

التحليل المورفوتكتونيك لطية عنه وأثرها على تباين شكل قناة نهر

الفرات غرب العراق

د. طه ياسين عبد الله

وزارة التربية – المديرية العامة لتربية الانبار

المستخلص

يتضح من مراجعة المرئيات الفضائية أن مجرى نهر الفرات تأثر ضمن المنطقة المحصورة بين الحدود العراقية السورية غرباً وبحيرة حديثة شرقاً بعدد من التراكيب الجيولوجية من اهمها نمو طية عنه التحت سطحية والتي عملت على تغيير ملامح المجرى النهري وقادت إلى وجود شذوذ حاد فيه، تم إجراء تحليل مورفوتكتوني لطية عنه بالاعتماد على بعض المؤشرات المورفولوجية والجيومورفولوجية التي يمكن من خلالها الكشف عن وجود نشاط تكتوني مؤثر على استقامة مجرى النهر ضمن المقطع المدروس بين الحدود العراقية السورية وبحيرة حديثة، لذا تهدف هذه الدراسة إلى توضيح تأثير نمو واستهضاب طية عنه التي يؤشر وجودها على نشاط نيوتكتونيك قاد إلى تغيير اتجاه مجرى نهر الفرات من اتجاه (شمال غرب – جنوب شرق) إلى (شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب)، معتمدين بذلك على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج نظم المعلومات (Arc Gis10.8) في تطبيق تلك المؤشرات، وقد أظهرت الدراسة وجود تأثير تكتوني على المقطع النهري من خلال الشذوذ المورفولوجي للمجرى المائي الرئيس.

الكلمات المفتاحية: التحليل المورفوتكتونيك، النشاط التكتوني، طية عنه.

Morphotactic analysis of Tayat Anah and its impact on the variation in the shape of the Euphrates River channel in western Iraq

Dr. Taha Yassin Abdullah

General Directorate of Anbar Education

Yassintaha21@gmail.com

Abstract

It is evident from a review of satellite images that the course of the Euphrates River was affected within the confined area between the Iraqi-Syrian border in the west and Haditha Lake in the east by a



number of geological structures, the most important of which is the growth of a sub-surface fold, which worked to change the features of the riverbed and led to the presence of severe anomalies in it. A fold of it based on some morphological and geomorphological indicators through which it is possible to detect the presence of tectonic activity affecting the straightness of the river course within the studied section between the Iraqi-Syrian border and a modern lake, so this study aims to clarify the effect of the growth and aggravation of a fold about it, whose presence indicates the activity of neotectonic. which led to a change in the course of the Euphrates River from the direction (northwest - southeast) to (east northeast - west southwest), relying on the digital elevation model. DEM)) and the information systems program (Arc Gis10.8) in applying these indicators. The study showed a tectonic effect on the river section through the morphological anomaly of the main waterway.

Key words: morphotectonic analysis, tectonic activity, Tayat Anah.

١ - المقدمة

تُعنى الدراسات الجيومورفولوجية النهرية بدراسة وتفسير التغيرات التي تطرأ على النظام النهرى، أي أنها تهتم بدراسة الخصائص الجيومورفولوجية والعمليات النهرية التي تقود إلى تشكيل المنعطفات والالتواءات النهرية من حيث اسباب تكوينها ومراحل تشكيلها وتطور الدورة التحاتية التي تمر بها، فضلاً عن الحركات التكتونية التي أثرت في نظام مجرى النهرى.

شهدت الجيومورفولوجيا النهرية تقدماً واضحاً في الآونة الاخيرة مما انعكس على تطوير الامكانات المتزايدة في اجراء المسح الجيومورفولوجي للعمليات النهرية، ويمكن إبراز اهميتها من خلال دراسة الأشكال الأرضية النهرية المتكونة عن طريق النشاط التكتوني، متمثلة بالمنعطفات والالتواءات الحادة كنتيجة للفعاليات التكتونية، مستفيدين بذلك من تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التعرف على تأثير الظواهر الخطية في سير هذه العمليات.

١-١ مشكلة الدراسة:

يتأثر مجرى نهر الفرات ضمن المنطقة المحصورة بين الحدود العراقية السورية غرباً



وبحيرة حديثة شرقاً بعدد من التراكيب الجيولوجية عملت على تغيير ملامح المجرى النهري وقادت إلى وجود شذوذ حاد فيه مع تغير واضح في مجرى النهر في أماكن دون أخرى من منطقة الدراسة، ومن خلال هذه المشكلة يمكن طرح التساؤلات الآتية: -

- ما هي المؤشرات الجيومورفولوجية التي تدل على تطور البنية الأرضية لمنطقة الدراسة؟

- ما هي العوامل والعمليات التي أدت إلى تشكيل المنعطفات النهرية في منطقة الدراسة؟

- متى يحصل الشذوذ النهري وكيف يُغير في مساراته واتجاهاته، وما هي المؤشرات على ذلك؟

٢-١ فرضيات الدراسة:

يُمكن اعطاء مجموعة من الاجابات الأولية عن التساؤلات التي طرحت آنفاً وهي كالآتي: -

- اثبتت بعض المؤشرات الجيومورفولوجية على تطور البنية الأرضية لمجرى نهر الفرات؟

- إن لعمليات التنشيط التكتوني الحديث دور واضح في تشكيل وتطوير المنعطفات النهرية لمنطقة الدراسة.

يُعد الشذوذ الحاد والمفاجئ مؤشر واضح على انعكاس الظواهر الخطية للمنطقة.

٣-١ أهمية الدراسة:

تكمن أهمية البحث في كونه بحث استكشافي وباكورة عمل لدراسة نهر الفرات بشكل يختلف عما درس سابقاً، أي تناول أثر التنشيط التكتوني على تغيرات مجرى النهر من خلال التركيز على الشذوذ الحاد والمفاجئ لاسيما وان هذه التغيرات بارزة يمكن تشخيصها من المرئيات الفضائية، محاولين بذلك اعطاء تفسير لها وفق بعض المؤشرات التي تبين أثر التنشيط الناجم عن نمو بعض التراكيب الجيولوجية لاسيما نمو طية عنه التي اثرت في مساراته بشكل ملفت للنظر.



٤- أهداف الدراسة:

يهدف هذا البحث إلى توضيح تأثير نمو واستهضاب طية عنه التي يؤثر وجودها على نشاط نيوتكتونيك أثر على تغيير اتجاه مجرى نهر الفرات من اتجاه (شمال غرب - جنوب شرق) إلى (شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب).

١-٥ منهجية الدراسة:

تم الاعتماد على منهج النشأة والتطور الذي يركز على تأثير البنية الأرضية والتطور الذي حصل فيها عبر العصور الجيولوجية وانعكاساتها في تشكيل الوحدات الأرضية فضلاً عن المنهج البارومتري (التحليل الكمي) الذي يركز على إجراء التحليل الكمي باستخدام البيانات الرقمية وبإجراء بعض المعادلات الخاصة.

١-٦ البرامج المستخدمة في الدراسة:

يتطلب إنجاز البحث القيام بالعمل على عدة برامج بُغية الوصول إلى الأهداف المرجوة والتي يمكن إيجازها بالآتي: -
- برنامج (Arc GIS 10.8): في عملية الإخراج النهائي للخرائط، عن طريق توفير قواعد البيانات له.

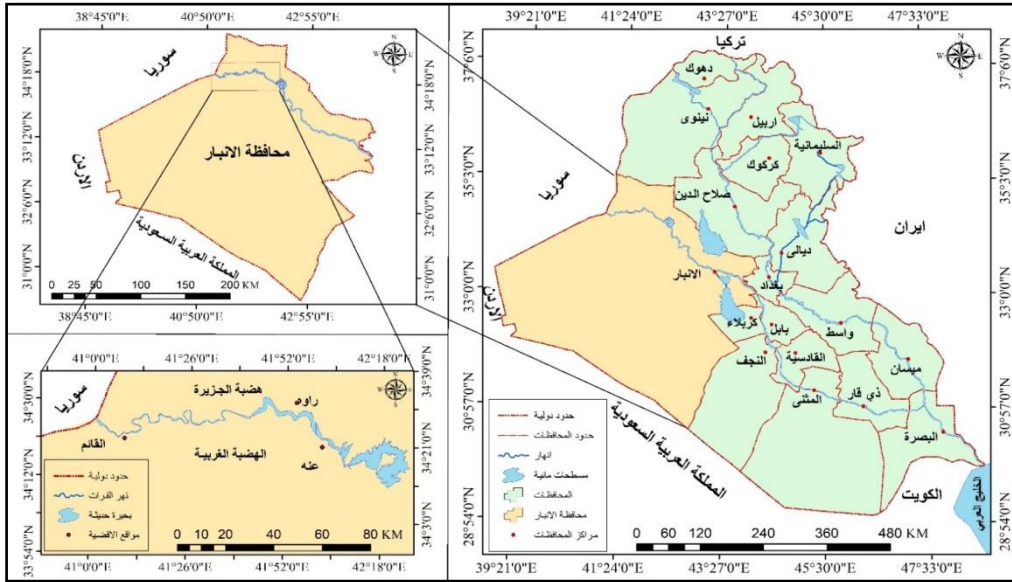
- برنامج (Pcl Geomatica): يمتاز بدقته في استخراج الظواهر الخطية.
- برنامج (Global Mapper 11) تم استخدامه في اخراج بعض الأشكال التوضيحية لطية عنه

١-٧ حدود منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الغربي من العراق والشمال من محافظة الانبار، إذ تتحصر بين الحدود العراقية السورية غرباً وبحيرة حديثة شرقاً، وتحدد فلكياً ضمن الاحداثيات الجغرافية بين خطي طول (° 30' 58" 41 و ° 00' 41" 41) شرقاً ودائرتي عرض (° 15' 21" 34 و ° 33' 33" 34) شمالاً، ينظر الخريطة (١). يبلغ طول المجرى المائي للمقطع النهري ضمن منطقة الدراسة بـ (١٦٢,٥٩) كم طولاً، ويجري ضمن منطقة صخرية على الجانبين والتي تمتاز بضيقها أو عدم وجود سهل فيضي واسع على الجانبين في بعض اقسامه بسبب احاطته بحافتي هضبة الجزيرة من الشمال والهضبة الغربية من الجنوب، إذ

تمتاز حافة هضبة الغربية بارتفاع اعلى من حافة هضبة الجزيرة في بعض المناطق نتيجة للنشاط التكتوني الذي تعرضت له المنطقة والمتمثل بنمو وارتفاع طية عنه.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر: بالاعتماد على وزارة الري، مديرية المساحة العامة، خريطة العراق الادارية لسنة ٢٠٠٠

م، بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠٠ وباستخدام برنامج Arc Gis 10.8.

٢- الوضعية الجيولوجية:

يرتبط المجرى المائي لأي نهر بالتكوين الجيولوجي لما له من اهمية كبيرة في معرفة نوع التكوينات الجيولوجية التي يجري عليها النهر فضلاً عن أهميتها في تفسير سبب التغيرات في مناطق دون اخرى، ويمكن دراستها على النحو الآتي: -

٢-١ التتابع الطباقى للمجرى النهري:

تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف المستقر ضمن نطاق ابو الجير الثانوي مما جعلها تتأثر بالظروف التي كونت هذا الفالق، فنجم عنها تعرض بعض المناطق إلى ثنيات وتحديات تعكس وجود بعض الطيات تحت السطحية التي تخترق المنطقة، فضلاً عن الصدوع والفواصل التي لها دور كبير في تشكيل المظاهر الارضية في منطق الدراسة^(١).

يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية الموجودة في منطقة الدراسة بين عصر المايوسين الأسفل إلى البلايوسين فضلاً عن ترسبات الزمن الرباعي، وبذلك تعكس بيئات ترسيبيه

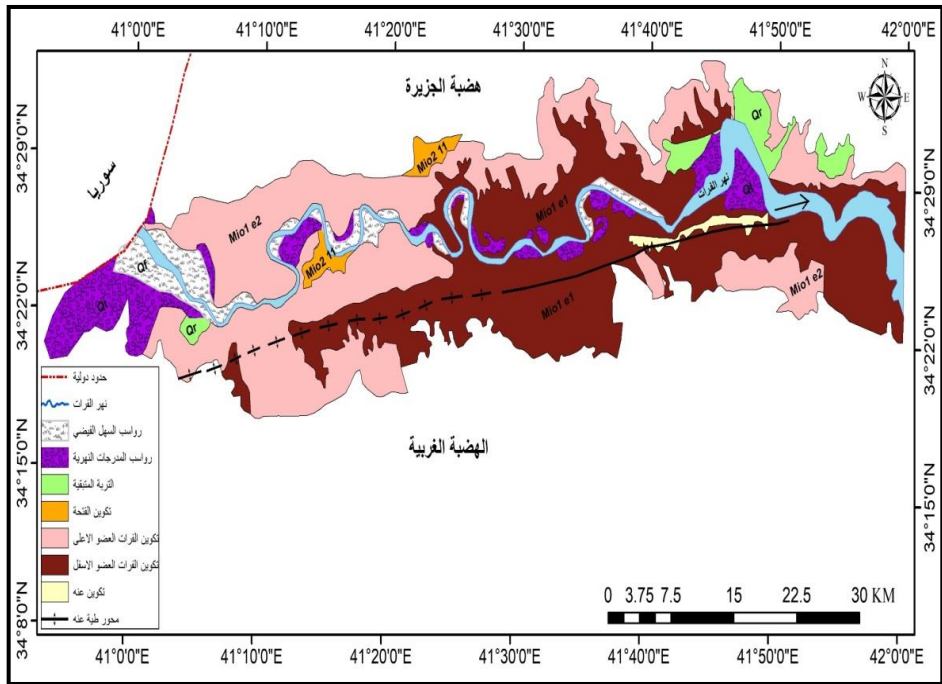
مختلفة، إذ يمثل تكوين الفرات ضمن الزمن الثلاثي أقدم التكوينات المنكشفة في منطقة الدراسة وهو محدود الانكشاف تليه تكوينات أخرى ثم ترسبات الزمن الرباعي، وفيما يأتي وصف للتتابع الطباقى للتكوينات الجيولوجية والترسبات المنكشفة في منطقة الدراسة من الأقدم إلى الأحدث وكما يأتي، ينظر الخريطة (٢).

١-١-٢ تكوينات العصر الثلاثي:

١-١-١-٢ تكوين الفرات:

يحيط هذا التكوين بمجرى نهر الفرات ويتكون من طبقات سميكة من الحجر الجيري المتحجر البحري الأصل والتي يتراوح سمكها بين (٢,٥-٩) متر^(٢)، تعود ترسباته إلى المايوسين الأسفل ويتكون من الصلصال الأبيض الناعم المخضر والذي يتداخل مع طبقة رقيقة من الجبس، كما يتواجد الحجر الجيري الرقيق ذو اللون الأخضر المصفر بسمك (١) متر، تليه طبقات اقل سمكاً من الحجر الجيري المستحاثي ذو لون رمادي مزرق^(٣).

خريطة (٢) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على: ١- الكاظمي وآخرون، الخريطة التكتونية للعراق، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، المنشأة

العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ١٩٩٦.

- استخدام برنامج Arc GIS 10.8.

٢-١-١-٢ تكوين الفتحة:

يعود عمر هذا التكوين إلى (المايوسين الأوسط)، يتكون من تعاقب طبقات من الصخور مثل الجبس والمارل والحجر الكلسي الذي يُعد من أكثر الصخور انتشاراً، إذ يبلغ سمكه (٢٠) متر. كما يعد هذا التكوين مصدراً مهماً لفي صناعة الاسمنت في كثير من المواقع في محافظة الانبار^(٤).

٢-١-١-٣ ترسبات الزمن الرباعي: يمكن تقسيم الترسبات المحيطة بالمقطع

النهرى على النحو الآتي:

٢-١-١-٤ ترسبات المدرجات النهرية:

تُعد من الترسبات القديمة التي تتكون من الحصى بأنواعه المختلفة الاحجام والاشكال وتكون على شكل طبقات متعاقبة من الترسبات، يتراوح سمكها بين (١-١٠) متر^(٥).

٢-١-١-٥ ترسبات السهل الفيضي:

هي الترسبات الناتجة عن فيضان النهر وترسيب حمولته على المناطق المحيطة بمجره وبتكرار هذه العملية يتكون سهل ارسابي، فضلاً عن دور عامل الانحدار وطاقة النهر الحركية وطبيعة ضفافه، وتتكون من حبيبات رملية ناعمة مختلطة مع الطين الناعم لذا تعد من أخصب انواع التربة لذلك تستغل للأغراض الزراعية.

٣- العوامل المشكلة للمقطع النهرى:

٣-١ الظواهر الخطية:

يمكن دراسة تأثير الظواهر الخطية على تغيرات مجرى النهر باعتبارها من العوامل الاساسية المؤثرة في نشاط العمليات الجيومورفولوجية النهرية والتي تعطي أهمية كبيرة في دراسة الاشكال الارضية لمنطقة الدراسة، ويختلف تأثير هذه العوامل من مكان إلى آخر، إذ يمكن ايجازها على النحو الآتي: -

- تؤثر التراكيب الخطية بشكل مباشر في تشكيل الالتواءات والمنعطفات النهرية، ونتيجة للنشاط التكتوني الذي تعرضت له المنطقة فقد ازدادت التعرجات النهرية فيها، إذ تميل الانهار بطبيعة الحال إلى الانجذاب نحو مناطق الكسور والتي تمثل مناطق الضعف الصخري.



- تكتسب المجاري المائية المتأثرة بالنشاط التكتوني صفاتها وخصائصها من التراكيب الخطية ذات الامتدادات الطولية والمتمثلة بالصدوع الرئيسية والثانوية التي تقود إلى توجيه مجاري الشبكة المائية حسب اتجاه تلك الظواهر، وهذه الاتجاهات تكونت نتيجة عمليات التنشيط التي قادت إلى نهوض مستمر لسطح الهضبة.

- تعمل تقاطعات هذه التراكيب على وجود العديد من التعرجات الحادة على امتداد المجرى النهري والتي تُعد مؤشر على استمرار نمو ونهوض طية عنه مما أدى إلى انحراف مستمر للمجرى المائي باتجاه هضبة الجزيرة، فضلاً عن إن طبيعة سلوك الأنهار تتأثر بعدة عوامل منها طبيعة التركيب الجيولوجي وطبيعة التضاريس الأرضية وكمية الايراد المائي^(١).

تجدر الإشارة على الرغم من صلابة تكوين الفرات الذي يحيط بنهر الفرات من الجانبين إلا أن النهر ينثني نحو هضبة الجزيرة أكثر من انثنائه نحو الهضبة الغربية متأثراً بالظواهر الخطية والشقوق والفواصل في تكويناتها الصخرية، مما جعلها أكثر استجابة لعمليات التعرية المائية عكس منطقة جنوب النهر المتكونة من نفس تلك التكوينات فضلاً عن استهضاب طية عنه فيه، إذ يجري نهر الفرات داخل صدع كبير على شكل غور تكتوني (Anah Graben) تنمو على جانبه طية عنه.

٢-٣ الصدوع (Faults):

يتأثر نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة بصدع اقليمي هو صدع (عنه- فتحه- قلعة دزه)، وهو إشارة واضحة لوجود نشاط تكتوني حديث تعرضت له المنطقة، نتج عنه العديد من التراكيب الخطية والصدوع والفواصل والشقوق التي تعمل على اضعاف التكوينات الصخرية، فقد تأثر مجرى النهر بتعرجات كثيرة نتيجة لتعرضه لحركات تكتونية محلية سيطرة على سير جريانه بسبب تقاطع مجاريها مع أسطح هذه الصدوع، كما في المقطع الثاني والثالث، أما المقطع الاول فلا يوجد فيه التواءات ومنعطفات حادة نتيجة ضعف التأثير التكتوني عليه.

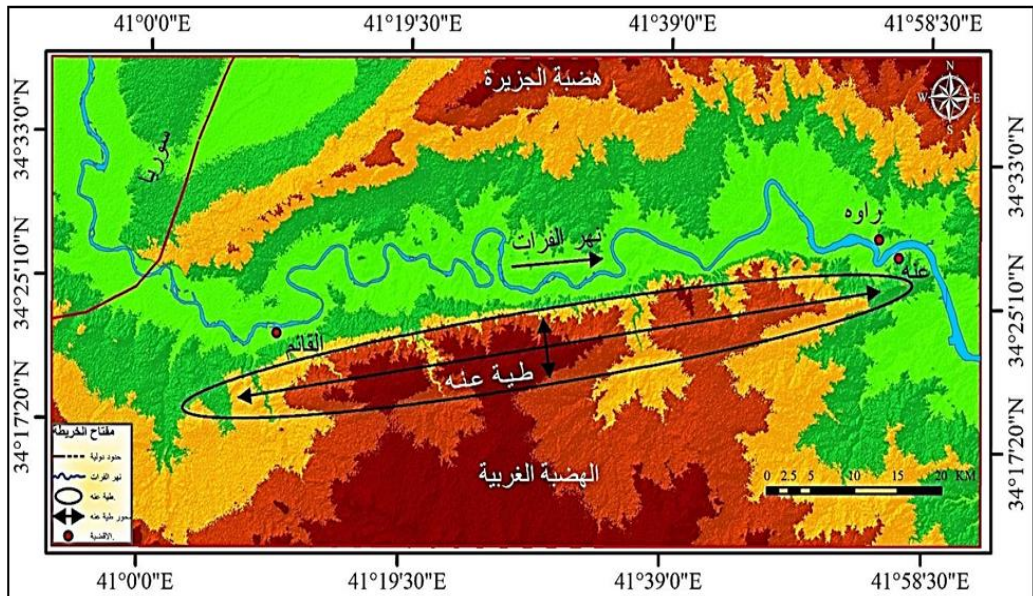
إذ تأثر نهر الفرات بالعديد من الصدوع والتراكيب الجيولوجية التي عملت على تطوير حافات صدعية وتكوين اشكال أرضية ترتبط بها مثل المنخفضات التكتونية التي ادت إلى تكسر الطبقات الصخرية، فضلاً عن عمليات الاستهضاب وما يرافقها من اشكال أرضية ترتبط بها، والتي تعود إلى الحركة الألبية التي أدت إلى تكوين طيات نتج عنها ازاحات عمودية وأفقية في صخور القاعدة وعملت بدورها على تكوين تموجات لطبقات الغطاء

الرسوبي وتكوين أحواض المنخفضات الأغوار (Grabens) والمرتفعات الاستهضابية (Horsts) باتجاهات مختلفة عبر العصور الجيولوجية^(٧)، مما قاد إلى سيطرة شبكة من الصدوع تحت السطحية والتي ساهمت بشكل كبير في نشأت وتطور حوض النهر بشكل عام. ومن خلال ما تقدم يتضح ما يأتي:

- يقع نهر الفرات بين هضبة الجزيرة من الشمال والهضبة الغربية من الجنوب مما يدل على انه يجري داخل حوض كبير نتج عنه غور عنه التكتوني (Anah Graben).

- تشير التغيرات في التعرج على طول مجرى النهر على وجود تنشيط تكتوني حديث فضلاً عن عدم استطاعة النهر عبور منطقة الرفع التكتوني بسهولة، لذا ينحرف عنها بشكل مفاجئ نحو منطقة هبوط واضح بسبب التشوه السطحي الناتج عن النمو المستمر لطية عنة مما سبب زحف مستمر نحو هضبة الجزيرة، ينظر الخريطة (٣).

خريطة (٣) نهوض طية عنة بين هضبة الجزيرة والهضبة الغربية



المصدر: بالاعتماد على:

Sissakin, V.K, And Etal Drainage Indications on the Growth of Anah Anticline West of Iraq, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering vol. 6, no.1, 2016, 29-46
ISSN: 1792-9040 (print), 1792-9660 (online) Scienpress Ltd, 2016 p:30.



١- استخدام برنامج (Global Mapper 11) .

- وجود مجموعة من الأودية الخانقية والأودية الأخدودية حديثة التشكيل المتأثرة بالانزلاقات الأرضية بسبب التنشيط التكتوني، وتطور هذه الهضبة نتيجة تنشيط عمليات مورفومناخية سيما التجوية وتحرك المواد من جهة ومورفوديناميكية المتمثلة بإذابة الصخور الجبسية وتوسعها شيئاً فشيئاً لتكون منخفض واسع من جهة أخرى^(٨).

يوضح منخفض عنه التكتوني (Anah Graben) الذي يمتد جزء كبير منه بمحاذاة نهر الفرات والذي عملت على تكوينه مجموعة من الصدوع ذات امتداد (شرق – غرب) خلال العصر الطباشيري مما أدى إلى ملئه بالرواسب الطباشيرية العليا التي قادت إلى تشكيل هذه المنخفضات^(٩)، تنشيط فعالية هذه الصدوع التي يمتد قسم منها إلى صخور القاعدة العميقة والتي تعترض مجرى نهر الفرات مما زاد من الالتواءات النهرية الحادة له، على سبيل المثال صدع عنه الذي يمتد باتجاه شمال شرق جنوب غرب عابراً نهر الفرات، والذي عمل على كثرة الالتواءات النهرية في المنطقة المحصورة بين قضائي القائم وعنه.

٣-٣ التأثيرات المورفوتكتونية:

٣-٣-١ استجابة المجرى المائي للنشاط التكتوني:

تعد الأنهار من أكثر الظواهر الطبوغرافية التي تتأثر بالنشاط التكتوني، لذا فقد تم تقسيم النهر ضمن منطقة الدراسة إلى ثلاثة أقسام نظراً لتباين تعرجاته بالاعتماد على المربّيات الفضائية، والتي تظهر مدى استجابة المجرى المائي للتنشيط التكتوني لاسيما مع نمو طية عنه أولاً ومرور النهر بمنطقة صخرية تتباين في صلابتها ثانياً، لذا يتطلب التحليل المورفولوجي للنشاط التكتوني لمنطقة الدراسة تحديد شذوذ مجرى نهر الفرات من خلال استجابته لنشاط العمليات التكتونية، فضلاً عن تحليل التضرس للكشف عن نشاط تلك العمليات ودورها في تسارع العمليات الجيومورفولوجية ، إذ يمكن تحديد شكل المجرى المائي وتحديد نشاطه والمراحل التطورية التي يمر بها عن طريق تحليل الخصائص المورفولوجية له والتي يمكن عرضها بالشكل الآتي:-

٣-٣-٢ الشذوذ النهرية في اتجاه مجرى نهر الفرات:

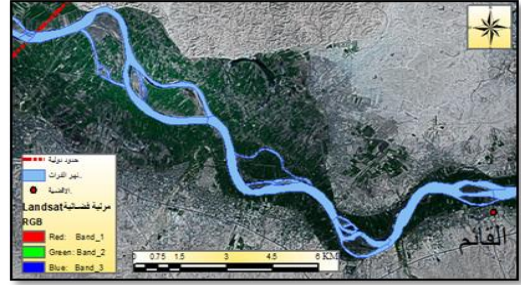
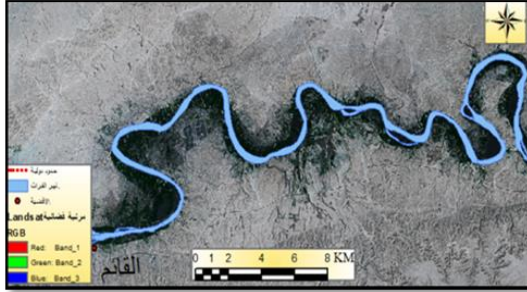
يُقصد بالشذوذ النهرية حدوث تغير مفاجئ في اتجاه مجاري الأنهار والوديان أو حدوث تغير في مجرى مستقيم للنهر أو الوادي بشكل غير طبيعي مقارنةً مع الأشكال

التصريفية الأخرى^(١٠)، إذ يُمكن من خلاله الاستدلال على التنشيطات التكتونية الحديثة وتحديد طبيعتها وأنواعها ومواقعها وعلاقتها بالتركييب الجيولوجية القديمة المرتبطة بها عن طريق ملاحظة وتحليل سلوك ونمط الانهار الجارية والجافة وتحديد طبيعة الشذوذ في هذه الأنهار وما ينتج عنها من مظاهر أرضية مختلفة*.

سيتم دراسة الالتواءات النهرية لمجرى نهر الفرات بالاعتماد على المرئية الفضائية (Quick Bird) بعد تقريبها إلى أكبر حد ممكن وباستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد الخواص المورفولوجية لمجرى النهر، إذ تمثل هذه الالتواءات انحرافاً حاداً في الاتجاه العام للنهر نتيجة لتعرضه إلى تغيرات مورفومترية بسبب طبيعة التركيب الصخري والتضاريس فضلاً عن التصريف المائي الذي يعتمد على كمية الأمطار وموسم سقوطها.

توضح الصورة الفضائية (١) أن نهر الفرات ضمن المقطع الاول يمتاز بوضوح ظاهرة الثنيات النهرية فضلاً عن بعض الملامح مثل التظفر مع تعرج بسيط في سهله الفيضي، في حين توضح الصورة (٢) و (٣) وجود شذوذ حاد ومفاجئ لمجره، علاوةً على ظهور بعض المنعطفات الصدعية النهرية على شكل زوايا حادة بفعل حركات التصدع المختلفة فضلاً عن اعتراض طية عنه لمجره مما ادى إلى كثرة الانعطافات نحو هضبة الجزيرة.

صورة (١) تغيرات اعتيادية ضمن المقطع الأول صورة (٢) تغيرات حادة ضمن المقطع الثاني



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Quick Bird) ومخرجات برنامج Arc GIS 10.8.

صورة (٣) تغيرات حادة ضمن المقطع الثالث



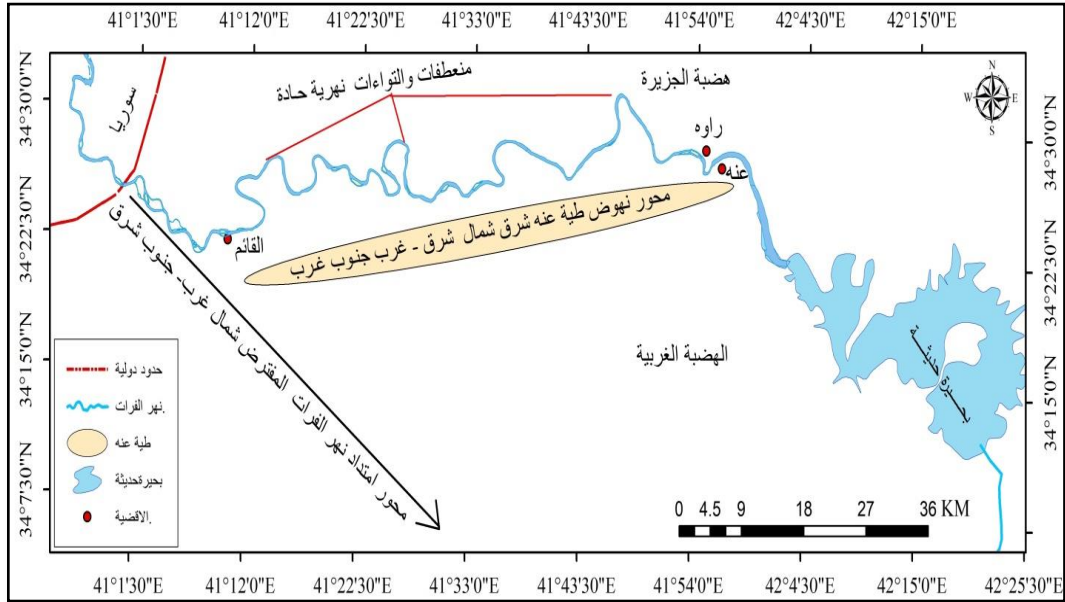
المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Quick Bird) ومخرجات برنامج Arc GIS 10.8.

٣-٣-٣ الانحرافات Deflection:

يكون انحراف النهر حول منطقة الرفع (Uplift) أو في منطقة هبوط واضح كتحول مفاجئ في مجرى النهر المتوافق مع المنطقة المشوهة، يتضح من شكل القناة النهرية أنها تدل على وقوع أحداث جيولوجية معينة غيرت في مجرى النهر والتي تعد بمثابة شواهد جيومورفولوجية على وجود نشاط تكتوني معين، إذ تعكس المنعطفات النهرية والالتواءات الحادة والمفاجئة على وجود زحف وهجران النهر باتجاه هضبة الجزيرة أكثر من الهضبة الغربية نتيجة تأثير طية عنه التي تمتد لمسافة (١٥٠ كم) بمحاذاة نهر الفرات والتي عملت على تغيير مجرى النهر من (شمال غرب - جنوب شرق) إلى (شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب) مما يدل على وجود نوع من التشييط التكتوني عمل على تغيير مجرى النهر بهذا

الاتجاه، ينظر الخريطة (٤)، وما تجد الإشارة إليه أن نمط القناة النهرية يمر بمرحلة النمو لأنه يتغير باستمرار نحو الحت الجانبي مما يحدد ابعاد المنعطفات النهرية من خلال بعض المتغيرات مثل (العرض - العمق - اتساع الطول الموجي)^(١١).

خريطة (٤) تعرجات المقطع النهرى بين هضبة الجزيرة والهضبة الغربية



المصدر: بالاعتماد على:

Sissakin, V.K, And Etal Drainage Indications on the Growth of Anah Anticline West of Iraq, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol. 6, no.1, 2016, 29-46 ISSN: 1792-9040 (print), 1792-9660 (online) Scienpress Ltd, 2016 p:30.

٣-٣-٤ الانتواءات والانعطافات:

تمتاز الانهار بتغيير مجراها بعد خروجها من المناطق الصخرية، وتكون درجة الانعطاف قليلة لا سيما في المقطع الاول، في حين تظهر المنعطفات في ضمن المقطع الثاني والثالث، وهناك العديد من الاسباب التي تلزم الانهار على الانحناء وتغيير اتجاهات مجاريها بزوايا قائمة أو قريبة من القائمة، وهي انعكاس لتأثير العوامل الجيولوجية كالانكسارات المتعامدة وخطوط الفواصل التي يتكيف معها المجرى النهرى.



٤- التحليل المورفومتري للمنعطفات النهرية:

يمكن تحليل المنعطفات النهرية مورفومترياً بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، إذ سيتم تحديد الخواص المورفولوجية لمجرى النهر، من خلال دراسة تأثير التنشيط التكتوني عليه وتكوين المنعطفات الحادة في مجراه، لاسيما وأنها تتقاطع مع الصدوع تحت السطحية والفوالق المستعرضة، إذ تؤثر عمليات الرفع التكتوني في زيادة تعرجات النهر في حين قادت عمليات الهبوط إلى ميل وادي النهر إلى الاستقامة لاسيما عند تباين التكوينات الصخرية فضلاً عن التغيرات المناخية التي عملت على تغيير في درجة انحدار الوادي

٤-١ المؤشرات المورفولوجية للنشاط التكتوني:

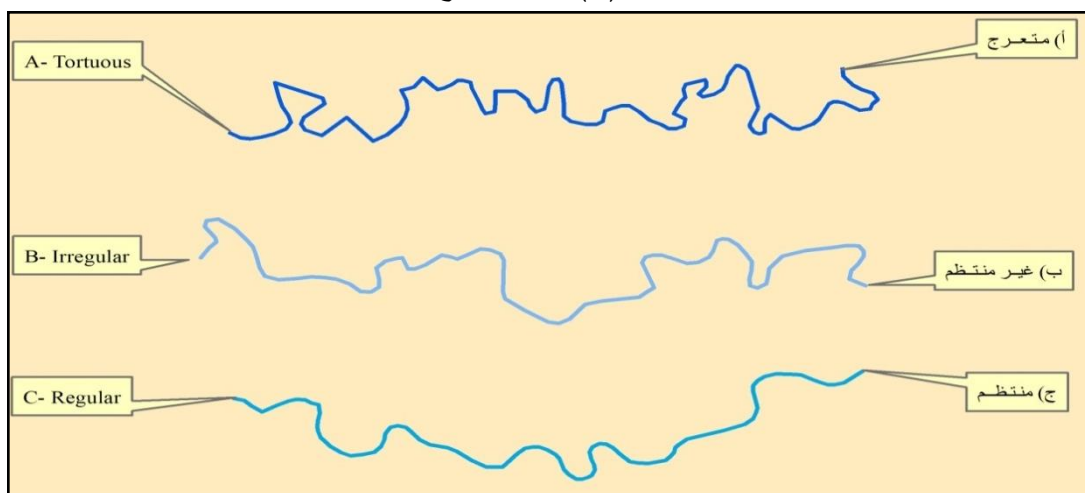
٤-١-١ تباين شدة التواءات المجرى المائي:

ينتج التباين في الالتواءات النهرية بسبب عمليات الرفع المستمرة التي يتعرض لها، وعند تغير نمط القناة تتغير أيضاً الجوانب المورفولوجية الأخرى للقناة مثل التدرج ونسبة العرض والزيادة في العمق فضلاً عن حجم الرواسب^(١٢). إذ تزداد الالتواءات في مناطق الحافات التي تأثرت بالصدوع وعملت على تكوين بعض المنعطفات الصدعية النهرية على شكل زوايا قائمة بفعل حركات التصدع المختلفة، فضلاً عن تباين التراكيب الصخرية المتأثرة بالنمو المستمر لطية عنه مما يصعب تأثير النهر في شق مجراه بسهولة، وتبرز هذه الظاهرة ضمن المقطع الثاني والثالث للمقطع النهرية.

٤-١-٢ قياس دالة التعرج:

يُعد التغير في دالة التعرج (S) دليل على وجود نشاط تكتوني نظراً لتغير نمط القناة، ويمكن تصنيف المقطع النهرية ضمن منطقة الدراسة بأنه من الانهار المتعرجة، وذلك بالاعتماد على دليل التعرج الذي يمثل النسبة بين طول المجرى المائي وطول الخط المستقيم الواصل بين نقطة في المنبع ونقطة في المصب، فإذا بلغت النسبة (١,١) دل ذلك على كون النهر مستقيماً أو منتظماً أما إذا تراوحت ما بين (١,١ - ١,٥) دل ذلك على تعرج النهر، في حين يكون النهر شديد الانعطاف إذا بلغت النسبة أكثر من (١,٥)^(١٣)، ينظر الشكل (١)، الذي يمثل شكل توضيحي مبسط لتصوير اشكال التعرج التي تمر بها الأنهار.

شكل (١) دالة التعرج للأنهار



وسيتم التعرف على نسبة تعرج المجرى النهرى وفقاً للمعادلة الآتية ^(١٤):

الطول الحقيقي

$$\text{نسبة التعرج (معامل الانعطاف)} = \frac{\text{الطول المثالي}}{\text{الطول الحقيقي}}$$

الطول المثالي

يتضح من الجدول (١) والخريطة (٥) أن النهر يتباين في درجة تعرجه من مقطع لآخر، إذ يمكن من خلال تطبيق مؤشر دالة التعرج تقسيمه إلى ثلاثة مقاطع لتسهيل عملية المقارنة بينها وعلى النحو الآتي: -

- يتمثل المقطع الاول في المنطقة المحصورة بين الحدود العراقية السورية وقضاء القائم ويصنف بالمتعرج المنتظم إذ بلغت نسبة التعرج فيه (32١)، نتيجةً لعمليات الهبوط ولوضوح بعض الملامح الجيومورفولوجية مثل التظفر والثنيات النهرية فضلاً عن زيادة في تعرج سهله الفيضي لأنه يجري ضمن رواسب الزمن الرباعي، فضلاً عن بعده من مركز التقبب نتيجة ضعف تأثير التنشيط التكتوني عليه.

- ينحصر المقطع الثاني بين قضاء القائم ووادي جباب ويصنف بانه نهر متعرج، إذ بلغت نسبة التعرج فيه (١,٨٧) مما شكل مجموعة منعطفات وهي ناجمة عن تباين في نوعية الصخور فضلاً عن تأثيره بإستهضاب سطح الهضبة الغربية الناجم عن نمو طية عنه التي توازي مجرى النهر على طول المقطع المدروس ولمسافة (١٥٠) كم طويلاً وأثرت في تغيير

مساره، مما سبب انحراف حاد في مجرى النهر نحو هضبة الجزيرة فضلاً عن كثرة تعرجاته بسبب زيادة الانحدار حتى (العتبة) مما يشير إلى وجود تشوه نشط تظهره زيادة التعرجات مع امتداده.

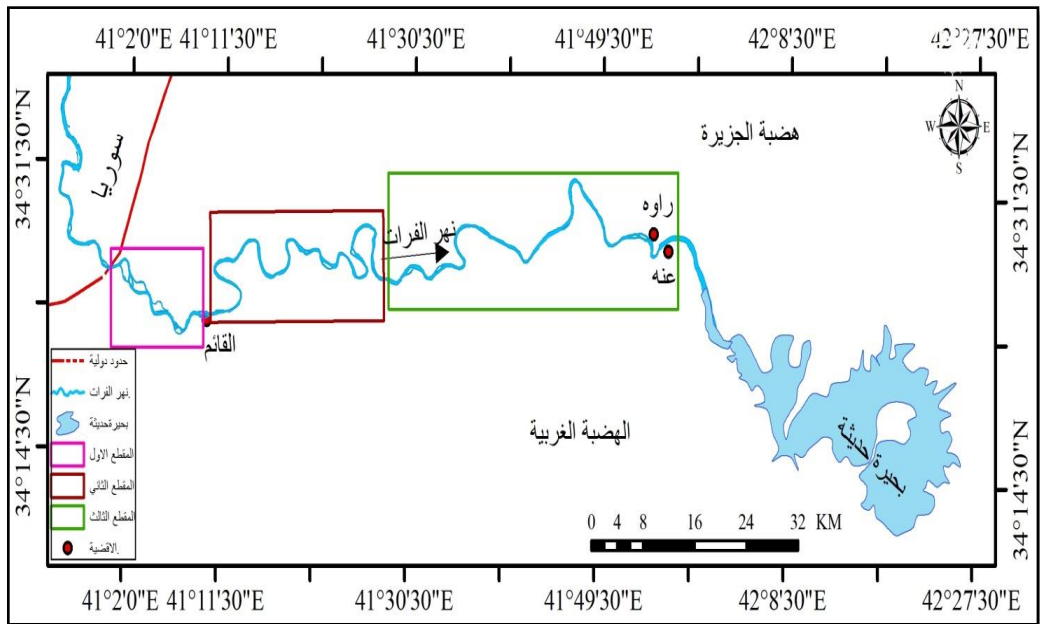
- أما المقطع الثالث بين وادي جباب وبحيرة حديثة ويمتاز السهل الفيضي للنهر بالضيق إذ يصنف بالمتعرج مما قاد إلى تشكيل منعطفات حادة تبلغ نسبة تعرجها (١,٥٩) وهي تجري ضمن تكوينات الفرات العضو الاسفل وتكوين عنه.

جدول (١) نوع المجرى بحسب قيم نسبة التعرج لمجرى نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة

رقم المقطع	المسافة بخط متعرج (كم)	المسافة بخط مستقيم (كم)	نسبة التعرج
١	٢١,٠٩	١٥,٩١	١,٣٢
٢	٧٣,٩٦	٣٩,٥٤	١,٨٧
٣	٦٧,٥٤	٤٢,٣٩	1.59

المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Quick Bird) وباستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

خريطة (٥) مواقع المقاطع المختارة لقياس معامل التعرج



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land Sate) وباستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

٤-٤-٣ تباین انحدار المجرى المائي:

تختلف درجة انحدار النهر بحسب مقاطعه المختارة، إذ تزداد درجة انحداره في المقطع الثاني والثالث المتأثرة بعمليات الرفع وتقل في مقطعه الاول نتيجة ابتعاده عن تأثير التشييط.

٤-٤-٤ عدم تناظر السهل الفيضي للنهر ضمن المقطع المدروس:

تعد الحافات الصدعية من اهم الظواهر الجيومورفولوجية التي قد تنتج عن عمليات التصدع، وقد تنشأ لعوامل مختلفة، يمتاز السهل الفيضي لنهر الفرات بتباين اتساعه ضمن مقاطعه الثلاثة، إذ يتسع ضمن مقطعه الاول بسبب ابتعاده عن تأثير التشييط التكتوني عليه ولانحداره التدريجي مما زاد من ظاهرة التظفر النهري ضمن هذه المنطقة تحديداً، أما مقاطعه الثاني والثالث فتمتاز بإحاطتها بحافات صخرية وأحياناً حائطية الشكل تتبع اتجاه المجرى مما قلل من اتساع السهل الفيضي فيها لاسيما وأنها تجري ضمن غور عنة التكتوني.

يبدأ السهل الفيضي بالاتساع ضمن المقطع الاول والثاني بسبب انحدار المجرى بشكل تدريجي مما عمل على اتساعه، أما المقطع الثالث فيمتاز بضيق المجرى في بعض المناطق مما ادى إلى عدم اتساع سهله الفيضي والذي يجري ضمن تكوينات الفرات الاسفل، ينتج هذا التباين بسبب عمليات الرفع المستمرة التي تعرضت لها المنطقة والتي ادت زيادة في الانحدار، وقد تم التحقق من ذلك من مطابقة تقاطعات هذه الصدوع مع مسارات الأودية وما نتج عنها من منعطفات والتواءات غيرت في مورفولوجية هذه الأودية عند هذه النقاط ، لاسيما في المقطع الثاني والثالث بسبب عمليات الرفع المستمرة مما يظهر تعرجات موازية للمنخفضات (Graben) والطيات تحت السطحية مثل (طية عنه)، وهذا التغير غير الطبيعي والمستمر في مورفولوجية النهر هو مؤشر واضح على نشاط تكتوني للمنطقة (١٥).

٥- تصنيف انماط القناة النهرية لنهر الفرات:

يستند التصنيف الوصفي للقنوات المائية على السبب والنتيجة إذ يمكن اجرائه على أساس خصائص انماطه بالاعتماد على دالة التعرج وتظفر القناة والتفرع النهري، فعندما تكون القناة غير مستقرة تترسب فيها حمولة كبيرة الحجم من المواد الغرينية المترسبة من السهول والمراوح الفيضية فتتشكل الرواسب داخلها على شكل جزر تعترض المياه داخل القناة، فعندما



يتغير نمط القناة تتغير معه الجوانب المورفولوجية الأخرى للقناة مثل التدرج في الانحدار والعرض والعمق والتصريف المائي فضلاً عن حجم الرواس^(١٦).

يمكن تصنيف الانماط النهرية وفقاً لتصنيف (Schumm) الذي يعتمد في تحديد طبيعة القناة النهرية على عدة معايير يمكن ايجازها بالآتي^(١٧):

- **تعرج القناة النهرية:** تُعد الاستقامة الهندسية للأنهار أمراً نادر الحدوث، إذ تتحكم فيه عدة عوامل منها هيدرولوجية وطوبوغرافية وهي تتباين من مكان إلى آخر^(١٨)، إذ يتبع مجرى النهر في جريانه الكسور (Fractures) مما يجعله لا يشهد تطوراً أو تغيراً في شكله كما يحدث في مناطق سهوله الفيضية، فضلاً عن تأثر جريانه في بعض المقاطع بالميل العام لأرضية النهر الأمر الذي يلعب دوراً بارزاً في اختلاف أطوال واتساع مجراه ودرجة تعرجه، وتبرز نسبة التعرج ضمن المقطع الثاني والثالث.

- **تظفر القناة النهرية:** يظهر النمط الظفائري للنهر ضمن المقطع الاول في بداية تشكيل المنعطفات نتيجة الاختلاف في طاقة المجرى، إذ تتصف المنعطفات المظفرة بتدفقات الرواسب العالية وتكون ذات مواد هشة تشكل الضفاف، فضلاً عن طبيعة الانحدار ومتوسط حجم الحبيبات مما يعمل على تغير كبير في تصريف المياه، ويمكن لكل من المتغيرات التي تؤثر على أنماط القنوات أن تكون مستقلة عن النشاط التكتوني^(١٩).

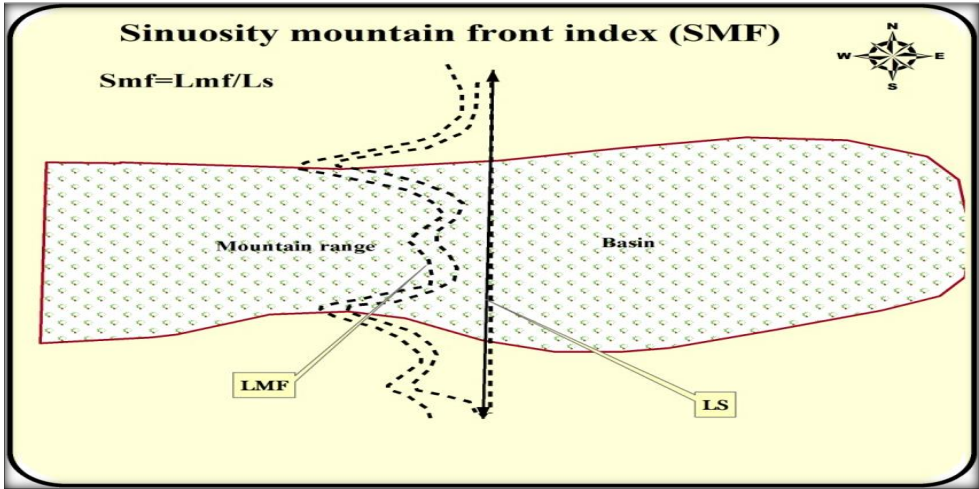
- **تفرع القناة النهرية:** ترتبط ظاهرة التفرع النهرية بتواجد المنعطفات النهرية فتبرز ضمن المقطع الثاني الذي يمتاز بكثرة انعطافاته، إذ يمر النهر بمرحلة النضج فتكون عملية الحت الجانبي أكثر من الحت الرأسي، وتظهر هذه الحالة عندما يقل الانحدار في المجاري المستقيمة أو المنعطفة إلى حد كبير فتشكل بعض المجاري نمطاً متفرعاً، لاسيما عندما تكون عمليات البناء (Aggradation) مرتفعة أكثر من عمليات الهدم (Degradation)^(٢٠).

يتحول النهر الملثوي في بعض الحالات إلى ضفائري في منطقة معينة عندما تكون رواسب السهل الفيضي التي تحتوي على مواد خشنة تجمعت من أنهار قديمة أكثر طولاً، أو ما نقل من رواسب أثناء مدة الفيضانات وتجمعت ابتداء من قاع المجرى ثم ترتفع هذه الترسبات إلى الأعلى وتعميق المجرى في أدنى النهر مما يعمل على تقسيم المجرى إلى جزأين^(٢١)، ويمكن ملاحظة ذلك ضمن المقطع (١) و(٢) لنهر الفرات والتي تمتاز بكثرة التعرجات والمنعطفات النهرية مما ساهم في زيادة نسبة التشعب للمجرى المائي.

٦- المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني:

٦-١ مؤشر تعرج مقدمة الجبل (S_{MF}) Sinuosity mountain front index

يُعد مؤشر (S_{MF}) من المقاييس الجيومورفولوجية التي تُستخدم على نطاق واسع لمعرفة النشاط الزلزالي لكل منطقة، إذ يعكس حالة التوازن بين عمليات الرفع من جهة، وعمليات التعرية الناتجة من الجداول من جهة أخرى، والتي تؤدي إلى تشكيل شذوذ في طوبوغرافية الواجهة الجبلية، ويوضح الشكل (٢) بأنه مع مرور الوقت ينشأ وضع طوبوغرافي متعرج، وبذلك يُعد مؤشر (S_{MF}) انعكاس لحالة التوازن بين عمليات التعرية والقوى التكتونية المشكلة لواجهة الجبل (٢٢).

شكل (٢) تطبيق معادلة المؤشر S_{MF} 

المصدر: بالاعتماد على: Keller, E.A. and Pinter, n. (2002) Pp.137.

وبُغية الحصول على نتائج دقيقة سيتم تطبيق معطيات ذلك المؤشر رياضياً كما في المعادلة الآتية (٢٣).

$$S_{mf} = \frac{lmf}{LS}$$

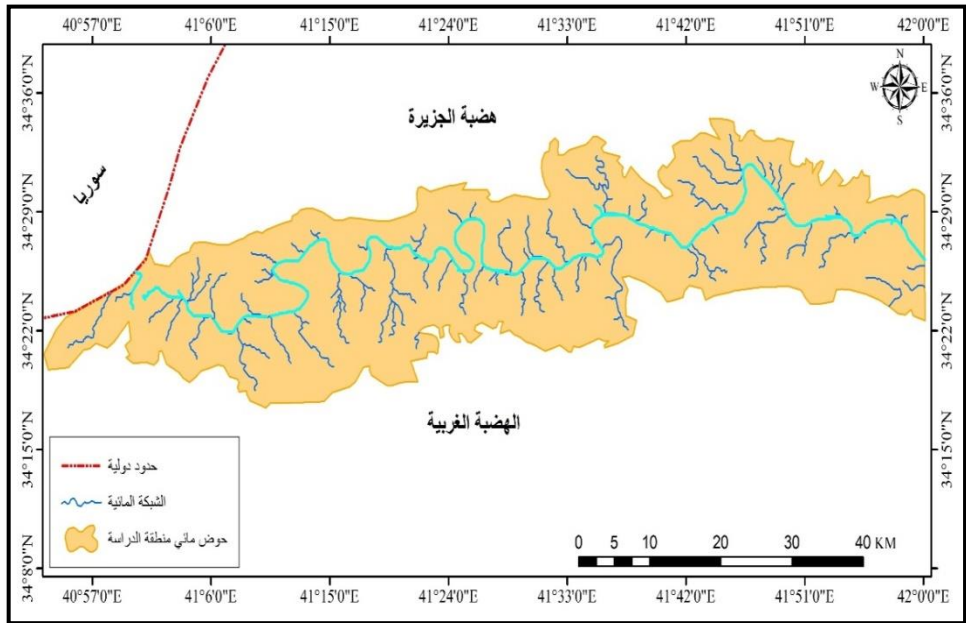
Lmf = طول مقدمة الجبل بشكل متعرج

$s L$ = طول الخط المستقيم لواجهة الجبل

يتضح من تطبيق قيم المؤشر (S_{MF}) رياضياً أنه يبلغ (١,٧) وهذا يُعد مؤشر لوجود نشاط تكتوني عالي تعرضت له منطقة الدراسة، إذ كلما زادت قيمته عن (١) يدل على

حدوث عمليات تنشيط تكتوني (عمليات تعرية، وعورة وتعرج مقدمة الجبل)، أما إذا انخفضت قيمته عن الرقم أعلاه فإنها تدل على عمليات تكتونية أقل أو منخفضة نسبياً^(٢٤). تم تطبيق هذا المؤشر بعد تحديد محيط حوض النهر كحوض مائي على أساس اشتقاق الشبكة المائية، ينظر الخريطة (٦)، إذ يتضح مدى نزوح المجرى الرئيس عن محوره المستقيم مما يعكس وجود نشاط تكتوني ناتج عن عمل إزاحة جانبية بسبب نمو طية عنه من جهة وتباين التراكيب الصخرية من جهة أخرى مما أثر في تغير مسار المجرى باتجاه هضبة الجزيرة أكثر من نزوحه باتجاه الهضبة الغربية. إذ تعرض إلى الكثير من التغيرات في نظام جريانه والتي تعود هذه إلى عمليات تنشيط تكتوني تحت سطحي أدت إلى حدوث ارتفاع نسبي في تضاريس الهضبة الغربية الموازية لنهر الفرات والتي كان يجري فيها النهر، فضلاً عن تغير في الانحدار العام لمجرى النهر وتسبب في زيادة المنعطفات والالتواءات الحادة باتجاه هضبة الجزيرة.

خريطة (٦) منطقة الدراسة على شكل حوض مائي لاستخراج قيم المؤشر SMF



المصدر: بالاعتماد على مرئية فضائية (DEM) وباستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

الاستنتاجات:

١. يقع نهر الفرات بين هضبة الجزيرة من الشمال والهضبة الغربية من الجنوب مما يدل على انه يجري داخل حوض كبير سببه غور عنه التكتوني (Anah Graben)، تأثر نهر الفرات بالعديد من الصدوع والتراكيب الجيولوجية التي عملت على تطوير حافات صدعية وتكوين اشكال أرضية ترتبط بها مثل المنخفضات التكتونية التي ادت إلى تكسر الطبقات الصخرية، فضلاً عن عمليات الاستهضاب وما يرافقها من اشكال أرضية ترتبط بها.

٢. تشير التغيرات في التعرج على طول مجرى النهر على وجود تنشيط تكتوني حديث فضلاً عن عدم استطاعة النهر عبور منطقة الرفع التكتوني بسهولة، لذا ينحرف عنها بشكل مفاجئ نحو منطقة هبوط واضح بسبب التشوه السطحي الناتج عن النمو المستمر لطية عنة مما سبب زحف مستمر نحو هضبة الجزيرة.

٣. سيطرة شبكة من الصدوع تحت السطحية ساهمت بشكل كبير في نشأت وتطور حوض النهر بشكل عام، ومما نشط من فعالية هذه الصدوع امتداد قسم منها إلى صخور القاعدة العميقة والتي تعترض مجرى نهر الفرات مما زاد من الالتواءات النهرية الحادة له، على سبيل المثال صدع عنه الذي يمتد باتجاه شمال شرق جنوب غرب عابراً نهر الفرات، والذي عمل على كثرة الالتواءات النهرية في المنطقة المحصورة بين قضائي القائم وعنه.

التوصيات:

١. امكانية تناول أثر التنشيط التكتوني على تغيرات مجرى النهر من خلال التركيز على الشذوذ الحاد والمفاجئ لاسيما وان هذه التغيرات بارزة يمكن تشخيصها من المرئيات الفضائية، لإعطاء تفسير لها وفق بعض المؤشرات التي تبين أثر التنشيط الناجم عن نمو بعض التراكيب الجيولوجية لاسيما نمو طية عنه التي اثرت في مساراته بشكل ملفت للنظر.

٢. اجراء دراسات جغرافية تفصيلية بالاعتماد على الدراسات المنجزة من هيئة المسح الجيولوجي العراقية بهدف توضيح تأثير نمو واستهضاب طية عنه التي يؤشر



وجودها على نشاط نيوتكتونيك أثر على تغيير اتجاه مجرى نهر الفرات من اتجاه (شمال غرب - جنوب شرق) إلى (شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب).
٣. يمكن الكشف عن مناطق الشذوذ والمنعطفات والالتواءات النهرية لمعرفة تأثير الظواهر الخطية في سير هذه العمليات وتحليلها بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والمرئيات الفضائية من خلال رسم اشكال وتصميم خرائط توضح اماكن وجودها.

قائمة المصادر:

- * تم حساب طول مجرى نهر الفرات ضمن المقطع المدروس من دخوله الاراضي العراقية إلى قضاء حديثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc GIS 10.3.
- (١) جعفر الساكني، نافذة جديدة على تأريخ الفراتين في ضوء الدلائل الجيولوجية والمكتشفات الأثرية، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، ١٩٩٣، ص ٤٥.
- (٢) مشتاق احمد غربي الهيتي، العيون القيرية في قضاء هيت واستثماراتها، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٥، ص ٩.
- (٣) بلسم سالم مجيد الطواش، التأريخ البلايستوسيني لمنخفضي الرزاة والثرثار في وسط العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٩٩٦، ص ١٤.
- (٤) عبد الله السياب وآخرون، جيولوجية العراق، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب، ١٩٨٢، ص ١٣٤.
- (٥) فاروجان خاجيك سيساكيان، سندس مهدي صالح، تقرير عن جيولوجية لوحة حديثة، ص ٥.
- (٦) طه ياسين عبد الله نجم الحلوسي، دور العمليات المورفوتكتونية في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي لمنطقة الجزيرة / جنوب وجنوب غرب الطيات الواطئة وتتميتها في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة تكريت، ٢٠١٩، ص ١١٧.
- (٧) T. Buday, & S. Z. Jassim. Tectonism Magmatism and Metamorphism. In kassab vol.2, 1987. p.325. I.I, & Abbas, M.J.(eds) The Regional Geology of Iraq.
- (٨) Sissakin, V.K, And Etal Drainage Indications on the Growth of Anah Anticline West of Iraq, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol. 6, no.1, 2016, 29-46 ISSN: 1792-9040 (print), 1792-9660 (online) Scienpress Ltd, 2016 p:32.
- (٩) Jassim, S. Z., and Goff J.C., (2006). Geology of Iraq. Published by Dolin, pargue and Musem, Brno Czech Republic, 2006.p 47.

(١٠) عمر، عبد الله عامر، التحليل التكتوني للتراكيب الخطية في شمال غرب العراق باستخدام معطيات التحسس النائي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٩٨٥، ص ١٢١ - ١٢٦.

* التنشيط التكتوني الحديث يعود إلى الزمن الرباعي، للمزيد: ينظر باسم عبد الخالق القيم، الشواهد الجيومورفولوجية لعمليات التنشيط التكتوني الحديث لمنطقة الجزيرة، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد، ٢٠١١، ٩٥، ص ٣٠١.

(11) Schumm. S. A. Patterns of Alluvial Rivers, Department of Earth Resources, Colorado State University, Fort Collins Colorado, 1985: p23.

(12) Schumm. S. A. Patterns of Alluvial Rivers, .7.

(١٣) خلف حسين علي الدليمي، علم شكل الارض التطبيقي، الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع الطبعة الأولى، ٢٠١٢، ص ٤٠٨.

(١٤) حسن رمضان سلامة، الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، يصدرها قسم الجغرافية بجامعة الكويت، ال عدد ٤٢، ١٩٨٢، ١٥.

(15) Sissakin, V.K, And Etal Drainage Indications on the Growth of Anah Anticline West of Iraq, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol. 6, no.1, 2016, 34-41.

(16) Schumm. S. A. Patterns of Alluvial Rivers, Department of Earth Resources, Colorado State University, Fort Collins Colorado, 1985, P,12.

(17) Schumm. S. A. Patterns of Alluvial Rivers, Department of Earth Resources, Colorado State University, Fort Collins Colorado, 1985, P,8.

(18) Plabita Barman, and Dulal C. Goswami Evaluation of Sinuosity Index of Dhansiri (South) River Channel and Bank Erosion, Assam in GIS, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 5, May 2015, p.111.

(19) Douglas W. Burbank and Robert S. Anderson- Tectonic Geomorphology -First published 2001 by Blackwell Science Ltd 2008 pp.164-166.

"(20) John Holbrook, S.A. Schumm. Geomorphic and sedimentary response of rivers to tectonic deformation: a brief review and critique of a tool for recognizing subtle epeirogenic deformation in modern and ancient settings. Tectonophysics 303(1999) pp.287-306.

(21) Arthur N. Strahler, Alan H. Strahler, Modern Physical geography, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1978, P.298.

(٢٢) نجم عبد الله كامل الكراعي، آثار الظواهر الخطية ودلالاتها الجيومورفولوجية في قبة علاس / طية حميرين الشمالي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة تكريت ٢٠١٣، ص ٦١.

(23) Husam A.M, 2008 , A test of the validity of morphometric analysis in determining tectonic activity from ASTER derived DEMs in the JORDON-DEAD sea transform zone , doctor thesis , university of Arkansas. P.62.

(٢٤) Keller, E.A. and Pinter, n.. ٢٠٠٢ P137 .