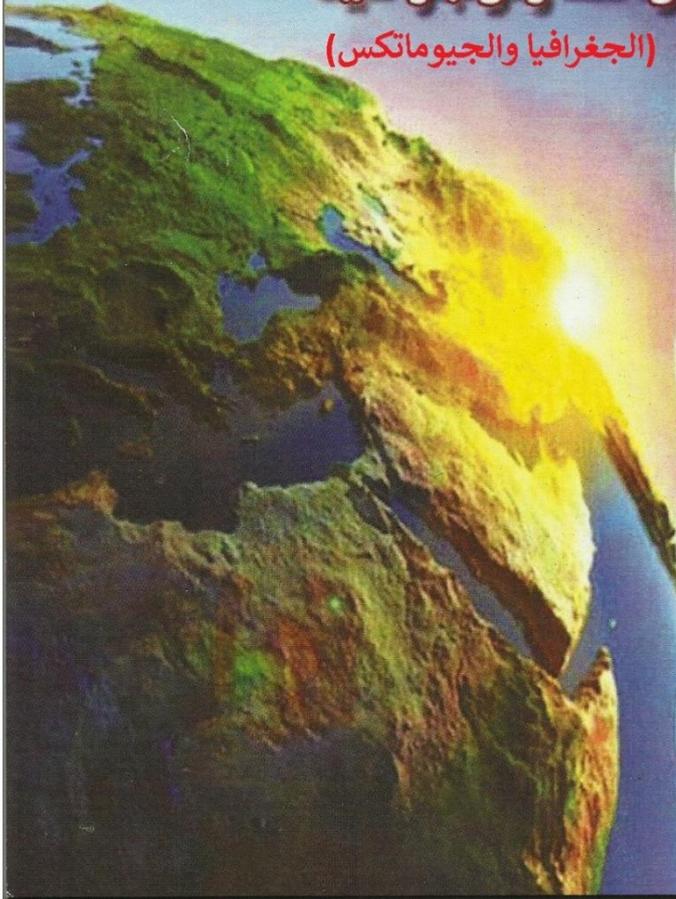




مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية (الجغرافيا والجيوماتكس)



مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بكلية الآداب - جامعة المنوفية

مجلة علمية مُحَكَّمَة

هيئة التحرير للمجلة	
رئيس التحرير	أ.د/ عواد حامد محمد موسى
نائب رئيس التحرير	أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل
مساعد رئيس التحرير	أ.د/ عادل محمد شاويش
السادة أعضاء هيئة التحرير	أ.د/ عبد الله سيدي ولد محمد أبنو
	د/ سالم خلف بن عبد العزيز
	د/ محمد فتح الله محمد الننتيفة
	د/ طوفان سظام حسن البياتي
	د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا
	د/ محمود فوزي محمود فرج
د/ صابر عبد السلام أحمد محمد	د/ صلاح محمد صلاح دياب
سكرتير التحرير	

[موقع المجلة على بنك المعرفة المصري: https://mkgc.journals.ekb.eg/](https://mkgc.journals.ekb.eg/)

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ٢٣٥٧-٠٠٩١
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٧٣٥-٥٢٨٤

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية



بحث:

التحليل والنمذجة المكانية لأخطار السيول

في مدينة خميس مشيط

إعداد الباحثة/ حنان محمد علي القحطاني*

* ماجستير من قسم الجغرافيا كلية العلوم الانسانية جامعة الملك خالد

ملخص البحث:

تعد دراسة أحواض التصريف من الأسس المهمة التي تعتمد عليها معرفة كمية السيول في أحواض أودية مدينة خميس مشيط، ويمكن التعرف على هذه الخصائص من حيث معرفة التكوينات الجيولوجية ذات التأثير على تنوع وتوزيع الأشكال الجيومورفولوجية في مجاري الأودية؛ وذلك لتأثر المجاري المائية بنوع الصخر والبنية الجيولوجية، ودراسة خصائصها المورفومترية لتوضح مساحة وأبعاد أحواض الأودية وخصائص الانحدارات؛ بالإضافة للخصائص الهيدرولوجية وأثرها على كمية السيول، حيث تم الاستعانة بأساليب متنوعة في تحليل البيانات المكانية وتحليلها وصفاً وذلك بالاعتماد على مصادر مختلفة للبيانات كصور الأقمار الصناعية ونموذج الارتفاع الرقمي DEM، والبيانات المناخية للأمطار للفترة الزمنية ما بين ١٩٨٩م و٢٠١٨م، وتم إيجاد قاعدة بيانات لأحواض الأودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية كعامل مساعد في التعامل مع البيانات المختلفة، كما تتميز منطقة الدراسة بتباين مساحتها وخصائصها المورفومترية ويرجع ذلك إلى تباين العوامل الطبيعية المتمثلة بالطبيعية الصخرية والمناخ وعامل الانحدار فضلا عن تأثير الغطاء النباتي وهذه العوامل كان لها تأثير بارز في شكل الأحواض ومساحتها.

وهذه الدراسة جاءت لرصد مواطن الخطر الناجم من السيول وما تخلفه من أضرار بشرية ومادية، إذ تم ذلك بدراسة تطبيقية تحليلية تهدف إلى تحديد مواقع الخطر على مدينة خميس مشيط، وقد توصلت إلى عدد من النتائج إضافة إلى المواقع المهددة بالغرق أو الجريان السيلي فيها.

الكلمات المفتاحية: خميس مشيط، السيول، التحليل المورفومتري، النمذجة الهيدرولوجية.

المقدمة:

تهدف الدراسة إلى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في الكشف عن الخصائص المورفومترية في أحواض منطقة الدراسة والمؤثرة على مدينة خميس مشيط، حيث تتسم أحواض وشبكات التصريف المائي في منطقة الدراسة أنها ذات تصريف داخلي وتتحد من سفوح مرتفعات عسير الشرقية نحو مدينة خميس مشيط، ونتيجة لسقوط الأمطار التي ينشأ عنها جريان سطحي في شبكة الأودية والتي يترتب عليها السيول بفعل كثافة التساقط المطري وعامل الانحدار السطحي، والتي تضم خمسة أحواض وهي حوض وادي بيشة وعتود وحجلا ومصلم وتارة، وقد زاد من خطورة هذه المشكلة فجائية الجريان السيلي وعدم انتظام حدوثه إضافة إلى عدم توفر أجهزة رصد لمجاري الأودية مما يمنع إمكانية التنبؤ بحدوث السيول، وتم دراسة بعض طرق التحليل الكمي من خلال نموذج Suitability Analysis في برنامج ArcGIS، لإنتاج خريطة موحدة تشمل كل المعايير المأخوذة في الاعتبار وتلخيص طبيعة الجريان السيلي وأخطاره بمنطقة الدراسة، وتم رصد مواضع الخطر ودرجات الخطورة بحسب كثافة التصريف لمواضع تجمع المياه وجريان السيول. بدراسة تطبيقية تحليلية.

اهداف الدراسة:

1. التعرف على الخصائص الجيولوجية والتضاريسية وتقدير التدفق السيلي بمنطقة الدراسة.
2. بناء قاعدة بيانات جغرافية لنتائج المؤشرات المورفومترية والهيدرولوجية لشبكة وأحواض التصريف في منطقة الدراسة.
3. إعداد خريطة رقمية محدد عليها المواقع المهددة بخطر الجريان السيلي بمنطقة الدراسة ودرجات الخطورة.

منهج وأساليب والدراسة:

اعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي حيث تم من خلاله تحليل صور الأقمار الصناعية متوسطة وعالية الدقة إضافة لنموذج الارتفاعات الرقمي والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، كذلك إجراء القياسات وتطبيق المعادلات المورفومترية والنماذج المكانية

والهيدرولوجية، لتحديد المناطق المهددة بأخطار الجريان السيلبي، إضافة إلى المنهج الكمي الذي تم من خلاله إجراء القياسات الخاصة بالمؤشرات المورفومترية والهيدرولوجية للجريان من خلال استخدام الأساليب التي توفرها نظم المعلومات الجغرافية من وسائل تحليل مكانية، كما تم الاعتماد بشكل أساسي على معالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية باستخدام الاستشعار عن بعد ، إضافة إلى أسلوب التحليل المكاني.

مصادر البيانات:

- ١) الخرائط الطبوغرافية: مقياس ١/٥٠.٠٠٠ لتحديد حدود منطقة الدراسة من خلال خطوط تقسيم المياه لمجاري الأودية الرئيسية التي تمر بمنطقة الدراسة.
- ٢) نموذج الارتفاعات الرقمي (Aster DEM Shuttle radar topography mission) (SRTM) الإصدار الثاني V2 بدقة مكانية مناسبة ٣٠ متر مصدرها وزارة البترول والثروة المعدنية، إدارة المساحة الجوية، ١٩٨٢م.
- ٣) نموذج الارتفاعات الرقمي DEM الإصدار الثاني V2 بدقة ٥ متر مصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ٢٠١٩م.
- ٤) الخرائط الجيولوجية مقياس على الخريطة الجيولوجية ١/٢٥٠,٠٠٠، لوحة رقم f1٨، وزارة البترول والثروة المعدنية، وكالة الوزارة للثروة المعدنية، ١٩٨٥م.
- ٥) البيانات اليومية للأمطار خلال فترة الدراسة الممتدة بين عامي (١٩٨٩م-٢٠١٨م) وذلك لمحطة (خميس مشيط، أبها)، ومصدرها هيئة الأرصاد وحماية البيئة.

الدراسات السابقة:

- دراسة خضر (١٩٩٧م)، بعنوان "الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل"، قدم الباحث رسالته في جزئين هما الأخطار الجيومورفولوجية ثم ركز على دراسة السيول في وادي النيل، وقد درس الأخطار الفجائية و البطيئة كافة الأراضي المصرية حيث ما يوجد الخطر والدراسة التفصيلية وقعت على سيول وادي النيل، حيث وضع مفهوم وتصنيف للأخطار الجيومورفولوجية إضافة

الى دراسة وتحديد مواضع الأخطار وابرز دور الانسان في عوامل وحوث الخطر، عمل على تحديد درجة خطورة الوديان نتيجة السيول وانتهى الى اقتراح الحلول و الاستثمار في السيول.

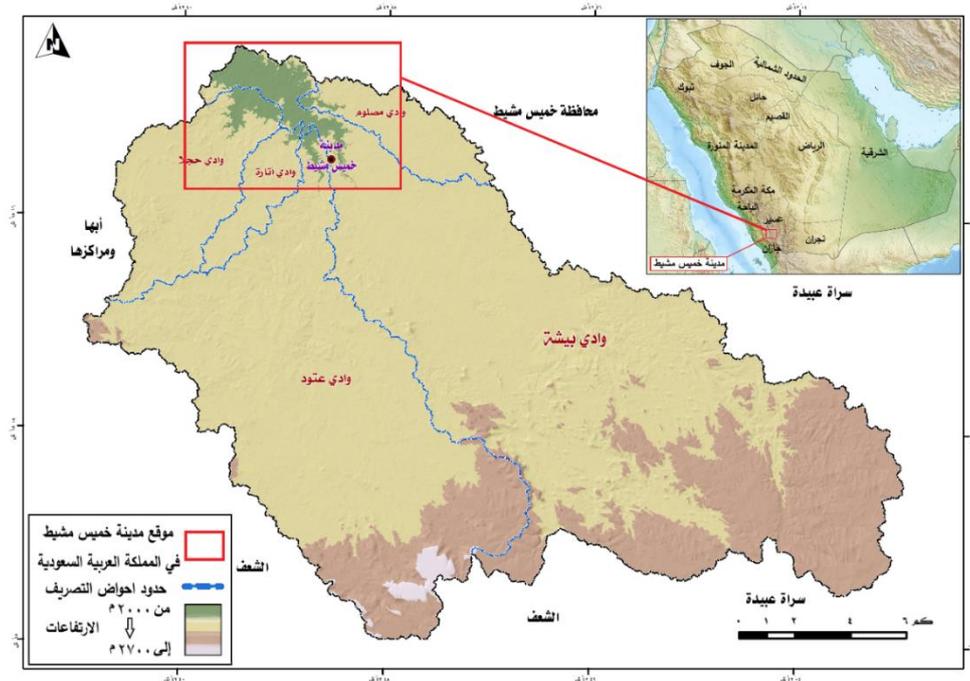
- **دراسة الودعاني (٢٠١٤م)**، بعنوان "مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي)"، أبرز الباحث كل من الخصائص الجيولوجية والطبوغرافية وتوزيع المطر على ظهور مشكلة السيول في منطقة دراسته، حيث تم دراسة خصائص أحواض التصريف وأثر التباينات المكانية في نظام الجريان السطحي، وتطرقت الدراسة لبيان التغيرات المناخية وأثرها على الخصائص الهيدرولوجية للأحواض والعلاقة الارتباطية بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية ومدى تأثيرها على حدوث السيول.

- **دراسة العسال (٢٠٢١م)**، بعنوان " الجريان السيلي وأخطاره في ابها الحضرية دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية " استعرض الباحث في هذا البحث إلى إنتاج نموذج يوضح خريطة الجريان السيلي وأخطاره بمنطقة أبها الحضرية وتصنيف أحواض التصريف تبعاً لدرجة الخطورة حسب المعاملات الهيدرولوجية والمورفومترية، كما سلطت الدراسة الضوء على الجريان السيلي وأثاره الناجمة على كل من المراكز العمرانية وعلى الزراعية والطرق.

- **دراسة القحطاني (٢٠٢١م)**، بعنوان " العواصف الرعدية المطيرة وأثرها في مدينة خميس مشيط " هدف البحث لمعرفة أثر العواصف الرعدية المطيرة في مدينة خميس مشيط تم ذلك من خلال دراسة تطبيقية تحليلية لمتغيرات الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمورفومترية والميزانية الهيدرولوجية لشبكة التصريف المائي في أحواض منطقة الدراسة، حيث تم الاستعانة بنموذج الارتفاعات الرقمية DEM وتحليلها عبر برمجية GIS وذلك للوصول الى معرفة خصائصها الطبيعية ومدى تأثير العواصف الرعدية المطيرة في الأحواض المنحدرة باتجاه مدينة خميس مشيط، ولرصد الأخطار الناجمة عن العواصف الرعدية المطيرة المؤثرة فيها.

الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة أحواض الدراسة المؤثرة على مدينة خميس مشيط فلكياً بين خطي طول $42^{\circ}35'$ و $43^{\circ}09'$ شرقاً وبين دائرتي العرض $17^{\circ}59'$ و $18^{\circ}23'$ شمالاً، وجغرافياً يحدها من الشمال وادي بن هشبل وتندحة حيث تتبع كل منهما محافظة خميس مشيط، ومن الجنوب محافظة سراة عبيدة والشعف التابعة لأمانة عسير، ومن الشرق محافظة سراة عبيدة، ومن الغرب أبها ومراكزها والشعف، وتحتوي على خمسة أحواض وهي حوض وادي بيشة وعتود وحجلا ومصلوم وتارة؛ لتصب كافة الاودية في وادي بيشة والمتمثلة في نقطة الالتقاء عبر مدينة خميس مشيط، وكما يلاحظ انحدار منطقة الدراسة من الجنوب للشمال والشمال الشرقي.



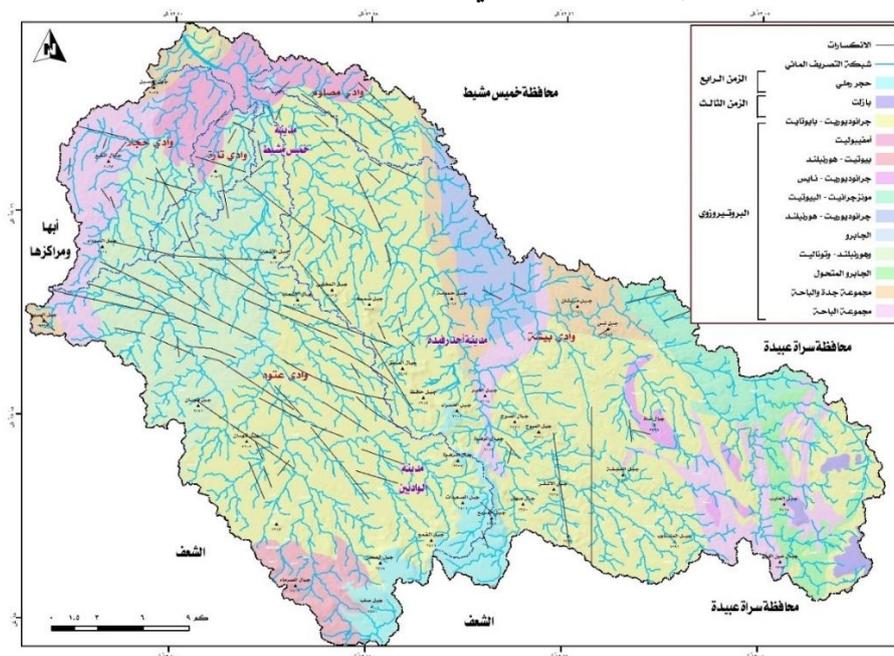
المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: نماذج الارتفاعات الرقمية Aster الإصدار الثاني V2 بدقة 30م. والخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقياس 1: 50,000 (لوحة أحد رفيدة - سراة عبيدة - شرق أبها)، وزارة البترول والثروة المعدنية، إدارة المساحة الجوية، 1982م.

شكل 1: موقع منطقة الدراسة

ومدينة خميس مشيط تقع عند تقاطع خط الطول 42° 43° درجة شرقاً، ودائرة العرض 18° 18° درجة شمالاً، الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي للمملكة العربية السعودية وإحدى مدن منطقة عسير (شكل ١).

أولاً. جيولوجية منطقة الدراسة:

يُظهر القطاع الجيولوجي في الثلث الغربي من المملكة العربية السعودية امتداد صخور القاعدة وهي ما يعرف بالدرع العربي، والتي تمتد من الشمال الى الجنوب والمتمثلة في وحدتين جيولوجيتين من الصخور النارية والرسوبية القديمة والمتحولة تعود لعصر ما قبل الكامبري (ابن لعبون، ٢٠١٩م، ٣١)، ويتشكل سطح أحواض الأودية من تكوينات سطحية متنوعة من حيث التكوين والتركيب الصخري والعمر الجيولوجي.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ١/٢٥٠,٠٠٠، لوحة رقم ٤١٨، وزارة البترول والثروة المعدنية، وكالة الوزارة للثروة المعدنية، ١٩٨٥.

شكل ٢: التكوينات الجيولوجية السطحية لأحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط

وبتتبع الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة (شكل ٢) التي يتضح منها أنها تضم صخور نارية ومتحولة تنتمي لعصر ما قبل الكامبري، مع وجود منصهرات الصخور البركانية الحديثة، وعند نهاية سفوح المنحدرات الجبلية صخور رسوبية فوق صخور القاعدة، كما يوضح (جدول ١) مساحات التكوينات الجيولوجية والتي تم تقسيمها طبقاً للأزمنة الجيولوجية، وتعتبر معظم تكوينات جيولوجية منطقة الدراسة من الصخور المتبلورة المتمثلة بصخور قاعدة الدرغ العربي، بالإضافة لصخور الجرانيت وصخور والبيوتيت والشيست والصخور النارية المتحولة والتي تتصف بعدم النفاذية وهو ما يضاعف قدرتها على تسريب الماء أو تخزينه.

جدول ١: التكوينات الجيولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

المساحة/كم ²	مساحة التركيب الجيولوجي في الحوض /كم ²				نوع التركيب الصخري	الرمز الجيولوجي	الزمن الجيولوجي
	بيشة	عنود	حجلا	مصلوم /ثارة			
٤١,٦٧	٠	٠	٠	٢٦,٣	١٥,٣٧	Qcw	الكامبري
٧,٣٧	٠	٠	٠	٠	٧,٣٧	Tb	الزمن الثالث
٥٥٥,٢٦	٠	٢٤,٩	٠	٢١٠	٣٢٠,٤١	Gdn	البرونيزوي الأعلى
٥٢,٢٣	٦,٢٨	١٣,٥	٢٠	٠,٠٢	١٢,٢٥	Gdv	
٢٨,٤٦	٠	٠	٠	٢٨,٥	٠	Gdh	
١٠,٩٣	٠	٠	٠	٠	١٠,٩٣	Gdm	
٣٨,١٨	٠	١,٨٧	٠	٠	٣٦,٣١	Ghn	
٤٠,٧١	٠	٠	٠	٠	٤٠,٧١	Grb	
٠,٥٧	٠	٠,٤٦	٠	٠	٠,١١	Gb	
١٨٣,٥٨	٢٢,٣	٠	٢٧	١٣٤	٠,٣٧	Qdn	
٢٥,١٨	٠	٠	٠	٠	٢٥,١٨	Mg	
٤٩,٤٦	٠	٢,٤٣	٠	٣,٣٢	٤٣,٧١	Jbg	
٩,١٥	٠	٠	٠	٠	٩,١٥	Jba	البرونيزوي الأسفل
١١٢,٣	٠	٠	٤٢	٩,١١	٦١,٣١	Bt	

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ١/٢٥٠,٠٠٠، لوحة رقم ٢١٨، وزارة البترول والثروة المعدنية، وكالة الوزارة للثروة المعدنية، ١٩٨٥.

أثر الانكسارات والبنية الجيولوجية على الأودية:

أثرت الانكسارات في اتجاه بعض أحواض الأودية والتي تكون في الغالب متماشية مع اتجاهات تلك الانكسارات كما هو موضح في (شكل ٢)، تتراوح جميع أطوال الانكسارات مسافة تصل ٢٦٢.٨ كم وتتواجد في مناطق متفرقة من أحواض الأودية ولكن يغلب على هذه الصدوع

اتجاه الجنوب والجنوب الشرقي - الشمال والشمال الغربي، بعدد مائة صدع حيث يتناسب عدد الصدوع مع اطوالها تناسباً طردياً (جدول ٢)، ولنحصل على كثافة الانكسارات في مساحة منطقة الأحواض نقوم بحسبه رياضيه، وهي قسمة أطوال الانكسارات على مساحة الأحواض فتكون كما يلي: مجموع اطوال الانكسارات ÷ مساحة منطقة الأحواض $1211.9 \text{ كم}^2 \div 262.8 \text{ كم}^2 = 6.4 \text{ كم}^2$ أي أن كل 6.4 كم^2 يوجد به انكسارات بطول 6.4 كم ، وهي كثافة انكسارات عالية خاصة في المنابع العليا والأجزاء الوسطى، وهي ذات انحدارات شديده تعمل على تقليل فرصه ضياع المياه الجارية، وقللت من فواقد التسرب داخل الرواسب السطحية والصخور النارية المتحولة ذات الطابع الصلب، وهو ما يؤدي إلى زيادة كمية الجريان السطحي، وهذا ما توصلت اليه نتائج تحليل الخريطة الجيولوجية لأحواض منطقة الدراسة.

جدول ٢: الانكسارات في التكوينات الجيولوجية لأحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط

الاتجاهات	العدد	إجمالي الطول كم	%
N	١٥	٣١,٦	١٢,٣
NE	٢	٣,٠	١,١٣
E	١	٠,٠	٠,٠١
SE	٢٨	٩٦,٢	٣٦,٦٠
S	٢٠	٤٤,١	١٦,٧٨
SW	٧	٨,١	٣,٠٩
W	٣	٦,٨	٢,٦٠
NW	٢٤	٧٣,٠	٢٧,٧٦
الإجمالي	١٠٠	٢٦٢,٨	٪١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ١/٢٥٠,٠٠٠، لوحة رقم ١/٨، وزارة البترول والثروة المعدنية، وكالة الوزارة للثروة المعدنية، ١٩٨٥.

ثانياً. الخصائص التضاريسية:

من خلال تحليل نموذج الارتفاعات الرقمي لطبوغرافية منطقة الدراسة (شكل ٣) وكما هو موضح في (جدول ٣) أن اقصى ارتفاع بها في وادي عتود ووادي ببشة بارتفاع اكثر من 2500 م وتنحدر اودية منطقة الدراسة الى ما يقارب 1970 م ، ويتفاوت فارق الارتفاع بين اعلى و ادنى ارتفاع ما بين 618 م الى 107 م ، بينما يوضح (شكل ٤) زوايا الميول وتم تقسيمها الى خمس مستويات وقد بلغت نسبة المناطق شديدة الانحدار والمتمثلة في الجروف

ما نسبته ١٠٪ ومناطق كبيره الانحدار ١٥٪ ومناطق متوسطة الانحدار ٢٥٪، وقد كان لعامل الانحدار الشديد دور واضح في الاندفاع السريع لما تحمله الأودية العليا أو المنابع من رواسب وصخور متفاوتة الأحجام نحو بطون الأودية، كما تم تحديد مناطق ميول واتجاهات الانحدار لسطح الحوض بمنطقة الدراسة Aspect، Slope وتحديد مواقع السفوح الرأسية والجروف المنحدرة من خلال تحديد معدلات النقيوس لسطح منطقة الدراسة والذي يظهره (شكل ٥)، حيث تمثل النسبة العظمى في الانحدار باتجاه الشمال والشمال الشرقي و الشمال الغربي بإجمالي ما نسبته ٤٠٪، والانحدار باتجاه الشرق و الغرب بنسبة متقاربه عند ١٤٪، والانحدار مما يزيد من سرعة المياه ووصولها في وقت قصير إلى مصباتها، فضلاً عن قلة ما تقده من مياه بواسطة الفواقد.

وعبر عن انحدارات الحوض وعلاقتها بخصائص الحوض بمجموعة من المعادلات الإحصائية كما يلي المدرجة في (جدول ٣) :

$$١: \text{نسبة التضرس Relief Ratio} = \frac{\text{تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض) م}}{\text{طول الحوض كم}} \quad (372, \text{Doornkamp, \& King, 1971}).$$

ويلاحظ ان معدل التضرس قد جاء مرتفعاً في كل من وادي عتود يليه وادي حجلا ووادي تارة وقيهما على التوالي (٠.٠١٦، ٠.٠١٥، ٠.٠١٥)، ويعود ذلك لفارق الارتفاع في طول الحوض مع الانحدار، ووادي بيثة وعتود ومصلوم جاء منخفضاً مقارنة بباقي الأحواض بفعل ارتفاع قيمة الاستطالة في الحوض المائي، وعلى هذا فكلما ارتفعت نسبة التضرس كلما زادت فرصة حدوث جريان سطحي وزادت خطورة السيول.

$$٢: \text{التضاريس النسبية Relative Relief} = \frac{\text{تضاريس الحوض م}}{\text{طول محيط الحوض كم} \times 10} \quad (\text{Melton, 1958, 60}).$$

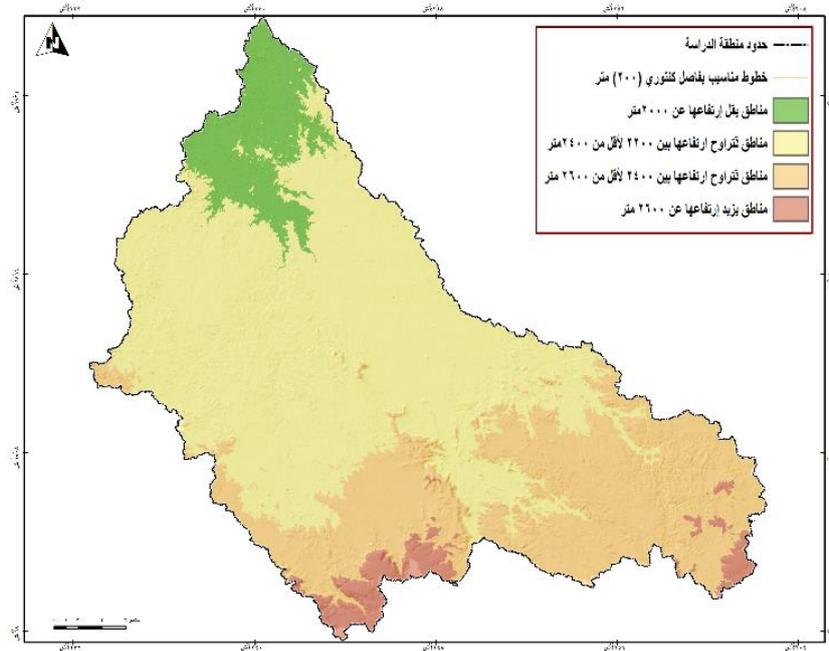
تدل هذه النسبة على العلاقة بين تضرس الحوض بالمتري ومحيط الحوض بالنسبة المئوية، وقد تراوحت بين ١٧٪، ٣٨٪ بمتوسط عام بلغ ٢٩٪.

$$٣: \text{درجة الوعورة Ruggedness Number} = \frac{\text{تضاريس الحوض (م) \times الكثافة التصريفية (كم/كم}^2)}{1000} \quad (\text{Strahler, 1958, 289}).$$

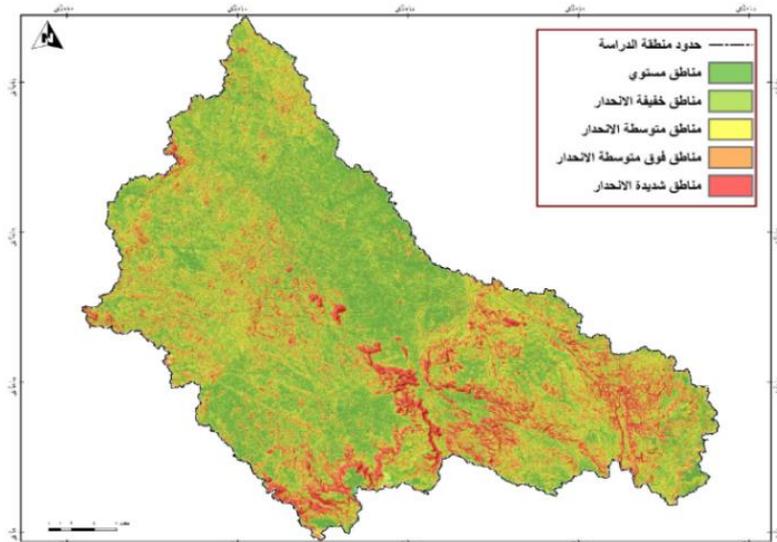
ونجد ارتفاع قيمة الوعورة في حوض وادي عتود بقية ٣.٦ وحوض وادي بيشة عند قيمة ٣.١، وتوسط ارتفاعها عند حوض وادي حجلا بمعدل ١.٥، وانخفاضها في باقي الاحواض، مع تزايد وعورة الحوض ترتفع الخطورة السيلية. وتدل على أن معدلات النحت والرواسب المنقولة لا زالت نشطة وأن احتمالات الفيض المائي قائمة (الغامدي، ٢٠٠٦م، ٣٣).

٤: النسب الطبوغرافي Texture Ratio = $\frac{\text{مجموع اعداد المجاري}}{\text{مساحة الحوض كم}}$ (Morisawa, 1968, 160).

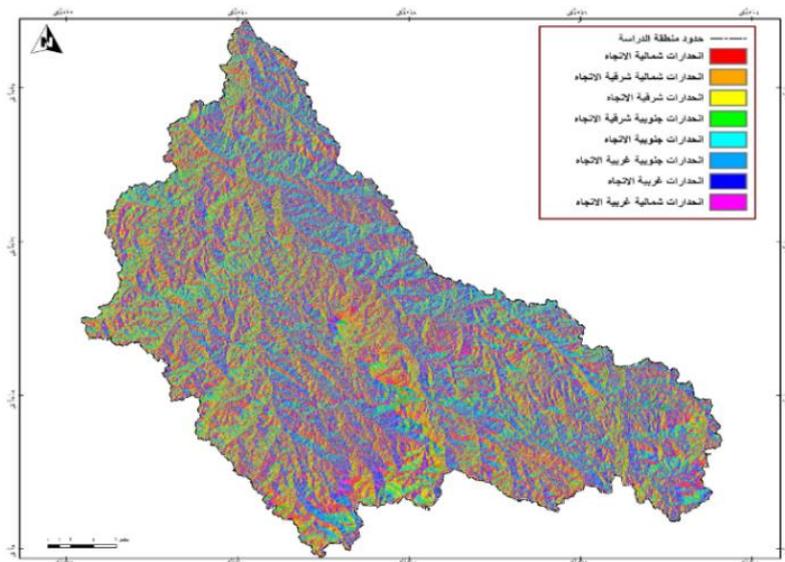
تم إيجاد معدل النسب الطبوغرافي لأحواض التصريف حيث بلغ (٣٤.٦ مجرى/كم)، وهذا يعني أن أحواض منطقة الدراسة تقع في الفئة الثالثة طبقا لتصنيف موريساوا Morisawa وهو ما يضعها ضمن فئة النسب الناعم، وبناء على ذلك تعتبر الشبكات المائية لهذه الأحواض غير منفذة مع غزارة في تساقط الامطار وقلة في النبات الطبيعي، إضافة الى طبيعة جيولوجية أحواض الدراسة التابعة لصخور قاعدة الدرع العربي وهي عوامل مساعده لزيادة سرعة جريان السيول.



شكل ٣: نموذج الارتفاعات الرقمية (الطبوغرافية)



شكل ٤: زوايا الميول



شكل ٥: اتجاه الإنحدارات

المصدر: عمل الباحث بالإعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة ٥م، ٢٠١٩م

(شكل ٣-٤-٥) الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة

ثالثاً. خصائص الأمطار:

تقع منطقة الدراسة ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة وعليه فإن الأمطار فيها تتميز بالندرة والفجائية وقد يصل كثافة تساقط الأمطار ما يعادل اجمالي ما يسقط عليها خلال العام، وتم اقتصار الدراسة على هاتين المحطتين محطة رصد خميس مشيط ومحطة رصد أبها وذلك لوقوعها ضمن الأحواض المستقبلية للأمطار والمؤثرة في مدينة خميس مشيط، ويظهر لنا مما سبق تأثير الارتفاع عن سطح البحر في اعتدال معدلات درجات الحرارة بالإضافة إلى تأثير طبوغرافية المنطقة، وتقع محطة خميس مشيط على ارتفاع ٢٠٥٥م، بينما محطة أبها على ارتفاع ٢٠٩٣م (شكل ١)، مع تركز اتجاه الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية SSW، ويرجع ذلك لكونها هضبة محاطة بالجبال المرتفعة من جهتي الشمال والشمال الغربي. والرياح السائدة هي الرياح القادمة من المحيط الهندي وبحر العرب وبالتالي تصبح الرياح الجنوبية الغربية مصحوبة بأمطار موسمية صيفية والتي تهب على الأجزاء الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية (سقا، ٢٠٠٤م، ٩٣). وقد أدى وجود الضغط الجوي المنخفض على الجزيرة العربية والمسبب لاندفاع رياح جنوبية غربية نحو جنوب المملكة مصدرها خليج غانا في غرب أفريقيا، مما ينجم عنها حدوث الأمطار الصيفية على مناطق جبال السروات (عزيز، ١٩٧٢م، ٢٠٤). ومن خلال (جدول ٣) يظهر ان شهر ابريل هو أكثر شهور السنة قد حظي بكمية أمطار وذلك مقارنة بباقي أشهر السنة حيث بلغ المعدل الشهري له في خميس مشيط ٣٦.٨ ملم وفي أبها ٤٦.٣ ملم. ويعود ذلك إلى أن معظم الأمطار الربيعية في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية يمكن أن تعزى إلى الزوابع التصاعديّة الناجمة عن ارتفاع درجات الحرارة السريع فيها، وتحليل المعدل الشهري تم ايجاد المعدل الفصلي، والذي امتازت فيه الفصول المطرية بتركزها في فصل الربيع فكانت نسبة ومعدل الفصلي للأمطار في خميس مشيط (٨٩.٨ ملم _ ٤٨٪) وعلى أبها (١٠٩.٨ ملم _ ٥٢٪)، وذلك ان فصل الربيع يحدث فيه تراجع وتقدم سريع وغير منتظم للجبهة بين المدارية الأمر الذي يؤدي إلى حدوث العواصف لرعدية وسقوط الأمطار الغزيرة، يظهر لنا فصل الصيف ارتفاع معدل تساقط الامطار على خميس مشيط بفارق ١٠ ملم

عما هي عليه في أبا حيث بلغ معدل التساقط في خميس مشيط ٦١.٧ ملم وعلى أبا ٥١.٧ ملم، ويعود ذلك الى انه يغلب على الأمطار التضاريسية، التي تسقط على المناطق العلية من الجبال تكون كمية أمطارها أقل من تلك التي تسقط على المناطق المنخفضة، بالإضافة لتعرض منطقة الدراسة للأمطار التصاعدية المرتبطة بارتفاع الهواء لأعلى نتيجة ارتفاع درجة الحرارة، وتتبع المسار اليومي لدرجة الحرارة حيث يبلغ أقصى نشاط لها بعد الظهر وفي الساعات الأولى من المساء وتعمل على تشكل سحب المزن الركامي المسببة للعواصف الرعدية والمحملة بالأمطار.

وعند استخلاص كميات الأمطار السنوية والمعدل السنوي خلال سنوات الدراسة فقد بلغ إجمالي التساقط السنوي في خميس مشيط خلال ٣٠ عام ٥٦٠.٨ ملم والمعدل السنوي لها ١٨٧ ملم، وكذلك خلال ٣٠ عام بلغ إجمالي التساقط السنوي في أبا ٦٣٦٥.٤ ملم بمعدل سنوي ٢١٢ ملم. ويعتبر هذا الإقليم أكثر أقاليم المملكة كمية من حيث سقوط الأمطار سواء في فصل الصيف أو الشتاء (سقا، ٢٠٠٤م، ١٠٧).

جدول ٣: معدل الامطار الشهري والفصلي والسنوي لمحطة خميس مشيط وأبا خلال ١٩٨٩-٢٠١٨م

أبا		خميس مشيط			المحطة		
النسبة المئوية	الفصلي	الشهري	النسبة المئوية	الفصلي	الشهري	الفصول	الشهور
١٦,٤	٣٤,٥	٤,٣	١١,٦	٢١,٨	٢,٤	الشتاء	ديسمبر
		١٣,٦			٩		يناير
		١٧,٦			١٠,٤		فبراير
٥٢	١٠٩,٨	٣٨,٥	٤٨	٨٩,٨	٢٤,٣	الربيع	مارس
		٤٦,٣			٣٦,٨		إبريل
		٢٥			٢٨,٧		مايو
٢٤,٣	٥١,٧	٨,٨	٣٣	٦١,٧	١٥,٩	الصيف	يونيو
		١٨,٣			٢٠,٨		يوليو
		٢٤,٦			٢٥		أغسطس
٧,٤	١٥,٨	٦,١	٧,٤	١٣,٩	٣,٨	الخريف	سبتمبر
		٢,٩			٥		أكتوبر
		٦,٨			٥,١		نوفمبر
١٠٠	٢١٢	١٠٠	١٨٧	المعدل السنوي			

المصدر: عمل الطالبة اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة

رابعاً. الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية:

تهدف دراسة الأحواض إلى التعرف على خصائصها الجيومورفومترية، مع إبراز علاقاتها بالسيول الناجمة من التساقط المطري، وسوف يتم تناول دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية كالتالي والموضحة في (جدول ٣):

١: مساحة أحواض التصريف

تعد مساحة أحواض التصريف من أهم الخصائص المورفومترية التي تشير إلى كميات الأمطار التي يستحوذ عليها حوض التصريف. وتوجد علاقة طردية بين المساحة الحوضية وكمية تصريف المياه، إذ أن ازدياد مساحة الأحواض يسهم في الاستفادة من المساحة المطرية مما يعطي زيادة في كمية التصريف المائي لمياه الأمطار (الدليمي، ٢٠١٢م، ٣٥٤). وتقدر إجمالي مساحة الأحواض على نحو ١٢١١.٩ كم².

٢: الأبعاد/ طول الحوض، عرض الحوض، محيط الحوض

أ - طول الحوض Basin Length

يؤدي طول الحوض دوراً مهماً في عملية الجريان السيلي، حيث يتحكم بمدة تصريف الحوض لمياهه وحموضته الرسوبية (Gregory K.J., & Walling D.E., 1973, 50). ويتضح أطوال الأحواض التي تقل عن ٢٠ كم وهي ثلاثة أحواض وادي حجلا، مصلوم تارة بمجموع أطوال ٤٤.٨ كم مشكلة نسبة ٣٤٪ من جملة الأحواض، وبذلك يعد وادي حجلا، مصلوم، تارة أقرب الأحواض في عملية نقل السيول ويرجع ذلك إلى قرب منابع الوادي من مصباتها.

ب - عرض الحوض Basin View

تظهر أهمية دراسة عرض الحوض لدلالة على شكل الحوض والذي تؤثر مباشرة في حجم الجريان السطحي، تم قسمة مساحة حوض التصريف على أقصى طول للحوض وهي الطريقة التي تم اتباعها على أحواض الأودية في منطقة الدراسة، والأحواض التي يزيد متوسط عرضها على ١٠ كم وهي حوض وادي حجلا وعتود بما نسبته ٨٥٪. وكلما اتسع عرض

الحوض كلما كانت طاقته الاستيعابية من كمية الأمطار أكبر، والأحواض العريضة تصل المياه فيها إلى المجرى الرئيسي في وقت قصير تقريبا مما يؤدي إلى زيادة قمة الفيضان على حساب فترة الجريان ويعمل بذلك بدورة على زيادة حجم الرواسب التي يحملها النهر (علي، ٢٠٠١، ٨٢).

ج - محيط الحوض Basin perimeter

يتمثل محيط الحوض في طول خط تقسيم المياه Water Line divide بين حوض التصريف وما يجاوره من أحواض، ويدل المحيط على حجم وشكل الحوض المائي (Schumm, 1956). أحواض يزيد محيطها على ٢٠٠ كم حيث ان وادي ببشة عند محيط بلغت قيمته ٢٧٨.٤ كم، ولكبر مساحة حوض وادي ببشة مقارنة بباقي أحواض منطقة الدراسة، مما يزيد كمية ما يستقبله من تساقط مطري مع تدني في نسبة التعرج الحوضي ٠.٤٪.

٣: شكل الحوض

يؤثر على ما يعرف بوقت الانتقال Travel - Time لأي نقطة مطر منذ سقوطها على سطح الحوض وحتى وصولها إلى المجرى الرئيسي (صالح، ١٩٩٩م، ٤٦).

أ - نسبة الاستدارة Circularity Ratio

يعبر عن مدى ابتعاد واقترب الحوض من الاستدارة وتم الحصول عليها من معادلة التالية:
نسبة الاستدارة = $\frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض كم}^2}$ (Miller, 1953, 87).
بلغ معامل الاستدارة في الأحواض ما بين ٠.١ كم، ٠.٢ كم وابتعاد ناتج القيمة عن الواحد الصحيح واقتربها من الصفر، ودل هذا على ابتعاد شكل الأحواض عن الشكل الدائري.

ب - نسبة الاستطالة Elongation Ratio

عبر عنه بمعادلة Schumm: نسبة استطالة الحوض = طول قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض كم / أقصى طول للحوض كم (Schumm, 1956). وطول قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض = $\frac{7}{22} \times \sqrt{\text{مساحة الحوض}}$ (جودة وآخرون، ١٩٩١م، ٣١٧).
وتباينت قيم الاستطالة ٠.٢ كم، ٠.٣ كم، وفيه ان الأحواض تميل إلى الشكل المستطيل نتيجة

لانخفاض قيمتها، وذكر الدليمي أن اقتراب الناتج من الواحد يوضح ان شكل الحوض غير مستطيل وعند اقترابه من الصفر يميل الشكل الى الاستطالة (الدليمي، ٢٠١٧م، ١١٩).

جدول ٣: الخصائص المورفومترية والتضاريسية لأحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط

الوادي المعامل	وادي ببشة	وادي عتود	وادي حجلا	وادي مصلوم	وادي تارة
مساحة الحوض كم ²	٦٣٩,١	٤١٠,١	٩١,١	٤٣,١	٢٨,٦
طول الحوض كم	٥٠,٣	٣٦,٥	١٧,٨	١٤,٥	١٢,٥
عرض الحوض كم	١٢,٧	١١,٢	٥,١	٣	٢,٣
محيط الحوض كم	٢٧٨,٤	١٨٥,٨	٧٠,٨	٦١,٣	٤٩,٥
نسبة الاستدارة	٠,١	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,١
نسبة الاستطالة	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٢
معامل الشكل	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٢
معامل الانبعاث	١,٠	٠,٨	٠,٩	١,٢	١,٤
معامل الاندماج	٣,١	٢,١	٢,١	٢,٦	٢,٦
الارتفاع الاقصى / م	٢٥١٧	٢٥٩٦	٢٢٣٧	٢٠٨٥	٢١٤٩
الارتفاع الأدنى / م	١٩٦١	١٩٧٨	١٩٧٠	١٩٧٨	١٩٦٢
الفارق في الارتفاع/م	٥٥٦	٦١٨	٢٦٧	١٠٧	١٨٧
نسبة التضرس	٠,٠١١	٠,٠١٦	٠,٠١٥	٠,٠٠٧	٠,٠١٥
التضاريس النسبية%	٢٠	٣٣	٣٨	١٧	٣٨
قيمة الوعورة	٣,١	٣,٦	١,٥	١,٠	٠,٦
النسيج الطبوغرافي	٣٢,٩	٣٤,٧	٣٣,٩	٣٤,٩	٣٦,٦
درجة الانحدار	٩٠,٥	٥٩,١	٦٦,٧	١٣٥,٥	٦٦,٨

المصدر: عمل الطالبة بالاعتماد على نتائج معادلات تحليل الشبكات وأحواض التصريف.

د- معامل الانبعاث Lemniscate Ratio

يعبر قيمة المعامل من المعادلة التالية: معامل الانبعاث = $\frac{2(\text{طول الحوض})}{\text{مساحة الحوض} \times 4}$ (Chorley, 1957, 7).

ويتضح أن الأحواض في منطقة الدراسة غير منبعجه، حيث تتراوح قيمها ما بين ٠.٨ و ١.٤، وهو ما يشير إلى كثافة المجاري المائية بفعل ألحت الراسي والجانبى فى الأحواض.

هـ- معامل الاندماج Compactness Coefficient

تشير القيم المنخفضة إلى أن الأحواض قطعت شوطا أكبر من مراحل تطورها التحاتي

ويحسب معامل الاندماج بالمعادلة التالية:

معامل الاندماج = $\frac{\text{مربع محيط الحوض كم}}{\text{اربع امثال مساحة الحوض} \times \text{ط}}$ حيث ط = $\frac{7}{22}$ (Gardiner v., 1975, 42).

والنتائج متباينة فيما بين ٢.١ و ٣.١ بقيم مرتفعة. حيث تدل القيمة العالية على استتالة الحوض عندما تتجاوز ١.٥ وكذلك قلة انتظام شكل الحوض (الدليمي، ٢٠١٢، ٣٦٢).

ج- معامل الشكل Basin Form Factor

اقترح هورتن Horton هذا المعادلة : معامل الشكل = $\frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع طول الحوض كم}}$ (Horton, 1945,)

353). وبتطبيق المعادلة على أحواض التصريف ومن خلال جدول ٢-٤ تراوحت قيم معامل الشكل بين ٠.٢، ٠.٣ وهي قيم تقترب من الصفر، وتعد الأحواض خطرة لانخفاض قيمها عن نصف الواحد الصحيح وهو بسبب اقترابها من شكل المثلث. إذ تتجلى خطورتها في هذا الشكل؛ أنها تتجمع مياه الامطار في منطقة المنبع مشكلة قمة سيلية قوية في منطقة المصب، وهو ما يزيد احتمالية حدوث السيول (الودعاني، ٢٠١٤م، ٣٤).

خامساً. الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف:

يحدد مسار شبكات التصريف بواسطة الانحدار الأصلي للسطح على جوانب المخاريط البركانية والكتل المتصدعة والتركيب البنائي المتعرض لنحت مياه الامطار لتشق مجاريها (بحيري، ١٩٧٩م، ١٤١). وتشتمل على ما يلي:

أ. رتب المجاري Streams Order

تتباين رتبة المجاري في أحواض الدراسة موضحة في شكل ٦؛ فقد بلغت رتبة وادي بيشة وعتود الرتبة السابعة، أي أن المجرى الرئيسي للوادي يستلم محصلة المياه من التساقط المطري على شكل جريان سطحي، في حين بلغت رتبة وادي مصلوم وحجلا الرتبة الخامسة، بينما حوض وادي تارة بلغ الرتبة الرابعة، وتمثل آخر رتبة في الحوض اعلى قيمة في الرتب.

ب. عدد المجاري Streams Number

أن زيادة عدد المجاري المائية وكذلك أطوالها؛ ترفع كفاءة الشبكة المائية وتزيد قدرتها على نقل مياه الأمطار، وبذلك تعمل على تخفيض مستوى السطح وتقليل الفروقات الرأسية بين أجزائه (الخفاجي، ٢٠١٦م، ١٣). وقد بلغ مجموع أعداد المجاري لأحواض المجاري المائية ١٢١٤٥ مجرى كما هو موضح في جدول ٤.

ج. أطوال المجاري Streams Lengths

نجد أن جملة أطوال المجاري في أحواض منطقة الدراسة بلغت ٤٢٦٩.٥ كم² من خلال جدول ٤، ونستخلص منها أن حوض وادي عتود في المرتبة الأولى ٢٢٥٣ كم² بنسبة ٥٢.٨% ويرجع التباين لأطوال المجاري بين الأحواض للاختلاف الواضح في المساحة الحوضية، وإن الأحواض ذات المساحات الكبيرة تتسم بزيادة أعداد مجاريها، وبذلك زيادة في كمية ما تنقله من مياه الامطار.

د. نسبة التشعب Bifurcation Ratio

يعكس مدى نسبة مقاومة الصخور للجريان المائي ويعبر عنها بالمعادلة التالية: نسبة

$$\text{التشعب} = \frac{\text{أعداد المجاري في كل رتبة}}{\text{أعداد المجاري في الرتبة التالية}} \quad (\text{Gregory K.J.,\& Walling D.E., 1979. 54})$$
$$\text{ولحساب معدل التشعب المرجح} = \frac{\text{معدل التفرع} \times \text{عدد رتبتيين متتاليتين}}{\text{مجموع عدد رتبتيين متتاليتين}} \quad (\text{Strahler, 1654, 215}).$$

ويوضح جدول (٤) أن نسبة التشعب تتباين فيما بين رتبها مما عكس ذلك على معدل التشعب المرجح، حيث سجل حوض وادي بيشة نسبة تصريف عالية لانخفاض نسبه يليه باقي الأحواض عدا حوض وادي حجلا، وتشير نسبة التشعب النهري في الرتبة الأولى والثانية إلى أن الحوض ما زال يتطور، كما يُظهر (شكل ٦) مجموع معدل التشعب لكل رتبه وبوجه عام فإن الرتبة الأولى هي أعلى قيمة بما مجموعه ٣٣.٠، ومن الملاحظ في الشكل أن الرتبة الثالثة حدث بها ارتفاع في مجموع معدل التشعب بعكس القيم الأخرى، وهو ما يوضح النقل الحاد في مجموع معدل التشعب للرتبة الثالثة من أعداد المجاري في أحواض منطقة الدراسة.

ه. معدل بقاء المجرى Maintenance

$$\text{تم تطبيق المعادلة التالية: معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مجموع اطوال المجاري كم}} \quad (\text{Schumm.1956. 607})$$

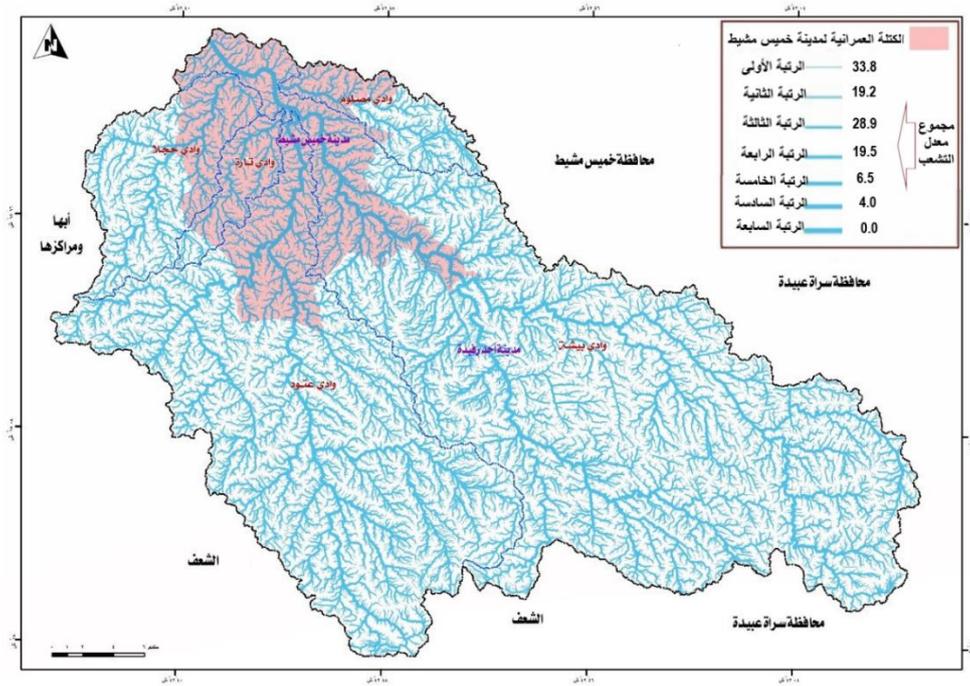
إذ بلغ معدل بقاء المجرى في أحواض منطقة الدراسة ومن خلال جدول ٥ ما بين ٠.٢٧-٠.٢٩ كم²/كم وهي قيمة منخفضة مما يعني أنها منطقة ذات انحدارات وصخورها قليلة النفاذية مما يزيد معه معدل التصريف السطحي.

و. كثافة التصريف Drainage Density

كلما زادت كثافة الصرف ازدادت معها سرعة المياه (الخفاجي، ٢٠١٦م، ١٤). ونوجد كثافة التصريف بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية كم}}{\text{مساحة الحوض كم}^2} \quad (\text{Strahler, 1964, 452}).$$

فقد تراوحت كثافة التصريف كما هو موضح في جدول ٥ على أحواض منطقة الدراسة ما بين ٣.٥ - ٣.٧ كم²/كم² وهي بشكل عام كثافة منخفضة، وتتنخفض كثافة التصريف في الأحواض كبيرة المساحة بينما ترتفع في الأحواض صغيرة المساحة، فضلا عن تأثير عوامل أخرى كالنبات ونوع التربة والمرحلة العمرية لشبكة التصريف (العوضي، ٢٠٠٢م، ٤٠)، وكذلك قد يُعزى إلى أن أجزاء من الحوض واقعة ضمن أراض قليلة الانحدار.



المصدر: عمل الطالبة بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية بدقة ٥ متر، ٢٠١٩م.

شكل ٦: مجموع معدل التشعب لترتيب أحواض الاودية المؤثرة في مدينة خميس مشيط

جدول ٤: نسبة التشعب ومعدلات التشعب العامة في أحواض الأودية

الأحواض المائية	الرتب	نسبة التشعب	عدد المجاري في رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب × عدد مجاري رتبتين متتاليتين	معدل التشعب المرجح
حوض وادي ببشة	١	٢,١	٦٧٠٠	١٤٠٧٠	=٣١٧٢٩,١÷٩٥٧١
	٢	٦,٨	٢٤٦٣	١٤٦٠٦,٤	
	٣	٨,٥	٣٥٢	٢٩٩٢	
	٤	٥,٣	٤٤	٢٣٣,٢	
	٥	٣,٥	٩	٣١,٥	
	٦	٢	٣	٦	
	٧	-	-	-	
المجموع	٧,٦	٩٥٧١	٣١٧٢٩,١	٣,٣١	
حوض وادي عتود	١	٥,٦	٣٤٥٥	١٩٣٤٨	=٢٣١٧٧,٥÷٤٢٦٢
	٢	٤,٩	٦٣٣	٣١٠١,٧	
	٣	٤,٣	١٣٢	٥٦٧,٦	
	٤	٤,٢	٣١	١٣٠,٢	
	٥	٣	٨	٢٤	
	٦	٢	٣	٦	
	٧	-	-	-	
المجموع	٤,٠	٤٢٦٢	٢٣١٧٧,٥	٥,٤٣	
حوض وادي حجلا	١	٨,٨	٧١١	٦٢٥٦,٨	=٦٥٦٠,٤÷٨٢٤
	٢	١,٢	٦٧	٨٠,٤	
	٣	٤,٤	٣٨	١٦,٢	
	٤	٧,٠	٨	٥٦	
	٥	-	-	-	
المجموع	٥,٣٥	٨٢٤	٦٥٦٠,٤	٧,٩٦	
حوض وادي مصلوم	١	٥,٤	٣٨٤	٢٠٨٨	=٢٤٩٨,١÷٤٧٩
	٢	٤,٣	٧٤	٣١٨,٢	
	٣	٤,٧	١٧	٧٩,٩	
	٤	٣,٠	٤	١٢	
	٥	-	-	-	
المجموع	٤,٣٥	٤٧٩	٢٤٩٨,١	٥,٢١	
حوض وادي تارة	١	١,٩	٣٢٧	٦٢١,٣	=٢٥٨١,٣÷٤٥٤
	٢	١٦,٠	١١٩	١٩٠,٤	
	٣	٧,٠	٨	٥٦	
	٤	-	-	-	
المجموع	٨,٣	٤٥٤	٢٥٨١,٣	٥,٦٨	

المصدر: عمل الطالبة بالاعتماد على نتائج معادلات تحليل الشبكات وأحواض التصريف.

جدول ٥: الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط

الحوض	الرتبة	أعداد المجاري	اطوال المجاري	معدل تفرع المجاري	معدل بقاء المجاري	كثافة التصريف
بيشة	١	٤٥٥٢,٠	١١٢١,٢	-	-	-
	٢	٢١٤٨,٠	٥٧٢,٢			
	٣	٣١٥,٠	٢٧٩,٧			
	٤	٣٧,٠	١٥٥,١			
	٥	٧,٠	٤٦,٣			
	٦	٢,٠	٤٨,٣			
	٧	١,٠	٣٠,١			
الإجمالي	٧	٧٠٦٢,٠	٢٢٥٣,٠	٣,٣١	٠,٢٨	٣,٥
عتود	١	٢٩٢٩,٠	٧٢٠,٧	-	-	-
	٢	٥٢٦,٠	٣٥٤,٣			
	٣	١٠٧,٠	١٦٧,٦			
	٤	٢٥,٠	٩٧,١			
	٥	٦,٠	٤٥,٢			
	٦	٢,٠	٣٢,٤			
	٧	١,٠	١١,٠			
الإجمالي	٧	٣٥٩٦,٠	١٤٢٨,٤	٥,٤٣	٠,٢٩	٣,٥
حجلا	١	٦٧٥,٠	١٦٧,٥	-	-	-
	٢	٣٦,٠	٧٣,١			
	٣	٣١,٠	٤٨,٢			
	٤	٧,٠	٢٢,٩			
	٥	١,٠	١٥,٣			
الإجمالي	٥	٧٥٠,٠	٣٢٧,١	٧,٩٦	٠,٢٨	٣,٦
مصلوم	١	٣٢٤,٠	٣٨,٣	-	-	-
	٢	٦٠,٠	٣٨,٦			
	٣	١٤,٠	٢٠,٩			
	٤	٣,٠	١١,١			
	٥	١,٠	٦,٨			
الإجمالي	٥	٤٠٢,٠	١٦٠,٦	٥,٢١	٠,٢٧	٣,٧
تارة	١	٢١٥,٠	٥١,٧	-	-	-
	٢	١١٢,٠	٢٧,٨			
	٣	٧,٠	١١,٩			
	٤	١,٠	٩,٠			
الإجمالي	٤	٣٣٥,٠	١٠٠,٤	٥,٦٨	٠,٢٨	٣,٥

المصدر: عمل الطالبة بالاعتماد على نتائج معادلات تحليل الشبكات وأحواض التصريف.

سادساً. الخصائص الهيدرولوجية والميزانية الهيدرولوجية للأحواض:

كما هو معلوم أن الأمطار هي المغذي الرئيسي لمجري الأودية في منطقة الدراسة. ويقصد بالجريان السطحي هو التوزيع الزمني لحجم الأحمال النهرية الجارية بواسطة ما يسقط عليها من امطار (موسى، ٢٠٠٨م، ٢٢٦).

١. الخصائص الهيدرولوجية

يشتمل حساب معدل الجريان السطحي في أحواض التصريف على عدد من الخصائص الهيدرولوجية وهي كالتالي:

أ. زمن التباطؤ **Lag Time**

يبين الزمن والوقت الفاصل بين بداية التساقط وبدء الجريان السطحي، والمعادلة كالتالي = (0.6 معامل ثابت) $\frac{0.3 \text{ مساحة حوض التصريف كم}^2}{\text{كثافة التصريف/متوسط انحدار حوض التصريف}}$ (Cook,1982,239).
والمدرجة في جدول ٦ فكان منخفضاً على حوض وادي مصلوم بقيمة ٠.٣ م^٣ في الثانية لكل كم^٢. ويزيد هذا الوقت مع انخفاض كثافة التصريف ومساحة الحوض والعكس بانخفاض زمن التباطؤ تخفض الفواقد وبالتالي زيادة حجم التصريف المائي وسرعته (موسى، ٢٠٠٧م، ٩)

ب. زمن التركيز **Concentration Time**

يعتبر عن الفترة الزمنية التي يستغرقها تساقط الأمطار والجريان المائي (الخفاجي، ٢٠١٦، ٣٠). وتتم بالمعادلة التالية:

$$\text{زمن التركيز} = \frac{\text{طول المجرى الرئيسي كم} + 1.5 \times \sqrt{\text{مساحة الحوض كم}^2}}{0.8 \times \sqrt{\text{أدنى ارتفاع الحوض - أعلى ارتفاع الحوض}}}$$

(Stephen, 1999, 213)

وبتطبيق المعادلة والتي يوضحها جدول ٦ حوض وادي تارة أدنى قيمة ٠.٩ م^٣ في الثانية لكل كم^٢ وهي اقل من ١، وهو يعبر عن سرعة تحويل مياه الامطار من الى سيول، وبذلك يعطينا تنبؤ بالزمن الذي يستغرقه وصول الجريان السيلبي عند حدوث العواصف الرعدية على الأحواض.

ج. زمن تصريف الحوض Basin Lag Time

يشتمل على الفترة اللازمة لتصريف كافة مياه الأمطار في الحوض من منابعه وحتى المصب، وهي كالتالي:

$$\text{زمن تصريف الحوض} = \frac{1,15 \text{ (قيمة ثابتة دل على التباين الطبيعي بحسب شدة السطح)}}{\text{طول المجري الرئيسي بالمتر} \times 0,305} - \frac{0,38 \text{ (الفرق بين أدنى وأعلى نقطة في الحوض)} \times 0,305}{0,305}$$

(U.S. Conservation Service, 1972).

ونجد في جدول ٦ حوض وادي تارة إذ يقل زمن التصريف فيه عند قيمة ٠.٤ م^٣ في الثانية لكل كم^٢ ويعود ذلك لقصر طول الحوض وصغر مساحته حيث يسهل تغطيته بعاصفة مطرية. ويشير انخفاض زمن التصريف الى خطورة الأحواض حيث تقل إمكانيه مواجهة السيل أو التنبؤ به في الأحواض التي ينخفض زمن التصريف بها (الودعاني، ٢٠١٤م، ٣٤).

د. حجم تصريف الحوض

يعبر عن حجم الماء الذي يمر في مساحة ١كم^٢ عنه ب م^٣ على الثانية، ولحساب حجم التصريف طبقت المعادلة التالية:

حجم التصريف = 0.5 (مساحة حوض التصريف) × 99 (Cooke, 1982, 239).
وقد اتضح في (جدول ٦) أحواض تصريف أكبر من ٢٠٠ م^٣/ث لحوض وادي (عتود ٧٠١.٣ م^٣/ث، ببشة ١٠٩٢.٨ م^٣/ث)، ولكبر حجم تصريف حوض وادي ببشة إذ تجاوز ١٠٠٠ م^٣/ث ذلك لارتباطها بمساحة الحوض وكثافة أعداد مجاري التصريف فيها، إذ تعد العواصف المطيرة الحدث المرتبط بجريان السيول في الأودية، ويختلف حجم السيل تبعاً لما يسقط مع العاصفة من امطار وبفترات ترددها.

هـ. سرعة الجريان Overland Flow

يمثل سرعة الجريان مؤشر المعدل الفعلي لكميات تدفق مياه السيول، وتقيد دراسة سرعة المياه في تحديد درجة خطورة الوادي، ويمكن حساب هذا المعامل من خلال المعادلة التالية: "يمكن حساب سرعة المياه في الأحواض عن طريق قسمة طول الحوض على زمن تركيز

الحوض، والذي يفيد في معرفة الزمن الذي تقطعه المياه من المنبع إلى المصب، لذا تكتب المعادلة في الصورة المقترحة التالية:

س = ط / ز ت حيث س=سرعة المياه، ط= طول الحوض، ز ت = زمن التركيز" (خضر، ١٩٩٧م، ٣٨٣).

ويشير جدول ٦ الى سرعة الجريان على أحواض سرعة الجريان فيها من ١٠ كم/س وأقل من ١٥ كم/س والتي تمثلت في حوض وادي مصلوم ١١ كم/س، وحوض وادي تارة ١٣.٨ كم/س، حيث يؤثر في زمن انتقال مياه السيول على مقدار حجم مياه الأمطار وابعاد شبكة التصريف ونسبة التفرع.

جدول ٦: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط

الخصائص الحوض	زمن التباطؤ	زمن التركيز	زمن تصريف الحوض	حجم تصريف الحوض	سرعة الجريان
وادي بيشة	٧,٢	٣,٠	١,٤	١٠٩٢,٨	١٦,٧
وادي عتود	٧,٠	٢,٠	١,٠	٧٠١,٣	١٨,٣
وادي حجلا	١,٤	١,٢	٠,٦	١٥٥,٨	١٥,٠
وادي مصلوم	٠,٣	١,٣	٠,٦	٧٣,٦	١١,٠
وادي تارة	٠,٤	٠,٩	٠,٤	٤٨,٩	١٣,٨

المصدر: عمل الطالبة بالاعتماد على نتائج معادلات تحليل الشبكات وأحواض التصريف.

٢. الميزانية المائية

يمكن حساب الميزانية المائية لأحواض التصريف بالمنطقة من خلال حساب إجمالي كمية الأمطار الساقطة على أحواض منطقة الدراسة، ومن ثم حساب فاقد التسرب والتبخر، يليه حساب صافي الجريان وذلك لتحديد درجة خطورة الأحواض، وفيما يلي دراسة الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط:

أ. كمية المياه الساقطة على الأرض (الأمطار)

تشير كمية المياه الساقطة عن سقوط أكبر كمية مطر سجلت في يوم واحد، عن طريق ضرب مساحة الحوض في كمية المياه الساقطة، وذلك مع افتراض أن العاصفة المطيرة تغطي جميع أجزاء الحوض، وتحصل الامطار الغزيرة بفعل نوعين من لعواصف الإعصارية والانقلابية (صالح، ١٩٩٩م، ١١). وبتطبيق المعادلة:

جملة التساقط = أقصى كمية مطر سقطت في يوم \times مساحة الحوض

يوضح (جدول ٧) انه قد بلغت جملة الأمطار الساقطة على أحواض الدراسة $3\text{م}^3 363513.0$ بمتوسط عام قدرة $3\text{م}^3 72702.6$.

ب. جملة الفوائد (التبخر - التسرب)

تعد كمية الفاقد من خلال التبخر والتسرب لذا تسقط الأمطار على سطح الأرض ومع اختزال الحرارة السطحية لأحواض الاودية بما عليه من مفتحات، فإن نسبة من المياه المتساقطة يتبخر سريعاً وخاصة مع البدايات الأولى للتساقط (خضر، ١٩٩٧م، ٣٩٢)، ويتم حساب جملة الفاقد من خلال جمع قيم فواید التبخر والتسرب كما يلي:

جملة الفاقد = التبخر أثناء الجريان + التسرب خلال زمن التباطؤ + قيم التسرب الثابتة

(الحافظي، ٢٠١٧، ٥٦١).

وبتطبيق المعادلة تظهر قيم جملة الفاقد قوة تأثير التسرب في المحصلة النهائية، وإجمالي الفاقد في الأحواض يتناسب مع مساحة الحوض وطول مجاريها بتزايد متواتر، كما هي موضحة في (جدول ٧) يظهر انخفاض الفاقد في حوض وادي مصلوم $3\text{م}^3 9.1$ ، حوض وادي تارة $3\text{م}^3 5.5$ ، ويتضح ضعف النفاذية فيها بسبب نوع الصخر لسطح الأرض والمكون الغالب في تراكيبها صخر أمفيبوليت وصخر هورنبلند بالعودة (جدول ١) وهي صخور نارية متحولة، مما يقلل من فاقد التسرب لمياه الأمطار الساقطة.

ج. صافي الجريان

يمثل صافي الجريان محصلة مياه الأمطار بعد إنقاص جملة الفاقد من تبخر وتسرب ويتم حسابها كالتالي:

صافي الجريان = إجمالي التساقط المطري - إجمالي الفوائد (الكومي، ٢٠١٥م، ١٤٦٦).

وبتطبيق المعادلة يتضح ضعف إجمالي الفوائد من إجمالي التساقط المطري إذ يقدر إجمالي صافي الجريان $3\text{م}^3 61341.7$ التي تم إيضاح صافي جريان كل حوض في جدول ٧ على أحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط، ولإيضاح نسبة الفوائد إلى إجمالي التساقط ذلك بحساب إجمالي الفوائد $\times 100 \div$ إجمالي التساقط المطري وبتطبيقها كما يلي:

٤٢٨٥.٦ × ١٠٠ ÷ ٣٦٣٥١٣.٠ = ١.١٨٪ وهي نسبة الفواقد من إجمالي التساقط على إجمالي أحواض منطقة البحث، وبالعودة (الشكل ٦) الموضح به مجاري ورتب أحواض التصريف، والمنحدرة باتجاه مدينة خميس مشيط عند نهاية مصباتها في حوض وادي بيشة والمار بقلب مدينة خميس مشيط، وباعتبار تعرض أحواض التصريف لمطار ذات كثافته عالية وتغطية مطرية لأحواض الأودية، فإن حجم صافي الجريان الأنف ذكره نو كثافة تصريفية عالية مسببه للجريان السيلي، إذ تعد السيول نتاجاً لعدة خصائص جيولوجية مورفومترية وهيدرولوجية باختلاف نسب تأثير كل منها في حجم الجريان المائي.

جدول ٧: خصائص الموازنة الهيدرولوجية لأحواض التصريف المؤثرة في مدينة خميس مشيط

الخصائص	وادي بيشة	وادي عتود	وادي حجلا	وادي مصلوم	وادي تارة
اقصى كمية مطر سقطت في يوم إجمالي التساقط/م ³	٢٩٩,٩	٣٠٠	٣٠٠	٢٩٩,٦	٢٩٩,٨
التبخر خلال الجريان/م ³	٨,٣	٣,٦	٠,٥	٠,٣	٠,١
التسرب خلال زمن التباطؤ/م ³	١١٤٥,٩	٧١٤,١	٣٢,٢	٣,٧	٣,١
قيم التسرب الثابتة/م ³	١٦٩,٩	٧٢,٤	٩,٧	٥,١	٢,٣
جملة الفاقد/م ³	١٣٢٤,٢	٧٩٠,١	٤٢,٤	٩,١	٥,٥
صافي الجريان/م ³	١٩٠٣٤١,٨	١٢٢٢٣٩,٩	٢٧٢٨٧,٦	١٢٩٠٣,٩	٨٥٦٨,٥

المصدر: عمل الطالبة بالاعتماد على نتائج معادلات تحليل الشبكات وأحواض التصريف.

سابعاً. تصنيف احياء مدينة خميس مشيط حسب درجات الخطورة:

صُنفت درجات الخطورة في احياء مدينة خميس مشيط الى خمس مجموعات، موضح فيها مواقع الأحياء المعرضة لمخاطر السيول أو تجمع مياه الامطار وذلك بناء على أعداد المواقع المتضررة، موزعه على ٨٧ حياً في مدينة خميس مشيط، يوجد مجموعة من المتغيرات يجب أن تأخذ في الاعتبار، مع مراعاة أهمية بعض التحليلات عن الأخرى لتحديد خريطة دقيقة لأخطار المواقع السيلية، ومن ثم بناء نموذج كارتوجرافية Model Cartographic لكل تلك المقاييس بعد تحويل كل مقياس لطبقة خلية Raster Dataset ومطابقة تلك الطبقات جمعياً معاً من خلال استخدام المطابقة الموزونة Overlay weighted في برنامج ArcMap، وتم تحديد فئات درجات الخطورة للأحياء وتصنيف مواقع الخطر والتي يوضحها (شكل ٧) ولتحديد المواقع المعرضة للخطر وتوزيعها يظهره (شكل ٨) و(جدول ٨) وهي كالتالي:

ج- أحياء متوسطة الخطورة تحمل أكثر من ١٠ مواقع الى ٢٠ وبإجمالي ٢٧٨ موقعاً موزعه على ١٩ حياً، وتتخللها بعض من مجاري الأودية مع تفاوت في مستوى ارتفاع مواقع الاحياء في مدينة خميس مشيط.

د- أحياء مرتفعة الخطورة وتحوي مواقع أكثر من ٢٠ وتصل حتى ٣٠ موقعاً بعدد ١٦٦ موزعة على ٦ أحياء، حيث تمر بها مجاري الأودية مما يجعلها في مواجهة مباشرة للمياه المنحدرة من الأحواض ويعرضها للغرق.

هـ - أحياء شديدة الخطورة تحمل أكثر من ٣٠ موقعاً مهدده بالخطر يمثلها ٨ أحياء بمجموع ٣٠٣ موقعاً، وتشكل منطقة التقاء الاودية، وكان حي الزاوية أكثر الاحياء في أعداد مواقع الخطر اذ بلغت ٦١ موقع لكثرة التعديلات العمرانية على حرم الوادي والبناء العشوائي.



المصدر: قاعدة بيانات خميس مشيط التفصيلية، بلدية خميس مشيط، إدارة المساحة والأراضي، ٢٠١٧م.

شكل ٨: المواقع المعرضة لسيول وخطر تجمع مياه الأمطار

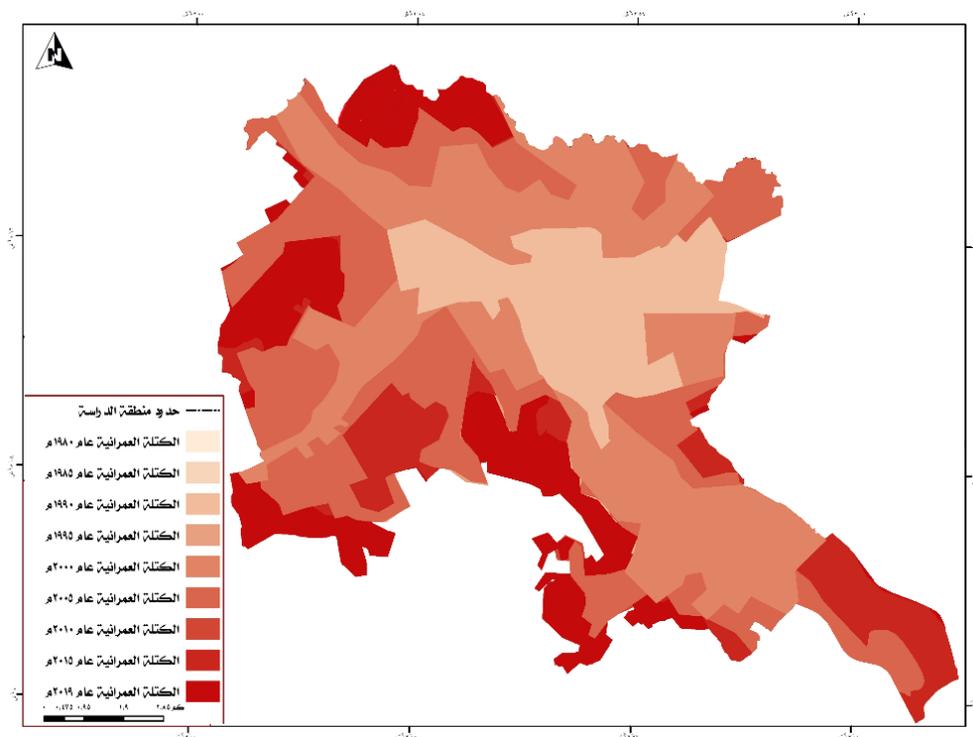
جدول ٨: أحياء مدينة خميس مشيط وعدد المواقع المعرضة لخطر السيول بها.

اسم الحي	عدد المواقع	اسم الحي	عدد المواقع	اسم الحي	عدد المواقع
النجاح	٢٠	البوادي	٤	الشعبة	٥
شكر	١١	الأمجاد	٨	الغرابية	١٢
العمارة	٣٦	آل عزيز	٦	المعزاب	٦
الشفاء	٢٤	العرق الجنوبي	٨	شباة	٤
الوقواق	٨	الجشرة	٥	الراقي	٣١
الصفق	٤	المتناة	٦	الأسواق	١٧
ذهبان الغربي	٨	الدرب	٢	الروضة	٠
بدر	١٩	الخالدية	٧	الفتح	١٤
النسيم	٣٦	الخلصة	٩	الأسكان	٩
النخيل	١٣	عتود الجنوبي	٩	النهضة	٤
الشرقية	٢	عتود الشمالي	٢	الصالحية	١٣
الصقور	١	ام سرار	٣٠	الحرابي	١١
اليرموك	٤	شمال التضامن	٣	الوقية	٧
المصيف	٤	الظرفة	٣٥	ذلالة	٣١
المعارض	١٢	مصلوم	٣	المراث	٣
المنارة	٩	طيب الاسم	١٠	الهرير الغربي	٣٠
حضان القلوص	٤	الحمراء	٩	الهرير الشرقي	١١
الربيع	١٤	ضمك	٠	الموسى	٩
الجامعيين	٩	الواحة	١	المتناة	٠
الحضاري	١٥	العزيزية الغربي	٧	نعمان	٢٥
القيروان	٣٠	العزيزية	٩	الرونة	٨
أحد	١	العرق الشمالي	٢٠	صفوان	٨
المعمورة	٥	الصمدة	٢	العند	٨
التضامن	١٣	البلد	١	السد	٨
نشوان	٦	السلام	٤	الوفاء	٥
المستقبل	١٣	قمير	٧	الشرف	٣٥
الزاوية	٦١	الهميلة	٤	ذهبان الشرقي	١٠
الرصراص ٢١	٩	شعب ذهبان	١٤	شعبة الشيخ	١٠
الجيل	١٥	تارة	٣١	حسام	١١

المصدر: قاعدة بيانات خميس مشيط التفصيلية، بلدية خميس مشيط، إدارة المساحة والأراضي، ٢٠١٧م.

ثامناً. تأثير السيول على مدينة خميس مشيط:

أ. أثرها على المباني والمنشآت: يعد تدفق مياه السيول وقوة الدفع الناجمة عن سرعتها خطر يُلحق الضرر بالمباني والمنشآت وقد يؤدي إلى محاصرتها بالمياه، مما يعرض السكان لخطر تجمع مياه الأمطار وتلف ممتلكاتهم مما يحدث خسائر بشرية ومادية، إذ تقع مدينة خميس مشيط في مركز تجمع مصبات الأودية المنحدرة باتجاهها من المرتفعات ويساعد انحدارها إلى سرعة الجريان خاصة مع قصر المسافة بين المنبع والمصب كما هو الحال في حوض وادي حجلة ومصلم وتارة مما يجعلها عرضة لخطر السيول المنقولة.



المصدر: قاعدة بيانات خميس مشيط التفصيلية، بلدية خميس مشيط، إدارة المساحة والأراضي، ٢٠١٧م.

شكل ٩: التوسع العمراني في مدينة خميس مشيط خلال الفترة ١٩٨٠م-٢٠١٩م

و(شكل ٩) يوضح التوسع العمراني منذ عام ١٩٨٠م - ٢٠١٩م والذي يظهر فيها تتبع العمران لمجاري الأودية، بالإضافة الى ذلك ارتفاع معدلات حدوث الأمطار في فصل الصيف والربيع وهي عاملان يعملان على ارتفاع منسوب المياه في بعض الأحيان لوضع يفوق قدرة شبكات تصريف السيول على استيعاب كميات مياه الأمطار المتدفقة اليها وبالأخص عند تتابع تكرار حدوث تساقط الأمطار مما يقلل فيها نسبة الفواقد بفعل تشبع التربة، تم استعراض عدد من حالات تضررت بفعل الاخطار المرافقة للأمطار يوضحها (جدول ٩).

جدول ٩: عدد من الحالات والمواقع المتضررة جراء السيول

التاريخ	اليوم	حالة الضرر الناجمة من العواصف الرعدية المطيرة
٢٠٢١/٠٢/٠٩م	الثلاثاء	غمر جزء من طريق الأمير سلطان مع حركة مرور بطيئة جداً نتيجة عدم وجود وسائل لتصريف مياه الأمطار على نفس الطريق، فيما كان تجمع المياه المعتاد عند هطول الأمطار في نفق الغروي أدى لتعطل طريق الملك فهد.
٢٠٢٠/٠٨/١٦م	الأحد	غرق بعض المركبات وتضرر ٣ سيارات بفعل السيول.
٢٠٢٠/٠٨/٠١م	السبت	تضرر بعض المعارض التجارية وسيارة بفعل السيول.
٢٠٢٠/٠٧/٠٢م	الخميس	تضرر اثنتين من المركبات و غرق عدد منها.
٢٠٢٠/٠٥/٠٦م	الأربعاء	احتجاز أشخاص داخل مركباتهم في تجمعات المياه ودخول المياه لبعض المنازل غرق بعض الطرق، ومن ضمنها نفق الغروي، وانهيار بعض أسوار المنازل الخارجية وتلقي بعض بلاغات التماسات كهربائية في عدادات المنازل.
٢٠١٩/٠٨/٠٩م	الجمعة	ارتفاع منسوب المياه في حي الموسيقى واغراق بعض المنازل والمركبات.
٢٠١٩/٠٨/٠٧م	الأربعاء	تضرر ٧ من المنازل و ٩ سيارات إثر السيول.
٢٠١٩/٠٥/١٠م	الجمعة	غرق عدد من المنازل والمركبات في حي الموسيقى.
٢٠١٨/١٠/٢٥م	الخميس	تعرض سيارة ومنزل للغرق.
٢٠١٨/٠٨/٠٣م	الجمعة	تجمع لمياه الأمطار الغزيرة على حي الرصاص؛ مما ألحق الضرر بعض المركبات والمنازل، نتيجة انسداد مجرى السيل وتجمع كميات كبيرة من المياه بأشرف الموقع ٢٥ مُعدة ما بين مضخات وشاحنات شفط المياه و ٥ معدات ثقيلة.
٢٠١٨/٠٥/١٥م	الثلاثاء	غرق بعض المركبات وتضرر ٣ سيارات بفعل السيول.
٢٠١٧/٠٢/١٤م	الثلاثاء	تلقي الدفاع المدني ٣١٤ بلاغاً، وكان هناك احتجاز لـ ٧٥ مركبة في مياه الأمطار، وتم إنقاذ ٢١٣ شخصاً نجم عنها متضررين وإصابة لعشرة أشخاص، بالإضافة لتعطل حركة المرور.
٢٠١٦/٠٤/١٤م	الخميس	تضرر رجل وابنه بفعل السيل في وادي ذهبان تم انقاذهم وكان بهما عدة إصابات.
٢٠١٦/٠٤/٠٥م	الثلاثاء	غرق أحد المنازل مياه السيول.
٢٠١٥/٠٥/١٣م	الأربعاء	وفاة ٣ مواطنين جراء السيول وجريان وادي عتود

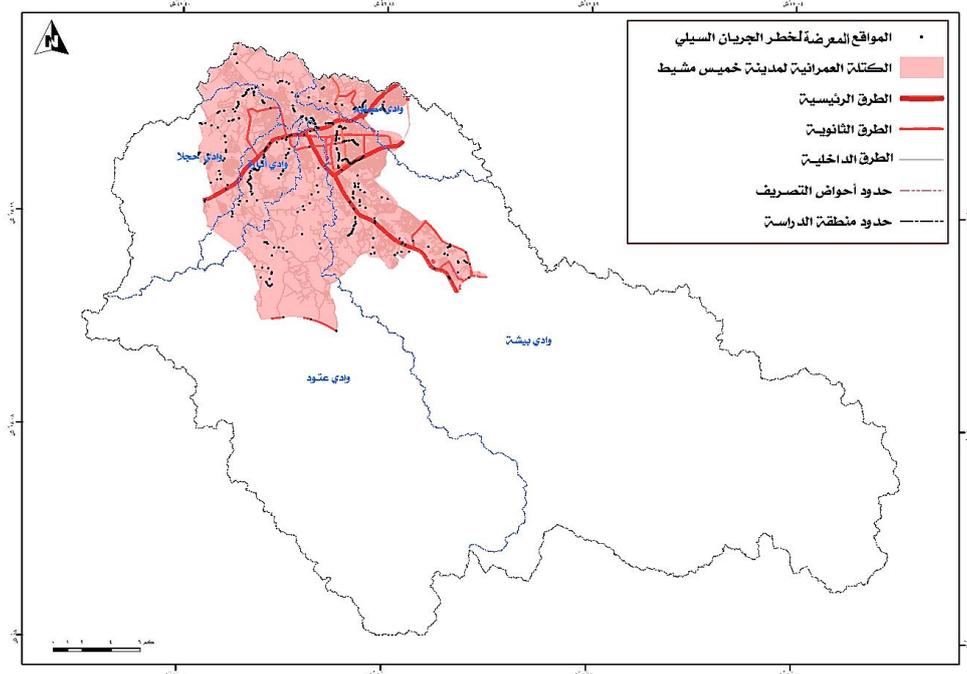
المصدر: الإدارة العامة للدفاع المدني بمحافظة خميس مشيط، قسم الإنقاذ، ٢٠٢١/٠٣/١٧م

ب. **أثرها على الطرقات:** يحدث أن يظهر ضرر السيول على البنية التحتية مسببة مشاكل التلف والعطل في شبكات الطرق والخدمات العامة لذا يستدعي التعامل معها وسرعة الإصلاح تحت اي ظرف، بالإضافة إلى مشاكل انجراف التربة والمخلفات على الطرقات إثر جريان المياه السطحية، ويتم الاستعانة بصهاريج شفط المياه وبمعدات جرف التربة؛ لتجنب تجمعها وتلافي انسداد مصائد تصريف مياه الأمطار.

جدول ١٠: اطوال شبكات الطرق على مدينة خميس مشيط

تصنيف شبكات الطرق	اطوال الطرقات كم ² في مدينة خميس مشيط
طرق رئيسية	٧٠,٧٥
طرق ثانوية	٩٤,٨٩
طرق داخلية	١٥٨٦

المصدر: قاعدة بيانات خميس مشيط التفصيلية، بلدية خميس مشيط، إدارة المساحة والأراضي، ٢٠١٧م.



المصدر: قاعدة بيانات خميس مشيط التفصيلية، بلدية خميس مشيط، إدارة المساحة والأراضي، ٢٠١٧م.

شكل ١٠: شبكة الطرق والمواقع المعرضة لخطر السيول في مدينة خميس مشيط.

ومظاهر السطح تحدد مواضع مسارات وخطوط النقل، وهي عملية مهمة لتحديد نوع شبكات الطرق الملائمة فيها، ويؤخذ في الحسبان النطاقات المرتفعة والمنحدرات والمستنقعات إضافة لطبيعة تراكيبها الجيولوجية، وقد وضح (جدول ١٠) أطوال وأنواع شبكات الطرق الموزعة على مدينة خميس مشيط، ويعبر لنا (شكل ١٠) عن شبكات الطرق بالإضافة لترميز مواضع الأماكن المعرضة لخطر السيول أو خطر تجمع المياه على الطرقات والمباني، ويتضح من خلال تتبع الأماكن المعرضة لخطر تتابع مواقعها اما لقربها من مجاري مائية وإما لموازاتها بعض أماكن طرقات المدينة او داخل الاحياء السكنية بإجمالي ١٠٣٠ موقع، وقد تم إيضاح مواقعها بالإحداثيات وحصر أماكن الخطر وعمل الاحتياطات اللازمة والتقليل من أثارها التدميرية.

النتائج:

- خلص هذا البحث الى عدد من النتائج وهي كما يلي:
- ترتبط اتجاهات وانكسارات الأودية لشبكات تصريف المياه والتي يغلب على اتجاه هذه الصدوع الجنوب والجنوب الشرقي - الشمال والشمال الغربي ذات ميول باتجاه مدينة خميس مشيط؛ نتيجة لتعرض الدرع العربي لدورات تكتونية وحركات بناء وهدم متلاحقة مكونه صدوع شديدة الانكسارات، وذلك في الزمن الثالث نتيجة شد واجهاد على طول الدرع العربي.
 - جاءت الخصائص التضاريسية بقيم مرتفعة عند معدل الوعورة، كانت نسبة التضرس مرتفعة في كل من وادي عتود يليه وادي حجلا ووادي تارة ويعود ذلك لفارق الارتفاع في طول الحوض مع الانحدار، وتشير القيم المرتفعة لمعدل التضرس ودرجة الوعورة إضافة إلى أن نسيجها الطبوغرافي يقع ضمن فئة النسيج الناعم، وهي عوامل تؤدي الى زيادة في حدوث السيول نتيجة لسرعة الجريان وانخفاض جملة الفاقد.
 - أظهرت نتائج الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية أنها ما زالت في مراحل مبكرة في ألت الراسي والجانبية، إضافة إلى استتالة وقلّة انتظام شكلها الغير منبج مما يساعد في زيادة أعداد وأطوال المجاري وبذلك يزيد عملية استقبال أكبر قدر من مياه

الأمطار والسيول، مع الأخذ في الاعتبار أن كثافة الأمطار العامل الأول المرتبط بجريان السيول في الأودية، ويختلف حجم السيل تبعاً لما يسقط من أمطار وبفترات تكرارها وبالفترة الزمنية لسقوط المطر.

- بلغ عدد المجاري في أحواض منطقة الدراسة ١٢١٤٥ مجرى، بإجمالي أطوال ٢٦٩.٥ كم²، وتتراوح رتبها ما بين الرتبة السابعة والرتبة الرابعة ويشغل مجرى النقاء الأودية الرتبة السابعة والمتمثل في وادي بيشة.
- اتضح أن حوض وادي حجلا، وحوض وادي مصلوم، وحوض وادي تارة لصغر المساحة التصريفية وقلة طول اطواله وعدد المجاري النهرية فيه مقارنة بحوض وادي بيشة وحوض وادي عتود، ساعده ذلك في سرعة تحويل مياه الأمطار الى سيول في مدة قصيره بسبب قرب منابعها من المصببات مقارنة بالأحواض كبيرة المساحة.
- كشفت هذه الدراسة عن وجود مباني ومنشآت داخل مجاري الأودية، أو تتقاطع مع مجاري الأودية، وخلصت الدراسة الى وجود عدد من المواقع المعرضة للجريان السيلي ولتجمع مياه الأمطار، والتي بلغ عددها ١٠٣٠ موقعاً.

التوصيات:

- إنشاء وحدة مركزية لمواجهة الكوارث الطبيعية، وكيفية مجابقتها والحد منها والتخفيف من أثارها، وتضم كافة الجهات والهيئات المعنية بمواجهة الكوارث الطبيعية.
- إنشاء وزيادة وتكثيف محطات الرصد المناخي التي تقتصر اليها المنطقة، وتعد ذات أهمية قصوى للحصول على البيانات الحقيقية والفعلية التي تغطي أرجاء المنطقة، والتي يمكن الاعتماد عليها في دراسات تفصيلية تطبيقية لمواجهة أخطار السيول.
- أهمية إنشاء شبكات تصريف مياه الأمطار في عدد من الأحياء والمخططات الحديثة؛ حتى لا تتعرض لمشكلة تجمع مياه الأمطار أو الجريان السطحي، كما توصي إلى جانب ذلك مراعاة توزيع مانعة الصواعق لتلافي اخطارها على السكان والممتلكات .

- تحتوي الدراسة على قاعدة بيانات تشمل على الخصائص الجيولوجية الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لأودية منطقة الدراسة، وقد اشتملت على توزيع مكاني للأماكن المعرضة لخطر تجمع مياه الامطار والسيول بدرجاتها المختلفة.
- إنشاء قاعدة بيانات مكانية بالاستعانة بتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، بالإضافة الى كل الدراسات التي أجريت على المنطقة سواء كانت جغرافية أو جيولوجية أو مناخية أو هيدرولوجية.
- إنشاء محطات إنذار مبكر للكشف عن السيول في الأودية، وتكون داخل الأودية وعند مخرجها وللحصول على إشارة تحذيرية عندما يصل منسوب المياه إلى منسوب الخطر الذي يهدد العمران والطرق.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- (١) أبو العنين، حسن سيد احمد، (١٩٨٥م)، أصول الجغرافيا المناخية، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان.
- (٢) أحمد، بدر الدين يوسف محمد، (١٩٩٣م) مناخ المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- (٣) بحيري، صلاح الدين، (١٩٧٩م)، أشكال الأرض، دار الفكر، دمشق.
- (٤) بن لعبون، عبد العزيز عبد الله، (٢٠١٩م)، معالم جيولوجية عسير، دار ابن لعبون، الرياض.
- (٥) الحافظي، ايمان عواد مرزوق، (٢٠١٧م)، التحليل الجيومورفولوجي لبعض الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المائي في المنطقة الممتدة بين ينبع جنوباً واملج شمالاً، حولية كلية الآداب، جامعة بني سويف.
- (٦) خضر، محمود محمد، (١٩٩٧م)، الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- (٧) جوده، جوده حسنين، وآخرون: (1991) وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى، الزقازيق، مصر.
- (٨) الخفاجي، سرحان نعيم، (٢٠١٦م)، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد، مجلة كلية التربية الاساسية للعلوم التربوية والإنسانية- جامعة بابل.
- (٩) الدليمي، خلف حسين علي، (٢٠١٢م)، علم شكل الأرض التطبيقي الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار صفاء، عمان.
- (١٠) الدليمي، خلف حسين علي، (٢٠١٧م)، الأنهار دراسة جيوهيدرولوجية تطبيقية، الأهلية للنشر، عمان.
- (١١) سقا، عبد الحفيظ محمد سعيد، (٢٠٠٤م)، الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية، مكتبة دار كنوز المعرفة، جدة.
- (١٢) صالح، احمد سالم، (١٩٩٩م)، السيول في الصحاري نظريا وعمليا، دار الكتاب الحديث، القاهرة.

- ١٣) عزيز، مكي محمد، (١٩٧٢م)، الأمطار في المملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض، الرياض.
- ١٤) علي، عبد القادر عبد العزيز، (٢٠٠١م)، الطقس والمناخ والتمتيرولوجيا، دار الجامعة للطباعة، القاهرة.
- ١٥) العسال، منا محمد عصام، (٢٠٢١م)، الجريان السيلي وأخطاره في ابها الحضرية دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، مصر.
- ١٦) العوضي، حمدينه عبد القادر. (٢٠٠٢) أحواض التصريف بحوض المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب جامعة الإسكندرية العدد ٥٢.
- ١٧) الغامدي، سعد أبو راس، (٢٠٠٦م)، توظيف نظم المعلومات الجغرافية في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية- دراسة حالة وادي درى في المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٣١٧، الكويت.
- ١٨) القحطاني، حنان محمد علي، (٢٠٢١م)، العواصف الرعدية المطيرة وأثرها في مدينة خميس مشيط، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الإنسانية، جامعة الملك خالد، أبها.
- ١٩) الكومي، عبد الرزاق بسيوني، (٢٠١٥م)، الأبعاد الهيدروجيومورفولوجية للتنمية في حوض وادي ببشة بالمملكة العربية السعودية، مجلة الدراسات الإنسانية، جامعة الفيوم.
- ٢٠) موسى، عواد حامد، (٢٠٠٧م)، تقدير حجم الجريان السطحي في أحواض التصريف بمنطقة مرسى مطروح دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، شعبه البحوث الجغرافية، جامعة المنوفية، القاهرة.
- ٢١) موسى، عواد حامد، (٢٠٠٨م) جغرافية اشكال سطح الأرض، مكتبة الرشد، الرياض.
- ٢٢) الودعاني، ادريس علي سلمان، (٢٠١٤م)، مخاطر السيول في منطقة جازان في جنوب غرب المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي)، مجلة جامعة جازان فرع العلوم الإنسانية، مجلد ٣، العدد ١.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- 1) Chorley, R.J., Malm, D.E.G.& Pogorzelski, H.A., (1957): A new standard for estimating drainage basin shape. Amer. Jour. Sci., V.255, pp138-141.
- 2) Cook.R., Brunsdon, D., DoornKamp, J, and Jones, D., (1982) Urban Geomorphology in Dry lands, oxford university press, London.
- 3) Doornkamp, J.C., &King, C.A.M, (1971): Numerical analysis in geomorphology: An introduction, Edward Arnold, London.
- 4) Gardiner, V., (1975): Drainage basin morphometry. British Geomorphological Research Group, technical Bull, No.14.
- 5) Gregory, K.J., and Walling, D.E., (1973) Drainage Basin Form Processes A Geomorphological Approach, London.
- 6) Gregory K.J., & Walling D.E., (1979): Drainage basin: Form and process A Geomorphological approach, Edward Arnold, London.
- 7) Horton, R.E. (1945): Erosional development of stream and their drainage Basins: hydrophysical approach to quantitative morphology and of the Geol. Of Amer.56.
- 8) Melton, M.A. (1958): Correlation Structure of Morphometric Properties of Drainage Systems and their Controlling Agent, jour. Geol. NO. (66).
- 9) Miller, v, (1953): A Quantitative geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the clinch Mountain area, project 389- 42, tech Rept. 3, Columbia University.

- 10) Morisawa, M.E. (1968): Streams, their Dynamics and Morphology. McGraw-Hill, New York.
- 11) Schumm, S.A. (1956). Evolution of drainage system and slope in badlands of Perth Amboy, New Jersey. Bull. Geol. Soc. Am. 67.
- 12) Stephen. A.S., (1999): Hydrology for water management, Balkerma, Rotterdam, Brookfield.
- 13) Strahler, A. N., (1954), Dimensional Analysis in Quantitative Terrain Description, Annals of Association of American Geographers.
- 14) Strahler, A. N., (1958): Dimensional analysis Applied TO Fluvial Eroded Landforms. Geol. Soc. America Bull. No. (69).
- 15) U.S. Conservation Service, (1972): Hydrology section 4, Natural engineering hand book, Washington D.C.

ABSTRACT:

The study of drainage basins is one of the important foundations on which knowledge of the amount of torrential rains in the valleys of the city of Khamis Mushait depends. These characteristics can be identified in terms of knowing the geological formations that affect the diversity and distribution of geomorphological forms in the valleys' streams. This is because the waterways are affected by the type of rock and the geological structure, and the study of their morphometric characteristics to clarify the area and dimensions of the valley basins and the characteristics of the slopes; In addition to the hydrological characteristics and their impact on the amount of torrential rain, various methods were used in spatial data analysis and descriptive analysis, based on different data sources such as satellite images and digital elevation model DEM, And the climatic data of rain for the time period between 1989 AD and 2018, and a database was created for the valleys basins using geographic information systems as an aid in dealing with different data. The effect of vegetation cover and these factors had a prominent impact on the shape and area of the basins, and this study came to monitor the dangers caused by torrential rains and the resulting human and material damages. Of the results in addition to the sites threatened by flooding or flooding.

Keywords:

Khamis Mushait, flash flood, morphometric analysis, Hydrological modeling.