استخدام نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبدة

د. نعيمة موســى الشامخ ــ قسم الجغرافيا ــ كلية التربية الزهراء .
جامعة الجفارة

الملخّـــص :

تناولتْ الدراسة حوض وادي لبدة الواقع بشمال غرب ليبيا، حيث اعتمدت هذه الدراسة على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض الوادي، هدفت الدراسة إلي التعرف على الخصائص الجيولوجية والمورفومترية، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن طول الحوض بلغ(21.35كم) ومتوسط عرض له 9كم، أما المساحة الاجمالية للحوض، فقد بلغت (189.579كم²)، كما أوضح تحليل نموذج الارتفاع الرقمي إن اتجاه الانحدار السائد في الحوض هو الشمال الشرقي (25.5%) وأوضحت الدراسة أن شبكة التصريف في حوض وادي لبدة تتكون من (693كم)مجري مائي بأجمالي طول وصل(444.53كم) مجرى للرتبة بإجمالي مجرى (1) مائي للرتبة السادسة ومجريين(2) مائي للرتبة الخامسة وسبعة مجاري(7) مائية للرتبة الرابعة و (540) مجرى مائي للرتبة الأولي، وبلغت نسبة استدارة الحوض(0.35)مما يدل على أن شكل الحوض بعيد عن الشمل الدائري، وبلغت قيمة التضرس النسبي 14.71م/كم)، أما زمن الاستجابة والتركيز، فقد بلغ(4.5) ساعات، وهذا يعني أن الزمن الذي تستغرقه المياه لكي تصل إلى مخرج الوادي من أبعد نقطة فيه أربعة ساعات ونصف، وهذا دلالة واضحة على سرعة الجريان ; وذلك لقصر المسافة وشدة الانحدار.

الكلمات الدالـــة : حوض وادي لبدة، الخصائص المورفومترية ، قيمة الوعرة، التكامل الهبسومتري نموذج الارتفاع الرقمي.

Using the digital elevation model(DEM) to analyze the morphometric variables of the Wadi Labda Basin.

Abstruct

This study dealt with the Lebda Wadi Basin located in the Northwestern Libya. The study analyzed the Digital Elevation Model (DEM) of the Wadi Basin. The study aimed at identifying the natural characteristics as well as the

morphometric features of the basin. The results obtained have shown that the length of the basin was found to be (21.35 Km), and its maximum width was (9) km. The total area of the basin was found(189.579) km². The analysis of the digital elevation model showed that the prevailing direction of the slope in the basin is northeast by (25.5%) and the drainage network in the Lebda Wadi Basin consists of 693 water courses, with a total length of (444.53) km and one (1) streams for the sixth class. There were two (2) watercourses for the fifth, (7) water streams of the fourth rank, and (540) water streams for the first order. The roundness ratio of the basin was (0.35), which indicates that the shape of the basin is far from the circular shape, and the ratio of the dentition was (14.71 m/km). The response time (concentration) reached(4.5) hours, which, means that the time needed for the water to reach the exit of the valley from its farest point is four and a half hours. This is a clear indicates the high speed of the water flow, due to the short distance and steepness of the valley slope or gradient.
Key words: Lebda Wadi basin, Morphometric, Ruggedness value, Hypometric integration, , digital elevation model .

المقدمـــــــــة:

إنّ ظهور التقنيات الحديثة في العلوم المساحية، وخاصة تقنية نظم المعلومات الجغرافية أدى إلى إحداث تغير كبير في طرق الحصول على البيانات المساحية، ومعالجتها ، وتمثيلها. إذ أصبحت الصيغة الرقمية للبيانات لها طابع; الريادة لقدرتها على توفير الكثير من الجهد وتقليل الهدر من المال وتوفير الكم الهائل من البيانات والمعلومات المختلفة المصادر والمتمثلة في (الإحصاء والتعدادات والقياسات الميدانية والخرائط المتنوعة والمرئيات الفضائية والصور الجوية وغيرها).

تكتسب الدراسات الرقمية المورفومترية والهيدرولوجية للأودية الموسمية أهمية بالغة لارتباطها بمجالات تنمية المصادر المائية ومشروعات التنمية الزراعية والرعوية خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

يُعدَّ التحليل المورفومترية من أهم الوسائل العلمية الحديثة المستخدمة في الدراسات الجيومورفولوجية وذلك لما لهذا الأسلوب من قياسات كمية، تعطي تصوراً واضحاً لموضوع الدراسة وبناءً على النتائج يمكن فهم الظروف المؤثرة على الشكل وخصائصه الجيومورفولوجية وعلاقة الشكل بالمتغيرات الأخرى.[1]

يعد نموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Model)DEM)، والمشتق من نموذج Shutlle Radar Mission(SRTM)، بقدرة تمييزية تصل إلى (30م) وهو ما تم استخدامه لاستنتاج الخصائص الطبوغرافية لحوض لبدة واستقراء المعلومات عن تضاريسه وهيدرولوجية جريان مياه الأمطار به باستخدام مجموعة

من الطرق التحليلية المعتمدة على المعلومات الرقمية لمعرفة حساب الارتفاعات والميول والمعالم السطحية لحدود الحوض المائية وشبكات تصريفه[2].

أ. مشكلة الدراسة وتساؤلاتها :

تعد دراسة أحواض التصريف المائي من أهم الدراسات الجيومورفولوجية ، خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة ، وتحظى هذه الدراسة باهتمام كبير من قبل الباحثين، مع أن هناك نقص في الدراسات المتعلقة بدراسة بأنظمة أحواض التصريف; وذلك نظراً لافتقار حوض وادي لبدة إلى خرائط طبوغرافية التي تساعد الدراسات والتطبيقات الجيومورفولوجية و الهيدرولوجية المتعلقة بأحواض التصريف المائي، وما تستغرقها الطرق التقليدية في تحليل واستنباط الخصائص المورفومترية الهندسية و الشكلية و التضاريسية والخصائص، والهيدرولوجية لحوض وادي لبدة وكيفية الاعتماد على الأساليب الآلية الدقيقة ، ومن هنا جاءت هذه الدراسة للإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ماهي الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبدة ؟

2- هل يمكن استخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة معلومات رقمية لحوض وادي لبدة؟

3- كيف يُمكن بناء الخرائط الرقمية الجيومورفولوجية الدقيقة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية؟

4- هل لاختلاف جيولوجية حوض الوادي تأثير على اختلاف الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية به.

ب- أهداف البحث:

1. إنشاء قاعدة بيانات رقمية لحوض وادي لبدة تشمل الخصائص المساحية والطولية والتضاريسية وخصائص شبكة التصريف المائي.
2. تحليل الخصائص الجيولوجية وتأثيرها على قيم الخصائص، أو المتغيرات المورفومترية لشبكة المجاري المائية في الحوض.
3. استخراج وحساب وتحليل الخصائص المورفومترية المساحية، والشكلية، والتضاريسية لحوض الوادي وانعكاساتها على الخصائص، أو المتغيرات المورفومترية لشبكة المجاري المائية في الحوض.

4. إنشاء وتصميم خرائط رقمية لمنطقة الدراسة، باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية.

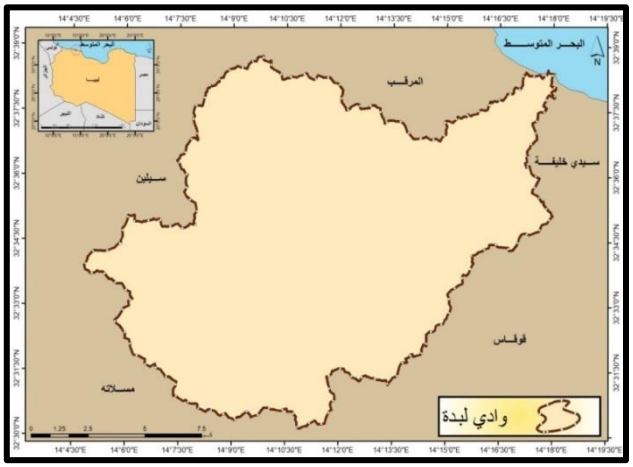
ج- الأهمية الدراسة:

تسليط الدور على أهمية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيومورفومترية، ومدى الاستفادة منها في عمليات التحليل الجغرافي.

حدود منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي لبدة في الجزء الشمالي الشرقي لليبيا، ويحده ومن الشمال البحر المتوسط الذي يصب به، ومدينة لبدة الأثرية من ناحية الغرب ، يحدها من ناحية الجنوب وادي كعام، ومن ناحية الشرق وادي القبو، ويقع **فلكياً** ما بين خطي طول ً95 ´07 ˚14 وً03 ´30 ˚14شرقاً ودائرتي عرض ً98 ´45 ˚32 و ً06 ´62 ˚32 شمالاً. كما هو مبين بالخريطة(1) يتصف سطح منطقة الدراسة بالانحدار التدريجي من الشمال الشرقي إلي الشمال.

خريطة(1) موقع وادي لبدة



المصدر: من عمل الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ArcMap10.8)اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM).

منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي، تحليل المورفومترية لشبكة المجاري المائية في حوض لبدة، وتحليل الخصائص المورفومترية المساحية ،والشكلية، والتضاريسية الداخلة في هذه الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(Arc

Gis10.8)اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الخاص بالحوض، وبالتكامل مع استخدام المعادلات الرياضية الخاصة بهذا الشأن.

مصادر الدراسة:

1- الاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية(Arc Gis10.8)

2- نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) بدقة(30x30) ، والخريطة الجيولوجية لليبيا لوحة طرابلس، الصادرة عن مركز البحوث الصناعية، بمقياس(1: 50.000)، لوحة الخمس مقياس (250.000:1) الكتيب التفسيري 1975، (مركز الحوث الصناعية، طرابلس، ليبيا) والخريطة الجيولوجية لليبيا، لوحة طرابلس الصادرة عن مركز البحوث الصناعية، بمقياس (1: 1.000.000)، 2009م.

-الدراسات السابقة:

قسمت الدراسات السابقة إلى قسمين: دراسات محلية، ودراسات إقليمية كالآتي:

أ- الدراسات المحلية:

1- دراســـــــة : المزوغي وعون(2016) "التحليل الجيومورفومترى لحوض وادى غان"، والتي توصل فيها إلى عدة نتائج، أهمها: أن حوض الوادي صغير نسبياً ويميل إلى الاستطالة أكثر من الاستدارة، كما أنه قطع شوطاً في دورته التحاتية وذلك لتباين الفارق بين أعلى وأقل منسوب، ويتميز بتضرس م لنشاط وازدياد درجة انحدار سطح الحوض، وهذا يدل على أن الحوض مازال في مرحلة متقدمة من مرحل التعرية [3].

2- دراســـــــة : صالح وأخرون(2020)، "استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي الملكة بالجبل الأخضر شمال الشرق ليبيا"، هدفت الدراسة إلى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في التعرف عن الخصائص المورفومترية لحوض الوادي، والمتمثلة في الخصائص المساحية، والشكلية، والتضاريسية، وخصائص شبكة الصرف المائي، فضلاً عن أنماط التصريف لبناء قاعدة معلومات جغرافية رقمية لحوض الوادي، واعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي، وتحليل المرئيات الفضائية، واستخدام المنهج الكمي الذي يهدف إلى تطبيق المقاييس والمعادلات الرياضية في تحليل العمليات الجيومورفولوجية، ودراسة الخصائص الطبيعية والجيولوجية والمناخية لحوض والوادي[4].

3- دراســـــــة: الراجحي وعبدالله(2023م)" الخصائص المورفومترية والهيدروجية لحوض وادي الرمل"، هدفتْ الدراسة إلى معرفة أثر كل من كميات

الأمطار والتكوينات الجيولوجية في شكل الشبكة النهرية للحوض وإعداد المجاري به، ومعرفة دور عمر الحوض في قلة استثمار مياه السيول فيه، واعتمدت الدراسة في ذلك على نموذج(Aster Gdem) بحيث أعْطي نموذجًا للارتفاع الرقمي(Dem) بدقة 30x30 لعام 2009م وقد توصلت الدراسة لعدة نتائج أهمها:

1- إن زمن تصرف الحوض بالتكامل مع زمن التباطؤ من أهم العوامل المؤثرة في عملية في وحصاد ميله السيول والمحددة لنوع الآليات المستخدمة في ذلك، والتوزيع الجغرافي لها وذلك لكونهما نتاجاً مباشراً لطبيعة الحوض الجيولوجية والجيومورفولوجية وخصائص شبكته وكثافة الغطاء النباتي ونوع التربة.

2- يتسم حوض الرمل بطابع الاستجابة لمياه التساقط والتأثر بها; وذلك بسبب صغر مساحته وطبوغرافية النطاقة الأعلى له، وأوصت الدراسة إلى ضرورة توالي الدراسات الهيدروجيومورفولوجية على حوض الرمل الذي يقع من ضمن المناطق شبه الجافة; لتتضح جميع الجوانب الضرورية عند القيام بحصاد مياه السيول لتكون داعمة للمجال البيئي[5] .

ب - الدراسات الإقليمية:

1- دراســـــة : عنيبة(2016م)، هدفت هذه الدراسة تحليل إلي الخصائص الطبيعية والمورفومترية المساحية، والشكلية، والتضارسية، وخصائص الشبكة المائية لعدد تسعة أحواض مائية في الأردن موزعة على عدة مناطق متباينة من حيث الخصائص الطبيعية، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، وخلصت الدراسة إلى وجود تباين فيما بين الأحواض المدروسة من حيث الخصائص المورفومترية خاصةً تلك المتعلقة بخصائص الشبكة المائية، وهذا التباين يعود إلى تباين واختلاف الخصائص الطبيعية لتلك الأحواض[6].

2- دراســـــة : العمري وقطن (2018م) " تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية أنظمة التصريف في منطقة سهل حديبو جزيرة سقطرى"، هدفت الدراسة لبناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية لأنظمة التصريف في منطقة الدراسة للوصول إلى فهم الخصائص الهيدرولوجية، وتوصلت الدراسة لعدة نتائج أهمها: التحليل المورفومتري للثلاثة الاحواض الرئيسية المكونة لسهل حديبو(فرضاحة، داناجهن، سواق) تمر بمرحلة إعادة الشباب وذلك لوجود العديد من الخوانق الكبيرة في الأحواض وتعرج خط تقسيم المياه وأن الشكل الاحواض الثلاثة تبتعد عن الشكل الدائري ، كما أوصت الدراسة إلى ضرورة إنشاء

محطات قياس المياه في الإوجية لغرض تنظيم جرايات المياه والاستفادة منها في مجالات الزارعة، والاستخدامات البشرية الأخرى، وتنظم التدفق في أسفل الاحواض كون أسفل حوض فرضاحة يقطع عاصمة سقطرى التي يوجد بها أكبر تجمع سكاني[7].

3- دراســـــة: داود(2021م)، هدفت إلى دراسة التحليل المورفومتري لشبكة التصريف في حوض وادي أتله الميت"، من خلال دراسة بعض المتغيرات لإظهار خصائص الحوض، وقد تم تحديد أطوال وإعداد المجاري وشبكة التشعب، وكثافة التصريف والتكرار النهري وغيرها من خلال استخدام صور القمر IKONOSواستخدام معامل بيرسون في دراسة العلاقات بين المتغيرات[8].

أولاً- التكوينات الجيولوجية لحوض وادي لبدة:

يضم حوض وادى لبدة العديد من التكوينات الجيولوجية المختلفة، التي تعود لفترات زمنية متباينة، وتغطي مساحة متباينة، يمكن تصنيفها بناءً على العمر الجيولوجي من الأقدم إلى الأحداث وهي:

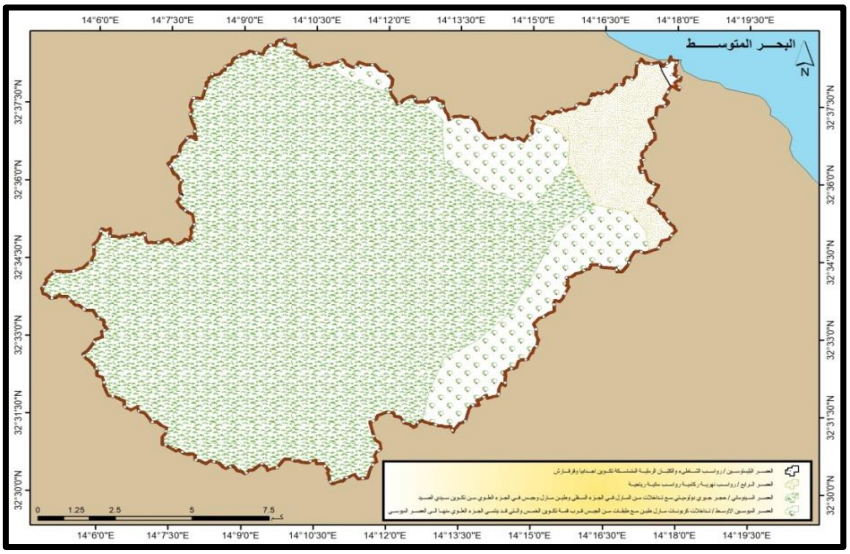
1- العصر الثالث فترة السينوماني، تكوين سيدي الصيد، ويتكون من الحجر الجيري ودولوميني مع تداخلات من المارل في الجزء السفلي وطين مارل وجبس في الجزء العلوى[9]، خريطة(2) وتعدُّ هذه الرواسب من أكثر الرواسب انتشاراً في الحوض إذ تغطي مساحة (150.651كم ²)أي مايعادل (79.5%) من اجمالي مساحة الحوض جدول(1).

2- العصر الميوسين الاوسط، تكوين الخمس، وهو يتكون من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي والطحلبي داخلات كربونات مارل طين مع طبقات من الجبس قرب قمة تكوين الخمس ومعظمها ذات مسامية عالية، ويغطي مساحة هذا التكوين (25.332كم²)ما يعادل (13.4%) من إجمالي مساحة الحوض.

3- العصر الرابع : رواسب نهرية ركامية، رواسب مائية رياحية، ويغطي مساحة هذا التكوين 13.234كم² ما يعادل 6.9% من مساحة الحوض.

4- العصر البليستوسين، تكوين قرقارش ويتكون الرواسب من الكالكارينيت الذي يتألف من الحجر الجيري وفتأت القواقع من الكوارتز وعدسات من الغرين التي تحتوي على أعداد من القواقع البرية، ويغطي هذا التكوين(0.358كم²) ما يعادل(0.2%)من اجمالي مساحة الحوض جدول (1).

خريطة(2) التركيب الجيولوجي لحوض وادي لبدة



المصدر: من عمل الباحث باستخدامGis استناداً إلي لوحة الخمس (مركز البحوث الصناعية، طرابلس، 1975م).

جدول(1) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي لبدة

التكوين الجيولوجي		المساحة / كم2	النسبة المئوية %	
العصر السينوماني	تكوين سيدى الصيد / حجر جيري دولوميتي مع تداخلات من المارل في الجزء السفلي وطين مارل وجبس في الجزء العلوي من تكوين سيدي الصيد.	150.651	79.5	
العصر الميوسين الأوسط	تكوين الخمس / تداخلات كربونات مارل طين مع طبقات من الجبس قرب قمة تكوين الخمس والتي قد ينتمي الجزء العلوي منها الى العصر الميوسين	25.332	13.4	
العصر الرابع	رواسب نهرية ركامية رواسب مائية رياحية	13.234	6.9	
العصر البليستوسين	تكوين قرقارش / رواسب الشاطىء والكثبان الرملية المتماسكة	0.358	0.2	

المصدر: من عمل الباحثة باستخدامGis استناداً إلي لوحة ليبيا، لوحة الخمس، (مركز البحوث الصناعية، طرابلس)

ثانياً- تحليل الخصائص المورفومترية المساحية، والشكلية، والتضاريسية لحوض وادي لبدة

أـ الخصائص المساحية: اشتملت دراسة الخصائص الهندسية لحوض وادي لبدة على مساحة الحوض، وطوله، وعرضه ومحيطه على النحو التالي:

مساحة الحوض:Basin Area تكمن الأهمية الجيومورفولوجية للمساحة في تأثيرها المباشر، في حجم التصريف المائي، أما على المستوي الجغرافي، فإن للمساحة دلالة مهمة على الوضع المحلي لمنطقة الدراسة بالنسبة إلى محيطها الإقليمي ومدى تأثيرها فيه وتأثرها به(Schumm,1956) [10]. وبناء على ذلك فقد بلغت مساحة الحوض (**189.579006كم2**)وهو يعد من الأحواض الصغيرة إذ ما قورنت بالأحواض المائية الكبيرة في ليبيا مثل حوض وادي كعام الذي تبلغ مساحته (2546.59كم2) وحوض وادي سوف الجين (30000كم2).

طول الحوض: Basin length : اعتمد الباحث على قياس أقصى طول للحوض من مصبه إلى أبعد نقطة عند محيطه بتتبع المجرى الرئيس، لان حوض وادي لبدة يعتبر من الأحواض البسيطة الشكل، وقد تم قياسه بواسطة برنامج Arc GIS10.8 على الخريطة الرقمية، ووجد أن طول الحوض يساوي (21.35كم) خريطة(3).

متوسط عرض الحوض : هو معدل عرض مجموعة من الخطوط المتعمدة على أقصى طول من الحوض وقد حساب عرض الوادي من خلال قسمة مساحة الحوض على طول الحوض كما في المعادلة التالية(Zovoianu1985) $W \frac{A}{Lb}$ حيث W = عرض الحوض A= مساحة الحوض ، Lb = أقصى طول الحوض كم، وبلغ متوسط عرض الحوض 8.9كم، ومن هنا نجد أن عرض الحوض صغير مقارنة بطوله، حيث تبلغ نسبة الطول إلى العرض 2.4كم وهذا يعنى استطالة الحوض وبالتالي فأن قيمة التصريف امائي في حالة الفيضان تتأخر في وصولها إلي بيئة المصب بسبب طول المسافة وتناقص التصريف المائي بسبب التبخر والتسرب.

$$8.88 = \frac{189.579}{21.35}$$

4.مُحيط الحوض:Perimeter basin : يقصد بمحيط الحوض خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض المدروس والأحواض المجاورة له أي يعتبر الحدود الخارجية للحوض، ويعتبر من المتغيرات المورفومترية الأساسية للحوض لارتباطه بالعديد من الخصائص الأخرى مثل(مساحة الحوض، وشكل الحوض، وعرضه،

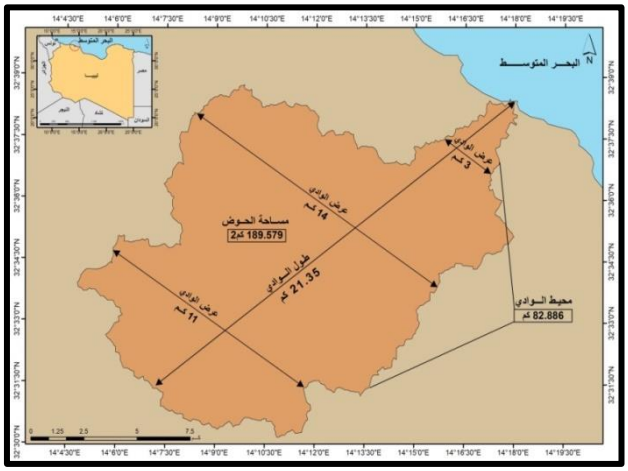
والاستدارة، والاستطالة)، وتم قياس المحيط بواسطة ArcGis10.8 ووجد أن محيط الحوض وادي لبدة **82.886864كم**. جدول(2) يوضح الخصائص المساحية لحوض الوادي.

جدول(2) قيم متغيرات شكل الحوض

المتغير المورفومتري	مساحة الحوض	طول الحوض	عرض الحوض	محيط الحوض
القيمة بالكيلومتر	189.579006كم2	21.35كم	9كم	82.886864كم

المصدر: من عمل الباحثة استناداً على المتغيرات المورفومترية للحوض .

خريطة(3) أبعاد حوض وادي لبدة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامجArcGis10.8.

ب- الخصائص الشكلية لحوض وادي لبدة.

1- نسبة تماسك المساحة(معدل الاستدارة)Circularity Ratio: تشير نسبة الاستدارة إلى مدى اقتراب أي حوض من الشكل الدائري[11] وهي توضح درجة التشابه بين حدود الحوض الخارجية والدائرة باعتبارها أفضل شكل هندسي منتظم، وكلما اقترب الرقم من الواحد الصحيح زاد اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وبلغت نسبة الاستدارة لحوض وادي لبدة (0.35)، وهي قيم أقرب للصفر منها للواحد الصحيح ما يدل على أن خط تقسيم المياه المحيط بحوض وادي لبدة لا يسير على النحو المنتظم بل بتعرجات ملحوظة، وهذا يدل على أن الحوض لا يقترب من الشكل الدائري، معادلة التالية.

كم²الحوض

نفسه

بتطبيق هذا المعادلة بلغ معدل الاستدارة في الحوض كما يلي

المساحة الحوضية لحوض وادي لبدة

محيط الدائرة = محيط الحوض

محيط الدائرة – ق π x 82.89 = ق / 3.14

82.89* ق* 3.14 ق = 82.89 / 3.14

ق = 26.39709204 نق = 2/26.39709204 = 13.198546نق = 174.2016165

مساحة الدائرة = نصف القطر تربيع x النسبة الثابتة

مساحة الدائرة 174.2016165 * 3.14 = 546.9930796

546.9930796/189.579 =0.346 =

2 ـ نسبة الاستطالةElongation Ration: يعدُّ من أهم وأدق المعاملات المورموفترية في قياس أشكال الاحواض التصريفية، الذي يعبر عن مدى تقارب، أو تباعد شكل الحوض من الشكل المستطيل، وتتراوح نسبة الاستطالة من الصفر إلي الواحد فاقتراب الحوض من الواحد الصحيح يعنى أن الحوض المائي مستطيل والعكس،[12] وبتطبيق المعادلة التالية تبين أن معامل الاستطالة لحوض وادي لبدة (0.73)، وهذا يدل على أن حوض وادي لبدة متوسط الاستطالة[13].

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر دائرة مكافئة في مساحتها مساحة الحوض}}{\text{أقصى طول الحوض}}$$

مساحة الدائرة = نق² * π

189.579= نق² 3.14 60.37547771 = 3.14 / 189.579

$$7.770165874 = \sqrt{60.37547771}$$

7.770165874x 2 = 15.540

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{15.540}{21.35} = 0.73$$

3 ـ نسبة تماسك المحيط (معامل الاندماج)Compactness Factor:

هذا المقياس من المقاييس التي تؤكد مدى اقتراب، أو ابتعاد الحوض من الشكل الدائري، فكلما كان الناتج قريباً من الواحد الصحيح، كان الشكل قريباً من الشكل الدائري والعكس صحيح[14] ومن دراسة نسبة تماسك المحيط أو معامل الاندماج تبين أنه(1.7)، وهي نسبة مرتفعة، وهذا يعني ابتعاده عن الشكل المستدير المنتظم، أي ضعف الترابط بين أجزاء الحوض، وعدم انتظام خط تقسيم مياهه.

$$Cc = 0.2841 \times P/A^{0.5}$$

حيث إن Cc= معامل الاندماج، 0.2841 قيمة ثابتة، P=محيط الحوض(كم)، A= مساحة الحوض(كم²)، وعند تطبيق هذه المعادلة على حوض وادى لبدة(1.7)، وهي قيمة مرتفعة ما يدل على انعدام التناسق بين محيط الحوض ومساحته، وعدم انتظام خطوط تقسيم مياهه.

4 ـ معامل الانبعاجLemniscate Rati: تفيد دراسة هذا المعامل في معرفة مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الكمثريPear Shape وتدل القيم المنخفضة على تفلطح الحوض وزيادة أعداد وأطوال المجاري الأولية، ومن تم نشاط عمليات النحت التراجعي، مما يدل على أن الحوض قطع شوطاً طويلاً في دورته الحتية، في حين تشير القيم المرتفعة إلى عكس ذلك، وبدراسة معامل الانبعاج بحوض وادي لبدة لاحظ أنه(0.60)، مما يشير إلى أن حوض الوادي أقل انبعاجاً، ولا يزال في بداية دورته التحاتية قبل أن تُركه ظروف الجفاف الحالية.

ويقاس بالمعادلة التالية: معامل الانبعاج= $\frac{\text{مربع طول الحوض}}{\text{مساحة الحوض}\times 4}$ **=** $\frac{2(21.35)}{(189.579)\times 4}$ **=0.60**

معامل الشكل الحوض Basin Form Factor: يشير معامل شكل الحوض إلى مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة، فالقيم المنخفضة تشير إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث، وهذا ناتج من تغير في عرض الأحواض المائية من المنبع إلى المصب; بسبب زيادة أحد بعدي الحوض على البعد الآخر[15]، ومن الجدول (3) تجد أن طول حوض، الوادي لبدة يعادل أكثر من مرتين عرضه تقريبا وهذا يدل على استطالة الحوض وما يتبع ذلك من قيمة معامل الشكل التي بلغت (0.22) مما يعكس قلة التجانس بينهما بالإضافة إلى دلالته على كثرة الصدوع، وضعف تجانس التركيب الصخري .

$$\frac{\text{مساحة الحوض}(\text{كم}^2)}{\text{مربع طول الحوض}(\text{كم})}$$

$$0.22 = \frac{189.579}{21.35}$$

جدول(3) قيم متغيرات شكل الحوض

المتغير المورفومتري	الاستدارة	الاستطالة	الاندماج	الانبعاج	معامل الشكل
القيمة	0.35	0.73	1.7	0.60	0.22

المصدر/من عمل الباحثة استناداً لبيانات السابقة.

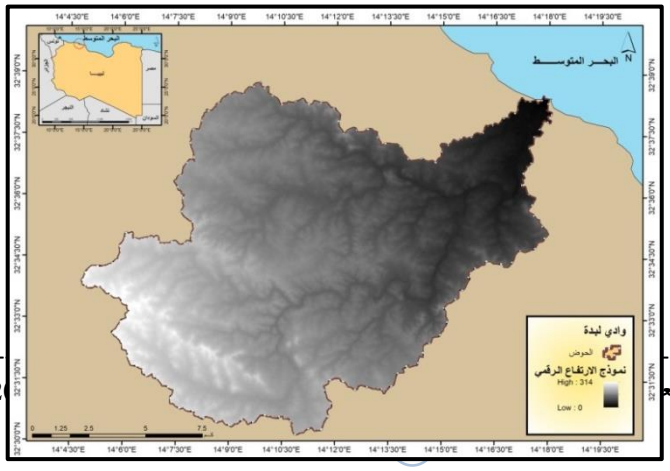
ج-الخصائص المورفومترية التضاريسية لحوض لبدة:

1ـ معامل التضرسRelief Ratio : نعني بالتضرس هو تضرس الحوض الفارق الرأسي بين أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض من حيث الارتفاع(بالمتر) وتكون أعلى نقطة عند تقسيم المياه وأدناها عند مخرج الحوض، وهو يشير بصورة مباشرة إلى درجة انحدار الحوض، وترتفع قيمة هذا المعدل بزيادة الفارق بين أعلى وأدني نقطة في الحوض، ويرتبط تضريس الحوض بمناخ وجيولوجية المنطقة وبنوعية الصخور في حوض التصريف، وباستجابات هذه الصخور لعمليات التعرية النشطة في حوض الوادي[16] وقد بلغ أقصى ارتفاع في الحوض(314م)، فوق مستوى سطح البحر وأدني ارتفاع صفر خريطة(4)، وتم استخراجهما مباشرة من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM وبلغ معامل التضرس(14.71م)، وهي قيمة مرتفعة بسبب صغر مساحة الحوض قياساً لارتفاعه، ويتم حساب معامل التضرس بالمعادلة التالية:

$$\text{معامل التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى و أدني منسوب في الحوض(م)}}{\text{طول الحوض(كم)}} = \frac{314-0}{21.35\text{(كم)}} = 14.71\text{م/كم}$$

معامل التضرس

خريطة(4)نموذج الارتفاع الرقمي لوادي لبدة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(ArcMap8.10)اعتماداً على نموذج DEM.

2- درجة الوعورةRuggedness Value :

تشير قيمة الوعورة إلي مدى تضرس الحوص والمرحلة التطورية التي وصل إليها، وتزداد مع زيادة الكثافة التصرف من ناحية وزيادة التضرس من ناحية أخري وبالتالي زيادة عمليات الحث المائي ونقل والترسبات[17]، وارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس وسيادة التعرية المائية وكمية الرواسب المنقولة من المنابع العليا للأحواض إلى أسفل جدول(4)، ويتم حساب هذا المعامل من خلال المعادلة الرياضية التالية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة التصريف الطولية}}{1000}$$

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{2.34 \times 314}{1000} = 0.73$$

بتطبيق المعادلة لاحظ أن قيمة الوعورة في حوض لبدة منخفضة دلالة على أن الحوض مازال يقوم بدورته التحاتية وأمامه متسع من الوقت لإكمال دورته، وزيادة أطوال مجاريه على حساب مساحته.

1- التضاريس النسبية:

يوضح هذا المعامل العلاقة بين تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى وأدني ارتفاع بالحوض إلى محيط الحوض، ويؤثر هذا العامل على العديد من المتغيرات المورفومترية في الحوض و التي أهمها الخصائص الهيدرولوجية وكثافة التصرف [18]، وتدل القيم المنخفضة للتضاريس النسبية على ضعيف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض[19] ويتم حساب هذا المعامل من خلال المعادلة التالية

$$\text{التضاريس النسبية} \frac{\text{التضاريس الحوض (م)}}{\text{محيط الحوض(كم)}}$$

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{314}{82.9} = 3.79 \text{م} \therefore \text{كم}$$

وبلغت قيمة التضاريس النسبية لحوض وادي لبدة(3.8م/كم) وتَعُّد هذه القيمة مرتفعة، وارتفاع قيمة التضاريس النسبية تشير إلى شدة تضرس ووعورة سطح الحوض، وصغر مساحة الحوض، وأن الحوض مازال في المراحل الأولي من الدورة الجيومورفولوجية [20].

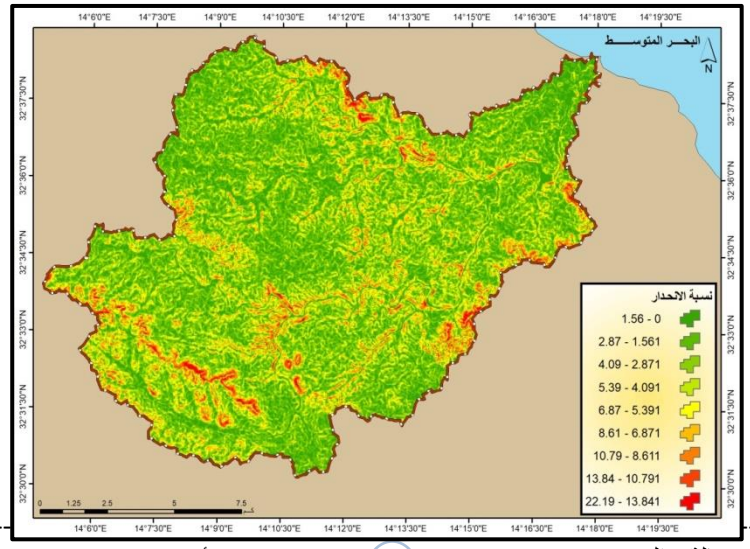
2- الانحدارSlope :

تعدُّ دراسة الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة، إذ تعدُّ أحدى أهم عناصر مظاهر السطح، التي يتم تحليلها باستخدام أساليب قياسية وتحليلية، كما أن لها علاقة وطيدة بالنشاطات البشرية المختلفة كالطرق، والجسور، والعمران، ومشاريع الري، وغير ذلك، إذ يعتمد إقامة أي مشروع على طبيعة الانحدار وشدته واستقراره، والعمليات الجيومورفولوجية التي تتعرض لها تلك السفوح [21]، الخريطة(5)، كما أن انحدار المجاري المائية نحو المصب، يساعد جريان المياه واندفاعها، وانتقال الرواسب والمفتتات من المناطق العليا وترسيبها على الجوانب الوادي وقسميه الأوسط والأدنى، وتُرسب على حجم أحجامها وأنواعها[22] . ويتم حسابه وفقاً لمعادلة التالية:

$$\text{زاوية الانحدار} = \frac{\text{أعلى نقطة الحوض}}{\text{المسافة الأفقية}} \quad \text{زاوية الانحدار} = \frac{314}{21.35} = 14.7$$

وبناءً على تصنيف يونج(Young, 1972) للمنحدرات، فإن حوض وادي لبدة يعدُّ ذو انحدار فوق المتوسط، إذ بلغ انحداره(14.7)، وذلك لصغر مساحته؛ لأنه عادة ما ترتبط المساحات الصغيرة بتزايد الانحدار.

خريطة(5) درجة الانحدار لحوض الوادي



المصدر: من عمل الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافيةArcMap8.10)اعتماداً على نموذج DEM.

3- التحليل الهبسومتريHypsometric Analysis

المؤشر يعبر عن المرحلة الحتية التي وصل إليها الحوض، وله دلالة على كمية المواد التي لا تزال تنتظر دورها في عمليات الحت، كما يمكن الاستدلال عليه عن طريق التباين المكاني في الاجزاء المختلفة من الحوض، أي أنه مقياس محلي يصف المرحلة الجيومورفولوجية للحوض الذي تتناقص قيمته مع استمرار نشاط وتقدم الدورة الحتية في الأحواض المائية مشيراً إلى انخفاض تضرس الحوض[23] جدول(5)، وقد تم حساب هذا المعامل من المعادلة التالية:

معامل الهيبسومتري

$$\text{معامل الهيبسومترى} = \frac{189.579}{314} = 0.60\text{كم}^2/\text{م}$$

وهذا يعنى أن الحوض قطع(60%)من الدورة الحتية، وأنّ (40%) من التكوينات الصخرية لازالت في انتظار دورتها الحتية، ووفقاً لتصنيف هورتون يعدُّ الحوض في مرحلة النضج، نظراً لأن ما نسبته(60%)من مساحة الحوض المائي أُزيلت، وهنا تكون التوازن في مقدار المواد المعراة والمنقولة ومقدار ما يترسب في مجر الوادي، جدول(5) خريطة(6).

جدول(4)الخصائص التضاريسية لحوض وادي لبدة

المتغير المورفومتري	معدل أو نسبة التضرس	قيمة الوعرة	زاوية الانحدار	التضاريس النسبيةم/كم	التكامل الهيبسومتري
القيمة	14.71/كم	0.73	14.7	3.8	0.60كم²/م

المصدر/ من عمل الباحث استناداً للمعادلات السابقة.

جدول (5) إحصاءات الخطوط الكنتورية في حوض وادي لبدة

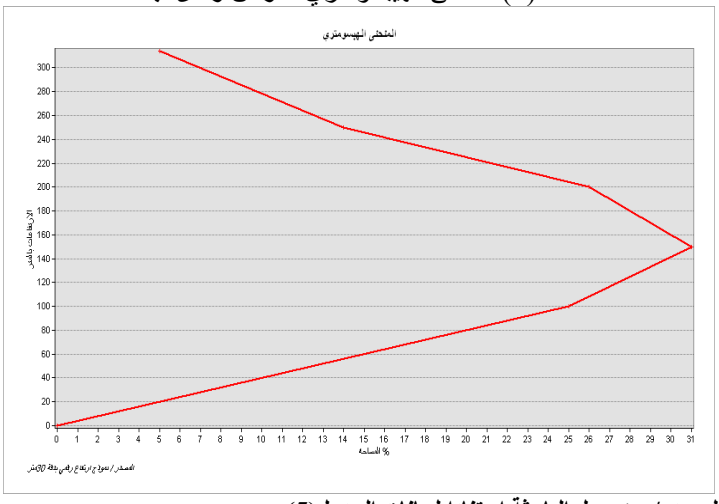
فئات الارتفاع	المساحة الجزء بالكلم ²	%	النسبة التراكمية	المساحة التراكمية/كم²
100 – 0	47.045692	24.8	0	0
150-100	57.898438	30.5	22.3	47.046
200-150	49.87831	26.3	48.6	57.892
250-200	25.70311	13.6	62.2	25.703
314 – 250	9.053456	4.8	67	9.051
المجموع		100		189.571

المصدر/من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

4- المنحنى الهيبسومتري:Hypsometric curve

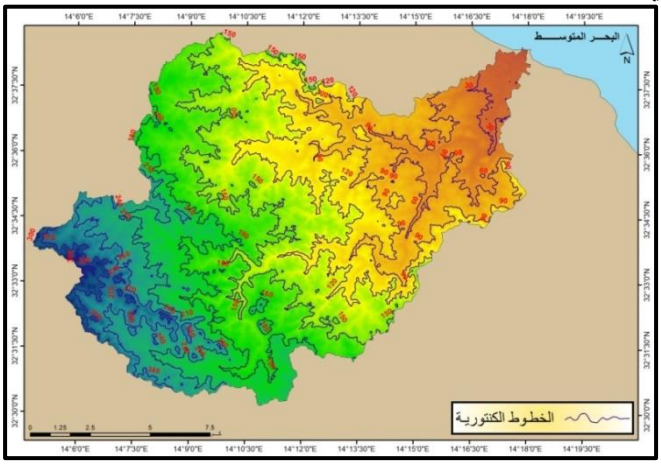
تم إعداد المنحنى الهيبسومتري لحوض وادي لبدة اعتماداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي وقد تم استخراج البيانات بواسطة Arc map وبعدها تم تمثيل المنحني بواسطة البرنامج Excel، ويوضح المنحني العلاقة بين المساحة النسبية للحوض وارتفاعه النسبي على محورين (س ، ص)كما موضح بالشكل(1)

شكل (1)المنحنى الهيبسومتري **لحوض وادى لبدة**



المصدر/ من عمل الباحثة استنادا لبيانات الجدول(5).

خريطة(6) الخطوط الكنتورية



المصدر: من عمل الباحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(ArcMap8.10)اعتماداً على نموذج DEM.

ثالثاً-الدراسة المورفومترية لشبكة التصريف لحوض وادي لبدة:

1- أعداد ورتب المجاري المائيةStream Order Number :

تعطي الدراسة وتحليل المجاري المائية وأعدادها فكرة واضحة على نظام شبكات التصريف في أحواض منطقة الدراسة، وتكتسب عملية ترتيب المجاري المائية أهميتها في كونها ترتبط ارتباطاً مباشراً ً بحجم شبكة التصريف، كما يرتبط بزيادة الرتب زيادة كبيرة للجريان المائي[24]، كما تعطي فكرة واضحة عن حجم تصريف المياه وجريانها السطحي للمياه ولتعرف عن ذلك تم تطبيق طريقةStrahler(1956) لتصنيف المجاري المائية إلى رتب نهرية في حوض وادي لبدة، وتتلخص هذه الطريقة في إعطاء الرتبة الأولي للمجاري المائية التي تصب فيها قنوات مائية، وتتكون الرتبة الثانية من التقاء مَجَريِيْن من الرتبة الثانية إلى تكوّن الرتبة الثالثة والرابعة حتى الوصول إلى أعلى رُتبة في الحوض والتي يمثلها المجرى الرئيسي، وبناءً عن ذلك يصنف حوض وادي لبدة حوضًا من الرتبة السادسة، خريطة(7) وجدول(6). وأن عدد المجاري الحوض (693) مجرى، تبلغ اعدادها في المرتبة الأولي (540)مجرى، في حين تسجل المرتبة الثانية نحو (118)مجرى، وفي المرتب الثالثة نحو(25)مجرى ونحو مجرى واحد في المرتبة السادسة.

2- أطوال المجاري المائية Stream Lemgth :

يقصد بطول المجاري مجموع أطوال المجاري (كم) على مستوى الحوض، إضافة إلى أطوال هذه المجاري على مستوى الرتب وفي أغلب الأحيان أنّ مجموع أطوال المجاري المائية يقلّ بالانتقال من رتبة إلى رتبة أعلى ، ويتبن من جدول (6) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي لبدة بلغ 444.53كم بحيث ينتمي منها إلى الرتبة الأولي ما نسبته(51.1%) وبطول بلغ (227.30كم)، وتشكل نسبة المجاري المائية من الرتبة الثانية حوالي(24.2%) وبطول يصل(107.74كم) من مجموع أطوال مختلف الرتب، أما مجاري الرتبة الثالثة فيصل طولها إلى(47.92كم) بنسبة (10.8%) من مجموع أطوال الرتب، أما طول المجري الرئيس للحوض والذي يمثل الرتبة السادسة والأخيرة، فقد وصل إلى(7.89كم) ويمثل نسبة(1.8%)من مجمل أطوال جميع الرتب، والخريطة(7) توضح رتب المجاري المائية بحوض وادي لبدة، مما تقدم يتضح زيادة أطوال المجاري المائية بالحوض ويرجع ذلك إلى طبيعة التكوينات الجيولوجية ؛ إذ أن معظمها صخور جيرية ترجع للزمن الثالث فترة

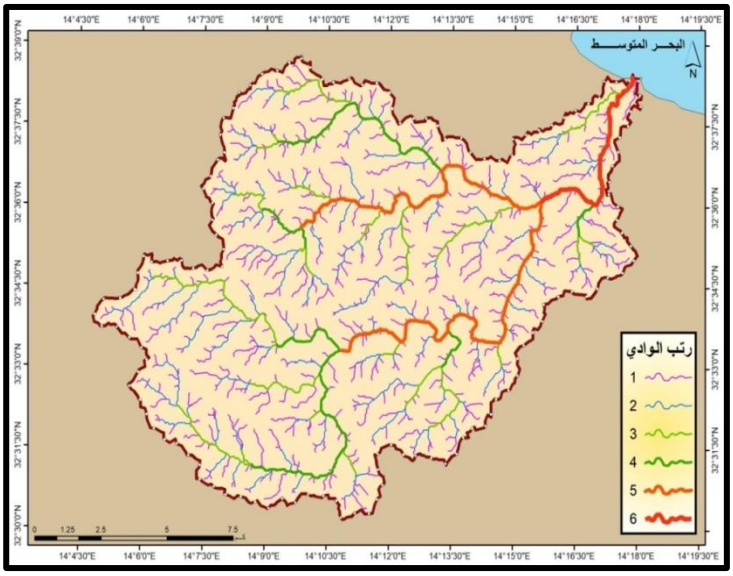
السينوماني تكوين الصيد بنسبة 79.2% وهي صخور غير مقاومة لعمليات الحت يسهل نحتها بواسطة المياه الجارية، وتكوين المجاري المائية.

جدول(6)أعداد المجاري المائية وأطوالها حسب الرتب

%	أطوال المجاري المائية كلم	الرتبة	عدد المجاري المائية كلم	%
51.1	227.30	الأولي	540	78.0
24.2	107.74	الثانية	118	17.0
10.8	47.92	الثالثة	25	3.6
6.0	26.35	الرابعة	7	1.0
6.1	27.33	الخامسة	2	0.3
1.8	7.89	السادسة	1	0.1
100	444.53	المجموع	693	100

المصدر: من عمل الباحثة استنادا على جدول البيانات الوصفية لطبقة المجاري المائية في برنامج Ars Gis10.8

خريطة(7) شبكة المجاري المائية ورتبها في حوض وادي لبدة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(ArcMap8.10)اعتماداً على نموذج DEM.

3- نسبة التشعب: يقصد بها العلاقة بين عدد المجاري في رتبة ما، إلى عدد المجاري في الرتبة التي تليها، وتكمن أهمية هذه النسبة في كونها تتحكم في كمية التصريف[25]. وتستخرج وفقاً للمعادلة الآتية:

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري التابعة لرتبة معينة}}{\text{عدد المجاري للرتبة التي تليها}}$$

وتتأثر نسبة التشعب بالبنية والتركيب الجيولوجي والظروف المناخية، فإذا كانت قيمة النسبة منخفضة فهذا يعكس كون الصخور غير نفاذة، في حين أقتراب نسبة التشعب بين مجاري مراتب الحوض من (3، 5) دليل على تشابه الحوض مناخياً وبنيوياً[26]، وأن ارتفاع، أو انخفاض هذه النسب عن الحدود المذكورة، دليل على عدم تجانس الحوض، وبدراسة نسبة التشعب لكافة رتب الحوض، عدا الرتبة السادسة (التي ليس لها رتبة أعلى منها والمتمثلة في الرتبة السابعة، وذلك لأن عدد الرتب (6) فقط، تبين أن معدل التشعب بين الرتب النهرية لحوض وادي البدة بلغت(3.68)، وهذا يتفق مع المدى الذي حدده سترهلر، الذي يعكس مدى التجانس الموجود بين مظاهر السطح والبيئة الجيولوجية وظروف المناخية السائدة في الحوض، والجدول(7)يبين معدل التشعب بين الرتب النهرية بحوض الوادي.

جدول(7)معدل التشعب بين الرتب النهرية بحوض الوادي

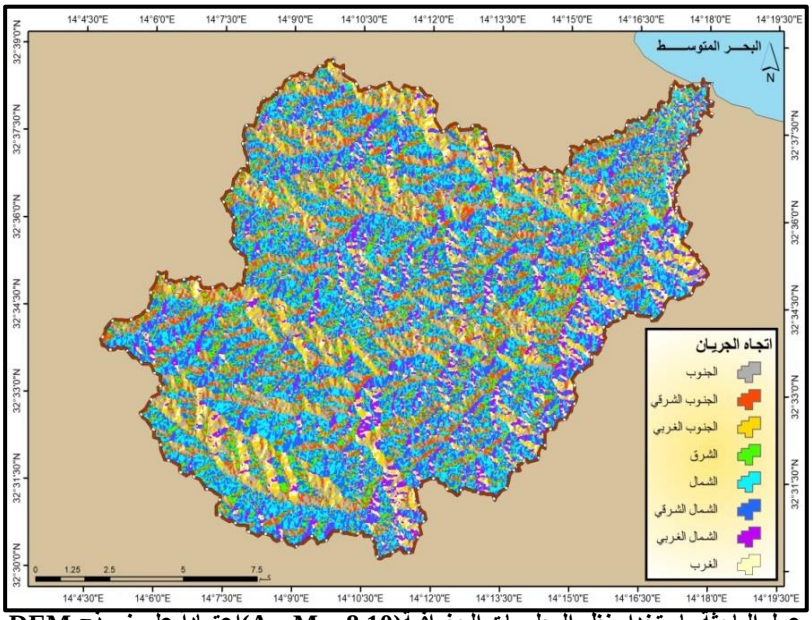
الرتبة	عدد المجاري	%	نسب التشعب
1	540	78.0	الرتبة الاولي والثانية $\frac{540}{118} = 4.6$
2	118	17.0	الرتبة الثانية والثالثة $\frac{118}{25} = 4.7$
3	25	3.6	الرتبة الثالثة والرابعة $\frac{25}{7} = 3.6$
4	7	1.0	الرتبة الرابعة والخامسة $\frac{7}{2} = 3.5$
5	5	0.3	الرتبة الخامسة والسادسة $\frac{2}{1} = 2$
6	1	0.1	-
	40	100	معدل نسب التشعب لجميع الرتب $\frac{18.4}{5} = 3.68$

المصدر/ من عمل الباحثة استناداً معادلة حساب نسبة التشعب.

4- اتجاهات المجاري:

تعدُّ قياسات اتجاهات المجاري أحد الخصائص المورفومترية المهمة، فهي تعكس اتجاهاتها ومدى تأثرها باتجاه منحدرات السطح والصدوع والكسور، كما تعكس عمر الشبكة المائية للأحواض وقد تم قياس اتجاهات الأحواض بحوض وادي لبدة بالاعتماد على برنامج (Arc Gis10.8) ، والخريطة (8)، وشكل(2) توضحان اتجاهات المجاري استناداً للبيانات الواردة بالجدول(8).

خريطة(8)اتجاه الجريان



المصدر: من عمل الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(ArcMap8.10)اعتمادا على نموذج DEM.

تم تحليل نموذج الارتفاع الرقمي لحوض وادي لبدة واستخلاص اتجاهات الانحدار لسطح الارض إذ لاحظ أن اتجاه الانحدار السائد نحو الشمال الشرقي(25.5%)، وهو ما لا يتفق مع اتجاه الانحدار العام نحو الشمال، وأن معظم اتجاهات الميل، أو الانحدار في اتجاه الشرق والشمال الشرقي، إلا أن هناك بعض المناطق الجنوبية تميل اتجاه الجنوب الشرقي بنسبة(11.8%) وفي اتجاه الجنوب بنسبة(11.4%).

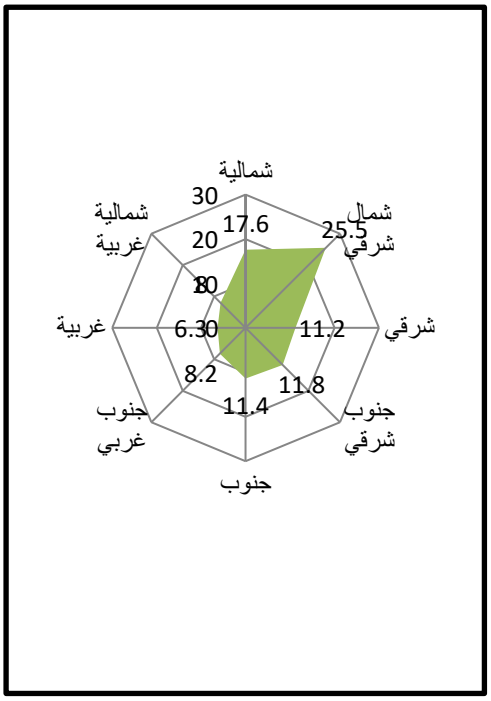
الاتجاه	المساحة بالكلم^2	%
الشمال	33.4	17.6
الشمال الشرقي	48.4	25.5
الشرق	21.3	11.2
الجنوب الشرقي	22.3	11.8

الجنوب	21.6	11.4
الجنوب الغربي	15.6	8.2
الغرب	12.0	6.3
الشمال الغربي	14.9	8
الإجمالي	189.5	100

جدول(8) مساحة ونسبة اتجاه الجريان بالحوض

المصدر: من عمل الباحثة باستخدامArc map10.8

شكل(2) يوضح اتجاهات الجريان بحوض الوادي



المصدر: من عمل الباحثة استنادًا لبيانات جدول (8)

5- كثافة التصريف:

وتعني العلاقة بين أطوال القنوات النهرية والمساحة التجمعية لأحواضها، فعندما تزداد أعداد وأطوال القنوات تقل درجة انحدار سطح الأرض داخل الحوض، ومن خلال هذا المعامل نستطيع أن نتفهم نمو وتطور نظم التصريف بالحوض[27]، وفقا للمعادلة التالية:

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية بجميع رتبها(كم)}}{\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}}$$

كم/كم^2

وهذ يعنى أن كل(1كم^2) من مساحة وادى لبدة تمتلك نظرياً(2.34) من المجاري المائية لتصريف مياهها وحمولتها، وهي قيمة منخفضة حسب

تصنيف(Strahler1964)،حيث صنفها إلى ثلاث فئات هي أقل من12 (منخفضة) ومن 12-16 (منخفضة) وأكبر من 16 (مرتفعة)، ترتبط بنوع المناخ السائد، ونوع الصخر والانحدار، ويعود سبب انخفاض هذه الكثافة إلى طبيعة مناخ المنطقة الجاف، قليل الإمطار، وإلى طبيعة الصخور الجيرية ذات النفاذية العالية التي تقلل من الجريان السطحي للمياه.

6- الكثافة العددية أو(تكرارية المجاري):

ويعنى عدد المجاري في (كم²)، ويعدُّ مقياساً للنسيج الطبوغرافي للحوض، كما تنخفض قيمة هذا المعامل في الاحواض المائية الكبيرة، وارتفاعها يعنى زيادة في تجميع المياه في الحوض النهري، كما توجد بين التكرار النهري ودرجة انحدار الروافد وطول المجرى، والمساحة الحوضية[28] ، ويقاس وفقاً لمعادلة التالية:

$$\text{تكرار المجاري المائية} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري في الحوض}}{\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}} = \mathbf{3.66}\ \text{مجرى/كم}$$

$$= \frac{\mathbf{693}}{\mathbf{189.579}}$$

وهذا يعنى أن تكرار المجاري بالوادي(3.7)كم² وهي قيمة منخفضة بسبب محدودية عدد المجاري، كما تؤكد قصر مجاري الحوض بالنسبة لعددها، ونستنتج من هذا أن حوض الوادي ذو نسيج طبوغرافي خشن ولازال أمامه شوطاً طويلاً ليقطعه في دورته التحاتية.

معدل بقاء المجرى:

يمثل معدل بقاء المجرى متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة(كم) من مجاري شبكة التصريف بالميا, إذ إن ارتفاعه يدل على اتساع المساحة الحوضية على حساب المجاري المائية المحددة للطول(مصدر)، كما يشير إلى المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض، إذ يستدل منه على متوسط الوحدة المساحية لتغذية الوحدة الطولية من ضمن شبكة حوض التصريف، أي أن زيادة هذا المعدل تدل على ابتعاد المجاري عن بعضها البعض(29) وتتراوح قيمته من الصفر والواحد الصحيح، وكلما اقتراب من الصفر أشار إلى تأثر المنطقة بالتراكيب البنيوية ونفاذية منخفضة للتربة والانحدار الشديد والجريان السطحي السريع، والعكس صحيح كلما اقترب من الواحد الصحيح ويستخرج وفق المعادلة الآتية: معدل بقاء المجرى $= \frac{\text{المساحة الحوضية(كم}^2\text{)}}{\text{مجموع أطوال المجاري(كم)}}$

$$0.27 = \frac{189.579}{693}$$

بلغ معدل بقاء المجرى في حوض الوادي(0.3كم/كم²)، وتشير هذه النتيجة إلى أن كل 1كلم من أطوال المجاري تغذي مساحة تقدر بنحو (0.3كم²)، ويظهر هذا المعدل أيضا إلى أن الأودية تتقارب من بعضها البعض، وتتقلص المساحة الفاصلة بينها، حيث تصل قيمة معدل بقاء المجرى إلى حدها الأدنى; بسبب تقارب المجاري من بعضها، ولقلة الأمطار الساقطة عليه.

8.معدل النسيج الطبوغرافي (نسبة التقطع)

يقصد به عدد المجاري المائية والمسافة التي تفصل بينها، ويعطى النسيج الطبوغرافي صورة واضحة على مدى نمو الشبكة المائية في الحوض، إضافةً إلى أنه يعبر عن مدى تقطعه بالمجاري المائية والمرحلة الجيومورفولوجية التي وصل إليها في دورته التحاتية، ويتوقف معدل النسيج الطبوغرافي على مناخ الحوض، خاصة الامطار وكذلك النبات الطبيعي، ونوع التربة، ومقدار التسرب، والتضاريس (30) وبدراسة معدل النسيج الطبوغرافي لحوض وادي لبدة تبين أن درجة تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية قد بلغت (5.4)، وهو بذلك من ضمن النمط الثاني ذو النسيج الطبوغرافي المتوسط بتطبيق تصنيف(Smith، سميت 1950)، ومما يدل على توسط تقطع الحوض نتيجة التباعد المجاري المائية وعدم تقاربها وهذا يعود إلي طبيعة الصخور ذات النفاذية العالية والتي تغطي أجزاء واسعة من الحوض، ويتم استخراج هذا المعامل عن طريق المعادلة التالية:

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض}}{\text{محيط الحوض}}$$

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي} = \frac{444.53}{82.89} = 5.36$$

9-زمن الاستجابة (التركيز) والسرعة

يُعرف زمن الاستجابة (التركيز) بأنه الفترة الزمنية التي يستغرقها جريان المياه من أبعد نقطة في الحوض إلى نهاية الحوض، أو مخرج الحوض، تؤثر الخصائص الشكلية لحوض الوادي بشكل كبير على خصائصه الهيدرولوجية فهي إما أن تزيد من

حركة المياه بالمجاري ومن سرعة وصول المياه إلى نهاية الحوض، أو تقلل من سرعتها وحركتها داخل المجاري[31]، ويحسب بالمعادلة التالية:

$TC=76.3\ \sqrt{s}/\sqrt{I}$ حيث (TC)هي زمن الاستجابة(التركيز). (S) هي مساحة الحوض (كم²) .

(I) هي درجة الانحدار% ، (76.3)رقم ثابت، وبناء على المعطيات الآتية فإن زمن الاستجابة التركيز بحوض وادى الأثل S=189.579، I=14.7، TC=4.5 اربعة ساعات ونصف، وبتطبيق هذه المعادلة يتضح أن الزمن الذي تستغرقه المياه لكي تصل إلى مخرج الوادي أو نهايته(4.5) أربعة ونصف ، وبناء عليه، فإن سرعة الجريان بالوادي تعدُّ سريعة نظراً لقصر طول الحوض والمسافة وشدة انحداره بغض النظر على المتغيرات الأخرى مثل الغطاء النباتي والتسرب ونوعية التربة جدول(7) يبين متغيرات خصائص الشبكة التصريفية بحوض وادي لبدة.

جدول(7) متغيرات خصائص الشبكة التصريفية بحوض وادي لبدة

المتغير	الرتبة الأولي	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة	الرتبة السادسة	الحوض
أطوال المجارى كم	227.30	107.74	47.74	26.35	27.33	7.89	444.53
أعداد المجاري	540	118	25	7	2	1	693
نسبة التشعب	4.6	4.7	3.6	3.5	2	-	3.68
كثافة التصريف	-	-	-	-	-		2.3كم/كم²
تكرار المجاري	-	-	-	-	-		3.7مجري/كم
معدل بقاء المجرى	-	-	-	-	-		0.27
نسبة التقطع	-	-	-	-	-		5.36
زمن الاستجابة	-	-	-	-	-		4.5ساعة

المصدر/ من عمل الباحثة استناداً على المعادلات السابقة.

النتائج:

توصلت الدراسة إلي عدد من النتائج المتعلقة بمورفومترية حوض وادي لبدة وهي كالآتي:

1- إن الحوض من الرتبة السادسة وفقاً لنظام سترهلرشStrahler، ومساحته بلغت (189.579كم²) ويعدُّ من الأحواض الصغيرة مساحة.

2- من خلال دراسة تبين أن قيمة الوعورة(0.37) ونسيج الحوض(5.4) أنه ينتمي لفئات الأحواض ذات النسيج المتوسط الذي يدل على طبيعة الصخور ذات النفاذية العالية والتي تغطي أجزاء من الحوض.

3- الحوض قطع شوطاً كبيراً في دورته التحاتية ، فقد بلغ فارق الارتفاع بين أعلى وأقل منسوب (314م)، حيث سجل أعلى منسوب(314م) وأدنى منسوب(0م)، كما سجلت نسبة التضرس(14.7م/كم) وهي قيمة مرتفعة تدل على التضرس العالي ونشاط عملية الحت به، كما يشير المعامل الهيبسومتري الذي سجل قيمة(60%) إلى أن الحوض في مرحلة النضج الجيوموفولوجي حسب تصنيف Strahler .

4- إن زمن الاستجابة أو سرعة الجريان بالوادي سريعة وهي تعكس درجة انحدار الحوض حيث كان زمن الاستجابة لكي تصل إلى مخرج الحوض من أبعد نقطة فيه هو(4.5ساعة) أو (270 دقيقة) تقريبا.،

5- تبين من خلال دراسة طبيعة جيولوجية حوض وادي لبدة تبين تأثير هذه جيولوجية المنطقة في الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية .

6- استطاع البحث تحقيق الهدف من الدراسة، إذ تم بناء قاعدة بيانات للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبدة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي.

التوصيات:

بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة المتعلقة بمورفومترية حوض وادي لبدة، يمكن اقتراح الآتي:

1- ضرورة إنشاء محطات هيدرولوجية في منطقة الدراسة بهدف تقدير كمية التصريف المائي والاستفادة منها في المشاريع التنموية.

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

3- إجراء دراسات مكمّلة لهذه الدراسة مثل دراسة الحصاد المائي وتقدير الجريان السطحي والفيضانات وانجراف التربة وغيرها من الدراسات التي تعتمد على تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية.

الهوامـــــــــــش:

1- عرفات محمد بن محمد(2023) التحليل المورفومتري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لحوض وادي عوارض شرق محافظة شبوه اليمن، مجلة عدن للعلوم الإنسانية والاجتماعية، اليمن.

2- زرقطة، هيثم يوسف(2007) نظم المعلومات الجغرافيةGis والدليل العلمي الكامل لنظام Arc View9، الطبعة الأول، شعاع، دمشق، سوريا.

3- المزوغي، طارق حامد و عون عمر ضو (2016)"التحليل الجيومورفومتري لحوض وادى غان" المؤتمر الثالث للتقنيات الجيومكانية، الجمعية الليبية للاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة طرابلس .

4- سعد رجب لشهب، منصف محمد صالح وآخرون(2020)، استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي الملكة بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا، مجلة السلام الدولية للعلوم الإنسانية والتطبيقية مجلة علمية الكترونية محكمة، العد(2).

5- عصام عبدالسلام عبدالله و عزالدين موسى الراجحي(2023)، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الرمل، مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية، كلية الآداب والعلوم قصر الأخيار، جامعة المرقب.

6- عمر امحمد عنيبة(2023) تحليل الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية في حوض وادي ساسو وحوض وادي تامت- ازكير باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، مجلة علمية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية فرع المنطقة الوسطي، العدد(5).

7- عبد المحسن وعبد روس قطن(2018)، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية أنظمة التصريف في منطقة سهل حديبو- جزيرة سقطرة، مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد(22) العدد(2).

8- عبدالحميد داود و رفعت مجدي(2021)التحليل المورفومتري لشبكة تصريف حوض وادي أتلة الميت، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المتوفية،مصر، المجلد(23) العدد(2).

9- مركز البحوث الصناعية، طرابلس، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة الخمس، الكتيب التفسيري.

10- Schumm,SA ;(1956):Evolution of Drainage Systems and Slope in Bad Land at Perth Amboy New York Geol , Ame,: Bull,Vol 6.

11- حسن رمضان سلامة(1980)التحليل الجيومورفولوجيا للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، العدد(1).

12- طارق غسان سلهب (2024) التحليل المورفومتري لحوض وادي شوارة في جنوب شرق كردستان العراق، دراسة في الجيومورفولوجيا المُناخيّة ، مجلة أوراق ثقافية مجلة الآداب والعلوم الإنسانية، العدد(31) .

13-Pareta, k. Pareta, U, (1012) Quantitative of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and Gis, International Journal of Geomatics and Geosciences, 2,1(1).

14- أزاد جلال شريف(2000)، هيدروموفومترية، نهر خابور، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، بغداد العدد(43).

15- أحمد سالم(1991) الجريان معامل الشكل السيلي في الصحاري: دراسة لجيوموفولوجية الأدوية الصحراوية، سلسلة الدراسات الصحراوية، القاهرة، معهد البحوث والدراسات العربية.

16-.الدوغاني، محمود ابراهيم(1419ه) أودية الحرم بالمدينة المنورة، دراسة مورفومترية ، الندوة الجغرافية السادسة، جامعة الملك عبدالعزيز، قسم الجغرافيا، جدة.

17- سطام سالم الشقور،(2018) تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي اليتم باستخدام نموذج التضرس الرقمي، مؤتة للبحوث والدراسات، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، الجلد الثالث والثلاثون، العدد(5).

18-Oguuchi,T,& Lin,Z.,(2004)Drainage density, slope angle and relative basin position in Japanese bare Lands From high-reolution DEMS, Geomorphology,63.

19- عبدالله محسن الجبوري ومحمد خليل المعموري(2009)، دور الجزر النهرية في تَغَيُر معامل التشعب لمجرى نهرى دجلة بين الزاب الاسفل وسدة سامراء، مجلة دبالى للبحوث الإنسانية(38)1.
20- خلف حسين الدليمي(2005) التضاريس الارضية، دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان
21- الودعاني(2014) مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية 1(3).
22- خلف حسين الدليمي، مرجع سابق.
23- أبو العينين، حسن سيد(1976) أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، دار النهضة العربية، بيروت
24- حسن رمضان سلامة(1980)التحليل الجيومورفولوجيا للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، العدد(1).
25- خلف حسين الدليمي، مرجع سابق.
26-Strahler,A.N.(1964).Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Network Handbook of Applied Hydrology : p39.
27- أبو العينين، حسن سيد(1976)، مرجع سابق.
28-غزوان سلوم(2012)، حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية)، مجلة جامعة دمشق، المجلد(28)، العدد الأول.
29- كريمة سالم عبد الهادي(2015) "التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادى الهيرة دراسة جيومورفولوجية" رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة طرابلس، ليبيا.
30 - رحيم حميد العبدان(2018) "التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادى تانجيرو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة القادسية، العدد3، المجلد11.
31- محمد عبدالرحيم عبدالمطلب(2012)، الخصائص الهيدرولوجية للأودية في البيئات الجافة، دراسة تطبيقية على وادي الرواكيب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة إيجي ماتيكس، العدد(3).