التحليل المورفومترى لحوض وادي الحمام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

أ.حدهم فرج المهير

قسم الجغرافيا بكلية الآداب، فرع السواني، جامعة طرابلس

الملخص :

يُعد حوض وادي الحمام أحد روافد وادي المجنين المنحدر من الجبل الغربي في ليبيا باتجاه عام من الجنوب إلى الشمال بمساحة تقدر 169.63 كم^2، وبطول 41.36 كيلومتر، وترجع تكويناته إلى الأزمنة الجيولوجية الثاني والثالث والرابع. وتشغل انسيابات البازلت معظم مساحة الحوض حيث تغطى 68.72 كم^2 ويتدرج ارتفاعه بشكل واضح من الشمال إلى الجنوب حيث تمثل أدنى نقطة في الحوض 275 متراً فوق مستوى سطح البحر وتمثل منطقة المصب في الشمال وأعلى نقطة تتمثل في منطقة الجنوب في المنبع وتبلغ 855 متراً فوق سطح البحر. يتخذ وادي الحمام شكلاً طولياً قاعدته في الجنوب ورأسه في الشمال وبلغ مجموع أطوال مجاريه المائية نحو 145.45 كيلومترا موزعة على أربعة رتب، أما اتجاه المجاري المائية فسادت الاتجاهات الشمالية وبلغت قيمة الوعورة بالحوض 3.98 في حين بلغ معامل التكامل الهبسومتري 0.29 مما يدل على أن حوض وادي الحمام لم يقطع شوط في دورته التحاتية مما أصبح أحد الروافد التي تغدي وادي المجنين.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي الحمام، نظم المعلومات الجغرافية، التحليل المورفومتري

Abstract:

Wadi al-Hamam basin is one of the tributaries of Wadi al-Majinin, descending from the western mountains of Libya in a general south-to-north direction. It covers an area of approximately 169.63 square kilometers and has a length of 41.36 kilometers. Its formations date back to the second, third, and fourth geological eras, with basalt flows occupying most of the basin, covering 68.72 square kilometers. The elevation of the basin gradually increases from north to south, with the lowest point in the basin being 275 meters above sea level, located in the northern outlet area, and the highest point being 855 meters above sea level in the southern source area. Wadi al-Hamam takes on a longitudinal shape, with its base in the south and its head in the north. The total length of its watercourses reaches approximately 14,045 meters, distributed among four orders. The watercourses predominantly flow in a northerly direction, and the roughness value in the basin is 3098, while the hypsometric integration coefficient is 0.29, indicating that Wadi al-Hamam basin has not undergone significant changes in its geomorphic cycle, making it one of the tributaries that feed Wadi al-Majinin.

Keywords:Wadi al-Hamam basin, Geographic Information Systems (GIS), Morphometric Analysis.

المقدمة: –

الجيومرفولوجية هي علم أشكال القشرة الأرضية والعوامل الطبيعة المكونة لتلك الأشكال وبذلك فهي تجمع أشكال سطح الأرض كما تشمل مختلف العمليات الباطنية والظاهرية المكونة والمؤثرة على تلك الأشكال ويُعد استخدام الأسلوب المورفومتري في الدراسات الجيومرفولوجية ذا أهمية في الأبحاث العلمية الحديثة وذلك لما يتيحه من قياسات كمِّية توفر بيانات مختلفة يتم عن طريقها تفسير الظواهر الجغرافية، فالتحليل المورفومتري في تطبيقه بالدراسات الجيومرفولوجية تتضح نتائجه علمية محدودة بدلاً من أن تكون دراسات وصفية عامة.

واستخدم الباحثون الأسلوب المورفومترى في الجيومرفولوجية منذ خمسينيات القرن العشرين وأخذ يحل بالتدريج محل الأسلوب الكمي الوصفي. ويتضمن التحليل المورفومتري عدة دراسات كمية قياسية تشمل العناصر التي تؤثر على شكل سطح الأرض ودراسة العلاقة بين مساحة المنطقة ومنسوبة وأنواع الظواهر عليها ومدى أبعادها بالنسبة لمساحة المنطقة وانحدار سطحها.

والدراسات الجيومرفولوجية الحديثة باستخدام التقنيات المكانية للحصول على البيانات ومعالجتها والوصول لنتائج دقيقة هي إحدى الاتجاهات في دراسة الأحواض النهرية ، فحوض الصرف النهري يعتبر على وجه العموم الوحدة الأساسية وعلى هذا فهو أساس موضوعي للتحليل والمقارنة والتصنيف. ولذلك اختارت الباحثة دراسة حوض وادي الحمام.

مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة في التساؤل الآتي:

1. ما دور التقنيات المكانية في استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحمام
2. بناء قاعدة بيانات جغرافية لحوض الوادي تشمل الخصائص الشكلية والتضاريسية وشبكة التصريف فيه.

الفرضيات:

1. التقنيات المكانية لها القدرة بأقل جهد ووقت مقارنة بالطرق التقليدية.
2. توجد علاقة بين الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة ومورفومترية حوض وادي الحمام.

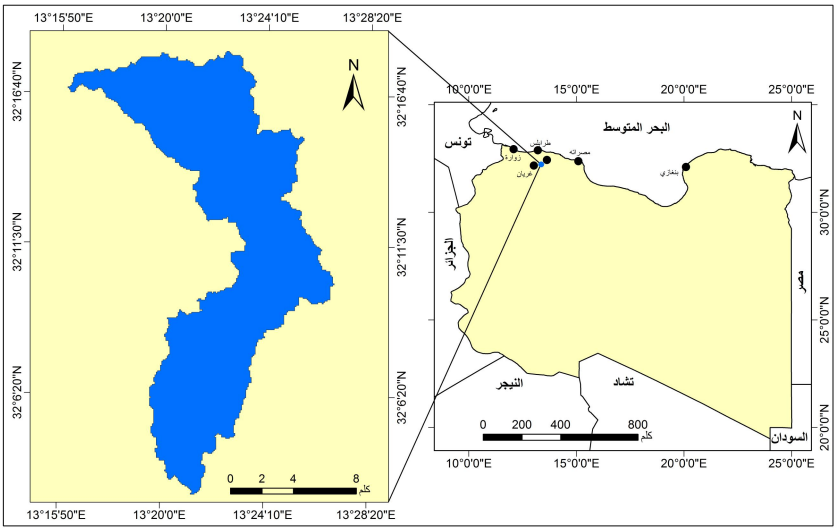
أهدافها:

1. استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحمام.
2. دراسة شبكة التصريف بحوض وادي الحمام من حيث أعداد مجاريها وأطوالها وعدد الرتب فيها.

الموقع الجغرافي: تقع منطقة الدراسة في منطقة العُربان بشمال غرب ليبيا، بين خطي طول 50ً و15و13ْ و20ً و 28 و 13ْ شرقا و بين دائرتي عرض 40ً و16و 32ْ و20ً و6و 32ْ شمالاً.

المنهجية: تم في هذه الدراسة استخدام المنهج الوصفي التحليلي إلى جانب المنهج التطبيقي باستخدام برنامج ArcGIS10.8

خريطة (1) الموقع الجغرافي لحوض وادي الحمام



المصدر: استناداً إلى خريطة ليبيا ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)

الدراسات السابقة :

1. دراسة صالح 2006م، بعنوان حوض وادي السهل الغربي. بين من خلال دراسته أن أعداد المجاري المائية بحوض الوادي قد بلغ 295 رافداً كما أن دراسة الخصائص الشكلية للحوض تبين أنه متوسط الاستطالة، وكذلك تَوصَّل إلى أن الحوض ما يزال في بداية دورته التحاتية قبل أن تدركه ظروف المناخ الجاف.
2. **دراسة أبوبكر 2008م** بعنوان حوض وادي السيرات دراسة جيومورفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغرافيةGIS ، والتي توصلت فيها إلى نتائج عدة من أبرزها أن حوض وادي السيرات يعيش في مرحلة الشباب إلى أن أدركته ظروف الجفاف نهاية عصر البلايستوسين وزيادة أثر الانحدار في زيادة قوة السيول التي شهدها الوادي وبذلك زيادة فعلها النحتى والتخريبي.

3. **دراسة يونس 2010م** بعنوان التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي العين بهضبة الدفنة في أقليم البطنان دراسة جيومورفولوجية. الذي توصل إلى أن الظروف المناخية التي مر بها الحوض قديماً وحديثاً أدت إلى اتفاق جميع نتائج المعاملات المورفومترية على أن حوض وادي العين أقرب في شكله للاستطالة، كما أن محيط الحوض لا يسير بشكل منتظم، وأنه لا يزال في بداية دورته التحاتية، وكذلك أترث زيادة الطول على حساب الفاصل الراسي في الحوض على انخفاض قيمة تضرس الحوض بشكل عام إذ بلغ معدل التضرس 0.010.

4. **دراسة عبد الهادي 2015م** بعنوان التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيره، دراسة جيومورفومترية. التي توصلت فيها إلى أن الخصائص المورفومترية متباينة في القيم فيما يتعلق بحوض وادي الهيرة وجاء هذا التباين على مساحة الحوض 222.35 كم^2 ، ونتيجة لتباينات مختلفة شملت الظروف البنيوية في الصدوع والتباينات في نوع الصخر ونظامه ويبدو أن الحوض قد قطع شوطاً في دورته التحاتية والتي لم تكتمل بعد بسبب تقطع الجريان وقلة المياه الجارية فيه.

5. **المهير 2017م** بعنوان المناخ وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة الممتدة من وادي الجنين إلى غنيمه. التي توصلت فيه إلى أن كميات الجريان المائي السنوي المتوقع لأحواض ذات قيمة هيدرولوجية تساهم في تغذية المخزون الجوفي عند إقامة السدود بدلاً من هدرها وضياعها ويتباين الجريان السنوي المتوقع للمنطقة حوض لآخر تبعاً لعامل المساحة. وكذلك توصلت إلى أن حوض وادي المجنيين يضم وادي الرواة أي أن هذا الوادي هو أحد روافده إلا أنه على الطبيعة لا يوجد أي اتصال بينهما وربما يرجع ذلك إلى أن التغيرات التي طرأت على المنطقة خلال الفترة الزمنية الماضية أدت إلى ردم مجرى الوادي في المنطقة الممتدة من نهاية وادي الرواة وصولاً إلى وادي المجنين.

المصطلحات والمفاهيم:

– نظم المعلومات الجغرافيةGIS : وهي أداة تعمل بالحاسوب من خلال برنامج معين بحيث تكون قادرة على التعامل مع البيانات الجغرافية الخرائطية وكذلك البيانات الكمية والنوعية كمدخلات وتعطي مخرجات في صورة جداول وأشكال وخرائط تعرض البيانات الكمية والوصفية. (جبوري،1988، ص24).

– حوض الوادي: هو المكان الذي تتجمع فيه مياه الوادي سواء كانت مياه الإمطار أو المياه الجوفية من المناطق المحيطة ويفصل الحوض عن الأحواض الأخرى أراضي مرتفعة تمثل أعلى نقطة فيها منطقة تقسيم المياه بين حوض وآخر .(بلقاسم، 2004،ص14).

–التحليل المورفومتري: عبارة عن القياسات والخواص الهندسية لسطح الأرض التي تجري عليها أحواض الأنهار وأنماطها المختلفة ويعتمد على الخرائط الطبوغرافية وتفسير الصور الجوية والدراسة الميدانية.(المرجع السابق، ص12).

–التحليل الهبسومتري : ويقصد به العلاقة بين مساحة حوض الصرف والارتفاع أو المنسوب لهذا الحوض. (أبور سمورة، الخطيب، 1999،ص22، 23).

–الشبكة المائية: وهي عبارة عن نظام متشعب من الأودية والمنخفضات الطبيعية والذي يمثل جريان الماء على سطح الأرض سواء أكان ذلك الجريان ماء مطر أو ماءً جوفياً.(المالكي، 2000، ص10).

–حوض التصريف: منطقة من الأرض تصرف الماء والرواسب والمواد المذابة إلى مخرج عام عند نقطة ماء على طول المجرى. (المرجع السابق، ص12).

الظروف الطبيعية بمنطقة الدراسة :

أولا ـ التركيب الجيولوجي : توجد بمنطقة الدراسة مجموعة من التكوينات الجيولوجية وهي كالتالي:

1ـ انسيابات البازلت : تتكون من الصخور البركانية وتشغل مساحة 68.72كم^2 أي ما نسبته 40.51% وتنتشر في شمال غرب المنطقة ووسطها وجنوبها.

2ـ كوين تغرنة: يتآلف من الصخور الجيرية والمارل ويرجع عمره إلى العصر الطباشيري المتأخر(الكتيب التفسيري، لوحة طرابلس، 1975، ص5.)، ويبرز هذا التكوين بالجزء الشمالي الشرقي والشمالي الغربي وجنوب شرق المنطقة بمساحة 3.52كم^2 أي ما نسبة 2.07%.

3ـ تكوين نالوت: ويتكون من أحجار جبرية دولوميتية مع تداخلات رقيقة من درنات من الصوان ويرجع عمره الجيولوجي إلى الطباشيري المتأخر (سلامة، 1980، ص 166) وتشغل مساحة 49.49كم^2 أي ما نسبتة 29.18% وتتوزع في الشمال والشمال الشرقي والغربي وأجزاء من وسط المنطقة.

. تكوين سيدي الصيد : يتكون من الحجر الجيري الدولوميتي سميك الطبقات مع تداخلات قليلة من الحجر المتبلور(الكتيب التفسيري، لوحة الخمس، ص4)، و ينتشر في وسط منطقة الدراسة بمساحة 43.37كم^2 أي ما نسبته 25.57%.

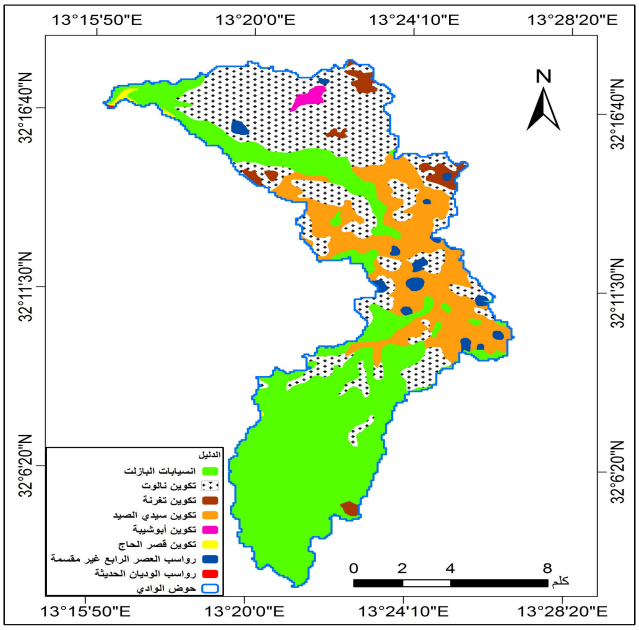
5ـ تكوين أبو شيبة : يتكون من الأحجار الرملية مع تداخلات من الطَفْل والطين ويرجع عمره للزمن الثلاثي الأعلى (لوحة طرابلس، ص 14،15. ، ويشير في شمال المنطقة بمساحة 0.89 كم^2 أي ما نسبته 0.53%.

6ـ تكوين قصر الحاج: ويتآلف من حصى مختلفة التماسك مع طبقات من الكاليش (المهير، 2017، ص21.(16) وقد تكونت هذه الرواسب بفعل الجاذبية والمياه التي تحمل المواد الصخرية وتمتاز رواسب قصر الحاج بقلة تجانسها وقلة استدارتها كما أن الغرين يربط بين مكوناتها (لوحة طرابلس، ص73. وتنتشر شمال غرب المنطقة بمساحة 0.63كم^2 أي ما نسبته 0.37%.

7ـ رواسب العصر الرابع غير مقسمة: وتنتشر في وسط الوادي بمساحة 2.95كم^2 و نسبته 1.74%.

8ـ رواسب الوديان الحديثة: وهي عبارة عن حصى وغرين ورمال ناعمة (لوحة الخمس، ص9. (18) وتمتاز هذه الرواسب بسمكها الكبير أحيانا ولا سيما عند مصبات الأودية الجافة (المرجع السابق، ص 17. وتنتشر هذه الرواسب في منطقة الدراسة في الجزاء الأوسط وشمالها بمساحة 0.05 كم^2 أي ما نسبته 0.03%

خريطة (2) التكوينات الجيولوجية بحوض وادي الحمام



المصدر: مركز البحوث الصناعية، لوحة طرابلس الجيولوجية

جدول (1) التكوينات الجيولوجية بحوض وادي الحمام

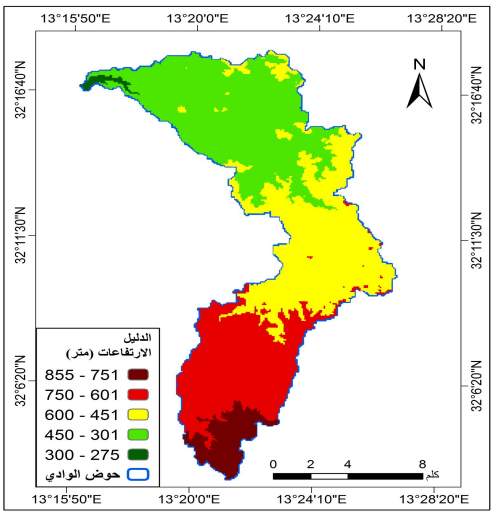
التكوين الجيولوجي	المساحة كم2	%
انسيابات البازلت	68.72	40.51
تكوين تغرنة	3.52	2.07
تكوين نالوت	49.49	29.18

تكوين سيدي الصيد	43.37	25.57
رواسب العصر الرابع غير مقسمة	2.95	1.74
تكوين قصر الحاج	0.63	0.37
رواسب الوديان الحديثة	0.05	0.03
تكوين أبو شيبة	0.89	0.53
المجموع	169.63	100.00

المصدر: من عمل الباحثة باستخدام برنامج ArcGIS واستناداً إلى لوحة طرابلس الجيولوجية

ثانيا ـ التضاريس : **تتباين الخصائص التضاريسية في حوض الوادي تبايناً واضحًا فيما بين بيئتي المنبع والمصب وبالنظر إلى الخريطة (3) نلاحظ وجود فئات تضاريسية تختلف في خصائصها المساحية والانحدارية، حيث تشكل الفئة**

خريطة (3) الارتفاعات بحوض وادي الحمام



المصدر: استنادًا إلى نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) **باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)**

جدول (2) الارتفاعات بحوض وادي الحمام

الارتفاعات (م)	المساحة كم2	%
300-275	1.17	0.69
450-301	61.37	36.18
600-451	54.93	32.39
750-601	41.60	24.53
855-751	10.55	6.22
المجموع	169.63	100.00

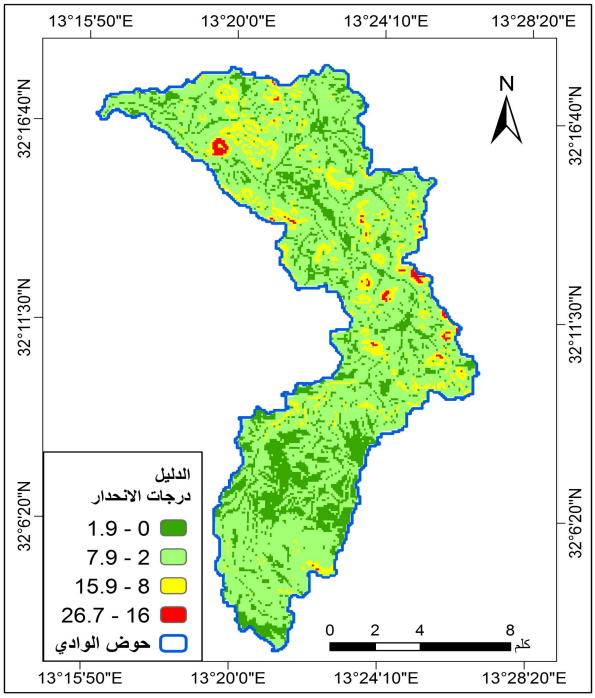
المصدر: استناداً إلى الخريطة (3)

التضاريسية 855 متر مساحة بلغت 110.55كم^2 ونسبتها 622% من المساحة الكلية للحوض تتميز بشدة انحداره الذي يبلغ 26.7 درجة وتغطى الأجزاء الجنوبية من الحوض حيث احتلت أعلى قيمه في الحوض تليها الفئة التضاريسية التي يتراوح ارتفاعها بين 601 – 750 متر بمساحة بلغت 41.60كم^2. ونسبتها 24.53% مما يشير إلى شدة تضرسها وانحداره وتشغله منطقة الجنوب وتأتي بعدها الفئة الثالثة ما بين 451–600 متر من حيث المساحة قد بلغت 54.93كم^2 ونسبتها 32.39% من المساحة الإجمالية وتشكل الجزء الأوسط من منطقة الدراسة وفي المرتبة الرابعة تمثله الفئة 301–450 متر بمساحة 61.37كم^2 ونسبتها 36.18% وتشمل وسط منطقة الحوض أما الفئة الخامسة 275– 300 متر بمساحة 1.17كم^2 ونسبة 0.69% وشغلت أقل مساحة وتتوزع في الشمال الغربي من منطقة الدراسة.

الانحدار: إن لانحدارات الأسطح دوراً رئيساً في جريان المياه، عبر الأودية فكلما زاد معدل انحدار الأسطح زادت معه سرعة الجريان على هذه الأسطح وهي أكثر فاعليه لناحية عملية انحراف التربة والصخور وكذلك في حدوث السيول، فمن خلال الأسطح يبدأ الجريان عبر المنحدرات باتجاه الروافد المائية، ومن الطبيعي فإن اندفاع المياه المتلاقية في الأودية يكون انحدار الأسطح عالي والعكس صحيح.

وفي هذه الدراسة تم حساب معدلات الانحدار من خلال استخدام النموذج الرقمي الأرضي DEM ومن خلال الخريطة (43) التي تبين درجات الانحدارات في حوض الوادي تبين أن السطوح التي يتراوح انحدارها ما بين (1.9.0) درجة تبلغ 35.88 كيلو متر مربع وبنسبة قدرها 21.15% من إجمالي المساحة للحوض وجاءت السطوح ما بين (7.9.2) درجة بلغت 116.49 كيلو متر مربع ونسبتها 68.67% من إجمالي المساحة للحوض، واحتلت السطوح ما بين (8 – 15.9) درجة مساحة 16.06 كيلو متر مربع وبلغت نسبة 9.47 % من إجمالي مساحة الحوض في حين وصلت فئة درجة الانحدار ما بين (16–26.7) مساحة 1.19 كيلو متر مربع ونسبة قدرها 0.70 % من مساحة حوض وادي الحمام.

خريطة (4) درجات الانحدار بحوض وادي الحمام



المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)

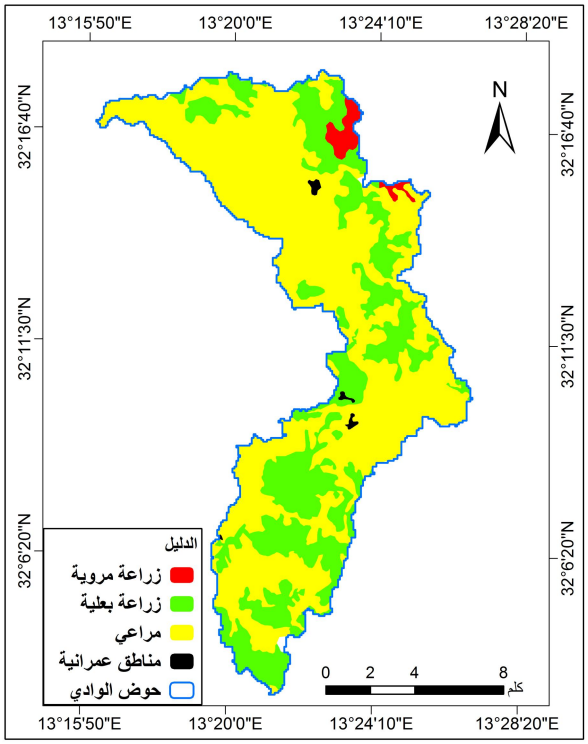
جدول (3) درجات الانحدار بحوض وادي الحمام

درجات الانحدار	مساحة	%
1.9–0	35.88	21.15
7.9–2	116.49	68.67
15.9–8	16.06	9.47
26.7–16	1.19	0.70
المجموع	169.63	100.00

المصدر: استناداً إلى الخريطة(4) باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

الغطاء النباتي : هناك عوامل تؤثر في حياة النبات من حيث نموه وتكاثره وفترة أزهاره وجفافها، وهي تضم التوزيع الفصلي للحرارة والمطر ونوع التربة والتضاريس فإن العناصر المناخية السائدة في منطقة الدراسة لها دور في توزيع النبات واختلاف تواجده بين فترة وأخرى، ومن خلال النظر للخريطة (5) وجدول توزيع الغطاء النباتي. جدول (4)

خريطة (5) الغطاء النباتي بحوض وادي الحمام



المصدر: وزارة الزراعة، مشروع تخريط الموارد الطبيعية

جدول (4) مساحات الغطاء النباتي بحوض وادي الحمام

غطاء الارض	المساحة كم2	%
زراعة مروية	2.85	1.68
زراعة بعلية	53.26	31.40
مراعي	112.89	66.55
مناطق عمرانية	0.62	0.37
المجموع	169.63	100

المصدر: وزارة الزراعة، مشروع تخريط الموارد الزراعية

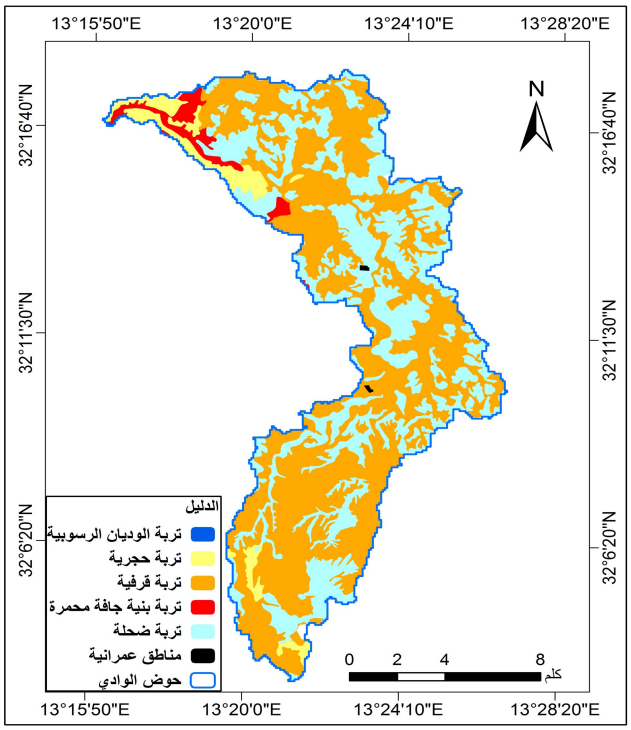
يلاحظ تنوع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة حيث احتلت أراضي المراعي النصيب الأكبر فقد شغلت أكثر من نصف المساحة الإجمالي أي حوالي112.89 .89كم^2 وهو ما يعادل 66.55% من إجمالي منطقة الدراسة في حين احتلت الأراضي الزراعية البعلية مساحة تقدر بنحو 53.26كم^2 ونسبته 31.40% من إجمالي حوض الوادي وبعد ذلك تأتي الزراعة المروية وبفارق كبير من حيث المساحة

التي احتلتها 2.85كم^2 وهو ما يعادل 1.68% في حين يلاحظ أن المناطق العمرانية تنتشر على مساحة 0.62كم^2 أي بما يوازي 0.37 % من مساحة حوض الوادي.

التربة : يمكن حصر أنواع التربة المنتشرة في منطقة الدراسة كما بالخريطة (6) والجدول (5) في الأنواع الآتية:

1. التربة القرفية : وتعرف بترب التراروسا أي الترب الحمراء الحديدية السليكاتية الحمراء وهي تكونت من مواد أصل متباينة تشمل رواسب نواتج تجوية الصخور المتبقية، ورواسب المنحدرات والوديان وجميعها مصدرها الحجر الجيري الغني بأكسيد الحديد وهي من ضمن ترب نطاق البحر المتوسط، وتغطي أغلب أجزاء حوض الوادي بمساحة وصلت 97.95 كم^2 ونسبتها 57.74 %.

خريطة (6) أنواع التربة بحوض وادي الحمام



المصدر: وزارة الزراعة، مشروع تخريط الموارد الطبيعية

جدول (5) مساحة التربة بحوض وادي الحمام

انواع التربة	المساحة كم2	%
تربة قرفية	97.95	57.74
تربة ضحلة	59.35	34.99
مناطق عمرانية	0.16	0.09
تربة بنية جافة محمرة	4.29	2.53
تربة الوديان الرسوبية	0.04	0.02
تربة حجرية	7.83	4.62
المجموع	169.63	100.00

المصدر: استناداً إلى الخريطة (6) باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

2. ترب ضحلة: وهي ترب ضحلة لا يتعدى عمقها 50 سنتيمتراً، غنية نسبياً بالمادة العضوية ونسبة النيتروجين وتتكون من الترب فوق الحجر الجيري و"تحتوي على الأفق السطحي المولليك ذي الأفق الأحمر أو الرمادي الغامق و يتميز بمستوى الماء الأرضي العميق ونظامها الرطوبي هو نظام البحر المتوسط وينحصر قوامها الرملي الطمى إلى الطيني، وتحتوي على كربونات الكالسيوم وتنتشر في معظم أجزاء حوض الوادي بمساحة وصلت 59.35كم^2 ونسبتها 34.99% من منطقة الدراسة (شرف، 1983، ص214.

3ـ تربة بنية جافة محمرة: وتغطي أجزاء من الشمال والشمال الغربي لمنطقة الدراسة وتتميز باحتوائها على كربونات الكالسيوم ، و نسبة من الأملاح والجبس، وأصلها من الكثبان الرملية المتحركة السافية، إضافة إلى انخفاض محتواها من عنصر الفوسفور، والنيتروجين والحديد أما قوامها فرملي وطمي وتتصف بارتفاع درجة الأسس الهيدروجين من (8.6.8)مما ستدعي إضافة السماد لتحسين خواصها، أما من ناحية قدراتها الخصوبية فهي جيدة وتغطى مساحة 4.29كم^2 وبنسبة قدرها 0.02% .

4ـ تربة الوديان الرسوبية: وهي ترب مناطق الوديان ومصابها، حيث ثم نقلها وترسبها بالمياه وتتكون على هيئة طبقات رسوبية متميزة بدرجة بسيطة، وتحتوي على كربونات الكالسيوم، وكل طبقة من هذه

الطبقات تعتبر عن مراحل فيض الوادي (بن محمود، 1995، ص208) وتنتشر في أقصى الشمال الغربي لحوض الوادي .

5. التربة الحجرية : يعتبر هذا النوع من الترب المتكونة محلياً أي غير المنقولة، يعتمد لونها وخواصها على مادة الأصل التي تكونت منها وتمتاز بارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم وتشغل مساحة 7.83كم^2 ونسبتها 4.62% وتنتشر في الشمال الغربي والجنوب من حوض الوادي.

6ـ مناطق عمرانية: وبلغت مساحتها 0.16 كم ^{2} أي ما نسبته 0.09 % من إجمالي المساحة الكلية وتتوزع في وسط حوض الوادي.

إلخصائص المورفومترية لحوض وادي الحمام: تعتبر دراسة الخصائص المورفومترية ذات أهمية في دراسة الأحواض المائية لارتباطها المباشر بالعوامل الطبيعية خاصة البيئية والجيولوجية والمناخ والغطاء النباتي ومن خلال هذه الخصائص يمكن إعطاء صورة واضحة عن هيدرولوجية المجاري المائية ونتائجها الرسوبية ودورها في تطور الأشكال الإرسابية والحثية المختلفة، وتعتبر الخصائص المورفومترية المسؤول الرئيسي عن مختلف الظواهر الهيدرولوجية وخاصة ظاهرة الفيضانات وبما أن موضوع البحث يتناول الناحية الهيدرولوجية فإن الدراسة تناولت جميع الخصائص القياسية والهندسية للحوض مثل استخراج مساحة الحوض وقياس أطوال المجاري المائية بجميع رتبها بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ولتحقيق هذه الدراسة تم دراسة مجموعة من الخصائص المورفومترية.

أولاً ــ أبعاد الحوض:

1. **الخصائص المساحية:** تُعد مساحة الحوض من الخصائص المورفومترية الهامة المؤثرة على حجم التصريف، حيث كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي تستقيها مما يؤدي إلى زيادة حمولة الوادي (الحويج، 2012، ص45). وترجع أهمية عامل المساحة لما له من تأثير مباشر في حجم التصريف المائي وحمولته أما على المستوى الجغرافي فإن للمساحة دلالة مهمة على الوضع المحلي لمنطقة الدراسة بالنسبة إلى محيطها الإقليمي ومدى تأثره به ، هذا فضلاً عن أن بعد المعادلات المورفومترية الأخرى التي تعتمد في استخراجها على هذا العامل وقد بلغت مساحة حوض وادي الحمام 169.63 كم^2 وتتأثر مساحة الحوض بالظروف الجيولوجية والمناخية والمرحلة العمرية للحوض من دورته الحثية، كما يؤثر نمو شبكة المجاري المائية ونمط توزيعها في مساحة الحوض بشكل مباشر بحيث تزداد المساحة مع تقدم المراوح والدالات ونموها من جهة، وتراجع الحاجات الصخرية التي تمثل خطوط تقسيم المياه من جهة أخرى. كما تتناقص المساحة أو تزيد نتيجة عمليات الأسر النهرية.

2. **الطول:** يؤدي طول الحوض دوراً مهماً في عملية الجريان السطحي حيث يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية. وكذلك معدلات التسرب والتبخر تتناسب طردياً مع طول الحوض بسبب تباطؤ سرعة المياه الجارية نحو الحوض نتيجة قلة انحدار السطح (محسوب، 1997، ص259. وعند قياس الطول لحوض وادي الحمام تبين أنها تساوي 41.36كم.

3. **العرض: وهو** معدل طول مجموعة من الخطوط المتعامدة على الخط المستقيم الذي يمثل طول الحوض وليس هناك عدد محدد لهذه الخطوط ويؤثر عرض الحوض على كمية التساقط والجريان والترشيح وكذلك التبخر والنتح، حيث كلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط وبالتالي يؤدي إلى زيادة الجريان السطحي، (جودة، عاشور،1991، ص261ومن خلال الجدول (6) وجد أنه يساوي 8.53كم.

جدول (6) قيم متغيرات أبعاد حوض وادي الحمام

التغير المورفومتري	مساحة الحوض (كم2)	طول الحوض(كم)	عرض الحوض(كم)	محيط الحوض(كم)
القيمة	169.63	41.36	8.53	125.3

المصدر: من حساب الباحثة باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

1. **المحيط** :يعتبر محيط الحوض ذو أهمية في حساب العديد من المعاملات المورفومترية التي تعبر عن أشكال الأحواض التصريفية، وتضاريسها، يمثل محيط الحوض خط تقسيم المياه بين حوض ما وما يجاوره من أحواض تصريف أخري وتتم عملية حسابه بواسطة القياس المباشر من الخرائط سواء كانت طبرغرافية أو مصورة (الدليمي، 2001، ص101. . وقد تبين أنها تساوي 125.3كم.

ثانياً ـ الخصائص الشكلية:

تعتبر دراسة أشكال حوض التصريف ذات أهمية لما لها من علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية والمناخية بالترابط مع التركيب الصخري ونوعية الصخور وهو يتحكم بشكل رئيسي في آلية جريان المياه وتحديداً في سرعة التصريف من الروافد إلى المصب ويتم إعادة تقييم شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة فإن كان الحوض دائرياً فأن مياه الحوض تصل إلى المصب الرئيسي في نفس الوقت تقريباً ومن تم يحدث ارتفاع سريع في منسوب المياه أما إذا كان مستطيلاً فتصل المياه بشكل متتالي، وفي حالة الحوض المخروطي فأن كان رأس المخروط هو المصب فأن المياه تصل إلى المصب في فترة زمنية طويلة أما إذا كان المصب من الجهة العريضة للحوض فإن المياه تصل إلى المصب الرئيس بشكل سريع.

1. **معامل الشكل** : يبين هذا العامل مدى العلاقة بين كل المساحة الحوضية والطول ومن خلاله يستدل على تناسق أجزاء الحوض ومدى انتظام الشكل العام، فكلما قلَّ معامل الشكل دل على عدم تناسقه وانتظامه والعكس صحيح، أما في حالة زيادة قيمة المعامل عن الواحد الصحيح فإنه يدل على أن عرض الحوض أكبر من طوله بقليل والفرق بينها قليل، أما في حالة انخفاض قيمته فذلك يدل على اقترابه من شكل المثلث واختلاف أحد البعدين على حساب الآخر لأسباب منها الحركات الأرضية أو وجود الطيات، وأحياناً يدل ارتفاع قيمة معامل الشكل الدائري الذي له الدور في سرعة تحويل المياه إلى سيولن (جودة وآخرون، 1991، ص 296. ويحسب معامل الشكل من المعادلة الآتية:-

$$\text{امعامل الشكل} = \frac{\text{مساحةالحوض/ كم}}{\text{مربع طول الحوض/ كم}}$$

وتدل القيمة المنخفضة على أن حوض وادي الحمام شكله أقرب إلى المثلث قاعدته في الجنوب وارأسه في الشمال حيث جاءت قيمها 0.10.

2. **معامل الاستدارة** : يعبر معامل الاستدارة عن مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه وعند تقارب قيم معمل الاستدارة من الواحد الصحيح فهذا يعنى أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري ويعنى تقدم الدورة الحثية في الحوض ويدل أيضًا على طول عامل الزمن ونشاط عمليات النحت، أما القيم المنخفضة لمعامل الاستدارة فأنها تشير إلى عدم انتظام تقسيم المياه، وعدم تساوي عمليات الحث والتعرية وأن الدورة الحثية مازالت تقوم بدورها ويحسب معامل الاستدارة من خلال المعادلة الآتية (جودة،عاشور، 1991، ص 319.

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}}{\text{نمساحة دائرة يساوى محيطها محيط الحوض}}$$

وعند تطبيق المعادلة تبين أنه يساوي 0.14 وتدل هذه القيمة أن حوض الوادي ابتعد عن الشكل الدائري.

3. **معامل الاستطالة** : ويدل هذا المعامل على مدي التشابه بين شكل الحوض والشكل المستطيل فعند ابتعاد قيمة معدل الاستطالة عن الواحد الصحيح اقترب شكل الحوض من المستطيل ويستخرج معامل الاستطالة من المعادلة الآتية (سلامة، 1982،ص6).

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض/كم}}{\text{أقصى طول للحوض / كم}}$$

وبتطبيق المعادلة وجد أن معدل الاستطالة يساوي 0.55 ويدل هذا الرقم على اقتراب الوادي إلى الاستطالة.

4. **معامل الاندماج** : ويتمثل هذا المعامل في مدى تجانس وتناسق بين قيمة محيط الحوض ومساحته وشكل حوضه ومساحتها كما أنه يقيس مدى اقتراب أو ابتعاد خطوط تقسيم المياه من مركز الحوض والقيم المرتفعة لهذا المعامل تدل على ارتفاع نسبة تعرجات الحوض وعدم انتظام شكله بينما انخفاضها يبرهن على أن الحوض قطع شوطاً كبيراً في مراحل تطوره، حيث يكون أكثر انتظاماً وتناسقاً في شكله ويمكن حساب معامل الاندماج من خلال المعادلة الآتية (محسوب،راضي، 1989، ص6.

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{طول محيط الحوض}}{\text{محيط دائرة بنفس مساحة الحوض}}$$

وعند تطبيق المعادلة تبين أن معامل الاندماج لحوض الوادي يساوي 0.10 وهي قيمة منخفضة مما يدل على أن الوادي قطع شوطاً كبيراً في مراحل تطوره.

5. **معامل الانبعاج** : ويتمثل هذا المعامل في معالجة سلبيات معامل الاستدارة لعدم وجود أحواض تصريفية تتحد الشكل الدائري تماماً. وتشير القيم المنخفضة لهذا المعامل إلى زيادة تفلطح شكل الحوض وازدياد أعداد المجاري المائية عند خط تقسيم المياه وسيادة النحت الراسي والجانبي(جودة، عاشور، ص 320) ويحسب بالمعادلة الآتية:

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{\text{مربع طول الحوض / كم}}{4(\text{ مساحة الحوض})}$$

6. **معامل نسبة الطول إلى العرض** : وهي من المعاملات المورفومترية التي تستخدم لقياس مدى استطالة أشكال الأحواض، وهي بذلك تتشابه في المدلول الجيومورفولوجي مع معامل استطالة الحوض. ويتم حسابها بالمعادلة التال (المرجع السابق، ص 320، 322).

$$\text{نسبة الطول إلى العرض} = \frac{\text{طول الحوض}}{\text{عرض الحوض}}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة وجد أن نسبة الطول إلى العرض تساوي (4.85) وهو يدل على أن حوض الوادي أقرب إلى الاستطالة.

جدول(7) قيم متغيرات الشكل بحوض وادي الحمام

المتغير المورفومتري	الشكل	الاستدارة	الاستطالة	الاندماج	الانبعاج	نسبة الطول إلى العرض
القيمة	0.10	0.14	0.55	0.10	2.52	4.85

المصدر: باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

ثالثاً ــ الخصائص التضاريسية والانحدارية: تكمن أهمية دراسة الخصائص التضاريسية والانحدارية في أنها تلقي الضوء على عملية الحث النهري والدورة الحثية واستقراريه التوضعات الإرسابية وتطور خصائص الشبكة المائية ونتائجها الرسوبي وتتمثل الخصائص التضاريسية والانحدارية لوادي الحمام. فيما يلي.

1. **قيمة الوعورة** : وهي من أهم المقاييس المورفومترية لأنها تبين العلاقة بين التضرس السطحي للحوض وأطوال المجاري للشبكة التصريفية من خلال الوقوف على المرحلة التطورية التي وصل إليها حوض التصريف وترجع أهمية هذا المقياس إلى أنه يعالج العلاقة التبادلية المرتبطة بين ثلاث متغيرات (التضاريس الحوض أطول المجاري مساحة الحوض) ونجد أن قيمة الوعورة تنخفض في أول مراحل الدورة التحاتية للحوض تم تبدأ في التزايد التدريجي حتى تصل حدها الأقصى عند نهاية الدورة التحاتية ويتم حسابها كالآتي(أبو العينيين، 1987، ص214).

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{كثافة التصريف في أعلى نقطة ارتفاع}}{1000}$$

وعند تطبيق المعادلة تبين أن قيمة الوعورة لحوض وادي الحمام وصل إلى 3.98 وهي قيمة مرتفعة وهذا يدل على مرور الحوض تحاتيًا بمرحلة النضج.

2. **الرقم الجيومتري** : ويهتم بقياس درجة تضرس حوض التصريف، ويختلف هذا المُعامل عما سبق في وجود متغير جديد وهو درجة انحدار سطح الحوض ويمكن حسابه من خلال المعادلة التالية (جودة، عاشور، مرجع سابق، ص329).

$$\text{الرقم الجيومتري} = \frac{\text{درجة الوعورة}}{\textit{درجة انحدار سطح الحوض}}$$

ويمكن حساب درجة انحدار السطح من المعادلة التالية

$$\text{درجة انحدار السطح} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض}} \times 1000$$

وعند تطبيق المعادلة اتضح أن درجة الانحدار (14.02) وجد أن الرقم الجيومتري للحوض قلَّ ووصل إلى 0.28 ويلاحظ من هذا الانخفاض الواضح في القيمة أن نسبة التغيير منخفضة ضمن مساحة معينة داخل الحوض نفسه.

3. **التكامل الهيبسومتري :** تكمن أهميته في كونه يعطى أصدق تمثيلاً للفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية لأحواض التصريف وتدل القيم المرتفعة للتكامل الهيبسومتري على كبر المساحة الحوضية كنتيجة لعظم الكثافة التصريفية للأحواض على حساب انخفاض تضاريسها الحوضية، مما يدل على تقدم عمر الحوض ولذلك يتناسب المعامل الهيبسومتري تناسب طردياً مع الفترة التي قطعها الحوض في دورته التحاتية ويحسب بالمعادلة الآتية (المرجع السابق، ص 326،328).

$$\text{التكامل الهيبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم 2}}{\text{تضاريس الحوض بالمتر}}$$

وعند تطبيق المعادلة على حوض وادي الحمام قد وصلت قيمة 0.29 وهي قيمة منخفضة مما يدل على أن الوادي مازال في مرحلة الشباب.

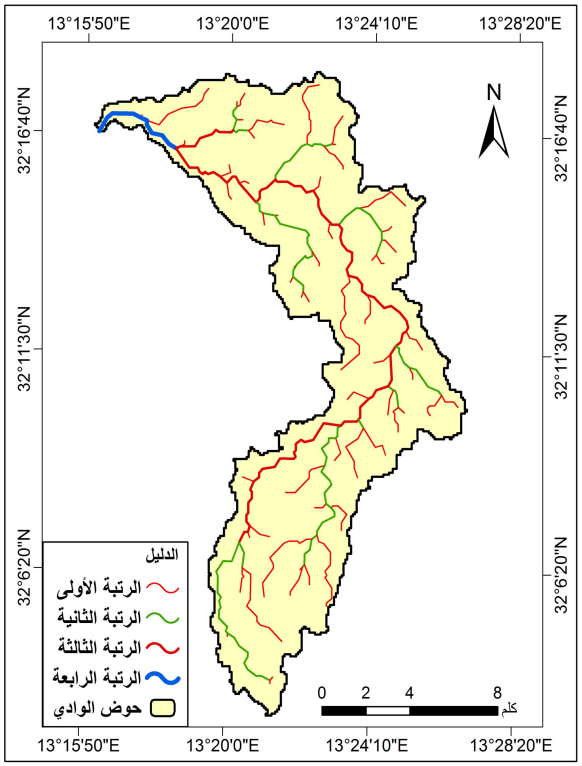
رابعاً ـ الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف : حيث تتناول كل مواصفات ومقاييس الروافد المائية (أودية رئيسية وفرعية) وطريقة ترابطها والتشكيلة النسيجية المكونة لشبكة التصريف المتكاملة وترتبط الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائي بأصل النشأة وكيفية التطور ومظاهر التشكيل الجيومورفولوجي وآليات البناء الجيولوجي حيث إن دور هذه الشبكات هام جداً في آلية جريان المياه وتصريفها.

وقد تكون أكثر أهمية من الخصائص الجيومترية وبذلك لابد من دراسة كلاهما معاً للحصول على تقييم هيدرولوجي متكامل لنظام الجريان السطحي والذي يتحكم بالية جريان المياه وتدفقها في الأودية وإبراز دورها في حدوث السيول والفيضانات.

التحليل المورفومتري لحوض وادي الحمام :

1. **رتب المجاري :** يشمل حوض وادي الحمام على 115 مجرى مائياً تتباين في أطوالها ودرجة انحدارها ورتبها النهرية خريطة (7) وفيما يلي توضيح لأهم خصائصها النهرية. وقد اختيرت طريقة استريلر لتحليل رتب المجاري لوادي الحمام وعند تطبيق هذه الطريقة في رسم الخريطة تبيّن أن للحوض أربعة رتب تكونت الرتبة الأولى من 59 وادياً وشكَّلت الرتبة الثانية 32 وادياً أما الثالثة فقد بلغت 23 وادياً في حين بلغت الرتبة الرابعة وادي واحد.

خريطة(7) رتب الأودية بحوض وادي الحمام



3. المصدر:- من عمل الباحثة باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

4. **أطوال المجاري** : تعتبر دراسة أطوال المجاري ذات أهمية لما لها من تأثير على شكل الحوض ومن خلال الجدول (8) تبين أن مجموع أطوال مجاري الروافد وصل إلى 145.45 كيلومتر موزعة على أربعة رتب وتمثله أطوال الرتبة الأولى 68.23 كيلو متر أما طول الرتبة الثانية فقد وصلت 37.71 كيلو متر أما طول الرتبة الثالثة فقد بلغت 34.94 كيلو متر أما الرتبة الرابعة فقد شغلت أقل قيمة 4.58كيلو متر.

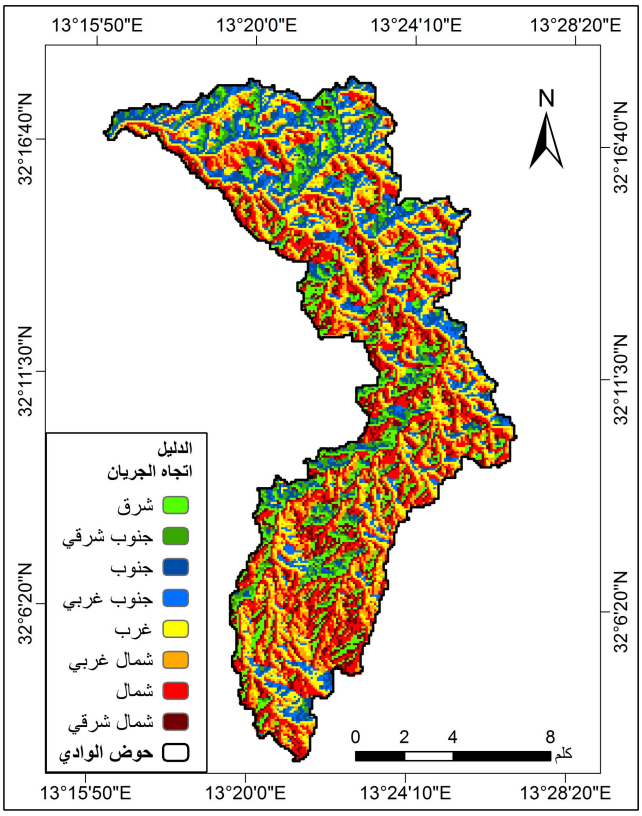
جدول(8) أعداد المجاري وأطوال الرتب بحوض وادي الحمام

الرتبة	أطوال الروافد كم	عدد المجاري	نسبة التشعب	أقصر طول(كم)	أطول طول(كم)	متوسط طول(كم)	متوسط الطول التجميعي
1	68.23	59	-	0.12	5.25	1.16	1.16
2	37.71	32	1.84	0.12	4.87	1.18	2.33
3	34.94	23	1.39	0.25	4.63	1.52	3.85
4	4.58	1	23			4.58	8.43
المجموع	145.45	115		0.9	18.57	1.28	

المصدر: بناء على تحليل الخريطة (7).

5. **اتجاه الجريان:** من خلال النظر للخريطة (8) وجدول(9) والشكل(1) تبين أن حوض وادي الحمام يبدأ جريانه من الجنوب التي يمثل منطقة المنبع ثم ينحدر بالاتجاه نحو الغرب ويواصل اتجاه في شكل طولي اتجاه الشمال التي يمثل منطقة المصب.

خريطة(8) اتجاه الجريان بحوض وادي الحمام



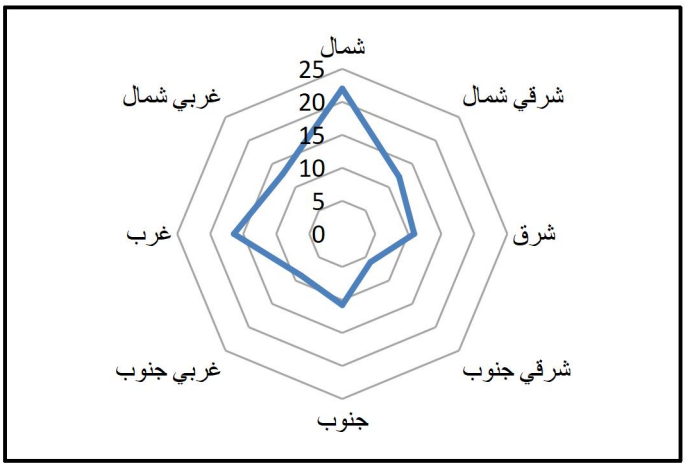
المصدر: –باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

جدول (9) مساحة اتجاه الجريان بحوض وادي الحمام

الإتجاهات	المساحة (كم2)	إتجاه الجريان %
شمال	37.34	22.01
شمال شرقي	20.69	12.20
شرق	18.49	10.90
جنوب شرقي	10.25	6.04
جنوب	18.29	10.78
جنوب غربي	15.06	8.88
غرب	27.84	16.41
شمال غربي	21.68	12.78

المصدر:– باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

شكل (1) اتجاه الجريان بحوض وادي الحمام



المصدر :- باستخدام برنامج (ARCGIS 10.2.1)

النتائج: -

1. إنشاء خريطة مورفومترية بناء على نموذج الارتفاعات الأرضية DEM تمتاز بالدقة العالية في أجزاء التحليلات المختلفة.
2. تعد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من أفضل الأدوات العلمية استخداماً في الدراسات الهيدرولوجية وتحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية.
3. تعود التكوينات الجيولوجية لحوض الوادي للأزمنة الجيولوجية الثاني والثالث والرابع وتعد تكوينات الزمن الثالث أكثر انتشار بحوض وادي الحمام.
4. أوضحت دراسة الأبعاد الشكلية للأحواض أن مساحة الحوض قد بلغت 169.36 كيلومتر مربع أم المحيط فقد كانت قيمة 125.3 كيلومتر في حين أن طول الحوض يساوي 41.36 كيلو متر وبلغت نسبة الطول إلى العرض 4.85 كم أعطيت الدراسة المورفومترية لحوض وادي الحمام بعض الدلالات الجيومرفولوجية فنجد إن معامل الاستدارة يدل على أن شكل الحوض يبتعد عن الشكل الدائري وأنه مازال في بداية دورة التحتية قبل أن تدركه طروف الجفاف حيث وصلت 0.14 من الدراسة المورفومترية لشبكة التصريف تبين أن عدد المجاري المائية لحوض الوادي قد بلغ 115 مجرى تشكل معظمها الرتبة الأولى بنسبة 59 مجرى والثانية 32 مجرى من جملة أعداد المجاري المائية في الحوض أما الرتبة الثالثة فبلغت 23 مجرى. والرابعة فقد بلغت مجرى واحد فقد.

التوصيات :

1. القيام بالدراسات التفصيلية للظواهر الهيدرولوجية والجيولوجية.
2. ضرورة توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض المائية لما لها من نتائج دقيقة وما توفره من وقد وجهد.
3. استخدام البيانات الحديثة والتي تشمل على المرئيات الفضائية ونموذج الارتفاعات الأرضية الرقمية (DEM) في الدراسات المورفومترية، لبناء قاعدة بيانات جغرافية للمتغيرات المورفومترية. لجميع الأحواض المائية التي سيتم دراستها في المستقبل وعمل تصنيف لهذه الأحواض من أجل الاستفادة من هذه البيانات في المشاريع المائية وخاصة فيما يتعلق بالحصاد المائي.

المصادر والمراجع

1. أبو العينين، محمود عبد العزيز،1987، منطقة جنوب غرب السويس فيما بين وادي حجول شمالاً وحوض وادي يدع جنوباً، دراسة جيومورفولوجية، (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.

2. أبو بكر، أمنية صالح عبد الله، 2008، حوض وادي السيرات دراسة جيومورفومترية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة الزاوية.، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

3-أبو سمورة، حسن، حامد الخطيب، 1999، جغرافية الموارد المائية "الطبعة الأولى "دار الصفاء للنشر والتوزيع عمان

4-الحويج، عز الدين الطيب، مختار محمود العالم،2012، دليل الوصف المورفولوجي وتصنيف قطاع التربة في الحقل، ط1، جامعة طرابلس، كلية الزراعة.

5-الدليمي، خلف حسين علي،2001، الجيومرفولوجية التطبيقية علم شكل الأرض التطبيقي الأهلية للنشر والتوزيع، المملكة الأردنية الهاشمية، عمان.

6- المالكي، سالم بن ساعد بن عوض،2000، موارد المياه بحوض وادي تربة ودراسة في جغرافية الموارد المائية، (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة أم القرى، السعودية.

7- المهير، حدهم فرج،2017، المناخ وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة الممتدة من وادي المجنين إلى غنيمه، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة طرابلس، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

8 – بلقاسم، محمد الصديق،2004، أثر الصدوع والفواصل ونوع الصخر في توجيه خط الساحل في المنطقة الممتدة من رأس الهلال حتى منطقة الحمامة بالجبل الأخضر، (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة قاريونس.

9- بن محمود، خالد رمضان،1995م، الترب الليبية تكوينها – تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية دار الكتب الوطنية، بنغازي ط 1.

10 – جبوري، صباح ثوما،1988، علم المياه وإدارة أحواض الأنهر مديرية دار الكتاب والطباعة والنشر، جامعة الموصل العراق.

11-جودة، جودة حسنين، وآخرون،1991، وسائل التحليل الجيومرفولوجي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

12-سلامة، حسن رمضان، 1980، التحليل الجيومرفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة العلوم الإنسانية، المجلد السابع، ع 1، الأردن.

13 – شرف، عبد العزيز طريح، 1983، شرق، الجغرافيا النباتية، دار الجامعة المصرية الإسكندرية ط التاسعة.

14 – صالح، محمود علي المبروك، حوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان، دراسة جيومورفومترية (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة عمر المختار، كلية الآداب قسم الجغرافيا 2006م.

15 – عبد الهادي، كريمة الهادي سالم،2015، التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيرة دراسة جيومورفومترية، (رسالة ماجستير) غير منشورة، جامعة طرابلس.

16-محسوب، محمد صبري،1989 مسحوب، محمود دياب راضى، العمليات الجيومرفولوجية، القاهرة، دار الثقافة للنشر والتوزيع.

17-محسوب، محمد صبري،1997، جيومرفولوجية الأشكال الأرضية، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي، القاهرة.

18 -مركز البحوث الصناعية1975، لوحة طرابلس "الكتيب التفسيري" خريطة جيولوجية لوحة طرابلس رقم 33.

19 – يونس، فتح الله خطاب احميد،2010، التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي العين بهضبة الدفنة في إقليم البطنان دراسة جيومرفولوجية، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة طرابلس قسم الجغرافية.