



الهيئة العلمية
لتطوير مدينة الرياض

الخصائص الجيومورفولوجية للأحواض والأودية المائية في منطقة الرياض



د. مشاعل بنت محمد آل سعود

شعبان 1436هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المحتويات

صفحة رقم

3	أ - مقدمة
5	ب- الأهداف
5	ت - وسائل الدراسة
6	ث - طريقة العمل
6	ث.1. إعداد الخرائط الطبوغرافية
6	ث.2. إنتاج النماذج الأرضية الرقمية (DEMs)
7	ث.3. استخراج المنظومة المائية من الـ DEM
8	ث.4. معالجة المرئيات الفضائية
8	ث.5. تطبيق نظم المعلومات الجغرافية
8	ث.6. العمل الحقل
9	ج - النتائج
10	ج.1. الخصائص الجيومترية
12	ج.1.1. الأبعاد الرئيسية للأحواض
12	ج.2.1. شكل الحوض
15	ج.3.1. انحدار الأسطح
16	ج.2. الخصائص المورفومترية
16	ج.1.2. كثافة الشبكة المائية
17	ج.2.2. انحدار المجرى الرئيسي
18	ج.3.2. نسب التعرج (Meandering Ratio)
18	ج.4.2. رُتب الأودية (Stream Order)
20	ج.5.2. تقاطع الأودية (Stream intersection)
22	ج.6.2. حمولة الأودية (Stream capacity)
23	المراجع

أ - مقدمة

أ - المقدمة

الأودية المائية من أبرز مظاهر سطح الأرض لما تتخذه من مساحات كبيرة حيث تشكل شبكة من المسارات لجريان المياه السطحية المنتظمة ولمسافات طويلة تصل إلى آلاف الكيلومترات. وترتبط أشكال ومقاييس الأودية المائية بشكل كبير بطبيعة سطح الأرض والأجسام الموجودة عليه إضافة إلى أنواع الكتل الصخرية الموجودة. وتمثل الأودية المائية في المملكة العربية السعودية منظومات جيومورفولوجية معقدة بسبب التراكيب الجيولوجية وكذلك بسبب التغيرات المناخية التي شهدتها شبه الجزيرة العربية في العصور الجيولوجية القديمة.

يوجد في المملكة العربية السعودية حوالي 14 وادي مائي من المقاييس الكبيرة جداً (Mega Basins) والتي تمتد كل منها لتشمل آلاف الكيلومترات المربعة، حيث تتوزع في أرجاء المملكة بطول يزيد عن 4500 كيلومتر؛ كذلك فهناك المئات من الأودية الكبيرة بالإضافة إلى عدد كبير من التشعبات والروافد المائية المختلفة المواصفات والمقاييس؛ هذا وقد أولى اهتمام متزايد لهذه الأودية في الآونة الأخيرة بسبب الكوارث التي نتجت عن السيول في مناطق عدة من المملكة خصوصاً منها المناطق العمرانية الرئيسية بما فيها منطقتي جدة والرياض.

ويتناول هذا التقرير شرح عن خرائط المنظومات المائية (Drainage systems) والخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الرياض والتي تعتبر من المناطق الإدارية الهامة في المملكة العربية السعودية حيث تستحوذ على اهتمام خاص نظراً لأنها تحتوي على مدن عدة موزعة على عشرين محافظة ولها مساحة حوالي 370,000 كيلومتر مربع لتكون ما يعادل 17% من مساحة المملكة، وبذلك فهي تحتل المركز الثاني في المملكة من حيث المساحة.

تقع منطقة الرياض في وسط المملكة العربية السعودية ما بين درجات الطول $42^{\circ} 00'$ و $48^{\circ} 17'$ شرقاً ودرجات العرض $19^{\circ} 00'$ و $27^{\circ} 45'$ شمالاً. ويسود منطقة الرياض مناخ صحراوي قاري يتميز بالحرارة صيفاً والبرودة شتاءً مع أمطار متوسطة. حيث يبلغ معدل درجة الحرارة في منطقة الرياض 25 درجة مئوية، ترتفع في الصيف إلى أكثر من 50 درجة مئوية وتنزل في الشتاء إلى صفر درجة مئوية، ويبلغ معدل الرطوبة 33% ومعدل الأمطار السنوية 85مم. كما تتعرض المنطقة لبعض العواصف الرملية.

تعتبر الأودية المائية في منطقة الرياض من المعالم الهامة سواء كانت من الناحية الاقتصادية أو السياحية، فهي أودية موسمية يمتلئ معظمها بمياه الأمطار التي تجري ما بين المناطق الجغرافية المختلفة في حين أن هناك كم كبير من هذه المياه يرشح إلى باطن الأرض ليغذي الطبقات الجوفية؛ كذلك هناك جزء كبير من مياه الأمطار يبقى لفترة طويلة فوق سطح الأرض كتجمعات مائية.

لذلك نرى أن المناطق الضفافية للأودية المائية في منطقة الرياض هي مناطق زراعية خصبة نظراً لتوفر المياه السطحية من حيث تشبع التربة بالمياه وتوفر المياه لجوفية التي يكثر فيها عدد الآبار مثل وادي حنيفة ووادي السهبا؛ إضافة إلى ذلك هناك عدة أعمال لحصاد هذه المياه ومن أهمها السدود المنتشرة في مواقع مختلفة على مسارات الأودية؛ والهدف في إقامة هذه السدود هو حماية المناطق الحضرية، بالإضافة إلى تجميع كميات من المياه للأغراض الزراعية.

يعتبر هذا التقرير ملحق توضيحي للخرائط المنتجة للمنظومات المائية لمنطقة الرياض والتي تم إنتاجها بالطرق والأنظمة الجيومعلوماتية والجيوماتيكية (Geomatic) ومن خلال استخدام التقنيات الفضائية، حيث تظهر الخرائط ثلاثون حوضاً مائياً كبيراً منها ثلاثة عشرة حوض مائي تتموضع بشكل كامل تقريباً ضمن منطقة الرياض أما الأحواض الباقية فهي مشتركة مع المناطق المجاورة.

ب - الأهداف

يهدف هذا التقرير بشكل رئيسي الى تقديم الشرح عن آلية استخراج المنظومات المائية لمنطقة الرياض وبالتالي وصف الأحواض والروافد الموجودة ضمنها كي تكون قاعدة بيانات هيدرولوجية متكاملة يمكن استخدامها عند الطلب في ادارة الأحواض المائية في المنطقة، وعليه تهدف هذه الدراسة الى:

1. تحديد المنظومات الهيدرولوجية لكل الأحواض الواقعة ضمن منطقة الرياض والمتداخلة معها لتشمل الأودية والتفرعات مختلفة المقاييس اضافة الى الحدود الدقيقة لهذه الأحواض.
2. إنتاج مجسم الارتفاعات الرقمي لكل الأحواض بدقة ٣٠ متر.
3. حساب الصيغ المورفومترية للأودية والجيومترية للأحواض.

ت - وسائل الدراسة

لقد اعتمدت بشكل رئيسي في عملية رسم المنظومات المائية لمنطقة الرياض على الطرق المتقدمة والمعتمدة والتي من خلالها يمكن الحصول على أدق النتائج لناحية الأبعاد والأشكال المورفولوجية للأودية والأحواض المائية، وعليه تم استخدام ما يلي:

1. خرائط طوبوغرافية بمقياس: 1:50.000 بفاصل كونتوري 25 متر، انتجتها وزارة البترول والثروة المعدنية، ادارة المساحة الجوية في العام 1983م. وهي خرائط ضرورية للتعرف على مصادر تغذية الأودية ونقاط تجمع المياه بالاضافة الى التسميات المختلفة للأودية والمواقع الجغرافية، حيث ان عدد لوحات الخرائط الطوبوغرافية التي استخدمت هو أربعون لوحة.
2. مرئيات فضائية مُحسَّنة (Enhanced) للتوابع الصناعية Spot-5 (نطاق طيفي واحد)، Ikonos (أربعة نطاقات طيفية) و Geo-eye (نطاقين طيفيين) بقدرات تمييز 2.5 متر، 1 متر و 0.5 متر على التوالي. وهذه المرئيات لأعوام مختلفة تم الاستعانة بها لعدة ميزات من أهمها التعرف على المتغيرات الحديثة لمعالم سطح الأرض وكذلك المناطق الآيلة لتجمع المياه السطحية.
3. المجسم الأرضي الرقمي (GDEM) ثلاثي الأبعاد المُستخرج من التابع الصناعي Aster بقدره تمييز 30 متر والملتقط في العام 2009.
4. برمجية (Leica product) ERDAS-Imagine-11 لمعالجة المرئيات الفضائية.
5. برمجية (Esri product) Arc-GIS-10.2 لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية. ويتكون هذا البرنامج من ثلاث تطبيقات هامة وهي:
أ) برنامج Arc-Map لتحرير واخراج الخرائط وعرض البيانات الرقمية والتعامل مع الطبقات الغرضية.
ب) برنامج Arc-Catalogue وهو يساعد على تنظيم وإدارة البيانات والتصفح والبحث، ويقوم بتسجيل وعرض المعلومات.
ج) برنامج Arc-Toolbox ويحتوي هذا البرنامج على أدوات نظام المعلومات الجغرافية.
6. وثائق وبيانات ودراسات ذات صلة بالموضوع من مصادر مختلفة.

ث - طريقة العمل

تم تنفيذ عدة مراحل متتالية من العمل بُغية رسم خرائط المنظومات المائية لمنطقة الرياض بشكل سليم، حيث بُنيت منهجية العمل بشكل أساسي على تحليل البيانات من الخرائط الطبوغرافية ومن المرئيات الفضائية باستخدام نظم الجيومعلوماتية والجيوماتيكية ونماذج الارتفاعات الرقمية، وتم ذلك بالتزامن مع القيام بأعمال حقلية لقياس أعماق الأودية وعرضها وتدوين كل الملاحظات ذات الصلة، كذلك للتحقق من مصداقية النتائج التي تم الحصول عليها من المرئيات الفضائية والنماذج الرقمية وبالتالي القيام بأعمال التصحيح اللازمة. ومن هنا تم إتباع طرق وأساليب عمل تقليدية وأخرى حديثة بغية الوصول الى أفضل وأدق النتائج، والتي يمكن تلخيصها كما يلي:

ث.1 - إعداد الخرائط الطبوغرافية:

استخدمت في هذه الدراسة الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1:50.000 حيث تم من خلالها تتبع مسار الروافد والأودية المائية المطلوب دراستها والتعرف على معالم سطح الأرض التي كانت موجودة في تاريخ إنتاج هذه الخرائط في العام 1983م، حيث كان للخرائط الطبوغرافية دوراً هاماً خلال الزيارات الحقلية للمنطقة خصوصاً لناحية التعرف على أسماء وتضاريس المنطقة التي تمر فيها الأودية وما يترابط معها من روافد وكذلك معرفة الوضع القائم لإمتداد معظم الأودية لناحية انفصال اجزاء منها بسبب التمدد السكاني والانشطة البشرية الأخرى، وهذا بدوره يساعد في عمليات المقارنة وتقييم مدى التدخل البشري في الأودية المائية، ويتم استخدام هذه المعطيات في الدراسات المتعلقة بتحديد المناطق الواقعة تحت خطر الفيضانات والسيول. تم من خلال نظم المعلومات الجغرافية ربط فسيقائي (Mosaicking) للوحات (الخرائط) الأربعة معاً باستخدام برمجية Arc-GIS وذلك بعد تحديد الموقع الجغرافي المُعرف (Geo-referencing) لكل خريطة. ويتم ذلك بعد انتقاء على الأقل أربعة نقاط أو أكثر (معرفة الأحداثيات) في كل لوحة.

ث.2 - إنتاج النماذج الأرضية الرقمية (DEMs) :

يستخرج نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model) بشكل رئيسي من المرئيات الفضائية والصور الجوية والخرائط الطبوغرافية (الكونتورية) المرقمة حيث اصبح من أهم الوسائل المتبعة في استخراج مظاهر سطح الأرض وبالتالي في التطبيقات الحديثة المستخدمة ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والذي يتيح رؤية ثلاثية الأبعاد للتضاريس الأرضية من الفضاء بشكل مُجسّم حيث يمكّن من مشاهدة الارتفاعات والأعماق بمقاييسها المختلفة، وتستخدم هذه النماذج الرقمية في إنتاج مجموعة كبيرة من الخرائط، مثل خرائط الانحدارات (Slopes) والمظهر (Aspect) وخرائط ظلال التلال (Hill shade) والخرائط الكنتورية ومقاطع الارتفاعات (Profiles) وخط مستوى النظر (Line of sight) وتحديد مدى الرؤية (View shade) وغيرها من الخرائط التي ينتج عنها الحسابات المورفومترية والجيومترية اللازمة.

تمت عملية بناء النموذج الأرضي الرقمي في هذه الدراسة أولاً باستخدام النموذج الرقمي GDEM المستخرج لصور القمر الصناعي Aster بالطريقة الستيريو سكوبية وبقدرة تمييز 30 متر للبيكسل، والذي مكّن من إنشاء

مجسم رقمي ثلاثي الأبعاد للمنطقة يظهر فيها معالم سطح الأرض بشكلها الطبيعي من مناطق سهلة ومنحدرات والى ما هنالك من تضاريس سطحية تظهر بشكل رقمي يمكن من خلالها حساب المعايير الجيومترية للأسطح ومن ثم القدرة على نمذجة الأودية والروافد المائية المختلفة.

كذلك الأمر فقد تم في هذه الدراسة استنتاج المجسم الأرضي الرقمي (DEM) لبعض الأماكن التابعة لمنطقة الرياض من خلال صور القمر الصناعي Spot-5 التي تتميز بدقة 2.5 متر، إلا أنه يتم تقليل هذه الدقة لتصل الى 10 أمتار وذلك من أجل التخفيف من الأخطاء الناشئة خلال إنتاج النموذج.

ث.3 - استخراج المنظومة المائية من DEM:

تتم عملية استخراج الأودية والروافد المائية من DEMs بواسطة الطرق الألكترونية والتي تعتمد بشكل أساس على معالجة الصور الفضائية الستريوسكوبية واستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية؛ حيث يتم تحديد نقاط نشوء المسارات للقنوات المختلفة (Channel initiation points) من المصادر الألكترونية لارتفاعات التضاريس والتي تعتمد بشكل أساسي على تحديد اتجاه الجريان المائي السطحي الأولي (Incipient flow direction) وبالتالي تنتج أشكال شبكات الأودية بطريقة تتبع الحركي الأولي للمياه (Headwater tracing method). ويمكن تمثيل عملية استخراج النماذج الأرضية الرقمية بأشكال ومظاهر مختلفة.

ان استنتاج خرائط DEMs لمنطقة الرياض بدقة تمييز مختلفة 30 متر تعد مرحلة أولى ليتم بعدها رسم الأودية المائية الرئيسية والروافد التابعة لها، وبالتالي تحديد نقاط القاسم المائي (Water divide) ومن ثم نطاق الحوض المائي والذي يمثل وحدة هيدرولوجية مستقلة يمكن من خلالها حساب عدة معايير هيدرولوجية وكذلك تقييم خطر السيول في هذا الحوض.

في هذه الدراسة تم استخدام DEM المستنتج من GDEM حيث ان الـ GDEM لا يظهر بعض الشوائب (مثل الأشكال الطولية المتقاطعة) عند رسم الأودية والتشعبات المائية والنتيجة عن تأثير وجود المناطق السكنية، وذلك بسبب حجم البيكسل 30 متر. ففي هذه الدراسة استخدم Arc-Map (D8) من خلال ملف Spatial Analyst الذي يحتوي على قسم متعلق بالتطبيقات الهيدرولوجية حيث يتم اعتبار كل المنخفضات كمناطق تصريف وبالتالي نقوم بتعبئة هذه المنخفضات بشكل الكتروني من خلال برمجية نظم المعلومات الجغرافية. حيث يمكن قسم التطبيقات الهيدرولوجية في هذا الملف من خلال استنباط العلاقات المطلوبة والتي من أهمها اتجاه الجريان وتجمع الجريان وكذلك رتب Strahler.

اعتمد تحديد اتجاه الجريان واستنتاج شبكة الأودية المائية على الإنحدرات القصوى (Maximum slope). ومن خلال الأساليب والطرق الأنفة الذكر للحصول على شبكات الأودية والروافد المائية يتم بعدها تتبع مسار المناطق العلوية المتاخمة تماماً لمناطق التصريف والتي يمكن رسم حدود الأحواض المائية الرئيسية منها والفرعية بدقة، وتمت هذه التطبيقات على النموذج GDEM.

ث.4. معالجة المرئيات الفضائية:

تم في هذه الدراسة معالجة المرئيات الفضائية بشكل رئيسي للتابع الصناعي Aster خصوصاً فيما يتعلق باستخراج الـ GDEM، إلا أن مرئيات فضائية أخرى كانت قد استخدمت وهي للتوابع Geo-eye و Spot، وبالتالي فلقد كان لها دوراً في إستقاء المعلومات والبيانات المطلوبة للدراسة، وتمت المعالجة باستخدام برمجيات إلكترونية متخصصة وذات قدرة على التحليل. حيث استخدمت في هذه الدراسة برمجية ERDAS-Imagine-11. وهذه البرمجية تحتوي على مجموعة من التطبيقات الرقمية والطيفية مثل: تحسين الرؤية الطيفية (Enhancement) من خلال التمثيل البياني، تصنيف للأطياف، الكثافة الطيفية (Density slicing)، تدرج الألوان (Coloring)، تمييز الجوانب (Edge detection)، ودمج الموجات الطيفية (Band combination)، وإلى ما هنالك من تطبيقات رقمية وبصرية مختلفة.

ث.5. تطبيق نظم المعلومات الجغرافية:

يتم تطبيق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بالتزامن مع معالجة المرئيات الفضائية، حيث استخدمت في هذه الدراسة برمجية Arc GIS 10.2 والتي لها القدرة على حفظ المعلومات الأرضية (Geo-spatial data) التي تم بواسطتها رسم الأودية المائية وتشعباتها وكذلك النطاقات الجغرافية للأحواض المائية. وباستخدام الـ GIS تم إخراج المنظومات المائية لكل الأحواض الواقعة في منطقة الرياض وبشكل رقمي "إلكتروني"، وكذلك حفظ البيانات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لها مع إنتاج سجلات حسابية ضمن جداول (Attribute tables) لكل حوض، وهذا مكن من حساب أبعادها الأرضية وتحديد مقاييسها وتطبيق الصيغ الرياضية والإحصائية المطلوبة وحساب المنحدرات وأنماط اتجاهها وكل المقاييس المورفومترية الأخرى (مثل أطوال الأودية وعددها وكثافتها، الخ).

ث.6. العمل الحقلية:

تم القيام بالعمل الحقلية على عدة فترات لتشمل العدد الكبير من الأودية الواقعة في منطقة الرياض، حيث تم القيام بهذه الأعمال للتحقق من مصداقية المعلومات التي استُنتجت من الـ GDEM في الوقت التي اعتمد في العمل الحقلية بشكل أساسي على المرئيات الفضائية والخرائط المنتجة للمنظومات المائية وكذلك الخرائط الطبوغرافية. حيث تم الاستعانة ببعض الأجهزة الحقلية اللازمة مثل جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS)، وجهاز قياس أعماق الأودية والمسافات عن بعد (Laser-meter).

ان الهدف الأساسي من العمل الحقلية هو:

1. التدقيق في وجود التشعبات الصغيرة للأودية المستخرجة من النموذج الأرضي للارتفاعات وكذلك الأمر للتحقق من بعض الأودية المرسومة على الخرائط الطبوغرافية.
2. التدقيق في الأعمال التي تتم في الأودية المائية وفي محيطها وكذلك مسارات القنوات التي يتم حفرها على امتدادات الأودية.
3. التحقق من عمق الأودية وعرض المقاطع المختلفة لها.
4. تحديد أماكن تجمع المياه والأعمال السلبية القائمة على مسار الوادي.

ج - النتائج

تعتمد الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية على تحليل خصائص المنظومات المائية (الأحواض والأودية المائية ضمنها) والتي تتمثل بشكل رئيسي بالخصائص الجيومترية للأحواض والخصائص المورفومترية للأودية. ففي هذه الدراسة ونسبة إلى المساحة الجغرافية الكبيرة لمنطقة الرياض (حوالي 370000 كلم²) تم اعتماد تقسيم الأحواض على أساس الأحواض المائية الكبيرة والتي تتضمن رتب (Stream order) عُلْيَا، وعليه فقد نتج عن ذلك ثلاثون حوض مائي رئيسي (شكل رقم 1). ولعله جدير بالذكر انه يمكن تقسيم هذه الأحواض بمقاييس أخرى مختلفة اعتماداً على الهدف من الدراسات المطلوبة. وقد تم تسمية هذه الأحواض باعتبار الأودية الرئيسية فيها او المواقع الجغرافية الهامة.

وخلال هذه الدراسة تم إنتاج 30 لوحة منفردة لكل منظومة مائية رئيسية تم اخراجها بشكل إعتيادي "Blank" وكذلك على النموذج الرقمي "DEM" (كما في الخرائط المرفقة)، حيث يقع 13 حوض بشكل كامل تقريباً ضمن منطقة الرياض، اما الـ 17 حوض الباقية فتقع بشكل متداخل مع مناطق خارج منطقة الرياض، بالإضافة وجود منطقة كثنان رملية في الجزء الجنوب-شرقي لمنطقة الرياض لا تتضح فيها معالم الأودية المائية وهي منطقة عروق بني معارض.

اما الأحواض التي تم استنتاجها في منطقة الرياض فهي (من الشمال الى الجنوب):
(1 الباطن، 2 النخيل، 3 النعيرية، 4 الرُمة، 5 الرشاء، 6 العتق، 7 الصرار، 8 البطن، 9 حنيفة، 10 رماح، 11 الدعكة، 12 السرة، 13 برك، 14 نساح، 15 السهباء، 16 الخوار، 17 رنية، 18 الركا، 19 نفود الدحي، 20 الجدول، 21 ليلا، 22 الحمل، 23 الفجحاني، 24 المقرن، 25 بييشة، 26 مسرة، 27 الفرشة، 28 الغر، 29 تثليث، و30 الحنو.

ج.1. الخصائص الجيومترية

تتمثل هذه الخصائص بوصف الأبعاد الهندسية لحدود الحوض المائي بحد ذاته بغض النظر عن تشكيلة الأودية وروافد التصريف الموجودة فيه، حيث أن تحديد نطاق الحوض المائي يعتمد على البعد الجغرافي للمناطق المرتفعة حول شبكة التصريف المائي والتي منها تبدأ تغذية الروافد المائية؛ وبالتالي يعتبر الحوض المائي كوحدة مساحية لها خصائصها التي يمكن قياسها وتوصيفها الهندسي. ويتميز كل مجرى مائي في الحوض أيا كانت رتبته بحدود حوضية يصرف فيها مياهه، وهي تشكل احواض مائية صغيرة ضمن الحوض الرئيسي.

ويمكن اعتبار ان تقسيم الأحواض المائية يتوقف على الغرض من الدراسة والدقة المطلوبة، اي انه على سبيل المثال يمكن لحوض مائي كبير أن يُقسم الى مجموعة أحواض فرعية (Sub-catchments).

لذلك فان تقسيم الأحواض المائية في هذه الدراسة يمكن ان يتغير بحسب المساحة الجغرافية المطلوب دراستها وكذلك الغرض (Theme) المطلوب للدراسة، فكلما زاد تقسيم عدد الأحواض كانت النتائج أكثر دقة، والأحواض التي تم استنتاجها في هذه الدراسة يمكن زيادة التفاصيل عليها وتقسيمها الى أحواض فرعية إن دعت الحاجة للقيام بدراسة مفصلة لأية منطقة ولأي غرض مثل دراسة السيول.

تستخدم المواصفات الجيومترية للأحواض المائية في تقييم آلية تصريف المياه المكانية من الروافد ذات الرتب الصغيرة الى المجرى الرئيسي وبالتالي يمكن من خلالها تقدير الفترات الزمنية لتواصل المياه ما بين الروافد المختلفة وكذلك حساب حجم التدفق بعد الاخذ بعين الاعتبار مجموعة كبيرة من العوامل أهمها انحدار الاسطح ضمن الحوض المائي. وفي هذه الدراسة تم تحليل المواصفات الجيومترية التالية.

ج.1.1. الأبعاد الرئيسية للأحواض:

1.1. مساحة حوض التصريف: تعتبر مساحة الحوض من الخصائص التي تتحكم بحجم التدفق النهائي للحوض، فمن الطبيعي انه كلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية متساقطات الأمطار عليه مما يؤدي إلى زيادة حمولة الأودية وعليه فهناك علاقة طردية بين المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي، مع الاخذ بعين الاعتبار المتغيرات الأخرى مثل أنواع الصخور، والتضرس، وشكل شبكة التصريف، هذا وقد تم حساب مساحة أحواض منطقة الرياض كما في الجدول رقم 1.

1.2. أقصى طول للحوض: يعكس هذا البعد احدى الخصائص التضاريسية للأحواض والتي تتعلق بأطوال الشبكات المائية داخل الحوض مما يزيد من سرعة الجريان السطحي للمياه، وبالتالي يتحكم في وقت عمليات التسرب والتبخر والنتح، ويقاس هذا البعد بخط مستقيم على امتداد المجرى الرئيسي ابتداء من نقطة المصب إلى أعلى نقطة في الحوض. ويبين الجدول رقم 1 أقصى أطوال الأحواض المائية في منطقة الرياض.

1.3. عرض الحوض: يتناسب هذا البعد الجيومتري مع طول الحوض حيث ان كلاهما يؤثر على كمية المياه المتساقطة من الأمطار وعلى حجم التدفق وكذلك التسرب والتبخر والنتح. ومن المعروف أن الأحواض العريضة نسبياً تصل فيها المياه إلى المجرى الرئيسي في وقت واحد تقريباً مما يؤدي إلى زيادة حمولة المجرى الرئيسي التي تتركز في فترة زمنية محدودة. أما الأحواض التي تتميز بزيادة طولها مقارنة بعرضها، فإنها تتميز بوصول المياه إلى المجرى الرئيسي في أوقات مختلفة، وبالتالي يستمر الجريان لمدة أطول مع انخفاض قمة الفيض المائي. وقد تم حساب عرض أحواض منطقة الرياض كما في الجدول رقم 1.

1.4. محيط الحوض: يتناسب محيط الحوض المائي طردياً مع مساحته، فكلما زاد طول المحيط زادت المساحة، وما يمكن الاستفادة منه في هذا الحال هو النسبة ما بين محيط الحوض والمساحة والتي تستخدم لتقييم تعرج الحدود الخارجية للحوض، وعليه فكلما زادت هذه النسبة يزداد معها معدل التعرج لمحيط الحوض والعكس صحيح. ويبين الجدول رقم 1 محيط الأحواض المائية في منطقة الرياض والممتدة إلى خارجها.

ج.1.2. شكل الحوض:

يعتمد شكل الحوض على عدة عوامل جيومورفولوجية ومناخية بالترابط مع التركيب الصخري ونوعية الصخور. وهو يتحكم بشكل رئيسي في آلية جريان المياه وتحديداً في سرعة التصريف من الروافد إلى المصب، ويتم إعادة تقييم شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة؛ فإن كان الحوض دائرياً، فإن مياه الحوض تصل إلى المصب الرئيسي في نفس الوقت تقريباً ومن ثم يحدث ارتفاع سريع في منسوب المياه، أما إذا كان مستطيلاً فتصل المياه بشكل متتالي، وفي حالة الحوض المخروطي فإذا كان رأس المخروط هو المصب فإن المياه تصل إلى المصب في فترة زمنية طويلة، أما إذا كان المصب على الجهة العريضة للحوض فإن المياه تصل إلى المصب الرئيسي بشكل سريع، وهكذا.

الأبعاد الرئيسية (ضمن وخارج منطقة الرياض)							اسم الحوض	
محيط / مساحة	محيط الحوض (كلم)	طول / عرض	عرض الحوض (كلم)	أقصى طول (كلم)	مساحة الحوض ضمن منطقة الرياض (كلم ^٢)	مساحة الحوض الكلية (كلم ^٢)		
0.03	2163	1.30	282	368	15669	70477	الباطن	1
0.05	1518	2.31	135	312	14181	29020	النخيل	2
0.06	1458	3.35	100	335	5287	24736	التعبيرية	3
0.03	1303	2.03	150	305	11741	41030	الرمة	4
0.05	1012	2.30	105	242	16007	20349	الرشاء	5
0.06	973	1.76	107	188	16301	16301	العنق	6
0.07	1461	3.33	90	300	6203	22350	الصرار	7
0.05	1110	2.00	120	240	23308	23308	البطن	8
0.07	977	2.19	105	230	13112	13112	حنيفة	9
0.08	1381	3.21	80	257	7916	17565	رماح	10
0.08	878	2.22	64	142	4662	11176	الدعكة	11
0.05	1318	2.95	105	310	28834	28834	السرة	12
0.12	691	3.33	45	150	5590	5590	برك	13
0.06	822	1.78	100	178	14459	14459	نساح	14
0.11	955	2.69	75	202	6180	8779	السهباء	15
0.11	886	2.47	68	168	2536	8108	الخوار	16
0.03	1423	1.05	210	220	9328	41112	رنية	17
0.07	781	3.58	60	215	10903	10903	الركا	18
0.07	1028	3.60	75	270	15349	15349	نفود الدحي	19
0.05	1631	3.18	110	350	28437	33700	الجدول	20
0.04	989	1.33	150	200	16740	22684	ليلا	21
0.09	661	3.50	55	193	7382	7382	الحمل	22
0.07	527	1.63	80	130	7966	7966	الفجحاني	23
0.11	1045	5.20	50	260	9426	9466	المقرن	24
0.06	1086	3.47	85	295	257	17972	بيشة	25
0.07	697	2.85	65	185	1562	10041	مسرة	26
0.10	646	2.92	50	146	6176	6223	الفرشة	27
0.07	1273	2.14	105	225	17127	17127	الفر	28
0.06	1428	5.04	70	353	10061	22319	تثليث	29
0.06	854	3.85	65	250	7968	13256	الحنو	30

جدول رقم ١. الأبعاد الجيومترية الرئيسة للأحواض المائية في منطقة الرياض والممتدة خارجها.

هناك أيضاً خصائص أخرى تُعتمد في دراسة شكل الحوض المائي من حيث الاندماج أو الانبعاج، ومن خلال قياس النسبة بين طول الحوض وعرضه، إلخ. في هذه الدراسة سوف نركز على حساب ثلاثة خصائص هامة لشكل الحوض المائي كما يلي:

1.2. معامل الاستطالة (Elongation Index):

وهي النسبة ما بين قطر الدائرة التي تحتوي على نفس مساحة الحوض والمسافة ما بين أبعد نقطتين في الحوض (Schumm, 1956) حسب المعادلة التالية:

$$E = \frac{2\sqrt{A}}{L\sqrt{\pi}}$$

يوضح الجدول رقم 2 معامل الاستطالة للأحواض الواقعة ضمن منطقة الرياض والممتدة إلى خارجها .

2.2. معامل الشكل (Shape Index):

وهو النسبة ما بين مساحة الحوض إلى ضعف المسافة ما بين أبعد نقطتين في الحوض حسب صيغة (Horton,1932) الموجودة ادناه.

$$F = \frac{A}{L^2}$$

اسم الحوض	معامل الاستطالة	معامل الشكل	معامل كرافيلي	اسم الحوض	معامل الاستطالة	معامل الشكل	معامل كرافيلي
1 الباطن	0.81	0.52	2.30	17 رنية	1.04	0.85	1.98
2 النخيل	0.62	0.30	2.51	18 الركا	0.55	0.24	2.11
3 النعيرية	0.53	0.22	2.62	19 نفود الدحي	0.52	0.21	2.34
4 الرمة	0.75	0.44	1.82	20 الجدول	0.59	0.28	2.51
5 الرشاء	0.67	0.35	2.00	21 ليلا	0.85	0.57	1.85
6 العتق	0.77	0.46	2.15	22 الحمل	0.51	0.23	2.04
7 الصرار	0.56	0.25	2.76	23 الفجحاني	0.77	0.47	1.67
8 البطن	0.72	0.40	2.05	24 المقرن	0.42	0.14	3.03
9 حنيقة	0.56	0.25	2.41	25 بيشة	0.51	0.21	2.29
10 رماح	0.58	0.27	2.94	26 مسرة	0.61	0.29	1.96
11 الدعكة	0.84	0.55	2.34	27 الفرشة	0.58	0.27	2.32
12 السرة	0.62	0.30	2.19	28 الغر	0.66	0.36	2.61
13 برك	0.56	0.25	2.61	29 تثليث	0.46	0.26	2.57
14 نساح	0.76	0.46	1.93	30 الحنو	0.52	0.21	2.09
15 السهباء	0.52	0.22	2.88				
16 الخوار	0.60	0.29	2.78				

جدول رقم ٢. مواصفات الشكل للأحواض المائية في منطقة الرياض والممتدة خارجها.

3.2. معامل كرافيلي (Gravelius Index):

تمثل هذه المعامل النسبة ما بين محيط الحوض والدائرة التي تحتوي على نفس مساحة الحوض (Gravelius, 1914)، وهذه المعامل هي دائماً أكبر من رقم 1، حيث أن القيمة القريبة من 1 تعني أن الحوض هو دائري، بينما القيم العليا تعني أن الحوض هو بشكل استطالي.

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi} \cdot A}$$

الجدول رقم 2 يبين معامل كرافيلي للأحواض الواقعة في منطقة الرياض مع امتداداتها خارج المنطقة.

ج.1,3. انحدار الأسطح:

إن لانحدارات الأسطح دوراً رئيساً في جريان المياه الغير منتظم على عكس الجريان عبر الأودية فكلما زاد معدل انحدار الاسطح زادت معه سرعة الجريان على هذه الأسطح وهي أكثر فاعلية لناحية عملية انجراف التربة، والصخور وكذلك في حدوث السيول؛ فمن خلال الأسطح يبدأ الجريان عبر المنحدرات بإتجاه الروافد المائية ومن الطبيعي فان اندفاع المياه المتلاقية في الأودية يكون أكبر عندما يكون انحدار الأسطح عالي والعكس صحيح (آل سعود، 2010a). وفي هذه الدراسة تم حساب معدلات انحدارات الأسطح من خلال استخدام

اسم الحوض	أقل انحدار للأسطح	أكثر انحدار للأسطح	الانحدار العام	اسم الحوض	أقل انحدار للأسطح	أكثر انحدار للأسطح	الانحدار العام
1 الباطن	0.5°	43°	2.5°	17 رنية	0	54°	3°
2 النخيل	0.2°	56°	2°	18 الركا	0	60°	2.9°
3 النعيرية	0	67°	2.1°	19 نفود الدحي	0.2°	57°	2.4°
4 الرمة	0.3°	57°	2.3°	20 الجدول	0	71°	2.9°
5 الرشاء	0.1°	60°	2.3°	21 ليلا	0	51°	2.5°
6 العتق	0	69°	2.7°	22 الحمل	0.1°	65°	3°
7 الصرار	0	58°	2.7°	23 الفجحاني	0.3°	54°	2.5°
8 البطن	0.4°	55°	2.4°	24 المقرن	0	71°	2.7°
9 حنيفة	0.3°	76°	3.3°	25 بيشة	0.2°	12°	1.2°
10 رماح	0	48°	2.1	26 مسرة	0.1°	53°	2.5°
11 الدعكة	0	43°	1.7	27 الفرشة	0.2°	68°	4.1°
12 السرة	0.1°	63°	3.1°	28 الغر	0.4°	66°	2.5°
13 برك	0	66°	2.7°	29 تثليث	0.1°	58°	2.8°
14 نساح	0.2°	78°	5°	30 الحنو	0	63°	2.8°
15 السهباء	0	42°	2.2°				
16 الخوار	0.2°	38°	2.2°				

جدول رقم ٢: انحدار الأسطح في الأحواض المائية في منطقة الرياض.

النموذج الرقمي الأرضي GDEM المستخرج من القمر الصناعي Aster ، والذي يمكن من خلاله رسم وتحديد الإندارات المختلفة باستخدام Arc Map في منظومة الـ GIS.

في هذه الدراسة تم حساب قيم إنحدار الأسطح لكل حوض في منطقة الرياض وإنتاج خريطة له (كما في الخرائط المرفقة) ، وهي أكثر وأقل انحدار والإنحدار العام حسب الجدول رقم 3. أما وصف هذه الانحدارات فهو يتبع التقسيم التالي:

- انحدار أقل من 2 درجة = منطقة منبسطة.
- انحدار ما بين 2 و 4 درجات = انحدار خفيف جداً.
- انحدار ما بين 4 و 8 درجات = انحدار خفيف.
- انحدار ما بين 8 و 12 درجة = انحدار متوسط.
- انحدار ما بين 12 و 25 درجة = تلال مع انحدارات خفيفة.
- انحدار أكبر من 25 درجة = منطقة تلال جبلية.

ج.2. الخصائص المورفومترية

تتميز الخصائص المورفومترية بأنها تتناول كل مواصفات ومقاييس الروافد المائية (أودية رئيسية وفرعية) وطريقة ترابطها والتشكيلة النسيجية المكونة لشبكة التصريف (Network) المتكاملة. وترتبط الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائي بأصل النشأة وكيفية التطور، ومظاهر التشكيل الجيومورفولوجي وآليات البناء الجيولوجي. حيث ان دور هذه الشبكات هام جداً في آلية جريان المياه وتصريفها وبالتالي فهي قد تكون أكثر أهمية من الخصائص الجيومترية للحوض، لذلك لابد من دراسة كلاهما معاً للحصول على تقييم هيدرولوجي متكامل لنظام الجريان السطحي والذي يتحكم بآلية جريان المياه وتدفقها في الأودية وابرار دورها في حدوث السيول والفيضانات (Wisler & Brater, 1959).

يستند تحديد المواصفات المورفومترية الى تطبيق مجموعة من الصيغ الحسابية المورفولوجية، وسوف نتناول في هذه الدراسة أهم هذه الخصائص والتي سنعرضها بشكل حسابي مجرد يمكن الاستفادة منها لاحقاً في أية تطبيقات تتعلق بآلية جريان المياه (سرعة واتجاه وتجميع) وكذلك المناطق التي يمكن ان تكون عرضة لخطر السيول. ومن هنا يمكن الاستفادة من النتائج في تحديد مواقع السدود والتصريف المائي وكذلك الأمر يمكن الاستفادة منها ايضاً في التخطيط العمراني والحفاظ على مسارات الأودية.

ج.2.1. كثافة الشبكة المائية:

تتحكم كثافة شبكات التصريف في الجريان السطحي للمياه ضمن الأحواض المائية، فمن المعروف ان زيادة كثافة شبكة التصريف هو دليل على قلة معدل الرشح المائي والعكس صحيح؛ كذلك الأمر فان الأحواض المائية التي تتميز بكثافة شبكات التصريف يمكنها تنظيم آلية الجريان عند تساقط الأمطار.

يتم تقييم كثافة الشبكة المائية من خلال حساب مجموع أطوال الروافد المائية كاملة بالنسبة لمساحة الحوض، حيث تُحسب عادةً بالكيلومتر للكيلومتر المربع (جدول رقم 4) ، حسب المعادلة التالية:

$$\frac{\sum L}{A} = \frac{\text{مجموع أطوال الروافد المائية في الحوض}}{\text{مساحة الحوض}} = \text{كثافة الشبكة}$$

ج.2,2. انحدار المجرى الرئيسي:

ان المجرى الرئيسي هو الناقل المائي الأساسي لأي شبكة تصريف حيث تصب فيه كل الروافد المائية. فاذا كان انحدار هذا المجرى كبير فهذا يجعل تصريف المياه سريع، اما إذا كان انحداره خفيف فهذا يعطي الفرصة لارتفاع منسوبه مما ينتج عنه فيض مائي. ويقاس انحدار المجرى الرئيسي كما يلي:

$$\frac{\Delta h}{L} = \frac{\text{فرق الارتفاع}}{\text{طول الرافد}}$$

يبين الجدول رقم 4 انحدار المجرى الرئيسي في الأحواض الواقعة في منطقة الرياض.

اسم الحوض	كثافة الشبكة المائية (كلم/كلم ²)	انحدار المجرى الرئيسي (م/كلم)	نسبة تعرج المجرى الرئيسي	اسم الحوض	كثافة الشبكة المائية (كلم/كلم ²)	انحدار المجرى الرئيسي (م/كلم)	نسبة تعرج المجرى الرئيسي
1 الباطن	0.19	0.37	3.91	17 رنية	0.25	0.43	1.34
2 النخيل	0.27	0.48	2.96	18 الركا	0.35	0.97	1.77
3 النعيرية	0.24	0.57	2.23	19 نفود الدحي	0.36	0.72	2.05
4 الرمة	0.24	0.54	2.62	20 الجدول	0.22	0.59	1.98
5 الرشاء	0.33	0.58	2.04	21 ليلا	0.22	0.30	1.93
6 العتق	0.29	0.40	1.67	22 الحمل	0.37	1.44	1.61
7 الصرار	0.27	0.80	2.25	23 الفجحاني	0.44	0.33	1.79
8 البطن	0.28	0.48	1.79	24 المقرن	0.51	0.62	1.76
9 حنيضة	0.58	0.93	1.63	25 بيضة	0.26	1.22	1.63
10 رماح	0.33	0.84	2.53	26 مسرة	0.20	0.98	1.70
11 الدعكة	0.32	0.02	2.66	27 الفرشة	0.38	0.54	1.90
12 السرة	0.17	0.63	1.64	28 الفر	0.23	0.49	2.06
13 برك	0.60	0.35	2.25	29 تثليث	0.21	1.23	1.68
14 نساح	0.27	0.39	1.60	30 الحنو	0.23	1.10	1.70
15 السهباء	0.32	0.57	1.50				
16 الخوار	0.34	1.22	1.94				

جدول رقم 4: كثافة الشبكة المائية، انحدار المجرى الرئيسي ونسبة التعرج في الأحواض المائية في منطقة الرياض والمنطقة الممتدة خارجها.

ج.2,3. نسب التفرج (Meandering Ratio):

ان إنتواء (تعرج) مسار الأودية المائية يتوقف على مجموعة من العوامل الجيومورفولوجية والهيدرولوجية. ويلعب عامل التعرج دوراً في تخفيف فيضان المياه، حيث ان زيادة نسبة التعرج قد تخفف من طاقة الجريان ولكنها تزيد من حمولة الوادي بسبب عمليات الحت المباشر عند نقاط الالتواء. ورغم ذلك فان بعض نقاط التعرج تكون عُرضة للفيضان المائي ولكن فاعلية التعرج بمجملها تعمل على إستيعاب الكم الأكبر من المياه الجارية (Al Saud, 2014).

وتُحسب نسبة التعرج (Mr) من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{Lm}{Ls} = \frac{\text{طول المجرى الرئيسي (متعرج)}}{\text{طول المجرى الرئيسي (مستقيم)}}$$

يبين الجدول رقم 4 نسب التعرج في المجرى الرئيسي لأحواض منطقة الرياض والممتدة خارجها.

ج.2,4. رتب الأودية (Stream Order):

تبدأ حركة المياه من المناطق العليا عبر الأودية والتشعبات المختلفة من التفرعات الصغيرة (Reaches) حتى تصل الى المصب، وعلى هذا الاساس تم إستنتاج علاقة رُتب الأودية، فالتفرعات الأولى تكون متصلة من طرف واحد فقط ويتم إعطاؤها الرتبة الأولى، وإذا ما إلتقيا فرعين من الرتبة الأولى ينتج عنهما فرع من الرتبة الثانية وهكذا الأمر حسب طريقة Strahler المُتبعة.

يستخدم عادةً برمجيات نظم الجيومعلوماتية لحساب وتقسيم الأودية كما هو في هذه الدراسة حيث استخدمت برمجية Arc-GIS 10.2 والتي من خلالها تم تقسيم الأودية كل إلى رُتبه حسب موقعه المورفومتري، ليتم بعدها القيام بحساب المتغيرات المورفومترية المطلوبة، حيث ان جميع الأودية وتشعباتها هي بشكل مرقّم ويسهل القيام بالعمليات الحسابية المطلوبة (جدول رقم 5).

ان عملية تقسيم رُتب الأودية هي وسيلة لتحليل العلاقة ما بين أعداد هذه الرُتب، وخصوصاً منها علاقة "نسبة التشعب" أو Bifurcation ration والتي تُحسب من المعادلة التالية:

$$B_r = N_r / N_{r+1}$$

حيث إن N_r هي عدد الأودية في الرتبة r و N_{r+1} هي عدد الأودية في الرتبة الأعلى منها، وللعلم فان النسب المرتفعة لرتب الأودية تتناسب طردياً مع احتمالية حدوث السيول والعكس صحيح.

وحيث أنه في هذه الدراسة تم تقسيم الأحواض إلى منظومات مائية سطحية بمساحات متوسطة نسبياً (الأحواض الـ30)، أي أقل حجماً من الأحواض العملاقة الكبيرة الممتدة من خارج منطقة الرياض، لذلك فإن الرتب الأخيرة للأودية في كل حوض سوف ترتبط مع أودية رئيسة ممتدة من الأحواض العملاقة والذي تحمل رتبة عالية؛ وعليه فان رتب الأودية الأخيرة في كل حوض لا يمكن حساب علاقة الترابط فيها بشكل دقيق. ولقد بُني هذا المبدأ على أساس ان رتب الأودية يمكن أن تُحسب بطريقة أكثر دقة إذا ما تم اختيار أحواض فرعية (Sub-catchments) لدراسات معمقة لاحقاً.

متوسط نسبة التشعب (Br)	الطول الكلي للأودية (كلم)	عدد رتب الأودية*						اسم الحوض	
		6	5	4	3	2	1		
3.66	13396	0	1	5	22	104	437	الباطن	1
3.63	7825	0	1	6	22	97	400	النخيل	2
3.23	5944	0	1	3	13	62	254	النعيرية	3
4.06	9774	0	1	7	28	139	604	الرمة	4
3.74	6708	0	1	5	24	114	477	الرشاء	5
3.46	4657	0	1	4	19	84	351	العنق	6
3.49	6018	0	1	3	10	68	296	الصرار	7
3.53	6607	0	1	4	23	89	359	البطن	8
2.91	7612	1	4	12	65	301	1312	حنيفة	9
3.58	5793	0	1	5	20	88	399	رماح	10
3.31	3630	0	1	3	16	66	271	الدعكة	11
3.37	4980	0	1	2	13	57	228	السرة	12
3.74	3375	0	1	5	27	115	467	برك	13
3.35	3835	0	1	3	16	61	281	نساح	14
3.06	2825	0	1	3	14	49	203	السهباء	15
3.46	2765	0		2	10	33	184	الخوار	16
2.97	10187	1	2	7	31	115	485	رنية	17
3.54	3793	0	1	4	22	91	373	الركا	18
3.70	5555	0	1	5	21	105	454	نفود الدحي	19
2.64	7528	1	2	8	18	66	259	الجدول	20
2.92	4893	0	1	4	14	44	176	ليلا	21
4.02	2722	0	1	4	14	68	255	الحمل	22
3.31	3517	0	1	3	15	69	275	الفجحاني	23
3.13	4845	1	2	6	30	145	576	المقرن	24
3.73	4679	0	1	2	15	72	316	بيشة	25
2.48	2019	0	1	2	6	16	76	مسرة	26
3.90	2408	0	1	4	16	60	233	الفرشة	27
2.60	3924	0	1	3	13	41	162	الغر	28
3.71	4733	0	1	3	14	47	180	تثليث	29
2.86	3101	0	1	3	7	30	142	الحنو	30

جدول رقم ٥: رتب الأودية وأطوالها ونسب التشعب في الأحواض المائية في منطقة الرياض وامتداداتها خارج المنطقة .

* رتب الأودية باعتبار ان كل حوض كمنظومة مائية منفصلة (غير مرتبط بباقي الأحواض ضمن منطقة الرياض).

كثافة نقاط التلاقي (تقاطع/٢٥كم ^٢)	عدد نقاط تقاطع الأودية	اسم الحوض	كثافة نقاط التلاقي (تقاطع/٢٥كم ^٢)	عدد نقاط تقاطع الأودية	اسم الحوض
9.12	600	رنية	3.86	436	الباطن
21.38	373	الركا	8.59	399	النخيل
18.57	456	نفود الدحي	6.37	252	النعيرية
4.87	263	الجدول	9.20	604	الرمة
4.90	178	ليلا	14.74	480	الرشاء
2176	257	الحمل	13.46	351	العتق
27.08	345	الفججاني	8.27	296	الصرار
38.05	576	المقرن	12.01	448	البطن
10.95	315	بيشة	62.37	1308	حنيفة
4.79	77	مسرة	14.16	398	رماح
23.42	233	الفرشة	15.21	272	الدعكة
5.43	149	الغر	4.92	227	السرة
5.91	211	تثليث	52.12	466	برك
8.06	171	الحنو	14.65	339	نساح
			14.66	206	السهباء
			14.03	182	الخوار

جدول رقم ٦: نقاط تقاطع الأودية وكثافتها في الأحواض المائية في منطقة الرياض وامتداداتها خارج المنطقة.

ج.٢، ٥. تقاطع الأودية (Stream intersection):

تقاطع الأودية والروافد المائية بأنماط وزوايا مختلفة حيث أن هذا التقاطع قد يكون بشكل ربط ما بين وادي وآخر (Confluence) أو بشكل تفرع من وادي إلى آخر (Diversion)، ولكل من الحالتين خاصية هيدرولوجية مختلفة لناحية الجريان السطحي. إلا أن لعدد هذه التقاطعات (تفرع أو ربط) دوراً كبيراً في تركيب الشبكة المائية وبالتالي فإن تزايد عدد نقاط التقاطع ما بين الأودية يعكس دور عدة عوامل.

جيومورفولوجية وجيولوجية والتي هي تؤثر في آلية الجريان ومن أهمها: عدم التجانس في التكوين الليثولوجي، التراكمات الجيولوجية المعقدة، وكذلك الانحدار.

ويتبين في دراسات سابقة (Al Saud, 2009) أن زيادة كثافة عدد نقاط التقاطع ما بين الأودية والروافد المختلفة يدل على معدل ارتفاع في معدل الرشح المائي (Infiltration) خصوصاً ضمن الصخور المتكشفة الصلبة وبالتالي زيادة تغذية المياه في نطاق هذه التقاطعات.

إضافة إلى أن كثافة تقاطع الأودية ترتبط بكثرة التراكمات الجيولوجية الفاعلة وخصوصاً الصدوع وما ينتج

الحجم الكلي (م ^٣)	متوسط اعماق الأودية (م)	مساحة الـ Pixels (م ^٢)	عدد الـ Pixels	اسم الحوض	
2518 x 10 ⁸	2.25	2916	38384195	الباطن	1
561 x 10 ⁸	1.95	1521	19036400	النخيل	2
305 x 10 ⁸	1.25	1296	18855983	النعيرية	3
676 x 10 ⁸	1.65	1521	26940281	الرمة	4
498 x 10 ⁸	2.45	900	22581282	الرشاء	5
382 x 10 ⁸	2.35	900	18083537	العتق	6
242 x 10 ⁸	1.10	1600	13737064	الصرار	7
361 x 10 ⁸	1.55	1225	19007022	البطن	8
321 x 10 ⁸	2.45	900	14550408	حنيفة	9
164 x 10 ⁸	0.95	1089	15890173	رماح	10
195 x 10 ⁸	1.75	900	12396571	الدعكة	11
605 x 10 ⁸	2.10	2601	11081428	السرة	12
486 x 10 ⁸	0.90	900	6005748	برك	13
332 x 10 ⁸	2.30	900	16046427	نساح	14
270 x 10 ⁸	3.10	900	9695259	السهباء	15
101 x 10 ⁸	1.25	900	8988135	الخوار	16
1393 x 10 ⁸	3.40	1681	24368535	رنية	17
298 x 10 ⁸	2.75	2601	4162870	الركا	18
338 x 10 ⁸	2.40	2601	5415434	نفود الدحي	19
784 x 10 ⁸	2.35	2304	14484444	الجدول	20
239 x 10 ⁸	1.10	2304	9448274	ليلا	21
210 x 10 ⁸	2.86	2304	3194046	الحمل	22
147 x 10 ⁸	1.85	2304	3445393	الفجحاني	23
317 x 10 ⁸	3.40	1369	6800765	المقرن	24
215 x 10 ⁸	1.20	1156	15490897	بيشة	25
135 x 10 ⁸	1.35	2304	4329660	مسرة	26
169 x 10 ⁸	2.81	2304	2616652	الفرشة	27
475 x 10 ⁸	2.84	1936	8643389	الغر	28
722 x 10 ⁸	3.27	2304	9577702	تثليث	29
324 x 10 ⁸	2.45	1936	6835611	الحنو	30

جدول رقم ٧: حمولة الأودية على نقاط التدفق للأحواض المائية في منطقة الرياض والمنطقة الممتدة خارجها.

عنها من عدم التجانس الكبير في الأنحدارات الموجوة. ويبين الجدول رقم 6 عدد نقاط تقاطع الأودية في كل حوض مائي في منطقة الرياض وكثافتها كخاصية مورفومترية. حيث تم اختيار 25 كلم 2 كمساحة نموذجية للمنطقة لحساب مجموع النقاط التي ضمتها، وبالتالي يبين الجدول رقم 6 ان هناك أحواض تتميز بكثافة تقاطع أودية مرتفعة مثل أحواض حنيفة، برك والمقرن .

ج.2,6. حمولة الأودية (Stream capacity):

يمكن حساب الحمولة المائية (Water capacity) من خلال استخدام طرق الجيوماتيكية التي يمكن أن توفر بيانات مكانية عن مناطق الحوض العلوية بالنسبة لنقطة محددة. أي يمكن حساب كمية المياه القصوى الموجودة في الأودية الواقعة ما قبل نقطة محددة. وتتم هذه العملية بحساب عدد Pixels مباشرة من تراكم التدفق (flow accumulation) لتمثل المساحة. وإذا ما تم معرفة عمق الأودية التي تم حساب عدد Pixels يمكن حينها حساب الحجم الكلي وهو يمثل الحمولة القصوى للوادي والتي تتدفق عند النقطة المحددة. وفي هذه الدراسة تم إنتقاء مواقع التدفق النهائية (Water loading) في كل حوض ليتم حساب الحمولة القصوى للتدفق المائي عليها (الجدول رقم 7).

وعليه تم حساب مجموع عدد Pixels التي تقع ضمن المساحة المكانية لكل الأودية والروافد المائية في كل حوض وكذلك تم حساب الأعماق لهذه الروافد والأودية، حيث أن الأخيرة هي متغيرة وبالتالي تم حساب العديد منها خلال العمل الحقلية. اما مساحة Pixels فهي تختلف من حوض لآخر نظراً لعمليات التقريب أو التباعد للصورة حسب حجم الصورة وذلك بسبب العدد الكبير للPixels .

ويبين الجدول رقم 7 حجم الحمولة المائية القصوى على مواقع التدفق النهائية لكل حوض في منطقة الرياض والأحواض الممتدة خارج المنطقة. حيث يمكن استخدام هذه المتغيرات عند اتخاذ القرار ببناء السدود لتقدير حمولتها، كذلك الأمر في تقييم مدى عرضة المنطقة الواقعة في محيط كل نقطة لخطر السيول. ويبين الجدول ان حمولة الأودية عند هذه المواقع هي كبيرة نسبياً مثل أحواض الباطن ورنية. وبطبيعة الحال فان هذه التقديرات للحمولة هي مرتبطة بكميات الهطول المطري والفترة الزمنية للهطول، وبالتالي فان تسارع معدل الهطول سوف لن يعطي الوقت الكافي لهذه الأودية لتفريغ حمولتها مما ينتج عنه ارتفاع منسوب المياه في المجرى الرئيسي وبالتالي حدوث سيول.

المراجع

المراجع:

1. Al Saud M, 2014. Flood Control Management for Jeddah City (Saudi Arabia) and its Surroundings. Springer Inc. (Under publishing).
2. Al-Saud, M. 2009. Morphometric Analysis of Wadi Aurnah Drainage System, Western Arabian Peninsula, The Open Hydrology Journal, Vol.3: 110-.
3. Gravelius, H. 1914. Rivers. Berlin : G.J. göschen Publishing. ,Germany, 179p.
4. Horton R, 1932. Drainage-basin characteristics. Transactions, American Geophysical Union, Volume 13, Issue 1, p. 350361-
5. Schumm, S. 1956. The elevation of drainage systems and slopes in Bad Lands at Perth Amboy, New Jersey. Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 67, pp. 597646-
6. Wisler C. & Brater E. 1959. Hydrology. John Wiley & Sons, New York.
٧. خريطة مخاطر الفيضانات والسيول في مدينة جدة. مجلة بحوث جغرافية. العدد. a2010. آل سعود، م 2010 .91.



الهيئة العليا
لتطوير مدينة الرياض