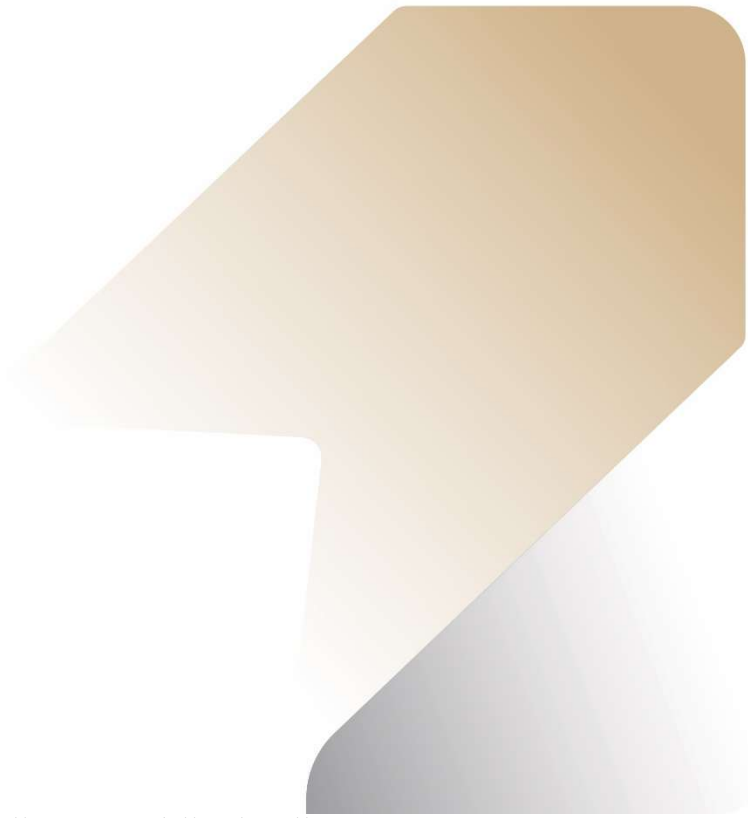
مجـــلة

جامعة الملك خالد
KING KHALID UNIVERSITY

جامعة الملك خالد

للعلوم الإنسانية

دورية علمية نصف سنوية - محكمة



المجلد الثاني عشر- العدد الثاني (ديسمبر2025)

بسم الله الرحمن الرحيم

عن المجلة:

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية دورية علمية نصف سنوية، متخصصة في العلوم الإنسانية، محكمة في آلية قبول البحوث القابلة للنشر بها، وتهدف إلى نشر الإنتاج العلمي للباحثين في تخصصات العلوم الإنسانية، وتعنى بالبحوث الأصيلة التي لم يسبق نشرها باللغتين العربية والإنجليزية التي تتسم بالمصداقية واتباع المنهجية العلمية السليمة.

أهداف المجلة:

- الإسهام في إبراز دور الحضارة الإسلامية في إثراء العلوم الإنسانية.
- نشر البحوث العلمية المحكمة في مجال العلوم الإنسانية بفروعها المختلفة.
- الإضافة إلى مركوم المعرفة في الدراسات الإنسانية.
- إبراز جهود الباحثين في الدراسات والبحوث العلمية ذات الصلة بموضوعات الإنسانيات.

هيئة التحرير:

أ.د. عبدالرحمن حسن البارقي	رئيس التحرير
د. جميلة ناصر آل محيا	مديرة التحرير
أ.د. متعب عالي البحيري	عضو هيئة التحرير
أ.د. مفلح زابن القحطاني	عضو هيئة التحرير
أ.د. عبدالحميد سيف الحسامي	عضو هيئة التحرير
د. أحمد علي آل مريع	عضو هيئة التحرير
د. حمساء حبيش الدوسري	عضو هيئة التحرير

قواعد النشر:

1. تقديم البحث إلى المجلة هو التزام وتعهد من الباحث بعدم انتهاك الحقوق الفكرية.
2. نشر البحث في المجلة يتضمن موافقة المؤلف على نقل حقوق النشر للمجلة.
3. تُقبل الأبحاث باللغتين العربية والإنجليزية.
4. يجب أن يتصف البحث بالأصالة والابتكار والجدة واتباع المنهجية العلمية، وصحة اللغة وسلامة الأسلوب.
5. أن لا يكون قد سبق نشر البحث، أو قُدم للنشر في مكان آخر.
6. أن لا يكون البحث جزءًا من كتاب منشور أو مستلًا من رسالة علمية.
7. أن لا يزيد عدد كلمات البحث عن عشرة آلاف كلمة بما في ذلك الجداول والملاحق والمراجع.
8. في حالة الأبحاث المشتركة (الجماعية) تُرفق اتفاقية موقعة من الباحثين تتضمن نسبة إسهام كل باحث في العمل المقدم للنشر بالمجلة.
9. يلتزم الباحث بتقديم ما يفيد بمصدر تمويل الأبحاث في حالة وجود دعم لتلك الأبحاث.
10. أن يحتوي البحث على عنوان باللغتين العربية والإنجليزية، وعلى ملخصين باللغتين في حدود (250) كلمة لكل ملخص، ويتضمن الملخصان الهدف، والمشكلة، والمنهج، وأهم النتائج، والكلمات المفتاحية.
11. دفع رسوم التحكيم والنشر في المجلة بمقدار ألفي ريال.
12. إرفاق سيرة ذاتية مختصرة للباحث/ين في صفحة مستقلة.
13. إرفاق شهادة تدقيق لغوي للأبحاث المكتوبة باللغة الإنجليزية.
14. استخدام نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA) في التوثيق داخل النص وفي كتابة المراجع.
15. رومنة المصادر والمراجع العربية بعد كتابتها بالعربية مباشرة، وقبل الانتقال إلى المصادر والمراجع بلغة أجنبية.
16. تكتب البحوث العربية بخط Traditional Arabic حجم 16 للمتن، و 12 للهوامش.
17. تكتب البحوث الإنجليزية بخط Times New Roman حجم 12 للمتن، وحجم 10 للهوامش.
18. المسافة بين الأسطر.(1.0)

19. يوضع عنوان البحث وصفة الباحث في صفحة مستقلة على النحو الآتي: العنوان بالعربية بمقاس 20، واسم الباحث مقاس 18، وصفته مقاس 14، وباللغة الإنجليزية العنوان مقاس 16، واسم الباحث مقاس 14، وصفته مقاس 12.
20. تُراعى الشروط الفنية لنوع الخط وحجمه في الأبحاث التي تتضمن اللغتين العربية والإنجليزية.
21. على الباحث الالتزام بالتعليمات الفنية، والتدقيق اللغوي قبل إرسال بحثه إلى المجلة.

يُقدَّم البحث من خلال نظام التحرير للمجلات العلمية بجامعة الملك خالد على موقع المجلة أو موقع وحدة المجلات والجمعيات العلمية بجامعة الملك خالد.

الترقيم الدولي: ISSN: 1685-6727

أبحاث العدد:

م	البحث	الصفحة
1	رصد الألفاظ الدخيلة في العربية الحديثة: دراسة في الشيوع والدلالة والأصل اللغوي من خلال مدونة لغوية د. عبدالعزيز بن عبدالله صالح المهيوبي	1- 34
2	موضوعات الكتابة وأثرها في جودة الأداء الكتابي لدى متعلمي اللغة العربية الناطقين بغيرها: دراسة تحليلية تطبيقية د. مشاعل بنت ناصر آل كدم	35- 70
3	القياس والتقويم في سياق تعليم العربية لغة ثانية لأغراض خاصة د. مرزوق علي محمد النباتي الهذلي	71-109
4	الظواهر الأسلوبية في شعر جاسم الصَّحيّح: قصيدة "المتنبّي...كون في ملامح كائن!" أنموذجًا د. هيا فهيد سعد القحطاني	110-139
5	تعدد العوالم وتراكب الرموز في رواية الدوائر الخمس لأسامة المسلم: قراءة في بنية السرد الغيبي والواقعي د. منار عز الدين محمد شعيب	140- 170
6	السُّلطة والمقاومة في رواية "العاشق والغزاة" دراسة أركيولوجية د. لينة أحمد حسن آل عبد الله	171- 200
7	واقع الدراسات الثقافية في الجامعات السعودية: الفرص والتحديات في ظل التوجه الأكاديمي نحو الدراسات البينية د. غزال بنت محمد الحربي	201- 231
8	الروائي بين الذاتي والالتزام الفني د. عادل بن محمد عسيري	232- 257
9	المثل الشعبي في منطقة عسير: دراسة إنشائية لنماذج مختارة د. صالح بن أحمد السهيمي	258- 279
10	تجليات الذات في ديوان "فاصلة، نقطتان" لشيخة المطيري، دراسة سيميائية د. خليف بن غالب بن مبارك الشمري	280- 312
11	تقنيات التجريب المسرحي في مسرحية "كبرياء التفاهة في بلاد اللامعنى" للسيد حافظ د. إبراهيم عمر علي المحاثلي	313- 342
12	جماليةُ الخِطابِ وقراءةُ المعنى في شعرِ صفوانَ بنِ إدريس المرسي: (دراسة سيميائية) د: عبد الله بن عطية بن عبد الله الزهراني	343- 365
13	حالة الانتظار في الشعر العذري دراسة نفسية أسلوبية د. عمر بن نوح بن ثامر المطيري	366- 397

م	البحث	الصفحة
14	المؤشرات اللغوية والسلالم الحجاجية في آيات البعث في القرآن الكريم د. فاطمة بنت عبدالله علي عبدالله	398- 431
15	بلاغة الإشهار والتشهير في الخطاب السجالي: قصيدة الدامغة لجرير ونقيضتها أنموذجًا. د. شيخة علي عسيري	432- 469
16	تجديد البلاغة العربيّة في المملكة العربيّة السعوديّة: مشروع البلاغة الكونيّة عند سعود الصّاعدي أنموذجًا د. غادة محمد ذاكر الزبيدي	470- 495
17	أثر اضطراب كرب ما بعد الصدمة لدى الأمهات الناجيات من العنف الأسري على الأمن النفسي والسلوك العدواني لدى الأبناء أ. علياء فهد العتيبي	496- 524
18	سياسات المملكة العربية السعودية في التعامل مع المقيمين السوريين خلال الأزمة: دراسة اجتماعية تحليلية مقارنة للنهوج السعودية والتركية والألمانية تجاه أزمة اللجوء السوري د. شروق إسماعيل الشريف	525- 562
19	التحليل المكاني لتوزيع وتطور القرى في محافظة خليص باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية د. مليحة حامد العبدلي	563- 606
20	تطبيقات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي المكاني في حصاد مياه السيول بوادي المصير - نيوم - المملكة العربية السعودية د. نجاة سعيد محمد الشهراني	607- 649
21	التحليل الطبوغرافي لمحمية الملك عبدالعزيز الملكية وأثره على توزيع الغطاء النباتي باستخدام محرك GOOGLE EARTH ENGINE د. وداد حمدان الروقي	650- 681
22	دراسة تحليلية مقارنة للخصائص المورفولوجية بين وادي الحنو ووادي خمال شمال محافظة ينبع، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) د. صباح سلطان نغيمش الفريدي	682- 698
23	مصانع الأدوية في المملكة العربية السعودية: دراسة تحليلية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية مرام محمد ناصر المقيطيف	699- 730

دراسة تحليلية مقارنة للخصائص المورفولوجية بين وادي الحنو ووادي خمال شمال محافظة ينبع، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(GIS)

د. صباح سلطان نغيمش الفريدي

أستاذ مساعد –جامعة طيبة –قسم نظم المعلومات الجغرافية

Comparative Analytical Study of the Morphological Characteristics between Wadi Al-Hanou and Wadi Khumal, North of Yanbu Governorate, Using Geographic Information Systems (GIS)

Dr. Sabah Sultan Nughimish Al-Furaidi
Assistant Professor
Taibah University – Department of Geographic Information Systems

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تحليل مورفومتري مقارن بين وادي الحنو ووادي الخمال، الواقعين في شمال محافظة ينبع، بهدف تقييم خصائصهما الشكلية والهيدرولوجية، واستكشاف مدى تأثرهما بالسيول، ومدى ملاءمتهما للتنمية المستدامة.

واعتمدت الدراسة على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تقدر بـ(10) أمتار، وصور رادارية مستخرجة من القمر الصناعي (Sentinel-1)، إضافة إلى خرائط طبوغرافية، ومجموعة من أدوات التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

وكشفت النتائج عن فروق جوهرية بين الحوضين؛ حيث يتميز وادي الخمال بانحدار أعلى (43.56 م/كم)، وكثافة تصريف أكبر (0.99 كم/كم^2)، ومجرى أكثر استقامة (معامل تعرج 0.86)، إضافة إلى مساحة حوض أكبر (830.78 كم^2)؛ مما يجعله أكثر عرضة للفيضانات والتعرية.

وفي المقابل يظهر وادي الحنو خصائص أكثر اعتدالا بانحدار أقل (26.10 م/كم)، وكثافة تصريف معتدلة (0.94 كم/كم^2)، ومجرى أكثر تعرجا (0.79)؛ مما يوفر استجابة هيدرولوجية أبطأ، وفرصا أفضل لتخزين المياه السطحية.

وتبرز الدراسة أهمية الفروق الطبوغرافية في سلوك الجريان السطحي، وتؤكد ضرورة تبني استراتيجيات مائية مخصصة لكل واد وفقا لخصائصه البيئية، بما يعزز من فعالية إدارة الموارد المائية في البيئات الجافة.

الكلمات المفتاحية: التحليل المورفومتري، نظم المعلومات الجغرافية، وادي الحنو، وادي الخمال، الجريان السطحي

Abstract:

This study aims to conduct a comparative morphometric analysis between Wadi Al-Hanou and Wadi Al-Khamal, located in the northern part of Yanbu Governorate, in order to assess their morphological and hydrological characteristics, explore their susceptibility to flooding, and evaluate their suitability for sustainable development.

The study relied on Digital Elevation Model (DEM) data with a resolution of 10 meters, radar imagery extracted from the Sentinel-1 satellite, in addition to topographic maps and a set of spatial analysis tools within a Geographic Information Systems (GIS) environment.

The results revealed significant differences between the two basins. Wadi Al-Khamal is characterized by a higher slope (43.56 m/km), greater drainage density (0.99 km/km²), a straighter channel (sinuosity index 0.86), and a larger basin area (830.78 km²), making it more prone to flooding and erosion.

In contrast, Wadi Al-Hanou exhibits more moderate characteristics, with a lower slope (26.10 m/km), moderate drainage density (0.94 km/km²), and a more sinuous channel (0.79), which provides slower hydrological response and better opportunities for surface water storage.

The study highlights the importance of topographic differences in influencing surface runoff behavior and underscores the necessity of adopting water management strategies tailored to each wadi's environmental characteristics, thereby enhancing the effectiveness of water resource management in arid regions

Keywords: Morphometric Analysis; GIS; Wadi Al-Hanou; Wadi Al-Khimal; Surface Runoff

1- المقدمة:

تعد الأودية من أبرز الظواهر الجيومرفولوجية التي تؤدي دورا مهما في تشكيل سطح الأرض، خصوصا في البيئات الجافة وشبه الجافة كالمملكة العربية السعودية، وتشكل دراسة الأودية مدخلا مهما لفهم العمليات الطبيعية وتقييم الأخطار البيئية، والتخطيط العمراني، والإدارة المتكاملة لموارد المياه.

وتتطرق هذه الدراسة إلى إجراء تحليل جيومورفولوجي مقارن بين وادي الحنو ووادي الخمال، الواقعين شمال محافظة ينبع باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج الارتفاع الرقمية (DEM)، بهدف تعرف الخصائص المورفومترية لكل واد، وتفسير الفروقات بينهما في ضوء العوامل الجيولوجية والمناخية.

2- منطقة الدراسة:

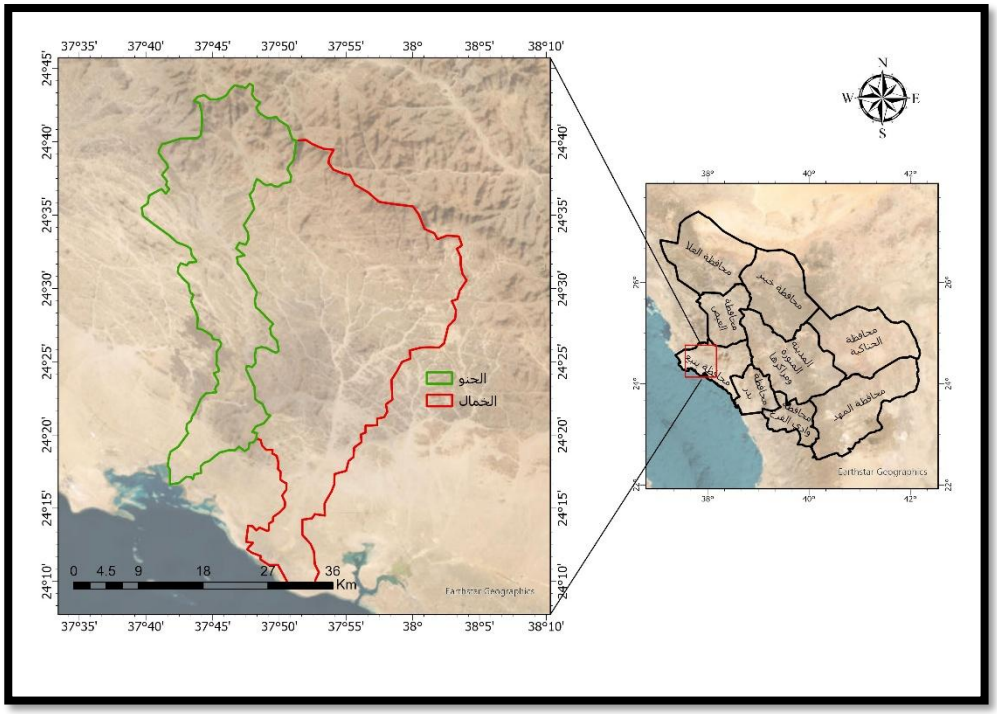
تقع منطقة الدراسة – كما هو مبين في الشكل (1) – في الجزء الشمالي من محافظة ينبع، ضمن الحدود الإدارية لمنطقة المدينة المنورة. ويقع وادي الحنو تحديدا ضمن الإحداثيات الجغرافية الممتدة بين دائرتي عرض "24°16'31.43 شمالا و"24°44'14.441 شمالا، وبين خطي طول "37°41'58.604 شرقا و"37°47'1.503 شرقا، أما وادي الخمال فيقع بين دائرتي عرض "24°9'30.042 شمالا و"24°40'11.911 شمالا، وبين خطي طول "37°51'13.063 شرقا و"37°51'54.135 شرقا. وتشمل المنطقة نطاقين رئيسيين، هما: وادي الحنو ووادي الخمال، ويصبان في الاتجاه الغربي نحو سهل ساحلي منبسط يمتد إلى البحر الأحمر.

يقع الواديان ضمن نطاق الإقليم الصحراوي الغربي للمملكة العربية السعودية، ويتميز بمناخ جاف وأمطار موسمية قليلة؛ مما يجعل دراسة الأودية الموسمية فيه ذات أهمية لفهم التصريف السطحي وأخطار السيول، خصوصا في ظل التوسع العمراني والزراعي الذي تشهده المنطقة.

3-أهداف الدراسة:

1. تحليل الخصائص المورفومترية لوادي الحنو ووادي الخمال.

2. تقييم مدى قابلية الأودية للتأثر بالسيول أو التنمية البشرية بالاستناد إلى نتائج التحليل.



شكل (1) مِنْطَقَةُ الدِّرَاسَةِ

المصدر: من إعداد الباحثة بالاستناد إلى الخريطة الصادرة عن أمانة منطقة المدينة المنورة.

4- مشكلة الدراسة:

تعد الأودية من العناصر الجغرافية المهمة التي تؤثر في تشكيل سطح الأرض، وتسهم في توجيه التنمية واستغلال الموارد. ويعد وادي الحنو ووادي خمال شمال محافظة ينبع من الأودية ذات الأهمية البيئية والجغرافية، إلا أن الفروق المورفولوجية بينهما لم تدرس دراسة مقارنة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .(GIS) وإن فهم هذه الفروق ضروري لدعم خطط التنمية المستدامة، والتقليل من أخطار السيول، وتحسين استغلال الأراضي في المنطقة.

5- منهجية الدراسة:

اعتمد هذا البحث على المنهج التحليلي، وذلك من خلال إجراء تحليل جيومورفومتري كمي مقارن بين وادي الحنو ووادي الخمال، الذين يقعان في شمال مدينة ينبع بهدف تفسير الفروقات في الخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية بين الحوضين.

تم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (10) متر، صورة رادارية مستخرجة من القمر الصناعي (Sentinel-1)، من النمط (GRD) – أي نمط البيانات المعالجة على المستوى الأساسي (Ground Range Detected)، وهو ما أتاح إمكانية استخراج البيانات الطبوغرافية اللازمة لحساب المؤشرات المورفومترية بدقة عالية. كما تم الاعتماد على الخريطة الطبوغرافية بمقياس (1:250,000) لتحديد الحدود الطبيعية للأحواض المائية ومسارات المجاري النهرية.

وقد تم حساب مجموعة من المؤشرات المورفومترية، مثل: الكثافة التصريفية، نسبة الاستطالة، معامل التعرج، الانحدار العام، نسبة الشكل، وذلك باستخدام أدوات التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)..

استندت الدراسة إلى خطوات تحليلية تتضمن ما يأتي:

- تحديد حدود الحوض المائي لكل واد باستخدام أداة Watershed في برنامج ArcGIS.
- استخراج المعالم الخطية للأنهار (Stream Network).
- حساب الأطوال، والمساحات، والانحدارات باستخدام أدوات Spatial Analyst.
- تحليل المؤشرات ومقارنتها بين الواديين لاستخلاص الفروق المورفومترية.

6- الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات الحديثة التحليل المورفومتري لأحواض الأودية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، خصوصا في البيئات الجافة وشبه الجافة، وذلك بهدف فهم السلوك الهيدرولوجي، وتحديد قابلية المناطق للتعرض للسيول، وتحليل الأنماط الطبوغرافية المختلفة، وهو ما يرتبط بشكل مباشر بموضوع هذا البحث حول وادي الحنو ووادي الخمال شمال محافظة ينبع.

أجرى Abdelgawad وآخرون (2024) تحليلا مورفومتريًا لحوض تصريف في منطقة البحر الأحمر بمصر لتحديد المناطق المعرضة لخطر الفيضانات باستخدام أدوات GIS ونماذج الارتفاع الرقمي. وقد أكدت الدراسة أهمية شكل الحوض، والانحدار، وكثافة شبكة التصريف في تقييم أخطار السيول في البيئات الجافة.

وفقا لدراسة Chowdhury (2024) ، فان استخدام بيانات الأقمار الصناعية ونماذج الارتفاع الرقمي ساعد في توضيح التباينات التضاريسية في حوض نهر هالدا، مما وفر فهما أدق لسلوك الجريان السطحي. وقد بينت النتائج وجود تفاوت ملحوظ في الانحدار وأنماط التصريف، مما يؤثر على ديناميكية الجريان وزيادة احتمالات التعرية.

في دراسة Bashir & Alsalman (2024) لحوض وادي هالي على الساحل الشرقي للبحر الأحمر، جنوب غرب المملكة العربية السعودية، وفي بيئة جافة تتميز بارتفاع درجات الحرارة وقلة الامطار، تم استخدام DEM بدقة (30 مترًا) لتحليل (15) حوضًا فرعيًا، وحساب مؤشرات مورفومترية، مثل: كثافة التصريف، والانحدار، والتعرج، وتكرار المجاري، ودمجها في مؤشر مركب لتحديد مدى تعرض كل حوض للتعرية.

وقد ناقشت دراسة El Bastawesy و El Baroudy (2023) حوض وادي فاطمة غرب المملكة العربية السعودية باعتبارها على تحليل الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية، وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وأدوات المعالجة المكانية. وقد بينت النتائج فاعلية دمج تقنيات الاستشعار مع GIS في تتبع أنماط التصريف وتحليل التحولات الطبوغرافية في سطح الحوض.

أما دراسة الحربي (2022) حول وادي مر جنوب غرب المدينة المنورة، فقد تم فيها تحليل مورفوميتري مقارن لعدة روافد، باستخدامGIS ، وأظهرت النتائج تباينًا واضحًا في الكثافة التصريفية والانحدارات؛ مما يؤثر في سلوك السيول واتجاهات الجريان.

تؤكد هذه الدراسات أهمية المؤشرات الجيومورفومترية الكمية، وفاعلية الأدوات الرقمية في تحليل أحواض الأودية، وخصوصًا في المناطق المعرضة للأخطار الهيدرولوجية. ويأتي هذا البحث استكمالًا لهذا التوجه، من خلال إجراء مقارنة بين الخصائص المورفوميترية لكل من وادي الحنو ووادي الخمال، باستخدام تقنيات التحليل الجغرافي.

7- التحليل المورفوميتري لخصائص حوض وادي الحنو:

تعد التحليلات المورفوميترية من الوسائل الأساسية لفهم الخصائص الشكلية والهيدرولوجية لأحواض التصريف؛ حيث توفر مؤشرات كمية دقيقة تسهم في تقييم سلوك الأودية واتجاهات الجريان، وتحديد مدى قابليتها للتعرية أو الفيضانات.

جدول (1) الخصائص المورفوميتريه لحوض وادي الحنو

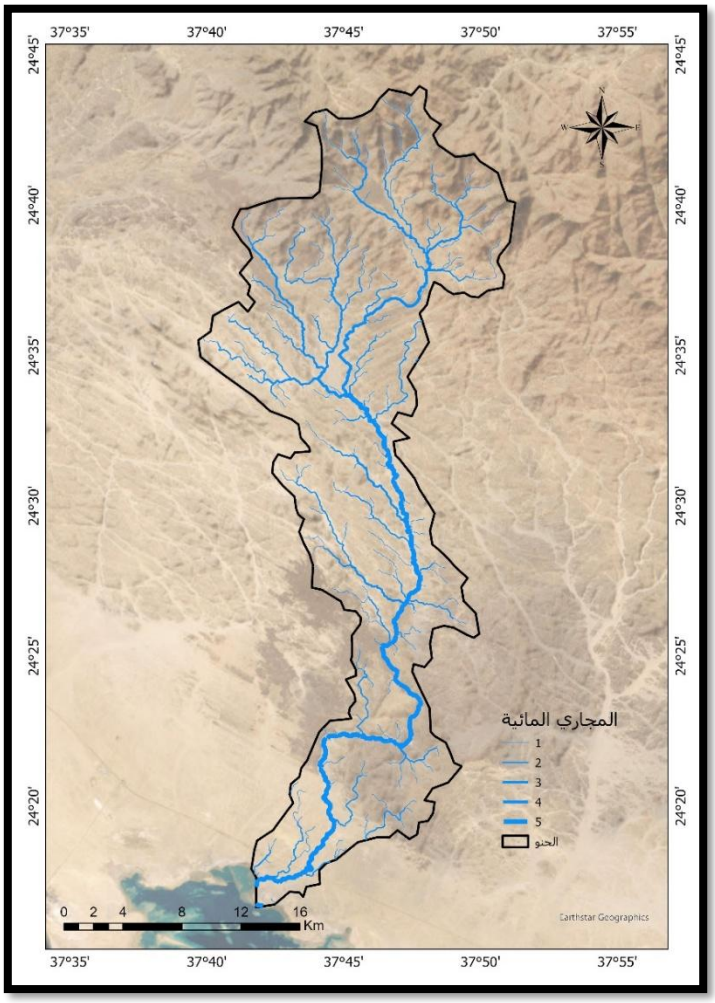
مساحة الحوض A ب كم 2	534.973
محيط الحوض ب كم	176.057
طول الحوض بكم	56.791
طول المجرى الرئيسي	53.65
أقصى ارتفاع بداية التصريف المجرى الرئيسي	1400
أدنى ارتفاع نهاية تصريف المجرى الرئيسي	0
مجموع أطوال المجاري النهرية	499.2479
عرض الحوض بكم	9.420031343

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، وتحليل نظم المعلومات الجغرافية.(GIS)

- يظهر الجدول أعلاه (1) مجموعة من المعطيات المورفومترية الأساسية التي تعكس الخصائص الشكلية والهيدرولوجية لحوض التصريف، ويمكن تحليلها على النحو الآتي:
  - المساحة الكلية للحوض (534.973 كم^2):
  - تعد مساحة كبيرة نسبيًا، مما يشير إلى قدرة الحوض على تجميع وتصريف كميات كبيرة من المياه السطحية، خصوصًا خلال فترات الأمطار الغزيرة.
  - محيط الحوض (176.057 كم):
  - يدل على حدود الحوض الطبوغرافية، وكلما زاد طول المحيط نسبة إلى المساحة، دل ذلك على تعقيد في شكل الحوض وعدم انتظامه.
  - طول الحوض (56.791 كم):
  - يشير الامتداد الطولي الملحوظ إلى تأثر وقت التركيز (Time of Concentration)، الذي يحدث أثناء جريان المياه نحو المصب.
  - عرض الحوض (9.42 كم):
  - يعتبر ضيقًا نسبيًا إلى طوله، وهذا ما يؤكد أن الحوض ذو شكل ممدود (Elongated Basin)، والذي يرتبط غالبًا ببطء في زمن التصريف وامتداد مدة الجريان السطحي.
  - طول المجرى الرئيسي (53.65 كم):

- يدل على شبكة تصريف واضحة الامتداد؛ مما يساعد على نقل المياه بكفاءة من المناطق العليا إلى المنخفضة.
- الارتفاع الأقصى (1400 م) والأدنى (0 م):
- يشكل فارقًا كبيرًا ينتج انحدارًا حادًا؛ مما يعزز سرعة الجريان السطحي، ويزيد من إمكانية التعرية ونقل الرواسب.
- إجمالي أطوال المجاري النهرية (499.25 كم):
- يبين أن شبكة التصريف كثيفة نسبيًا، ولكن بحساب كثافة التصريف المائي وفق المساحة الكلية للحوض نجد أن الكثافة تُصنف ضمن المستوى المعتدل (0.93 كم/كم^2)، مما يعكس توازنًا بين طبيعة السطح ونفاذية التربة.

الشكل (2): شبكة التصريف المائي لحوض وادي الحنو



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، وتحليل نظم المعلومات الجغرافية.(GIS)

7-1تحليل المؤشرات المورفومترية لوادي الحنو:

يعكس التحليل الكمي للمؤشرات المورفومترية –كما يبين الجدول (2) – خصائص تصريفية لوادي الحنو متوسطة تميل إلى التوازن؛ حيث بلغت كثافة التصريف (Drainage Density) نحو 0.93 كم/كم^2، وهي قيمة معتدلة تدل على تطور جيد لشبكة المجاري المائية، دون أن تصل إلى حد الكثافة العالية التي قد تنذر بخطر السيول العنيفة.

وبلغت نسبة الاستطالة (Elongation Ratio) حوالي 0.48، مما يشير إلى أن شكل الحوض ممدد نسبيا، وهو ما يؤدي إلى إطالة زمن استجابة الحوض للأمطار الغزيرة، ويقلل من فرص حدوث فيضانات فجائية، وهي سمة جيدة في إدارة مياه الجريان السطحي. وتعد هذه النتيجة متوافقة مع ما أورده كل من Schumm (1956) و(1992) Singh، بأن الحوض الممدد يتميز بزمن جريان أطول واستجابة مائية أبطأ؛ مما يقلل من احتمالية الفيضانات المفاجئة (Schumm, 1956; Singh, 1992; Sharma et al., 2018).

أما نسبة الشكل (Form Factor) فقد بلغت 0.17، وهي نسبة تعزز تفسير أن الحوض طويل وضيق؛ مما يخفض من احتمالية تجمع المياه السريع في نقطة واحدة، ويسهم في توزيع التدفق على مساحة أكبر. وهذه النسبة المنخفضة تتوافق مع تصنيف(1932) Horton ، الذي يشير إلى أن النسب الصغيرة تدل على شكل استطالي يقلل من شدة الذروة الهيدرولوجية (Horton, 1932; Nag & Chakraborty, 2003).

وقد سجل معامل التعرج (Sinuosity Index) بقيمة 0.85، مما يشير إلى أن المجرى الرئيسي يتصف بانحناءات واضحة تؤدي إلى تباطؤ الجريان وزيادة مناطق الترسب، وهو ما قد يقلل من كفاءة التصريف، لكنه يسهم في تخفيف شدة التعرية المباشرة، وهو ما أكده Gregory and Walling (1973)و Leopold et al. (1964) في دراساتهم حول تأثير انحناء المجاري على التدفق الرسوبي (Gregory & Walling, 1973; Leopold et al., 1964).

أَمَّا الفَارِقُ الطُّبُوغْرَافِيُّ فيتراوح ارتفاع الحوض بين 0 متر و1400 متر فوق مستوى سطح البحر؛ مما يعني وجود فرق في الارتفاع يصل إلى 1400 متر، وهو فرق كبير نسبيًّا. هذا الارتفاع يسهم في تزويد الأودية بالمياه القادمة من المناطق الجبلية المحيطة. ونتيجة لذلك تتكوَّن شبكات تصريف مائية فرعية، خصوصا في المناطق التي يكون فيها الانحدار شديدًا. هذه الشبكات قد تتعرض للتعرية بسبب قوة تدفق المياه في تلك المناطق المنحدرة.

الجدول (2): المؤشرات المورفومترية لحوض وادي الحنو

المؤشر المورفومتري	القيمة
كثافة التصريف (كم/كم^2)	0.93كم/كم^2
نسبة الاستطالة (Elongation Ratio)	0.48
نسبة الشكل (Form Factor)	0.17
معامل التعرج (Sinuosity Index)	0.85
الانحدار العام للمجرى (م/كم)	26.1

المصدر:من إعداد الباحثة، بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، وتحليل نظم المعلومات الجغرافية.(GIS)

يتراوح ارتفاع الحوض بين أدنى نقطة له تقع على ارتفاع 600 متر فوق مستوى سطح البحر، وأعلى نقطة تبلغ 975.6 مترًا بفارق ارتفاع (Relief) يقدر بـ 375.6 مترا. ويعد هذا الارتفاع الرأسي نسبيًا بارزًا؛ مما يؤدي إلى تكوّن انحدارات واضحة تسهم في سرعة الجريان السطحي، وتزيد من إمكانية حدوث التعرية في المناطق العليا من الحوض.

2-7. التحليل المورفومترِي لخصائص حوض وادي الخمال:

يمثل وادي الخمال أحد الأودية المهمة الواقعة في نطاق بيئي شبه جاف، يبين الجدول (3) مجموعة من المؤشرات المورفومترية الأساسية، ويمكن تحليلها على النحو الآتي:

الجداول (3): الخصائص المورفومترية لحوض وادي الخمال

مساحة الحوض A ب كم 2	830.78
محيط الحوض ب كم	176.7149963
طول الحوض بكم	61.94
طول المجرى الرئيسي	37.31
أقصى ارتفاع بداية التصريف المجرى الرئيسي	1625
أدنى ارتفاع نهاية تصريف المجرى الرئيسي	0
مجموع أطوال المجاري النهرية	819.5403
عرض الحوض بكم	13.41265741

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، وتحليل نظم المعلومات الجغرافية.(GIS)

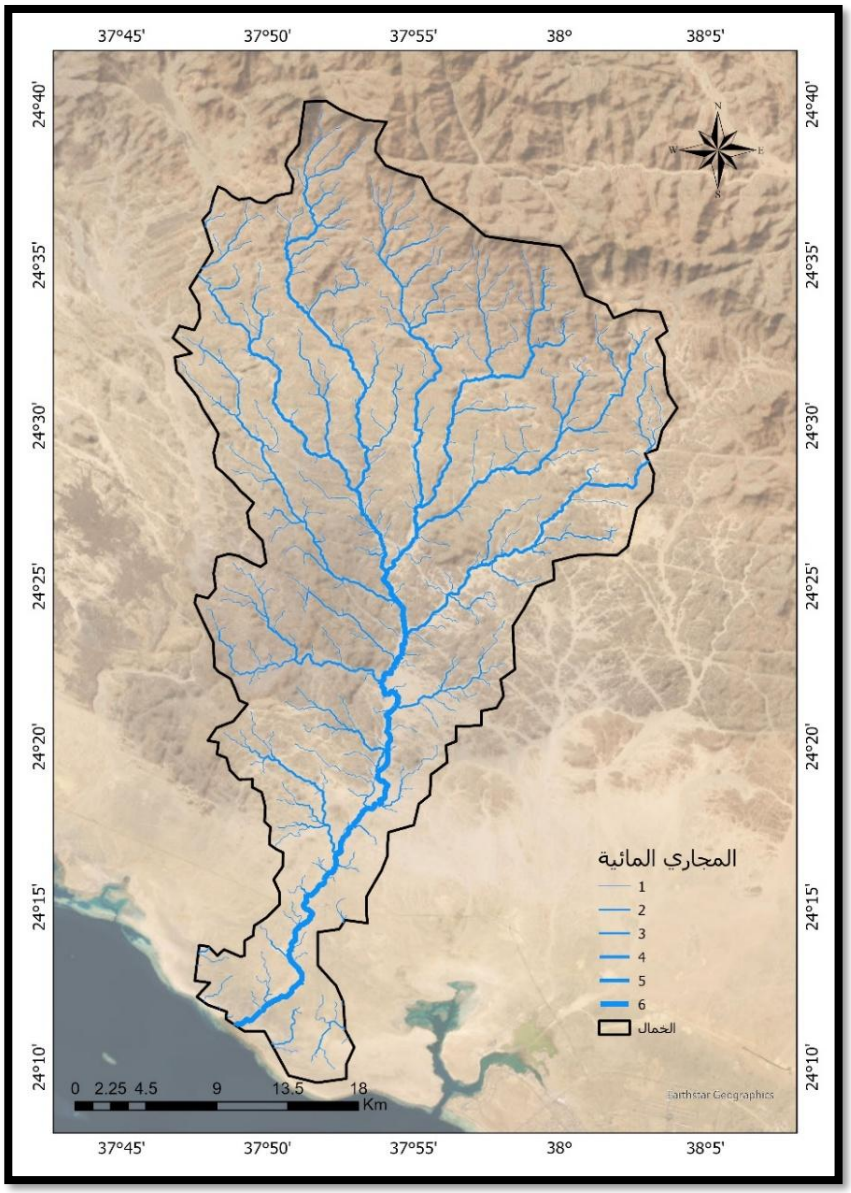
- **أقصى ارتفاع (1625 متر) وأدنى ارتفاع (0 متر):**

يوجد فرق ارتفاع كبير (1625 متر)؛ مما يسهم في تشكيل انحدار شديد، ويرفع من سرعة الجريان السطحي، ويزيد من خطورة التعرية في المناطق العليا.

- **مجموع أطوال المجاري النهرية (819.54 كيلومتر):**

يظهر تطورًا واسعًا في شبكة التصريف – كما يوضح الشكل (3) –، وهي كثافة تقع في النطاق المعتدل؛ مما يدل على توازن بين الأمطار ونفاذية التربة وتضاريس المنطقة.

شكل (3) شبكة التصريف المائي لحوض وادي الخمال



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، وتحليل نظم المعلومات الجغرافية.(GIS)

7-3- تحليل المؤشرات المورفومترية لوادي الخمال:

يعد التحليل المورفومتري من أهم الأدوات التي تساعد في فهم طبيعة الأحواض المائية، وذلك من خلال دراسة المؤشرات الكمية والشكلية التي تسهم في تحليل الجريان السطحي وتقييم الأخطار الهيدرولوجية. وفي هذا السياق تم احتساب مجموعة من المؤشرات المورفومترية جدول (4) لوادي الخمال، وتحليلها لتسليط الضوء على خصائصه الهيدرولوجية وتوجهاته التصريفية.

- **كثافة التصريف (Drainage Density = 0.99 كم/كم^2):**

تعد هذه الكثافة في النطاق المعتدل، وتعبر عن توازن بين نفاذية التربة وكمية المياه السطحية. كما تشير إلى تشكل شبكة تصريف جيدة لتصريف المياه.

- **نسبة الاستطالة (Elongation Ratio = 0.66):**

تدل هذه النسبة على أن الحوض يتخذ شكلًا بين الدائري والمستطيل، مع ميل نحو التطاول، وهو ما يؤثر في ازدياد وقت تركّز الجريان ويقلل من حدّة الفيضانات المفاجئة.

- **نسبة الشكل (Form Factor = 0.29):**

وهي نسبة منخفضة تؤكد أن الحوض ممتد (Elongated Basin) ، وأن الجريان السطحي يتمادى في الوقت؛ مما يخفف من تراكم المياه في نقطة واحدة ويقلل من احتمالية الفيضان السريع.

- **معامل التعرج (Sinuosity Index = 0.86):**
- يدل على أن المجرى الرئيسي يتسم بقدر مناسب من الاستقامة، وأن نسبة التعرج فيه ضئيلة، وهو ما يساعد في سرعة انتقال المياه إلى المناطق الأدنى.
- **الانحدار العام للمجرى (General Slope = 43.56 م/كم):**

يعكس انحدارا عاليا نسبيًا؛ مما يؤدي إلى تسارع الجريان السطحي، ويرفع من قدرة المياه على حمل الرواسب وحدوث التعرية.

الجَدْوَلُ (4): المؤشرات المورفومترية لحوض وادي الخمال

المؤشر المورفومتري	القيمة
كثافة التصريف (كم/كم^2)	0.99كم/كم^2
نسبة الاستطالة (Elongation Ratio)	0.66
نسبة الشكل (Form Factor)	0.29
معامل التعرج (Sinuosity Index)	0.86
الانحدار العام للمجرى (م/كم)	43.56

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، وتحليل نظم المعلومات الجغرافية(GIS)

8- تقييم مورفومتري مقارن لشبكتي التصريف في وادي الحنو ووادي الخمال:

تظهر المقارنة بين الواديين تباينا واضحا في خصائصهما المورفومترية، على الرغم من تقارب بعض القيم، كما في محيط الحوض. فحوض وادي الخمال يتسم بمساحة أكبر وعرض أوسع؛ مما يؤهله لتجميع كميات أكبر من المياه، ويعزز كثافة التصريف فيه، والتي بلغت (0.99 كم/كم^2)، مقابل قيمة أقل في وادي الحنو تشير إلى كثافة معتدلة.

وفيما يتعلق بنسبة الاستطالة والشكل فإن قيم وادي الخمال (0.66) و(0.29) على التوالي تشير إلى شكل ممتد، وهو ما يقارب خصائص وادي الحنو؛ مما يعزز الافتراض بتقارب نمط الجريان وزمن التركيز بينهما.

في المقابل يظهر التفوق الواضح لوادي الخمال في طول المجاري وكثافة التفريع، ويزيد ذلك من قدرته على تصريف المياه. كما يسهم الانحدار العام للمجرى (43.56 م/كم) في تسريع الجريان ورفع فرص التعرية، خصوصا في المناطق العليا من الحوض.

وعلى الرغم من تقارب قيم محيط الحوضين، وهو الأمر الذي يعكس تشابها نسبيا في الحدود الطبوغرافية، فإن الاختلاف في المساحة يؤدي دورا مهما في تحديد الشكل الهيدرولوجي لكل حوض. فحوض **الخمال** بمساحته الكبيرة (أكثر من 830 كم^2) يُظهر نسبة محيط إلى مساحة أقل، مما يشير إلى درجة أعلى من التماسك والانتظام في الشكل. وفي المقابل يتميز حوض **الحنو** بمساحة أصغر، وبرغم تقارب محيطه مع حوض الخمال فإن ذلك يمنحه شكلا أقل انتظاما مع تعقيد

طبوغرافي أكبر. ويمكن تفسير تقارب المحيط بين الحوضين بتشابه الظروف الطبيعية والمناخية، واتساق التكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة، وهو الأمر الذي انعكس على تقارب قياسات حدود التصريف النهائية.

وعند الأخذ بتلك المؤشرات يتبين أن حوض وادي الخمال يمثل حالة هيدرولوجية أكثر خطورة؛ إذ يتسم بانحدار عال (43.56 م/كم)، وكثافة تصريف مرتفعة (0.99 كم/كم^2)، إلى جانب المساحة الكبيرة وفارق الارتفاع الواضح بين أعلى وأدنى نقطة فيه. وهذه الخصائص تؤهله لتجمع وتسارع الجريان السطحي؛ مما يجعله أكثر عرضة لتكون السيول والانجرافات، خصوصا في حالات الهطول المطري المفاجئ، مقارنة بوادي الحنو الذي تظهر فيه المؤشرات بقيم أقل، وبميل هيدرولوجي أقل حدة.

9- نتائج الدراسة:

أظهرت نتائج التحليل المورفومترِي لوديي الحنو والخمال وجود فروق جوهرية في الخصائص الشكلية والهيدرولوجية، تعكس تأثير البنية الطبوغرافية على سلوك الجريان السطحي في كل حوض.

- الانحدار العام للمجرى: يبلغ في وادي الخمال 43.56 م/كم مقابل 26.10 م/كم في وادي الحنو، مما يضاعف سرعة الجريان ومعدل التعرية في الخمال.
- كثافة التصريف :(Dd) سجلت قيمة عالية في الخمال 0.99 كم/كم^2 مقابل قيمة معتدلة في الحنو 0.94 كم/كم^2؛ مما يشير إلى شبكة مجارى أكثر تفرعا في الخمال.
- مساحة الحوض: يتسم الخمال بمساحة أكبر (830.78 كم^2) مقارنة بالحنو (534.97 كم^2)؛ مما يعزز طاقته على تجميع المياه.
- معامل التعرج :(Si) يبلغ في الخمال 0.86 دالا على مجرى أقرب إلى الاستقامة، في حين يصل في الحنو إلى 0.79، مشيرا إلى تعرج أكثر ومسار أطول للجريان.
- نسبة الاستطالة (Er) ونسبة الشكل (Ff) متقاربتان في الواديين (الخمال = 0.66، 0.29؛ الحنو = 0.68، 0.29) مما يدل على شكل ممتد لكليهما لكن مع فرق مساحة وانحدار يعطي الخمال سلوكا هيدرولوجيا أسرع.

بناءً على ما سبق يعد وادي الخمال أكثر عرضة للسيول المفاجئة والتعرية، خصوصا خلال هطول الأمطار الشديدة، في حين يتسم وادي الحنو باستجابة هيدرولوجية أقل حدة؛ مما يوفر فرصا أكثر لمشاريع الاستدامة وتخزين المياه السطحية.

10- التوصيات:

بناءً على ما ورد في نتائج التحليل المورفومتري لواديي الخمال والحنو، يُقترح عدد من التوصيات التطبيقية والعلمية التي تسهم في الحد من الأخطار والاستفادة من الخصائص الطبيعية لكل وادٍ، على النحو الآتي:

1. تكثيف الدراسات الميدانية في وادي الخمال لرصد سلوك الجريان السطحي والفيضانات، وذلك لاستباق الأخطار الناتجة عن شدة الانحدار وكثافة التصريف.
2. إنشاء سدود صغيرة وحواجز ترابية في مناطق تجمع المياه في الحوض للتقليل من سرعة الجريان وتخزين المياه للاستفادة منها في أوقات الجفاف.
3. تطبيق نظم إنذار مبكر في وادي الخمال لرصد تطورات الحالة المطرية وتوعية السكان بآلية التعامل مع الحالات الطارئة.
4. الاستفادة من وادي الحنو كبيئة جغرافية مناسبة لمشاريع تجميع المياه والزراعة المطرية، نظرًا لانخفاض حدة الانحدار وتعرج المجرى الذي يساعد على ترسب الرواسب وتخزين المياه.
5. إجراء دراسات تكميلية تربط بين البيانات المورفومتريّة وتحليل صور الاستشعار عن بعد، لتحديث قواعد البيانات ودعم اتخاذ القرار البيئي والتخطيط العمراني.

11- المراجع (باللغة الإنجليزية):

Al-Harbi, A. (2022). Comparative morphometric analysis of Wadi Marr tributaries using GIS techniques in southwest Madinah region. *Journal of Saudi Geographical Studies, 11*(3), 44–61.

Bashir, B., & Alsalman, A. (2024). Identifying soil erosion-prone areas in the Wadi Haly catchment, Saudi Arabia using morphometric analysis and watershed features. *Applied Sciences, 14*(23), Article 10854.

El Bastawesy, M., & El Baroudy, A. (2023). Geo-morphological and geological characterization of Wadi Fatima basin using remote sensing and GIS. *Arabian Journal of Geosciences, 16*(4), Article 1234.

Gregory, K. J., & Walling, D. E. (1973). *Drainage basin form and process: A geomorphological approach*. Edward Arnold.

Horton, R. E. (1932). Drainage basin characteristics. *Transactions of the American Geophysical Union, 13*(1), 350–361.

Leopold, L. B., Wolman, M. G., & Miller, J. P. (1964). *Fluvial processes in geomorphology*. W.H. Freeman and Company.

Nag, S. K., & Chakraborty, S. (2003). Influence of rock types and structures in the development of drainage network in hard rock area. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 31*(1), 25–35.

Sharma, K. D., Jain, N. K., & Singh, H. P. (2018). Morphometric analysis using remote sensing and GIS techniques in Kanhar river basin. *Applied Water Science, 8*, Article 107.

Singh, R., Jhariya, D. C., & Dewangan, R. (2024). Prioritization of sub-watersheds in the Narangi basin (India) using morphometric analysis integrated with MCDM models. *Sustainability, 17*(5), 2124.

Singh, S. (1992). *Geomorphology*. Prayag Pustak Bhawan.

[Author unknown]. (n.d.). Region, Egypt, for flood hazard assessment using GIS and DEM. *Journal of Environmental Geomatics*.

Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of America Bulletin, 67*(5), 597–646.