التحليل المكاني لمخاطر السيول والفيضانات لحوض وادي تانجرو في محافظة السليمانية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

أ.م.د. خالد اكبر عبدالله الحمداني
جامعة الأنبار – كلية التربية للعلوم الإنسانية

المستخلص

تناولت الدراسة التحليل المكاني لمخاطر السيول والفيضانات لحوض وادي تانجرو في محافظة السليمانية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية اذ اعتمدت الدراسة بشكل اساسي على المرئيات الفضائية والتقنيات الجغرافية في دراسة البحث، والتي تميزت بسرعة ودقة البيانات، وقد توصلت الدراسة الى ان هناك مساحة ٩٤٢.٧ كم٢ معرضة الى مخاطر السيول والفيضانات من مجموع مساحة الحوض البالغة ١٨٦٥.٤ كم٢ مشكلة ما نسبته ٥٠.٥٤ % من مساحة الحوض.

Spatial analysis of the risks of floods for BASION tangro Valley in Sulaimaniyah province using remote sensing techniques and geographical information systems

Prof. Dr. Khalid Abdullah
Al- Anbar University - College of Education For Humanity Sciences

Abstract

The study spatial analysis of the risks of floods for outdoor tangro Valley in Sulaimaniyah province using remote sensing techniques and geographical information systems as study depended primarily on space technologies and geographic visualization study research, characterized by the speed and accuracy of the data, the study concluded that there is a space prone to 942.7 km2 torrents and floods of total pond amounting 1865.4 km 2 problem of 50.54% of pond.

المقدمة:

تتعرض المناطق الجبلية في شمال العراق الى مخاطر السيول والفيضانات ومنها منطقة الدراسة المتمثلة بحوض وادي تانجرو ضمن محافظة السليمانية من العراق. وحيث أنه

من المستحيل دفع مخاطر السيول والفيضانات أو منع حدوثها، ولكن بالإمكان العمل على الحد من تأثيراتها والتقليل من خسائرها التي تنجم عنها، وذلك بعمل الخرائط التي تحدد المواقع المهددة وإجراء الدراسات والبحوث التي تحسن من عمل شبكات الرصد ونظم الإنذار المبكر وإنشاء قواعد للمعلومات. وقد تم في هذه الدراسة تحديد مجاري الأودية لمناطق السيول والفيضانات بدقة وعلى وجه الخصوص في المناطق القابلة للتمدد العمراني والنمو السكاني. وتمت الدراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، من اجل بناء قاعدة معلومات مكانية، للاستفادة في تحليل تضاريس سطح الأرض عن طريق تحليل نموذج المناسيب الرقمي Digital Elevation Model (DEM) وذلك لتحليل الانحدار وتحليل اتجاه الانحدار وتحليل مائية السطح. كما تم القيام بعمليات التحليل المكاني وإنتاج الخرائط الموضوعية لتحديد المناطق السكنية والعمرانية والطرق المهددة بمخاطر السيول والفيضانات. ونتج عن الدراسة تحديد المواقع الخطرة على الأودية والشعاب ذات التأثير المباشر على منطقة الدراسة.

مشكلة البحث: تتمثل مشكلة البحث بالسؤال الاتي: هل بالامكان تحديد مخاطر السيول والفيضانات بالاعتماد على نظام المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد.

فرضية البحث: تتمثل فرضية البحث بالاجابة على سؤال مشكلة البحث وكالاتي: توفر بيانات الاستشعار عن بعد وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية امكانيات واسعة ودقيقة لتحديد مخاطر السيول والفيضانات للاودية.

محاور البحث: تضمن البحث عدد من المحاور والتي تم من خلالاها الاجابة على تساؤلات الدراسة وكما ياتي:

اولا: خصائص الحوض الشكلية (الهندسية):

ثانيا: الخصائص التضاريسية:

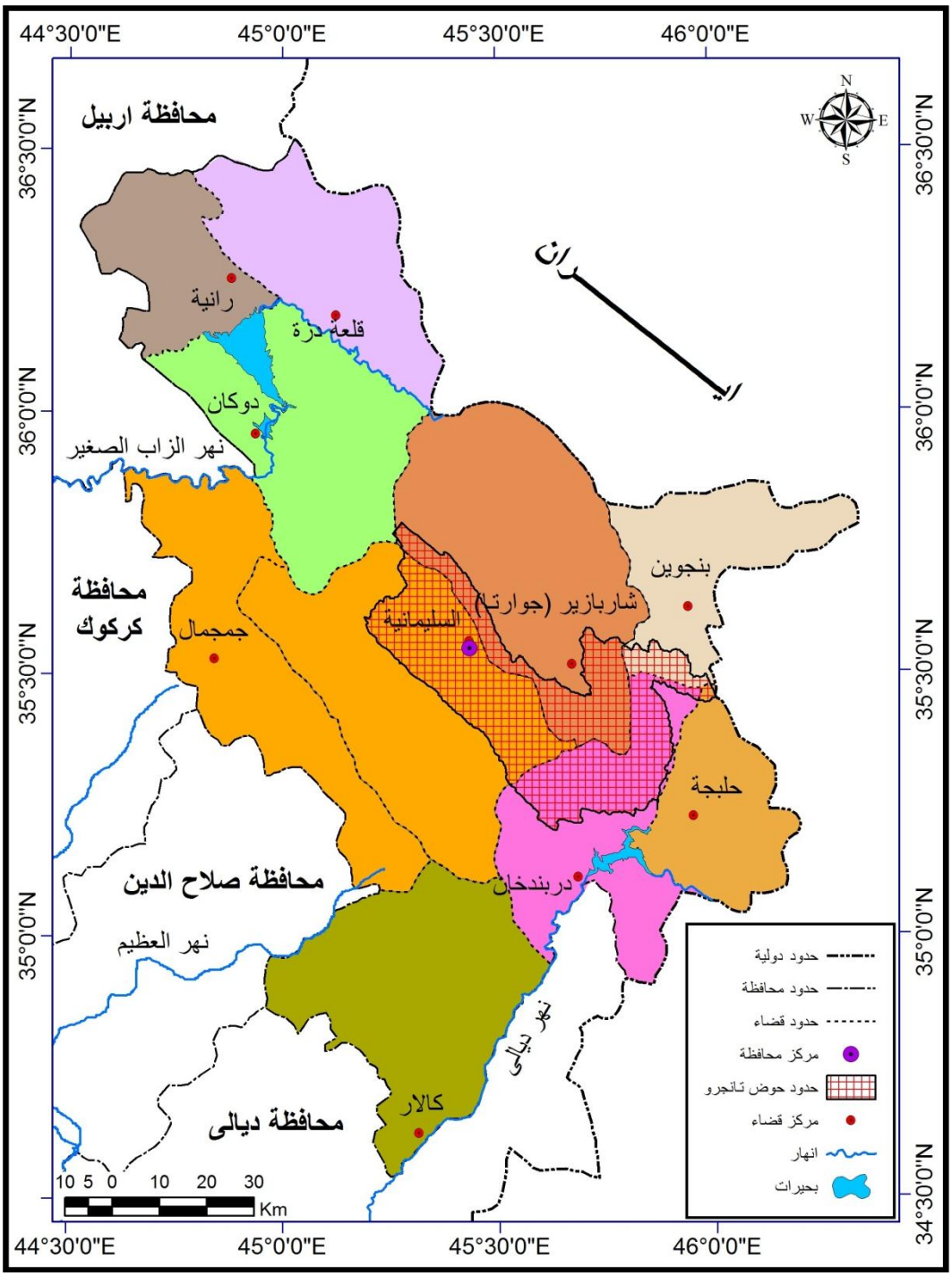
ثالثاً: خصائص شبكة الصرف:

رابعاً: أنماط شبكة الصرف المائي

خامسا: بناء نموذج للأخطار السيول والفيضانات

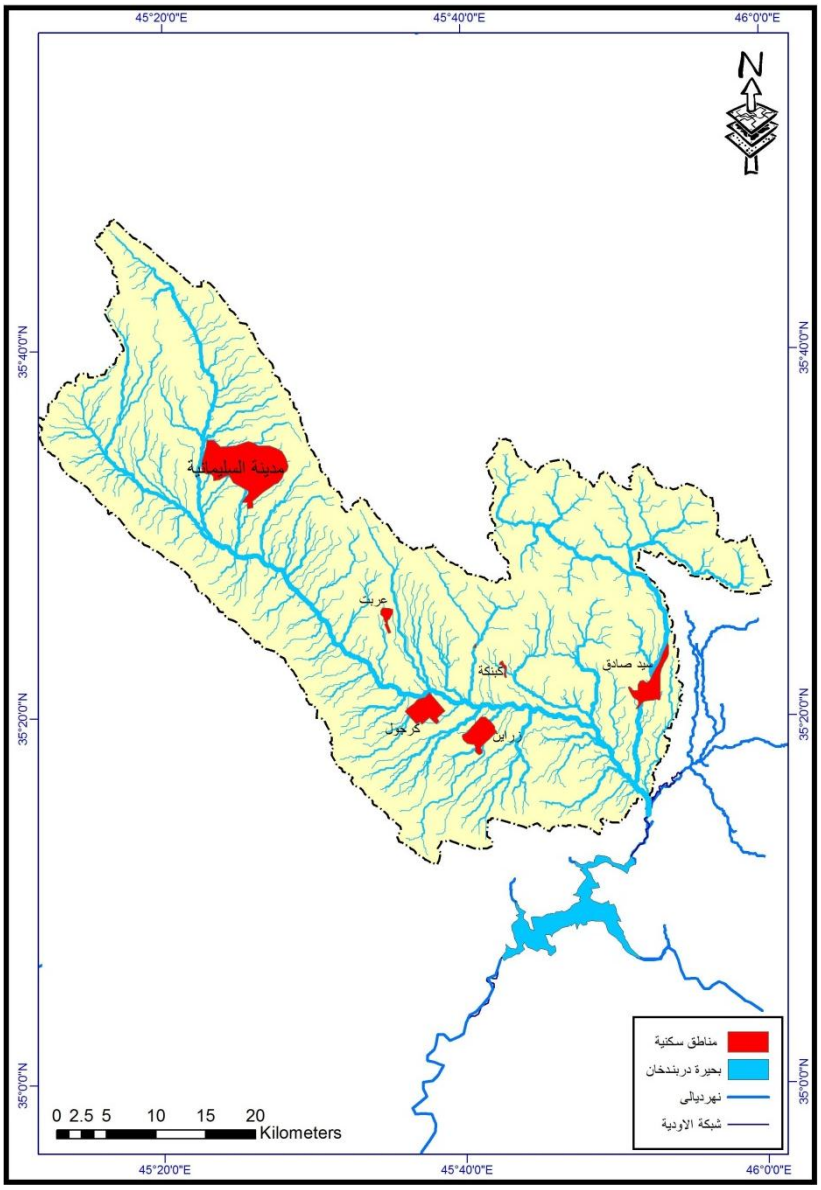
حدود البحث: تتمثل حدود البحث بالحدود الطبيعية لحوض وادي تانجرو والذي يقع ضمن محافظة السليمانية وكما يظهر في الخارطة رقم (١) ورقم (٢).

خريطة (١): موقع حوض تانجرو بالنسبة لمحافظة السليمانية



المصدر: الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠، لسنة ٢٠١٠

خريطة (٢) حدود حوض وادي تانجرو



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

اولا: **خصائص الحوض الشكلية** (**الهندسية**):

هي إحدى خصائص أحواض الصرف النهرية المورفومترية الرئيسة، ولقد اهتم الكثير من الباحثين في حقل الجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا بدراسة خصائص الأحواض المورفومترية

الشكلية والمساحية لتقييم المتغيرات المورفومترية بطرق كمية مختلفة تسمح بالمقارنة الرقمية وبالتمثيل البياني والخرائطي لأبعاد عناصر الشبكة المائية(١).

فعلى الرغم من معرفة شكل حوض الصرف النهري من خلال ملاحظة خريطة الحوض، إلا أَنَّ قياسات الحوض المورفومترية الكمية توضح العلاقة بين خصائص الشكل والخصائص الهيدرولوجية الخاصة بالحوض(٢).

تتخذ الأحواض المائية أشكالاً قريبة من الأشكال الدائرية والمستطيلة أو المثلثة، ويعود ذلك إلى نمط وانتشار شبكة الصرف وشكلها النهائي، إذ أنّ نسبة الجريان في الأحواض الدائرية الشكل تكون عالية، وذلك لأنّ روافد الأحواض الدائرية ذات طول يكاد يكون متقارب مما يؤدي إلى تجمع المياه في المجرى الرئيس في وقت متقارب، على العكس من الأحواض المستطيلة الشكل حيث تكون نسبة الجريان بطيئة(٣).

وإنّ دراسة الخصائص الشكلية للحوض تفيدنا في قياس معدلات الحت المائية من خلال معرفة كمية المياه المؤثرة في تجهيز المجرى الرئيسي وتحكمه بذروة التصريف المائي ودلالة خطر الفيضان، مما له تأثير متفاوت في الأشكال الأرضية الناتجة ومساحة أحواضها(٤).

لقد تعددت الطرائق الرياضية لقياس شكل الحوض على الرغم من أنّ الكثير منها يؤدي إلى نفس المدلول الجيومورفولوجي أو الهيدرولوجي، فهناك نسبة تماسك المساحة، ونسبة تماسك المحيط، ومعدل الاستطالة، وجميعها تشير إلى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري.

١- استدارة الحوض Basin Circularity

تعني الاستدارة مدى اقتراب شكل حوض التصريف من الشكل الدائري المنتظم من خلال دراسة العلاقة بين مساحة الحوض ومساحة دائرة محيطه يساوي محيط الحوض، وتعني القيم المنخفضة عدم انتظام شكل الحوض وزيادة تعرج خط تقسيم المياه مما يؤثر في اطوال الاودية ولاسيما روافد الرتب الدنيا التي تقع بالقرب من مناطق خط تقسيم المياه وميلان الحوض الى الاستطالة، اما القيم المرتفعة التي تقترب من الواحد الصحيح فتعني ان الاحواض تقترب من الشكل الدائري، وقد تم استخراج معدل استدارة الحوض على وفق المعادلة التي اقترحها (Miller, 1953, p4) الاتية:

معدل الاستدرة = (٤× ط× مساحة الحوض كم٢) ÷ مربع طول خط تقسيم المياه

وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل الى وجود احواض مائية مستديرة الشكل، بينما تعني القيم المنخفضة الى عدم انتظام خطوط تقسيم المياه المحيطة بحوض التصريف وتعرجها، وقد يؤدي ذلك الى حدوث عمليات الاسر النهري River Capture في المناطق المجاورة والمتداخلة بين احواض التصريف المختلفة (سلامة، ١٩٨٢، ص٦)، وقد اشار كل من تشورلي وموريساوه الى ان الاحواض ذات المساحات الصغيرة غالباً ما تكون اكثر ميلاً للاستدارة لا سيما انها وصلت الى مرحلة جيومورفولوجية متقدمة.

فمن خلال ملاحظة الجدول (١) يتضح أنّ هناك تبايناً في قيمة نسبة تماسك المساحة (الاستدارة) لأحواض وادي تانجرو، فقد جاءت منخفضة في الأحواض (سيد صادق وكرجول وسرجنار وكردبور) إذ بلغت (٠.١٨، ٠.٢١، ٠.٣٠، ٠.٣٧) لكل منهم على التوالي، وهذا يدل على اقتراب شكل هذه الأحواض من شكل المستطيل مما يؤخر وصول الموجات التصريفية إلى المجرى الرئيس.

جدول (١) الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي تانجرو واحواضه الثانوية

رقم الحوض	اسم الحوض	مساحة الحوض	محيط الحوض	اقصى طول للحوض/ كم	نسبة تماسك المساحة	نسبة تماسك المحيط	معدل الاستطالة	معامل شكل الحوض	معامل الانبعاج
١	سيد صادق	٣٢٨.٤	١٤٩.٥	٣٩.٥	٠.١٨	٢.٣٦	٠.٥٢	٠.٢١	١.١٩
٢	ساروه	١٢٠.١	٦٠.٣	١٥.٢	٠.٤١	١.٥٦	٠.٨١	٠.٥٢	٠.٤٨
٣	كرجول	٩٤٢.٧	٢٣٥	٥٤.٠٧	٠.٢١	٢.١٨	٠.٦٤	٠.٣٢	٠.٧٩
٤	سرجنار	٢٥٠.٩	١٠١.٧	٣٤.٧	٠.٣٠	١.٨٦	٠.٥١	٠.٢١	١.١٩
٥	كردبور	٢٢٣.٢	٨٧	٢٨.٥٩	٠.٣٧	١.٦٤	٠.٥٨	٠.٢٧	٠.٩١
الحوض الرئيسي	تانجرو	١٨٦٥.٤	٦٣٣.٤	٨٩.٥	٠.٠٦	٤.٠٨	٠.٥٤	٠.٢٣	١.٠٧

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

أمّا حوض ساروه فيتصف بارتفاع نسبة تماسك المساحة واقتراب شكله من شكل الدائري وسرعة وصول الموجات التصريفية إلى المجرى الرئيس، إذ بلغت قيمته (٠.٤١). أمّا حوض وادي تانجرو الرئيس فهو قريب من الشكل المستطيل، إذ بلغت قيمته (٠.٠٦).

مما سبق يتضح أنّ غالبية الأحواض الثانوية لحوض وادي تانجرو هي قريبة من الشكل المستطيل، وهذا دليل على انخفاض دلالة خطر الفيضان فيها بسبب بطء وصول الموجات التصريفية إلى المجرى الرئيس، وكذلك يدل على أنّ هذه الأحواض متقدمة في دورتها الحتية، وهذا ناتج عن ظروف بيئية محلية مختلفة بسبب التباين في نوعية الصخور.

٢- نسبة تماسك المحيط:

نستخرج هذه النسبة عن طريق مقارنة محيط الحوض بمحيط دائرة لها نفس مساحة الحوض عن طريق المعادلة الآتية[٥]:

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \frac{١}{\text{نسبة تماسك المساحة}}$$

النتيجة تكون دائماً أعلى من الواحد الصحيح، فكلما ارتفعت نسبة تماسك المحيط عن الواحد كلما ابتعد شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم[٦]، وهذا يدل على ضعف الترابط بين أجزاء الحوض وتعرج خطوط تقسيم المياه فيه، وعند تطبيق المعادلة على حوض وادي تانجرو واحواضه الثانوية اتضح أنّ نسبة تماسك المحيط موازية لنسبة تماسك المساحة، فقد بلغ اعلى ارتفاع لنسبة تماسك المحيط لحوض تانجرو الرئيسي بدرجة (٤.٠٨) مما تشير الى استطالة الحوض اما بالنسبة للاحواض الثانوية فقد بلغ اعلى ارتفاع لها لحوض سيد صادق بدرجة (٢.٣٦) واقلها لحوض ساروه بدرجة (١.٥٦) مما يشير الى اقتراب شكله من الشكل المستدير وهذا يتفق مع نتيجة نسبة الاستدارة لحوض وادي ساروه.

٣- معدل الاستطالة: Elongation Ratio

يدل معدل استطالة الحوض على مدى تشابه شكل الحوض مع الشكل المستطيل، وهو أكثر المعاملات المرفومترية دقة في قياس استطالة الاحواض، لكونه يقارن بين طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض وطول الحوض، وتتراوح قيمته بين (٠ – ١)، فكلما انخفضت قيمته دل ذلك على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل، اذ ينخفض بسط العلاقة وهو قطر الدائرة بالنسبة لمقام العلاقة الطول، وكلما ارتفعت قيمة هذا المعدل من الواحد دل ذلك على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل واقترابه من الشكل الدائري

(تراب، ١٩٨٨، ص٧١) وتم تطبيق معادلة (Strahler, 1964, p. 414) لاحتساب معدل الاستطاله في حوض نهرنارين واحواض روافدة الرئيسة الاتية:

معدل الاستطالة = (٢ ⁄ المساحة ÷ ط) ÷ طول الحوض

وعند تطبيق المعادلة على أحواض وادي تانجرو، اتضح بأنها جاءت منخفضة في الأحواض (سيد صادق وكرجول وسرجنار وكردبور) إذ بلغت (٠.٥٢، ٠.٦٤، ٠.٥١، ٠.٥٨) لكل منهم على التوالي كما في جدول (١)، وهذه القيم هي قيم منخفض وبعيدة من الواحد الصحيح، وهذا دليل على اقتراب شكلها من الشكل المستطيل، وفي حوض وادي ساروه بلغت (٠.٨١) وهذا يدل على أنَّ شكله دائري ويبتعد عن الشكل المستطيل. أمّا حوض وادي تانجرو الرئيسي (٠.٥٤) فهذه القيمة تدل على اقتراب شكله من الشكل المستطيل.

٤- معامل شكل الحوض

اقترح (Horton, 1932, p353) هذا المعامل الذي يستفاد منه في ابراز العلاقة بين كل من طول الحوض وعرضة، كما يعطي صورة عن مدى انتظام الشكل الخارجي له، ويمكن الحصول عليه من خلال العلاقة ما بين مساحة الحوض كم٢ مقسوماً على مربع طول الحوض كما في المعادلة الاتية.

معامل الشكل = مساحة الحوض كم٢÷ مربع طول الحوض كم

(Gregory, K. J. and Walling, D.E., 1979, P.51)

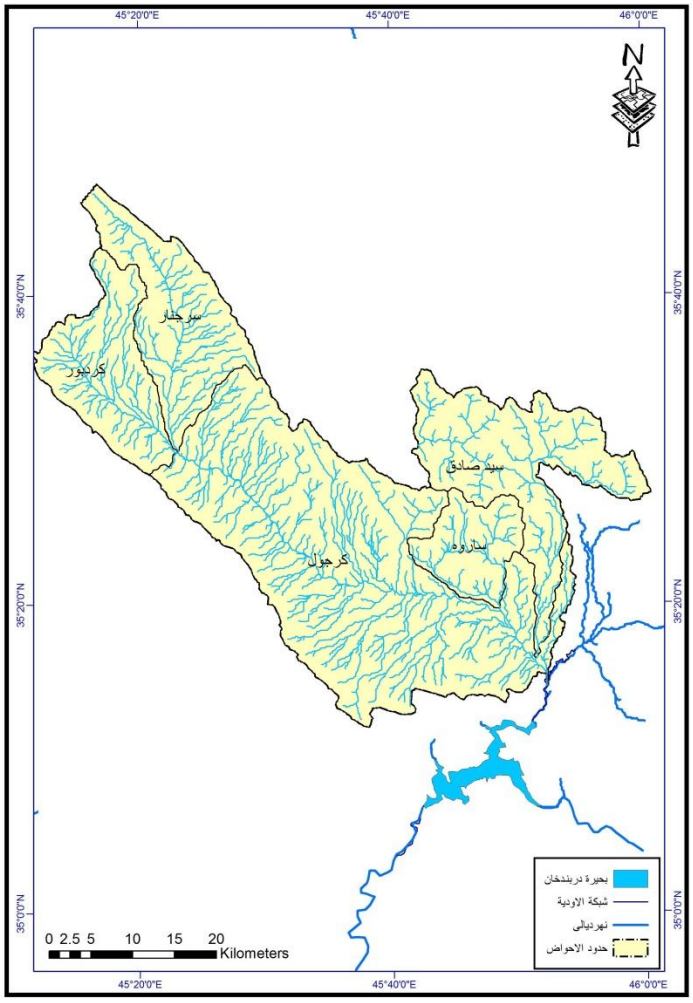
وتتراوح قيمته ما بين الصفر والواحد الصحيح، وتشير القيم المنخفضة لهذا المعامل الى عدم تناسق شكل الحوض واتخاذه شكلاً يشبه المثلث، في حين قيمه المرتفعة تدل على ابتعاده عن الشكل المثلث (محمود عاشور، محمد مجدي تراب، ١٩٩١، ص٣١٩).

وفي حالة اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث تبرز هناك حالتين، الحالة الأولى إذا كانت منطقة المنبع تشكل قاعدة المثلث والمصب رأس المثلث، والحالة الثانية عندما تكون منطقة المصب قاعدة المثلث والمنبع رأس المثلث[٧].

فالحالة الأولى تنطبق على أحواض (سيد صادق وساوره وسرجنار وكردبور) اذ يلاحظ من خلال الجدول (١) والخريطة (٣) انخفاض قيم معامل شكل الحوض اذ تراوحت ما بين (٠.٢١ و٠. ٥٢)، أمّا الحالة الثانية فإنّها تنطبق على حوض وادي تانجرو الرئيسي

(٠.٢٣) حيث تكون منطقة المصب أعرض من منطقة المنبع، وفي هذه الحالة يكون التصريف المائي يبلغ ذروته بعد سقوط الأمطار مباشرة.

خريطة (٣) حدود الاحواض الثانوية لحوض وادي تانجرو



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

كما أنَّ الفترة الزمنية اللازمة لوصول موجة الفيضان للمجرى الرئيسي قصيرة نسبياً وكذلك قصر أطوال مجاري المرتبة الأخيرة.

اما حوض وادي كرجول وساروه فعلى الرغم من انخفاض قيمة معامل شكل الحوض والتي بلغت ٠.٣٢ و٠.٥٢ على التوالي الا انه من خلال ملاحظة الخريطة يظهر انهما بعيدين عن الشكل المثلث وهذا يعني ابتعادهما عن الشكل الثلاثي.

٥- معامل الانبعاج Lemniscates Factor

يعالج هذا المعامل بعض السلبيات التي تظهر في معدل الاستدارة، وذلك لعدم امكانية وجود احواض تتخذ الشكل الدائري تماماً، او تكون تامة الاستدارة ولكن معظم الاحواض تأخذ عادة القطع الناقص أو الشكل الكمثري أو الهليجي، ويستفاد من هذا المعامل الذي اقترحه تشورلي سنة ١٩٥٧ في حساب العلاقة بين مربع طول الحوض كيلومتر واربعة امثال مساحته كيلومتر مربع.

معامل الانبعاج = مربع طول الحوض ÷ اربعة امثال مساحة الحوض

(Gregory, K. J. and Walling, D.E., 1979, P.52)

وهو بذلك يقيس مدى انبعاج محيط الحوض وعلاقته بطول الحوض، ويشير ارتفاع قيمه الى تفلطح الحوض وقلة اعداد المجاري واطوالها ولاسيما في رتبها الدنيا التي تقع عادة عند مناطق تقسيم المياه، وعلى العكس من ذلك ان القيم المنخفضة تشير الى تفلطح الحوض وانسيابيته وزيادة اعداد المجاري واطوالها في مجاري الرتب الدنيا وزيادة عمليات النحت الرئسي والتراجعي.

يتضح من جدول (١٤) ان حوض وادي ساروه وكرجول وكردبور قد سجلت انخفاضا في قيم معامل الاندماج اذ بلغت ٠.٤٨ و٠.٧٩ و٠.٩١ على التوالي هذا يشير الى ان هذه الاحواض تميل الى الاستدارة اكثر من الاستطالة خريطة ويرجع انخفاض معامل الانبعاج فى هذه الاحواض الى تأثير هذه الاحواض في الكثير من الظاهرات البنيوية مثل الانكسارات والفواصل والشقوق والالتواءات التي اصابت المنطقة التي تجرى فيها المجارى المائية. وقد سجل حوض وادي سيد صادق وكردبور معامل انبعاج قدره (١.١٩) لكل منهما و(١.٠٧) لحوض وادي تانجرو الرئيسي ويشير هذا الى بعد هذه الاحواض عن الشكل المستدير وميله الى الاستطالة، ويعكس ذلك مدى الاختلاف والتباين الصخري وتنوع الوحدات الصخرية داخل الحوض.

ثانيا: الخصائص التضاريسية:

١- نسبة التضرس:

تم حساب نسبة التضرس وفق المعادلة الاتية:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين اعلى وأخفض نقطة في الحوض/م}}{\text{طول الحوض/كم}}$$

وتعد مؤشراً جيداً لتقدير حجم الرواسب المنقولة إذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس كما ان انتشارها قد يمتد مسافات بعيدة عنها[٨]، ويسهم ذلك في تكوين أشكال جيوموفولوجية مختلفة منها المراوح الغرينية والاراضي الرديئة، وتسهم درجة التضرس كذلك في سرعة وصول موجة الفيضان وفي زيادة دلالة خطر الفيضان الذي يزداد بزيادة درجة التضرس وينعكس ذلك في ازدياد فاعلية النشاط الحتي للمياه الذي ينعكس في الأخير على ازدياد الرواسب المنقولة[٩].

وبتطبيق معادلة نسبة التضرس على حوض وادي تانجرو والأحواض الفرعية التي تشكل منها تبين النتائج كما هو موضح في جدول (٢) بأن نسبة التضرس في منطقة الدراسة يكون ما بين عالية جداً إلى عالية إذ بلغت في أحواض كردبور وساروه وسيد صادق (٤٤) م/كم، (٤٣.٨) م/كم، (٤٢.٣) م/كم ويعود سبب ذلك لشدة الانحدار وسيادة الفوالق والكسور فوق الصخور النارية الصلبة السائدة من منطقة الدراسة، التي تتصف بمقاومتها لعمليات الحت والتعرية، مما يؤدي ذلك إلى سرعة وصول موجات الفيضان ويساعد أوديتها على حمل كميات كبيرة من المواد العالقة والرواسب والجلاميد الصخرية وكذلك توفر سرعة جريان عالية قد تتسبب في احداث أضرار بالغة وقت الفيضان.

جدول (٢) الخصائص التضاريسية لحوض وادي تانجرو

رقم الحوض	اسم الحوض	اعلى نقطة بالحوض/ متر	ادنى نقطة بالحوض/ متر	فرق الارتفاع / متر	درجة التضرس
١	سيد صادق	٢١٧١	٤٦٢	١٧٠٩	٤٢.٣
٢	ساروه	١١٤٩	٤٨٢	٦٦٧	٤٣.٨
٣	كرجول	١٦٣٢	٤٥٧	١١٧٥	٢١.٧
٤	سرجنار	٢٠٨٥	٦٧٢	١٤١٣	٤٠.٧
٥	كردبور	١٩٣١	٦٧٣	١٢٥٨	٤٤
الحوض الرئيسي	تانجرو	٢٥٨٢	٣٩٦	٢١٨٦	٢٤.٤

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

أما حوضا وادي تانجرو الرئيس التي بلغت نسبة تضرسه (٢٤.٤) م/كم وهي نسبة عالية فيتمثل تأثيرها في زيادة سرعة المياه.

٢- انحدار سطح الحوض

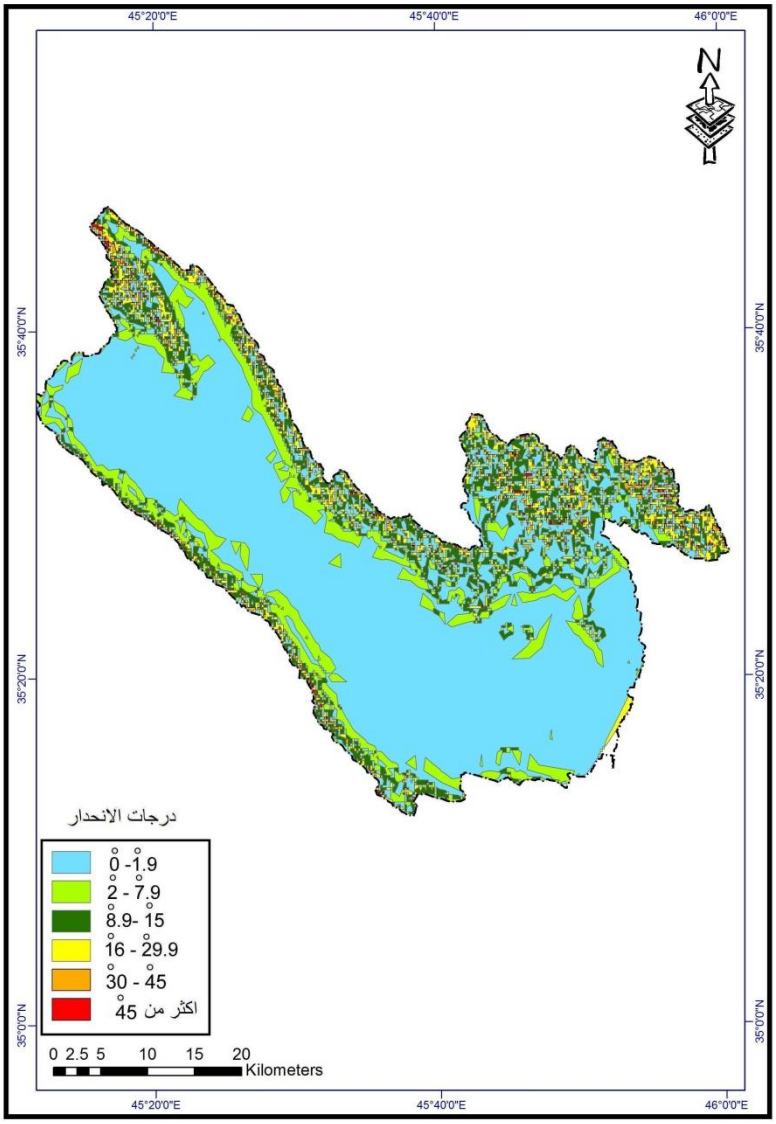
تعد دراسة المنحدرات من الموضوعات المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية، فهي تلقي الضوء على العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي اسهمت في نشأتها وتشكيلها واعطائها ملامحها المميزة في ظل التغيرات المناخية التي تعرضت لها منطقة الدراسة سواء قديماً او حديثاً، مع العلم ان الشكل الحالي للمنحدرات وما تتعرض له من عمليات في ظل الظروف الحالية والقادمة كفيلة ان تغير من شكلها وتعطيها شكلاً اخر في المستقبل (Savigear, R., 1962, P 37)، فلذا تعد دراسة المنحدرات في منطقة الدراسة ذات اهمية خاصة، لتاثيرها على حياة الانسان ونشاطه على سطح الأرض، فهي تؤثر في الجوانب التطبيقية في العديد من المجالات الاقتصادية عند التخطيط لها مثل استغلال الارض، او مد شبكات الطرق، أو بناء المنشأت ... الخ.

فلذا تمت دراسة المنحدرات من خلال المرئيات الفضائية المتمثلة بنموذج الارتفاع الرقمي DEM المستخرج من Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)، الملتقط بالقمر الصناعي الامريكي لاند سات عام ٢٠٠٢ بدقة ٩٠ متراً، بعد اجراء بعض المعالجات عليها من اجل التخلص من القيم السالبة الموجودة في (SRTM)، وقد استخرج الباحث انحدار سطح حوض نهر تانجرو من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة في استخدام أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis Tools الموجودة في برامج Arc GIS Arc Info 9.2 معتمدا في ذلك على نموذج الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة.

تتراوح درجات الانحدار في منطقة الدراسة بين صفر الى ٤٥ درجة، وان الانحدارت الشديدة تتركز في الجزء الشمالي من الحوض وادي، اما الانحدارات الخفيفة فانها تتركز في وسط وجنوب الحوض في المناطق السهلية كما توضحها الخريطة (٤) الذي امكن الباحث من خلالها تقسيم منطقة الدراسة من حيث درجات الانحدار إلى الفئات التالية:

أ- **مناطق ذات انحدار اقل من ١٥:** تشغل مساحة نحو ١٦٩٧.٦ من جملة مساحة المنطقة يمتاز معظمها بالاستواء النسبي، وتقع تلك المناطق بالنطاق السهلي الساحلي وتشغل معظم حوض وادي.

خريطة (٥) درجات الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

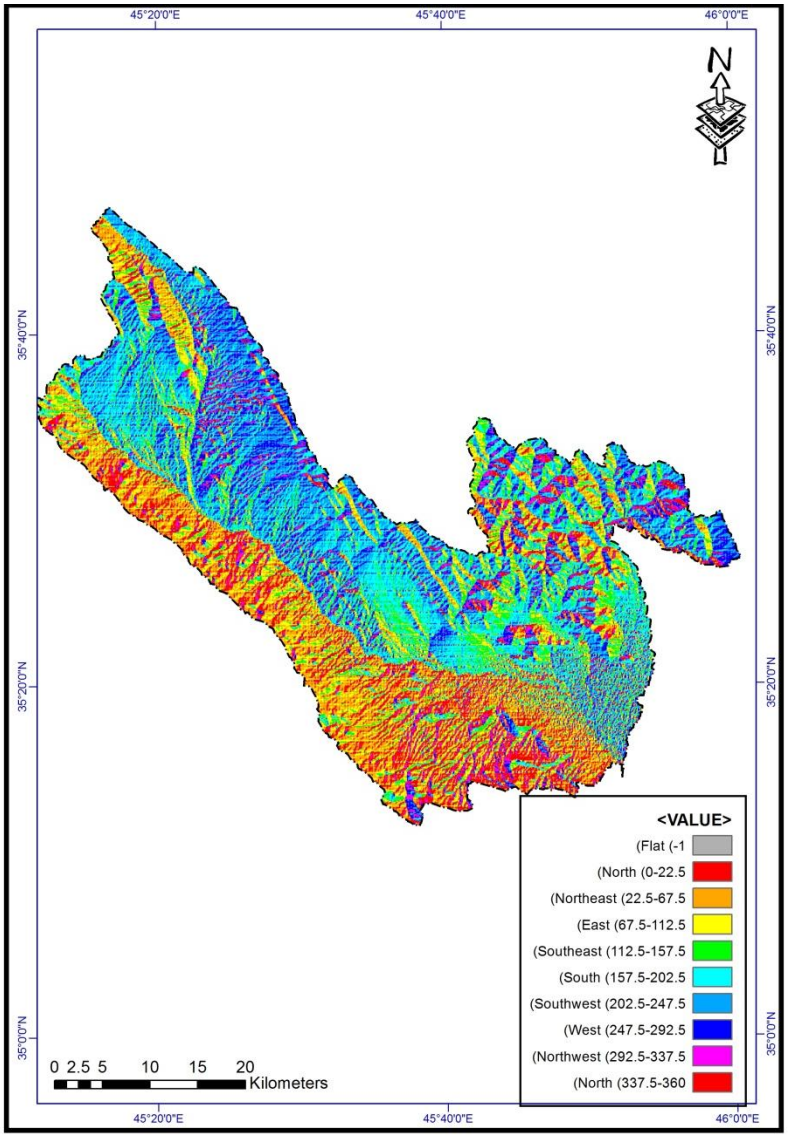
ب- **مناطق ذات انحدار من ١٥ – ٣٠:** وتشغل مساحة ١٥٢.٤من جملة مساحة الحوض وتنتشر بشكل عام في شمال الحوض، وتشغل معظم مساحة حوض وادي وجزءاً من حوض وادي.

ج- **مناطق ذات انحدار اكبر من ٣٠:** وتشغل مساحة ٨.٨٨ كم٢ تتركز هذه الانحدارات في مساحتين مرتبطتين في المقام الاول بالقمم الجبلية حيث الاجزاء العليا منها، والتي

تبدو مرتفعة وشديدة الانحدار، فتظهر المنطقة الأولى بحوض وادي عند جبل، والمنطقة الثانية عند الحافة الشمالية الشرقية.

اما بالنسبة لاتجاه الانحدارات فنلاحظ ان الانحدار ذات الاتجاه الغربي والجنوب الغربي يتركز في معظم اجزاء منطقة الدراسة، اما الاتجاه الشمال الشرقي فانه يتركز في جنوب ووسط المنطقة كما موضح في خريطة (٦).

خريطة (٦) اتجاه الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

ثالثاً: خصائص شبكة الصرف:

١- المراتب النهرية:

يقصد بها التدرج الرقمي لمجموعة الروافد التي تتكون منها دراسة النظم النهرية في أحواض التصريف النهري(١٠). وتوجد طرق عديدة لتصنيف الشبكة النهرية إلى مراتبها، إلاّ أنَّ أكثر هذه الطرائق استخداماً ووضوحاً هي طريقة ستراهلر (١٩٥٨م) التي تنص على: (أنّ المجاري المائية التي لا تصب فيها أية روافد، تعدّ من المرتبة الأولى، وتتكون أنهار المرتبة الثانية من التقاء أنهار المرتبة الأولى، وأنهار المرتبة الثالثة من التقاء أنهر المرتبة الثانية ... وهكذا)، ولا تزداد مرتبة النهر عند التقاء رافد يحمل مرتبة أقل منه(١١).

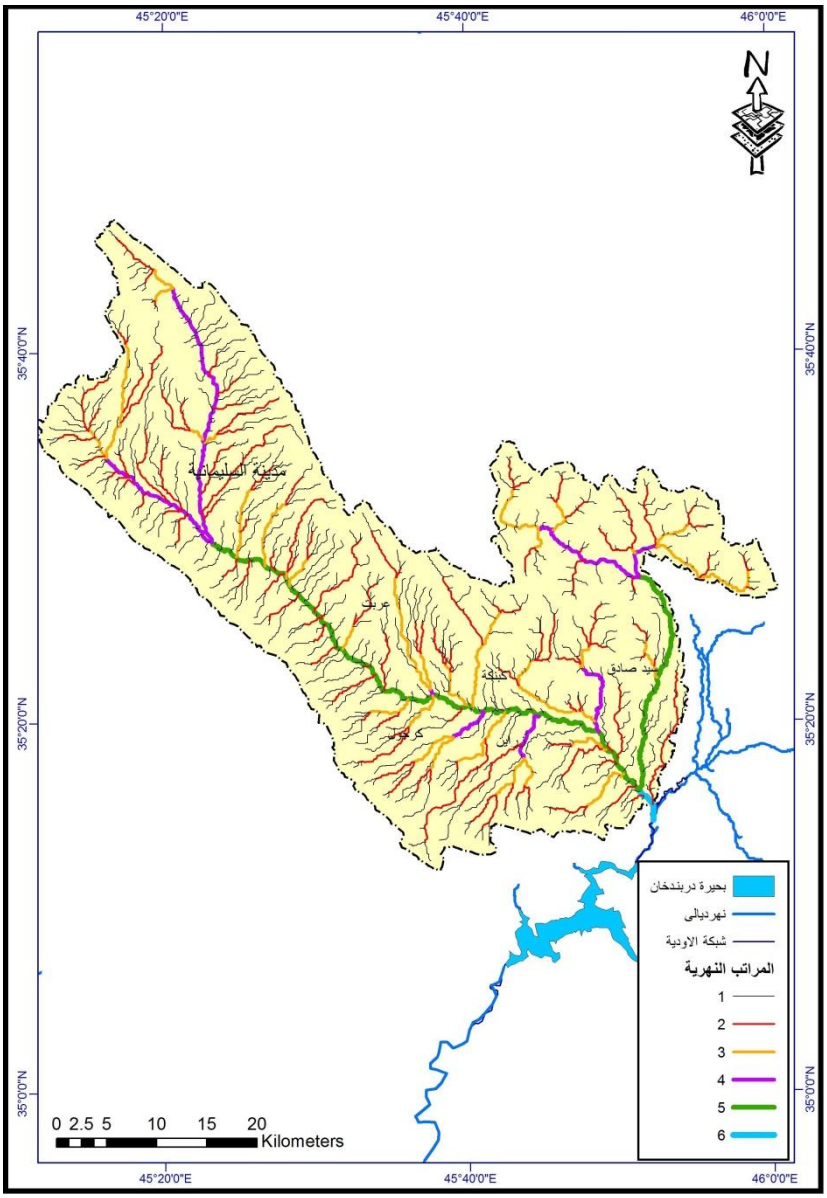
ووفق هذه الطريقة فقد قام الباحث بتصنيف شبكة الصرف لوادي تانجرو إلى مراتبها وقد أثبت بأنّ الوادي الرئيسي يتكون من ست مراتب نهرية، أمّا الأحواض الثانوية التي يتشكل منها الحوض فهي متباينة في عدد المراتب النهرية، كما توجد هناك مسيلات مائية صغيرة تتباين في مراتبها بين المرتبة الثانية والثالثة وتقع ضمن مساحة ما بين الأحواض، والخريطة (٧) والجدول ٣ توضح المراتب النهرية لعموم الحوض الرئيسي، والأحواض الثانوية.

جدول (٣) المراتب النهرية في حوض وادي تانجرو واحواضه الثانوية

المراتب النهرية	حوض سيد صادق		حوض ساروه		حوض كرجول	
	العدد	الطول / كم	العدد	الطول / كم	العدد	الطول / كم
١	١٠١	١١٠	٣٧	٥٠.٥٧	٣٥٤	٥٤٤.٤
٢	٢٢	٥١.٨	١٠	٢٧.٣٢	٥٨	٢٢٦.٢
٣	٧	٣٨.٤٧	٣	١٦.٦٨	١٨	١٠٤.٥
٤	٢	١٨.٢٩	١	٨.٤٤	٦	١١.٨
٥	١	٢٥.٧	–	–	٢	٦١.٣
٦	–	–	–	–	١	٣.٧
المجموع	133	٢٤٤.٢٦	٥١	١٠٣.٠١	٤٣٩	951.9
المراتب النهرية	حوض سرجنار		حوض كرديور		حوض تانجرو الرئيسي	
	العدد	الطول / كم	العدد	الطول / كم	العدد	الطول / كم
١	٧٧	١٢٥.٤	٧٣	١٢٩.٧	642	960.07
٢	١٤	٦٠.٢	١٧	٦٣.٢٥	121	428.77
٣	٤	٩.٤	٢	١٦.٢٥	34	185.3
٤	١	٢٨.٩	١	١٥.٠٦	11	82.49
٥					3	87
٦					1	3.7
المجموع	٩٦	٢٢٣.٩	٩٣	224.26	812	1747.33

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

خريطة (٧) المراتب النهرية لحوض وادي تانجرو



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

٢- كثافة الصرف (Drainage Density):

تعني كثافة الصرف درجة انتشار الشبكة النهرية وتفرعها ضمن مساحة الحوض[١٢]. ويمكن الحصول عليها من قسمة مجموع أعداد جميع الأنهار الموجودة في الحوض على

مساحة الحوض الكلية[١٣]. وتعدّ كثافة الصرف أحد المعايير المهمة التي تؤثر في الوضع الهيدرولوجي للأنهار من حيث سرعة الجريان، ومعدل التصريف أثناء سقوط الأمطار والذي له تأثير في نشاط عمليات الحت والتعرية في الأودية النهرية.

وكثافة الصرف على نوعين:

أ- كثافة الصرف الطولية:

وهي عبارة عن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض التصريف مقسوماً على مساحته. وكما في المعادلة الآتية[١٤]:

$$\text{الكثافة الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال الأنهار / كم}}{\text{مساحة الحوض / كم٢}}$$

وهي على العموم منخفضة في منطقة الدراسة (٠.٩٣ كم / كم٢)، أمّا الأحواض الثانوية فقد تباينت بين أعلاها في حوض وادي كرجول (٠.٩٧ كم/كم٢) وأدناها في حوض وادي سيد صادق (٠.٧٤ كم /كم٢)، جدول (٤).

جدول (٤) كثافة الصرف الطولية والعددية لحوض وادي تانجرو وأحواضه الثانوية

رقم الحوض	اسم الحوض	عدد الأودية	مجموع أطوال الأودية/ كم	المساحة/كم٢	الكثافة العددية وادي/كم٢	الكثافة الطولية كم/كم٢
١	سيد صادق	١٣٣	٢٤٤.٢٦	٣٢٨.٤	٠.٤١	٠.٧٤
٢	ساروه	٥١	١٠٣.٠١	١٢٠.١	٠.٤٢	٠.٨٥
٣	كرجول	٤٣٩	٩٥١.٩	٩٤٢.٧	٠.٤٦	٠.٩٧
٤	سرجنار	٩٦	٢٢٣.٩	٢٥٠.٩	٠.٣٨	٠.٨٩
٥	كريبور	٩٣	٢٢٤.٢٦	٢٢٣.٢	٠.٤١	١.١
الحوض الرئيسي	تانجرو	٨١٢	١٧٤٧.٣٣	١٨٦٥.٤	٠.٤٣	٠.٩٣

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية للمنطقة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3)

ب- كثافة الصرف العددية *:

يقصد بها مجموع عدد الأودية إلى مساحة أحواضها ١٥، إذ بلغت كثافة الصرف العددية في عموم الحوض (٠.٤٣ وادي/ كم٢) وهي كثافة قليلة، أمّا الأحواض الثانوية فقد

تباينت فيها قيم الكثافة العددية بين أعلاها في حوض وادي كرجول (٤.٦ وادي/ كم٢) وأدناها في حوض وادي سرجنار (٠.٣٨ وادي/ كم٢).

رابعاً: أنماط شبكة الصرف المائي (Drainage Pattern):

هو الشكل والنظام العام الذي تشكله شبكة الصرف النهرية عند التقائها[١٦]، وتختلف أنماط الصرف المائي نتيجة لاختلاف الظروف البيئية المتمثلة بالمناخ والتركيب الجيولوجي واختلاف التركيب الصخري وحركات الرفع التكتونية ووجود الصدوع أو المفاصل فضلاً عن التطور الجيومورفولوجي لحوض النهر نفسه[١٧].

ولهذه العوامل تأثير كبير في تشكيل أنماط الصرف النهري، وأهم هذه الأنماط في منطقة الدراسة هي:

١- النمط الشجري (Dendritc):

يعدّ هذا النمط أكثر الأنماط انتشاراً، ويتميز بتشعب الروافد النهرية بشكل غير منتظم يشبه تفرعات الشجرة، وعادة ما تكون الزوايا التي تكونها الأودية غير قائمة، وينشأ هذا النوع من التصريف فوق الصخور الرسوبية بشكل خاص والأراضي التي تكون قليلة التضرس إلى سهلية[١٨].

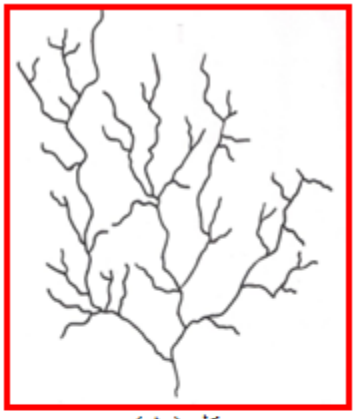
كما يمكن أنْ يتكون هذا النمط فوق صخور نارية متجانسة صلبة يتشابه تركيبها الجيولوجي من جزء لآخر، كذلك يمكن أنْ يتكون هذا النمط فوق الصخور المتحولة[١٩].

وإنّ المناخ له الأثر الكبير في زيادة التفرع، حيث يزداد التفرع مع زيادة كمية التساقط، ويمتاز هذا النمط من التصريف بسرعة وصول الموجات المائية إلى المجرى الرئيسي والمصب، وهذا يسبب تعرية شديدة للمجاري المائية وزيادة في الحمولة من الروافد، وينتشر هذا النمط انتشاراً كبيراً في منطقة الدراسة ويمكن ملاحظته في كل أحواض منطقة الدراسة والشكل (١) يوضح ذلك.

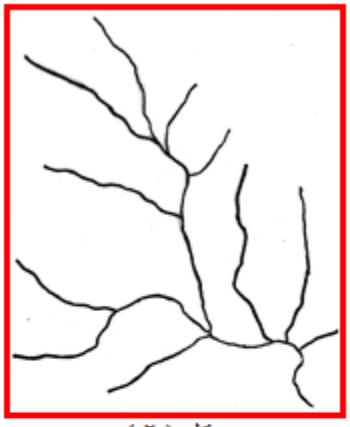
٢- النمط المتوازي (Parallel Drainage):

وهو الشكل الثاني من أنماط الصرف يظهر ضمن منطقة الدراسة، إذ تجري المجاري المائية ضمن هذا النمط بشكل موازٍ لبعضها، ويتشكل هذا النمط من التصريف في حالة وجود انحدار ملحوظ للأرض، أو وجود أشكال أرضية متوازية[٢٠]، ويمكن أنْ يوجد ضمن مناطق طيات محدبة طولية توازيها طيات مقعرة طولية[٢١]، والسبب الرئيسي في تكوين هذا

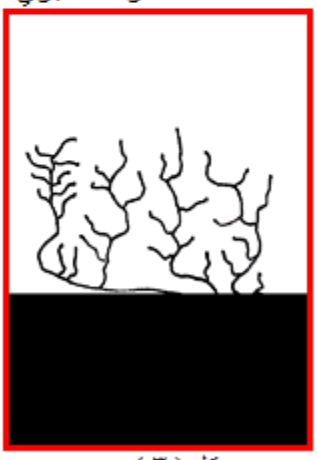
النمط في منطقة الدراسة هو الانحدار الواضح خاصة في الطرف الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة ضمن حوض السدرة الثانوي شكل (٢).



شكل (١)
نمط الصرف الشجري



شكل (٢)
نمط الصرف المتوازي



شكل (٣)
نمط الصرف المتعامد

شكل (٤)
نمط الصرف المركزي

٣- النمط المركزي (Central Petal Pattern):

يتكون هذا النمط عندما تكون المجاري المائية متجهة نحو منطقة مركزية منخفضة مثل الحفر البالوعية والحفر الكارستية والمنخفضات الحوضية، ولا يظهر هذا النمط إلاّ بشكل محدود ضمن منطقة الدراسة ومع مواقع الخسفات الكارستية وكما هو موضح في الشكل (٣).

٤- النمط المتعامد : (Rectangular Pattern) :

ينشأ هذا النوع من أنماط الصرف عندما تكون خطوط مضارب الطبقات أكثر استقامة وكذلك على المنحدرات المعتدلة بحيث تلتقي الروافد مع الوادي الرئيسي بزوايا قائمة

بسبب تباين الصخور في مقاومتها للتعرية المائية، إذ أنّ الوديان الرئيسية تتبع الطبقات الضعيفة بينما الروافد التي تجري على الصخور المقاومة تدخل الوادي بزوايا حادة[٢٢]، ويوجد هذا النمط ضمن منطقة الدراسة بشكل قليل وعند منطقة المصب فقط، لاحظ الشكل (٤).

خامسا: بناء نموذج للأخطار السيول والفيضانات في حوض وادي تانجرو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

من الجدير بالذكر أن هناك بعض الدراسات قد وضعت بعض المعايير التي من خلالها يتم تحديد درجات الخطورة للكوارث الطبيعية وتصنيفها، ومنها مقياس (Beyer, 1974, p.65) الذي أشار إلى وجود مجموعة من المعايير التي عن طريقها يتم عمل تقويم للخسائر والأضرار التي تنجم عن حدوث الفيضانات والسيول، وتتلخص هذه المعايير في مدى تكرارية حدوث الفيضان أو السيول، حجم الفيضان أو السيل، وقت حدوث الفيضان أو السيل، طبيعة استخدام المنطقة المتضررة، كفاءة نظم الإنذار والتنبؤ، كفاءة خدمة الطوارئ.

أما مقياس (Bryant, 1991, p.84) الذي يعد من افصل المقاييس التي وضعت لتحديد درجة خطورة الكوارث الطبيعية، ومن أهم المعايير التي اعتمد عليها هي درجة العنف، مدة طول الحدث، جملة المساحة المتأثرة بالضرر، جملة الأرواح المفقودة، مجموع الخسائر الاقتصادية، الآثار الاجتماعية الناجمة عن الحدث، إلا أن هذه الدراسات قد وضعت هذه المعايير لتحديد درجات الخطورة للكوارث الطبيعية وتصنيفها، ولكن نحن بصدد تحديد درجات خطورة الأحواض وليس الكارثة نفسها.

الطبقات المدخلة في نظام المعلومات الجغرافي لتحديد درجات الخطورة إن عمل موديل كارتوكرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لتحديد درجات الخطورة لأحواض التصريف الرئيسة في منطقة الدراسة يتطلب أولا، تحديد الشرائح أو الطبقات التي تدخل ضمن الموديل في نظام المعلومات الجغرافية والتي تمثل عوامل مؤثرة سلبا وإيجابا في حدوث الفيضانات والسيول في منطقة الدراسة وهي

١- طبقة معدل الاستدارة
٢- طبقة معدل الاستطالة
٣- طبقة معدل الانبعاج
٤- طبقة معامل شكل الحوض

٥- طبقة معدل التضرس

٦- طبقة أعداد المجاري

٧- طبقة أطوال المجاري

٨- طبقة كثافة التصريف العددية

٩- طبقة كثافة التصريف الطولية

بعد أن تمت عملية إدخال الخرائط، تبدأ عملية رسم الطبقات (Layers) التي تمثل الظواهر الجغرافية الموجودة في منطقة الدراسة ورسمت الطبقات بشكل منفرد، مثلت كل طبقة معلماً مكانياً مُعرّفاً برمز (ID) لا يمكن تكراره لمعلم أخر. وبتحديد نوعية المعالم المكانية (الخطية والنقطية والمساحية) تم رسم الطبقات الرئيسة للاحواض المائية، وعمل طبقات نوع (Vector) بهيئة ملف رسم (Shape file) تخزن بهيئة (polygon) من تطبيق برنامج (Arc Map) ونختار properties ومن (Symbology) نعرض البيانات حسب الصفة النوعية لتمثل الاحواض الثانوية للوادي للبيانات.

من ثم التحويل من صيغة (Vector) بهيئة ملف رسم (Shape file polygon) الى صيغة النظام الخلوي (Raster) Converts polygon features to a raster dataset باستخدام تطبيق (Arc Tools -- to raster -- Polygon to Raster Tool Box -- Conversion).

ومن ثم التحويل من صيغة النظام الخلوي (Raster) الى اصناف باستخدام تطبيق (Arc tool box -- Spatial Analyst tool -- Reclass -- Reclassify). ثم دمج جميع الاصناف (Reclassify) بخارطة تمثل الوزن النهائي لمجموعها (Arc tool box -- Spatial Analyst tool -- Overlay -- Weighted Overlay).

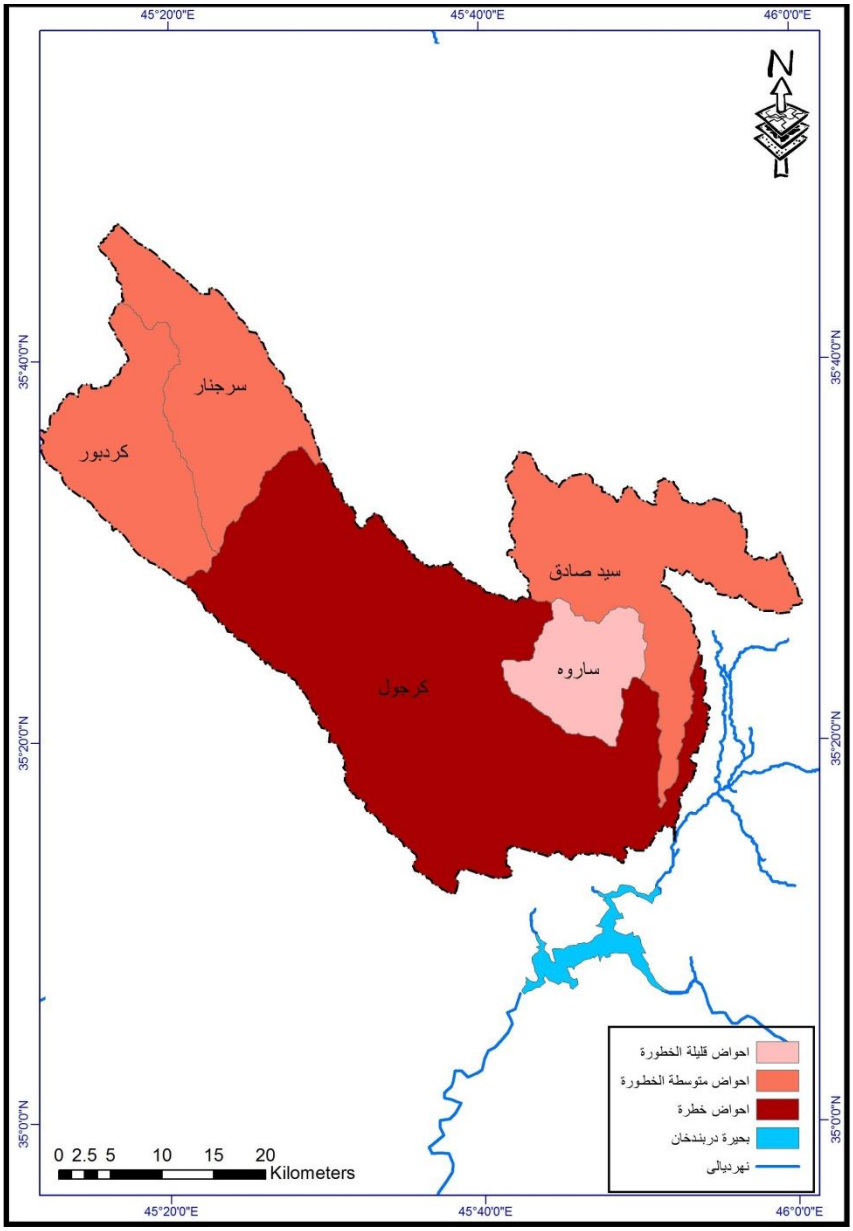
يتضح من تحليل نتائج دمج الطبقات المدخلة إلى نظامGIS لتحديد درجات الخطورة الخريطة رقم (٨) أن مستويات درجة الخطورة في حوض وادي تانجرو وأحواض روافده الرئيسة هي:

المستوى الأول: يمثل الأحواض قليلة الخطورة، وهي صالحة لمعظم الأنشطة البشرية، ويشمل فقط حوض وادي ساروه والاراضي بين الأحواض.

المستوى الثاني: يمثل هذا المستوى الأحواض ذات الخطورة المتوسطة، ويشمل كل من حوض وادي سيد صادق وحوض وادي سرجنار وحوض وادي كردبور.

المستوى الثالث: يمثل هذا المستوى الأحواض الخطرة، ويشمل حوض وادي كرجول الذي يعد من اكبر احواض وادي تانجرو وتتركز فيه معضم المناطق السكنية

خريطة ( ): مخاطر السيول والفيضانات لحوض وادي تانجرو واحواضه الثانوية



المصدر: من اعداد الباحث اعتماداً على برامج Arc GIS (Arc Map 9.2, Arc Catalog 9.2, Arc Toolbox

النتائج:

١- توصل البحث الى ان بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية توف اماكانيات واسعة ودقية لتحديد مخاطر السيول والفيضانات

٢- تشغل الأحواض ذات الخطورة مساحة قدرها ٩٤٢.٧ كم٢، بينما بنما ما تبقى من مساحة الحوض تعد ذات خطورة متوسطة الى قليلة.

٣- تعد نسبة تضرس الحوض فضلا عن انحدار الحوض واتجاه الانحدار من اهم الخصائص المؤثلاة في حدوث الفيضانات والسيول.

٤- تعد الاحواض ذات الشكل الدائري والمتمثلة بحوض وادي ساروه اكثر خطورة من الاحواض ذات الشكل الطولي لسرعة وصول الموجات الفيضانية بعد سقوط الامطار مباشرة.

التوصيات:

توصي هذه الدراسة بما يلي:

١- العمل على تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسات السيول والفيضانات لما تقدمة من إمكانيات متعددة تتمثل في قدرتها على التكامل مع بعض، وهذا سيساهم في التنبوء المبكر للمخاطر ويدعم التخطيط السليم والمساعدة على الوصول إلى أفضل القرارات.

٢- اعطاء الحوض رقم (٣) اعتبار واهمية حيت انه يضم معضم المناطق السكنية. أولوية في توفير خدمات الصرف الصحي وتصريف مياه السيول. والمواقع التي تم تحديدها كمواقع مهددة بالسيول والفيضانات.

٣- ضرورة اعتماد معايير ثابتة لدى الامانات، اثناء اختيار الاحياء التي تعطي أولوية في توفير خدمات الصرف الصحي وتصريف مياه السيول التي تعتمد على مستوى تعرض الحي لمخاطر السيول.

٤- تنفيذ مجاري او عبارات صندوقية لتصريف مياه الأمطار والسيول في الأحياء المكتظة بالعمران والسكان. وتحذير السكان من أخطار السيول وأماكن الخطر، وإرشادهم إلى الأماكن الآمنة.

٥- الأخذ في الاعتبار كميات السيول ومساراتها عند وضع مشاريع كالطرق والأنفاق والجسور مع مراعاة مستوى الطرق حتى لا تشكل حاجزا للسيول.

٦- توصي الدراسة المسؤولين في الأمانات باستقطاب الباحثين، لإجراء دراسات مماثلة لمناطق أخرى في المناطق المهددة بمخاطر السيول. وبالتالي الوصول إلى تحديد دقيق للأودية والشعاب والمساحات والطرق ومستويات الخطورة للمواقع المهددة بمخاطر السيول.

المصادر والمراجع

(١) محمد فضيل بوروبه، المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال (النل الشرقي – الجزائر)، رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، ١٩٩٩، ص٣.

(٢) مهدي الصحاف، كاظم موسى الحسن، هيدرومورفومترية حوض رافد الخوصر، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العددان ٢٤ و٢٥، مطبعة العاني، بغداد، ١٩٩٠، ص٣٩.

(٣) أحمد حسين فرحان الجغيفي، جيومورفولوجية وادي الفحيمي في هضبة العراق الغربية، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، ٢٠٠٨، ص٧٠.

(٤) رحيم حميد عبد ثامر العبدان، الأشكال الأرضية لحوض وادي عامج، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٤، ص ١٣٩.

(٥) عدنان باقر النقاس، مهدي محمد علي الصحاف، الجيومورفولوجي، مصدر سابق، ص٦٧.

(٦) أحمد علي حسن البيواتي، التحليل الكمي لخصائص الشبكة النهرية لحوض وادي الثرثار، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٤٣، سنة ٢٠٠٠، ص ١٤٦.

(٧) أحمد فليح فياض اللهيبي، مصدر سابق، ص ٦٠.

(8) S-A. Schumm, Eraluvalvation of Drainage Systems and Slopes in Bad Lands, Atperth Amboy. Bellein of the Geological Society of American, Vol.67,N-4, 1956.P-612.

(٢) زهير نورز ياسين الالوسي، مصدر سابق، ص ٩٨.

(١٠) دلي خلف حميد الجبوري، حوض وادي الفضا في المنطقة المتموجة من العراق، دراسة في الهيدرولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة تكريت، ٢٠٠٥، ص٦٠.

(11) Alan strahler, Arthur strahler, Physical Geography, Second Edition, John Wiley and sons, United States of America, 2002, p.485 .

(١٢) خالد أكبر عبد الله الحمداني، مصدر سابق، ص٥٤.

(١٣) زهير نورز ياسين الآلوسي، مصدر سابق، ص١١٨ .

(١٤)

مجموع أعداد الأودية لحوض ما

* الكثافة العددية = ----------

مساحة الحوض / كم٢

(١٥) جنان رحمان ابرهيم فرج الجاف، جيومورفولوجية جبل براكرة وأحواضه النهرية وتطبيقاتها، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٥، ص ٦٠.

(١٦) محمد صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، ط ٢، ١٩٧١، ص ١٩٣.

(١٧) حسن سيد أحمد أبو العينين، مصدر سابق، ص ٤٦٠.

(١٨) عمار حسين محمد العبيدي، جيومورفولوجية وادي كورده ره، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة ديالى، ٢٠٠٥، ص ١٢١.

(١٩) حسن سيد أحمد أبو العينين، مصدر سابق، ص ٤٦١.

(٢٠) أحمد فليح فياض اللهيبي، مصدر سابق، ص ٧٩.

(٢١) حسن سيد أحمد أبو العينين، مصدر سابق، ص ٤٦٩.

(٢٢) جنان رحمان إبراهيم فرج الجاف، مصدر سابق، ص ٦٨.