

نمذجة سلوك الجريان والارساب لقنوات حوض مامران

فائق حسن محيimid منهل عبدالله حمادي خطاب سعد محيimid
كلية الآداب قسم الجغرافية التطبيقية
(قد للنشر في ٨ / ٨ / ٢٠٢٢ قبل للنشر في ٩ / ٩ / ٢٠٢٢)

المخلص

ركزت هذه الدراسة على تحليل العوامل والعمليات الهيدرولوجية والتي قادت الى تشكيل القنوات ، والتعرف على خصائصه الهيدرولوجية المتمثلة بالتصريف والإنتاج الرسوبي من جهة أخرى . برزت مشكلة الدراسة في صعوبة التعرف على حجم التصريف المائية وحجم الرسوبيات وما هو أثر سير العمليات الجيومورفولوجية التي تمارس نشاطها في الحوض والآثار البيئية المترتبة عليها والتي بالإمكان الاستفادة منها في إعادة أعمار النظام البيئي للحوض . تهتم الطرق الكارتوكرافية الحديثة بكيفية الاستفادة من أساليب النمذجة الآلية لمحتويات الخرائط وذلك بهدف استقراء وتحليل المتغيرات التي تطرأ على معالم الأقاليم الجغرافية من خلال تحديد العوامل المكانية التي ترتب عليها حدوث التغيير وتحليل مكاني لتركيب العناصر الكارتوكرافية المصاحبة لهذا التغيير.

Modeling the flow and sediment behavior of the Mamran basin channels

Faiq Hassan Manhal Abdullah Khattab Saad
Muhaimid Hammadi Muhaimid
Faculty of Arts, Department of Applied Geography

Abstract

This study focused on the analysis of the hydrological factors and processes that led to the formation of the canals, and the identification of its hydrological characteristics represented by drainage and sedimentary production on the other hand. The problem of the study emerged in the difficulty of identifying the volume of water discharges and the volume of sediments, and what is the effect of the course of geomorphological processes that exercise their activities in the basin and the environmental effects resulting from them, which can be used in the reconstruction of the ecosystem of the basin. Modern cartographic methods are concerned with how to take advantage of the methods of automatic modeling of the contents of the maps in order to extrapolate and analyze the variables that occur on the landmarks of geographical regions by identifying the spatial factors that resulted in the occurrence of change and a spatial analysis of the composition of the cartographic elements accompanying this change.

المقدمة Introduction:

تعتبر دراسة الخرائط ركيزة أساسية في علم الجغرافية إذ بدونها تفقد الجغرافية أداة تعبيرية هامة فهي توضح العلاقة بين الإنسان والأرض ، والخرائط المسطحة التي تظهر العلاقات المكانية ، تركز الدراسات الخرائطية الحالية على جوانبها التطبيقية وذلك بسبب التطورات الهائلة التي حصلت في تقنياتها والمتمثلة ببناء النماذج الرقمية (Digital Models) في بيئة برنامج (ARC GIS). والتحليل الاحصائي، والنموذج تجريدي للحقيقة يتيح إمكانية دراسة العلاقات المكانية Spatial Relationship، بين متغيرات وخصائص الموضوع الواسعة، والنموذج يستخدم في نظم المعلومات الجغرافية في ربط الخرائط الرقمية الممثلة على شكل خرائط طبقات بعمليات منطقية للمساعدة في صنع القرارات ان الغاية من استخدام النماذج هي مساعدة العاملين في نظم المعلومات الجغرافية على ادراة وضبط العمل، فمن الصعب جداً ومن غير الموضوعية ادراة العمليات المكانية وتجهيز المعلومات بدقة وكفاءة عالية دون بناء النماذج Building Models. كما يطلق مصطلح (النموذج) على العديد من الفعاليات في نظم المعلومات الجغرافية، فالطبقات التي تمثل بيانات المظهر الأرضي وتجسد العلاقات المكانية بين الظواهر الجغرافية يطلق عليها مصطلح (نموذج التمثيل Representation Model) ، في حين ان ايجاد المناطق المعوضة للفيضانات استناداً إلى معايير معلومة التي تحكم الطبقات في نظم المعلومات الجغرافية يطلق عليه مصطلح (نموذج الملاءمة Suitability Model). إذ تحاكي النماذج عمليات العالم الواقعي، وهناك سببين لبناء أو تركيب هذه النماذج فمن وجهة النظر الواقعية يجب اتخاذ القرارات والإجراءات بخصوص الظواهر المكانية. ومن وجهة النظر الفلسفية فإن هذه النماذج قد تكون السبيل الأوحده لتقويم فهمنا للسلوك المعقد للأنظمة المكانية⁽¹⁾ إذ تهدف الدراسة الحالية أساساً إلى بناء نماذج للخرائط الهيدرولوجية اعتماداً على الموثبات الفضائية والخرائط الطبوغرافية والخرائط

- (1) Jamie Parrish, et al., Advanced Analysis with ArcGIS, ESRI Press, Redland, (2005).

الجيولوجية على اساس بناء طبقات معلوماتية وقاعدة بيانات فعالة ومن ثم تصنيفها وتحليلها، وانعكاس ذلك على التوزن البيئي للحوض .

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها Study problem and questions:

تستند الدراسة على جملة حقائق وإن هذه الحقائق تبرز منها تساؤلات تعتمد على عدم وجود خرائط هيدروولوجية تفصيلية يعتمد عليها في التنمية للاحواض المائية وطرق ادلتها ومن هنا تبرز الحقائق والتساؤلات لهذه الدراسة وهي:

١. ما هو حجم تأثير المعطيات الطبيعية في جانب الارساب والجريان في القنوات النهرية ؟
٢. هل تسهم الظروف الجريانية في تحديد السلوك الهايدروجيومورفولوجي (التعرية والارساب)؟

٣. هل يمكن اعداد نموذج خرائطي لتصنيف سلوك القنوات النهرية

٣-١. فرضيات الدراسة The hypothesis of the study:

على ضوء التساؤلات المطروحة انفاً ضمن حقائق المشكلة الرئيسية سيتم صياغة الفرضيات التالية:

- ١- ان للمعطيات تأثير في جانب الارساب والجريان في القنوات النهرية في حوض منطقة الواصة
٢. يمكن تصميم نماذج لخرائط هيدروولوجية فعالة ذات قوة عالية لتوصيل المعلومة لقرء الخريطة باستخدام التقنيات الحديثة وبدقة عالية .
- ان بناء الخريطة قائم على قاعدة معلوماتية رصينة مكون من طبقات يمكن من خلالها بناء نموذج للتوصل الى خريطة تحدد مناطق التنمية المستدامة للاحواض النهرية.

٤-١. أهداف الدراسة Objectives of the study:

تهدف الدراسة إلى ما يأتي:

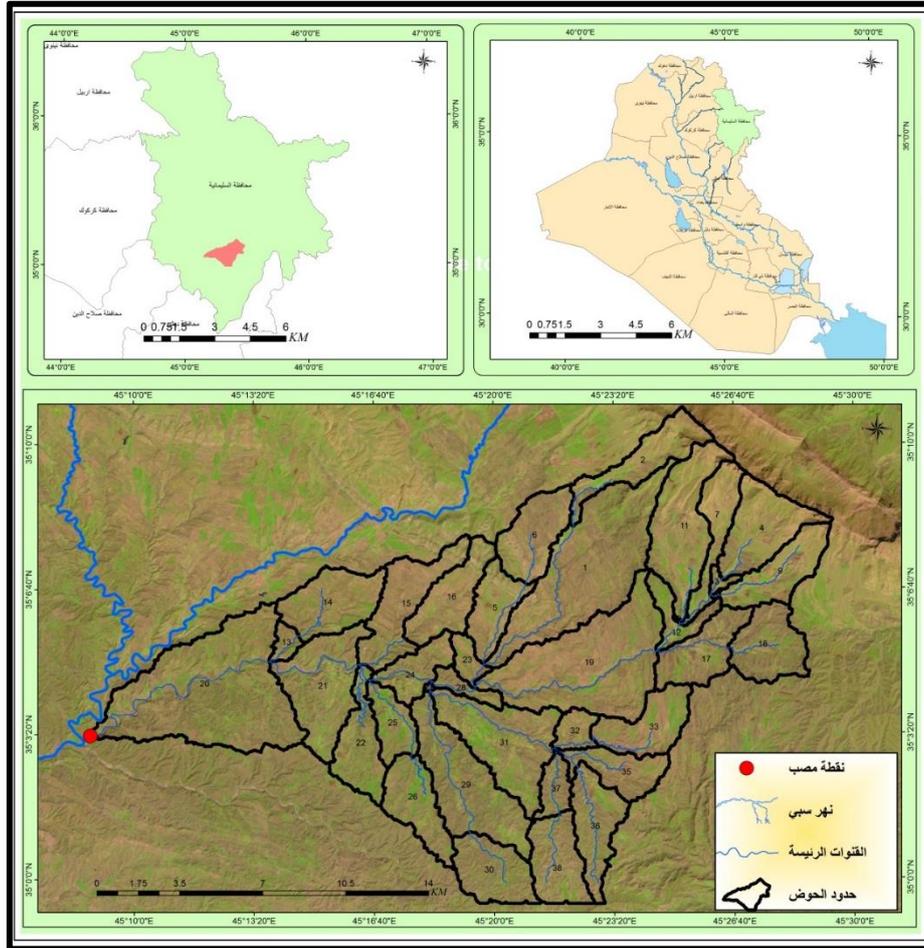
الكشف عن العوامل المشكلة للمظهر الأرضي للحوض المائي من ناحية البنية الجيولوجية وقدراته المناخ ، والتي انعكست على تشكيل وتطور أغلب الخصائص الهيدرولوجية للحوض . معرفة كيفية تشكيل القنوات النهوية الرئيسية وسلوكها، نتيجة لاستجابتها للمتغيرات الرئيسية (البنية الجيولوجية والتصريف) وإلى أي مدى يمكن أن تحقق التوازن البيئي للحوض وتمثيلها كلتوكرافيا.

بناء قواعد بيانات تفاعلية وطبقات معلوماتية واختيار رموز هيدرولوجية مناسبة ونماذج احصائية بغيت الوصول للخصائص الهيدرولوجية المؤثرة في بيئة الحوض وتمثيلها خرائطياً.

٥-١. موقع منطقة الدراسة Location of study area:

تقع منطقة الراسة فلكياً ضمن الاحداثيات الجغرافية بين دائرتي عرض ($35^{\circ}10'54''$) و ($34^{\circ}59'22''$) شمالاً، وبين خطي طول ($45^{\circ}29'24''$) و ($45^{\circ}8'49''$) شرقاً. يقع الحوض ادرياً في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية ضمن محافظة السليمانية بمساحة (٣٠٧.١٨) كم^٢ وتحوي المنطقة على طيات محدب وطيّات مقعوة مملوءة بالرواسب حيث تكون منابع الحوض من الجهات الشمالية الشرقية ذات التضرس الشديد لمطقة الراسة كما في خريطة (١) .

خريطة (١) موقع منطقة الراسة



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وخريطة العواق الإدارية بمقياس رسم ١/١٠٠٠٠٠٠. مما لا شك فيه أن الماء يلعب دوراً حاسماً في كل المجتمعات البشرية ، في الماضي والحاضر. وتركز الاهتمامات الاجتماعية الأكثر وضوحاً حول المياه على ضمان "توفير" الكمية الصحيحة من هذا المورد الحيوي في الأماكن المناسبة وفي الأوقات المناسبة للحفاظ على صحة الإنسان وحياته^(١).

١. تشكيل القناة وسلوكها Channel formation and behavior

تُمثل القنوات النهرية خرائطياً بنمط خطي ويُعد تشكيل القنوات النهرية أحد نتائج العلاقة بين شكل القناة وكميات الجريان ونقل الرواسب على طول قناة الوصول. وتكمن أهمية

¹ 1- C. Michael Barton, Isaac I. Ullah and Sean Bergin . Land use, water and Mediterranean landscapes: modelling long-term dynamics of complex socio-ecological systems. *Phil. Trans. R. Soc. A* (2010) 368, 5275–5297

دراستها كونها المسؤولة عن نقل المياه والرواسب الى نقطة المصب فهي جوهر العمليات الهيدرولوجية، والتي تتحكم بها البنية الجيولوجية والتصريف والتي تُعد بمثابة متغيرات مستقلة. ومن خلال الخرائط يمكن التعرف على نظام الجريان والرواسب فانهما من المتغيرات القيادية إذ أنها تقيد تعديل شكل القناة ضمن ظروف محلية ، فعلى سبيل المثال، يمكن لسرير النهر الذي يحتوي على طبقة من الرمال يتدفق عبر سهول فيضيه واسعة وأن يعدل شكله بسهولة أكبر من قناة نهريّة من وادي محصور (valley confinement) ذو مسار ضيق محصور بين سلاسل ومرتفعات أو حافات(٢).

هناك علاقة بتعديلات القنوات اذ توفر الطاقة الهيدروليكية مهم، ، فهي المتحكمة في اشكال القنوان وانماط تشكيلها وطرق تمثيل كل نمط من الانماط كارتوكرافيا، فالأنهار التي تتدفق على منحدرات متدرجة (gradients) منخفضة، وتكون ضفافها متماسكة بالغطاء النباتي تكون محدودة التعديل. لذا يطلق على هذه القيود بالشروط الحدودية (boundary conditions). اذ تشمل انحدار الوادي (slope valley) انحصار الوادي (valley confinement)، ركيزة القناة (substrate)، ، ونباتات ضفاف النهر (Riparian vegetation). وهذا ما تم ذكره سابقا في الخرائط الموضوعية، كخريطة الانحدار وخريطة الغطاء النباتي وكما في الشكل (١). الذي يوضح المخطط التفصيلي للمتغيرات القيادية والظروف المحيطة بها والمؤثرة على شكل القناة.

تم الكشف عن اشكال القنوات التي تكون في حالة توازن على مدار نطاق زمني معين. هناك العديد من الأمثلة على القنوات أي غير المتوازنة، اذ ليس كل القنوات في النظام تسير بهذه الحالة، ويعود السبب في ذلك إلى أن القناة تتطور نتيجة استجابتها خلال فترة طويلة لنظامي الجريان و الرواسب، والناجمة عن تغيير في واحدة من ضوابط الحوض الخارجية (النشاط التكتوني، وتذبذب في التساقط)^(٣). هناك امثلة على القنوات التي تحقق حالة

(2) Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, First published By Rutledge , Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, 2008, p117.

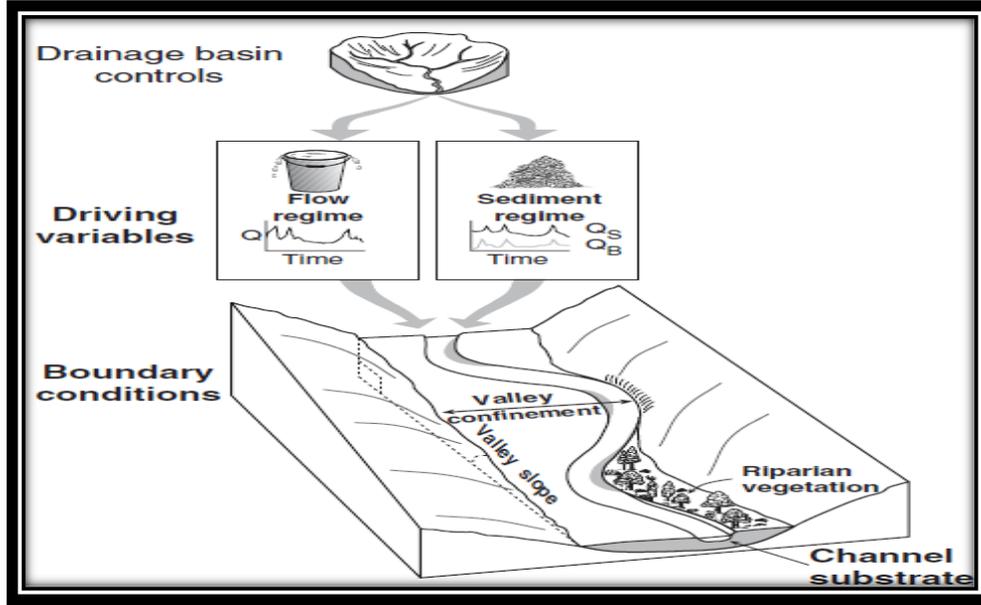
(3) Otc, p118.

التوازن هي قنوات التعميق (incising)، أو البناء (aggrading)، أما القنوات ذات السرير الصخري (bedrock) السائدة في الأراضي الجافة تكون في حالة عدم توازن دائمة، لأنها تخضع لتدفقات الفيضانات الاستثنائية التي تحدث تعديلات في شكل القناة. إذ تبين الكارتوكرافيا هذه الحالة التي تغير من اشكال القنوات وسيتم البحث التفصيلي في منطقة الدراسة للوقوف على المناطق التي تحقق التوازن والمناطق التي لا تحقق توازناً بيئياً.

تم تحديد متغير قوة الجريان المتاحة على امتداد معين من المجرى اعتماداً على التصريف وانحدار الوادي لكل قناة من القنوات. فعلى مقياس الوصول الثانوي sub-reach scale، هناك اختلافات مكانية في إنفاق الطاقة، والتي تنتج عن الاختلافات في شكل القناة ومقاومة الجريان، إذ يؤثر على أنماط التعرية والترسيب. فعلى سبيل المثال تتركز طاقة وإمكانات التعرية في الأماكن التي تضيق فيها القناة، وعلى العكس من ذلك تزداد مقاومة الجريان لعدة عوامل أهمها الصخور، الحواجز، شكل القاع، الحطام الخشبي، مما قد يؤدي إلى ترسيب موضعي^(٤).

شكل (١) المتغيرات القيادية والشروط الحدودية التي تتحكم بشكل القناة

(4) Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, etc, p118.



Reference: Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, First published By Rutledge, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, 2008, p118.

وسيتم التفصيل عنها بالآتي:

٣-١-١-١. المتغيرات القيادية **Driving variables** :

يمكن توضيح أهم المتغيرات القيادية التي تؤثر على القناة النهرية في منطقة الدراسة بالآتي:

٣-١-٢. نظام الجريان **Flow regime** :

يعد نظام الجريان في قنوات المجرى الطبيعية غير مستقر، إذ تشتمل خصائص نظام الجريان على الاختلافات الموسمية، ويتذبذب عبر الزمن نتيجة استجابته لمداخلات التساقط في حوض التصريف. من حيث (الكمية، التكرار، المدة). إذ يؤثر التصريف على طاقة المجرى وسرعته وضغط القاع، لذلك تكون لخصائص نظام الجريان تأثير هام على شكل القناة^(٥).

تعد أداة تقييم مستجمعات المياه الجغرافية المكانية الآلية (AGWA2) وتعني Automated Geospatial Watershed Assessment التقييم الانبي المكاني لأحواض المياه. و تتضمن أداتين هما SWAT و KINEROS

⁽⁵⁾ R.J.Garde(2006), River Morphology, New Age International (P) Limited, Publisher 4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 110002, p32.

- أذ تعني SWAT (Soil Water Assessment Tool) أداة تقييم التربة والمياه .
وتعني KINEROS (Kinematics Erosion) التعرية الديناميكية .

تعرف على انها أداة نمذجة هيدرولوجية للتقييم الآلي قائمة على نظم المعلومات الجغرافية تم تطويرها بشكل مشترك من قبل مكتب البحوث والتنمية التابع لوكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية ، وخدمة البحوث الزراعية التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية ، وجامعة أريزونا. تم تصميمه في البداية كأداة بحث لتقييم التأثيرات الهيدرولوجية المرتبطة بتغيير المناظر الطبيعية على مستويات متعددة ، وهو السياق الذي تعد فيه النماذج المستندة إلى العمليات ضرورية. عندما أصبحت تطبيقات الإدارة المحتملة للأداة أكثر وضوحاً وتم تحديد شركاء لديهم أهداف إدارية محددة ، تم تحويل AGWA2 إلى أداة متعددة الاستخدامات للإدارة والتخطيط البيئي. يسهل تصميم البرنامج المدروس الربط بين مختلف النماذج وأنواع البيانات ، وبالتالي تعزيز التنمية التعاونية متعددة التخصصات. يوضح كل من تطوير AGWA2 والأداة نفسها عملية الجمع بين البحث الأساسي والنموذج الذي يحركه أصحاب المصلحة وتطوير البرمجيات لبناء مجموعة متكاملة من أدوات الإدارة والتخطيط وإخراجها على شكل خرائط موضوعية خاصة الغرض والتنبؤ بالتغيرات الحاصل للعناصر الهيدرولوجية وفق البيانات المتاحة والتقييم المستقبلي لها (٢).

تم حساب الجريان على مستوى الأحواض الثانوية ومستوى القناة في منطقة الدراسة إذ تم الاعتماد على امتداد (SWAT) ضمن أداة (AGWA2) على شكل خرائط موضوعية يمكن من خلالها الكشف عن التوازن البيئي للحوض وكميات الايراد الرسوبي والايراد المائي والمناطق الأكثر خطورة . إذ يمكن تعريفه بأنه نموذج استمراري (Continuous Modeling) شبه توزيعي، هدفه التقييم الآني والمستقبلي لاستجابة أحواض المياه عند تغيير الأراضي (الغطاء واستعمالات الأرض)، وعلى مدى فترات طويلة من الزمن (أكثر من ١ سنة) (٢). وقد تم تغذية هذا الامتداد بالتغيرات (انموذج الارتفاع الرقمي، ترب الفاو، الغطاء

(٢)AGWA Manual , Op.Cit., p 18

(1) USDA-ARS Southwest Watershed Research Center Tucson, Arizona, USEPA, Automated Geospatial Watershed Assessment (AGWA) Manuel, p١٢.

الأرضي، درجات الحرارة، التساقط) بُغية الحصول على الايراد المائي، على مستوى الحوض الثانوي والقناة. ولعدم وجود بيانات مناخية (الامطار، الحرارة) لمدة ٣٠ سنة لمحطة دريندخان فقد تم الاعتماد على محطة كركوك للحصول على مخرجات SWAT للإيراد المائي والايراد الرسوبي لكل من الأحواض الثانوية والقنوات الرئيسية فيها^(٢). وكما يأتي:

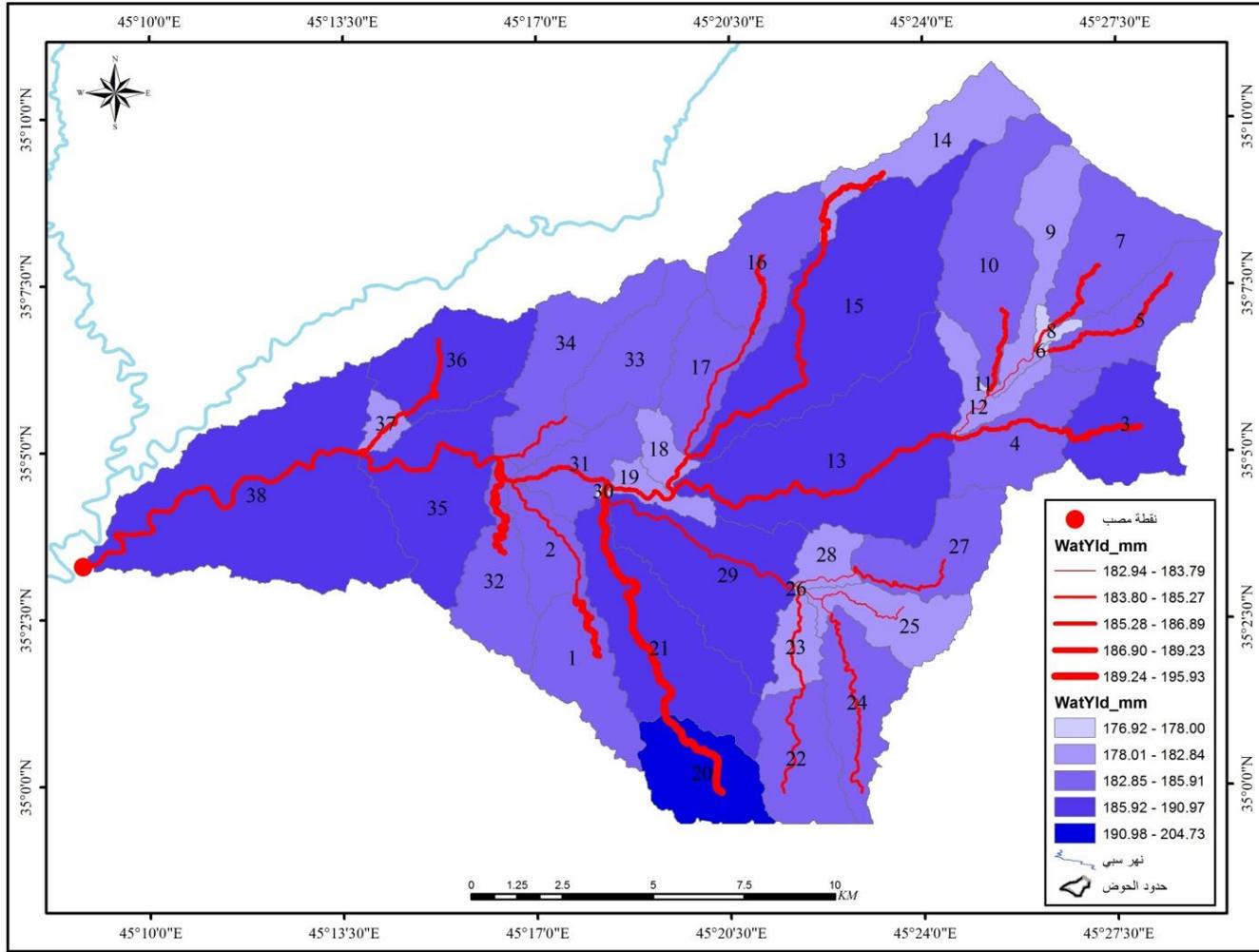
٣-١-٣. الايراد المائي (ملم) Water Yield

يقصد به صافي ماء المطر بعد طرح كافة الفواقد الأولية، والمتمثلة بالاعتراض والتبخر والارتشاح وغيرها. ومن الجدير بالذكر أن الايراد المائي في الأحواض هو دالة للتوزيع المكاني للأمطار، إذ يتبين من ملاحظة الخريطة (٢) والجدول (١) حقائق عد يمكن توضيحها بما يلي :

اما فيما يخص الايراد المائي على مستوى القناة فنقترن الكميات العالية مع الاحواض الثانوية التي تستلم كميات أكبر، إذ بلغ أعلى كمية لها في القنوات الجنوبية التي تستلم كميات أكبر من الأمطار.

خريطة (٢) الايراد المائي (Water yield) لمنطقة الدراسة بحسب الأحواض والقنوات

^(٢) عبد الحق نايف محمود ، النمذجة الهيدرولوجيوميورفولوجية للأحواض غير المقيسة في المناطق الجافة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والامتداد AGWA2 حوض الملح - دراسة حالة اطروحة دكتوراه ، غير منشورة، جامعة تكريت ، كلية التربية للعلوم الانسانية ٢٠١٤ ص ١٠٧.



المصدر: اعتماداً على امتداد AGWA SWAT2000، باستخدام برنامج ARC GIS10.3.1.

- يتباين الايراد المائي على مستوى القناة النهرية فقد بلغ اعلى كمية (195.93) ملم وهذا يعتمد على العوامل المتحكم في شكل القنوات وسلوكها التي تم طرحها سابقا وبلغت اقل كمية (182.94) ملم .
- تباين معدلات الايراد المائي مكانيا وكمياً اذ بلغت أعلى الإيرادات في الأحواض الشمالية الغربية، ويعود السبب إلى عامل الانحدار الشديد ومواجهتها للمنخفضات الجوية، أما في منطقة المصب فهي تجميع للإيراد المائي الكلي. اذ بلغ أعلى ايراد مائي لحوض (20) بكمية (204.73) ملم، وأدناها في حوض (8) بكمية بلغت (176.92) ملم على مستوى الحوض الثانوي .

جدول (١) الايراد المائي/ملم وخصائصه في منطقة الدراسة بحسب الأحواض الثانوية والقناة

الايراد المائي/ملم للقناة	الايراد المائي/ملم للحوض	رقم الحوض والقناة
188.3	185.3	1
184.2	183.1	2
189.2	187.4	3
186.2	185.4	4
186.1	183.3	5
183.1	176.9	6
186.1	184.8	7
184.1	178.0	8
182.9	180.9	9
186.7	185.4	10
185.3	177.0	11
183.4	181.2	12
185.6	189.1	13
187.4	181.6	14
186.4	188.3	15
186.0	185.9	16
184.9	184.1	17
185.7	181.0	18
185.5	180.3	19
195.93	204.73	20
192.9	187.1	21
185.3	185.7	22
184.2	181.0	23
184.6	184.3	24
183.5	182.8	25
183.8	177.5	26
184.6	184.6	27
183.6	181.5	28
184.7	187.7	29
187.3	177.9	30
186.0	183.5	31
185.9	184.2	32
187.9	184.6	33
184.5	185.1	34
185.8	186.8	35
186.9	187.1	36
186.0	180.6	37

186.3	191.0	38
7066.8	6996.9	المجموع
186.0	184.1	المعدل

المصدر: اعتماداً على مخرجات AGWA SWAT2000، باستخدام برنامج Arc GIS10.6.1.

٣-١-٤. نظام الرواسب Sediment regime:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية في سلوك ومورفولوجية الحمولة القاعية والعالقة للقنوات. ويختلف تزويد القناة بالرواسب من حيث حجمها وتوزيعها بمرور الوقت، إذ تحدث الانقلابات في حجم وكمية الرواسب بسبب الاختلافات في تجهيز الرواسب من حوض التصريف وعمليات نقل الرواسب عبر شبكة القنوات وكذلك مع نظام الجريان^(٦). تم الاعتماد على امتداد SWAT لحساب كمية الرواسب في منطقة الدراسة على مستوى الحوض الثانوي وعلى مستوى القناة. والموضحة في الجدول (٢) والخريطة (٣) إذ تم الكشف عن عدة حقائق وكما يلي:

- سجل أعلى كمية إيراد ارسابي للقنوات في الجهات الغربية عنده نقطة المصب للحوض بلغ (٥٢٣.٤٠٠) طن على مستوى القناة وقد بلغ مجموع كمية الرواسب (3715.9) طن وبمعدل (97.8). وتبلغ أعلى كمية لها في القنوات الغربية، بسبب التجمع الحاصل بهذا الاتجاه. كما تكون القنوات في الأجزاء الوسطى هي بمثابة قنوات نقل بينما تكون القنوات الشمالية بمثابة قنوات مصدرية لهذه الرواسب.
- أما أعلى الأحواض في كمية الناتج الرسوبي فقد سجل حوض (٧) إذ بلغ (٠.٥٧) طن/كم^٢، وعلى مستوى الحوض الثانوي بلغت مجموع كمية الرواسب في منطقة الدراسة (٢.٩٩) طن/كم^٢، وبمعدل (0.078605) طن/كم^٢. ويعود السبب في ذلك إلى تضرس الحوض، وارتفاع نسبة الانحدار فيه، فضلاً عن ارتفاع نسبة الارتشاح والنفاذية عالية وانعكاسه على تباين في الناتج الرسوبي للأحواض الشمالية مما قاد إلى تشكيل نظام تضاريسي معقد انعكس على كمية الرواسب في هذه المنطقة.

⁽⁶⁾ Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, etc, p119.

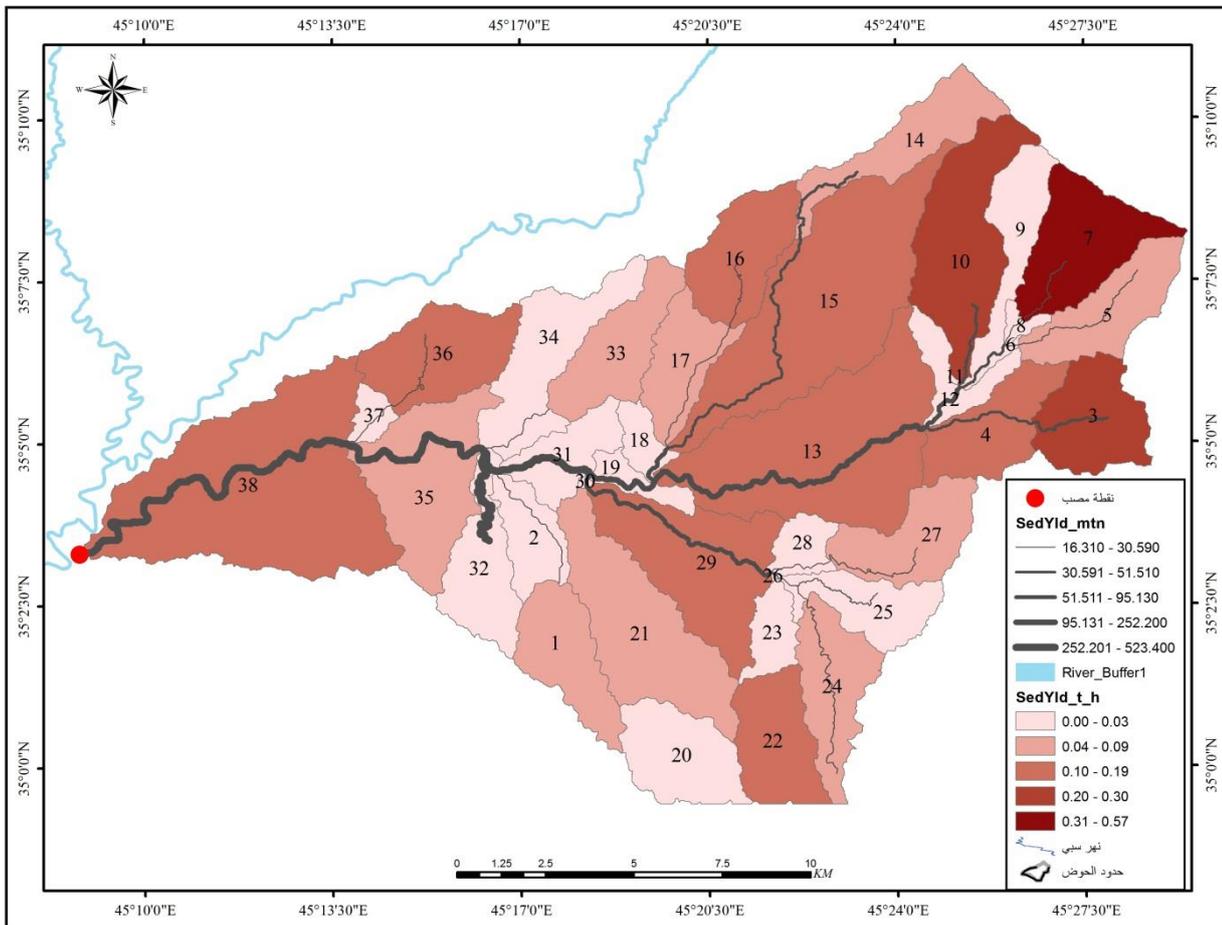
جدول (٢) كميات الرواسب على مستوى الحوض والقناة

رقم الحوض والقناة	الايراد الرسوبي طن/كم ^٢ ، على مستوى الحوض	الايراد الرسوبي/طن، على مستوى القناة
1	0.06	14.3
2	0.01	16.3
3	0.30	42.0
4	0.14	45.0
5	0.08	17.5
6	0.00	18.5
7	0.57	29.5
8	0.00	30.5
9	0.03	51.5
10	0.27	40.3
11	0.00	42.3
12	0.01	95.1
13	0.12	169.4
14	0.05	48.5
15	0.14	50.5
16	0.12	26.5
17	0.06	28.5
18	0.01	81.0
19	0.01	252.2
20	0.00	13.3
21	0.09	15.3
22	0.19	13.4
23	0.01	14.4
24	0.05	26.1
25	0.01	28.1
26	0.00	48.5
27	0.05	17.4
28	0.01	18.4
29	0.12	72.3
30	0.00	92.5
31	0.03	358.9
32	0.01	383.0
33	0.04	380.0

29.8	0.03	34
522.2	0.09	35
28.6	0.10	٣٦
30.6	0.01	٣٧
523.4	0.18	٣٨
3715.9	2.99	المجموع
97.8	0.078605	المعدل

المصدر: اعتماداً على مخرجات امتداد SWAT باستخدام برنامج ARC GIS10.6.1.

خريطة (٣) الايراد الرسوبي بحسب الحوض الثانوي وبمستوى القناة لمنطقة الدراسة *



المصدر: اعتماداً على مخرجات امتداد SWAT باستخدام برنامج ARC GIS10.6.1

* ان النتائج التي وردت في الخريطين بوحدهات طن / هكتار ولذا فقد ظهرت في مفتاح الخريطة قيم ذات نسب قليلة وبالإمكان تحويلها إلى طن / كم². وذلك بضرب نتائجها × ١٠٠. كما تظهر القيم في مفتاح الخريطة اصفارا ولكنها ذات قيم محسوبة في البرنامج لكبر المراتب العددية وعدم ظهورها في الخريطة. عبد الحق محمود نايف حسين، مصدر سابق، ص ١٢٩.

من خلال تحليل الخريطة تم التوصل الى النتائج التي تم ذكرها هذا يعني ان الخريطة لم تعد صورة تمثل الظاهرة فقط بل اصبحت اداة تحليل وتفسير دقيق يمكن خلالها اعطاء نتائج دقيقة تساعد على صنع القرار في انشاء مشاريع تنموية واستغلال المورد الطبيعي في دعم الاقتصاد لدولة .

٢-٣ . التوازن بين قوة الجريان وتجهيز الرواسب

Balance between stream power and sediment supply

نموذج لين Lane، وهو أحد النماذج المفاهيمية الأكثر شهرة في الجيومورفولوجية النهرية الذي يقيس العلاقة بين الرواسب المتاحة والطاقة المتاحة، وقد وصفت هذه العلاقة لأول مرة على أنها معادلة نوعية من قبله في عام ١٩٥٥ لكن تم التعديل عليها ليتم معرفة مدى العلاقة بين قوة الجريان وتجهيز أو امداد الرواسب. ويتم حسابه وفق المعادلة أدنا هل يوجد توازن مهم بين تجهيز الحمولة القاعية في قناة الوصول وطاقة الجريان المتاحة لنقلها^(٧) والموضحة في الشكل (٢):

$$(Load\ sediment * size\ sediment) = (stream\ slope * stream\ discharge)$$

ميزان لان = (حمولة الرواسب × حجم الرواسب) = (انحدار المجرى × تصريف المجرى)
وبتعبير اخر يمكن صياغة المعادلة بالآتي:

$$(Q) (S) \propto (Qs) (D50)$$

$$حيث Q = التصريف/م^٣ (discharge)$$

$$S = منحدر القاع (bed slope)$$

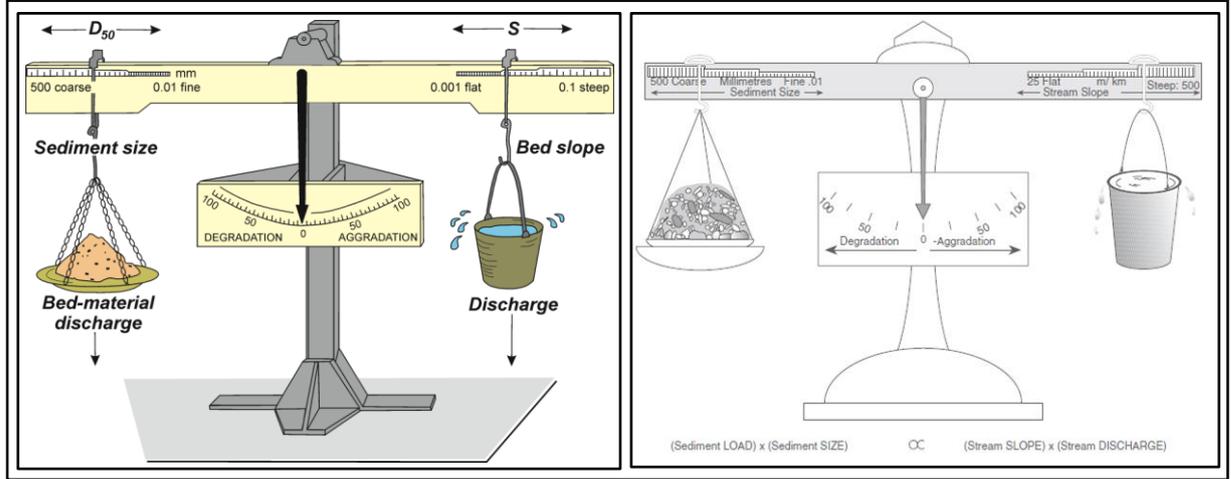
$$Qs = تصريف مواد القاع او ما يسمى بحمولة الرواسب (bed-material discharge)$$

$$D50 = متوسط حجم حبة مادة القاع (median grain size of bed material) ،$$

مشيراً إلى أن ٥٠٪ من مواد القاع هي مواد دقيقة أي ناعمة (Finer).

⁽⁷⁾ Allan, J.D. 1995. Channels and flow, the transport of materials, in Stream ecology, structure and function of running waters. Chapman & Hall Publishing, London. p.8-12

شكل (٢) آلية عمل نموذج (Lane) للعلاقة بين كمية التصريف وكمية الرواسب



Reference: <https://www.researchgate.net/profile>.

تبنى المعادلة على متغيرين الأول يمثل الجانب الأيسر وهو حجم الرواسب مضروباً بحمولة الرواسب (size sediment*load sediment)، والجانب الأيمن هو انحدار المجرى مضروباً بكمية التصريف (stream slope* stream discharge) خلال فترة زمنية موحدة. فإذا كانت طاقة المجرى كافية تماماً لنقل حمولة الرواسب، فإن كلا جانبي الميزان متوازنان أي لا يوجد تآكل وترسيب صافيين على طول قناة الوصل. لكن هذا لا يعني أنه لا يوجد تآكل أو ترسب على الإطلاق، لأن هذه العمليات تحدث على نطاق محلي كاستجابة للتغيرات المحلية في الظروف الهيدروليكية. لكن بشكل عام لن يسيطر أي من التآكل أو الترسيب^(٨).

أما إذا حدث خلل في زيادة حجم أو عيار caliber حمولة الرواسب بالنسبة إلى طاقة الجريان المتاحة (عيار الرسوبيات مهم لأنه يحدد كفاءة الجريان المطلوبة نقله)، فهذا يعني عدم وجود طاقة تيار كافية لنقل جميع الرواسب، وبالتالي يتم ترسيب الفائض على طول قناة الوصول. في هذه الحالة، فإن الموازنة تميل إلى البناء aggradations، مع حدوث الترسيب الصافي على طول قناة الوصول ومن ثم يؤدي إلى زيادة طبقة رواسب القناة. ويمكن حدوث

(8) Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, etc, p119.

البناء بعدة طرق من خلال زيادة إمدادات الرواسب عن طريق تعرية القنوات في أعلى الحوض، أو تحرك المواد، أو الأنشطة البشرية مثل التعدين. أما في حالة زيادة قدرة المجرى المتاحة من خلال زيادة في كمية التصريف ودرجة انحداره، فستكون هناك كمية زائدة من طاقة المجرى بالنسبة إلى تصريف رواسب مادة السرير التي يتم توصيلها من المنبع. سوف تتآكل الرواسب الإضافية من حدود القناة مما يؤدي إلى^(٩): انخفاض في نسبة انحدار سرير القناة، أي اختلاف في مستوى القاعدة. زيادة في تصريف مواد القاع إلى كمية تتناسب مع قوة المجرى المتزايدة. وتجدر الإشارة على ضرورة الانتباه إلى نوعية رواسب سرير النهر إذ لا يمكن أن يحدث هدم (Degradation) في سرير قناة الجريان إذا كانت رواسبه خشنة جدًا أي حصى فأكبر، بحيث لا يمكن تحريكها بواسطة طاقة الجريان المتوفرة. ولا يمكن أن يكون هذا صحيحًا حتى إذا تجاوزت طاقة الجريان كمية الرواسب^(١٠). ويمكن الحصول على معطيات نموذج لان من خلال معطيات الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية وتحديدًا امتداد (AGWA2 SWAT). والجدول (٣) يوضح هذه المعطيات، والممثلة في الخريطة (٤).

جدول (٣) تطبيق نموذج (Lane) للقنوات النهرية الرئيسية في منطقة الدراسة

رقم القناة	الإيراد المائي للقناة/ملم (Q)	درجة الانحدار (S)	حمولة الرواسب/طن (Qs)	حجم الرواسب/ملم (D)	Q * s	Qs * D	Q*S _ Qs*D	الوصف
1	188.3	23.1	14.3	24	4353.4	343.4	4010.0	ماني
2	184.2	45.8	16.3	10.7	8444.1	174.5	8269.6	ماني
3	189.2	37.5	42.0	10.7	7096.0	449.8	6646.2	ماني
4	186.2	36.0	45.0	24	6704.1	1081.2	5622.9	ماني
5	186.1	26.3	17.5	10.7	4885.1	187.7	4697.4	ماني
6	183.1	21.5	18.5	24	3933.3	445.2	3488.1	ماني
7	186.1	20.0	29.5	10.7	3722.2	316.2	3406.0	ماني
8	184.1	52.5	30.5	30	9666.2	916.5	8749.7	ماني
9	182.9	43.5	51.5	24	7954.1	1236.2	6717.9	ماني
10	186.7	36.0	40.3	24	6721.2	967.4	5753.8	ماني
11	185.3	34.6	42.3	24	6413.1	1015.4	5397.7	ماني
12	183.4	15.9	95.1	24	2913.5	2283.1	630.4	ماني
13	185.6	23.3	169.4	40	4329.6	6776.0	-2446.4	ارسابي
14	187.4	24.0	48.5	40	4497.7	1938.8	2558.9	ماني

(9) R.J.Garde(2006), River Morphology, etc , p276.

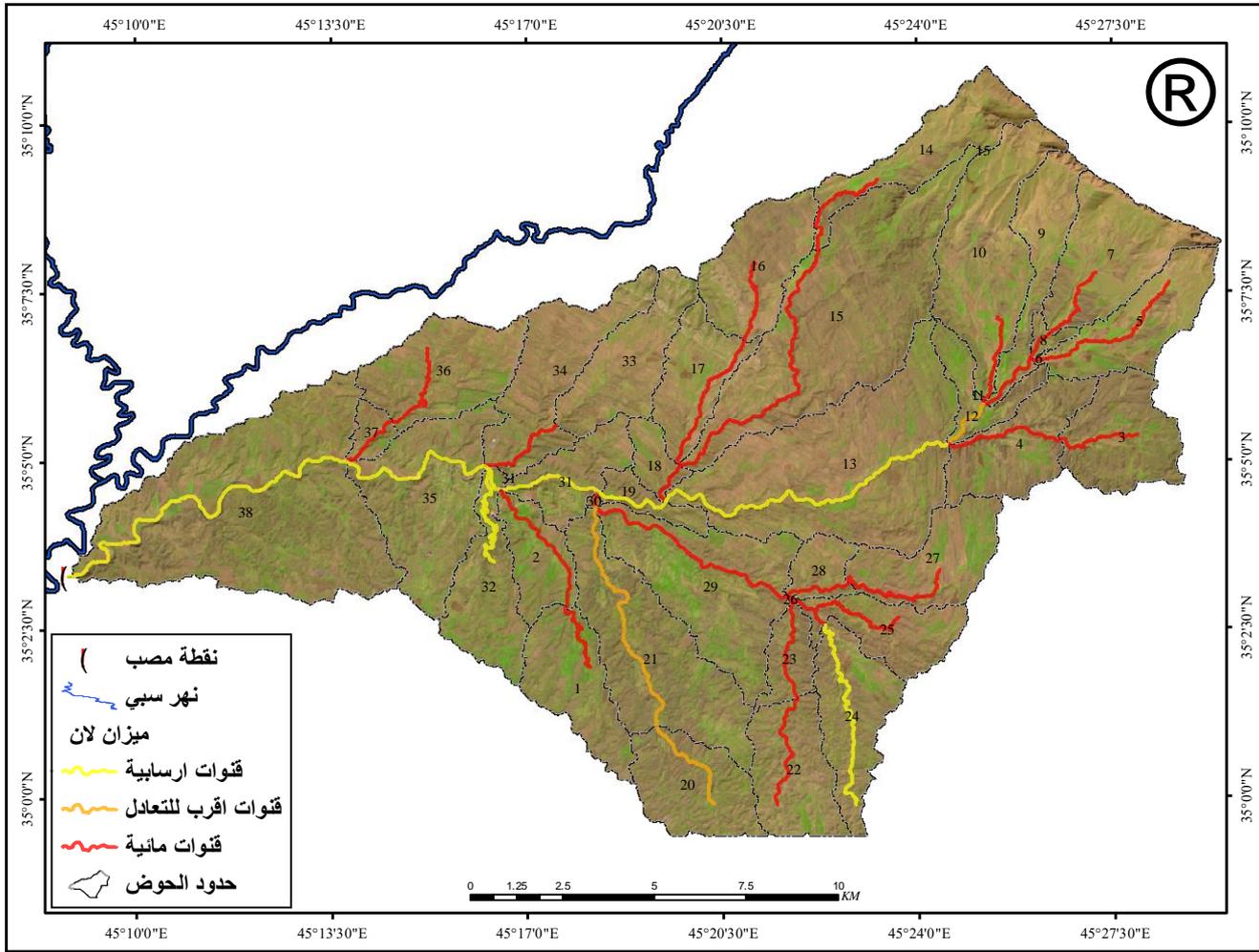
(10) Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, etc, p119.

ماني	2030.5	1211.3	3241.8	24	50.5	17.4	186.4	15
ماني	5343.6	634.8	5978.4	24	26.5	32.1	186.0	16
ماني	2580.0	682.8	3262.8	24	28.5	17.6	184.9	17
ماني	3514.0	2429.1	5943.1	30	81.0	32.0	185.7	18
ارسابي	-2858.7	6052.8	3194.1	24	252.2	17.2	185.5	19
ماني	740.0	318.0	1058.0	24	13.3	5.4	195.9	20
ماني	791.4	366.0	1157.4	24	15.3	6.0	192.9	21
ماني	3144.0	208.2	3352.2	15.5	13.4	18.1	185.3	22
ماني	3459.5	223.5	3683.0	15.5	14.4	20.0	184.2	23
ارسابي	-441.8	626.4	184.6	24	26.1	1.0	184.6	24
ماني	3051.0	435.6	3486.5	15.5	28.1	19.0	183.5	25
ماني	841.8	1455.6	2297.4	30	48.5	12.5	183.8	26
ماني	1279.6	418.3	1698.0	24	17.4	9.2	184.6	27
ماني	1105.3	313.3	1418.7	17	18.4	7.7	183.6	28
ماني	1541.5	1229.1	2770.6	17	72.3	15.0	184.7	29
ماني	3399.4	1434.4	4833.7	15.5	92.5	25.8	187.3	30
ارسابي	-3222.7	5562.9	2340.2	15.5	358.9	12.6	186.0	31
ارسابي	-3086.3	6511.0	3424.7	17	383.0	18.4	185.9	32
ارسابي	-3117.3	9120.0	6002.7	24	380.0	31.9	187.9	33
ماني	4961.4	716.2	5677.5	24	29.8	30.8	184.5	34
ارسابي	-8713.1	12532.8	3819.7	24	522.2	20.6	185.8	35
ماني	5464.8	657.6	6122.3	23.0	28.6	32.8	186.9	36
ماني	2861.5	734.2	3595.6	24.0	30.6	19.3	186.0	37
ارسابي	-2906.7	8112.7	5206.0	15.5	523.4	27.9	186.3	38

المصدر: اعتماداً على مخرجات امتداد SWAT وتطبيق معادلة Lane، باستخدام برنامج ARC GIS10.3.1.

مع ذلك لا تشير المعادلة إلى مكان حدوث التآكل وما هو مقدار التعرية وإلى أي مدى شكل القناة إذ سيتغير تمثل العلاقة المفاهيمية وشبه الكمية التي تعبر عنها معادلة لان تبسيط هائل ونقطة انطلاق عامة للتفكير في الكيفية التي قد تؤدي بها التغييرات في (Q و Qs) داخل مجرى النهر. فهناك قنوات يكون سريها أكثر مقاومة للتعرية من ضفافها، مما يزيد من احتمالية تعرية الضفاف أولاً كعمل تعديلي للقناة، وهناك قنوات نهريّة ذات سرير رملي مع ضفاف متماسكة، فمن الأرجح أن يكون التعديل الأولي هو تنظيف السرير.

خريطة (٤) تطبيق نموذج (Lane) على القنوات الرئيسية في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على تطبيق نموذج LANE، باستخدام برنامج ARC GIS10.6.1.

ويلاحظ من تطبيق نموذج (Lane) في الجدول (٣) والخريطة (٤) ما يلي :

- تركزت القنوات المائية في المجرى الرئيسي للنهر من المنطقة الشمالية للحوض الى المناطق الغربية حتى نقطة المصب ويعزى ذلك الى قلة الانحدار وزيادة حجم الرواسب اضافة الى ضعف التيار .
- يميل الحوض بقنواته قوة الجريان اكثر من الارسابية وتتوزع هذه القنوات في الجهات الشمالية والجنوبية من الحوض التي تكون مصدريه لتغذية الحوض بالإيراد المائي وهذا ينطبق على خريطة الايراد المائي التي تكون مطابقة لنفس المناطق .

- اما القنوات الاقرب الى التعادل فقد وجدت في الجهة الغربية من الحوض اذا يوضح ان هناك توازن ما بين كمية الجريان وكميات الرواسب ناتج عن قلة الانحدار وقلة الرواسب .

الاستنتاجات

١. كشف امتداد AGWA2 كمية الايراد المائي على مستوى الحوض الثانوي اذ بلغ ٢٠٤.٧٣ والقناة فقد بلغ ١٩٥.٢ ملم ، بينما بلغ الايراد الرسوبي على مستوى الحوض (٠.٥٦) طن / هكتار وعلى مستوى القناة (٥٢٣.٤) طن / هكتار .

٢. لقد تم تطبيق نموذج LANE على القنوات الرئيسية في الحوض، اذ اتضح بأن أغلبها هي قنوات مائية وخاصة في المناطق الشمالية من الحوض كونها أكثر أمطاراً وانحداراً من جهة وأقل حجماً للرواسب من جهة أخرى ، وهذا يدل على ان الحوض يستلم كميات كبيرة من المياه اكثر من كميات الارساب اذ يمكن استثماره في عمليات حصاد المياه .

٣. تصميم عدة نماذج لمحاكاة الخصائص الهيدرولوجية للحوض وبناء الطبقات على شكل خرائط تكشف حقائق لجميع الظواهر داخل وحدة الحوض ومن ثم تحليل وتفسير هذه الخرائط .

التوصيات

١. استخدام (AGWA2) في الدراسات الهيدرولوجيا في المشاريع الاستشارية ضمن المناطق الجبلية وشبه الجبلية، كونه من أكثر الطرق دقة لأنه يقدر حجم الايراد المائي والايراد الرسوبي وهذا يعتمد على دقة البيانات .

٢. دراسة العلاقات الإحصائية الارتباطية بين المتغيرات المؤثرة في عملية الجريان وما تعكسه من نوع للاستخدامات البشرية. وعلى ضوء هذه النتائج تبني نماذج ومعايير خاصة لهذا الغرض.

٣. تصميم برنامج خاص لقياس كميات الجريان بالطرق المختلفة، تدخل فيه إجراءات أخرى كالقياسات الحقلية والتحليل المختبرية مستخدماً فيها نماذج هيدرولوجية وذلك لحله العديد من المشاكل في التصنيف أي انتماء العنصر لصنف معين.

المصادر

١. عبد الحق نايف محمود ، النمذجة الهيدروجيوميورفولوجية للأحواض غير المقيسة في المناطق الجافة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والامتداد AGWA2 حوض الملح – دراسة حالة اطروحة دكتوراه ، غير منشورة، جامعة تكريت ، كلية التربية للعلوم الانسانية ٢٠١٤ ص ١٠٧.

2. Jamie Parrish, et al., Advanced Analysis with ArcGIS, ESRI Press, Redland, (2005).
3. C. Michael Barton, Isaac I. Ullah and Sean Bergin . Land use, water and Mediterranean landscapes: modelling long-term dynamics of complex socio-ecological systems. Phil. Trans. R. Soc. A (2010) 368, 5275–5297
4. Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, First published By Rutledge , Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, 2008, p117.
5. Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, otc, p118.
6. R.J.Garde(2006), River Morphology, New Age International (P) Limited, Publisher 4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 110002, p32.
7. AGWA Manual , Op.Cit., p 18
8. (USDA-ARS Southwest Watershed Research Center Tucson, Arizona, USEPA, Automated Geospatial Watershed Assessment (AGWA) Manuel, p١٢.
9. Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, otc, p119.
10. Allan, J.D. 1995. Channels and flow, the transport of materials, in Stream ecology, structure and function of running waters. Chapman & Hall Publishing, London. p.8-12
11. Ro Charlton, Fundamentals of Fluvial Geomorphology, otc, p119.
12. R.J.Garde(2006), River Morphology, otc , p276.