الخصائص المورفومترية لحوض وادي الرمان وإمكانية استخدامه زراعياً

د. منصور رمضان سالم غريبي – أ. خيري حسين الشارف أبوذيل (*)

قسم الجغرافيا – كلية الآداب الزاوية – جامعة الزاوية

الملخص

هدفت الدراسة إلى إجراء تحليل كمي لأهم الخصائص المورفومترية المساحية والشكلية والخصائص التضاريسية، وخصائص شبكة التصريف بحوض وادي الرمان، لتحديد مدى إمكانية استخدامه للأغراض الزراعية، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وقد توصلت الدراسة إلى عدم إمكانية استخدام الحوض للأغراض الزراعية تبعاً لخواصه المورفومترية، بحيث دلت نتائج تحليل معامل شكل الحوض ونسبة التضرس وقيمة الوعورة ونسبة التشعب، على ارتفاع احتمالية مخاطر حدوث الفيضانات بالحوض، في حين أظهرت نتائج تحليل معامل الاندماج ومعامل التكامل الهبسومتري إلى أن الحوض لا يزال في مراحله الأولى

(*) Email: m.ghareebi@zu.edu.ly

من النشاط الحتى، مما يجعل الاستخدام الحالي للأرض بالحوض عرضة لمخاطر الطمر بالرواسب وخاصة في الأجزاء الوسطى والدنيا من الحوض، وقد أوصت بعدم التوسع في الاستخدام الزراعي بالحوض وأن يقتصر استخدامه على حفظ وتخزين المياه، من خلال استكمال مشروع سد وادي الرمان والاستفادة منه في ري مشروع ابوشيبة الزراعي.

Abstract:

The study aimed to conduct a quantitative analysis of the most important spatial and morphometric characteristics, topographical characteristics, and drainage network characteristics in the Wadi al-Roman basin, to determine the extent to which it can be used for agricultural purposes, using remote sensing techniques and geographic information systems. The results of the analysis of the shape factor of the basin, the ratio of the dentition, the ruggedness value, and the bifurcation ratio indicated a high risk of flooding in the basin. In Jane, the results of the analysis of the integration coefficient and the hypometric integration coefficient showed that the basin is still in its early stages of activity, which will lead to significant morphological changes on the surface of the basin, putting the current use of the land in the basin vulnerable to the risks of burial, especially in the middle and lower parts of the basin And it recommended not to expand the agricultural use in the basin and to limit its use to water conservation and storage, by completing the Wadi Al-Roman Dam project and using it to irrigate the Abu Shaiba agricultural project.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية، وادي الرمان، نظم معلومات جغرافية، الاستخدام الزراعي، الاستشعار عن بعد، الأحواض المائية، نموذج الارتفاع الرقمي.

المقدمة

تعد الدراسات المورفومترية (Morphmetry) من أهم التطبيقات الجيومورفولوجية، ويشير تعبير التحليل المورفومتري إلى القياس الكمي للخصائص الهندسية لسطح الأرض التي تتحرك عليه المجاري المائية بمختلف نظمها[1] فأحواض الصرف المائية عبارة عن وحدات مساحية تضم جملة من الخصائص يمكن قياسها وتحليلها، وللدراسات المورفومترية أهمية كبيرة

لما توفره من قياسات كمية دقيقة ومهمة للدراسات الخاصة بالتربة والموارد المائية والدراسات البيئية والتنموية المختلفة، وبخاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة نظراً للقيمة الاقتصادية المهمة للأحواض المائية في تلك البيئات الجغرافية، بحيث تمثل الدراسة المورفومترية قاعدة البيانات الأساسية لأي مشروع تنموي من أجل وضع الأسس العلمية الصحيحة للاستثمار الأفضل للموارد المتاحة بالأحواض المائية، فالعديد من التغيرات المورفولوجية للمكان الطبيعي مرتبطة بالنشاط البشري، فالتغيرات التي أحدثها الإنسان في عمليات تشكيل سطح الأرض تفوق في كثير من الأحيان سرعة المعدلات الطبيعية، ويعد النشاط الزراعي من بين أكثر الأنشطة البشرية التي لعبت دور رئيس في تنويع الأشكال الأرضية، وقد كانت أحواض المياه ولا زالت تشكل هدفا للتنمية الزراعية، لخصوبة تربتها ووفرة الرطوبة بها، فمن أجل التوسع الزراعي يقوم الإنسان بتدريج سفوح التلال وإزالة كميات كبيرة من الصخور، مما يترتب عليه حدوث تغيرات كبيرة في خصائص تلك السفوح، فالعديد من الممارسات الزراعية التي يقوم بها الإنسان لا تتلاءم مع النظم البيئة، وبالذات في المناطق الجبلية، مما يتسبب في تأكل الموارد كالتربة والمياه، كحراثة الأرض في اتجاه انحدار السطح التي تؤدي إلى تعرية التربة وسهولة جرفها، كما يؤدي إزالة الغطاء النباتي من السفوح الجبلية إلى حدوث انزلاقات أرضية، وخاصة في المناطق الجافة وشبة الجافة، وهكذا فإن العديد من الممارسات الزراعية، التي تجري في البيئات الجبلية، تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في العمليات الجيومورفولوجية والأشكال الأرضية والنظم البيئية، فاستخدام الأرض في تلك البيئات لابد أن يتوافق مع الخصائص الجيومورفولوجية والنظم البيئية السائدة في تلك المناطق التي لا يمكن التعرف عليها، إلا من خلال دراستها وتحليلها، ومن ثم تحديد نوع الاستخدام الأمثل لمواردها الطبيعية، وقد ساعد استخدام التقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد على زيادة دقة القياسات المتعلقة بأحواض التصريف المائي بشكل أكثر فاعلية من استخدام الطرق التقليدية، كما ساعدت في استخلاص العديد من البيانات الجيومورفولوجية

والهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي، كما أحدثت برامج معالجة البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية إمكانية تحليل ومعالجة هذه البيانات بسرعة هائلة ووفرت الوقت والجهد[2].

يعد وادي الرمان أحد الأودية المنحدرة من جبل نفوسه الواقع في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، التي يرجح أن تكون قد تشكلت خلال الزمن الجيولوجي الرابع، الذي شهد عدة فترات مطيرة، ومع تغير المناخ أصبحت هذه المجاري لا تتلقى سوى كميات محدودة من الأمطار لا تكفي لجريان مستمر لها، وتمثل هذه الأحواض أحد أهم مصادر المياه والأراضي الخصبة في البلاد، التي اتخذها السكان منذ قرون عدة مكاناً لإقامة القرى الزراعية، وتعد الأمطار التي تسقط خلال فصلي الخريف والشتاء المصدر الرئيس للمياه السطحية الجارية بتلك الأحواض، وقد كان النشاط الزراعي والرعوي، يمثل أهم مصادر الدخل لسكان تلك القرى[3] ومع تغير الأحوال الاقتصادية في البلاد عقب اكتشاف النفط، تزايد الاهتمام باستصلاح أراضي تلك الأحواض من خلال تكثيف البرامج التنموية، كمشاريع حصاد مياه الأمطار، كما ساعد توفر الآلات في تهيئة الأرض لاستخدامها في الأغراض الزراعية وغيرها من الاستعمالات الأخرى، مما أحدث تغيرات مورفولوجية كبيرة بتلك الأحواض.

- **مشكلة الدراسة:** تمثل الخصائص المورفومترية الركيزة الأساسية للنظم الهيدرولوجية للأحواض المائية، لذا فهي تعد المحدد الرئيس لأنماط استخدام الأرض، ويشكل حوض وادي الرمان نظام صرف مائي تحكمه وتضبط خواصه الهندسية جملة من العلاقات الوظيفية المتبادلة التي لا يمكن فهمها، إلا من خلال دراسة جملة من المتغيرات المورفومترية، لفهم خصائصه الجيومورفولوجية والهيدرولوجية وتقييم مدى إمكانية استغلاله في الأغراض الزراعية، لذا تحاول الدراسة الإجابة على **التساؤلات الآتية:**

1- ماهي الخصائص المورفومترية لحوض وادي الرمان؟

2- ما مدى إمكانية استخدام الأرض للأغراض الزراعية بالحوض تبعا لخواصه المورفومترية؟

- **أهمية الدراسة:** تكمن في كونها تبحث في المجال الجيومورفولوجي التطبيقي، وتتمثل في بناء قاعدة بيانات رقمية للخصائص المورفومترية، يمكن الاعتماد عليها في تحديد الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية بالحوض، اعتماداً على التقنيات الحديثة في دراسة أحواض التصريف المائي.
- **أهداف الدراسة:** تهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1- بناء قاعدة بيانات رقمية للخصائص المورفومترية لحوض الوادي، ومعرفة دلالاتها الجيومورفولوجية.

2- تقييم مدى إمكانية استخدام أراضي الحوض للأغراض الزراعية، تبعاً لخصائصه المورفومترية.

- **منهجية البحث:** لتحقيق أهداف البحث تم استخدام المنهج التحليلي لتحليل بيانات الدراسة المتمثلة في المرئية الفضائية ونموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة، والمنهج التجريبي الكمي لمعالجة الأشكال الأرضية ووصفها وصفًا كميًا من خلال المعادلات التجريبية، والمنهج الوصفي لوصف طبيعة العلاقة بين المتغيرات المورفومترية واستخدام الأرض للأغراض الزراعية بالحوض.
- **بيانات الدراسة:** اعتمدت الدراسة على البيانات المكانية الآتية:

1-**بيانات القمر (Sentinel 2A)** بدقة تميز مكانية (10) متر بتاريخ 2021/6/16، وهو القمر الثاني من جيل (Sentinel2)، الذي أطلقته وكالة الفضاء الأوروبية في عام (2015)، ويحمل القمر جهاز تصوير متعدد الأطياف عالي الدقة بمساحة واسعة مع (13)

نطاقًا طيفيًا، تقوم بإجراء عمليات رصد أرضية لمراقبة تغيرات الغطاء الأرضي، وإدارة الكوارث الطبيعية.

2-نموذج الارتفاع الرقمي (Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

بدقة تميز مكانية (30) متر، الذي تم الحصول عليه من خلال الموقع الإلكتروني لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (https://earthexplorer.usgs.gov) ويعد نموذج الارتفاع الرقمي المشتق من البيانات الرادارية من أهم المصادر الرقمية لمعظم الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، فهو يمثل القاعدة التي يعتمد عليها لاشتقاق المعلومات المتعلقة بالنمذجة الهيدرولوجية للأودية، لاحتوائه على قاعدة بيانات متكاملة.

أسلوب وأدوات معالجة البيانات:

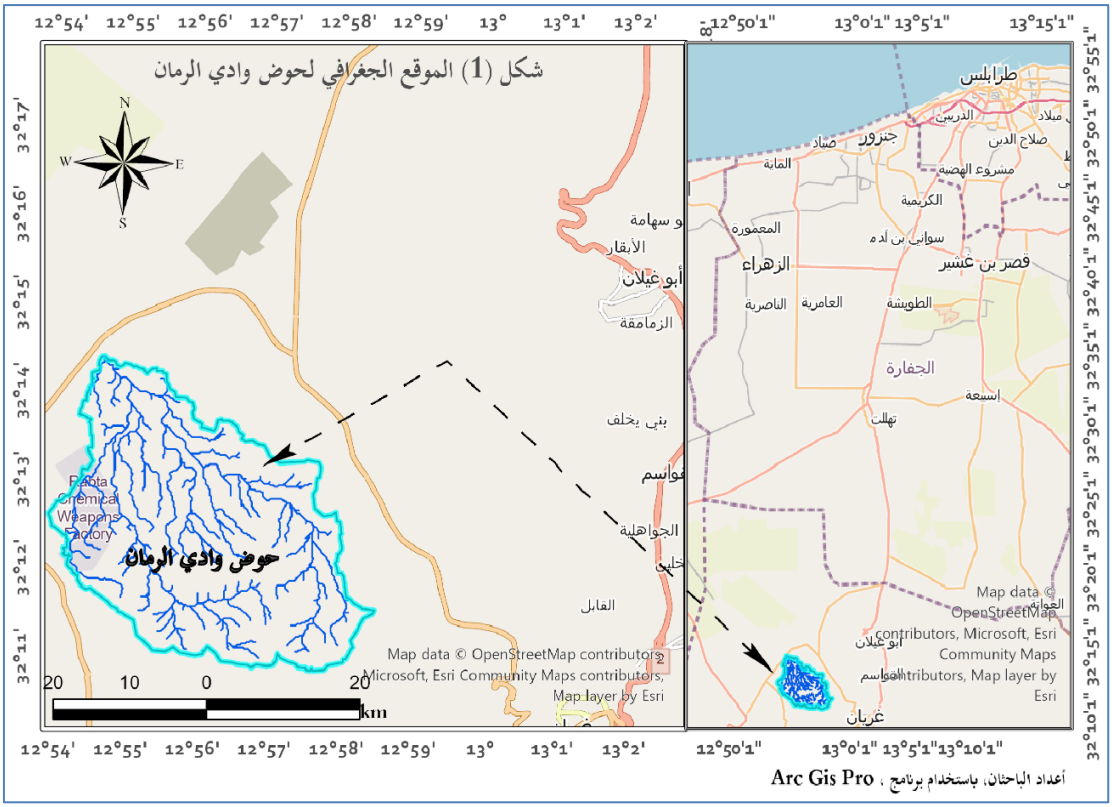
1- **مرئية (Sentinel 2A)** تم استخدام المرئية في تحديد أنماط الغطاء الأرضي بالحوض وتمت المعالجة الأولية للمرئية باستخدام برنامج (SNAP)، من خلال مجموعة أدوات (Raster)، حيث اشتملت المعالجة على استخدام أداة (Resampling) لتوحيد الدقة المكانية للنطاقات الطيفية، واستخدام أداة (Subset) للقطع المكاني والطيفي لنطاقات الطيف المرئي (2,3,4) بدقة مكانية (10) متر، التي تم استخدامها في تصنيف أنماط الغطاء الأرضي، بالاعتماد على برنامج (ENVI) من خلال مجموعة (Classification-Supervised-Maximum Likelihood)، ثم تقدير دقة المرئية المصنفة للغطاء الأرضي الناتجة عن عملية التصنيف، باستخدام مصفوفة الخطأ(Error Matrix) التي أمكن من خلالها استكشاف البيانات التي تم تصنيفها أي البيانات المتوقعة (Predicted Data)، في مقابل فئات الغطاء الأرضي واستخدام الأرض الحقيقي، ووقد بلغت دقة المرئية المصنفة

0.91 والخطوة الأخيرة تتمثل في تحويل المرئية المصنفة إلى(Vector) واستخلاص المساحات التي يغطيها كل نمط من أنماط الغطاء الأرضي، باستخدام برنامج (ArcGIS).

2- **نموذج الارتفاع الرقمي** (DEM) لاستخلاص شبكة التصريف للحوض باستخدام برنامج (ArcGIS)، من خلال مجموعة أدوات (Arc Hydro)، بحيث تضمنت المعالجة الأولية للنموذج، إزالة القيم الشاذة من النموذج باستخدام أداة (Fill)، تليها اشتقاق مرئية اتجاه الجريان (Flow Direction)، ثم تحديد مناطق التجميع (Flow Accumulation)، تليها تحسين قيمة التحسس لمرئية التجميع من خلال أداة (Con)، ثم تصنيف الرتب التي تمت باستخدام طريقة ستريلر من خلال أداة (Stream Order)، وتحويلها إلى(Vector) للحصول على قاعدة بيانات شبكة التصريف، والخطوة الأخيرة تتمثل في تحديد الحيز المكاني للحوض من خلال أداة (Basin).

أولا-الخصائص الطبيعية بمنطقة الدراسة:

1- الموقع: يقع حوض وادي الرمان في أقصى جنوب سهل الجفارة عند قدم الجبل منحدراً من المنطقة المطرية لجبل غريان شكل (1) ويأخذ الحوض اتجاهاً عاماً من الجنوب إلى الشمال الغربي ويقع بين دائرتي عرض0، 10، ْ32 - 30 ،14 ْ32 شمالاً وخطي طول 30، 58، ْ12 - 30 ،53، ْ12 شرقاً، ويحده من الشرق حوض وادي أبوشيبة ومن الغرب حوض وادي زقوط، ويبلغ طوله (8.5) كم ابتداءً من منابعه العليا في الجنوب (شمال غرب غريان) إلى مصبه في الشمال الغربي إلى الغرب من منطقة أبورشادة، وبعرض(6.4) كم، وتبلغ مساحته (27.80) كم^2 وهو بذلك ينتمي إلى الأحواض ذات التصريف الداخلي.



2-التكوين الجيولوجي: يظهر على سطح الحوض عدة تكوينات جيولوجية ينتمي أغلبها إلى العصر الترياسي والجوراسي، تتألف من صخور جيرية دولوماتية وطينية رملية متمثلة في تكوين ابوشيبة وابوغيلان وتكوين ككلة، ومن خلال تتبع التاريخ الجيولوجي والخرائط الجيولوجية التي أعدها مركز البحوث الصناعية لمنطقة جبل نفوسه، تبين أنها قد تعرضت إلى حركتين أساسيتين، الأولى عند نهاية العصر الثلاثي، نتج عنها تكون منحدر يميل إلى الغرب، والثانية حدثت مع نهاية العصر الطباشيري، نتج عنها ظهور تحدب كبير يتخذ اتجاه شمال غرب – جنوب شرق نتج عنه صدوع وفواصل (شقوق) لها نفس الاتجاه، والتي أصبحت بمثابة مجاري تنساب منها الحمم والمصهورات البركانية باتجاه السطح، وقد أسهمت تلك التكوينات بما

تحتويه من فواصل وصدوع في شكل شبكة التصريف المائي واتجاهاته وأنماطه بكافة أحواض الأودية المنحدرة من جبل نفوسة باتجاه الشمال، والتي من بينها حوض وادي الرمان.

3-تضاريس الحوض: يتصف سطح الحوض بتباين المظاهر التضاريسية بين المناطق السهلية إلى الجبلية الوعرة، حيث تتصف الأجزاء الجنوبية بالارتفاع والانحدار الشديد، أما في الأجزاء الوسطى والشمالية فهي أقل ارتفاعاً وانحداراً وأقل تعقيداً عما هو عليه بالنسبة إلى الأجزاء الجنوبية، إذ يأخذ سطح الحوض بالانحدار التدريجي نحو الشمال، حتى تصبح أطرافه الشمالية عبارة عن أراضي ترسيبيه تشكل جزءاً من سهل الجفارة.

4-المناخ: يمثل المناخ عاملاً غير ثابت بالنسبة إلى أي منطقة على سطح الأرض، وأنه يتغير من فترة إلى أخرى، وما ينجم عن ذلك من تغير في أنواع عوامل التعرية والتجوية والتي تؤثر في تضاريس سطح الأرض، ونشاط وسرعة وشدة العوامل والعمليات الجيومورفولوجية، فالمناخ السائد حالياً بمنطقة الدراسة لا يعبر عن الطابع المناخي الذي كان سائداً خلال الحقب الجيولوجية المتعاقبة، وخاصة خلال الزمن الجيولوجي الرابع الذي شهد فيه الجزء الشمالي الغربي من ليبيا حدوث خمس فترات مطيرة خلال عصر البلاستوسين، كونت مجاري مائية شبه دائمة، فالأودية التي نراها اليوم شبه الجافة، ما هي إلا مجار تتبع مسارات المجاري المائية التي تشكلت خلال تلك الحقبة الزمنية[4] أما الطابع الحالي لمناخ منطقة الدراسة فيصنف ضمن نطاق المناخ شبه الجاف، حيث تتساقط كميات من الأمطار يتركز معظمها خلال فصل الشتاء، ويبلغ المعدل السنوي للأمطار (341 ملم) بمحطة أرصاد غريان، أما درجة الحرارة فتنخفض إلى حدها الأدنى خلال فصل الشتاء، وبالذات خلال شهر يناير الذي يعد أبرد شهور السنة بمعدل شهري يبلغ (9مْ)، في حين يعد فصل الصيف أحر فصول السنة، وخاصة خلال شهري يوليو وأغسطس وبمعدل شهري ما بين (26 – 27مْ)*.

5-التربة: تتباين أنواع التربة السائدة بالحوض، وتأتي في مقدمة تلك الأنواع التربة القرفية وهي إحدى الترب القليلة التطور التي لا يزيد عمق قطاعها عن أكثر من(50) سم، وذات قوام رملي ورملي طيني، ضعيفة البناء وقدرتها على حفظ المياه منخفضة، لذلك فهي معرضة للتعرية الريحية والانجراف المائي، ويقتصر استثمارها على بعض المزروعات البعلية، والتي توافق الاحتجاجات المائية مثل الشعير والقمح، وزراعة المحاصيل الحقلية مثل أشجار الفاكهة كاللوز والتين وأشجار الزيتون، أما النوع الثاني فيتمثل في التربة الجافة الكلسية الضحلة التي تمتاز بجفافها معظم أوقات السنة، وقطاعها غير متطور، وتحتوي على كميات مرتفعة من كربونات الكالسيوم، وعمق قطاعها لا يزيد عن(50) سم، لونها صفراء إلى بنية مائلة الاحمرار وقوامها رملي إلى طمي طيني، كما تتصف بانخفاض قدرتها للاحتفاظ بالمياه، وقلة غطاؤها النباتي بسبب انخفاض محتواها من المادة العضوية[5].

ثانياً-أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض بالحوض: يبين الجدول (1) والشكل (2) توزيع أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في حوض وادي الرمان للعام (2021)، وقد أمكن تميز أربعة أنماط رئيسة للغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي بالحوض وهي:

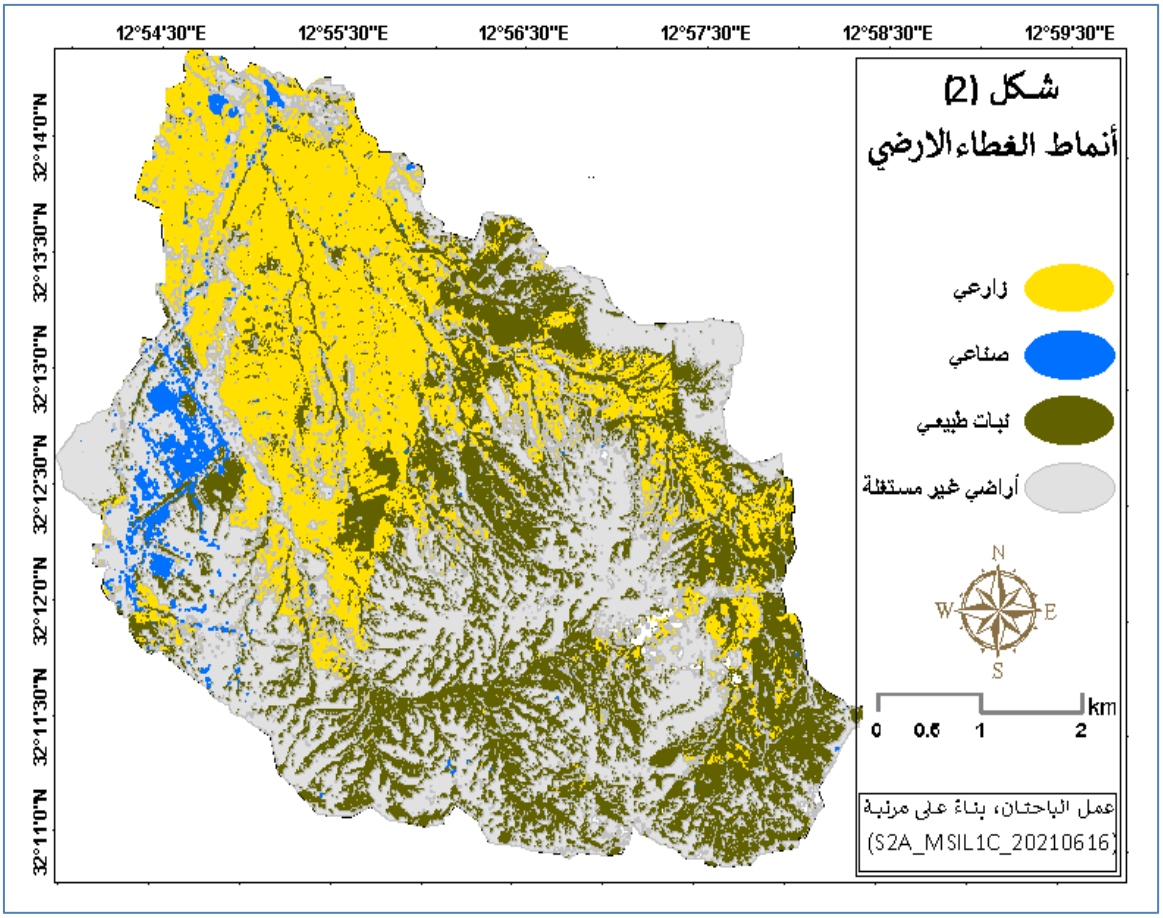
جدول(1) أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي بالحوض.

النمط	زراعي	صناعي	نبات طبيعي	غير مستغلة	الإجمالي
المساحة (هكتار)	855	30	775	1120	2780
النسبة (%)	31	1	28	40	100

عمل الباحثان، بناءً على مرئية (S2A_MSIL1C_20210616).

1-الاستخدام الزراعي: ينتمي نمط الزراعة بالحوض إلى نمط الزراعة الجافة، التي تعتمد على كمية الأمطار وتوزيعها خلال موسم النمو، بحيث يتسم هذا النمط الزراعي بتذبذب الإنتاجية من موسم إلى آخر، بسبب تذبذب كميات الأمطار وسوء توزيعها، إلى جانب ارتفاع

معدلات التبخر نتح، ومن خلال مخرجات تصنيف المرئية الفضائية، تبين بأن الاستخدام الزراعي يستحوذ على 31% من إجمالي مساحة الحوض وبواقع (855) هكتار، بحيث تتم تهيئة الأرض عن طريق إنشاء مصاطب هلالية الشكل، عبارة عن سدود ترابية وحصوية وصخرية مع وجود المعوقات النباتية صورة (1) تهدف إلى الحفاظ على التربة ومنع الجريان السريع للمياه.



المصدر: الباحثان اعتماداً على: https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer

صورة (1) المصاطب بحوض وادي الرمان.

أما من حيث المركب المحصولي، فهو يكاد يقتصر على زراعة محصول الشعير، الذي يعد من أهم المحاصيل التقليدية التي عرفها مزارعو المنطقة منذ أمد بعيد، بحيث تستخدم حبوبه كغذاء للسكان ومخلفاته كعلف للحيوانات، وبعض الأشجار المثمرة التي يأتي في مقدمتها أشجار الزيتون والتين، ونظراً لتذبذب كميات الأمطار من موسم زراعي إلى آخر، غالبا ما يفشل موسم النمو، فبعد أن يقوم المزارعون

بحراثة التربة تتقطع الأمطار، مما يجعل التربة عرضة لمخاطر التعرية بفعل الرياح خاصة خلال فصلي الربيع والصيف.

2-الاستخدام الصناعي: ويتمثل هذا النمط من الاستخدام في وجود مصنع الرابطة للأدوية ويشغل (30) هكتارا من إجمالي مساحة الحوض ويعد المصنع أحد المشاريع التابعة للشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية، الذي أنشئ عام(1997) بإنتاج صنفين من المواد الداخلية في صناعة المستحضرات الصيدلانية وهو مجهز بعدد (14) معمل بمختلف الأحجام، وتقدر الطاقة الإنتاجية له بحوالي (500) مليون قرص وكبسولة سنوياً [6].

3-النبـات الطبيعـي: تشـمل المسـاحات المغطـاة بالنباتـات الطبيعيـة، التـي سـاعدت الظروف المناخية والطبوغرافية على نموها وهي عبارة نباتات حولية، ودائمة الخضرة، تقاوم ظروف الجفاف بطرق مختلفة كنبات العرعار والسروال والإكليل والزيتون البري وحشائش الاستبس، وتغطي مساحة قدرها (775) هكتار وبنسبة28% من إجمالي مساحة الحوض وتشكل هذه النباتات أهمية كبيرة في تماسك التربة ومقاومتها لعمليات التعرية، من خلال تقليل سرعة جريان المياه والرياح، وفي زيادة المحتوى الرطوبي للتربة، وقد شهدت مساحة الغطاء بالنبات الطبيعي بالحوض تراجع كبير وبالذات خلال العقود القليلة الماضية، بسبب اجتثاث مساحات كبيرة منه وتحويلها للاستخدام الزراعي.

4-أراضـي غيـر مسـتغلة: وتتمثل فـي الأراضـي التـي لا تسـتغل بـأي نـوع مـن أنـواع استعمالات الأرض، بسبب وعورة السطح، وتشكل (1120) هكتاراً بما يعادل 40% من إجمالي مساحة الحوض.

5-استخدام الحوض كمستجمع مائي: استهدفت سياسة تنمية الموارد المائية في البلاد الاستفادة القصوى من مصادر المياه المختلفة، بما فيها مصادر المياه السطحية، التي تقتصر على الفيضانات القصيرة التي تحصل بعد العواصف الممطرة في الشتاء، من خلال إقامة السدود لتخزين المياه السطحية، بحيث تم بناء(18) سداً لجمع حوالي (61) مليون متر مكعب من المياه الجارية في مناطق مختلفة من شرق ووسط وغرب البلاد[7] وقد كانت الأودية المنحدرة من جبل غريان من بين الأودية المستهدفة بإقامة أربعة سدود مائية على أودية ابوعائشة والسواخ وأبو شيبة والرمان تهدف لتخزين (27.8) مليون متر مكعب، منها (5.55) مليون متر مكعب للطمي المتراكم خلال (50) سنة[8] بحيث تم التعاقد عام (2005) مع شركتي (متش وأرسيل) التركية بتنفيذ أعمال مشروع سد وادي الرمان من نوع الردم الحجري الترابي بطول (1293) متر، وبارتفاع (17) متر، لتخزين (3.75) مليون متر مكعب من المياه للاستفادة منها في أغراض

الشرب والزراعة، وحماية مشروع وادي ابوشيبة الزراعي من مخاطر الفيضان[9] إلا أن المشروع لا يزال في مراحله الأولى من حيث عمليات الحفر والردم ولم يستكمل حتى الآن، وتوضح الصورة (2) جانب من أعمال الحفر والردم التي تمت بموقع السد.

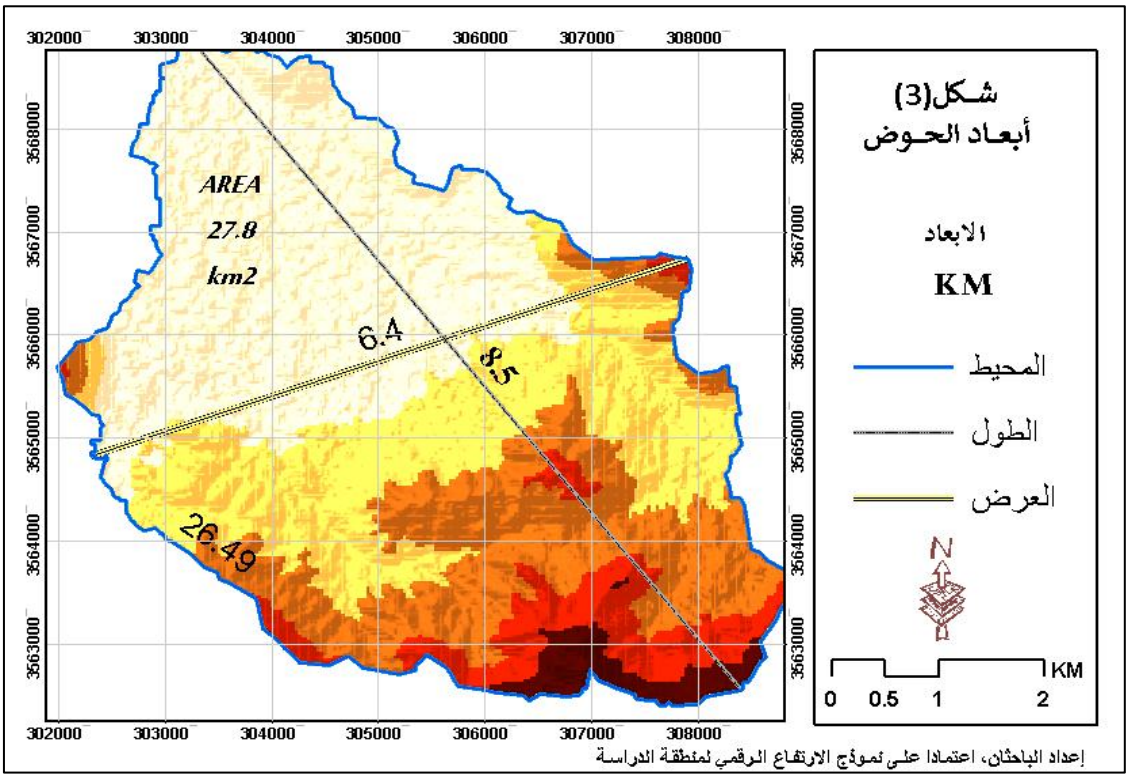
صورة (2) جانب من أعمال الحفر والردم بسد وادي الرمان.

ثالثاً–الخصائص المورفومترية لحوض وادي الرمان:

تكمن أهمية دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المائية، لارتباطها المباشر بهيدرولوجية الأحواض المائية، ومعرفة مواردها المائية وإمكانية استثمارها، لما لتلك الأحواض من أهمية كبيرة ترتبط بالنشاط البشري، ولتحقيق أهداف البحث تمت دراسة الخصائص القياسية والهندسية للحوض، بإتباع أسلوب التحليل المورفومتري المدعم بالمعادلات المورفومترية، للمعطيات الرقمية التي أمكن الحصول عليها من خلال نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة.

1-الخصائص المساحية:

تفيد دراسة الخصائص المساحية في معرفة تأثير الحيز المساحي على حجم التصريف المائي وحجم الرواسب، وترتبط المساحة الحوضية بعدة عوامل: أهمها العوامل التكتونية ونوعية الصخور والعوامل المناخية، ويبين الشكل (3) الخصائص المساحية للحوض، التي تم قياسها باستخدام برنامج (ArcGIS).



❖ **مساحة الحوض**Drainage area : يُعدّ حوض وادي الرمان من ضمن الأحواض المائية الصغيرة المساحة ذات التصريف المحلي، بحيث بلغت مساحته (27.80) كم^2 أو ما يعادل (2780) هكتار وتكمن أهمية معرفة مساحة الأحواض المائية في ارتباطها الوثيق بحجم التصريف المائي، فكلما زادت المساحة الحوضية زادت إمكانية استقبال كميات كبيرة من

مياه الأمطار وبالتالي زيادة حجم التصريف المائي، إلا أن وجود بعض العوامل الأخرى، كنوع الصخور والغطاء النباتي وطبيعة التساقط المطري من شأنها أن تقلل من أهمية الحجم المساحي لأحواض التصريف، فمساحة الحوض ما هي إلا نتاج أو محصلة لتفاعل تلك العوامل المتداخلة مع بعضها البعض.

- **طول الحوض**Basin length : يعبر طول الحوض عن طول مسافة الخط المستقيم الذي يرسم ما بين أقصى نقطة على محيط الحوض والمصب، وهو من الأبعاد الرئيسية التي يعتمد عليها في حساب بعض المعاملات المورفومترية [10] وقد بلغ أقصى طول لحوض وادي الرمان(8.5) كم.
- **عرض الحوض**Drainage Basin Width : يمثل عرض الحوض متوسط مجموعة من الخطوط المتعامدة على الخط الذي يمثل طول الحوض، وقد بلغ أقصى عرض للحوض (6.4) كم.
- **محيط الحوض**Basin perimeter : يمثل محيط الحوض طول خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض والأحواض المجاورة له، وقد بلغ محيط حوض وادي الرمان حوالي (26.49) كم.

2-الخصائص الشكلية: تفيد دراسة شكل الحوض في تفسير مراحل التطور الجيومورفولوجي له والعمليات التي شكلته إلى جانب معرفة تأثير الشكل على حجم التصريف المائي له وعلى درجات أخطار الفيضانات، ويتم قياسه من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية مثل الدائرة والمستطيل والمثلث والمربع، وكذلك مدى اندماجه وانبعاجه وتفلطحه، إلى جانب قياس العلاقة النسبية بين الطول إلى العرض في الحوض، مع الأخذ في الاعتبار إمكانية تطبيق مثل هذه الخصائص على الظاهرات الجيومرفولوجية الأخرى، وفيما يلي إيجاز لبعض المعاملات المورفومترية الخاصة بدراسة شكل الحوض.

❖ **معامل شكل الحوض** :shape index يبرز العلاقة بين المساحة ومربع طول الحوض، وهو مؤشر يبيّن مدى انتظام أبعاد الحوض، كما يعبر عن العلاقة بين مساحة الحوض ومربع طوله حيث تشير القيم المنخفضة على استطالة الحوض، بينما تشير القيم المرتفعة إلى استدارة الحوض، ويحسب المعامل من خلال العلاقة الرياضية الآتية:

$$f = A/L^2 \ldots .^{(11)}$$

حيث أن: A = مساحة الحوض(كم^2) L^2 = مربع طول الحوض

وطبقا لتصنيف (Horton1932)، فإن قيمة معامل الشكل تكون دائما أقل من (0.75)[12] وبتطبيق المعادلة على حوض الوادي تبين أن معامل شكله يساوي (0.38) وهي قيمة تدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، مما يشير إلى عدم انتظام تعرجات محيطه، وسرعة وصول المياه الجارية من المنبع إلى المصب عقب سقوط الأمطار، مما يجعل الحوض عرضة لمخاطر الفيضان.

❖ **معامل الاستطالة** Elongation Ratio: ويعد من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال الأحواض التصريفية، وتتراوح قيمته ما بين (0.6–1)، وكلما كانت القيمة قريبة من الواحد الصحيح دلت على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، ويتم حساب معدل الاستطالة من خلال المعادلة الآتية:

$$Re = 1.128 * \frac{\sqrt{A}}{LP} \ldots\ldots\ldots^{(13)}$$

حيث أن: 1.128 قيمة ثابتة $\sqrt{A}$=الجذر التربيعي لمساحة الحوض

Lp= أقصي طول للحوض

وبتطبيق المعادلة السابقة على حوض الوادي، فقد بلغت نسبة استطالته (0.70) وهي قيمة تشير إلى أن شكل الحوض يقترب من الشكل البيضاوي، فكلما أقترب شكل الحوض من الشكل البيضاوي، ازدادت أطوال المجاري وانخفض عددها في الرتب الدنيا، وقصر طول

المجرى الرئيس، وبالتالي زيادة سرعة تحول مياه الأمطار إلى سيول، وارتفاع درجة المخاطر من حدوث الفيضانات، وزيادة احتمالية انجراف التربة.

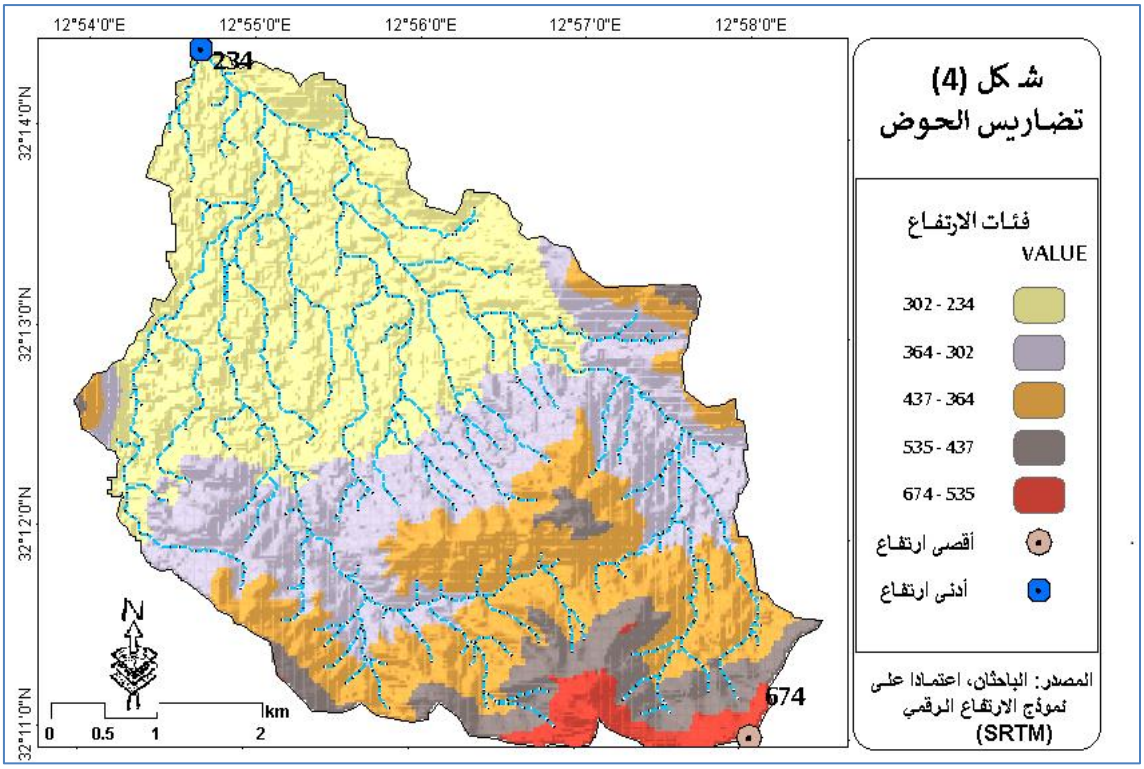
❖ **معامل الاندماج** Compactness Coefficient: يشير إلى مدى تجانس شكل ومحيط الحوض مع مساحته ودرجة انتظام خطوط تقسيم المياه فيه، حيث تشير القيم المرتفعة إلى طول محيطه على حساب المساحة، بمعنى ترتفع قيمة تعرجات محيط الحوض وتقل درجة انتظامه، أما القيم المنخفضة فتشير إلى أن الحوض قطع شوطاً أطول في مراحل تطوره ويكاد يكون أكثر انتظاماً، ويتم حساب المعامل بالمعادلة الآتية:

$$Cc = \frac{0.2841p}{A^{0.5}} \ldots\ldots \text{(14)}$$

حيث أن: 0.2841 قيمة ثابتة P= محيط الحوض A= مساحة الحوض(كم)

ومن خلال تطبيق هذه المعادلة على حوض الوادي، فقد تبين أن معامل اندماجه يساوي (1.42)، وهي قيمة مرتفعة تدل على عدم التناسق بين محيط الحوض ومساحته، بسبب كثرة التعرجات في محيطه، كما تشير إلى أن الحوض لا يزال في أوج نشاطه الحتي.

3-الخصائص التضاريسية: تأتي أهمية الخصائص التضاريسية للحوض في أنها تلقي الضوء على نشاط عامل التعرية وقوته، في التأثير على سطح الوادي وكذلك تحديد المرحلة العمرية بالنسبة لدورة التعرية، وتعطي مدلولا على نوعية الصخور، كما يمكن من خلالها تفسير العوامل التي أثرت في تكوين الحوض، وخصائص شبكته المائية، وفيما يلي عرض لأهم الخصائص التضاريسية التي تم قياسها، باستخدام مخرجات ملحق Arc Hydro في برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS ، والمعادلات الرياضية المرجعية، ومن خلال تحليل خريطة الارتفاع لسطح الحوض شكل (4) يتضح تدرج السطح في الانخفاض من أعلى نقطة على السطح وحتى اخفض نقطة عند المصب، وقد بلغ المتوسط العام للارتفاع (450) متراً عن مستوى سطح البحر وبمدى تضاريسي يبلغ (440) متر.



- **أقصى ارتفاع** Maximum Elevation: وهو يمثل أعلى نقطة ارتفاع في حوض الوادي عند منطقة تقسيم المياه الواقعة عند الأطراف الجنوبية للوادي، حيث بلغت (674) متر فوق مستوى سطح البحر.
- **أدنى ارتفاع** Minimum Elevation: وهو يمثل قيمة منسوب أدنى نقطة بالحوض وهي عادة ما تقع عند المصب عند الأطراف الشمالية للوادي حيث بلغت أقل نقطة ارتفاع حوالي (234) متر فوق مستوى سطح البحر.
- **الانحدار** Slope : هو ميل سطح الأرض عن خط الأفق، ويعد من أهم مظاهر السطح لارتباطها المباشر بالنشاط البشري بأنماطه المختلفة، وقد تم تصنيف سطح الحوض تبعاً لتصنيف (Young) إلى ست فئات، كما هو مبين بالجدول (2) والشكل (5) التي تم اشتقاقها من خلال نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة، باستخدام ملحقات التحليل

المكاني (spatial Analysis – Surface Tools) ببرنامج (ArcGIS)، حيث شكلت الفئة الأولى (0–2)° التي تمثل الأراضي

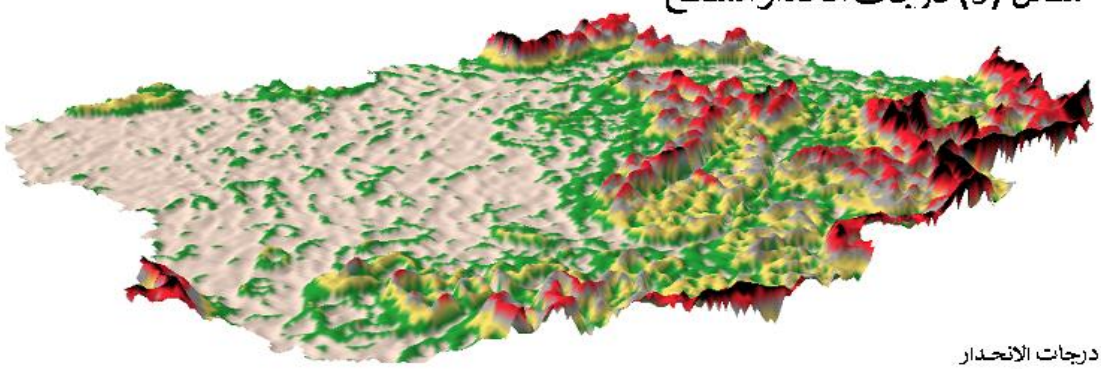
جدول (2) فئات انحدار السطح بالحوض.

درجة الانحدار	2–0	5– 2	10– 5	18– 10	30 –18	43 –30	الإجمالي
تصنيف الانحدار	شبه مستوي	خفيف	متوسط	فوق المتوسط	شديد	شديد جداً	
المساحة / هكتار	600	914	493	402	103	268	**2780**
النسبة (%)	21	33	18	14	4	10	**100**

المصدر: عمل الباحثان استناداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM).

شبه المستوية 21% من مساحة الحوض، بينما شكلت الفئة الثانية (2–5)° التي تمثل الانحدار الخفيف 33% والفئة الثالثة (5–10)° التي تمثل الانحدار المتوسط فشكلت 18%، أما الفئة الرابعة (10–18)° التي تمثل الانحدار فوق المتوسط فقد شكلت 14%، وتمثل الفئة الخامسة (18–30)° الانحدار الشديد التي تغطي 4% من سطح الحوض، والفئة السادسة التي تمثل الانحدار الشديد جدا (30–43)° فشكلت 10% من إجمالي مساحة الحوض، ويرجع التباين في درجات الانحدار لاختلاف البنية الجيولوجية وتباين العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي جرت ولازالت تجري على سطح الحوض.

شكل (5) درجات انحدار السطح



المصدر: عمل الباحثان اعتماداًعلى نموذج الارتفاع الرقمي DEM(SRTM)

❖ **نسبة التضرس** Relief Ratio: تشير نسبة التضرس إلى (الفرق بين أعلى وأدنى موضع في الحوض) إلى طول الحوض، وتتناسب قيمة هذا المعدل تناسباً طردياً مع درجة تضرس الحوض، ويتم حسابها من خلال العلاقة الرياضية الآتية:

$$R = \frac{RH}{L(KM)} \ldots\ldots \quad (15)$$

حيث أن:RH : الفرق بين أعلى وأدنى ارتفاع L: طول الحوض

وبناءً على المعادلة السابقة بلغت نسبة تضرس الحوض (51.7) م /كم، بمعنى كل مسافة واحد كيلو متر يرتفع أو ينخفض سطح الحوض بمقدار (51.7) متر، وهي قيمة مرتفعة تدل على شدة تضرس الحوض، كما تشير إلى إن الحوض لا يزال في المراحل الأولى من دورة التعرية.

❖ **قيمة الوعورة** Ruggedness Number: تشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس سطح الحوض وانحدار المجرى المائي، فهي تبين العلاقة بين تضرس سطح أرض الحوض وأطوال شبكة التصريف المائي، وتحسب بالصيغة الرياضية الآتية:

$$Rn = D_d(\frac{H}{1000})\ldots\ldots\ldots^{(16)}$$

حيث أن: D_d : كثافة التصريف H: فرق الارتفاع (م)

وترتفع قيمة الوعورة مع زيادة تضرس الحوض إلى جانب الزيادة في أطوال المجاري المائية على حساب المساحة الحوضية، بناءً على تصنيف (Strahler 1956). يكون الحوض شديدة التضرس والانحدار عندما تكون قيمة الوعورة أكثر من الواحد الصحيح، وبتطبيق المعادلة على حوض وادي الرمان نجد أن قيمة وعورته قد بلغت (1.41) وهي قيمة مرتفعة تشير إلى أن سطح حوض الوادي شديد التضرس.

❖ **التكامل الهبسومتري** Hypsometric Integral: يعد من أدق المعاملات المورفومترية لتحديد المدة الزمنية للدورة النحتية لأحواض التصريف ، وتشير الزيادة في قيم التكامل إلى كبر المساحة الحوضية نتيجة الكثافة التصريفية الكبيرة مع انخفاض قيم تضاريسها الحوضية، مما يدل على تقدم عمر الحوض، أي تتناسب قيم التكامل طردياً مع الفترة التي قطعها الحوض في دورته الحتية، والعكس صحيح أي أن انخفاض قيم هذا المعامل تشير إلى حداثة عمره من جهة، و إلى صغر مساحته من جهة أخرى، وأنه لازال في بداية دورته التحتية ، ويتم حسابه بالصيغة الرياضية الآتية:

$$Hi = \frac{Z-ZO}{Z\ MAX-ZO}\ldots\ldots\ldots^{(17)}$$

حيث أن: Z: متوسط الارتفاع (متر) zo: الارتفاع الأدنى (متر) z max: أقصى ارتفاع (متر).

وبتطبيق المعادلة السابقة على حوض الوادي بلغ معامل تكامله الهبسومتري (0.49)، أي أن الحوض قد قطع ما نسبته (51%) من مراحله النحتية، ولايزال في مراحله النشطة من العمل الحتي.

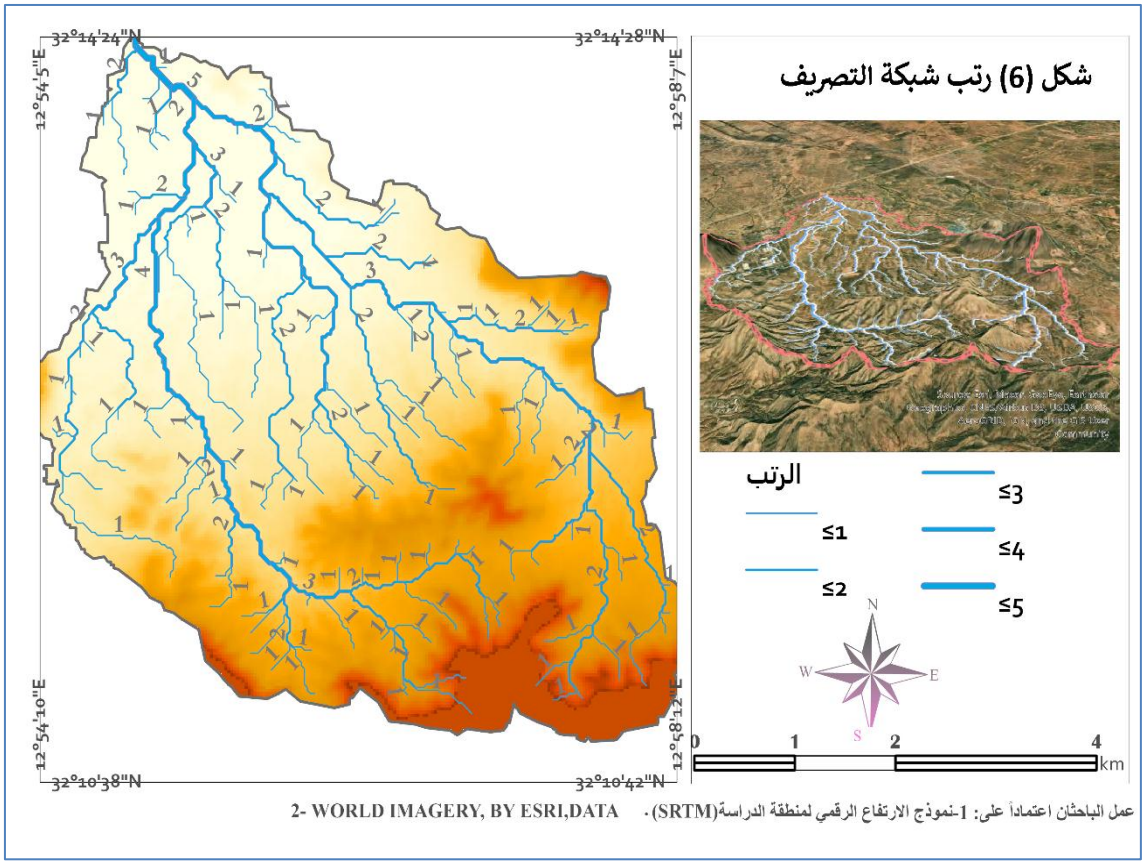
4-خصائص شبكة التصريف: تعد شبكة التصريف المحصلة النهائية التي تنتج عن ارتباط نوعية الصخر من جهة والمناخ من جهة أخرى، فالشكل العام لشبكة التصريف ما هو إلا انعكاس لجملة من العلاقات بين خصائص الصخور من حيث الصلابة ودرجة نفاذيتها، وطبيعة انحدار لسطح، والحركات التكتونية وما نتج عنها من شقوق وصدوع[18] وفيما يأتي عرض لأهم المتغيرات المورفومترية، التي أمكن استخلاصها بعضها من خلال نموذج الارتفاع الرقمي للحوض، باستخدام الامتداد (arc hydrogy) المتاح ضمن أدوات التحليل المكاني (spatial analyst tools) في برنامج (ArcGis)، كرسم الشبكة المائية وأعداد وأطوال المجاري المكونة لها، التي تم استخدامها في اشتقاق المتغيرات ذات المدلول الجيومورفولوجي المرتبطة بالشبكة المائية للحوض باستخدام المعادلات الرياضية المستخدمة في قياس تلك المتغيرات.

- **أعداد رتب المجاري وأطوالها**(Streams orders &Numbers length): تم اشتقاق رتب مجاري شبكة التصريف بالحوض، تبعا لطريقة ستريلر، التي تعد من أكثر الطرق شيوعاً في حساب الرتب، والتي تتلخص في أن كل الروافد الإصبعية الشكل التي لا تستقبل روافد أخرى تعرف باسم روافد من الرتبة الأولى، وإذا التقى رافدان من هذه الرتبة ببعضهما البعض فأنهما يكونان معاً رافداً من الرتبة الثانية، وإذا التقى رافدان من الرتبة الثانية يكونان معاً رافداً من الرتبة الثالثة، وهكذا حتى تصل إلى أعلى رتبة في الوادي[19] ويبين الجدول (3) والشكل (6) نتائج تحليل الرتب في حوض وادي الرمان، ومنهما يتضح أن الحوض يتكون من خمس رتب، وتتكون شبكة تصريفه من (233) مجرى تتباين فيما بينها في العدد والنسبة من رتبة إلى أخرى، تتكون الرتبة الأولى من(119) مجرى وتشكل 51.07% من مجموع مجاري الشبكة المائية بالحوض، والرتبة الثانية من (67) مجرى وبنسبة 28.75% والرتبة الثالثة من(30) مجرى وبنسبة12.88% والرتبة الرابعة من (16)

جدول (3) أعداد وأطوال المجاري المائية حسب الرتبة بالحوض.

الرتبة	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	الإجمالي
العدد	119	67	30	16	1	233
النسبة %	51.07	28.75	12.88	6.87	0.43	%100
الطول (كم)	43.18	26.71	10.98	7.22	0.930	89.02
النسبة %	48.51	30.00	12.33	8.11	1.05	%100

المصدر: عمل الباحثان استناداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM).



مجرى وبنسبة، أما من حيث أطوال المجاري المائية فقد بلغ مجموع أطوالها (89.02) كم، موزعة على خمس رتب تتناقص أطوالها مع تزايد الرتب، بحيث بلغ مجموع أطوال الرتبة

الأولى (43.18) كم وبنسبة 48.51%، في حين بلغ مجموع أطوال الرتبة الثانية (26.71) كم وبنسبة 30%، والرتبة الثالثة (10.98) كم وبنسبة 12.33%، والرابعة (7.22) كم وبنسبة 8.11% والخامسة (0.930) كم وبنسبة 1.05% من إجمالي أطوال مجاري الشبكة المائية بالحوض.

❖ **معدل التشعب** (نسبة التفرغ) Bifurcation Ratio : ويقصد به النسبة بين عدد المجاري لأي رتبة إلى عدد المجاري للرتبة التي تعلوها، وتكمن أهمية قياسه في إظهار العلاقة بين حجم التصريف ومعدل التفرع للمجاري، فكلما قل هذا المعدل زاد من خطر الفيضان، بعكس عندما تكون نسبة التفرع كبيرة، فإن المياه تتوزع على الكثير من المجاري، مما يقلل من احتمالية وقوع الفيضانات. وقد أوضح هورتون بأن نسبة التشعب في الأحواض ذات المناخ المتشابه والتركيب الصخري المتماثل تتراوح ما بين (3 – 5) مجرى ويحسب معدل التشعب لرتب المجاري بالصيغة الرياضية الآتية:

$$Rb = \frac{nu}{nu+1} \ldots (20)$$

حيث أن: nu: عدد مجاري رتبة ما nu+1= عدد مجاري الرتبة التي تليها

أما معدل التشعب للحوض ككل فيتم الحصول عليه بحساب عدد المجاري لكل رتبتين متتاليتين مضروباً في نسبة التشعب، ثم جمع ناتج الضرب لكل الرتب وتقسيمها على عدد مجاري الحوض، والجدول (4) يوضح معدلات التشعب على مستوى الرتب والحوض ككل.

جدول (4) معدل التشعب بين المراتب بالحوض.

الرتبة	عدد المجاري	معدل التشعب للرتب (مجرى)	عدد المجاري لكل رتبتين	نسبة التشعب*	معدل التشعب العام (مجرى)
الأولى	119	1.75	186	325.5	2.17
الثانية	67	2.16	97	209.52	

الثالثة	30	1.76	46	80.96	
الرابعة	16	8	17	136	
الخامسة	1		–	–	
الإجمالي	233	–	346	751.98	

المصدر: حساب الباحثين.

ومن خلال النتائج المبينة في الجدول السابق، بلغ معدل التشعب بالحوض (2.17) مجرى، وهي نسبة منخفضة تدل على احتمالية وقوع الفيضانات ومخاطر السيول بالحوض، بسبب سرعة جريان مياه الأمطار من مجاري الرتبة الأولى نحو المجاري الرئيسة، فالأحواض القريبة من الشكل الدائري تنخفض فيها نسبة التشعب، وبالتالي زيادة احتمالية حدوث الفيضان وهو ما ينطبق على حوض وادي الرمان.

- **كثافة التصريف** Drainage density: تعد كثافة التصريف من أهم المتغيرات المورفومترية، التي تعبر عن العلاقة بين أطوال المجاري والمساحة الحوضية، وهي من المقاييس التي تحدد حجم الجريان المائي، وتعكس إلى حد كبير مدى نشاط عمليات التعرية المائية، ويتم حسابها بالصيغة الرياضية الآتية:

$$Dd = \frac{Lu}{A} \ldots\ldots^{(21)}$$

حيث أن: Lu: مجموع أطوال المجاري المائية كم A: المساحة الحوضية كم^2

وبتطبيق المعادلة السابقة على الحوض، بلغت كثافة تصريفه (3.2) بمعنى أن كل كيلومتر مربع واحد تجري فيه مجاري مائية يبلغ طولها(3.2) كم, وهي تعد كثافة منخفضة، بسب كثرة الصدوع التي تتبعها مجاري الشبكة المائية للحوض، كما تشير إلى أن الحوض لم يصل إلى مرحلة متقدمة من النشاط الحتي.

- **التكرار النهري** Stream Frequency: وهي عبارة عن النسبة بين عدد المجاري المائية في الحوض على مساحة الحوض، والتي يمكن إيجادها من خلال المعادلة التالية:

$$F = \frac{\sum Nu}{a} \ldots\ldots\ldots (22)$$

حيث أن: $\sum Nu$: مجموع أعداد المجاري بالحوض a: مساحة الحوض

وبتطبيق المعادلة السابقة على الحوض، تبين أن كثافته العددية تساوي (8.3) مجرى/كم^2 وهذا يعني أن كل كيلومتر مربع من الوادي يوجد به عدد (8.3) مجرى مائي، وهي كثافة معتدلة تشير إلى تأثر الحوض بعمليات التعرية، ولايزال أمامه مرحلة طويلة من العمل الحتي.

❖ **نسيج التقطع** Drainage texture : يبين هذا المعدل مدى التقارب الحاصل بين المجاري المائية بالحوض، بغض النظر عن أطوالها، إضافة إلى معرفة شدة التقطع الحاصل في الحوض، فهو يعبر عن متوسط حجم المساحات الأرضية التي تنحصر بين المجاري المائية أياً كانت رتبتها، وطبقا لتصنيف سميث تتقسم أحواض التصريف بحسب معدل النسيج إلى ثلاثة أنواع وهي[23]:

أ-أحواض ذات نسيج خشن يقل نسيجها عن 4 مجاري /كم.

ب-أحواض ذات نسيج متوسط: يتراوح نسيجها ما بين 4-10 مجاري /كم.

ج-أحواض ذات نسيج ناعم: يزيد نسيجها على 10 مجاري /كم.

ويتأثر نسيج الحوض بجملة من العوامل الطبيعية يأتي في مقدمتها المناخ السائد والتركيب الصخري، والانحدار وطبيعة الغطاء النباتي الموجود، ويمكن القول بأن المناطق التي تتميز بوجود الفوالق الانكسارية والصخور الجيرية التي تساعد على تسرب المياه إلى باطن الأرض تتميز بأن الأحواض الموجودة فيها ذات نسيج خشن، أما المناطق ذات الصخور الصلبة والشديدة الانحدار فإن أحواضها تمتاز بنسيج ناعم الذي يتصف بكثرة عدد المجاري المائية على سطحه ويمكن حساب معدل النسيج للأحواض من خلال المعادلة الآتية:

$$Dt = \frac{Nu}{Pkm} \ldots\ldots\ldots (24)$$

حيث أن: Nu: عدد المجاري p : محيط الحوض (كم)

ومن خلال تطبيق هذه المعادلة السابقة على الحوض تبين أن معدل نسيجه يساوي (8.7) مجرى/كم، وهو بذلك يُعدّ من الأحواض ذات النسيج المتوسط التي تتميز بقلة أعداد المجاري المائية على سطحه وبوجود الفوالق الانكسارية والصخور الجيرية.

رابعاً-أثر الخصائص المورفومترية على الاستخدام الزراعي بالحوض:

1-**أثر الخصائص المساحية والشكلية على الاستخدام الزراعي:** من خلال التحليل السابق للخصائص المساحية والشكلية للحوض تبين صغر مساحته الحوضية، وبالتالي تظل فرص استخدام الأرض به محدودة، وخاصة فيما يتعلق بالاستخدام الزراعي، الذي يتطلب توفر مساحات واسعة. ومن خلال تحليل الخصائص الشكلية للحوض تبين بأن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري، الذي يمتاز بتقارب أبعاد الحوض من بعضهما، مما يشير إلى قلة زمن التركيز في الحوض، فعند حدوث العاصفة المطرية، فإن المياه الجارية لا تحتاج إلى وقت طويل حتى تصل إلى المصب، وبالتالي فأن احتمالية حدوث الفيضان تظل مرتفعة، مما يجعل الحقول الزراعية التي يتركز أغلبها في الأجزاء الوسطي والدنيا بالحوض، عرضة لمخاطر الفيضان، وفي الوقت نفسه فأن قلة زمن التركيز يتسبب في انخفاض معدل التسرب إلى باطن الأرض، وبالتالي انخفاض المحتوي الرطوبي للتربة، مما أدى إلى قلة التنوع في الغطاء النباتي واقتصاره على بعض النباتات الحولية، وبعض الأنواع التي أقلمت نفسها مع ظروف الجفاف، كما يشير تحليل الخصائص المساحية والشكلية للحوض إلى عدم التجانس بين محيطه ومساحته، وأنه لا يزال في مراحله الأولى من النشاط الحتي والنقل والترسيب، مما يجعل أنماط الاستخدام الحالي للأرض عرضة لمخاطر الغمر بالرواسب وخاصة في الأجزاء الوسطى والدنيا من الحوض، وعليه فإن خصائص الحوض المساحية والشكلية قد فرضت جملة من المحددات أمام استخدام

الأرض بالحوض، أبرزها صغر الحيز المكاني الذي يمكن استخدامه، وقلة التنوع في الغطاء النباتي الطبيعي والمركب المحصولي الذي يمكن زراعته.

2-**أثر الخصائص التضاريسية على الاستخدام الزراعي:** تعد الخصائص التضاريسية أكثر الخصائص المورفومترية تأثيراً في استخدام الأرض بالحوض، ولتقييم الأثر المباشر للخصائص المورفومترية على الاستخدام الزراعي بالحوض، أمكن تحليل العلاقة ما بين متغيري الارتفاع والانحدار، والاستخدام الزراعي بالحوض باستخدام أداة (Intersect)، إحدى أدوات تحليل التراكب (Overlay) ببرنامج (arc map)، التي أمكن من خلالها الحصول على طبقة جديدة تحمل الخصائص المشتركة للطبقات المدخلة (المتغيرات).

- **العلاقة بين عامل الارتفاع والاستخدام الزراعي:** يلخص الجدول (5) والشكل (7) العلاقة بين الاستخدام الزراعي وعامل الارتفاع بالحوض تبعاً لفئات الارتفاع، ومنها يتضح أن أكثر من ثلاثة أرباع المساحة المستغلة في الاستخدام الزراعي تتركز في الأراضي المنخفضة التي يتراوح ارتفاعها

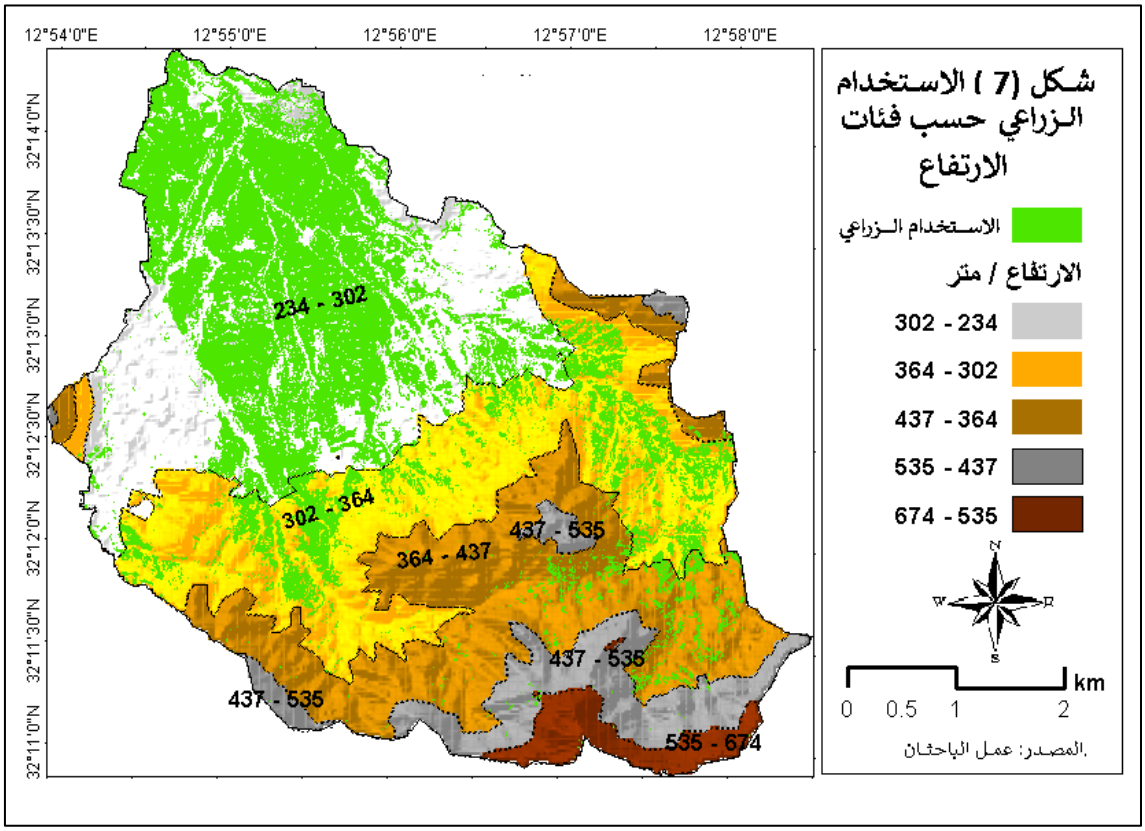
جدول (5) الاستخدام الزراعي حسب الارتفاع بالحوض.

الارتفاع/متر	302-234	364-302	437-364	535-437	674-535	الإجمالي
المساحة/هكتار	645	172	36.2	1.27	0.55	**855**
النسبة%	76	20	4	0.14	0.064	**100**

المصدر: عمل الباحثان استناداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM) ومرئية (S2A).

ما بين (236 -302) متر عن مستوى سطح البحر، بحيث استحوذت هذه الفئة من الارتفاع على (645) هكتار وبنسبة 76% من إجمالي المساحة المستغلة في الاستخدام الزراعي، تليها الفئة الثانية (302-364) التي استحوذت على (172) هكتار وشكلت 20% من إجمالي الاستخدام الزراعي بالحوض، ويرجع ذلك إلى قلة وعورة هذه الأراضي، مما مكن

المزارعين من استصلاحها من خلال إقامة المدرجات الزراعية، ثم تبدأ المساحات المخصصة للاستخدام الزراعي في التراجع المضطرد



مع زيادة فئات الارتفاع، بحيث يكاد يختفي هذا النمط من الاستخدام في الأراضي التي يزيد ارتفاعها عن (437) متراً عن مستوى سطح البحر، بسبب صعوبة استصلاحها وكثرة الجروف الصخرية.

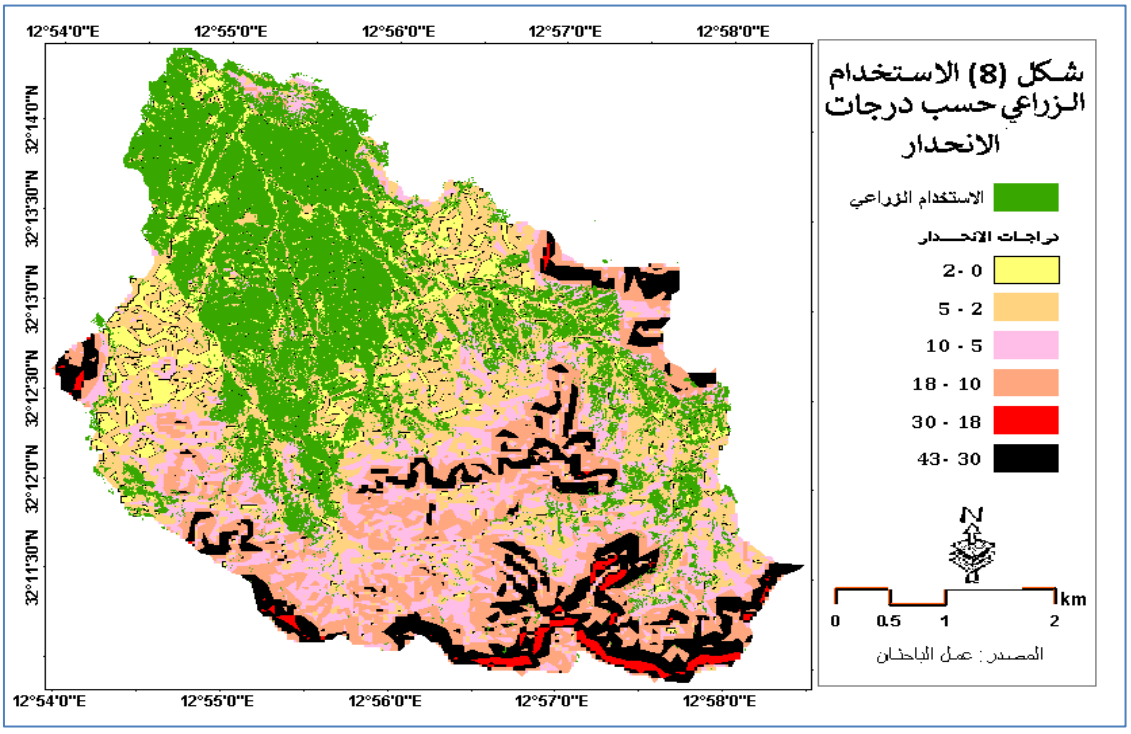
- **العلاقة بين عامل الانحدار والاستخدام الزراعي:** يعد عامل الانحدار من أكثر العوامل المؤثرة في النشاط الزراعي، فهو العامل المحدد لسمك التربة وحالة الصرف، ويلخص الجدول (6) والشكل (8) نتائج عملية التطابق بين طبقتي الاستخدام الزراعي ودرجات الانحدار بالحوض، ومنها يتضح بأن 89% من المساحة المستغلة في الاستخدام الزراعي

تتركز في الأراضي التي يقل انحدارها عن خمس درجات بحيث استحوذت الفئة الأولى والثانية على (760) هكتار من إجمالي المساحة المستغلة

جدول (6) الاستخدام الزراعي تبعا لدرجات الانحدار بالحوض.

فئات الانحدار/ درجة	2-0	5-2	10-5	18-10	30-18	43-30	الإجمالي
الاستخدام الزراعي/هكتار	367	393	81	13	1	0	855
النسبة (%)	43	46	9	2	0.11	0	100

المصدر: عمل الباحثان استناداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM) ومرئية (S2A).



في الاستخدام الزراعي بالحوض، وتشغل هاتان الفئتان غالبية وسط وشمال الحوض، حيث يسود نمط الانحدار الخفيف وشبه المستوي لسطح الأرض، الذي ساعد على تكوين التربة وثباتها وضعف تأثير الجريان السطحي في جرفها، مما شجع أصحاب الأرض على تهيئتها وإقامة الحقول الزراعية، ثم تبدأ المساحات المستغلة في الاستخدام الزراعي بالتراجع مع زيادة درجات الانحدار بحيث يكاد يختفي أي أثر للنشاط الزراعي في أراضي الفئة الرابعة والخامسة

إلى أن يختفي تماماً في أراضي الفئة السادسة التي يزيد انحدارها عن (30) درجة، حيث يتشكل السطح في معظمه من جروف صخرية، مما يتعذر معه وجود أثر يذكر للتربة، وإن وجدت فهي تربة ضحلة جدا على السفوح الأقل انحدارا أو مفتات صخرية خشنة في الروافد العليا للحوض.

أما فيما يختص بتقييم الأثر غير المباشر للخصائص التضاريسية على الاستخدام الزراعي الذي أمكن قياسه بناءً على بعض المتغيرات المورفومترية كنسبة التضرس وقيمة الوعورة والتكامل الهبسومتري، التي جرى قياسها باستخدام المعادلات التجريبية، بحيث تشير نسبة التضرس المرتفعة بالحوض إلى كبر المدى التضاريسي وزيادة معدل الانحدار، مما ينعكس على الخصائص الهيدرولوجية وخاصة في سرعة وصول المياه من الروافد العليا إلى منطقة المصب، وزيادة احتمالية حدوث الفيضان، مما يتسبب في الحاق خسائر كبيرة بالحقول الزراعية التي تتركز بالقرب من المصب، كما أن ارتفاع درجة التضرس تؤدي إلى زيادة النشاط الحتي للمياه الذي ينعكس على زيادة حجم الرواسب المنقولة، التي تتسبب في طمر الحقول الزراعية، ومن خلال تحليل قيمة الوعورة تبين أن الحوض ذو تضاريس شديدة الوعورة، مما يشير إلى شدة التعرية المائية وإمكانية كبيرة لنقل الترسبات من المناطق المرتفعة إلى المناطق المنخفضة، مما يجعل استخدام الأرض بما فيها الاستخدام الزراعي عرضة لمخاطر الفيضان والطمر، ومن خلال حساب التكامل الهبسومتري تبين بأن الحوض لا يزال في مراحله الأولى من النشاط الحتى، وهو يشير إلى حجم المواد الصخرية التي لاتزال تنتظر دورها في العملية الحتية، وستؤدي إلى إحداث تغيرات مورفولوجية كبيرة على سطح الحوض، مما يضع الاستخدام الحالي للأرض بالحوض، للمخاطر السابق ذكرها.

3-**أثر خصائص شبكة التصريف على الاستخدام الزراعي:** تبين من خلال تحليل خصائص شبكة التصريف بالحوض انخفاض نسبة التشعب التي تدل على انخفاض الكثافة التصريفية، مما يشير إلى تجمع المياه عقب سقوط الأمطار في مجاري محدودة، مما يزيد من احتمالية وقوع الفيضانات ومخاطر السيول بالحوض، كما يشير انخفاض كثافة التصريف وتكرارية المجاري بالحوض إلى قصر أطوال المجاري وقلة أعدادها بالحوض، بسبب عدم تقدم العمل الجيومورفولوجي بالحوض، ولا يزال أمامه الكثير من النشاط الحتي والنقل والترسيب، مما

ينبئ بحدوث تغيرات مستقبلية على مورفولوجية الحوض، التي ستنعكس آثارها على أنماط استخدام الأرض الحالي، كما تشير قيمة معدل النسيج الطبوغرافي للحوض إلى انخفاض قابلية المياه إلى التسرب إلى تحت السطح، مما يؤدي إلى زيادة كميات المياه الجارية، التي تؤدي إلى زيادة نشاط عمليات التعرية وتعدد القنوات وتكاثرها بسرعة، كما أن زيادة أعداد المجاري تؤدي إلى انخفاض متوسط المساحة الأرضية المنحصرة بينها، مما يؤثر على إمكانيات استخدامها في كافة المجالات ولا سيما فيما يختص بالنشاط الزراعي.

النتائج:

1- يستحوذ الاستخدام الزراعي على 31% من إجمالي مساحة الحوض، وينتمي النشاط الزراعي بالحوض إلى نمط الزراعة الجافة، التي تعتمد على مدى توافر كميات الأمطار من عام إلى آخر.

2- تشكل المساحات المغطاة بالنباتات الطبيعية 28% من إجمالي مساحة الحوض، وتتألف من عدة أنواع نباتية حولية ودائمة الخضرة، تتصف بقدرتها على تحمل الجفاف، في حين تشكل الأراضي غير المستغلة 40% من إجمالي مساحة الحوض.

3- يصنف الحوض ضمن الأحواض المائية صغيرة المساحة، وبالتالي فأن فرص التوسع الزراعي بالحوض تظل محدودة للغاية.

4- اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري يشير إلى قلة زمن التركيز، ووصول المياه بسرعة إلى منطقة المصب عقب العاصفة المطرية، وبالتالي ارتفاع معدل انجراف التربة وزيادة احتمالية حدوث الفيضان، مما يجعل الحقول الزراعية التي يتركز أغلبها في الأجزاء الوسطي والدنيا بالحوض عرضة لمخاطر الفيضان.

5- يشير عدم التجانس بين محيط الحوض ومساحته، إلى أنه لا يزال في مراحله الأولى من النشاط الحتي والنقل والترسيب، مما يجعل أنماط الاستخدام الحالي للأرض عرضة لمخاطر الطمر بالرواسب وخاصة في الأجزاء الوسطى والدنيا من الحوض.

6- انخفاض المساحة المستغلة في النشاط الزراعي مع زيادة الارتفاع ودرجة الانحدار.

7- يشير ارتفاع معدل التضرس وقيمة الوعورة بالحوض إلى زيادة احتمالية حدوث الفيضان، وارتفاع حجم الرواسب المنقولة، كما يشير التكامل الهبسومتري إلى أن الحوض لا يزال في مراحله الأولى من النشاط الحتى، مما ستؤدي إلى أحداث تغيرات مورفولوجية كبيرة على سطح الحوض، تضع الاستخدام الحالي للأرض بالحوض عرضة لمخاطر عديدة.

8- انخفاض نسبة التشعب لشبكة التصريف بالحوض، تزيد من احتمالية وقوع الفيضانات، كما يشير انخفاض كثافة التصريف وتكرارية المجاري إلى قصر أطوال المجاري وقلة أعدادها بسبب عدم تقدم العمل الجيومورفولوجي بالحوض.

9- تشير قيمة معدل النسيج الطبوغرافي للحوض إلى زيادة كميات المياه الجارية، التي تؤدي إلى زيادة نشاط عمليات التعرية وتعدد القنوات وتكاثرها بسرعة، كما أن زيادة أعداد المجاري تتسبب في ضيق المساحة الأرضية التي يمكن استغلالها في النشاط الزراعي.

- **التوصيات:** بناءً على النتائج السابقة، توصي الدراسة بأن يقتصر استخدام الأرض بالحوض، على حفظ وتخزين المياه، من خلال استكمال مشروع سد وادي الرمان، والاستفادة منه في ري مشروع ابوشيبة الزراعي، وعدم التوسع في الاستخدام الزراعي بالحوض، وأن يقتصر على زارعة الأشجار المثمرة كالزيتون وحماية الغطاء النباتي والاستفادة منه في الأغراض الطبية.

المراجع:

1 صلاح مرشد فرحان الجريصي، واخرون، التحميل المورفومتري لأحد الأودية الصح ا روية جنوب بحيرة الثرثار وإمكانية استغلاله زراعيا، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد 8 العدد الثالث، 2010، ص31.

2 حمد بن أحمد التويجري وآخرون، وادي المشقر في المجمعة: دراسة مورفومترية باستخدام نموذج الارتفاعات الرقمي، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، مجلد 28، العدد الرابع عشر، 2020، ص275.

3 المدني سعيد عمر، السياسة العثمانية اتجاه النشاط الزراعي في الجبل الغربي خلال القرن التاسع عشر الميلادي (ليبيا)، مجلة التراث، المجلد5، العدد الأول، 2015، ص42.

4 طارق حامد المزوغي وعمرضوء عون، دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الدولي الثالث للتقنيات الجيومكانية، الجمعية الليبية للاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، طرابلس، 2017، ص3.

- تم حساب المعدلات بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، قسم العمليات المناخية، طرابلس، 2013، بيانات غير منشورة.

5 خالد رمضان بن محمود، الترب الليبية (تكوينها –تصنيفها–خواصها – إمكانياتها الزراعية)، الهيئة القومية للبحث العلمي، طرابلس، 1995، ص 235. 265

6 الناس، صحيفة ليبية شاملة، تصدر عن الهيئة العامة للصحافة، طرابلس،2018/1/10.

7 الهيئة العامة للمياه(2014) المياه والطاقة من أجل الحياة في ليبيا (WELL)، مشروع ممول من المفوضية الأوروبية رقم 295143، FP7 ، ليبيا.

8 الهيئة العامة للمياه (2005)، مشروع سدود منطقة سفح الجبل تقرير غير منشور.

9 الهيئة العامة للمياه، تقرير وضع حجر الأساس مشروع ابوشيبة والرمان، 2006/7/26.

10 آمنه بنت أحمد بن محمد علاجي تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير منشوره، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى،2010، ص50.

11 S. Gulap, T. Gitika, Morphometric Analysis of Dibru River Basin, Assam using Geo-Spatial Tools, International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 8 Issue 8, August 2019, P535.

12 Sandeep Adhikari .Morphometric Analysis of a Drainage Basin: A Study of Ghatganga River, Bajhang District, Nepal, the Geographic Base. Vol. 7: 127-144, 2020.p137

13 G.R. Puno*, R.C.C. Puno, Watershed conservation prioritization using geomorphometric and land use-land cover parameters, Global Journal of Environmental Science and Management, Summer 2019,P283.

14 عبد الله بن محمد الشيخ الأنصاري، التحليل المورفومتري المقارن لأحواض روافد وادي العتك بشمال غربي مدينة الرياض، مجلة الدراسات الجامعية للبحوث الشاملة، المجلد الأول، العدد الثالث، 2020، ص104.

15 Gregory, K.J., & Walling, D.E. (1976) " Drainage Net Works and Climate " In E Derby shire (ed) Geomorphology and climate, London,P.51

16 عمر محمد غنية، تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن، رسالة دكتوراه منشورة، الجامعة الأردنية، 2016، ص74.

17 Pike, R. J, & Wilson, S. E. (1971), Elevation-relief ratio: hypsometric integral and geomorphic area-altitude analysis, Geological Society American Bulletin 82, 1079-1084.

18 محسوب، محمد صبري، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، مرجع سابق، ص210.

19 آرثر ستريلر، شكال سطح الأرض، دراسة جيومرفولوجية "تعريب وفيق حسين الخشاب، 2202، ص203.

20 Strahler, A. N., (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: Chow, V., Ed., Handbook of applied hydrology. McGraw Hill, New York, 439-476

21 Horton, R. E., (1932). Drainage basin characteristics. Transactions of the American Geophysical Union, 13:350–361

22 أحمد مصطفى، الخرائط الكنتورية أنشاؤها وتفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية،2003، ص249.

23 Smith, K, G, standards for grading textures of Erosional topography, Amer, Jour, sei, 1950, p.655- 658.

24 عبد الله بن محمد الشيخ الأنصاري، التحليل المورفومتري المقارن لأحواض روافد وادي العتك بشمال غربي مدينة الرياض، مرجع سابق، ص110.