الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي لبدة بليبيا

عبد السلام إبراهيم حسين أبونوار

قسم البيئة والموارد المائية– كلية الهندسة التقنية، مسلاته، ليبيا

ababd7238@gmail.com

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص الهيدرومورفومترية (المورفومترية والهيدرولوجية) لشبكة التصريف المائي لحوض وادي لبدة بليبيا والمتمثلة في الخصائص المساحية والطولية والشكلية والتضاريسية فضلاً عن التعرف على بعض المتغيرات الهيدرولوجية مثل زمن الاستجابة والتباطؤ وحجم الجريان السطحي، واعتمدت الدراسة على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) والبيانات المناخية والهيدرولوجية، أظهرت الدراسة أهمية نظم المعلومات الجغرافية ودورها في تحليل الخصائص الهيدرولوجية، وقد أوصت الدراسة بإنشاء محطات قياس مترولوجية وهيدرولوجية منتظمة في الحوض لعمل قاعدة بيانات عن المتغيرات الحوضية من أجل الحصول على بيانات دقيقة يمكن الاعتماد عليها في الدراسات المستقبلية للحوض.

الكلمات المفتاحية: *التحليل الهيدرومورفومتري، الحوض المائي، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد.*

المقدمة:

أضافت الدراسات المورفومترية القائمة على القياسات والتحليل الكمي الكثير على الدراسات الجيومورفولوجية خاصة في مجال دراسة الاحواض النهرية، وقد ازدادت أهمية التحليل الكمي للعمليات الجيومورفولوجية للشبكات النهرية منذ منتصف القرن العشرين، وذلك عندما تطرق (Horton, 1945; Strahler, 1964) إلى التحليل الكمي للعمليات الجيومورفولوجية في الأحواض النهرية والشبكة المائية، حيث قام (Horton, 1945) بتصنيف الروافد النهرية وتبعه (Strahler, 1964) بتعديل طريقة تصنيف الروافد النهرية، وتحظى دراسة الأحواض النهرية باهتمام الجيومورفولوجيين والهيدرولوجيين، لأنها تعكس الكثير من الخصائص التي تميز الحوض من تضرس وشكل الحوض والكثافة التصريفية والتركيب الجيولوجي وغيرها من الخصائص، كما يتم من خلالها استخلاص بعض المتغيرات الهيدرولوجية خاصة تقدير زمن حدوث الفيضان (Walling & Gregory, 1968) وتحتوي الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية على معلومات مهمة تتعلق بتشكيلها وتطورها لأن جميع العمليات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية تحدث ضمن هذه الأحواض (Singh, 1992) وتستخدم تقنيات نظم المعلومات الجغرافية اليوم لتقييم مختلف التضاريس والمعلومات المورفومترية لأحواض الصرف والأحواض المائية لأنها توفر بيئة مرنة وأداة قوية لمعالجة وتحليل المعلومات المكانية (Kuldeep & Upasana, 2011)، وتعد أحواض التصريف وشبكاتها من أبرز المظاهر الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة، حيث تهدف دراستها إلى معرفة خصائصها المساحية والتضاريسية والتصريفية نمط الجريان والعوامل المؤثرة فيه.

أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في مواكبة الطرق التقنية الحديثة في مجال استخلاص الخصائص المورفومترية من حيث تحديد الشبكة النهرية واتجاه الجريان بالحوض المائي وغيرها من القياسات المورفومترية الذي سيساعد في بناء قاعدة

بيانات جغرافية للمتغيرات المورفومترية، وتتجسد أهمية الدراسة فيما يلي:

1 – معالجة الشحة المائية في المنطقة والتي تعد إحدى دراسات التحليل المكاني باستخدام التقنيات الحديثة، إذ يتم من خلال هذه التقنيات إنتاج خرائط تفصيلية لمنطقة الدراسة.

2 – إنشاء خرائط رقمية لحوض وادي لبدة توضح حدوده وشبكة التصريف المائي فيه.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى استخدام تقنية المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation (DEM) Models في الحصول على قياسات الشبكة النهرية لحوض وادي لبدة بأقل جهد مع بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية وخصائص الشبكة النهرية للحوض، ومن تم الخروج بمجموعة من الخرائط الرقمية لهذه القياسات، وتحديد المرحلة التي يمر بها الوادي من حيث التطور من خلال المعامل الهبسومتري، فإن وادي لبدة يعتبر من أهم الأودية المهمة لتجميع المياه لتخزينها لغرض الاستفادة منها في تغذية المحزون الجوفي، لذا تتجسد أهداف الدراسة فيما يلي:

– دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف ودلالاتها الجيومورفولوجية.

– تحليل شبكات التصرف المائي لحوض وادي لبدة.

– بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي لبدة.

مشكلة الدراسة:

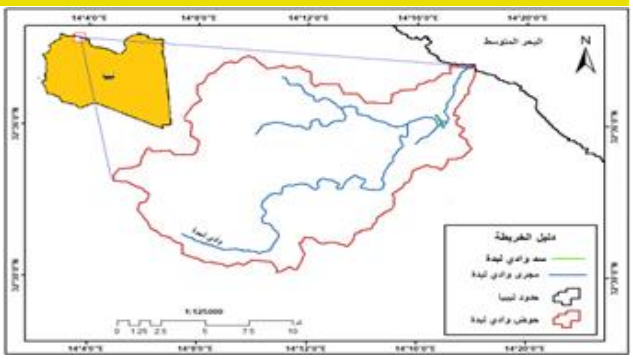
يُعَد وادي لبدة في غرب ليبيا، أحد الأودية التي تساهم في حجز المياه لغرض تغذية المخزون الجوفي والمحافظة على منسوب مستوى المياه الجوفية، لذا كانت الحاجة ماسة إلى دراسة جميع الخصائص المورفومترية الهيدرولوجية لمعرفة حجم المياه المتدفقة عبر حوض التصريف وإمكانية الاستفادة منها في تلك المناطق.

منهجية الدراسة:

تعتمد الدراسة على توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في معالجة صور الأقمار الصناعية المعروفة بنماذج الارتفاع الرقمي العالمي (DEM) بدقة 30 م بعد تحديد منطقة الدراسة وفقاً للإحداثيات الجغرافية الليبية، حيث اعتمد الباحث في دراسته على المنهج الإقليمي، حيث يركز البحث على منطقة محددة هي منطقة (حوض وادي لبدة)، كما اعتمدت الدراسة على الأسلوب الكمي من خلال استخدام بعض المعاملات المورفومترية التي تساعد في دراسة الخصائص الشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة التصريف المائي.

حدود منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي لبدة في الجزاء الشمالي الغربي من ليبيا كما هو موضح بالخريطة (1)، ويقع وادي لبدة جغرافياً بين خطي طول "**0′4** °**14** غرباً و "**0′19** °**14** شرقاً ودائرتي عرض "**0′30** °**32** جنوباً والبحر المتوسط شمالاً.



الشكل (1) يبين موقع منطقة الدراسة.

المصدر: الباحث باستخدام برنامج Arc gis 10.3 بالاعتماد على نموذج DEM من القمر الصناعيSRTM,2022.

الملامح الطبيعية لمنطقة الحوض:

التركيب الجيولوجي:

يمثل التكوين الجيولوجي في نوعية الصخور وصفاتها التي تنعكس بشكل واضح على العديد من الخصائص المساحية والشكلية للحوض، وتؤثر على كثافة التصريف النهري للحوض (أبوالعينين، 2000)، ويظهر في حوض وادي لبدة مجموعة من التكوينات الصخرية التي يرجع تكوينها إلى أزمنة جيولوجية متعددة وهي كالاتي:

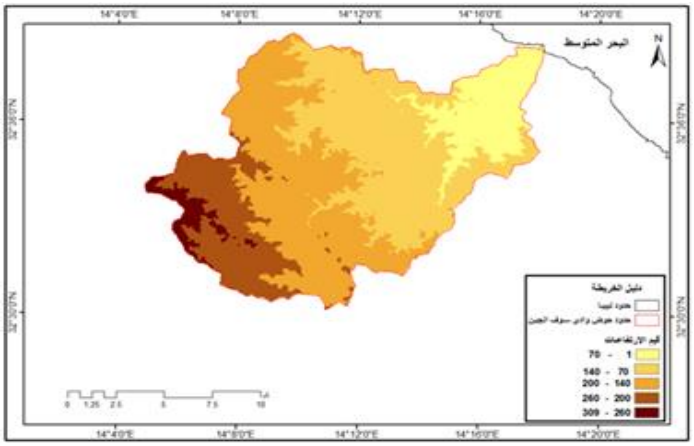
1- رواسب مائية وريحية: تعود هذه الرواسب إلى العصر الرابع وهذه الرواسب غير مقسمة تظم رواسب نهرية وريحية وتكوينات ركامية.

2- تكوين الخمس: وهي طبقة من عصر الميوسين، تحتوي هذه الطبقة على تداخلات كربونات ومارل وطين.

3- تكوين سيدي الصيد: وهي طبقة من العصر الطباشيري وتظم حجر جيري وحجر جيري دولوميتي مع تداخلات من المارل في الأجزاء السفلى وطين ومارل وجبس في الجزاء الأعلى.

السمات العامة للسطح:

تتفاوت مناسيب الارتفاع بمنطقة الحوض من (1 – 309) متراً فوق مستوى سطح البحر إذ يصل أقصى ارتفاع في المنطقة الجنوبية الغربية لحوض الوادي (شكل2).



شكل(2): فئة الارتفاعات بمنطقة الحوض.

المصدر: الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

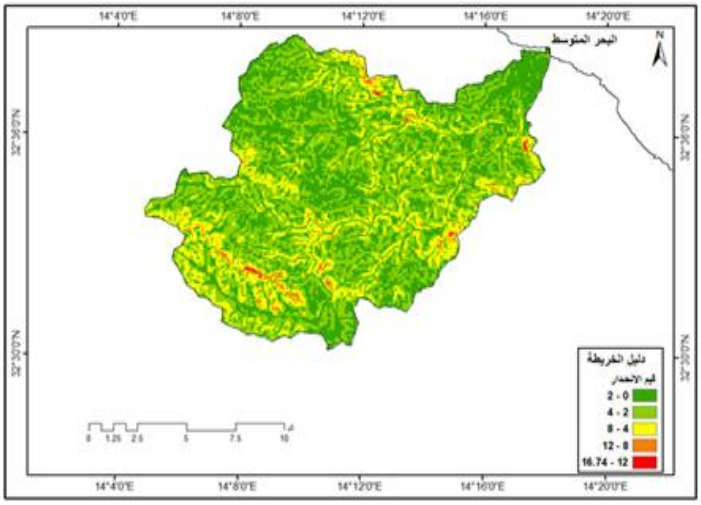
جدول (1) فئات الارتفاعات ومساحتها والنسبة المئوية بمنطقة الحوض.

ت	الارتفاع (م)	المساحة (كم2)	النسبة المئوية (%)
1	70 - 1	24.6	12.9
2	140 - 70	66.0	34.7
3	200 - 140	65.1	34.4
4	260 - 200	28.6	15.0
5	309 - 260	5.7	3.0
المجموع		190	% 100

المصدر: الباحث باستخدام ArcGIS استناداً إلى الشكل (2).

انحدار الحوض:

للانحدار أهمية بالغة لما لها من تأثير على كافة النشاطات البشرية والطبيعية على حد سواء، فمثلاً عند دراسة تأثير سرعة جريان المياه في أحد الاحواض المائية لابد من الأخذ بالحسبان ميل واتجاه الانحدار في تلك المنطقة للدلالة على سرعة تدفق المياه داخل مستجمعات المياه ومعرفة الفترة الزمنية المحتاجة للوصول لحالة الاستقرار والثبات، بالإضافة لتأثيره على كافة خصائص الشبكة النهرية من معدل التشعب والكثافة النهرية والتكرار النهري، وقد صنفت فئات الانحدار بمنطقة الحوض الى خمس فئات، حيث نجد أن أكبر مساحة لفئات الانحدار هي فئة الانحدارات الخفيفة بنسبة مئوية بلغت 47.37 % ويبين الجدول (2) والشكل (3) أن الانحدارات شبه المستوية والخفيفة مثلث أكثر من 80% من مساحة الحوض، حيث تتركز في أجزاء متفرقة من مساحة الحوض.



شكل (3) يبين فئات بمنطقة الحوض.

المصدر: الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

جدول(2): تصنيف فئات ومساحة ونسبة الانحدار بمنطقة الحوض.

ت	فئة الانحدار بالدرجة	المساحة (كم²)	النسبة (%)	توصيف الانحدار
1	2 – 0	65	34.21	انحدار شبه مستوى
2	4– 2	90	47.37	انحدار خفيف
3	6 - 4	25	13.16	انحدار فوق الخفيف
4	10 - 6	9	4.74	انحدار متوسط
5	17 - 10	1	0.53	انحدار فوق متوسط
المجموع		190	100	

المصدر: الباحث بناءً على الشكل (3) باستخدام ArcGIS

الغطاء النباتي واستخدامات الأرض:

يعتبر نوع وكثافة الغطاء النباتي انعكاساً لعدة عوامل طبيعية متمثلة في الظروف المناخية والتضاريس ونوع التربة، كما أنه يؤثر على عمليات التعرية السائدة في الحوض ويؤثر على البنية الصخرية حيث يؤدي إلى توسيع الشقوق والفواصل، كما يؤدي إلى زيادة نشاط عمليات التجوية الكيميائية بالإضافة إلى تأثيره على كمية التدفق والجريان السطحي وتقليل كميات التسرب إلى داخل التربة، بالإضافة إلى تقليله من عمليات انجراف الطبقات العليا للتربة، وقد تم تصنيف أنواع الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة وفقاً للخريطة شكل (4) والجدول (3) يبين أنواع الغطاء النباتي وكذلك مساحة كل نوع من هذه الأنواع.

أنواع الغطاء النباتي Vegetation:

- الاعشاب والشجيرات وتشمل بعض النباتات الكثيفة الطويلة وتشمل:

– أشجار غابات: وهي عبارة عن غابات شجرية متساقطة الأوراق لا يزيد ارتفاعها عن 2م منها السدر حيث يتواجد متناثر على طول حوض الوادي.

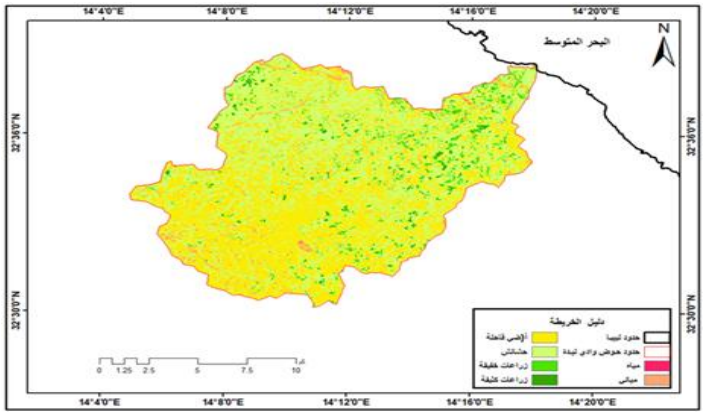
– شجيرات متفرقة: عبارة عن شجيرات قصيرة تظهر على شكل تجمعات متفرقة في الحوض بالإضافة إلى قليل من أشجار الزيتون.

- الحشائش والأعشاب الطبيعية تمتاز بأنها فصلية أو حولية لا تحتاج لأي كميات كبيرة من الأمطار لنموها، قد توجد مستقلة أو متداخلة مع بعض الأشجار الأخرى.
- الزراعات وتتمثل في بعض المحاصيل التي لا يصل ارتفاعها إلى ارتفاع الاشجار مثل الذرة والقمح والشعير.

جدول (3) يبين أنواع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.

ت	التصنيف (أنواع الغطاء النباتي)	نسبة المساحة %	المساحة (كم²)
1	المياه	0.03	0.06
2	مباني	2.63	5
3	أراضي قاحلة	46.63	88.6
4	حشائش	44.39	84.34
5	زراعات خفيفة	5.26	10
6	زراعات كثيفة	1.05	2
	المجموع	100	190

المصدر: الباحث بالاعتماد على ArcGIS استناداً على الشكل (4).



شكل (4) يبين الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة

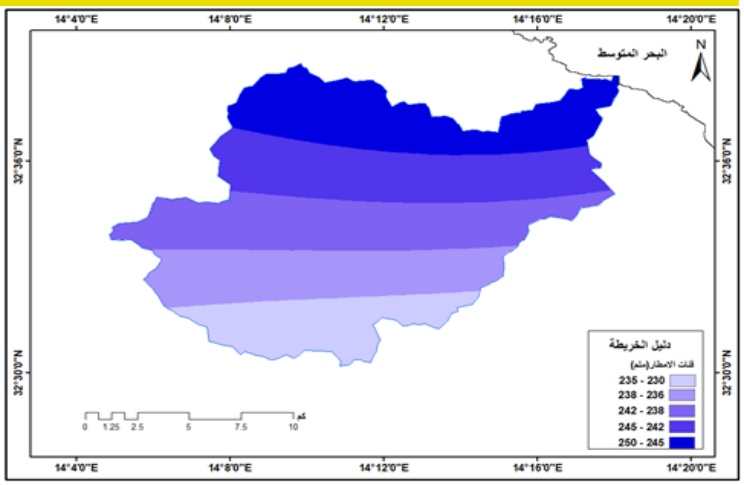
المصدر: الباحث بالاعتماد على مرئية Land sat8 باستخدام برنامج ArcGIS

المنـاخ:

يعتبر المناخ أحد العناصر الأساسية المؤثرة في النظام النهري ويؤثر بشكل مباشر على كل من الجيولوجية والتربة والغطاء النباتي والتي تنعكس على التعرية النهرية والعمليات الجيومورفولوجية في الحوض، كما يؤثر على الخصائص المورفومترية للحوض مثلاً المساحة الحوضية تختلف حسب الإقليم المناخي الذي ينتمي إليه الحوض (سلامة، 2010).

الأمطـار:

تعتبر الأمطار من أهم الخصائص المناخية التي لها تأثير كبير في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية عامة، وفي خصائص الشبكة المائية والتصريف المائي خاصة، يقع حوض وادي لبدة في منطقة يبلغ متوسط الأمطار بها ما بين (230 – 250 ملم)، ونتيجة لعدم وجود البيانات الكافية المتعلقة بكميات الأمطار الساقطة التي تغطي جميع مساحة الحوض المائي، وبالرغم من وجود محطات لقياس كميات الأمطار الساقطة في بعض المناطق الواقعة ضمن نطاق الحوض المائي إلا أنها لا تكفي لإعطاء صورة واضحة عن كميات الأمطار على كل منطقة الحوض، وبالتالي فقد تم الاعتماد على مجموعة بيانات (cru cy) التي تنتجها وحدة الأبحاث المناخية (cru) في جامعة إيست أنجليا (East Anglia).



شكل (5) يوضح متوسط كميات الامطار السنوية ما بين (2011 – 2021).

المصدر: الباحث بالاعتماد على الموقع (مجموعة بيانات وحدة الأبحاث المناخية (cru) في جامعة ايست أنجليا(East Anglia).
(https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg)

التربة Soil:

يؤثر نوع التربة وخصائصها في مدى احتفاظها بالمياه والرطوبة مما يؤثر في بعض الخصائص الهيدرولوجية وخصوصاً كثافة التصريف والتكرار النهري، فكلما زادت مسامية ونفاذية وجفاف التربة انعكس ذلك على انخفاض قيم كثافة التصريف والتكرار النهري وكذلك كمية وسرعة الجريان السطحي، وقد تم تصنيف التربة في حوض وادي لبدة وفقاً لخريطة التربة حسب التصنيف للسيد سلخوزبروم اكسبورت 1980م (الشكل 4)، وبذلك يمكن تتبع أنواع التربة على النحو التالي:

1 – التربة البنية الجافة مميزة الافاق (FBsd): وهي خليط من التربة القاحلة ذات اللون البني المحمر، تنتشر في بعض الاجزاء الشرقية والغربية من الحوض، وتتميز بقوامها الخشن (الرملي أو الرملي الطمي) حيث ترتفع بها نسبة الرمل الذي يجعلها عديمة البناء وضعيفة التماسك في حالتها الجافة، بالإضافة إلى فقرها بالمادة العضوية، وبالتالي تنخفض مقدرتها على الاحتفاظ بالمياه نتيجة لارتفاع نفاذيتها وزيادة معدلات الرشح بها.

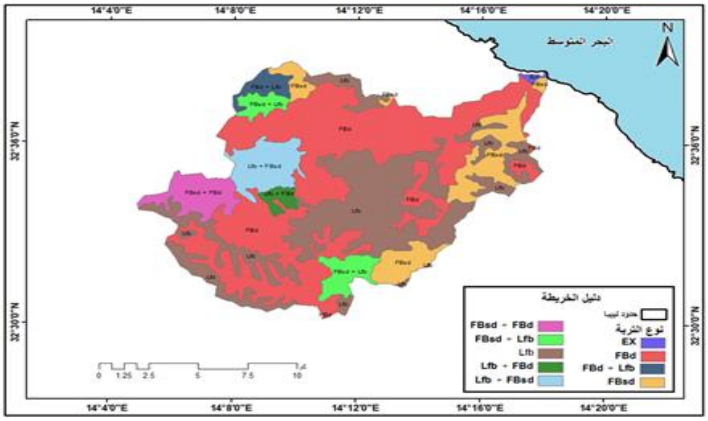
2 – التربة البنية الحمراء الضحلة (Lfb): تنتمي لليتوسولات ذات اللون البني المحمر، حيث تتركز في وسط الحوض بالإضافة إلى تواجدها على المرتفعات والمنحدرات القريبة من خطوط تقسيم المياه وتتصف هذه التربة بضحالة قطاعاتها إلى أقل من (30 سم) لذا تتخللها الاسطح الصخرية والقشور الصلبة، كما تتميز بانتشار الكتل الصخرية الكبيرة الحجم، المبعثرة على سطح الأرض، وبالتالي فهي عديمة البناء مما يقلل من قيمتها الاقتصادية.

3 – التربة البنية الجافة الضحلة مميزة الافاق (FBsd.Lfb): وهي خليط من التربة القاحلة ذات اللون البني المحمر المتمايزة قليلاً مع التربة الليتوسول ذات اللون البني المحمر، ينتشر هذا النوع على المرتفعات والمنحدرات القريبة من خطوط تقسيم المياه، وتتميز بارتفاع نسبة الرمل وبالتالي فهي عديمة البناء وضعيفة التماسك في حالتها الجافة، إضافة لفقرها في المادة العضوية مع انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء وزيادة عامل الرشح.

4 – تربة قاحلة متباينة ذات لون بني محمر(FBd): تربة ضحلة فوق مواد حجرية غير متماسكة بها صخور

جيرية على السطح.

5 – رمل والرمل الطميي: يتواجد هذا النوع في نهاية مصب الوادي وبالقرب من البحر.



الشكل (6) خريطة التربة لحوض وادي لبدة.

المصدر: الباحث بالاعتماد على خريطة التربة لسلخوزبروم اسبورت 1980 باستخدام GIS.

جدول (4) أنواع التربة في منطقة الدراسة حسب شكل (6).

	نوع التربة	المساحة (كم²)
1	FBd ترية قاحلة متباينة ذات لون بني محمر	84.47
2	FBsd التربة البنية الجافة مميزة الافاق	18.51
3	EX رمل و الرمل الطميي	0.45
4	Lfb التربة البنية الحمراء الضحلة	55.51
5	FBd + Lfb خليط من التربة القاحلة مع التربة البنية الضحلة	3.30
6	FBsd + Lfb خليط من التربة البنية الجافة مع التربة البنية الضحلة مع سيادة التربة الجافة	7.9
7	Lfb + FBsd خليط من التربة الضحلة مع الجافة مع سيادة الضحلة	9.77
8	FBsd + FBd خليط من التربة البنية الجافة مميزة الافاق مع التربة القاحلة	8.34
9	Lfb + FBd خليط من التربة الضحلة مع التربة القاحلة	2.17
	المجموع	190.42

المصدر: الباحث بالاعتماد على خريطة التربة لسلخوزبروم اكسبورت 1980.

الدراسات السابقة:

كانت الدراسات المورفومترية سابقا تعتمد في قياساتها واستخلاص البيانات على الأساليب التقليدية معتمدة على مقاييس الرسم للخرائط الطبوغرافية إلا أن نتائجها كانت غير دقيقة، ولكن وبعد استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد أسهمت هذه التقنية وبشكل كبير في استخلاص العديد من الخصائص المورفومترية للأحواض المائية في كثير من الدراسات الحديثة ومن أهم هذه الدراسات هي على النحو الآتي:

– دراسة (أبو الشواشي، 2003)، حول حوض وادي المجينين، تركزت على الخصائص المورفومترية بما فيها التحليل الجيومورفولوجي لحوض التصريف، ومن أبرز ما توصلت إليه هذه الدراسة، أن حوض وادي المجينين يتكون من أربعة أحواض فرعية، وأوضحت نتائج الخصائص الشكلية للحوض بأنه متوسط الاستدارة، أما أحواض الأودية الفرعية فتميل إلى الشكل المثلث، كما بينت أن العوامل الطبيعية لها تأثير مباشر على الخصائص المورفولوجية

للحوض، وأن وادي المجينين يمر بمرحلة التوازن (التعادل) التي تتوسط مرحلتي الشباب والشيخوخة. – ودرست (العلاجي، 2010) السمات المورفومترية لحوض وادي يلملم بالمملكة العربية السعودية واستخلاص قاعدة بيانات جغرافية يمكن من خلالها إظهار المدلول الهيدرولوجي لحوض الوادي، توصلت الدراسة إلى فهم المدلول الهيدرولوجي للخصائص المرفومترية والتأكد من صحتها ومدى العلاقة بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية. وفي دراسة لـ (مصباح، 2011) تناول خلالها هيدروجيومورفولوجية حوض وادي بن واليد في ليبيا، توصلت الدراسة إلى أن معدل تشعب شبكة المجاري لهذا الوادي قد بلغت (5.5)، كما أشارت الدراسة لقلة المجاري المائية وزيادة معدل التصريف بالإضافة إلى أن هذا الوادي لايزال في مراحله الأولى من دورة تصريفه، الأمر الذي أدى إلى أنه لا يشكل خطورة في سيوله. ودرس (سلوم، 2012) مورفومترية حوض وادي القنديل، توصلت الدراسة لوجود ترابط وثيق بين اتجاهات الصدوع من جهة واتجاهات المجاري المائية من جهة أخرى في هذا الحوض. وفي بحث لـ (الغناي ومسعود، 2014) تناولا فيه دراسة حوض وادي سوف الجين، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، واستخلص من خلالها العديد من المتغيرات الجيومورفولوجية لحوض التصريف باستخدام هذه التقنية.

– درست (عبدالهادي، 2015) التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيرة، توصلت هذه الدراسة إلى فهم المدلول الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للوادي كما أنه مازال في مرحلة شبابه. و في دراسة لـ (البشتي والغرياني، 2016) تناولا فيها مقارنة الطرق التقليدية ونظم المعلومات الجغرافية لحوض وادي المجنين في ليبيا، ومن خلال هذه الدراسة تبين أن الطرق التقليدية تعتمد على مدى توفر الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية ذات الدقة التمييزية العالية، كما توصلت هذه الدراسة إلى أن هناك فروق جوهرية في الخصاص المورفومترية المتعلقة بشبكة التصريف سواءً من حيث أعداد الروافد وأطوالها، كما أشارت الدراسة لوجود توافق شبه تام بين الطريقتين في معظم الخصائص الشكلية والتضاريسية للحوض. وفي دراسة (سليم، 2016) قام فيها بتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، توصل الباحث إلى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض الوادي، وإنتاج خرائط رقمية، كما توصل إلى أن وادي كعام ينتهي بالمرتبة السادسة. كما تناول (الفيتوري، 2016) في دراسته حول تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية لبعض وديان الهضبة الأولى بالجبل الأخضر– شمال شرق ليبيا، توصلت الدراسة إلى أن أحواض تصريفها تتميز بوجود مصدر مائي متجدد يجري في مجاري تصريفها على شكل جريان سيلي، يمكن استخدامه في سد احتياجات السكان، والمساهمة في رفع مجالات التنمية من خلال الاستفادة من مياه السيول وحجزها للحد من أثارها السلبية، كما أوصت الدراسة بإقامة السدود الترابية والخراسانية على روافد الأودية للاستفادة من المياه الجارية. وفي دراسة لـ (ناصر، 2017) حول جيومورفولوجية منخفض وادي تنزوفت، توصلت إلى أن منخفض الوادي يحتوي على العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية الصحراوية، كما أشارت لدور العوامل المناخية في حدوث هذه الظاهرات، بالإضافة لوجود الأخطار التي تهدد الإنسان من خلال السيول وزحف الرمال. ودرس (الخبولي وأخرون، 2018) حول بعض المتغيرات المورفومترية باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لوادي حبون في ليبيا، توصلت الدراسة إلى أن الطول الإجمالي للمجاري المائية يعتبر قليل مقارنةً بمساحة الحوض مما يجعل الحوض غير ناضج ومازال يعمق في مجراه ويوسع حوضه، كما بينت الدراسة أن مجاري الحوض أقرب إلى الاستقامة مما يجعل وصول الماء الى نقطة المصب سريع.

النتائج والمناقشة:

الخصائص المساحية وأبعاد الحوض:

1 – مساحة الحوض Drainage area:

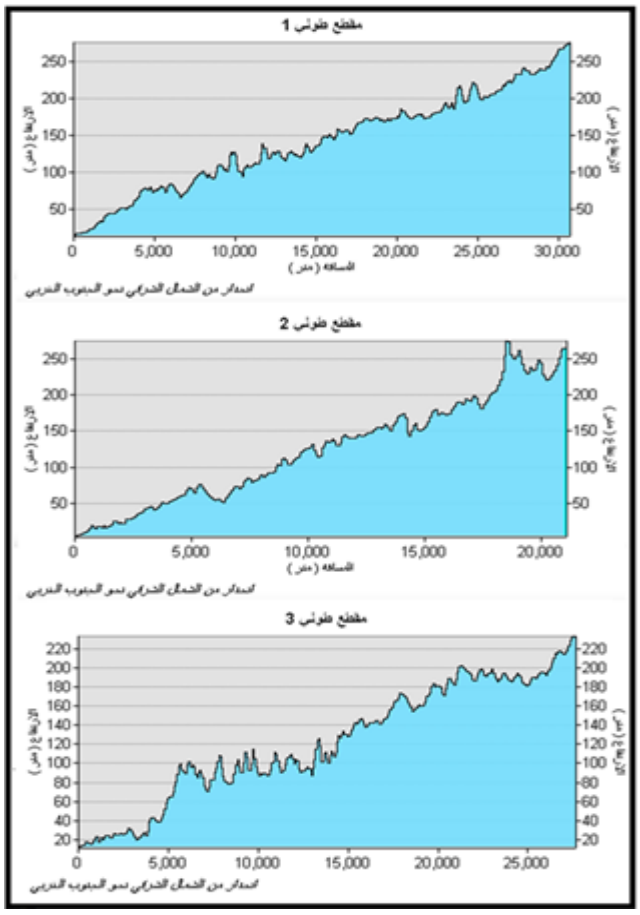
تعد مساحة الحوض من الخصائص المورفومترية الهامة المؤثرة على حجم التصريف، حيث كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الامطار التي يستقبلها، مما يؤدي إلى زيادة حمولة الوادي (محسوب، 1997)، كما تعتبر دراسة وأبعاد الأحواض المائية لها أهمية من الناحية الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، و ذلك من خلال علاقتها بتطور أعداد وأطوال الشبكة المائية وتأثيرها على حجم التصريف، فهى تعبر عن كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه وتقاس بعدة طرق منها جهاز البلانيميتر على الخرائط الكنتورية أو المرئيات الفضائية أو الصور الجوية وكذلك برامج الحاسوب أو أي أجهزة مساحية أخرى، تم قياس مساحة وادي لبدة باستخدام برنامج Arcmap10.3 حيث بلغت 190 كم^2 وهي مساحة صغيرة، وذلك راجع إلى حداثة عمره إذا ما قورن بأحواض أخرى مجاورة له من ناحية الجنوب مثل حوضي وادي كعام ووادي سوف الجين الذي بلغت مساحتهم 2534، 32125 كم^2 على التوالي.

طول الحوض Basin length:

يلعب طول الحوض دوراً بارزاً في تحديد احتمالية حدوث السيول حيث تساعد الأحواض القصيرة على حدوث السيول نظراً لقلة الفاقد من المياه بالتبخر والتسرب وانخفاض زمن التصريف، بالتالي يتحكم بمدة تصريف الحوض لمياهه و حمولته الرسوبية (تيم، 2015)، يوجد العديد من الطرق لقياس طول الحوض وإن كان أشهرها طريقة كل من جري جوري ووالنج وهي متمثلة بقياس بين الخط الواصل بين المصب وأقصى نقطة تقع على محيط الحوض (أما طريقة شوم فيعبر عنها بالمسافة الممتدة من مصب المجرى الرئيسي حتى أبعد نقطة على محيطه على أن يوازي هذا الخط المجرى الرئيسي (أبو حصيرة، 2013). تم قياس طول حوض وادي لبدة ابتداء من نقطة المصب إلى أبعد نقطة على محيط الحوض على امتداد المجرى الرئيسي اعتماداً على طريقة (Schumm, 1956)، حيث بلغ طوله 22.33 كم.

المقاطع الطولية:

يعرف المقطع الطولي بأنه القوس الذي يحدد بدقة انحدار المجرى النهري على طول امتداده من المنبع إلى المصب وهو الفرق بين أعلى منسوب عند منبع الوادي وأدنى منسوب عند مصبه، إذ تبين المقاطع الطولية للحوض المراحل التي تحدث على المجرى أو التي يمر بها الحوض، فالمقاطع التي تتخذ الشكل المقعر تمثل مرحلة الشباب بينما المقاطع المحدبة الشكل تمثل مرحلة الشيخوخة و كلما ازدادت استقامة المقطع الطولي كلما عكس ذلك تطوراً في المرحلة التي يمر بها الحوض، إن نوع الصخور والحركات البنائية ومناخ المنطقة يؤثر على شكل القطاع الطولي، لاسيما نشاط النحت والإرسال الجيومورفولوجي للمياه الجارية، ويزداد انحدار القطاع في المناطق ذات الصخور اللينة، ويبين الشكل (7) المقاطع الطولية لحوض وادي لبدة.



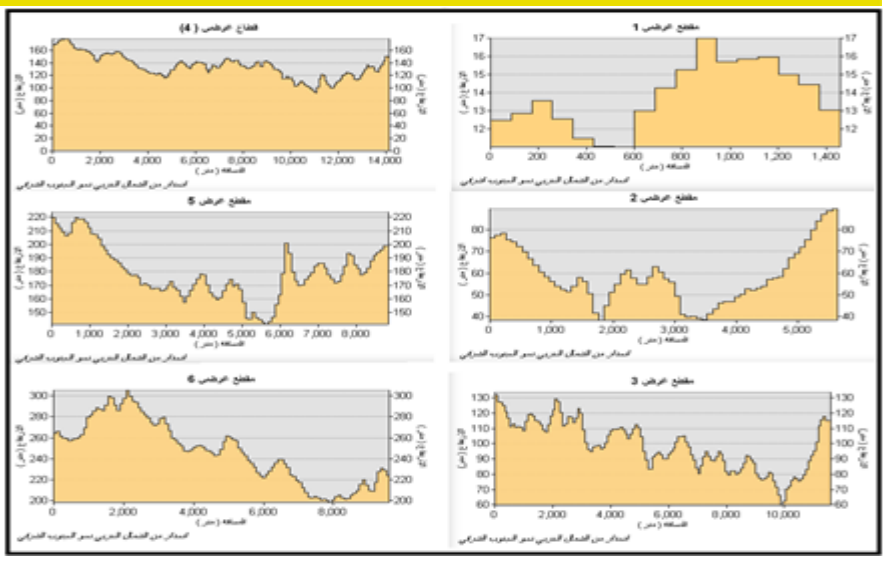
الشكل (7) مقاطع طولية لحوض وادي لبدة.

المصدر: الباحث بالاعتماد على Dem باستخدام برنامج Arcmap 10.3.

عرض الحوض Basin width:

عرف عرض الوادي بأنه المسافة المستقيمة العرضية ما بين أبعد نقطتين على محيط الحوض، ونظراً لاختلاف شكل حوض وادي لبدة فلا يمكن الاعتماد على بعد واحد لقياس عرض الحوض وبذلك تم الاعتماد علي قياسات لعرض عدة مقاطع، يؤدي عرض الحوض دوراً هاماً في تحديد شكل الحوض بالإضافة لارتباطه بالعديد من الظاهرات المورفومترية، حيث أنه يؤثر في كمية ما يتلقاه الحوض من تساقط وكذلك كميات الجريان والتسرب والبخر، فكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من تساقط وبالتالي زيادة الجريان السطحي (محسوب، 1997).

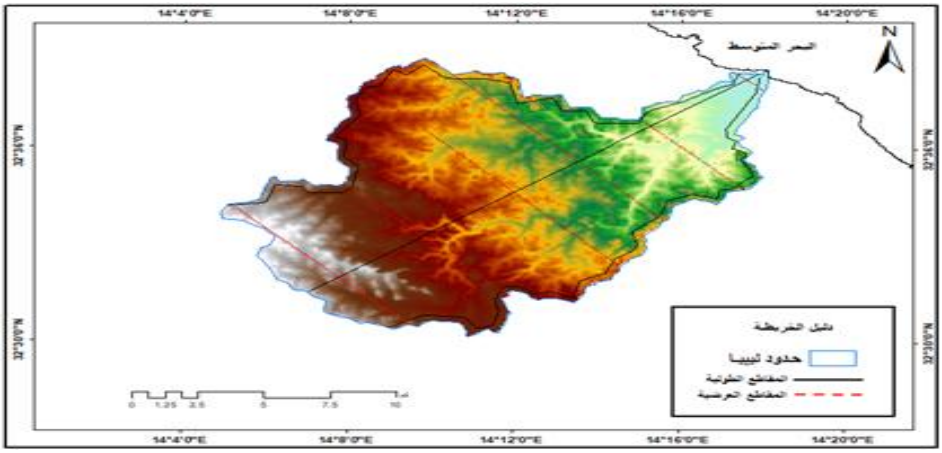
بلغت قيمة متوسط عرض حوض وادي لبدة 8.55 كم و يزيد عرض هذا الحوض في أعلاه أي في مناطق منابع بسبب نشاط عملية الحث التراجعي والجانبي، وبقسمة الطول على عرض الحوض نجد أن الطول يعادل ثمانية أضعاف عرض الحوض، مما يدل على استطالة الحوض وبتالي زيادة زمن التركيز، وهذا يعني وصول المياه إلى المجرى الرئيسي في أوقات مختلفة واستمرار عملية الجريان لفترة أطول مع انخفاض قمة الجريان.



الشكل (8) مقاطع عرضية لحوض وادي لبدة.

المصدر: الباحث بالاعتماد على DEM باستخدام برنامج Arc Map10.3

تتبين أهمية المقاطع العرضية للأودية كونها تعكس خصائص الانحدار لجوانب الاودية وعلاقتها بتنوع العمليات الجيومورفولوجية من " تجوية، تعرية، وتساقط صخري، انجراف التربة" التي لها علاقة في زيادة الرواسب التي ينقلها الوادي الرواسب التي ينقلها الوادي كما تفيد دراسة القطاعات في معرفة مدى تقطع الحوض المائي بالأودية بالإضافة إلى معرفة المرحلة التي قطعها الوادي في مرحلته الجيومورفولوجية، ولقد تم رسم بعض القطاعات العرضية لحوض الوادي باستخدام برنامج ArcMap10.3 كما هي موضحة بالشكل (8).



الشكل (9) ترتيب القطاعات الطولية والعرضية لحوض وادي لبدة على الخريطة الطبوغرافية.

المصدر: الباحث بالاعتماد على Dem باستخدام برنامج Arcmap 10.3.

محيط الحوض Basin Perimeter:

تم تحديد و قياس محيط الحوض بعد تحديد مناطق تقسيم المياه باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج Arc Gis10.3 وقد بلغ محيط حوض وادي لبدة 75.42 كم.

جدول رقم (5) يوضح الخصائص المساحية لحوض لبدة.

وادي لبدة	المساحة كم^2	طول الحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض كم
	190.45	22.33	8.55	75.42

المصدر : الباحث بالاعتماد على شكل(2) باستخدام برنامج Arcmap10.3.

الخصائص الشكلية:

تم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة من الدائرة والمستطيل والمثلث لما لهما من مدلولات جيومورفولوجية وأثر هيدرولوجي على العمليات الهيدرولوجية في الحوض، كما يعد شكل الحوض أحد العوامل التي تؤثر في عملية الجريان وخصائصها المختلفة، حيث تؤثر في كمية الجريان وزمن التصرف لأي قطرة مطر منذ سقوطها على سطح الحوض وحتى وصولها إلى المجرى الرئيسي وحتى المصب (صالح، 1999)، ولدراسة مورفومترية الخصائص الشكلية لحوض وادي لبدة تم حساب المعاملات التالية:

1 – معامل الاستطالة Elongation Ratio:

تعبر هذه النسبة عن مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل وتتراوح قيم هذه النسبة بين (0 – 1)، إذ يكون الشكل قريباً من الاستطالة إذا كان أقرب إلى الصفر من الواحد الصحيح، ويتفق معظم الباحثين على أن هذا المعامل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال الأحواض التصريفية (جودة وعاشور، 1991) وتوضح المعادلة الاتية كيفية حساب هذا المعامل.

معامل الاستطالة = قطر دائرة لها نفس مساحة الحوض (كم) / أقصى طول الحوض (كم)

(سلامة، 1980)

على الرغم من الاتفاق على حدود هذا المعامل إلا أنه قد وجد اختلاف بين الباحثين في تفسيره، حيث تم في هذه الدراسة اعتماد رأي المجموعة القائلة بأن اقتراب قيمة هذا المعامل من الصفر يعني اقتراب الحوض من الشكل المستطيل و منهم (عاشور، 1986؛ تراب، 1997؛ عبد العزيز، 2008؛ ريان، 2014) بعد الحصول على متغيراتها، حيث بلغت نسبة استطالة حوض وادي لبدة 0.35 ومن خلال حساب هذا المعامل تبين أن الحوض يميل إلى الاستطالة، وبالتالي تشير هذه القمة إلى عدة دلائل منها أن الحوض يمر ببداية دورة التعرية حيث يسود النحت التراجعي على طول المجرى بسبب الحث التراجعي مع عدم التجانس بين مساحته وطوله، وبالتالي يؤثر على العمليات الهيدرولوجية السائدة في الحوض، مع العلم أن الأحواض المستطيلة قد تنتج عن عوامل تكوينية بحتة دون تدخل عمليات الحت في شكل الحوض (سلامة، 2004)، بالإضافة لوقوع الحوض ضمن المناطق شبه الجافة، وبالتالي يؤدي إلى فقدان كميات كبيرة نتيجة لقطعه مسافات كبيرة من المنبع إلى المصب مما يزيد من فرصة تسرب المياه إلى باطن الأرض أو تبخره بفعل درجات الحرارة، مما يقلل من خطر الفيضانات.

2 – معامل الاستدارة (نسبة تماسك المساحة) Circularity ratio:

يدل معامل الاستدارة على مدى تقارب شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم ويتم حساب هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة التالية:

معامل الاستدارة = مساحة الحوض بالكيلو متر مربع/مساحة دائرة محيطها يساوي محيط الحوض نفسه

(Gregory & Waling, 1973)

تتراوح قيم معامل الاستدارة بين (0 – 1)، حيث كلما اقتربت قمته من الواحد الصحيح دل ذلك على استدارة الحوض، وعادةً ترتفع قيم هذا المعامل في المناطق ذات الصخور الضعيفة نتيجة ارتفاع معدلات الهدم فيها، بالإضافة إلى تأثير العوامل التكوينية، كما تشير القيم المرتفعة لهذا العامل إلى تقدم الحوض في دورته التحاتية (سلامة، 1982)، بلغ معامل استدارة حوض وادي لبدة 0.42 وهي نسبة منخفضة تدل على ابتعاده عن الشكل الدائري، مما يشير إلى عدم تناسق شكل الحوض وعدم انتظامه وأن الحوض مازال في بداية دورته الحتية ويقوم بتعميق وحفر مجاريه رأسياً، بالإضافة إلى النحت التراجعي.

3 – معامل الشكل Shape index:

يتأثر شكل الحوض المائي ونوعه وشبكة التصريف التي تمتد بداخله بالخصائص الأخرى للحوض مثل نوع الصخر ودرجة الانحدار، بالإضافة إلى شكله الذي يؤثر على العمليات الجيومورفولوجية، وقد استخدم هورتون سنة 1932 م عامل الشكل لتحديد أشكال الأحواض النهرية (العلاجي، 2010)، وتدل القيم المنخفضة على صغر مساحة الحوض مقارنةً بطوله مما يجعل الحوض يقترب من الشكل المثلثي (عبد الغني وأخرون، 2017) وأشارت (آدم، 2003) أنه إذا وصلت قيمة معامل الشكل إلى 0.78 فإنها تشير إلى وصول الحوض للشكل الدائري الكامل (ريان، 2014)، فيما أشار كل من (Nongkynrih & Husain, 2011; Zovoianu, 1985) إلى أن ارتفاع قيمة معامل الشكل عن 0.5 يدل على اقترابه من الشكل الدائري وانخفاض قمته يشير إلى عدم تناسق وانتظام شكل الحوض (عبد الله، 2011)، وحيث تعبر القيم المنخفضة عن استطالة الحوض فإن القيم المرتفعة تشير إلى استدارته، فيما يرى (سلامة، 2010) أن هذا العامل يصف مدى انتظام عرض الحوض وأرجع هذا التباين لمعامل الشكل لكل من مدى تقدم الحث الجانبي ونوع الصخر وطبيعة المناخ (أبو حصيرة، 2013)، ويمكن الحصول على معامل الشكل من المعادلة التالية: معامل الشكل = مساحة الحوض (كم^2) / مربع طول الحوض كم^2

(الدليمي، 2001)

بلغت نسبة معامل الشكل لحوض وادي لبدة 0.38، وهذا يدل على الانخفاض النسبي لمساحة الحوض بالنسبة لمربع طول الحوض وأن الحوض يقترب من الشكل المثلثي قاعدته في المنابع ورأسه في المصب مما يعمل على تقليل سرعة وصول موجات المياه والسيول نتيجة لاتساع مساحة الحوض وبالتالي قلة خطر الفيضان بسبب تأخر وصول الموجة المائية، كما يشير لقصر المدة الزمنية لوصول موجة الفيضان للمجرى الرئيسي، كذلك تشير هذه النسبة لكثرة الصدوع وضعف تجانس التركيب الصخري بالحوض.

معامل الاندماج Compactness Coefficient:

يعكس هذا العامل مدى تناسق شكل محيط الحوض مع مساحته الحوضية، وقرب أو بعد المحيط عن مركز الحوض ودرجة تعرج خطوط تقسيم المياه، ويوضح مدى تطور المرحلة الجيومورفولوجية التي قطعها الحوض، حيث تشير القيم المرتفعة إلى ارتفاع تعرجات محيط الحوض وقلة تناسق شكله وزيادة تعرجات محيطه وأنه مازال في بداية مراحل تطوره التحاتي (ريان، 2014)، أما القيم المنخفضة فتشير إلى أن الحوض قد قطع شوطاً كبيراً في دورته الجيومورفولوجية بشكل عام، ويمكن استخراج هذا المعامل وفق المعادلة التالية:

معامل الاندماج = طول محيط الحوض (كم)/ محيط دائرة بنفس مساحة الحوض (كم)

(المغاري، 2015)

يستعمل هذا المعامل قيماً أكبر من الواحد الصحيح، فإذا كانت القيمة تساوي الواحد الصحيح فإن ذلك يعني أن الحوض كامل الاستدارة (عبد العزيز، 2008)، وبتطبيق المعادلة السابقة بلغت قيمة معامل الاندماج لحوض وادي لبدة 1.55 وهي قيمة أكبر من الواحد الصحيح، حيث تشير هذه القيمة المرتفعة إلى عدم تناسق شكل الحوض وزيادة تعرجات محيطه وأنه مازال في بداية مراحل تطوره التحاتي.

5 – معامل الانبعاج Lemniscate Ration:

يعبر هذا المعامل على العلاقة بين كل من طول الحوض ومساحته، يعالج السلبيات التي ظهرت في معامل الاستدارة، حيث اكتسب شهرته بسبب مقارنة الحوض بالشكل الكمثري ويعد الحل الأمثل لمشكلة مقارنة الحوض الطبيعي بالأشكال الهندسية المجردة، وتدل القيم المنخفضة على تفلطح الحوض وزيادة أعداد مجاريه الأولية وأطوالها في مكان ما منه دون سواه على أحد جانبيه أوكليهما، ومن تم نشاط عمليات الحث التراجعي مما يدل أن الحوض قد قطع شوطاً طويلاً من دورته الحثية في حين تشير القيم المرتفعة إلى عكس ذلك (سلوم، 2012)، ويمكن استخلاصها من المعادلة التالية: معامل الانبعاج = (4 × مساحة الحوض)/(مربع طول الحوض)

(أبو حصيرة نقلاً عن جري جوري وولنج، 2013)

بلغت قيمة معامل الانبعاج (التفلطح) لحوض وادي لبدة (0.65) مما يعني اقتراب الحوض من الشكل الكمثري، وهو أمر توافقه الملاحظة البصرية، حيث تدل أن الحوض يتسع في منطقة وسط وجنوب الحوض، حيث يتميز بقمة فيضان متأخرة نسبياً وبتصريف كميات من المياه تتعاظم تدريجيا مع مرور الزمن.

جدول (6) يوضح الخصائص الشكلية لحوض وادي لبدة.

وادي لبده	معامل الاستطالة	معامل الاستدارة	معامل الشكل	معامل الاندماج	معامل الانبعاج
	0.35	0.42	0.38	1.55	0.65

المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج Arcmap10.3.

العلاقة بين الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي لبدة:

تم دراسة العلاقة بين الخصائص المساحية والشكلية وتأثير كل منهما على الاخر حيث تبين الاتي:

أ – وجود علاقة ارتباط قوية بين مساحة الحوض وابعاده مما يعني أنه كلما زادت مساحة الحوض ازدادت أبعاده.

ب – وجود علاقة طردية بين طول الحوض وأبعاده من العرض والمحيط، بازدياد طول الحوض تزداد تعاريج المحيط ويبتعد الحوض عن الشكل المنتظم.

جـ– العلاقة بين المتغيرات المورفومترية ومعامل الاندماج: من خلال النتائج تبين أن هناك ارتباط بين المتغيرات المورفومترية ومعامل الاندماج حيث يرتبط هذا المعامل طردياً مع أبعاد الحوض، بزيادة طول الحوض ومساحته تزداد قيمته وبالتالي تزداد التعاريج في محيطه ويميل إلى عدم التناسق، كذلك تزداد قيمة هذا المعامل بزيادة تضرس الحوض، بينما يرتبط عكسيا مع عرض الحوض حيث تزداد هذه القيمة مع قلة عرض الحوض.

د – وجود علاق عكسية بين محيط الحوض وكلاً من معامل الاستطالة والاستدارة ومعامل الشكل، فكلما زاد طول

محيط الحوض ازدادت تعرجات المحيط ويقل معامل الشكل ويميل الحوض إلى اتخاذ شكل غير مندمج سواء المستطيل أو المثلثي.

الخصائص التضاريسية للحوض Basin Relief Characterizes:

1– أقصى ارتفاع Maximum Elevation:

تمثل أعلى نقطة ارتفاع في الحوض و توجد على خط تقسيم المياه (Strahler, 1964)، حث تم استخراجها مباشرة من خلال نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ArcMap10.3، وبلغت قمتها 309 متراً فوق مستوى سطح البحر، وتقع هذه النقطة في الطرف الجنوبي الغربي من الحوض.

2 – أدنى الارتفاع Minimum Elevation:

ويمثل قيمة منسوب أدنى نقطة في الحوض، وتمثل عادةً مصب الحوض النهري وقد بلغت قمتها بحوض وادي لبدة، واحد متر عن مستوى سطح البحر، تم استخراجها مباشرة من خلال برنامج Arc Map10.3 اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM .

3 – التضرس الأقصى Maximum Relief:

يطلق عليها المدى التضريسي كما يطلق عليها أحياناً تضرس حوض التصريف وقد اقترح (Schumm,1956) معادلة لقياسها، حيث تعد من أبسط المعايير وتقدم صورة مباشرة عن مدى التغير في الارتفاع والانخفاض وهي على النحو التالي: التضرس الأقصى = منسوب أعلى نقطة في الحوض – منسوب أدنى نقطة فيه

وينبغي ملاحظة أنه يوجد علاقة طردية بين التضرس الأقصى ومعدل الانحدار ومن تم شدة خطورة الحوض من ناحية كمية المواد المجرفة وشدة الجريان السيلي (الودعاني، 2014)، حيث وجد أن قيمة التضرس الأقصى لحوض وادي لبدة 308 متراً فوق مستوى سطح البحر.

4– نسبة التضرس Relief ratio:

يعتبر هذا العامل أحد المعاملات التي تقيس تضرس سطح الحوض طبقاً لطوله، وترتبط قمته بالظروف الجيولوجية والبنيوية للحوض والانحدار كما ترتبط بطبيعة المناخ حيث تزداد قمته في المناطق الجافة والشبه جافة وذلك نظراً لقلة عمليات التعرية (سلامة، 2010)، وقد حدد شوم معدل التضرس على أنه النسبة بين تضرس الحوض وطوله، ولذلك فهي تشير إلى درجة انحدار سطح الحوض، حيث تتناسب طردياً مع درجة الانحدار. و لقد تم حساب هذا المعامل وفقاً المعادلة التالية: نسبة التضرس = التضرس الأقصى (م) / طول الحوض (كم)

(Schumm, 1956)

بلغت نسبة التضرس في حوض وادي لبدة 12.54 م/ كم، و تعتبر هذه النسبة مرتفعة و بالتالي تشير إلى انخفاض مساحة الحوض بالنسبة إلى ارتفاعه ومما يدل على أن الحوض لازال في المراحل الأولى من التعرية النهرية.

5 – التضاريس النسبية Relative Relief:

تبين هذه النسبة قيمة التضرس النسبي للحوض بغض النظر عن نسيجه الطبوغرافي، حيث بلغت هذه النسبة بحوض وادي لبدة 4.08 م/ كم وتعتبر هذه النسبة منخفضة مقارنةً بمساحة الحوض مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع، كذلك يشير أيضاً إلى قلة تضرس الحوض وكثرة نقاط تغير الانحدار قرب المنبع والتي قد

يرجع وجودها إلى التكوينات الصلبة التي تظهر في مجرى الوادي والتي لم يستطيع ازالتها أو أن يعمق مجراه خلالها.

6 – قيمة الوعورة Ruggedness Value:

يعتبر هذا المعامل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس تضرس أحواض التصريف ووعورة أراضيها، حيث يقيس العلاقة بين أكثر من متغيرين أي بين تضرس الحوض وأطوال المجاري والمساحة الحوضية، وبالتالي يعبر عن العلاقة بين تضرس الحوض وكثافة التصريف (جودة وعاشور، 1991)، حيث ترتفع قيمة الوعورة مع زيادة التضاريس الحوضية وتحسب وفق المعادلة التالية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{كثافة التصريف} \times \text{التضاريس الحوضية}}{1000}$$

(معتوق، 1988)

بتطبيق المعادلة وجد أن قيمة الوعورة في حوض لبدة 0.99 وهي قيمة منخفضة تدل على أن الحوض ما زال يقوم بدورته التحاتية وأمامه متسع من الوقت لإكمال دورته، وزيادة أطوال مجاريه على حساب مساحته.

جدول (7) يوضح الخصائص التضاريسية لحوض وادي لبدة.

وادي لبدة	أقصى ارتفاع (م)	أدنى ارتفاع (م)	فارق الارتفاع (م)	نسبة التضرس م/ كم	قيمة الوعورة	التضاريس النسبية م/ كم
	309	1	308	12.54	0.99	3.7

المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج Arcmap10.3.

7 – معدل النسيج الطبوغرافي Texture Ratiore:

يعتبر هذا المعدل مؤشر يصف طبيعة طبوغرافية المجاري المائية في الحوض الواحد، حيث يدل على مدى تقطع الحوض بالمجاري المائية " بمعنى قرب أو بعد المجاري من بعضها البعض بغض النظر عن أطوالها، ويرى (Smith, 1950) أن نسيج الحوض يتأثر بالعديد من العوامل الطبيعية مثل الامطار ونوع الصخور ودرجة نفاذية التربة بالإضافة للمرحلة العمرية التي يمر بها الحوض في دورته الحتية، حيث صنف نسيج الحوض من حيث القوام إلى فئات حسب الجدول (5) (Schumm, 1956)، ويتم حساب هذا المعدل وفق المعادلة التالية:

معدل النسيج الطبوغرافي = مجموع أودية الحوض مقسوماً على محيط الحوض.

(Smith, 1950)

جدول (8) تصنيف Smith 1950 لنسيج الأحواض المائية

قيمة النسيج	نوع النسيج
أقل من 2	خشن جداً
4 – 2	خشن
6 – 4	متوسط الخشونة
8 – 6	ناعم
8 فأكثر	ناعم جداً

المصدر: عنيبة، 2018.

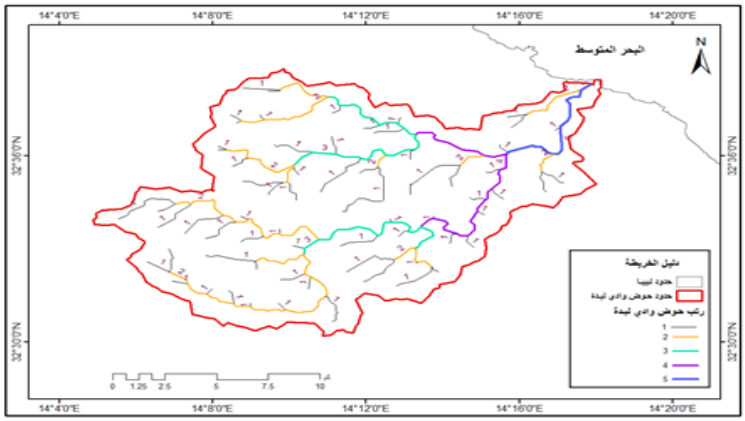
بلغت قيمة نسيج الحوضي لحوض وادي لبدة 1.11 وادي/ كم، جدول (8)، مما يعني أنه حوض ذو نسيج خشن جداً.

الخصائص الخطية لشبكة التصريف:

تعتبر الأمطار أهم مصدر للجريان السطحي والمسؤولة عن نشأة المجاري المائية وذلك بعد أن تصل التربة عند المنابع لحالة التشبع، فالجريان لا يلبث أن يتحول إلى جريان متهيج وقنوي بعد تزايد كمية المياه السطحية وسرعة جريانها وقوتها الحتية، فكلما زاد تركيز الأمطار كلما تحول الجريان السطحي إلى جريان قنوي معتمداً على قلة الغطاء النباتي، ومن أهم المتغيرات المرتبطة بشبكات التصريف ما يأتي:

1 – رتب المجاري المائية Streams Order:

يقصد بالرتب نظام تصريف المجاري المائية بتدرج هرمي في الحوض وتعد الرتبة العنصر المستند إليه لمعرفة نقطة التقاء مجريين من نفس الرتبة لتتكون لدينا رتبة جديدة حسب تصنيف ستريلر، وتعتبر الرتبة الأولى هي القاعدة الأساسية (علاجي، 2010؛ ريان، 2014)، ووفقاً لنظام (Strahler, 1964) الذي تم الاعتماد عليه في هذه الدراسة تبين من نتائج الرتب النهرية أن حوض وادي لبدة يصنف على أنه حوض من الرتبة الخامسة ويبدأ عند التقاء مجريين من الرتبة الرابعة وتتكون شبكة تصريفه من 84 مجرى شكل (10)، وبمعرفة رتب الحوض يمكن تفسير الانحدار، فالرتب العالية تمر على أرض قليلة الانحدار بينما الرتب المتوسطة تعني أن الأرض ذات انحدار متوسط في حين تمثل الرتب الأولى والثانية أراضي ذات انحدار شديد.



شكل (10): الرتب النهرية في حوض وادي لبدة.

المصدر: الباحث بالاعتماد (DEM) باستخدام برنامج Arc Gis 10.3.

2– أطوال المجاري المائية Streams lengths:

تعد أطوال المجاري النهرية من أهم السمات الهيدرولوجية والجيومرفولوجية، فهي تعكس خصائص الجريان السطحي للمجاري، فمجاري أنهار الرتبة الأولى لها في المتوسط أصغر طول، في حين أن طول النهر يزداد مع زيادة رتبة المجرى النهري، ولقد تم الاعتماد على برنامج Arc Gis في استخراج رتب وأطوال المجاري المائية لمنطقة الدراسة كما بالجدول (9).

3 – أعداد المجاري Streams Number:

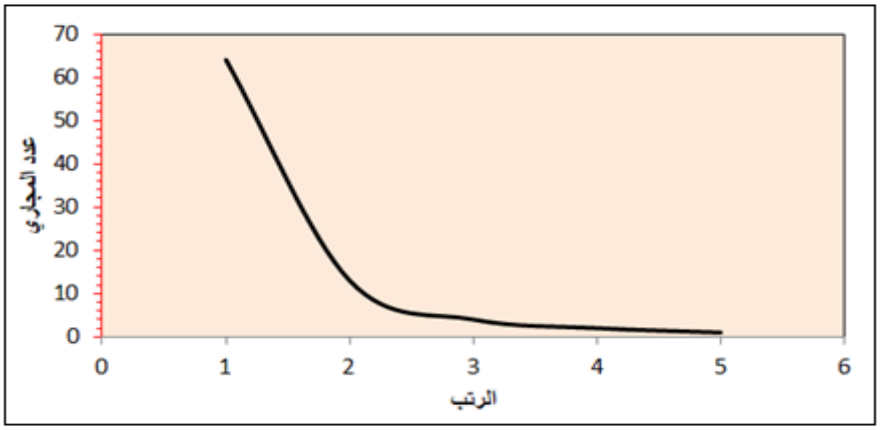
بلغ مجموع أعداد مجاري حوض وادي لبدة 84 مجرى. وتشمل الرتبة الأولى 64 مجرى بنسبة 0.76 % من مجموع

مجاري الحوض الكلية و بلغ مجموع مجاري الرتبة الثانية 13 مجرى بنسبة 0.15 % ومجاري الرتبة الثالثة 4 مجرى بنسبة 0.05 % ومجاري الرتبة الرابعة مجريين بنسبة 0.02 % من إجمالي عدد مجاري الحوض الكلية وأخيراً مجرى الرتبة الخامسة بنسبة 0.012 % ويظهر أن مجاري الرتبتين الأولى والثانية تشكلان ما نسبته 0.92 % من مجموع مجاري الرتب في الحوض، مما يدل على زيادة أعداد المجاري من الرتب الأعلى إلى الرتب الأقل، والسبب في ذلك يعود إلى قلة أو انعدام الغطاء النباتي في الحوض، الأمر الذي يؤدي إلى قلة أو انعدام ما تساهم به جدور النباتات في إعاقة عمليات النحت ومن تم تكون عرضة لتكوين المجاري عقب سقوط الأمطار، مما يؤدي إلى زيادة عمليات النحت التراجعي وبالتالي زيادة مساحة أعلى الحوض، وبذلك نجد أن أعداد المجاري تتناقص مع تزايد الرتب كما ذكر ذلك هورتون في قانونه المتعلق بعدد المجاري المائية، ويبين الشكل (11) العلاقة بين كل من الرتب و عدد المجاري، حيث تكون العلاقة عكسية إذ أن أعداد المجاري تقل مع زيادة الرتب حتى تصل إلى مجرى واحد في أخر رتبة.

جدول (9): مجموع أطوال الرتب لحوض وادي لبدة

الرتبة	الطول (كم)	النسبة %	المتوسط
1	84.32	46	1.32
2	51.09	28	3.93
3	25.17	14	6.29
4	15.37	8	7.69
5	8.80	4	8.80
المجموع	184.75		100

المصدر: الباحث باستخدام برنامج Arc Gis 10.3



الشكل (11) العلاقة بين الرتب وعدد المجاري.

المصدر: الباحث استخدام برنامج الإكسل.

4 – كثافة التصريف Drainage density:

تعد الكثافة التصريفية مقياساً أساسياً للخصائص المساحية لحوض التصريف وللتحليل الهيدرولوجي وهي تعكس مدى كفاءة التصريف " مقياس لمدى تقطع أرضية الحوض بالمجاري المائية "، حيث تشير القيم المرتفعة لهذا المقياس إلى شدة تقطع الحوض بالروافد النهرية و بالتالي ارتفاع قيمة النسيج الحوضي، كما تشير إلى زيادة أعداد وأطوال

روافد الحوض، وتعتبر مؤشراً على قلة نفاذية الصخور وأن السطح متضرس مع قلة كثافة الغطاء النباتي وتكمن أهميتها في أنها تعكس تأثير العوامل التي تسيطر على الجريان المائي كالتساقط والغطاء النباتي ونوع الصخور وكذلك غطاء التربة واستعمالات الأرض الحت والتعرية في الأودية النهرية، وتقسم كثافة التصريف إلى قسمين:

أ – كثافة التصريف العددية (التكرار النهري Drainage Frequency):

وهي تعبر عن عدد المجاري المائية في الكيلومتر المربع الواحد من الحوض المائي ويمكن الحصول عليها من خلال المعادلة التالية: كثافة الصرف العددية $= \frac{\text{مجموع أعداد الأودية في الحوض}}{\text{مساحة الحوض}}$ (وادي/ كم^2) (سلامة، 2004)

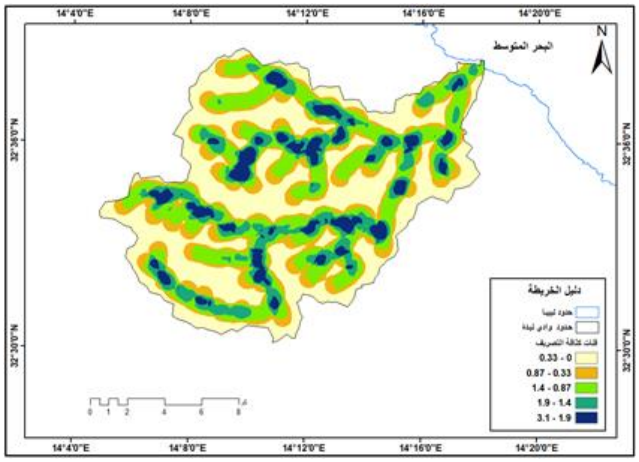
بلغت قيمة التكرار النهري لحوض وادي لبدة 0.44 وادي/ كم^2 وهي قيمة منخفضة بناءً على تصنيف كل من (Morisawa, 1968 ; Schumm, 1977) لمستويات كثافة التصنيف في الأحواض المائية.

ب – كثافة الصرف الطولية:

تعتبر كثافة الصرف الطولية عن درجة تقطع سطح الأرض بالأقنية المائية ومدى تأثرها بالنشاط الحتي، كما تعكس فعالية الجريان المائي في نقل الرواسب (سلامة، 1980)، وتستخرج من المعادلة التالية (الدليمي، 2001):

كثافة الصرف الطولية $= \frac{\text{مجموع أطوال المجاري في الحوض}}{\text{مساحة الحوض}}$ (كم / كم^2). (Horton, 1945)

بلغت قيمة متوسط كثافة تصريف مجاري الأودية في حوض وادي لبدة حوالي 0.97 كم/ كم^2 حيث تعتبر هذه القيمة منخفضة مما تشير إلى تباعد مجاري أودية الحوض فيما بينها مما يدل على عظم درجة انحداره، وقد يعود هذا الانخفاض في كثافة شبكة التصريف إلى ضعف النشاط الحثي المرتبط بالعوامل المناخية الناتجة من انخفاض كمية الأمطار بالإضافة إلى طبيعة الصخور التي يتكون منها وكذلك مدى كثافة الغطاء النباتي، مما يشير إلى أن الحوض في بداية دورته الجيومورفولوجية، كما أكدت هذه القيمة العلاقة الطردية ما بين كثافة التصرف الطولية والتكرار النهري(العددية) فكلما زادت قيمة إحداهما زادت قيمة الأخرى والعكس صحيح، والشكل (12) يبين كثافة تصريف الرتب المائية بوادي لبدة.



الشكل (12) كثافة تصريف الرتب المائية في وادي لبدة

المصدر: الباحث بالاعتماد على (DEM) باستخدام برنامج ArcGIS10.3.

الجدول(10) يبين مساحة فئات الكثافة التصريفية

فئات الكثافة	المساحة كم^2	نسبة المساحة %
0.3 – 0	72.8	38.32
0.9 – 0.3	33.7	17..74
1.4 – 0.9	43.4	22.84
1.9 – 1.4	25.7	13.53
3.1 – 1.9	14.4	7.58
المجموع	190	100

المصدر: الباحث اعتماداً على الشكل (11)

5 – نسبة التشعب Bifurcation Ratio:

عرف كلاً من (Horton, 1945; Strahler, 1964) نسبة التشعب بأنها " العلاقة بين عدد الروافد في رتبة ما وعدد الروافد في الرتبة التي تليها" وتعتبر من أهم المعاملات التي تؤثر في الخصائص الهيدرولوجية، حيث تتحكم في معدل التصريف للحوض المائي، ويمكن من خلالها تقدير حدوث الفيضان (محسوب، 2003)، ويمكن التعبير على نسبة التشعب من خلال المعادلة التالية: نسبة التشعب = عدد المجاري في رتبة ما / عدد المجاري في الرتبة التي تليها (الدليمي، 2012)

وبذلك تعتبر مؤشراً يتحدد على ضوئها معدل التصرف والوقت اللازم لوصول السيول إلى مصباتها، كما اعتبر هورتون نسبة التشعب مؤشراً على تضرس الأحواض ومدى تقطع الحوض بمجاري الشبكة المائية (Horton,1945) ويرى (Strahler,1964) أن نسب التشعب الطبيعية للحوض تتراوح ما بين (3 – 5) في حال تجانس التركيب الصخري للحوض وكلما قلت النسبة عن (3) تعد مؤشراً على زيادة احتمالية حدوث الفيضان لأنها تعطي جرياناً سطحياً سريعاً (الشكوجي، 2005)، وبتطبيق المعادلة بلغت هذه القيمة لحوض وادي لبدة 3.04. جدول (11) قيم التشعب للرتب في حوض وادي لبدة.

الرتبة	2/1	3/2	4/3	5/4	متوسط نسبة التشعب	التشعب للموزون
نسبة التشعب	4.92	3.25	2	2	3.04	5.24

المصدر: المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج Arcmap10.3.

تراوحت نسبة التشعب لحوض وادي لبدة بين (2 – 4.92) وتختلف من رتبة لأخرى لاختلاف عدد المجاري في كل رتبة، أي أن مجاري الرتب العليا تكون قليلة بالنسبة لمجاري الرتب الدنيا، وهو ما يتفق مع المدى الذي حدده هورتون والذي يتراوح ما بين (2–3) للأحواض القليلة الانحدار وترتفع إلى 4 في الأحواض شديدة التقطع (Horton, 1945)، كما تتفق مع المدى الذي ذكره (Strahler, 1952)، حيث ذكر أن المدى يتراوح بين (4–5.1) ما بين الرتبة الأولى والثانية، فيما يتراوح بين (2.8 – 4.9) للرتبة الثانية والثالثة.

6 – المنحنى الهبسومتر Hypsometric Curve:

يمثل المنحنى الهبسومتري مقياساً زمنياً يعبر عن المرحلة الحتية التي يمر بها الحوض المائي، إضافة إلى أنه يشير إلى كمية المواد الصخرية التي لاتزال تنتظر دورها في العملية الحتية (سلامة، 1980) ويعبر عن المنحنى الهبسومتري بالعلاقة التالية: المنحنى الهبسومتري = الارتفاع النسبي / النسبية المساحة (حمدان وأبوعمرة، 2010)

وبتطبيق هذه العلاقة على حوض وادي لبدة تم الحصول على أن قيمة المنحنى الهبسومتري لحوض وادي لبدة بلغت 49 %، حيث تشير هذه القيمة إلى أن الحوض في مرحلة النضج، حيث هناك كمية كبيرة من الحمولة الصخرية مازالت تنتظر دورها في العملية الحتية، بينما بلغت قيمة الصخور المنحوتة 51 % الحوض في مرحلة النضج، حيث يبدأ المجرى في الاتزان بين عمليتي الحث والترسيب.

الاستنتاجات:

1 – فاعلية تقنية المعلومات الجغرافية من حيث السرعة والدقة في استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبدة.

2 – تعد الخصائص المورفومترية (الشكلية والمساحية والتضاريسية) انعكاساً لخصائص المناخ والنبات الطبيعي والبناء الجيولوجي في حوض وادي لبدة.

3 – عملت الشقوق والفواصل الجيولوجية على توجيه شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة.

4 – يميل شكل الحوض إلى الاستطالة أكثر من الاستدارة ويمكن إرجاع ذلك إلى تفاوت مقاومة الصخور لعمليات التجوية والحث المائي التي يمكن أن يطغي تأثيرها على عامل الزمن.

التوصيات:

1: استخدام البيانات الحديثة التي تشتمل على المرئيات الفضائية ونموذج الارتفاع الأرضية (DEM) في الدراسات المورفومترية لبناء قاعدة بيانات جغرافية للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبدة بليبيا، والتي سيتم دراستها في المستقبل من أجل الاستفادة من هذه البيانات في المشاريع المائية، وخاصة فيما يتعلق بالحصاد المائي.

2: ضرورة تطوير الكوادر الوطنية في وزارة الموارد المائية على برمجية نظم المعلومات الجغرافية ودورها الرئيسي في رسم الشبكة المائية داخل ليبيا بسرعة ودقة عالية وكلفة أقل.

3: الاهتمام بإقامة وتطوير المحطات المناخية الموجودة في الأودية وتوثيق البيانات وأرشفتها، لغرض الاستفادة منها في تقدير معدلات الجريان السطحي وتفادي الفيضانات.

المراجع:

أبوالشواشي، نادية يخلف. (2003). التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي المجنين، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة السابع من أبريل.

أبوالعينين، حسن سيد أحمد. (2000). أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، ط2، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية.

أبوحصيرة، يحيى محمود سعيد. (2013). تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية غزة، فلسطين، ص 54.

البشتي، ماجدة بشير والغرياني، مباركة سعد. (2016). مقارنة الطرق التقليدية ونظم المعلومات الجغرافية لخصائص وادي المجنين، مجلة المختار للعلوم، المجلد 32، العدد الأول، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

الخبولي، محي الدين محمد؛ مصطفى، أشرف وأحمد، سيف الإسلام محمد. (2018). دراسة بعض المتغيرات المورفومترية باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لوادي جبون – ليبيا، مجلة المختار للعلوم، 33 (4)، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

الشكوجي، منير بشار. (2005). استخدام نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الخواص المورفومترية والتغذية الاصطناعية لحوض وادي قويسي شمال غرب العراق، المجلة العراقية لعلوم الأرض، المجلد الثاني، العدد الخامس، ص 103 – 113.

العلاجي، أمنة أحمد. (2010). تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

الغناي، جمعة ومسعود، أشرف عبد السلام. (2014). حوض وادي سوف الجين، دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة المؤتمر الجغرافي الثالث، جامعة طرابلس، ليبيا.

الفيتوري، على محمد. (2016). تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية بعض وديان الهضبة الأولى بالجبل الأخضر" شمال شرق ليبيا"، كلية الآداب والعلوم، المرج، جامعة بنغازي، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك2، طرابلس، ليبيا، 6 – 8 ديسمبر.

المغاري، باسم عبد الرحمن. (2015). الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحسى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية"، رسالة ماجستير (غير منشورة) الجامعة الإسلامية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

الودعاني، على سليمان. (2014). مخاطر السيول في منطقة جازان غربي المملكة العربية السعودية " منظور جيومورفولوجي"، مجلة جامعة جازان، دورية علمية محكمة، المجلد (3)، العدد 1، 15 – 90.

تيم، فيروز كامل محمد. (2015). حوض وادي زقلاب (الأردن)، دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية.

جودة، جودة حسنين وعاشور، محمود محمد. (1991). وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى، بدون دار نشر، القاهرة.

حمدان، صبري محمد وأبوعميرة، صالح محمد. (2010). بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية، " دراسة مقارنة "، مجلة جامعة الأزهر بغزة، سلسلة العلوم الإنسانية، 12 (2) : 595–620.

الدليمي، خلف حسين. (2001). الجيومورفولوجيا التطبيقية، ط1، الأهلية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

الدليمي، خلف حسين. (2012). علم شكل الأرض التطبيقي، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع عمان.

ريان، وفاء كمال شعبان. (2014). استخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية في تحديد

الخصائص المورفومترية لحوض وادي الفارعة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الاسلامية غزة.

سلامة، رمضان حسن. (1980). دراسات العلوم الإنسانية، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، المجلد السابع، العدد الأول، ص123.

سلامة، رمضان حسن. (2010). أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ص184.

سلامة، رمضان حسن. (2004). أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.

سلوم، غزوان محمد أمين. (2012). دراسة مورفومترية لحوض وادي القنديل، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد الأول، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق.

سليم، على مصطفى. (2016). تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، جامعة مصراته، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك2، طرابلس، ليبيا، 6 – 8 ديسمبر.

صالح، أحمد سالم. (1999). السيول في الصحاري نظرياً، دار الكتاب الحديث.

عبدالعزيز، على متولي عبد الصمد. (2008). الأودية في قطاع الساحل السعودي الجنوبي الغربي " دراسة تحليلية " المجلة الجغرافية العربية، المجلد الأول، العدد 52، ص45.

عبدالهادي، كريمة الهادي سالم. (2015). التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيرة، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا الطبيعية، جامعة طرابلس.

عنيبة، عمر محمد. (2018). تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، مجلة جامعة سرت، العدد 12، ص183 – 222.

محسوب، محمد صبري. (1997). جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، الطبعة الخامسة، دار الفكر العربي، القاهرة، ص259.

محسوب، محمد صبري. (2003). جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، ص221.

مصباح، حمزة ميلاد. (2011). هيدروجيومورفولوجية حوض وادي بن وليد، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، ملخصات الدراسات العليا، مركز البحوث والاستشارات والتدريب، جامعة طرابلس.

معتوق، أحمد السيد محمد. (1988). دراسة جيومورفولوجية لحوض وادي عمباجي " غرب القصير"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.

ناصر، شوقي شحدة أحمد. (2017). جيومورفولوجية منخفض وادي تنزوفت (جنوب غرب ليبيا)، رسالة دكتوراه، قسم الجغرافيا الطبيعية، كلية الآداب، جامعة طرابلس.

Gregory, K.J., and Waling, D.E. (1973). Drainage Basin form and Process A Geomorphological Approach, London, p51.
Horton, R.E. (1945), Erosional Development of Streams and their Drainage Basins Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geo, Soc, Amer, Bull, v,56.
Schumm, S.A. (1956). Evolution of drainage system and slop in badlands of perth Amboy, New jersey, Bull, Geol, Soc,Am, 28,N5.
Strahler, A.N. (1952). Hypsometric Analysis of Erosional Topography,Bulletin of the Geological Society of America, 67: 571 – 596.

Morphometric and hydrological characteristics of the Wadi Labda Basin, Libya

Abstract:

This study aims to analyze the hydromorphometric (morphometric and hydrological) characteristics of the water drainage network of the selected sample of the eastern basins of the dead sea, represented by the cadastral, formal, cadastral, formal, longitudinal and topographic characteristics, as well as to identify some hydrological variables such as response time, slowing down and the volume of runoff, the study relied on remote sensing techniques, geographic information systems, digital elevation models (DEM) and climate and hydrological data, the study demonstrated the importance of GIS and remote sensing as a means of collecting data, analyzing data spatially and linking IT to metadata and its role in analyzing its hydrological properties. The study recommended the establishment of regular metrological and hydrological measurement station in basins to create a database of basins variables in their territory in order to contribute accurate data for use in studies.

Keywords: *Hydromorphmetric analysis, Basin, Geographical Information System, Remote sensing.*