جامعة المنصورة
كلية التربية

التحليل المورفومتري لحوض وشبكة تصريف وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء

إعداد

علاء صلاح عثمان حسن
معيد بقسم المواد الاجتماعية
كلية التربية – جامعة المنصورة

إشراف

أ.م.د/ محمد محمد عبدالعال إبراهيم
أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بالقسم

د/ جميل محمد العزب النجار
مدرس الجغرافيا الطبيعية بالقسم

مجلة كلية التربية – جامعة المنصورة
العدد ١١٩ – يوليو ٢٠٢٢

التحليل المورفومتري لحوض وشبكة تصريف وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء

علاء صلاح عثمان حسن

الملخص

تُعد الدراسات المورفومترية للأودية الجافة وشبه الجافة من الدراسات المهمة التي تفيد في تفسير العديد من التساؤلات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية. وتهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض وشبكة تصريف وادي وسيط بغرب القطاع الأوسط في شبه جزيرة سيناء، هميتها الكبرى في التعرف على الملامح المورفولوجية للمنطقة، ودور هذه الخصائص في تحليلات النمذجة الهيدرولوجية خاصة المتعلقة بالجريان المائي السطحي. واعتمدت الدراسة على المنهج الإقليمي والتحليلي والأساليب الكمية والوصفية، وتمثلت مصادر البيانات في الخرائط الطبوغرافية ونماذج فاعات الرقمية والصور الجوية، وخضعت البيانات لعمليات المعالجة والتحليل والإخراج بالدمج بين برامج نظم المعلومات الجغرافية والإحصاء(Origin Pro 2019 – Excel – SPSS –Arcgis10.8) ، بالإضافة إلى تطبيق المعادلات الرياضية الخاصة ببعض المتغيرات المورفومترية. ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة بناء قاعدة بيانات مورفومترية لأحواض منطقة الدراسة وشبكات تصريفها. وتعد هذه الدراسة أساس للباحثين في مجال التطبيقات الجيومورفولوجية المتعلقة بدراسة أخطار السيول بالمنطقة لمواجهتها، ووضع مقترحات الإستفادة من صافي الجريان السطحي بمجالات التنمية المختلفة.

الكلمات المفتاحية: *الخصائص المورفومترية، وادي وسيط ، شبه جزيرة سيناء، نظم المعلومات الجغرافية.*

Abstract

Morphometric studies of dry and semidried valleys are important studies that are useful in explaining many geomorphological and hydrological questions. This study aims to analyze the morphometric characteristics of basins and drainage network of Wasit Valley in the western central sector of the Sinai Peninsula, due to their great importance in identifying the morphological features of the region, and the role of these characteristics in hydrological modeling analyzes, especially those related to surface water runoff. The studies depend on the regional and analytical approach and quantitative and descriptive methods. The data sources were topographic maps, digital elevation models and aerial photos. The data was subjected to processing, analysis and output by integrating GIS and statistics programs (Arcgis10.8- SPSS - Excel - Origin Pro 2019), in addition to the

application of mathematical equations for some morphometric variables. The most important findings of the study is the designing of a morphometric database for the basins of the study area and their drainage networks. This study is a basis for researchers in the field of geomorphological applications related to studying flood dangers in the region to confront them, and to develop Suggestions to take advantage of the Surface water in various development fields.

Keywords: morphometric characteristics, Wasit Valley, Sinai Peninsula, geographic information systems.

أولاً: المقدمة

تسعى الدراسات المورفومترية إلى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية للمجاري المائية بالأسلوب الكمي، وتوضيح العلاقات الارتباطية بينها، وذلك تبعاً لتباين خصائصها المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكات تصريفها(أبو العينين، ١٩٦٦، ص٤٣١)، وتعتبر هذه الدراسة من الدراسات الهامة لإيضاح هذه الخصائص.

وتعددت الدراسات السابقة التي تخص منطقة الدراسة، ومنها دراسة (العوضي، ١٩٩٣) التي تناولت دراسة إقليم خليج السويس دراسة جيومورفولوجية من حيث طبيعة العوامل والعمليات والأشكال الناتجة عنها، بالإضافة إلى دراسة الجانب التطبيقي للجيومورفولوجيا، واتضح من الدراسة أن المنطقة غنية بمواردها، ولكنها فقيرة في السكان؛ فأُهملت الموارد، ودراسة (النجار، ٢٠٠٣) التي اهتمت بدراسة سهل المرخا جنوب غرب سيناء دراسة جيومورفولوجية وبتطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت إلى إمكانية تطبيق تقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بفاعلية واحتواء مؤثرين في مجال الأبحاث الجغرافية عامة، والجيومورفولوجية خاصة، ودراسة (غلاب، ٢٠٠٦) التي تناول الباحث خلالها منطقة حمام فرعون دراسة جيومورفولوجية،عن طريق دراسة الخصائص الجيولوجية بما تشمله من أنواع الصخور، وخصائصها، وظروف البنية، والرواسب السطحية، ومدى تأثيرها في تشكيل وتطور الظاهرات الجيومورفولوجية، وهدفت الدراسة بشكل أساسي إلى إيضاح أثر العوامل الجيولوجية في تشكيل سطح المنطقة، وتم ذلك خلال دراسة التكوينات الجيولوجية، والبناء الجيولوجي، والتطور الجيولوجي لمنطقة الدراسة، ودراسة (حسن، ٢٠٠٧) التي اهتمت بدراسة أثر أخطار السيول على المراوح الفيضية، ودراسة الميزانية المناخية، وتصنيف المنطقة إلى درجات خطورة للسيول تبعاً لدراسة المتغيرات الهيدرولوجية وعلاقتها بخصائص الأحواض المورفومترية، ودراسة(قاقة، ٢٠١٠) حيث تناول الباحث دراسة المنحدرات

الجبلية المطلة على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس خليج السويس و رأس أبو زنيمة، ودراسة (أبو اليزيد، ٢٠١٦) التي تناولت تقييم أخطار السيول في بعض أحواض شرق خليج السويس، من خلال دراسة طبيعة المنطقة الجيولوجية، والمناخية، والتضاريسية، وخصائص التربة، والنبات الطبيعي، كما تناولت النماذج الهيدرولوجية وعلاقتها بنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

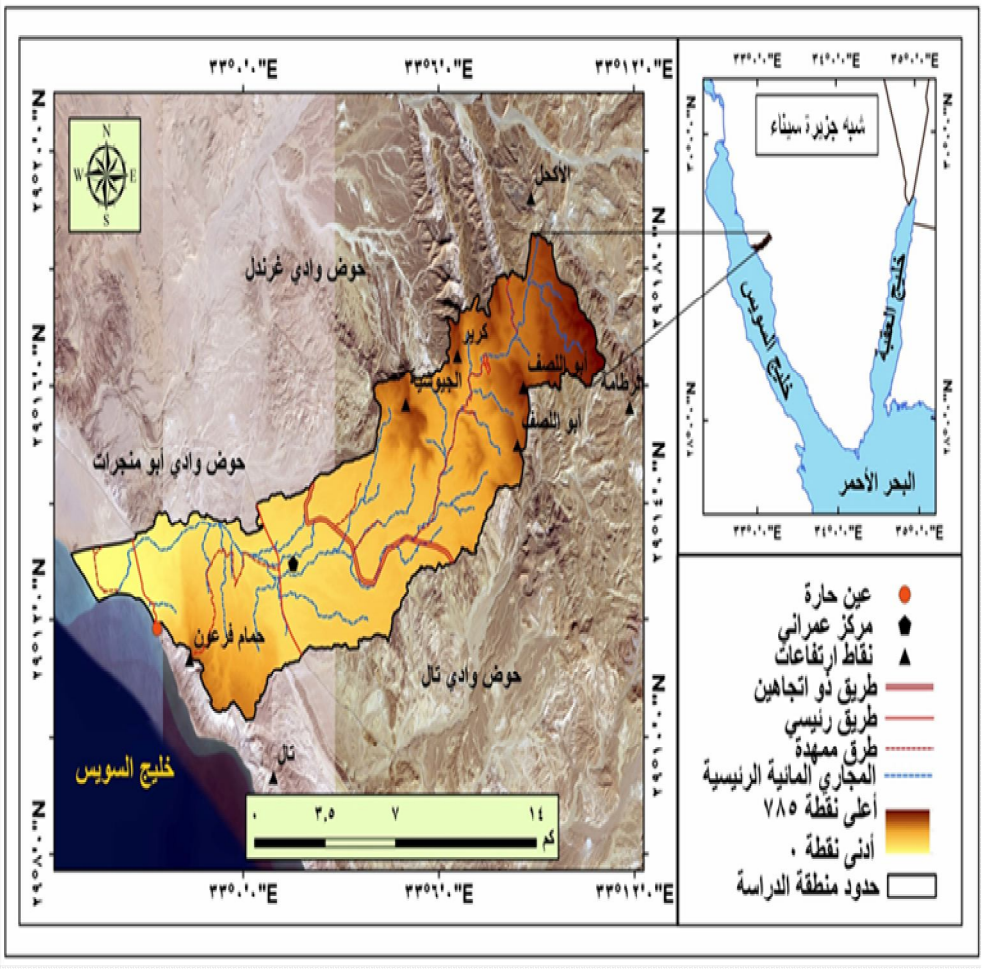
ويُعد وادي وسيط أحد أحواض التصريف التي تنتمي إلى أقاليم الدراسات السابقة، وتركز الدراسة الحالية على التحليل المورفومتري له بالاعتماد على البيانات من مصادرها المختلفة والمتمثلة في نماذج الارتفاعات الرقمية والخرائط الطبوغرافية والصور الجوية بدلاً من الاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية فقط، وذلك لمعالجة الأخطاء التي تنتج عن الاستخدام المباشر لنتائج تلك النماذج، ومن أهمها عدم تطابق حدود الأحواض مع خطوط تقسيم المياه الموجودة بالخرائط الطبوغرافية والصور الجوية، وبالتالي عدم دقة النتائج المورفومترية المترتبة على ذلك، لعدم قربها من الواقع؛ ولذا نجد أن هناك حاجة ماسة لاتباع الدراسات المورفومترية منهجية تكامل البيانات لبناء قواعد بياناتها بشكل أقرب إلى الواقع.

ثانياً: منطقة الدراسة

تنتمي منطقة الدراسة إلى غرب القطاع الأوسط بشبه جزيرة سيناء، وتنبع من أحد الكتل الجبلية بالمنحدر الغربي لهضبة التيه، ومن هذه الكتل جبل صاليا(١١١٨م)، وجبل رأس وطأة (١٠٩٣م)، وجبل عنيزة(١٠٥٣م)، وجبل رأس أم مغرب(٩٣٠م)، وجبل حديب الجمال(٨٩٧ م)، ويقل ارتفاع هذه المرتفعات تدريجياً من الجنوب إلى الشمال لتسامته مع الانحدار العام لهضبة التيه.

ويحدها من الشمال والشمال الشرقي وادي غرندل الذي ينبع من مرتفعات الحافة الغربية لهضبة التيه (جبل رأس وطأة، جبل عنيزة)، وتبدأ الحدود الشرقية لها بالاتجاه غرب جبل عنيزة لمسافة ١٨،٧كم حتى نصل إلى جبل الرطامة(٨٨٢ م)، وبالاتجاه شمال غرب الرطامة لمسافة ٨،٥ كم مع امتداد خط تقسيم المياه الشرقي لمنطقة الدراسة يظهر جبل الأكحل(٦٠٨م)، ويحدها من الجنوب وادي تال الذي ينبع من جبل رأس الحميطية(٨٤٧ م) شرقاً، ويصب بخليج السويس غرباً، ويحدها وادي أبو منجرات من الشمال الغربي الذي ينبع من جبل الجيوشية(٦٣٥م) شرقاً، ويصب بخليج السويس غرباً، ويحدها من الغرب كتلة حمام فرعون الصدعية(٤٩٤م) التي تشرف على الخليج مباشرة بواجهة جرفية بمعظم نطاقاتها.

وتمتد منطقة الدراسة بين دائرتى عرض ٢٩،٣١ ، ٢٩،١٧ شمالاً، وبين خطـــى طـــول ٣٣،١٨ ، ٣٢،٩٣ شرقاً، وتبلغ مساحتها ١٢٧،٩٥ كم٢، ويوجد بها جبل الأكحل وكرير(٦٣٩م) والجوشية بحدودها الشمالية، وجبل أبو اللصف(٧٢٠م) بحدودها الجنوبية، وجبل حمام فرعـــون بحدودها الغربية، وتصب بخليج السويس بالقرب من رأس ملعب، وتنتمي إدارياً إلـــى محافظـــة جنوب سيناء، وتقع على بعد ٢٠ كم شمال مدينة أبو زنيمة، و٤٠ كم جنوب مدينـــة رأس ســـدر (شكل رقم ١).



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠، نموذج الإرتفاع الرقمي (SRTM)، الصورة الجوية (ESRI)

(شكل رقم ١) حدود منطقة الدراسة

ثالثاً: منهجية الدراسة

١- المناهج والأساليب

اعتمدت الدراسة على المنهج الإقليمي من أجل تحديد منطقة الدراسة كإقليم جغرافي متاخم لأقاليم أخرى، ثم تطبيق عملية التصنيف الإقليمي له بناء على المعيار المُحدد مثل معايير أحواض التصريف ورتبها المائية وغيرها، حيث يتم دراسة كل إقليم دراسة تفصيلية بالمقارنة مع الأقاليم الأخرى، بالإضافة إلى المنهج التحليلي لتحليل المتغيرات المورفومترية للأحواض وشبكات تصريفها. واستخدمت الدراسة الأساليب الوصفية والكمية، بالإضافة إلى تطبيق المعادلات الرياضية الخاصة ببعض المتغيرات المورفومترية (جدول رقم ١).

٢- مصادر البيانات

أ- خرائط إدارة المساحة العسكرية المصرية، رُسمت من أصول مسح جوي سنة ١٩٨٢م، وتم تحديث معالمها علم ١٩٨٧م، وروجعت حقلياً حتى مارس ١٩٨٧م، وتم تحديثها مرة أخرى عام ١٩٩٨م، ومنها خمس لوحات بمقياس (١ :٢٥٠٠٠) (رأس ملعب، جبل كرير، جبل حديب الجمال، جبل تال، جبل أبو عديمات).

ب- نموذج الارتفاع الرقمي المجاني العالمي (SRTM) بدقة مكانية (٣٠ × ٣٠ م) للبكسل الواحد، وتم تحميله من موقع (Earth Explorer) التابع للولايات المتحدة الأمريكية، لتغطية منطقة الدراسة.

ج- الصورة الجوية(ESRI) بدقة مكانية (٠،٦× ٠،٦) للبكسل الواحد.

٣- البرامج المستخدمة

أ- برنامج Arcgis10.8

يُعد من برامج نظم المعلومات الجغرافية المتميزة، والتي اعتمد عليه الطالب في إنشاء قاعدة بيانات مورفومترية لمنطقة الدراسة، وإخراج جميع الخرائط، وعمل التحليلات وأهمها التحليل الهيدرولوجي من خلال أدوات التحليل المرفقة بصندوق أدوات (Arc Toolbox)، والمتمثلة في حزمة أدوات عائلة (Hydrology).

ب- برنامج SPSS

ساعد في إجراء تحليل العلاقات الإرتباطية للمتغيرات المورفومترية لأحواض الأودية وشبكات تصريفها، وذلك باستخدام معامل ارتباط بيرسون.

ج- برنامج Excel 2010

ساعد في معالجة وتحليل وجدولة كافة البيانات الإحصائية لجميع الخصائص المورفومترية بالمنطقة.

د- برنامج Origin Pro 2019

اعتمد عليه الطالب في انتاج الأشكال البيانية متعددة المتغيرات، عن طريق إدخال البيانات للخط الأفقي (X) والرأسي (Y)، واختيار نوع الشكل البياني المناسب للتعبير عن هذه البيانات.

ه- برنامج SAS Planet 2019

اعتمدت عليه الدراسة في الحصول على الصورة الجوية بدقة مكانية (٠،٦ × ٠،٦) للبكسل الواحد، ومصدرها (ESRI).

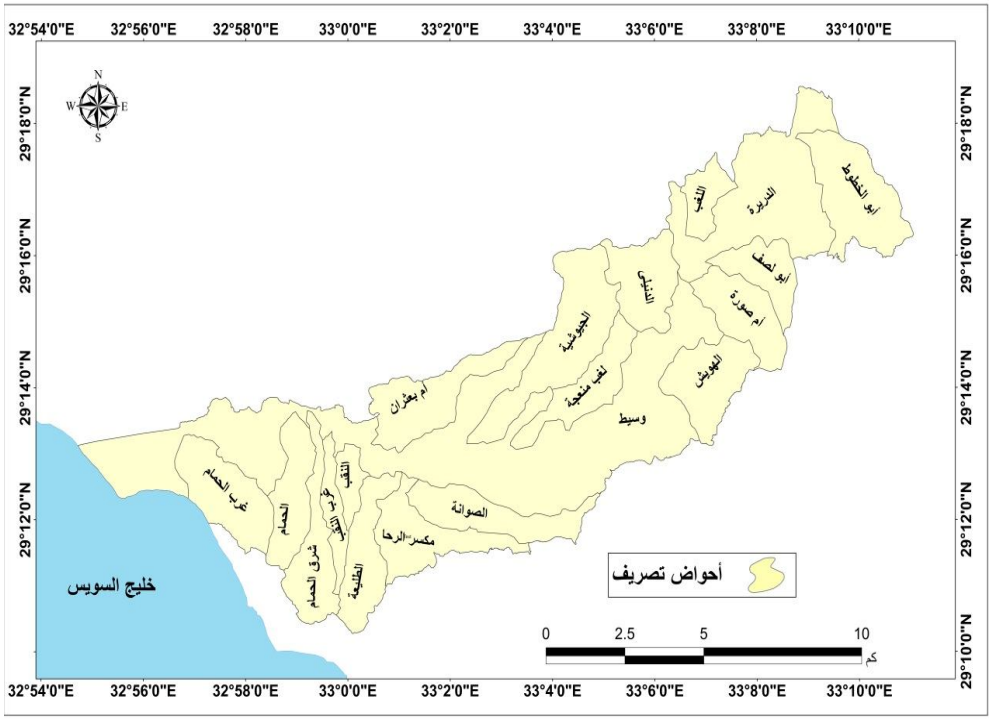
رابعاً: النتائج والمناقشة

تنقسم المتغيرات المورفومترية لدراسة أحواض التصريف المائي إلى متغيرات مساحية وشكلية وتضاريسية خاصة بالأحواض، ومتغيرات خاصة بشبكات تصريفها، بالإضافة إلى تحليل العلاقات الارتباطية بين هذه المتغيرات، ويوجد بمنطقة الدراسة (١٩) حوض مائي كأقلمة ثانوية للحوض الرئيسي (شكل رقم ٢)، وتتباين في خصائصها المورفومترية كما يوضح (الجدول رقم٢).

١- تحليل المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف

أ- الخصائص المساحية

يُعد حوض وادي وسيط أعلى القيم بالمعاملات المورفومترية المساحية، بينما النقب هو الأقل في المساحة والطول والمحيط، وغرب النقب الأقل في معامل أقصى عرض (شكل رقم٣).



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمى (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠)، والصورة الجوية (ESRI)

(شكل رقم ٢) توزيع أحواض التصريف بمنطقة الدراسة

ب-الخصائص الشكلية

تتمثل الخصائص المورفومترية الشكلية لأحواض التصريف في (نسبة الإستطالة – نسبة الإستدارة – معامل الشكل – معامل الإندماج – معامل الإنبعاج)، وهذه الخصائص تؤثر بدورها على كمية المياه المُغذية للمجارى الرئيسية بالأحواض المائية، وتعكس العوامل والعمليات المؤثرة في نشأتها، وتتمثل نسبة الإستطالة في النسبة بين قطر الدائرة التى لها نفس مساحة الحوض وأقصى طول للحوض (Shreedhara , Shankar, Haji, 2020, p791)، وتتراوح قيمتها مابين

(جدول رقم١) مصادر بيانات المتغيرات المورفومترية

الخصائص	المتغيرات المورفومترية	التطبيق	المصدر
الخصائص المساحية	مساحة الحوض	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
	طول الحوض	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
	عرض الحوض	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
	محيط الحوض	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
الخصائص الشكلية	نسبة الإستطالة	قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض (كم) ÷ أقصى طول للحوض (كم)	جودة، وآخرون ،١٩٩١، ص٣١٦
	نسبة الإستدارة	٤ × ٣،١٤× المساحة ÷ المحيط ٢	Shreedhara, et al, 2020, P 789
	معامل الشكل	مساحة الحوض (كم٢) ÷ مربع طول الحوض	Alfa, M. I. et al, 2019, p 51
	معامل الإندماج	÷ محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض (كم) محيط الحوض (كم)	جودة، وآخرون، ١٩٩١، ص٣٢٠
	معامل الإنبعاج	مربع طول الحوض (كم) ÷ ٤ × مساحة الحوض (كم٢)	الحميرى، ٢٠١٩، ص ٥٣٣
الخصائص التضاريسية	التضاريس الحوضية	أعلى ارتفاع (م) – أدنى ارتفاع (م)	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)
	نسبة التضرس	التضاريس الحوضية (م) ÷ طول الحوض (كم)	أبو راضى، عجوة، ٢٠١٩، ص١٩
	التضاريس النسبية	التضاريس الحوضية (م) ÷ محيط الحوض (كم)	الحميرى، ٢٠١٩، ص ٥٢٦
	التكامل الهيسومتري	مساحة الحوض (كم٢) ÷ التضاريس الحوضية (م)	جودة، وآخرون، ١٩٩١، ص٣٢٧

الخصائص	المتغيرات المورفومترية	التطبيق	المصدر
	درجة الوعورة	كثافة التصريف × التضاريس الحوضية (م) ÷ ١٠٠٠	محمد، ٢٠١٥، ص ١٢
خصائص شبكات التصريف	رُتب المجاري المائية	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
	أعداد المجاري المائية	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
	أطوال المجاري المائية	Arcgis10.8	نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، والخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠)
	نسبة التشعُّب	عدد المجاري التابعة لرتبة معينة ÷ عدد المجاري التابعة للرتبة التي تليها	Almasalmeh, 2019, p 159
	كثافة التصريف	مجموع أطوال المجاري (كم) ÷ مساحة الحوض (كم٢)	(Shreedhara, et al, 2020, p 789
	تكرار المجاري المائية	مجموع أعداد المجاري في كل الرتب ÷ مساحة الحوض (كم٢)	المشاط، الشرقاوى،٢٠١٨، ص ٣
	بقاء المجاري المائية	مساحة الحوض (كم٢) ÷ مجموع أطوال المجاري (كم)	جودة، وآخرون، ١٩٩١، ص ٣٤١
	النسيج الطبوغرافي	مجموع أطوال المجاري (كم) ÷ محيط الحوض (كم)	Pankaj, Kumar, 2009, P 159

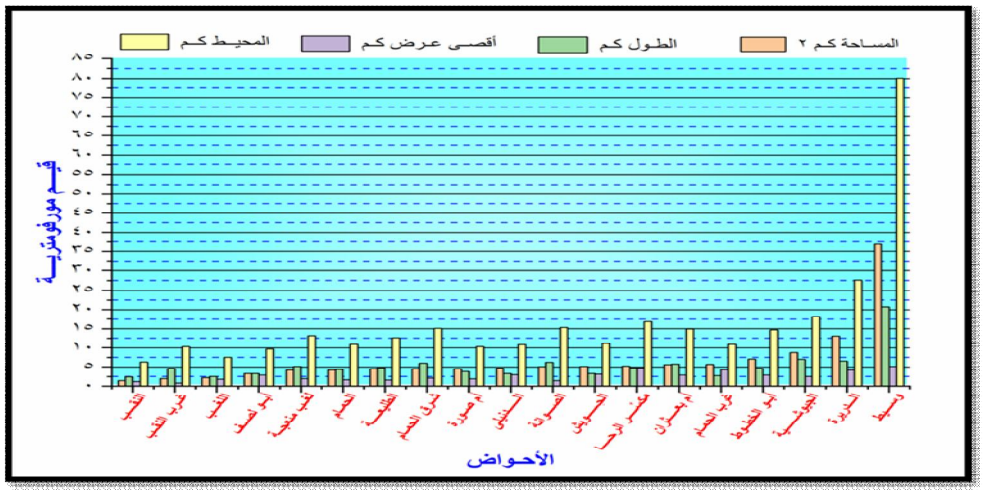
(جدول رقم ٢) نتائج التحليل المورفومتري لمتغيرات الأحواض وشبكات تصريفها

م	الأحواض	الخصائص المساحية للأحواض				الخصائص الشكلية للأحواض					الخصائص التضاريسية للأحواض							الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف								
		المساحة (كم٢)	المحيط (كم)	أقصى عرض (كم)	أقصى طول (كم)	نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل	معامل الإندماج	معامل الإحدباب	متغير الحوض	نسبة التضرس	التضرس النسبي	التكامل الهيبسومتري	درجة الوعورة	رتبة الحوض	أعداد المجاري	أطوال المجاري (كم)	معدل التشعب	تكاثف التصريف	تكرار المجاري	بقاء المجاري	النسيج التضاريسي	النسيج الطبوغرافي
١	حوض وادي القلب	١,٤٠٦	٢,٤٤٤	١,١٦	٢,٢٧	٠,٥٠٦	٠,٥٢	٠,٢٥	١,٥٦	١,٥٦	٢١٢,٠٨	٢١٨,٧٢	٢,٠٦	٠,٠٠٨	١,٣٢	٤	٥٢	١٠,٠٦	٣,٨٣	٦,٨٩	٣٦,٠٤	٠,١٥	٩,٠٩
٢	حوض وادي غرب القلب	١,٩٧	٤,٥٠٦	٠,٧٢	١٠,٦٨	٠,٣٤	٠,٠٩	٠,٠٣	٢,٠٧	٢,٠٧	٣٣٣,٢٥	٣٤,٠٤	٢,٤٤	٠,٠٠٦	١,٩٨	٣	٤٤	١١,٧	٦,٣	٥,٥٥	٢٢,٣٩	٠,١٢	٤,٢٨
٣	حوض وادي القلب	٢,١٨	٣,٥٢	١,٨٣	٢,٤٦	٠,٥١	٠,٢٤	٠,٠٩	١,٥٣	١,٥٣	٣٣١,٢١	١٣٣,٤٤	٤,٤٩	٠,٠٠٦	٢,٩	٥	١٠٣	١٨,٧٨	٤,٢٩	٨,٥١	٤٩,٢١	٠,١٢	١٣,٢٥
٤	حوض وادي أبو نصف	٣,٢	٣,٢	٢,٨٩	٢,٨٩	٠,٦٩	٠,٤٤	٠,٢٧	١,٥	١,٥	٤١٠,٩٨	١٣٢,٩٩	٤,٢٥	٠,٠٠٨	٢,٢٩	٤	١٣١	٢٦,٢٩	٤,٤٤	٨,٠١	٣٩,٧٥	٠,١٢	١٣,٢٤
٥	حوض وادي قصيمجة	٤,١٢	٥,١٣	١,٩٢	٤,١٢	٠,٤٥	٠,٣	٠,١٦	١,٨٢	١,٨٢	٣٢٥,٢٣	١٣٣,٢٤	٤,٨٥	٠,٠١١	٢,٨٤	٤	١٢٠	٣١,٤٢	٥,٢١	٧,٥٤	٤٠,٨١	٠,١٣	١٢,٨٨
٦	حوض وادي الصلم	٤,٤٢	٤,٣٥	١,٦٧	١,٠٩	٠,٥٣	٠,٥٥	٠,٢٣	١,٥	١,٥	٤١٦,٣٦	٩٥,٨	٢,٨٢	٠,٠٠١	٢,١٤	٥	١٣٢	٣١,٧٨	٤,٠٦	٧,٥٤	٣٤,٣١	٠,١٣	١٢,١١
٧	حوض وادي الشيحة	٤,٥	٤,٧٨	١,٨٥	١٢,٢٣	٠,٤	٠,٢٥	٠,١٣	٢	٢	٣٢٥,٢١	٢٦,٠٣	٢,٢٣	٠,٠١١	٢,٤٣	٤	١٤٤	٢٢,٢٢	٥,٠٦	٦,١٤	٣٢,٥٥	٠,١٢	٩,٢٩
٨	حوض وادي غرب أبو الحصا	٤,٥	٥,٤٥	٢,٠٨	١٠,٠١	٠,٥	٠,٢٥	٠,٠٢	١,٦٨	١,٦٨	٣٣٩,١	٧٠,٠٣	٢,٢٧	٠,٠١٣	٢,١٦	٤	١٥٨	٢٦,٨٩	٥,١٥	٦,٥١	٣٥,٠٩	٠,١٦	١٢,٠٦
٩	حوض وادي ام صبورة	٤,٥٣	٣,٨	١,٨٥	١٠,٠٢١	٠,٣٤	٠,٠٣	٠,٢١	١,٣٧	١,٣٧	٣١٨,٥٤	٢٦,١٨	٢,٨١	٠,٠١٢	٢,٤٣	٥	١٨٢	٣٤,٤٤	٤,١٢	٨,٣٨	٤١,٣٢	٠,١٢	١٨,١٣
١٠	حوض وادي الدغش	٤,٦٧	٣,٤٥	٢,٩٤	١٠,٠٨١	٠,٧٥	٠,٥	٠,٤٤	١,٥٢	١,٥٢	٣٢٩,٧	١٠١,٣٥	٣,٠٤	٠,٠١٤	٢,٣٢	٥	١٧٤	٣٣,٠٧	٤,٣٣	٧,١٩	٣٢,٢٥	٠,١٤	١٢,٠٣
١١	حوض وادي الصوانة	٥,٠٩	٦,٢١	١,٣٨	١٤,٣٣	٠,٤١	٠,٢٢	٠,١٣	١,٩١	١,٩١	١٣٣,٥١	١٩,٨٩	٠,٨١	٠,٠٤١	٠,٨٢	٤	١٢٥	٢٥,٩١	٥,٣٩	١٠,٠٥	٣٤,٣١	٠,١٤	١١,٤٢
١٢	حوض وادي الحويش	٥,١٥	٣,٤٩	٣,١١	١١,١٧	٠,٧٨	٠,٢٧	٠,٥٨	١,٣٩	١,٣٩	٢٥٢,٢٢	٢٨,٣٩	٢,٣١	٠,٠٠٢	١,٩٢	٥	٢٠٥	٣٩,٦١	٤,٣٥	٧,٥	٣٩,٨	٠,١٣	١٨,٣٥
١٣	حوض وادي عشر الرحبة	٥,٢١	٤,٢	٤,٤٣	١٦,٨٨	٠,٥٥	٠,٢٣	٠,٢٤	٢,٠٩	٢,٠٩	٢٤٣,٩	٥١,٨٩	١,٤٤	٠,٠٠٢١	١,٨٢	٥	١٦٥	٣٩,٩٦	٤,٣٣	٧,٤٧	٣٢,٤١	٠,١٣	١١,٥٥
١٤	حوض وادي الدهلزان	٥,٢٢	٥,٧٧	٢,٨٧	١٤,٩٤	٠,٨٨	٠,٣٩	٠,٣٦	١,٣	١,٣	١٤١,٨٤	٢٤,٠٣	٠,٩٥	٠,٠٠٤	١,٠٥	٥	٢١٤	٤٢,٣٩	٤,٣٤	٦,٢١	٣٦,٠٨	٠,١٣	١٣,٠٨
١٥	حوض وادي غرب الحصا	٥,٢٣	٦,٢٢	٤,٢٤	١٠,٠٢٣	٠,٥١	٠,٢٢	٠,١٧	١,٦٨	١,٦٨	٤١٦,٥٥	١٢٥,٥١	٤,٣٦	٠,٠١٢	٢,٥٢	٥	٢٠٣	٤١,٧٢	٤,٦٦	٧,٥٢	٣٨,٠٨	٠,١٣	١٢,٨٨
١٦	حوض وادي أبو الظفوة	٦,٠٦	٤,٦	٣,٨٥	١٤,٦٩	٠,٦٥	٠,٤١	٠,٣٣	١,٥٢	١,٥٢	٢٩٢,٣٦	٤٢,٥٥	١,٩٩	٠,٠٠٢٤	١,٩٢	٥	٢٥٩	٤٦,٨١	٤,٨٨	٦,٦	٣٩,٦٨	٠,١٥	١٢,٢٣
١٧	حوض وادي الجويشية	٨,٧٥	٦,٩٩	٢,٥٤	١٨,٦	٠,٥٨	٠,٣٣	٠,١٨	١,٣٤	١,٣٤	٤٩,٠٣	٧٠,١٥	٢,٩٩	٠,٠١٨	٢,٢٦	٥	٣١٤	٦٥,٨٢	٥,٠٣	٧,٣٢	٢٥,٧٨	٠,١٣	١٢,١٩
١٨	حوض وادي الدروة	١٣,٠٥	٦,٥٢	٤,٤٣	١٢,٢٢	٠,٦٢	٠,٢١	٠,٢١	٢,١٦	٢,١٦	٣١٨,٢٨	٩٤,٢٥	١,٤	٠,٠٢٤	٢,٠٢	٥	٤٤٣	١٠١,٤٣	٤,٤٧	٧,٨	٤١,٢٢	٠,١٣	١٩,٢٢
١٩	حوض وادي وسيط	٣٩,٩١	٢٠,٧١	٩,١٦	٨,٠٧	٠,٣٣	٠,٠٧	٠,٠٩	٣,١٣	٣,١٣	٤٨٣,١٥	٢٢,٣٣	٢,٦	٠,٠١٦	٢,٨٨	٥	١٣٥	٢٩٢,٨١	٤,٣٩	٨,٠٤	٣٦,٩٨	٠,١٢	١٧,٠٥
المتوسط		٦,٧٤	٥,٢٥	٢,١٢	١٦,٦٦	٠,٥٧	٠,٣٩	٠,٢٧	١,٦٨	١,٦٨	٣٣٤,٣١	٧٧,٥٥	٢,٦	٠,٠٠٣	١,٢٤	٤,٨٨	٢٥١,٣٦	٥٠,٩١	٤,٥٥	٧,٣٥	٣٢,٠٢	٠,١٤	١٤,١١
منطقة الدراسة		١٢٧,٩١	٢٥,٥٥	٤,٨٧	٨٧,٠٧	٠,٥	٠,٥٥	٠,٠٢	٢,١٧	٢,١٨	٣٨٥,٠٥	٣٠٨,٠٣	٠,٩	٠,٠١٣	٠,٩٢	٦	٤٧٢٤	٩٩٤,٢١	٥,٢٨	٧,٣٩	٣٤,٣١	٠,١٣	٩٤,٢٨

المصدر: تطبيقات (الجدول رقم ١) (٠ – ١)

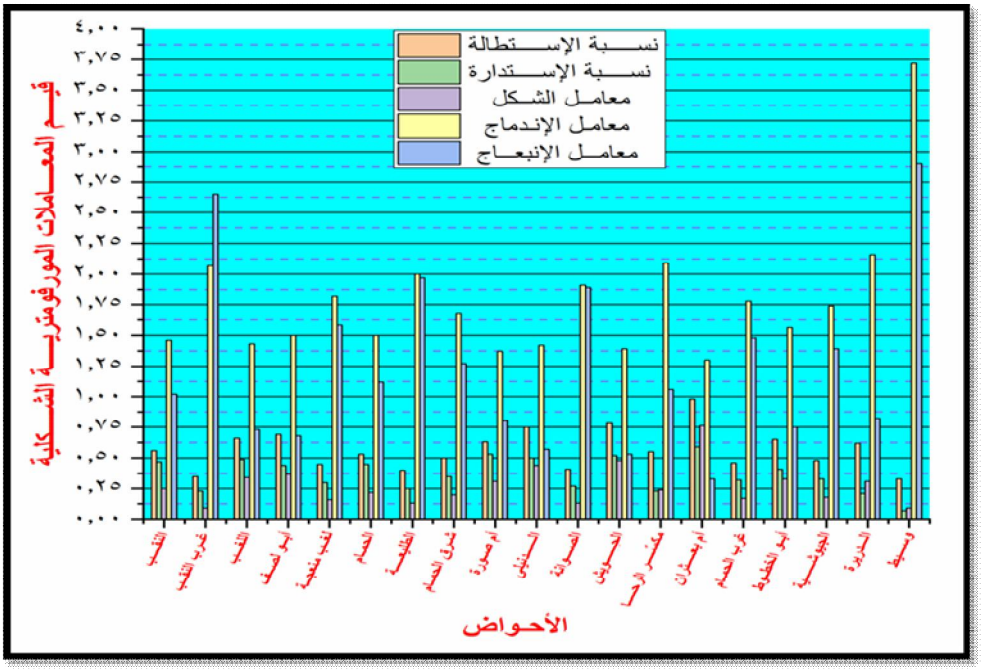
فبالإقتراب من الصفر يقترب الحوض من الشكل المستطيلي، وبالإبتعاد عنه يقترب من الدائري، ويرجع الشكل المستطيلي للأحواض إلى عوامل بنائية تكتونية، ويدل على أن الحوض يمر بمرحلة الشباب في بداية دروة التعرية وشدة التضرس والإنحدار والتكوينات الصخرية الصلبة المقاومة لعوامل التعرية، وهذا ينعكس على الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بهذه المرحلة مثل: الشلالات، وشكل الوادي على حرف V، والحفر الوعائية، وغيرها (الدراجي، ٢٠١٩، ص٩٤ – ٩٥)، بينما تشيرنسبة الإستدارة إلى مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، وتتراوح قيمتها ما بين (٠ – ١) (الحميرى، ٢٠١٩، ص٥٢٠)، وتشير القيم القريبة من الواحد إلى اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وبالإبتعاد عنه يقترب من الشكل المستطيلي، ولذلك تنخفض هذه النسبة بسبب عدم انتظام تعرج خط تقسيم المياه لحوض

التصريف مما يؤثر على أطوال المجاري المائية خاصة الرتب الأولى المتموضعة عند خط التقسيم، وتشير النسبة المرتفعة إلى تقدم الحوض في دورته التحاتية، ونشاط عمليات النحت الرأسي حيث تميل المجاري المائية إلى تعميق مجاريها بدلاً من اتساعها (جودة ، وآخرون، ١٩٩١ ، ص٣١٨)، ويتمثل معامل الشكل في نسبة مساحة الحوض إلى مربع طوله (Chavare, Shinde, 2013, p228)، حيث يوضح مدى انتظام عرض الحوض على طول امتداده من منبعه إلى مصبه (محمد، ٢٠١٥، ص٩)، وتتراوح قيمته مابين (٠ – ١)، وتقترب قيم الأحواض المربعة من الواحد الصحيح، بينما تقترب قيم الأحواض المثلثة من الصفر (الدراجي، ٢٠٠٩، ص ١٠٣)، ويدل معامل الانبعاج على مدى انسجام شكل محيط الحوض مع مساحته، ومدى انتظام مُقسم المياه، وتفوق قيمه الواحد الصحيح، حيث مع ارتفاعها عنه يدل على كثرة تعرج مقسم المياه وعدم انتظامه، ووقوعه في بدايات دورة التعرية، وإذا اقتربت قيمته من الواحد الصحيح اقترب من الشكل المستدير(المغارى، ٢٠١٥، ص٨٢) المتقدم بمرحلته التحاتية، ويكشف معامل الانبعاج عن مدى قرب الحوض من الشكل الكمثري (سلوم، ٢٠١٢، ص٤٠٧)، بسبب عدم وجود أحواض مثالية دائرية الشكل، وهذا يعالج سلبيات معامل الاستدارة (جودة، وآخرون، ١٩٩١، ص٣٢٠)، وتباينت أحواض التصريف بمنطقة الدراسة من حيث هذه المتغيرات الشكلية كما يوضح (الشكل رقم٤).



المصدر: (بيانات جدول رقم ٢)

(شكل رقم ٣) الأعمدة البيانية للمعاملات المورفومترية المساحية بأحواض تصريف منطقة الدراسة



المصدر: (بيانات جدول رقم ٢)

(شكل رقم٤) الأعمدة البيانية للمعاملات المورفومترية الشكلية بأحواض تصريف منطقة الدراسة

ج- الخصائص التضاريسية

تتمثل الخصائص التضاريسية في التضاريس الحوضية التي تعبر عن تحديد الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض التصريف، وتبلغ تضاريس حوض تصريف منطقة الدراسة ٧٨٥،٠٥ م، ويبلغ متوسط تضاريس الأحواض ٣٣٢،٣٦م، وتتباين الأحواض فيما بينها بسبب تباين تأثير العوامل المؤثرة في نشأتها، ويعبر متغير نسبة التضرس عن العلاقة بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض إلى طوله (Farhan, 2017,p19)، أى يشير إلى مدى ارتفاع وانخفاض الحوض، وهو بذلك يُستخدم في التعرف على العمليات الجيومورفولوجية التي تُؤثر في الأحواض، والمرحلة التي قطعتها في دورتها الجيومورفولوجية، وإظهار أثر العوامل الباطنية والإختلافات الليثولوجية وعلاقتها بعوامل التعرية(النجار،٢٠٠٣، ص ٢٠٢)، بينما يعبر متغير التضاريس النسبية عن العلاقة بين الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (تضاريس الحوض م)، وطول محيط الحوض (كم) في صورة نسبة مئوية تعبر عن درجة تضرس الحوض (عبدالحميد، ٢٠٢٠، ص١٤٦)، وتدل القيم المرتفعة لهذا المعامل على شدة مقاومة الصخور

لعوامل التعرية، بينما القيم المنخفضة تدل على ضعف مقاومتها(الحميـــرى، ٢٠١٩، ص ٥٢٦)، ويهتم متغير التكامل الهبسومتري بدراسة العلاقة بين المساحة الحوضية والتضاريس الحوضية (فرق الإرتفاع)، وذلك للتعرف على مراحل الدورات الجيومورفولوجية ومراحل نمـــو المجـــاري المائية للأحواض (العمري، ٢٠١٩، ص ٤٠٩)، ويشير إلى كمية الكتل الصخرية التي ما زالـــت تنتظر دورها في العملية الحتية (الـــصبابحة، زيتـــون، ٢٠١٨، ص٢٣٤)، ولمعرفـــة المرحلـــة الجيومورفولوجية التي يمر بها حوض تصريف منطقة الدراسة، تـــم الاعتمـــاد علـــى المنحنـــى الهبسومتري النسبي، ويمكن رسمه من خلال المساحة النسبية (المحـــور الـــصادي) والارتفـــاع النسبي (المحور السيني) لفئات الإرتفاع (عبدالله، ٢٠١٠، ص١٤٧)، وقـــام (strahler) بتفـــسير شكل المنحنيات الهبسومترية للأحواض وصنفها على أنها بمرحلة الشباب إذا كان المنحنى محدباً إلى أعلى، وبمرحلة النضج إذا كان على شكل حرف S، وبمرحلة الـــشيخوخة إذا كـــان صـــاعد مقعر، حيث يتغير وضع المنحنى مع مرحلة التطور التي يمر بها الحـــوض (ابـــراهيم، ٢٠٢٠، ص٤٣٢).

ومن خلال (الجدول رقم٣) و(الشكل رقم ٥) تبين أن منطقة الدراسة متباينة في مراحلهـــا الجيومورفولوجية فتتسم بقطاعها الأعلى والأدنى بمرحلة النضج التي تتوازن فيها معدلات النحت والإرساب، بينما يتسم قطاعها الأوسط بمرحلة الشيخوخة المتميزة بعملية الإرساب، وهنا نجد أن المجرى يتصف بخصائص جيومورفولوجية دالة على الشيخوخة مثل زيـــادة الاتـــساع وظهـــور المدرجات النهرية على جانبيه.

ويعبر متغير درجة الوعورة الذي عن مدى التضرس الحوضي وانحدار المجرى المـــائي فيه، بالاعتماد على كثافة التصريف به، وبارتفاع هذه الدرجة تزداد شدة التـــضرس الحوضـــى، وغلبة التعرية المائية ونقل الرواسب من المنابع إلـــى المـــصبات (الخفـــاجي، ٢٠١٥، ص١٩)، وبالتالى يفيد هذا المؤشر في إبراز العلاقة الطردية بين تضاريس الحوض وكثافتـــه التـــصريفية (موسى، أبوحماد،٢٠١٦، ص٢٦)، وتبين من (الجدول رقم ٢) أن حوض وادي وسيط هو أعلى الأحواض نقلاً للرواسب من منبعه إلى مصبه بالتعرية المائية، بينما حوض وادي الصوانة أقـــل الأحواض نقلاً للرواسب وتأثراً بالتعرية المائية، ولهذا انعكاس على الفترة الزمنية التي قطعتهـــا الأحواض بمراحلها الجيومورفولوجية من خلال قيم التكامل الهبسومتري.

٢- تحليل المتغيرات المورفومترية لشبكات التصريف

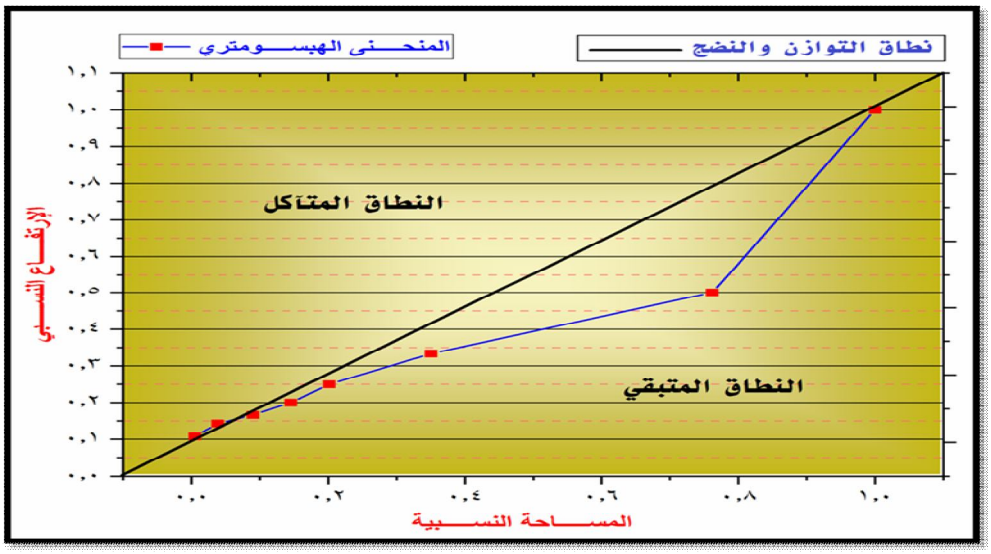
تعددت هذه المتغيرات ومن أهمها رتب المجاري المائيـــة بـــالأحواض، ويُقـــصد برتبـــة المجرى المائي هو موقعه التسلسلي لشبكة تصريف حوضه، فمجاري الرتبة الأولـــى لـــيس لهـــا روافد فتستقبل المياه من أقصى ارتفاع بالحوض، والرتبة الثانية هى التـــي تـــستقبل الميـــاه مـــن الأولى، وهكذا بباقي رتب الحوض، وتختلف طرق قياس رتب المجاري المائية، ولكـــن اتبعـــت الدراسة طريقة ستراهلر Strahler نظراً لبساطة تطبيقها (جودة وآخرون، ١٩٩١، ص٣٠٧).

ويوجد تباين جغرافي بين أحواض تصريف منطقة الدراسة من حيث أعداد رتب مجاريها المائية، فمنها أحواض بها ثلاث رُتب ومتمثلة في حوض وادي غرب النقب، وأحواض بها أربع رُتب وهى الصوانة والطليعة وشرق الحمام ولغب منعجة وأبو اللصف والنقب، وباقي الأحواض بها خمس رتُب (شكل رقم٦).

(جدول رقم ٣) المساحة النسبية والإرتفاع النسبي بحوض منطقة الدراسة

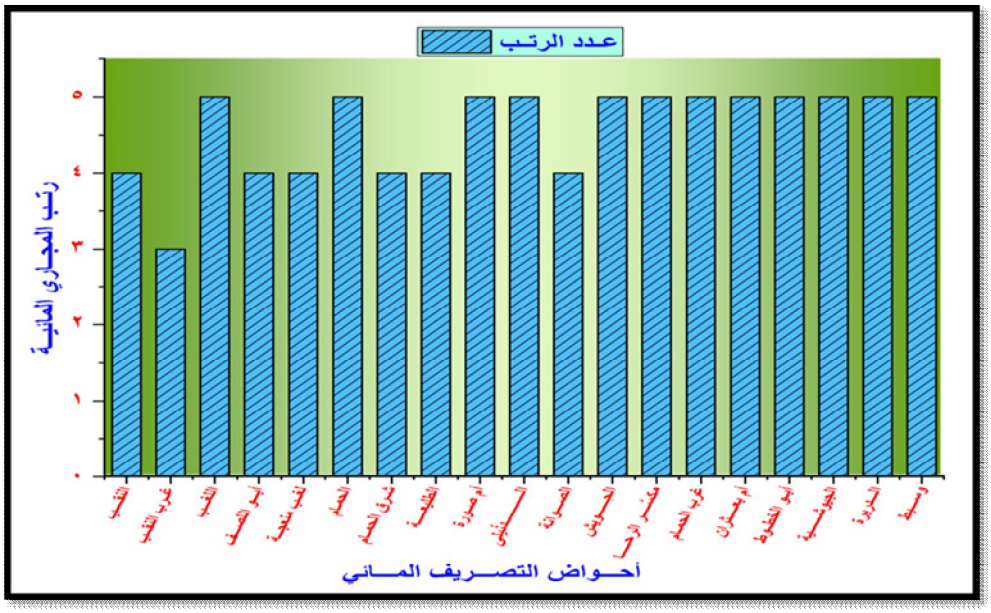
م	فئات الإرتفاع م	المساحة (كم٢)	الارتفاع الكلي م	الفترة الكنتورية (فرق الارتفاع م)	الإرتفاع النسبي	المساحة الكلية	المساحة النسبية
١	١٠٠ -٠	١١,٧٧	١٠٠	١٠٠	١	١١,٧٧	١
٢	٢٠٠-١٠١	٣٧,٥٨	٢٠٠	١٠٠	٠,٥	٤٩,٣٥	٠,٧٦
٣	٣٠٠-٢٠١	٢٦,٦٥	٣٠٠	١٠٠	٠,٣٣	٧٦	٠,٣٥
٤	٤٠٠-٣٠١	١٩,٢١	٤٠٠	١٠٠	٠,٢٥	٩٥,٢١	٠,٢٠
٥	٥٠٠-٤٠١	١٦,١٩	٥٠٠	١٠٠	٠,٢	١١١,٤	٠,١٥
٦	٦٠٠-٥٠١	١١,٠٣	٦٠٠	١٠٠	٠,١٧	١٢٢,٤٣	٠,٠٩
٧	٧٠٠-٦٠١	٤,٨٩	٧٠٠	١٠٠	٠,١٤	١٢٧,٣٢	٠,٠٤
٨	٨٠٠-٧٠١	٠,٦٣	٧٨٥	٨٥	٠,١١	١٢٧,٩٥	٠,٠٠٥
أقصى ارتفاع			٧٨٥	مساحة منطقة الدراسة الكلية			١٢٧,٩٥

المصدر: بيانات(جدول رقم ٢)



المصدر: بيانات (جدول رقم٣)

(شكل رقم ٥) المنحنى الهبسومتري لحوض تصريف منطقة الدراسة



المصدر: بيانات جدول رقم (٢)

(شكل رقم٦) أعداد الرتب المائية بأحواض تصريف منطقة الدراسة

وبلغ مجموع أعداد المجاري المائية في منطقة الدراسة ٤٧٧٤ مجرى، وتتراوح ما بين ٤٤ مجرى بحوض وادي غرب النقب، وهو أقل الأحواض من حيث أعداد الرتب، و ١٣٦٥ مجرى بحوض وادي وسيط، ويبلغ إجمالي أطوال المجاري المائية بمنطقة الدراسة ٩٦٧،٢١ كم، بمتوسط ٥٠،٩١ كم، ويتراوح مابين ١٠،٠٦كم بحوض وادي النقب أقل الأحواض مساحة، ٢٩٦،٨ كم بحوض وادي وسيط الأكبر مساحة، وبلغ مُعدل التشعب لحوض تصريف منطقة الدراسة ٦،٣٨ ، ويتراوح ما بين ٣،٣٦ بحوض تصريف وادي الدنيِّلى، و ٦،٣ بحوض تصريف وادي غرب النقب، وبمتوسط ٤،٥٥.

ويفيد متغير كثافة التصريف في التعرف على مدى تأثر الحوض بعمليات التعرية المائية لتعكس الظروف المناخية التي مر بها الحوض، بالإضافة إلى ربط خصائص التكوينات الصخرية ومعدل التسرب ودرجات انحدار الحوض بكثافة تصريفه (سقا، ٢٠١١، ص٥٢)، وتبلغ كثافة تصريف حوض منطقة الدراسة ٧،٥٦ كم / كم٢، وتتراوح ما بين ٥،٩٥ كم / كم٢ بحوض وادي غرب النقب، و ٨،٦١ كم / كم٢ بحوض وادي اللغب، وبمتوسط ٧،٣٥ كم / كم٢، وتتأثر كثافة تصريف الأحواض بالعوامل المختلفة مثل: المناخ والإنحدار وأنواع الصخور والغطاء النباتي ودرجة نفاذية التربة وخصائص الجريان السطحى (Magesh, Chandrasekar, 2014, p138)، وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى كبر كمية المياه الجارية السطحية، ويحدث العكس بالقيم المنخفضة (الحميري، ٢٠١٩، ص٥٣٢).

٣- تحليل العلاقات الإرتباطية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض وشبكات تصريفها

بلغ إجمالي عدد المتغيرات للخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة (٢١) متغير، وتوجد علاقات ارتباطية بين هذه المتغيرات عند مستوى دلالة (٠،٠١، ٠،٠٥) (جدول رقم ٤).

أ- العلاقات الارتباطية

- توجدعلاقة طردية قوية بين مساحة الأحواض وكلاً من الطول والمحيط والاندماج والتكامل الهبسومتري وأعداد المجاري، وبين الاستطالة والشكل، وبين الاندماج وكلاً من الانبعاج والتكامل الهبسومتري وأعداد المجاري، وبين تضاريس الحوض ودرجة الوعورة، وبين نسبة التضرس والتضاريس النسبية، وبين التكامل الهبسومتري وأعداد المجاري، وبين كثافة التصريف وتكرار المجاري.

- توجد علاقة عكسية قوية بين الطول والاستدارة، وبين الاستطالة والانبعاج، وبين الاستدارة وكلاً من الاندماج والانبعاج، وبين الشكل والانبعاج، وبين التضاريس النسبية والتكامل الهبسومتري، وبين رتب المجاري ومعدل التشعب، وبين كثافة التصريف وبقاء المجاري.
- توجد علاقة طردية متوسطة بين أقصى عرض والنسيج الطبوغرافي، وبين رتب المجاري وتكرار المجاري، وبين كثافة التصريف والنسيج الطبوغرافي.
- توجد علاقة عكسية متوسطة بين الطول والاستطالة، وبين أقصى عرض وكلاً من التضاريس النسبية وبقاء المجاري، وبين الاستدارة وكلاً من أعداد المجاري ومعدل التشعب، وبين الشكل والاندماج، وبين الانبعاج وتكرار المجاري، وبين التضاريس النسبية وأعداد المجاري.

ب- الدلالة الجيومورفولوجية

- كلما ازدادت مساحة الأحواض كلما ازدادت أطوالها ومحيطها وزيادة تعرج خط تقسيم المياه، وزيادة فترة المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الوادي.
- يتميز الوادي بمرحلة الشباب ذات الانحدارات الشديدة وسيادة النحت الرأسي بالمجاري المائية بازدياد نسبة استطالة الأحواض و معامل شكلها، وبانخفاض المعامل الهبسومتري لها.
- تزداد فترة المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الوادي بزيادة أعداد مجاريها التي تساعد على سيادة التعرية المائية، وذلك بزيادة تفلطحها ومعاملها الهبسومتري، وارتفاع معامل الاستدارة.
- ترتفع قيم الكثافة التصريفية للأحواض بزيادة أعداد المجاري المائية للوحدة المساحية، وتنخفض بزيادة مساحتها على حساب أعداد مجاريها، وترتفع رتب المجاري المائية بالأحواض بزيادة أعداد مجاريها.

خامساً: الخاتمة

اهتمت هذه الدراسة بتحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وشبكة تصريف وادي وسيط بغرب القطاع الأوسط في شبه جزيرة سيناء، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، والأساليب الكمية. واعتمدت النتائج على بيانات الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١: ٢٥٠٠٠،

ونموذج الارتفاع الرقمي (SRTM) والصورة الجوية (ESRI) ، وتـم بنـاء قاعـدة بيانـات مورفومترية لمنطقة الدراسة عن طريق الدمج بين هذه المصادر للحصول على أقـرب تلامـس للواقع، وتفادي أخطاء الاعتماد على مصدر واحد، وتعد هذه الدراسة مـن الدراسـات المهمـة والأساسية لنواحي الجيومورفولوجيا التطبيقية والمرتبطة بأبعاد التنمية المختلفة.

(جدول رقم ٤)

مصفوفة العلاقات الإرتباطية بين المتغيرات المورفومترية بالأحواض وشبكات تصريفها

		خصائص مساحية				خصائص شكلية					خصائص تضاريسية					خصائص شبكات التصريف							
		المساحة	الطول	أقصى عرض	المحيط	الاستطالة	الاستدارة	الشكل	الاندماج	الابهاج	تضاريس الحوض	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	التكامل الهيبسومتري	درجة الوعورة	رتب المجاري	أعداد المجاري	معدل التشعب	كثافة التصريف	تكرار المجاري	بقاء المجاري	النسيج الطوبوغرافي
خصائص مساحية	المساحة	١																				
	الطول	٠,٩٥٧**	١																			
	أقصى عرض	٠,٦٣٩**	٠,٤٧٤*	١																		
	المحيط	٠,٩٩١**	٠,٩٧٩**	٠,٦٠٣**	١																	
خصائص شكلية	الاستطالة	٠,٢٩٥-	٠,٥٣٨-*	٠,٠٢٩٣	٠,٣٩١-	١																
	الاستدارة	٠,٥٨٣-**	٠,٧٢٥-**	٠,٢٤٥-	٠,٦٢٣-**	٠,٨٠٦**	١															
	الشكل	٠,٢٢٤-	٠,٤٦٢-*	٠,٠٣٤	٠,٣١٧-	٠,٩٨٥**	٠,٧٥٩**	١														
	الاندماج	٠,٨٧٦**	٠,٩٤٣**	٠,٤١١*	٠,٩٢٨**	٠,٣٤١-**	٠,٨٧٢-**	٠,٥٥٤-*	١													
	الابهاج	٠,٤٨٢*	٠,٦٩٤**	٠,١٢٥-	٠,٥٧١*	٠,٨٩٢-**	٠,٨١١-**	٠,٨٠٨-**	٠,٧٧٨**	١												
خصائص تضاريسية	تضاريس الحوض	٠,٣٩٦	٠,٤٥٨*	٠,١٣٣	٠,٤	٠,٤٣٤-	٠,٤٠٩-	٠,٤٥٤-	٠,٣٩٦	٠,٣٤٥	١											
	نسبة التضرس	٠,٣٩٧-	٠,٣٧٨-	٠,٢٥٩-	٠,٣٩٨-	٠,٠٧٥	٠,٣٠٥	٠,٠١٤-	٠,٣٩٨-	٠,٢٧٠-	٠,٤٥	١										
	التضاريس النسبية	٠,٥٣٤-*	٠,٤٧١-*	٠,٥٣٥-*	٠,٥٣٤-	٠,١٠٧-	٠,٣٦٩	٠,٠٩٧-	٠,٤٨٢-*	٠,١٨٩-	٠,٤٠٤	٠,٩١٧**	١									
	التكامل الهيبسومتري	٠,٨٦٤**	٠,٧٩٣**	٠,٦٥٩**	٠,٨٤٤**	٠,٠٧٦-	٠,٤٣٣-	٠,٠٢٣	٠,٧١٥**	٠,٣٣١	٠,٠٥١-	٠,٢٦٠-**	٠,٨١٥-**	١								
	درجة الوعورة	٠,٠٤٥١	٠,٤٧٣*	٠,٢٣١	٠,٤٤٢	٠,٣٢٠-	٠,٣٢٤-	٠,٣٤٩-	٠,٠٣٨	٠,٠١٣	٠,٩٦٠**	٠,٤٧٥*	٠,٣٩٣	٠,٠٣١	١							
خصائص شبكات التصريف	رتب المجاري	٠,٣١٨	٠,١٣٥	٠,٦٢٠**	٠,٢٣١	٠,٤٦٤*	٠,٠٢٦	٠,٠٤٣٢	٠,٤٥٠*	٠,٤٩٣-*	٠,١٣٤	٠,٠٧٤-	٠,١٥١-	٠,٣١٩	٠,٢٩١	١						
	أعداد المجاري	٠,٩٩٨**	٠,٩٤١**	٠,٦٢٠**	٠,٩٨٥**	٠,٢٩١-	٠,٥٦٨-*	٠,١٩٥-	٠,٨٦٢**	٠,٤٤٢	٠,٣٨٨	٠,٣٩٠-	٠,٥٣٧-*	٠,٨٦٤**	٠,٤٥٥	٠,٣٤٣	١					
	معدل التشعب	٠,٠٧٩-	٠,١٢٣-	٠,٣٧٥-	٠	٠,٣٤٢-**	٠,٥٥٣-*	٠,٥٩١-**	٠,٢٧٤	٠,٦٣٥**	٠,٢٠٨	٠,٠٥٩-	٠,٠٥٨	٠,١٣٠-	٠,٠٩٧	٠,٧٢١-**	٠,٠٩٥-	١				
	كثافة التصريف	٠,٠٢٦٦	٠,١٢٨-	٠,٤	٠,٢١٥	٠,٣٥١	٠,٢٤٤	٠,٣١٤	٠,٠٠٠٢	٠,٣٦٣-	٠,١٥	٠,٢٠٧	٠,٠٨٦	٠,٢٢٨	٠,٤١٥	٠,٢٢٤٣**	٠,٣٠٥-	٠,٣٤٥-	١			
	تكرار المجاري	٠,٠٠٥٢	٠,٠٩٧-	٠,٢٨٩	٠,٠٠٣	٠,٤٢	٠,٣١٥	٠,٣٤٤	٠,١٨٧	٠,٥٦٠-*	٠,١٣-	٠,٢٧٤	٠,١٠٩	٠,٠٢٩	٠,١٩٩	٠,٥٤٢*	٠,١٠٦	٠,٤٥٣-	٠,٧٥١**	١		
	بقاء المجاري	٠,٣١٦-	٠,١٩٢-	٠,٥٠٤-*	٠,٢٦٦-	٠,٣٢٦-	٠,١٨٣-	٠,٢٩٩-	٠,٠٥١-	٠,٣٣٣	٠,١٩٢-	٠,١٨١-	٠,٠١٨-	٠,٢٩٥-	٠,٤٤٦-	٠,٢٦٩-**	٠,٣٤٩-	٠,٣٥١	٠,٩٢٥**	٠,١٩٢-**	١	
	النسيج الطوبوغرافي	٠,٠٣٧٩	٠,٠٢٢	٠,٠٩٢٥*	٠,٠٢٨٦	٠,٠٣٣	٠,٠١٣	٠,٠٢٨٨	٠,٠٠٢	٠,٣٩٠-	٠,٠٣١	٠,١٧٨	٠,١٠٣-	٠,٠٢٢	٠,٠٤٤٥	٠,٢٧٨٤**	٠,٠٤١٣	٠,٠٤٥٠-	٠,٠٩٦١*	٠,٠٢٠٢**	٠,٦١٧-**	١
مستويات دلالة العلاقات الإرتباطية بين المتغيرات المورفومترية																						
**		العلاقة عند مستوى الدلالة (٠,٠١)									*					العلاقة عند مستوى الدلالة (٠,٠٥)						

المصدر: بيانات (جدول رقم ٢)

سادساً: المراجع

١- المراجع العربية

إبراهيم، جنان رحمان (٢٠٢٠). التحليل الهبسومترى والتكامل الهبسومترى لأعلى حوض نهر الزاب الكبير، *مجلة الجامعة العراقية*. ٣ *(٤٧)*، ٤٢٨ – ٤٣٦.

أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٦٦). *أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض*. الإسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية.

أبو اليزيد، سعاد محمد (٢٠١٦). *تقييم أخطار السيول فى بعض أحواض شرق خليج السويس: دراسة هيدروجيومورفولوجية باستخدام النماذج الهيدرولوجية والاستشعار عن بعد*(رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، الاسكندرية.

جودة، حسنين جودة، عاشور، محمود محمد، دسوقي، صابر أمين، تراب، محمد مجدي، مرغني، علي مصطفى كامل، مصطفى، محمد رمضان (١٩٩١). *وسائل التحليل الجيومورفولوجي*.

حسن، ابراهيم محمد محمد (٢٠٠٧). *جيومورفولوجية المراوح الفيضية بالساحل الشرقى لخليج السويس*(رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، الاسكندرية.

الحميري، محمد عباس جابر (٢٠١٩). التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لحوض وادي فؤاد جنوب غرب بحيرة الرزازة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. *مجلة الآداب*، *(١٢٩)*، ٥٠٧ – ٥٤٨.

الحميري، محمد عباس جابر (٢٠١٩). التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لحوض وادي فؤاد جنوب غرب بحيرة الرزازة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. *مجلة الآداب*، *(١٢٩)*، ٥٠٧ – ٥٤٨.

الخفاجي، سرحان نعيم (٢٠١٥). الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد في بادية العراق الجنوبية – بادية نجف. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية*، ١٦ *(٢٦)*، ١– ٣٦.

الدراجي، سعد عجيل مبارك (٢٠٠٩). *الجيومورفولوجيا التطبيقية*. بغداد: دار الحداثة للطباعة والنشر.

سلوم، غزوان (٢٠١٢). حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية). *مجلة جامعة دمشق، ٢٨ (١)*،٣٧٣ – ٤٣٨.

الصبابحة، نوح محمد علي، زيتون، محمد عبدالكريم (٢٠١٨). تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة (حوض وادي العرب: دراسة حالة). *مجلة كلية الآداب – جامعة القاهرة، ٧٨(٣)*، ٢١١-٢٥٢.

عبدالحميد، مروة فؤاد محمد (٢٠٢٠). *محمية نبق بجنوب سيناء"دراسة جيومورفولوجية" باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية* (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، المنصورة.

عبدالله، أحمد حسن (٢٠١١). دراسة المعاملات المورفومترية للجزء الأدنى من حوض الزاب باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية. *مجلة ديالي للعلوم، ٧(٢)*، ١٢٧-١٥٥.

العمري، عبدالمحسن صالح (٢٠١٩). تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة كريتر عدن باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية. *ندوة عدن بوابة اليمن الحضارية*، ٤٠٥- ٤١٣.

العوضي، حمدينة عبدالقادر السيد (١٩٩٣). *اقليم الساحل الشرقى لخليج السويس دراسة جيومورفولوجية*(رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، الإسكندرية.

غلاب، مرفت عبداللطيف أحمد فراج(٢٠٠٦). *منطقة جبل حمام فرعون فيما بين واديي أبو محيرق وطِيبة الساحل الشرقي لخليج السويس دراسة جيومورفولوجية*(رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، الإسكندرية.

قاقة، أحمد محمد أحمد (٢٠١٠). *المنحدرات الجبلية المطلة على الجانب الشرقى لخليج السويس فيما بين رأس خليج السويس و رأس أبو زنيمة*(رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، الإسكندرية.

المغاري، باسم عبدالرحمن خليل (٢٠١٥). *الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحسي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية*(رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، غزة.

موسى، رامي نبيل، أبو حماد، أحمد حماد(٢٠١٦). التحليل المورفومترى لأحواض التصريف النهري باستخدام إحصاءات المتغيرات المتعددة ونظم المعلومات الجغرافية "حوض عمان الزرقاء كحالة دراسية". *المجلة الدولية للمياه والبيئة، ٥ (١)*، ١٩ – ٣١.

النجار، جميل محمد العزب (٢٠٠٣). *جيومورفولوجية سهل المرخا جنوب غرب سيناء دراسة فى تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية*(رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، الاسكندرية.

٢- المراجع الأجنبية

Shreedhara, V., Shankar, K., Haji, M.(2020) A Morphometric Analysis of Wonji Drainage Basins around Central Rift Valley, Ethiopia, using Geospatial Tools .*International Journal of Science and Research (IJSR).8 (9)*, 787- 794.

Chavare, S., Shinde, S. D. (2013). Morphometric analysis of Urmodi basin, Maharashtra using geo-spatial techniques. *International Journal of Geomatics and Geosciences, 4(1)*, 224-231

Farhan, Y. (2017). *Applied Morphometry and Watershed Management Using RS, GIS and Multivariate Statistics (Case Studies)*. USA: Scientific Research Publishing, Inc.

Magesh, N. S., Chandrasekar, N. (2014). GIS model-based morphometric evaluation of Tamiraparani subbasin, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India. *Arabian Journal of Geosciences, 7(1)*, 131-141.