بعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي الجرافي

أحمد بكر محمد سعد*

مقدمة:

إن دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية لها أهمية تتعلق بدلائل بيئية عديدة، إذ ترتبط تلك الخصائص أرتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية أهمها المصادر المائية لتلك الأحواض، حيث أن شبكة التصريف السطحي من الظاهرات الطبوغرافية التي تتركز فيها مياه الجريان السطحي، والتي تنقل المياه السطحية الجارية من منابعها إلى مصباتها، ودراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الوديان ذات أهمية في تحليل الضغوط والمؤثرات على موارد المياه، وفي فهم العمليات الجيومورفولوجية بشكل عام خاصة وأن شبكات التصريف السطحي تعكس ظروف ما يؤثر في تشكيلها من عوامل المناخ والتضاريس والتربة والتركيب الصخري والغطاء النباتي.

---

* ماجستير الجغرافيا الطبيعية – معهد البحوث والدراسات الاستراتيجية لدول حوض النيل – جامعة الفيوم.

ويعد قياس وتحليل شبكة التصريف السطحي للمياه من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية، وهو على غاية من الأهمية في العديد من التطبيقات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، وقد أخذت وسائل التحليل المورفومتري مكان أساليب الوصف التقليدي خاصة ما يتعلق بتحليل شبكة التصريف النهرية والأحواض النهرية (محسوب، ١٩٩٧، ص ٢٠٢)، ويساهم التحليل المورفومتري في إنشاء قاعدة بيانات يتمكن الطالب من خلالها عمل العلاقات الارتباطية بين متغيرات الحوض والشبكة، ويساعد ذلك على فهم العوامل الطبيعية التي تؤثر في نشأتها (مداغش، ٢٠١٠، ص ٣٥١).

موضوع البحث:

تتناول الدراسة الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الجيومورفولوجية في وادي الجرافي، والذي يعتبر أحد الأودية الجافة في مصر وفلسطين باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS ممثلة في برنامج ArcMap10.8.2 ومصادر بياناتها الرقمية ممثلة في نموذج الارتفاع الرقمي DEM وتم من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية بناء قاعدة بيانات مورفومترية رقمية لمنطقة الحوض، ورسم شبكة التصريف المائي للوادي كظاهرة طبيعية مورفومترية، وتحديد اتجاه الجريان، واستخلاص العديد من الخصائص المورفومترية للوادي، وإنتاج خرائط رقمية مورفومترية دقيقة للشبكة النهرية بطريقة آلية، تستفيد منها الجهات الحكومية المختلفة في إقامة المشاريع المائية كالخزانات والسدود، وكذلك باحثين آخرين في دراسات هيدرولوجية وجيومورفولوجية أخرى تستهدف الوادي.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يلي:

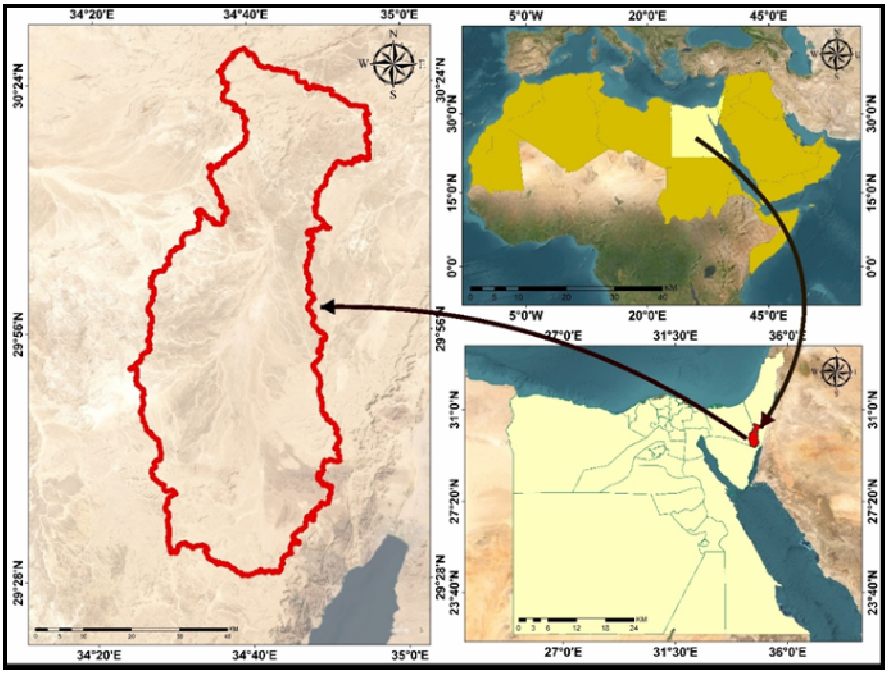
- تحديد شبكة التصريف النهري لحوض وادي الجرافي.
- بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي الجرافي من خلال نظم المعلومات الجغرافية.
- تحليل بعض الخصائص المورفومترية المشتقة بواسطة نظم المعلومات الجغرافية.

منطقة البحث:

يقع حوض وادي الجرافي شرقي شبه جزيرة سيناء ووسط صحراء النقب ويمتد فلكياً بين دائرتي عرض ٢٣° ٢٨′ ٢٩° و ٦° ٣١′ ٣٠° شمالاً، وبين خطي طول ١٩° ٢٤′ ٣٤°

و ٢ ″ ١١ ′ ٣٥ ° شرقاً، ويشغل الحوض مساحة قدرها ٣٠٩٤,٥٢ كم٢، ويقع منهـا ١٩٥٧,٥٩ كم٢ اي نحو ٦٣,٢٦% داخل الأراضي المصرية بينما يقع ١١٣٦,٦٢ كـم٢ بنسـبة ٣٦,٧٣% داخل الأراضي الفلسطينية، ويبلغ طول القناة الرئيسية للحوض ١٤٣,٣٧ كم من منابعه العليا في منطقة رأس النقب حتى المصب في وادي عربة علي الحدود الفلسطينية – الأردنية.

ويقسم خط الحدود الدولية بين مصر وفلطسين القناة الرئيسية للـوادي إلـى نصـفين متساويين في الطول تقريباً في كلا شطري الوادي، ويحده من الشمال والغرب حوض وادي رمان وحوض وادي العريش، ويحده من الجنوب حوض وادي وتير، ومن الجنوب الشرقي بعض الأودية القصيرة التي تصب في خليج العقبة وهي وادي المراخ، وادي مزيريج ووادي طابا، ومن الشرق بعض الأودية الفرعية لوادي عربة وهي من الجنوب الي الشمال أوديـة العقفي، الحياني وسحير.



شكل (١) : الموقع العام لوادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2.

تساؤلات البحث:

يحاول البحث الإجابة على الأسئلة التالية:

- هل يمكن استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي الجرافي وبناء قاعدة بيانات جغرافية للحوض باستخدام نظم المعلومات الجغرافية؟
- ما هي الخصائص المورفومترية التي يتميز بها حوض وادي الجرافي كنموذج لأحواض مصر الجافة؟
- هل يمكن إجراء الحسابات المورفومترية لحوض وادي الجرافي بواسطة برامج نظم المعلومات الجغرافية؟

فرضيات البحث:

من أجل تحقيق أهداف البحث تم وضع عدد من الفرضيات:

- إمكانية نظم المعلومات الجغرافية على إيجاد قياسات مورفومترية دقيقة لمنطقة البحث مع توفير الوقت والجهد الذي يتطلبه العمل الميداني.
- استخدام نظم المعلومات الجغرافية سيؤدي إلى بناء قاعدة بيانات مورفومترية دقيقة تتمثل في القياسات والخرائط والجداول والأشكال لمنطقة البحث.
- العوامل الطبيعية وبخاصة الجيولوجيا والمناخ لها التأثير الأكبر في تباين الخصائص المورفومترية بمنطقة الدراسة.
- إمكانية الوصول إلى الاتجاهات التي تأخذها الروافد النهرية في عملها الجيومورفولوجي على سطح الأرض باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

أسباب اختيار الموضوع:

تكمن أسباب اختيار موضوع البحث فيما يلي:

- توفر الدراسات الجيولوجية والبيانات المناخية والخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة.
- أهمية دراسة التحليل المورفومتري لحوض وادي الجرافي، ومعرفة مدى الاستفادة منه على الرغم من الفقر الشديد للمياة في المنطقة.
- المساهمة في تقديم دراسة مبسطة لحوض وادي الجرافي.
- ميل الطالب إلى دراسة الخصائص المورفومترية لأحد الأحواض النهرية في مصر وفلسطين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

مناهج وأساليب البحث

✓ **مناهج البحث:**

اعتمد البحث علي عدة مناهج رئيسية تتمثل في المنهج الموضوعي حيث أن البحث يدرس موضوع الأودية الجافة وخصائصها المورفومترية، كما تم استخدام المنهج الأقليمي حيث يتم التطبيق علي حوض وادي الجرافي وللحوض حدود واضحة.

كما اعتمد البحث علي استخدام المنهج التطبيقي حيث يتم دراسة الوادي بهدف استغلاله الاستغلال الأمثل.

واستند البحث بشكل أساسي على المنهج الوصفي التحليلي، ومن خلال هذا المنهج يمكن تحليل البيانات التي تشمل نموذج الارتفاعات الرقمية DEM، والخرائط الخاصة بمنطقة البحث لتحديد الخصائص الطبيعية والمورفومترية للحوض وأحواضه الفرعية، وتحليلها بصورة آلية باستخدام GIS بهدف دراسة العلاقات بين المتغيرات المورفومترية بعضها البعض والعلاقة بينها، وبين الخصائص الطبيعية التي تميز الحوض للتوصل إلى الارتباطات المكانية بين المتغيرات، والى المدلولات الجيومورفولوجية التي تميزها.

✓ **أساليب البحث:**

تمثلت الأساليب المتبعة في البحث فيما يلي:

- **الأسلوب الكارتوجرافي:** من خلال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS، وأساليب تخزين ومعالجة البيانات الجغرافية وتم إنشاء خرائط معلومات رقمية توضح الحوض وروافده، وبعض الخصائص المورفومترية للحوض، ثم تحليل البيانات المورفومترية الوصفية بعد دمجها بالبيانات المكانية (الخرائط الرقمية) باستخدام GIS.

مصادر البيانات:

اعتمد البحث على البيانات المشتقة من:

أ- نموذج الارتفاعات الرقمية DEM لمنطقة البحث من القمر الصناعي ALOS PALSAR2006:2011 بدقة وضوح مكانية تبلغ ١٢,٥م.

ب- الخرائط Maps.

ج- خريطة جيولوجية لفلسطين لعام ١٩٩٨ بمقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠ من هيئة المساحة الجيولوجية الفلسطينية.

د- خريطة جيولوجية لمصر بمقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠ صادرة عن هيئة المساحة الجيولوجية المصرية.

ه- الأبحاث والكتب والمراجع العلمية ذات العلاقة بموضوع ومنطقة البحث، والتقارير الحكومية التي تخدم أهداف البحث.

و- البيانات المناخية: وقد تم الاعتماد على بيانات ثلاث محطات.

البرمجيات المستخدمة في الدراسة:

اعتمد البحث في تحليله للبيانات على العديد من البرامج وهي:

أ- **برنامج** ArcMap10.8.2: وهو أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية من إنتاج شركة معهد بحوث أنظمة البيئة والمعروفة اختصاراً باسم ايزري ESRI، وتم استخدامه في تحليل بيانات نموذج الارتفاع الرقمي، وتطبيق بعض المعادلات المورفومترية للخروج بالعديد من الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف النهري.

ب- **أداة** Arc hydro2.0: وهو ملحق في برنامج ArcGIS10.8.2، وأمكن من خلاله الحصول على العديد من القياسات المورفومترية التي لا يمكن استخلاصها مباشرة بواسطة برنامج Arc GIS 10.8.2

ت- **برنامج** Microsoft Excel: تم من خلاله تطبيق بعض المعادلات لتوضيح البيانات المورفومترية التي وردت في البحث.

الدراسات السابقة:

- **منصف صالح وآخرون (٢٠٢٠):** تناولت الدراسة استخدام نموذج الأرتفاع الرقمي (DEM) في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي الملكة بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا"، هدفت الدراسة إلى أستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في التعرف عن الخصائص المورفومترية لحوض الوادي، والمتمثلة في الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية، وخصائص شبكة التصريف المائي فضلاً عن أنماط التصريف لبناء قاعدة معلومات جغرافية رقمية لحوض الوادي، واعتمدت الدراسة على نموذج الأرتفاع الرقمي وتحليل المرئيات الفضائية، واستخدام المنهج الكمي، الذي يهدف إلى تطبيق المقاييس والمعادلات الرياضية في تحليل العمليات الجيومورفولوجية، ودراسة الخصائص الطبيعية والجيولوجية والمناخية لحوض الوادي.

- **دراسة سلام (٢٠١٩):** تناولت السيول في منطقة العريش، وقد أهتمت الدراسة بالسيول في منطقة العريش وذلك من خلال دراسة حوض وادي العريش الذي يعتبر الحوض الأساسي والوحيد والمؤثر على هذه المنطقة حيث تضمنت الدراسة الخصائص الطبيعية والجيومورفولوجية للحوض وتقدير السيول باستخدام طريقة فينكل ونموذج سنايدر، وقدمت الدراسة بعض الحلول والمقترحات لدرء أخطار السيول والأستفادة منها.
- **دراسة موسي (٢٠١٦):** تناولت الدراسة السيول في حوض وادي الجرافي الأعلى باستخدام نموذج سنايدر، وتناولت الدراسة الجزء الأعلى من حوض وادي الجرافي ويشتمل على ثمانية أحواض فرعية، وتناولت الدراسة الخصائص المناخية وتركزت على تحليل الأمطار وحساب إحتمالية التساقط، كما تناولت الخصائص الجيومورفولوجية لهذه الأحواض باستخدام نموذج سنايدر لتقدير السيول.
- **دراسة أبو حصيرة (٢٠١٣):** تناولت الدراسة تحليل الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء في فلسطين والاستدلال على مدلولها الجيومورفولوجي باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية، وهدفت إلى بناء قاعدة بيانات مورفومترية للحوض، ودراسة العلاقات بين متغيراتها، وأظهرت أن الحوض يميل للاستدارة نظراً لتقدم دورته الجيومورفولوجية، وأنه كون شبكة تصريف متقدمة من الرتبة السابعة وفقاً لتصنيف ستريلر، وأوصت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والبيانات الرادارية في دراسة جيومورفولوجية ومورفومترية أحواض التصريف النهرية.
- **دراسة وزارة الموارد المائية والري (٢٠١٠):** وتناولت عمل أطلس للسيول في أودية شبة جزيرة سيناء، وقد تناولت حوض وادي الجرافي، حيث تم دراسة الحوض ودراسة ٢٢ حوضاً من أحواضه الفرعية، وقدر تناولت الدراسة بعض الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية.
- **دراسة أحمد العوامة (٢٠٠٦):** تناولت الدراسة "التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي غان"، والتي توصلت إلى عدة نتائج، أهمهما أن حوض الوادي متوسط الأستطالة، وهو أقرب إلى الشكل المثلث من الشكل الدائري أو المربع، ويتميز بتضرس مرتفع، وإزدياد درجة انحدار سطح الحوض، وهذا يدل على أن الحوض مازال في مرحلة متقدمة من مراحل التعرية.
- Study of the Integrated Drainage Systems of the Tihama Plains and Wadi Basins (2001)

تناولت حوض وادي حرض ضمن مشروع حماية البيئة التابع لهيئة تطوير تهامة، وهي دراسة هيدرولوجية، هدفت إلى دراسة أنظمة التصريف المتكاملة في أحواض أودية سهل تهامة وتأثير مياة الفيضانات الناجمة عن الأمطار وفهم دورها في عمليات التعرية والترسيب وتغذية خزانات المياه الجوفية، وقد توصلت الدراسة الى أن مساحة حوض وادي حرض تبلغ ٦,٥٦ كم.

الخصائص الطبيعية لحوض وادي الجرافي:

تعتبر دراسة خصائص البيئة الطبيعية للحوض المائي كأشكال السطح، وانحداره والتكوين والبنية الجيولوجية من حيث خصائصها وتوزيعها مهماً إذ أن هذه الخصائص تؤثر على جيومورفولوجية الأحواض المائية والعمليات السائدة فيها فمعرفة التركيب الجيولوجي للمنطقة وأنواع الصخور وطبيعة المناخ وأنواع التربة، تساعد في فهم العمليات الجيومورفولوجية وفي تفسير الخصائص المورفومترية للشبكة المائية، وما تسهم به من تطوير للأشكال الأرضية، ويتناول هذا الجزء الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث، حيث يتم التعرف على أشكال السطح وانحداره، والخصائص الجيولوجية.

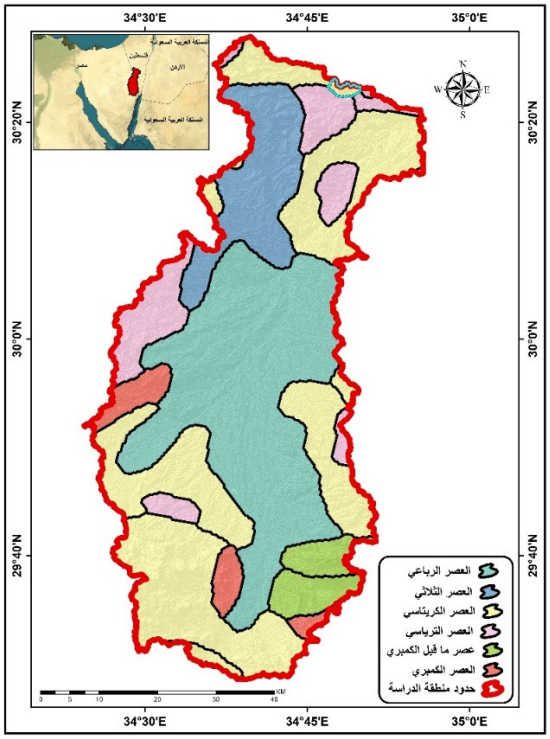
الجيولوجيا Geology :

تتمثل الخصائص الجيولوجية في التكوين الصخري للحوض Lithology، والذي يمثل نوعية الصخر Rock Types كما تتضمن البنية الجيولوجية Structure بما تشمله من الالتواءات Fold الصدوع Fault، الشقوق والفواصل Joint وحركات الرفع والهبوط التكتونية التي تعرض لها الحوض خلال تاريخه الجيولوجي، إذ تؤثر العوامل الجيولوجية في العمليات الجيومورفولوجية السائدة في بيئة الحوض، كما تؤثر على مساحة الحوض وكثافة التصريف وشكل شبكة التصريف وغيرها من الخصائص الشكلية والتضاريسية والمساحية للحوض (ريان ٢٠١٤، ص ٣٠).

جدول (١) : التكوينات الجيولوجية ومساحتها والنسبة المئوية لحوض وادي الجرافي.

الحقبة	العصر	المساحة	النسبة %
الكاينوزوي	الرباعي	١٣٥٣,٦٥	٤٣,٧٤
	الثلاثي		
الميزوزوي	الكريتاسي (الطباشيري)	١٤٨٣,٩٣	٤٧,٩٥
	الترياسي		
الباليوزوي	الكمبري	١١٦,٦٢	٣,٧٧
ما قبل الكمبري		١٤٠,٣١	٤,٥٣
الاجمالي		**٣٠٩٤,٥٢**	**١٠٠**

المصدر: بالاعتماد على شكل (٢)، وبرنامج Arc GIS10.8.2



شكل (٢) : التكوينات الجيولوجية في حوض وادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2.

ويتشكل حوض وادي الجرافي بشكل رئيسي من الصخور الرسوبية حيث تشغل تكوينات العصر الكريتاسي، والرواسب السطحية للزمن الرابع معظم مساحة منطقة الدراسة، بينما صخور حقب ما قبل الكمبري تشغل مساحة صغيرة من الحوض.

وفيما يلي دراسة التكوينات الجيولوجية بحوض وادي الجرافي مرتبة حسب العمر من الأقدم إلى الأحدث جدول (١)، وشكل (٢).

١- صخور ما قبل الكمبري:

تعد صخور ما قبل الكمبري بمنطقة الدراسة هو آخر امتداد للدرع العربي – النوبي في شبة جزيرة سيناء، ويحدها من الشمال صدع التمد ويقطع شبة جزيرة سيناء من ناحية الغرب، ويعتبر هذا الصدع حد فاصل بين صخور ما قبل الكمبري والصخور الرسوبية في الحقبة الوسطى (Agron & Bentor, 1981, p. 479).

وتتألف منطقة رأس النقب من صخور جوفية تتمثل في مجموعة الجرانيت الكلس – قوي، حيث صخور الجرانوديوريت، وصخور البركانيات القلوية، حيث وحدة صخور بركانيات كاترينا، وتنتمي إلى حُقب البروتيروزى المتأخر، وتمثل هذه الصخور مساحة قدرها ١٤٠,٣١ كم^{٢} بنسبة ٤,٥٣% من إجمالي مساحة الحوض.

٢- الصخور الرسوبية:

تشغل الصخور الرسوبية معظم حوض وادي الجرافي، وترجع التكوينات إلى العصر الكريتاسي وما بعده من عصور، وطبقاً للخرائط الجيولوجية العامة لشبة جزيرة سيناء لم تظهر أي مكاشف لصخور تنتمي إلى حُقب الباليوزوي المبكر، بينما سجلت مصادر أخرى وجود مساحات صغيرة لبعض تكوينات الحقبة القديمة جنوب شرق حوض وادي الجرافي في منطقة رأس النقب (Kora, 1991, pp. 45-57).

أ- **تكوينات الحقب القديمة:** هي تكوينات ذات انتشار محدود بشكل عام في مصر، ويعتبر أقدم التكوينات الرسوبية بوجه عام، وتعرضت هذه التكوينات للنحت الشديد خلال ملايين السنين وأُزيلت ولم يتبقى منها إلا القليل، وهذه التكوينات تتميز بأهميتها الأقتصادية لأحتوائها على خام المنجنيز، وتكونت على هوامش صخور القاعدة فقد تم ترسيبها في بيئة بحرية (Weissbrod, 2003, p. 97).

ويتم تقسيم الصخور الرسوبية في حقبة الباليوزوي بشرق سيناء إلى ثلاثة تكوينات فرعية وهي سرابيت الخام في القاع، وأبو حماطة في المنتصف، وفي القمة توجد تكوينات العديدية، وتمثل هذه التكوينات مساحة قدرها ١١٦,٦٢، بنسبة ٣,٧٧% من مساحة الحوض الكلية.

وقد شكلت منطقة رأس النقب جزء من الشاطئ الجنوبي لطغيان بحري ضحل أثناء العصر الكمبري في الوقت ذاته البحر كان يغمر في بعض مناطق بفلسطين والأردن، ومن المحتمل أن هذا الحوض امتد إلى جنوب غرب سيناء بمنطقة أم بُجمة ولكن مع أرتفاع قاري وسط سيناء، وخلال عصر الأردوفيشي المبكر تم ترسيب الأحجار الأرجونية والزيتونية الرمادية من تكوين أبو حماطة في بحر ضحل وهي في الأساس ارسابات نهرية وهذا يدل على أن المنطقة أصبحت أرض مرتفعة خلال الفترة الباقية من حُقب الباليوزوي المبكر حتى أواخر الميزوزوي (Kora, 1991, P. 56).

ب- **تكوينات الحقب الوسطى:** لم تظهر على السطح أي تكوينات جيولوجية تنتمي لحقب الميزوزوي الفترة زمنية طويلة منذ الباليوزوي المبكر حتى الكريتاسي المبكر (Cohen,

2013, pp. 199-204)، ماعدا نطاق محدود من صخور التریاسي بلغ مساحته ١٤٨٣,٩٣ كم٢، بنسبة ٤٧,٩٥% من إجمالي مساحة الحوض ظهر في أقصى شمال منطقة الدراسة بفلسطين عند جبل عُريف، ويتكون من حجر رملي ذات لون غامق وحجر جيري وطين صفحي يحتوى على بقايا نباتات يقابله عريف الناقة في سيناء، وقد أرجع بعض العلماء السبب وراء عدم الترسيب خلال فترة زمنية كبيرة إلى إنحسار الطغيان البحري عن المنطقة بسبب الارتفاع الذي تم لمعظم مناطق مصر وشمال افريقيا (Guiraud et al., 2005, pp. 83-143).

ج- **تكوينات الحُقب الحديثة:** وتتميز تكوينات الكاينوزوي بالسمك الكبير، وتتكون معظمها من الصخور الكربونية التي تختلط بكميات مختلفة من الصخور الفتاتية، حيث نتج عن رتابة الصخور غير الحفرية إلى صعوبة تحديد التتابع الطبقي، بالإضافة إلى الحركات التكتونية التي ساعدت في تعقيد المظهر التضاريسى (Said, 1990, p. 455).

ومن مكوناتها طفل إسنا، وهو من أقدم التكوينات، تكوين العجمة، تكوين عربة، تكوين ساجي، وتكوين الكنتلا، وتقدر مساحة تكوينات الكينوزوي نحو ١٣٥٣,٦٥ كم٢ بنسبة ٤٣,٧٤% من مساحة الحوض الكلية.

رواسب الزمن الرابع:

رواسب الزمن الرابع تشمل رواسب عصري البلايوستوسين والهولوسين، هي تتميز بسمكها القليل، وتضم أكثر الأراضي انخفاضاً في الحوض، وتتميز ايضاً بأنها أكثر الوحدات ديناميكية، وتشمل أسفلها تكوينات جيولوجية أقدم، ورواسب البلايستوسين تشمل على حصباء وجلاميد، رواسب الحماده النهرية، بينما رواسب الهولوسين تضم رواسب بطون الأودية، رواسب السبخات.

السطح Landscape**:**

يتناول هذا الجزء تضاريس منطقة البحث من خلال إظهار مدى ارتفاع اليابس عن مستوى سطح البحر، وتصنيف انحدارات السطح.

- **ارتفاعات الحوض:**

تتفاوت مناسيب الارتفاع بمنطقة البحث بين (٢٦٢م-١٠٦٣م) فوق مستوى سطح البحر وهو ما يعكس اتساع مساحة الحوض ليشمل قطاعين من التضاريس حسب التوزيع المكاني لتضاريس مصر وفلسطين (شكل ٣). وبذلك يمكن تصنيف منطقة الدراسة المتمثلة بحوض

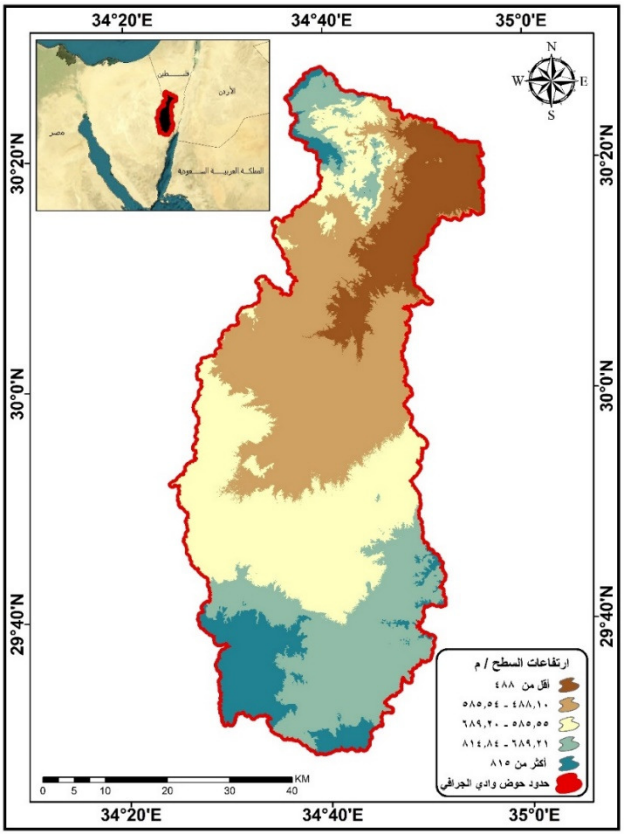
وادي الجرافي إلى خمس فئات أرتفاع وهي متدرجة من أقل فئة أرتفاع إلى أعلى فئة أرتفاع على النحو التالي:

- **الفئة الأولى (أقل من ٤٨٨م) فوق مستوي سطح البحر:** وهي تمثل أقل قيمة في منطقة الدراسة، وتعد أكثر الأراضي انبساطا، وتشغل مساحة تبلغ ٣٣٤,٤٥ كم^{٢}، بنسبة ١٠,٨١% من المساحة الكلية للحوض، وتتركز في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي.
- **الفئة الثانية (٤٨٨,١٠م–٥٨٥,٥٤م) فوق مستوى سطح البحر:** وتتركز هذه الفئة في قطاع ممتد من الشرق الي الغرب أسفل الفئة الأولى، وتشغل مساحة تبلغ ٩٥٢,٠٥ كم^{٢}، أي بنسبة ٣٠,٧٧% من مساحة منطقة الحوض، وتحظى هذه الفئة بأكبر مساحة بين الفئات الخمس.
- **الفئة الثالثة (٥٨٥,٥٥م–٦٨٩,٢٠م) فوق مستوى سطح البحر:** وتتركز هذه الفئة في منتصف الحوض وتمتد في قطاع من الشرق الى الغرب وتقع أسفل الفئة الثانية، ويوجد جزء منها في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة باتجاه الغرب، وبمساحة تقدر ٩١١,٩٤ كم^{٢} أي بنسبة ٢٩,٤٧% من أجمالي المساحة الكلية للمنطقة.
- **الفئة الرابعة (٦٨٩,٢١م –٨١٤,٨٤م) فوق مستوى سطح البحر:** وتتركز في جنوب الحوض، وتمتد في قطاع من الشرق إلى الغرب، ويوجد جزء منها أعلى الحوض باتجاه الغرب، وبمساحة٦٣٨,٢٠ كم^{٢}، وبنسبة ٢٠,٦٢% من اجمالي مساحة منطقة الدراسة.
- **الفئة الخامسة (أكثر من ٨١٥م) فوق مستوى سطح البحر:** وتتركز في أقصى جنوب الحوض من ناحية الغرب، وبمساحة ٢٥٧,٨٨ كم^{٢}، وبنسبة ٨,٣٣% من إجمالي مساحة الحوض، وهي أقل الفئات من حيث المساحة التي تشغلها في منطقة الدراسة.

جدول(٢) : فئات الارتفاع ومساحتها والنسبة المئوية بحوض وادي الجرافي.

الفئات	الأرتفاع (م)	المساحة كم^{٢}	النسبة المئوية %
الفئة الأولى	أقل من ٤٨٨	٣٣٤,٤٥	١٠,٨١
الفئة الثانية	٤٨٨,١٠–٥٨٥,٥٤	٩٥٢,٠٥	٣٠,٧٧
الفئة الثالثة	٥٨٥,٥٥–٦٨٩,٢٠	٩١١,٩٤	٢٩,٤٧
الفئة الرابعة	٦٨٩,٢١–٨١٤,٨٤	٦٣٨,٢٠	٢٠,٦٢
الفئة الخامسة	أكثر من ٨١٥	٢٥٧,٨٨	٨,٣٣
الاجمالي		**٣٠٩٤,٥٢**	**١٠٠**

المصدر: بالاعتماد على شكل (٣)، وبرنامج Arc GIS10.8.2.



شكل (٣) : تصنيف ارتفاعات السطح بحوض وادي الجرافي.

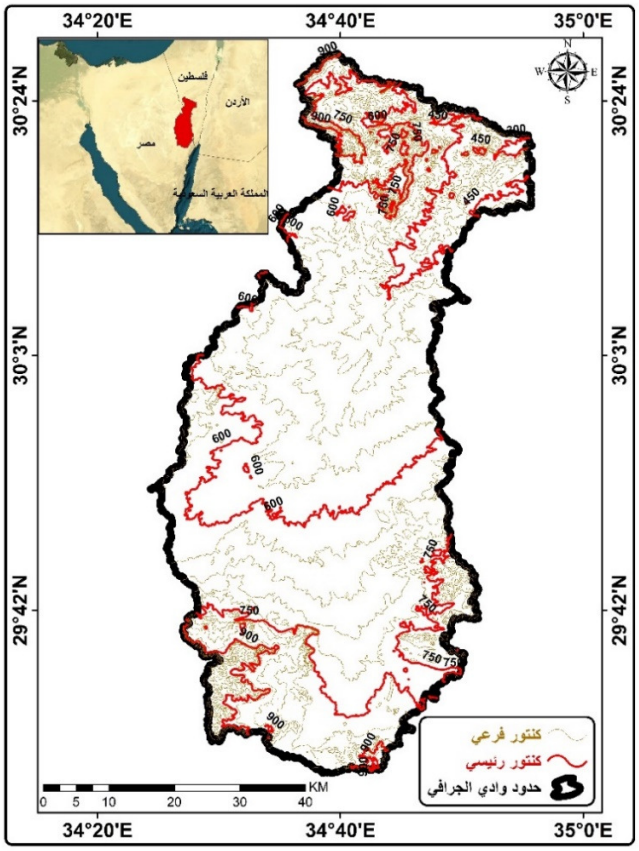
المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2.

١- خطوط الأرتفاع المتساوية:

ويمكن من تحليل شكل (٤) تمييز عدد من الخطوط الكنتورية على النحو التالي:

- **خطوط متعرجة:** تظهر هذه الخطوط بشكل واضح في الأجزاء الشمالية في نطاق يمتد من الشرق الي الغرب بين خط كنتور (٤٥٠-٩٠٠)، وتوجد في أقصى الجزء الجنوبي الشرقي بين خط كنتور (٧٥٠-٨٠٠)، وفي أقصى الجزء الجنوبي الغربي بين خط كنتور (٧٥٠-٩٠٠)، والتقارب بين خطوط الكنتور يوضح أن هذه المناطق مضرسة، والسبب في ذلك وجود تكوينات الزمن الثالث وتكوينات الزمن الرابع المتمثلة في ترسبات المنحدرات.
- **خطوط قليلة التعرج:** تظهر هذه الخطوط بشكل واضح في معظم مساحة الحوض وتمتد في قطاع عرضي من الشرق الي الغرب وفي قطاع طولي من الشمال الي الجنوب، وهذه

الخطوط تكون متباعدة، وقليلة التعرج بعض الشئ وسيطرت الأراضي قليلة الانحدار، ولعل من بين أحد أسباب ذلك هو سيطرت ترسبات الزمن الجيولوجي الرابع في منطقة الدراسة.

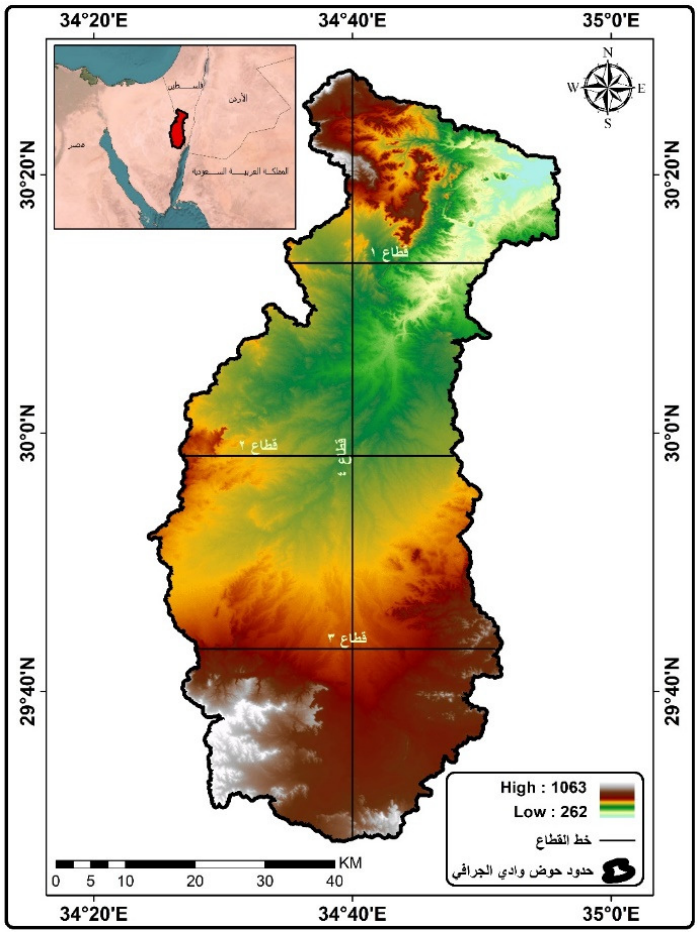


شكل (٤) : خريطة خطوط الكنتور لحوض وادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2

القطاعات التضاريسية:

هو عبارة عن صورة جانبية لمنطقة معينة على طول خط محدد يسمى خط القطاع، وهو في أغلب الأحوال عبارة عن شكل نظري تصوري يتم إنشاؤه من الخريطة الكنتورية، ولا يمكن رؤيته على الطبيعة بشكل منظور إلا في حالة المنظر الرأسي أو القطاع الرأسي في مناطق المناجم والمحاجر والحافات الرأسية لذلك فإن القطاعات التضاريسية لها أهمية بالغة في الدراسات الجيومورفولوجية فهي تعطي فكرة أكثر وضوحاً مما تعطيه الخريطة الكنتورية.



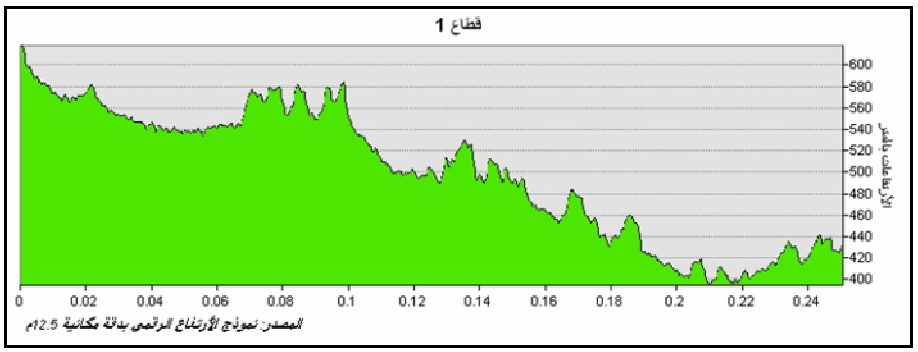
شكل (٥) : خريطة الأرتفاعات موضح عليها القطاعات التضاريسية.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2.

تستخدم القطاعات التضاريسية لعدة أغراض؛ فعلي سبيل المثال القطاعات العرضية تستخدم للأودية النهرية في الدراسات الجيومورفولوجية فيمثل القطاع العرضي للوادي شكل الوادي من جانب إلى جانب الآخر فهو خط يصل بين نقطتين على جانبي الوادي ماراً بقاعة وبالمجرى، ويوضح القطاع العرضي للوادي شكل الوادي من حيث الاتساع العام ودرجة الانحدار، ومدى اتساع القاع وتفاصيل ثانوية أخرى تظهر مع انحدارات القطاع، والتي تبرز دور التعرية للوادي وفي أي مرحلة يمر بها الوادي، ويتم دراسة أربعة قطاعات تضاريسية في هذا الاتجاه حيث مرت بالأجزاء الرئيسية للحوض وتغطي معظم التكوينات الجيولوجية به.

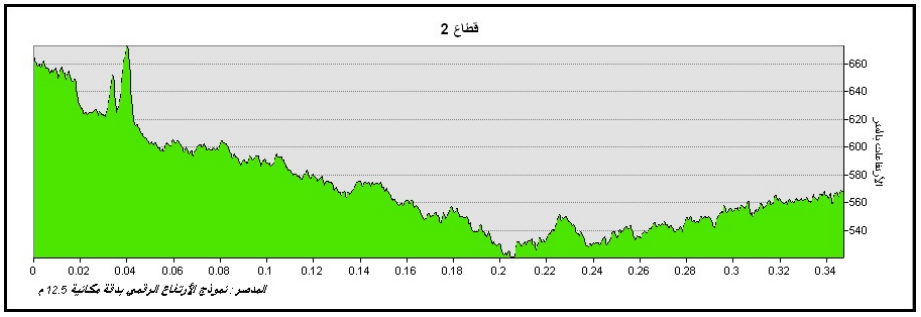
القطاع رقم ١:

يمر هذا القطاع في أقصى شمال الحوض ويبلغ طوله ٢٣,٨٥ كم، ويأخذ هذا القطاع اتجاه انحدار من الشرق للغرب، ويعتبر هذا القطاع الحد الفاصل بين وادي الجرافي المصري ذو الأودية الواسعة والعريضة، ووادي الجرافي (فاران) ذات الأودية العميقة التي تشكل خوانق نهرية.



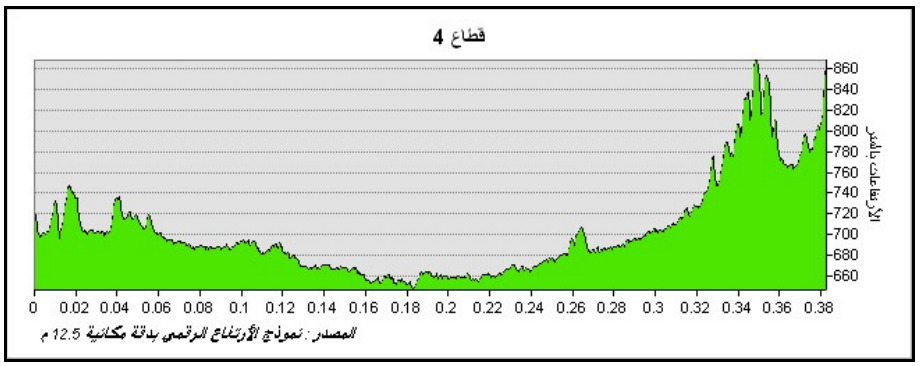
القطاع رقم ٢:

يمر هذا القطاع في منتصف الحوض ويبلغ طوله ٣٣,٤٥كم، ويأخذ هذا القطاع اتجاه انحدار من الشرق للغرب، ويمر هذا القطاع بالحافة الشرقية لكتلة جبل القنة ثم وادي الجرافي بالقرب من قرية الكنتلا.



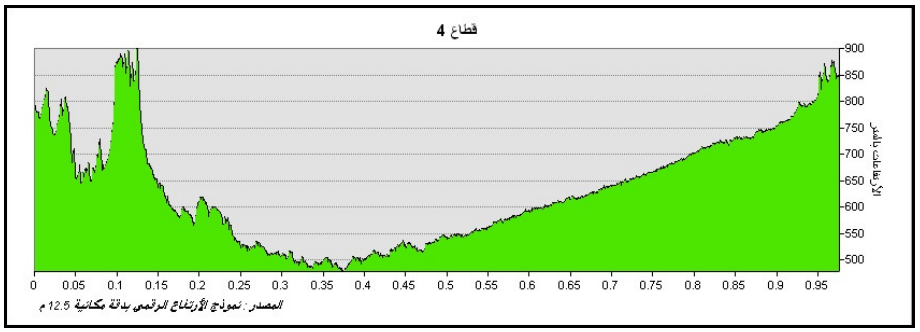
القطاع رقم ٣:

يمر هذا القطاع في أقصى جنوب الحوض ويبلغ طوله ٣٦,٩٨ كم، ويأخذ هذا القطاع اتجاه انحدار من الشرق للغرب، ويمر هذا القطاع بكتلة جبل عليديا ثم الجزء الأدني من وادي الزرنوق ورحاية وأبو حصيات.



القطاع رقم ٤:

يمر هذا القطاع في منتصف الحوض ويبلغ طوله ١٠٩,٥٩ كم، ويأخذ هذا القطاع اتجاه انحدار من الشمال للجنوب، ويمتد هذا القطاع من منقطة المنبع إلي المصب ويمر بطول الوادي الرئيسي لحوض وادي الجرافي.



٢- **انحدارات سطح الحوض** (Watershed Slop):

تعرف الانحدارات بأنها ميل سطح الأرض داخل الحوض عن المستوى الأفقي (Meshram et al., 2015, p. 29)، وتعد نتاجاً لمجموعة من العوامل أهمها: المناخ ونوع الصخر والعمليات التكتونية التي تعرض لها الحوض (Dhawaskar, 2015, p. 6). وتعتبر ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية، وذلك للعلاقة الوثيقة بينها وبين نشاط عمليات النحت والإرساب التي تسهم في بناء الأشكال الأرضية وتطورها (الجميل، ٢٠٠٨، ص ٨١) كما تؤثر على كافة خصائص الشبكة النهرية من معدل التشعب والكثافة النهرية والتكرار النهري (ريان، ٢٠١٤، ص ١٠٩)، وتلعب دوراً مهماً في تسريع وتيرة الجريان السطحي حيث يصبح الجريان أكثر حدة مع زيادة الانحدار.

تم استخراج انحدار سطح منطقة البحث من خلال نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ArcMap10.8.2 من قائمة (Spatial Analyst Tools) من خلال تنفيذ الأمر Slope، وتتباين التضاريس في منطقة الدراسة في أرتفاعاتها ودرجة انحدارها من مكان لأخر وأن هذا التباين والأختلاف يؤثر على حجم الجريان المائي السطحي وكمية الإرسابات المائية المنقولة، وتم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس أصناف من الانحدارات وفق تصنيف يونج على النحو التالي:

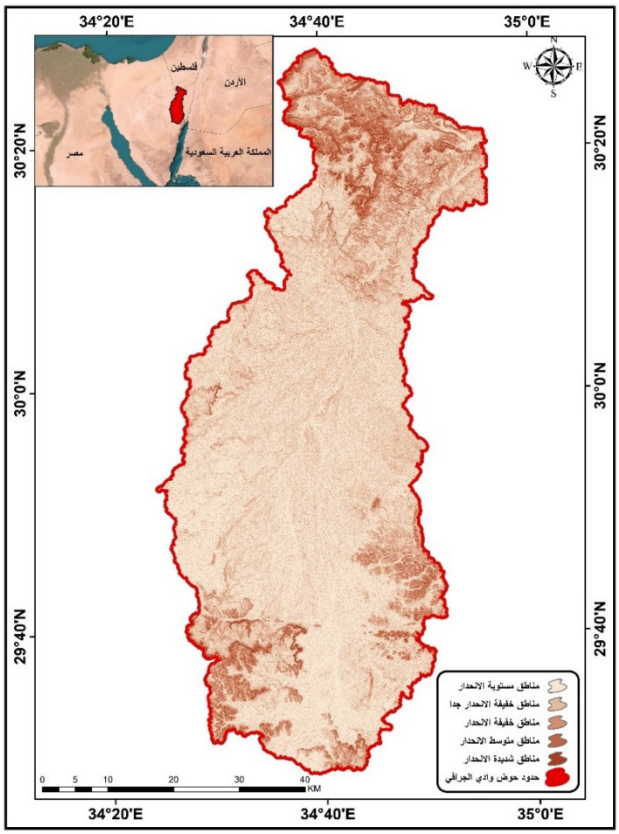
- **الفئة الأولى:** وهي الأكبر من حيث المساحة، وتقل درجة انحدارها عن (٢°) بمساحة قدرها ١١٧٨,٥٣ كم٢، وبنسبة ٣٨,٢٢% من أجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي أراضي سهلية مستوية تشمل معظم أجزاء الحوض باستثناء الجزء الشمالي وأجزاء متفرقة في الجزء الجنوبي الغربي والجنوبي الشرق من منطقة الدراسة.
- **الفئة الثانية:** تأتي هذه الفئة في المرتبة الثانية من حيث المساحة بين فئات الأنحدار وتتراوح درجة أنحدارها بين (٢°–٥,٩٩°)، وتبلغ مساحتها ١٠٩٤,٢٨ كم٢، وبنسبة ٣٥,٣٦% من أجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي أراضي ذات أنحدار قليل وتسود معظم مساحة الحوض.
- **الفئة الثالثة:** ويمثل الانحدارات التي تتراوح درجة أنحدارها بين (٦°–١٠,٩٩°)، وتبلغ مساحتها ٢٩٩,٩٨ كم٢، وبنسبة ٩,٦٩% من المساحة الكلية للحوض، وتمثل الأراضي معتدلة الانحدار، وتنتشر في أماكن متفرقة في الجزء الشمالي وأقصى الجنوب الشرقي والجنوب الغربي من منطقة الدراسة.

جدول (٣) : تصنيف فئات الانحدار ومساحتها والنسبة المئوية في منطقة الحوض.

الفئات	فئات الانحدار بالدرجة	المساحة كم٢	النسبة %	توصيف الانحدار حسب young
الفئة الأولى	أقل من ٢°	١٥٠١,٦٠	٤٨,٥٢	مناطق مستوية الانحدار
الفئة الثانية	٢° –٥,٩٩°	١٠٩٤,٢٨	٣٥,٣٦	مناطق خفيفة الانحدار جدا
الفئة الثالثة	٦° – ١٠,٩٩°	٢٩٩,٩٨	٩,٦٩	مناطق خفيفة الانحدار
الفئة الرابعة	١١° – ١٨°	١٥٣,٣٦	٤,٩٦	مناطق متوسطة الانحدار
الفئة الخامسة	أكثر من ١٨°	٤٥,٣٠	١,٤٦	مناطق شديدة الانحدار
المجموع		**٣٠٩٤,٥٢**	**١٠٠**	

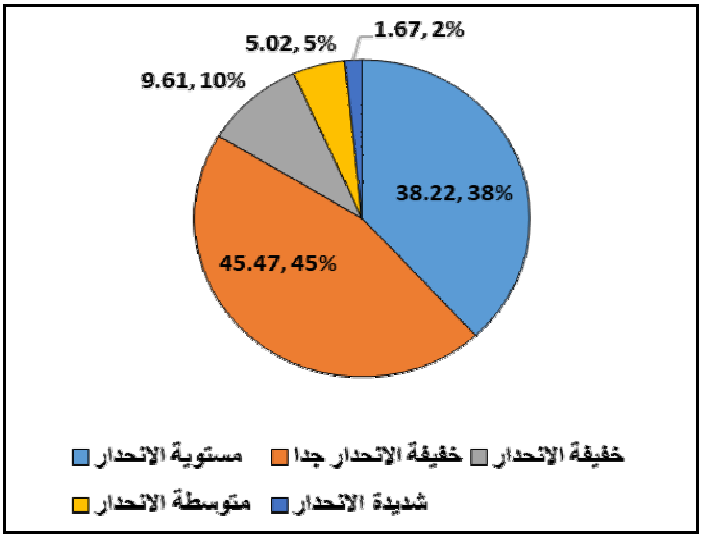
المصدر: عمل الطلاب بالاعتماد على شكل (٦)، وبرنامج Arc GIS 10.8.2.

- **الفئة الرابعة:** وهي الانحدارات التي تتراوح درجة انحدارها بين (١١°-١٨°)، وتبلغ مساحتها ١٥٣,٣٦ كم٢، وبنسبة ٤,٩٦% من أجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتمثل أراضي متوسطة الانحدار، وتنتشر بشكل مبعثر في الجزء الشمالي وأقصى الجنوب الشرقي والجنوب الغربي من منطقة الدراسة.
- **الفئة الخامسة:** يمثل أعلى درجة انحدار في منطقة الدراسة، ويبلغ انحدارها أكثر من ١٨°، وتبلغ مساحتها ٤٥,٣٠ كم٢، وبنسبة ١,٤٦% من جملة مساحة الحوض، وتنتشر مبعثرة جدا في الجزء الشمالي، والجنوبي الغربي، وهذه المناطق تتسم بزيادة نشاط عمليات التجوية والتعرية المائية، حيث ينقل الجريان المائي السطحي كميات كبيرة من الرواسب من أعلى المنحدرات إلى الاراضي السهلية وباتجاهات مختلفة.



شكل (٦) : انحدارات سطح حوض وادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2



شكل (٧) : النسبة المئوية لانحدارات السطح في حوض وادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Excel.

يتضح من شكل (٦) وشكل (٧) أن أقل انحدار في الحوض بلغ ٢° في معظم الحوض، بينما أعلى انحدار ٥٣,١٨° في المناطق الشمالية الغربية والجنوبية الغربية وجزء صغير في الشرق، وبمتوسط انحدار ١٨° وقد تم تصنيف الانحدار في الحوض إلى خمس فئات حسب تصنيف (Young, 1972).

الظروف المناخية:

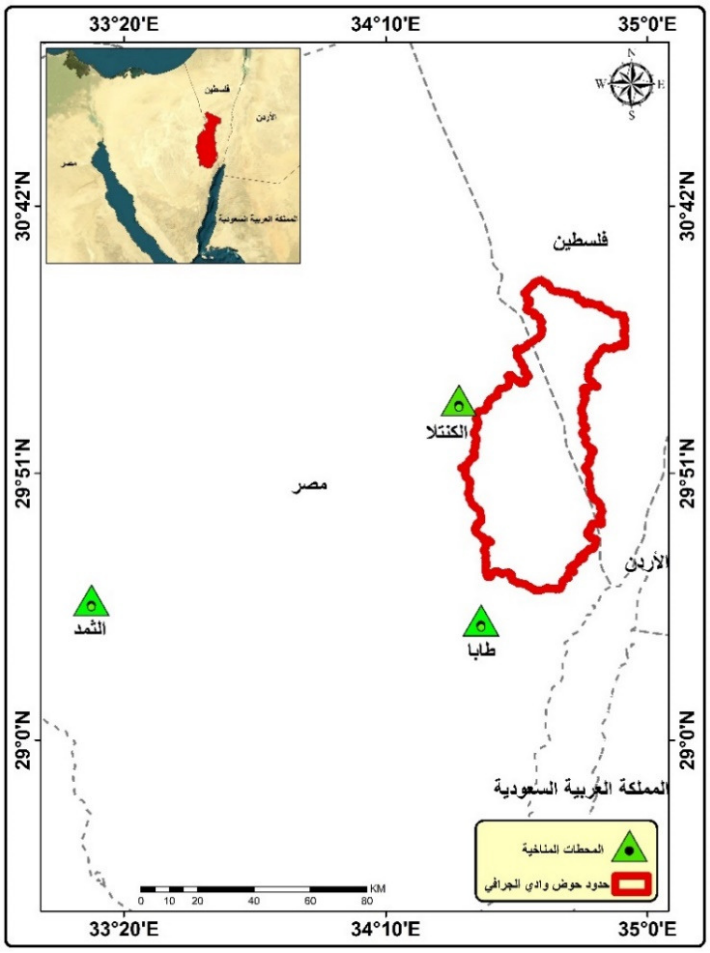
تعتبر الظروف المناخية من العوامل التي تؤثر في تطوير حوض وادي الجرافي مثله مثل بقية أحواض التصريف المائي في مصر وفلسطين، وذلك من خلال دورها الواضح في تحديد نوع العمليات الجيومورفولوجية السائد داخل هذه الأحواض، وتحديد خصائص العناصر البيئية داخل الأحواض.

ونظراً لأمتداد حوض وادي الجرافي في إقليمين مختلفين تتباين الظروف المناخية فيه تبايناً واضحاً، ويتضح هذا التباين في الظروف الحرارية والمطرية بشكل خاص، ولذلك سيقتصر الحديث عن عنصري الحرارة والأمطار على أعتبار أنهما أهم مدخلات نظام التصريف، وسيتم ذلك أعتماداً علي ثلاث محطات يقعوا جميعا داخل منطقة الدراسة.

جدول (٤) : التوزيع الجغرافي للمحطات المناخية في حوض وادي الجرافي.

المحطة	المنسوب / م	الاحداثي الشرقي	الاحداثي الشمالي
طابا	٧٤٩	٣٤,٤٧	٢٩,٣٦
الثمد	٦١٦	٣٣,٢٢	٢٩,٤٠
الكنتلا	٥١٩	٣٤,٤٠	٣٠,٠٦

المصدر: من موقع ناسا (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer).



شكل (٨) : التوزيع الجغرافي للمحطات المناخية في حوض وادي الجرافي.

المصدر: بالاعتماد على برنامج ArcGIS10.8.2.

١- درجات الحرارة:

يتميز حوض وادي الجرافي بتباين درجة الحرارة بين أجزائه، فمن خلال جدول (٥) أن الحوض يتميز بالارتفاع النسبي في درجة الحرارة حيث يتراوح متوسط درجة الحرارة التي تمثلها المحطة الثانية بين ٢١,٨٩° في شهر اغسطس – الذي يعد أبرد الشهور – و٣١,٢٣° في شهر ابريل – الذي يمثل أحر الشهور– وبمتوسط سنوي مرتفع يبلغ ٢٥,٩٢° في المحطة الأولى، ٢٥,٥٧° في المحطة الثانية، ٢٥,٤٦° في المحطة الثالثة.

جدول (٥) : المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة في المحطات المناخية الثلاثة (١٩٩١-٢٠٢١).

الفصل	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			المتوسط
المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يوليو	اغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
الاولى	٢٤,١٩	٢٧,٠٢	٢٨,٦٥	٣٠,٩٤	٢٩,٣	٢٦,٨٥	٢٤,٥٦	٢٣	٢٣,٧٢	٢٥,١٣	٢٤,٠٧	٢٣,٦٤	٢٥,٩٢
الثانية	٢٤,٢١	٢٦,٣١	٢٨,٦٩	٣١,٢٣	٢٩,١٦	٢٦,٢٦	٢٣,٧٣	٢١,٨٩	٢٣,٢٢	٢٤,٥٥	٢٣,٩٤	٢٣,٦٥	٢٥,٥٧
الثالثة	٢٣,٣٧	٢٦,٠٢	٢٨,٠٧	٣٠,٥٢	٢٩,١٤	٢٦,٢٨	٢٤,٠٨	٢٢,٥٩	٢٣,٨٧	٢٤,٧٩	٢٣,٨	٢٢,٩٩	٢٥,٤٦

المصدر: موقع ناسا (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer)-١٢,٠٠ص -٨/٣/٢٠٢٣ .

التوزيع االفصلي للحرارة فمن شكل (٩)، فيبلغ متوسط الحرارة في المحطة الأولى ٢٦,٦٢°، وهو أعلى المحطات المناخية من حيث المتوسط الفصلي، بينما في المحطة الثانية ٢٦,٤٠°، وفي المحطة الثالثة يبلغ المتوسط لفصلي لدرجة الحرارة ٢٥,٨٢°، وهو أقل متوسط لدرجة الحرارة بين المحطات الثلاثة في فصل الشتاء.

أما التوزيع الفصلي لدرجة الحرارة في فصل الربيع تسجل المحطة الأولى٢٩,٠٣° أعلى معدل لدرجة الحرارة، بينما تسجل المحطة الثالثة أقل معدل لدرجة الحرارة في هذا الفصل بمقدار ٢٨,٦٥°، بينما تسجل المحطة الثانية معدل ٢٨,٨٨°.

وفي فصل الصيف يسجل أعلى معدل حرارة بمقدار ٢٣,٧٦° في المحطة الأولى، وأقل معدل لدرجة الحرارة هو ٢٢,٩٥° بالمحطة الثانية، وفي المحطة الثالثة سجل معدل درجة الحرارة ٢٣,٥١°.

وفي فصل الخريف أعلى معدل لدرجة الحرارة هو ٢٤,٢٨° بالمحطة الأولى، بينما يسجل أقل معدل لدرجة الحرارة في المحطة الثالثة بمقدار ٢٣,٨٦°، ومعدل درجة الحرارة في المحطة الثانية هو ٢٤,٠٤°.

شكل (٩) : المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة في المحطات المناخية الثلاثة (١٩٩١-٢٠٢١).

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على جدول (٥)، وبرنامج Excel.

٢- الأمطار:

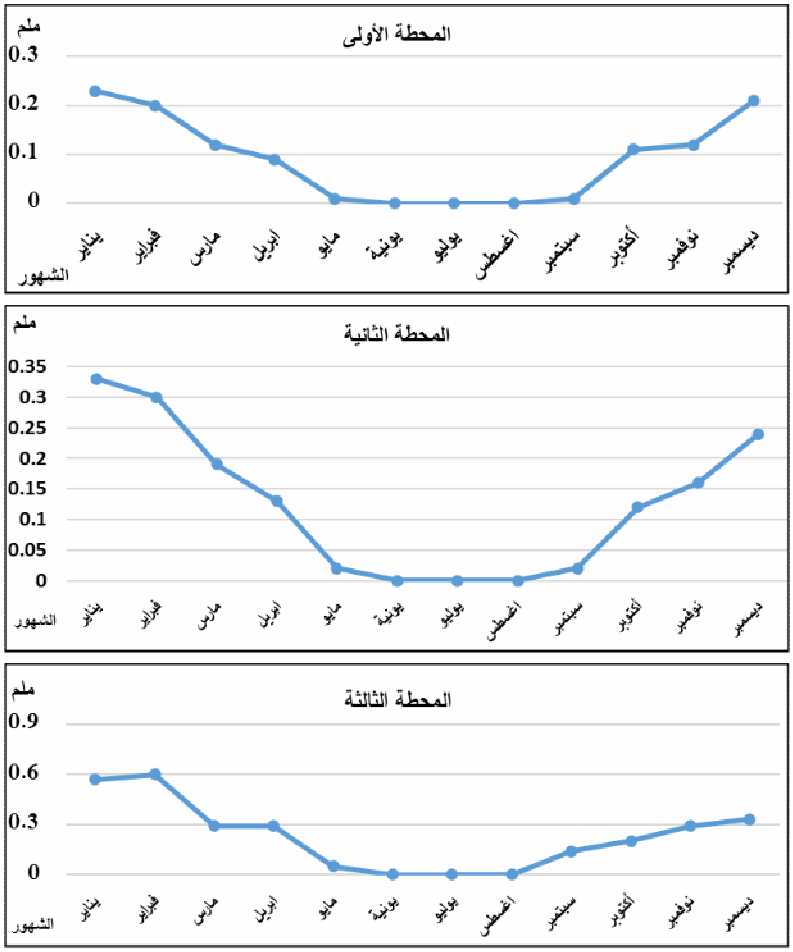
تعد الأمطار من أهم عناصر المناخ حيث أنها المصدر الأساسي لتشبع التربة بالرطوبة، والأساس في كل جريان سطحي سواء كانت أودية موسمية أو أنهار أو عيون مائية، وتتصف المنطقة ببعض الخصائص أهمها:

- يبدأ موسم الأمطار في المنطقة من شهر سبتمبر حتى شهر مايو موزعة تقريبا على تسعة أشهر إلا أن ذروتها تكون في شهور الشتاء.
- تقدر المتوسط السنوي لكمية الأمطار في المحطة الأولى ١,١ ملم، بينما في المحطة الثانية ١,٥٢ ملم، والمحطة الثالثة ٢,٧٦ ملم.
- تتباين كميات الأمطار الساقطة على مستوى الفصول وشهور السنة فنجد أن أعلى نسبة للتساقط السنوي تركز في شهور الشتاء، حيث بلغ معدل التساقط ي المحطة الأولي في فصل الشتاء ٠,٥٥ ملم، والمحطة الثانية ٠,٨٢ ملم، والمحطة الثالثة ١,٤٦ ملم، ولا تسقط الأمطار في فصل الصيف إلا كمية قليلة في شهر سبتمبر.

جدول (٦) : المتوسطات الشهرية والسنوية للأمطار ملم
في المحطات المناخية الثلاثة (١٩٩١-٢٠٢١).

	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			المجموع
المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يوليو	اغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
الاولى	٠,٢٣	٠,٢	٠,١٢	٠,٠٩	٠,٠١	٠	٠	٠	٠,٠١	٠,١١	٠,١٢	٠,٢١	١,١
الثانية	٠,٣٣	٠,٣	٠,١٩	٠,١٣	٠,٠٢	٠	٠	٠	٠,٠٢	٠,١٢	٠,١٦	٠,٢٤	١,٥٢
الثالثة	٠,٥٧	٠,٦	٠,٢٩	٠,٢٩	٠,٠٥	٠	٠	٠	٠,١٤	٠,٢	٠,٢٩	٠,٣٣	٢,٧٦

المصدر: موقع ناسا (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer) -١٢,٠٠ص -٢٠٢٣/٣/٨.



شكل (١٠) : المتوسطات الشهرية للأمطار في المحطات المناخية الثلاثة (١٩٩١-٢٠٢١).

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على جدول (٦)، وبرنامج Excel.

الخصائص المورفومترية لوادي الجرافي:

أ- **الخصائص المساحية:** وتتمثل في المساحة، الطول، العرض، والمحيط.

١. **مساحة الحوض** Area Basin: تتضح الأهمية الجيومورفولوجية للمساحة في تأثيرها المباشر في حجم التصريف المائي أما على المستوى الجغرافي فالمساحة ذات دلالة مهمة في الجانب المحلى لمنطقة الدراسة بالنسبة إلى محيطها الإقليمي، ومدى تأثيرها فيه وتأثرها به (Schumm, 1956, p. 6)، وبناء على ذلك بلغت مساحة حوض وادي الجرافي ٣٠٩٤,٥٢ كم^{٢}، وهو يعتبر من الأحواض المتوسطة المساحة بالنسبة للأحواض المائية الكبيرة في مصر وفلسطين.

٢. **طول الحوض** Basin Length: يؤثر طول الحوض في عملية الجريان السطحي، حيث يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية، حيث يتناسب طول الحوض مع معدلات التسرب والتبخر، وذلك بسبب قلة انحدار السطح.

ويتم تحديد طول الحوض بأكثر من طريقة، وفي هذا البحث تم الاعتماد على قياس أقصى طول للحوض من مصبه إلى أبعد نقطة عند محيطه، لأن حوض وادي الجرافي يعتبر من الأحواض بسيطة الشكل، وقد تم قياسه بواسطة ArcGIS10.8.2 ووجد أن طول الحوض بلغ ١٠٩,٢٢ كم.

٣. **متوسط عرض الحوض** Mean Basin Width: تم الاعتماد على قياس عرض حوض وادي الجرافي بأخذ أكثر من عرض للحوض ثم حساب متوسط الحوض، وعرض الحوض يعطى صورة واضحة عن مدى اتساع الحوض، وإمكانية تحديد الزمن اللازم لوصول كل المياة من أبعد نقطة في الحوض إلى مصب الحوض، وبلغ متوسط عرض الحوض ٣٥,٧٥ كم.

٤. **محيط الحوض** Basin Circumscription: يعرف محيط الحوض على أنه خط تقسيم المياة الذي يفصل بين الحوض قيد الدراسة والأحواض المجاورة له -أي يعد الحدود الخارجية للحوض- ويعتبر من المتغيرات المورفومترية الأساسية للحوض وذلك لارتباطه بالعديد من الخصائص الأخرى مثل المساحة، شكل الحوض، عرضه، الاستدارة، والاستطالة، وتم قياس المحيط بواسطة ArcGIS10.8.2، وقد بلغ محيط وادي الجرافي ٤٣٨,٥٢ كم.

جدول (٧) : الخصائص المساحية لحوض وادي الجرافي.

المتغير	المساحة / كم^{٢}	الطول / كم	متوسط العرض / كم	المحيط / كم
المجموع	٣٠٩٤,٥٢	١٠٩,٢٢	٣٥,٧٥	٤٣٨,٥٢

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام ArcGIS10.8.2.

ب- الخصائص الشكلية لحوض وادي الجرافي Form Characteristics:

تفيد دراسة الخصائص الشكلية للأحواض في تحديد التطور الجيومورفولوجي والعمليات التي تؤدي إلى تشكيله بالإضافة إلى معرفة تأثير الشكل على حجم التصريف المائي، وهذا يساعد في تحديد مخاطر الفيضانات، ويساهم أيضاً في إمكانية قياس معدلات التعرية المائية، ومقدار كمية التصريف الواصل إلى المجرى الرئيسي.

١- **معدل الاستدارة** Circularity Ratio:

يوضح معامل نسبة تماسك الحوض مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه، وعندما تقترب قيمة معدل الاستدارة من الواحد الصحيح، يعني أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري، كما يوضح تقدم الدورة التحاتية، وتشير القيم المنخفضة لمعدل الاستدارة التي تقترب من الصفر إلى عدم انتظام خط تقسيم المياه، وعدم تساوي عمليات النحت والتعرية، وأن الدورة التحاتية مازال تقوم بدورها، **ويتم استنتاج معامل الاستدارة من خلال المعادلة التالية:**

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}^{٢}}{\text{مساحة الدائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه / كم}}$$

(Hassan, 2011, p. 137)

وبعد تطبيق المعادلة في تحقيق معامل الاستدارة، والتي بلغت في حوض وادي الجرافي ٠,٢٠ كم^{٢}/كم، وهذه القيمة المنخفضة تدل على بعد الحوض الشكل الدائري وأقترابه من الشكل المستطيل.

٢- **معدل الاستطالة** Elongation Ration:

يشير معدل الاستطالة إلى مدي اقتراب شكل الحوض، أو ابتعاده عن شكل المستطيل، وتتراوح نسبته بين (٠-١)، وهذه النسبة عكس نسبة تماسك الحوض، حيث تشير القيم المرتفعة إلى أقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، في حين تشير القيم المنخفضة إلى أقتراب شكل الحوض من شكل المستطيل، ويستخرج معدل الاستطالة من المعادلة التالية:

$$\text{معدل الاستطالة} = \frac{\text{قطر دائرة مكافئة في مساحتها مساحة الحوض / كم}^2}{\text{اقصى طول الحوض / كم}}$$

(Gregory & Walling,1975, p. 51)

وبعد تطبيق المعادلة في تحقيق معامل الاستطالة، والتي بلغت في حوض وادي الجرافي ٠,٥٧. كم٢/كم.

٣- **معامل شكل الحوض** Basin from factor:

يعتبر أحد أهم المقاييس المورفومترية المستخدمة التي تعطي فكرة عن مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة، ومن خلاله يتضح مدى ابتعاد أو أقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث، وتكمن أهميته في معرفة مدى سرعة وصول الموجات المائية إلى الذروة، وتدل القيم المرتفعة إلى ابتعاد شكل الحوض عن شكل المثلث، في حين تشير القيم المنخفضة إلى أقتراب شكل الحوض من شكل المثلث، ويتم الحصول على هذا المعامل من المعادلة التالية:

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}^2}{\text{مربع طول الحوض / كم}}$$

(Horton, 1932, p. 353)

وبعد تطبيق المعادلة في تحقيق معامل شكل الحوض، والتي بلغت في حوض وادي الجرافي ٠,٢٦ كم٢/كم، وهذه القيمة تدل على اقتراب شكل الحوض من شكل المثلث.

ج- الخصائص التضاريسية:

تعد دراسة الخصائص التضاريسية ذات أهمية كبيرة في الدراسات المورفومترية، وذلك نتيجة لما لها من مدلولات مهمة في معرفة قدرة نحت المجاري المائية، وتوقع حجم الرواسب المنقولة بفعل المجاري المائية، والتي تزداد مع زيادة درجة التضرس، هذا بالإضافة إلى معرفة طبيعة ونوعية الأشكال الأرضية المرتبطة بها، والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها هذه الأحواض المائية وعلاقة ذلك بخصائص الحوض الأخرى والتي تتمثل في الشبكة المائية والخصائص الشكلية والمساحية، ومن هنا تظهر أهمية دراسة الخصائص التضاريسية والتي تتمثل فيما يلي:

١- **نسبة التضرس** Relief Ratio :

تأتي أهمية دراسة التضرس في إلقاء الضوء على مدي تأثير عوامل التعرية وقوتها، وكذلك تحديد المرحلة العمرية بالنسبة لدورة التعرية بالإضافة إلى تفسير الخصائص الحوضية الأخرى خاصة المساحة وخصائص الشبكة المائية.

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى وأدني نقطة في الحوض)}}{\text{طول الحوض / كم}}$$

(Strahlar, 1964, pp. 571-596)

ومن خلال تطبيق المعادلة فقد بلغت نسبة التضرس في الحوض ٧,٣٣ م/كم، ويمكن تصنيف الناتج على أنه إذا بلغ أقل من ٦ متر/كم، هذا يعني أن الحوض يقع في نطاق إقليم مناخي معتدل، بينما إذا زاد عن ٦ م/كم، هذا يعني أن الحوض يقع في نطاق إقليم مداري جاف أو شبه جاف، وهذا يتوافق مع معدلات المطر نادرة السقوط في منطقة الدراسة، ويوجد علاقة طردية بين درجة التضرس وسرعة الجريان، ويوجد علاقة عكسية بين كمية الرواسب وسرعة الجريان، وبين نسبة التضرس وكمية الرواسب، حيث أن كمية الرواسب تعمل على التغيير الجيومورفولوجي في شكل المجرى نفسه مع مرور الوقت، ومن خلال قيمة درجة التضرس يتضح أنها عالية لذلك جريان الحوض سريع، وترسيبه قليل.

٢- **معدل النسيج الطبوغرافي** Texture Topography:

يوضح هذا المقياس مدى تضرس سطح الحوض، ومدى تقطعه بمجاري شبكة الأودية ومؤشراً لمدى كثافة التصريف به، فكلما اقتربت الأودية من بعضها البعض كلما تزاحمت خطوط شبكة التصريف بأعداد الأودية – بدون الأخذ في الحسبان أطوالها – ويدل ذلك على شدة تقطعها، ويتم قياسه وفق المعادلة التالية:

$$\text{معدل النسيج الطبوغرافي} = \frac{\text{عدد الأودية}}{\text{محيط الحوض / كم}}$$

(Al-Kafaji, 2016, p. 627)

ومن خلال تطبيق المعادلة قد بلغت قيمة معدل النسيج الحوضي ٦,١٦ مجرى/كم.

٣- **التكامل الهبسومتري** Integral Hypsometric :

هذا المقياس عبارة عن وصف حسابي لحالة الحوض الراهنة، حيث يشير إلى العلاقة بين مساحة الحوض وتضاريسه، وهو يقاس من خلال تكامل العلاقة بين مساحة وتضاريس الحوض، وتشير القيم المرتفعة في تكامل الحوض إلى زيادة مساحة الحوض على حساب تضاريس الحوض، وهذا يدل على تقدم المرحلة العمرية للحوض، **ويمكن الحصول على هذا المقياس من المعادلة التالية:**

$$\text{التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}^{٢}}{\text{تضاريس الحوض / م}}$$

(الموسوي وآخرون، ٢٠٢١، ص٧٥٤)

وقد بلغت قيمة التكامل الهبسومتري لحوض وادي الجرافي بعد تطبيق المعادلة السابقة ٣,٨٦. كم^{٢}/م

٤- **درجة الوعورة** Ruggedness Number:

يشير هذا المعامل إلى مدى تضرس الحوض ومدى أطوال مجاري شبكة التصريف وانحدارها، حيث أن القيم المرتفعة تشير إلى شدة التضرس وسيادة التعرية المائية والتي تقوم على نقل المفتتات الصخرية من المنابع العليا إلى المناطق المنخفضة من الحوض، **وتستخرج قيمة الوعورة وفقاً للمعادلة التالية:**

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة التصريف الطولية}}{١٠٠٠}$$

(Pareta, 2011, p. 264)

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة يتضح أن قيمة الوعورة قد بلغت ١٠,٣٤وهي قيمة مرتفعة وهذا يدل على شدة التضرس وسيادة عمليات التعرية التي تعمل على نقل المفتتات الصخرية من المنابع العليا إلى المناطق المنخفضة من الحوض.

٥- **المعامل الجيومتري** Geometric Number:

وهو معامل يقيس العلاقة بين قيمة الوعورة ونسبة التضرس وكثافة التصريف للحوض ودرجة الانحدار، ويتم الحصول عله من خلال المعادلة التالية:

$$\text{المعامل الجيومتري} = \frac{\text{قيمة الوعورة}}{\text{نسبة التضرس}}$$

(أبو رية، ٢٠٠٣، ص ٨٤)

وبتطبيق المعادلة فقد بلغ ناتج المعامل الجيومتري للحوض ١,٤١ رافد/متر في الارتفاع/كم في المساحة، وهي قيمة مرتفعة تتعدى الواحد الصحيح، وتدل على أن الحوض قد قطع شوطاً كبيراً في دورته التحاتية للدرجة الذي أصبح فيها الحوض في مرحلة الشيخوخة.

جدول (٨) : الخصائص التضاريسية لحوض وادي الجرافي.

الخصائص التضاريسية	القيمة	الوحدة
أعلى منسوب	١٠٦٣	م
أقل منسوب	٢٦٢	م
تضاريس الحوض	٨٠١	م
نسبة التضرس	٧,٣٣	م/كم
النسيج الحوضي	٦,١٦	عدد/كم
التكامل الهبسومتري	٣,٨٦	كم٢/م
درجة الوعورة	١٠,٣٤	م/كم
الرقم الجيومتري	١,٤١	رافد/م/كم

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام ArcGIS10.8.2

د- خصائص شبكة التصريف:

تمثل شبكة التصريف الشكل العام الذي تظهر فيه مجموعة الروافد النهرية في الحوض، وهي النتيجة الأساسية الهامة التي تربط بين نوع الصخر وخصائصه، وظروف المناخ بالمنطقة خاصة الأمطار، وطبيعة انحدار سطح الأرض، والتطور الجيومورفولوجي للمجاري النهرية، كما تحمل على عاتقها مسؤولية نشوء الحوض المائي وتطوره لذا فإن اشتقاق وتحليل شبكة التصريف النهري من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية، وهو على غاية من الأهمية في التطبيقات الجيومورفولوجية (ألغزي، ٢٠٠٢، ص ٢).

١- رتب المجاري المائية واعدادها Stream Order& Number :

من خلال التحليل تبين أن وادي الجرافي ينتهي مع الرتبة السادسة وهو يختلف بذلك عن الأحواض الأخرى مثل حوض وادي فيران وحوض وادي الأسيوطي ويرجع هذا الاختلاف الي اختلاف الخصائص المناخية والجيولوجية والطبوغرافية، ومع دراسة أعداد المجاري في الحوض محل البحث والتي بلغت نحو ٢٧٠١ مجري موزعة على شبكة التصريف بصورة متباينة.

- تضم الرتبة الأولي والثانية حوالي ٧٤,٦٤% من أجمالي الأودية الموجودة في الحوض (٢٧٠١ وادي تقريبا) وهي نسبة أقل من الأودية الأخرى الكبرى الموجودة في سيناء.

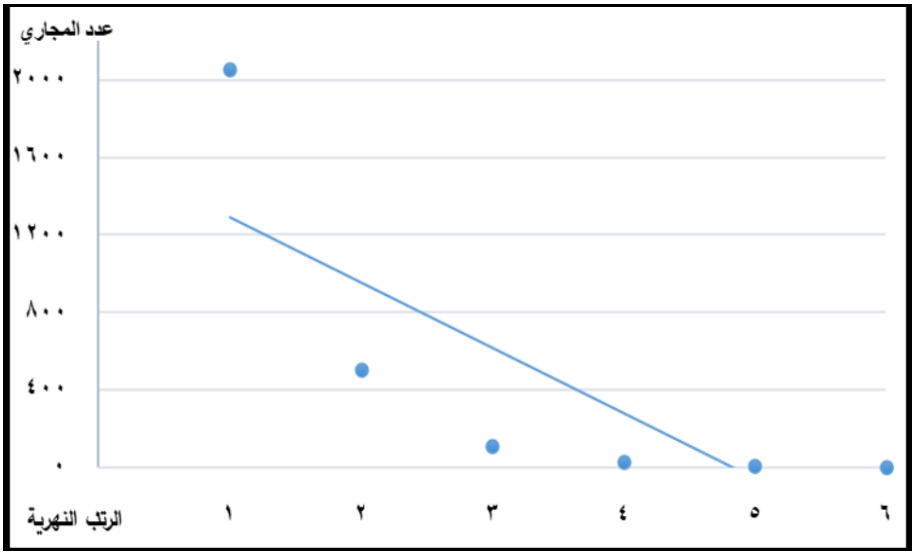
جدول (٩) : عدد وأطوال المجاري بحوض وادي الجرافي.

الرتبة	أعداد المجاري	أطوال المجاري / كم	النسبة المئوية لطول المجاري
الأولى	٢٠٥٠	١٩٧٦,٤٠	٤٩,٤٦
الثانية	٥٠٢	١٠٠٥,٩٩	٢٥,١٨
الثالثة	١١٢	٥١٤,١٣	١٢,٨٧
الرابعة	٣٠	٣٠٣,١٧	٧,٥٩
الخامسة	٦	١١٩,٠٥	٢,٩٨
السادسة	١	٧٦,٩٥	١,٩٣
المجموع	**٢٧٠١**	**٣٩٩٥,٦٩**	**١٠٠**

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام ArcGIS10.8.2

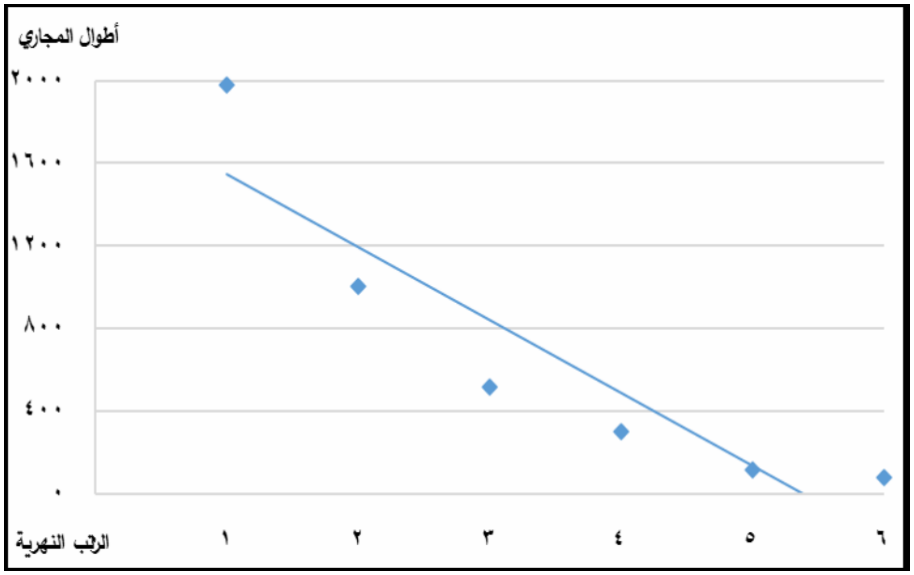
ويتضح من دراسة أعداد وأطوال المجاري أن:

- من دراسة أعداد المجاري أن هناك علاقة طردية قوية بين أعداد المجاري ومساحة الحوض، وهذا ليس على المطلق فقد تختلف في أودية أخري ويرجع ذلك الي اختلاف درجات الانحدار والتكوينات الجيولوجية.
- ويتضح أيضا وجود علاقة عكسية بين أعداد المجاري ورتبها حيت أنه من النظر في الجدول السابق نجد أن الرتبة الاولي عدد المجاري بها ٢٠٥٠ مجري وعند الصعود بالرتبة إلى الرتبة الثانية نجد أن عدد المجاري قل للربع وهذا ما يأكد عليه **شترلير** في نظريته في تقسيم الرتب وهي أن عدد المجاري في الرتبة الأولي يساوي تقريبا أربعة أضعاف عدد المجاري في الرتبة الثانية وهكذا.



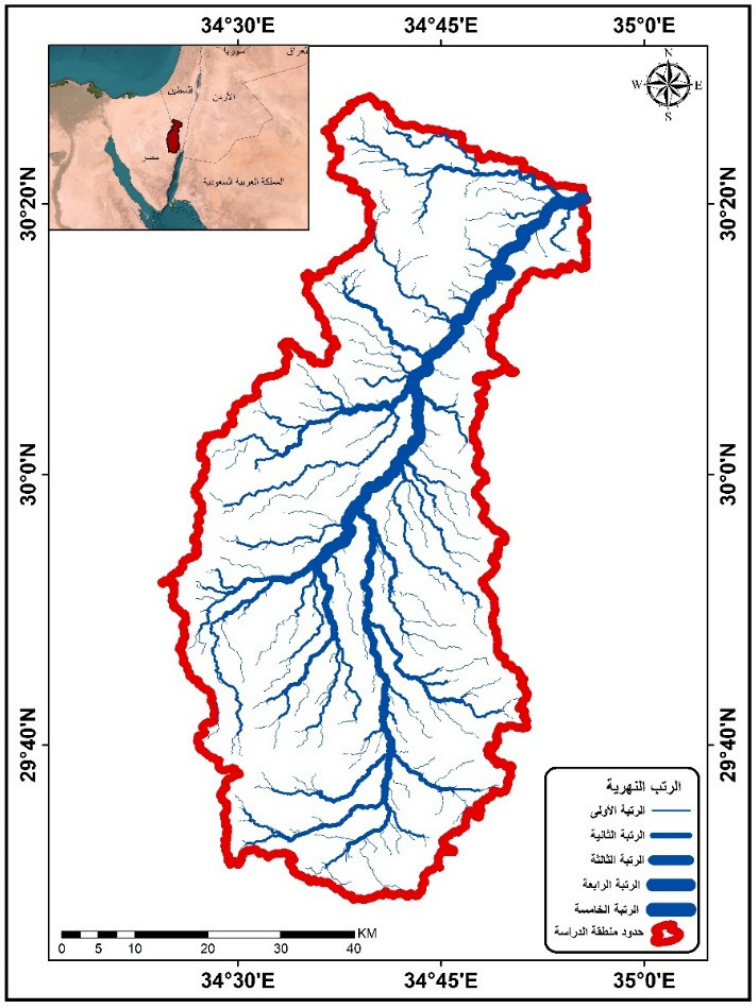
شكل (١١) : العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري في حوض وادي الجرافي.

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام SPSS.



شكل (١٢) : العلاقة بين الرتب النهرية وأطوال المجاري بحوض وادي الجرافي.

المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام SPSS.



شكل (١٣) : الرتب النهرية في حوض وادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2 ونموذج الارتفاع الرقمي DEM.

ثانياً – نسبة التشعب Bifurcation Ratio :

هي النسبة بين عدد جداول رتبة إلى عدد الجداول للرتبة التي تليها وتتراوح بين ٢ إلى ٥، وتكون النسبة انعكاس للظروف المناخية والتضاريسية في منطقة الدراسة، أما إذا انخفضت النسبة عن المذكورة تكون دليل على عدم تماثل الحوض من حيث الجوانب الطبيعية وأنه يوجد نشاط تكوني أو بنيوي في منطقة الحوض المائي.

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري المائية في رتبة ما}}{\text{عدد المجاري المائية في الرتبة التي تليها مباشرة}}$$

(الجبوري وآخرون، ٢٠١٩، ص ٧٠٥)

بلغت نسبة التشعب العام حوالي 4.08 لمجاري الرتبة الاولي بالنسبة للرتبة الثانيـــة، ٤,٤٨ لمجاري الرتبة الثانية بالنسبة لمجاري الرتبة الثالثة، ٣,٧٣ لعدد مجاري الرتبة الثالثـــة بالنســـبة للرابعة، ٥ لعدد مجاري الرتبة الرابعة بالنسبة للرتبة الخامسة، ومتوسط نسبة التشـــعب لجميـــع الرتب بلغت ٤,٣٢.

ثالثا – كثافة التصريف Drainage density :

تعد كثافة التصريف من المقاييس الهامة في الدراسات الجيومورفولوجية وذلك لأنها تعتبر مؤشر هام وجيد عن مدي تعرض سطح الأرض لعمليات النحت والتقطع بواسطة المجاري المائية وتعكس تأثير كل من المناخ ونوع الصخر في نظام التضاريس ودرجة الانحدار وكذلك التربة والغطاء النباتي.

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية / كم}}{\text{مساحة الحوض / كم}^{٢}}$$

(Schumm, 1956, p. 607)

بلغت كثافة التصريف ١,٢٩ كم/ كم^{٢}، وهذا يعني أن كل (١ كم^{٢}) من مساحة حوض وادي الجرافي تمتلك نظرياً (١,٢٩) من المجاري المائية لتصريف مياههـــا وحمولتهـــا، وهـــي قيمـــة منخفضة، وترتبط بنوع المناخ السائد ونوع الصخر ودرجة الانحدار.

رابعا – معدل تكرار المجاري Stream Frequency :

تفيد دراسة هذا المعدل في إعطاء صورة عامة عن مدي شدة تقطع السطح وهو يعبر عـــن العلاقة بين إجمالي عدد المجاري المائية من الرتب المختلفة بالحوض ومساحة الحوض.

$$\text{معدل تكرار المجاري} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري المائية / مجرى}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2} = ٠,٨٧ \text{ مجرى / كم}^2$$

(Horton, 1945, p. 286)

وهذا يعني أن تكرار المجاري بالوادي ٠,٨٧ مجرى/كم٢، وهي قيمة مرتفعة وهذا يعني زيادة عدد المجارى بواسطة عملية التضرس من خلال عمليات التعرية الذي يؤدي بدوره إلى زيادة مجارى الحوض ومن ثم ارتفاع كثافة التصريف حيث تعمل المجاري المائية على زيادة مساحة الحوض وذلك بسبب النحت التراجعي مما يزيد من درجة الإنحدار وإتساع فرق التضرس بين أعلى وأقل منسوب في الحوض، ويتضح من ذلك أن حوض وادي الجرافي يتميز بشدة تقطع أنسجته.

جدول (١٠) : خصائص شبكة التصريف لحوض وادي الجرافي.

الخصائص التضاريسية	القيمة	الوحدة
أعداد المجاري	٢٧٠١	عدد
أطوال المجاري	٣٩٩٥,٦٩	كم
نسبة التشعب	١,٨٢	عدد
كثافة التصريف	٠,٤٩٥	كم /كم٢
تكرار المجاري	٠,٢٩	مجرى / كم٢

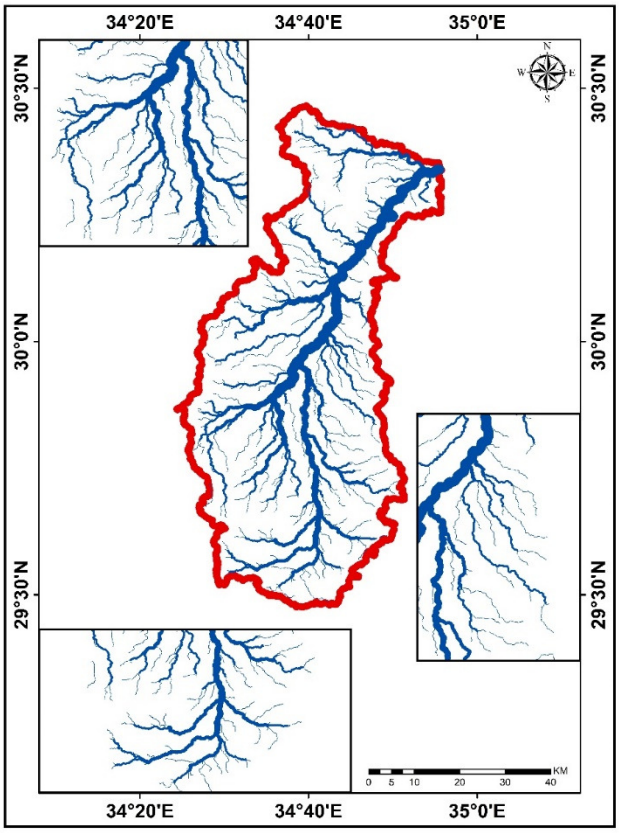
المصدر: بتطبيق المعادلات المورفومترية، وبرنامج Excel، وبرنامج ArcGIS10.8.2.

❖ **أشكال التصريف بحوض الوادي:**

يقصد به الشكل العام الذي تظهر به المجاري المائية في علاقتها مع الروافد وزوايا التقائها ببعضها البعض، وترتبط أشكال التصريف بالبنية الجيولوجية حيث يلاحظ سيادة النمط الشجري على الصخور الرسوبية الأفقية والتي تتميز بانحدارات خفيفة حين نجد أن المتشابك يرتبط بالصخور الصلبة المتعاقبة فوق الصخور.

النمط الشجري:

يتميز هذا النمط بالتفرع غير المنتظم لرتب الأودية داخل حوض التصريف النهري فتبدو الصورة العامة كشجرة متعددة الفروع ويعد أكثر الأنماط انتشارا في الحوض محل الدارسة وذلك للتجانس الجيولوجي، ويعتبر الانحدار هو العامل الرئيسي المتحكم في هذا النمط لهذا تسمي بالأودية التابعة.



شكل (١٤) : النمط الشجري بحوض وادي الجرافي.

المصدر: عمل الطلاب باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.2 ونموذج الارتفاع الرقمي DEM.

النتائج والتوصيات:

النتائج:

تم دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي الجرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتوصل البحث إلى الاستنتاجات التالية:

١- الحصول على جميع القياسات المورفومترية للحوض ككل وأحواضه الفرعية بشكل سريع ودقيق.

٢- بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي الجرافي وللأحواض الفرعية على مستوى الرتب من خلال استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٢,٥م.

٣- انشاء وتصميم الخرائط الرقمية بالاعتماد على القياسات المورفومترية المستخرجة والمخزنة في قاعدة البيانات الجغرافية للحوض.

٤- توصل البحث إلى خصائص مساحية وشكلية للحوض تتمثل في: بلغت مساحة حوض وادي الجرافي ٣٠٩٤,٥٢ كم^{٢}، وهو حوض صغير نسبياً مقارنة بأحواض مصر وفلسطين، فيما بلغ طول الحوض ١٠٩,٢٢ كم، أما متوسط عرضه ٣٥,٧٥ كم، بينما محيطه ٤٣٨,٥٢ كم، ويعد محيطه كبير مقارنة بمساحته.

٥- توصل البحث إلى خصائص تضاريسية للحوض تتمثل في: سجل الحوض فرق ارتفاع يصل إلى ٨٠١ متر حيث أعلى منسوب في الحوض سجل ١٠٦٣ متر، وأدنى منسوب سجل ٢٦٢ متر.

٦- ارتفاع قيمة التضرس في الحوض حيث سجلت ٧,٣٣ م/كم.

٧- تراوحت درجة انحدار السطح في الحوض بين ٠: ٥٣ درجة مئوية، وحوالي ٩٣,٥٧% من مساحة الحوض تصنف بأنها مستوية وخفيفة الانحدار، و٤,٩٦% تصنف بأنها متوسطة الانحدار، و١,٤٦% تصنف بأنها شديدة الانحدار، وتوجد في الأجزاءالعليا من الحوض.

٨- يمر الحوض في مرحلة الشيخوخة، فقد أشارت دراسة التكامل ال□بسومتري إلى ارتفاع قيمته.

٩- بلغ عدد روافد حوض وادي الجرافي ٢٧٠١ رافد، منها روافد رتبة أولى وثانية بنسبة ٧٤,٦٤%، متقاربة من أحواض المناطق الجافة وشبه الجافة، وتبين وجود تباين كبير في أطوال الروافد، وأن الروافد الطويلة نسبتها قليلة.

١٠- يتكون الحوض من ست رتب نهرية حسب تصنيف (Strahler, 1957) تتناقص أعداد روافدها بازدياد الرتبة، وتزداد متوسطات أطوال روافده بازدياد الرتبة.

١١- سجلت نسبة التشعب في الحوض ١,٨٢، وكثافة التصريف ١,٢٩ كم/كم^{٢}، وتعد قيماً مرتفعة، ومعدل تكرار المجاري ٠,٨٧ مجرى/كم^{٢}.

١٢- تبين أن النمط الشجري هو النمط السائد في الحوض محل الدراسة.

١٣- خروج الدراسة بنموذج للتحليل المورفومتري للتسهيل على من يقوم بالدراسات المورفومترية القادمة.

١٤- تُعد صور الأقمار الصناعية مقترنة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية وسيلة فعالة لاشتقاق كافة الخصائص الجيومورفولوجية للأحواض المائية والشبكة المائية بالاعتماد على نموذج SRTM.

التوصيات:

١- ضرورة استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية في الدراسات الطبيعية الجيومورفولوجية المتعلقة بالخصائص المورفومترية لأحواض التصريف النهري.

٢- يجب إجراء دراسات مورفومترية مقارنة بين الأحواض النهرية داخل مصر وفلسطين للتوصل للعوامل التي أثرت في خصائصها المورفومترية بشكل أوسع.

٣- يجب أن توجه الدراسات، لاسيما في مثل هذه المواضيع نحو حوض وادي الجرافي والأودية الأخرى للتعرف على الوضع الحقيقي لها، فيما يتعلق بالجريان السطحي، والتغيرات البيئية التي تحدث فيها.

٤- يجب توفير الإمكانات المناسبة من خرائط، ولوحات أقمار صناعية حديثة، حتى يمكن للمهتمين بالأودية متابعة التطورات، والتغيرات الطبيعية والبشرية الحادثة في منطقة الوادي.

٥- ضرورة متابعة مخرات السيول إن وجدت في منطقة الدراسة نظرا لخطورة الوادي على الطرق.

٦- يجب تجنب البناء أمام الوادي الرئيسي فكمية تصريفه ستكون مرتفعة عند حدوث السيول.

٧- إنشاء محطات إنذار عند تلقي الروافد مع الوادي الرئيسي لتقليل الخسائر عند حدوث السيول.

المراجع

أولًا – المراجع العربية :

١- أبورية، أحمد محمد أحمد (٢٠٠٣). الحافة الشمالية لهضبة الجلالة البحرية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.

٢- ألغزي، حسن سوادي نجيبان (٢٠٠٢). استخدام GIS في اشتقاق شبكات التصريف السطحي للمياه وخصائصها المورفومترية من البيانات الردارية– حوض وادي أبو غار في الهضبة الغربية، مجلة كربلاء العلمية.

٣- الأنصاري، سامية (٢٠١٤). تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لحوض وادي فاطمة بالمملكة العربية السعودية .المجلة الدولية للبيئة والمياه.

٤- الجبوري وآخرون، مثال مبدر، هاشم محمود، لازم محمد محمود الجبوري، على فرحان خلف الجبوري (٢٠١٩). نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عوجيلة المائي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، العدد الخاص بالمؤتمر، الجزء الثاني

٥- ريان، وفاء كمال ريان، (٢٠١٤). الخصائص المورفومترية لحوض وادي الفارعة، رسالة ماجستير منشورة، كلية الآداب قسم الجغرافيا الجامعة الإسلامية، غزة.

٦- شذى سالم ابراهيم الخفاج، حسين عذاب خليف الموسوي (٢٠٢١). الخصائص المورفومترية لحوض وادي شوشيرين شمال شرقي محافظة واسط .مجلة واسط للعلوم الانسانية (٤٩).

٧- عبدالفتاح، أمجد فتحي رجب عبدالفتاح، (٢٠٢١). تقدير الجريان السيلي لحوض وادي الجرافي (شرقي شبة جزيرة سيناء)، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة بحوث كلية الآداب، المجلد ٣٢، العدد ١٢٤.

٨- مداغش، عبدالمجيد أحمد مداغش (٢٠١٠). مقارنة تحديد شبكات التصريف المائي لأحواض الأودية بالوسائل التقليدية مع وسائل تحليل نماذج الارتفاع الرقمية – نموذج حوض صعدة، المؤتمر الرابع للجغرافيين اليمنيين، جامعة صنعاء، كلية الآداب والعلوم الانسانية بالتعاون مع الجمعية الجغرافية اليمنية خلال الفترة من ٢٧–٢٩ ديسمبر ٢٠١٠.

٩- محسوب، محمد صبري محسوب (١٩٩٧). جيومورفولوجية الاشكال الارضية، دار الفكر العربي، الطبعة الخامسة، القاهرة

ثانياً – المراجع الأجنبية:

1. Agron, N. and Bentor, Y.K., (1981): The volcanic massif of Biq'at Hayareah (Sinai Negev): a case of potassium-metasomatism. Hebrew University, Jerusalem, Israel J. Geol., Vol 99
2. Al-Kafaji, S. N. E. (2016). The Morphometric and Hydrologic Features to Qarin Al-Thimad Valley in the Southern Desert of Iraq–Al-Najaf Desert. Basic Education College Magazine for Educational and Humanities Sciences, (26).
3. Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L., Fan, J.X. (2013): The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes, Vol.36, no. 3 International Commission on Stratigraphy, International Union of Geological Sciences
4. Gregory, K. J and Walling, D. E. (1975): Drainage Basin Form and Process A Geomorphologic Approach, Edward Arnold, London.
5. Guiraud, R., Bosworth, W., Thierry. J., Delplanque, A. (2005): Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: An overview, Journal of African Earth Sciences
6. Hassan, A. H. (2011). Morphometric Parameters Study for the Lower Part of Lesser Zap Using GIS Technique. Earth Science Department, College of Science, OP Cit.
7. Horton, R. E. (1945): Erosional Development of Streams and their Drainage Basins Hydrophysical Approach to quantitative Morphology, Geological Society of America Bulletin, Vol. 56
8. Horton, R.E (1932): Drainage Basin Characteristics, Transactions, American Geophysical Union, Vol.13.
9. Kora, M. (1991): Lithostratigraphy of the Early Paleozoic suc-cession in Ras EI-Naqab area, east-central Sinai, Egypt-Newsl. Stratigr. Berlin
10. Meshram, S. G., and Sharma, S. K. (2015): Prioritization of watershed through morphometric parameters: a PCA-based an approach -KACST. Appl. Water Sci., Vol.2.
11. Pareta, K., and Pareta, U. (2011): Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS, International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol 2, Issue No 10
12. Said, R (1990): the Geology of Egypt, Balkema, Netherlands
13. Schumn, S. A. (1956): Evolution of drainage systems and slopes in badland, at Perth Amboy, New Jersey. Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 67
14. Strahler, Arthur. N., (1964): Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms, Geological Society of America Bulletin, Vol. 69.
15. Weissbrod, T. (2003): Middle to Late Cambrian vertical movements in Sinai and the Eastern Desert of Egypt: Lithostratigraphic consequences, Israel Journal of Earth Sciences, Jerusalem, Vol. 37

ثالثاً – المواقع الإلكترونية:

1. https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer 8-3-2023 / 12.00 AM