Al-Mukhtar Journal of Social Science 41 (3): 457-468, 2023
Doi: https://doi.org/10.54172/xp9q0p62

Research Article **Open Access**

النمذجة الرقمية للخصائص الجيومورفولوجية لحوض وادي لهمسة

عوض عبد الواحد عوض محمد*

المستخلص: هدفت الدراسة إلى إنشاء نموذج رقمي متكامل لحوض وادي لهمسة يضم خرائط للارتفاعات والانحدارات وشبكة التصريف النهري، بالإضافة إلى توفير بيانات مورفومترية دقيقة للحوض باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية **Geographic Information Systems (GIS)**، والصور الرادارية أو ما يعرف بنماذج الارتفاعات الرقمية **Digital Elevation Models (DEM)**، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في وصف حوض التصريف وشبكته النهرية ووصف وتحليل نتائج قياس المعاملات المورفومترية، كما تم الاعتماد على الأسلوب الكمي من خلال استخدام العديد من المعاملات التي تقيس أبعاد الحوض وخصائصه المورفومترية. وتوصلت الدراسة لعدة نتائج منها أن حوض وادي لهمسة يميل في شكله إلى الاستطالة، ربما يكون ذلك نتيجة تجانس التكوينات الجيولوجية داخل الحوض، وأشارت قيمة نسبة التضرّس وقيمة الوعورة إلى قلّة تضرّس سطح الحوض، وأشارت قيمة التكامل الهبسومتري إلى أنّ الحوض قد وصل إلى مرحلة النضج في دورة التعرية.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي لهمسة، نظم المعلومات الجغرافية، نماذج الارتفاعات الرقمية، الخصائص المورفومترية.

عوض عبد الواحد عوض محمد*: قسم الجغرافيا، كلية الاداب جامعة عمر المختار، ليبيا

*AWADH ABDULWAHID AWADH : awad.mhamd@omu.edu.ly Geography Department, Omar Al-Mukhtar, Al Bayda, Libya

Received: 08 November 2023

Accepted: 20 Decembert 2023

Publish online: 31 December 2023

Digital modeling of the geomorphological characteristics of the Wadi Lahmsah Basin

Abstract: The intended purpose of this study was to produce an integrated digital model of Wadi LHMSAH basin, incorporating maps of elevations, slopes and drainage network; in addition to provide accurate morphometric data. This was achieved by utilizing Geographic Information Systems (GIS) software and Digital Elevation Models (DEM). A descriptive-analytic approach was employed to describe the drainage basin and its stream network, as well as analyze the results of the morphometric measurements. Furthermore, these measurements were calculated using a quantitative method engaging several parameters to determine the dimensions and morphometric characteristics of the basin. This study revealed various findings, including the elongated shape of Wadi LHMSAH basin, probably due to the homogeneity of the geological formations in it. Moreover, the Relief Ratio and Ruggedness Value indicated a low roughness of the basin's surface. Meanwhile, the basin's Hypsometric Integral suggests a mature phase in its erosional cycle.

Keywords: Wadi LHMSAH basin, Geographic Information Systems, Digital Elevation Models, Morphometric Characteristics

The Author(s) 2023. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) , which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium , provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

المقدمة:

تُقدّم نماذج الارتفاعات الرقمية **Digital Elevation Models (DEM)** المعالجة بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية **Geographic Information Systems (GIS)** تمثيلًا ومحاكاةً رقميةً لمظهر سطح الأرض داخل حوض التصريف، وذلك في صورة خرائط رقمية دقيقة للارتفاعات والانحدارات وشبكة التصريف، كما تُساهم في توفير قاعدة بيانات رقمية واسعة للخصائص المساحية والمورفومترية للحوض مقارنة بالطرق التقليدية المتمثلة في الخرائط الكنتورية التي تتأثر دقة بياناتها بمقياس الرسم ومدى خبرة الباحث في تحليل وقراءة الخريطة الكنتورية؛ وقد أوصت العديد من الدراسات الجيومورفولوجية لأحواض التصريف بضرورة الاعتماد على نماذج التضرّس الرقمي **(DEM)** بوصفها مصدر رئيسًا للبيانات لدقتها وحداثتها وسرعتها العالية، منها (دراسة مشتهى وآخرون، 2013) عن استخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية **(GIS)** في دراسة بعض الخصائص المورفومترية لوادي غزة، و(دراسة الحربي، 2016) حول نمذجة الخصائص التضاريسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية دراسة تطبيقية على وادي ملكان بالسعودية، و(دراسة الحشماوي، 2020) حول نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عوجيلة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية **(GIS)** والاستشعار عن بُعد. وتسعى هذه الدراسة إلى النمذجة الرقمية لحوض وادي لهمسة من خلال تصميم خرائط رقمية مختلفة تظهر طبيعة سطح الحوض، وبناء قاعدة بيانات مورفومترية رقمية دقيقة تخدم مشاريع التنمية التي قد تستهدف الحوض.

مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة حول دور تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إنتاج خرائط رقمية تبرز المعالم الجيومورفولجية الرئيسة في حوض وادي لهمسة كالارتفاعات والانحدار وشبكة المجاري المائية (شبكة التصريف) اعتمادًا على تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وبناء قاعدة بيانات مورفومترية دقيقة للخصائص الشكلية والتضاريسية وخصائص شبكات التصريف النهري للحوض، وتفسير دلالاتها الجيومورفولجية.

أهمية الدراسة:

توفر هذه الدراسة قاعدة بيانات رقمية واسعة عن حوض وادي لهمسة يمكن الاعتماد عليها في إنجاح العديد من المشاريع المختلفة التي تستهدف الحوض أو أجزاءً منه، مثل بناء السدود وشق الطرق وغيرها.

أهداف الدراسة:

1. تصميم خرائط رقمية للارتفاعات والانحدارات وشبكة تصريف الحوض بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وباستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

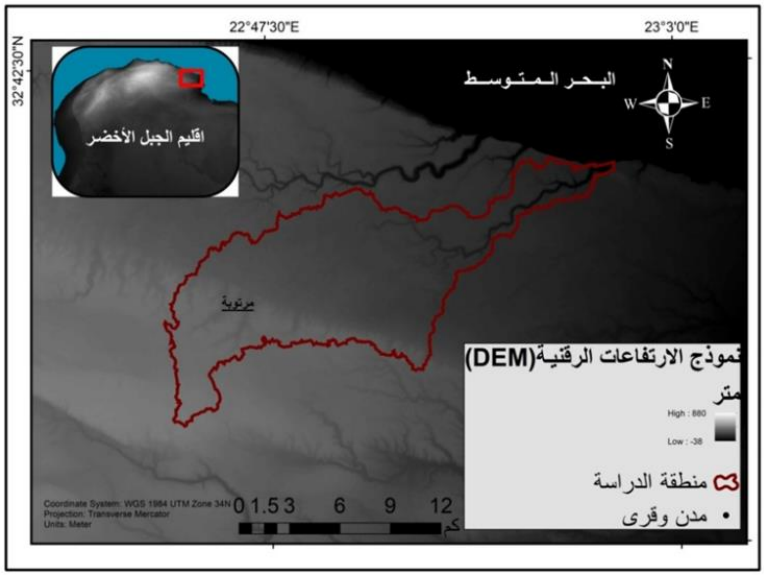
2. بناء قاعدة بيانات رقمية لأبعاد حوض وادي لهمسة وخصائصه المورفومترية.

3. تحليل المدلول الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للحوض.

منهجية الدراسة:

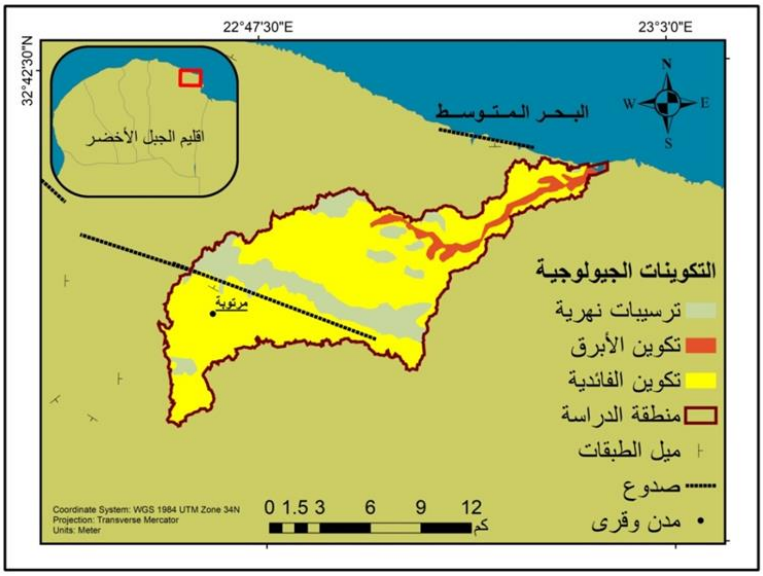
أولًا: موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي لهمسة شمال شرق إقليم الجبل الأخضر، وتبلغ مساحته 153.38 كم^2، وطوله 30.19 كم، ومتوسط عرضه 5.08 كم، ويصل محيطه إلى 96.83 كم، أمّا منابعه العليا فتقع جنوب منطقة مرتوبة على ارتفاع 363 متر فوق مستوى سطح البحر؛ ويأخذ الحوض شكلًا قريبًا من المستطيل، ويتجه مجراه الرئيس بصفة عامة نحو الشمال الشرقي ليصب في البحر المتوسط، شكل(1). ويتألف جيولوجيًا من تكوينات صخرية تعود للحقب الثلاثي Tertiary، وتتراوح أعمارها بين الأليجوسين الأوسط والميوسين الأوسط، أهمها تكوين الفايدية (أوليجوسين علوي– ميوسين أوسط) الذي يشكل 75.4% من مساحة الحوض، ويتكون في جزئه السفلي من طبقة من الطين أو المارل تميل للاخضرار، أما جزؤه العلوي فيتألّف من حجر جيري كلكارنيتي خشن الحبيبات دقيق التبلور ضعيف الصلابة، يحوي بعض بقايا الأحافير الشاطئية وأثارًا لصخور الجبس. أما تكوين الأبرق (أوليجوسين أوسط – علوي) فيظهر على امتداد المجرى الرئيس خاصةً في شمال الحوض، ويتكون من حجر جيري كالكرنيتي يغلب عليه اللون البني، وحجر جيري دولوميتي به بعض الأحافير الشاطئية، ويشكل قرابة 4.9% من مساحة الحوض، في حين تغطي ترسيبات الرباعي Quaternary 19.7% من إجمالي مساحة الحوض وتظهر على شكل طفل رملي ممزوج بالحصى، أو على شكل رواسب غرينية في هيئة تربة، وتنتشر في أجزاء متفرقة من الحوض، ففي بطون الأودية ذات الانحدار الهيّن تتكون ترسيبات الرباعي من مجروفات تربة مخلوطة بالحصى والحجارة، وبينما تظهر في المناطق المتضرّسة على هيئة ركاميات أسفل المنحدرات، شكل(2).



شكل (1) موقع حوض وادي الهمسة

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام برنامج Arc Map 10



شكل (2) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي الهمسة

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية مقياس 1:250000 وباستخدام برنامج ArcMap10

ثانيًا: مصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاعات الرقمية للحوض (DEM) المأخوذ عن القمر الصناعي Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer(ASTER)، وهو من تطوير كلٍ من وكالة الفضاء الأمريكية (NSA) ووزارة الصناعة اليابانية، وبدقة مكانية تصل إلى30 مترًا، بالإضافة إلى خرائط جيولوجية بمقياس1:250000 (لوحة درنة) للتعرّف على التكوينات الجيولوجية في الحوض.

ثالثًا: المنهج المستخدم:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في وصف حوض التصريف وشبكته المائية والخرائط المتحصل عليها من تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، كما تم الاعتماد على الأسلوب الكمي من خلال استخدام بعض المعاملات المورفومترية التي تقيس الخصائص الشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة التصريف النهري للحوض.

رابعًا: طريقة المعالجة:

استخدم الباحث برنامج Arc Map10، وهو أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية من إنتاج شركة معهد بحوث أنظمة البيئة Environmental System Research Institute (ESRI)، في تحديد الحوض واستخلاص شبكة التصريف وإنتاج الخرائط الرقمية المختلفة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وحساب أبعاد الحوض، وكانت آلية معالجة البيانات المشتقة من طبقة (DEM) على النحو الآتي:

1. تحديد حدود الحوض، باستخدام برنامج Arc Map 10 في اقتطاع جزء من نموذج الارتفاع الرقمي يتوافق مع المحددات التي تم استخلاصها من برنامج Google Earth، وذلك لإتمام اشتقاق البيانات المطلوبة.

2. إنتاج خرائط الارتفاعات والانحدارات واشتقاق شبكة تصريف الحوض من طبقة (DEM) وذلك من خلال قائمة Spatial Analyst Tools وأداة Hydrology وأداة Surface.

3. استخراج أبعاد الحوض، بحساب المساحة والمحيط باستخدام أداة X tool pro في برنامج Arc Map 10، ولحساب طول الحوض استخدمت أداة Measure لحساب المسافات، كما تم حساب بعض المعاملات المورفومترية بالاستعانة ببرنامج Excel.

وتشمل المعاملات المورفومترية التي تم تطبيقها ما يأتي:

1. أبعاد الحوض Basin Parameters:

وتتمثل في مساحة الحوض وطوله ومتوسط عرضه ومحيطه، والتي قيست اعتمادًا على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

2. الخصائص الشكلية لأحواض التصريف:

تفيد دراسة شكل الحوض في تحديد مراحل تطوره والعمليات التي شكلته، من خلال مقارنة شكل الحوض بالأشكال الهندسية، كالدائرة والمستطيل، وتشمل المعاملات الآتية:

1.2 معدّل الاستطالة Elongation Ratio:

يدل هذا المعدّل على مدى تشابه شكل الحوض والشكل المستطيل، وهو من أكثر المعاملات المورفومترية دقّة في قياس أشكال أحواض التصريف، وتشير استطالة الحوض لأن الحوض يمر ببداية دورة التعرية، وقد تنتج الأحواض المستطيلة عن عوامل تكتونية دون أن تتدخل عمليات النحت في شكل الحوض (سلامة، 2004، ص 178)، ويحسب على النحو الآتي:

معدّل الاستطالة = طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض/ أقصى طول للحوض

(Sohumm, 1956, P. 612)

2.2 معدّل الاستدارة Circularity Ratio:

يعبّر معدّل الاستدارة عن النسبة بين مساحة الحوض ومساحة الدائرة التي محيطها يساوي محيط الحوض، وبالتالي فهو يقيس مدى تقارب شكل الحوض والشكل الدائري المنتظم، وتشير القيم المرتفعة للاستدارة عادةً إلى كبر مساحة الحوض وقطعه شوطًا كبيرًا في دورته التحاتية (سلامة، 1982، ص 6)، ويحسب على النحو الآتي:

معدّل الاستدارة = مساحة الحوض كم^2/ مساحة دائرة لها محيط بنفس طول محيط الحوض

(Gregory, & Waling, 1973, P.51)

3.2 معامل شكل الحوض Form Factor:

ويعبّر عن العلاقة بين مساحة الحوض وطوله، أي أنه يصف مدى انتظام عرض الحوض على طول امتداده من منطقة المنبع حتى بيئة المصب، ويحسب على النحو الآتي:

معامل شكل الحوض = مساحة الحوض كم^2/ مربع طول الحوض كم

(Horton, 1932, P. 353)

4.2 نسبة الطول إلى العرض الحوضي Length / Width Ratio:

وتعبّر عن العلاقة بين طول الحوض وعرضه، أي أنها تصف مدى تناسق شكل الحوض، وتشير القيم المرتفعة لهذه العلاقة إلى استطالة الحوض وقلّة تناسق شكله، وتحسب على النحو الآتي:

نسبة الطول إلى العرض الحوضي = طول الحوض كم/ متوسّط عرض الحوض كم

(عاشور، 1986)

5.2 معامل الاندماج Compactness Coefficient:

يشير معامل الاندماج إلى مدى تجانس أو تناسق شكل محيط الحوض مع مساحته التجميعية، ودرجة انتظام تعرّج خطوط تقسيم المياه، ومدى تباعدها عن مركز الحوض (تراب، 1988، ص 72). ويحسب على النحو الآتي:

معدّل الاندماج = محيط الحوض كم/ محيط دائرة تكافئ مساحتها مساحة الحوض

(محمود محمد عاشور، 1991، ص 320)

3. الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف:

تبرز أهمية دراسة تضرّس الحوض باعتباره انعكاسًا لنشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل الحوض، إلى جانب تحديد المرحلة العمرية التي قطعها الحوض في دورته التحاتية، وتشمل ما يأتي:

1.3 نسبة التضرّس Relief Ratio:

وتعبر عن مدى تضرّس الحوض بالنسبة إلى طوله، وترتفع قيمتها بزيادة الفارق بين منسوب أعلى وأدنى نقطة في الحوض، وتقل مع زيادة طول الحوض، وتحسب على النحو الآتي:

نسبة التضرّس = تضاريس الحوض م/ طول الحوض كم

(Sohumm, 1956, P. 612)

2.3 قيمة الوعورة Ruggedness Value:

يقيس هذا المعامل العلاقة بين أكثر من متغيرين، أي بين تضرّس الحوض وأطوال المجاري والمساحة الحوضية، وبالتالي فهو يعبّر عن العلاقة بين تضرّس الحوض وكثافة التصريف (عاشور، 1991، ص 328).

قيمة الوعورة = كثافة التصريف × تضاريس الحوض/1000

(معتوق، 1988، ص 91)

3.3 نسبة التقطّع (معدّل النسيج الطبوغرافي) Texture Ratio:

وهي مقياس لنسيج شبكة التصريف ومدى تقطّع سطح الحوض بالمجاري المائية، وتقسّم نسبة تقطّع الأحواض إلى أنماط ثلاثة: الأول أحواض خشنة النسيج وهي التي يقل نسيجها عن الرقم 4، والثاني أحواض متوسطة النسيج وهي الأحواض التي يتراوح نسيجها من 4 إلى 10، والنمط الثالث أحواض دقيقة النسيج وهي التي يزيد نسيجها عن الرقم 10. وتحسب على النحو الآتي:

نسبة التقطّع = مجموع أعداد المجاري في الحوض/ محيط الحوض كم = مجرى/ كم

(Smith, K.G, 1950, P. 657)

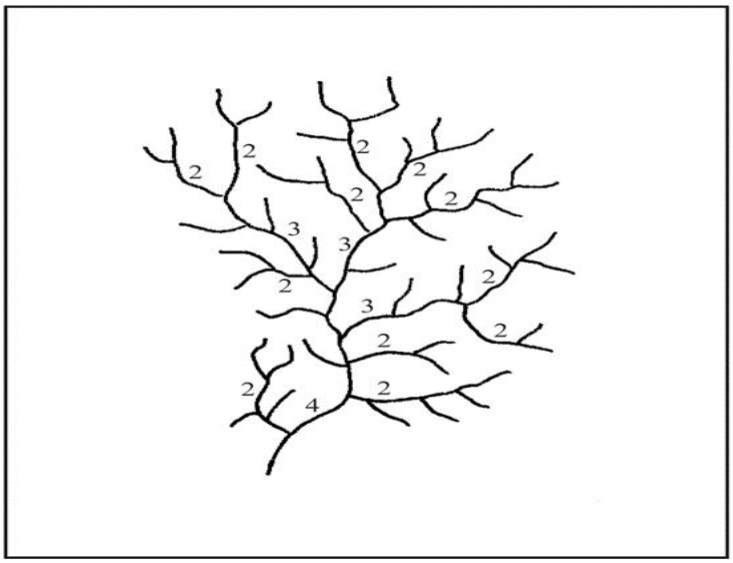
4.3 التكامل الهبسومتري Hypsometric Integral:

يعدّ التكامل الهبسومتري من أدقّ المعاملات التي تمثل الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية لأحواض التصريف (تراب، 1984، ص 182)، وتشير زيادة قيم التكامل الهبسومتري إلى كبر مساحة الحوض نتيجةً لعظم كثافة التصريف وانخفاض قيم التضاريس الحوضية ما يدل على التقدّم العمري للحوض (عاشور، 1991، ص 328)، ويحسب على النحو الآتي:

التكامل الهبسومتري = مساحة الحوض كم^2/ تضاريس الحوض م (مصطفى، 1982، ص 217)

4. خصائص شبكة التصريف:

وتشمل ترتيب مجاري شبكة التصريف بالحوض باستخدام طريقة (Strahler, 1952) كونها أكثر الطرق سهولة واستخدامًا، شكل(3)، ومن ثم عدّها وقياس أطوالها من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بواسطة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).



شكل (3) تصنيف الرتب النهرية حسب طريقة (Strahler1952)

المصدر: Strahler,1952, P.456

1.4 كثافة التصريف Drainage Density:

تعطي كثافة التصريف مؤشرًا جيدًا على مدى تعرّض الحوض لعمليات النحت والتقطّع بواسطة المجاري المائية، كما يمكن اعتبارها انعكاسًا للظروف المناخية والبنية ومدى ضعف أو صلابة التكوينات الصخرية ودرجة نفاذيتها، وتحسب على النحو الآتي:

كثافة التصريف = مجموع أطوال المجاري في الحوض كم/ مساحة الحوض كم^2 = كم/ كم^2

(Horton, 1932, P. 357)

2.4 تكرار المجاري Stream Frequency:

ويعبّر عن النسبة بين عدد المجاري في الحوض ومساحة الحوض، ويحسب على النحو الآتي:

تكرار المجاري = مجموع أعداد المجاري في الحوض/ مساحة الحوض كم^2 = مجرى/ كم^2

(Horton, 1945, P. 285)

3.4 معدّل بقاء المجاري Stream Maintenance:

ويعبّر عن العلاقة بين الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة من مجاري الشبكة، وكلما كبرت قيمة هذا المعامل دلّ ذلك على اتساع مساحة الأحواض على حساب مجاري شبكاتها محدودة الطول، ويحسب على النحو الآتي:

معدّل بقاء المجاري = 1/ كثافة التصريف = كم^2 / كم (المالكي، 2016، ص 200)

وقام الباحث بتصنيف درجات الانحدار داخل الحوض حسب تصنيف (Young 1972 p.173)، على النحو

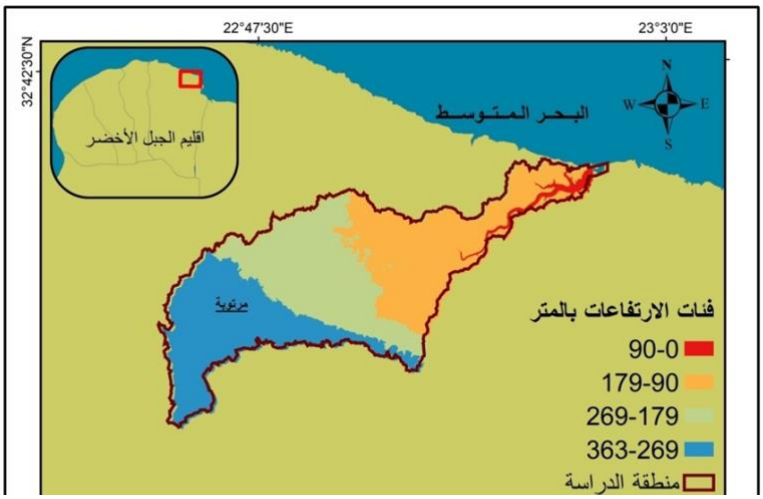
الآتي:

- الانحدارات الخفيفة، وتتراوح بين 0° – 5°.
- الانحدارات المتوسطة، وتتراوح بين 5° – 10°.
- الانحدارات فوق المتوسطة، وتتراوح بين 10° – 18°.
- الانحدارات الشديدة ، وتتراوح بين 18° – 30°.
- الانحدارات الشديدة جدًا، وتتراوح بين 30° – 44°.

النتائج:

1. تبيّن من تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) إمكانية إنتاج خرائط رقمية للحوض معالجة بواسطة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) تمثّل الارتفاعات والانحدارات واتجاهات الانحدار، وفيما يأتي وصفٌ تحليلي لكل خريطة على حدة:

1.1 تُبين خريطة الارتفاعات لحوض وادي لهمسة، شكل(4)، أنّ الأراضي التي يقل ارتفاعها عن 90 متر والواقعة شمال الحوض تمثّل أقل نسبة بين فئات الارتفاع في الحوض، وتبلغ مساحتها 3.6 كم^2 أي ما يعادل 2.34% من مساحته، في حين أنّ الأراضي التي يتراوح ارتفاعها بين 90 و179 متر تشكّل حوالي ثلث مساحة الحوض، إذ تبلغ مساحتها 52.4 كم^2 أي ما يعادل 34.18% من إجمالي المساحة، وتشكل المناطق التي يتراوح ارتفاعها بين 179 و363 مترًا، في وسط وجنوب الحوض، قرابة 97.3 كم^2 بنسبة بلغتْ 63.46% من إجمالي مساحة الحوض.

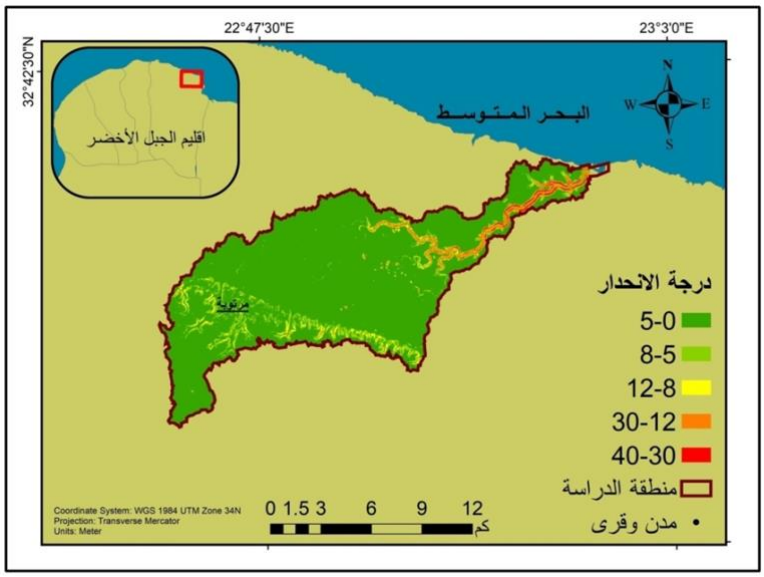


شكل (4) فئات الارتفاع في حوض وادي لهمسة

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام برنامج Arc Map 10

2.1 يُظهر تحليل خريطة درجات الانحدار داخل الحوض، شكل(5)، أن قرابة 132.99كم^2 من مساحة الحوض، أي ما يوازي 87.85%، هي أراضٍ ذات انحدار خفيف (أقل من 5°)، ما يشير إلى قلّة تضرّس سطح الحوض، في حين شغلت المنحدرات المتوسطة والشديدة (5° إلى 30°) مساحةً قدرها 17.42 كم^2، بنسبة 11.49% من مساحة الحوض، أما المنحدرات الشديدة (30° إلى 40°) فشكّلت 0.97 كم^2 بنسبة 0.64%، وتركّزت على طول المجرى الرئيس خاصةً في

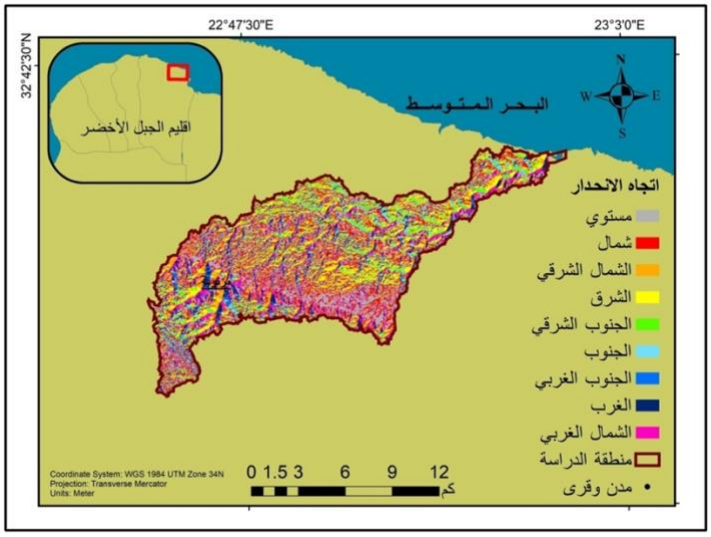
شمال الحوض.



شكل (5) درجات الانحدار في حوض وادي لهمسة

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام برنامج Arc Map 10

3.1 بيّنت الخريطة الرقمية لاتجاهات الانحدار داخل الحوض، شكل(6)، أنّ الأراضي التي يكون اتجاه انحدارها (شمال– شمال شرق– شرق) تشكّل 41.35% مساحة الحوض، حيث تغطي مساحة 62.2 كم^2، أمّا الأراضي شبه المستوية فتشكّل ما نسبته 22.14% من مساحة الحوض وتشغل مساحةً قدرها 33.3 كم^2، وشكّلت الانحدارات التي اتجاهها (جنوب– جنوب شرق– جنوب غرب) نسبة 17.8% وبلغت مساحتها 26.8 كم^2 من مساحة الحوض، في حين بلغت نسبة الانحدارات التي اتجاهها (غرب– شمال غرب) 18.66% بمساحةٍ بلغت 28.08 كم^2.



شكل (6) اتجاهات الانحدار في حوض وادي لهمسة

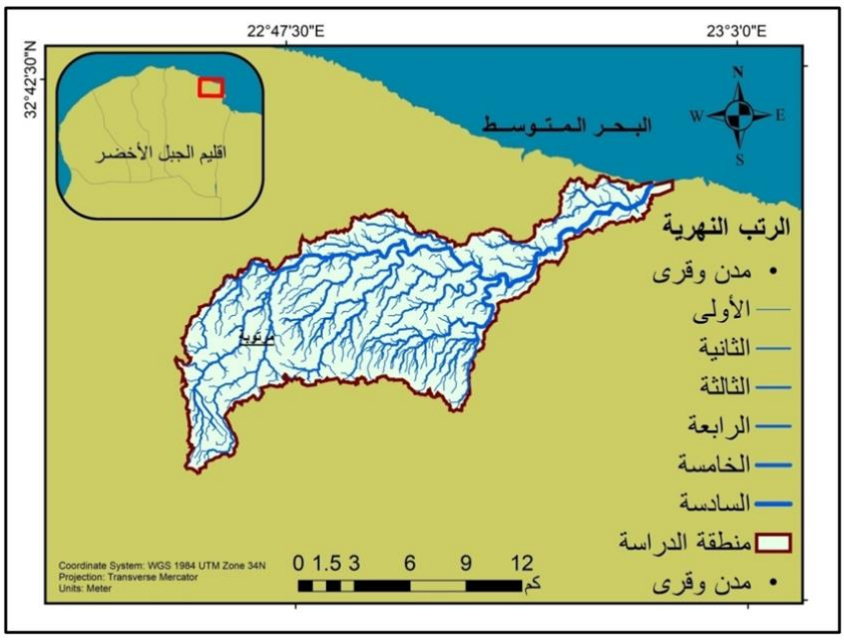
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام برنامج Arc Map 10

2. تبيّن من دراسة الخصائص المورفومترية للحوض والمشتقة من تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ما يلي:

1.2 بلغت قيم معدّلات الاستطالة والاستدارة والاندماج (0.46– 0.2– 2.2) على التوالي، ما يشير إلى أنّ شكل الحوض يقترب من الاستطالة ويبتعد عن الاستدارة، كما دلّت قيم معامل الشكل ونسبة الطول إلى العرض الحوضي (0.16– 5.94 كم/كم) على أن طول الحوض أكبر من عرضه بحوالي ستة أضعاف، ما يؤكد استطالة الحوض.

2.2 دلّت قيم نسبة التضرّس وقيمة الوعورة ونسبة التقطّع (12.02 م/كم– 0.96– 5.76) على قلّة تضرّس الحوض قياسًا إلى طوله ودرجة تقطّع أراضيه بالمجاري المائية، وبلغت قيمة معامل التكامل الهبسومتري (0.42) ما يشير إلى أن الحوض قد قطع شوطًا لا بأس به من دورة التعرية ووصل إلى مرحلة النضج.

3.2 تبيّن من تحليل خريطة شبكة التصريف أنّ حوض وادي لهمسة وصل إلى الرتبة السادسة، وبلغ مجموع أعداد مجاريه 558 مجرى بإجمالي أطوال 408.41 كم، وبلغ عدد مجاري الرتبة الأولى 442 مجرى بطول 196 كم، وعدد مجاري الرتبة الثانية 89 مجرى بطول 107.43 كم، وعدد مجاري الرتبة الثالثة 19 مجرى بطول 57.59 كم، وعدد مجاري الرتبة الرابعة 5 مجاري بطول 15.23 كم، وعدد مجاري الرتبة الخامسة 2 مجرى بطول 19.79 كم، ومجرًى واحدًا من الرتبة السادسة بطول 12.36 كم، شكل (7).



شكل (7) شبكة التصريف في حوض وادي لهمسة

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وباستخدام برنامج Arc Map 10

4.2 بلغت قيمة كثافة التصريف 2.66 كم/كم^2 ما يشير إلى أنّ الحوض يقع ضمن كثافة التصريف المنخفضة (أقل من 12) حسب تصنيف (Strahler 1964)، ووصلت قيمة معامل تكرار المجاري ومعدّل بقائها إلى 3.63 مجرى/كم و0.37 كم^2/كم على التوالي، ما يؤكد قلّة تقطّع سطح الحوض بالمجاري المائية.

الخاتمة:

تمكّنت هذه الدراسة من إنشاء نمذجة رقمية لحوض وادي لهمسة، بإنتاجها لمجموعة من الخرائط التي تُعبّر عن شكل سطح الأرض داخل الحوض، كالارتفاعات والانحدارات وشبكة التصريف النهري، كما وفّرتْ مجموعةً من القياسات الدقيقة لأبعاد الحوض وخصائصه الشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة التصريف، واستعانت بأحدث التقنيات العلمية في الدراسة الجيومورفولوجية متمثلةً في نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وتوصي باستخدامها في دراسة أحواض التصريف لدقتها وسرعتها وتوفيرها لكمٍّ كبيرٍ من البيانات الرقمية التي يمكن الاستفادة منها في مشاريع التنمية المختلفة التي قد تستهدف الحوض أو أجزاءً منه.

المراجع:

أولاً: الكتب:

- المالكي، عبد الله سالم (2016):أساسيات علم الأشكال الأرضية "الجيومورفولوجي"، دار الوضاح، عمان.
- سلامة، حسن رمضان(2004):**أصول الجيومورفولوجيا**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.
- عاشور، محمود محمد وآخرون (1991): **وسائل التحليل الجيومورفولوجي**، بدون ناشر، القاهرة.

ثانيًا: الرسائل العلمية:

- تراب، محمد مجدي (1988): **حوض وادي بدع جنوب غرب السويس فيما بين وادي حجول شمالاً ووادي غويبة جنوباً دراسة جيومورفولوجية**، (رسالة دكتوراه غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- مصطفى، أحمد أحمد (1982): "**حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية**"،(رسالة دكتوراه غير منشورة)،قسمالجغرافيا،كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- معتوق، أحمد السيد (1988): **حوض وادي عمباجي غرب القصير دراسة جيومورفولوجية**، (رسالة دكتوراه غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

ثالثًا: الدوريات والمجلات العلمية:

- الحشماوي، وآخرون (2020): نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عوجيلة المائي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، مجلة مداد الآداب، **العدد الأول**، الجامعة العراقية، بغداد.
- الحربي، نوير مسرى ناعم (2016): نمذجة الخصائص التضاريسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية على وادي ملكان، المجلة المصرية للتغيرات البيئية، **المجلد الثامن، العدد الأول.**
- سلامة، حسن رمضان (1982): الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد الثالث والأربعين، الكويت.

- عاشور، محمود محمد (1986): طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد التاسع، جامعة قطر.
- مشـــتهى، عبدالعظيم قدوره، وآخرون (2013): بعض الخصـــائص المورفومترية لوادي غزة باســـتخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 18.

رابعًا: الوثائق الرسمية:

- الجمهورية العربية الليبية، مركز البحوث الصـــناعية (1973): **خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1:250000، لوحة درنة ش ذ 34-16** ، طرابلس.

Gregory, K.J., and waling, D.E., (1973); Drainage Basin form and Process A Geomorphological Approach, London, p51.

Horton, R.E., (1932); Drainage Basin characteristics, Transactions of the American Geographical Union, 13.

Strahler, A, N., (1952); physical geography, fourth edition.

Strahler, A. N, (1964), Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and channel Network, in chow, v. T(Editor), Hand book of Applied Hydrology, New York.

Young. A, (1972): Slops, Oliver, and Boyd, Edinburgh.

Horton, R.E., (1945); Erosional Development of Stream and Their Drainage Age Basins; Hydro physical Approach to Quantitative Morphology, geol. Soc. Amer. Bull., 56.

Smith, K.G., (1950); Standards for Grading Texture of Erosional Topography. Amer. Jour. sci, Vol. 248.

Sohumm, S.A., (1956); Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey, Bull. Amer. Geol. 67.

www.jspaces_ystemes.or.hP , ASTER Global Digital Elevation Model Version 2- summary of Validation ResuIts,2011.