



ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/



Noor Al-Den Faisal Ibrahim Hassan

Samarra University / College of Education /
Department of Geograph

* Corresponding author: E-mail :

Nouraldeem.Faisal@uosamarra.edu.iq

٠٧٧٠١٣٨٦٩٦٣

Keywords:

Modeling
Spatial
urban hydrology
Samarra city
Snyder model.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 1 Mar 2025
Received in revised form 25 Mar 2025
Accepted 2 Mar 2025
Final Proofreading 30 Oct 2025
Available online 31 Oct 2025

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER
THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Spatial Modeling of Urban Hydrology of Samarra City Using Snyder Model

ABSTRACT

This research aims to study the urban hydrological behavior of Samarra city using spatial modeling techniques. The Snyder Unit Hydrograph Model (SUHM) is a classic analytical model used to analyze surface water runoff within watersheds.

The research included the use of Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing to extract morphometric characteristics of the Samarra city drainage basin, such as basin area, main drainage length, and slope, to support the Snyder model's requirements for generating the unit hydrograph.

Rainfall and topographic data, along with land use data, were collected to determine the extent to which urban expansion affects surface runoff patterns and increases flood risk. The model was used to generate surface runoff hydrographs resulting from hypothetical rainstorms with different return times.

The results showed that urbanization and the increase in impermeable areas contributed to a reduction in concentration time and an increase in peak runoff volume, increasing the likelihood of flooding. The Snyder model has also proven its effectiveness in simulating surface runoff when the underlying data are accurate, making it an effective tool for hydrological planning and flood risk management in urban areas.

© 2025 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.32.10.2025.8>

النمذجة المكانية للهيدرولوجية الحضرية لمدينة سامراء باستخدام نموذج سنايدر

نورالدين فيصل ابراهيم حسن / جامعة سامراء / كلية التربية للعلوم الانسانية

الخلاصة:

يهدف هذا البحث إلى دراسة السلوك الهيدرولوجي الحضري لمدينة سامراء باستخدام تقنيات النمذجة المكانية، من خلال تطبيق نموذج سنايدر (Snyder Unit Hydrograph Model)، وهو أحد النماذج

التحليلية الكلاسيكية المستخدمة في تحليل جريان المياه السطحية ضمن الأحواض المائية. تضمن البحث استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد (Remote Sensing) لاستخلاص الخصائص المورفومترية لحوض تصريف مدينة سامراء، مثل مساحة الحوض، طول مجرى التصريف الرئيسي، والانحدار، وذلك لدعم متطلبات نموذج سنايدر في توليد الهيدروغراف الوحدوي. تم جمع بيانات الأمطار والعوامل الطبوغرافية، بالإضافة إلى بيانات استخدامات الأرض، لتحديد مدى تأثير التوسع الحضري على نمط الجريان السطحي وارتفاع خطر الفيضانات. وتم استخدام النموذج لتوليد هيدروغراف الجريان السطحي الناتج عن عواصف مطرية افتراضية بأزمة عودة مختلفة. أظهرت النتائج أن التحضر وزيادة المناطق غير النفاذة قد أسهما في تقليل زمن التركيز وزيادة حجم الذروة في الجريان، مما يزيد من احتمالية حدوث فيضانات. كما أثبت نموذج سنايدر كفاءته في محاكاة الجريان السطحي عند توفر المعطيات الأساسية بدقة، مما يجعله أداة فعالة للتخطيط الهيدرولوجي وإدارة مخاطر الفيضانات في المناطق الحضرية.

الكلمات المفتاحية: النمذجة، المكانية، الهيدرولوجية الحضرية، مدينة سامراء، نموذج سنايدر.

• المقدمة:

تُعد النمذجة المكانية للهيدرولوجية الحضرية أداة أساسية لفهم وتحليل السلوك المائي في البيئات الحضرية، خاصةً في ظل التوسع العمراني المتزايد وما يصاحبه من تغييرات جذرية في استخدامات الأراضي. إذ يؤدي التحضر إلى تقليل المساحات النفاذة وزيادة الجريان السطحي، مما يرفع من احتمالية حدوث الفيضانات والسيول، ويؤثر سلباً على كفاءة شبكات التصريف. ومن هذا المنطلق، تأتي أهمية النمذجة الهيدرولوجية كوسيلة للتنبؤ بكميات الجريان السطحي الناتجة عن العواصف المطرية وتقدير تأثير التغيرات المكانية في البيئة الحضرية.

تُعد مدينة سامراء، الواقعة في محافظة صلاح الدين في العراق، من المدن ذات الطابع التاريخي والعمراني المتنامي، والتي تواجه تحديات متزايدة في إدارة مياه الأمطار. وبالنظر إلى موقع المدينة الجغرافي وطبيعة تضاريسها، فإن دراسة النظام الهيدرولوجي لها يمثل خطوة هامة لفهم مدى تأثيرها بالتغيرات المناخية والتحضر السريع.

في هذا السياق، يُستخدم نموذج سنايدر (Snyder Unit Hydrograph) كنموذج هيدرولوجي تحليلي يعتمد على الخصائص المورفومترية للحوض المائي لتوليد الهيدروغراف. يتميز هذا النموذج بمرونته وسهولة تطبيقه في الأحواض التي لا تتوفر عنها بيانات كافية، وهو ما يجعله ملائماً لدراسة مدينة سامراء التي قد تعاني من نقص البيانات المسجلة.

تهدف هذه الدراسة إلى إجراء نمذجة مكانية للهيدرولوجيا الحضرية لمدينة سامراء باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونموذج سنايدر، من أجل تحديد خصائص الأحواض المائية الفرعية داخل المدينة، كذلك حساب الجريان السطحي الناتج عن الأمطار، وتقييم تأثير التوسع العمراني على النظام الهيدرولوجي المحلي.

اذ تُعد نتائج هذه الدراسة ذات أهمية بالغة في دعم خطط إدارة مياه الأمطار وتطوير البنى التحتية الحضرية، بما يسهم في الحد من مخاطر الفيضانات وتعزيز الاستدامة البيئية للمدينة.

١ - مشكلة البحث:

تتمثل المشكلة الرئيسية لهذه الدراسة في ان (هل هناك سيول ومخاطر تؤثر على ادارة البيئة الحضرية لمدينة سامراء، وما هو اثر تلك السيول ومخاطرها وهل بالإمكان السيطرة عليها ومعرفتها عن طريق تطبيق انموذج سنايدر). اما المشاكل الفرعية فتتمثل بالآتي:

١- هل ان زيادة النمو السكاني والتوسع العمراني غير المنظم له تأثير على تقاوم مشاكل تصريف مياه الأمطار وارتفاع مخاطر الفيضانات.

٢- هل أن غياب التخطيط الهيدرولوجي المعتمد على أسس علمية وخرائطية حديثة، يعوق من قدرة السلطات المحلية على التنبؤ بالمخاطر واتخاذ التدابير الوقائية المناسبة.

٣- هل ان مدينة سامراء تواجه تحديات متزايدة في إدارة الموارد المائية داخل المناطق الحضرية.

٢ - فرضيات البحث:

تتمثل الفرضية الرئيسية لهذه الدراسة في ان هناك سيول ومخاطر تؤثر على ادارة البيئة الحضرية لمدينة سامراء، ويبرز أثر تلك السيول ومخاطرها والسيطرة عليها ومعرفتها عن طريق تطبيق انموذج سنايدر على منطقة الدراسة. اما الفرضيات الفرعية فهي تتدرج بالآتي:

١- إن تزايد النمو السكاني والتوسع العمراني غير المنظم ورداءة الخدمات وفقدان البنية التحتية له تأثير واضح على تقاوم مشكلة تصريف مياه الأمطار وارتفاع مخاطر الفيضانات في المدينة.

٢- إن غياب التخطيط الهيدرولوجي المعتمد على أسس علمية وخرائطية حديثة، يعوق من قدرة السلطات المحلية على التنبؤ بالمخاطر واتخاذ التدابير الوقائية المناسبة في منطقة الدراسة.

٣- تواجه مدينة سامراء تحديات متزايدة في إدارة الموارد المائية داخل احياء المناطق الحضرية في المدينة.

٣- أهمية البحث:

تبرز أهمية هذا البحث فيما يأتي:

١- توفير قاعدة بيانات تساعد الجهات المختصة في التخطيط الحضري.

٢- دعم خطط إدارة الموارد المائية وتقليل المخاطر.

٣- تعزيز استخدام النماذج الرقمية الحديثة في الدراسات البيئية.

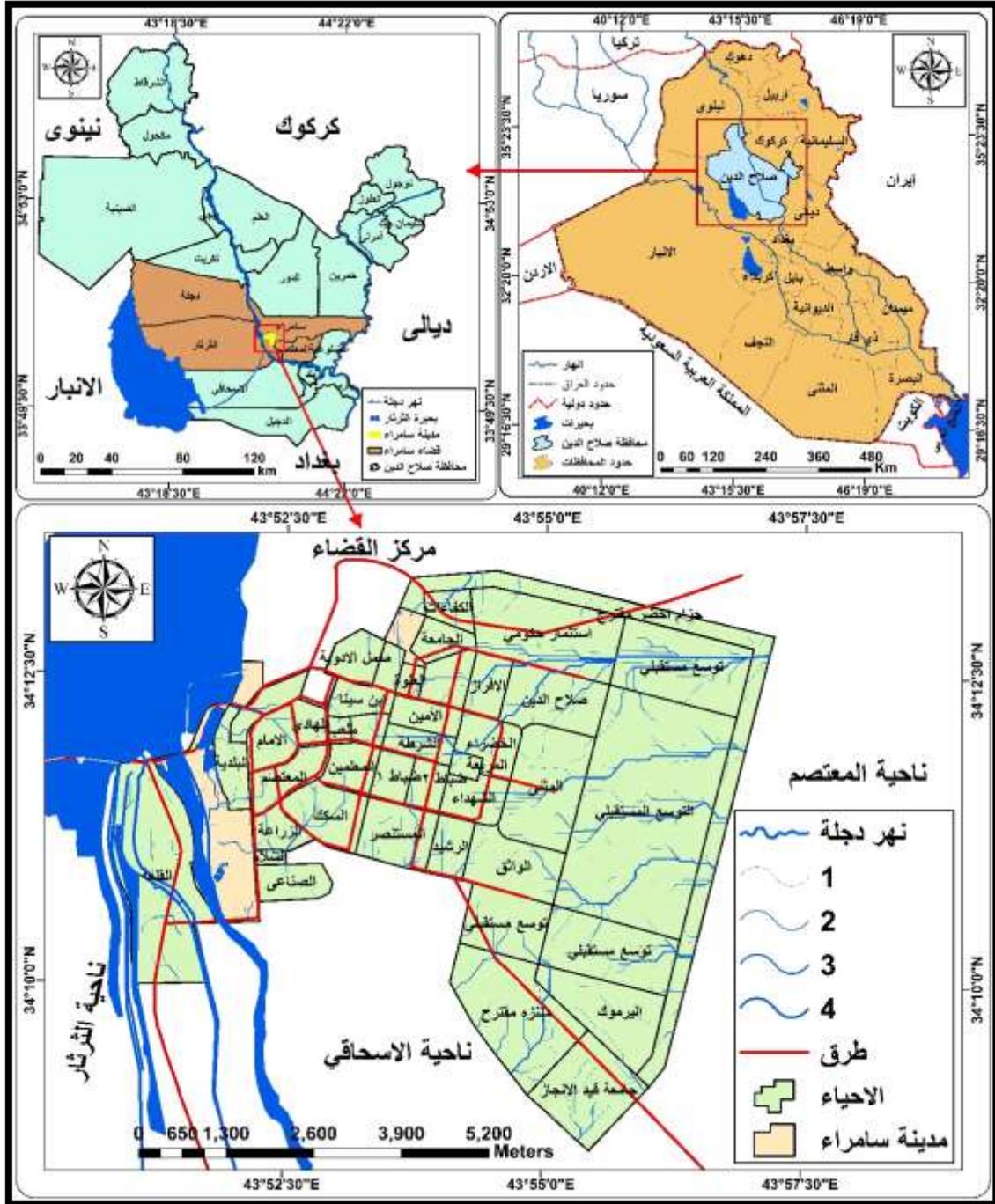
٤- أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية المتمثلة بالتحليل الهيدرولوجي لجميع الخصائص وتقدير حجم الجريان السطحي عن طريق بيانات العاصفة المطرية الافتراضية ورسم خرائط للشبكة المائية ومعرفة مخاطر السيول التي قد تؤثر سلباً على مدينة سامراء

٥- حدود منطقة البحث:

تُعدُّ مدينة سامراء المركز الإداري لقضاء سامراء، وهو أحد الأضية التابعة لمحافظة صلاح الدين. وتقع المدينة على بُعد نحو (١٢٠ كم) شمال العاصمة بغداد، وقرابة (٥٠ كم) جنوب مدينة تكريت. أمّا حدودها الإدارية فتتمثل شمالاً بناحية دجلة وقضاء الدور وقضاء تكريت، وجنوباً بناحية الإسحافي التابعة لقضاء بلد، بينما تحدها من الشرق ناحية المعتم ومناطق الجلام التابعة لقضاء الدور، ومن الغرب منطقة الجزيرة. وبناءً على ذلك، يتحدد نطاق منطقة الدراسة وفق ما توضحه الخريطة، أما احداثياً فهي تقع بين دائرة عرض (٣٤,١٠,٠٠) و(٣٤,١٢,٣٠) شمالاً وبين خط طول (٤٣,٥٧,٣٠) و(٤٣,٥٢,٣٠) شرقاً. وكما موضح في خارطة رقم (١).

خارطة (١) موقع منطقة الدراسة



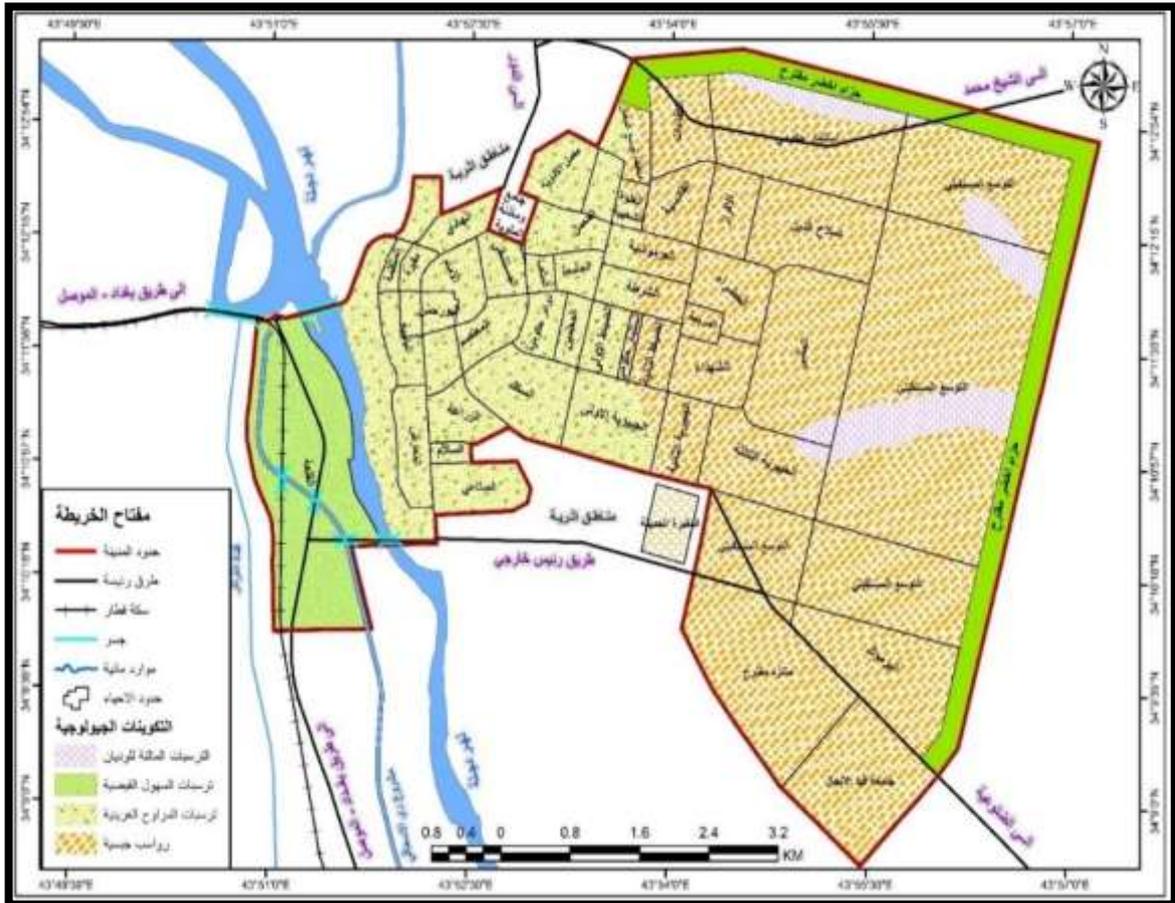
المصدر: بالاعتماد على خارطة العراق الإدارية بمقياس رسم ١/١٠٠٠٠٠، خارطة صلاح الدين الإدارية بمقياس ١/٢٥٠٠٠٠، وخارطة التصميم الأساسي لمدينة سامراء لسنة ٢٠٢٤، وباستخدام برنامج ARC GIS.V.10.8.

أولاً: العوامل الطبيعية:

١- البنية الجيولوجية:-

تهتم الدراسات الهيدروولوجية بالتكوينات الجيولوجية الموجودة في المنطقة، لمعرفة مدى صلابة تلك التراكيب أو نفاذيتها ومدى قدرتها على امرار المياه من عدمه وكذلك الشقوق والفواصل المتضمنة والتي يرجع أصلها الى الزمن الرباعي (البلايستوسين والهولوسين)، وعلى الرغم من تباين وتوزيع الخصائص إلا أن غالبية تلك الترسبات ذات نفاذية عالية تسمح بنفاذ المياه من خلالها وترشيحها الى الطبقات تحت سطحية ما يؤثر بشكل مباشر على هيدرولوجية مناطق تواجدها (حميد د.، ٢٠١٢، صفحة ١٦)، وان منطقة الدراسة تتكون من عدة اصناف من الرواسب كما مبين في الخريطة (٢) ومن اهم هذه الاصناف هي:- الترسبات المائية للوديان وترسبات السهول الفيضية وترسبات المراوح الغرينية ورواسب جيسية

خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية في مدينة سامراء

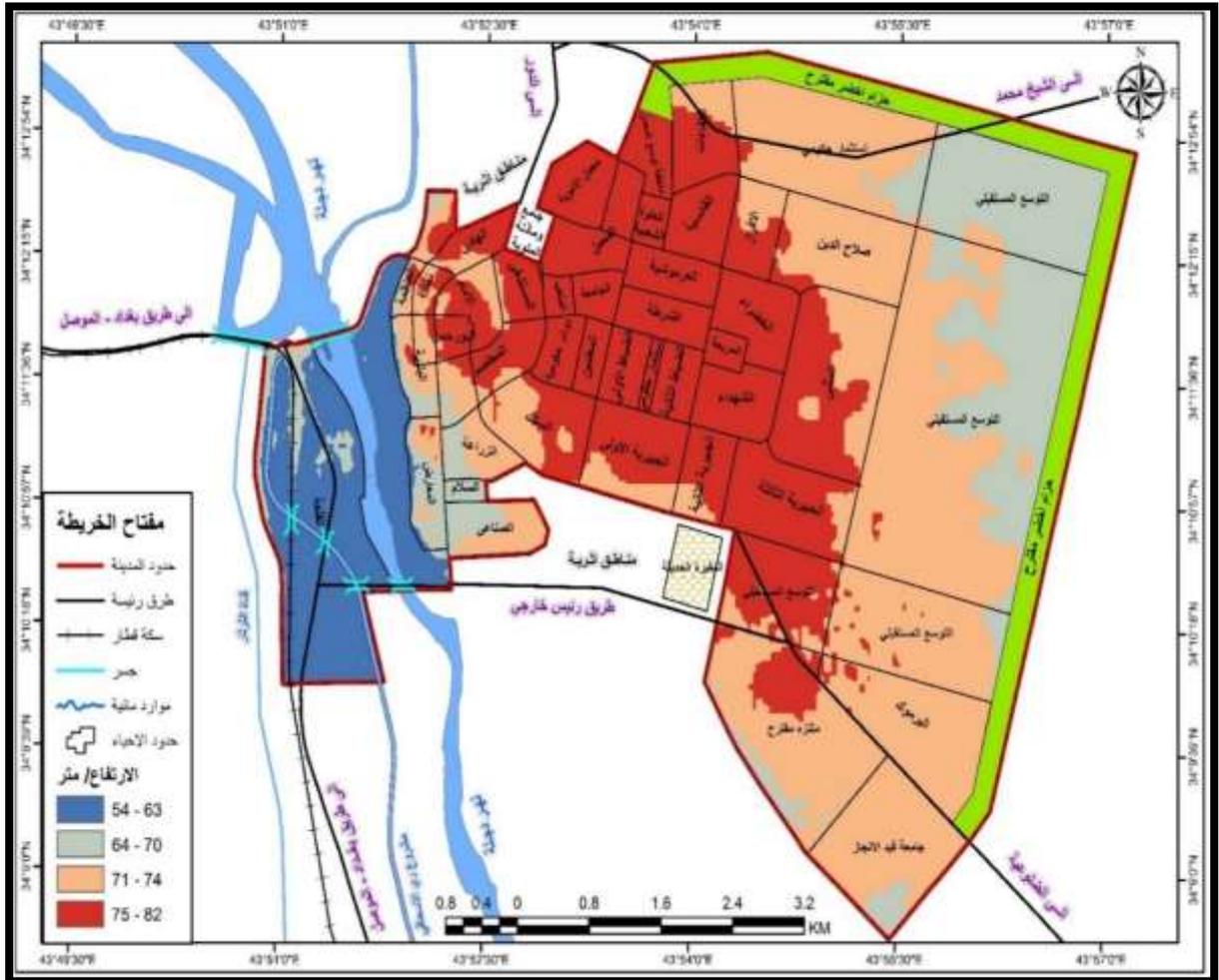


المصدر: اعتماداً على وزارة الصناعة والمعادن المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة جيولوجية ارض سامراء بمقياس رسم ١/٢٥٠٠٠٠، وباستخدام برنامج (ARC GIS V10.8).

٢- الطبوغرافية:

إن منطقة الدراسة تتخللها بعض الارتفاعات الطبوغرافية غير المؤثرة إذ يصل خط الارتفاع فيها إلى (٨٢ م) اذ يتميز هذا الجزء بحدثة تكوينية قد تعود ترسباته إلى عصر البلايستوسين (غفار، ٢٠٠٧، صفحة ١٢٩). والذي يلعب دوراً مهماً في زيادة نسبة المياه الجوفية والتي تسهم في التأثير على زيادة رطوبة التربة داخل المدينة مما ينعكس على تجمع المياه وتركزها في المناطق المنحدرة القليلة الارتفاع بالقرب من نهر دجلة وقلة تركزها في وسط المدينة باعتبارها المنطقة الأعلى ارتفاعاً وكما مبين في الخريطة (٣)، أما أبرز اقسام السطح في منطقة الدراسة فهي السهل الرسوبي والشرفات النهرية

خارطة (٣) خطوط الارتفاعات المتساوية لمدينة سامراء



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (dem)، ذو دقة التمييز ٣٠ متر، لعام ٢٠٢٢، وباستخدام برنامج (ARC GIS V10.8).

٣- التربة: Soil

تُعدّ التربة عنصراً أساسياً في الدراسات الهيدرولوجية، لاسيما فيما يتعلق باستجابة السطوح التي تغطيها للعمليات الهيدرولوجية المختلفة. فمن خلال خصائصها الفيزيائية، وبخاصة المسامية والنفاذية، يمكن تفسير السلوك الجرياني والارتشاحي، فضلاً عن العمليات الترسيبية في المناطق التي تنتشر فيها. (القصاب، ١٩٩٦، صفحة ٤٩)، ومن الخريطة (٥) يمكن أن نميز أنواع الترب في منطقة الدراسة وهي كما يلي:

أ - التربة المزيجية (تربة كتوف الانهار): وهي تربة ذات تصريف جيد وقليلة الملوحة تكونت نتيجة لعمليات الترسيب التي نقلتها مياه النهر بسبب الفيضانات المتعاقبة خلال فترات تكوينها، حيث تتكون هذه التربة مزيج من الرمل والطين والغرين.

ب - التربة الحصوية الجبسية: تتأثر التربة الحصوية الجبسية في مدينة سامراء بالموارد المائية السطحية والجوفية على حد سواء، إذ تلعب هذه الموارد دوراً حاسماً في تحديد خصائصها الفيزيائية والكيميائية. تتميز هذه التربة بارتفاع نسبة الجبس ضمن مكوناتها، إضافةً إلى وفرة الحصى، ما يجعلها ذات نفاذية عالية للمياه وقابلة للتأثر بالذوبان والترسيب.

ج - تربة المنحدرات: تُعدّ تربة المنحدرات في مدينة سامراء من البيئات الحساسة التي تتأثر بشكل مباشر بالموارد المائية السطحية والجوفية، نظراً لطبيعتها الميكانيكية وموقعها الطبوغرافي. هذه التربة غالباً ما تتسم بتدرج حبيبي متفاوت، وبقوام قد يتراوح بين الرمي والطيني، إضافةً إلى ضعف في التماسك عند زيادة المحتوى الرطوبي. وهي تنحصر في نطاق ضيق ضمن حدود المدينة في أجزائها الشمالية الشرقية.

خريطة (٥) اصناف الترب في مدينة سامراء



المصدر: اعتماداً على خارطة بيورنك لسنة ١٩٦٠ ومخرجات برنامج (ARC GIS V10.3).

٤- المناخ:

وفق تصنيف كوپن المناخي (BWh)، يقع مناخ مدينة سامراء ضمن نطاق المناخ الجاف. وقد أسهم هذا النمط المناخي في توجيه النشاط البشري نحو مناطق الموارد المائية، حيث استقر الجزء الأكبر من سكان العراق بمحاذاة الأنهار ومشاريع الري الاصطناعية. وفي هذا السياق، شكّل وجود نهر دجلة ومشاريع الري المرافقة له عامل جذب رئيس لاستيطان السكان في مدينة سامراء وإقليمها القريب من مجرى النهر (الجبوري، ٢٠٠٢، صفحة ١٥)، وفيما يأتي عرض لاهم عناصر المناخ ذات العلاقة بموضوع الدراسة:

أ- **درجة الحرارة:** - تبدأ درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي مع بداية أشهر الصيف الجدول (١) ابتداء من شهر آذار وتصل إلى أعلى درجة حرارة عظمى في شهر آب (٤٣.٧) م° وأعلى درجة حرارة صغرى في شهر تموز (٢٧.٣) م° وبمعدل عام بلغ (٢٢.٣) م° أن الحرارة تتحكم في توزيع المياه على سطح الأرض (البياتي، ١٩٩٠، صفحة ٤١). لذا وجب علينا الأخذ بنظر الاعتبار دور عامل الحرارة في الدراسات الهيدرولوجية؛ إذ أن ارتفاع درجات الحرارة يساعد على زيادة نسبة التبخر والتي تؤثر سلباً على

عمليات الجريان السطحي للمياه، وعلى العكس من ذلك فإن انخفاض درجات الحرارة سوف تقلل من نسب التبخر وزيادة كميات المياه الجارية على السطح.

جدول (١) معدل درجات الحرارة لمنطقة الدراسة في محطة سامراء للمدة (١٩٩١-٢٠٢٤)

الاشهر	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	معدل درجات الحرارة
كانون الثاني	١٤.٣	٤	٩
شباط	١٥.٦	٥.٩	١٠.٥
اذار	٢١.٣	٩.٤	١٥.٣
نيسان	٢٦.٩	١٤	٢٠.٤
ايار	٣٤.٥	٢٠.٤	٢٧.٤
حزيران	٤٠.٢	٢٤.٩	٣٢.٥
تموز	٤٣.٥	٢٧.٣	٣٥.٤
اب	٤٣.٧	٢٦.٥	٣٥.١
ايلول	٣٧.٨	٢٣.٢	٣٠.٥
تشرين الاول	٣٢.٣	١٧.٧	٢٥
تشرين الثاني	٢٢.٤	١٠.٧	١٦.٥
كانون الاول	١٦.١	٥.٨	١٠.٩
المعدل	٢٩.٥	١٥.٨	٢٢.٣

المصدر: الهيئة العامة للأشواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، محطة سامراء، بغداد، بيانات (غير منشوره)، ٢٠٢٤.

ب- الامطار: - تتباين كمية التساقط من مكان لآخر في منطقة الدراسة ومن سنة لأخرى. وتعتبر مياه الأمطار واحدة من أهم المدخلات الطبيعية للأحواض النهرية؛ إذ تجري المياه في داخل أوديته وتعرف هذه العملية بالجريان السطحي للمياه أو التصريف ويعود السبب الرئيسي لسقوط الامطار في المدينة الى المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط والتي يبدأ تأثيرها في منتصف تشرين الثاني حتى اواخر شهر آذار وبمجموع (١٦٣.٣ ملم) اعلى كمية لها في شهر كانون الثاني (٢٩.٨ ملم) وتتعدم خلال اشهر الصيف (حزيران، تموز، آب) الجدول (٢)

جدول (٢) الامطار ملم في محطة سامراء للمدة (١٩٩١-٢٠٢٤)

الاشهر	الامطار
كانون الثاني	٢٩.٨
شباط	٢٣.٢
اذار	٢٠.٨
نيسان	١٨.٢
ايار	٧.٨
حزيران	٠
تموز	٠
اب	٠
ايلول	٠.٧٥
تشرين الاول	٨.٩
تشرين الثاني	٢٥.٥
كانون الاول	٢٨.٣
المجموع	١٦٣.٣

المصدر: الهيئة العامة للألواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، محطة سامراء، بغداد، بيانات (غير منشوره)، ٢٠٢٤.

ثانياً: استخلاص بعض الخصائص الهيدرولوجية لمدينة سامراء باستخدام نموذج (Snyder):

تُعد دراسة الخصائص الهيدرولوجية من الجوانب الأساسية في تحليل تصريف الأحواض خلال فترات زمنية محددة، لما لها من دور مهم في فهم السلوك الهيدرولوجي ومقدار الاستجابة الهيدرولوجية للحوض. وقد تم اعتماد نموذج سنايدر (خلف، ٢٠٢٤، صفحة ٥٠٠) ومعادلاته الرياضية بهدف تقدير حجم الجريان السطحي وتحديد المخاطر السيلية المحتملة في المنطقة. وفيما يأتي تطبيق نماذج (سنايدر) على الاحواض المائية في مدينة سامراء.

١- حساب زمن التركيز (TC):

يعبر هذا المتغير عن الوقت المستغرق للجريان السطحي من اقصى نقطة للحوض الى مصبه (بورية، ٢٠٠٧، صفحة ٥٥). وأن هذا المتغير يتأثر بمتغيرات بيئية عدة أهمها معدل انحدار القناة الرئيسية،

ونوع التربة والغطاء النباتي وعدة الأحواض الثانوية، وتوجد معايير عدة لحساب زمن التركيز وكون المنطقة ضمن الاقليم الشبه الجاف (Zadeh)، (Decemder 2013)، (صفحة ١٥٣). وعليه تم التطرق إلى جانب الخصائص الهيدرولوجية لبعض المعاملات المهمة عند دراسة الأحواض المائية باستخدام نموذج سنايدر (Snyder's Model) إذ قدم سنايدر طريقته على المناطق الجافة وشبه الجافة وتلك التي تنفقر إلى بيانات مسجلة عن التساقط المطري وعلاقته بالجريان او العواصف المطرية وهي كالآتي:

$$Tc = (L)^{1.15} / 1100 * (H)^{0.38} \dots\dots\dots (١) \text{ معادلة رقم}$$

حيث ان:-

$Tc =$ زمن التركيز بالساعات

$L =$ طول المجرى الرئيسي/م

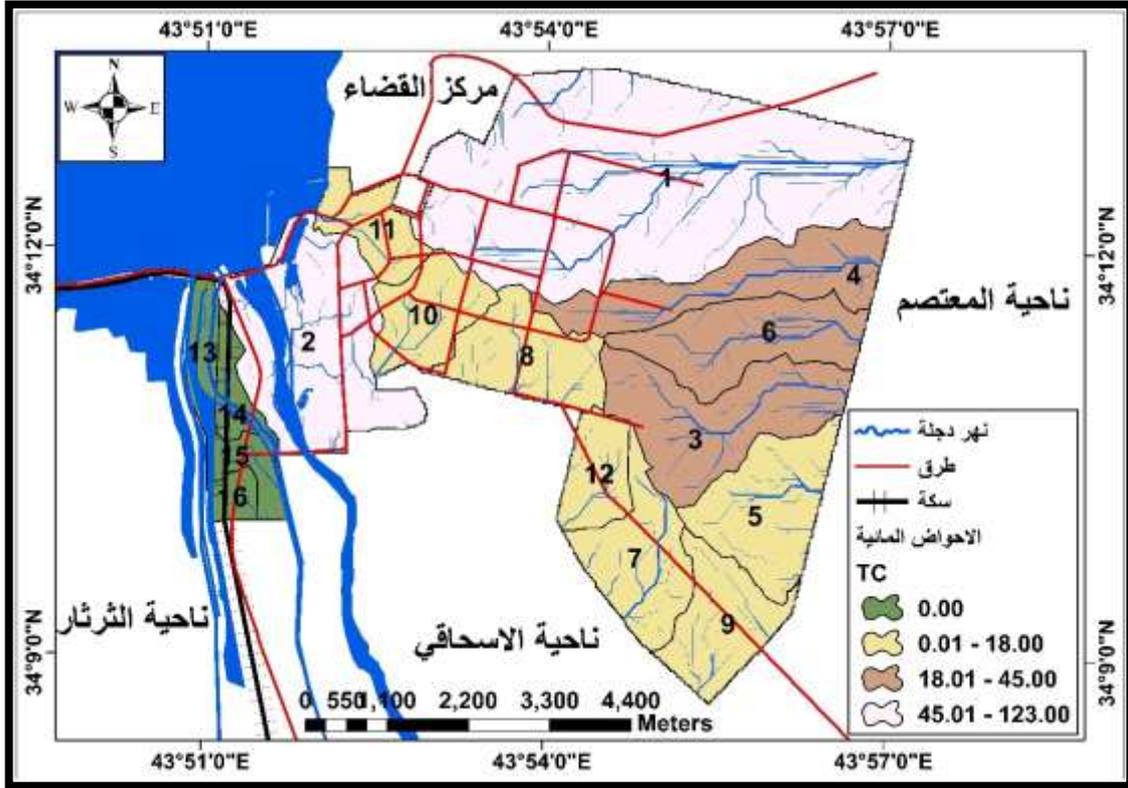
$H =$ الفارق الرأسى بين أدنى وأعلى نقطة في الحوض/م

جدول (٣) حساب زمن التركيز (TC) لأحواض منطقة الدراسة (ساعة / دقيقة)

ت	رقم الحوض	L طول المجرى الرئيسي/م	H الفارق الرأسى بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض/م	TC (hr) زمن التركيز بالساعات	TC (m) زمن التركيز بالدقائق
١.	حوض ١	١١١١٩	١٨	١٢٣	٧٣٨٠
٢.	حوض ٢	٧٥٤٦	٢٣	٨٦	٥١٦٠
٣.	حوض ٣	٣٩٨٧	١٣	٣٣	١٩٨٠
٤.	حوض ٤	٤٨٦٢	١٦	٤٥	٢٧٠٠
٥.	حوض ٥	٢٨٤٧	٧	١٧	١٠٢٠
٦.	حوض ٦	٣٦٤١	١١	٢٨	١٦٨٠
٧.	حوض ٧	٢٧٢٦	٩	١٨	١٠٨٠
٨.	حوض ٨	١٥٢٣	١٢	١١	٦٦٠
٩.	حوض ٩	٢٦٤٢	٦	١٦	٩٦٠
١٠.	حوض ١٠	١٩٠٠	١٤	١٤	٨٤٠
١١.	حوض ١١	١٩٢٦	١٥	١٥	٩٠٠
١٢.	حوض ١٢	١٤٧٠	٨	٩	٥٤٠
		١٧٠٥٠٣			
		المجموع			

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8) ومعادلة زمن التركيز (TC) لـ جاتون.

خريطة (٦) حساب زمن التركيز (TC) لأحواض منطقة الدراسة (ساعة / دقيقة)



المصدر: بالاعتماد على جدول (٣) ومخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8).

من خلال تطبيق المعادلة أعلاه على أحواض منطقة الدراسة ظهرت النتائج المدرجة في الجدول (٣) والخريطة (٦) ان هناك تباين من حوض وآخر، فقد بلغ أعلى زمن تركيز في حوض (١) (١٢٣) ساعة أي ما يعادل (٧٣٨٠) دقيقة، في حين بلغ أدنى زمن التركيز في حوض (١٢) (٩) ساعة، أي ما يعادل (٥٤٠) دقيقة، فيما سجلت بقية الاحواض قيماً بين تلك الحدود. يرجع سبب ذلك إلى ان الخصائص الشكلية لعبت دوراً في زيادة زمن تركيزها.

٢ - سرعة الجريان (V) (Flow Velocity)

تعد سرعة الجريان من المتغيرات الهيدرولوجية المهمة التي لا بد من قياسها فهي تتأثر بوجود مجموعة من العوامل التي تؤثر على سرعة الجريان السطحي ومدى استجابة الحوض كخصائص التربة والخصائص الجيومورفولوجية الكمية المتمثلة بهندسة الحوض التي تؤثر على أدائه متمثلة بالانحدار وقوة التدفق ونسبة المساحة التي تؤثر في معامل الجريان (الموسوي، ٢٠٢١، صفحة ٤١)، وبما أن حوض وادي غريبة بعد من الأحواض الموسمية لذا تم اعتماد معادلة (جاتون)، كمعادلة تجريبية لحسابه وتمثل بالنحو الآتي:

$$V = \frac{L(m)}{3.6 * Tc(s)}$$

حيث ان:-

$$V = \text{سرعة الجريان السطحي (م}^3\text{/ثا)}$$

$$L(m) = \text{طول المجرى بالأمتار.}$$

$$3.6 = \text{قيمة ثابتة}$$

$$Tc(s) = \text{زمن التركيز بالثواني}^{(*)}$$

جدول (٤) سرعة الجريان السطحي (V) لأحواض منطقة الدراسة (م^٣/ثا)

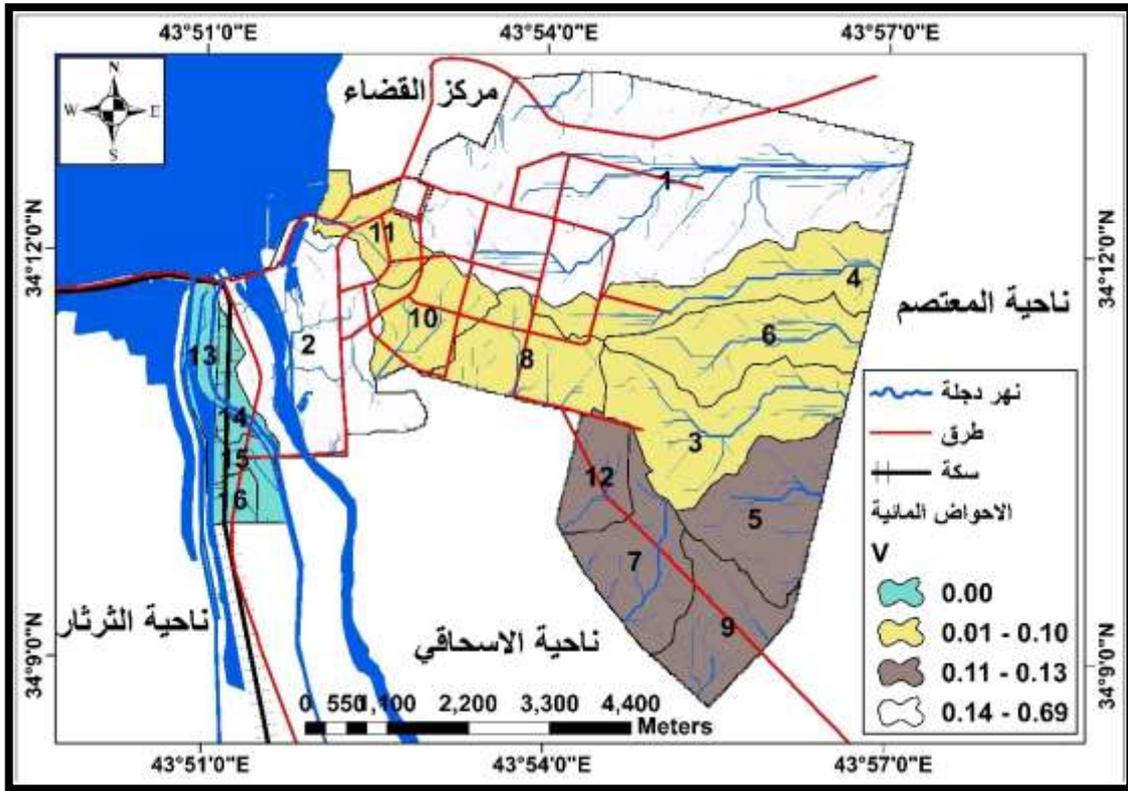
ت	رقم الحوض	L طول المجرى الرئيسي/م	TC زمن التركيز بالثواني	V سرعة الجريان السطحي (م ^٣ /ثا)
١.	حوض ١	١١١١٩	٤٤٢٨٠٠	٠.٦٩
٢.	حوض ٢	٧٥٤٦	٣٠٩٦٠٠	٠.٦٧
٣.	حوض ٣	٣٩٨٧	١١٨٨٠٠	٠.٠٩
٤.	حوض ٤	٤٨٦٢	١٦٢٠٠٠	٠.٠٨
٥.	حوض ٥	٢٨٤٧	٦١٢٠٠	٠.١٢
٦.	حوض ٦	٣٦٤١	١٠٠٨٠٠	٠.١٠
٧.	حوض ٧	٢٧٢٦	٦٤٨٠٠	٠.١١
٨.	حوض ٨	١٥٢٣	٣٩٦٠٠	٠.١٠
٩.	حوض ٩	٢٦٤٢	٥٧٦٠٠	٠.١٣
١٠.	حوض ١٠	١٩٠٠	٥٠٤٠٠	٠.١٠
١١.	حوض ١١	١٩٢٦	٤٥٠٠٠	٠.٠٩
١٢.	حوض ١٢	١٤٧٠	٣٢٤٠٠	٠.١٢
	المجموع		١٤٨٥٠٠٠	٢.٤

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8) ومعادلة سرعة الجريان (V).

وبتطبيق المعادلة أعلاه يتبين من خلال جدول (٤) أن سرعة الجريان السطحي بلغت في أحواض مدينة سامراء بواقع (٢.٤) م/ثا، في حين تراوحت الأحواض من اعلى سرعة جريان في حوض (١) وبواقع (٠.٦٩) م/ثا، وأدنى سرعة جريان في حوض (٤) بواقع (٠.٠٨) م / ثا، وتراوحت بقية الأحواض بين هذه المستويات، وكما موضح في خريطة (٧).

(*) زمن التركيز في المعادلة السابقة بالساعات، تم احتسابه بالثواني يضرب الزمن بالدقائق $\times 60$.

خريطة (٧) سرعة الجريان السطحي (V) لأحواض منطقة الدراسة (م^٣/ثا)



المصدر: بالاعتماد على جدول (٤) ومخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8).

٣- حساب ذروة التصريف (QP) Peak Discharge

هي أعلى كمية تصريف متوقع حدوثها في الحوض المائي خلال العاصفة المطرية، وأن قيمة الذروة عادة ما تحدث قبل منتصف المدة الزمنية للعاصفة المطرية (حميد ز.، ٢٠٢٣، صفحة ٩٣)، ويتم استخراجها من خلال المعادلة الآتية:

$$QP = \frac{C * A}{TP}$$

حيث ان:-

$$QP = \text{ذروة التصريف (م}^3\text{/ثا)}$$

$$C = \text{رقم ثابت } ٢.٠٨$$

$$A = \text{مساحة حوض التصريف (كم}^2\text{)}$$

$$TP = \text{زمن ذروة التصريف ويستخرج من خلال العلاقة الآتية.}$$

$$TP = 0.6 * TC$$

حيث ان:-

$$0.6 = \text{رقم ثابت}$$

$$TC = \text{زمن التركيز بالساعات}$$

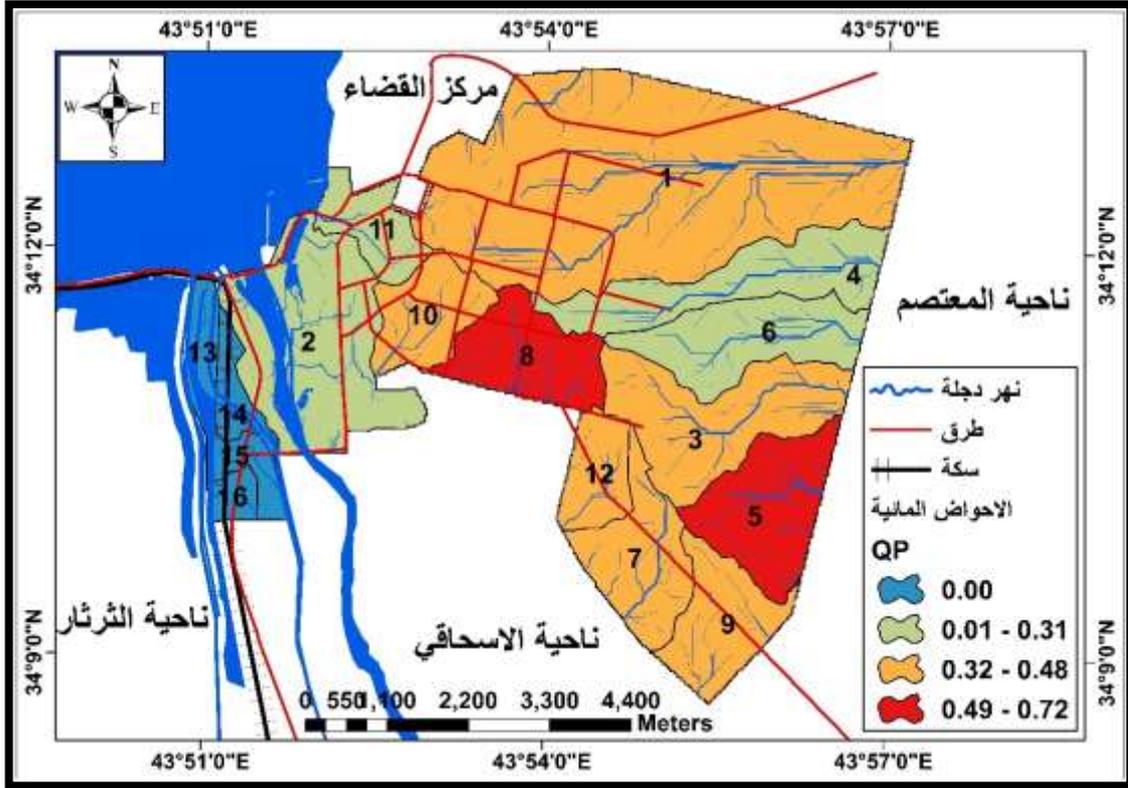
ت	رقم الحوض	مساحة الحوض/كم ^٢	زمن ذروة التصريف TP	QP ذروة التصريف (م ^٣ /ثا)
.١	حوض ١	١٥.٠٤	٧٣.٨	٠.٤٢
.٢	حوض ٢	٥.٣٨	٥١.٦	٠.٢١
.٣	حوض ٣	٣.٨١	١٩.٨	٠.٤٠
.٤	حوض ٤	٣.١٧	٢٧	٠.٢٤
.٥	حوض ٥	٢.٩٣	١٠.٢	٠.٥٩
.٦	حوض ٦	٢.٤٨	١٦.٨	٠.٣٠
.٧	حوض ٧	٢.٣٩	١٠.٨	٠.٤٦
.٨	حوض ٨	٢.٣١	٦.٦	٠.٧٢
.٩	حوض ٩	٢.١١	٩.٦	٠.٤٥
.١٠	حوض ١٠	١.٦٧	٨.٤	٠.٤١
.١١	حوض ١١	١.٣٦	٩	٠.٣١
.١٢	حوض ١٢	١.٢٦	٥.٤	٠.٤٨
	المجموع	٤٦.٠٢٥		٥.٠٤

جدول (٥) حساب ذروة التصريف (QP) (م^٣/ثا) لأحواض منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8) ومعادلة ذروة التصريف (QP).

من خلال الجدول (٥) والخريطة (٨) أن ذروة التصريف (QP) بلغ مجموع كمية المياه المنصرفة فيها بواقع (٥.٠٤) م^٣/ثا، في احواض مدينة سامراء، أما بالنسبة للأحواض النهرية فتراوحت قيمها بين (٠.٧٢) م^٣/ثا في حوض (٨) كأعلى ذروة تصريف إلى (٠.٢١) م^٣/ثا، في حوض (٢) كأدنى ذروة تصريف.

خريطة (٨) حساب ذروة التصريف (QP) (م^٣/ثا) لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على جدول (٥) ومخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8).

٤ - حساب زمن التباطؤ (Tp) Lag Time

هو المدة الزمنية بين بداية التساقط المطري وبداية الجريان السطحي، ويمثل أحد الخصائص الهيدرولوجية المهمة التي تحدد الوقت اللازم لبداية الجريان السطحي، ويتأثر بعدة عوامل منها التراكيب الخطية الفواصل والشقوق وطبيعة التكوينات الصخرية (الشمري، ٢٠٢٣، الصفحات ٩٩-١٠٠). ويستخرج من المعادلة التالية

$$Tp_{(hr)} = Ct * (Lb - Lca)^{0.3}$$

حيث ان: -

- $Tp_{(hr)}$ = زمن التباطؤ (ساعة)، او فترة استجابة الحوض المائي لهطول الامطار (ساعة).
- Ct = معامل زمن الذروة وهو خاص بطبيعة الحوض وانحداره وتتراوح قيمته بين (١.٢).
- Lb = طول المجرى الرئيسي (كم).
- Lca = المسافة بين مصب الحوض ومركز ثقله (كم).

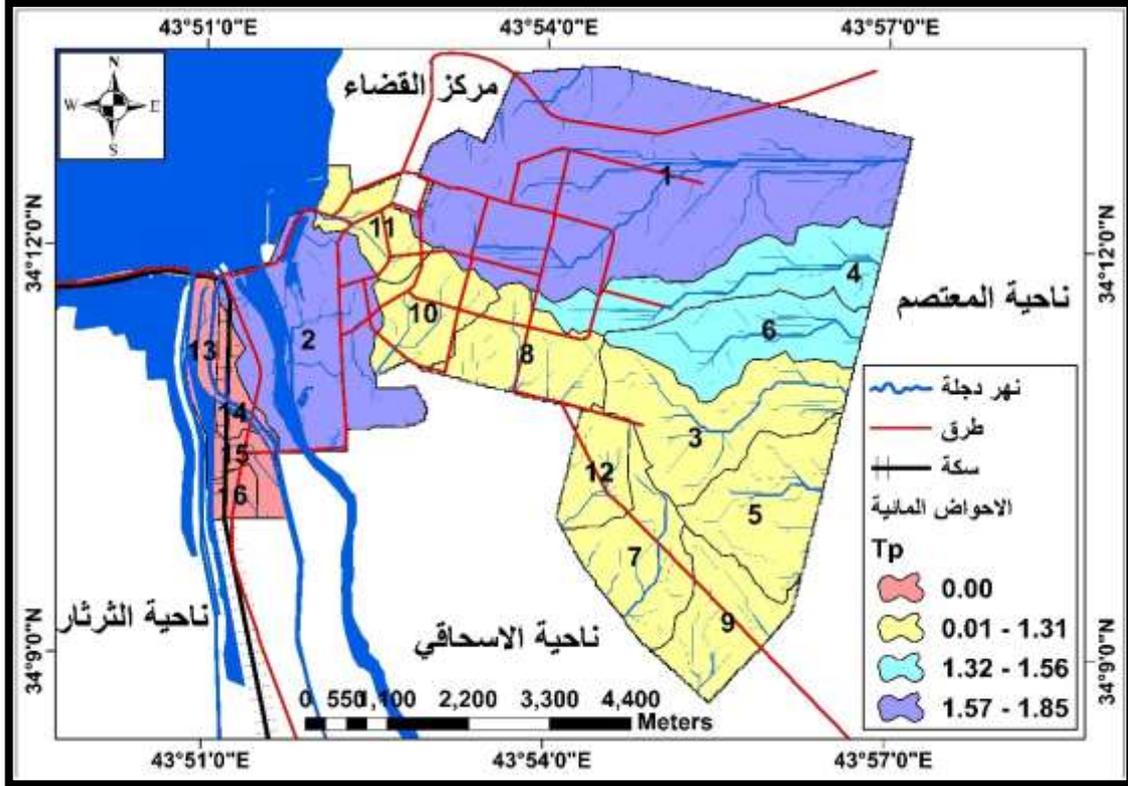
ت	رقم الحوض	Lb طول المجرى الرئيسي/ كم	Lca المسافة بين مصب الحوض ومركز ثقله/ كم	زمن التباطؤ (ساعة)	زمن التباطؤ (دقيقة)
.١	حوض ١	٩.١٥	٥.٦٩	١.٧٤	١٠٤.٤
.٢	حوض ٢	٨.٥٥	٤.٣٣	١.٨٥	١١١
.٣	حوض ٣	٤.٣١	٣.٢٩	١.٢٠	٧٢
.٤	حوض ٤	٤.٨٦	٢.٤٤	١.٥٦	٩٣.٦
.٥	حوض ٥	٢.٢٠	١.١٩	١.٢٢	٧٣.٢
.٦	حوض ٦	٣.٨٩	١.٩٥	١.٤٦	٨٧.٦
.٧	حوض ٧	٢.٧٢	١.٣٥	١.٣١	٧٨.٦
.٨	حوض ٨	٢.٥٨	١.٥٥	١.٢١	٧٢.٦
.٩	حوض ٩	٢.٤٢	١.٢١	١.٢٧	٧٦.٢
.١٠	حوض ١٠	١.٩٠	٠.٩٧	١.١٧	٧٠.٢
.١١	حوض ١١	١.٨٤	٠.٨٨	١.١٩	٧١.٤
.١٢	حوض ١٢	١.٤٧	٠.٣٧	١.٢٣	٧٣.٨
	المجموع				

جدول (٦) حساب زمن التباطؤ (Tp) لأحواض منطقة الدراسة (ساعة)

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8) ومعادلة ذروة التصريف (QP).

من خلال تطبيق معادلة زمن التباطؤ (Tp) على احواض منطقة الدراسة يتبين أن قيم زمن التباطؤ تراوحت بين (١.١٧) ساعة أي ما يعادل (٧٠.٢) دقيقة كأقل مدة زمنية ممكنة في حوض (١٠)، ويبدأ بعدها الجريان السطحي، وبين (١.٨٥) ساعة أي ما يعادل (١١١) دقيقة كأقصى مدة زمنية ممكنة في حوض (٢)، وتراوحت بقية الاحواض بين هذه الحدود. ويتضح مما سبق ان أدنى مدة زمنية لحدوث جريان مائي سطحي بعد سقوط الامطار في حوض (١٠)، واعلى مدة زمنية لحدوث جريان مائي سطحي بعد سقوط الامطار في حوض (٢) وكما موضح في جدول (٦) وخريطة (٩).

خريطة (٩) حساب زمن التباطؤ (Tp) لأحواض منطقة الدراسة (ساعة)



المصدر: بالاعتماد على جدول (٦) ومخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8).

٥- حساب المدة المثالية لتساقط الامطار (Tr) Ideal Time for Rain (Tr)

وهي المدة الزمنية اللازمة لحدوث جريان المياه على السطح بعد تعرض المنطقة الى عاصفة مطرية، ويمكن حسابه وفق المعادلة الاتية (حميد ا.، ٢٠٢٤، صفحة ١٢٩).

$$Tr_{(hr)} = Tp_{(hr)} / 5.5$$

حيث ان:-

Tr(hr) = المدة المثالية لتساقط الامطار (ساعة)

Tp(hr) = زمن التباطؤ (ساعة)

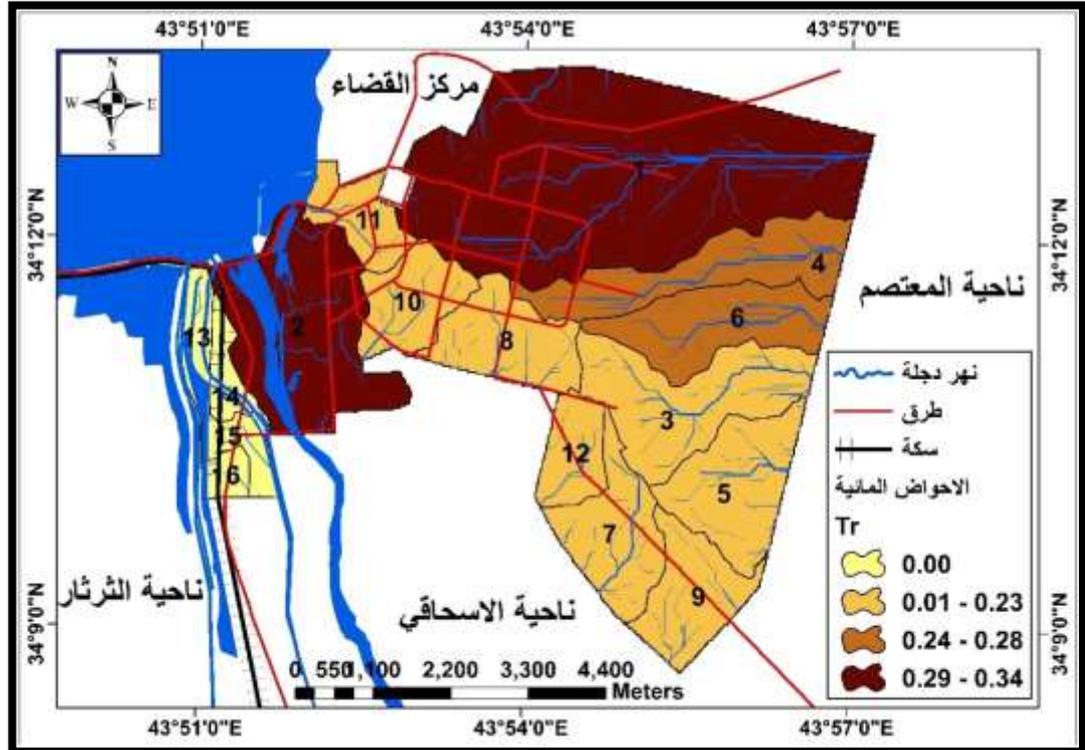
= ٥.٥ قيمة ثابتة

ت	رقم الحوض	زمن التباطؤ (ساعة)	المدة المثالية لتساقط الامطار (ساعة)
١.	حوض ١	١.٧٤	٠.٣٢
٢.	حوض ٢	١.٨٥	٠.٣٤
٣.	حوض ٣	١.٢٠	٠.٢١
٤.	حوض ٤	١.٥٦	٠.٢٨
٥.	حوض ٥	١.٢٢	٠.٢٢
٦.	حوض ٦	١.٤٦	٠.٢٦
٧.	حوض ٧	١.٣١	٠.٢٣
٨.	حوض ٨	١.٢١	٠.٢٢
٩.	حوض ٩	١.٢٧	٠.٢٣
١٠.	حوض ١٠	١.١٧	٠.٢٠
١١.	حوض ١١	١.١٩	٠.٢٢
١٢.	حوض ١٢	١.٢٣	٠.٢٢
	المجموع		

جدول (٧) حساب المدة المثالية لتساقط الامطار (Tr) لأحواض منطقة الدراسة (ساعة)

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8) ومعادلة المدة المثالية لتساقط الامطار (Tr).

خريطة (١٠) حساب المدة المثالية لتساقط الامطار (Tr) لأحواض منطقة الدراسة (ساعة)



المصدر: بالاعتماد على جدول (٧) ومخرجات برنامج (Arc Map.v.10.8).

من خلال تطبيق معادلة (Tr) على احواض منطقة الدراسة ومن خلال جدول (٧) والخريطة (١٠) أن المدة المثالية للتساقط المطري تتراوح بين اقصى مدة مثالية في حوض (٢) والتي بلغت (٠.٣٤) ساعة، في حين ان أدني مدة مثالية في حوض (١٠) والتي بلغت (٠.٢١) ساعة.

❖ الاستنتاجات:

- ١- أظهرت نتائج النمذجة المكانية باستخدام نموذج سنايدر كفاءته في محاكاة السلوك الهيدرولوجي لأحواض مدينة سامراء، إذ وُفّر تقديرات كمية دقيقة لعناصر الجريان السطحي مثل زمن التركيز، ذروة التصريف، وزمن التباطؤ، وهو ما يعزز إمكانية استخدامه في البيئات الحضرية المشابهة.
- ٢- بيّنت الدراسة أن التوسع العمراني غير المنظم وزيادة المساحات غير النفاذة في مدينة سامراء أدى إلى تقليص زمن التركيز وارتفاع حجم الذروة للتصريف، مما يزيد من احتمالية تعرض المدينة لخطر الفيضانات في فترات الأمطار الغزيرة.
- ٣- اتضح أن الخصائص الطبيعية للأحواض (المساحة، الانحدار، التربة، والسطح الطبوغرافي) تؤدي دورًا حاسمًا في تحديد سرعة الجريان وذروة التصريف، حيث سجلت بعض الأحواض معدلات أعلى في سرعة الجريان وزمن تباطؤ أقل، وهو ما يجعلها مناطق حرجة أكثر عرضة للمخاطر الهيدرولوجية.
- ٤- أثبتت نتائج التحليل cartographic و GIS أن هناك تباينًا واضحًا بين الأحواض الفرعية داخل المدينة من حيث استجابة الجريان السطحي، الأمر الذي يستلزم اعتماد خطط إدارة تفصيلية تتناسب مع خصوصية كل حوض مائي على حدة.
- ٥- تُظهر الدراسة أن اعتماد التخطيط الهيدرولوجي المبني على النمذجة المكانية الحديثة يُعد وسيلة فعّالة لدعم جهود السلطات المحلية في التنبؤ بمخاطر الفيضانات، وتطوير استراتيجيات للتقليل من آثارها السلبية على البنية التحتية والمناطق السكنية.
- ٦- أكدت نتائج البحث على أهمية بناء قاعدة بيانات مكانية متكاملة (هيدرولوجية - جيومورفولوجية - مناخية - عمرانية) لتحديث النماذج بشكل دوري بما يتناسب مع التغيرات الحضرية والمناخية المستقبلية.
- ٧- بينت النتائج بان هذه المخاطر تتؤدي تغيرات واضحة في التربة من خلال زيادة معدلات الانجراف وفقدان الخصوبة نتيجة ترسيب الرواسب الطينية والرملية على مساحات واسعة.

٨- تتسبب في تلف البنية التحتية كالطرق والجسور وشبكات الصرف الصحي، فضلاً عن تهديد الاستقرار السكاني من خلال إلحاق أضرار بالمساكن ودفع السكان إلى النزوح المؤقت أو الدائم عن المناطق المغمورة. كما تؤدي هذه الظواهر إلى تلوث المياه الجوفية والسطحية نتيجة امتزاجها بالمخلفات والملوثات، مما ينعكس سلباً على الصحة العامة.

٩- من النتائج الأخرى ان الأثر البيئي لهذه المخاطر في مدينة سامراء يتجسد في خلخلة التوازن الطبيعي والإنساني، حيث تتداخل الأضرار المادية مع التغيرات البيئية.

المقترحات:

١- ضرورة اعتماد النمذجة المكانية الهيدرولوجية كأداة أساسية في التخطيط الحضري لمدينة سامراء، من خلال إدماج مخرجات النماذج في خطط إدارة الفيضانات وتصميم البنى التحتية.

٢- العمل على تطوير شبكات تصريف مياه الأمطار داخل المدينة بما يتلاءم مع النتائج المستخلصة من النمذجة، مع مراعاة التوسع العمراني المستقبلي وزيادة المساحات غير النفاذة.

٣- تعزيز استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد بشكل دوري لتحديث قاعدة البيانات المكانية الخاصة بالأحواض المائية، بما يتيح مراقبة التغيرات في استخدامات الأرض وتأثيرها على الجريان السطحي.

٤- ضرورة وضع خطط وقائية وإجراءات إنذار مبكر لمواجهة مخاطر الفيضانات، مع تحديد المناطق الأكثر هشاشة وحرّجاً كما أوضحتها الدراسة، وتوجيه المشاريع الخدمية والبنى التحتية بعيداً عن هذه المناطق قدر الإمكان.

٥- إدماج البعد البيئي والهيدرولوجي في سياسات التخطيط العمراني، عبر تشجيع التوسع الأخضر وزيادة الرقعة النباتية داخل المدينة للحد من آثار التحضر على معدلات الجريان السطحي.

٦- الاستفادة من النماذج الرقمية الحديثة (مثل HEC-HMS أو SWMM) إلى جانب نموذج سنايدر لتوسيع نطاق المقارنة والتحقق من النتائج، بما يوفر أدوات أكثر دقة في إدارة الموارد المائية.

٧- ضرورة تعزيز التعاون بين الجامعات والمؤسسات الحكومية (مثل وزارة الموارد المائية والبلديات) لضمان تطبيق مخرجات الدراسات الأكاديمية في مشاريع واقعية تسهم في تقليل المخاطر وتحقيق الاستدامة.

References:

- 1- Zadeh, G. V. ((December 2013)). Determination of the best method for estimating the time of concentration in pasture watersheds (case study Banadak Sadat and Siazakh watersheds, Irah, Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), Faculty of Natural Resources, Sari Agriculture, Iran.
- 2- Al-Rawi, Sabah Mahmoud, and Al-Bayati, Adnan Hazza (1990). Foundations of Climatology. Dar Al-Hikma for Printing and Publishing, Mosul.
- 3- Al-Jubouri, Abdul-Haq Nayef Mahmoud (2002). Geographical Analysis of Climate Elements and Some Weather Phenomena in Salah al-Din Governorate. PhD Thesis (Unpublished). Tikrit. College of Education, Tikrit University.
- 4- Al-Shammari, Mustafa Anwar Aziz (2023). Characteristics of Surface Runoff in the Wadi Ghriba Basin and the Possibility of Investing in Water Harvesting. Master's Thesis (Unpublished). Al-Mustansiriya University, College of Education, Baghdad.
- 5- Al-Qassab, Mukhlaf Shalal Mar'i (1996). Agricultural Geography. University of Mosul. Mosul.
- 6- Al-Khafaji, Shatha Salem Ibrahim. and Al-Mousawi, Hussein Adhab Khalaf. (2021). A Study of Some Hydrological Characteristics of the Shushin Valley Basin and Estimating the Volume of Sedimentary Production. Lark Journal of Philosophy, Linguistics, and Social Sciences. Issue (41), Volume (2).
- 7- Bouriya, Hamad Fadhil. (2007). A Hydromorphometric Study to Estimate the Volume of Floods in the Anoud Basin, Kingdom of Saudi Arabia. Gulf Studies Center, Arabian Peninsula, University of Kuwait, Kuwait.
- 8- Shaddah, Ashjan Ghaib. and Hamid, Dali Khalaf. (2024). Estimating the Risk of Floods in the Wadi Shal Basin Using the Snyder Model. Tikrit University Journal for Humanities. Volume (31), Issue (1).
- 9- Hamid, Dali Khalaf. (2012). Hydrology of the Hawija Plain. PhD Thesis (Unpublished). University of Mosul, College of Education, Mosul.

10- Muhammad, Ziyad Khalid. and Hamid, Dali Khalaf. (2023). Hydrological Analysis for Estimating Surface Runoff Volume Using the Snyders Model for the Wadi Sham Bilan Basin. Tikrit University Journal for Humanities, Vol. (30), No. (10). Tikrit.

11- Khalaf, Suhad Shalash. (2024). Hydrological Characteristics of the Balk Valley Basin in Erbil Governorate. Diyala Journal for Humanities Research. Vol. (1), No. (100). Diyala.

12- Ghaffar, Sabah Hamoud. (2007). Analysis of Natural Geographical Components and Their Impact on Cereal Crop Production in Samarra District. Sirr Man Ra'a Journal. Vol. (3), No. (7). Samarra.