



تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي دوميلان في شمال العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

م.د. عبد الباقي خميس حمادي الحمدي

الجامعة العراقية- كلية الاداب

المستخلص

تهدف الدراسة الى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في الكشف عن الخصائص المورفومترية لحوض وادي دوميلان والمتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة الصرف المائي من اجل بناء قاعدة معلومات جغرافية للحوض، وتم استخدام المرئية الفضائية DEM وخريطة العراق نوع Shep File في تحديد ورسم الخريطة الطبوغرافية وشبكة الصرف المائي وقد ادخلت هذه الخرائط الى برنامج Arc GIS 10.3 وقد تم انتاج خريطة للحوض النهري وللشبكة المائية والتي صنف الى مراتبها بحسب طريقة ادخال Wadi Analysis وهو تطبيق ضمن تطبيقات برنامج Arc GIS، ورسمت خريطة الارتفاعات الرقمية والخطوط الكنتورية لمنطقة الدراسة، وتم انتاج الخرائط الرقمية واخذ مختلف القياسات المورفومترية واجراء بعض العلاقات المكانية بين مختلف تلك الخصائص التي تشتمل عليها الحوض. كما تم دراسة الخصائص الطبيعية المؤثرة في الحوض ولاسيما الطبيعة الصخرية والمناخ والخصائص الطبوغرافية. بلغت مساحة الحوض الكلية (86.005 كم²) وتم رسم مقاطع تضاريسية تعكس خصائصه التضاريسية ومدى تأثيرها على خصائص الشبكة النهرية (الطولية والعديدية)، فضلا تصنيف هذه المجاري الى رتب نهريه خرائطيا بحسب الخصائص العديدية والطولية.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، المورفومترية، الشبكة النهرية

Morphometric analysis of Domilan basin in northern Iraq using geographic information System.

Dr. Abdulbaqi Khamees Hammadi AL-Muhammadi

AL-Iraqia University- College of Arts.

abdalbakikhamees@yahoo.com

Abstract

This study aims to using GIS technology in the detection characteristics morphometric River Basin Domelan represented characteristics of spatial and longitudinal and formal and topographic characteristics of sewer water in order to build a geographic database of the basin , was the use of visual space DEM and a map of Iraq type Ship file in the identification and mapping of topographic The sewer water was introduced into these maps to B.s. Arc GIS 10.3 has been producing a map of the basin of river and a network of water , which

are classified to or less the same , according to the way the introduction of Wadi Analysis and an application within the application program Arc GIS, and painted map of digital elevation contour lines of the study area , was the production of digital maps and took various morphometric measurements and make some spatial relationships between these various properties that include the pelvis. As has been the study of the natural characteristics affecting his post in the pelvis and the rocky nature of the climate and topographic features.

The area of the pelvis College (86.005km²) and has been drawing anthropomorphic terrain us reflects the topographic characteristics and the extent of its impact on the river network properties (longitudinal and numerical), as well as the classification of these sewage into river arranged according to the numerical properties and longitudinal.

Key Words: GIS, morphometric, river network.

المقدمة

يعد التحليل المورفومتري لأحواض الأنهر أحد الخصائص الجيومورفولوجية الكمية بمفهومها العام وهي أساليب تحليلية تتناول ظاهرات سطح الأرض ، لتوضيح مدى تفاعل العوامل المؤثرة في الشبكة النهرية من مناخ وتضاريس وانحدارات مختلفة وجيولوجية وتركيبية المنطقة من صدوع وخطيات وظواهر هيدرولوجية وتصريف النهر نفسه ، معتمدة على البيانات المأخوذة من الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والمرئيات الفضائية ، الامر الذي يساعدنا في دراسة الخصائص المورفومترية لشبكة الصرف المائي لحوض وادي دوميلا بطرائق الية متطورة ، وبناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية معتمدة على مصادر بيانات متقدمة متمثلة بانموذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model) وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.3) وبرنامج (Global Mapper) .

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في التخلص من نسبة التعميم التي تعاني منها القياسات المورفومترية في الطرق التقليدية المعتمدة على الخرائط الطبوغرافية؟ ويمكن من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية ومصادر بيانات الاستشعار عن بعد الحصول على نتائج أدق من الطرق التقليدية التي لا تخلو من الاخطاء فضلاً عن ان نظم المعلومات الجغرافية توفر الوقت والجهد .

فرضية البحث:

- ١- إن استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية تساهم في التخلص من الطرائق التقليدية في القياسات المورفومترية وبناء قاعدة بيانات لحوض وادي دوميلا.
- ٢- تعد بيانات الاستشعار عن بعد اكثر دقة كمصدر للمعلومات الجغرافية .
- ٣- مصادر بيانات الاستشعار عن بعد وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية توفر الجهد و الوقت في احتساب الخصائص المورفومترية .



هدف البحث:

يهدف البحث إلى توظيف نظم المعلومات الجغرافية في القياس الكمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي دوميلان ، وبناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية تتميز بدقة التفاصيل التي لا توفرها الخرائط الطبوغرافية ، لما لهذه الخصائص من أهمية في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية ، فضلاً عن إنتاج خرائط رقمية مورفومترية دقيقة وتصميمها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

طريقة العمل :

تم استخدام المرئية الفضائية DEM نموذج الارتفاعات الرقمية للعراق في تحديد الحوض وشبكة التصريف النهري حيث ادخلت الى برنامج ArcGIS 10.3 ، اذ تم انتاج خريطة الارتفاعات وخطوط الكنتور والشبكة النهرية التي صنفتم الى مراتبها بحسب طريقة ادخال Wadi Analysis وهو تطبيق ضمن تطبيقات برنامج Arc GIS ، ومن ثم اخذ مختلف القياسات المورفومترية واجراء العلاقات المكانية بين مختلف تلك الخصائص التي اشتمل عليها الحوض.

موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي دوميلان في الجزء الشمالي الشرقي من العراق ضمن محافظة السليمانية، وعلى الحدود الفاصلة بين العراق وإيران، ويبلغ مساحته الحوض (86.005km²) ينظر الخريطة (١). أما فلكياً يقع حوض وادي دوميلان بين دائرتي عرض (٣٥,٢٤-٣٦,٠٣) شمالاً و خطي طول (٤٥,٢٣-٤٥,٥٢) شرقاً فيحدها من جهة الشمال الشرقي الحدود الإيرانية ومن الشمال الغربي قضاء بشدر ومن الجنوب الشرقي قضاء حلبجة ومن الغرب مركز مدينة السليمانية.

١- الخصائص الطبيعية

١-١ البنية الارضية:

للبنية الجيولوجية تأثير مهم في تحديد شدة تأثير العمليات الجيومورفولوجية في أي منطقة ، من خلال تباين التكوينات الجيولوجية وما تتضمنه من ترسبات، أذ يؤثر اختلاف المكونات في مدى استجابتها لعمليات التجوية والتعرية من حيث درجة صلابتها وتماسكها وتقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الالتواءات المعقدة (جيوسنكلالين geosynclinals) الذي يقع في القسم الشرقي والشمال الشرقي من العراق .^(١) تتكون منطقة الدراسة من تكوينات عدة متنوعة جعلتها متأثرة بالعمليات الجيومورفولوجية مما أدى إلى تنوع تضاريسها وهي من الاقدم الى اللاحدث وعلى النحو الاتي:

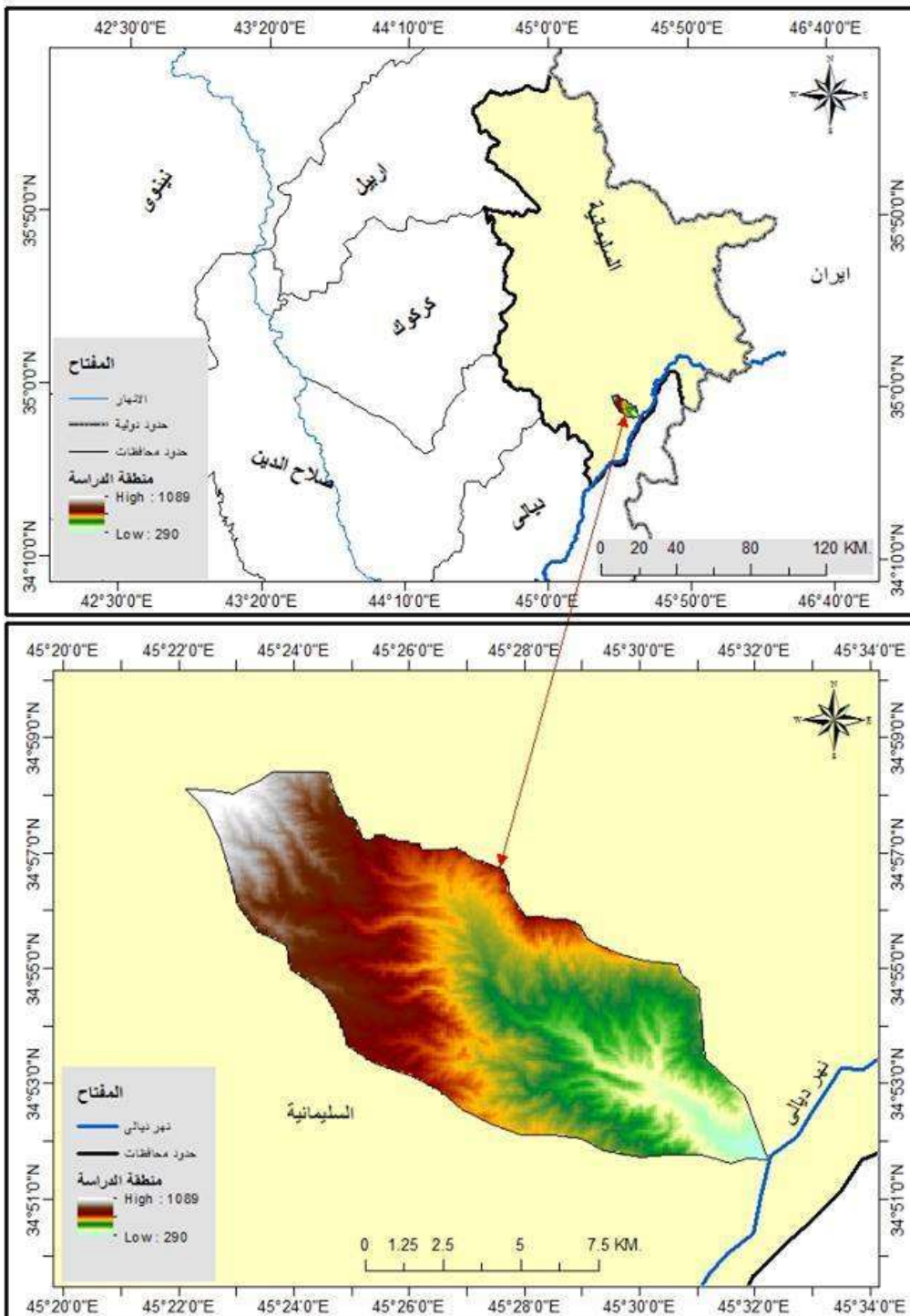
أ- تكوين بالمبو: يعد تكوين بالمبو من أقدم تكوينات منطقة الدراسة و أن الموقع المثالي لهذا التكوين هو وادي سيروان قرب مدينة حلبجة في الطرف الجنوبي من منطقة الدراسة ويتكون هذا التكوين من قسمين:

١- القسم الأول الأسفل: يتألف من تعاقب طبقات الحجر الجيري الدولومايتي (Aunonitiferous - Limestone) مع طبقات السجيل (Shale) يتميز الحجري الجيري باللون الرصاصي إلى الرصاصي الداكن جيد إلى متوسط التطبق، صلب وغالباً ناعم التبلور^(٢)



- ٢- القسم الثاني الأعلى: يتألف من طبقات الحجر الجيري والمارل ويمتاز الحجر الجيري باللون الرصاصي إلى الرصاصي الداكن متوسط التطبيق صلب وناعم التبلور، وان سمك هذا التكوين قد يزيد على (٢٠٠٠م)^(٣).
- ب- تكوين كوميتان: يقع هذا التكوين قرب قرية كوميتان ويتكون من الحجر الجيري الكليوجراني وقدرت الدراسة سمك تكوين الكوميتان بحدود (٤٢٥م). ويمكن تميز هذا التكوين بأنه يتألف من الحجر الجيري وحدوده العليا والسفلى واضحة ويوجد في الأجزاء الغربية وشمالية الغربية من منطقة الدراسة.
- كما ميزت هذه الدراسة أربعة أقسام من العمود الطبقي لهذا التكوين وهي من الأسفل إلى الأعلى.
- ١- القسم الأسفل: هي مجموعة طبقات من الحجر الجيري الرصاصي اللون ذي التطبيق المتوسط والجيد وصلب إلى صلب جداً ناعم التبلور.
- ٢- القسم الأوسط: مجموعة طبقات من الحجر الجيري البيوتوميني (Bituminous limes or) الذي يمتاز مكسره باللون الأسود، متوسط التطبيق صلب ناعم التبلور تنبعث منه رائحة قيرية عند الحرق، ويمكن اعتبار هذه المجموعة طبقات دالة (Marlerbede) متابعة لتكوين الكوميتان.
- ٣- القسم الأعلى: مجموعة طبقات من الحجر الجيري رصاصي إلى رصاصي داكن أحياناً، رقيق التطبيق صلب إلى متوسط الصلابة ناعم التبلور^(٤).
- ٤- القسم الأعلى جداً: يتألف من الحجر الجيري الرصاصي إلى الرصاصي الفاتح متوسط التطبيق، صلب ناعم التبلور.

خريطة (١) موقع حوض وادي دوميلان من محافظة السليمانية



المصدر : صورة فضائية نوع (DEM) ومعالجتها باستخدام برنامج GIS - Arc 10.2

ج -تكوين تانجورا Companion – L. Mastrichtian (TanjeroFn): قسم تكوين تانجورا إلى ثلاثة أقسام اعتماداً على التتابع الصخاري وأن الحد الفاصل بين الأقسام هي حدود انتقالية وقد قدر سمك التكوين بـ ١٠٣٠م يوجد هذا التكوين في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة وفي ما يأتي وصف الأقسام من الأسفل إلى الأعلى:
-القسم الأسفل: يتألف من تتابع طبقات السجيل (Shale) والصخور الرملية والطينية والغرينية، فضلاً عن المدملكات (Conglomerate) السجيل (Shale) هي الغالبة في هذا القسم، ويمتاز بأنه رصاصي إلى رصاصي داكن متوسط الصلابة إلى هش. أما طبقات الصخور الطينية فغالباً ما تكون رصاصية إلى رصاصية داكنة اللون وكتلية البنية الطباقية متوسط الصلابة.

-القسم الأوسط: يتألف من الصخور الرملية أو صخور رملية كلسية أو صخور جيرية رملية (Sandy lines tone)، تمتاز الصخور الرملية باللون رصاصي أو الرصاصي الداكن، صلبة إلى صلبة جداً مما يكسبها تضاريس عالية النسبة قياساً إلى بقية الأقسام، يحتوي القسم الأوسط أحياناً على بعض المتحجرات الكبيرة مثل اليليسبودا (Pele cupids) وقليل من الأمونيات واللفوتوزيا^(٥).

-القسم الأعلى: يتألف من تتابع السجيل والصخر الرملي والصخر الغريني والصخر الطيني والمدملكات السجيل يكون غالباً رصاصي إلى رصاصي داكن متوسط الصلابة أما الصخر الرملي فهو أكثر صلابة من بقية الصخور وحجم حبيباته يتراوح من ناعم إلى خشن وهي رديئة الفرز، فضلاً عن احتوائه أحياناً على بعض التراكيب الرسوبية كالكرات الطينية (Clay Balls)^(٦).

د -تكوين ناوبردشان ولاش (Naopurdan Walsh Croup): أن صخور هذه المجموعة تمثل الجزء الأسفل (غير بركاني) للصخور البانية للنطاق الزاحف في العراق يمتاز هذا المقطع بفقدان الصخور البركانية سواء كانت لافاً أو بايرو كلاستك أو إعادة ترسيب الصخور.

هـ-تكوين انجانة: يعود هذا التكوين إلى عصر الأيوسين الأوسط (الزمن الثالث) ويتركز غرب منطقة الدراسة، ويتكون من صخور طينية حمراء مع ترسبات صلبة رملية فضلاً عن حبيبات من الجبس والصخور الملحية وهذه الترسبات ذات أصل ناري غنية بالحديد وتمتاز بسرعة تعرضها للتجوية في أقصى شمال شرق لمنطقة الدراسة قرب الحدود الإيرانية^(٧).

و-ترسبات العصر الرباعي: تتمثل هذه الترسبات بعصر البلايستوسين وهي ترسبات الشرفات النهرية وترسبات اقدام الجبال وترسبات المراوح الغرينية والسهول الفيضية. البنية التركيبية لمنطقة الدراسة: تقع منطقة الدراسة ضمن قطاع الاندفاع ويقع هذا القطاع في أقصى الشمال الشرقي من العراق ويمتاز بمناطق جبلية وعرة، أما اتجاه الصدوع فيه فتكون من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ومن الجنوب إلى الشمال ويمتد مابين نهري هزيل سو والزاب الأعلى وتتمتاز بكثرة الالتواءات الجيولوجية العنيفة^(٨).

اما من ناحية وجود الطيات فتمتاز المنطقة بوجود الطيات المحدبية ومنها طية أزمر چوارته: تقع هذه الطية في القسم الشمالي الغربي من مدينة چوارته وتكون موازية للحدود بين چوارته والسلیمانیة و طية أشکوت (ازار میرد): تقع هذه الطية مقابل مدينة چوارتا من



جهة مدينة السليمانية حيث يظهر جبل (شيركوش) البالغ ارتفاعه ١٢٥٠ فوق مستوى سطح البحر وطية لارس: تقع هذه الطية قرب قرية (ستك) وعلى ارتفاع ١٢٥٨م فوق مستوى سطح البحر في لارس إلى ١٦٧٤ فوق مستوى سطح البحر. اما الطيات المقعرة المحيطة بمنطقة الدراسة: منها طية دولروت: تقع هذه الطية المقعرة بين طية ئه زمر وقيوان من الجهة الشرقية وطية بيرة مكرون من الجهة الغربية وطية تانجورا: تأخذ هذه الطية شكلاً أكثر اتساعاً من الطية الأولى ويجري فيها نهر عاتي بان وتقع بين طية بيرة مكرون من الجهة الشرقية وطية طاسلوجة برنان من الجهة الغربية^(٩).

١-٢ تضاريس المنطقة:

من خلال ملاحظة الخريطة (٢) ان خطوط الكفاف تتباين في منطقة الدراسة ما بين (٣٠٠-٥٥٠م) في مصب الحوض ، اما في وسط الحوض بلغت (٥٥٠-٧٠٠م) وفي المنبع او الاطراف تراوحت بين (٧٠٠-١٠٥٠م) وتتضمن منطقة الدراسة تضاريس متنوعة : تشمل المنطقة الجبلية، متمثلة بالجيال العالية الارتفاع والمعقدة الالتواءات ، اذ تتراوح الارتفاعات فيها ما بين ١٧٥٤ م و ٢٣٣٢ م وتقع في ضمن هذه المنطقة سلسلة جبال كموفي الشمال الشرقي لمنطقة الدراسة وكذلك سلسلة جبال سركو في الشرق اما في الجهة الجنوبية سلسلة جبال كوره كاراوما وفي الجهة الشمالية الغربية سلسلة جبال ازمر جوارتا والجهة الغربية سلسلة جبال الكويزة . وتوجد الاخاديد والوديان عند المناطق المرتفعة .

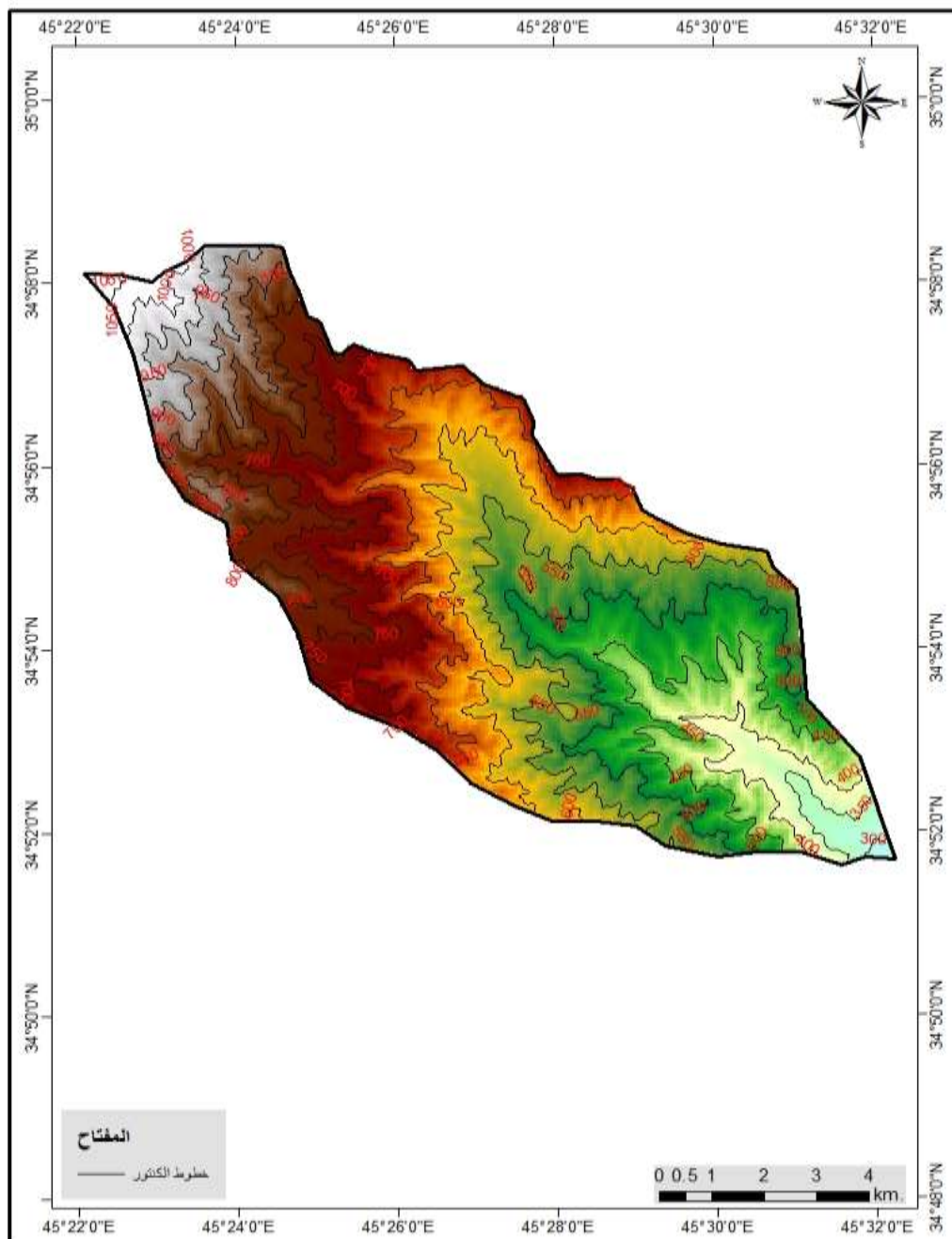
١-٣ مناخ منطقة الدراسة:

يؤثر المناخ في تشكل وتطور الاحواض النهرية، من خلال تأثيره في العمليات الجيومورفولوجية فهو يؤثر في معدلات التجوية والحت والتراجع للمنحدرات وتغير القنوات النهرية وتطورها الى مراتب اعلى كما يؤثر في عمليات التعرية والاسباب النهرية، اذ ترتبط هذه العملية ارتباط وثيق بعناصر المناخ ولاسيما الحرارة والامطار ومن تأثير هذين العنصرين ينتج احواض نهريّة متباينة في اشكالها الارضية وخصائصها المورفومترية^(١٠)

١-٣-١ درجة الحرارة:

تعد درجة الحرارة واحدة من اهم العناصر المناخية التي تشكل خواص منطقة الدراسة، وترتبط الحرارة بزاوية سقوط الإشعاع الشمسي ومعدلاته وهذا يرتبط في التوزيع اليومي والفصلي لدرجات الحرارة^(١١) تم اختيار ثلاث محطات مناخية لتحليلها وهي محطة (السليمانية ، بنجوين جوارتا). ومن الجدول (١) نلاحظ أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطة (السليمانية ، جوارتا، بنجوين) بلغ (١٩,٥٠ ، ١٦,٦٢ ، ١٣,١٤) على التوالي ، وكان ابرد الشهور في المحطات الثلاث هو كانون الثاني إذ سجل في (السليمانية ، وجوارتا ، وبنجوين) (٦,٤ ، ٣,٩٤ ، ٢,٩٤) على التوالي ، أما أحر الشهور فكان شهر تموز إذ سجل في المحطات المدروسة (٣٤,٨٢ - ٣٠,٣٤ - ٢٧,٦٦) على التوالي . أما بالنسبة للمدى الحراري السنوي بين أحر الشهور وأبردها (تموز، كانون ٢) فكان في السلیمانية وجوارتا وبنجوين على النحو التالي (٩,٥٩ م - ١٠,٠٧ م - ٧,٥١ م) شكل (١) ، جدول (٢).

خريطة (٢) خطوط الكنتور لحوض دوميلان



المصدر: صورة فضائية نوع (DEM) ومعالجتها باستخدام برنامج GIS - Arc 10.2

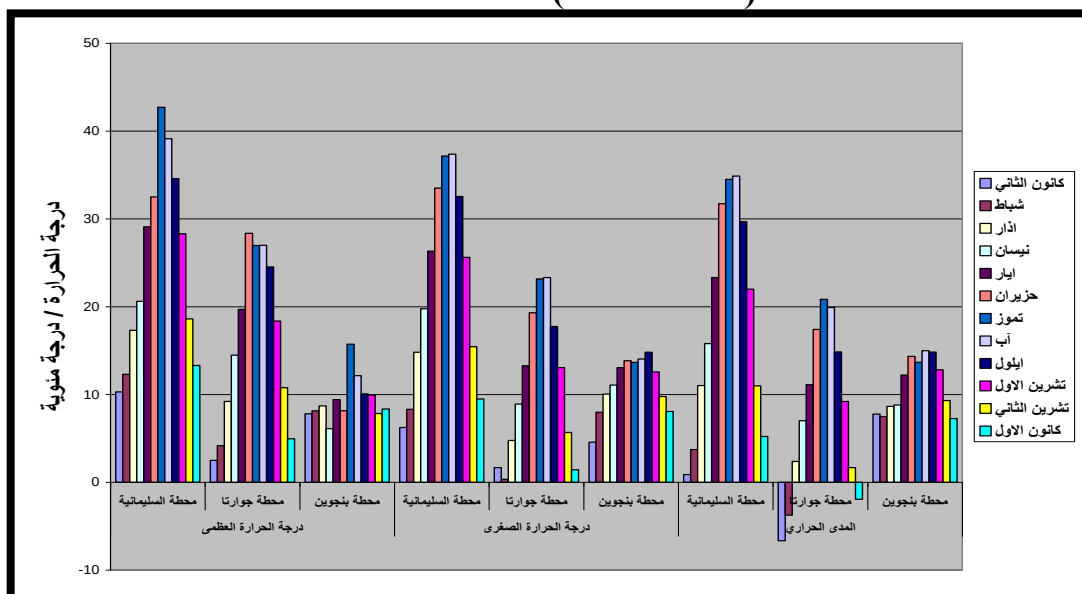


جدول (١) معدل درجات الحرارة لثلاث محطات من عام (١٩٩٠-٢٠١٨)

الاشهر	محطة السليمانية			محطة جوارتا			محطة بنجوين		
	المعدل	الصغرى	العظمى	المعدل	الصغرى	العظمى	المعدل	الصغرى	العظمى
كانون الاول	١٣,٣	٤,٩٦	٩,١٣	٩,٤٨	١,٤٢	٥,٤٥	٥,٢٢	-١,٩٤	١,٦٤
كانون الثاني	١٠,٣	٢,٥٠	٦,٤	٦,٢٣	١,٦٦	٣,٩٤	٠,٨٧	-٦,٦٧	-٢,٩٤
شباط	١٢,٣	٤,١٦	٨,٢٣	٨,٣١	٠,٣٣	٤,٣٢	٣,٧٣	-٣,٧٥	-٠,٠١
آذار	١٧,٣	٩,٢١	١٣,٥١	١٤,٨١	٤,٧٦	٩,٧٨	١١,٠٢	٢,٣٧	٦,٦٩
نيسان	٢٠,٦	١٤,٤٨	١٧,٥٤	١٩,٧٧	٨,٩	١٤,٣٣	١٥,٨	٧	١١,٤
أيار	٢٩,١	١٩,٦٩	٢٤,٣٩	٢٦,٣٢	١٣,٢٧	١٩,٧٩	٢٣,٣٢	١١,١٢	١٧,٢٢
حزيران	٣٢,٥	٢٨,٣٥	٣٠,٤٢	٣٣,٥١	١٩,٣	٢٦,٤٠	٣١,٧٣	١٧,٤	٢٤,٥٦
تموز	٤٢,٧	٢٦,٩٧	٣٤,٨٣	٣٧,١٥	٢٣,١٥	٣٠,٣٤	٣٤,٥	٢٠,٨٣	٢٧,٦٦
أب	٣٩,١٣	٢٦,٩٩	٣٠,٠٦	٣٧,٣٦	٢٣,٣٢	٣٠,١٥	٣٤,٨٨	١٩,٩	٢٧,٣٩
أيلول	٣٤,٦	٢٤,٥٣	٢٩,٥٦	٣٢,٥٥	١٧,٧٥	٢٥,١٥	٢٩,٦٨	١٤,٨٥	٢٢,٢٦
تشرين الاول	٢٨,٣	١٨,٣٦	٢٣,٣٣	٢٥,٦٢	١٣,٠٦	١٩,٣٤	٢٢	٩,٢	١٥,٦
تشرين الثاني	١٨,٦	١٠,٧٧	١٤,٨٥	١٥,٤٤	٥,٦٨	١٠,٥٦	١٠,٩٨	١,٦٧	٦,٣٢
المعدل السنوي	١٩,٥٠			١٦,٦٢			١٣,١٤		

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الانواء الجوية والرصد الزلزالي، السليمانية،
محطة السليمانية المناخية.

شكل (١)
 درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في محطات منطقة الدراسة للمدة
 (١٩٩٠-٢٠١٨)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢).



جدول (٢)
درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في محطات منطقة الدراسة
للمدة (١٩٩٠-٢٠١٨)

الاشهر	محطة السليمانية			محطة جوارتا			محطة بنجوين		
	العظمى	الصغرى	المدى	العظمى	الصغرى	المدى	العظمى	الصغرى	المدى
كانون الاول	١٣,٣	٤,٩٦	٨,٣٤	٩,٤٨	١,٤٢	٨,٠٦	٥,٢٢	-١,٩٤	٧,٢٦
كانون الثاني	١٠,٣	٢,٥٠	٧,٨	٦,٢٣	١,٦٦	٤,٥٧	٠,٨٧	-٦,٦٧	٧,١٦
شباط	١٢,٣	٤,١٦	٦,١٤	٨,٣١	٠,٣٣	٧,٩٨	٣,٧٣	-٣,٧٥	٧,٤٨
أذار	١٧,٣	٩,٢١	٨,٦٩	١٤,٨١	٤,٧٦	١٠,٠٥	١١,٠٢	٢,٣٧	٨,٦٥
نيسان	٢٠,٦	١٤,٤٨	٨,١٢	١٩,٧٧	٨,٩	١١,٠٧	١٥,٨	٧	٨,٨
أيار	٢٩,١	١٩,٦٩	٩,٤١	٢٦,٣٢	١٣,٢٧	١٣,٠٥	٢٣,٣٢	١١,١٢	١٢,٢
حزيران	٣٢,٥	٢٨,٣٥	٨,١٥	٣٣,٥١	١٩,٣	١٣,٨٥	٣١,٧٣	١٧,٤	١٤,٣٣
تموز	٤٢,٧	٢٦,٩٧	١٥,٧٣	٣٧,١٥	٢٣,١٥	١٤,٦٤	٣٤,٥	٢٠,٨٣	١٤,٦٧
أب	٣٩,١٣	٢٦,٩٩	١٢,١٤	٣٧,٣٦	٢٣,٣٢	١٤,٠٤	٣٤,٨٨	١٩,٩	١٣,٩٨
أيلول	٣٤,٦	٢٤,٥٣	١٠,٠٧	٣٢,٥٥	١٧,٧٥	١٤,٨	٢٩,٦٨	١٤,٨٥	١٤,٤٣
تشرين الاول	٢٨,٣	١٨,٣٦	٩,٩٤	٢٥,٦٢	١٣,٠٦	١٢,٥٦	٢٢	٩,٢	١٢,٨
تشرين الثاني	١٨,٦	١٠,٧٧	٧,٨٣	١٥,٤٤	٥,٦٨	٩,٧٦	١٠,٩٨	١,٦٧	٩,٣١
المدى لثلاث م	٩,٥٩			١٠,٠٧			٧,٥١		

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الانواء الجوية والرصد الزلزالي، السليمانية، محطة السليمانية المناخية

١-٣-١٢ الامطار: الامطار او التساقط فهو مصطلح مناخي يشير الى شيء تدره السحب من حملتها المائية والجليدية، والذي يصل الى سطح الارض سائلا او صلبا او مختلطا احيانا كما وتعد الامطار المصدر الرئيس لتغذية الاحواض النهرية السطحية والجوفية لذلك نجد ان بالامكان تصنيف الاحواض بحسب مواسم تساقط الامطار حيث ان هناك احواض موسمية ووقتية واخرى دائمة. ويعد حوض دوميلان من الاحواض الدائمة الجريان طول العام معتمداً على مياه الامطار وعلى المياه الجوفية والينابيع اثناء انقطاع المطر، ومن خلال جدول (٣) والشكل (٢) ان مجموع التساقط السنوي في محطة السليمانية (٦٣٠,٧) ملم وفي محطة جوارتا (٨٣٩,٩) ملم ومحطة بنجوين وهي أكثر مجموع (١١٨٧,٣) ملم، ويعد شهر كانون الثاني في محطات السليمانية وجوارتا وبنجوين من أكثر الشهور سقوطاً للأمطار



إذ يبلغ مجموع الأمطار في محطة السليمانية (١٢٧,٢)، ويبلغ في محطة جوارتا (١٧٣,٠)، ويبلغ في محطة بنجوين (٢٤٩,١) ملم.

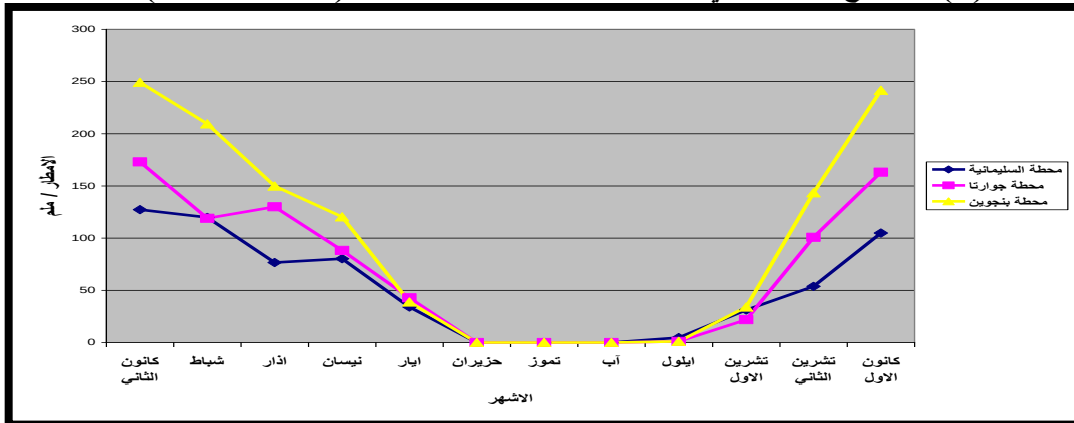
جدول (٣)

مجموع الأمطار في محطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠١٨)

الاشهر	محطة السليمانية		محطة جوارتا		محطة بنجوين	
	النسبة %	المعدل	النسبة %	المعدل	النسبة %	المعدل
كانون الاول	١٠٤,٩	١٦,٦	١٩,٤	١٦٣,١	٢٤١,٥	٢٠,٣
كانون الثاني	١٢٧,٢	٢٠,١	٢٠,٥	١٧٣,٠	٢٤٩,١	٢٠,٩
شباط	١١٩,٨	١٨,٨	١٤,١	١١٩,٠	٢٠٩,٤	١٧,٦
أذار	٧٦,٦	١٢,١	١٥,٤	١٣٠,٠	١٤٩,٨	١٢,٦
نيسان	٨٠,٣١	١٢,٧	١٠,٥	٨٨,٢	١٢٠,٣	١٠,١
أيار	٣٤,٠	٥,٣	٥,٠	٤٢,٨	٣٨,٨	٣,٢
حزيران	-	-	-	-	-	-
تموز	-	-	-	-	-	-
آب	-	-	-	-	-	-
أيلول	٤,٧٥	٠,٧٥	٠,١	١,٠	١,٠	٠,٠٨
تشرين الاول	٣١,٢	٤,٩	٢,٦	٢١,٩	٣٤,٠	٢,٨
تشرين الثاني	٥٣,٨	٨,٥	١٢,٠	١٠٠,٨	١٤٣,٤	١٢,٠
المجموع	٦٣٠,٧٠	٨٣٩,٩	١١٨٧,٣			

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الانواء الجوية والرصد الزلزالي، السليمانية، محطة السليمانية المناخية

شكل (٢) مجموع الأمطار في محطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠١٨)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٣).

٢- الخصائص المساحية لحوض وادي دوميلان: يشير تعبير المورفومتري (Morphometry) إلى جميع الخصائص الحوضية القياسية أو الهندسية التي تنتج عن أخذ قياسات معينة للأحواض المائية بما في ذلك الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية والشبكة المائية وأنماط الصرف.^(١٢) أذ يعد الحوض النهري بمثابة نظام مورفولوجي تحكمه وتضبط خواصه الهندسية قوانين ذات علاقة متبادلة لا يمكن تحديدها طبيعتها إلا بعد دراسة المتغيرات المختلفة التي تتحكم بطبيعة تلك العلاقات وقياسها.^(١٣)

٢-١ أبعاد الحوض: من المعروف أن الأحواض المائية تتباين في مساحتها تبعاً للتباين في الحركات الأرضية ونوع الصخور والتضاريس والأحوال المناخية فضلاً عن عامل الزمن من خلال الجدول (٤) يتبين بأن مساحة حوض منطقة الدراسة تبلغ (٨٦,٠٠٥ كم^٢)، وبطول يصل إلى (١٨,٩٨ كم) كما أن متوسط عرض الحوض الناتج من أخذ ثلاث خطوط عرضية مقاسة بواسطة برنامج Arc GIS قد بلغ (٦,٤٤٠ كم)، أما المحيط فبلغ (٤٧,٣٣٣ كم)، أذ كلما زاد طول محيط الحوض ازداد انتشاره وتوسعه ثم يزداد تطوره الجيومورفولوجي.

جدول (٤)

الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي دوميلان

مساحة الحوض	طول الحوض	محيط الحوض	متوسط عرض الحوض	نسبة الاستدارة	نسبة تماسك المحيط	نسبة الاستطالة	معامل شكل الحوض
٨٦,٠٠٥ كم ^٢	١٨,٩٨ كم	٤٧,٣٣٣ كم	٦,٤٤٠ كم	٠,٤٨	١,٤٤	٠,٢٧	٠,٢٣

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية DEM

٣- الخصائص الشكلية: هي من الدراسات المورفومترية التطبيقية المهمة لما لها من دلالات هيدرولوجية وتأثير كبير في الصرف المائي، أي تحدد كمية التغذية المائية التي تجهز المجرى الأساس بالماء وتحكمها في ذروة التصريف ومدد التلكؤ^(١٤) وبذلك فهي تؤثر في



تحديد معدلات أحت المائي ومن ثم ينعكس ذلك عل تشكيل الأشكال الأرضية الناتجة ومساحة أحواضها.

٣-١ استدارة الحوض: تعني الاستدارة مدى اقتراب شكل حوض التصريف من الشكل الدائري المنتظم من خلال العلاقة بين مساحة الحوض ومساحة دائرة محيطها يساوي محيط الحوض، وتعني القيم المنخفضة عدم انتظام شكل الحوض وزيادة تعرج خط تقسيم المياه مما يؤثر في أطوال الأودية ولاسيما روافد الرتب الدنيا التي تقع بالقرب من مناطق تقسيم المياه وميلان الحوض إلى الاستطالة، إما القيم المرتفعة التي تقترب من الواحد الصحيح فتعني ان الأحواض تقترب من الشكل الدائري، وقد تم استخراج معدل استدارة الحوض لأحواض منطقة الدراسة وفق المعادلة الآتية:

$$\text{معدل الاستدارة}^{(١٥)} = \frac{4 \times 22 \div 7 \text{ مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع محيط الحوض كم}}$$

وبتطبيق المعادلة على حوض منطقة الدراسة ومن خلال جدول (٤) بلغ معدل الاستدارة (٠,٤٨). وهذا مؤشر على ان الحوض بعيد عن الاستدارة. وأقرب الى الاستطالة. ٣-٢ نسبة تماسك المحيط: هي إحدى المقاييس المستخدمة لتأكيد ابتعاد أو اقتراب شكل الحوض عن الشكل الدائري لها نفس مساحة حوض النهر وتستخرج بالطريقة الآتية^(١٦):
نسبة تماسك المحيط = (Horton, 1932)

$$\text{نسبة تماسك المساحة (الاستدارة)} = \frac{1}{\sqrt{\text{نسبة تماسك المحيط}}}$$

فكلما ابتعدت عن الواحد الصحيح ابتعد شكل الحوض عن الشكل الدائري وكان أكثر استطالة وعند تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة يتبين أن نسبة تماسك المحيط بلغت (١,٤٤) وهي نسبة مرتفعة تدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل وابتعاده عن الشكل الدائري.

٣-٣ نسبة الاستطالة: ان درجة الاستطالة دليل على اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل المستطيل ونسبته تتراوح ما بين (صفر - ١)، اذ كلما اقتربت القيم من الصفر دل على استطالة شكل الحوض، وبعبارة دالة لاقترب شكل الحوض من الشكل الدائري، تزيد هذه النسبة في الأحواض الطويلة وتقل في الأحواض التي يختلف عرضها مع امتدادها. وتستخرج نسبة الاستطالة وفق المعادلة الآتية:

$$\text{معدل الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض/كم}}{\text{طول الحوض/كم}} = \frac{1.128 \times (\text{مساحة الحوض})}{\text{طول الحوض}}$$

وعند تطبيق هذه المعادلة على حوض منطقة الدراسة يتضح بان نسبة الاستطالة تبلغ (٠,٢٧) ينظر الجدول (٤)، أي انه يأخذ الشكل المستطيل.



٣-٤ معامل شكل الحوض: هو مؤشر يشير إلى مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة، فالقيم المنخفضة تشير إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل الثلاثي أما ارتفاع القيم يدل على ابتعاد الحوض عن ذلك الشكل، ويستخرج وفق القانون الآتي:

$$\text{معامل شكل الحوض}^{(١٧)} = \frac{\text{مساحة الحوض/كم}^2}{\text{مربع طول الحوض/كم}}$$

من تطبيق هذه المعادلة على حوض منطقة الدراسة أن معامل شكل الحوض بلغ (٠,٢٣) وهو مؤشر منخفض يدل على انه اقرب إلى الشكل المستطيل أو المثلث.

٤- الخصائص التضاريسية : للخصائص التضاريسية أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية عامة والمورفومترية خاصة لأنها تعد من المؤشرات الواضحة في تحديد العمليات الجيومورفولوجية التي تعكس مدى تطور التعرية وتأثير ذلك في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض وعمرها الزمني الذي عكس شدة عمليات الهدم الحاصلة في الأحواض النهرية من جهة وعلاقتها بالشبكة المائية والخصائص المساحية من خلال تحديد كمية التصريف المائي لكل حوض ومقدار الرواسب فيه. والخصائص التضاريسية للحوض هي:

٤-١ نسبة التضرس: تعد مقياسا لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لأية حوض ويقصد بها الفرق في الارتفاع بين أعلى نقطة واخفض نقطة على خطوط الكنتور في الحوض الواحد، وتعد مؤشرا جيدا في تخمين الرواسب المنقولة كما ونوعا، إذ تزداد نسبتها مع زيادة نسبة التضرس وقد يمتد لمسافات بعيدة عن الحوض والتي تسهم بعد ذلك بتكوين أشكال جيومورفولوجية ومنها المراوح الفيضية، ولهذه الخاصية أهمية في إعطاء صورة عن الخصائص التضاريسية لحوض الصرف المائي من حيث التباينات في الارتفاع مابين المنبع والمصب وانعكاس ذلك على قابلية المجرى المائي في انجاز العمليات الجيومورفولوجية. وتقاس هذه النسبة وفق المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة التضرس}^{(١٨)} = \frac{\text{الفرق بين أعلى نقطة في الحوض واخفضها (متر)}}{\text{طول الحوض (كم)}}$$

أي كلما ازداد الفرق بين منسوب أعلى نقطة واطل نقطة في الحوض ترتفع قيمة معدل التضرس، من خلال تطبيق المعادلة بلغت نسبة التضرس للحوض (٨,٧٢) م/كم وهذا دليل على شدة التضرس للحوض ونشاط عملية التعرية لاحظ جدول (٥).

جدول (٥) الخصائص التضاريسية لحوض وادي دوميلان

أعلى نقطة في الحوض/م	أدنى نقطة في الحوض/م	نسبة التضرس	معدل النسيج الحوضي	قيمة الوعورة
١٠٥٠	٣٠٠	٨,٧٢	٢,٩	٠,٠٧

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات انموذج الارتفاعات الرقمية DEM

٤-٢ قيمة الوعورة: هو مؤشر يعبر عن العلاقة بين مدى تضرس الحوض ومدى انحدار المجرى المائي فيه، وان ارتفاعها يعد كمؤشر على شدة تضرس الحوض وسيادة التعرية المائية أي أن المسيلات المائية لها القدرة على عملية أحت ونقل المفتتات الصخرية من الأجزاء العليا للحوض إلى الأجزاء الدنيا .
وتستخرج قيمة الوعورة وفق المعادلة الآتية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{التضرس الكلي} \times \text{كثافة التصريف الطولية}}{\text{محيط الحوض كم}}$$

٤-٣ النسيج الحوضي يعد هذا المعامل مؤشراً لمعرفة مدى تضرس وتقطع سطح الارض وكثافة الصرف فيها ، فكلما تزاخمت خطوط شبكة الصرف ، ازداد عدد الاودية ، زاد اقترابها من بعضها البعض ، دون الاخذ بطوالها ، دل ذلك على شدة تقطعها ، ومدى حجم معدلات احت فيها . وتستخرج على وفق المعادلة الآتية :
معدل النسيج الحوضي = عدد الاودية
محيط الحوض

حيث بلغ النسيج الحوضي لوادي دوميلان (٢,٩) وهو بذلك يعد نسيجاً خشناً ، أي ان الاراضي التي بين الاودية قليلة وانها (الاودية) متقاربة فيما بينها بغض النظر عن اطوالها.

٥-خصائص شبكة الصرف المائية: أن تطور شبكة الصرف المائي في أية منطقة هو انعكاس لمجموعة من المكونات البيئية المتمثلة بالعوامل التضاريسية والمناخية والجيولوجية، وتعتمد قياسات هذه الخصائص بالدرجة الأساس على أطوال الأودية وإعدادها ومراتبها، وهناك أساليب معتمدة في دراسة هذه الخصائص من أبرزها طريقة سترالر (Strahler) هورتون (Horton) وذلك بالاعتماد على التدرج الرقمي للروافد، وتتضمن خصائصها الآتي:

٥-١ المراتب النهرية: يقصد بالمراتب النهرية التدرج الرقمي لمجموعة الروافد (المسيلات والجدول) التي تكون الوادي الرئيسي الذي تشكله شبكة الصرف المائي، والتي تتباين من حوض لآخر ووفق حجم الحوض واتساعه وهذا يعود إلى التباين في مساحة الأحواض نتيجة تأثير العوامل الطبيعية في زيادة وانتشار الشبكة المائية، وقد تعددت طرائق تحديد المراتب النهرية فهناك طريقة سترالر و هورتون وشريف وغيرهم، حيث تم اشتقاق الشبكة النهرية من DEM Iraq باستخدام تقنية برنامج ArcGIS من خلال تطبيق Wadi



Analysis وتم استخراج الشبكة النهرية لمنطقة الدراسة، ينظر الخريطة (٣). وتفيد دراسة المراتب النهرية في معرفة كمية وحجم التصريف المائي وتقدير سرعة الجريان وإمكانية التنبؤ بمخاطر الفيضان^(١٩) ويتبين من الخريطة (٣) والجدول (٦) أن حوض دوميلان وصل إلى المرتبة الرابعة تباينت في أبعاده من مرتبة لأخرى فقد كان عدد أودية المرتبة الأولى (١٠٧) واديًا و المرتبة الثانية (٢٦) ، وبلغ عدد أودية المرتبة الثالثة (٤) والمرتبة الرابعة بلغت (١).

٥-٢ أطوال المجاري المائية: تتباين أطوال المجاري المائية بين مرتبة وأخرى لكل وادي من الأودية، حيث بلغ مجموع أطوال المجاري المائية لجميع الأودية (١٤٥,٩٨٨) كم، حيث أن طول مجاري المرتبة الأولى (٧٤,٩٤٣) كم والثانية (٤١,٤٧١) كم والثالثة (١٨,٤٩٠) والرابعة (١١,٠٨٤) كم. ينظر جدول (٦).

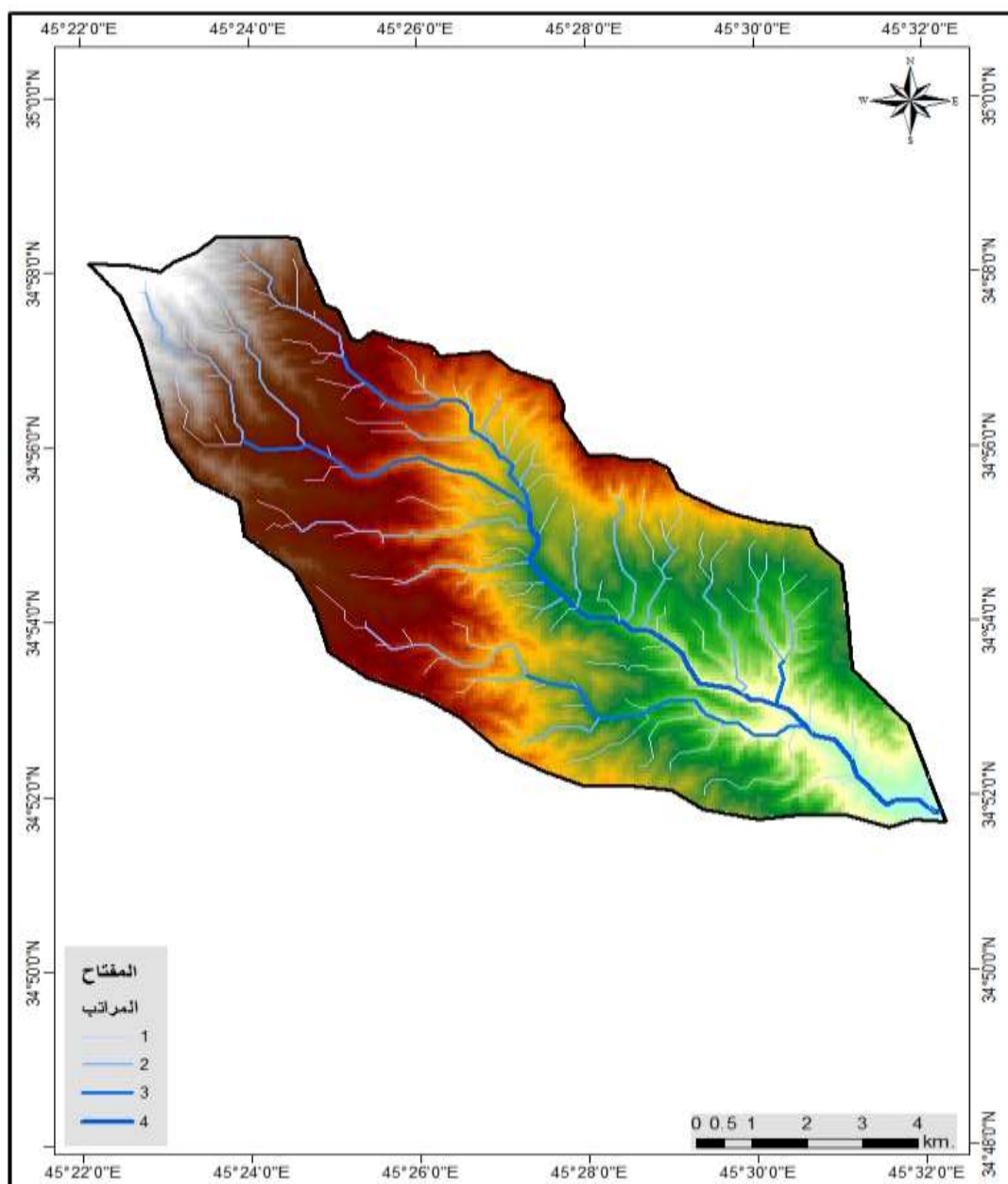
جدول (٦)

خصائص شبكة الصرف المائي لحوض وادي دوميلان

عدد الأودية	مجموع أطوال الأودية/ كم	عدد المراتب	نسبة التشعب	معدل بقاء المجرى	الكثافة الطولية كم/كم ^٢	الكثافة العددية وادي/كم ^٢
١٣٨	١٤٥.٩٨٨	٤	٦.٥-٤	٠.٥	١.٦٩	١.٦

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية DEM

خريطة (٣) شبكة المراتب النهرية



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية DEM 2010 باستخدام برنامج Arc GIS 10.3
٣-٥ نسبة التشعب: تعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة لشبكة الصرف كونها
احد العوامل المتحكممة بمعدل التصريف المائي للأنهار، حيث انه كلما قلت نسبة التشعب
ارتفعت مؤشرات ودلالات حدوث الفيضان، ويعود سبب ذلك إلى زيادة حجم الموجات المائية



بعد العاصفة المطرية، ويمكن استخراج نسبة التشعب للحوض وفقا لطريقة هورتون وهي كالآتي :

$$\text{نسبة التشعب} = (٢٠) \frac{\text{عدد مجاري مرتبة ما}}{\text{عدد مجاري المرتبة اللاحقة}}$$

وفي ضوء معطيات الجدول (٦) وجد تباين في نسبة تشعب المراتب النهرية، حيث بلغت نسبة التشعب لانهار المرتبة الاولى (٤,١) والمرتبة الثانية بنسبة (٦,٥) وفي المرتبة الثالثة بنسبة (٤).

٤-٥ كثافة شبكة الصرف الطولية هي عبارة عن مجموعة أطوال المجاري المائية في حوض التصريف مقسوما على مساحته، ومرتبطة مباشرة بالمناخ السائد لاسيما كمية التساقط فهي ترتبط بشكل طردي مع التساقط، وعكسيا مع درجة الحرارة، وتستخرج وفق المعادلة الآتية:

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري/كم}}{\text{مساحة الحوض/كم}^2}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة يتبين ان كثافة الصرف الطولية لحوض دوميلان (١,٦٩).
٥-٥ كثافة الصرف العددية: يقصد بها تكرار المجاري النهرية بجميع رتبها على مساحة الحوض لكل كم^٢، وهذه الكثافة تحسب أعداد الأودية دون الأخذ بنظر الاعتبار أطوال الأودية و لهذا الكثافة أهمية في معرفة الخصائص الهيدرولوجية ودوره في معرفة شدة تقطيع الحوض في كل (كم^٢) من الحوض، ويتم استخراجه وفق المعادلة الآتية:

$$\text{كثافة الصرف العددية} = \frac{\text{مجموع عدد المجاري للحوض}}{\text{مساحة الحوض/كم}^2}$$

ومن الجدول (٦) وبتطبيق هذا المؤشر على حوض منطقة الدراسة يتضح بان كثافة الصرف العددية بلغت (١,٦) كم^٢.

٦-٥ معدل بقاء المجرى: يشير معدل بقاء المجرى الى متوسط الوحدة المساحية التي تغذي الوحدة الطولية ضمن شبكة حوض الصرف، ان زيادة هذه الكمية تدل على ابتعاد المجاري عن بعضها البعض الاخر، ويقاس من خلال العلاقة الآتية:

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{المساحة كم}^2}{\text{مجموع أطوال المجاري كم}}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة يتبين ان معدل بقاء المجرى لحوض دوميلان (٠,٥).
الاستنتاجات:

١- يتضح أن حوض دوميلان يميل إلى الاستطالة منه إلى الاستدارة، حيث بلغ معدل الاستدارة (٠,٤٨) و نسبة الاستطالة (٠,٦٢) أي انه يأخذ الشكل المستطيل وهذا يفسر لنا تباطؤ وصول الموجات الى المصب في مدة سقوط الأمطار.

٢- يتبين أن نسبة تماسك المحيط في حوض دوميلان بلغت (١,٤٤) وهي نسبة مرتفعة تدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل وابتعاده عن الشكل الدائري، بينما معامل شكل الحوض بلغ (٠,٢٣) وهو مؤشر منخفض يدل على انه اقرب إلى الشكل المستطيل أو المثلث.



- ٣- تبين ان نسبة التضرس للحوض المدروس بلغت (٢,٣٦) م /كم، وهذا يفسر ضعف نشاط عمليات التعرية، وقيمة الوعورة (٠,٠٧)، ويعود هذا إلى نوع الصخر ودرجة مقاومته لمثل هذه العمليات إضافة هي عمليات الرفع المستمرة للحوض نفسه كما ان ذلك يتفق مع الحقيقة السابقة التي تشير أن الأحواض في مرحلة الدورة الحتية المبكرة لها قدرة كبيرة على عمليات التعرية وألحت والنقل والإرساب.
- ٤- أن حوض دوميلان وصل إلى المرتبة الرابعة تباينت في أبعاده من مرتبة لأخرى فقد كان عدد أودية المرتبة الأولى (١٠٧) وادي و (٢٦) واديا في المرتبة الثانية ، وبلغ عدد أودية المرتبة الثالثة والرابعة (١,٤) على التوالي، بينما تتباين أطوال المجاري المائية بين مرتبة وأخرى لكل وادي من الأودية ووجد تباين في نسبة تشعب المراتب النهرية.
- ٥- بلغت كثافة الصرف الطولية لحوض دوميلان (١,٦٩) كم، مما يشير الى قصر أطوال شبكة التصريف بالنسبة لمساحة الحوض وانخفاض كثافة الصرف العددية التي بلغت (١,٦) كم، وسبب ذلك الانخفاض في كثافة الصرف يعود الى طوبوغرافية المناطق التي تجري فيها الأودية.
- ٦- بلغ معدل بقاء المجرى في حوض دوميلان (٠,٥) وهو يشير الى ارتفاع معدل بقاء المجرى مما يشير الى انخفاض عمليات الحت النهري وانخفاض معدل الجريان.

الإحالات

- ١- فاروق صنع الله العمري ،علي صادق، جيولوجيا شمال العراق ،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ،دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٧٨، ص٩٣.
- ٢- ناهدة جمال عبد الكريم الطالباني ،جيوكيميائية الصخور والمعادن الصناعية، العراق ،مطبعة تايمز، ١٩٨١، ص٧٩.
- ٣- فاروق صنع الله العمري ،مصدر سابق، ص٩٥.
- ٤- سناء عبد الباقي بكر ،مصادر الثروة الطبيعية في حوض دوكان وسبل صيانتها ،رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب ،جامعة اربيل، ٢٠٠٣، ص١٥.
- ٥- خلدون معلقة واخرون، المسح الجيولوجي الشبه تفصيلي لمنطقة ازمر جوارتا في محافظة السليمانية ،المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني ،٢٠٠١، ص٣٦.
- ٦- عطا حمه غريب، جيومورفولوجية منطقة بيره مكرون، رسالة ماجستير، غير منشوره ،كلية الاداب ،جامعة الاسكندرية ،١٩٨٣، ص١٢.
- ٧- خلدون معلقة، مصدر سابق، ص٣٨.
- ٨- احمد محمد صالح العزي، دور العمليات الجيومورفولوجية في تشكيل المظهر الارضي ضمن نطاق الجبلي لنهر العظيم (رسالة ماجستير) كلية التربية، جامعة تكريت، ٢٠٠٠، ص٢٨.
- ٩- عباس فاضل السعدي، جغرافية العراق، ص٦١.
- ١٠- رحيم حميد عبدان التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي تانجرو، مجلة القادسية للعلوم الانسانية، المجلد الحادي عشر ،العدد (٣) ٢٠٠٨، ص٢١١.
- ١١- صباح محمود الراوي ،عدنان هزاع البياتي ،اسس علم المناخ ،الطبعة الثانية ،دار الحكمة للطبع ،جامعة الموصل ،كلية التربية ،١٩٩٠، ص٤١.
- ١٢- حسن رمضان سلامة، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات العلوم الإنسانية، الجامعة الأردنية، عمان، المجلد السابع، العدد ١، ١٩٨٠، ص٩٧.
- ١٣- مقداد حسين علي و خليل إبراهيم محمد، السمات الأساسية للبيئات المائية، وزارة الثقافة والإعلام، بغداد، دار الشؤون الثقافية، ١٩٩٩، ص٩٣.
- ١٤- محمود محمد عاشور، طرق التحليل المورفومتري لشبكات الصرف المائي، حولية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد التاسع، جامعة قطر، ١٩٨٦، ص٤٦٣.



- ١٥- حسن سيد احمد ابو العينين، حوض وادي دبا في دولة الامارات العربية المتحدة، جغرافيته الطبيعية واثره في التنمية الزراعية. مطبعة جامعة الكويت، ١٩٩٠، ص ٧١ - ٧٣.
- ١٦- مهدي الصحاف، كاظم موسى محمد، هيدرولوجية رافد الخوصر، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٢٤ - ٢٥، نيسان ١٩٩٠، ص ٣٢ - ٥٢.
- ١٧- لطفي راشد المفلح المؤمني، هيدرولوجية حوض وادي الموجب الرئيسي في الأردن باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد، دراسة تطبيقية / استشعار عن بعد، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ١٩٩٦، ص ١٢٠.
- ١٨- محمد مجدي ترب، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من شبه جزيرة سيناء، الجمعية الجغرافية العربية المصرية، العدد ٣٠، الجزء الثاني، ١٩٩٧م، ص ٢٧٢.
- ١٩- رحيم حميد عبد ثامر العبدان، الأشكال الأرضية لحوض وادي عامج، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية الآداب، ٢٠٠٤، ص ١٧٣.
- ٢٠ محمود محمد عاشور، طرق التحليل المورفومتري لشبكات الصرف المائي، حوليات الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد التاسع، جامعة قطر، ١٩٨٦، ص ٤٦٣.
- 21-Versappen, H.T.H. (1983). Applied (Geomorphology Surveys for Environment Development) Chapter 4 Elsevier Amsterdam. Oxford. New York. p. (57-83).