



(٣٩٧) (٤٢٨)

العدد الخامس

والثلاثون

## تحليل رقمي لسيناريوهات فيضانات نهر دجلة بين الزايبين وتقييم آثارها على الاستخدامات الأرضية

م.م. هدى ناصر نجم

جامعة تكريت/ كلية التربية للبنات/ قسم الجغرافية

huda.n.najim@tu.edu.iq

### المستخلص

تبحث هذه الدراسة في المحاكاة الرقمية لسيناريوهات فيضانات نهر دجلة في المقطع المحصور بين الزايبين الأعلى والأسفل، بالاعتماد على بيانات الاستشعار عن بعد، ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية. استُخدمت أداة Simulate Water-Level Rise/Flooding في برنامج Global Mapper لتمثيل مناسيب المياه من المستوى الحالي وحتى (+١٠ م)، وتحليل تأثيراتها في الاستعمالات الأرضية (زراعية، سكنية، طرق، مقالع).

أظهرت النتائج أن عام ١٩٨٨ كان الأكثر رطوبة بارتفاع بلغ (٧-٨ م) غمر مساحة (١٤٥.٣ كم<sup>٢</sup>)، في حين كان عام ٢٠٠٨ الأكثر جفافاً بمساحة غمر لم تتجاوز (٣٩.٥ كم<sup>٢</sup>). أما عام ٢٠١٩ فكان فيضاناً متوسطاً بمساحة غمر (٨٦.٧ كم<sup>٢</sup>)، بينما اتسم عام ٢٠١٣ بالاعتدال عند (٦٨.٢ كم<sup>٢</sup>). كما أظهرت تحليلات التصريف أن أعلى قيمة بلغت (٢٠٧٨ م<sup>٣</sup>/ثا) سنة ١٩٨٨، مقابل أدنى قيمة (٣٢ م<sup>٣</sup>/ثا) سنة ٢٠٠٨.

بينت المحاكاة أن الأضرار تبدأ بالظهور عند مستوى (+٢ م) بتأثر مستقر واحد وغمر (٠.٦ كم<sup>٢</sup>) زراعية و(١.٣ كم<sup>٢</sup>) سكنية، ثم تتصاعد تدريجياً لتبلغ ذروتها عند مستوى (+١٠ م) حيث تغمر المياه (٣١٠.٤ كم<sup>٢</sup>) وتتضرر (٥٥ مستقراً بشرياً) و(٩١.٩ كم<sup>٢</sup>) من الأراضي الزراعية و(٥٩.١ كم<sup>٢</sup>) من الأراضي السكنية، إضافة إلى (٧ مقالع و(٢٣٥.٨ كم) من الطرق. تؤكد هذه النتائج أن أقصى خطر فيضاني حقيقي ينحصر عند (+٧ م) بواقع (٢١٩.٣ كم<sup>٢</sup>) غمر، بينما تمثل مناسيب (+٨-١٠ م) سيناريوهات افتراضية لاختبار حدود أقصى الخطر المحتمل، ما يتيح وضع خرائط دقيقة للمناطق المعرضة وتوجيه قرارات الإدارة المائية والوقاية.

الكلمات المفتاحية:



## • نهر دجلة

- الفيضانات النهرية
- التحليل المكاني الرقمي
- الاستخدامات الأرضية
- النمذجة الهيدرولوجية

## Digital Analysis of Flood Scenarios of the Tigris River between the Two Zab Rivers and the Assessment of Their Impacts on Land Use

Asst. Lecturer: Huda Nasser Najm

Tikrit University / College of Education for Women / Department of Geography

[huda.n.najim@tu.edu.iq](mailto:huda.n.najim@tu.edu.iq)

### Abstract

This study investigates the digital simulation of flood scenarios of the Tigris River in the reach between the Upper and Lower Zab, based on remote sensing data, digital elevation models (DEMs), and geographic information systems (GIS) techniques. The Simulate Water-Level Rise/Flooding tool in Global Mapper was employed to model water levels from the current stage up to (+10 m) and to analyze their impacts on land uses (agricultural, residential, roads, and quarries).

The results revealed that 1988 was the wettest year, with a rise of (7–8 m) inundating an area of (145.3 km<sup>2</sup>), while 2008 represented the driest year, with an inundated area not exceeding (39.5 km<sup>2</sup>). In contrast, 2019 recorded a moderate flood with an inundated area of (86.7 km<sup>2</sup>), whereas 2013 was relatively balanced at (68.2 km<sup>2</sup>). Discharge analysis indicated a peak flow of (2078 m<sup>3</sup>/s) in 1988 compared to a minimum of (32 m<sup>3</sup>/s) in 2008.

Simulation results showed that flood damage begins at level (+2 m), affecting one settlement and inundating (0.6 km<sup>2</sup>) of agricultural land and (1.3 km<sup>2</sup>) of residential land. The impacts gradually intensify, peaking at level (+10 m), where (310.4 km<sup>2</sup>) are inundated, (55 settlements) are affected, along with (91.9 km<sup>2</sup>) of agricultural land, (59.1 km<sup>2</sup>) of residential land, (7 quarries), and (235.8 km) of roads. The findings confirm that the maximum realistic flood risk is concentrated at level (+7 m), inundating



(219.3 km<sup>2</sup>), whereas levels (+8–10 m) represent hypothetical scenarios designed to test the limits of potential maximum risk. These insights provide a basis for producing accurate flood hazard maps and guiding water management and mitigation strategies.

**Keywords:**

- Tigris River
- River Floods
- Digital Spatial Analysis
- Land Use
- Hydrological Modeling

**المقدمة:**

تُعد الفيضانات واحدة من أبرز الظواهر الطبيعية التي تفرض تهديدًا مستمرًا على المجتمعات البشرية، وتزداد خطورتها في المناطق التي تقع ضمن الأحواض النهرية الفاعلة مثل وادي نهر دجلة، لاسيما في المقطع الممتد بين الزابين الأعلى والأسفل، حيث تتداخل العوامل الطبيعية والأنثروبوجينية (مواد رسوبية تراكمت أو تغيرت خصائصها نتيجة الأنشطة البشرية) في تشكيل سيناريوهات متعددة للفيضانات من حيث التكرار والشدة والنطاق المكاني. وقد دفعت الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية المصاحبة لهذه الفيضانات إلى تزايد اهتمام الباحثين وصنّاع القرار بضرورة فهم ديناميكيتها وآليات انتشارها وتأثيرها على الأنشطة البشرية، خاصة ما يتعلق بالاستخدامات الأرضية القريبة من مجرى النهر (مصطفى، سيف، ٢٠٢٣، ١٥).

وبالنظر إلى التوسع غير المخطط في الأنشطة الزراعية والعمرائية ضمن المناطق المعرضة للفيضانات، فإن تقييم هذه السيناريوهات لم يعد خيارًا بحثيًا فقط، بل ضرورة ملحة لإدارة المخاطر وبناء استراتيجيات للتكيف وتقليل الأضرار. وفي هذا الإطار، تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تحليل رقمي متكامل لسيناريوهات الفيضانات المحتملة في المقطع النيلي بين الزابين، باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبيانات الاستشعار عن بعد (RS)، بما يشمل بناء المقاطع العرضية النهرية، ونمذجة الامتدادات الفيضانية المتوقعة، وتقييم مدى تعرض الاستخدامات الأرضية المختلفة (زراعية، سكنية، خدمية) لخطر الغمر أو التأثير المباشر.



إن دمج الأدوات الجغرافية الرقمية مع النمذجة الهيدرولوجية يوفر قاعدة علمية دقيقة لتفسير سلوك الفيضانات في هذا الجزء الحيوي من نهر دجلة، ويمكن من اقتراح خرائط خطر مكانية، وبدائل تخطيطية تساعد الجهات المختصة في اتخاذ قرارات مبنية على بيانات مكانية موثوقة.  
**أولاً. مشكلة البحث:**

تتفاقم خطورة المشكلة بسبب عدم توفر خرائط دقيقة لمجال الغمر الفيضي، وغياب التحليل المكاني الكافي لتأثير الفيضان على الاستخدامات الأرضية مثل الأراضي الزراعية، المناطق السكنية، المنشآت الخدمية، والبنى التحتية (كالطرق). وبناءً عليه، أصبحت هناك حاجة ملحة لتوظيف تقنيات التحليل الرقمي، والاستفادة من قدرات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج المحاكاة الهيدرولوجية لوضع سيناريوهات متعددة تُسهم في إدارة خطر الفيضانات وتحسين عمليات التخطيط المكاني.

ومن المشكلة الرئيسة تنطلق التساؤلات الآتية:

١. ما دور العوامل الجغرافية في تفاقم مشكلة الفيضانات في منطقة الدراسة؟
  ٢. ما مدى فاعلية تقنيات التحليل المكاني ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونموذج Global Mapper في بناء سيناريوهات متعددة للفيضانات؟
  ٣. كيف تؤثر الفيضانات المحتملة في أنماط الاستخدامات الأرضية في المنطقة؟
- ثانياً. فرضيات البحث:

على ضوء المشكلات الالفة الذكر يمكن طرح الفرضيات الآتية:

١. إن للعوامل الجغرافية بفرعها الطبيعي والبشري الأثر الأعظم في سيادة أو انحسار الفيضانات المائية في منطقة الدراسة.
٢. للتقنيات الحديثة ولاسيما برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد دور في عمل سيناريوهات للأنهار وسلوكها.
٣. للفيضانات خطر كبير على كافة الأنشطة البشرية.

**ثالثاً. أهمية البحث:**

جاء اختيار هذا الموضوع استجابة لحاجة فعلية إلى دراسة علمية متقدمة تُعنى بتحليل سيناريوهات الفيضانات في المقطع الحيوي من نهر دجلة بين الزابيين، باستخدام أدوات وتقنيات رقمية حديثة، في ظل غياب دراسات تفصيلية اعتمدت على النمذجة المكانية الدقيقة أو المحاكاة الرقمية، حيث اقتضت



الجهود السابقة على أساليب تقليدية أو مقاربات وصفية لم تكن كافية في تشخيص مناطق الغمر الفعلي أو تقييم الآثار المكانية للفيضانات.

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من كون نهر دجلة يشهد، بين مدد متقاربة، موجات فيضانية استثنائية تتسبب في أضرار جسيمة تطل السكان والبنى التحتية والموارد الاقتصادية، خصوصاً في ظل غياب منشآت كافية للسيطرة على التصريفات الفجائية، واتساع النشاط الزراعي والعمراني في المناطق القريبة من مجرى النهر. وتتجلى خطورة الفيضانات ليس فقط في تهديد حياة السكان وممتلكاتهم، بل أيضاً في إحداث تغيرات هيدرولوجية بيئية، كالتعرية، وانجراف التربة، وتلوث الموارد المائية، إلى جانب ما تسببه من أزمات غذائية وصحية تؤثر على الاستقرار المعيشي لسكان المنطقة.

#### رابعاً. أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الآتي:

١. كسر القوالب التقليدية في التعامل مع الفيضانات، من خلال تبني أسلوب التحليل الرقمي الاستباقي القائم على بناء نماذج مكانية لسيناريوهات الفيضان، اعتماداً على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبرنامج Global Mapper، من أجل تحديد مناطق الخطر.
٢. تحليل آثار الفيضان على الاستخدامات الأرضية، وتوفير قاعدة بيانات مكانية تدعم الجهات المختصة في التخطيط المكاني وإدارة الطوارئ بشكل علمي واستباقي، لا يعتمد على رد الفعل، بل على التنبؤ والاستعداد.

٣. دراسة مقاطعة عرضية مختارة باستخدام برنامج (Global mapper) لموجة فيضان ١٩٨٨ وفيضان عام ٢٠١٩ وأجراء السيناريوات عليهما.

#### خامساً. موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في المقطع الأوسط من نهر دجلة، ضمن الامتداد المحصور بين مصب نهر الزاب الأعلى شمالاً ومصب نهر الزاب الأسفل جنوباً، وهي منطقة تتسم بحساسية هيدرولوجية عالية كونها تمثل نقطة التقاء أهم الروافد المغذية لدجلة.

من الناحية الفلكية، تقع المنطقة بين خطي طول يقارب أحدهما (٤٣° ٥٠' - ٤٣° ٢٠') شرقاً، وبين دائرتي عرض (٣٦° ١٠' - ٣٥° ٣٠') شمالاً، لتغطي مساحة تقدر بنحو (٧٠٤.٥ كم<sup>٢</sup>) من أراضي الإقليم المتموج في شمال العراق. وتمثل هذه المساحة بداية اتساع السهل الفيضي لدجلة، إذ



تتركز الأنشطة الزراعية والأنماط الاستيطانية القروية على ضفتيه، الأمر الذي يزيد من تعرضها لمخاطر الغمر الفيضي. الخريطة (١).

سادساً. الخصائص الطبيعية المؤثرة على الفيضانات في منطقة الدراسة:

تلعب الخصائص الطبيعية دوراً كبيراً في زيادة أو نقصان الفيضانات، كما تحدد مدى

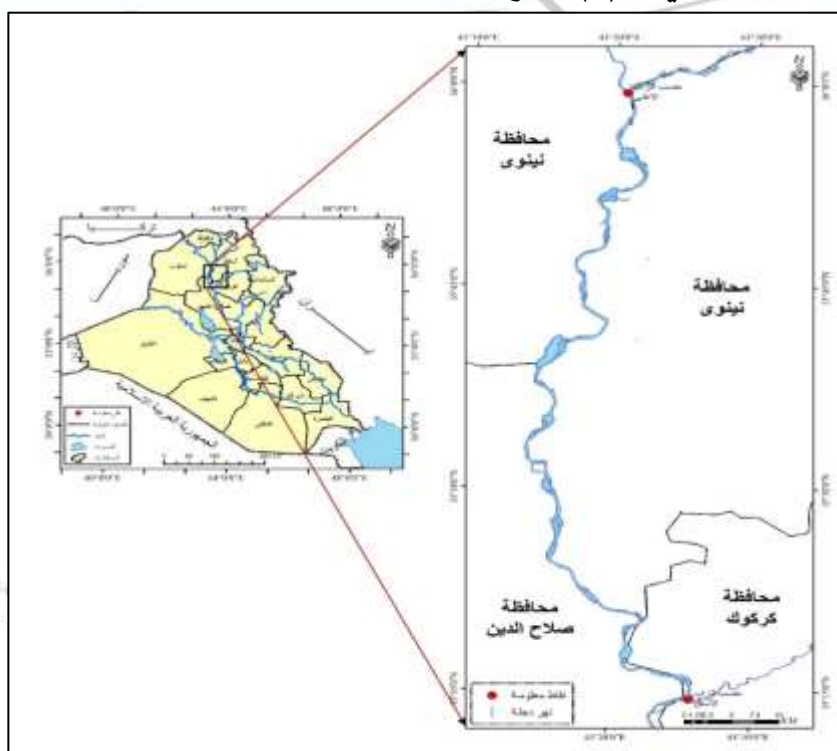
خطورة موجته ايضاً، وتنقسم هذه الخصائص الى الآتي:

#### ١-٦. التكوينات الجيولوجية:

تعد التكوينات الجيولوجية من العوامل المؤثرة على طبيعة الجريان، كون لها تأثير مباشرة على

السطح، من خلال الخشونة والنعومة للسطح، ويحدد ايضاً اتجاه الجريان. (احمد، ١٩٧٨، ١٤٩).

#### خريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر: اعتماداً على وزارة الموارد العراقية، قسم انتاج الخرائط، بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، ٢٠٢٢، باستخدام برنامج ARC

.GIS10.8

تشير بيانات الخريطة (٢) والجدول (١) إلى أن مساحة منطقة الدراسة البالغة (٧٠٤.٥ كم<sup>2</sup>)

تتوزع بين تكوينات جيولوجية ورواسب مختلفة، لكل منها دور في زيادة أو تخفيف خطر الفيضانات.

إذ تحتل الرواسب المتبقية المساحة الأكبر بنسبة (٣٧.٧% = ٢٦٥.٦ كم<sup>2</sup>)، وهي ذات قدرة محدودة



على امتصاص المياه، لكنها عند التشبع تتحول إلى مصدر أساسي للجريان السطحي. تليها رواسب المنحدرات بنسبة (٢٢.٥% = ١٥٨.٨ كم<sup>2</sup>)، وهي المغذي الرئيس للسيول المتجهة نحو نهر دجلة، ما يجعلها عاملاً غير مباشر في تضخيم الفيضانات.

أما رواسب المصاطب النهرية فتمثل (١٣.٧% = ٩٦.٧ كم<sup>2</sup>)، وتعد أقل خطورة لكونها تقع على مستويات أعلى، لكنها تتأثر في حالات الفيضانات الاستثنائية. في حين تسهم رواسب الجريان السطحي (٥.٦% = ٣٩.٥ كم<sup>2</sup>) ورواسب ملأ الوديان (٢.١% = ١٤.٥ كم<sup>2</sup>) في نقل المياه والرسوبيات إلى المجرى النهرى بسرعة كبيرة، ما يزيد من حدة الفيضان.

وتبرز رواسب السهل الفيضي بنسبة (٢.٩% = ٢٠.٥ كم<sup>2</sup>) كأكثر المناطق تعرضاً للغمر المباشر، رغم مساحتها المحدودة، لأنها تقع ضمن مجرى الفيضان الفعلي. بينما تشير المياه السطحية المنتشرة على (٥.٦% = ٣٩.٤ كم<sup>2</sup>) إلى ضعف التصريف الطبيعي، ما يزيد احتمالية تراكم المياه. أما التكوينات الصلبة مثل تكوين الفتحة (٣.١% = ٢٢ كم<sup>2</sup>) وتكوين انجانة (٦.٧% = ٤٧.٥ كم<sup>2</sup>)، فتعد أقل خطراً لكنها تؤثر في توجيه الجريان نحو المناطق المنخفضة.

وباختصار، فإن الخطر الأكبر للفيضانات يتركز في السهل الفيضي (٢.٩%)، ملأ الوديان (٢.١%)، والمياه السطحية (٥.٦%) لارتباطها المباشر بالغمر، في حين تشكل المنحدرات (٢٢.٥%) والرواسب المتبقية (٣٧.٧%) المغذي الأساس لمياه الفيضانات، مما يجعل المنطقة بأكملها شديدة الحساسية لأي ارتفاع في منسوب نهر دجلة.

| ت   | الرواسب والتكوينات الجيولوجية | المساحة/كم <sup>2</sup> | النسبة% |
|-----|-------------------------------|-------------------------|---------|
| 3.1 | تكوين الفتحة                  | ٢٢                      | ٣.١     |
| 6.7 | تكوين انجانة                  | ٤٧.٥                    | ٦.٧     |
| 1   | الرواسب المتبقية              | 265.6                   | 37.7    |
|     | رواسب الجريان السطحي          | 39.5                    | 5.6     |
| 2   | رواسب السهل الفيضي            | 20.5                    | 2.9     |
| 3   | رواسب المصاطب النهرية         | 96.7                    | 13.7    |
| 4   | رواسب المنحدرات               | 158.8                   | 22.5    |
| 5   | رواسب ملأ الوديان             | 14.5                    | 2.1     |

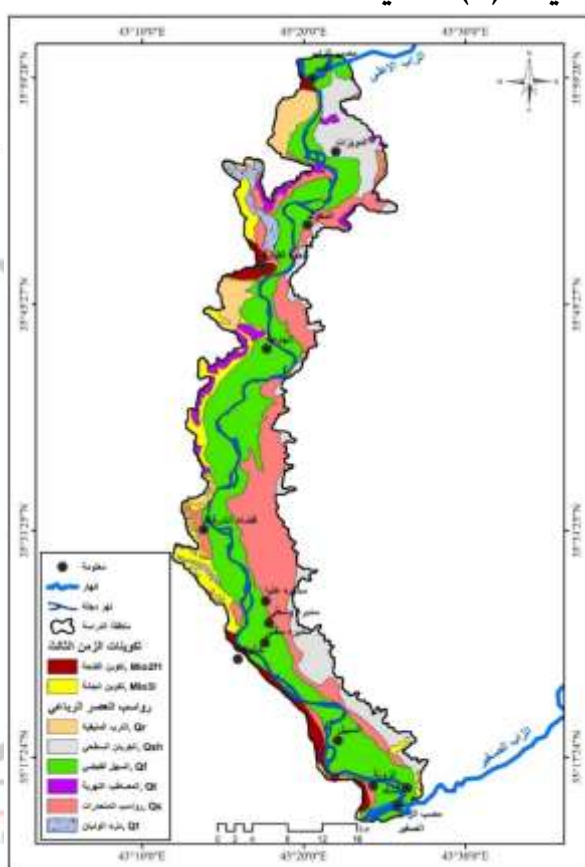


|       |       |                |         |
|-------|-------|----------------|---------|
| 5.6   | ٣٩.٤  | المياه السطحية | 6       |
| 100.0 | ٧٠٤.٥ |                | المجموع |

### جدول (١) مساحة ونسب التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

المصدر: اعتماداً على لوحة أربيل الجيولوجية بمقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

### خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على لوحة أربيل الجيولوجية بمقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

### ٢-٦. الاودية المائية التي تصب في منطقة الدراسة:

ان الايراد المائي هو محصلة نهائية للظروف البنوية والصخرية والمناخية لاي حوض تصريف، اذ تساهم الاودية المائية في زيادة نسبة التصريف المائي، مما يجعل فرصة الفيضان وخطره تزداد أكثر، لاسيما وان الاحواض المائية موسمية الجريان وغير مقيسة. (الودعاني، ٢٠١٤، ١٥).

تُعد المنطقة المحصورة بين الزاب الأعلى والزاب الأسفل على نهر دجلة من أكثر المقاطع النهرية حساسية تجاه مخاطر الفيضانات، وذلك بسبب طبيعتها الجيومورفولوجية وغياب أي منشآت

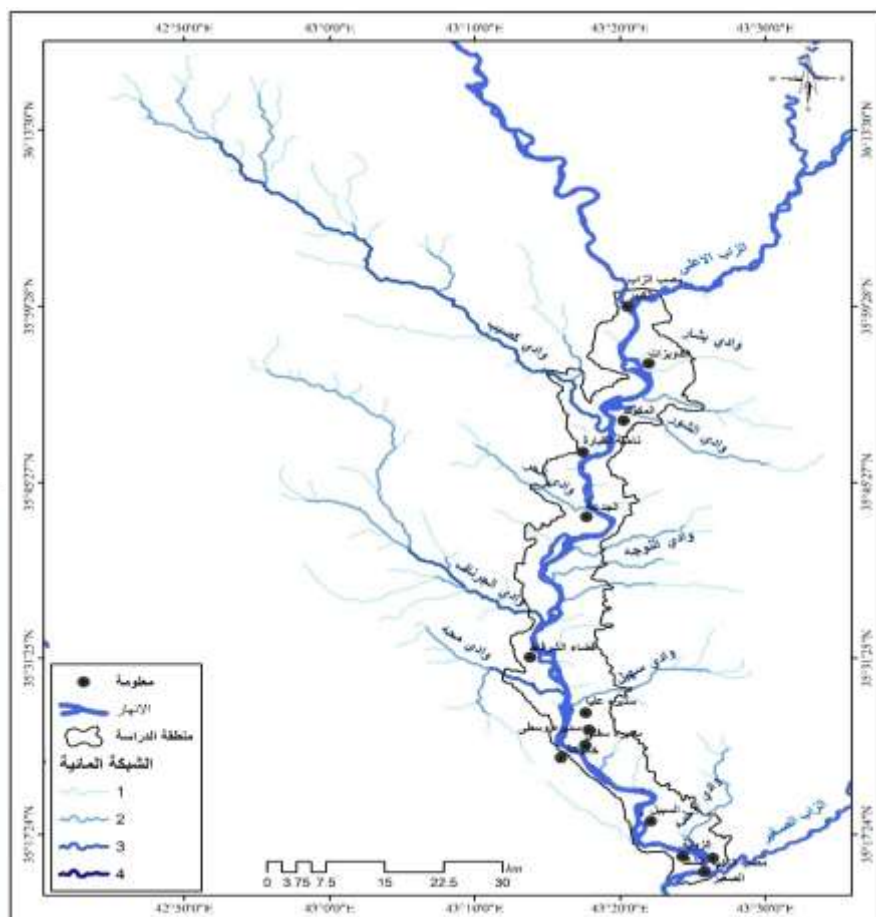


مائية ضابطة مثل السدود أو الخزانات. هذا الغياب يجعل أي زيادة في التصريف المائي من الأودية أو من نهري الزابين تمر مباشرة إلى مجرى دجلة، مما يضاعف من احتمالية الغمر السريع. تغذي هذه المنطقة مجموعة من الأودية على جانبي النهر، إذ تصب من الضفة اليمنى أودية كصيب، الحر، الجرناف، ومحه، وهذه الأودية تأتي غالباً من مناطق جبلية أو منحدرية تجعل جريان المياه فيها سريعاً وعنيفاً عند هطول الأمطار. أما من الضفة اليسرى، فتتصل أودية أرخمه، سهيل، النوجه، الشور، وبشار، وهي أودية موسمية أيضاً لكنها تتميز بسرعة تجمع المياه في أحواضها، خاصة عند الأمطار الغزيرة أو ذوبان الثلوج، مما يرفع من تصريفها اللحظي.

تتضاعف خطورة هذه الأودية عندما يتزامن جريانها من الجانبين مع الزيادة الطبيعية في التصريف القادم من الزاب الأعلى أو الزاب الأسفل، إذ إن نهري الزابين يمدان دجلة بكميات كبيرة من المياه في مواسم الأمطار وذوبان الثلوج، وإذا تراكمت هذه الزيادة مع موجات جريان من الأودية الجانبية، يرتفع منسوب النهر بشكل حاد خلال فترة زمنية قصيرة. وكما في الخريطة (٣) والجدول (٢).

وبسبب أن المنطقة تقع قبل أن يدخل النهر في مناطق أكثر انبساطاً جنوباً، فإن الطاقة الجارفة للمياه تبقى عالية، مما يزيد من احتمالية حدوث فيضانات مدمرة، خاصة في الأراضي الزراعية والقرى الواقعة على ضفتي النهر. هذه الخصائص مجتمعة تجعل من الأحواض المائية والأودية في هذا المقطع عاملاً أساسياً في تحديد شدة الفيضانات ومدى انتشارها.

خريطة (٣) الأحواض المائية التي تصب في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

### جدول (٢) أسماء الاودية الرئيسية المائية التي تصب في منطقة الدراسة

| ت | اسم الحوض المائي | الجانب الذي تصب فيه |
|---|------------------|---------------------|
| 1 | وادي كصيب        | الأيمن              |
| 2 | وادي الحر        | الأيمن              |
| 3 | وادي الجرناف     | الأيمن              |
| 4 | وادي محه         | الأيمن              |
| 5 | وادي ارخمه       | الايسر              |
| 6 | وادي سهيل        | الايسر              |
| 7 | ودي النوجه       | الايسر              |
| ٨ | وادي الشور       | الايسر              |
| ٩ | وادي بشار        | الايسر              |

المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

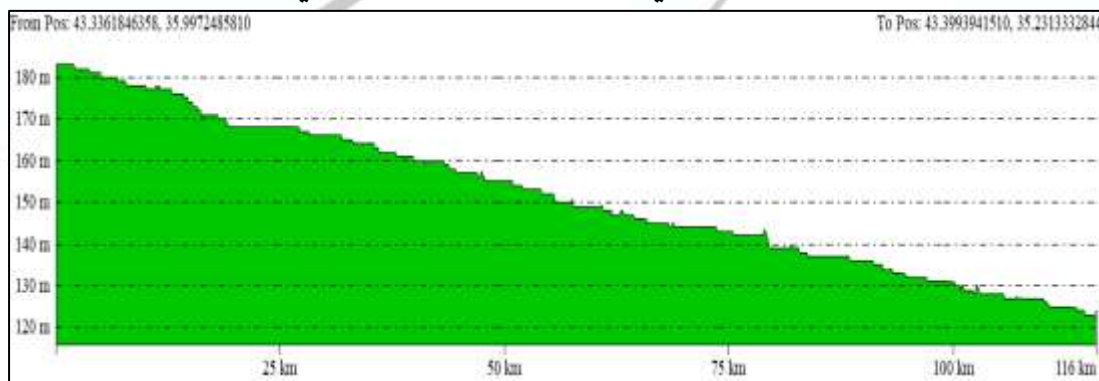
٣-٦. خصائص السطح:



للانحدار دوراً مهماً في تسريع وتيرة الجريان المائي، فكلما كان الانحدار عالياً نتج عنه صبيب عنيف وقوي والمياه السطحية لا تبقى على سطح الأرض إلى فترة محدودة والعكس كلما كان الانحدار خفيفاً ينتج عنه ضعف في الجريان السطحي. (الرفيق و داودون، ٢٠١٦، ٤). إذ إنّ للارتفاعات دوراً بارزاً في التأثير على السلوك الهيدرولوجي للمجرى إذ تساهم في تسريع قوة الجريان المائي اثناء حدوث الفيضانات الاستثنائية، وتبين أن للانحدار المتوسط تأثيراً كبيراً إذ من خلاله يتم رفع حجم مياه الفيضان بصورة أعلى على العكس من الانحدار الشديد إذ يكون تجمع المياه اقل بسبب انحدار السطح الذي يساعد على تصريف مياه الفيضان بسرعة وقت أقل.

وبالنسبة لارتفاع المجرى فبلغ أعلاه في منطقة مصب الزاب الاعلى بقيمة (١٨٠)م فوق مستوى سطح البحر وادناها في منطقة مصب الزاب الصغير بقيمة بلغت (١٢٠)م فوق مستوى سطح البحر، اما طول المجرى فبلغ (١١٦)كم، وهذا يعني ان المنطقة تتخفض (٦٠)م في هذه المسافة، وكما في الشكل (١) وهي نسبة كبيرة مما يعني ان سرعة الجريان كبيرة، وان محاولة تجنب خطر الفيضان تكون مستحيلة بسبب سرعة الجريان الكبيرة. اما في عموم المنطقة فقد بلغ اعلى ارتفاع في المنطقة الشمالية ومنطقة طية مكحول من منطقة الدراسة والبالغة (٣٥٠)م والتي تعبر عن حافات الهضبة، وادناها في المناطق الجنوبية والبالغة (١٢٠)م والتي عبرت عن مجرى النهر في منطقة مصب الزاب الصغير وكما في الشكل (١) والخريطة (٤).

شكل (١) المقطع الطولي لانحدار نهر الزاب الأعلى في منطقة الدراسة



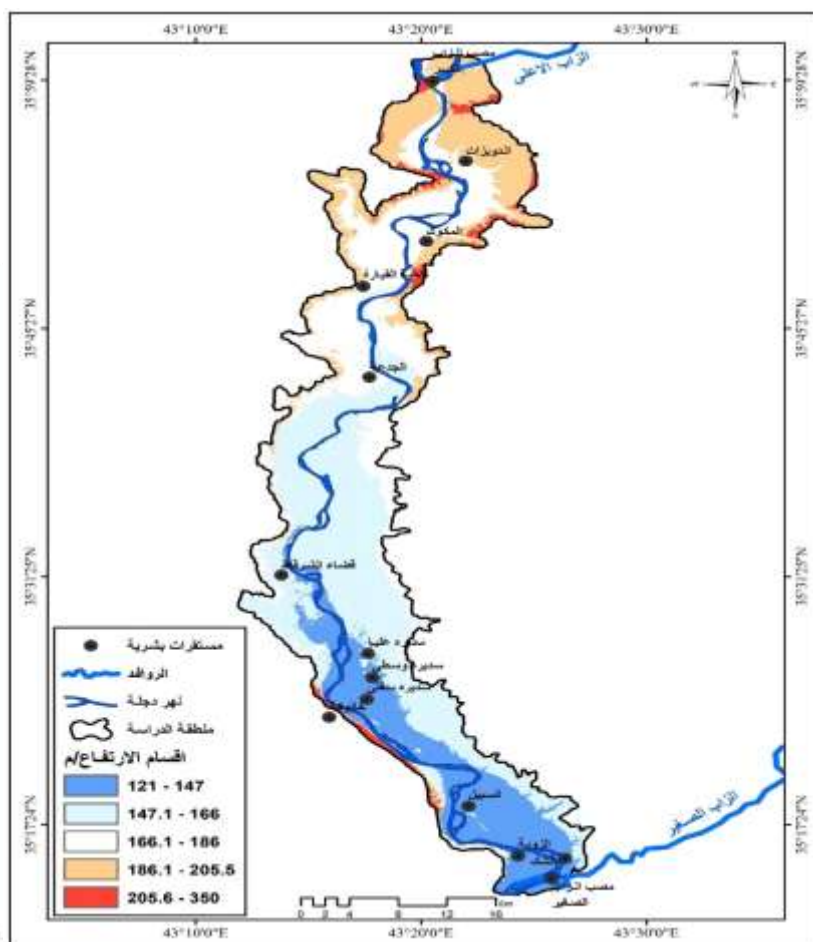
المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج Global mapper20.

اما اقسام السطح فهي أحد العوامل الطبيعية التي تؤثر على الفيضانات، وتتنوع اقسام السطح في المناطق النهرية فالمكونات النهرية تعد ذات خصائص تميز منطقة عن الأخرى فالسهول



الفيضية الضيقة تعبر عن المناطق ذات الانحدار الشديد والبنية الصخرية الصلبة، والعكس صحيح.  
(الزوكة، ٢٠٠٢، ١٦١).

#### خريطة (٤) اقسام الارتفاع (م) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ARC GIS10.8 .

#### ٧-٤. العامل المناخي:

يعد المناخ بعناصره المختلفة ذات أهمية في التأثير على نظام الجريان المائي لنهر دجلة، لاسيما عنصر الامطار كونه العنصر المؤثر بشكل مباشر على كمية الفيضان. (الراوي والسامرائي، ١٩٩٠، ١٥٦). وتم اختيار محطتي الموصل تمثل المناطق الشمالية ومحطة بيجي تمثل المناطق الجنوبية كونهما الأقرب الى مناخ منطقة الدراسة والأقرب جغرافياً للمدة ١٩٩٥-٢٠٢٤ تتضح خصائصها في الجدول (٣).



### فيلاحظ من الجدول الحقائق الآتية:

-تظهر محطة الموصل معدلات حرارة عظمى تبدأ من ١٢.٤ م° في كانون الثاني لتصل إلى ٤٢.٩ م° في تموز، بمتوسط سنوي ٢٧.٨ م°. أما محطة بيجي فتتميل إلى تسجيل درجات أعلى قليلاً، إذ تتراوح بين ١٤.٦ م° في كانون الثاني و ٤٤ م° في تموز، بمتوسط سنوي ٢٩.٨ م°. هذه الزيادة في الحرارة العظمى لدى بيجي تؤدي إلى رفع معدلات التبخر وتقلل من بقاء الرطوبة السطحية، مما يضعف فرص تكوّن فيضانات محلية. في المقابل، الموصل بأجوائها الأبرد قليلاً تسمح بتخزين مائي أفضل في التربة، وهو ما يجعلها أكثر حساسية عند تساقط الأمطار الغزيرة.

جدول (٣) خصائص العناصر المناخية لمحطتي الموصل وبيجي للمدة ١٩٩٥-٢٠٢٤

| المحطة | العنصر               | ك ٢  | شباط | اذار  | نيسان | ايار  | حزيران | تموز  | اب    | ايلول | ت ١   | ت ٢   | ك ١  | المعدل/المجموع |
|--------|----------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----------------|
| الموصل | الحرارة العظمى/م     | 12.4 | 14.8 | 19.3  | 25.2  | 32.7  | 39.2   | 42.9  | 42.6  | 38.2  | 30.6  | 21.1  | 14.1 | 27.8           |
|        | الحرارة الصغرى/م     | 2.2  | 3.4  | 6.8   | 11.2  | 16.2  | 21.3   | 25    | 24.2  | 19.1  | 13.5  | 7.2   | 3.8  | 12.8           |
|        | الحرارة الاعتيادية/م | 7.3  | 9.1  | 13.05 | 18.2  | 24.45 | 30.25  | 33.95 | 33.4  | 28.65 | 22.05 | 14.15 | 8.95 | 20.3           |
|        | الامطار/ملم          | 62.1 | 62.7 | 63.2  | 44.1  | 15.2  | 1.1    | 0.2   | 0     | 0.3   | 11.8  | 45    | 57.9 | 363.6          |
|        | التبخر (ملم)         | 30   | 45   | 80    | 140   | 220   | 300    | 350   | 340   | 250   | 150   | 70    | 40   | 2015           |
| بيجي   | الحرارة العظمى/م     | 14.6 | 17.3 | 22.3  | 28.4  | 35.3  | 40.7   | 44    | 43.5  | 39.5  | 32.4  | 23.4  | 16.6 | 29.8           |
|        | الحرارة الصغرى/م     | 4.2  | 5.6  | 9.3   | 14.9  | 20.6  | 24.8   | 27.6  | 26.7  | 22.5  | 17    | 10.1  | 5.4  | 15.7           |
|        | الحرارة الاعتيادية/م | 9.3  | 11.3 | 15.8  | 22    | 28    | 33     | 36    | 35.1  | 31    | 24.3  | 16    | 10.6 | 22.7           |
|        | الامطار/ملم          | 33.9 | 28.5 | 27.1  | 19.1  | 11.9  | 0      | 0     | 0     | 0     | 7.8   | 21.3  | 27.4 | 177            |
|        | التبخر (ملم)         | 48   | 75.4 | 134.5 | 202.5 | 288.6 | 367.5  | 399.4 | 391.9 | 282.5 | 176.9 | 80.3  | 46.2 | 2493.7         |

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية، والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، بيانات (غير منشورة)، لعام

٢٠٢٥.

-تسجل محطة الموصل أدنى حرارة في كانون الثاني عند ٢.٢ م°، وأعلىها في تموز عند ٢٥ م°، بمتوسط عام ١٢.٨ م°. بينما محطة بيجي تسجل قيماً أعلى نسبياً، إذ تتراوح بين ٤.٢ م° و ٢٧.٦ م° بمتوسط ١٥.٧ م°. ارتفاع الحرارة الصغرى في بيجي يحافظ على دفء الأرض ليلاً، الأمر الذي يعزز معدلات التبخر الليلي ويقلل الرطوبة المخزونة. أما في الموصل، فإن انخفاض الحرارة



الصغرى شتاءً يسمح بتراكم رطوبة أكبر في التربة، ما يهيئ بيئة أكثر عرضة للجريان السطحي وحدوث الفيضانات عند هطول الأمطار.

- في محطة الموصل تبلغ الحرارة الاعتيادية ٢٠.٣ °م، بينما تصل في بيجي إلى ٢٢.٧ °م. هذا الفارق البسيط لكنه مؤثر، حيث يبين أن بيجي أكثر حرارة بوجه عام، ما يرفع من حدة الجفاف ويزيد التبخر. وعلى العكس من ذلك، فإن اعتدال الحرارة في الموصل يساعد على تقليل فقدان المياه من التربة، الأمر الذي يجعل أي مطر يتساقط هناك أكثر قدرة على التسبب في فيضان مقارنة ببيجي.

- تعد محطة الموصل الأكثر غزارة في الأمطار، إذ تستقبل ٣٦٣.٦ ملم سنوياً، تتركز معظمها بين كانون الثاني ونيسان، وبقية تتجاوز ٦٠ ملم شهرياً خلال الشتاء. بينما محطة بيجي لا تتلقى سوى ١٧٧ ملم فقط في السنة، أي أقل من نصف ما يسقط في الموصل، وتتعلم الأمطار فيها كلياً خلال فترة الصيف الممتدة من حزيران حتى أيلول. هذا التباين يجعل الموصل أكثر عرضة لفيضانات محلية مباشرة نتيجة الأمطار الغزيرة، في حين يقل خطر الفيضانات المحلية في بيجي بسبب شح الأمطار، مع بقائها عرضة للفيضانات الناتجة عن تدفق المياه القادمة من شمال الحوض.

-تبلغ معدلات التبخر في الموصل ٢٠١٥ ملم سنوياً، بينما ترتفع بشكل واضح في بيجي لتصل إلى ٢٤٩٣ ملم. الفارق البالغ قرابة ٤٨٠ ملم يشير إلى أن بيجي تفقد كميات كبيرة من المياه عبر التبخر، مما يضعف من تأثير الأمطار القليلة أصلاً ويجعلها أقل خطورة من ناحية تكوين الفيضانات المحلية. أما الموصل، فرغم أن التبخر فيها مرتفع، إلا أنه أقل نسبياً، مما يسمح ببقاء جزء من الرطوبة في التربة والمجاري السطحية، ويضعف من احتمالية حدوث فيضانات عند الهطولات الغزيرة.

#### ٥-٦. كميات التصريف لعام (١٩٨٨) وللمدة ٢٠٠٢-٢٠٢٤:

يمكن وصف كمية التصريف بمعدل ما يمرره النهر من الماء خلال الثانية الواحدة لمدة طويلة من الزمن. (Wohl,2014,55) إذ إنّ دراسة التصارييف المائية السنوية ذات أهمية فمن خلالها يمكن التعرف على التصارييف المائية العالية والتي تؤدي إلى حدوث فيضانات خطيرة ضمن منطقة الدراسة. فضلاً عن التعرف على حجم المياه التي يمكن تخزينها ولاسيما في السنوات ذات التصارييف المائية العالية والافادة منها في شتى الاستعمالات. وتأخذ عادة معدلات التصارييف



المائية السنوية كأساس لعملية التنمية المستدامة والتخطيط لمعرفة حجم الخزين المائي بالنسبة لنظام التصريف المائي.

وتتباين معدلات التصارييف المائية السنوية لنهر دجلة ضمن منطقة الدراسة بين سنة وأخرى وبين ارتفاع التصارييف إلى الحد الأقصى (الفيضان) وانخفاضها إلى الحد الأدنى (الصيهدود) للفترة من عام ١٩٨٨ - 2024.

تباينت كمية التصريف في منطقة الدراسة تبعاً لحالة المناخ من حيث الرطوبة والجفاف، فقد سجلت أعلى سنة لكمية التصريف المائي عام ١٩٨٨، إذ بلغ أعلى تصريف (2078) م<sup>٣</sup>-ثا، وأدنى تصريف لها بلغ (207) م<sup>٣</sup>-ثا، وبمعدل بلغ (950) م<sup>٣</sup>-ثا. وتوصف هذا السنة بأنها رطبة جداً. وسجلت أدنى كمية تصريف ضمن (أعلى تصريف) لعام ٢٠٠٨ والبالغ (438) م<sup>٣</sup>-ثا، وهي سنة جافة لم تتعرض المنطقة الى خطر الفيضان، وكما في الجدول (٤)، والشكل (٢).

جدول (٥) كميات التصريف لعام (١٩٨٨) وللمدة ٢٠٠٢-٢٠٢٢ لنهر دجلة عند محطة سد الموصل

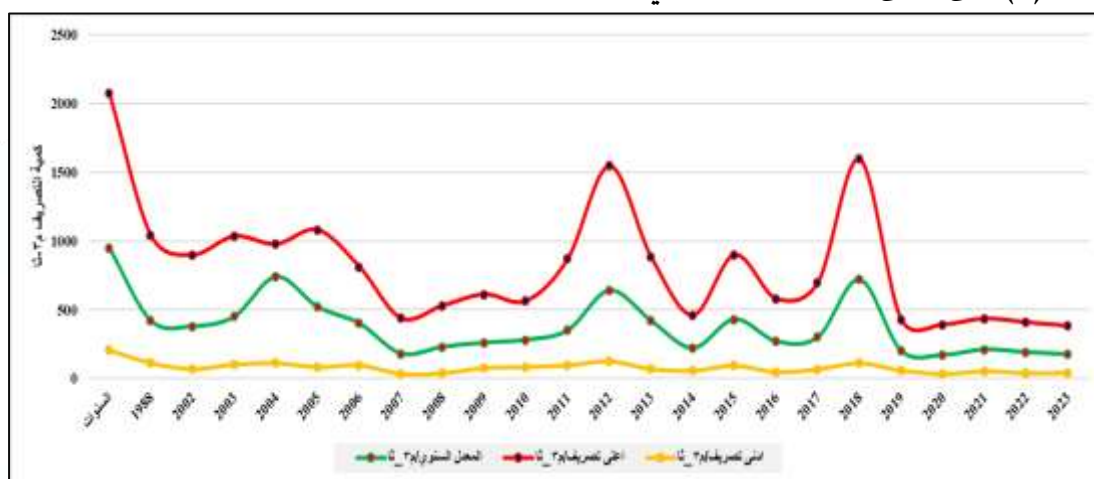
| السنوات | المعدل السنوي/م <sup>٣</sup> -ثا | أعلى تصريف/م <sup>٣</sup> -ثا | أدنى تصريف/م <sup>٣</sup> -ثا |
|---------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ١٩٨٨    | ٩٥٠                              | ٢٠٧٨                          | ٢٠٧                           |
| 2002    | ٤٢٠                              | ١٠٤٠                          | ١١٢                           |
| 2003    | ٣٨٠                              | ٨٩٩                           | ٦٨                            |
| 2004    | ٤٥٠                              | ١٠٣٥                          | ١٠٢                           |
| 2005    | ٧٤٠                              | ٩٧٧                           | ١١٢                           |
| 2006    | ٥٢٠                              | ١٠٨١                          | ٨٢                            |
| 2007    | ٤٠٠                              | ٨١٢                           | ٩٦                            |
| 2008    | ١٨٠                              | ٤٣٨                           | ٣٢                            |
| 2009    | ٢٣٠                              | ٥٢٩                           | ٣٧                            |
| 2010    | ٢٦٠                              | ٦١٢                           | ٧٦                            |
| 2011    | ٢٨٠                              | ٥٦٣                           | ٨٣                            |
| 2012    | ٣٥٠                              | ٨٧٠                           | ٩٥                            |
| 2013    | ٦٤٠                              | ١٥٤٦                          | ١٢٥                           |
| 2014    | ٤٢٠                              | ٨٨٥                           | ٦٩                            |
| 2015    | ٢٢٠                              | ٤٦٠                           | ٥٦                            |
| 2016    | ٤٣٠                              | ٨٩٩                           | ٩٣                            |
| 2017    | ٢٧٠                              | ٥٨١                           | ٤٥                            |
| 2018    | ٣٠٠                              | ٦٩٧                           | ٦٧                            |
| 2019    | ٧٢٠                              | ١٥٩٦                          | ١١٢                           |



|    |     |     |      |
|----|-----|-----|------|
| ٥٧ | ٤٢٩ | ٢٠٠ | 2020 |
| ٣٢ | ٣٩٢ | ١٧٠ | 2021 |
| ٥٢ | ٤٣٥ | ٢١٠ | 2022 |
| ٣٧ | ٤٠٨ | ١٩٠ | ٢٠٢٣ |
| ٤٠ | ٣٨٢ | ١٧٥ | ٢٠٢٤ |

المصدر: وزارة الموارد المائية العراقية - المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة، معدّة من سجلات محطة سد الموصل (١٩٨٨-٢٠٢٤).

شكل (٢) أدنى وأعلى ومعدل كميات التصريف المائية لنهر دجلة عند محطة سد الموصل للمدة ١٩٨٨-٢٠٢٤



المصدر: اعتماداً على جدول (٤).

#### ٦-٥-١. احتمالية تكرار الفيضان ومدة رجوعها لنهر دجلة:

إنّ المهتمين بقضايا الموارد المائية والمخاطر الطبيعية قد تمكنوا عبر عقود من البحث من تطوير طرائق وأساليب علمية متعددة للتنبؤ بحدوث الفيضانات وتقدير احتمالية تكرارها وفترات عودتها. وتتبع أهمية هذه الطرائق من قدرتها على مساعدة المخططين ومتخذي القرار في تقليل الخسائر البشرية والاقتصادية عبر وضع خطط وقائية أكثر دقة وفعالية. ومن أبرز هذه الطرائق:

#### أ- احتمالية تكرار الفيضان

يقصد بها حساب احتمال تكرار حدوث تصريف مائي مرتفع (فيضان) خلال فترة زمنية محددة، وذلك ضمن منطقة جغرافية معينة. وتعتمد هذه الطريقة على تحليل السلاسل الزمنية لتصاريف الأنهار، واستقراء سلوكها عبر الزمن، من أجل تحديد احتمالية تكرار الحدث وشدته. كما تستند هذه الطريقة إلى تبني نماذج إحصائية مستقبلية تأخذ بنظر الاعتبار تردد ظاهرة الفيضان ومدى إمكانية عودته. ويُعبر عن احتمالية التكرار باستخدام معادلات إحصائية خاصة، من أهمها المعادلة التالية: (الرقيق و داودون، ٢٠١٦، ٥١).



$$P = \frac{M}{N + 1}$$

$P$  = احتمالية التكرار  $M$  - الرتبة من حيث تسلسل المقدار  $N$  - عدد السنوات وتعتمد الدراسة الحالية على المعطيات الهيدروكرافية والهيدرولوجية التي تم توفيرها عن منطقة الدراسة من خلال تردد التساقط المطري من أجل التوصل إلى احتمالية تكرار ظاهرة الفيضانات الاستثنائية ضمن منطقة الدراسة. وتظهر النتائج في الجدول (٥).

#### ب - فترة الرجوع:

تُعرف مدة الرجوع بأنها الفترة الزمنية المتوقعة التي تستغرقها أي كمية تصريفية عالية لتتكرر مرة أخرى، أي أنها تمثل المدة الفاصلة بين حدوث فيضانات متشابهة في شدتها. وتكمن أهمية هذه الطريقة في تمثيل الحد الأعلى للتصريف السنوي أو اليومي، ومن ثم تقدير الاحتمال الأكثر واقعية لوقوع فيضان معين خلال فترة زمنية محددة. وبعبارة أخرى، فإن مدة الرجوع تُعدّ معكوساً للاحتمالية تكرار الفيضان، حيث كلما كانت مدة الرجوع أكبر دلّ ذلك على ندرة الحدث وشدته، والعكس صحيح. ويُعبر عن مدة الرجوع رياضياً بالمعادلة الآتية (لونايليولر، ٢٠١٧، ٩٢):

$$T = \frac{N + 1}{M}$$

$T$  = فترة الرجوع،  $N$  = عدد السنوات،  $M$  = رتبة المقدار

ومما تجدر الإشارة له ان تم الاعتماد على كمية تصريف كل سنة، بعد ذلك ترتب السنوات اما تنازلياً او تصاعدياً وفق رتبها لكمية التصريف، وان النتيجة التي تظهر تمثل عدد السنوات اللازمة لتكرار هذه القيم (أبو سمور، ١٩٩٩، ١٤٥). وتظهر النتائج في الجدول (٥).

جدول (٥) احتمالية تكرار الفيضان ومدة الرجوع فيها لنهر دجلة بين الزباين

| السنوات | اعلى تصريف شهري تنازلياً | فترة التكرار | فترة الرجوع |
|---------|--------------------------|--------------|-------------|
| 1988    | 2078                     | 0.04         | 25.00       |
| 2019    | 1596                     | 0.08         | 12.50       |
| 2013    | 1546                     | 0.12         | 8.33        |
| 2006    | 1081                     | 0.16         | 6.25        |
| 2002    | 1040                     | 0.2          | 5.00        |
| 2004    | 1035                     | 0.24         | 4.17        |
| 2005    | 977                      | 0.28         | 3.57        |



|      |      |     |      |
|------|------|-----|------|
| 3.13 | 0.32 | 899 | 2003 |
| 2.78 | 0.36 | 899 | 2016 |
| 2.50 | 0.4  | 885 | 2014 |
| 2.27 | 0.44 | 870 | 2012 |
| 2.08 | 0.48 | 812 | 2007 |
| 1.92 | 0.52 | 697 | 2018 |
| 1.79 | 0.56 | 612 | 2010 |
| 1.67 | 0.6  | 581 | 2017 |
| 1.56 | 0.64 | 563 | 2011 |
| 1.47 | 0.68 | 529 | 2009 |
| 1.39 | 0.72 | 460 | 2015 |
| 1.32 | 0.76 | 438 | 2008 |
| 1.25 | 0.8  | 435 | 2022 |
| 1.19 | 0.84 | 429 | 2020 |
| 1.14 | 0.88 | 408 | 2023 |
| 1.09 | 0.92 | 392 | 2021 |
| 1.04 | 0.96 | 382 | 2024 |

المصدر: وزارة الموارد المائية العراقية - المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة، معدة من سجلات محطة سد الموصل (١٩٨٨-٢٠٢٤). وبتطبيق معادلة فترة الرجوع والتكرار.

وتأسيساً لما سبق من صور فضائية لمنطقة الدراسة لفترات الفيضان وفترات الجفاف نلاحظ الفرق بصرياً في مستويات الفيضان، ففي عام ١٩٨٨ بلغ ارتفاع منسوب المياه عن مستواه الحالي ما يقارب (٦-٧) امتار والبالغة مساحتها (١٤٥.٣ كم<sup>٢</sup>)، بمعنى ان النهر قد تضاعفت كمية مياهه بأكثر من ثلاث اضعاف، وفي عام ٢٠١٩ بلغ (٣-٤) امتار، وبمساحة بلغت (٨٦.٢ كم<sup>٢</sup>)، اما عام ٢٠٠٨ فهي السنة الأكثر جفافاً للمياه وهي لا تشكل خطراً للفيضان، بمساحة بلغت (٣٩.٥ كم<sup>٢</sup>)، في حين عام ٢٠١٣ كانت من السنوات القريبة من الاعتدال اذ بلغ ارتفاع المياه من (١-٢) متر عن مستواه الحالي، وبمساحة بلغت (٦٨.٢ كم<sup>٢</sup>)، وكما في الجدول (٦).

جدول (٦) المساحة السطحية لمياه نهر دجلة بين الزاينين

| السنة | المساحة السطحية للمياه/كم <sup>٢</sup> | وصف السنة  |
|-------|----------------------------------------|------------|
| 1988  | ١٤٥.٣                                  | رطوبة جداً |
| 2008  | ٣٩.٥                                   | جافة       |
| 2013  | ٦٨.٢                                   | معتدلة     |
| 2019  | ٨٦.٧                                   | رطوبة      |



المصدر: اعتماداً على مرئيات لاندسات (١٩٨٨، ٢٠٠٨، ٢٠١٣، ٢٠١٩)، باستخدام التصنيف الموجه في برنامج ARC GIS10.8.

اذ تم تحديد سنة ١٩٨٨ أكثر سنة شملت خطراً على المستقرات البشرية التي تقطن على ضفاف النهر، فضلاً عن الأراضي الزراعية في السهل الفيضي الحديث، تليها في ذلك سنة ٢٠١٩، والتي سيتم محاكاة الفيضان على ضوء هاتين السنتين مع التأكيد على سنة ١٩٨٨ كأقصى حد للفيضان. وتجدر الإشارة الى ان تم تحديد ارتفاع منسوب المياه عن طريق اخذ نقاط ثابتة لحدود فيضان ١٩٨٨ عن طريق المرئيات الفضائية عالية الدقة، ومن ثم اخذ حدود المياه الحالية ايضاً، وتوقيع هذه النقاط على انموذج الارتفاع الرقمي واستخراج الفرق بين هذه الارتفاعات والذي يعكس ارتفاع الفيضان، وتم تكرار هذه العملية في عدة مناطق ولعدة سنوات.

سابعاً. المحاكاة الرقمية لارتفاع مناسيب المياه وتمثيل سيناريوهات الفيضانات:

تواجه الجغرافيا في ميدانها التطبيقي طيفاً واسعاً من الإشكالات المعقدة، التي يصعب حصرها أو التعامل معها بالأساليب الرياضية التقليدية، نظراً لتعدد العوامل المؤثرة وكثرة القيود التي تفرضها الظروف الطبيعية والبشرية. ومن هنا برزت الحاجة إلى منهجيات بديلة تتيح للباحث التعامل مع هذه التعقيدات، ومن أبرزها أسلوب المحاكاة (Simulation) الذي أثبت فعاليته في السنوات الأخيرة. فالمحاكاة تمثل وسيلة بحثية متقدمة، تتيح إعادة بناء صورة قريبة من الواقع للنظام المراد دراسته، بما يتيح متابعة تحليله وفهم آلياته على الرغم من الصعوبات التي قد تحول دون دراسته بصورة مباشرة. إن مبدأ محاكاة أي نظام - سواء كان طبيعياً كالأودية والأنهار أو حضارياً كالمدن والأنشطة الاقتصادية - يقوم على إعادة تمثيله في نموذج تجريبي، بهدف تحليل سلوكه والتنبؤ بمساراته المستقبلية.

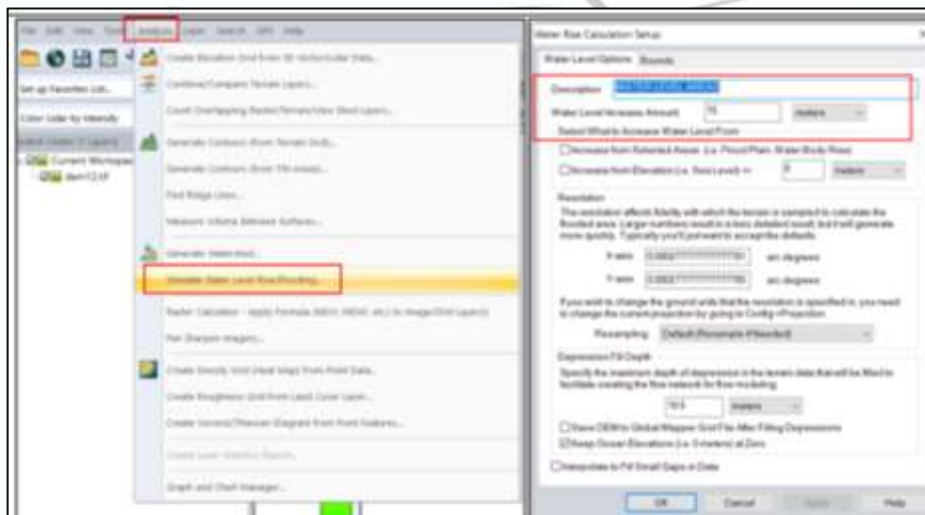
وبما أن أي نموذج علمي يركز بالضرورة على عدد من الخصائص الرئيسة ويتجاهل خصائص أخرى، فإن المحاكاة لا تسعى إلى استنساخ الواقع بكل تفاصيله، بل إلى إبراز الجوانب الأكثر أهمية في فهم الظاهرة. وقد أسهم هذا المنهج في إيجاد حلول ناجحة للعديد من المشكلات الجغرافية المعقدة، وأصبح أحد الركائز العلمية في دراسة الأنظمة الطبيعية والبشرية على حد سواء. (صفوح خير، ٢٠٠٠، ١١٨).

وعند الشروع في محاكاة أي نظام، تبرز الحاجة أولاً إلى توافر قدر كافٍ من المعلومات والبيانات الخاصة بخصائص ذلك النظام (Characteristics)، إذ تُعدّ هذه الخطوة ضرورية لفهم

آليات عمله وبنيته الداخلية. غير أن البيانات المتوفرة في كثير من الحالات قد تكون غير مكتملة أو لا تكشف بصورة دقيقة عن الكيفية التي يعمل بها النظام، مما يجعل عملية المحاكاة في هذه الظروف غير معتمدة بالضرورة على نموذج رياضي صارم يمكن تشغيله مباشرة، وإنما على تمثيل تقريبي يهدف إلى استكشاف سلوك الظاهرة.

وفي ضوء ذلك، سيجري في هذه الدراسة الاستعانة بأداة *Simulate Water Level Rise/Flooding* المتاحة ضمن برنامج *Global Mapper 20*، لما توفره من إمكانيات تقنية لتمثيل سيناريوهات ارتفاع مناسيب المياه وحدوث الفيضانات، وهو ما يمنح الباحثة وسيلة عملية لتصور النتائج المترتبة على تغير الظروف الهيدرولوجية ضمن بيئة الدراسة. وكما في الشكل (3).

شكل (3) الوصول الى أداة *Simulate Water Level Rise/ Flooding*



المصدر: اعتماداً على برنامج *Global mapper20*.

تُعَدُّ أداة *Simulate Water Level Rise/Flooding* في برنامج *Global Mapper* من الأدوات المتقدمة التي تتيح تمثيل سيناريوهات الفيضانات بدقة نسبية، إذ تقوم بمحاكاة ارتفاع مستوى المياه انطلاقاً من المنسوب الحالي. ويُؤخذ في هذه العملية بعين الاعتبار أن القيمة الصفرية تمثل مستوى سطح البحر، بحيث يمكن إدخال مقدار محدد لزيادة المنسوب، ثم تتولى الأداة حساب مدى انتشار المياه وفق تضاريس المنطقة. وتكمن أهميتها في أنها لا تعتمد على رفع افتراضي ثابت لسطح المياه، بل تُراعي الحواجز الطبيعية والبشرية مثل السدود، والمرتفعات الطبوغرافية، والمباني، والعوارض الأرضية الأخرى التي قد تحد من حركة المياه أو تغير مسارها. وبهذا تكون نتائجها أكثر



واقعية مقارنة بالطريقة البسيطة التي تقتصر على ملء المناطق الواقعة تحت المنسوب المحدد بالمياه دون مراعاة العوائق.

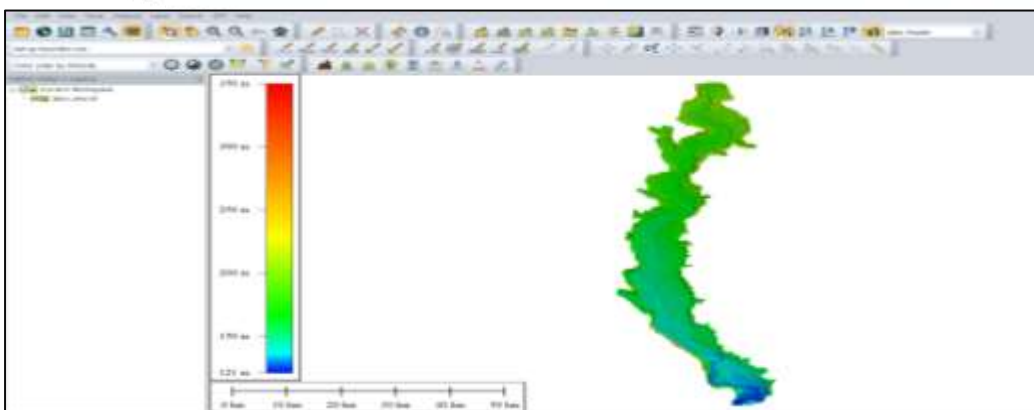
ومن أبرز تطبيقاتها كذلك تحليل اتساع السهل الفيضي مع مرور الوقت، حيث يستطيع الباحث تحديد حدود السهل الفيضي كمدخل للأداة، ثم زيادة المنسوب تدريجياً لمتابعة كيفية امتداد المياه عبره. وفي واجهة الإعدادات الخاصة بالأداة، يمكن تحديد مقدار الزيادة المراد إدخالها، ومن ثم استعراض النتائج التي تبين المساحات الجديدة التي ستغمرها المياه.

كما تُستخدم الأداة في دراسة التغيرات المحتملة في مساحات المسطحات المائية الداخلية مثل البحيرات، إذ تتيح نمذجة شكل واتساع البحيرة عند مستويات مائية مختلفة. فبمجرد إدخال المساحة المائية الحالية، يمكن محاكاة كيفية تمددها أو انحسارها تبعاً لارتفاع أو انخفاض المنسوب، وهو ما يُعطي تصوراً أوضح لتقلبات البيئات المائية وأثرها في الأنشطة البشرية والطبيعية المحيطة. ([www.bluemarblegeo.com](http://www.bluemarblegeo.com))

٧-١. إليه عمل الأداة: (جاسم، ٢٠٢٤، ٤٥٧)

-تتطلب الأداة وجود ملف Shapefile من نوع Polygon يمثل المجرى النهري المراد تحليله، ليكون بمثابة الحد المكاني الأساسي في عملية المحاكاة.  
-يتم استقطاع مساحة أوسع من النهر بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المشتق من المرئية الفضائية، وذلك بغرض مراعاة الامتدادات المحتملة للمياه عند حدوث الفيضانات مستقبلاً. وكما في الشكل (4).

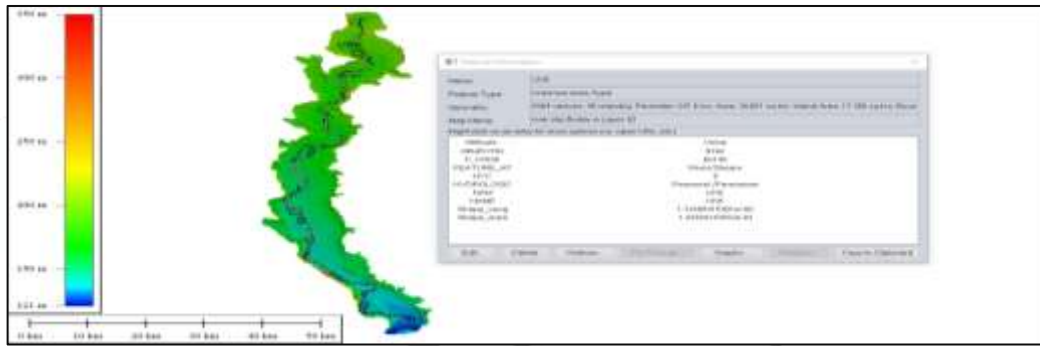
شكل (4) إليه استقطاع وتحديد النهر في برنامج Global Mapper



المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج Global mapper v 18.0.

-يجري تحديد النهر باستخدام أداة Feature Info Tools، كما هو موضح في الشكل (٥)، حيث تظهر الأداة جدولاً يتضمن الخصائص المكانية والهندسية للنهر، مثل عدد الرؤوس (Vertices) والمساحة والطول والمحيط، إضافة إلى مختلف المؤشرات الحسابية المرتبطة بالشكل الهندسي للمجرى.

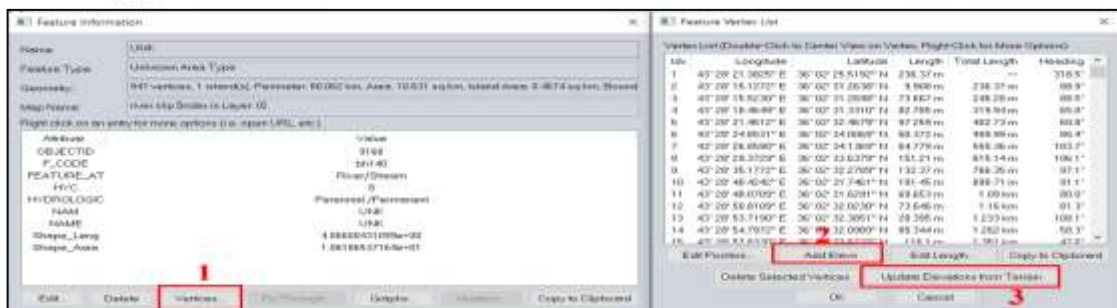
شكل (5) طريقة تحديد النهر وإظهار الخصائص والقياسات المكانية له



المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج Global mapper v 18.0.

- عند الضغط على خيار الرؤوس (Vertices)، تظهر قائمة تعرف بـ Feature Vertices List، والتي تعرض الخصائص الهندسية لكل رأس على حدة. وما يهمنا في هذه المرحلة هو إرفاق قيم الارتفاع بهذه الرؤوس ليتسنى استخدامها في تمثيل مناسيب المياه بدقة ضمن عملية المحاكاة. وكما في الشكل (6).

شكل (6) خصائص قائمة الرؤوس لنهر دجلة بين الزابيين



المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج Global mapper v 18.0.



-في الخطوة اللاحقة يُضاف حقل جديد إلى خصائص الرؤوس يحمل اسم Z، ويمثل قيمة الارتفاع لكل رأس (Vertex). والغرض من ذلك هو تحديد منسوب الضفاف على امتداد المجرى النهري، بحيث تزداد دقة التمثيل كلما ارتفع عدد الرؤوس وتكامل مع الدقة المكانية لنموذج الارتفاعات الرقمية (DEM). وبذلك تصبح النتائج أكثر موثوقية عند محاكاة مناسيب المياه ورسم حدود الفيضانات المحتملة. وكما في الشكل (7).

شكل (7) إضافة الارتفاع الى الرؤوس لمعرفة ارتفاع الضفاف للنهر

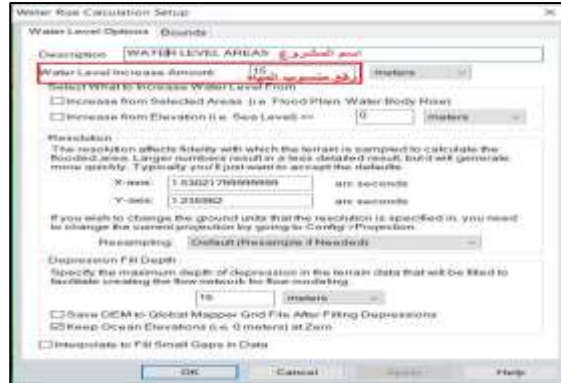
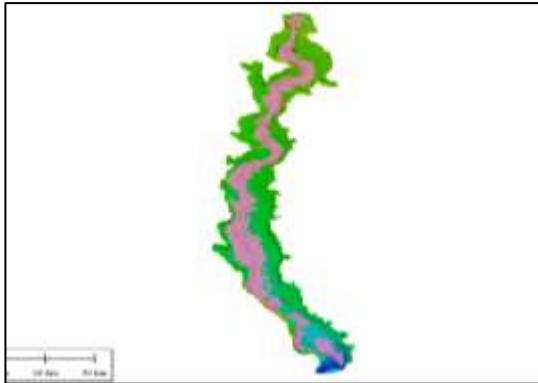
| Idx | Longitude          | Latitude           | Length   | Total Length | Heading |
|-----|--------------------|--------------------|----------|--------------|---------|
| 1   | 43° 28' 21.3625" E | 36° 02' 25.5132" N | 236.37 m | —            | 318.5°  |
| 2   | 43° 28' 15.1272" E | 36° 02' 31.2638" N | 9.908 m  | 236.37 m     | 88.9°   |
| 3   | 43° 28' 15.5230" E | 36° 02' 31.2690" N | 73.667 m | 246.28 m     | 88.5°   |
| 4   | 43° 28' 18.4649" E | 36° 02' 31.3310" N | 82.286 m | 319.94 m     | 86.0°   |
| 5   | 43° 28' 21.4612" E | 36° 02' 32.4679" N | 97.259 m | 402.73 m     | 60.6°   |
| 6   | 43° 28' 24.8631" E | 36° 02' 34.0069" N | 50.372 m | 459.99 m     | 85.4°   |
| 7   | 43° 28' 26.6590" E | 36° 02' 34.1369" N | 64.779 m | 550.36 m     | 103.7°  |
| 8   | 43° 28' 29.3729" E | 36° 02' 33.6379" N | 151.21 m | 615.14 m     | 108.1°  |
| 9   | 43° 28' 35.1772" E | 36° 02' 32.2789" N | 132.37 m | 765.35 m     | 97.1°   |
| 10  | 43° 28' 40.4242" E | 36° 02' 31.7461" N | 191.46 m | 899.71 m     | 81.1°   |
| 11  | 43° 28' 46.0709" E | 36° 02' 31.6291" N | 69.653 m | 1.05 km      | 60.0°   |
| 12  | 43° 28' 50.9109" E | 36° 02' 32.0220" N | 72.646 m | 1.16 km      | 81.3°   |
| 13  | 43° 28' 53.7190" E | 36° 02' 32.3851" N | 26.395 m | 1.233 km     | 108.1°  |
| 14  | 43° 28' 54.7972" E | 36° 02' 32.0999" N | 89.344 m | 1.262 km     | 59.2°   |
| 15  | 43° 28' 57.8330" E | 36° 02' 33.6232" N | 116.1 m  | 1.361 km     | 47.6°   |

المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج Global mapper v 18.0.

والجدير بالذكر أنّ الرؤوس (Vertices) في الأشكال الهندسية تمثل النقاط التي يلتقي عندها مقطعان أو أكثر من الحواف الخطية، أي أنها تشكل الزوايا أو نقاط الانعطاف في الشكل. ويُطلق على المفرد منها قمة الرأس (Vertex). فعلى سبيل المثال، يحتوي المكعب على ثمانية رؤوس نتيجة التقاء أضلاعه، بينما يملك المخروط رأساً واحداً فقط عند قمته. وفي بعض الأدبيات الهندسية تُستخدم تسمية الزوايا (Corners) للإشارة إلى الرؤوس. (<https://thirdspacelearning.com>).

وبعد هذه السلسلة من التطبيقات أصبحت المنطقة جاهزة للمحاكاة الرقمية للفيضان وسيتم التفصيل وشرح الأداة في الشكل (8).

شكل (٨) طريقة عمل المحاكاة في أداة الفيضان



المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج Global mapper v 18.0.

## ٧-٢. عرض نتائج محاكاة الفيضان وتفسيرها:

في هذا الجزء من الدراسة جرى رفع مستوى المياه تدريجياً ابتداءً من المنسوب الحالي للنهر، وبمعدل متر واحد في كل خطوة، وصولاً إلى ارتفاع أقصى مقترح يبلغ ١٠ أمتار. ويتيح هذا الإجراء تتبع التغطية المكانية للفيضانات عند كل مستوى على حدة، الأمر الذي يسهّل تقدير التغيرات المكانية بشكل تدريجي. كما تُحسب في كل حالة المساحة السطحية التي يغمرها الفيضان، مع تحديد نوعية الاستعمالات الأرضية المتأثرة، ولا سيما المستقرات البشرية والأراضي الزراعية التي قد تقع ضمن نطاق الغمر المائي. وقد عُرضت هذه النتائج في النماذج الخرائطية التوضيحية (الخريطة ٧)، والتي تُظهر التوسع التدريجي لمناطق الغمر وارتباطها بالارتفاعات الطبوغرافية والأنشطة البشرية ضمن منطقة الدراسة. ومن خلال ما سيتم استعراضه لمحاكاة الفيضان في الخريطة (٧) (٨) والجدول (٧) يمكن تفسير مخاطره وفق الآتي:

- أن المستوى الحقيقي للفيضان ينحصر تحت مستوى (٧) أمتار، أما من (٨-١٠) فهي مناسب افتراضية، تحاكي ماذا لو حدثت.

- عند النهر الحالي، تبلغ مساحة الغمر حوالي (٤٠.٦ كم<sup>2</sup>) من دون أن يظهر أي أثر سلبي على المستقرات البشرية أو الأراضي الزراعية والسكنية أو حتى المقالع والطرق، مما يعكس حالة الاستقرار الطبيعي للنهر.

- أما عند ارتفاع الفيضان بمقدار ١ متر، فإن مساحة الغمر تتوسع إلى (٥٦.٦ كم<sup>2</sup>)، غير أن هذا التغير الطفيف لا يؤدي إلى أي ضرر يذكر على الأنشطة البشرية أو الزراعية أو البنى التحتية.



- في حالة ارتفاع الفيضان إلى ٢ متر، تتسع مساحة الغمر إلى (٧٠.١ كم<sup>2</sup>)، ويبدأ ظهور الأضرار لأول مرة؛ حيث يتأثر (مستقر واحد) وتغمر المياه (٠.٦ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(١.٣ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، كما يتضرر (مقلع واحد) ويمتد الضرر إلى (١.٥ كم من الطرق).

- وعند ارتفاع الفيضان إلى ٣ متر، تصل مساحة الغمر إلى (٨٦.٧ كم<sup>2</sup>)، ويتضرر (٤ مستقرات بشرية)، بينما تتأثر (١.٩ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(٢.٧ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، مع استمرار الضرر على (مقلع واحد) وازدياد طول الطرق المتضررة إلى (٩.٣ كم).

- أما ارتفاع الفيضان بمقدار ٤ متر فيؤدي إلى توسع الغمر ليصل إلى (١١١.٦ كم<sup>2</sup>)، ويتسبب ذلك في تضرر (١٣ مستقرًا بشريًا)، وغمر (٥.٨ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(٤.٩ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، مع بقاء الضرر على (مقلع واحد)، بينما ترتفع أطوال الطرق المتضررة إلى (٢٨.٩ كم).

- عند ارتفاع الفيضان إلى ٥ متر، تتسع المساحة المغمورة إلى (١٤٥.٣ كم<sup>2</sup>)، ويستمر تأثيره على (١٣ مستقرًا)، لكن الأضرار الزراعية والسكنية تتضاعف لتصل إلى (١٦.٦ كم<sup>2</sup> للأراضي الزراعية) و(٩.٤ كم<sup>2</sup> للأراضي السكنية)، إضافة إلى تضرر (مقلعين) وازدياد طول الطرق المتضررة إلى (٥٧.٥ كم). وكما في الشكل (٩).

- في مستوى ٦ متر، تتوسع مساحة الغمر لتبلغ (١٨٢.٩ كم<sup>2</sup>)، ويظل عدد المستقرات المتضررة عند (١٣)، لكن حجم الأضرار يتصاعد بشدة، إذ تتأثر (٣٣ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(١٦.٥ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، فضلاً عن تضرر (٣ مقالع) وامتداد الأضرار إلى (٩٣.٧ كم من الطرق).

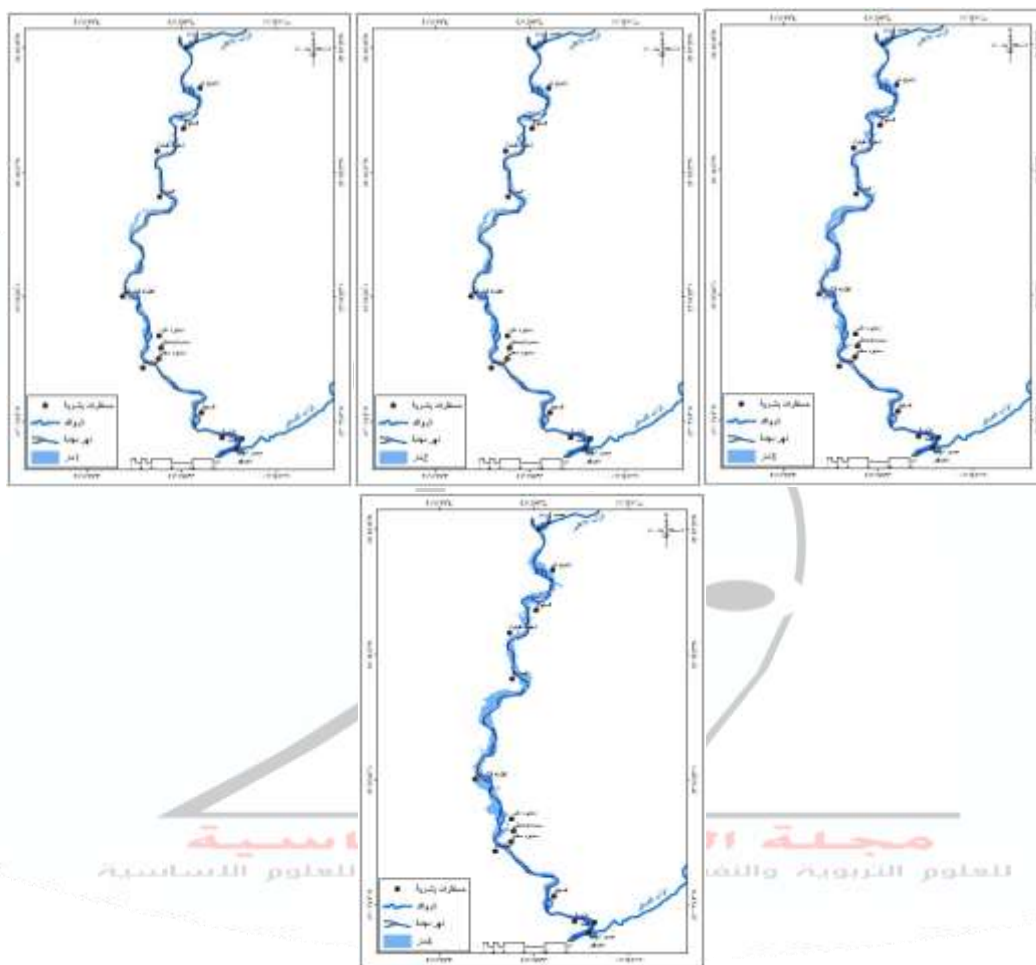
- أما عند ٧ متر، فإن مساحة الغمر ترتفع إلى (٢١٩.٣ كم<sup>2</sup>)، ويتأثر (٢٨ مستقرًا بشريًا)، بينما تغمر المياه (٥٢.٤ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(٢٥.٥ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، مع تضرر (٤ مقالع) وامتداد الأضرار إلى (١٣١.٦ كم من الطرق).

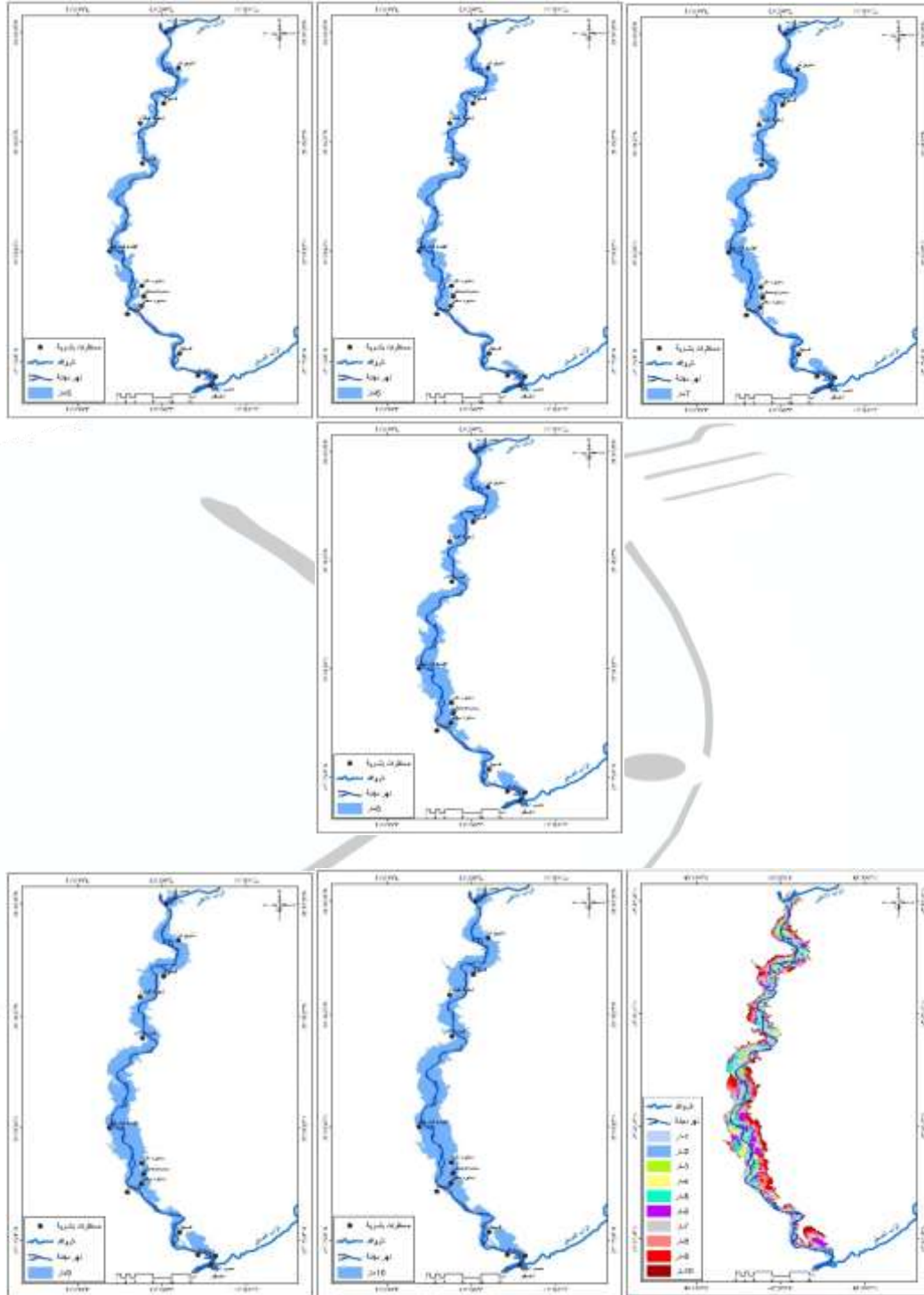
- في حال ارتفاع الفيضان إلى ٨ متر، تتوسع رقعة الغمر لتبلغ (٢٥٠.٧ كم<sup>2</sup>)، ويتضرر (٣٣ مستقرًا بشريًا)، مع غمر (٧٠.٧ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(٣٤.٩ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، إضافة إلى تضرر (٥ مقالع) وامتداد الأضرار إلى (١٦٤.٧ كم من الطرق).



- عند مستوى ٩ متر، تتوسع مساحة الغمر إلى (٢٨١.٥ كم<sup>2</sup>)، ويتأثر (٤٣ مستقرًا)، كما تُغمر (٨٢.٨ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(٤٦.٤ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية)، إضافة إلى تضرر (٦) مقالع) وامتداد الأضرار إلى (٢٠٣.٣ كم من الطرق).

نماذج (٧) المحاكاة الرقمية لمستويات الفيضان من (١م - ١٠م) لنهر دجلة بين الزابين





المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج Global mapper v 18.0.



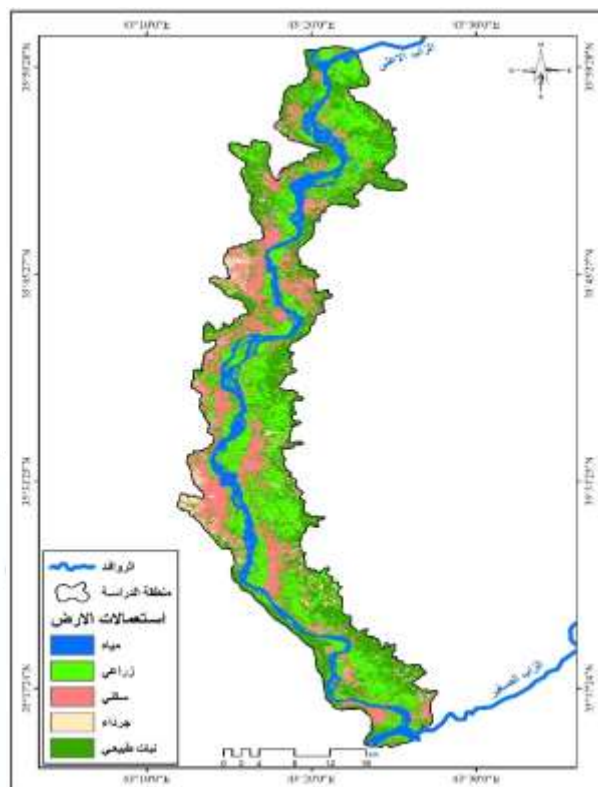
- وأخيرًا، في مستوى ١٠ متر، تبلغ مساحة الغمر ذروتها عند (٣١٠.٤ كم<sup>2</sup>)، ويصل عدد المستقرات المتضررة إلى (٥٥)، بينما تتأثر (٩١.٩ كم<sup>2</sup> من الأراضي الزراعية) و(٥٩.١ كم<sup>2</sup> من الأراضي السكنية). كما يتضرر (٧ مقالع) وتصل أطوال الطرق المتضررة إلى (٢٣٥.٨ كم)، وهو أشد سيناريوهات الفيضان خطورة.

شكل (٩) اثر الفيضان على المستقرات البشرية عند منسوب ٥ متر



المصدر: اعتماداً على مرئية كوك بيرد، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

خريطة (٨) الاستعمالات السائدة في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على مرئية لاندسات والخرائط الطبوغرافية مع المراثيات الفضائية عالية الدقة، باستخدام برنامج

. ARC GIS10.8

### جدول (٧) المخاطر الناتجة عن الفيضانات في منطقة الدراسة

| ارتفاع<br>الفيضان | المساحة/كم <sup>٢</sup> | عدد المستقرات<br>المتضررة | مساحة الأراضي<br>الزراعية<br>المتضررة/كم <sup>٢</sup> | مساحة<br>الأراضي<br>السكنية<br>المتضررة/كم <sup>٢</sup> | عدد المقالع<br>المتضررة | اطوال الطرق<br>المتضررة/كم |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| النهر<br>الحالي   | 40.6                    | ٠                         | ٠                                                     | ٠                                                       | ٠                       | ٠                          |
| 1M                | 56.6                    | ٠                         | ٠                                                     | ٠                                                       | ٠                       | ٠                          |
| 2M                | 70.1                    | ١                         | 0.6                                                   | 1.3                                                     | ١                       | 1.5                        |
| 3M                | 86.7                    | ٤                         | 1.9                                                   | 2.7                                                     | ١                       | 9.3                        |
| 4M                | 111.6                   | ١٣                        | 5.8                                                   | 4.9                                                     | ١                       | 28.9                       |
| 5M                | 145.3                   | ١٣                        | 16.6                                                  | 9.4                                                     | ٢                       | 57.5                       |



|       |   |      |      |    |       |     |
|-------|---|------|------|----|-------|-----|
| 93.7  | ٣ | 16.5 | 33.0 | ١٣ | 182.9 | 6M  |
| 131.6 | ٤ | 25.5 | 52.4 | ٢٨ | 219.3 | 7M  |
| 164.7 | ٥ | 34.9 | 70.7 | ٣٣ | 250.7 | 8M  |
| 203.3 | ٦ | 46.4 | 82.8 | ٤٣ | 281.5 | 9M  |
| 235.8 | ٧ | 59.1 | 91.9 | ٥٥ | 310.4 | 10M |

المصدر: اعتماداً على مرئية لاندسات والخرائط الطبوغرافية مع المراثيات الفضائية عالية الدقة، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

### الاستنتاجات:

-العوامل الطبيعية (الجيولوجية، المناخية، وخصائص السطح) تعد العامل الرئيس في زيادة خطورة الفيضانات، إذ أن غياب السدود أو المنشآت المائية يجعل المقطع بين الزابن أكثر حساسية للغمر السريع.

-شهد عام ١٩٨٨ أقصى فيضان بارتفاع (٧-٨ م) وغمر مساحة تجاوزت (١٤٥ كم<sup>2</sup>)، مقابل عام ٢٠٠٨ الذي كان الأشد جفافاً بمساحة لم تتعد (٣٩٠.٥ كم<sup>2</sup>)، ما يعكس التباين الكبير بين سنوات الرطوبة والجفاف.

-بلغت ذروة الخطر الفيضي الواقعي عند مستوى (+٧ م) حيث غمرت المياه (٢١٩.٣ كم<sup>2</sup>) وتضررت (٢٨ مستوطنة بشرية) و(٥٢.٤ كم<sup>2</sup>) زراعية و(٢٥.٥ كم<sup>2</sup>) سكنية.

-بيّنت محاكاة الفيضانات في برنامج Global Mapper قدرة عالية على تمثيل السيناريوهات الهيدرولوجية المختلفة، من خلال رفع المنسوب تدريجياً بمعدل متر واحد حتى (+١٠ م)، ما سمح بتحليل سلوك المياه واتجاهات انتشارها داخل المقطع النهري وتحديد حدود الغمر بدقة عالية.

-أوضحت المقارنة المكانية التي اعتمدت على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبيانات الاستشعار عن بعد أن التكامل بينهما يعزز دقة التنبؤ بخطر الفيضان، ويسهم في ترتيب أولويات الحماية من خلال الكشف عن أكثر الاستعمالات الأرضية تعرضاً للخطر، ولاسيما الأراضي الزراعية والمناطق السكنية وشبكات النقل.

### التوصيات:

-ضرورة توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد و(GIS) في جميع الدراسات المستقبلية الخاصة بالفيضانات لتحديد بدقة المناطق المعرضة للغمر.



- إنشاء منظومات حصاد مائي على السفوح والمجاري الثانوية بهدف إبطاء جريان مياه الأمطار وتقليل اندفاعها السريع نحو نهر دجلة، مما يسهم في تخفيض ذروة الفيضانات وتقليل مخاطرها على الأراضي الزراعية والمناطق السكنية.

- تطوير مشاريع تخزين مائي تعتمد على إنشاء سدود صغيرة وخزانات تجميعية لاستثمار مياه الفيضانات بوصفها مورداً مائياً يمكن استخدامه لاحقاً في الري والشرب خلال فترات الجفاف، وبما يعزز الأمن المائي في المنطقة.

- إنشاء نظام إنذار مبكر للفيضانات في المنطقة بين الزابين، بهدف تقليل الخسائر البشرية والاقتصادية عبر الاستعداد المسبق.

- تفعيل القوانين التي تمنع التوسع العمراني العشوائي داخل السهل الفيضي، خصوصاً في المناطق التي يتجاوز ارتفاع الغمر فيها (٣+ م)، لكونها معرضة لخطر الغمر الاستثنائي بشكل متكرر.  
**قائمة المصادر باللغة العربية:**

١. أبو سمور، حسن، ماجد الخطيب، جغرافية الموارد المائية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ١٩٩٩.
٢. احمد، هناء عزيز، هايدرومورفومترية حوض نهر الزاب الصغير في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ١٩٧٨.
٣. جاسم، سعد محمد، المحاكاة الرقمية لفيضانات نهر الزاب الأعلى بين منطقتي اسكي كلك والكوير، مجلة الجامعة العراقية، المجلد ٦٦، العدد ٢، ٢٠٢٤.
٤. الراوي، عادل سعيد، قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، جامعة بغداد، ١٩٩٠.
٥. الرفيق، محمد، علي داودون، الاخطار الطبيعية المرتبطة بالفيضانات الحضرية بواد ام العشار كلميم، كلية الاداب والعلوم الإنسانية، جامعة ابن زهر، اكادير، ٢٠١٦.
٦. الزوكة، محمد خميس، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٢.
٧. صفوح خير، الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها، دار الفكر المعاصر، دمشق، سورية، ٢٠٠٠.
٨. لونابليولر، الماء هو الأساس، ترجمة رياض حامد الدباغ ومحمد شامل دحام، الموصل، الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ٢٠١٧.
٩. مصطفى، محمد علي، وخير الله سيف، "تحليل مخاطر الفيضانات: حالة نهر دجلة في تكريت/العراق"، مجلة تكريت للعلوم الهندسية، المجلد ٢٩، العدد ٣، ٢٠٢٣.
١٠. الودعاني، ادريس علي سلمان، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة العربية السعودية، مجلة جامعة جازان، المجلد ٣، العدد ١، ٢٠١٤.

**المصادر في اللغة الإنكليزية:**

1. <https://thirdspacelearning.com/blog/what-are-vertices-faces>.



2. <https://www.blumarblegeo.com/docs/guides/global-mapper-18-2-getting-started-en.pdf>
3. Wohl. E, River in the land Scape Science and management, Colorado, John wiley sons. Ltd 2014.



مجلة العلوم الأساسية  
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية