



التطور والتغير الجيومورفولوجي للمنحدرات والالتواءات النهرية في رافد الزاب الكبير بين الحدود العراقية التركية وسد ديرالوك

عامر محمود احمد العبيدي^{1*} ، حسين علي رشيد المزوري²

^{1,2} قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، نينوى، العراق.

المخلص

تضمنت هذه الدراسة التغير والتطور الجيومورفولوجي للمنحدرات والالتواءات النهرية لنهر الزاب الكبير في منطقة الدراسة الواقعة في محافظة دهوك والممتدة ما بين الحدود العراقية التركية والى سد ديرالوك، وتم التركيز على التغير الحاصل في المنحدرات والالتواءات النهرية بين مدد زمنية ممتدة ما بين عام 1990 وعام 2020، وتم استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ومعطيات برنامج (Global Mapper)، واثبتت الدراسة ان هناك تغيرات وتطورات مورفومترية متباينة على طول المجرى النهرى ولعبت العناصر المناخية دوراً مهماً في تغيير المظهر الارضي اذ ان تذبذب الامطار ما بين سنة واخرى أثر على معدلات المناسيب والتصاريف المائية وعمليات النحت النهرى في مجرى رافد الزاب الكبير وعلى فاعلية التعرية للأكتاف النهرية، فضلاً عن التباين في درجات الحرارة حيث يؤثر سلباً على الرافد متمثلاً بالتبخر، كلها عوامل أدت الى حدوث تغيرات في الاشكال الارضية.

معلومات الارشافة

تاريخ الاستلام: 19- يوليو -2024

تاريخ المراجعة: 20- ديسمبر -2024

تاريخ القبول: 23- فبراير -2025

تاريخ النشر الالكتروني: 01- ابريل -2026

الكلمات المفتاحية:

تطور الشكل الأرضي،

تعرجات الأنهار،

نهر الزاب الكبير،

سد ديرالوك،

المراسلة:

الاسم: عامر محمود احمد العبيدي

Email:

Amer.mahmod@uomosul.edu.iq

DOI: [10.33899/injes.v26i2.56112](https://doi.org/10.33899/injes.v26i2.56112), ©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/>).

Geomorphic Evolution and Changes of River Bends and Meanders in the Tributary of the Great Zab River Between the Iraqi-Turkish Borders and the Dereluk Dam

Amer Mahmoud Ahmed Al-Obaidi ^{1*} , Hussein Ali Rasheed AL-Mzuory ² 

^{1,2}Department of Geography, College of Education for Human Sciences, University of Mosul, Nineveh, Iraq.

Article information

Received: 19- Jul -2024

Revised: 20- Aug -2024

Accepted: 23- Sep -2025

Available online: 01- Apr – 2026

Keywords:

Geomorphic Evolution,
River Bends,
Great Zab River,
Dereluk Dam,

Correspondence:

Name: Amer Mahmoud Ahmed

Email

Amer.mahmod@uomosul.edu.iq

ABSTRACT

This study addresses the changes and geomorphological evolution of the bends and meanders of the Greater Zab River in the study area situated in Dohuk Governorate, extending between the Iraqi-Turkish border and the Dereluk Dam. The focus of the study is on analyzing the changes in bends and meanders of the river over a period extending from 1990 to 2020. Geographic Information System technique and data from the Global Mapper program are employed. The study demonstrates varying morphometric changes and developments along the riverfront. Climatic elements played an important role in altering the landscape. The fluctuation of rainfall from one year to another affected water levels and discharge rates, as well as river erosion processes in the course of the Great Zab tributary and the activity of erosion on riverbanks. Furthermore, the variation in temperature negatively influences the tributary, particularly through evaporation. All these factors have contributed to landform changes.

DOI:10.33899/injes.v26i2.56112, ©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

يعد رافد الزاب الكبير (الأعلى) من أهم وأكبر الروافد التي تصب في نهر دجلة في الأراضي العراقية وهو ذو ميزة جيومورفولوجية تكاد تكون فريدة مقارنةً بباقي روافد نهر دجلة التي تعمل على التغيير المستمر للمجرى في منطقة الدراسة، ويرجع السبب في ذلك لانعدام السدود المقامة على رافد الزاب الكبير باستثناء سد ديرالوك الذي تم إنجازه حديثاً. وتعد المنعطفات والالتواءات النهرية من أهم المظاهر الجغرافية المثيرة للاهتمام لكونها تحدث مع تغيير مسار النهر، ويعد تشكل الالتواءات النهرية عملية طبيعية تحدث على مر الزمن بفعل عوامل متضافرة مع بعضها البعض بما في ذلك كمية التصريف المائية والتراكيب الجيولوجية والمناخية والبيئية، حيث النشاط الجيومورفولوجي مستمر وعلى طول المجرى النهرية، فضلاً عن كون نهر الزاب الكبير يجري في أراضٍ شديدة التضرس وهذا ما ينشط عمليات النحت النهرية، فضلاً عن وجود العديد من الاودية الموسمية التي تلقي بانواع من الحمولات كرواسب. كل هذه العوامل والعمليات تعمل على وجود الكثير من المظاهر التعرية والترسيبية، والتي يمكن تحديد تغيراتها الحاصلة عن طريق المرئيات الفضائية لأجل الكشف عن اسباب النشأة والتطور والتغيير لهذه المظاهر الارضية وأثرها في توزيع الانشطة البشرية بالقرب من المجرى النهرية.

تتمثل مشكلة البحث حول أثر العوامل الطبيعية والبشرية على مورفولوجية التعرجات النهرية فضلاً عن دور التركيب الجيولوجي في تشكيل المظهر الأرضي الطبيعي للرافد، وما هو دور التقنيات الحديثة في التحليل المورفومتري والجيومورفي للمنطقة المدروسة حيث تعتبر النمذجة الحاسوبية أداة قوية وفعالة في دعم قرار استثمار وتنمية الموارد المائية في مناطق متعددة وتوفر الوسائل لتسهيل اختيار الحل الأمثل للمشاكل البيئية (Bety and Mahmoud, 2021)

تستند فرضية البحث على ان للخصائص الطبيعية والبشرية دوراً مهماً في تشكيل التعرجات النهرية، وان للجانب الجيولوجي دوراً مؤثراً في سلوك النهر. كما افترض الباحثان إمكانية قياس التغيرات المورفولوجية لمجرى النهر باعتماد التقنيات الحديثة والمرئيات الفضائية على وجه الخصوص.

ان الهدف الاساس للبحث هو الكشف عن التغيرات والتطورات الجيومورفولوجية للمنحدرات والالتواءات النهرية وما ينتج عنها من تغير وتطور في المظهر الارضي، ومدى تأثيره على الانشطة البشرية وكيف يمكن ان نقيّم المظهر الارضي مع وضع المؤهلات اللازمة لمنطقة الدراسة. كما يهدف البحث حول المنحدرات النهرية إلى فهم عمليات التشكيل والتطور التي تحدث في المنحدرات النهرية. يشمل البحث:

- فهم الديناميكيات الهيدرولوجية من خلال دراسة كيفية تأثير تدفق المياه وتضاريس النهر على تشكيل وتطور المنحدرات.

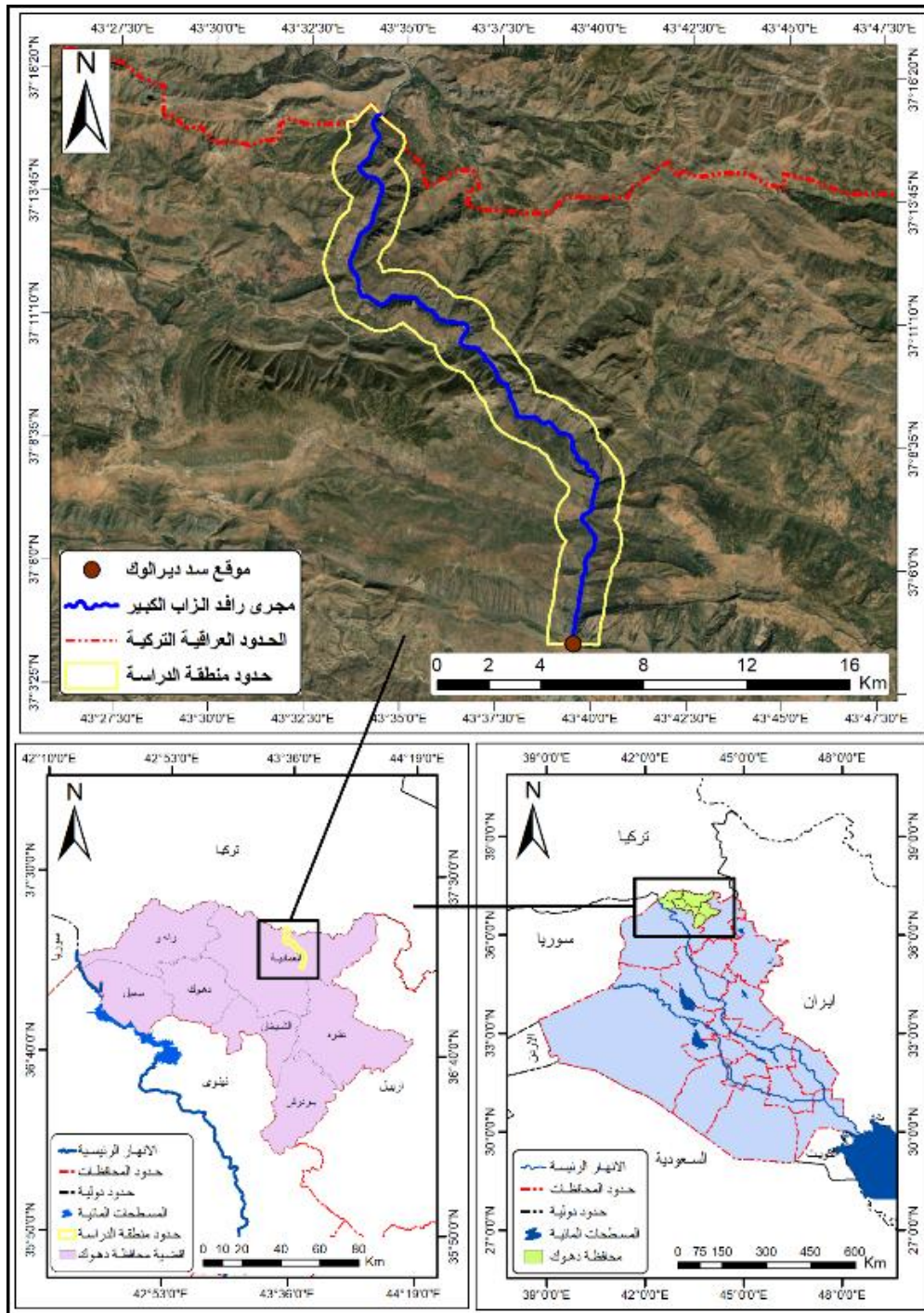
- تحليل التأثيرات البيئية بعد فحص مدى تأثير العوامل البيئية مثل التغيرات المناخية والتضاريس على استقرار المنحدرات والالتواءات النهرية.

- التعرف على التأثيرات الجيولوجية من خلال دراسة التكوينات الأرضية وأثرها في تشكيل المنحدرات والالتواءات النهرية.

- إدارة الموارد المائية وذلك بتحليل إمكانية استخدام المعرفة حول المنحدرات النهرية لتحسين إدارة الموارد المائية والتنبؤ بالتغيرات المستقبلية.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة بين خطي طول ($43^{\circ} 32' 52''$ - $43^{\circ} 40' 47''$) شرقاً وبين دائرتي عرض ($37^{\circ} 07' 52''$ - $37^{\circ} 40' 23''$) شمالاً كما هو موضح في الخريطة (1) وبمساحتها البالغة (55.93 كم²) ضمن الحدود الادارية لمحافظة دهوك في شمالي العراق. تم الاعتماد في تحديد منطقة الدراسة على الحدود الادارية والطبيعية، حيث يحدها في اقصى الجهات الشمالية الحدود العراقية التركية وتتحدّر المنطقة نحو الجنوب في منطقة شديدة التضرس اذ يحدها جنوباً سد ديرالوك، اما حدودها الشرقية فقد ضمت العديد من المعالم الطبيعية متمثلة في حوض نهر فقير وجبل كاره وجبل بنية وجبل كوره زور، وحدودها الغربية شملت جبل زيري وحوض وادي كاني ساسي وعين بونكي وجبل تورترين وجبل سيري اذ اعتبرت حداً طبيعياً. اما الامتداد الزمني للبحث فقد انحصر مابين عامي (1990-2020)، وكان الهدف من ذلك مراقبة التغيرات الجيومورفية التي ساهمت في تغير المنحدرات والالتواءات في المجرى النهرية.



خريطة 1. حدود منطقة الدراسة (المصدر: من عمل الباحث Esri, Maxar, Earthstar Geographic's, and the GIS User Community جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، شعبة GIS، خريطة العراق الإدارية لسنة 2012. ومخرجات برنامج ArcMap v10.8.1)

البيانات المستخدمة في البحث هي:

مرئيتان فضائيتان من القمر (Landsat 9-5) تم الحصول عليهما بتاريخ 2020-2-8 وتاريخ 1990-2-8 من موقع (USGS).

1. أنموذج الارتفاع الرقمي بدقة تمييزية (12.5) متر .
2. خارطة العراق الجيولوجية لسنة 2000 بمقياس 1/1000000، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.

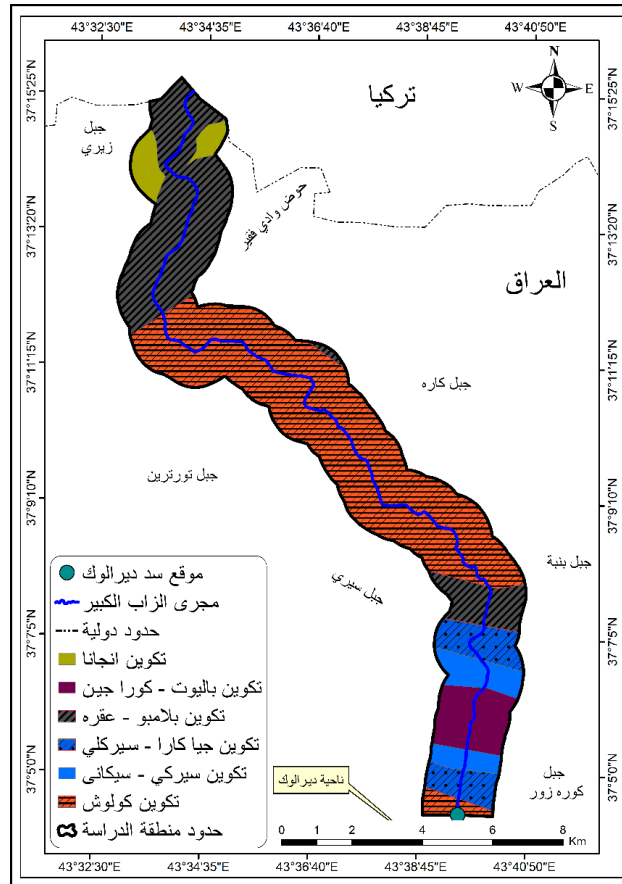
3. خارطة العراق الإدارية لسنة 2012، الجهاز المركزي للإحصاء، شعبة GIS.

جيولوجية منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة تكتونياً في نطاق الطيات العالية، وتلعب البنية الجيولوجية دوراً مهماً في مدى الاستجابة الهيدرولوجية لعمليات النحت والتعرية النهرية، لذلك تعتمد كمية الترسبات النهرية على حمولة النهر وكمية المياه الجارية، فتوجيه تدفق المياه في المجرى يتأثر بوجود العوائق كالصخور الصلبة والترسبات الكبيرة مما يؤدي الى انعطاف والتواء في المجرى النهري والذي يعتبر بداية نشوء المنحدرات والالتواءات النهرية (Joudeh, 2003). ولمعرفة اهم التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة يُنظر الى الخريطة (2) وجدول (1) وهي بإيجاز من الاقدم عمرا الى الاحدث كالاتي:

1. **تكوين انجانا:** يعود أصل هذا التكوين الى عصر المايوسين الأعلى، ويكون على شكل متدرج منتظم من الحبيبات الناعمة من الرمل الى الحبيبات الخشنة في الأعلى، ومن اهم مكوناته حجر المارل وحجر السلت وحجر الطين ذات اللون الرمادي او الأحمر (Al-Mzoury and Al-Omire, 2021) يعد أصغر تكوين مساحي في منطقة الدراسة بمساحة تبلغ (1.95 كم²) ونسبة مئوية تصل الى 3.49 %.

2. **تكوين باليوت - كورا جين:** يعود هذا التكوين الى العصر الترياسي الاعلى ويتكون من الحجر الجيري الرقيق وسمكه لا يتجاوز 50 متراً، فضلاً عن وجود صخور الدولوستون والصخر الزيتي الناعم بسمك يصل الى 35 متراً (Sissakian, 2013)، يشكل هذا التكوين نسبة ضئيلة 6.47% بمساحته البالغة (3.62 كم²) امتدت بنطاق ضيق بالقرب من جبل زيري وعند الحدود العراقية التركية.



خريطة 2. جيولوجية منطقة الدراسة (المصدر Republic of Iraq , State Establishment Of Geological Survey and Mining , Geological Map Of Kany Rash QUADRANGLE , Sheet NJ-38- 10 , Baghdad – Iraq , 1995 . ومخرجات برنامج ArcMap v10.8.1).

3. **تكوين بلامبو - عقرة:** يرجع الى العصر الطباشيري السفلي ويتكون من صخور جيرية ذات طبقات رقيقة يتداخل معها المارل الاخضر والصخور الزيتية الرقيقة فقط، يتراوح سمكها من 600-900 متراً، بلغت مساحة التكوين (15.37 كم²) بنسبة مساحية بلغت 27.48%، ويتوزع انتشاره في الجهات الشمالية من منطقة الدراسة.
4. **تكوين جيا كارا - سيركلي:** يحتوي هذا التكوين على احجار جيرية رقيقة وسجيل كلسي، ويعلو التكوين حجر جيري صلصالي يكون ممزوجاً مع سجيل، وتتكون الطبقات العليا من سجيل رملي، وشكلت مساحة التكوين (4.02 كم²) نسبة مساحية بلغت 7.20%.
5. **تكوين سيركي - سيكاني:** يعود هذا التكوين الى العصر الجوراسي المتوسط ويتكون من صخور جيرية وحجر جيري دولومائيتي تتداخل معه صخور غضارية، يتباين سمك التكوين ما بين (18 - 122) متراً (Al-Sayyab et al., 1982)، وتبلغ مساحته (3.05 كم²) وبنسبة مئوية بلغت 5.44%.
6. **تكوين كولوش:** تعود ترسبات هذا التكوين الى عصر الباليوسين ويمتد حتى نهاية عصر الايوسين الاسفل، يتكون من مجموعة من الصخور منها صخور السلت والسجيل والحجر الرملي والطيني بالإضافة الى حجر الصوان (Al-Brifkani et al., 2012)، بلغت مساحة هذا التكوين (27.92 كم²) بنسبة بلغت (49.91%) من مساحة منطقة الدراسة، وهي بهذه النسبة تكون اعلى وحدة مساحية أي انه التكوين السائد في منطقة الدراسة.

جدول 1: التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة (من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة 2).

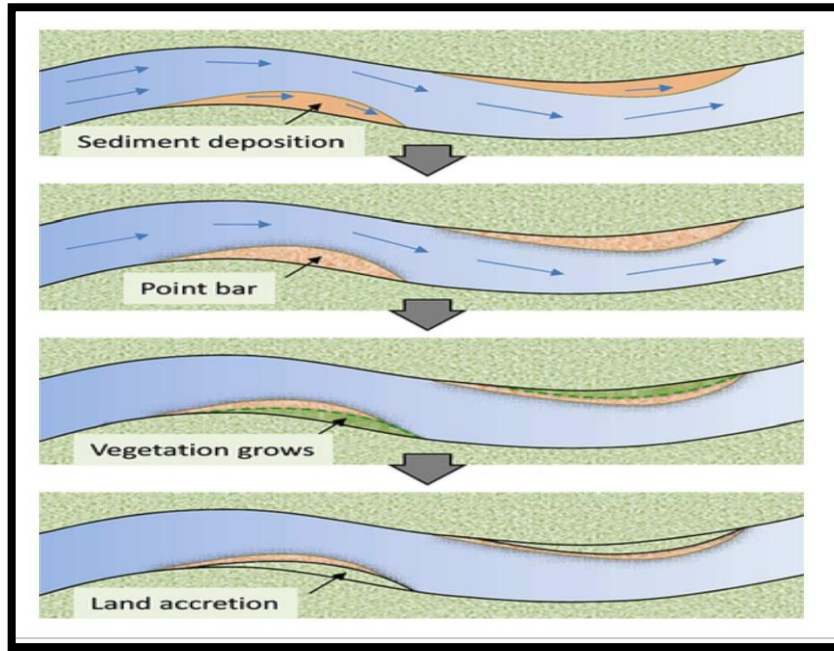
النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	التكوين الجيولوجي
27.48	15.37	تكوين بلامبو - عقرة
6.47	3.62	تكوين باليوت - كورا جين
7.20	4.02	تكوين جيا كارا - سيركلي
5.44	3.05	تكوين سيركي - سيكاني
49.91	27.92	تكوين كولوش
3.49	1.95	تكوين انجانا
100	55.93	المجموع

التغيرات والتطورات في المنعطفات النهرية

تتشكل المنعطفات النهرية نتيجة لعدة عوامل، منها التآكل والترسيب (خريطة 1).

ويمكن تلخيص مراحل تكوين المنعطفات النهرية كالتالي (Joudeh, 2003):

1. **التآكل الأولي:** يبدأ بتآكل التربة والصخور على طول المجرى النهري بفعل التيار المائي والجاذبية الارضية.
2. **النحت النهري الجانبي:** يزداد حجم التآكل في الجهة الداخلية للمنعطف نتيجة للتآكل المستمر، مما يعزز عملية التعرية النهرية ويزيد من حجم المنعطف.
3. **الترسيب:** تتمثل المواد المنحلة والتي تم جلبها من الجهة الخارجية للمنعطف في ترسيب رواسب في الجهة الداخلية، مما يساهم في تثبيت وتشكيل المنعطف بشكل أكبر وهذه العمليات تتكرر بمرور الوقت، مما يؤدي إلى تكوين منعطفات نهرية طويلة ومعقدة.



شكل 1. تدرج التطور في الالتواءات والمنحدرات النهرية (Shimzu, Nelson, 2019)

التحليل المورفومتري للمجرى النهرى (طول، عرض، عمق)

يلعب المناخ دوراً مهماً في تشكيل المجرى النهرى، فالشتاء البارد والثلجي والصيف الطويل الدافئ والجاف هي السمات المناخية في كامل منطقة شمالي العراق (Bety, 2013). ان الدوران الثانوي وخاصة في الانحناءات المتعرجة يساعد على تحفيز التيار المائي بالترنح افقياً عبر القناة النهرية، وذلك عن طريق مزيج من قوتين الطرد المركزي للنهر وقوة التدرج بالضغط الجانبي للنهر، مما يؤدي التأثير الاول الى تراكم المياه المجاورة على الضفاف النهرية المتدفقة حول المنعطف ويسمى هذا التراكم ارتفاع المنسوب المائي، ومن ثم يؤدي الى انخفاض المنسوب المائي للنهر بشكل تدريجي وعلى جوانب القناة النهرية ويتم تحديد التغير النهرى عن طريق تغير المنسوب النهرى (Xie, 2021). يعاني رافد الزاب الكبير وعلى مدى عقود من الزمن من التجزئة النهرية، بمعنى ان النشاط النهرى يختلف ما بين منطقة واخرى وبشكل متزايد بسبب بناء سدود في داخل تركيا كسد اعالي الزاب شمال بلدة حكارى وسد سولوت الذي يقع في وادي بوبلاش وسد جالديران والذي يبعد 36 كم من طريق باشقلا - حكارى ويبلغ خزينه المائي (263) مليون م³ وسد حكارى الواقع بالقرب من طريق حكارى - جيكور وبخزن مائي بلغ (22) مليون م³ (Jaafar, 2013)، مما أثر سلباً على المناسيب المائية ومن ثم أثر في تنشيط العمليات الجيومورفولوجية.

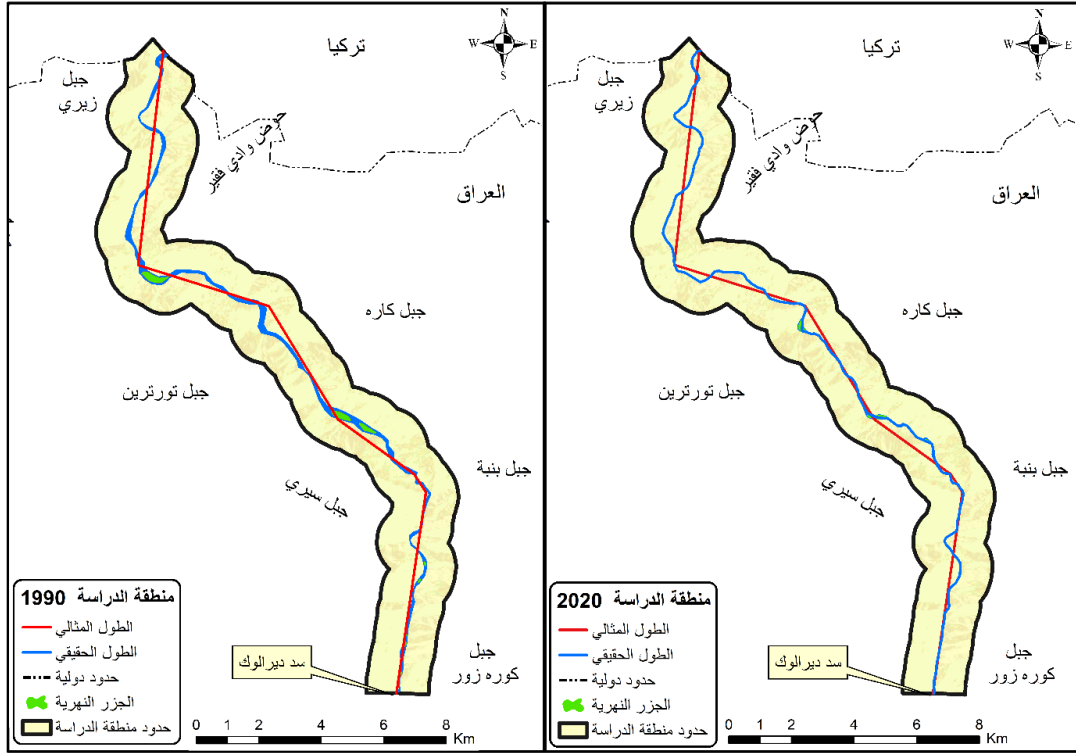
طول المجرى النهرى الحقيقي والمثالي خلال مدد زمنية مختلفة 1990-2020

خلال تحليل المرئية الفضائية للعام 1990 ومقارنتها مع المرئية الفضائية للعام 2020 واللذان تم الحصول عليهما من القمر (Landsat 9-5) بتاريخى 2020-2-8 و 1990-2-8 من موقع (USGS) تبين ان هناك تطور وتغير جيومورفولوجى، فالتطور هنا يشير للعمليات الطبيعية التي تشكل الأرض بشكل تدريجي على مر الزمن، اما التغير فهو التحولات الفعلية في هيكلية السطح الأرضي ويرتبط بالتأثيرات الطبيعية أو البشرية.

تلعب الظروف المناخية والمواقف الهيدرولوجية دوراً مهماً في تطور العمليات النهرية، مع الأخذ في الاعتبار خصائص الصخور، مما يؤدي في النهاية إلى تطوير وحدات مختلفة من أصل نهرى (Bety, 2013). فمن الواضح على الالتواءات والمنحدرات النهرية في اغلب الاجزاء النهرية للمجرى الرئيس أن بعض المواقع لم يطرأ عليها تغيير كبير في خصائصها

المورفومترية والمورفولوجية، وهذا يؤكد ان بعض الاجزاء في المجرى النهري اتخذت منعطفاتها والتواءاتها عمقاً عمودياً في صخور شديدة الصلابة، صعب على منعطفات والتواءات رافد الزاب الكبير ان تنحرف وتهاجر عن مجراه الرئيس، لذلك ناضل النهر في ارض جبلية وعرة ليشق مجراه نحو مصبه جنوباً.

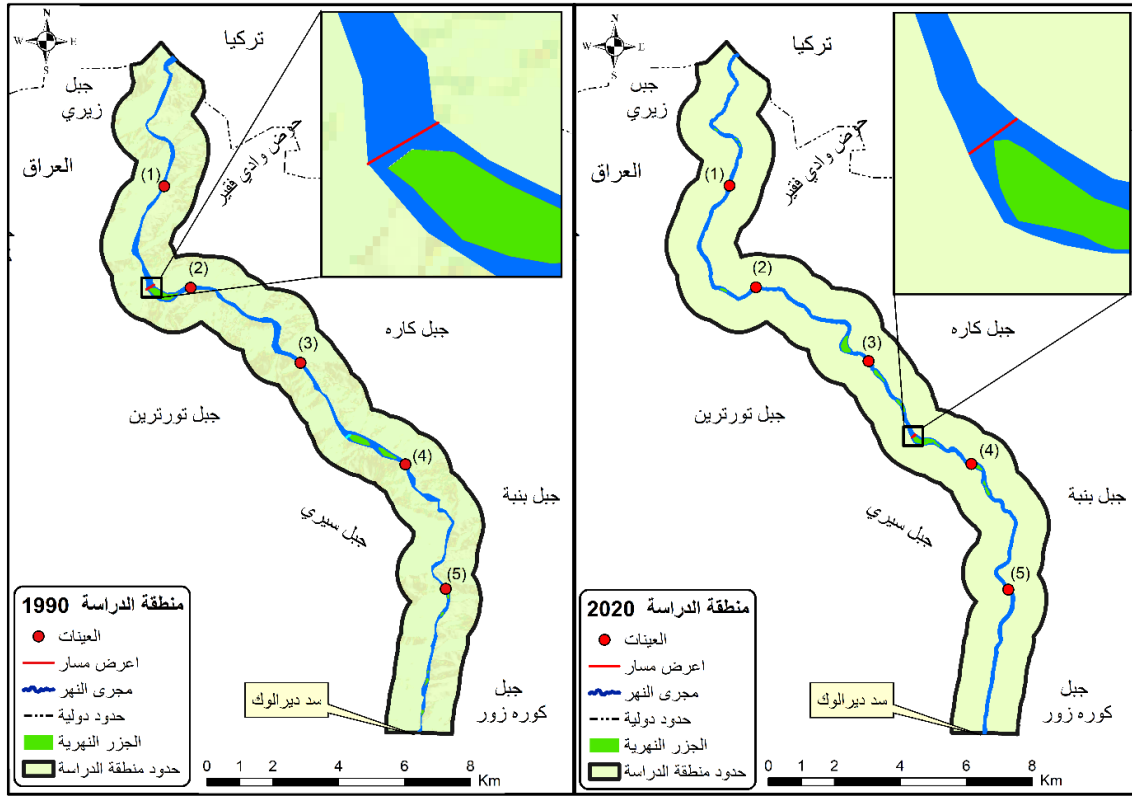
بلغ طول المجرى النهري الحقيقي لرافد الزاب الكبير المقاس بالاعتماد على خط التالوك من وسط النهر (29.60 كم)، وبلغ طوله المثالي (25.74 كم) في عام 1990 بنسبة تعرج بلغت (1.14 كم)، اما في عام 2020 فبلغ طوله الحقيقي (29.00 كم) وبطول مثالي بلغ (25.74 كم) بنسبة تعرج بلغت (1.12 كم)، لذلك تنطبق على النهر في منطقة الدراسة صفة الالتواء (الخريطة 3).



خريطة 3. الطول الحقيقي والطول المثالي لمجرى رافد الزاب الكبير لعامي (1990-2020) (المصدر: أُنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، و مرئيتين فضائيتين من القمر (Landsat 9-5) تم الحصول عليهما بتاريخ 2020-2-8 و 1990-2-8 من موقع (USGS) ومخرجات برنامج (ArcMap v10.8.1).

بيانات عرض المجرى النهري الرئيس والمقاطع العرضية لمنطقة الدراسة لعامي 1990-2020

هناك تباين واضح في عرض النهر يشير إلى وجود تغيرات في عرض المجرى النهري وعلى طول القناة النهريّة ولكن بنسب متفاوتة من حيث تحليلها الافقي والعمودي، ويرجع سبب هذا التباين الى عوامل طبيعية تضاريسية ومناخية مجتمعة كالأمطار وتغير التدفقات المائية وقد يؤثر هذا التغير على الحياة النباتية والحيوانية، ويعود السبب في هذه التغيرات لعوامل بشرية ايضاً متمثلة بالتقيب عن الرمل والحصى، فضلاً عن اقامة سد ديرالوك. تم اخذ العديد من العينات وعلى طول المجرى النهري باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وجميع القراءات سجلت تراجعاً ملحوظاً في عرض المجرى النهري للزاب الكبير وبفارق كبير، اذ تم تسجيل عرض نقطة بمقدار (264,00 متر) في عام 1990م، تناقصت الى (120,98 متر) في عام 2020م، وبفارق عرضي بلغ (143 متراً)، حيث سجل تغيراً في عرض المجرى النهري بشكل كبير (الجدول 2 والخريطة 4).



الخريطة 4. عينات عرض المجرى النهرية في منطقة الدراسة لعامي (1990 - 2020) (المصدر: أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، ومرئيتين فضائيتين من القمر (LandSat 9-5) التي تم التقاطهما بتاريخ 2020-2-8 و 1990-2-8 من موقع (USGS) ومخرجات برنامج (ArcMap v10.8.1).

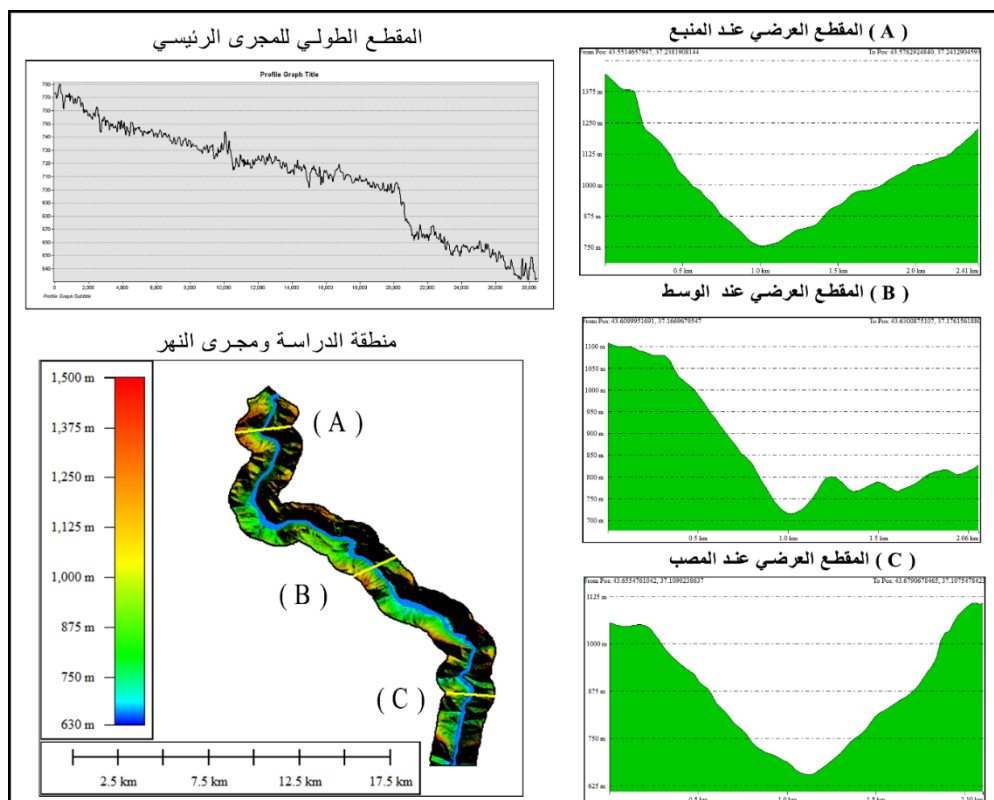
جدول 2: عينات عرض المجرى بالأمتار في منطقة الدراسة

2020	1990	العينات
48.96	130.52	1
27.97	110.07	2
23.99	109.01	3
49.71	118.28	4
46.88	100.25	5
120.98	264.01	أعرض نقطة

تم تقسيم المجرى النهرية الى ثلاث مقاطع بناءً على طبيعة التضاريس والخصائص الهيدرولوجية للنهر، وتم تحليل عرض المجرى واكتافه النهرية ووضع نتائج التغيرات العرضية في جدول (3) وخريطة (5) وكالاتي:

أ- المقطع الاول والذي أطلق عليه نقطة البداية: من خلال معطيات برنامج (Global Mapper) بلغ الطول الافقي للمقطع (2.405 كم)، تبين ان اعلى نقطه في المقطع العرضي بلغت (1444.692 متر) عن مستوى الاراضي المجاورة، بالقرب من دخوله الاراض العراقية-التركية، اما أدنى نقطة انخفاض فبلغت (755.09 متر)، وبفارق ارتفاع بلغ (689.59 متر)، وسجل انحدارا عاما بلغ (5.18 درجة)، واعلى انحدار له كان (69.88 درجة).

ب- المقطع الثاني والذي أطلق عليه نقطة الوسط: بلغ طول الخط المستقيم العرضي (2.055 كم)، سجل تباين واضح ما بين أعرق وأدنى نقطة، فكان ارتفاع اعلى نقطة (1107.9 متر)، وانخفض نقطة سجلت (715.4 متراً)، وبفارق بلغ (392.5 متراً)، وبانحدار عام بلغ (7.77 درجة)، وتم تسجيل اعلى انحدار سجل (40.16 درجة).



خريطة 5. عرض المجرى النهري بالأمتار في ثلاث مقاطع لرأف الزاب الكبير لعام 2020 (المصدر: أنموذج الارتفاع الرقمي بدقة تمييزية (30) متر من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي USGS برنامج ArcMap v10.8.1 و برنامج Global Mapper 23.1).

ت- المقطع الثالث والذي اطلق عليه نقطة النهاية: بلغ طول المقطع المدروس (2.103 كم)، وسجل اعلى ارتفاع بمقدار (1108,29 متراً)، وادنى ارتفاع بلغ (715,4 متراً)، وبفارق طولي بلغ (392.8 متراً)، وسجل انحدار عام بلغ (1.43 درجة) وسجل اعلى انحدار بمقدار (61.90 درجة)، ومن خلال تحليل بيانات المقاطع الثلاثة تبين ان هناك تنشيط في عملية النحت والتعرية النهريّة مع قلة الانحدار العام، تدريجياً كلما تقدمنا جنوباً ويرجع السبب لتغير التضاريس والجريان في مناطق اكثر اتساعاً وانبساطاً وقل انخفاضاً، اذ تبين من خلال تحليل المقاطع المدروسة ان منطقة الدراسة تمتاز بوجود بعض الانحدارات الشديدة، وتم تأكيد ذلك من خلال وجود تقارب في خطوط الكنتور وذلك لصغر المساحة الافقية بين خطوطها (Al-Dulaimi, 2001).

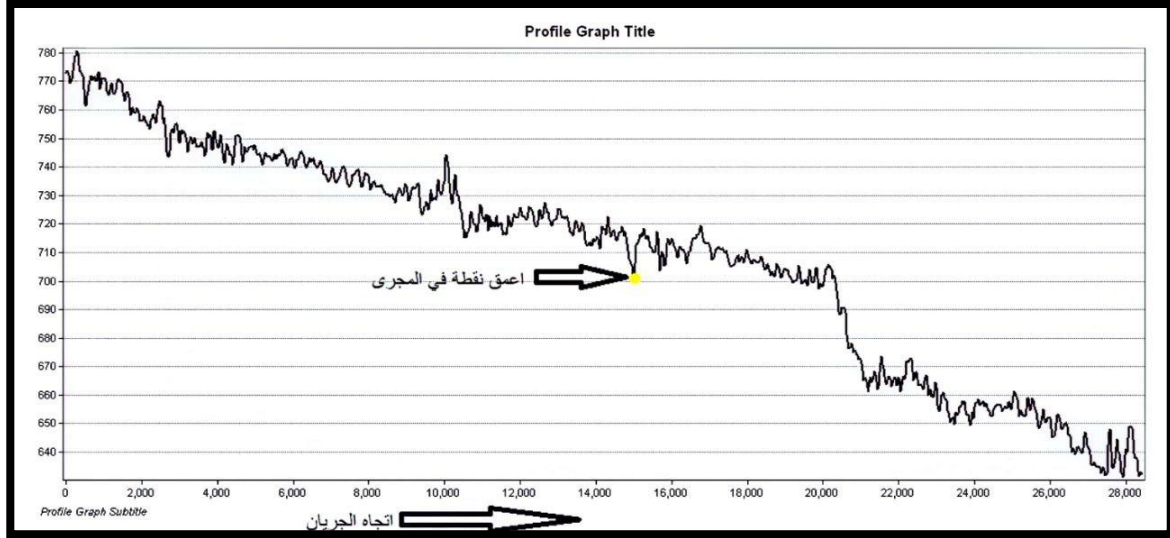
جدول 3. تفاصيل المقاطع العرضية المدروسة.

ت	تفاصيل المقاطع	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
1	مسافة عرض الخط المستقيم (كم)	2,405	2,055	2,103
2	اعلى تضرس في المقطع(متر)	1444,692	1107,9	1108,2
3	أدنى تضرس في المقطع(متر)	755,097	715,4	715,4
4	الفرق بين التضرسين (متر)	689,595	392,5	392,8
5	الانحدار العام(درجة)	5,18	7,77	1,43
6	اعلى انحدار (درجة)	69,88	40,16	61,90

قياس عمق المجرى النهري وتحليل العمق على طول المجرى النهري في عام 2020

هناك تباين في مجرى رافد الزاب الكبير ما بين منطقة واخرى وعلى طول امتداد النهر (الشكل 2)، ويرجع ذلك لوجود معوقات تواجه النهر قد تكون ظاهرة للعيان كالجزر النهريّة او قد تكون مغمورة ترتبط بطبيعة التركيب الجيولوجي للمجرى

المائي، وتتضافر الجهود مجتمعة من اجل احداث تغير وتطور للعمق النهري وبشكل متباين، تم تسجيل اعلى نقطة (780 متراً) عن مستوى سطح البحر في المجرى البالغ طوله (28 كم) في بداية دخوله الاراضي العراقية ولمسافة (500 متراً)، وسجل عند وسط النهر ارتفاعا بلغ (744 متراً) عند مسافة (10 كم)، اما ادنى ارتفاع لقاع المجرى النهري سجل (630 متراً) عند مسافة (28 كم) بالقرب من سد ديرالوك، هذا حسب معطيات نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM-12,5m)، اما اعرق نقطه في المجرى النهري فقد كانت عند مسافة (14,5 كم) اي عند المنتصف وسجل عمق (20 متراً) عن مستوى الاراضي المجاورة للنهر .



الشكل 2. يبين عمق وسط المجرى النهري لرافد الزاب الكبير (المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من موقع USGS ومخرجات برنامج ArcMap v10.8.1).

التطورات والتغيرات المورفومترية للمنحدرات والالتواءات ومناطق الاستقامة النهرية خلال مدد زمنية مختلفة 1990-2020

1- تحليل مورفولوجية المنحدرات النهرية بين عامي 1990-2020

أ- تغير المنحدرات والالتواءات النهرية في منطقة الدراسة: يعتبر تغير المنحدرات النهرية من الظواهر الجيومورفية الأكثر تغيراً في الابعاد المورفومترية للمجرى النهري لرافد الزاب الكبير وان التغير والتطور الحاصل فيها هو نتاج لتنشيط عمليتي النحت والارساب النهري في القناة النهرية، وتكتمل عملية تشكيل المنعطف والالتواء النهري خلال مرحلة الشباب والشيخوخة النهرية (Mahsoob, 2021).

ب- معيار دالة التعرج: هي عملية حسابية يتم تطبيقها عمليا لمعرفة نوع التعرج في الجزء الثانوي من المجرى النهري الرئيس ومن خلال تحليل ناتج المعادلة التي جاء بها (Smith and Stop, 1978) يمكن معرفة نوعه إذا كان منعطفاً او التواءاً او مستقيماً وهذا نص المعادلة:

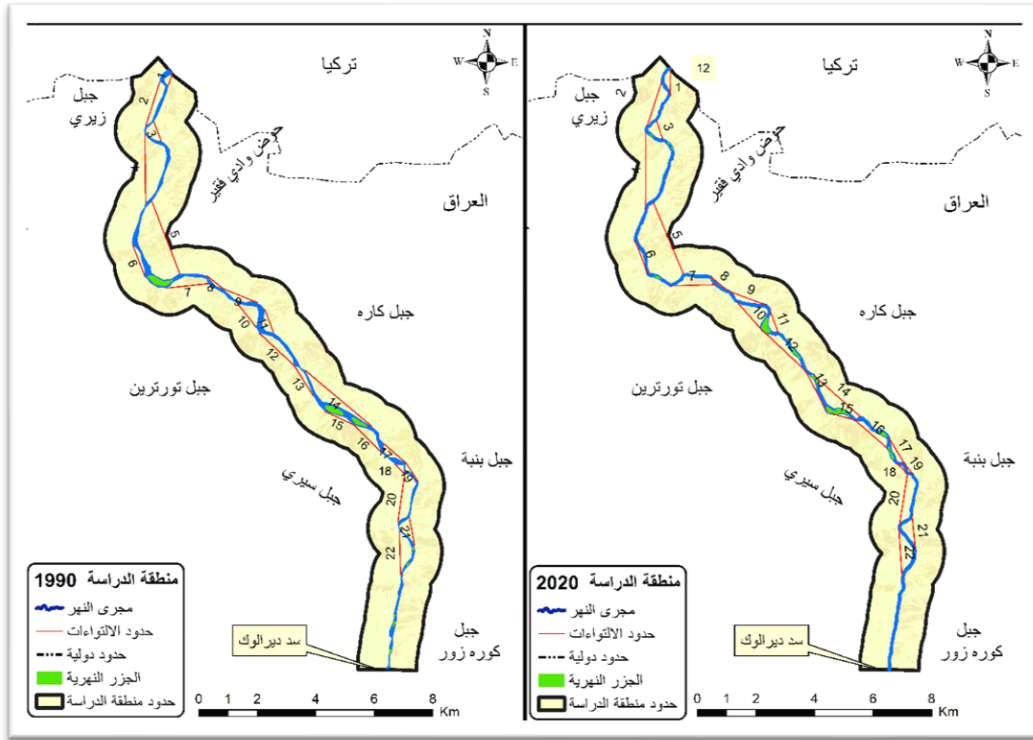
$$\text{دالة التعرج} = \frac{\text{الطول الحقيقي}}{\text{الطول المثالي}}$$

فاذا كان ناتج المعادلة اقل من 1.1 فان المجرى مستقيم، اما إذا كان ما بين (1.1-1.4) فإن المجرى ملتو، وإذا كان الناتج (1.5) فاكثر فهو منعطف (Smith and Stop, 1978).

يتبين من خلال تطبيق المعادلة ان المنعطف يكون أكبر من الالتواء حسب ناتج المعادلة. وطبقت معادلة دالة الانعطاف على كل تعرج في مجرى رافد الزاب الكبير وذلك لمعرفة حقائق المجرى النهري والاستعانة بالمرئيات الفضائية لعامي (1990-2020) وخلال مدة زمنية بلغت (30 عاما)، وذلك من اجل بيان صفة التطور والتغير الحاصل في كل تعرج نهري (الخريطة 6 والجدول 4).

الخريطة

6.



الالتواءات والمنعطفات ومناطق الاستقامة النهرية في منطقة الدراسة (المصدر: أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ومرئيتين فضائيتين من القمر (LandSat 9-5) التي تم التقاطهما بتاريخ 2020-2-8 وتاريخ 1990-2-8 من موقع (USGS) ومخرجات برنامج ArcMap (v10.8.1).

2- تحليل نسبة التعرج في المجرى النهري الرئيس للمنحطات والالتواءات ومناطق الاستقامة النهرية لعامي 1990 و2020:

تم اعطاء ارقام لكل تعرج نهري ما بين مدد الدراسة وهناك تطابق بالأرقام من حيث العدد والمكان لكل تعرج خلال عامي (1990 و2020) فضلا عن تسميتها وبحسب قربها وقرب موجة الانعطافات للتعرجات للمناطق الجبلية (الخريطة 6 وجدول 4) حيث وضعت النتائج كالآتي:

أ- هناك تباين واضح في حجم التعرج الذي يحمل الرقم (1) والذي يسمى بمنعطف وادي فقير 1 (1)، فقد بلغ (1.58 كم) في عام 1990 وتتنطبق عليه صفة المنعطف هنا، ثم تناقص الى (1.19 كم) في عام 2020، وهو بذلك يحمل صفة الالتواء ويرجع سبب هذا التناقص في ناتج دالة التعرج الى التغير الحاصل في طول موجة الانعطاف، اذ كان طولها (432.25 متراً) في عام 1990 ثم ازدادت الى (879.59 متراً) عام 2020 وبفارق طولي بلغ (447.34 متراً) في موجة الانعطاف.

ب- وجود زيادة نسبية في التواء رقم (2) والذي يسمى بالتواء جبل زيري 1 وبلغت نسبة تعرجه (1.13 كم) عام 1990، ثم ارتفع الى (1.21 كم) في عام 2020، وبذلك بقت عليهما صفة الالتواء.

ت- سجل المنعطف رقم (3) والمسمى منعطف وادي فقير 2، ونسبة تعرجه بلغت (1.59 كم) في عام 1990، وازداد الى (1.69 كم) عام 2020 وبقي المنعطف محافظاً على صفته خلال مدد الدراسة وهي صفة المنعطف.

الجدول 4: الانعطافات والانواءات والمدى لسنة 1990 - 2020.

الانعطافات والانواءات والمدى لسنة 2020						الانعطافات والانواءات والمدى لسنة 1990					
النوع	قيمة الانعطاف والانواء	قيمة المدى / متر	الطول الحقيقي / متر	الطول المثالي / متر	ت	النوع	قيمة الانعطاف والانواء	قيمة المدى / متر	الطول الحقيقي / متر	الطول المثالي / متر	ت
التواء	1.19	241.53	1046.16	879.59	1	انعطاف	1.58	225.31	682.61	432.25	1
التواء	1.21	393.21	1975.26	1630.89	2	التواء	1.13	248.67	1796.33	1591.51	2
انعطاف	1.69	434.83	1158.27	687.01	3	انعطاف	1.59	367.16	1095.77	691.29	3
التواء	1.30	910.12	3483.75	2676.15	4	التواء	1.25	737.14	2938.89	2345.70	4
انعطاف	1.55	1081.92	4174.77	2701.01	5	انعطاف	1.51	960.05	3999.18	2642.25	5
مستقيم	1.03	118.93	1319.84	1279.09	6	مستقيم	1.04	141.41	1194.64	1145.53	6
التواء	1.18	349.32	1794.26	1524.33	7	التواء	1.17	341.17	1678.82	1437.35	7
مستقيم	1.03	84.79	735.49	717.18	8	مستقيم	1.03	88.64	729.15	706.62	8
مستقيم	1.02	215.11	1391.48	1364.24	9	مستقيم	1.06	185.48	1343.09	1267.62	9
التواء	1.48	627.91	1919.45	1298.85	10	التواء	1.35	450.89	1387.03	1025.18	10
التواء	1.29	273.66	1100.55	854.34	11	التواء	1.24	270.65	1052.87	851.44	11
التواء	1.11	290.87	2191.08	1970.95	12	مستقيم	1.07	262.08	1733.76	1620.54	12
مستقيم	1.03	143.76	1642.66	1589.81	13	مستقيم	1.04	148.74	1275.11	1225.48	13
التواء	1.17	447.95	2466.88	2115.42	14	مستقيم	1.05	447.56	3123.99	2963.05	14
مستقيم	0.89	125.14	896.49	1002.48	15	مستقيم	1.02	111.59	1096.04	1070.54	15
التواء	1.18	288.44	1724.29	1467.11	16	التواء	1.12	300.28	1471.24	1318.98	16
التواء	1.13	185.88	1172.72	1034.93	17	التواء	1.17	221.03	1169.01	1001.74	17
التواء	1.14	115.54	583.59	511.95	18	التواء	1.37	192.60	571.08	418.23	18
مستقيم	1.07	107.14	493.06	462.29	19	التواء	1.13	149.78	869.49	769.72	19
التواء	1.20	339.69	2135.88	1781.79	20	التواء	1.29	441.12	2121.11	1643.39	20
التواء	1.33	442.87	1572.57	1182.82	21	انعطاف	1.50	403.81	1409.31	936.43	21
التواء	1.20	459.57	2087.27	1735.21	22	التواء	1.18	407.54	1731.65	1469.09	22
		7678.17	37065.77	30467.45				7102.69	34470.17	28573.94	مجموع

ث- الصفة الناتجة للتعرج رقم (4) هي الالتواء والمسمى باسم التواء جبل زيري 2، بلغت دالته (1.25 كم) في عام 1990 وارتفعت الى (1.30 كم) عام 2020.

ج- من خلال تطبيق معادلة (Smith) تبين ان تعرج رقم (5) والذي يطلق عليه تسمية منعطف وادي فقير 3، ويحمل صفة المنعطف في عام 1990 بدالة تعرج بلغت (1.51 كم) بينما ازدادت الى (1.55 كم) في عام 2020 وبقي محافظاً على صفته كمنعطف خلال 30 عاماً.

ح- شهدت نسبة التعرج اختلافاً طفيفاً في تعرج رقم (6) والمسمى بتعرج جبل زيري 3، حيث بلغت دالة التعرج (1.04 كم) في سنة 1990، بينما بلغت (1.03 كم) في سنة 2020 ويطلق على هذا الجزء صفة المجرى المستقيم.

خ- تبين ان التواء رقم (7) ويطلق عليه تسمية التواء جبل تورترين 1 قد سجل ثباتاً في دالة تعرجه بلغ (1.17 كم) في عام 1990، بينما بلغ (1.18 كم) في عام 2020، وبذلك فان صفته هي مجرى ملتوٍ خلال مدد الدراسة.

د- سجل المقطع النهري رقم (8) ويطلق عليه تسمية تعرج جبل كاره 1 دالة تعرج بلغت (1.03 كم) في عام 1990، وسجل ثباتاً نسبياً في دالة التعرج بلغت (1.03 كم) في عام 2020، اتصف النهر هنا بصفة المجرى المستقيم والثبات في ضفاف النهر، وهذا يدل على ضعف عملية النحت النهري لكون الصخور في هذا الجزء شديدة الصلابة.

ذ- ثبت عملياً من خلال تطبيق معادلة دالة التعرج، ان الجزء النهري رقم (9) والمسمى بتعرج جبل كاره 2، بلغت الدالة (1.06 كم) في عام 1990 و (1.02 كم) في عام 2020، لذلك تبين ان صفة المجرى هو نهر مستقيم هنا حسب معطيات دالة التعرج.

ر- شكلت دالة التعرج في الالتواء رقم (10) والمسمى بالتواء جبل تورترين 2، قيمة وصلت الى (1.35 كم) في عام 1990 وازدادت الي (1.48 كم) في عام 2020، والصفة المكتسبة في المنطقتين هي صفة الالتواء النهري.

ز- بلغت دالة التعرج في التواء رقم (11) والذي يطلق عليه التواء جبل كاره 4 (1.24 كم) في عام 1990، اما في عام 2020 فقد بلغت (1.29 كم) وبفارق طفيف بلغ (0.05 كم)، وبذلك ينطبق عليه صفة الالتواء.

س- سجل المنعطف رقم (12) والمسمى بالتواء جبل تورترين 3 تغييراً واضحاً في دالة تعرجه والبالغة (1.07 كم) في سنة 1990، وبذلك تكون نسبته اقل من (1.1 كم) والذي يعتبر خطأً مستقيماً حسب التصنيف المعتمد، ولكن تنشيط العمل الجيومورفي طور المجرى النهري هنا الى ملتو بقيمة (1.11 كم) في عام 2020.

ش- ان التعرج رقم (13) يطلق عليه تسمية التواء جبل سييري 1، ويتبين نظرياً انه ذو شكل ملتو ولكن عند تطبيق دالة التعرج تبين أنه ذو شكل مستقيم في عام 1990، وسجل دالة تعرج بلغت (1.04 كم)، اما في عام 2020 فسجل النهر في هذا الجزء دالة تعرج بلغت (1.03 كم) وهي صفة الاستقامة ايضاً.

ص- شهد المنعطف الذي يحمل رقم (14) وهو التواء جبل بنبة 1 تغييراً ملحوظاً وذلك بسبب زيادة الطول الحقيقي ما بين مدد الدراسة، فكانت قيمته (1.05 كم) في عام 1990 واعتبر هذا الجزء خطأً مستقيماً ولكن تغير مجراه وتحول الى التواء في عام 2020. ومن خلال تحليل الخريطة نظرياً تبين ان النهر اندفع غرباً في هذا الجزء وسجل دالة تعرج بلغت (1.17 كم) (الخريطة 6).

ض- سجل التعرج رقم (15) والمسمى بتعرج جبل سييري 1 تغييراً في دالة تعرجه بلغت (1.02 كم) في عام 1990، بينما انخفضت الدالة الى (0.89 كم) في عام 2020، وبذلك تبين ان هذا الجزء هو مجرى مستقيم.

ط- تبين في التواء رقم (16) والذي تمت تسميته بالتواء جبل سييري 2 ان دالة التعرج سجلت (1.12 كم) في عام 1990، وسجل (1.18 كم) في عام 2020، وحدث تغير خفيف حيث اندفع المجرى شرقاً في عام 2020 بفارق بلغ 253 متراً في طوله الحقيقي وكانت صفته الالتواء.

ظ- بلغت دالة تعرج الالتواء رقم (17) وهو التواء جبل بنبة 2 (1.17 كم) في عام 1990، بينما بلغ تعرجه (1.13 كم) في عام 2020 وبفارق (0.04 كم) (خريطة 6).

ع- سجل التواء رقم (18) ويطلق عليه تسمية التواء جبل سييري 4 تناقصاً واضحاً في دالة تعرجه فكانت فكانت (1.37 كم) عام 1990، بينما بلغ (1.14 كم) في عام 2020 وبفارق تعرجي بلغ (0.23 كم).

غ- يلاحظ في التواء رقم (19) ويسمى بالتواء جبل بنبة 3 ان هناك تحولاً من صفة الالتواء الى صفة المستقيم، اذ سجل دالة تعرج (1.13 كم) في عام 1990 تناقصت الى (1.07 كم) في عام 2020.

ف- شهدت دالة التعرج ثباتاً ملحوظاً في التواء رقم (20) ويسمى بالتواء جبل سييري 5، فقد بلغت (1.29 كم) في عام 1990، ثم (1.20 كم) في عام 2020 (الجدول 4).

ق- شهدت دالة التعرج تناقصاً واضحاً في تعرج رقم (20) ويطلق عليه تسمية منعطف جبل كوره زور فقد بلغت (1.50 كم) في عام 1990 فشكّل النهر في هذا الجزء منعطفاً نهرياً واضحاً في هذه السنة، ثم تناقص على مرور الزمن الى

(1.33 كم) عام 2020 واصبحت صفتها في هذا المقطع ملتوياً، ويرجع سبب هذا التباين الى هجرة المجرى النهري وانحرافه باتجاه الجنوب، اذ سجل فارقاً في طوله المثالي بلغ (246 متراً) في عام 2020.

ك- سجل التواء رقم (22) والذي يطلق عليه التواء ديرالوك دالة تعرج بلغت (1.18 كم) في عام 1990، وقد سجل المجرى النهري في هذا الجزء ثباتاً نسبياً في دالة تعرجه بلغت (1.20 كم) في عام 2020.

3- تغير اعداد الالتواءات والمنحدرات النهرية خلال مدد الدراسة بين عامي 1990-2020:

حصل تطور وتغير في اعداد المنحدرات والالتواءات ومناطق الاستقامة في مجرى رافد الزاب الكبير خلال عامي 1990-2020 في منطقة الدراسة. ان عملية التغير تكون أسرع من عملية التطور للنهر، وبصورة عامة فأن العمليات الجيومورفولوجية النهرية تكون بطيئة في المناطق التي تمتاز بكونها ذات تركيب جيولوجي معقد ومن صخور شديدة الصلابة اذ يضعف هنا عامل النحت النهري لكون تركيبها المعدني يحتوي على معادن قوية ومقاومة للتآكل ويحتاج الى مدة زمنية طويلة قد تمتد الى مئات السنين.

من الجدير بالذكر ان هنالك استثناءات وبالأخص في الانهار التي تمتاز بوجود نشاط فيضاني متكرر والتي تكون ذات مناسيب مائية عالية، اذ تحدث تغيرات بصورة فجائية مما يساعد على تكوين تغيرات في الضفاف النهرية وفي تكوين المنحدرات والالتواءات النهرية بمدة زمنية قصيرة في مجاري الانهار الرئيسية , Hazarika, Kumar Das and Borah (2015).

ولوحظ انه هناك تباين واضح في اعداد المنحدرات والالتواءات ومناطق الاستقامة وحدث تغير مورفولوجي في شكلها، فبلغ عدد الالتواءات النهرية (11) التواء في عام 1990، والمنحدرات بلغ عددها (4) منحدرات في عام 1990، اما عدد المجاري المستقيمة فقد بلغ عددها (7) مناطق بشكل مستقيم بسبب تقارب طولها الحقيقي مع طولها المثالي.

اما في عام 2020 فقد بلغ عدد المنحدرات (2)، والالتواءات بلغ عددها (14) التواء، اما مناطق الاستقامة فقد بلغ عددها (6) مناطق، وبذلك شكّل مجموع التعرجات النهرية (22) تعرجاً على طول المجرى النهري الرئيس لرافد الزاب الكبير (الاعلى) (خريطة 6).

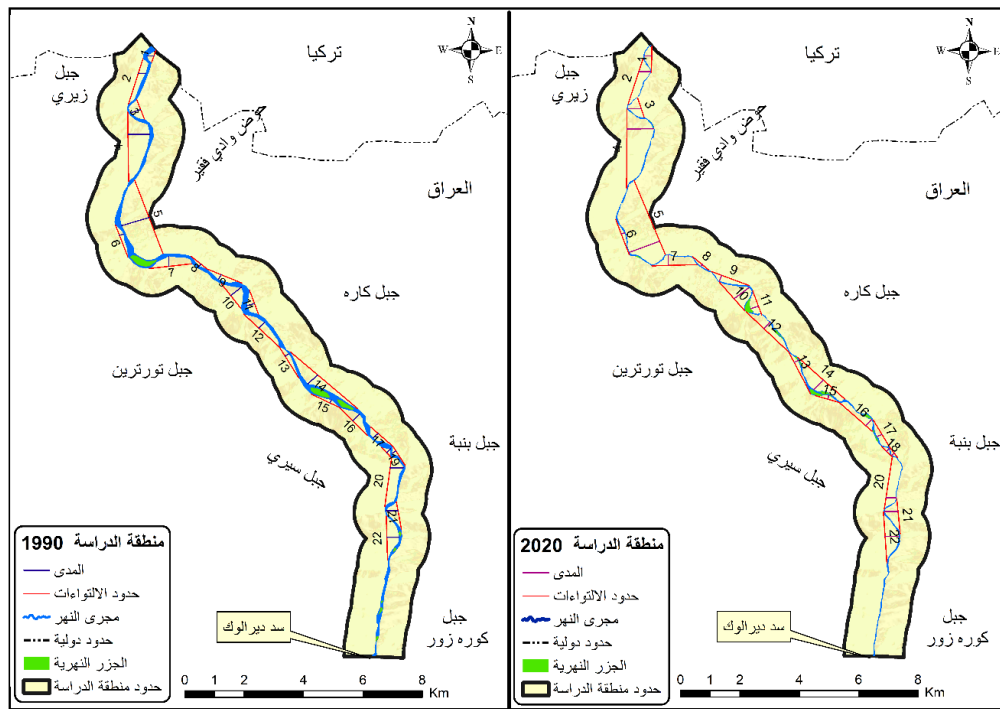
تبين من خلال تحليل النتائج المدرجة في الجدول (4) حدوث تغير وثبات في بعض الاجزاء النهرية ، فالتعرجات التي تحمل الرقم (3،5) بقيت محافظة على صفتها النهرية كمنحدرات لمدة 30 عاما ، اما التعرجات التي تحمل الارقام (2،4،7،10،11،16،17،18،20،22) فتغيرت اطوالها الحقيقية والمثالية ولكن بقيت صفة الالتواء عليها خلال عامي (1990-2020)، اما التعرجات التي تحمل الارقام (6،8،9،13،15) فتبين ان مجاريها بقيت تحمل صفة المجرى المستقيم، وفي التعرجات التي تحمل الرقمين (12،14) تطورت الصفة من مجرى مستقيم الى ملتوٍ، اما تعرج رقم (21) فقد حدث تغير جيومورفي واضح في شكل قناته النهرية فتحول من صفة المنعطف الحاد الى التواء، اما التعرج رقم (19) فتغير من صفة الالتواء الى صفة الاستقامة النهرية.

4- تغير طول المدى في الالتواءات والمنحدرات النهرية في عامي 1990-2020:

يعرف طول المدى في الالتواءات والمنحدرات النهرية بانه المسافة التي تربط بين نقطتين، حيث يربط منتصف المنعطف او الالتواء مع منتصف طول موجة الانعطاف ويتعامد عليها بشكل مستقيم (Hashem, 2014). كشفت الدراسة الحالية ان طول المدى يتغير في اجزاء القناة النهرية ووهذا التغير، يشير إلى التغيرات التي تحدث في الشكل النهري ويمكن أن يكون ذلك نتيجة لعمليات التعرية من نحت ونقل وترسيب او لعوامل بشرية، حيث يتغير مسار النهر بمرور الوقت مما يؤثر على طول المدى الإجمالي للمنعطف.

نستنتج من المعطيات المعتمدة على بيانات الاقمار الصناعية ومرئياتها الفضائية لعامي 1990م-2020م، وبعد اعتماد برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، ينظر الخريطة (7)، من اجل تقييم ومتابعة التطور والتغير والكشف عن ديناميكية الرافد، أطلق على المياه الجارية مكائن الارض والتي سماها (Strahler) لأنها تعد أكثر العوامل تأثيراً على سطح الارض، لكونها تعمل على مهمتين رئيسيتين وهما الاولى تصريف المياه من سطح الارض والثانية تقوم بعمليات جيومورفولوجية (العبيدي، 2021).

ومن خلال تحليل البيانات الواردة تبين ان هناك فارق طولي في طول موجة المدى وعلى طول الامتداد النهري للزاب الكبير فسجل مجموعة اطوال للمدى (7،102 متر) في عام 1990 م وارتفع الى 7،678 متر) في عام 2020 وبفارق طولي بلغ (576 متر)، ويرجع سبب ذلك لعوامل طبيعية وبشرية متمثلة في انخفاض التصاريف المائية بسبب قلة التساقط والتغير المناخي واقامة السدود في تركيا والتتقيب على الرمل والحصى، مما ادى الى تغير المنعطفات والالتواءات النهريّة في المجرى الرئيس واثّر على زيادة او نقص في طول المدى في العديد من الاجزاء النهريّة.



الخريطة (7) المدى وموجة الانعطاف في منطقة الدراسة خلال مدد الدراسة 1990-2020. المصدر: أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ومرئيين فضائيتين من القمر (Landsat 9-5) التي تم التقاطهما بتاريخ 2020-2-8 و تاريخ 1990-2-8 من موقع (USGS). ومخرجات برنامج ArcMap v10.8.1

ويمكن تلخيص ما تبين من الجدول (4) فيما يأتي:

1- تم تسجيل اطول مدى في مجرى رافد الزاب الكبير في المنعطف الذي يحمل الرقم (5) منعطف وادي فقير، حيث سجل طول مدى بلغ (960.05 متراً) في عام 1990م، وبقي هذا المنعطف محافظاً على أكبر طول مدى حتى عام 2020م وبلغ طول مداه (1081.92 متراً).

2- سجل الالتواء رقم (8) التواء جبل كاره1، أدنى مدى طولي وبلغ (88،48 متراً) في عام 1990م، اما في عام 2020م، سجل ايضاً الالتواء نفسه أدنى طول وبلغ (84.79 متر) حيث بقي محافظاً على طولته وبفارق طفيف بلغ (3.69 متراً) في طول المدى.

3- اما الالتواء رقم (14) فسجل ثباتاً في طول مداه بلغ (447 متراً) خلال عامي (1990-2020).

5 - تغير طول موجة الانعطاف او الطول المثالي للتعرج في الالتواءات والمنحدرات النهرية في عامي (1990- و2020)

يمكن تلخيص معطيات الجدول (4) بما يأتي:

1. نستنتج مما سبق ان تعرجات منطقة الدراسة وعلى طول المجرى النهري شهدت العديد من التطورات والتغيرات المورفومترية، خلال السنوات الماضية، فبلغ مجموع اطوالها (28.5 كم) في عام 1990م، ثم ازداد الى (30.4 كم) في عام 2020م، وبفارق طولي بلغ (1.9 كم) وسبب هذا التغير هو الزيادة الحاصلة بالطول الحقيقي الاجمالي في عام 2020 وبمقدار (2,590 كم).
2. سجل الجزء رقم (14) التواء جبل بنبة 1، اطول موجة انعطاف خلال عام 1990م وقد سجل (2963.03 متر)، بينما تناقصت طول موجة انعطافه الى (2115,45 متر) في عام 2020م وبفارق طولي بلغ (847,63 متر) ويعود سبب هذا التطور الى النقص الحاصل في طوله الحقيقي في هذا الجزء وانعكس سلباً على تغير موجة الانعطاف.
3. اما المنعطف الذي يحمل رقم (5) منعطف وادي فقير 3، فقد سجل اطول موجة انعطاف في عام 2020م وبلغ طولها (2701.01 متر).
4. تم تسجيل أقصر موجة انعطاف في التواء رقم (18) التواء جبل سيدي 4، وسجل (418.23 متراً) وذلك في عام 1990 .
5. شهد تسجيل أقصر موجة انعطاف لعام 2020 في الجزء الذي يحمل الرقم (19) منعطف جبل بنبة 3، وبلغ طول موجة الانعطاف (462.29 متراً).
6. سجلت دالة الانعطاف اطوالاً شبه مستقره في بعض الاجزاء مثل منعطف رقم (3) منعطف وادي فقير 2، والتواء رقم (11) التواء جبل كاره 4، وتعرج رقم (15) تعرج جبل سيدي 2، والتواء رقم (17) التواء جبل بنبة 2 (جدول 4) ، ويعود سبب هذا الثبات للعديد من الاسباب منها ثبات سرعة المياه في هذا الجزء وثبات في العمق، فضلاً عن وجود عوائق تمنع من تغير المجرى النهري، كالصخور الصلبة التي تعطي ثبات للمجرى و يؤدي ذلك الى استقرار في موجة الانعطاف.

اهم الاستثمارات على رافد الزاب الاعلى:

يبلغ الايراد السنوي لرافد الزاب الكبير لسنة 2017، (7.25 مليار م/3) وتناقص الى (6.84 مليار م³/م) وذلك في عام 2018 ، يعد سد ديرالوك من اهم المشاريع الاستثمارية في منطقة الدراسة وتعد محطة كهرباء ديرالوك من اهم المشاريع، وهو الاول من نوعية على رافد الزاب الكبير، يقع السد في ناحية ديرالوك التابعة ادارياً لقضاء العمادية ، ويعتمد توليد الطاقة الكهربائية على كمية الايراد المائي السنوي ومناسيب الرافد ، بلغت كلفة استثمار المحطة (151 مليار دولار) وبلغت طاقتها الانتاجية (37.6 ميغا واط) لغرض تزويد مدينتي العمادية وبادينان بالكهرباء (Directorate of Agricultural Statistics, 2018) .

الاستنتاجات

1- بينت الدراسة ان هناك تغير مستمر في مورفومترية التعرجات النهرية، حسب نتائج دالة التعرج، حيث اثبتت الدراسة وجود تباين في الالتواءات والمنحدرات فسجل (11) التواء و(4) منعطف في عام 1990، اما في عام 2020 فقد سجل (14) التواء و(2) منعطف.

2- تغير طول النهر خلال مدة الدراسة، فكان طوله (29,6 كم) عام 1990م وتناقص الى، (29 كم) عام 2020.

- 3- تم قياس عمق المجرى النهري وعلى طول المجرى وتبين ان هناك تباين بالعمق ما بين منطقة واخرى اذ سجل أعمق نقطة عند الحدود وبعمق (780) متراً عن مستوى سطح البحر وبلغ أدنى عمق (630) متراً عن مستوى سطح البحر بالقرب من سد ديرالوك.
- 4- تم التأكيد من خلال قيم المدى ان هناك تفاوت في مجموع اطوال المدى وهذا يدل على تنشيط العمل الجيومورفولوجي، فكان مجموع اطوال المدى (7.102 متراً) عام 1990، اما في عام 2020 فارتفع الى (7.678 متر) وبفارق طولي بلغ (576 متراً).
- 5- يجري النهر في منطقة شديدة التضرس الامر الذي ساعد على حدوث التغيرات في مجراه.
- 6- ان للعامل البشري دور مهم في تغير نظام النهر، خلال الاستثمار الزراعي او اقامة السدود مثل سد ديرالوك لغرض توليد الطاقة الكهربائية والاستفادة منه في الري ومياه الشرب.
- 7- بقي النهر محافظاً على التواءه ويحمل صفة النهر الملتوي على طول مدد الدراسة.
- 8- يعد رافد الزاب الكبير هنا نهراً ناضجاً بالنسبة لمعظم مساره، لكونه اتسم بنسبة من الثبات تقريباً في اخاديد عميقة.

References

- Al-Brifkani, M.J., Al-Matloubi, A.H. and Al-Asadi, Y.M., 2012, Fold Study in Cretaceous and Tertiary Formations in the Bekher Anticline Through Contour Maps, Iraqi National Journal of Earth Sciences, Vol. 12, No. 1. <https://doi.org/10.33899/earth.2012.36259>
- Al-Dulaimi, K.H., 2001, Applied Geomorphology, Hashemite Kingdom of Jordan, Amman.
- Al-Mzoury, H.A. and Al-Omere, S.H., 2021, Geometry and Morphometry of the Heshkaro Valley Basin in Northern Iraq Using Contemporary Techniques, Proceedings of the Third Annual Scientific Conference of the Geography Department / College of Basic Education - Al-Mustansiriyah University, May 24-25. <https://doi.org/10.35950/cbej.v3iSI.5612>
- Al-Obaidi, A.M., 2021, Geomorphology of the Confluence of the Greater Zab Tributary with the Tigris River, MSc Thesis, College of Education for Humanities, University of Mosul. (In Arabic)
- Al-Sayab, S.A., 1982, Geology of Iraq, Ministry of Higher Education, University of Mosul. (In Arabic)
- Azhar Kh. S.B, Abdulhaq N.M, 2021, Hydro-Geomorphological Modeling of Kani-Pan Sub Basin in Sulaimani City Using Spatial Information Technology, Tikrit Journal of Pure Science Vol. 26. <http://dx.doi.org/10.25130/tjps.26.2021.064>
- Bety, A.K.H.S. Urban Geomorphology of Sulaymaniyah City, Using Remote Sensing and GIS Techniques, Kurdistan Region, Iraq. Unpublished PhD Thesis, University of Sulaimani, Sulaymaniyah, Iraq, July 2013; 253 P. (In Arabic)
- Directorate of Agricultural Statistics, 2018, Water Resources Report, Republic of Iraq, Ministry of Planning. (In Arabic)
- Hashim, I.N., 2014, Changes in the Shatt al-Arab Course, Unpublished MSc Thesis, College of Arts, University of Baghdad, Iraq. (In Arabic)
- Jafar, A.T., Ali Talib, 2013, Topography of the Tigris River and Its Natural and Human Challenges, Diyala Journal, Issue 60. <https://doi.org/10.57592/djhr.v1i60.818>
- Joudeh, H.J., 2003. Geomorphology: The Science of Landforms. Dar Al-Maaref Al-Jami'iya, Egypt, First Edition. (In Arabic)

- Mahsoub, M.S., 2001, *Geology of Landforms*, Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo. (In Arabic)
- Nabajit, K.D., Borah, H.A. and Suranjana, B., 2015, Assessing land use changes driven by river dynamics in chronically flood affected Upper Brahmaputra plains, India, using RS-GIS techniques, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.02.001>
- Republic of Iraq, State Establishment of Geological Survey and Mining, 1995. *Geological Map of Kanyrash QUADRANGLE, Sheet NJ-38-(10)*, Baghdad – Iraq.
- Shimizu, Y., Nelson, J., 2019, Advances in computational morphodynamics using the International River Interface Cooperative (IRIC) software. Volume 45, Issue 1.
<https://doi.org/10.1002/esp.4653>
- Sissakian, V.K., 2013, *Geomorphology and Morphometry of the Greater Zab River Basin, North of Iraq*, *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*, Vol 9, No 3.
- Smith, D.I., Stopp, P., 1978, *The River Basin*, first published, Cambridge University Press, London.
- Xie, Q., 2021, *Field Measurements and Predictions of River Flow, Sediment Transport and Morphological Changes*. Division of Fluid & Experimental Mechanics Department of Engineering Sciences and Mathematics Lulea University of Technology 97187-Luleå, Sweden.