



نمذجة خطر الفيضان لنهر ديالى في مدينة بعقوبة باستخدام برنامج HEC-RAS

زينب كامل تايه¹ ID، عمار حسين محمد² ID

¹قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة ديالى، بعقوبة، العراق.

²قسم الجغرافيا، كلية التربية الاساسية، جامعة ديالى، بعقوبة، العراق.

المخلص

يتناول البحث عمليات النمذجة الهيدروليكية لفهم سلوك الأنهار من خلال إنشاء نظام محاكاة لجريان النهر. ويهدف هذا البحث إلى نمذجة موجة فيضان نهر ديالى في مدينة بعقوبة لتحديد مناطق الخطورة ودرجات خطورتها وقد تم استخدام منهجية علمية تعتمد على التحليل الكمي والبرمجة الحاسوبية واستخدام بيانات موجة الفيضان للسنوات 1988 و2019 وبرنامج Hec-Ras وإدخال البيانات الهندسية واستخدام معامل مانينج وإضافة البيانات الهيدرولوجية وتحليل النتائج ورسم خريطة المخاطر وتصنيفها في المنطقة. تم دراسة 36 مقطع عرضي لمجرى النهر وكانت النتائج عند فترات عائد هطول مختلفة (10، 20، 50، 100 سنة) للنتبؤ بعمق وسرعة المياه من (7.1 م) في (10 سنوات) إلى (7.5 م) في (100 سنة)، وتراوح سرعة المياه بين (0.91 م/ث) في (10 سنوات) إلى (1.5 م/ث) في (100 سنة). وأشارت نتائج المناطق التي تمثل خطراً متفاوتاً على جميع السكان في منطقة الدراسة إلى نسبة (22%) من المساحة الكلية للمنطقة وهي نسبة ليست بالضئيلة مقارنة بحجم الخطر الذي يهدد أرواح وممتلكات السكان، وضرورة تدخل الدولة لحماية أرواح وممتلكات السكان من خلال إعادة تخطيط المناطق السكنية ومعالجة المناطق السكنية التي تعدت على منطقة النهر قانونياً وإنسانياً.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 14- ديسمبر - 2024

تاريخ المراجعة: 02- فبراير - 2025

تاريخ القبول: 20- ابريل - 2025

تاريخ النشر الالكتروني: 01- ابريل - 2026

الكلمات المفتاحية:

ديالى،
بعقوبة،
فيضان،
نمذجة،
موجة،

المراسلة:

الاسم: عمار حسين محمد

Email: amr_hu2010@yahoo.com

DOI: [10.33899/injes.v26i2.56088](https://doi.org/10.33899/injes.v26i2.56088), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Modeling the Flood Risk of Diyala River in Baquba City Using HEC-RAS Program

Zainab Kamil Taeih ¹ , Ammar Hussein Mohammed ^{2*} 

¹ Department of Geography, College of Education for Humanity Sciences, University of Diyala, Baquba, Iraq.

² Department of Geography, College of Basic Education, University of Diyala, Baquba, Iraq.

Article information

Received: 14- Dec- 2024

Revised: 02- Feb -2025

Accepted: 20- Apr -2025

Available online: 01-Apr -2026

Keywords:

Diyala,
Baquba,
Flood,
Modeling,
Wave,

Correspondence:

Name: Ammar Hussein
Mohammed

Email:

amr_hu2010@yahoo.com

ABSTRACT

The research deals with hydraulic modeling processes to understand the behavior of rivers by creating a simulation system for river flow. This research aims to model the Diyala River flood wave in the city of Baqubah to determine the risk areas and their risk degrees. A scientific methodology is used based on quantitative analysis and computer programming, using flood wave data for the years 1988 and 2019. Also, the Hec-Ras program is used to enter engineering data, using the Manning coefficient and adding hydrological data, thereafter, and analyzing the results, drawing a risk map, and classifying it in the region. 36 cross-sections of the river course are studied, and the results at different rainfall return periods (10, 20, 50, 100 years) are utilized to predict the depth and speed of water from (7.1 m) in (10 years) to (7.5 m) in (100 years). The speed of water ranges between (0.91 m/s) in (10 years) to (1.5 m/s) in (100 years). The results of the areas that represent a varying risk to all residents in the study area indicated a percentage to (22%) of the total area of the area, which is not a small percentage compared to the size of the risk that threatens the lives and property of residents, and the necessity of state intervention to protect the lives and property of people by re-planning residential areas and treating residential areas that have encroached on the river area legally and humanely.

DOI: [10.33899/injes.v26i2.56088](https://doi.org/10.33899/injes.v26i2.56088), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

المقدمة

يتمثل مفهوم أخطار الفيضان في درجة تفاعل القنوات والمجاري المائية في أحواض مستجمعات المياه مع التصاريح العالية وقدرة تلك الأحواض من خلال خصائصها الطبيعية من تحول هطول الأمطار إلى جريان سطحي عال وفق توقيتات زمنية معينة (Al-Hayali, 2021). وأقر العديد من الباحثين بحقيقة ان زيادة الأنشطة الحضرية في مناطق الفيضانات ستؤدي إلى زيادة تصريف الذروة وتقليل الوقت الى الذروة وزيادة حجم الجريان السطحي (Abdul Karim, 2021) حيث ينتج عن الأمطار الغزيرة جريان سطحي وزيادة في كمية المياه في أحواض التصريف، مما يؤدي الى تغيرات في استعمالات الارض نتيجة للأنشطة البشرية والتطبيقات الهندسية المختلفة، الامر الذي يساعد في زيادة حجم الجريان، وهناك حاجة ملحة الى معرفة الطرائق والنماذج التي تفسر العوامل التي تسبب الفيضانات للتخفيف من أثارها (Awawda, 2021). وبالرغم من ان التدفق المائي هو من الوظائف الطبيعية للأحواض النهرية، الا ان استقبال تلك الأحواض كميات أكبر من طاقتها وإمكاناتها من المياه يؤدي إلى حدوث خطر يهدد الأرواح والممتلكات (Hussein, 2022)، ويتفاوت ذلك الخطر وفق عوامل البيئة وجيومورفولوجية وجيولوجية وهيدرولوجية حوض التصريف المائي. وفي هذا البحث تم استخدام النماذج الهيدروليكية للتنبؤ وفهم التطورات الهيدرولوجية، والنماذج الهيدروليكية يقصد بها محاكاة لعمليات الجريان التي تحدث في أحواض التصريف مع أول لحظة لسقوط الأمطار، وقد تم استخدام برنامج (HEC-RAS) وهو احد النماذج التي تستوفي المعايير المحلية والعالمية ، وهو برنامج حاسوبي هيدروليكي يختص بنمذجة ومحاكاة علاقة الأمطار بالجريان السطحي في أحواض التصريف. ان ادخال المعلومات في البرنامج يتم باعادة انشاء ملفات الادخال والاخراج فضلا عن تنظيم الوقت في نموذج قاعدة البيانات الجغرافية والهدف هو الاستفادة من التحليل المكاني لهذه التقنية (Mohammed, 2019) وقد تعرضت منطقة

الدراسة الى عدد من الفيضانات السابقة ومنها فيضان 1988 واخرها 2019 ، والتي قد تحدث لاسباب طبيعية كما حصل في فيضان 2019 او نتيجة لقرارات الحكومة بفتح بوابات السدود وزيادة التصريف لاسباب مختلفة كما حصل عام 1988 (Saloum and Mohammed, 2024)، وتحاول هذه الدراسة تقييم حجم الجريان السطحي للمنطقة المحصورة بين جسري بعقوبة الثالث وبهرز. وقد بنيت المشكلة على اساس تعرض منطقة الدراسة لكميات كبيرة من الجريان السطحي كلما زادت كميات الامطار وكان اخرها في عام 2019 ، مما جعلها تحت خطر الفيضانات المفاجئة.

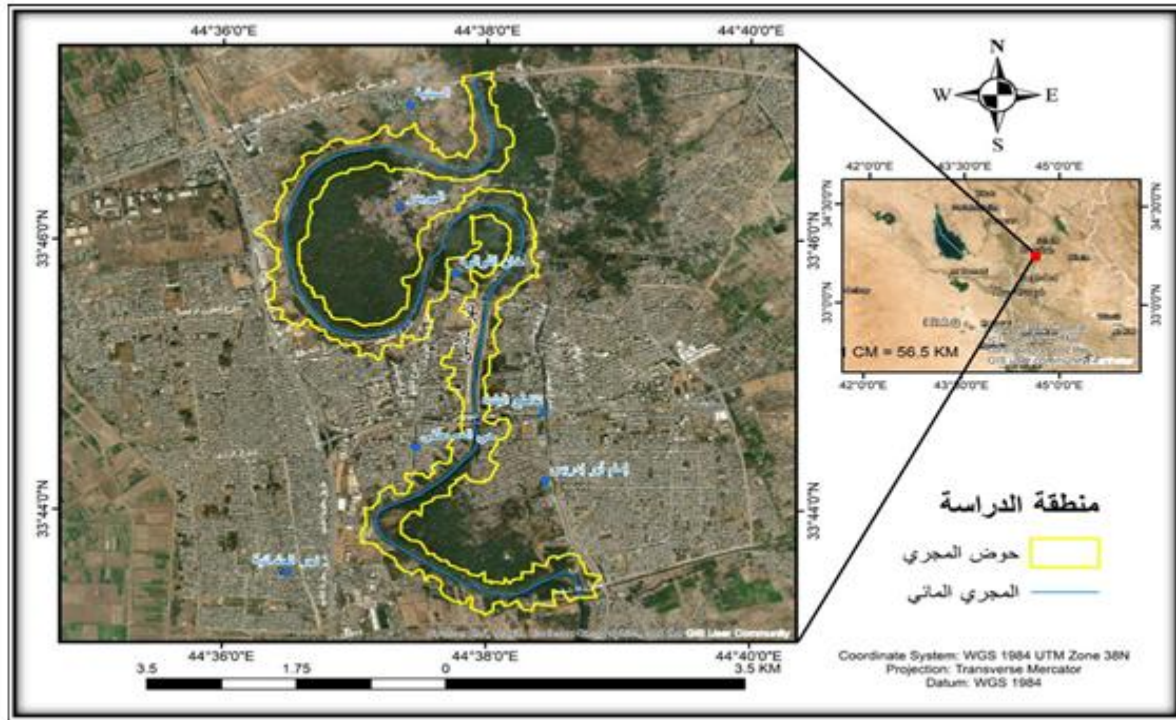
هدف الدراسة

تهدف الدراسة الى نمذجة الموجة الفيضانية لنهر ديالى في مدينة بعقوبة وتحديد مناطق الخطر التي تسببها الموجة الفيضانية ودرجة خطورتها باستخدام برنامج (HEC-RAS) خلال فترات زمنية مختلفة من (10-100 سنة) لتقدير حجم الخطر على المناطق العمرانية والزراعية في منطقة الدراسة.

المواد والطرائق

تقع منطقة الدراسة وسط مدينة بعقوبة مركز محافظة ديالى بامتداد من شمال المدينة حتى جنوبها مع مجرى نهر ديالى بصفته. و يقسم النهر مدينة بعقوبة الى قسمين (شرقي وغربي) بين خطي طول $44^{\circ}34'00''$ و $44^{\circ}40'00''$ شرقاً ودائرتي عرض $33^{\circ}42'00''$ و $33^{\circ}48'00''$ شمالاً.

تم الاعتماد في الدراسة على استخدام منهج التحليل الكمي - البرمجي الذي يعتمد على الاساليب الكمية في نشأة وتطور الظاهرة من خلال تطبيق برنامج (HEC-RAS) لتحديد حركة وسرعة وصول المياه وعمقها خلال فترات زمنية مختلفة.



الشكل 1. موقع منطقة الدراسة.

النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد:

تم استخدام برنامج مركز الهندسة الهيدرولوجية - نظام تحليل الجريان في الأنهار (Hydrologic Engineering) Center's - River Analysis System (HEC-RAS V.6.1) وهو عبارة عن مجموعة برمجيات هندسية تسمح للمستخدم

يُجرى الحسابات الهيدروليكية من تدفق المياه عبر القنوات المائية الطبيعية والقنوات الأخرى، سوف تعتمد الدراسة على الإصدار 6.1 من برنامج HEC-RAS لإجراء محاكاة ثنائية الأبعاد لتدفق المياه في منطقة الدراسة إذ حظيت بأكثر قدر من الاهتمام البحثي لمحاكاة التدفق ثنائية الأبعاد (Rangari et al., 2019). كان البرنامج احادي البعد قبل تحديث عام 2016 للإصدار 5.0، ولم يكن به نمذجة مباشرة للتأثير الهيدروليكي لتغيرات شكل المقطع العرضي والانحناءات والجوانب الأخرى ثنائية وثلاثية الأبعاد للتدفق، ولإنشاء نموذج ثنائي الأبعاد لتحديد عمق الجريان وسرعته من خلال نظام HEC-RAS فسوف يتم ذلك من خلال سلسلة من الخطوات كما يلي:

1- إدخال البيانات الهندسية:

يتم ذلك من خلال ترسيم حدود منطقة الدراسة، وتحديد مقطع المنطقة المدروسة من النهر وذلك باستخدام مجموعة الأدوات الموجودة في قائمة 2D Flow Areas وهما أدوات (Break lines و Perimeters) ثم تحديد المصب من خلال أداة Boundary Condition Lines.

2- تعريف معامل ماننغ داخل برنامج (HEC-RAS):

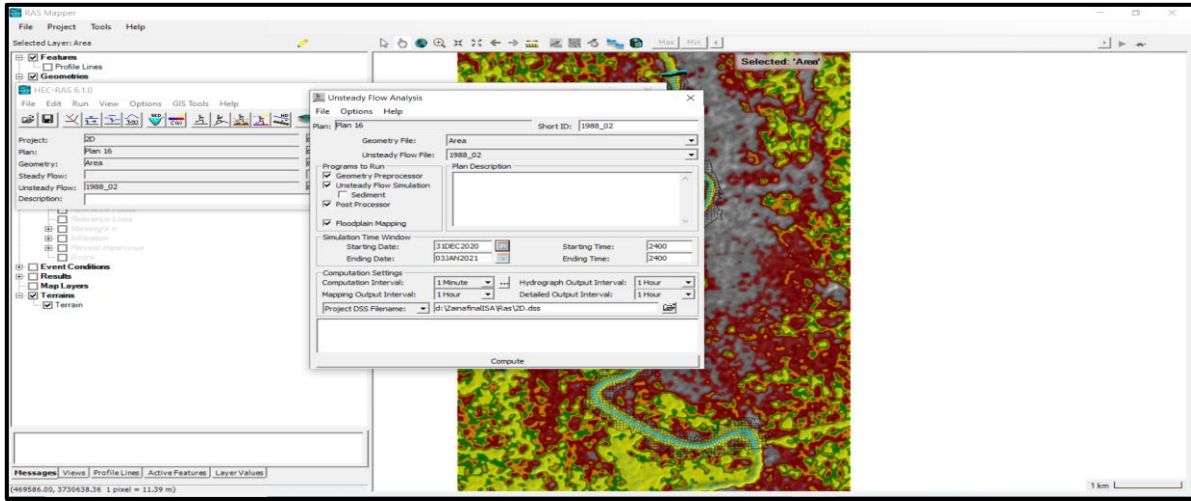
يعرف بمعامل الخشونة وهو معامل مشتق تجريبياً ويعتمد على العديد من العوامل مثل خشونة السطح والانسايبية. وقد تم اعتماد قيمة معامل ماننغ (0.06) كمعامل لخشونة التربة في منطقة الدراسة وذلك وفقاً لجدول Manning's n for Channels (Chow, 1959) لتصريف المائية المفتوحة و تم اختيار معامل ماننغ (0.06) في هذه الدراسة بناءً على الخصائص الهيدرولوجية لمجرى نهر ديالى في المنطقة الواقعة بين جسري بعقوبة الثالث وبهرز. تقع هذه المنطقة ضمن المجرى الأوسط للنهر (Middle Course)، حيث تتوازن العمليات الهيدرولوجية بين التعرية والترسيب، ويتميز القاع بتنوع في الرواسب ما بين الرمل، الطمي، وبعض الحصى. بالإضافة إلى ذلك، فإن وجود تعرجات معتدلة ووظائف مغطاة جزئياً بالنباتات يزيد من مقاومة التدفق، مما يستدعي استخدام معامل ماننغ ضمن القيم المتوسطة إلى العالية للقنوات الطبيعية. طبيعة القاع في هذه المنطقة تتكون من رواسب طينية ورملية مع حصى خشن جزئياً، مما يرفع من مقاومة التدفق مقارنة بالقنوات الرملية أو الطينية فقط. كما أن وجود تعرجات متوسطة في مجرى النهر يؤدي إلى تغيرات في التدفق المائي وزيادة تأثيرات الاحتكاك والاضطراب الهيدروليكي، مما يساهم في رفع قيمة معامل ماننغ. علاوة على ذلك، فإن بعض أجزاء الضفاف تحتوي على غطاء نباتي متوسط الكثافة، وهو عامل إضافي يؤثر على سرعة الجريان واحتكاك المياه بجوانب المجرى.

3- تعريف البيانات الهيدرولوجية والهيدروليكية:

لتشغيل النموذج لابد من توافر البيانات الهيدرولوجية الخاصة بمنطقة الدراسة والتي تم حسابها من خلال تطبيق النموذج الهيدرولوجي HEC-HMS حيث يتم في هذه المرحلة إدخال بيانات الجريان وبيانات التساقط المطري التي تم استخراجها من النموذج الهيدرولوجي إلي نظام HEC-RAS وذلك من خلال أداة Edit من شريط القوائم في واجهة البرنامج، ثم نختار منها Unsteady Flow Data.

4- إجراء الحسابات الهيدروليكية

في هذه المرحلة يتم وضع سيناريو للعاصفة المطرية، وذلك بالاستعانة ببيانات الجريان والبيانات الهندسية التي يتم إدخالها في المراحل السابقة حيث يتم تحديد بداية ونهاية زمن النمذجة وزمن حساب التدفق، وذلك عن طريق اختيار Run من شريط القوائم في واجهة البرنامج ثم نختار Unsteady Flow Analysis.



الشكل 2. طريقة تشغيل النموذج الهيدروليكي.

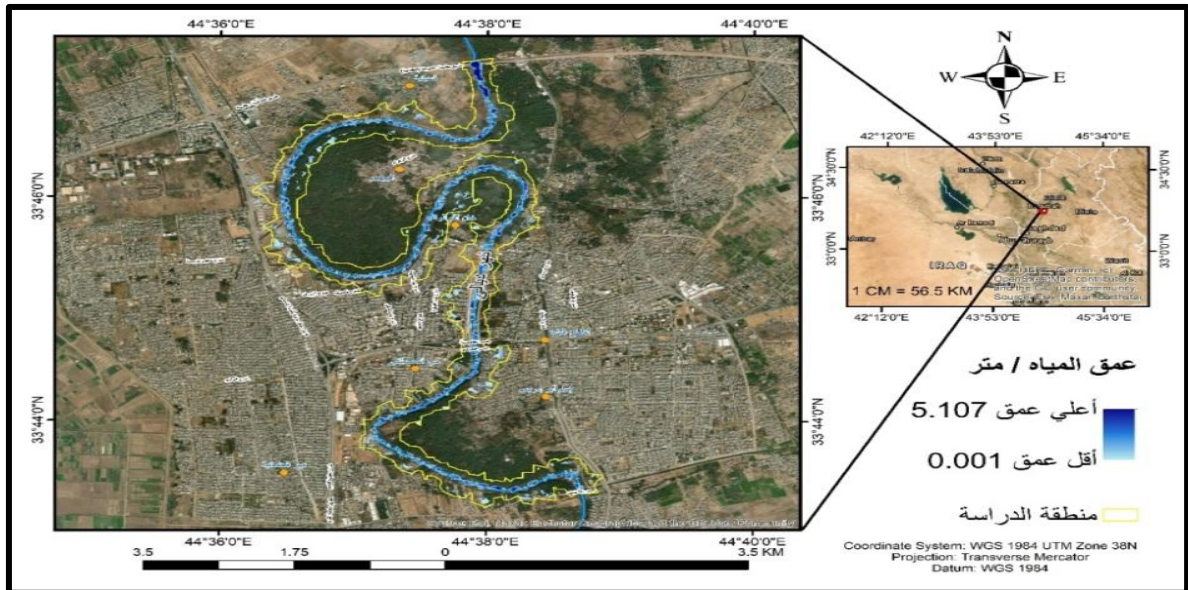
النتائج والمناقشة

تحليل نتائج عملية النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد:

تعتمد عملية النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد على بيانات الجريان التي تم استخراجها من نظام HEC-HMS، وذلك لان نظام HEC-RAS لا يأخذ بالحسبان تسرب التربة لذلك يجب أن يكون هطول الأمطار مدخلاً كهطول أمطار فعال، بمعنى انه يتعامل مع بيانات التدفق على انها بيانات لا يفقد منها شيء من التسرب او التبخر لذا يتم استخدام نظام HEC-HMS لحساب قيم التدفق ويتم تصدير هذه بيانات التدفق والأمطار هذه الى نظام HEC-RAS وإجراء الحسابات الهيدروليكية.

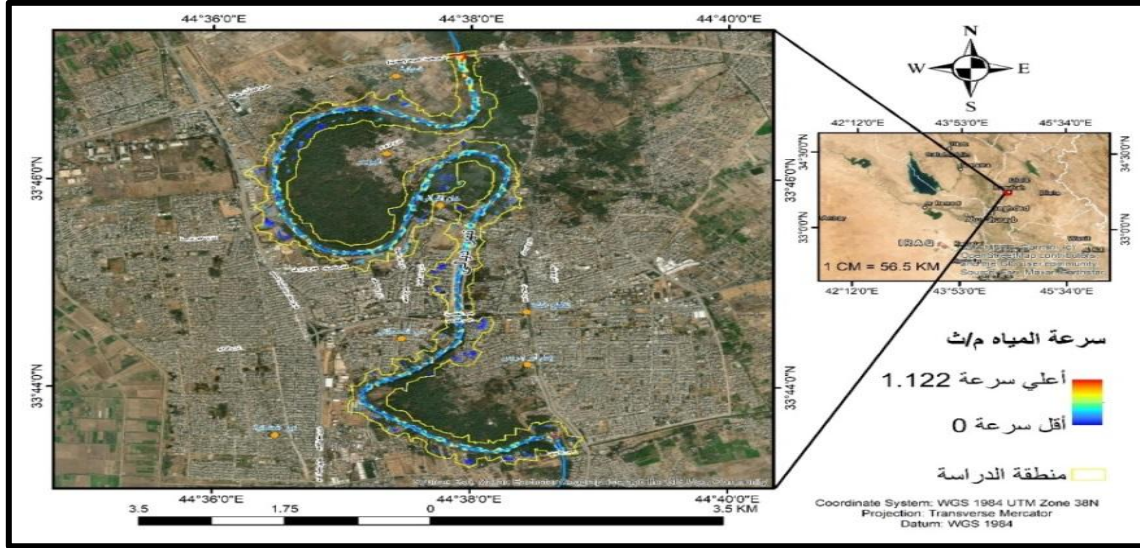
1-تحليل نتائج النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد لفيضان عام 1988 و فيضان عام 2019

ان الجريان السطحي الذي نتج عن امطار اذار لسنة 1988 لثلاث محطات بمتوسط عمق مطري 19.1033 ملم، وبعمر مياه ناتجة عن الجريان ما بين 0.001-5.107 مترا عن متوسط منسوب سطح النهر امتدت على طول منطقة الدراسة حيث كانت اغلبها قرب جسر بعقوبة الثالث والمناطق القريبة منه، وهذا يدل على تجاوز المياه للمنطقة الحدودية للنهر حيث غمرت المناطق القريبة منه.



الشكل 3. عمق مياه الفيضان لمنطقة الدراسة لسنة 1988.

اما سرعة المياه فنجد انها تجاوزت 1.122 م/ثانية والتي تمثلت على خريطة السرعات باللون الاحمر، و تمثلت في الأجزاء الواقعة في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة قرب جسر بعقوبة الثالث مما شكلت خطر على الاستعمالات السكنية و الزراعية، ويمكن ان نلاحظ اختلاف العمق على طول منطقة الدراسة، وهذا يدل على اختلاف الانحدار على طول النهر، ونتيجة لذلك نلاحظ اختلاف في سرعة المياه ، وفيضان 1988 حيث بلغت الواردات المائية لنهر ديالى (11 مليار متر مكعب وكان اعلى تصرف مطلق من سد حميرين بتاريخ 1988/3/29 قد بلغ (2500 متر مكعب بالثانية) مما ادى الى ارتفاع منسوب نهر ديالى داخل مدينة بعقوبة بمقدار (44,80) م بتاريخ 1988/3/31 وقد حدثت كسرتان نتيجة ذلك بسبب ارتفاع المياه الاولى في سداد شمال مدينة بعقوبة والثانية في سداد ايسر نهر ديالى جنوب بهرز وقد تمت السيطرة عليه.



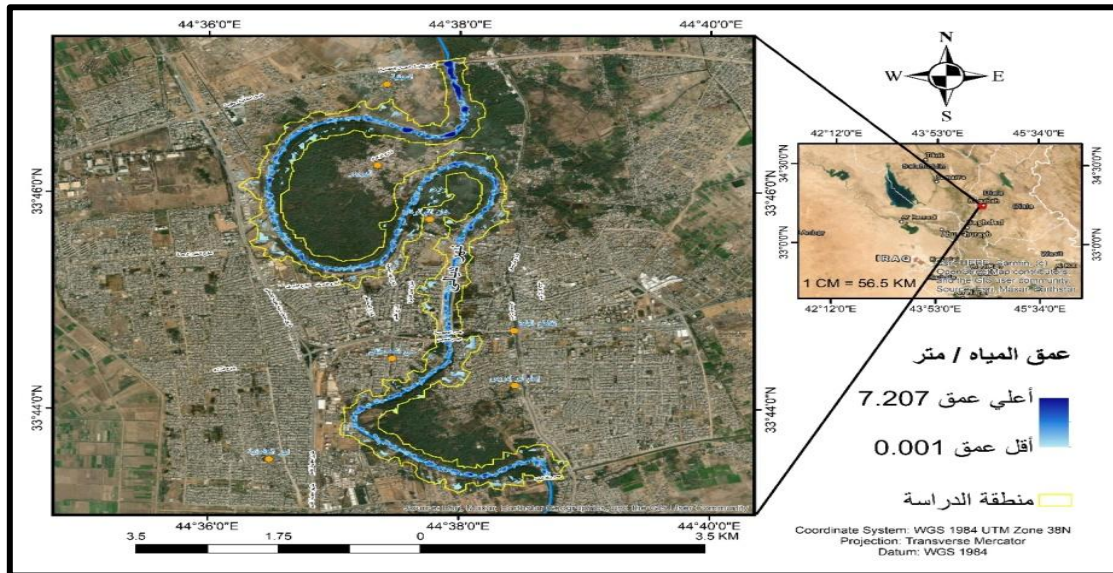
الشكل 4. سرعة مياه الفيضان لمنطقة الدراسة لسنة 1988.

اما فيضان عام 2019 فقد جاءت نتائج عملية النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد بناءً على أقصى كمية جريان سطحي ومتوسط عمق مطر مقداره 34.2074 ملم فقد نتج عمق زائد للمياه عن متوسط منسوب سطح النهر مقداره يتراوح ما بين 0.001-7.207 متر في منطقة الدراسة حيث نلاحظ زيادة تجاوز المياه حد القناة الطبيعي في منطقة الدراسة ليتجاوز عمق المياه 7 امتار عن متوسط منسوب سطح النهر .



الشكل 5. تجاوز مياه النهر حد القناة الطبيعي قرب جسر الشريف (تاريخ الصورة 4/4/2019).

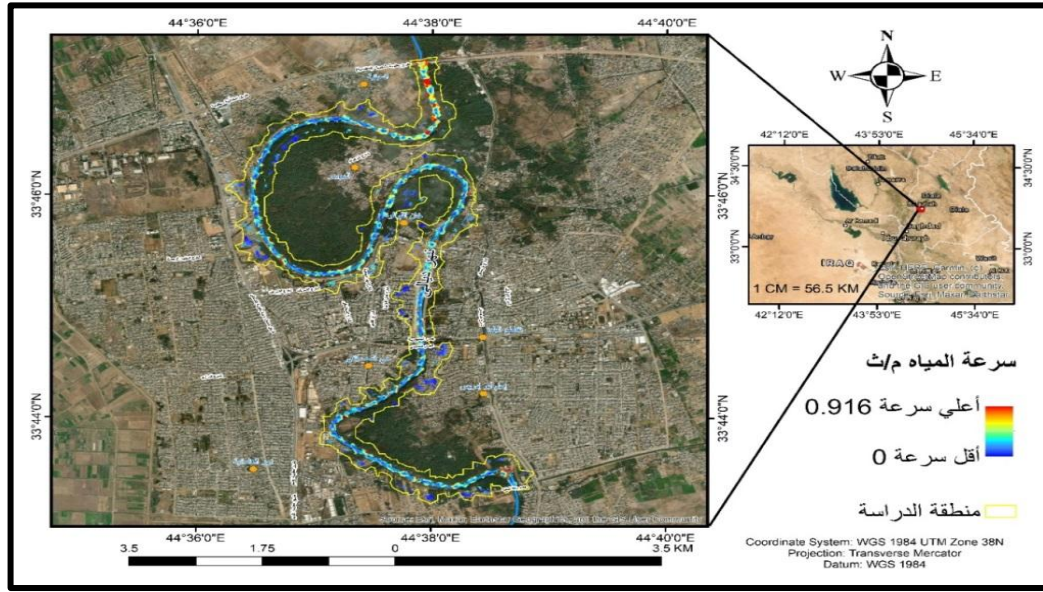
وبالرغم من أن كمية المياه المطلقة الى مدينة بعقوبة في فيضان 2019 كانت 800 م³/ث وفي 1988 كانت 2500 م³/ث إلا أن عمق المياه الزائد عن متوسط منسوب سطح النهر في فيضان عام 2019 جاء أكثر من عمق المياه الزائد في فيضان عام 1988 ويرجع ذلك إلى زيادة خشونة القاع وكثرة الترسبات في النهر اضافة الى التجاوزات على طول محيط النهر .



الشكل 6. عمق مياه الفيضان لمنطقة الدراسة لسنة 2019.

أما سرعة المياه لفيضان عام 2019 فقد بلغت (0.916 م/ث) وتتغير سرعة الجريان في منطقة الدراسة تبعاً لعمق المياه في النهر وميل قاع النهر والخصائص الجيومترية ومعامل الخشونة واللزوجة للمياه، ونجد أيضاً ان سرعة المياه لفيضان

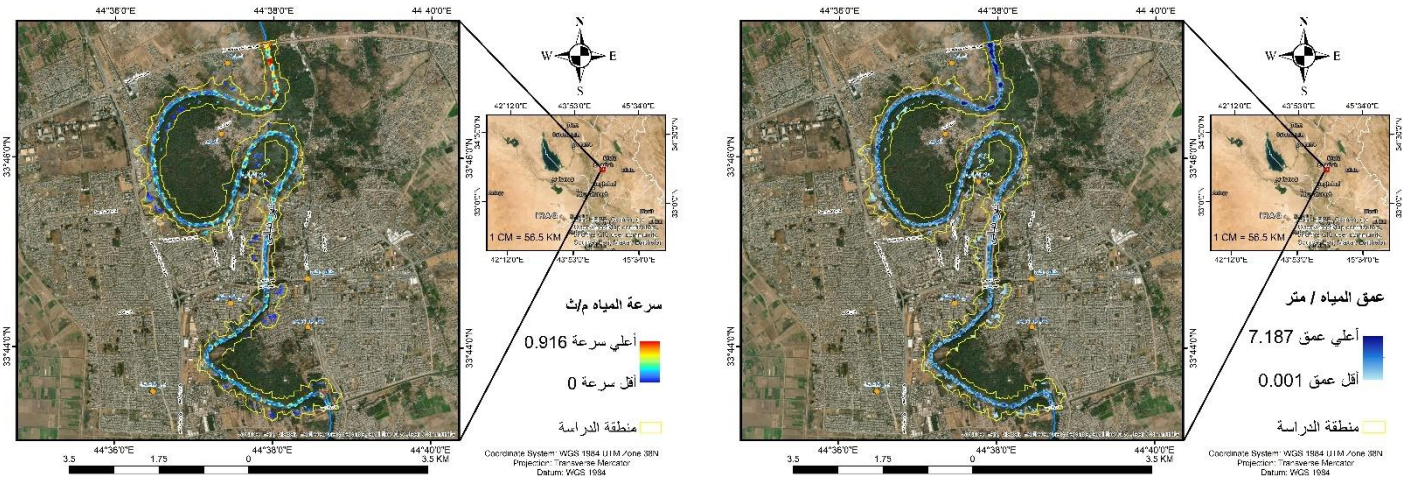
عام 2019 أقل من سرعة المياه لفيضان عام 1988 مما أدى إلى زيادة الترسبات وقلة عمق النهر مما يعيق سرعة جريانه وزيادة تجاوز المياه على ضفتي النهر.



الشكل 7. سرعة مياه الفيضان لمنطقة الدراسة لسنة 2019.

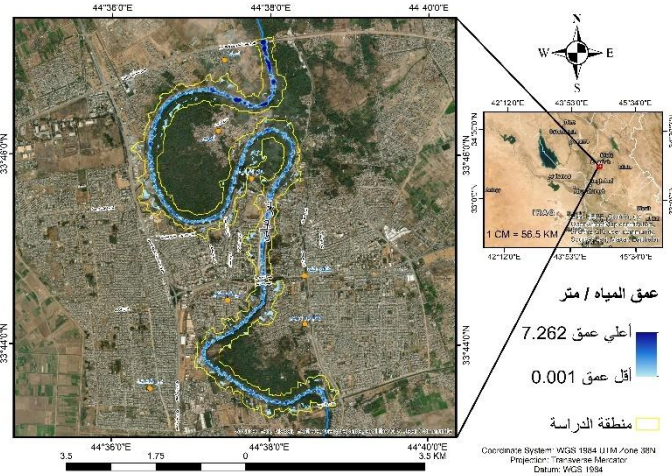
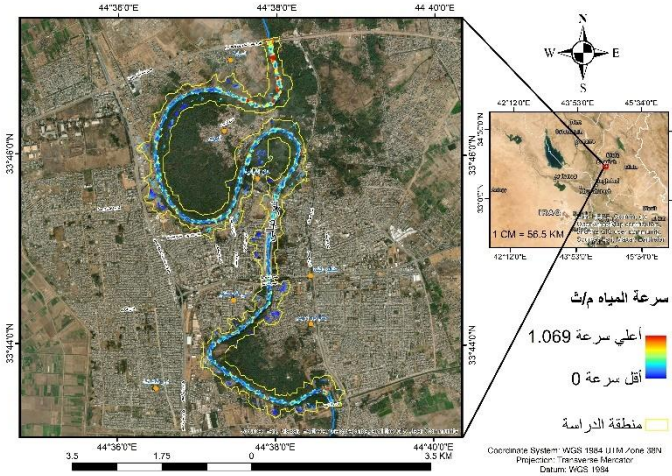
2- تحليل نتائج النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد لفترات الرجوع المطري المختلفة:

استناداً إلى نتائج نمذجة غمر الفيضانات تم استخدام 2D HEC-RAS عند فترات رجوع مطري مختلفة لتوقع عمق وسرعة المياه عند فترات عودة مختلفة (10، 20، 50، 100 سنة)، وذلك لمساعدة متخذي القرار في اتخاذ الإجراءات الاحتياطية من إقامة المشاريع والبناء بالقرب من مناطق الغمر في منطقة الدراسة، وتقادي الاقتراب من الأراضي المحرمة القريبة من مناطق الخطر العالي جداً، حيث جاءت نتائج عملية النمذجة الهيدروليكية خلال فترات الرجوع المطري المختلفة لعمق المياه الزائد عن متوسط منسوب سطح النهر بين 7.187 متراً عند فترة رجوع مطري 10 سنوات إلى 7.588 متراً عند فترة رجوع مطري 100 سنة، بينما سجلت عملية النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد سرعة مياه تراوحت ما بين 0.916 م/ث عند فترة رجوع مطري 10 سنوات و 1.517 م/ث عند فترة رجوع مطري 100 سنة. وهذا يدل على أن القناة لم تقم بتصريف واستيعاب حجم المياه المطري المتساقط أثناء فترات الفيضان ويرجع ذلك إلى عوامل طبيعية مثل انحدار المجري المائي وشكل ومساحة وطبوغرافية منطقة الدراسة، بالإضافة إلى كمية التساقط المطري خلال فترات الرجوع المطري المختلفة. وتوضح الخرائط التالية عمق وسرعة المياه عند فترات الرجوع المطري المختلفة.



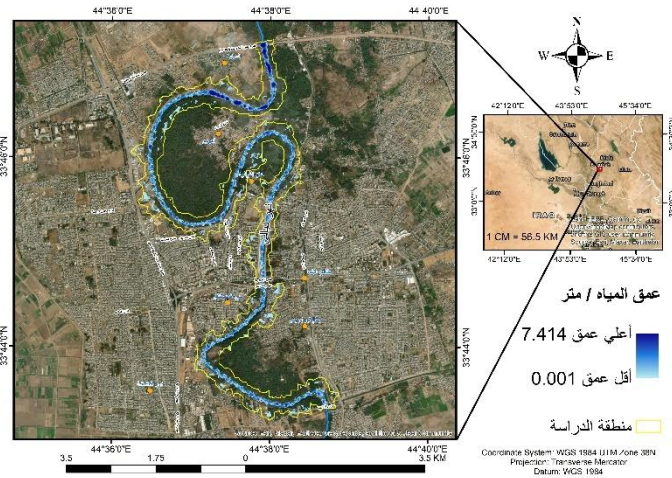
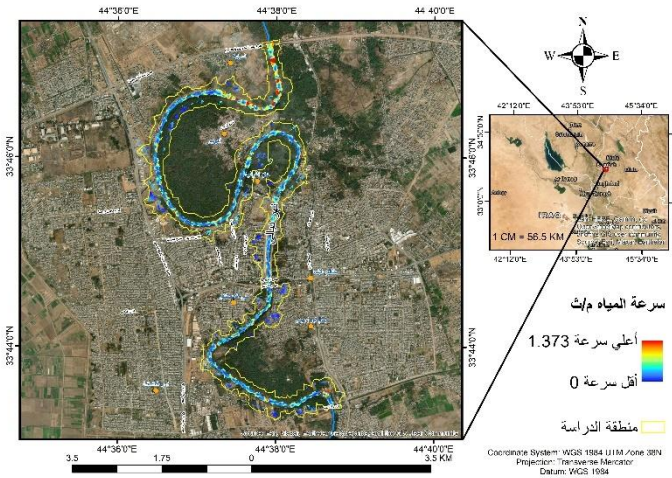
الشكل 9. سرعة المياه بالمتراً في الثانية عند فترة رجوع مطري 10 سنوات.

الشكل 8. عمق المياه بالمتراً عند فترة رجوع مطري 10 سنوات.



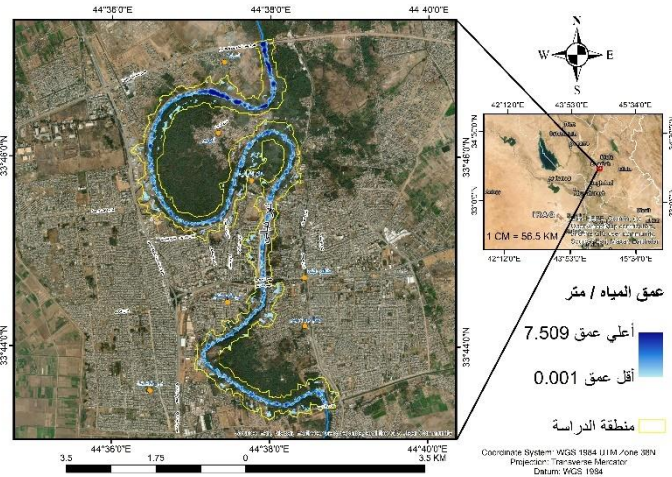
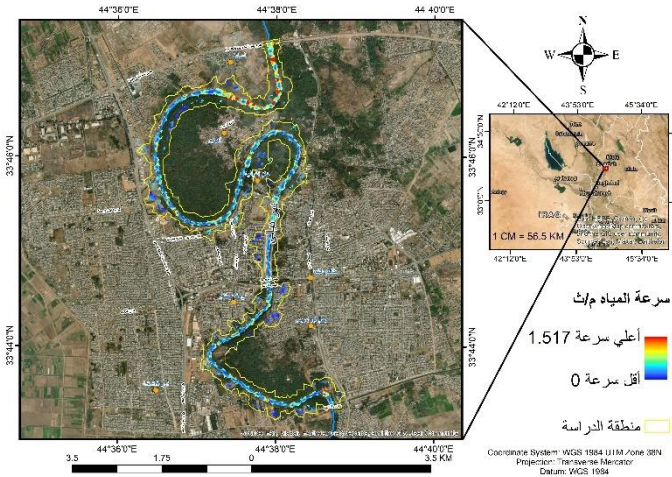
الشكل 11. سرعة المياه بالتر في الثانية عند فترة رجوع مطري 20 سنة.

الشكل 10. عمق المياه بالتر عند فترة رجوع مطري 20 سنة.



الشكل 13. سرعة المياه بالتر في الثانية عند فترة رجوع مطري 50 سنة.

الشكل 12. عمق المياه بالتر عند فترة رجوع مطري 50 سنة.



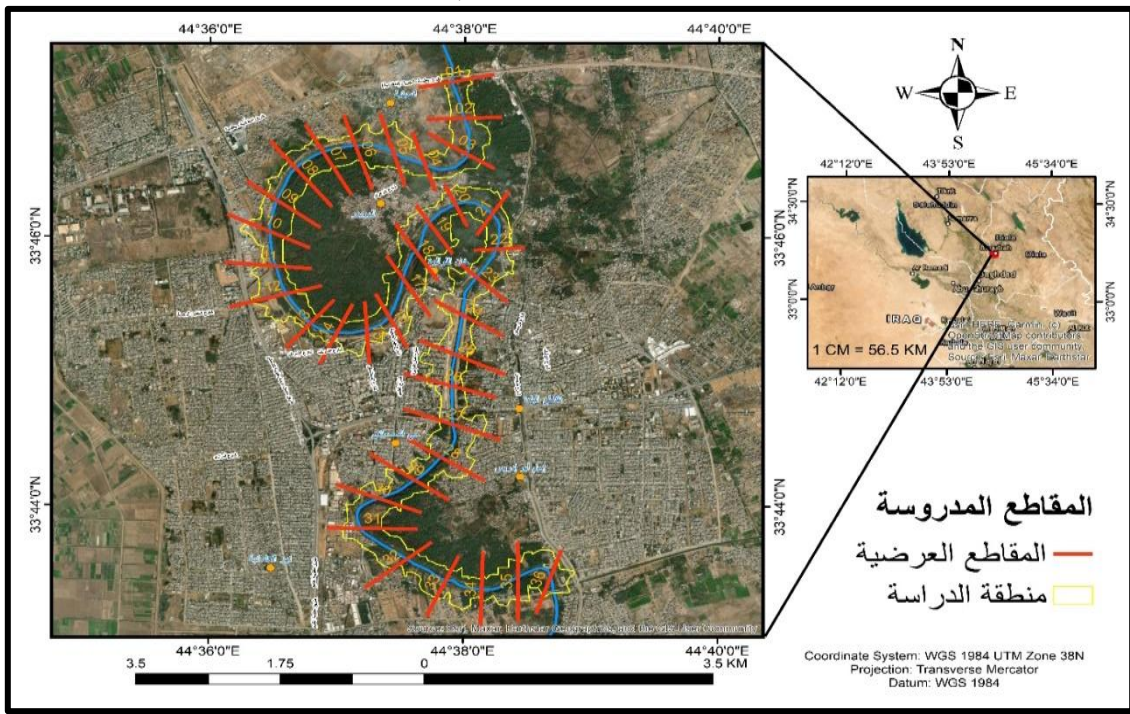
الشكل 15. سرعة المياه بالتر في الثانية عند فترة رجوع مطري 100 سنة.

الشكل 14. عمق المياه بالتر عند فترة رجوع مطري 100 سنة.

3-دراسة المقاطع العرضية:

تم تقسيم مجرى نهر ديالى، الذي يبلغ طوله 17162.45 متراً، إلى 36 مقطعاً عرضياً بهدف تحقيق دقة عالية في التمثيل الهيدروليكي للمجرى. لقد تم تحديد هذا العدد بناءً على التغيرات الجيومورفولوجية والهيدروديناميكية، حيث وُضعت

المقاطع عند نقاط رئيسية تشمل التغيرات في عرض القناة، في العمق، والتعرجات. يتيح هذا التوزيع تمثيل توزيع السرعات ومستويات المياه بدقة، خصوصاً أن التباعد بين المقاطع يبلغ حوالي 477 متراً، وهو نطاق متوازن وفقاً للمعايير العلمية. وفقاً للأدبيات العلمية، يتراوح التباعد المثالي للمقاطع العرضية في النماذج الهيدروليكية ما بين 3 إلى 10 أضعاف عرض القناة المائية، وهو ما يتناسب مع التوزيع المختار في هذه الدراسة، حيث يضمن التغطية الكافية دون زيادة غير مبررة في عدد المقاطع بالاعتماد على نتائج عملية النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد لفيضان عام 1988 و فيضان عام 2019 بالإضافة إلى تحديد عمق وسرعة المياه عند كل مقطع من المقاطع العرضية عند كل فترة من فترات الرجوع المطري، وقد تم الاعتماد على قيمة أقصى عمق على طول المقطع ليمثل قيمة عمق المياه لذلك المقطع. ويوضح الجدول (1) عمق المجرى المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر، وعمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجري بالمتر، بالإضافة إلى سرعة المياه عند كل مقطع من المقاطع العرضية بالمتر في الثانية.



الشكل 16. المقاطع العرضية في المنطقة المدروسة.

الجدول 1: القطاعات العرضية لنتائج النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد لموجة فيضان عام 2019 و عام 1988.

رقم المقطع	عرض القطاع	سرعة المياه بالمتر / الثانية	2019		1988	
			العمق فوق متوسط منسوب سطح المجري بالمتر	العمق فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر	سرعة المياه بالمتر / الثانية	العمق فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر
1	339.090	0.385	2.557	40.557	2.044	40.044
2	295.236	0.299	3.180	43.180	1.641	41.641
3	438.199	0.379	1.483	40.483	0.805	39.805
4	380.886	0.211	2.301	40.301	1.860	39.860
5	607.578	0.119	1.964	35.964	1.597	35.597
6	375.074	0.105	1.247	38.247	1.037	38.037
7	446.145	0.248	0.594	48.594	0.566	48.566
8	422.967	0.102	1.116	40.116	1.109	40.109
9	417.033	0.239	1.091	38.091	0.954	37.954
10	503.648	0.117	0.937	45.937	0.916	45.916
11	291.944	0.162	0.960	40.960	0.940	40.940
12	557.698	0.310	1.015	40.015	0.940	39.940
13	214.106	0.161	2.041	41.041	1.831	40.831
14	311.091	0.178	1.837	38.837	1.740	38.740
15	319.493	0.269	1.872	37.872	1.656	40.656
16	477.075	0.171	2.254	36.254	1.888	35.888
17	452.771	0.174	0.868	38.868	0.850	38.850
18	580.734	0.268	1.496	37.496	1.290	37.290

41.053	1.053	0.191	41.397	1.397	0.310	618.589	19
38.769	1.769	0.326	39.349	2.349	0.468	333.888	20
43.069	1.069	0.149	43.300	1.300	0.158	375.595	21
41.605	0.605	0.190	41.684	0.684	0.209	283.219	22
39.879	1.879	0.106	40.068	2.068	0.155	351.507	23
39.063	0.063	0.065	39.108	0.108	0.094	487.099	24
37.138	1.138	0.108	37.212	1.212	0.142	480.328	25
43.086	2.086	0.329	43.250	2.250	0.463	440.177	26
43.957	1.957	0.079	44.292	2.292	0.106	554.306	27
37.555	0.555	0.101	37.746	0.746	0.143	549.350	28
43.223	1.223	0.199	43.256	1.256	0.242	469.414	29
40.505	0.505	0.113	40.553	0.553	0.168	526.796	30
39.855	0.855	0.145	39.892	0.892	0.190	460.866	31
39.592	1.592	0.107	39.618	1.618	0.157	367.691	32
35.205	2.205	0.267	35.419	2.419	0.310	397.269	33
38.243	0.243	0.083	38.299	0.299	0.070	367.991	34
37.844	0.844	0.132	38.110	1.110	0.180	535.766	35
37.754	1.754	0.124	37.819	1.819	0.151	526.954	36

يتراوح عمق المجري المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر لموجة فيضان عام 2019 ما بين 35.419 مترا عند المقطع العرضي رقم 33 إلى عمق 48.594 مترا عند المقطع العرضي رقم 7 وبمتوسط مقداره 40.088 مترا. بينما يتراوح عمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجرى بالمتر ما بين 0.108 مترا عند المقطع العرضي رقم 24 و 3.18 مترا عند المقطع العرضي رقم 2 وبمتوسط مقداره 1.477 متر. تتراوح سرعة المياه بالمتر/الثانية بين 0.07 م/ث عند المقطع العرضي رقم 34 و سرعة 0.468 م/ث عند المقطع العرضي رقم 20 وبمتوسط مقداره 0.211 م/ث.

يتراوح عمق المجرى المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر لموجة فيضان عام 1988 ما بين 35.205 مترا عند المقطع العرضي رقم 33 و 48.566 مترا عند المقطع العرضي رقم 7 وبمتوسط مقداره 39.946 مترا. يتراوح عمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجرى ما بين 0.063 مترا عند المقطع العرضي رقم 24 و 2.205 متر عند المقطع العرضي رقم 33 وبمتوسط مقداره 1.252 مترا. تتراوح سرعة المياه ما بين 0.065 م/ث عند المقطع العرضي رقم 24 و 0.498 م/ث عند المقطع العرضي رقم 15 وبمتوسط مقداره 0.171 م/ث.

يتراوح عمق المجرى المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر عند فترة الرجوع المطري 10 سنوات ما بين 35.39 مترا عند المقطع العرضي رقم 33 إلى عمق 48.592 مترا عند المقطع العرضي رقم 7 وبمتوسط مقداره 40.122 مترا. بينما يتراوح عمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجرى ما بين 0.105 مترا عند المقطع العرضي رقم 24 و 3.157 متر عند المقطع العرضي رقم 2 وبمتوسط مقداره 1.456 مترا. تتراوح سرعة المياه ما بين 0.071 م/ث عند المقطع العرضي رقم 34 و 0.464 م/ث عند المقطع العرضي رقم 20 وبمتوسط مقداره 0.207 م/ث.

يتراوح عمق المجرى المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر عند فترة الرجوع المطري 20 سنة ما بين 35.541 مترا عند المقطع العرضي رقم 33 و 48.604 مترا عند المقطع العرضي رقم 7 وبمتوسط مقداره 40.19 مترا. بينما يتراوح عمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجرى ما بين 0.121 مترا عند المقطع العرضي رقم 24 و 3.258 مترا عند المقطع العرضي رقم 2 وبمتوسط مقداره 1.579 مترا. تتراوح سرعة المياه ما بين 0.064 م/ث عند المقطع العرضي رقم 34 و 0.503 م/ث عند المقطع العرضي رقم 26 وبمتوسط مقداره 0.225 م/ث.

يتراوح عمق المجرى المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر عند فترة الرجوع المطري 50 سنة ما بين 35.731 مترا عند المقطع العرضي رقم 33 و 48.62 مترا عند المقطع العرضي رقم 7 وبمتوسط مقداره 40.395 مترا. بينما يتراوح عمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجرى بالمتر ما بين 0.141 متر عند المقطع العرضي رقم 24 و 4.361 مترا عند المقطع العرضي رقم 5 وبمتوسط مقداره 1.729 مترا. تتراوح سرعة المياه بالمتر/الثانية ما بين 0.057 م/ث عند المقطع العرضي رقم 34 و 0.553 م/ث عند المقطع العرضي رقم 26 وبمتوسط مقداره 0.251 م/ث.

يتراوح عمق المجرى المائي فوق متوسط منسوب سطح البحر بالمتر عند فترة الرجوع المطري 100 سنة ما بين 35.872 مترا عند المقطع العرضي رقم 33 و 48.633 مترا عند المقطع العرضي رقم 7 وبمتوسط مقداره 40.483 مترا. بينما يتراوح عمق المياه الزائد فوق متوسط منسوب سطح المجري بالمتر بين 0.157 مترا عند المقطع العرضي رقم 24 و 5.332 مترا عند المقطع العرضي رقم 5 وبمتوسط مقداره 1.844 مترا. تتراوح سرعة المياه ما بين 0.054 م/ث عند المقطع العرضي رقم 34 و 0.575 م/ث عند المقطع العرضي رقم 26 وبمتوسط مقداره 0.273 م/ث.

الجدول 2: القطاعات العرضية لنتائج النمذجة الهيدروليكية ثنائية الأبعاد فترات الرجوع المطري المختلفة.

رقم القطاع	عرض القطاع	فترة رجوع مطري 10 سنوات			فترة رجوع مطري 20 سنة			فترة رجوع مطري 50 سنة			فترة رجوع مطري 100 سنة		
		سرعة المياه	متوسط المنسوب	العمق فوق	سرعة المياه	متوسط المنسوب	العمق فوق	سرعة المياه	متوسط المنسوب	العمق فوق	سرعة المياه	متوسط المنسوب	العمق فوق
		بالمتر /	سطح	بالمتر /	سطح	بالمتر /	سطح	بالمتر /	سطح	بالمتر /	سطح	بالمتر /	سطح
		الثانية	المجرى	الثانية	المجرى	الثانية	المجرى	الثانية	المجرى	الثانية	المجرى	الثانية	المجرى
		بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر	بالمتر
1	339.090	0.335	2.528	42.528	0.379	2.662	40.662	0.364	2.780	40.780	0.340	2.868	40.868
2	295.236	0.294	3.157	43.157	0.318	3.258	43.258	0.346	3.341	43.341	0.371	3.412	43.412
3	438.199	0.373	1.455	40.455	0.400	1.579	40.579	0.469	1.708	40.708	0.496	1.815	40.815
4	380.886	0.205	2.045	40.045	0.246	3.239	41.239	0.343	3.325	41.325	0.406	3.379	41.379
5	607.578	0.116	1.936	35.936	0.139	2.697	36.697	0.316	4.361	38.361	0.379	5.332	39.332
6	375.074	0.103	1.228	38.228	0.111	1.321	38.321	0.091	2.129	40.129	0.110	3.162	41.162
7	446.145	0.245	0.592	48.592	0.262	0.604	48.604	0.287	0.620	48.620	0.311	0.633	48.633
8	422.967	0.100	1.115	40.115	0.108	1.119	40.119	0.118	1.124	40.124	0.126	1.129	40.129
9	417.033	0.235	1.079	38.079	0.255	1.143	38.143	0.279	1.183	38.183	0.295	1.202	38.202
10	503.648	0.113	0.935	45.935	0.132	0.945	45.945	0.157	0.957	45.957	0.174	0.967	45.967
11	291.944	0.158	0.957	40.957	0.176	0.973	40.973	0.198	1.007	41.007	0.212	1.036	41.036
12	557.698	0.307	1.008	40.008	0.321	1.047	40.047	0.341	1.098	40.098	0.355	1.135	40.135
13	214.106	0.158	2.022	41.022	0.170	2.125	41.125	0.187	2.239	41.239	0.200	2.273	41.273
14	311.091	0.176	1.831	38.831	0.190	1.861	38.861	0.208	1.898	38.898	0.222	1.920	38.920
15	319.493	0.266	1.847	37.847	0.284	1.976	37.976	0.307	2.143	38.143	0.327	2.239	38.239
16	477.075	0.169	2.215	36.215	0.177	2.412	36.412	0.187	2.583	36.583	0.197	2.696	36.696
17	452.771	0.169	0.867	38.867	0.192	0.901	38.901	0.224	0.966	38.966	0.272	1.046	39.046
18	580.734	0.264	1.474	37.474	0.285	1.590	37.590	0.301	1.756	37.756	0.378	1.898	37.898
19	618.589	0.307	1.379	41.379	0.325	1.475	41.475	0.349	1.608	41.608	0.424	1.727	41.727
20	333.888	0.464	2.313	39.313	0.488	2.502	39.502	0.513	2.767	39.767	0.531	2.979	39.979
21	375.595	0.159	1.278	43.278	0.160	1.390	43.390	0.169	1.546	43.546	0.181	1.671	43.671
22	283.219	0.207	0.682	41.682	0.228	0.694	41.694	0.267	0.722	41.722	0.309	0.750	41.750
23	351.507	0.154	2.051	40.051	0.163	2.142	40.142	0.177	2.271	40.271	0.185	2.382	40.382
24	487.099	0.092	0.105	39.105	0.105	0.121	39.121	0.123	0.141	39.141	0.140	0.157	39.157
25	480.328	0.139	1.203	37.203	0.165	1.249	37.249	0.173	1.314	37.314	0.181	1.366	37.366
26	440.177	0.453	2.235	43.235	0.503	2.312	43.312	0.553	2.382	43.382	0.575	2.390	43.390
27	554.306	0.103	2.260	44.260	0.118	2.369	44.369	0.133	2.383	44.383	0.143	2.393	44.393
28	549.350	0.141	0.726	37.726	0.150	0.835	37.835	0.196	1.024	38.024	0.188	1.248	38.248
29	469.414	0.238	1.255	43.255	0.257	1.266	43.266	0.282	1.292	43.292	0.303	1.323	43.323
30	526.796	0.164	0.550	40.550	0.185	0.565	40.565	0.209	0.588	40.588	0.227	0.608	40.608
31	460.866	0.186	0.889	39.889	0.204	0.906	39.906	0.214	1.009	41.009	0.242	1.020	40.020
32	367.691	0.154	1.616	39.616	0.171	1.627	39.627	0.188	1.657	39.657	0.198	1.673	39.673
33	397.269	0.307	2.390	35.390	0.322	2.541	35.541	0.330	2.731	35.731	0.337	2.872	35.872
34	367.991	0.071	0.291	38.291	0.064	0.335	38.335	0.057	0.396	38.396	0.054	0.445	38.445
35	535.766	0.176	1.086	38.086	0.196	1.213	38.213	0.221	1.277	38.277	0.242	1.283	38.283
36	526.954	0.149	1.811	37.811	0.161	1.849	37.849	0.176	1.901	37.901	0.186	1.944	37.944

إعداد خريطة مؤشر أخطار الفيضان بناءً على نتائج النمذجة الهيدروليكية

من خلال الحصر المرجعي لأدبيات نمذجة مخاطر الفيضانات في المناطق العمرانية، تبين أن طريقة مصفوفة المخاطر التي تعتمد على تطوير نموذج ثنائي الأبعاد لعمق وسرعة وانتشار المياه باستخدام النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS) أحد أكثر الطرق انتشاراً في الأوساط العلمية، والهندسية، في تقييم مخاطر الفيضانات (Abdul Karim, 2021). سوف يتم الاعتماد في تصنيف درجات الأخطار على معادلة تقييم درجات الأخطار على البشر HR the flood hazard rating (m²/s) والتي تعتمد على العلاقة بين سرعة المياه وعمق المياه في تحديد درجات الأخطار وهي كما يلي:

$$HR = d (V + 0.5) + DF \quad (\text{Ramsbottom et al., 2006})$$

حيث أن:

HR = معدل الأخطار

D = عمق مياه الفيضان (متر)

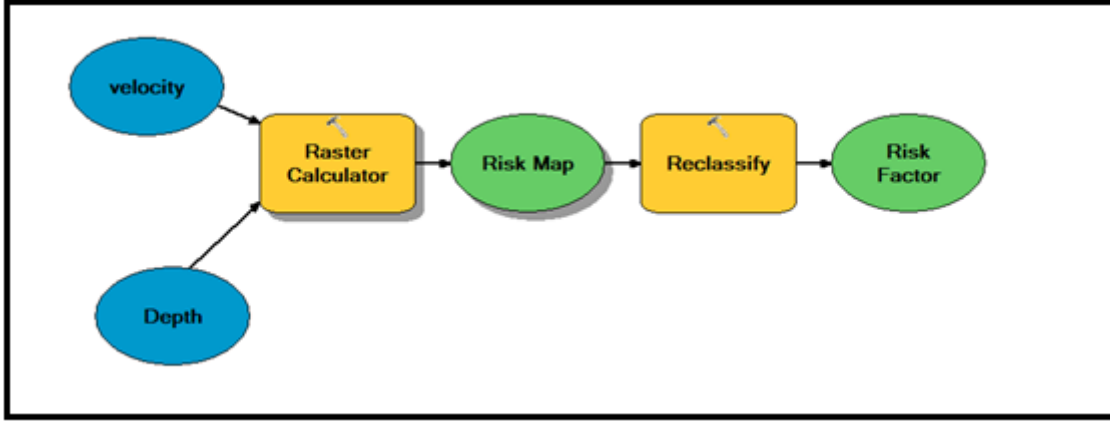
V = سرعة مياه الفيضان (متر/الثانية)

DF = معامل يأخذ في الاعتبار العوالمق وتفترض قيمته ب:

0.5 للأعماق أقل من 0.25 مترا.

1.0 للأعماق أكثر من أو يساوي 0.25 مترا.

وقد تم تصدير مخرجات برنامج HEC-RAS V 6.1 (عمق المياه / م - سرعة المياه م/ث) لفترة الرجوع المطري 100 سنة بصيغة Raster إلى برنامج Arc GIS V 10.8 وتم بناء نموذج هيكلية (Model Builder) لتطبيق المعادلة وتم استخدام أداة الحساب الجبرية Raster Calculator داخل النموذج في تحويل المعادلة إلى صيغة يتعامل معها برنامج Arc GIS كالاتي (الشكل 17):

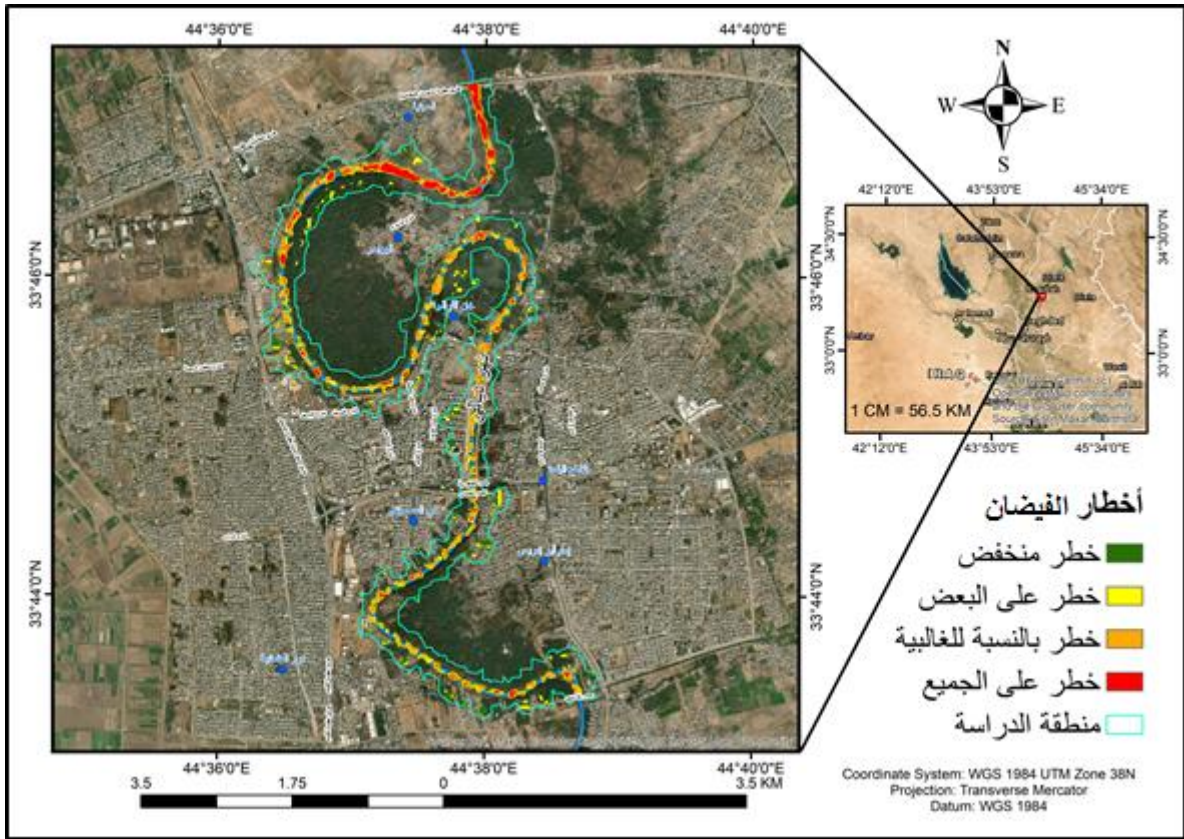


الشكل 17. نموذج هيكلية لتطبيق معادلة مؤشر الأخطار لاستنتاج خرائط أخطار الفيضان.

الجدول 3: تصنيف الاخطار بالاعتماد على معادلة الاخطار (الخطر على الناس كدالة للسرعة والعمق).

ت	تصنيف الأخطار على البشر (درجة خطر الفيضان)	معدل خطر الفيضان HR
1	خطر منخفض (الحذر)	أقل من 0.75
2	خطر على البعض (يشمل الأطفال والمسنين والمرضى)	1.5-0.75
3	خطر بالنسبة للغالبية (يشمل الجمهور العام)	2.5-1.5
4	خطر على الجميع (يشمل خدمات الطوارئ)	أكثر من 2.5

المصدر: بالاعتماد على (Ramsbottom et al., 2006).



الشكل 18. مؤشر أخطار الفيضان لفترة رجوع مطري 100 سنة.

تمثل المناطق التي لها درجة خطر على الجميع مساحة قدرها 0.20 كم² بما يوازي نسبة مقدارها 3% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، بينما تمثل المناطق التي لها درجة خطر بالنسبة للغالبية مساحة مقدارها 0.52 كم² بما يوازي نسبة مقدارها 8% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتمثل المناطق التي لها درجة خطر على البعض مساحة مقدارها 0.36 كم² بما يوازي نسبة مقدارها 5% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتمثل مناطق درجة الخضر المنخفض مساحة مقدارها 0.34 كم² بما يوازي نسبة مقدارها 5% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، أما المناطق التي لا يوجد بها خطر تمثل مساحة مقدارها 5.16 كم² بما يوازي نسبة قدرها 78% من إجمالي منطقة الدراسة.

الجدول 4: مساحة المخاطر ونسبتها في منطقة الدراسة.

ت	درجات أخطار الفيضان	المساحة (كم ²)	%
1	لا يوجد خطر	5.16	78%
2	خطر منخفض	0.34	5%
3	خطر على البعض	0.36	5%
4	خطر بالنسبة للغالبية	0.52	8%
5	خطر على الجميع	0.20	3%
	الإجمالي	6.59	100%

الاستنتاج

من خلال سياق البحث ظهر استخدام بيانات الموجات الفيضانية لعامي 1988 و 2019 وبرنامج HEC-RAS وادخال البيانات الهندسية واستخدام معامل ماننغ بقيمة (0.06) كمعامل لخشونة التربة وإضافة البيانات الهيدرولوجية وتحليل النتائج ورسم خريطة المخاطر ووفقا لذلك تم تصنيف الاخطار في المنطقة المدروسة ، فقد كانت دراسة 36 مقطع عرضيا لمنطقة الدراسة تتراوح عرضها من (214.1 م) عند المقطع العرضي 13 الى (618.5 م) عند المقطع العرضي 19 لتعزيز عمل النمذجة للوصول الى جودة في النتائج ومن خلال عمل النمذجة عند فترات رجوع مطري مختلفة لتوقع عمق وسرعة

المياه للموجة الفيضانية ووفقا لتكرار (10,20,50,100 سنة) اظهر عمق المياه تباينا تراوح ما بين (7.1 م) خلال (10 سنوات) الى (7.5 م) خلال (100 سنة) اما سرعة مياه الموجة الفيضانية فتراوحت ما بين (0.91 م/ثا) خلال (10 سنوات) الى (1.5 م/ثا) خلال (100 سنة)، وهذا يدل على ان القناة النهرية لم تقم بتصريف واستيعاب حجم المياه اثناء فترات جريان المياه بسبب عوامل مختلفة طبيعية وبشرية وهو الحال الذي اثار على اظهار مناطق خطر في منطقة الدراسة وهذا اثر في زيادة نسبة مساحة المنطقة الخطرة والتي بلغت نحو (22%) من منطقة الدراسة وهي تمثل خطرا مختلف الدرجات على سكان المنطقة وممتلكاتهم وهي نسبة ليست بالقليلة قياسا بحجم الخطر الذي يؤدي الى خسائر بالارواح والممتلكات، وهنا تكون ضرورة تدخل الدولة لحماية ارواح الناس وممتلكاتهم من خلال اعادة تخطيط مناطق السكن ومعالجة المناطق السكنية التي تجاوزت على منطقة النهر وذلك بطريقة قانونية وانسانية.

References

- Abdul Karim, A.A., 2021. Flood hazards on the railway track of Wadi Bayer Basin affecting the northern railway track south of Al-Qurayyat city, Kingdom of Saudi Arabia - a model. Page 61. [DOI:10.21608/agj.2021.162859](https://doi.org/10.21608/agj.2021.162859). (In Arabic)
- Al-Hayali, S.B.A., 2021. Hydrological hazards of water basins in the Aqrah region, PhD Thesis, (Unpublished), College of Education, University of Mosul, 130 P. (In Arabic)
- Awawda, M.M.A., 2021. Spatial modeling of flood hazards in the Wadi Al-Makhrouq Basin north of Al-Qurayyat city, Kingdom of Saudi Arabia. 232 P. (In Arabic)
- Chow, V.T., 1959. Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York. <https://www.accessengineeringlibrary.com/binary/mheaeworks/472297b9d6eba65c/d3172d82099b4e7475e94b59ea45ae8906ab2b8768854b29645441c1a0c85b71/book-summary.pdf>
- Hussein, A.S., 2022. Hydrological analysis of the Al-Azim River Basin, a tributary of the Tigris River in Iraq using the hydrological and hydraulic modeling systems HEC-HMS.HEC-RAS, unpublished PhD Thesis, Faculty of Arts, Alexandria University, 107 P. [DOI:10.1088/1755-1315/1120/1/012017](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1120/1/012017). (In Arabic)
- Mohammed, A.H., 2019. Using Geographic Information Systems to Study Flood Analysis in Areas South of Hamrin Dam to North of Baqubah District/Iraq. Journal of Natural, Life and Applied Sciences, 3(4), pp. 41-30. <https://doi.org/10.26389/AJSRP.A210819>. (In Arabic)
- Rangari, V.A., Umamahesh N.V., and Bhatt C.M., 2019. Assessment of inundation risk in urban floods using HEC RAS 2-D. Modeling Earth Systems and Environment 5(4), pp. 1839–1851. [DOI:10.1007/s40808-019-00641-8](https://doi.org/10.1007/s40808-019-00641-8)
- Ramsbottom, D., Wade. S., Bain. V., Hassan, M., Penning-Rowsell, E., Wilson, T., Floyd, P., 2006. Flood risk to people: phase 2. R and D technical report FD. Department for the Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), UK Environment Agency. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/602bbb768fa8f50386a7f8aa/Flood_risks_to_people_-_Phase_2_Project_Record.pdf
- Saloum, A.H. and Ammar, H.M., 2024. Analysis of the geomorphological hazard of Alwand River on Khanaqin city using HEC-RAS program. Diyala Journal of Humanities Research, 3(100), pp. 16-26. (In Arabic) DOI: <https://doi.org/10.57592/2h45v886>