دراسة هيدرولوجية لمقطع من نهر دجلة ما بين قضاء الشرقاط ومصب الزاب الاسفل باستخدام برنامج HEC.RAS

د.حسين علي خلف

وزارة التربية مديرية تربية صلاح الدين

Hydrological study of a section of the Tigris River between Shirqat District and the Lower Zab Estuary using HEC.RAS program

Instr. Hussein Ali Kalaf. (Ph.D.)
E-Mail: hussienali1sh@gmail.com
Ministry of Education
General Directorate of Education, Salah al-Din

المستخلص

تهدف الدراسة للتعرف على مخاطر الفيضان والاثار الناتجة عنها لمقطع من نهر دجلة ما بين قضاء الشرقاط ومصب الزاب الاسفل باستخدام (HEC.RAS) بسبب تعرض منطقة الدراسة لفيضانات نهر دجلة بين مدة وأُخرى والتي تشكل خطراً كبيراً على الظواهر الطبيعية والبشرية ضمن منطقة الدراسة، وتم الاعتماد على بيانات الإطلاقات المائية وتقييمها من خلال المعطيات الهيدرولوجية، وتحليل نتائج برنامج (HEC.RAS) لكل مقطع عرضي ودراسة الخصائص الطبيعية، وبيان دور الخصائص الطبيعية وأثرها في توزيع كمية المياه الجارية في النهر مكانياً وزمانياً، كما يختلف مقدار الرواسب المحمولة في النهر بتباين تلك العوامل من موقع إلى أخر، وتحليل أنماط التصريف لقناة النهر، واستخراج مناطق الغمر عن طريق النمذجة الرقمية باستخدام برنامج Hydrologic Engineering center، الذي يُعد أحد أهم برامج تحليل الأنهار وتطبيقاتها وتحليل ونمذجة الأنهار والجريان السطحي، وإيجاد خرائط الغمر واستخراج هيدروكراف الفيضان في النهر. كذلك تقييم جريان النهر ومدى تأثير التصاريف العالية أو الواطئة في قناة النهر، ودراسة تغيرات المجرى لمددٍ مختلفة للسنوات (٢٠١٠-٢٠٢٠) وتحليل موجات الفيضان. إذ يتبين من خلال هيدروكراف الجريان تحديد أعلى قيم للجريان الداخل والجريان الخارج وللمدة الزمنية للموجة الفيضانية، إذ بلغت أعلى نسبة من الجريان الداخل(٦٨٧٥)م٣/ثا، قد تم تحديد المناطق الحرجة مثل مناطق تغير الميول وتغير معامل الخشونة ومناطق التوسع.

الكلمات المفتاحية: الفيضان ، الغمر ، HEC.RAS ، معامل مانينغ Maning.

Abstract

The study aims to identify the flood risks and the resulting effects of a section of the Tigris River between the Shirqat district and the mouth of the lower Zab using (HEC.RAS) due to the exposure of the study area to the floods of the Tigris River from time to time, which pose a great danger to the natural and human phenomena within the study area. On the data of water releases and their evaluation through hydrological data, and the analysis of the results of the (HEC.RAS) program for each cross-section and the study of natural characteristics, and the statement of the role of natural characteristics and their impact on the distribution of the amount of water running in the river spatially and temporally, and the amount of sediment carried in the river varies according to the variation of these factors From one site to another, analyzing the discharge patterns of the river channel, extracting flooding areas by digital modeling using the Hydrologic Engineering Center program, which is one of the most important river analysis programs and their applications, analyzing and modeling rivers and surface runoff, finding flooding maps and extracting the flood hydrograph in the river. As well as evaluating the river flow and the extent of the effect of high or low discharges in the river channel, studying the course changes for different periods of years (2010-2020) and analyzing the flood waves. It is clear through the flow hydrograph to determine the highest values for the inflow and outflow and for the duration of the flood wave, as the highest percentage of the inflow was (6875) m3 / sec. Critical areas have been identified such as areas of changing inclinations, changing the roughness coefficient and areas of expansion.

Keywords: flood, immersion, HEC.RAS, Maning coefficient**.**

المقدمة:

تعد ظاهرة الفيضانات من الظاهرات المعقدة التي تتحكم بها الكثير من العوامل الطبيعية والبشرية والتي ترتبط بالمجاري المائية للأنهار او المناطق المنخفضة وذلك نتيجة لزيادة التساقط وارتفاع منسوب المياه في المجاري المائية او تغطي المساحات المنخفضة او المناطق السكنية التي اقيمت في مجاري الانهار وفي بطون الاودية وهذا يؤدي بدوره إلي زيادة كبيرة وملحوظه في الفيضانات وخسائرها اذ ينتج عنها خسائر بشرية وماسي انسانية كبيرة سواء كانت وفيات او اصابات او مفقودين او محتجزين او مشردين وتدمير الممتلكات العامة والخاصة كالطرق والمباني السكنية و التجارية والصناعية والمزارع، ونفوق المواشي وقد تحاصر وتعزل بعض القرى وتزيد من الفقر، فضلاً عن تعطيل اهداف التنمية المستدامة. وعلى هذا الأساس لا بد من معرفة اثار الفيضان وارتفاع مناسيب المياه لكل مقطع عرضي من المقاطع المدروسة لوضع الخطط الكفيلة التي تساعد على تنظيم هذه التصاريف في وقت الفائض، واستخدامها في وقت الشحة. لقد تم اختيار (المنطقة الواقعة ما بين قضاء الشرقاط ومصب الزاب الاسفل) منطقة للدراسة، نظراً لحدوث التغيرات الناتجة عن ارتفاع وانخفاض مناسيب المياه والفيضانات التي تحدث بين مدة واخرى، وبيان أثارها الهيدرولوجية والحد من الجانب السلبي وتعزيز الجانب الإيجابي لخدمة الانسان والمجتمع، إذ تجعل الباحث قادرا على استنباط الأفكار والتي يمكن من خلالها اتخاذ الإجراءات المناسبة.

المبحث الاول: الإطار النظري

اولاً: مشكلة البحث:

تتعرض منطقة الدراسة الى فيضانات متكررة مما يؤدي الى انهيار المنازل وتشرد السكان وتدمير الاراضي الزراعية نظراً لحدوث التغيرات الناتجة عن ارتفاع وانخفاض مناسيب المياه والفيضانات التي تحدث بين مدة واخرى، وتأثيرها بشكل سلبي على المستقرات البشرية وتغيرات المجرى وبيان أثارها الهيدرولوجية والحد من الجانب السلبي وتعزيز الجانب الإيجابي لخدمة الانسان والمجتمع ، من خلال استخدام البرامج والتقنيات المتمثلة ببرامج(HEC.RAS وHEC.HMS وARC.GIS التي لها دورٌ في إجراء القياسات الخاصة بالأنهار لبناء النماذج المناسبة ومساعدة أصحاب القرار واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من المشاكل التي تحدث مستقبلاً وتحقيق الأهداف المنشودة.

ثانياً: فرضيات الدراسة

تتلخص فرضيات الدراسة كالاتي:

إنّ للخصائص الهيدرولوجية الدور الأكبر في تغيير معالم السطح، بسبب ارتفاع وانخفاض مناسيب المياه والفيضانات التي تحدث بين مدة واخرى والتي تشكيل مظاهر مختلفة على الرغم من قصر الفترة الزمنية للجريان مقارنة بفترات الجفاف الطويلة وتأثيرها.

وان لبرامج HEC.RAS و HEC.HMS أهمية كبيرة في عملية إنشاء نماذج هيدرولوجية وفق معطيات لتقييم كفاءة قناة النهر وتقسيم المنطقة إلى أكثر من ٣ مقاطع عرضية للقناة وتحديد مستويات الفيضان في منطقة الدراسة.

ثالثاً: أهداف الدراسة:

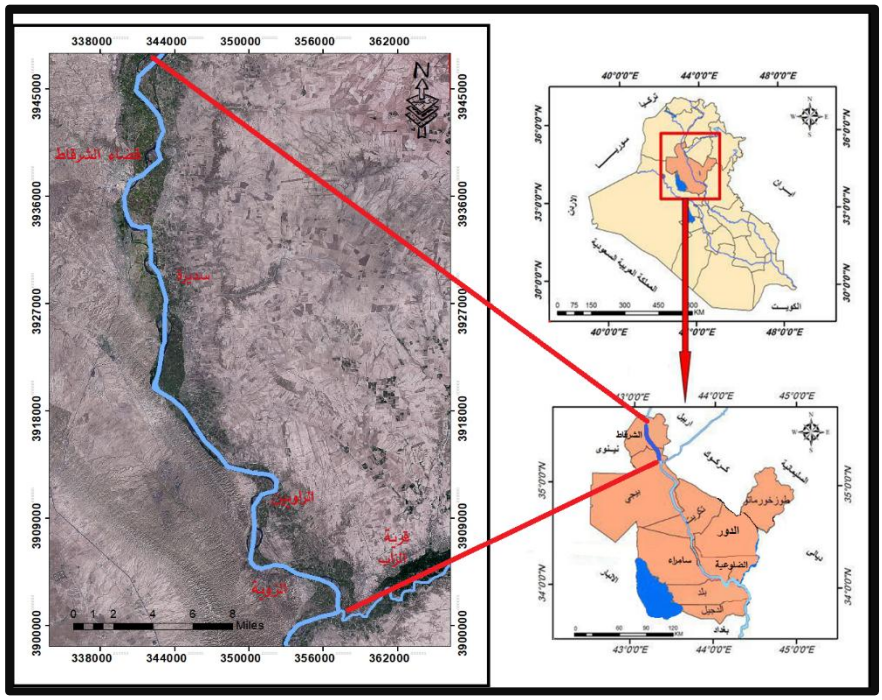
يهدف البحث الى دراسة سلوك الجريان في اثناء الفيضان الناتجة عن ارتفاع منسوب المياه داخل مجرى النهر وصياغة نموذج رياضي جغرافي بتطبيق برنامج HEC.RAS الذي يساهم في تحديد مخاطر الفيضان، وأثر التغيرات الهيدرولوجية للنهر على المستقرات البشرية واستعمالات الأرض، والكشف عن العوامل المؤثرة في التصريف النهري سواء كانت طبيعية أو بشرية من توظيف التقنيات الحديثة والمتمثلة بتقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية والإحصاء المكاني.

رابعا: منهجية الدراسة: تم الاعتماد على بعض المناهج العلمية ومنها المنهج التحليلي ويقوم هذا المنهج على إجراء التحليل الكمي باستخدام البيانات الرقمية، لاسيما المرئيات الفضائية وتحليلها باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، لأجل عمل مقارنات للأشكال الأرضية السابقة والحالية لتسليط الضوء على التغيرات الحاصلة في مجر النهر، وكذلك الاعتماد على المنهج الاستقرائي والذي يساعد على كشف العلاقات المتبادلة بين متغيراتها و خصائصها المكانية لاستنباط بعض الحقائق والدلائل عن نمط التغيرات الهيدرولوجية .

خامسا: موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن حدود محافظتي صلاح الدين وتقع ضمن مقطع من نهر دجلة والتي تبدأ من مركز قضاء الشرقاط وتنتهي بمصب نهر الزاب الاسفل، وبلغت مساحة منطقة الدراسة (١١٢) كم٢ والبالغ طوله (٣٩) كم، وتقع بين دائرتي عرض (٤٥ـ٣٩° - ٣٩٠٠ °)، شمالاً و وتقع بين خطي طول(٣٣ ـ٤٣ - ١٠ ٤٣°) شرقاً. كما في الخريطة (١) لموقع منطقة الدراسة.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على: ١. خريطة العراق الإدارية ٢.خريطة محافظة صلاح الدين ٣. برنامج Arc.Gis(١٠,٤).

المبحث الثاني

تقنيات مستعملة في البحث

أولا: برنامج HEC.RAS

هو نظام تحليل الجريان في الأنهار (River Analysis System) تم تطويره من قبل (Hydraulic Engineering Centre) نظام تحليل الأنهار التابع للجيش الأمريكي وفريق المهندسين في الولايات المتحدة من أجلِ إدارة الأنهار والمرافئ المائية. (HEC-RAS) هو برنامج يتيح أداء هيدروليكيات التدفق الثابت أحادي الأبعاد، وثنائي الأبعاد تدفق غير مستقر وحسابات هيدروليك النهر؛ الشبه متحرك وغير ثابت من تدفق الرواسب المحمولة؛ وتحليل درجة حرارة الماء ونمذجة نوعية المياه، تم تصميم الإصدار الأول من HEC-RAS (الإصدار ١,٠) في يوليو من عام ١٩٩٥. ومنذ ذلك الوقت هناك عدة إصدارات متطورة في عام ٢٠٠٩ و٢٠١٦ و٢٠١٩ وهو عبارة عن مجموعة برمجيات هندسية تسمح للمستخدم بتأدية الحسابات الهيدروليكية للجريان المستقر وغير المستقر، ويقوم بتأدية حسابات حركة الرسوبيات وتحليل درجة حرارة المياه في المجاري المائية، وهو نسخة مطورة عن برنامج HEC-2[1].

أ . الفلسفة العامة لنظام النمذجةHEC.RAS

هو نظام متكامل من البرامج مصمم للاستخدام التفاعلي في بيئة شبكة متعددة المهام، ومتعددة للمستخدمين. يتكون النظام من واجهة مستخدم رسومية (GUI)، ومكونات منفصلة للتحليل الهيدروليكي وقدرات تخزين البيانات وإدارتها،

ومرافق الرسومات وإعداد التقارير، يحتوي نظام HEC-RAS على أربعة مكونات لتحليل الأنهار[٢]:

١. حسابات التدفق الثابت.
٢. محاكاة التدفق غير المستقر.
٣. حسابات نقل الرواسب.
٤.تحليل جودة المياه: يتمثل العنصر الأساسي في أنَّ المكونات الأربعة تستخدم تمثيلًا مشتركًا للبيانات وإجراءات حسابات هيدرولوجية مشتركة. أنَّ الإصدار الحالي من HEC-RAS يدعم حسابات عديدة للتدفق الثابت وغير الثابت، وتحليل درجة حرارة المياه وجودتها، ورسم الخرائط المكانية للعديد من المعالم المحسوبة (العمق، ارتفاع سطح الماء، السرعة) كذلك يتم استخدام معادلة الزخم في الحالات التي يتنوع فيها شكل سطح الماء بسرعة. تتضمن عمليات حساب نظام التدفق مع مراعاة آثار العوائق مثل الجسور والقناطر والسدود والمعابر وغيرها من الهياكل والسهل الفيضي في الحسابات المستخدمة[٣].

من أجل تسهيل النمذجة الهيدروديناميكية ثنائية الأبعاد، تم دمج الحسابات الهيدروليكية للمقاطع العرضية والجسور والقنوات والهياكل الهيدروليكية الأخرى والتي تم تطويرها لمكون التدفق الثابت في وحدة التدفق غير المستقرة. أمَّا مكون التدفق غير الثابت فلديهِ القدرة على نمذجة مناطق التخزين والتوصيلات الهيدروليكية بين مناطق التخزين، مناطق التدفق، وبين التيار الواصل، ونقل الرواسب، ويهدف هذا المكون من نظام النمذجة إلى محاكاة حسابات نقل الرواسب/الحدود المنقولة أحادية البعد الناتجة عن ترسبها على مددٍ زمنية مختلفة[٤]. إذ يعتمد هذا البرنامج على معادلات في تحليل المجرى المائي من خلال المعادلتين[٥]:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \alpha V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} = g(S_0 - S_f)$$

Q: التدفق (m^3/sec) المعدل الحجمي للتصريف م٣/ثا **t:** الزمن (sec)

q: التدفق في وحدة العرض(m^2 /sec) **g:**التعجيل الجاذبي(m /sec^2)

x:البعد بين المقطع المدروس والمقطع الذي يليه (m)

v: السرعة (m /sec) **y**: ارتفاع الماء التصميمي (m)

S_f: ميل سطح الجريان **A**: مساحة مقطع الجريان (m^2)

S_o:ميل قاع القناة h : متوسط العمق m: عرض المجرى المائي

متوسط السرعة= السرعة في القاع+السرعة على السطح/٢ ، اما متوسط العمق=h1+h2/٢

ب: طرائق تقسيم المقاطع العرضية

يقسم المقطع العرضي لحسابات النقل يتطلب تحديد النقل الكلي ومعامل السرعة للمقطع العرضي، يتم تقسيم هذا التدفق إلى وحدات يتم توزيع السرعة لها بشكل موحد. والمعطيات المستخدمة في HEC-RAS لتقسيم التدفق في مناطق فوق المضلع باستخدام قيمة n للمقطع العرضي نقاط الفصل (المواقع التي تتغير فيها قيم n) كأساس للتقسيم الفرعي الشكل (١). يتم حساب النقل داخل كل قسم فرعي من الشكل التالي لمعادلة مانينغ:

حيث: K = النقل للتقسيم الفرعي n = معامل خشونة مانينغ للتقسيم الفرعي

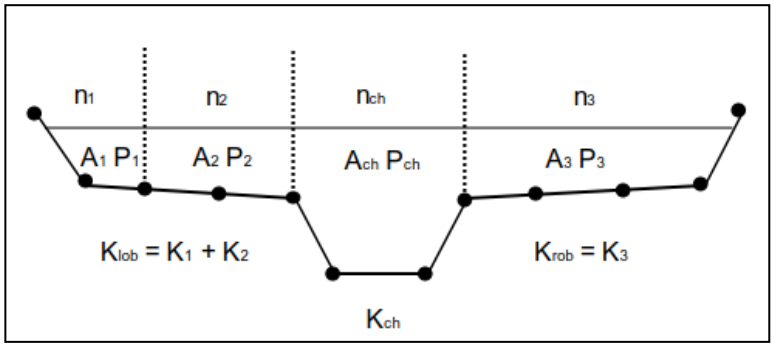
A = منطقة التدفق للتقسيم الفرعي Sf = منحدر خط تدرج الطاقة

$$Q = KS_f^{1/2}$$

$$K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3}$$

R = نصف القطر الهيدروليكي للتقسيم الفرعي (المنطقة / المبللة) محيط)

شكل(١) طريقة تقسيم النقل الافتراضي HEC-RAS



المصدر: HEC-RAS Thomas، River Analysis System

هناك طريقة بديلة متاحة في HEC-RAS هي حساب النقل بين كل نقطة تنسيق في الضفاف[٦]، ثم يتم تلخيص وسيلة النقل للحصول على إجمالي قيم فائض الجانب الأيسر وقيم فائض الجانب اليمين، يتم استخدام هذه الطريقة في برنامج HEC-2 Corps، تم الاحتفاظ بهذه الطريقة كخيار في HEC-RAS من أجل

اعطاء تقارير بشكل مخططات أو جداول، يقوم بحسابات الجريان المستقر، ومحاكاة الجريان غير المستقر(٧).

ج: تحديد المقطع العرضي

يتم تحديد هندسة الحدود لتحليل التدفق في الجداول الطبيعية من حيث ملامح سطح الأرض (المقاطع العرضية) والمسافات المقاسة بينهما (الأطوال). تقع المقاطع العرضية على مسافات طول مجرى النهر لوصف قدرة تحمل التدفق على المجرى والسهل الفيضي، ويجب أنْ تكون متعامدة مع خطوط التدفق المتوقعة(٨). يجب بذل كلَّ جهدٍ ممكن للحصول على مقاطع عرضية تمثل بدقة تحديد التدفق للسهول الفيضية. وإنَّ النهج العام لوضع المقاطع العرضية هو التأكد من أن المقاطع العرضية متعامدة مع خطوط التدفق.

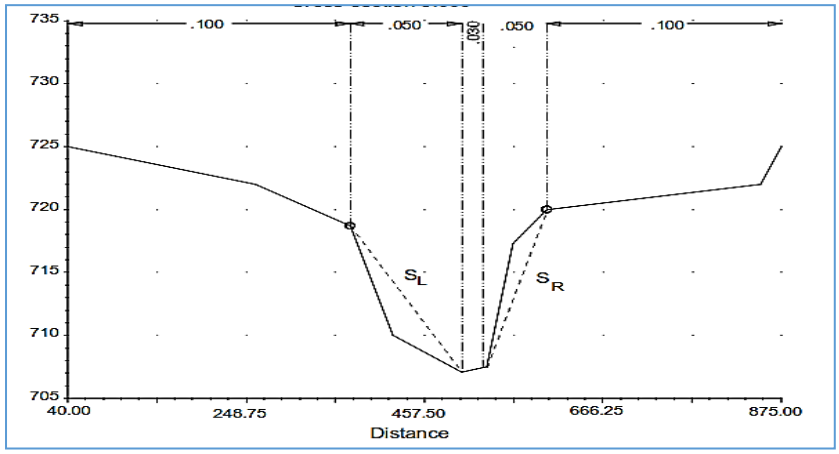
ثانيا: معامل مانينغ Maning:

معادلة مانينغ أحدى المعادلات التجريبية التي تبين العلاقة بين التدفق وارتفاع الماء فوق منسوب معين وتمثل العلاقة بشكل عام بمعادلة منحني(٩). فضلاً عن مانينغ معادلات اخرى منها معادلة شيزي، تدل الدراسة الدقيقة لقيم التدفق في معظم محطات القياس على أنَّ هناك فروعاً للنقاط التي نحصل عليها خلال فترة الفيضان لإعطاء قيم تدفق اعلى من القيم الموافقة التي نحصل عليها خلال مدد الجفاف، فإنّ ميل السطح في حالات الفيضان يكون اكبر ويزداد الفرق في المجاري المائية ذات الميول الطولية الخفيفة، إذ نلاحظ فرق كبير في قيم التدفق في حالتي الفيضان والجفاف، وبذلك يشمل التدفق والارتفاع والميل لأي نهر يمكن إجراء

القياسات من خلاله، وتختلف القياسات بحسب السطوح سواء كانت خشنة وبمعادلة خاصة أو خشونة الرمل ويتم اعتماد معادلات تخص كل سطح معين للنهر.

إنَّ اختيار قيمة مناسبة للخشونة (مانينغ – ن) مهمًا جدًا لدقة ارتفاعات سطح الماء المحسوبة للنهر، إذ كانت قيمة Manning 'n متغيرة للغاية وتعتمد على عدد من العوامل بما في ذلك (خشونة السطح، والغطاء النباتي، وعدم انتظام القناة، ومحاذاة القناة، والنظافة والترسيب، والانسداد، وحجم وشكل القناة، والمرحلة والتفريغ، والتغيرات الموسمية، درجة الحرارة والمواد المعلقة والحمولة[١٠].سيتم استخدام قيمة n للقناة الرئيسية المركبة بناءً على المعيار إذا كان المنحدر الجانبي للقناة الرئيسية أكثر انحدارًا وكانت القناة الرئيسية ذات قيمة n أكبر بدرجة واحدة سيتم حساب الخشونة المركزة NC للمحطتين كما في الشكل (٢).

شكل(٢) تحديد المنحدر لحساب NC المركب



Thomas, HEC-RAS .p 5.

لتحديد NC، تنقسم القناة الرئيسة إلى أجزاء N، لكل منها محيط مبلل معروف Pi ومعامل الخشونة، وتعرف مساحة المنطقة المبتلة بأنّها جزء من قاع مقطع النهر الملامس للماء ويعتمد على عرض المقطع وعمق القناه ويزاد تراكميا مع ارتفاع منسوب الماء في النهر او المقطع العرضي[١١]:

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(P_i n_i^{1.5} \right)}{P} \right]^{2/3}$$

حيث: NC = معامل الخشونة أو ما يعادلها

P = المحيط المبتل للقناة الرئيسية(محيط مساحة الجريان)

Pi = محيط مبتل من القسم الفرعي الأول.

تُعد معادلة ماننغ بانها علاقة تجريبية مشتقة في الأصل عام ١٨٨٩ من العمل على "القنوات النهرية والأنابيب المفتوحة. تم اشتقاق معامل الاحتكاك، ماننغ، لأنواع مختلفة من القنوات، كما توفر معادلة ماننغ طريقة فعَّالة لتقدير سرعات التدفق على الأرض[١٢]. فإنَّ بعض العوامل الأكثر أهمية هي نوع وحجم المواد التي تتكون منها طبقة القناة وضفافها، وشكل القناة. وقد طور Kwan)١٩٥٦) إجراءً لتقدير تأثيرات هذه العوامل وتحديد قيمة n للقناة. في إجراء Kwan.

حيث: K = نقل القسم الفرعي

n = معامل خشونة ماننغ للتقسيم الفرعي

A = منطقة التدفق للتقسيم الفرعي

R = نصف القطر الهيدروليكي للتقسيم الفرعي (المنطقة / المحيط المبلل)

Sf = منحدر خط تدرج الطاقة

جدول (١) معامل مانينغ بحسب القناة ووصفها

ت	نوع القناة Type of Channel and Description ووصفها	Maximum الحد الاقصى	Normal اعتيادي	Minimum الحد الأدنى
A	نظيفة، مستقيمة، ممتلئة، بدون شقوق أو حفر عميقة	٠,٠٣٣	٠,٠٣٠	0.025
B	كالسابق، ولكن المزيد من الحجارة والأعشاب	٠,٠٤٠	٠,٠٣٥	0.030
C	نظيف، متعرج، بعض المناطق والمياه الضحلة	٠,٠٤٥	٠,٠٤٠	0.033
D	نظيفة متعرجة قليلاً، ولكن بعض الأعشاب والحجارة	٠,٠٥٠	٠,٠٤٥	0.035

Gee, M. "Determination of Dam Breach Parameters", U.S. Army Corps Of Engineers, hydrologic Engineering Center,2014,.p.١٢٢ .

يظهر من خلال تحليل الجدول (١) أنَّ قيَم معامل مانينغ تتغيير بحسب ظروف المنطقة وطبيعتها سواء كانت صخرية أو أرضٍ رملية أو أرض مغطاة بالأعشاب او الشجيرات، إذ تختلف هذه القيم وتتغير بحسب تغير طبيعة سطح القناة، وبذلك يتم اختيار المعامل المناسب لطبيعة النهر لكل مقطع، وذلك لأن المقاطع تختلف بعضها عن بعض من منطقة إلى أخرى بحسب منطقة الدراسة وامتداد النهر، إذ تم اختيار قيم معامل مانينغ (٠,٠٣٥) لبعض المقاطع بحسب طبيعة كل مقطع، كما إنَّ قيم مانينغ تزداد كلما كانت قاع النهر أكثر وعورة، إذ يتم حساب قيمة n بالمعادلة التالية(١٣):

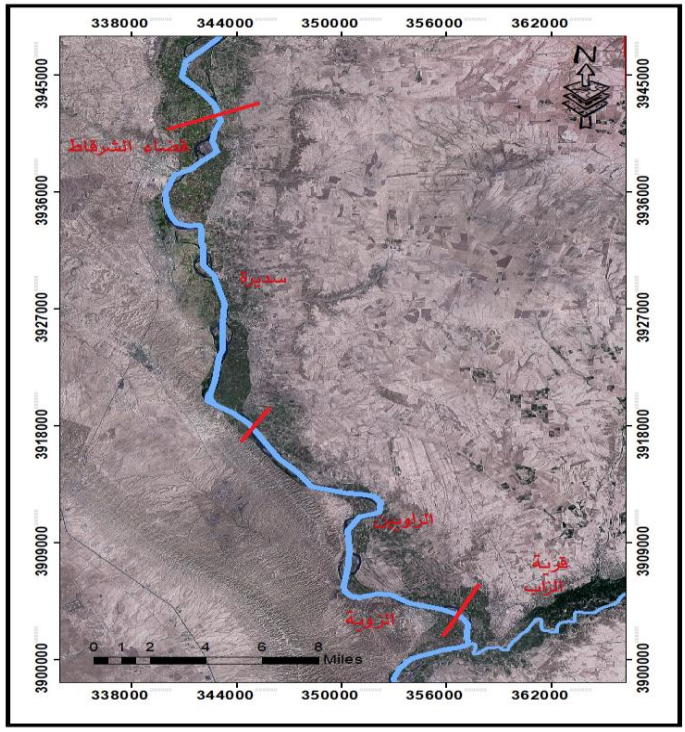
$n = (nb + n1 + n2 + n3 + n4)\, m$ حيث: nb = القيمة الأساسية لـــ n لقناة مستقيمة في المواد الطبيعية n1 = القيمة المضافة لتصحيح المخالفات السطحية:

n2 = قيمة الاختلافات في شكل وحجم القناة n3 = قيمة العوائق n4 = قيمة الغطاء النباتي و ظروف التدفق m = معامل التصحيح لمراعاة تعرج القناة

نتائج تطبيق برنامج لمقطع منطقة الدراسة لمقطع من نهر دجلة ما بين الشرقاط ومصب الزاب الاسفل

١.توزيع المقاطع العرضية ضمن منطقة الدراسة بين قضاء الشرقاط ومصب نهر الزاب الاسفل ضمن المنطقة المحددة. كما في الخريطة (٢) .

خريطة (٢) توزيع المقاطع العرضية في منطقة الدراسة

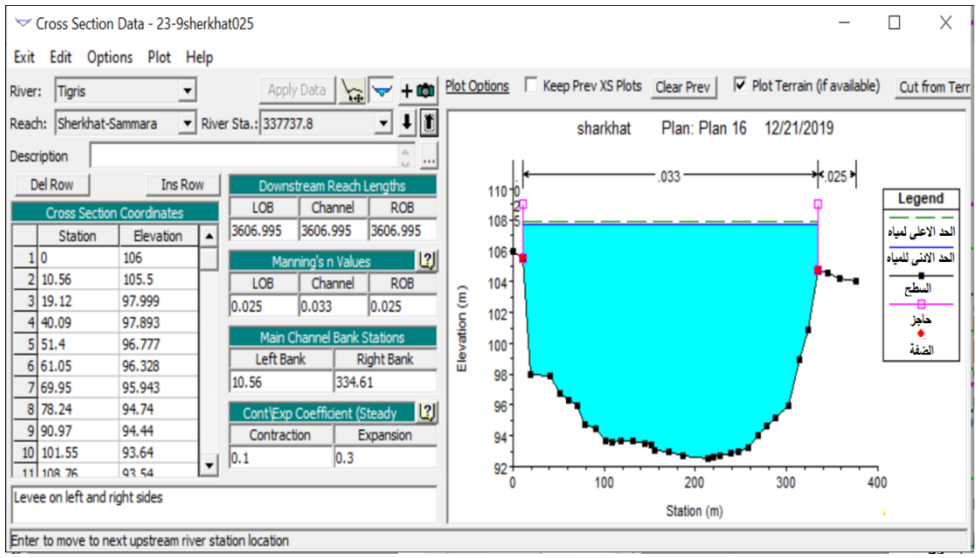


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ?, Arc gis. 10.4 والمرئية الفضائية Land sat8

ان سبب اختيار موقع المقاطع العرضية يعود الى ان تكون النتائج اكثر دقة باختيار ثلاث مقاطع في بداية ووسط ونهاية النهر ضمن منطقة الدراسة لغرض بيان التباين المكاني للمناطق المغمورة بين مقطع واخر، فضلاً عن كون المنطقة تتعرض الى موجات فيضانية متكررة.

المقطع الاول: يقع احداثياً بين دائرتي عرض (N ٣٥،٣٠،٤١،٥١) و (E٤٣،١٥،٤١،٦٥) بالقرب من قضاء الشرقاط ، إذ تم الاعتماد على معامل مانينغ لوسط المجرى (٠،٠٣٣) والجانبين (٠،٠٢٥) ويرتبط ذلك بطبيعة المجرى النهري في تلك المنطقة، إذ بلغت ادنى نقطة للمياه (٩٢) م فوق مستوى سطح البحر واعلى نقطة للجانبين وارتفاع المياه اثناء الموجة الفيضانية قد بلغت (١٠٨) م فوق مستوى سطح البحر، في حين تكون المعالجة في هذه الحالة (٢،٥) م، اما درجة الانحدار كانت (0,000106) وقد كان امتداد الضفة اليمنى (٣٣٤،٦١) م واليسار (١٠،٥٦) م، وقد بلغ معدل التصريف (٦٨٧٥,٠٠) م^{٣}/ثا، اما المنطقة المبتلة فقد كانت (٤١١٨,٥٨) م^{٢}، كما في الشكل (٣) للمقطع العرضي الاول.

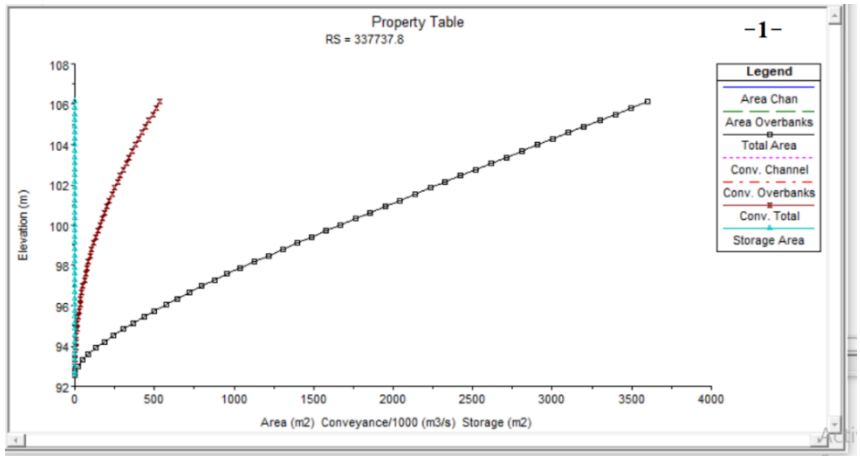
الشكل (٣) المقطع العرضي الاول



المصدر: بالاعتماد على برنامج HEC.RAS

ومن خلال ملاحظة المقطع الاول تتغير المقاطع العرضية تبعاً للعوامل المحددة والتي تشمل طبيعة التصريف اثناء الفيضان وتأكل الضفاف من مظاهر عدم الاستقرار في الانهار وتحدث نتيجة عملية الحت والترسيب داخل القناة النهرية او خارجها وتؤدي الى هدم جوانب المجرى متأثر بالحركة الجانبية للمياه خلال السهل الفيضي، وتؤدي الى تغير مجرى النهر بين فترة واخرى، وتكوين المنعطفات النهرية ونشوء ظواهر إرسابية مثل الجزر النهرية واعادة تشكيل الضفاف، وفي هذه الحالة تختلف قياسات المقطع العرضي لكل مرحلة من مراحل امتداد النهر، على الرغم من تباعد عدد المقاطع ضمن منطقة الدراسة.

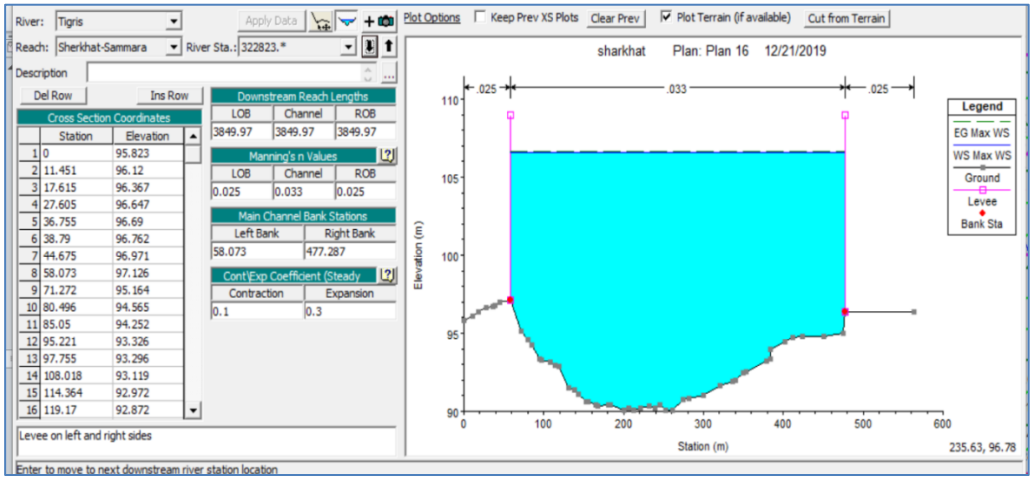
شكل (٤) هيدروكراف الجريان للمقطع الاول



المصدر: بالاعتماد على برنامج HEC.RAS

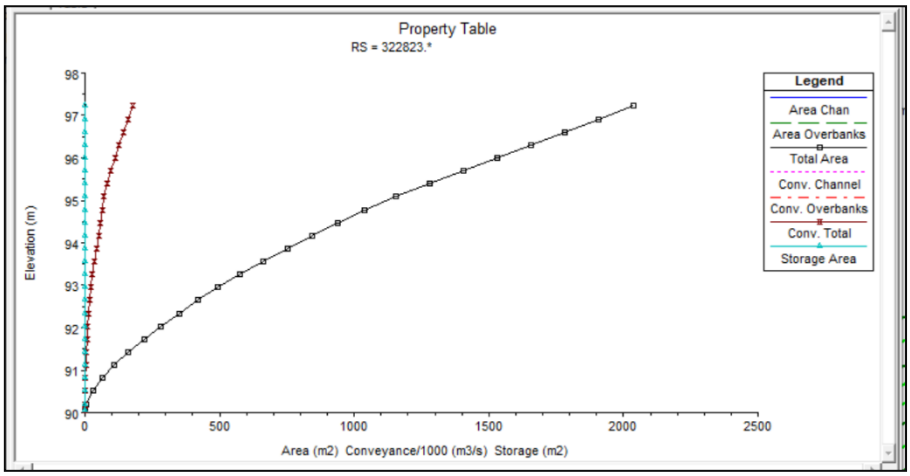
المقطع العرضي الثاني: يقع احداثياً بين (N ٥٣،٢٥،١٦,٤٦) و (E ٤٣،١٧،٢٨,٣٥) قرب ناحية سديره التابعة لقضاء الشرقاط، إذ بلغ اعلى معدل لارتفاع المياه (١٠٦) م فوق مستوى سطح البحر وادنى مستوى لعمق المجرى (٩٠) م، بينما بلغت الضفة من جهة اليمين (٤٧٧،٢٨) م، ومن جهة اليسار(٥٨،٠٧٣) م وقد بلغ التصريف ضمن هذا المقطع (٦٨٠٤,٨١) م^{3}/ ثا، اما المساحة المبتلة كانت (٥٩٤٦,٨٨) م، وقد كان هناك تغير كبير في المجرى ضمن هذا المقطع كما في الشكل(٥).

شكل(٥) المقطع العرضي الثاني



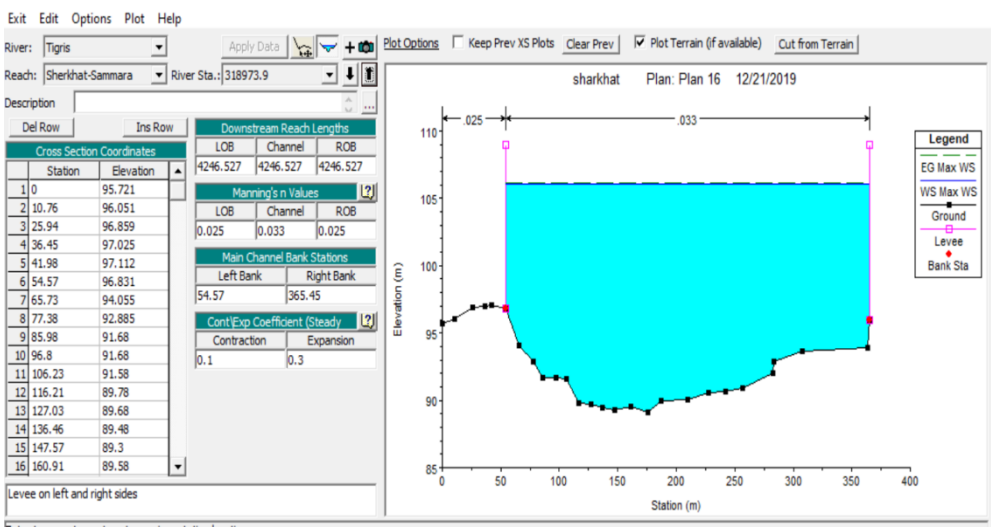
المصدر: بالاعتماد على برنامج HEC.RAS

شكل(٦) هيدروكراف المقطع الثاني



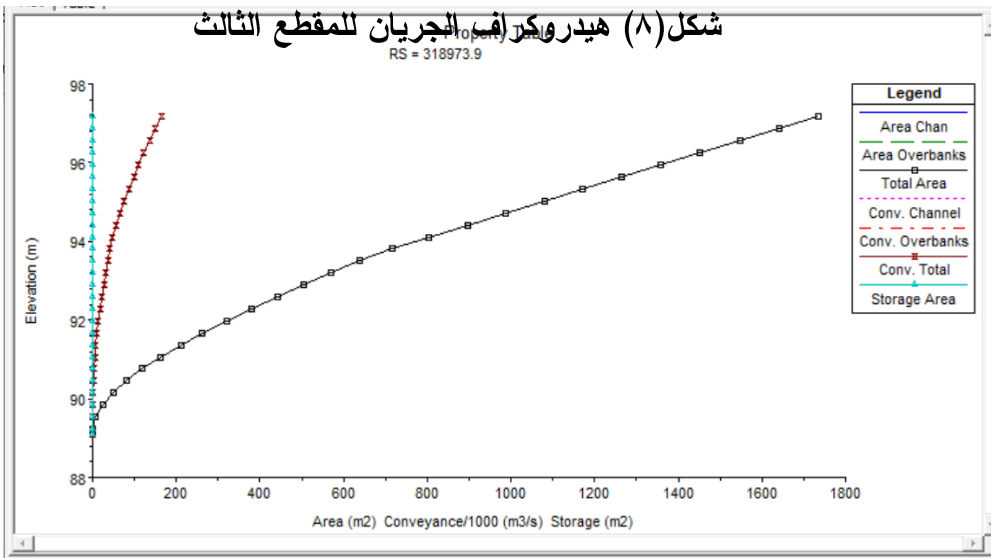
المقطع الثالث: يقع احداثياً بين (٣٥،١٦،٠٨,٣٥N) و (٤٣،٢٤،٢٦,٥٨E) ويقع قرب مصب الزاب على بعد (٤) كم قرب ناحية الزوية، ويمتاز هذا المقطع بوجود معالجات كبيرة لجوانب المجرى نظراً لارتفاع منسوب المياه اثناء الفيضان إذ يتعرض للفيضان مما يستدل على تحديد نوع من المعالجة الهندسية لتقليل خطر الفيضان، إذ كان المعالجة (٦) م، وقد بلغ ارتفاع منسوب المياه (١٠٦) م، اما ادنى عمق قد بلغ (٨٩) م فوق مستوى سطح البحر، اما نقطة الضفاف فقد كان مستوى المياه عن النقطة (٦٩) م ويدل على وجود انخفاض كبير للصفتين وارتفاع منسوب المياه وتغير درجة الانحدار، إذ بلغ معدل التصريف (٦٧٩١,٢٩) م٣/ثا. كما في الشكل(٧) .

شكل (٧) المقطع العرضي الثالث

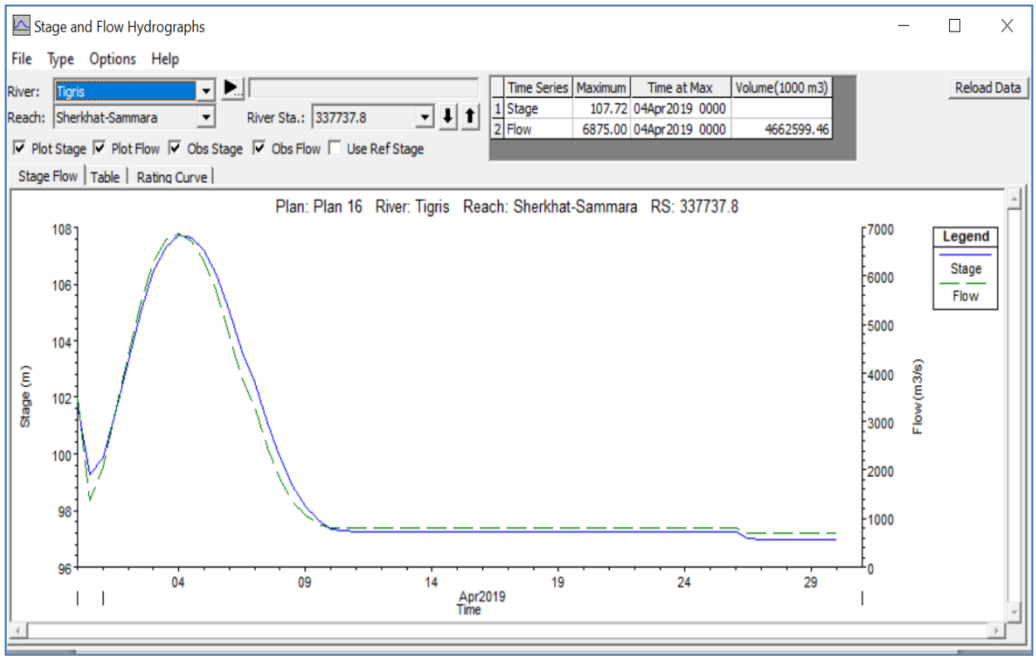


المصدر: بالاعتماد على برنامج HEC.RAS

شكل(٨) هيدروكراف الجريان للمقطع الثالث



شكل (٩) هيدروكراف الجريان للمقطع الاول



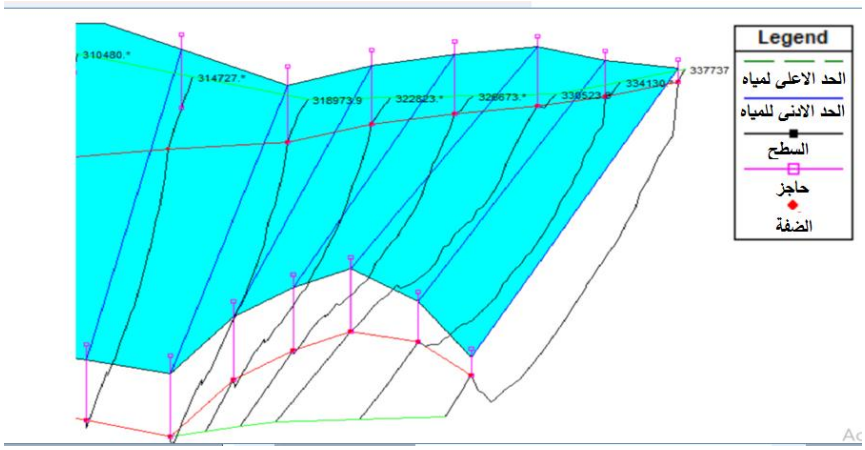
ويظهر من خلال تحليل الجدول (٢) كمية التصريف النهري لكل مقطع عرضي فضلاً عن الانحدار واعلى واقل مستوى للمياه، وتحديد المعالجات الضرورية لكل مقطع اثناء ارتفاع منسوب المياه وفق مجال عمل بيئة البرنامج ومدى تحديد المعالجات الضرورية، ومعامل مانينغ لكل جزء وتحديد قيمة فرود يشير إلى العلاقة بين قوى القصور الذاتي وقوى الجاذبية للسائل حسب الجدول المذكور سابقاً.

قيمة فرود froude-chl	Top Width (m)	المساحة المتعرضة للفيضان او المبتلة(م٢)	Vel-chnl-s/(m	SLOP – M-M الانحدار	E.G.ELEV	e-v-Elev (m)	MIN CH El (m)	التصريف م٣/ثا

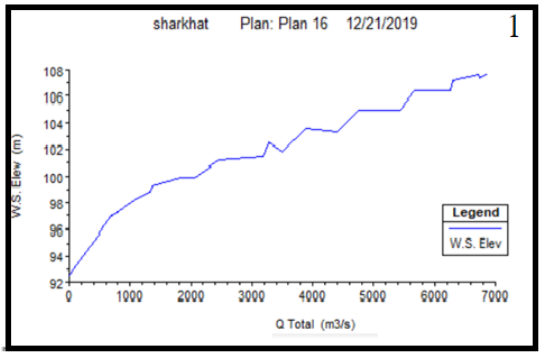
0.15	324.05	4118.58	1.67	0.000106	107.86	107.72	92.54	6875.00
0.10	479.97	6207.68	1.11	0.000046	107.55	107.49	92.27	6861.67
0.10	419.21	5946.88	1.14	0.000044	106.61	106.55	90.05	6804.81
0.13	310.88	4504.92	1.51	0.000077	106.18	106.06	89.08	6791.29

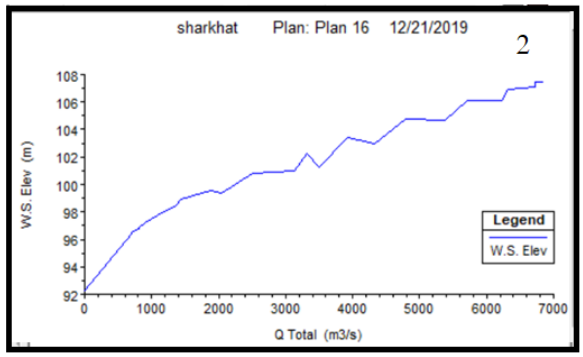
جدول (٢) نتائج برنامج HEC.RAS

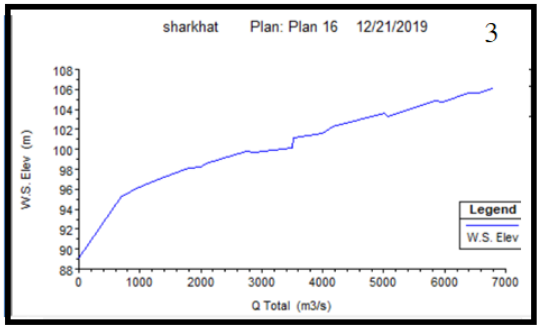
شكل (٩) Rating Curve



شكل (١٠) المقاطع العرضية وتمثيلها (D٣)







المبحث الثالث

مخاطر تغيرات نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة للسنوات ٢٠١٠-٢٠٢٠

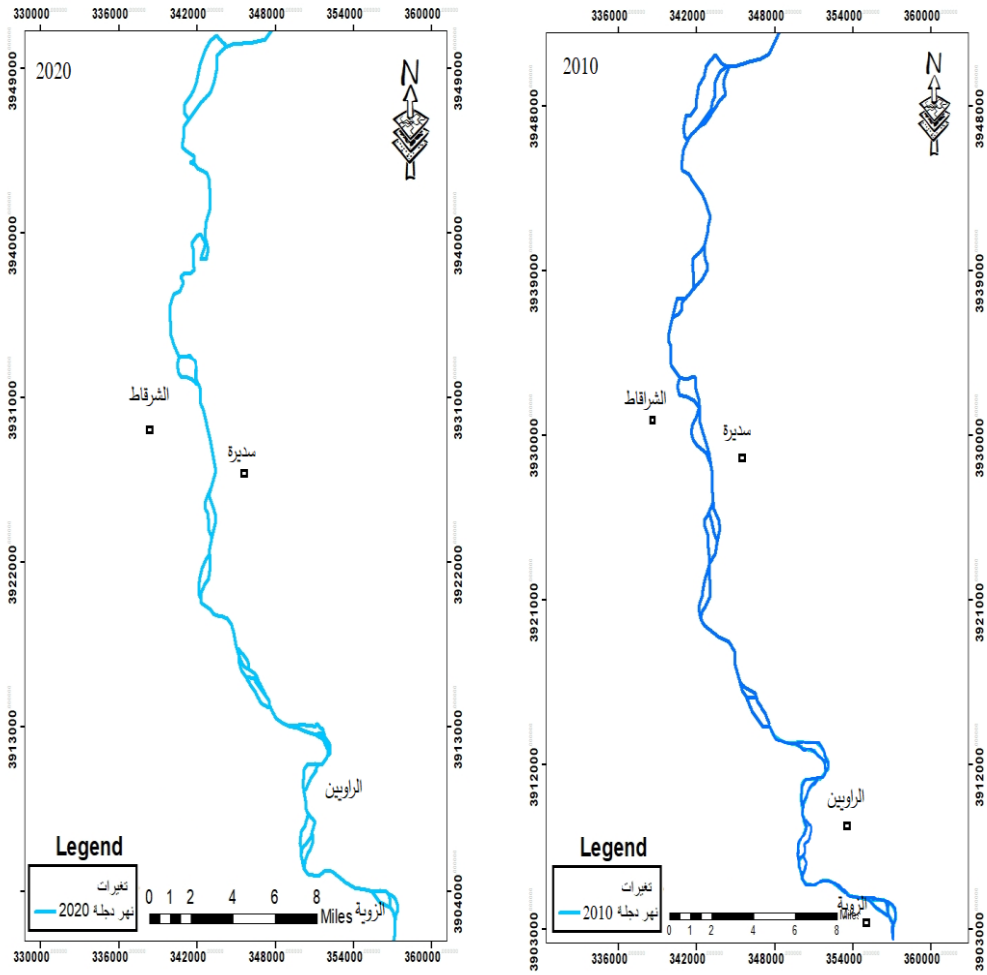
يتعرض مجرى نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة الى مخاطر هيدرولوجية ومنها تغير مجراه، وتعد عملية تغير النهر لمجراه وتحويل الممر الذي تسلكه المياه وتحدث نتيجة ذلك عمليات ترسيب من المواد الغرينية والطينية مكونة بذلك السهل الرسوبي(١٤).

أن للفيضانات ضمن منطقة الدراسة دور في حدوث تغير في مجرى النهر وذلك من خلال حمل كميات كبيرة من الرواسب اثناء حدوثها والتي تؤثر في سلوك النهر. أذ تؤدي الى ارتفاع طبوغرافية المنطقة، ومما ينتج عنها من ازاحة للمجاري النهرية عن مجاريها القديمة. وتعد عمليات تغير مجاري الانهار في اوديتها عملية حتمية ناتجة عن العمليات النهرية والتي تعطي المجرى شكله من (الانحدار والعمق والاتساع وكثافة الجزر والانعطاف) وفقاً لتباين اتجاهات العمليات الجيوموفولوجية النهرية(١٥).

أن التغير في الخواص الهيدرولوجية والديناميكية لنهر دجلة في السنوات الاخيرة نتج عنه تغيرات في مورفولوجية النهر وظهور تنوع في المظاهر النهرية وحدوث تغيرات في القياسات الموفومترية للجزر النهرية. وهذا ناتج عن عملية البناء المستمر في الجزر النهرية، وما تم ملاحظته ضمن مجرى النهر أذ بلغ عدد الجزر النهرية ضمن منطقة الدراسة (٢٤) جزرة نهرية حتى عام ٢٠٢٠. وتعد ظاهرة تغير النهر لمجراه ظاهرة طبيعية، فالنهر في سهله الفيضي يغير مجراه بصورة مستمرة بفعل تأثير القوى الهيدروليكية للمياه على قاع النهر وجوانبه(١٦).

ولبيان التغيرات التي طرأت على مجرى نهر ضمن منطقة الدراسة لفترات زمنية متباينة للسنوات(٢٠١٠-٢٠٢٠). ينظر الخريطة (٣)

خريطة (٣) تغيرات مجرى النهر للسنوات (٢٠١٠- ٢٠٢٠)



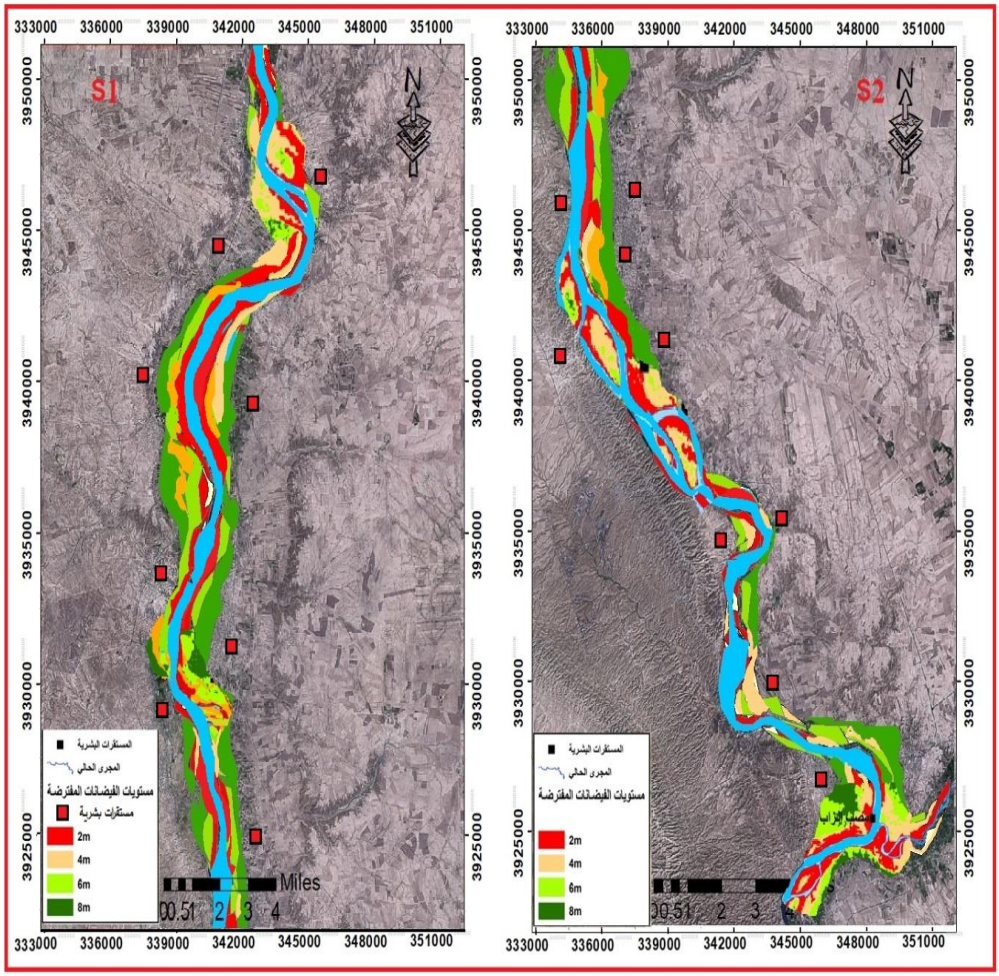
المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على برنامج , Arc.Gis 10.4 و المرئية الفضائية quick bird

أولا: مخاطر ارتفاع منسوب المياه

تهدد فيضانات الانهار المناطق المجاورة لها، بما فيها من اراضٍ وممتلكات خاصة وعامة، وتخلف وراءها دماراً كبيراً، يتعرض وادي نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة إلى حدوث فيضانات استثنائية كان اخرها فيضان عام ٢٠١٩ ومن الصعب وجود تقدير صحيح لكافة الاضرار والخسائر الناجمة عن تلك الفيضانات، ونظراً لوقوع موجه فيضان عام ١٩٨٨ لسنوات سابقة، كذلك حدوث موجة فيضان عام ٢٠١٩، كما أن نشوء المستقرات البشرية في اي مكان يكون ناتجاً عن التعامل مع البيئة، ويعتمد ذلك على الموارد الطبيعية المتوفرة في تلك البيئة. وأن نمو المستقرات البشرية وتوزيعها وانتشارها ضمن منطقة الدراسة يتوقف على عامل مهم وهو توفير مصادر المياه من نهر دجلة، وبذلك تمتد تلك المستقرات على طول النهر سواء كانت مدن كبيرة او قرى صغيرة بشكل نمط خطي مع امتد النهر فيها ويتبعه تأثير مباشر على المجتمعات الانسانية والاثار السلبية طويلة الامد والتبعات الاقتصادية والبيئية الخطيرة، مما استدعى الـــــــى عمل نماذج خرائطية لمحاكاة(Modeling) الفيضانات من اجل تحديد المناطق التي تتعرض للغمر اثناء حدوث الفيضانات والحد من اثارها البيئية على حياة الانسان.

خريطة (٤) مستويات الفيضان في منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على برنامج , Arc.Gis 10.4 و المرئية الفضائية quick bird



ومن خلال ملاحظ الخريطة(٤) تبين بان المستقرات البشرية التي يحدث لها اضرار عند ارتفاع مناسيب المياه (٢م) عند حدوث الفيضانات الاستثنائية

شملت قرى ومناطق عديدة ضمن منطقة الدراسة من قضاء الشرقاط وقرى سديرة الوسطى والعليا والزوية فضلاً عن مناطق على يسار النهر تتعرض لخطر الفيضان، وفيما يلي أبرز الاضرار التي أحدثتها السيول والفيضانات في منطقة الدراسة في عام ٢٠١٩ ، و يشهد نهر دجلة ضمن منطقة الدراسة فيضانات استثنائية بين فترة واخرى، وينتج عنها مخاطر هيدرولوجية ويكون انعكاسها واثرها على الانسان والمجتمع والبيئية الطبيعية وقامت الدراسة الحالية بدراسة اهم المخاطر الناتجة عن تلك الفيضانات ومنها. أن للفيضانات الاستثنائية ضمن منطقة الدراسة دور في حدوث تغير في مجرى النهر وذلك من خلال حمل كميات كبيرة من الرواسب اثناء حدوثها والتي تؤثر في سلوك النهر. أذ تؤدي الى ارتفاع طبوغرافية المنطقة ومما ينتج عنها من ازاحة للمجاري النهرية عن مجاريها القديمة. وتعد عمليات تغير مجاري الانهار في اوديتها عملية حتمية ناتجة عن العمليات النهرية والتي تعطي المجرى شكله الذي يظهر عليه من حيث (الانحدار والعمق والاتساع وكثافة الجزر والانعطاف) وفقاً لتباين اتجاهات العمليات الجيوموفولوجية النهرية.

إذ أن ارتفاع مناسيب المياه يؤثر على نمط استخدامات الارض على طول مجرى النهر ضمن منطقة الدراسة. إذ تختلف اضرار الفيضانات وكمية الخسائر المسببة لها من منطقة الى اخرى وحسب الطبيعية الجغرافية.

١- خسائر بشرية وصلت الى ثلاث حالات وفاة.

٢- تلف العديد من المحاصيل الزراعية نتيجة لارتفاع مناسيب المياه داخل حوض النهر وجرف تربة الأراضي الزراعية بمياه السيول.

٣- تعرض المساكن الى الانهيار الجزئي أو والكلي وما نتج عنها من نزوح مئات الأسر وفقدانها للمأوى، واللجوء الى السكن المؤقت في الخيام في المناطق المرتفعة.

الاستنتاجات والتوصيات

اولاً: الاستنتاجات

١. ان تقسيم منطقة الدراسة الى مقاطع عرضية وزيادة عددها ساعد في الوصول الى نتائج اكثر دقة بين مقطع واخر وصولاً الى المصب ومع تحديد التغيرات الحاصلة في النهر اثناء ارتفاع مناسيب المياه ولكل مقطع عرضي وتحديد المناطق التي تتعرض للغمر اثناء الموجة الفيضانية.

٢. يتبين من خلال هيدروكراف الجريان تحديد قيم الجريان الداخل والجريان الخارج، اذ بلغت اعلى درجة من الجريان الداخل (٦٨٧٥)م^{3}ثا ان تقسيم منطقة الدراسة الى مقاطع عرضية وزيادة عددها ساعد في الوصول الى نتائج اكثر دقة بين مقطع واخر وصولاً الى المصب ومع تحديد التغيرات الحاصلة في النهر اثناء ارتفاع مناسيب المياه ولكل مقطع عرضي، وتحديد المناطق التي تتعرض للغمر اثناء الموجة الفيضانية. ومن خلال هيدروكراف الجريان تحديد قيم الجريان الداخل والجريان الخارج، اذ بلغت اعلى درجة من الجريان (٦٩٧٨,٠٠) م^{3}ثا.

٣. تتراوح مناسيب المياه في النهر في منطقة الدراسة إذ بلغت ادنى نقطة للمياه في المقطع العرضي الاول (٩٢) م فوق مستوى سطح البحر واعلى

نقطة للجانبين وارتفاع المياه اثناء الموجة الفيضانية قد بلغت (١٠٨) م وفي نهاية المجرى للمقطع الثالث عند مصب نهر الزاب الاسفل اعلى نقطة(١٠٦) م، وادنى نقطة للمقطع العرضي الثالث (٨٩)م مع تعرجات قاع المجرى باتجاه مصب نهر الزاب الاسفل، وتأثير انتشار النبات الطبيعي في المجرى في طبيعة الجريان وكذلك طبيعة الجزر النهرية.

ثانياً: التوصيات

١. اقامة الحواجز والسدود الترابية الطويلة كأكتاف جانبية على طول المجرى ولاسيما المناطق التي تتعرض للفيضان وحماية الجوانب من خلال زراعة النباتات والاشجار للتقليل من اخطار التعرية وهناك حلول عديدة منها التكسية الحجرية المناسبة لتخميد طاقة المياه، رفع الاكتاف بعد انخفاض المياه بعد تمرير موجه فيضانية لاستيعاب التدفق المائي.
٢. وضع برنامج افتراضي للتحكم بالإطلاقات الخارجة من سد الموصل لحين الوصول الى التصريف الذي يوازن بين السعة الخزينة المحتملة لخزان سد الموصل والقدرة الاستيعابية للنهر وحساب الهيدروغراف عند مقطع او أكثر من خلال العلاقة بين التصريف والزمن والتصريف الداخل والخارج لهيدروغراف الفيضان.
٣. التخطيط المستقبلي لزيادة استثمار مياه النهر في مختلف المشاريع التي تجعل من فيضان النهر وحركة مياهه وسيلة لتطوير الواقع المائي في المنطقة، والعمل على تطبيق أفضل ووسائل الحماية من خطر الفيضان.

٤. اعتماد ادارة مائية لغرض الموازنة بين الوارد من المياه وما يستغل، اذ يتطلب الامر مراقبة اثار النهر من تعرية وارساب ومعالجة المشاكل الناتجة عنها ووضع الحلول المناسبة لها.
٥. انشاء محطات هيدرولوجية لقياس التصريف لغرض توفير بيانات التي من شأنها ان تساعد في بيان التغيرات الحاصلة لاختلاف التصريف في النهر.
٦. من الضروري الاعتماد على البرامج الحديثة والمتمثلة بإدارة المياه لغرض تحديد المخاطر الهيدرولوجية والاثار السلبية والايجابية للأنهار وما ينتج عنها، وما تؤديه هذه البرامج من اختصار للوقت والجهد والتكلفة في انجاز العمل بالاعتماد على المدخلات والبيانات التي يتم الحصول عليها من الدراسة الميدانية والمركز الوطني للموارد المائية والخرائط

المصادر

(1)Thomas ،HEC-RAS ،River Analysis System،Hydraulic Reference Manual Version 5.0 February Institute for Water Resources, 2016, P 2.

(2) Brunner, G. 2014, "Using HEC-Ras for Dam Break Studies", US Army Corps Of engineers, institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, TD-37.

(3)Thomas ،HEC-RAS ،River Analysis System، Hydraulic Reference Manual Version 5.0 February Institute for Water Resources , 2016 ,P 2.

(4) BRATER,E; KING,H; and LINDLE, J; and WEI, Y. Handbook of Hydraulics 1996,
400-403.

(٥) امتثال محمد مريم، دراسة موجة فيضان ناتجة عن انهيار سد باستخدام برنامج (HEC.RAS) رسالة ماجستير، كلية الهندسة المدنية، قسم الهندسة المائية، جامعة دمشق، ٢٠١٥، ص٢٦.

(6) Malcolm News on, Hydrology and the River Environment, Oxford University Press US Higher, Hydrology and the River Environment, 1994.p178.

(٧)عز الدين حسن وإبراهيم يزك ونادين انيس، نمذجة الجريان الفيضاني لنهر السن باستخدام الطرائق العددية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، المجلد٣٤، العدد (٣)، ٢٠١٢، ص١٤١.

(8) Gee, M. "Determination of Dam Breach Parameters", U.S. Army Corps Of Engineers, hydrologic Engineering Center,2014,.p112.

(٩) رياض عبدالقادر بلدية، الهيدرولوجيا ، منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية، ٢٠١٧،ص١٦٤.

(10) Haddush Wessiha Johannes, Dam Breach Analysis, Master Thesis submitted to the Addis Ababa Institute of Technology Graduate School in Civil Engineering - Hydraulics, 2019,p68.

(١١) Davie T;; Fundamentals of hydrology new York Rutledge Publication" 2002.p67.

(12) S.LAWRENCE Dingman, FLUVIAL HYDRAULICS,Oxford, University press 2009,p 402

(13) Thomas ،HEC-RAS ،River Analysis System،Hydraulic Reference Manual Version 5.0 February Institute for Water Resources , 2016 ,P47.

١٤ - محمد نجم خلف صالح ، التحليل الجيمرفولوجي لمظاهر الاستقامة والتجزر والتفرع والانعطاف لوادي نهر دجلة بين الفتحة وجسر تكريت، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة تكريت، ٢٠٢٠، ص١٠٨.

15 - فرات على حميد صكر، التغير الجيمورفولجي لوادي نهر دجلة في ناحية الكيارة ، رسالة ماجستير(غبر منشورة) كلية التربية للعوم الانسانية ، جامعة الموصل، ٢٠١٩.ص١٢.

References

( )Thomas, HEC-RAS, River Analysis System, Hydraulic Reference Manual Version 5.0 February Institute for Water Resources, 2016, P 2.

( )Brunner, G. 2014, "Using HEC-Ras for Dam Break Studies", US Army Corps Of engineers, institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, TD-37.

( )Thomas, HEC-RAS, River Analysis System, Hydraulic Reference Manual Version 5.0 February Institute for Water Resources, 2016, P 2.

( )BRATER, E; KING, H; and LINDLE, J; and WEI, Y. Handbook of Hydraulics 1996،

.٤٠٣-٤٠٠

( )Mohamad Maryam's compliance, A study of a flood wave resulting from the collapse of a dam using the (HEC.RAS) program, Master Thesis, Faculty of Civil Engineering, Department of Water Engineering, University of Damascus, 2015, p. 26.

( )Malcolm News on, Hydrology and the River Environment, Oxford University Press US Higher, Hydrology and the River Environment, 1994.p178.

( )Ezz El-Din Hassan, Ibrahim Yazak, and Nadine Anis, Modeling the Flood Runoff of the Al-Sin River Using Numerical Methods, Tishreen

University Journal for Research and Scientific Studies, Volume 34, Issue (3), 2012, p. 141.

( )Gee, M. "Determination of Dam Breach Parameters", U.S. Army Corps Of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2014, p112.

( )Riyad Abdel Qader Municipality, Hydrology, Damascus University Publications, Faculty of Agricultural Engineering, 2017, p. 164.

( )Haddush Wessiha Johannes, Dam Breach Analysis, Master Thesis submitted to the Addis Ababa Institute of Technology Graduate School in Civil Engineering - Hydraulics, 2019, p68.

(١١)Davie T;; Fundamentals of hydrology new York Rutledge Publication" 2002.p67.

( )S.LAWRENCE Dingman, FLUVIAL HYDRAULICS, Oxford, University press 2009, p 402

( )Thomas, HEC-RAS, River Analysis System, Hydraulic Reference Manual Version 5.0 February Institute for Water Resources, 2016, P47.

- Muhammad Najm Khalaf Saleh, Gemmorphological analysis of the manifestations of straightness, reflux, branching, and turning of the Tigris River Valley between the Fatha and the Tikrit Bridge, PhD thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, University of Tikrit, 2020, p. 108.

-١٥Furat Ali Hameed Sakr, The Geomorphological Change of the Tigris River Valley in Al-Kayara District, Master Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, University of Mosul, 2019, pg. 12.