



دقة التمييز المكاني لنموذج الارتفاع الرقمي وانعكاساتها على القياسات المورفومترية – حوض بندوية دراسة حالة

احمد عبد الستار جابر*

الاستاذ المساعد الدكتور/الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية

المستخلص

تعتمد كفاءة التحليل المورفومتري لحواس الاودية على دقة البيانات المستخدمة وطريقة التحليل. تم اختيار حوض بندوية الواقع في شمال العراق بوصفه احد الاحواض صغيرة المساحة اذ تبلغ مساحته حوالي (١٥٧.٣٢) كيلومترا مربعا وبذلك يمكن تكرار عملية التحليل المورفومتري عليه لاكثر من مرة لغرض مقارنة التباين في الخصائص المورفومترية. تهدف الدراسة الحالية الى تحليل القياسات المورفومترية في حوض بندوية باعتماد دقة التمييز المكاني لانموذج الارتفاع الرقمي (٣٠ و ٩٠) مترا، باعتماد تقنية نظم المعلومات الجغرافية وتعديلاته في مجال التحليل المورفومتري والمتمثلة بوسيلة التحليل المورفومتري morphometric toolbox ، وذلك لمعرفة اي الخصائص او المعاملات المورفومترية التي ستتأثر بدقة التمييز المكاني اكثر من غيرها، واثر ذلك على التنمية و التخطيط في المنطقة. اظهرت نتائج الدراسة ان اغلب المعاملات المورفومترية للحواس التي ترتبط باعداد واطوال وكثافة الوديان كان فيها تباين واضح وكبير في قيمة هذه المعاملات وذلك لاختلاف الدقة التمييزية المكانية لل (نموذج الارتفاع الرقمي) (DEM)، اذ اعطت القياسات المورفومترية التي تم حسابها بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة تمييز (٣٠) م arcsecond ١ قيمة تختلف عن تلك التي تم حسابها من نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (٩٠) م ٣ arcsecond ، اذ اظهرت النتائج من الانموذج الاول (٣٠) م زيادة في اعداد المراتب النهرية واطوالها ومحيطها بنسبة وصلت الى خمسة اضعاف الانموذج الثاني (٩٠) م لاعداد المراتب واطوالها و بنسب متباينة لبقية المعاملات (الشكلية والتضاريسية)، اظهرت نتائج الدراسة ضرورة اختيار بيانات الارتفاع الرقمي بما يتناسب والتفاصيل المورفومترية التي يروم الباحث الحصول عليها.

كلمات مفتاحية: التحليل المورفومتري ، نموذج الارتفاع الرقمي ، حوض الوادي ، دقة التمييز المكاني

١. المقدمة

تعد دراسة الخصائص المورفومترية ذات أهمية في مجال تحديد مدى التطور الجيومورفي لبحاوض الاودية فضلا عن امكانية تحديد الخصائص الهيدرولوجية لها باعتبار الخصائص المورفومترية ضرورية لحساب علاقة الجريان السطحي بالامطار وتغذية المياه الجوفية. ان دقة القياسات المورفومترية تعتمد بالدرجة الاساس على مصدر البيانات ثلاثية الابعاد وطرق القياس والتقنيات المستخدمة. فقد برز دور نظم المعلومات الجغرافية في الونة الاخيرة (GIS) التي سهلت عملية استنباط البيانات الثلاثية الابعاد التي توفرها المؤسسات الدولية المعنية بجمع البيانات عن المعالم الارضية باستخدام الاقمار الاصطناعية والرادارات والمتحسسات المحملة على متنها. اذ يعد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من المصادر المهمة في الوقت الحاضر لدراسة الخصائص المورفومترية لمعالم سطح الارض والذي يتصف بالقياسات الدقيقة والمجانية لدراسة الاشكال الارضية ومنها الاحواض المائية. ان تنوع مصادر المعلومات ثلاثية الابعاد واختلاف دقتها المكانية يجعل هناك تباينا واختلافا في مقدار التفاصيل التي يمكن الحصول عليها حتى لو استخدمت تقنية التحليل والقياس ذاتها. ان الدراسات المورفومترية التي يمكن من خلالها دراسة الاشكال الارضية بالاعتماد على الاساليب الرياضية والهندسية لتحديد قياسات وابعاد الاشكال الارضية بصورة دقيقة، ولما كانت الاحواض المائية تمثل بيئة متعددة الهمية، فتعد الدقة التمييزية المكانية لنماذج الارتفاع الرقمي مكملة لاعطاء صورة واضحة ونتائج دقيقة، ومن ثم المساهمة في اتخاذ القرارات السليمة الخاصة بالتنمية واستثمار المنطقة المدروسة (الاحواض).

- مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في وجود تباين في نتائج القياسات المورفومترية التي يتم حسابها من نموذج الارتفاع الرقمي بدقات تمييز مكانية مختلفة ولحل هذه المشكلة تطرح التساؤلات الاتية:

- هل للدقة التمييزية المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي اثر في دراسة المعاملات المورفومترية للاحواض المائية؟
- ماهي الدقة التمييزية المناسبة في دراسة وتحليل المعاملات المورفومترية الخاصة بالاحواض المائية؟
- ماهي اهم المعاملات المورفومترية الاكثر تاثرا بدقة التمييز المكانية للبيانات؟

- فرضية البحث

- للجابة عن تساؤلات مشكلة البحث من خلال الفرضية التي يمكن صياغتها بالشكل الاتي:
- يمكن الاعتماد على الدقة التمييزية المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي في الدراسات المورفومترية لسهولتها ودقتها.
 - تتباين المعاملات المورفومترية في درجة تاثيرها بدقة التمييز المكانية من معامل الى اخر.
 - تنوع البرامج والادوات والنظم ومنها انظمة GIS التي تساعد في دراسة المعاملات المورفومترية النهرية.

٢. المواد وطريقة العمل

تمت دراسة حوض بندوية من خلال اعتماد الاليات الاتية :-

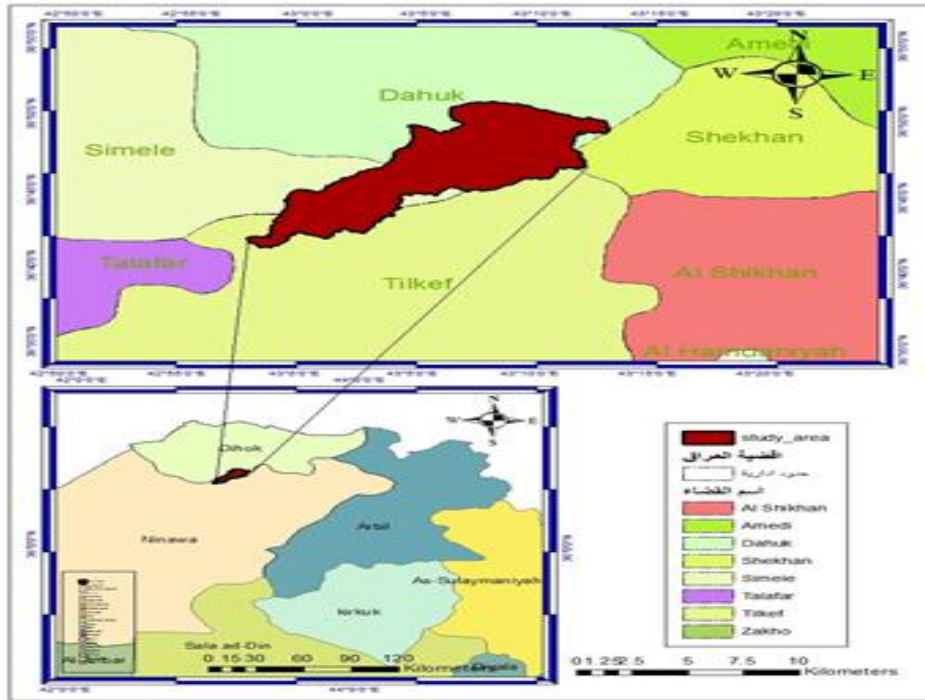
١ . اعتماد نموذجين من الارتفاع الرقمي بدقتي تميز (٣٠ م و ٩٠ م) واستقطاع شبكة الاودية المراد تحليلها مورفومتريا (حوض بندوية)

٢. تحديد حدود الحوض و القناة والمجرى الرئيس باستخدام SRTM- DEM واستخدام ArcGIS – hydrology toolbox .

٣ حساب الخصائص المورفومترية المتعددة (الشكلية و العددية و التضاريسية) عن طريق الخاصية 'MorphometricToolbox'.

٣. موقع وخصائص منطقة الدراسة

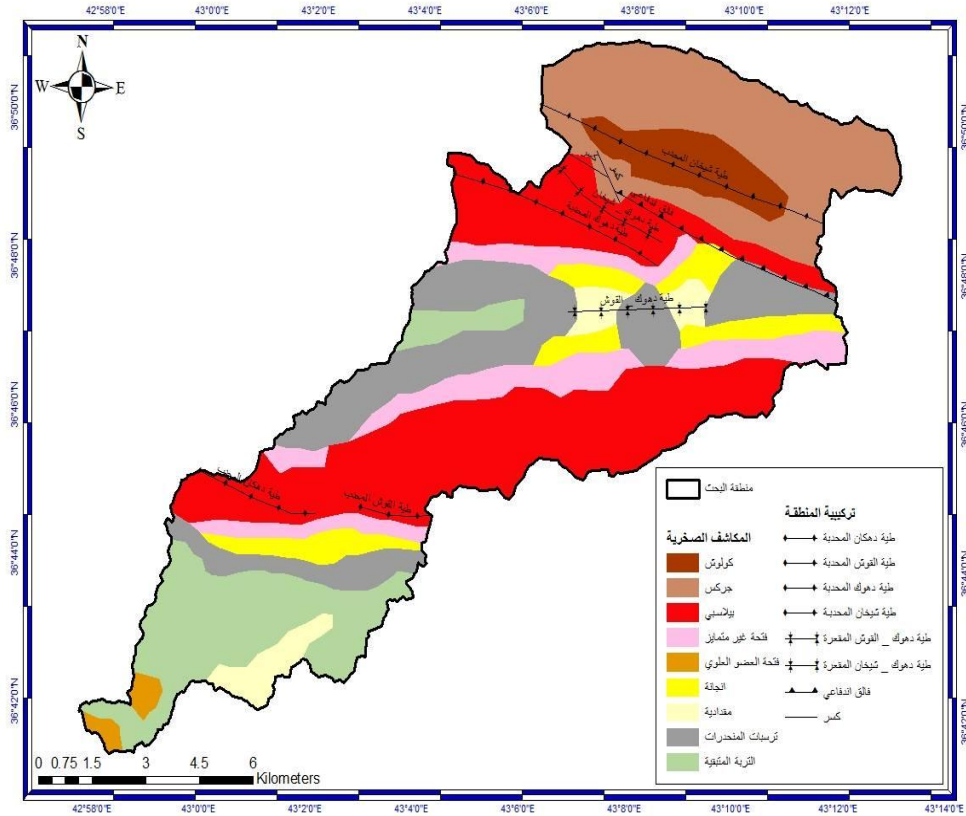
يقع حوض بندوية شمال محافظة نينوى في الجزء الشمالي الشرقي منها و الجزء الجنوبي الغربي من محافظة دهوك ،ويصب في جنوب شرق بحيرة سد الموصل ويتحدد فلكيا بين دائرتي عرض (٢٢ ٤١ ٣٦) و(١١ ٥١ ٣٦) شمالا وقوسي طول(٣٩ ٥٧ ٤٢) (١٢ ٤٣ ٥٩) شرقا بين دهوك وسميل وتكليف في محافظتي دهوك و نينوى، وتبلغ مساحة الحوض الاجمالية(١٥٢.٥٣) كم٢ اما المساحة السطحية(١٥٧.٣٢) كم٢ و اقصى طول للحوض (٣١.٤٥ كم، شكل(١)).



شكل (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر :- من عمل الباحث باعتماداً ١.وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الادارية، بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠٠٦.٢١.نظم المعلومات الجغرافية (Arcgis, ١٠.٣)

اما اهم الخصائص الطبيعية في الحوض فمن الناحية الجيولوجية التركيبية تقع المنطقة ضمن نطاق الطيات العالية حسب (الشايك ٢٠١٤) و تتخللها بعض الطيات المحدبة والمقعرة التي تتباين اتجاهاتها واطوالها، وبالتالي يتباين تأثيرها على الخصائص المورفومترية للحوض ومن اشهرها طية دهكان و القوش ودهوك وشيخان المحدبات، اما الطيات المقعرة فهي دهوك -القوش ودهوك -شيخان شكل (٢) ،



شكل (٢) جيولوجية منطقة الدراسة (المكاشف الصخرية والتركيبية)

المصدر من عمل الباحث باعتماد:

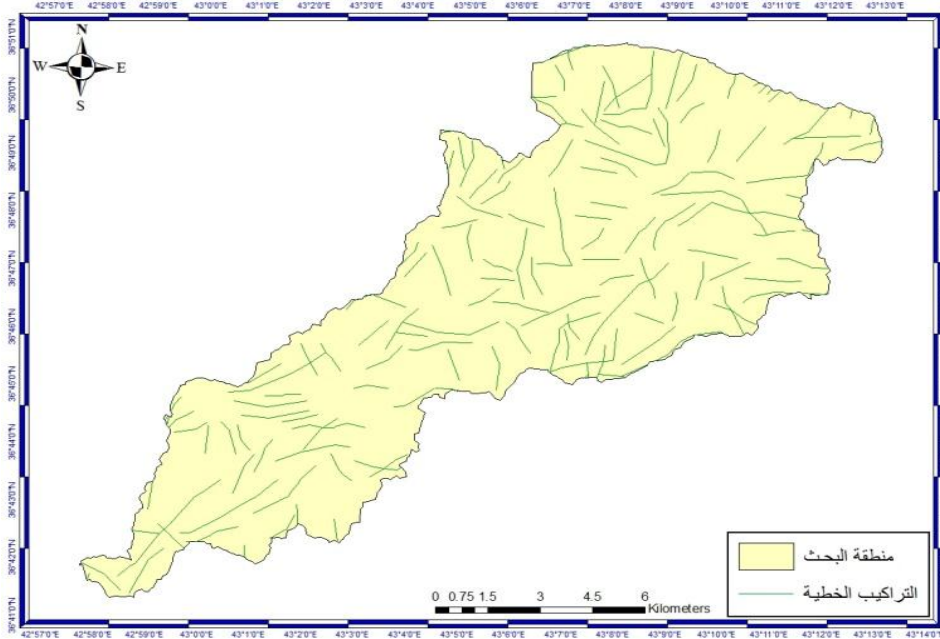
١. Varujan sissakian,dikran hagopian,eman hasan, geological map of al_mosul quadrangle, sheet nj_٣٨_١٣.

٢. Arcgis, ١٠.٣.

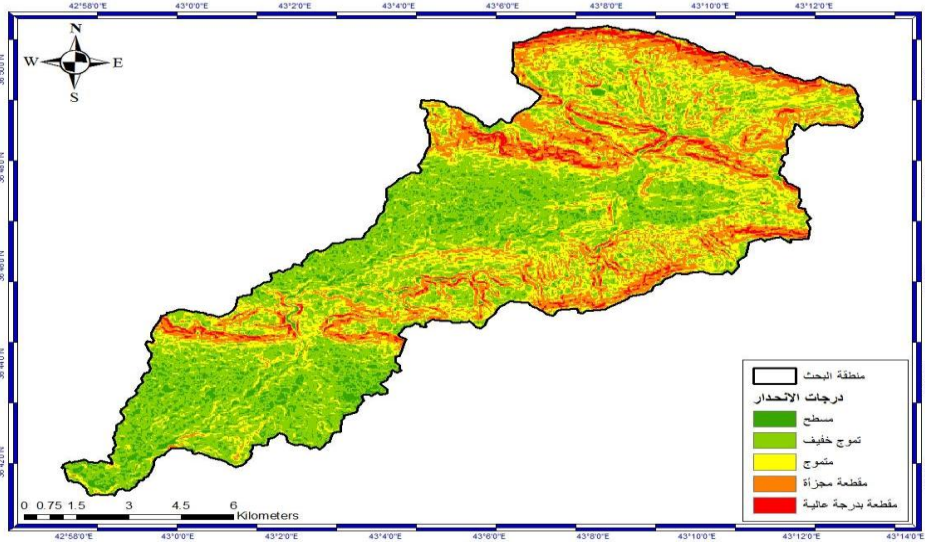
في حين تتباين المكاشف الصخرية للمنطقة بين صخور الزمن الثالث (تكوين كولوش) ذو الصلابة العالية في شمال شرق الحوض الى رواسب الزمن الرباعي (عصر الهولوسين) في الجنوب الغربي ذو الصلابة الهشة، جدول (١) وبالتالي تتباين قدرة المجاري المائية على شق وديانها تبعا لصلابة هذه الصخور من منطقة الى اخرى. من الشكل (٣) يظهر ان الاتجاه السائد للتراكيب الخطية هو الشمال الشرقي - الجنوبي الغربي وشمال غرب -جنوب شرق متوافقا مع الطيات و السلاسل الجبلية في المنطقة.

اما الانحدار من الشكل (٤) وجدول (٢) يتضح ان اعلى درجات الانحدار كانت بالاتجاه صوب الشمالي الشرقي اومناطق الالتواءات (الطيات العالية) ،وتقل كلما اتجهنا

نحو الجنوب الغربي و ازداد انبساط سطح الارض و ساهم هذا في توجيه المجاري المائية
باتجاه الانحدارات.

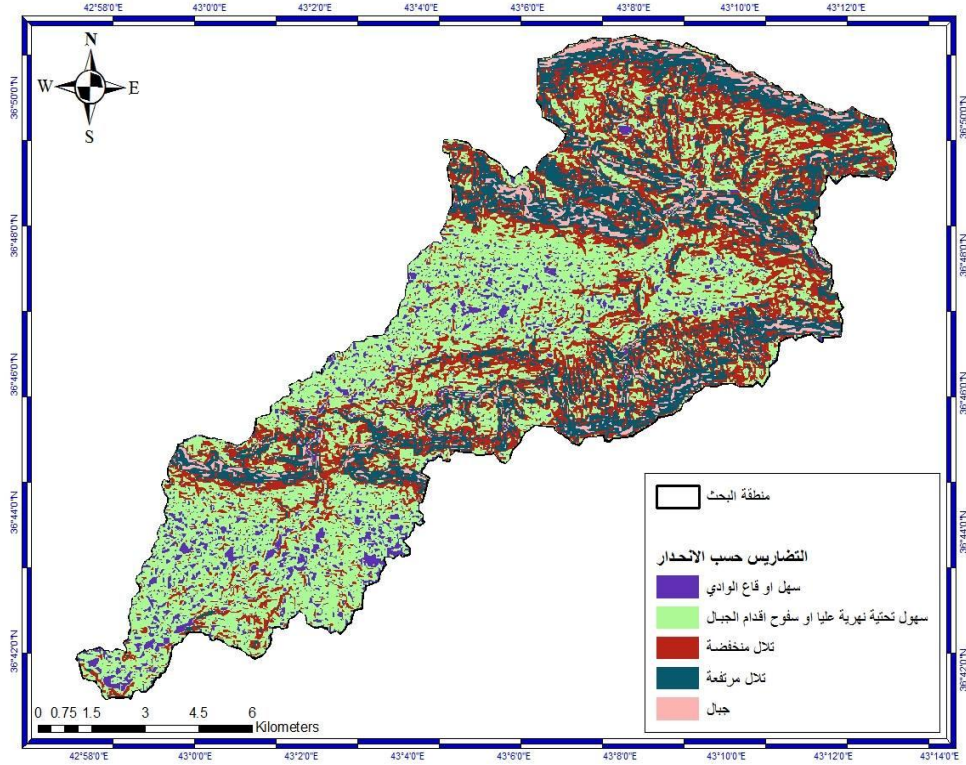


شكل (٣) التراكيب الخطية في منطقة الدراسة
المصدر:- من عمل الباحث باعتماد برنامج (٢٠١٣, pic geomatica)
وبرنامج (١٦ rokeworks) وصور (٨, b٥ Lansdsat)



شكل (٤) درجات الانحدار حسب (ZINK)
المصدر:- من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج
(١٠.٣, arcgis).

كما تباينت اشكال سطح الارض (التضاريس) تبعا للانحدار بين المستوى (سهل اوقاع وادي) في الاجزاء الوسطى و الجنوبية الغربية الى جبال عالية في الاجزاء الشمالية الشرقية الشكل (٥)،

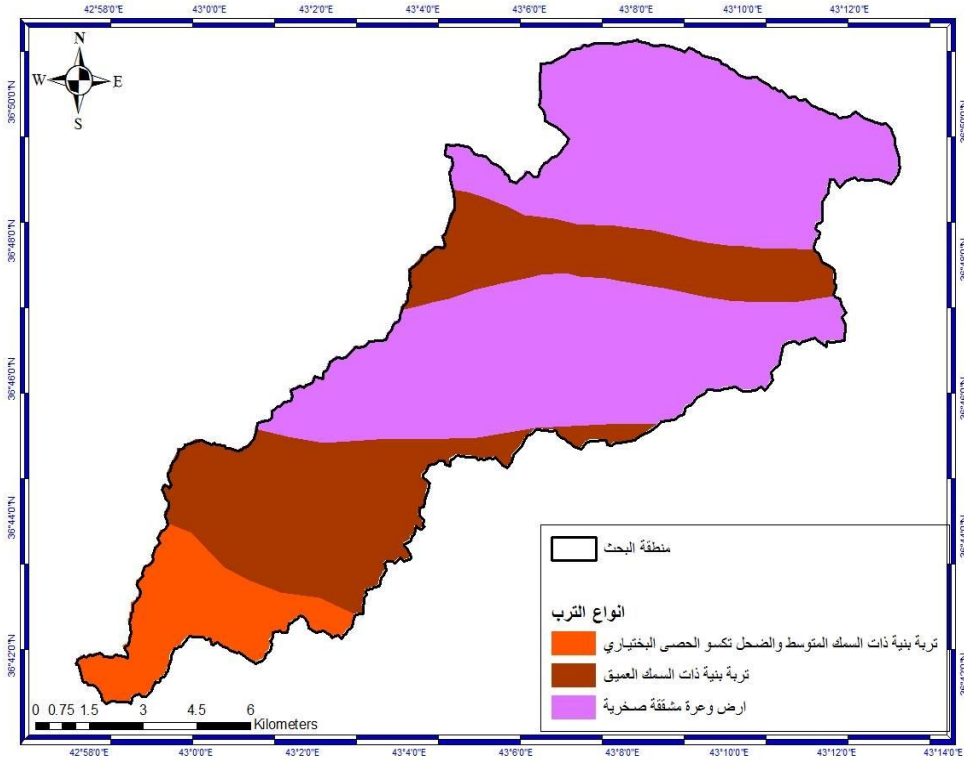


شكل (٥) التضاريس حسب الانحدار (ZINK)

المصدر:- من عمل الباحث باعتماد برنامج (Arcgis, ١٠.٣) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

اما المناخ فتم اعتماد بيانات محطة دهبك المناخية للمدة ٢٠٠٤ - ٢٠١٤ لقرنها من منطقه الدراسة جدول(٣)، اذ تباينت كمية الاشعاع الشمسي الواصلة للمنطقة بين الصيف والشتاء وسجلت اعلى ساعات السطوع خلال اشهر الصيف حالها حال مناخ المنطقة و العراق (١٢.٠٨ ساعة / اليوم) في شهر تموز، و اقلها في شهر كانون الثاني (٤.٣٣ ساعة / اليوم) وصاحب ذلك ارتفاع درجات الحرارة في شهر اب باعلى معدل عظمى (٤٠.٥١) و اقلها في كانون الثاني (١.٤٤) وهذه المعدلات ساهمت في تباين درجات الحرارة في السفوح المواجهة لاشعة الشمس وبالتالي زيادة العمليات الجيومورفولوجية والتبخر و قلة الجريان السطحي ، والعكس في مناطق الظل وتكون فرصة اكبر للجريان السطحي و بناء مجاري مائية جديدة وزيادة اطوالها و من ثم زيادة مساحة الاحواض المائية، اما كمية الامطار المستلمة في محطة دهبك فهي مرتبطة بنظام الامطار بالمنطقة التي تزداد فرصة سقوطها شتاء، اذ سجل اعلى مجموع شهري في كانون الثاني بواقع (٩٩ ملم) وتتعدم خلال الصيف، كما ترتبط الرطوبة النسبية بعلاقة طرديا مع الامطار و عكسيا مع درجات الحرارة و زيادة الاشعاع الشمسي، اذ سجلت المحطة اعلى معدل شهري في كانون الثاني (٦٧.٠٨) ملم، في حين سجل شهر اب اقل كمية (١٣.٣٥) ملم، اما التربة

فقد تنوعت في المنطقة بين الترب البنية ذات السمك المتوسط في جنوب غرب الحوض عند المصب و الترب البنية السمكية و العميقة في وسط المنطقة و الترب الوعرة و المشققة والصخرية في الاقسام الجبلية الوعرة وسط وشمال شرق المنطقة جدول (٤) وشكل (٦) (Buringh, P., ١٩٦٠).



شكل (٦) ترب منطقة الدراسة حسب (Buringh)

المصدر:- من عمل الباحث باعتماد (Buringh, ١٩٦٠) وبرنامج (arctgis, ١٠.٣).

٤. النتائج والمناقشة

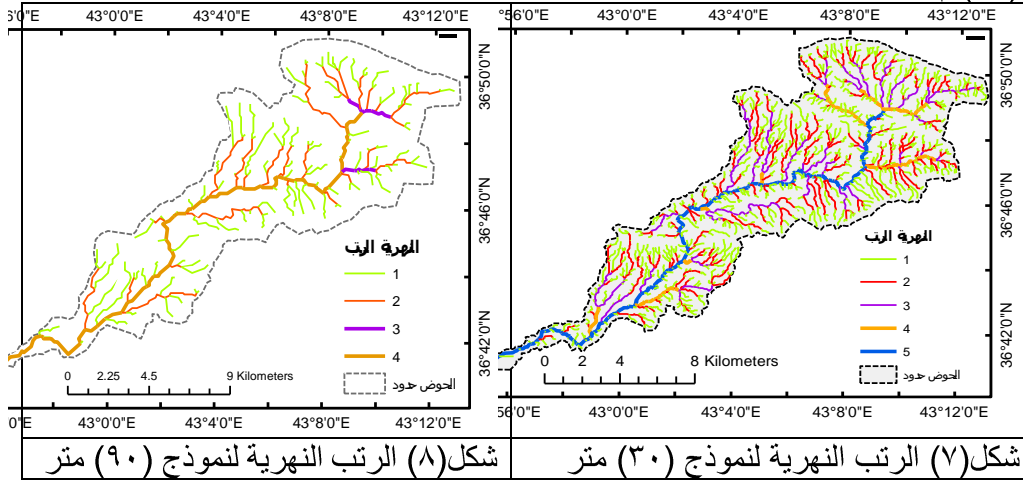
من خلال الاطلاع على جدول (٥) الذي يظهر نتائج التحليل المورفومتري لنموذج الارتفاع الرقمي بدقة التمييز (٣٠ و ٩٠)م وبالاتماد على وسيلة الحساب المورفومتري (Morphometric toolbox v.٢) والمطورة من قبل (Beg ٢٠١٥) المنشورة على الموقع ESRI الامريكي، وهي وسيلة مكملة لوسيلة القياسات المورفومترية - ArcGIS toolbox (Hydrology)، وعلى هذا الاساس تمت دراسة الحوض بالاعتماد على نمودي الارتفاع الرقمي (٣٠ و ٩٠) م وعلى اساس حساب المعاملات المورفومترية الاتية(شبكة الصرف والخصائص الشكلية والخصائص النسيجية والخصائص التضاريسية فضلا عن التحليل الهيسومتري).

٤. ١. معاملات شبكة التصريف Drainage Network Parameters

شبكة الصرف النهرية لاي حوض هي مخرجات للعوامل الطبيعية في المنطقة ومنها خصائص الصخور واشكالها التركيبية و درجة استجابتها للمؤثرات المناخية القديمة والحالية و تؤثر خصائص الصخور (النفاذية والمسامية و الصلابة) والانحدار العام للسطح فضلا عن التراكم من صدوع و فواصل و طيات، في تحديد الشكل العام لروافد الحوض برتبه المختلفة من اعداد واطوال (محسوب ٢٠٠١) ومن المعاملات المهمة في شبكة الصرف.

- (اعداد واطوال المراتب النهرية) (Numbers and lengths of Stream Order)

اذ اعتمد في استخراجها اسلوب (Horton, ١٩٤٥) وتعديله من قبل (Strahler, ١٩٥٦; Schumms, ١٩٥٢) الذي ينص على ان المرتبة الاولى التي لا يصب بها اي رافد، و الثانية التي تتكون من التقاء رافدين من الاولى، و يؤشر ذلك ان المنطقة متضرسة اذا زاد عدد الرتب النهرية و بخلافه فالمنطقة تصبح في مرحلة النضج اي (تعرضت للتآكل اكثر من غيرها). نلاحظ من الجدول (٥) والشكل (٨ و٧) الفرق في اعداد و اطوال المراتب النهرية في حوض بندوية لنموذجي الارتفاع الرقمي، اذ سجل الحوض اعداد مراتب اجمالي لجميع المراتب (١٠٥٠) وادي، وهو من المرتبة الخامسة في نموذج (٣٠) م، في حين كان الحوض من الدرجة الرابعة و مجموع مراتب اجمالي (١٤٧) في نموذج (٩٠) م.



المصدر: SRTM- DEM- ١ arc second (٣٠ m)

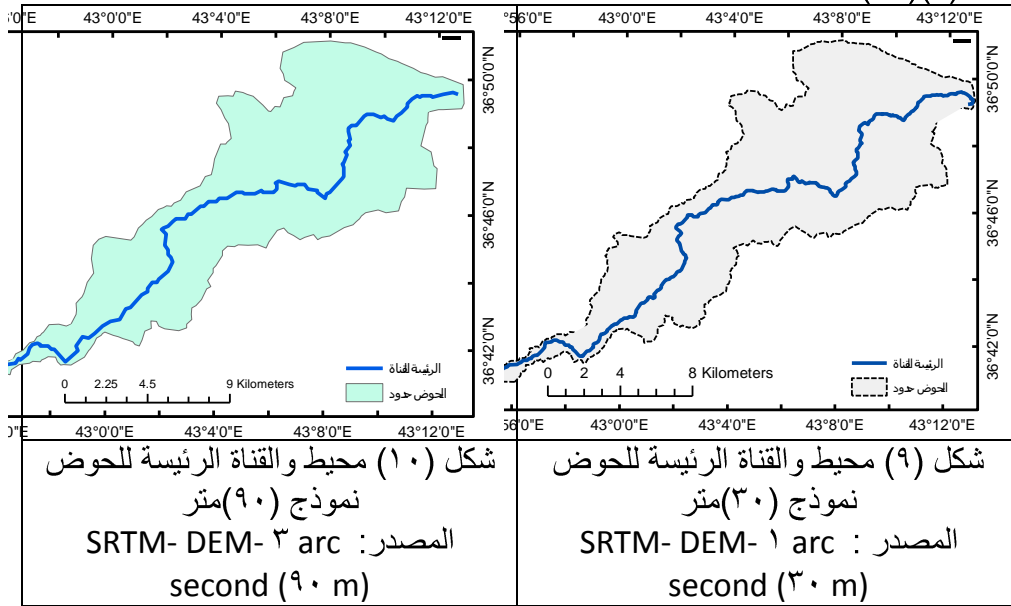
- نسبة التشعب (Bifurcation Ratio Rb) ومعدلها لنموذج ٣٠ م (٥.٦٢)

و (٥.٣٨) لنموذج ٩٠ م. وسجل الحوض مجموع اطوال في نموذج ٣٠ م (٥٤٥.٩٥٧٠) كم، و (١٩٩.٧٥٧) كم لنموذج ٩٠ م وهذا الفرق الواضح في الاعداد والاطوال يبين بصورة جلية دقة التمييز المكاني لنفس الحوض وبالتالي يغير التحليل الجيومورفولوجي والهيدرولوجي لهذه الخصائص المورفومترية و يؤشر على ان الحوض معقد في تضاريسه ولازال يتعرض للتآكل و تتحكم فيه التراكم الجيولوجية لارتفاع نسبة التشعب فيه.

٤. ٢. الخصائص الشكلية للحوض **Geometry Parameters** بالاعتماد على الاشكال الهندسية (المربع و المستطيل و الدائري و المثلث) يتم دراسة الخصائص الشكلية للاحواض والغرض منها لفهم المرحلة الجيومورفولوجية التي وصل لها الحوض و العمليات المشكلة له و حجم الفيضانات، وطبيعة عمليات التعرية والترسيب وامكانية تحديد الاخطار التي تتعرض لها المنطقة (محسوب ٢٠٠١)، وتحت هذا العنوان يمكن استخلاص (١٦) متغير يتعلق بشكل ومساحة الحوض بالاعتماد على نموذجي الارتفاع الرقمي ٣٠ م و ٩٠ م و على بيانات (SRTM-DEM).

- **مساحة الحوض (Basin Area):** سجلت المساحة الكلية (١٥٣.٥٣) كم^٢ و (١٤٩.٤٧) كم^٢ على التوالي، والسطحية (١٥٧.٣٢) كم^٢ و (١٥٣.٤٠) كم^٢ على التوالي لنموذجي الارتفاع الرقمي (٣٠ م و ٩٠ م)، ولكن يوجد زيادة في مساحة الحوض ضمن نموذج ٣٠ م بفارق لا يتجاوز ثلاث كم^٢.

- **محيط الحوض (Basin perimeter(P):** الذي يمثل خط تقسيم المياه للحوض عن بقية الاحواض، وكانت الزيادة في محيط الحوض بفارق ١٠ كم^٢ اذ سجل نموذج (٣٠) (٩٢.٦) كم و نموذج (٩٠) (٨٢.٧) كم، وهذا يعني زيادة في المساحة الحوضية، وبالتالي زيادة في التصريف، فضلا عن علاقته بالخصائص الشكلية من شكل الحوض واستطالته واستدارته، شكل (٩) (١٠).



- **طول الحوض (Length Basin) Lb:** لم يكن الفرق كبير بين النموذجين اذ كانت ٣١ كم في نموذج ٣٠ م و ٣٠ م في نموذج ٩٠ م، في حين زاد الفرق بينهم بالنسبة للقناة الرئيسية للحوض بفارق ٤ كم، وهذا يدخل في قياسات مورفومترية عدة وبالتالي التحليل الجيومورفولوجي والهيدرولوجي للحوض.

- نسبة المطابقة Rf (Fitness ratio) :

هي نسبة طول القناة الرئيسة الى طول المحيط و هو مقياس طبوغرافي حسب (Melton ١٩٥٧) و (Hajam et al ٢٠١٣) ويستخرج من المعادلة: $Rf = Lc/P$ ، حيث Rf نسبة التطابق، Lc طول الوادي الرئيسي للحوض، P محيط الحوض، اذ سجل الحوض تقارب في النسب (٠.٤٥) و(٠.٤٦) على التوالي لنموذجي ٣٠ و ٩٠ م.

- معامل الشكل او معامل الهيئة (Form Factor) Ff: يوضح النسبة بين مساحة الحوض على مربع طول الحوض، و يدل انخفاض المعامل على الامتداد الطولي و قلة المساحة بالنسبة لطوله اي يكون اقرب الى المثلث حسب (محسوب ٢٠٠١) كانت النتائج متقاربة جدا لنموذجي الارتفاع الرقمي (٠.١٥٨) و (٠.١٦) على التوالي ٣٠ م و ٩٠ م وهذا يؤشر ان الحوض طولي الشكل حسب (Pareta and Pareta, ٢٠١١) وعليه يمكن التنبؤ بالجريان السطحي وفرصة حدوث الفيضانات ويمكن استخراجه من المعادلة الاتية: $Ff = A/Lp^2$ حيث Ff معامل الهيئة، A المساحة من شبكة الصرف، Lp^2 يمثل مربع طول الحوض.

- نسبة معامل الشكل (Shape Factor Ratio Sf): هي عكس معامل الشكل في النتائج اي كلما قلت كلما اقتربت من الشكل الدائري واذا ازداد كان طولي، وهو نسبة مربع طول الحوض الى مساحة الحوض (Strahler ١٩٦٤) وهي ايضا متقاربه جدا (٦.٣١) و (٦.١) في النموذجين على التوالي.

- المحيط النسبي (Relative perimeter Rp): استخرج حسب (Schumm ١٩٥٦). من قسمة مساحة الحوض الى محيط الحوض $Rp = A/P$ اذ A مساحة الحوض و P محيط الحوض و كانت متقاربة (١.٦٤) و(١.٨٠) على التوالي .

- علاقه الطول بالمساحة (Length Area Relation Lar): يستخرج حسب (Pareta and Pareta, ٢٠١١, Hack ١٩٥٧) من المعادلة

$Lar = 1.4 \times A^{0.6}$ تمثل A مساحة الحوض و(٠.٦) ثابت متقاربه جدا ايضا (٢٨.٥٨) و (٢٨.٢٤) على التوالي في النموذجين .

- معامل التكوير (Rotundity coefficient R c): استخرج حسب المعادلة (Strahler ١٩٦٤ Zavoianu ١٩٨٥): الاتية

$Rc = Lb^2 \times (\pi/4A)$ حيث A مساحة الحوض و Lb طول الحوض و يكون اقرب الى الدائري او شبه الدائري كلما اقترب الناتج من الواحد الصحيح و اذا زادت قيمته ١.٢٧ فانه يكون مربع اما في حال وصلت الى (١٠-١٥) يكون مستطيل او ب، ومن خلال الجدول (٥) نجد تقارب جدا في القيم (٤.٩٥) و(٤.٨١) على التوالي في نموذجي ٣٠ و ٩٠ م وكلاهما يشيران الى استطالة الحوض.

- نسيج التصريف (**Dt Drainage Texture**): وفق (Horton ١٩٤٥) هي مجموع اعداد الـ r ترتيب النهرية الى محيط الحوض ، $Dt=Nu/P$ ، حيث t نسيج الصرف، Nu اعداد الـ r ترتيب النهرية، P محيط الحوض، وقد صنفت حسب (Smith ١٩٥٠) الى خمس فئات تعتمد على (الصخور و المناخ و الانحدار و النباتات و نوع التربة)، تتراوح بين الخشن جدا (اقل من ٢) والمعتدلة من (٤ - ٦) والناعمة جدا اكثر من (٨) ولوحظ ان الحوض في بيانات النموذجين ذو نسجة ناعمة جدا في ٣٠ م (خشن جدا في ٩٠ م) وهذا يظهر التباين الواضح في الدقة التمييزية المكانية في النموذجين وما يترتب عليه من تحليل وتفسير جيومورفولوجي وهيدرولوجي في نفس الوقت.
- متوسط عرض الحوض (**Wb (Mean Basin Width)**): يمكن الحصول عليه من حاصل قسمة المساحة على طول الحوض (محسوب ٢٠٠١)، ويمكن استخراجها من معادلة (Horton ١٩٣٢) $Wb=A/Lb$ حيث A المساحة و Lb طول الحوض، ويرجع تباين العرض الى خصائص الحوض الطبيعية من انحدار و طبيعة الصخور ونوعية المناخ، وكانت النتائج متطابقة في النموذجين تقريبا (٤.٩١) و (٤.٩٤) للنموذجين على التوالي
- معامل الاندماج او معامل التماسك (**Compactness coefficient Cc**): ويستخرج من قسمة محيط الحوض على محيط دائره لها نفس مساحة الحوض والقيم المنخفضة تدل على تقدم الحوض في تطوره الجيومورفولوجي وقلّة الانحدار والعكس من ارتفاع القيم تدل على عدم تناسق محيط الحوض وابتعاده عن الشكل المستدير (محسوب ٢٠٠١)، وتحسب (Horton ١٩٤٥) من المعادلة: $Cc=0.282 \times p/\sqrt{A}$ ، اذ Cc معامل التماسك، ٠.٢٨٢ ثابت، p محيط الحوض، A مساحة الحوض، وسجل الحوض قيما متباينة في نموذج الارتفاع الرقمي ٣٠ م و ٩٠ م بواقع (٢.١٣٩) و (١.٩٢) على التوالي، اذ كانت في نموذج ٣٠ م مرتفع نسبيا تدل على عدم تناسق محيط الحوض وابتعاده عن الشكل المستدير، في حين ان النموذج ٩٠ م يشير الى قلة تعرج محيطها و تقدمها في الدورة التحاتية.
- نسبة الاستدارة (**Circularity Ratio Rc**): وهي النسبة بين مساحة الحوض الى مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض، عند اقتراب قيم نسبة الاستدارة من الواحد الصحيح تشير الى اقترابه من الشكل المستدير وتقدم الحوض في دورته التحاتية و زيادة عمليات الحت الراسي (محسوب ٢٠٠١) ويمكن الحصول عليها من المعادلة الآتية: $Rc=4A\pi/P^2$
- وتمثل Rc معدل الاستدارة، ϵ ثابت p محيط الحوض A مساحة الحوض، و سجل في نموذجي الارتفاع الرقمي (٠.٢٢) و (٠.٢٧) (٣٠ م و ٩٠ م) على التوالي وهما بذلك بعيدان عن الشكل الدائري المنتظم مع تعرج محيطه، مما يؤشر على طول القنوات المائية و بالتحديد القريبة من مناطق تقسيم المياه (المحيط) للترتيب الاولى و الثانية.
- نسبة الاستطالة (**Elongation Ratio Re**): حسب (Schumm, ١٩٥٦) لتحديد استطالة الحوض او اقترابه من الشكل المستطيل او ابتعاده عنه، من خلال قسمة طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض الى اقصى طول للحوض، وحسب Pareta and

(Pareta, ٢٠١١) يمكن تصنيف استطالة الحوض بين (١-٠)، اذا كانت (٠.٥-٠) شديدة الاستطالة، (٠.٧-٠.٥) طويل، (٠.٨-٠.٧) قليل الطول، (٠.٩-٠.٨) بيضوي، (٠.٩-٠.٨) دائري، ومن جدول (٥) وشكل (٦) نلاحظ ان نسبة الطول في كلا النموذجين ٣٠ م و ٩٠ م كانت قريبة من الصفر (٠.٤٤) و (٠.٤٥) على التوالي، وتستخرج من المعادلة التي اقترحها (Zavoianu, ١٩٨٥) الآتية: $Re = 1.129 \times \sqrt{A} / Lb$ ، حيث Re معدل الاستطالة، Lb طول الحوض ، A المساحة، 1.129 ثابت ويستدل منها ان الحوض اقرب الى الاستطالة وقلة تصريفه وضعف الناتج الرسوبي له، ومتطابق مع بقية المعاملات الشكلية التي تشير الى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري المنتظم.

٣.٤ تحليل الخصائص النسيجية (Drainage Texture Analysis) و تشمل الخصائص الآتية:

- كثافة التصريف (Drainage Density Dd) حسب (Horton, ١٩٤٥) تحسب من خلال قسمة اطوال المجاري المائية للحوض الكلية على مساحة الحوض $Dd = Lu/A$ ، A تمثل مساحة حوض الصرف، Lu هو طول المجاري الكلي لشبكة التصريف، و هو مؤشر على خصائص المنطقة من (نفاذية التربة والانحدار ونوعية المناخ والنبات الطبيعي) التي تتحكم بهذه الكثافة وتباينها من منطقة الى اخرى، كما ان الكثافة العالية تشير الى مخاطر الفيضان، في حين ان النفاذية العالية وقلة التساقط و قلة الانحدار تزيد من معامل الترشح وقلة الجريان السطحي. وفي حوض بندوية ومن الجدول (٥) نلاحظ ان النسب متباين جدا في الكثافة بين النموذجين، وبالتالي تباين التحليل الهيدرولوجي فلولوجي لهما، اذ كانت النتائج (٣.٥٧) و (١.٣٣) كم/كم^٢ لنموذج ٣٠ م و ٩٠ م وهذا يوضح الفرق بين اعداد المراتب لكلا النموذجين وبالتالي اطولهما، اما كثافة الصرف المعدلة التي تم حسابها بالاعتماد على المساحة السطحية للاحواض فهي قريبة من المساحة المستوية، اذ سجلت (٣.٤٧) و (١.٣٠) كم/كم^٢ و هي بذلك توضح دقة التمييز المكاني لنموذج الارتفاع الرقمي .

- التكرار النهر (F Stream frequency) و هو العلاقة بين اعداد المراتب النهرية والمساحة (محسوب ٢٠٠١)، $F = Nu / A$ ، اذ F التكرار النهري و A المساحة و Nu اعداد المراتب الكلي، ويوضح طبيعة المنطقة من ناحية التركيب الجيولوجي والغطاء النباتي ومدى نفاذية التربة، فضلا عن الشدة المطرية و كمية الامطار الساقطة على المنطقة، وفي الحوض سجل التكرار النهري (الكثافة العددية) (٦.٨٨) و (٠.٩٨) مجرى/كم^٢ وهذا فرق واسع بين النماذج (٣٠ و ٩٠) م يدل على تباين الدقة التمييزية المكانية الواضحة ، اما الكثافة المعدلة على المساحة السطحية فهي قريبة من النتائج السابقة اذ كانت (٦.٧٦) و (٠.٧٥) مجرى/كم^٢ .

- معدل بقاء المجرى او (معامل صيانة المجرى) (Ccm Constant of channel maintenance)، مؤشر اعتمده ، Schumm ١٩٥٦ لقياس المساحة المطلوبة لتغذية كم^٢ من طول ويمكن الحصول عليه من قسمة جميع اطوال المراتب على مساحة الحوض وكانت النتائج في الحوض (٠.٢٧) و (٠.٧٤) كم/كم^٢ في النموذجين (٣٠ و ٩٠) م على التوالي و ايضا سجل المعامل المعدل على المساحة السطحية قيم قريبة جدا من النتائج

الاصلية بواقع (٠.٢٨) و (٠.٧٦) كم/٢ كم على التوالي و هي نتائج تشير الى طبيعية المنطقة ومنها المناخ و الانحدار و نوعية الصخور و كثافة الغطاء النباتي و التي تمثل بيئة واحدة للحوض ولكن الدقة التمييز المكاني لنموذجي الارتفاع الرقمي اظهر هذا التباين في المعامل .

- رقم الترشيح (**Infiltration Number Ifn**) وفق (Satish and Vajrappa ٢٠١٤)

ومعادلته: $Ifn = F \times Dd$ عدد الترشيح Ifn ، كثافة الصرف، F التكرار النهري، اي نتاج حاصل ضرب كثافة الصرف بالتكرار النهري اذ كلما زاد العدد يدل على تسرب اقل و ارتفاع الجريان السطحي وبخلافه العكس صحيح، سجل حوض بندوية عدد ترشيح فيه تباين واسع جدا بين النموذجين للارتفاع الرقمي (٣٠ و ٩٠ م)، اذ كان (٢٤.٦٣) و (١.٣١) على التوالي وهذا الفرق بين الرقمين دليل اخر على دقة التمييز المكانية العالية، وبالتالي يمكن من خلاله تحليل هذه الارقام تارة على انها ذات جريان سطحي اعلى في النموذج الاول (٣٠ م) في حين تشير قيمة العدد الى قلة الجريان في نموذج (٩٠ م)، بينما سجلت القيمة المعدلة نتائج مقارنة للنتائج السابقة لكلا النموذجين بواقع (٢٣.١٦) و (٠.٧٣).

- شدة التصريف (**Drainage Intensity Di**) يرتبط هذا المعامل بكل من التكرار

النهري و كثافة الصرف و يمثل النسبة بين التكرار النهري الى كثافة الصرف حسب (

٢٠١١) $Di = F/Dd$ حيث Di شدة التصريف، F التكرار النهري، Dd كثافة

الصرف، ومن خلال الدراسة ظهر ان الحوض في نموذجي الارتفاع الرقمي فيه تباين ايضا في هذا المعامل اكثر من ضعف العدد، اذ سجل (١.٩٢) لنموذج (٣٠ م) و (٠.٧٣) لنموذج (٩٠ م)، وهذا يؤشر جريان اعلى في نموذج (٣٠ م) وشدة جريان كبيرة لانحدار المنطقة، وبالتالي تعرضها لتعرية الصخور و التربة.

- متوسط طول الجريان السطحي (**Average Length of Overland Flow Lg**)

حسب (Horton ١٩٤٥). هي امتداد المياه في الجريان السطحي قبل تركزها في قنوات الجريان، و يساوي نصف كثافة الصرف و تشير النسبة التي تصل التي تقل عن (٠.٢) كم الى مسارات قصيره وانحدار اشد وقلة التسرب، اما اذا كانت (٠.٢-٠.٣) انحدار وتسرب وجريان معتدل اما اذا اكثر من (٠.٣) يعد مسار تدفق طويل مع زيادة التسرب وقلة الجريان السطحي و يمكن استخراج قيمته حسب معادلة (Horton ١٩٤٥)

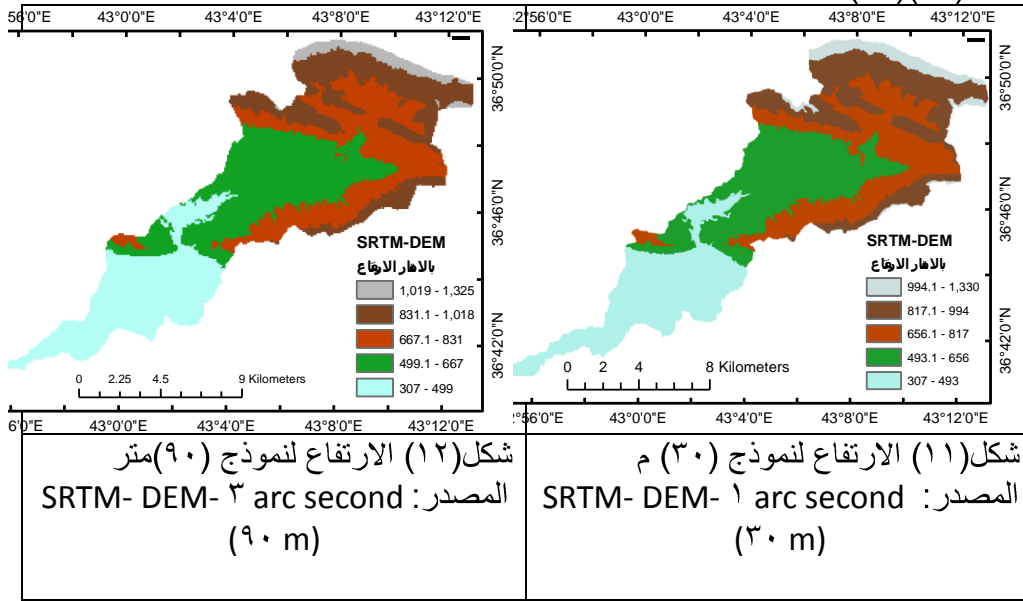
$Lg = 1/2 \times Dd$ ، حيث ان Lg متوسط طول الجريان السطحي ب(كم)، Dd كثافة الصرف، سجل الحوض متوسط طول (٠.٣١) لنموذج (٣٠ م) و (٠.٣٧) لنموذج (٩٠ م)، وهذا يؤشر على قصر طول المجاري و الشدة الجريان في النموذج الاول و قلت الجريان مع زياده التصريف في النموذج الثاني وبالتالي تغيير الخصائص الهيدرولوجية لتصنيف الهواء.

٤. تحليل الخصائص التضاريسية **Basin Relief** وتعد انعكاسا لزيادة فعالية ونشاط

عمليات التعرية و اثرها في تشكيل مظاهر السطح، فضلا عن نوعية الصخور و خصائصها الفيزيائية و الكيمائية (محسوب ٢٠٠١) و من خلالها يمكن معرفه الخصائص الطبوغرافية

للحوض و من ثم درجه الانحدار و اثارها على مناطق تقسيم المياه وفهم تطور الشبكة المائية فضلا عن فهم مرحلة الحوض العمرية و التي يمكن ايجاز اهمها :

- ارتفاع مخرج الحوض (Height of Basin outlet m): ويمثل اقل ارتفاع في الحوض وغالبا ما يكون مصبات الاحواض، في حوض بندويه تم اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي DEM للحصول على (اعلى و اقل نقاط الارتفاع) وتبين ان النقطة (٣٠٧) م في مصب الحوض في الجنوب الشرقي هي الاقل للنموذجين اي متطابقة تماما ، شكل (١١) (١٢).



- اعلى ارتفاع للحوض (Maximum Height of basin m): وتمثل اعلى مناطق محيط الحوض (مناطق تقسيم المياه) او منابع الحوض، اذ سجل (١٣٣٠) م في نموذج (٣٠) م و (١٣٢٥) م في نموذج (٩٠) م عند الاجزاء الشمالية الشرقية للحوض، بفارق ٢٥ متر لصالح نموذج (٣٠) م و هي زياده مؤثره جدا في التحليل الجيومورفولوجي والهيدرولوجي للحوض .

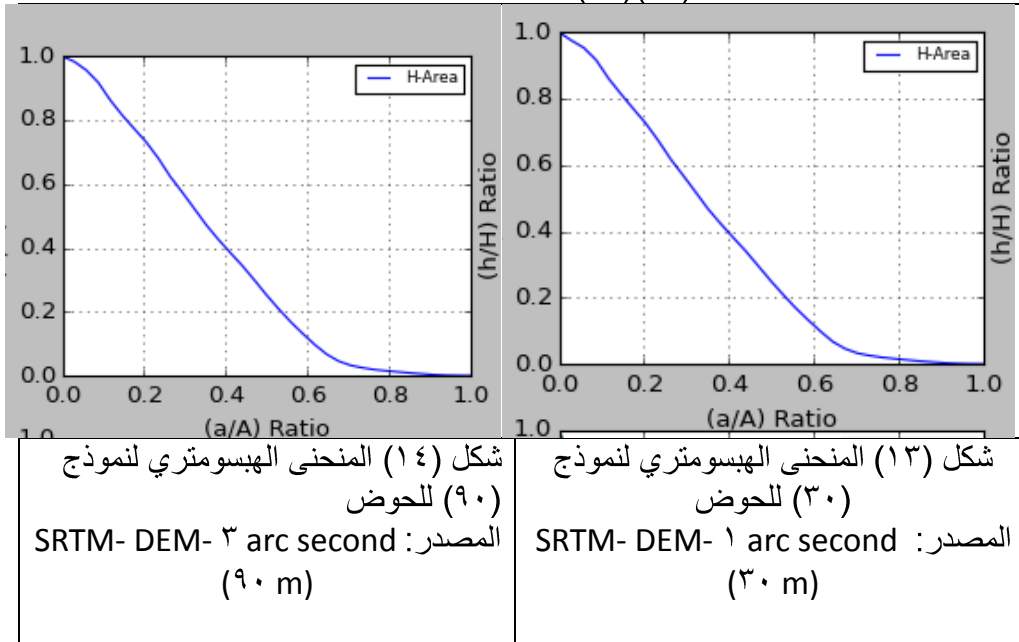
- تضرس الحوض الكلي (Total Basin Relief H): وهو الفرق بين اعلى و اقل منسوب للحوض (سلامة ٢٠٠٧) و سجل في حوض بندويه (١٠٢٣) م و (١٠١٨) م للنموذجين (٩٠ و ٣٠) م على التوالي.

- نسبة التضرس: حسب (Schumm) $R_{hi} = H/L_b$ ، R_{hi} نسبة التضرس، H تضرس الحوض الكلي، L_b طول الحوض (كم) ، تتناسب قيمة هذه النسبة مع درجه التضرس الكلية للحوض طرديا ،ويمكن الحصول على نسب التضرس من قسم تضاريس الحوض (الفرق بين اعلى وادنى نقطه) على طول الحوض (محسوب ٢٠٠١) ومن خلال هذه النسبة بالامكان استنباط مرحلة عمر الحوض، اذ تدل القيم الدنيا على نشاط عمليات التعرية و التراجع نحو المنبع و تقدم الحوض في دورته الحثية، و العكس تشير الى تضرس الحوض و شبابه و تاخر في دورته الحثية (ابورية ٢٠٠٧) و من الجدول (٥)

- سجل الحوض (٠.٠٣٢) و(٠.٠٣٣) لنموذجي الارتفاع الرقمي، وهي نسبة متقاربة جدا تدل على تقدم الحوض في دورته الحثية بصوره عامة و نشاط عمليات التعرية و زيادة كميات الرواسب لتضرس الحوض .
- **نسبة التضرس النسبية (Relative Relief Ratio):** تدل القيم المنخفضة لهذه النسب على ضعف مقاومة الصخور و نشاط عوامل التعرية في الحوض عند ثبات المناخ، ويمكن الحصول عليها من خلال قسمة تضاريس الحوض على محيطه مضروبا في (١٠) (محسوب ٢٠٠١) او من المعادلة الاتية $R_{hp} = H * 100 / P$ التي اقترحها (Melton ١٩٥٧) حيث R_{hp} يمثل التضاريس النسبية، H فرق الارتفاع (كم)، P محيط الحوض (كم)، وكانت هذه النسبة (١.١٠٤) و(١.٢٣٠) في النموذجين على التوالي و هي نسبة منخفضة تؤكد نشاط عمليات التعرية في الحوض وضعف مقاومة الصخور وتقدم الحوض في دورته الحثية .
- **نسبة التدرج (Gradient Ratio):** هو مؤشر علي انحدار القناة المائية، الذي ينتج تقدير الجريان السطحي وفق (Pareta and Pareta ٢٠١١) استخرجت هذه النسب من المعادلة: $R_g = (Z - z) / L_b$ اذ $R_g =$ نسبة التدرج، $(Z - z)$ أعلى وأدنى قيمة (م)، L_b طول الحوض (كم)، كانت هذه النسبة (٠.٠٣٢) و(٠.٠٣٣) لنموذجي (٣٠ و ٩٠) م على التوالي وهي متقاربة للنموذجين وتدل على تشابه الظروف الجيولوجية و المناخية للحوض.
- **عدد الوعورة (Ruggedness Number):** هذا المعامل يوضح العلاقة بين تضرس سطح ارض الحوض و اطوال مجاري شبكة التصريف فيه، اي نتائج كثافة الصرف مع تضرس الحوض (الدليمي ٢٠١٧) و يمكن الحصول على هذا المؤشر من المعادلة التي اقترحها (Strahler ١٩٦٤): $R_n = D_d * (H / 1000)$ ، حيث R_n قيمة الوعورة، H فرق الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (كم)، D_d كثافة التصريف، وظهر من الجدول (٥) ان عدد الوعورة (٣.٦٦) و(١.٣٦) للنموذجين على التوالي (٣٠ و ٩٠) م و الفارق كبير بين العديدين و هذا يؤكد زيادة تضرس الحوض في النموذج (٣٠) م و قلته في نموذج (٩٠) لارتباط هذا المعامل بالكثافة التصريفية التي بدورها تعتمد على اطوال واعداد المرتب النهرية والتي تباينت بين النموذجين بصورة كبيرة وواضحة تبعا لدقة التميز المكاني لنموذجي الارتفاع الرقمي .
- **عدد ميلتون للوعورة (Melton Ruggedness Number):** (ميلتون ١٩٦٥) مؤشر يوضح تضرس الحوض من خلال صلابة التضاريس داخل الحوض النهري، ويمكن الحصول عليه من المعادلة الاتية (Pareta and Pareta ٢٠١١) $MR_n = H / A$.٥ وسجل الحوض عدد (٨٢.٨٣) و(٨٣.٢٦) لنموذجي الارتفاع الرقمي (٣٠ و ٩٠) م على التوالي و كلاهما متقاربان في النتائج فضلا عن عدد ميلتون المعدل بحساب المساحة السطحية بدل المساحة المستوية اذ بلغ عدد ميلتون (٨١.٥٦)

و(٨٢.١٩) على التوالي وهو عدد متقارب مع النتائج السابقة لتشابه قياس الارتفاعات والمساحة في كلا النموذجين.

- مؤشر تموج التضاريس: **Terrain Undulation Index**: بالاعتماد على (Beg,) (٢٠١٥) وهو مؤشر يمثل النسبة بين المساحة السطحية الى المساحة المستوية للحوض فكلما ابتعدت قيمته عن الواحد الصحيح يدل على ان الحوض يتميز بتموج عالي التضاريس و يستخرج من المعادلة الاتية: $TUI=As/A$ ، حيث TUI مؤشر التموج A ، مساحة الحوض، As المساحة السطحية للحوض و من الجدول (٥) يظهر ان مؤشر التموج للحوض (١.٠٣ او ١.٠٢) لنموذجي الارتفاع (٣٠ و ٩٠) م على التوالي.
- ٤. التحليل الهيسومتري : يعد التحليل الهيسومتري من الادوات المهمة في دراسة احواض الانهار والوديان (الدليمي ٢٠١٧) و من اكثر الطرق شيوعا في هذا التحليل
- المنحنى الهيسومتري **curve Hypsometric** ويعتمد على العلاقة النسبية بين المساحات المحصورة بين الخطوط الكنتورية و ارتفاع تلك المساحات، فاذا كان المنحنى مقوسا الى الاعلى يدل على شباب الحوض و اذا كان مقعرا نحو الاسفل يشير للنضوج او الاتجاه نحو الشيخوخة (الدليمي ٢٠١٧) وبالاعتماد على نماذج الارتفاع الرقمي (٩٠ و ٣٠) م يظهر ان الحوض في المنحنى للنموذجين يشير ان لمرحلة النضج و يتجه نحو الشيخوخة، شكل (١٣) (١٤)



-التكامل الهيسومتري **Integral Hypsometric** وهو مقياس اخر يظهر المدة الزمنية التي قطعها الحوض و يعبر عن العلاقة بين مساحة الحوض و تضاريسه، وتشير القيم المرتفعة الى زيادة مساحة احواض التصريف وانخفاض تضاريسها، وهذا يفسر التقدم العمري لهذه الاحواض (ابو العينين ١٩٩٥) و بالاعتماد على نتائج التحليل الهيسومتري باستخدام وسيلة morphometric toolbox بلغت قيمة التكامل الهيسومتري في حوض

بندوية (٣٤.٨) في نموذج ٣٠م و (٣٥.٧) في نموذج ٩٠ م، و عليه يتجه الحوض نحو النضج المبكر و الشيخوخة و التباين في النموذجين طفيف جدا

٥. الاستنتاجات

توصلت الدراسة الى جملة استنتاجات وهي كما يأتي:-

- أ. تباين واضح وكبير في اعداد واطوال ومحيط ونسب تشعب المراتب النهرية بين النموذجين (٣٠ و ٩٠) م للارتفاع الرقمي .
- ب. لم يظهر تباين كبير في القيم المساحية المستوية و السطحية والشكلية للحوض (الاستدارة والاستطالة والتكوير) للنموذجين، وكذلك الحال مع المنحنى والتكامل الهبسومتري الذي يعتمد على المساحة و الارتفاع.
- ت. ظهور تباين واضح وكبير في الخصائص النسيجية (كثافته الصرف وشدته و معامل الصيانة وعدد الترشيح و الجريان السطحي) للنموذجين و ذلك لاعتمادها على اعداد و اطوال المجاري المائية.
- ث. ظهور تباين في بعض معاملات التضرس مثل (معامل عدد الوعورة وميلتون) في حين كانت بقية المعاملات متقاربة النتائج .
- ج. ان التباين الواضح والكبير في المعاملات التي تعتمد على اعداد واطوال المراتب و محيط الحوض لها دلالاتها الجيومورفولوجية و الهيدرولوجية و الجيولوجية وبالتالي التأثير في اتخاذ اي قرار في بناء صورة للتقييم الاراضي وبالتالي الاستخدام الامثل لهذه الاحواض او المناطق.

Abstract**Spatial resolution of Digital Elevation Model and its impact on the morphometric measurements- Pendawi basin a case study****By Ahmed Abdul Sattar Jabir**

The efficiency of morphometric analysis of basins depends on the accuracy of the used data and analysis technique. The Penduya basin which lies in northern Iraq was selected because it is one of the small basins with an area of about ١٥٧.٣٢ square kilometres. The morphometric analysis can be repeated several times for the purpose of comparing the variation in the morphometric features. The current study aims at analysing the morphometric measurements in the Penduya basin by adopting typical spatial resolution of the digital elevation models i.e., (٣٠ and ٩٠ meters). The analysis was carried out by adopting the GIS technique and its modifications in the field of morphometric analysis, i.e., morphometric toolbox, to check which of the morphometric parameters will be affected more than the others and their impact on the development and planning in the region. The results have shown that most of the morphometric parameters of the basin, which are related to the number, length and density of the drainage lines, have a clear and significant difference in the value of these parameters. The morphometric measurements calculated using the digital height model (٣٠) meters (١ arc second) values differ from those calculated based on the DEM of (٩٠) meters (٣ arc second). The results show that, the measurements from the first model (٣٠ meter) show an increase in the number of drainage lines, their lengths and basin perimeter by up to five times in comparison with the second model (٩٠ meter) by various values for the other geometric and areal measurements. The results of the study have shown that the digital height data should be selected according to the required morphometric details.

الهوامش

^١ <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=٧af٤٢٥da١٨٥٣٤٨٧f٨e٢c٩b٣٩٦٣٣٨٧de٨>

المصادر

- ١- ابو العينين ، حسن سيد احمد، اصول الجيومورفولوجيا ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية ، ط ١١ ، ١٩٩٥ .
- ٢- أبو رية، أحمد محمد أحمد، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج (دراسة جيومورفولوجية)، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب- جامعة الإسكندرية، ٢٠٠٧، ص ٤٦-٥٠.
- ٣- الدليمي ، خلف حسين ، علم الاشكال الارضية (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، دارصفاء للنشر والتوزيع ، ط١، عمان ، ٢٠١٢ .
- ٤- الدليمي.خلف حسين، الانهار (دراسة جيوهيدرومورفومترية تطبيقية)، دارصفاء للنشر والتوزيع ، ط١، عمان ، ٢٠١٧ .
- ٥- رقية احمد محمد أمين العاني ، جيومورفولوجية سهل السندي ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة الموصل ، كلية التربية ، ٢٠١٠ ، ص ٦٤ .

- ٦- سلامة ، حسن رمضان ، اصول الجيومورفولوجيا ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة ، ط ٢ ، ٢٠٠٧ .
- ٧- الشابك ، زهير ، مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية ، جيولوجية نطاق الطيات العالية في العراق ، عدد خاص ، رقم ٦ ، ٢٠١٤ .
- ٨- محسوب، محمد صبري، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، القاهرة، دار الفكر العربي ، ط١، ٢٠٠١، ص٢٠٢-٢٠٧ .
- ٩- إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأمناء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات عناصر المناخ ، بيانات غير منشورة دهوك (٢٠٠٠ - ٢٠١١) .
١. Basavarajappa, H., K. Pushpavathi & M. Manjunatha (٢٠١٥) Morphometric Analysis on Precambrian Rocks In Part of Cauvery Basin, Chamarajanagar District, Karnataka, India, Using Geomatics Technique. Journal Impact Factor, ٦, ٩٧-١١٢.
٢. Beg, A. A. F. (٢٠١٥) Morphometric Toolbox: A New Technique in Basin Morphometric Analysis Using ArcGIS (Pages ٢١-٣٠). Global Journal of Earth Science and Engineering ٢, ٢١-٣٠.
٣. Beg, A. A. F. ٢٠١٥. ArcGIS -Morphometric toolbox, available at : <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=٧af٤٢٥da١٨٥٣٤٨٧fae٢c٩b٣٩٦٣٣٨٧de٨>.
٤. Buringh, P., (١٩٦٠). Soils and Soil Conditions in Iraq, Republic of Iraq, Ministry of Agriculture, Directorate general of agricultural research and projects .Baghdad
٥. Chandrashekar, H., K. Lokesh, M. Sameena & G. Ranganna (٢٠١٥) GIS-Based Morphometric Analysis of Two Reservoir Catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. Aquatic Procedia, ٤, ١٣٤٥-١٣٥٣.
٦. Hack, J. T. ١٩٥٧. Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland.
٧. Hajam, R. A., A. Hamid & S. Bhat (٢٠١٣) Application of Morphometric Analysis for Geo-Hydrological Studies Using Geo-Spatial Technology-A Case Study of Vishav Drainage Basin. Hydrology: Current Research.
٨. Horton, R. E. (١٩٣٢) Drainage-basin characteristics. Eos, Transactions American Geophysical Union, ١٣, ٣٥٠-٣٦١.
٩. Horton, R. E. (١٩٤٥). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin, ٥٦, ٢٧٥-٣٧٠.
١٠. Melton, M. A. ١٩٥٧. An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology. DTIC Document.
١١. Miller, V. C. (١٩٥٣) A Quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area Virginia and Tennessee.
١٢. Pareta, K. & U. Pareta (٢٠١١) Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna basin, India using ASTER (DEM) data and GIS. International Journal of Geomatics and Geosciences, ٢, ٢٤٨-٢٦٩.
١٣. Satish, K. & H. Vajrappa (٢٠١٤) Morphological Parameter Estimation Derived From ASTER DEM Using GIS and Remote Sensing Techniques. International Journal of Research, ١, ١٩٥٩-١٩٦٧.
١٤. Schumm, S. A. (١٩٥٦) Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological society of America bulletin, ٦٧, ٥٩٧-٦٤٦.
١٥. Smith, K. G. (١٩٥٠) Standards for grading texture of erosional topography. American Journal of Science, ٢٤٨, ٦٥٥-٦٦٨.
١٦. Strahler, A. N. (١٩٦٤) Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. Handbook of applied hydrology.

١٧. Strahler, A. N. (١٩٥٢b) Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, ٦٣, ١١١٧-١١٤٢.
١٨. Strahler, A. N. (١٩٥٧) . Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American geophysical Union, ٣٨, ٩١٣-٩٢٠.
١٩. Strahler, A. N. (١٩٥٢a) Dynamic basis of geomorphology. Geological Society of America Bulletin, ٦٣, ٩٢٣-٩٣٨.
٢٠. Zavoianu, I. ١٩٨٥. Morphometry of drainage basins. Elsevier.
٢١. - ٢-Global Weather Data for SWAT

جدول (١) المكاشف الصخرية في منطقة الدراسة

نوع التكوين	مساحة (كم ^٢)	نسبة مئوية %	درجة المقاومة
جرس	٢٥.٣١	١٦.٥٩	ضعيفة
فتحة العضو العلوي	٤.٣٦	٢.٨٥	ضعيفة
مقدادية	٥.٣٢	٣.٤٨	ضعيفة
التربة المتبقية	١٩.٦٦	١٢.٨٨	ضعيفة
ترسبات المنحدرات	٢٣.٧٨	١٥.٥٩	ضعيفة
انجانة	٨.٨	٥.٧٦	ضعيفة
فتحة غير متمايز	١٤.٥١	٩.٥١	ضعيفة
بيلاسي	٤٤.١٢	٢٨.٩٢	قوي جدا
كولوش	٦.٦٤	٤.٣٥	قوي
المجموع	١٥٢.٥٣	١٠٠	

المصدر: من عمل الباحث باعتماد برنامج (Arcgis, ١٠.٣) وخريطة رقم (٢)

جدول (٢) نوع التضاريس حسب الانحدار (زنك)

الصف	نوع التضاريس حسب الانحدار (زنك)	نوع الانحدار	درجة الانحدار	مساحة	نسبة
١	سهل او قاع وادي	مسطح	٠ _ ٢	١٥.٢٤	٩.٩٩
٢	سهول تحتية نهريه عليا	تموج خفيف	٢ _ ٨	٦٢.٩٩	٤١.٢٩
٣	تلال منخفضة	تموج	٨ _ ١٦	٤٠.٤٣	٢٦.٣١
٤	تلال مرتفعة	مقطعة مجزأة	١٦ _ ٣٠	٢٨.٥٩	١٨.٧٤
٥	جبال	مقطعة بدرجة عالية	٣٠ فاكثر من	٥.٢٥	٣.٤٤
المجموع				١٥٢.٥٣	١٠٠

المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد (العاني ، ٢٠١٠) و برنامج (Arcgis, ١٠.٣) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

جدول (٣) العناصر المناخية لمحطة دهوك للمدة (٢٠٠٤-٢٠١٤)

الاشهر	درجة الحرارة العظمى م	درجة الحرارة الصغرى م	مجموع الامطار ملم	سرعة الرياح م/ثا	الرطوبة النسبية %	الاشعاع الشمسي ساعة اليوم
كاتون ثاني	٩.٥٣	١.٤٤	٩٩٤.٤٣	٢.٣٣	٦٧.٠٨	٤.٣٣
شباط	١١.٦٤	٢.٢٣	٨١٨.٣	٢.٤٢	٦٦.٦٧	٤.٢٩
اذار	١٧.١١	٥.٥١	٦٣١.٨٣	٢.٥	٥٧.٤٢	٥.٨
نيسان	٢٣.٢٥	١٠.١٩	٥٣٨.٩٩	٢.٧١	٤٨.٨	٦.٢٩
مايس	٣٠.٤١	١٥.٧٤	١٤٠.٦٣	٢.٦٩	٣٢.١	٩.١٤
حزيران	٣٧.٧	٢٠.٧٨	١.٤٩	٢.٧١	١٦.٩٨	١١.٢٤
تموز	٤٠.٨٧	٢٣.٨٧	٠.٠٤	٢.٦٩	١٤.٨٣	١٢.٠٨
اب	٤٠.٥١	٢٤.٣٨	٠.٠٦	٢.٧	١٣.٣٥	١١.٣٢
ايلول	٣٥.٣٢	٢٠.١٤	٢.٩٤	٢.٦٨	١٦.٧٦	١٠.١٢
تشرين اول	٢٧.٨٩	١٥.١٢	١١١.٣٧	٢.٦٨	٢٧.١٨	٧.١٨
تشرين ثاني	١٧.٦٩	٧.٧٦	٤٢٩.٠٧	٢.٢١	٤٦.٣٧	٦.٠٩
كاتون اول	١٢.٠٢	٣.٠٩	٦٨٧.٨١	٢.٢٧	٥١.٧٥	٥.١٧
المعدل السنوي	٢٥.٣٣	١٢.٥٢	٤٣٥٦.٩٥	٢.٥٥	٣٨.٢٧	٨.١٥

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على ١- Global Weather Data for SWAT -٢ إقليم كردستان العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات عناصر المناخ ، بيانات غير منشورة دهوك (٢٠٠٠ - ٢٠١١).

جدول (٤) ترب منطقة الدراسة

نوع التربة	مساحة	نسبة مئوية
ارض وعرة مشققة صخرية	٨٨.٢٥	٥٧.٨٥
تربة بنية ذات السمك المتوسط	١٧.٢٨	١١.٣٢
تربة بنية ذات السمك العميق	٤٦.٩٩	٣٠.٨
المجموع	١٥٢.٥٣	١٠٠

المصدر:- من عمل الباحث باعتماد (Buringh, ١٩٦٠) وبرنامج Arcgis, ١٠.٣ جدول (٥) نتائج التحليل المورفومتري لنموذجي الارتفاع الرقمي (SRTM) (٣٠ و ٩٠) متر

الخاصية او المعامل المورفومتري	القيم للنموذج (٩٠) متر	القيم للنموذج (٣٠) متر	morphometric analysis	NO
			Drainage Network Parameters	١
عدد المرتبة ١	١١٧	٨٢١	Number of stream order ١	٢
عدد المرتبة ٢	٢٦	١٧٧	Number of stream order ٢	٣
عدد المرتبة ٣	٣	٤٢	Number of stream order ٣	٤
عدد المرتبة ٤	١	٩	Number of stream order ٤	٥
-	-	١	Number of stream order ٥	٦
مجموع اعداد المراتب	١٤٧	١٠٥٠	Total no. of stream order	٧
اطوال المراتب ١	١٠٤٤٧٦.٤٦	٢٧٨٠٤٢.٥٥	Length of stream order ١ m	٨
اطوال المراتب ٢	٥٧٧٥٦.٧	١٤٢٦٨٧.٢	Length of stream order ٢ m	٩
اطوال المراتب ٣	٤٩٤٥.٦٥٥٧	٧٠٣١٠.٩٦٨	Length of stream order ٣ m	١٠

اطوال المراتب ٤	٣٢٥٧٨.٤٦٩	١٩٨٤١.٥٤١	Length of stream order ٤ m	١١
-	-	٣٥٠٧٥.١٦٧	Length of stream order ٥ m	١٢
مجموع اطوال المراتب الكلي	١٩٩٧٥٧.٢٨	٥٤٥٩٥٧.٤٢	Total length of streams m	١٣
نسبة التشعب ١:٢	٤.٥	٤.٦٣٨٤١٨١	Rb for ١:٢	١٤
نسبة التشعب ٢:٣	٨.٦٦٦٦٦٦٧	٤.٢١٤٢٨٥٧	Rb for ٢:٣	١٥
نسبة التشعب ٣:٤	٣	٤.٦٦٦٦٦٦٧	Rb for ٣:٤	١٦
-	-	٩	Rb for ٤:٥	١٧
معدل نسبة التشعب	٥.٣٨٨٨٨٨٩	٥.٦٢٩٨٤٢٦	Average Bifurcation ratio	١٨
الخصائص الشكلية للحوض	-	-	Geometry Parameters	
مساحة الحوض المستوية	١٤٩.٤٧٨١	١٥٢.٥٣٠٨٤	Total Basin Area(Kms ^٢)	١٩
مساحة الحوض السطحية	١٥٣.٤٠٤١٩	١٥٧.٣٢٠٩٣	Total Basin Surface Area(Kms ^٢)	٢٠
محيط الحوض	٨٢.٧٢٧٦٠٦	٩٢.٦٠٩٦١٥	Total Basin perimeter(Kms)	٢١
طول الحوض	٣٠.٢٥٧	٣١.٠٤٥	Basin Length (Kms)	٢٢
طول القناة الرئيسية	٣٨.٦٦	٤٢.٢٢٣	Main Channel Length (Kms)	٢٣
نسبة المطابقة	٠.٤٦٧٣١٦٨	٠.٤٥٥٩٢٤٦	Fitness Ratio	٢٤
معامل الشكل	٠.١٦٣٢٧٧٣	٠.١٥٨٢٦١٢	Form factor	٢٥
نسبة معامل الشكل	٦.١٢٤٥٥٤٩٨	٦.٣١٨٦٧	Shape Factor Ratio	٢٦
نسبة المحيط	١.٨٠٦٨٧٠٨	١.٦٤٧٠٣٠٢	Relative perimeter	٢٧
علاقة الطول بالمساحة	٢٨.٢٤٠٦٤٢	٢٨.٥٨٥٢٩٢	Length Area Relation	٢٨
معامل التكوير	٤.٨١٢١٤٦١	٤.٩٦٤٦٦٩١	Rotundity coefficient	٢٩
متوسط العرض	٤.٩٤٠٢٨١٥	٤.٩١٣٢١٧٥	Mean Basin Width	٣٠
نسجة التصريف	١.٧٧٦٩١٥٩	١١.٣٣٧٩١٦	Drainage Texture	٣١
معامل التماسك او الاندماج	١.٩٢٢٣٥٢	٢.١٣٠٣٣٧٩	Compactness Coefficient	٣٢
نسبة الاستدارة	٠.٢٧٤٥٤٤	٠.٢٢٣٥٥٣١	Circularity ratio	٣٣
نسبة الاستطالة	٠.٤٥٥٩٥٠٨	٠.٤٤٨٨٩٢٤	Elongation ratio	٣٤
تحليل الخصائص النسيجية	-	-	Drainage Texture Analysis	-
كثافة الصرف	١.٣٣٦٣٦٤٩	٣.٥٧٩٣٢٤٩	Drainage density (km/km ^٢)	٣٥
متوسط كثافة الصرف	١.٣٠٢١٦٣٢	٣.٤٧٠٣٤٢	Modified Drainage density (km/km ^٢)	٣٦
التكرار النهري	٠.٩٨٣٤٢١٧	٦.٨٨٣٨٥٣٩	Stream frequency (number/km ^٢)	٣٧
متوسط التكرار النهري	٠.٩٥٨٢٥٢٩	٦.٦٧٤٢٥٥١	Modified Stream frequency (number/km ^٢)	٣٨
معامل الصيانة	٠.٧٤٨٢٩٨٦	٠.٢٧٩٣٨٢٣	Constant of channel maintenance (km ^٢ /km)	٣٩
متوسط معامل الصيانة	٠.٧٦٧٩٥٢٩	٠.٢٨٨١٥٦	Modified Constant of channel maintenance (km ^٢ /km)	٤٠
عدد الترشيح	١.٣١٤٢١٠٢	٢٤.٦٣٩٥٥	Infiltration Number	٤١
متوسط عدد الترشيح	١.٢٤٧٨٠١٦	٢٣.١٦١٩٤٨	Modified Infiltration Number	٤٢
شدة التصريف	٠.٧٣٥٨٩٣١	١.٩٢٣٢٢٦٩	Drainage Intensity	٤٣

الجريان السطحي	٠.٣٧٤١٤٩٣	٠.١٣٩٦٩١١	Average Length of Overland Flow (Kms)	٤٤
متوسط الجريان السطحي	٠.٣٨٣٩٧٦٥	٠.١٤٤٠٧٨	Modified Average Length of Overland Flow (Kms)	٤٥
الخصائص التضاريسية	-	-	Basin Relief	-
ارتفاع مخرج الحوض	٣٠٧	٣٠٧	Height of Basin outlet (m)	٤٦
أقصى ارتفاع للحوض	١٣٢٥	١٣٣٠	Maximum Height of basin(m)	٤٧
تضرس الحوض الكلي	١٠١٨	١٠٢٣	Total Basin Relief (H) m	٤٨
نسبة التضرس	٠.٠٣٣٦٤٥١	٠.٠٣٢٩٥٢٢	Relief Ratio	٤٩
نسبة التضرس النسبية	١.٢٣٠٥٤٤٥	١.١٠٤٦٣٦٩	Relative Relief Ratio	٥٠
نسبة التدرج	٠.٠٣٣٦٤٥١	٠.٠٣٢٩٥٢٢	Gradient Ratio	٥١
عدد الوعورة	١.٣٦٠٤١٩٥	٣.٦٦١٦٤٩٤	Ruggedness Number	٥٢
عدد ميلتون للوعورة	٨٣.٢٦٤٣٣١	٨٢.٨٣١٧٤٤	Melton Ruggedness Number	٥٣
متوسط عدد ميلتون للوعورة	٨٢.١٩١٩٢٩	٨١.٥٦٠٩٧١	Modified Melton Ruggedness Number	٥٤
مؤشر تموج التضاريس	١.٠٢٦٢٦٥٣	١.٠٣١٤٠٤١	Terrain Undulation Index	٥٥
التكامل الهيسومتري	٣٥.٠٧	٣٤.٨	Hypsometric Integral (Height_Area Ratios)	٥٦

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على ١- (٣٠) arc second - ١ SRTM - متر

٢- ArcGIS - Morphometric toolbox V.٧ وبرنامج متر (٩٠) arc second - ٣ SRTM