

## التغيرات الجيومورفية لنهر الفرات بين مدينة الرقة وخانق حلبية - زلبية وتأثيرها في استخدامات الأرض بين عامي (1943-1979) م باستخدام تقانات نظم المعلومات الجغرافية/ ج ١

أ. د. غزوان محمد امين سلوم<sup>(١)</sup>، أ. د. م خنساء حسين ملحم<sup>(٢)</sup>، أ. د. م أسماء محمد مروان الفوال<sup>(٣)</sup>

١- أستاذ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة دمشق. [sallom@damascusuniversity.edu.sy](mailto:sallom@damascusuniversity.edu.sy)

٢- أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة دمشق.

[Khansa.mulhem@damascusuniversity.edu.sy](mailto:Khansa.mulhem@damascusuniversity.edu.sy)

٣- أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة دمشق.

[Asma.alfawal@damascusuniversity.edu.sy](mailto:Asma.alfawal@damascusuniversity.edu.sy)

### الملخص:

يتغير مسار مجرى نهر الفرات وشكله، وبالتالي جميع خصائصه المورفومترية، ضمن نطاق جيومورفي- ديناميكي، محدداً بالسهل الفيضي بين الحافتين اليسرى واليمنى لضفتيه، وهو سهل زراعي، شهد تغيرات في استخداماته مع بناء السدود، واستصلاح الأراضي وزيادة أعداد التجمعات السكانية. وفي عناصره الجيومورفية كالجزر والأكواع النهرية. هدف البحث إلى تحديد هذه التغيرات، فتمت تناقص طول النهر، بنسبة (١٣,٨) %، نتيجة عمليات القطع الذاتي لأكواعه النهرية، والتي أنت إلى تغير شكله من النمط المنعطف- المتعرج، إلى المتعرج - الفاجر.

كما تسببت الهجرة الجانبية للنهر، بزيادة الأراضي الزراعية في الضفة اليمنى (الشامية) بفعل عملية الترسيب بمقدار (١٥) كم<sup>٢</sup>، على حساب الضفة اليسرى (الجزيرة) خلال مدة الدراسة، بينما كسبت ضفة الجزيرة نحو (٤٤,٩) كم<sup>٢</sup> على التوالي، من الضفة الشامية. ما سبب مشكلات وخلافات بين العشائر المختلفة القاطنة على ضفتي النهر. وارتفع عدد الجزر النهرية (الحويجات) من (٢٠) جزيرة، إلى (٨٢) جزيرة، بسبب انخفاض كمية المياه في المجرى بعد بناء السد، وفترات الجفاف، وجنوح النهر إلى الترسيب، إضافة إلى تقسيم الجزر الكبيرة مع تحول نمط النهر، وهي مساحات مضافة إلى استخدامات متعددة زراعية وعمرانية، بلغ مجموع مساحتها (٤,٤٦) كم<sup>٢</sup>، (١٨,٧) كم<sup>٢</sup> على التوالي. وبالمثل شهدت أعداد البحيرات المقطعة، أو ما يعرف بالصراة، زيادة مستمرة من (٤) إلى (٤٩) على التوالي، وشغلت مساحات (٦,٥) كم<sup>٢</sup>، (١٠,٤) كم<sup>٢</sup> على التوالي، وهي أراض مكتسبة لصالح الزراعة بعد تجفيفها. أما على صعيد التجمعات السكانية، فقد تعرضت قرى مثل الخميسية وطاوي وجديدة كحيط، للغمر كلياً أو جزئياً، بينما ابتعد النهر عن قرى أخرى بفعل الهجرة الجانبية، واقتطاع الأكواع النهرية، واقترب من قرى أخرى في الضفة المقابلة.

الكلمات مفتاحية: نهر الفرات، جيومورفي، الحت الجانبي، أكواع نهرية، جزر رملية، حويجة، بحيرة مقطعة (صراة)، أراضي زراعية.

تاريخ الإيداع: ٢٠٢٣/٠٤/٢٤

تاريخ القبول: ٢٠٢٣/٠٩/٢٦



حقوق النشر: جامعة دمشق-

سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

## Geomorphic changes of the Euphrates River between Al- Raqa city and Halabiya-Zalabiyya and their impact on land use between (١٩٧٩-١٩٤٣) AD. Using geographic information system technologies

Dr. Ghazwan Mohamad Ameen Salloum<sup>1</sup>, Dr. Khansaa Hussien mulhem<sup>2</sup>, Dr. Asmaa Mohamad Marwan Al-Fawal<sup>3</sup>

1. Professor at Damascus University, Faculty of Arts and Humanities, Geography Department.

2. Assistant Professor Doctor at Damascus University, Faculty of Arts and Humanities, Geography Department.

3. Assistant Professor Doctor at Damascus University, Faculty of Arts and Humanities, Geography Department.

### Abstract:

The course and shape of the Euphrates River, and thus all its morphometric characteristics, change within a geomorphic-dynamic range, defined by the floodplain between the left and right edges of its banks. It is an agricultural plain, which witnessed changes in its uses with the construction of dams, land reclamation and the increase in the number of population centers. And in its geomorphic elements, such as islands and river valleys.

The research aimed to identify these changes, and it was found that the length of the river decreased by (13.8)%, as a result of the self-cutting operations of its river elbows, which led to a change in its shape from meandering - sinuosity pattern to the meandering -Anastomosing pattern. The lateral migration of the river also caused an increase in agricultural land on the right bank (Al Shameaa) due to the sedimentation process by (15) km<sup>2</sup>, at the expense of the left bank (the Al Jazera), while the left bank gained about (44.9) km<sup>2</sup>, respectively, from the right bank. What caused problems and disputes between the different clans living on both banks of the river. The number of river islands (Al-Haeja) increased from (20) islands to (82) islands, due to the decrease in the amount of water in the stream after the construction of the dam, periods of drought, and the tendency of the river to sedimentation, in addition to the division of large islands with the change in the pattern of the river, which are added areas. To multiple agricultural and urban uses, its total areas reached (4.46) km<sup>2</sup> and (18.7) km<sup>2</sup>, respectively. Likewise, the number of cut-off lakes, or what is known (al sarat), witnessed a continuous increase from (4) to (49) in a row, and they occupied areas of (6.5) km<sup>2</sup> and (10.4) km<sup>2</sup> respectively, which are lands acquired for the benefit of agriculture after being drained. As for the population centers, villages such as Al-Khamisiyah, Tawi, and Jadidah Kahit were completely or partially submerged, while the river moved away from other villages due to lateral migration and the truncation of river elbows, and approached other villages on the opposite bank.

**Keywords:** Euphrates River, geomorphic, lateral erosion, river elbows, sand islands (Hawija), incised lake (Sarrat), agricultural lands.

Received: 24/04/2023

Accepted: 26/09/2023



**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

## ١ - المقدمة:

الأنهار من أهم مواقع الاستقرار البشري، لما تقدمه من مقومات مكانية مناسبة، كالماء العذب، والتربة الخصبة، إلا أنها تتميز بديناميكية مستمرة، تمثل أحد أوجه مخاطرها، تعكس استجابتها الدائمة للتغيرات الطبيعية والتدخلات البشرية، مما يسبب تغيراً في أشكال مجاريها، وعناصرها الجيومورفية (أكواع، جزر، بحيرات مقتطعة). فتتحرك جانبياً، تبعاً لعمليات الحت والترسيب، والتي تتأثر بعوامل ذاتية (خصائص المجرى والحمولة) وخارجية (مناخية، بنوية- بنائية، بشرية). كما تتغير مجاريها عقب الفيضانات العارمة، ولهذا تأثيرات إيجابية وسلبية مباشرة وغير مباشرة على استخدامات الأرض.

على الرغم من أن نهر الفرات - ضمن حدود سورية الحالية- عرف تجمعات استقرار بشري منذ العصر الحجري الحديث\*، إلا أنه يمكن القول: إن علاقة الإنسان بالنهر، مرت عبر مرحلتين مميزتين، فرض النهر شروطه على النشاط البشري خلال المرحلة الأولى، حين كان نهراً طبيعياً بامتياز، في حين بدأ الإنسان بالسيطرة عليه -نسبياً- عبر سلسلة من السدود منذ سبعينيات القرن الماضي، وهو الحد الفاصل بين المرحلتين.

ساعد وجود خرائط طبوغرافية قديمة، تعود لما قبل بناء أول سد على النهر، وأخرى بعده، على إجراء مقارنة متعددة الأوجه، للوقوف على التغيرات الطبيعية التي طالت المجرى بين عامي (١٩٤٣-1979)م، وتأثيرها في استخدامات الأرض حينها. وهذا ما سنتناوله في موضوع هذا البحث.

## ٢- منطقة البحث:

تمتد منطقة الدراسة على جزء من القطاع الأوسط لنهر الفرات ضمن الأراضي السورية، تبدأ من مدينة الرقة الواقع غرب سد الطبقة بنحو (٥٠) كم، وتنتهي عند خانق حلبية - زليبية، باتجاه الجنوب الشرقي، على مسافة نحو (١٠٨) كم، وهو ما يمثل (١٦) % من إجمالي طول النهر في الجمهورية العربية السورية. الشكل (١). وقد تم اختيارها لقربها من السد، وبالتالي إمكانية رصد التغيرات الأسرع للنهر، كاستجابة لهذا التدخل البشري المهم في نظامه الهيدرو-جيومورفي، وتنتهي عند مضيق حلبية - زليبية.



الشكل (١) امتداد منطقة البحث.

## ٣- مناهج البحث: اعتمد البحث على المنهجين:

٢/١- المنهج الوصفي- التحليلي: لوصف شكل المجرى المائي، وتفسير تغيراته، وتطور عناصره، من خلال تحليل العلاقات المكانية بين مدخلات المشهد التضريسي. وتصنيفها وفق المعايير المعتمدة في أصول الجيومورفولوجية النهرية.

\* أكدت الدراسات الأثرية عمق الصلة بين نهر الفرات وإنسان العصر الحجري الحديث (النيوليت)، فقد نشأت القرى الزراعية الأولية في موقعي، أبو هريرة والمربيط، على الضفة الشامية (اليمنى) من النهر - موقع بحيرة الأسد حالياً- وذلك بين (١٠,٠٠٠-١٠,٨٠٠) ق م (حسام غازي، مي حايك: ٢٠٢١، ٣٨).

ب/٢- المنهج المقارن: لتحديد التغيرات الشكلية، خلال سنوات القياس، وفق معايير كمية، ومؤشرات رقمية. واستخدم الأسلوب الكمي - الاحصائي، لتحديد أهم الخصائص المورفومترية للعناصر الجيومورفية. والكارتوغرافي بتطبيق البرنامج الحاسوبي Arc - GIS ١٠,٨، لحساب الأبعاد الهندسية للمظاهر النهرية، وإعداد الخرائط الخاصة\*.

#### ٤- منهجية البحث:

تم اتباع منهجية ذات شقين في إعداد البحث، تناول الأول التغيرات الجيومورفية التي حدثت لمجرى النهر، والثاني: استخدامات الأرض المحاذية له، في مدة زمنية توفرت عنها خرائط طبوغرافية من ذات المقياس.

#### ٥- أدوات البحث:

- خارطة الرقة الطبوغرافية، (فرنسية) مقياس ١/٢٠٠,٠٠٠، لعام (1943) م.
- خارطة الرقة الطبوغرافية، (سوفيتية) مقياس ١/٢٠٠,٠٠٠، لعام (1979) م.
- برنامج Google Earth.
- برنامج Excel.
- نظم المعلومات الجغرافية.

#### ٦- أهداف البحث

يهدف البحث إلى تحقيق ما يلي:

أ/٦- رصد التغيرات الجيومورفية - على مستوى الشكل والعملية- لمجرى نهر الفرات في منطقة البحث، قبل بناء سد الطبقة، وبعده. وبعده في المدة المحصورة بين التاريخين السابقين.

ب/٦- تحديد تأثير التغيرات الجيومورفية للنهر، في استخدامات الأرض (العمرائية- الزراعية).

#### ٧- نبذة عن جغرافية نهر الفرات:

يبلغ طول نهر الفرات (٢٩٤٠) كم، وهو نهر دولي، تقع معظم منابعه في تركيا، ثم يمر عبر الأراضي السورية، منتهياً إلى الخليج العربي جنوب شرق العراق، دولة المصب.

تستقبل المنطقة الجبلية من الحوض في تركيا نحو (٩٥) % من الهطل المتساقط على كامل مساحته. يتميز النهر بالتباين الكبير في معدلات تصريفه السنوية، قدرت غزارته العليا الوسطية بنحو (١٣٠٠) م<sup>٣</sup>/ثا، وسجلت أعلاها عام (١٩٦٧) م وبلغت (٨٥٠٠) م<sup>٣</sup>/ثا، أما في فترة الشح فتتخفف الغزارة إلى (١٤٠-١٥٠) م<sup>٣</sup>/ثا، وهذا يعني أن متوسط تصريفه السنوي في السنوات الرطبة (٤١) مليار م<sup>٣</sup>، وفي سنوات الجفاف (١٤,٢) مليار م<sup>٣</sup>. (عبد السلام وآخرون، ٢٠٠٤، ٣٢٧)، وقد اختلفت الدراسات فيما يخص حجم مشاركة تركيا بكمية تصريفه فهي (٨٩) % عند (UN-ESCWA.2013.56) و(٩٨) % عند (مولر وآخرون، ٢٠٢٢، ١٢) وكذلك الأمر فيما يخص تدفقه الفصلي، حيث تبدأ قمة تصريفه بعد ذوبان الثلوج في أشهر الربيع. وتشكل نسبة تصريف أشهر الفيضان (٦٦) % من إجمالي تصريفه السنوي. (عبد السلام، ١٩٩٠، ٣٠). أقيم عليه خلال مدة البحث، سد كيبان (١٩٦٠) م في تركيا، وسد الفرات (١٩٧٤) م في سورية.

\* تم إعداد كافة الخرائط من قبل الباحثين، بالاعتماد على الخارطتين الطبوغرافيتين المذكورتين بأدوات البحث.

يدخل النهر الأراضي السورية من منطقة جرابلس الحدودية على ارتفاع (٣٢٥) م مع قيمة تصريف تقدر بـ (٥٠٠) م<sup>٣</sup>/ثا، ويستمر منحنياً على شكل قوس واسع نحو الجنوب ليخرج نحو الأراضي العراقية عبر مدينة البوكمال السورية على ارتفاع (١٦٥) م، قاطعاً مسافة (٦٧٥) كم. ما يفسر عدة خصائص، منها: قلة انحداره، الذي يبلغ نحو (٠,٠٨) درجة\*، بمعدل (٠,٤) م/كم. وانخفاض متوسط سرعته، الذي يساوي (٠,٩) م/ثا.

تراوح غزارة النهر بين (١٣٠٠-١٥٠) م<sup>٣</sup>/ثا، وذلك خلال فترتي الفيضان والشح، بمتوسط (٨٣٥) م<sup>٣</sup>/ثا. يتدفق (٦٦) % من مياه النهر بين شهري آذار وحزيران (عبد السلام وآخرون: ٢٠٠٤، ٣٢٧-٣٢٩). كل ما سبق يؤكد صفة النقلب والتذبذب الشديد في السلوك الهيدرولوجي للنهر، ولهذا انعكاسات واضحة على وتيرة عمله الجيومورفي، كما ونوعاً، والذي يوصف بالمتباين موسمياً وسنوياً.

تكوّن السهل الفيضي مواد ضعيفة، قابلة للحت والإزالة، تعود للرباعي الأعلى (Q٣)، من المشبكات (الكونغلوميرا)، والحصى الخشن والرمال والطين. والرباعي الحديث (Q٤)، المكونة للمسطبة الأخيرة أو الدنيا، وتتألف من الحصى والرمال واللوم والمشبكات. يراوح اتساع السهل الفيضي بين (٦-٩) كم. وهو منبسّط، قليل التموج، ينحدر نحو المجرى، ويرتفع عنه بضعة أمتار. (Ponikarov, et al, 1966, 29-30).

يسيطر على المنطقة مناخ جاف إلى شبه جاف، مع هطولات مطرية سنوية، راوحت في محطة الرقة بين (٩٥-٣٥٠) مم، خلال المدة بين (١٩٥٥-١٩٩١) م، بمتوسط سنوي (١٦٨) مم/سنة، ومتوسطات درجة حرارة بين (٧) و(٢٩,٦) في شهري كانون الثاني، وتموز تباعاً (عبد السلام وآخرون: ٢٠٠٤، ٢٨٥). (عبد السلام، ١٩٩٠، ٢٥). كما تراوح قيم التبخر- النتح في منطقة الفرات بين (١٣٠٠-٢٦٠٠) مم/سنة. (قطان، ٢٠٠٨، ٦) وهو عند (Al-Ansari, et al, 2018, 2) بين (٢٠٠٠-٢٨٠٠) مم/سنة.

#### ٨- مفهوم تعرج الأنهار وأسبابه:

الأنهار أنظمة حساسة للتغيرات البيئية التي تطرأ عليها، أما تعقيدها فيرجع إلى كثرة متغيراتها أولاً، وتفاعلها مكانياً وزمنياً ثانياً. وهي تشمل العوامل والعمليات الجيومورفية، والتي بموجبها يستمر النهر بتعديل شكله ومساره، وفق نظام يعرف بـ(الاستجابة - العملية process- response) (Richard et al,1985,279). وتتمثل بحركة المياه من انسيابية إلى مضطربة، وانحدار القاع وخشونته، وحمولة النهر، والغطاء النباتي، وخصائص المجرى (Leopold & Wolman,1957, 39). وعلى الرغم من الإحاطة الواسعة بمجمل جوانب العمل النهري، وتوفر التقانات الحديثة، إلا أن وجود عقبات عديدة تحول دون التوصل إلى تفسير واحد جامع لحركة الأنهار، حال دون تحديد طبيعة سلوكها بدقة، وذلك لصعوبة قياس بعض المتغيرات، فالتعرج مثلاً، هو نتاج التفاعل المتبادل بين التدفق من جهة، والرواسب من جهة أخرى، ولكل خصائصه المختلفة، لتنوع البيئات الجغرافية على طول النهر، لذلك يوصف سلوك الأنهار بالمعقد، وغير الخطي (Kasvi,2017,25-26). ما دفع بعض الباحثين للتوصية بضرورة القيام بالمزيد من الأبحاث لفهم العلاقات المتشابكة بين الأنهار والتدخلات البشرية والتغيرات الطبيعية. (Zhou et al, 2022).

\* تم استخدام معادلة الانحدار التي أوردها (خلف الدليمي: ٢٠٠١، ١١٢) والتي تتخذ الشكل الآتي:

(الفصل الرأسي (م) × ٥٧,٣ / المسافة الأفقية (م) وقد بلغ الفارق الرأسي بين أعلى نقطة وأدناها نحو (٢٥) م، بينما بلغ طول النهر نحو ١٠٨ كم).

أوجزت أسباب تغير أشكال المجاري النهرية، بضرورة حدوث اضطراب في التدفق، الأمر الذي يجبر التيار المائي على الانحراف نحو إحدى الضفتين (Morisawa,1985,90). مما يأذن ببدء عملية التعرج، من خلال حت الأجزاء الضعيفة من الضفاف، وتشكيل انحناءات في مسار النهر، والتي تتطور لاحقاً إلى أكواع نهرية (منعطفات Meanders). ويكون من نتائج ذلك، حدوث تغيرات جذرية في قاع النهر، فتتحرك مواقع المضاحل (المواضع الضحلة من النهر)، والمنعطفات والحواجز الرملية، كما تحل الحواجز مكان البرك المائية (Tinkler, 1970). ويمكن تفصيل أسباب تعرج الأنهار (Hooke, 2013,264) على النحو الآتي:

#### وجود قوى دافعة وأخرى معطلة:

تحرف قوة كوريولس الأجسام نحو جهة اليمين في نصف الكرة الشمالي، وعكس ذلك في نصف الكرة الجنوبي. كما تؤثر قوتان متعاكستان في حركة التيار المائي عند الأكواع، هما قوة الجاذبية الأرضية، والتي تدفع بالمياه من المنابع نحو المصب، بفعل الانحدار. وقوة الطرد المركزية، التي تدفع بالمياه نحو الجهة الخارجية من الأكواع النهرية، يضاف إلى ما سبق: قوى مقاومة للحركة، التي تنتج عن احتكاك المياه بالجوانب والقاع، ووزن الحمولة. (Davies & Tinkler, 1984).

#### • تغير طاقة النهر:

يستمد النهر طاقته الجيومورفولوجية من متغيرين، هما: كتلة الماء، وانحدار المجرى. يرتبط الأول بنظام الهطل وخصائصه، وينعكس بصورة مباشرة على وتيرة العمل الجيومورفي زمنياً ومكانياً. في حين يتأثر الانحدار، بفرق الارتفاع بين المنابع والمصب، والمسافة بينهما. تحدد العلاقة بين الطاقة والحمولة آلية العمل النهري السائد، فحين تزيد الطاقة على وزن الحمولة النهرية، يصرف النهر قوته في عمليات الحت، ويعني العكس، سيادة عمليات الترسيب (عبد السلام، 2000، 182-184).

إلا أنه لا يمكن النظر إلى طاقة النهر دون أخذ قوى الكبح والمقاومة، بعين الاعتبار والتي تعمل على استهلاك جزء من طاقة النهر، وتتجمان عن احتكاك المياه الجارية بالقطاع العرضي للمجرى (جوانبه وقاعه)، وتعرجات المجرى، والعقبات الصخرية والنباتية والبشرية. كما أن لنمط أو شكل المجرى دور مهم في فقد جزء من طاقة النهر، فمثلاً يسبب نمط الأنهار الفاغر و المضفر\* هدراً للطاقة (Jansen & Others,2006.1). لما يواجه التيار من عقبات كالجزر الرملية، واحتكاك بالضفاف المقعرة، وتشتيت للتيار ضمن فروع المجرى المتداخلة. (Kington,1972,3813).

#### • التفاعل بين التيار المائي والمجرى النهري:

ينطوي على هذا المفهوم البسيط، تعقيدات كثيرة، فلكل طرف من التفاعل الجيومورفولوجي خصائصه المختلفة، حيث تعد الديناميكية المائية مسؤولة عن تغير شكل المجرى على المدى القصير، في حين أن سرير النهر، وخصائص ضفافه (مكوناتها وشكلها)، مسؤولة عن ذلك على المدى المتوسط والبعيد. (Zhou, et al, 2022,4) ومرد ذلك، أن طبيعة الماء، كجسم سائل، تمده بالقدرة على إحداث تغيرات سريعة. في حين أن طبيعة مواد القاع، ومواد الضفاف الصلبة، تجعل من ردود أفعالها تجاه التغيرات بطيئة نسبياً. ويعد التيار المضطرب أو الدوامي أحد أهم حركات مياه الأنهار، وهو شرط لدى Yalin 1971، واضع نظرية التركيب العشوائي للتيارات المضطربة Stochastic of turbulent currents لتفسير الأكواع الأولية، والتي تتوافق فيها أكبر

\* النمط المضفر: هو مجرى يحتوي على ثلاث قنوات أو أكثر، غير مستقرة جانبياً، تمثل أنظمة طاقة عالية، ومحتوى رسوبي كبير (Zachariah: 2019. P 4)، تراوح قيمة مؤشر التعرج فيه بين ( 1 - 1)، قنواته واسعة، مسطحة أو ضحلة، مع نشاط واضح لنمو الحواجز والجزر الرملية، والتي تتشكل مع تدني مستويات التدفق، وتُغمر أثناء التدفقات العالية أو الفيضانات (Bravard & Petit, 2009,392). ويتطلب تشكلها عدة شروط: منها أن تكون طاقة المجرى المائي عالية. وانحداره واضح، مع امداد مستمر أو عالي من الرواسب لتطويع الجزر الحصوية، وأن تكون مواد الضفاف والجوانب قابلة للحت (Huggett,2003).

الدوامات المضطربة، مع أبعاد المقطع العرضي للمجرى، والمسؤولة عن التشوه الدوري لقاع النهر (Rhoads,1991,137-138). وقد اعتبر العديد من الجيومورفولوجيين التيارات المضطربة، حركة أصيلة في الأنهار المتعرجة، بمعنى أنها ذاتية النشأة، تنتج عن التعديلات المستمرة والمتبادلة بين السرعة، واجهاد القص، ومورفولوجية المجرى (Stolum,1998,1495-1497). يعد حدوث التيار الحلزوني (اللولبي) Spiral flow المرتبط بعدم تناظر المقطع العرضي، والذي يتأثر بتعاقب البرك - المضاحل pool- riffles على طول المجرى المائي، شرطاً من شروط تشكل الأكوام النهرية، بل أن توزع البرك أو الحفر عند الاكوام والتعرجات، والمضاحل أو العلوات والحواجز المغمورة، في الأجزاء شبه المستقيمة أو بين التعرجات، يعد ضابطاً مهماً لحركة التيار النهرية، حيث تعمل الحفر على جذبها، ما يولد تياراً سطحياً يضرب الضفة المقعرة، ويرتد عنها على شكل تيار سفلي تعويضي نحو الضفة المقابلة (جودة، 2003، 112)، لكن باحتكاك أكبر بالقاع، ما يصيبه ببعض الضعف، فيجرح نحو الترسيب عند الضفة المحدبة. ويستمر هذا التيار مسائراً بحركته للتيار الرئيس نحو المصب، ما يسبب حركة دافعة للحواجز الرملية، بذات الاتجاه (Rhoads & Welford,1991,130)، وهو ما يفسر انتقالها نحو المصب مع الوقت.

وعليه فكلما كانت قوة التيار المائي عالية، ومواد الضفاف هشة، كانت معدلات الحث الجانبي أعلى. فتتراجع الضفاف، وتتشكل التعرجات، ثم الأكوام النهرية، مما يسفر عن تغيرات مواقع المجرى جانبياً، تعرف بالترنج النهرية ضمن سهل الفيضي، أو الهجرة الجانبية للأنهار. ويقابل ذلك ضعفاً للتيار عند الضفة المقابلة، والتي تتأثر بعملية الترسيب النهرية (Seminara,2006,271-272). ومن بدهي القول، إن هذه الهجرة لا تتم وفق معدلات ثابتة، فالمتغيرات كثيرة، ومتبدلة موضعياً وزمانياً (سنوياً وفصلياً) على طول المجرى النهرية (سباركس، 1983، 167) (محسوب، 2001، 168).

كما أشار (Bric 1974) إلى وجود أربع عمليات ثانوية متزامنة، ومتداخلة، تحدث لتكون النتيجة تحرك المجرى جانبياً، وهي: حث الضفة المقعرة، والترسيب عند المحدبة، ودفع الحاجز الرمي المتشكل في المجرى، والأخيرة حركة مجمل المقطع بعناصره الجيومورفية. (Esther et al,2014,129-130).

قبل تحديد التغيرات الشكلية لمجرى الفرات في منطقة الدراسة، لا بد من تحديد أهم المفاهيم الخاصة بتطور شكل الأنهار، وهي: أ- حدوث تسلسل هرمي ذاتي من التعرجات: حيث يتسبب اضطراب التيار المائي بخلق مجموعة من ردد الأفعال بين القناة والتيار، تستمر وتتداعى، مع زيادة في حجم تأثيرها، إلا أن تأثيراتها تبقى معزولة أو محلية، وهو ما يعبر عنه (Hooke,2003,241) بالمرحلة دون الدرجة Subcritical، والتي تشهد حالة من استقرار النظام الجيومورفولوجي للنهر.

ب- حدوث تغيرات ذاتية في نمط التعرج ودرجته: تشهد فيها الانحناءات النهرية نمواً، وزيادة في النشي والتلوي، وصولاً إلى مرحلة الأكوام النهرية، ويتصف المجرى هنا، بالمتعرج أو المتعرج - المنعطف. يستمر بتطوره تحت تأثير الشروط الديناميكية لحالة التنظيم الذاتي الحرج.

ج- التنظيم الذاتي الحرج: يستمر تطور المجرى وفق تطور ذاتي، وصلاً إلى العتبة الحرجة، التي ينتقل فيها المجرى من نمط إلى آخر، والمتمثلة بقطع أعناق الأكوام النهرية، ليعود المجرى مستقيماً والجريان انسيابياً، وقد حدد Stolum قيمة مؤشر التعرج Sinuosity Index (SI) الحرجة بـ (3.14). وهي المرحلة الحرجة عند Hooke 2003. تلاها بمرحلة فوق حرجة Supercritical تحدث فيها الانهيارات الجانبية للضفاف، وعمليات قطع أعناق الأكوام. (Stolum,1998,1495-1497).

ومن وجهات النظر المتممة لما سبق، تلك التي أولت التعرجات دوراً فاعلاً في تغيير حركة التيار، وتوجيهه، بل وتحويله إلى تيار حلزوني، ودفع خط السرعات الكبرى نحو الضفة الخارجية، وهنا تتحول التعرجات من نتيجة إلى سبب، وتتحرك تحت تأثير الفعل وردود الفعل بين التيار المائي والمجرى النهر (Kasvi et al,2017,4). وبالمثل أعطيت الحواجز الرملية والجزر النهرية تقيلاً موازياً في دورها

بخلق الأكواع النهرية، بل إن فريقاً كبيراً من علماء الجيومورفولوجية النهرية، عول على تأثير توزع المضاحل والحواجز ضمن القناة النهرية، في إحداث ذلك الاضطراب المائي المطلوب لحرف التيار نحو إحدى الضفتين، وبدء التعرج، بل وتغير سرعات التيار المائي، حيث يتسارع عند البرك، ويتفرع عند المضاحل والحواجز الرملية، والتي تشكل النويات الأولية لنشوء الجزر النهرية. كل ما سبق، يجبر المجرى على الانتقال من النمط المستقيم إلى المتعرج، ثم المنعطف (Richard et al, 1976, 889). (Richard et al, 1985, 295).

لا يجب أن يفهم مما سبق أن الأكواع النهرية، هي المحصلة النهائية لتطور الأنهار، بل إن الأخيرة تعاود، الانتقال من النمط المستقيم إلى المتعرج فالمنعطف، بحيث لا تسعى الأنهار للوصول إلى مرحلة التوازن المفترضة بعد عمليات قطع الأكواع (Kasvi et al, 2017, 4). وكان التوازن يكمن في حركيتها، أو أن تغييرها هو بمثابة توازن ديناميكي للعلاقات المكانية بين عناصر الوسط الجغرافي للأحواض النهرية.

#### ٩- تغيرات جيومورفية المجرى خلال مدة الدراسة (١٩٤٥-١٩٧٩):

##### ٩/١- جيومورفية النهر عام (1943)م:

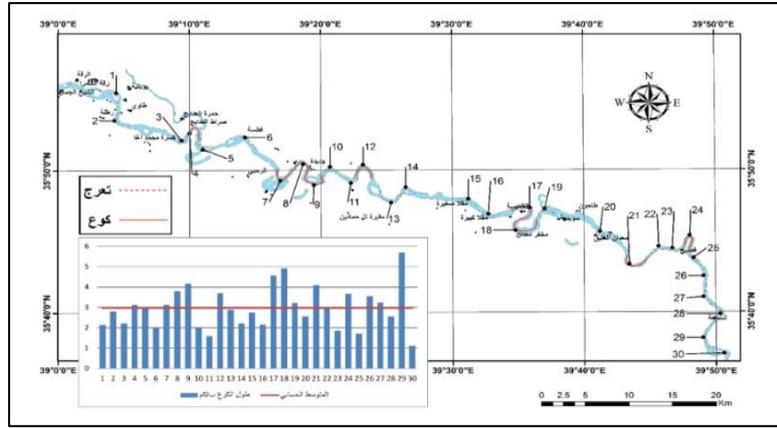
بلغ طول النهر الفعلي لهذا العام (١٢٨,٨) كم، بينما بلغ طوله كخط مستقيم هندسي (٨٤,٤٨) كم، ما يعني أن قيمة مؤشر التعرج SI كانت (١,٥٢)\*، وبالتالي فالنهر وفق هذه القيمة يعد نهراً منعطفاً، لكنه عند الحد الأدنى من الانعطاف. راوحت قيم اتساع النهر بين (٠,٣١٥-٠,٩٤٤) كم، لكل (١٠) كم منه، بمتوسط وقدره (٠,٥) كم. وبلغت مساحته (٧٣,٥٤) كم<sup>٢</sup>. مع العلم ان عمليات المسح التي اعتمدت عليها الخارطة الفرنسية، تمت في أشهر الشتاء والربيع، بين تشرين الأول من عام (١٩٤٢) على آذار ن عام (١٩٤٣)م، وهي فترة ترتفع فيها كميات المياه في المجرى.

أما على المستوى التفصيلي، فيبين الشكل (2)، والجدول الملحق (1)، أن قيم SI للانحناءات الـ(٣٠) التي توجد في المجرى، راوحت بين (١,٠٣-٣,٤٦)، تجاوزت تسعة منها قيمة الانعطاف، وهي وفق الترتيب التصاعدي (9-22-7-12-4-8-17-24)، تجاوزت أعلاها، وهي لكوع الجزيرة (24) قبيل دخول النهر في خانق حلبية- زليبية، القيمة الحرجة لإتمام القطع، والتي حددها Stolum بـ (٣,١٤)، لكن دون حدوثه. كما اقترب منها كوع الخميسية (17)، الواقع شمالي بلدة معدان بقيمة (٣)، يليه كوع الخميسية (١٨) بقيمة (٢,٥٩).

ما سبق يعني أن النهر يتخذ نمطاً متعرجاً - منعطفاً وفق الدلالة الكمية للمؤشر، كما تؤكد الملاحظة البصرية، وتدعمها قيم SI، اتخاذ النهر نمطاً فاغراً\* مندمجاً مع المتعرج والمنعطف. وتظهر الأكواع منفردة، كما في كوع الجزيرة، أو متتالية متباعدة، كما في قطاع الرحيبي- الجبلي، الذي يضم الأكواع (7-8-9-12) أو متتابعة مترابطة كما عند منطقة الخميسية، لأكواع (17-18-19).

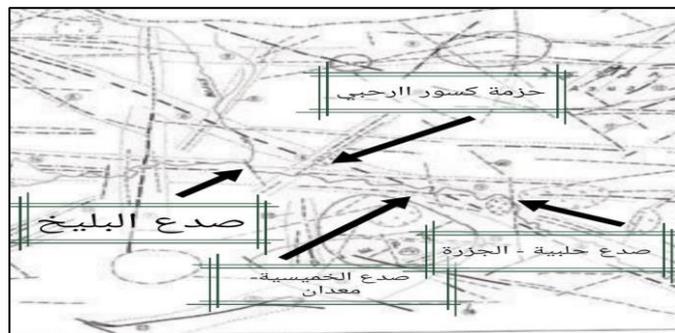
\* تم تطبيق معادلة مؤشر التعرج Sinuosity Index على النهر، وتحسب من قسمة الطول الحقيقي للنهر، على الطول الهندسي، وتحديد أشكاله، وفق تصنيف (Morisawa, 1985, 90-91): مجرى مستقيم Straight stream أقل من ١,٠٥، مجرى متعرج sinuous stream ١,٠٥-١,٥، مجرى منعطف Meander stream أكبر من ١,٥، مجرى مضفر Braided stream أكبر من ٣,١، وأخيراً مجرى فاغر (متعرج) Anastomosing Stream أكبر من 2. إلا أن (Rust ١٩٨١) وضع حدوداً أكثر مرونة للنمط الأخير راوحت بين (١,١٥ - ١,٧٥) - (Makaske, 2001, 151-152).

\* يعد جاكسون أول من اقترح تسمية النهر الفاغر عام ١٨٣٤م، وذلك على نمط من المجاري النهرية التي تتفرع من جذع واحد عند مواجهتها لجزيرة ما، فتلتف حولها، ثم تعاود الاتحاد في مجرى رئيس بعدها (Leopold & Wolman, 1957, 40)، وهي مظاهر تقع في منطقة النطاق الجيومورفولوجي النشط. (Bravard & petit, 2009, 390)



الشكل (٢) تعرجات نهر الفرات وأكواعه في منطقة الدراسة عام (١٩٤٣م).

إن من بدهي القول، أن الأكواع النهرية، تساعد على إمداد مناطق أوسع ضمن السهل الفيضي بالمياه، وتصبح كافة النشاطات من صيد وزراعة ونقل وتصريف مياه، متاحة على مسافات أطول من النهر، ومساحات أكبر من النطاق الجيومورفي النشط للمجرى. إضافة إلى تأثير المواد المكونة للضفاف، وقلة انحدار النهر، في نشوء الأكواع النهرية، فإن الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، تبين تأثير النهر بعوائق طبوغرافية أجبرته على الالتفاف حولها، كما عند موضع قرية الجبلي، حيث الكوع (١٢). وعوائق صخرية (بنوية)، حيث اصطدام التيار المائي بالحافة البازلتية لهضبة حلبية في موقع الجزيرة، فعاد متجهاً نحو الجنوب، مغيراً زاوية مساره (١٨٠) درجة. أما أكواع الخميسية وصرّة العداج، عند مرفد البليخ، فممكن المؤكد تأثرها بتوزع الصدوع، التي تنتشر وفق زوايا تراكبت عليها الأكواع النهرية، الشكل (٣)، (الكفري، 2009، 7) وهي ذات اتجاه شمالي غربي، راوحت زواياها بين (345-355) درجة، وهو اتجاه يتعامد مع المسار العام للنهر، كما أسهت الصدوع بنشوء أكواع خانق حلبية - زليبية، فقد ضربت حزمة من الكسور ذات الاتجاه الشمالي - الجنوبي، الهضبة البازلتية، مع انحراف بسيط نحو الغرب لا يتجاوز الدرجتين، ممهدة السبيل لعبور النهر من خلالها. أما أكواع الرحبي - الجبلي، فقد تأثرت بصدوع تتجه بزوايا بين (55-60) درجة، وقد وافقت هذه النتائج ما جاءت به دراسة (الدليمي، الجميلي، 2021، 45) من تأثير النهر في العراق - بالدرجة الأولى - بالتركيبة الخطية الجيولوجية من كسور وصدوع، والتي راوحت زواياها بين (331 - 340). وهي حالة من التراكم القديم طوال مسيرة النهر، فقد تأثر خلال البلايستوسين، بالوضع البنائي للمنطقة (Sissakian, 2019, 321-327).



الشكل (٣) توزع الصدوع في منطقة البحث (الكفري: ٢٠٠٩ . ٩)

## ب/٩- جيومورفية النهر عام (1979) م:

شهدت هذه المدة بين ١٩٦٨-١٩٧٩م، بناء سد الطبقة على النهر، الذي استمر العمل به بين عامي (١٩٦٨-١٩٧٣) م، وأشيد في موقع بلدة الطبقة، غربي مدينة الرقة، على بعد (٥٠) كم منها، مع قدرة تخزينية في بحيرته - بحيرة الأسد- تصل كحد أقصى إلى (١١,٩) مليار م<sup>٣</sup>.

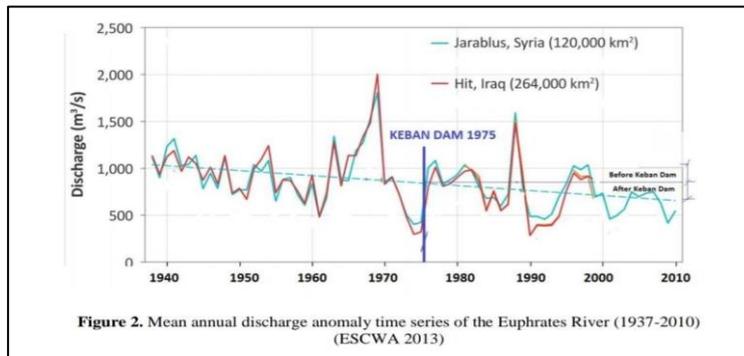
أحدث السد تغيرات جذرية في البيئة الجيومورفولوجية للنهر، فقد تحول جزء منه، كانت تمارس فيه العمليات الجيومورفولوجية من حت ونقل وترسيب، إلى بحيرة، أصبحت تمثل مستوى أساس محلي لعالية النهر، الذي ينتهي إليها مرسباً حمولته. كما أدت البحيرة دور المنبع الصناعي، لما يليها من مجرى النهر، حيث يخرج الماء من بوابات سدها، بكميات تم ضبطها وفق متطلبات مشاريع التنمية. وكان لهذه تأثيرات جيومورفولوجية مهمة، فمن البدهي أن تتأثر العمليات الجيومورفية، ووتيرتها، وبالتالي فعاليتها وتوزعها المكاني على طول المجرى، ما يعني بالضرورة، تكيف شكل الأخير استجابة لهذه التدخلات البشرية (سلوم، صيام، ٢٠١٨، ٤٥٠-٤٥٨). ومن التغيرات المهمة ذات التأثير الكبير، انخفاض غزارة النهر بعد بناء السد، فمثلاً بلغت عند البوكمال على الحدود السورية-العراقية نحو (٦٦٠) م<sup>٣</sup>/ثا، بعد أن كانت (٩٥٥) م<sup>٣</sup>/ثا قبل بناء السد (عبد السلام وآخرون، ٢٠٠٤، ٣٢٨) ولهذا تداعيات كبيرة، فمن المتعارف عليه، جيومورفولوجيا وهيدرولوجياً، أن السدود التنظيمية، تحد من حدوث قمم الفيضانات، وتفرض ظروفاً صناعية، لتدفقات سنوية وموسمية ويومية، مختلفة عن التدفقات الطبيعية للأنهار غير المنظمة. فخلال النهار، يتم استخدام المزيد من المياه لتوليد الكهرباء، ما يعني صرف كميات أكبر من المياه مقارنة بالليل، وكذلك تحبس كميات من المياه خلال مواسم الأمطار، لملء الخزانات، ثم تصرف بكميات مختلفة عما كانت عليه لاحقاً في مواسم الجفاف (Brandt, 2000, 377). كل ما سبق يعني حدوث تغيرات نوعية وكمية في العمليات الجيومورفولوجية على طول النهر. فمثلاً استمر التدفق المنخفض في المجاري المنظمة بالسدود في الولايات المتحدة الأمريكية، بنسبة (٣٣%) مقارنة بالأنهار غير المنظمة، في حين أصبحت التدفقات العالية أقل بنسبة (٧٧%) منها، لذلك تُنتج السدود، جيومورفولوجيا نهريّة مختلفة تماماً عما كانت عليه قبلها (Graf, 2006, 352). إلا أن انخفاض التدفق خلال فترات الملاء، إلى مستوى لا يمكّن النهر من أداء عمليات الحت والنقل بالحد الأدنى، أو ما يُعرف بعتبة الكفاءة النهريّة river competence threshold، يسبب ضموره في مجراه. (Grant, 2012, 169)، وبالتالي يحدث انكماش shrinkage للمجاري المائية على حد تعبير (Graf, 2005, 11).

توصف العلاقة بين الأنهار واستخدامات الأرض، بالعلاقة الجدلية، والمتبادلة، فعلى الرغم من السدود تؤثر سلباً في كميات الحمولة النهريّة، إلا أن نمط استخدامات الأرض تأثيرات إيجابية عليها، حيث ترتفع كميات الرواسب في الأنهار المنظمة، بسبب أعمال الحراثة والفلاحة للأراضي الزراعية حولها، والتي تؤدي إلى تفتيت التربة، فتحمل مياه الري، والصرف الزراعي، منها ما تستطيع نحو المجاري المائية (Gregory & Walling, 1973) ما يعوض جزءاً من الحمولة المحتجزة خلف السدود. من التداعيات المعقدة لبناء السدود، ما تتعرض له المجاري من تضيق، فمع انخفاض كمية المياه المنصرفة من السد، يتركز الجريان في أخفض نقاط السرير النهري، ما يسبب تعمقاً له. لكن من جهة أخرى، فمع انخفاض طاقة النهر، بسبب انخفاض كمية المياه الجارية وزيادة حجم الحمولة، فإن النهر ينجح للترسيب، فيضيق مجراه، ويرتفع قاعه. بل إن التغيرات تطال نمطه، فيتحول تدريجياً من النمط المضفر إلى المنعطف، أو من المنعطف إلى المتعرج، بعد إزالة التعرجات والأكواع (Sabo, et al , 2012). وهي حالة مماثلة لما يحدث للنهر في فترات الجفاف الطبيعية.

إلا أنه ومن جهة أخرى، فإن احتجاز السد لكميات من الرواسب\*، قَدَّرها الخبراء السوفييت بنحو (١٤٠,٠٠٠) مليون طن/سنة (El-khateb,1984,22). يفترض أن يخفف حمولة النهر من الرواسب، فيستعيد بعضاً من طاقته، ليصرفها في عمليات حت السرير، وإعادة توزيع رواسب القاع، وتقسيم الجزر، وهو اضطراب تكيفي - توازني - يلجأ إليه النهر كرد فعل على بناء السد، وبالتالي فالمنطقة كانت على أعتاب جيومورفولوجية جديدة(William,2006,337-351) من التغيرات المهمة على الصعيد الزمني لآليات العمل الجيومورفولوجي، فإطلاق كميات من المياه لغايات الري، في فترات الصيف - وهي فترة خمول في العمل الجيومورفولوجي لشح المياه - وكبح جماح الفيضانات في موسم الأمطار، يعني تغيير في مواعيد العمليات الجيومورفية، أو في مواسمها إن صح التعبير. (Sissakian. et al: 2020,56-57) و (UN ESCWA & BGR,2013,61). وقد بينت دراسات (Skalak ,et al,2013,52-) (56) تأثير السدود في النشاط الجيومورفي لنهر ميسوري في الولايات المتحدة الأمريكية، فراوح مدى الترسيب بين (١٠٠-٥٠) كم. ومن نتائج إقامة السدود على نهر الميسيسيبي في ولايتي ميسوري وأركنساس، تعمقه في سريره، وقطع أعناق الأكواع النهرية، وتقطيعه لمجره (Green, et al, 2012,9).

وقد أكدت بيانات كميات التصريف لمحطة جرابلس، الشكل(٤)، انخفاض كميات التصريف النهري للفترة بين (١٩٧٥-١٩٧٠) م وذلك مع بدء عملية ملء بحيرة سد كيبان، وسد الفرات -الذي واكبه زمنياً- والتي سببت تغييراً في منظومة العمل الجيومورفولوجي، ليتحول جزء من القطاع النهري، إلى بيئة بحيري عند موقع السد، ما يعني إحلال عمليات جيومورفولوجية جديدة مغايرة لما كانت عليه سابقاً، من حت ونقل وترسيب نهري، إلى ترسيب نهري في بيئة بحيرية، فالبحيرة تمثل مستوى أساس محلي جديد للجزء الذي يعلوها من النهر.

أسهمت الظروف المناخية، في زيادة عجز النهر، عن نقل حمولته، فقد مرت المنطقة بدورتي جفاف بين الأعوام (١٩٥٨- ١٩٦٢) م (١٩٧٣-١٩٧٠) (١٩٧٩-١٩٧٧) م (UN- ESCWA & BGR, 2013,59) (Ünver et al, 2021,4) إضافة إلى ما سبق، فإن بناء سد كيبان في أعالي حوض الفرات بتركيا - والذي بدء العمل به عام (1966) م وانتهى عام (١٩٧٤) م- يتسع لـ(٣٠,٩) مليار م<sup>3</sup>، ما سبب خسارة مائتة كبيرة لسورية، قدرت بنحو (٣٢,٥) مليار م<sup>3</sup> (Abdul Qader 2019,240). ويفسر كل ما سبق ذلك الخلل الذي أصاب التدفق الطبيعي للنهر في سورية (Yildiz,2016,285) فانخفضت طاقة النهر، وزادت كمية الحمولة فيه، لتسود عمليات الترسيب، ويتشكل المزيد من الحواجز والجزر الرملية.



الشكل (٤) التصريف السنوي لنهر الفرات في محطتي جرابلس وهيت، بين عامي (١٩٣٧ - 2010) م.

\*بلغت نسبة الرواسب التي حررت من سدود ميسوري (١٧%) من الكميات الأصلية (Skalak ,et al,2013,51) و(٢٠%) من سد البوابات الثلاث الذي أنشئ على نهر اليانغ تسي (Bangqi ,et al,2009).

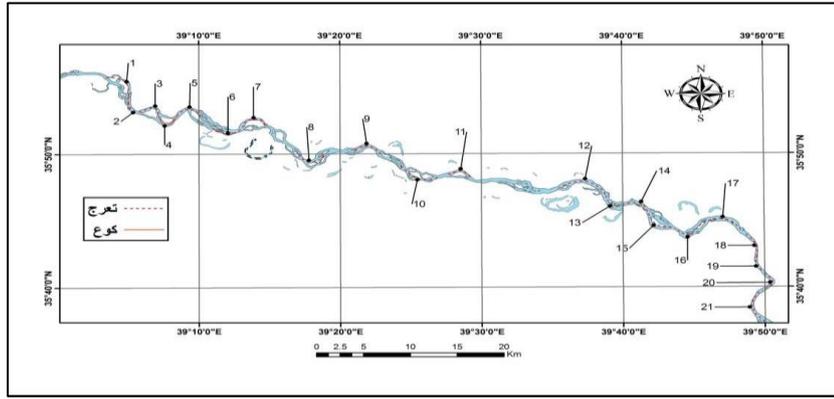
المصدر UN-ESCWA and BGR. 2013.59 .بتصرف.

أوجز (عبد الحميد كليو: 1985، 38) تفسير سلوك الأنهار بعد إنشاء السدود عليها، بأنه محاولة استعادة توازنها، فمع نقص الحمولة، تستعيد بعضاً من طاقتها، فتصرفه في حث قاعه، وتعميقه، وهو ما يعرف بحت المياه الصافية Clear – water erosion كما يعمل على اكتساح رواسب القاع، ونقلها.

بلغ طول النهر الفعلي (111) كم، والطول الهندسي (83,14) كم، وبالتالي بلغت قيمة مؤشر التعرج (1,33)، وراوحت قيم اتساعه بين (0,292-1,677) كم، بمتوسط (0,722) كم. أما مساحته فبلغت (59,97) كم<sup>2</sup>.

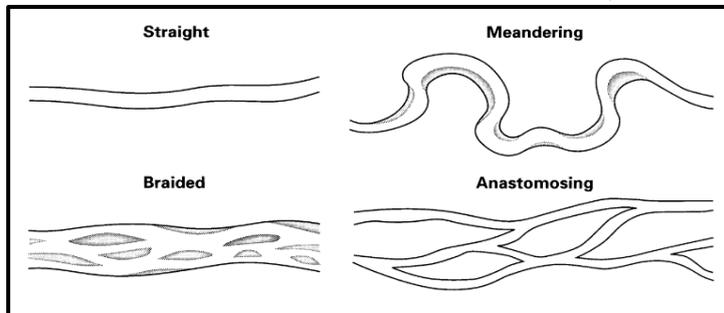
ومع تطبيق قانون مؤشر التعرج على تعرجات النهر، راوحت القيم بين (1,05-1,76) لكوع<sup>١</sup> (19-4) على التوالي. الشكل (5). الجدول الملحق (2). ولم يتجاوز قيمة الحد الفاصل بين التعرج والانعطاف، إلا كوع رقم (4) الواقع جنوبي بلدة طاري. وقد تطور هذا الكوع تحت تأثير الحث الجانبي للضفة اليمنى، ومن أهم التغيرات الجيومورفية للنهر:

- بلغت نسبة تقلص طول النهر بين عامي (1943-1979) م، حوالي (13,8) %. كما انخفضت مساحته بنسبة (19,8) %، فقد انحسر عن (14,07) كم<sup>2</sup> مضيئاً هذه المساحات إلى الاستخدامات الزراعية.



الشكل (5) تعرجات النهر عام (1979) م.

- تغير شكل المجرى من المتعرج - المنعطف، إلى المتعرج - الفاعر Anastomosing، وهو نمط يتفرع فيه النهر، عند مواجهة جزيرة أو حاجز، إلى فرعين يحيطان به، ثم يلتقيان بعده، ليشكلا مجرى واحداً (Leopold & Wolman, 1957, 4)، الشكل رقم (6) ، وهي من مظاهر النطاق الجيومورفولوجي النشط. (Bravard & petit, 2009, 390).



الشكل (6) أشكال المجاري الرئيسية.

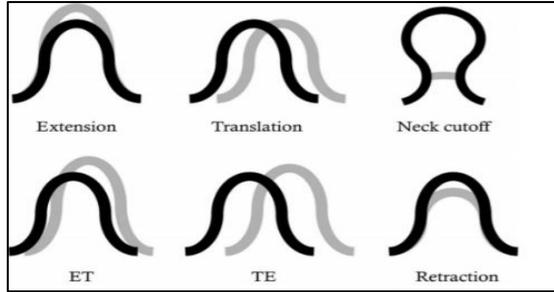
- وقد غلبت عليه صفة النهر المتعرج عام (1979) م، بواقع كوعين فقط، مقارنة بشكله الغني بالأكواع عام (1943)، بمجموع (9) أكواع.

• اقتطعت أكواع الخميسية، جديدة كحيط، الجزيرة، و فطسة علي بيرم. وشكلت الأجزاء المقطعة، بحيرات هلالية، ويُعتقد أن فيضانات عام (١٩٦٩) م، هي المسؤولة عن هذه الاقتطاعات، فقد بينت دراسات عديدة ارتباط عملية قطع أعناق الأكواع بمواسم الفيضانات النهريّة (Bravard & Pete,2009) (Hooke,2013,270) (سباركس، ١٩٨٣، ١٦٧). ما سبق يتوافق مع ما جاء به (محمد المحل ٢٠٠٦) في دراسته عن جيومورفولوجية الفرات بين البوكمال والسيال، فقد أكد على تقلص مساحة النهر وأبعاده، نتيجة إغلاق السد عام (١٩٧٣)م.

#### ١٠- هجرة النهر:

تهاجر الأنهار جانبياً في اتجاهات مختلفة، وكأنها تتلوي فوق سهلها الفيضي، ومن الشائع أن تتم عمليات الهجرة الجانبية في مواقع الأكواع النهريّة، كونها الأكثر عرضة لفعل الحت الجانبي. وقد حدد Daniel 1971 عدة أساليب للحركة الجانبية، منها الرئيس، ومنها الانتقالي (Morisawa,1985,98). الشكل (٧)، وهي:

- التمدد Expansion: وفيه يزداد طول المجرى دون تغيير في موضعي بدايته ونهايته.
- الدوران Rotation: يتغير محور الانعطاف جانبياً لجهة واحدة عند رأس الكوع.
- الانتقال الجانبي Translation: يتحرك المجرى مبتعداً عن موقعه، دون تغيير طوله ومحوره.
- قطع العنق Neck-cut-off: وفيه يتصل الكوعان مع إزالة المسافة بينهما بالحت.
- الانكماش Retraction: حيث يتقلص طول المجرى، مع عدم تغيير بدايته ونهايته.



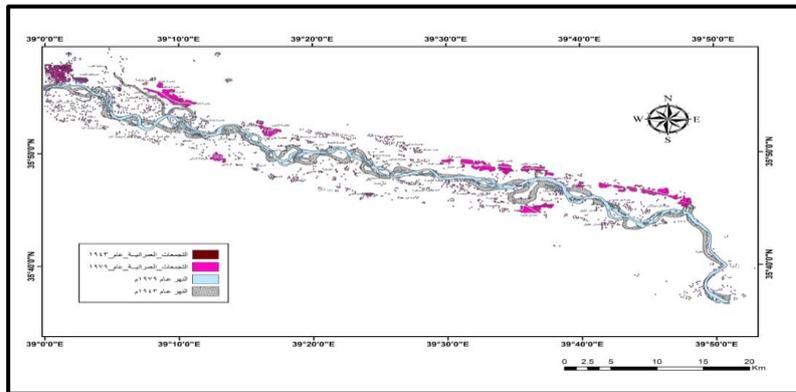
الشكل (٧) أنماط الحركة الجانبية للأنهار (حسب Daniel 1971).

كذلك طبقت دراسة (Li, et al,2021,4) التصنيف السابق، مع تعديلات طفيفة في الأنماط، في حين فصّل (Zinger,2016,57) أساليب الهجرة الجانبية، محدداً الفروق بين قطع أعناق الأكواع، وقطع المزالق Chute cutoffs، وفيها يتجاوز النهر مجراه، عابراً المسافة بين طرفي الكوع المتباعدين، لينسكب في نقطة متقدمة نحو المصب، وذلك دون المرور بمرحلة تشكل العنق الضيق، وتكون في الأكواع غير الناضجة، بفعل تدفقات عظمى أو فيضانات فوق الضفة.

حددت معدلات الهجرة الجانبية للنهر خلال البلايستوسين والهولوسين، بتتبع الدلائل الليثولوجية والباليو- جيومورفولوجية، وقدّر أنها كانت أسرع من الوقت الحاضر، فالنهر حينها كان يمتلك طاقة أكبر من الحالي، فبلغ نطاق الحركة الجانبية نحو (١) كم على جانبيه، بل ويُعتقد أنها كانت أكبر من ذلك، لتصل إلى طرفي السهل الفيضي، على مسافة (١٠) كم منه. (Stow et al, 2020,174-186)، وقد شهد القرن الماضي حالة استثنائية من تغيير النهر لمجراه، فأثناء فيضان عام (1928)م، خرج النهر عن مجراه المعتاد، وتحرك قرابة (٦) كيلومترات، بعيداً عن بلدة السخة بين الرقة ودير الزور، وذلك خلال ليلة واحدة فقط (داوود، 1959، 110).

وبتطبيق المفاهيم السابقة على منطقة الدراسة، ومن خلال مقارنة شكل المجرى ومساره، بين عامي (١٩٤٣-١٩٧٩) م، تبين وجود نمط لم يُحدد مسبقاً في الدراسات المرجعية، وهو التعاكس Opposite، وفيه يتخذ التعرج أو الكوع اتجاهاً معاكساً لما كان عليه. كما في مواقع: شمالي زور الشمرا، الجابر، مطب وقصبي. الملحق (٣). إن رصد التغيرات في شكل المجرى ومساره، قبل السد، وبعده، يعطي صورة دقيقة عن حالة التغيرات الجيومورفية التي شهدتها المجرى. الشكل (٨)، وقد تم إعداد الجدول الملحق (٣) بناء على المفاهيم السابقة، لتحديد أهم التغيرات التي حصلت بين عامي ١٩٤٣-١٩٧٩م، ويلاحظ منه:

- بلغت الموازنة الطولية للمجرى جراء تحركه جانبياً (١٥,٦) كم.
- وجود الأنماط الرئيسية، إضافة إلى أخرى انتقالية، كالدوراني - التقلص للكوع رقم (٨)، والدوراني- التمدد للكوع 10.
- تحرك المجرى وفق نمط التقلص بأعلى نسبة، فبلغت (٣,٣%)، وبالتعاكس والقطع والانتقال، بنسبة (١٩%) لكل منه، وبال دوران والتمدد (٤,٨%) لكل منهما. ومن نتائج هذه الحركات، تقصير طول المجرى، وبالتالي ابتعد عن أراض، وأقرب من أخرى، لكنه حرم مساحات من امتيازات مروره بجوارها. ولعل الأراضي الأكثر تضرراً هي التي لنعكس فيها اتجاه المجرى كما حدث في مواقع: زور شمر، والجابر، وقصبي. وكذلك الحال في مناطق قطع أعناق الأكواع، كما حدث في: الجزيرة، والخميسية، وجديدة كحيط.
- لم تقتصر الحركة الجانبية على مواقع الأكواع النهرية، فقد تحركت أجزاء شبه مستقيمة من المجرى، كما هو الحال شرقي مدينة الرقة، شمالي كسرة عثمان، حيث تحرك المجرى نحو الشمال لمسافة (١,٣) كم. وكذلك بين فطسة لكسون وفطسة الذيب، حيث تحرك المجرى نحو الشمال الشرقي، لمسافة (١) كم. وإلى الشمال من زور شمر، لمسافة (١,٣) كم.
- تحركت (٦٦,٦%) من الأجزاء المهاجرة نحو الشمال والشمال الشرقي والغرب، أي باتجاه ضعفه اليسرى (الجزيرة)، في حين تحرك (١٩%) نحو ضعفه اليمنى (الشامية). بينما تحرك نحو الشرق (٩,٥%) باتجاه المصب، ونحو الغرب (٤,٧%) باتجاه المنابع. ما يعني أن النهر أكل أراضي الشمال أكثر مما فعل بأراضي الجنوب، وأعطى بذلك مساحات زراعية وعمرانية أكثر للضفة الشامية.
- جدير بالذكر أن الحدود الإدارية قد رسمت بين ناحيتي جديدة خابور والكسرة اللتان تقعان على أراضي الضفة اليسرى، وناحية السبخة على الضفة اليمنى، على أساس مجرى النهر لعام (١٩٤٣) م - الظاهر باللون البنّي في الشكل (٩) - وهو خطأ فادح، حيث اعتمد مظهر أرضي متغير، كحد إداري، يفترض به أن يكون ثابتاً. وحين خرج النهر عن هذه الحدود عام (١٩٦٩) م، سبب تداخل الأراضي الزراعية، ضمن حدود ناحيتي جديدة خابور في الشمال، والسبخة في الجنوب، ما نتج عنه مشكلات إدارية - عقارية، تضاف إلى نتائج حركة الهجرة الجانبية للنهر.



الشكل (٨) مجرى النهر بين ١٩٤٣-١٩٧٩م.

• راوحت قيم الهجرة الجانبية لمواقع مختارة بين (٤,٥) كم و(٠,٢) كم، لموقعي الخميسية وشرقي رقة السمرا على التوالي. مع متوسط وقدره (١,٤) كم، ومعدل (٧٨٠) م/سنة. وهي قياسات تقارب نتائج دراسة (Lönqvist and Others, 2006). والتي حددت معدلات الحركة الجانبية للمجرى، ببضعة مئات من الأمتار بين عامي (١٩٦٦ - ١٩٨٣) م.



الشكل (٩) الحدود الإدارية وتغير مسار النهر.

المصدر: إدارة المساحة العسكرية، بتصريف.

#### ١١- البحيرات المقطعة (الصرى):\*

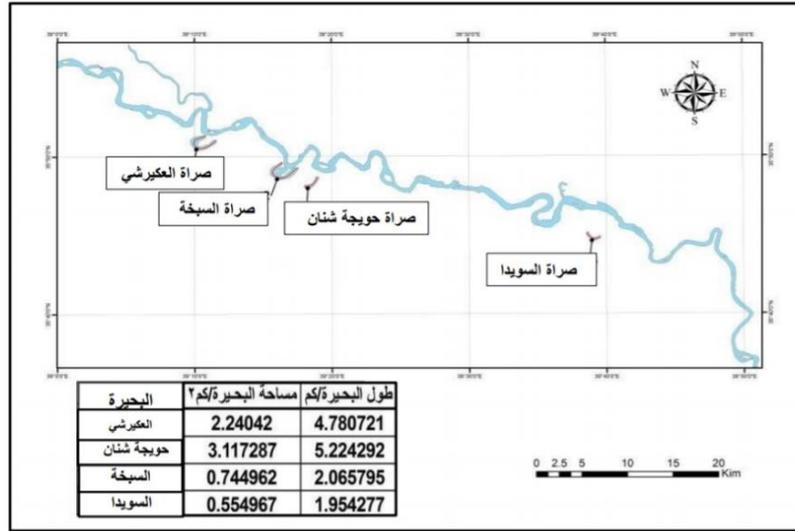
غالباً ما يطمس المجرى الحديث معالم المجرى القديم، فتختفي الأدلة الباليو- جيومورفولوجية لحالة النهر السابق، لكن يبقى من آثارها بعض المظاهر السطحية، مثل البحيرات المقطعة. والتي تعرف بسبب شكلها المنحني بالبحيرات الهاليلية أيضاً، وتتج عن قطع النهر لأكواعه النهرية، فتتحول إلى أكواع مهجورة.

تعد البحيرات المقطعة، بقايا شاهدة على مسار النهر السابق، يمكن من خلالها تحديد جانب من جوانب التاريخ الجيومورفي للنهر. تتحول إلى منخفضات في السهل الفيضي، ثم تمتلئ تدريجياً بالرواسب، والتي تكون معلقة في مياه البحيرة المقطعة، أو تصلها عن طريق مجرى ضئيل بفعل تدفقات تتجاوز الضفة كما في حالة الفيضانات (Rasmussen & Mossa, 2011, 497-٤٩٨)، وربما عمد الفلاحون إلى ردمها لغايات الاستخدام الزراعي. وتتشكل البحيرات المقطعة بحت النهر للمسافة الفاصلة بين كوعين، وهي عملية تدريجية، أو بتجاوز هذه المسافة بحالات التدفق العالي، أو الفيضانات، وهي حالة أسرع من سابقتها. إلا ان الأخيرة تستوجب إزالة الحاجز الفاصل بين الكوعين، وليس تجاوزه فقط. ثم تتولى عمليات الترسيب سد المجرى الأصلي وإغلاقه، بسبب ترسيب الحواجز عند أطراف الكوع الضحل والمقطع، فيعزله على شكل بحيرة هاليلية، عن المجرى الرئيس، ومع استمرار ملئها بالرواسب والنباتات والمواد العضوية، تتحول إلى ندبة متعرجة meander scar في السهل الفيضي.

• بلغ عدد البحيرات المقطعة لعام (1943) م، أربع بحيرات، الشكل (١٠)، هي: بحيرة العكيرشى (١)، والسبخة (٢)، وحيجة شان (٣)، وبحيرة جنوب سويدا (٤). ويبين الجدول المرفق مع الشكل، أن مساحاتها راوحت بين (٠,٥٥ - ٣,١٢) كم<sup>2</sup>.

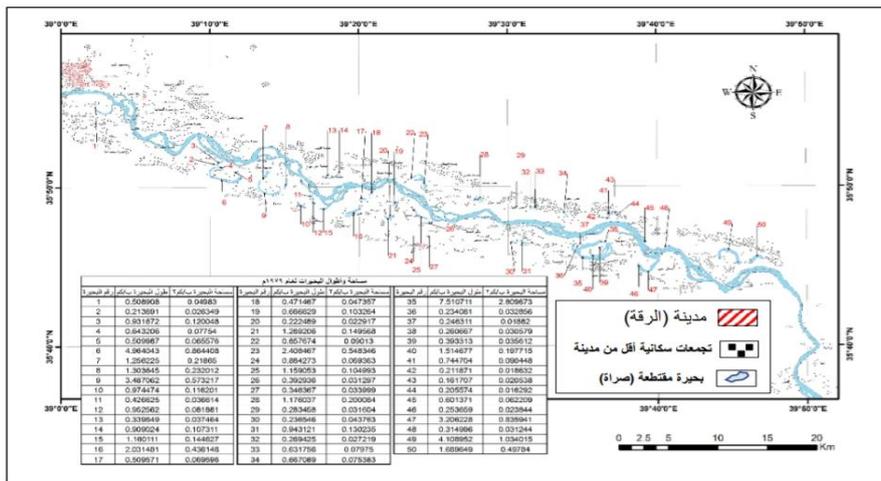
\* يطلق على البحيرات المقطعة في المنطقة الشرقية من سورية، الصرى، ومفردتها: صرة.

- ومجموعها (٦,٦) كم<sup>٢</sup> ، بينما راوحت أطوالها بين (١,٩٥-٥,٢٢) كم. بمجموع (١٤) كم. وتقع جميعها جنوبي مجرى الفرات، ما يعني ان هجرته قبل عام (١٩٤٣) م تمت بالاتجاه نحو الشمال.



الشكل (١٠) البحيرات المقطعة لعام (١٩٤٣)م

- ارتفع عدد البحيرات المقطعة عام (١٩٧٩) م، إلى (٥٠) بحيرة، الشكل (١١). وهي في معظمها أجزاء من بحيرات سابقة، تقطعت بفعل عدم وجود تغذية مائية و/ أو بفعل الجفاف الطبيعي، أو التجفيف البشري. راوحت مساحاتها بين (٠,٠٥ - ٣,٧٨) كم<sup>٢</sup>، بإجمالي (١٠,٨) كم<sup>٢</sup>، وراوحت أطوالها بين (٠,٣٢ - ٥,٩٢) كم، بمجموع (٥٥,٧) كم. كانت أكبرها بحيرة الخميسية بمساحة (٢,٧) كم<sup>٢</sup> الناتجة عن اقتطاع أكوام الخميسية في منطقة معدان جديد. ولم تتجاوز مساحة أي من البحيرات (١) كم<sup>٢</sup>. كما تصدرت بحيرة الخميسية لائحة الأطوال بـ (٧,٧) كم. تلتها بحيرات العكرشي، والسويدا، وشمال قصب، بأطوال (٤,٩٨) (٣,٩٨) (٣,٠٨) كم على التوالي.



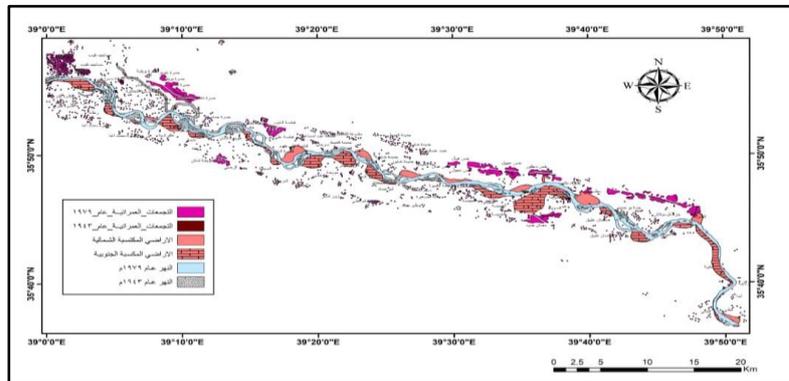
الشكل (١١) البحيرات المقطعة لعام (١٩٧٩).

- تمثل الزيادة الكبيرة في أعداد الأكوام المقطعة، ومساحتها، إضافة مهمة للنشاط الزراعي. على الرغم من كون خسارة الأكوام النهرية في المجرى المائي، تعني أيضاً حرمان مناطق معينة من امتيازات قربها من النهر.
  - من خلال مقارنة خصائص البحيرات المقطعة لعامي (1943) و (1979) م، وأشكالها، يلاحظ: الزيادة الكبيرة في الأعداد، فقد تضاعف العدد (12,5) مرة، وبلغت الزيادة في إجمالي المساحة (6,63%)، ولأطوال (29,8%). ويلاحظ من الخرائط المرفقة، تموضع (68%) من البحيرات أراضي الشامية، جنوب النهر، ما يتوافق مع حقيقة هجرته نحو الشمال، واكتساب الضفة اليمنى مساحات جديدة.
- ١٢- الأراضي المكتسبة بالترسيب:

إن ما تقوم به الأنهار من عمليات حت وترسيب لضفافها، داخل سهولها الفيضية، ينعكس بشكل مباشر على مساحات الأراضي الزراعية، وملكياتها، فمثلاً بلغ "مقدار تآكل نهر النيل من الأراضي بفعل حت جوانب التثبات المحدبة حسب احصاءات عام (1953) م، حوالي (25,257) فدان، ومقدار طرحه (29,382) فدان، وقد شهد هذا العام، صدور قانون أكل النهر وطرحه، الذي أقر بتعويض أصحاب الأراضي التي يأكلها النهر، بأقرب أراضي من تلك التي يطرحها" (أي التي نشأت بفعل الترسيب) (أبو العز، 1998، 108). كما عالج القانون المدني العراقي رقم (40) لسنة (1951) م ذات المشكلة من خلال نص المادة (1113) وهو: "أن المجرى النهري إذا جاء برسوبيات (طمي) على أرض أحد، فهي ملكه، أما إذا كوّن الطمي أرضاً جديدة، فهي ملك الدولة، ولو كانت متصلة بأرض الغير، وللمجاورين حق أخذها ببديل المثل- عقد إيجار)، كما جاء في المادة (1115) الآتي: إذا أخذ النهر مجرى جديداً تاركاً مجراه القديم، كان لأصحاب العقارات المجاورة حق أخذ المجرى القديم (عقد إيجار)، كل واحد في الجزء الذي يكون أمام أرضه حتى خط مفترض في وسط المجرى القديم، ويوزع ثمن المجرى القديم على أصحاب الأراضي التي شغلها المجرى الجديد كل بنسبة ما فقد من أرضه" (الخفاجي: 2006).

تم حساب الأراضي المكتسبة للضفة اليسرى واليمنى في منطقة الدراسة، والتي تتوزع وفق الشكل (12). فبلغت حوالي (15) كم<sup>2</sup> للضفة اليسرى (الجزيرة)، و(44,9) كم<sup>2</sup> للضفة اليمنى (الشامية). وقد أشار (عبد السلام، وآخرون، 2004، 200)، إلى أن لهذه الحركة، نتائج اقتصادية واجتماعية خطيرة، لما تسببه من خلافات زراعية بين سكان الضفتين من العشائر المختلفة. حيث يتوزع أبناء عشائر العفادلة، والولدة والبوظاهر والمرندية في أغلب الضفة اليسرى للنهر، وبقية عشائر العفادلة والولدة، وعشيرة السبخة والبورمضان في الضفة اليمنى. وهو نفي قاطع للفرض الأول من البحث.

### ١٣- الجزر النهرية (الحويجات)\*:



الشكل (12) الأراضي المكتسبة لكلا الضفتين بين (1943-1979) م.

\* تعرف الجزر النهرية محلياً باسم حويجة، وجمعها حويجات أو حوايج.

تمثل الحواجز الرملية والجزر النهرية أهم مظاهر الترسيب النهري، وعلى الرغم من تعدد أسباب تشكلها، إلا أن مبدأ واحداً يتحكم بها، وهو عدم قدرة النهر على نقل حمولته الرسوبية، ويتعلق ذلك بعدة عوامل، كإنخفاض كمية التصريف، وزيادة وزن الحمولة، ووجود عائق في وجه التيار المائي.

تكون الجزر والحواجز نتيجة لعمليات الترسيب، ثم تصيح سبباً من أسبابها، كونها تعيق حركة التيار وتشتت طاقته مع ثباتها، فتجبره على التخلي عن كمية من حمولته. وتعمل على حرف اتجاه التدفق نحو إحدى الضفتين مسببة تعرج المجرى. لذلك فإن لها دوراً محورياً في تحديد نمط المجرى (Rhoads & Welford, 1991, 128). كما أنها من الأراضي المكتسبة محل الخلاف بين سكان المنطقة، لما لها من أهمية عمرانية- رعوية، وتزداد المسألة تعقيداً، في عدم قدرة المختصين على تحديد انتماء هذه الجزر إلى أي من الضفتين، لارتباط نشأة معظمها بسرير النهر. إلا انه يمكن اقتراح معيار القرب من الضفة، كأساس لتوزيع ملكيتها على أصحاب الأراضي.

يبدأ تشكل الجزر فوق المضاحل من قاع النهر (Richard et al, 1985, 295). إلا أن Smith أكد إمكانية نشوئها فوق البرك Pools أو الحفر مع انخفاض سرعة التيار المائي (orisawa, 1985, 111) ومع استمرار الامداد بالرواسب، تتحول الحواجز البدائية primary Bars التي تشكلت خلال التدفقات العالية، نتيجة حت الضفاف إلى نويات لحواجز خشنة معقدة point-bar complexed، ويزداد طولها وارتفاعها (Lewin, 1976, 281)، ومع زيادة حجمها، أو نمو النباتات فوقها، يعجز النهر عن إزالتها بالحت، فتستقر، وتتحوّل إلى جزر دائمة في المجرى. وقد يضمّر أحد فرعيّ النهر المحيط بالجزيرة، فتتصل تدريجياً بالسهل الفيضي، بعد جفافه، أو ردمه بالرواسب لضعف التيار فيه، فتضاف أراض جديدة إلى اليابسة (Leopold & Wolman, 1957, 39) كما حدث للجزيرة الواقعة إلى الجنوب الشرقي من مدينة الرقة.

في حالات أخرى، تعد الحواجز الرملية والجزر النهرية عناصر متغيرة ومتحركة - ما لم تتوافر ظروف استقرارها- وقد أكد (Rhoads & Welford, 1991, 130)، أن الرواسب تتحرك بشكل لولبي بفعل التيار الحلزوني، ما يؤدي إلى هجرة الحواجز وتقل الجزر باتجاه المصب.

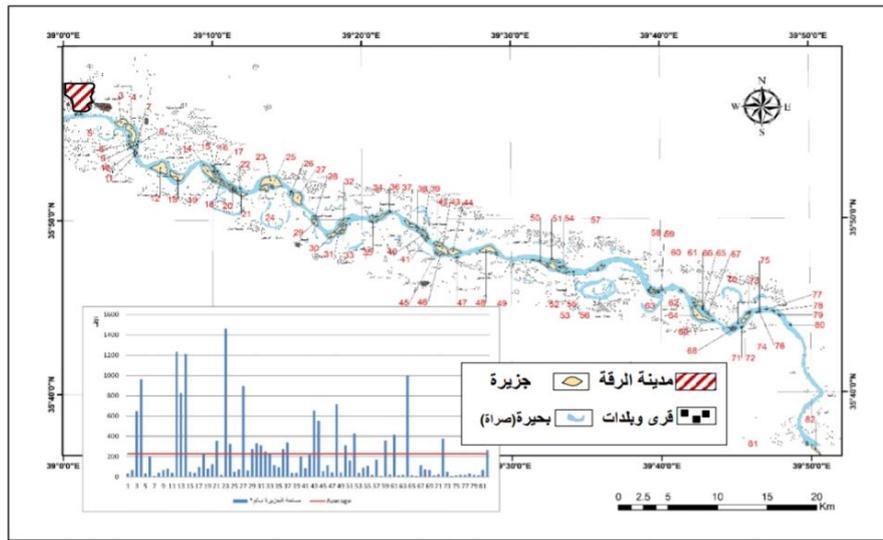
### أ/ ١٣- الجزر عام 1943:

بلغ عدد الجزر النهرية لهذا العام (٢٠) جزيرة، الشكل (١٣)، والجدول الملحق (٤). بإجمالي مساحة حوالي (٤,٥) كم<sup>٢</sup>، راوحت بين (٠,٠٢-٠,٩٤) كم<sup>٢</sup>، للجزيرتين (١٨-١). وبمتوسط (٠,٢٢) كم<sup>٢</sup>، تجاوزته سبع جزر هي وفق ترتيبها التصاعدي (٧-20-4-10-3-9-4). زادت مساحة ثلاثة منها على (٠,٥) كم<sup>٢</sup> هي: (3-10-1)، تقع الأولى والثانية جنوبي قرية رقة السمرا، بينما تقع الثالثة شرق الجبلي. شغلت إجمالي الجزر من مساحة النهر ما نسبته (٦,١%). يغلب على الكبيرة منها الشكل البيضي والقوسي والمغزلي المستدق الطرفين، كما في الجزيرة (1-3-7-9-10-20) والطويلة الضيقة (١١-15-16-17) وهي مسايرة في معظمها لمحور التيار المائي.

راوحت أطوال الجزر بين (٢٥٦,٥-١٨٦٧) م، للجزيرتين (٢-١) على التوالي، وبلغ مجموع أطوالها (١٧,٥٤٣) كم، أي أنها احتلت ما نسبته (١٣,٧%) من إجمالي طول النهر، وبلغ متوسط طول الجزيرة (٨٧٧,٢) م، تجاوزته قيم أطوال عشرة جزر. كما راوحت قيم عرض الجزر بين (٩,٦-٨٥,٩) م، للجزيرتين (١٨-١)، بمتوسط (٣٢٢,٥) م، وقد تجاوزته سبع جزر، ارتبطت ست منها مكانياً بالأكواع النهرية، ما يدعم فكرة أن الأخيرة عملت على إبطاء سرعة التيار، وأجبرته على التخلي عن حمولته.



يغلب على الجزر النهرية لعام (1979م)، صغر الحجم، واستطالة الشكل مع الضيق، ويمكن أن يعزى ذلك إلى نشوء جزر جديدة، وحديثة العهد. وتقسيم - تشظي- بعض الجزر، كما حدث لجزر غربي مدينة الرقة، وجنوبي فطسة، وجنوبي خس عجيل، وشمال الجابر، وشمال السويديا، وشرقي بلدة معدان عتيق. تتخذ معظم الجزر الكبيرة أشكالاً نصف دائرية (12-14-42-43-48-64). كما تتخذ الشكل المغزلي، كما في جزر (3-27-72-44)، والشريطي الطويل الضيق، كجزر (4-14-18-32-33-40-50-51-59)، تتوزع الجزر الكبرى بشكل فردي في مواقعها مع جزيرتين أو أكثر أصغر حجماً، في حين تتجمع الجزر الصغيرة بشكل واضح، مسببة تفرع النهر إلى عدة فروع، متخذاً نمطاً فاعراً إلى مضفر.



الشكل (14) توزع الجزر النهرية لعام (1979م).

#### ١٤- علاقة المجرى المائي بالتجمعات العمرانية:

ترتبط المجاري النهرية بعلاقات مباشرة مع الإنسان من خلال تدخله في المجرى بكل عناصره، وغير مباشرة، في استخدامات الأرض، كالعمران والزراعية والتعدين، وهي من مؤشرات ردود فعل الأنهار على المشاريع البشرية، والتي لا تكون متماثلة في البيئات المتشابهة، وهي ما يعبر عنها من قبل العديد من علماء الجيومورفولوجيا بمفهوم حساسية المناظر الطبيعية landscape sensitivity، للتعبير عن التباين في الاستجابة الجيومورفولوجية للتغيرات البشرية، والتي يصعب في كثير من الأحيان عزلها عن التأثيرات المناخية والجيولوجية. (James & Lecce, 2013, 769-770). وتتمثل علاقة الفرات بالتجمعات العمرانية في منطقة الدراسة، بثلاث حالات: الأولى منها، وهي الكارثية، وتكون حين يغمر النهر بلدة ما، ويحتل موقعها، والحالة الثانية بابتعاده عنها، ما يترتب عليه صعوبة في استرجار المياه أو صرفها، وطول مسافة الوصول إلى النهر، لكن غالباً ما تكسب تلك القرى والبلدات أراضي زراعية مع هجرة النهر بعيداً عنها، وربما كان البحيرات المقطعة من المظاهر المكتسبة التي تتعدد استخداماتها من بحيرات ومسامك في البداية، إلى أراضي زراعية مع تجفيفها وزراعتها. أما الحالة الثالثة فهي اقتراب النهر من تجمعات سكانية معينة، وهي

معاكسة في خسائرها ومكاسبها للحالة السابقة\*. وتم تحليل العلاقة بين نهر الفرات والتجمعات السكانية خلال مدة البحث، في قطاعات مختارة من النهر، على النحو الآتي:

#### أ/ ١٤- القطاع النهري بين رقة السمرا غرباً وفطسة شرقاً:

تم تحديد أكثر القطاعات التي تجلت فيها العلاقة بين المجرى النهري والتجمعات العمرانية التي وجدت عام (١٩٤٣م) فقط. وهي مناطق الاكواع النهريّة، ويلاحظ من الشكل (١٥):

• وجود خمس تجمعات سكانية واضحة، تبعد عن المجرى مسافات مختلفة، وهي ابتداءً من الضفة اليسرى: طاوي (١,٢) كم، حمرة جمّاسه (١,٧) كم. وعلى الضفة اليمنى، كسرة محمد آغا (٠,٨) كم. ودلحة على الضفة اليمنى. وعكيرشي على مسافة نحو (١) إلى الجنوب منه.

• اقتراب المجرى عام (١٩٧٩) م من بلدة طاوي، فغمر قسمها الغربي، مبتعداً عن بلدة رطلّة على الجانب الآخر مسافة نحو (٢,٥) كم، واقترب من قرية حمرة جمّاسه، حتى أشرفت على ضفته مباشرة. ومن أراضي بلدة كسرة محمد آغا، لمسافة راوحت بين (١,٥-١,٢) كم. وبلدة رقة السمرا (٠,٦-١,٢) كم. وعكيرشي نحو الشمال لمسافات راوحت بين (٢,٥-٤) كم، كما اقتطع النهر كوع حمرة جمّاسه، مقترباً من أراضي بلدة الدلحة مسافة (٨,٥) كم، من جهة الشمال، ليصبح على مسافة كيلومتر منها، بعد اقتطاع كوع حمرة جمّاسه. إلا أنه ابتعد عن شرقها وغربها، بعد أن كان الكوع يحيط بها من هذين الجانبين، مسافة بين (١-٠,٥) كم.

• لم تشهد البلدات والأراضي الواقعة على طرفي المجرى، بين فطسة وحويجة شنان، تغيرات مهمة، لتحرك المجرى ضمن نطاق جيومورفي محدد بينهما، باستثناء الأراضي القليلة التي كسبتها قرية حمرة، بتحرك المجرى نحو الشرق لمسافة لا تزيد على (١,٥) كم.

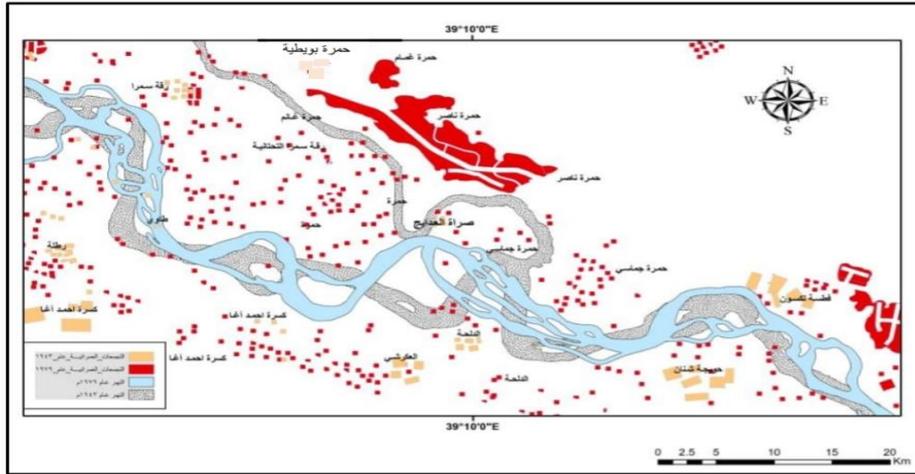
#### ب/ ١٤- القطاع بين فطسة غرباً وجديدة شرقاً:

• في عام (١٩٤٣) م: وقعت معظم التجمعات العمرانية على مسافة من ضفتي النهر، فقد ابتعدت قرى حويجة شنان، الرحبي، السبخة عن ضفته اليمنى، مسافات راوحت بين (١-٣,٤) كم، وعن بلدة جديدة على الضفة اليسرى نحو (٣-٣,٥) كم. الشكل (١٦). في حين نشأت قرية جبلي على حافة جرف مشرفة على النهر من ضفته اليمنى، وفطسة على ضفته اليسرى.

• ابتعد المجرى نحو الشمال عن بلدة السبخة (٢,٨) كم، بعد أن كان أقرب إليها بمسافة (١,٧) كم. وعن بلدة جبلي مسافة (٣,٤) كم، وعن فطسة (١,٥-١,٢) كم، وعن زور شمر بين (٤-٥) كم. واقترب بهجرته نحو الشمال من بلدتي جديدة وطاحون بتشكيله كوعاً معاكساً لكوع زور شمرا، فقطع مسافة نحو (٥) كم، وأصبح على مقربة منهما، لمسافة أقل من كيلومتر. ولم يبد تغيراً مكانياً ملحوظاً عن بلدتي مغلّة الصغيرة ومغلّة الكبيرة.

• تظهر الخارطة الطبوغرافية لعام (١٩٧٩) م، نشوء بلدات قريبة من المجرى، فإلى الشمال منه، ظهرت بلدات: فطسة الكسون، وفطسة إسماعيل، وفطسة سرحان، والأخيرة هي الأقرب، حيث راوحت مسافاتهما عنه بين (١-٠,٥) كم.

\* تُظهر الخارطة الطبوغرافية لعام ١٩٧٩م، القرى والبلدات، ذات التسمية الواحدة مبعثرة، ممثلة بنقاط متباعدة تحت مسمى واحد. مثال عنها: حمرة جمّاسة، لذلك حسبت المسافات بين النهر والنقطتين الأبعد والأقرب عنه.

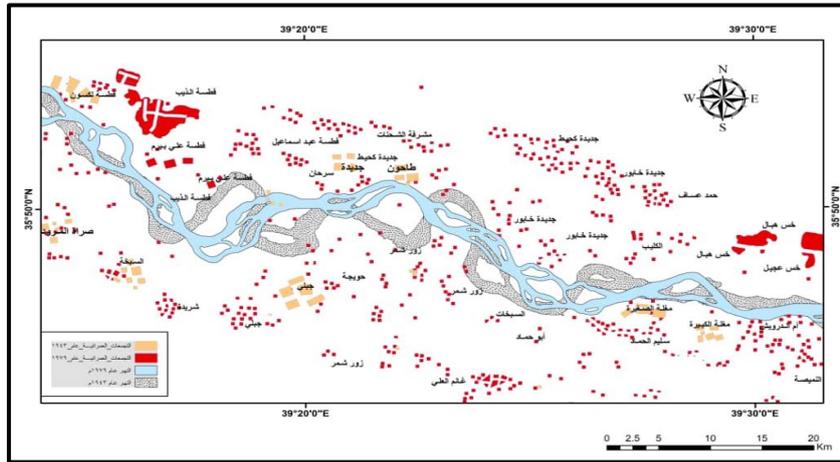


الشكل (١٥) تغيرات المجرى المائي بين رقة السمرا وفتوسة، بين (١٩٤٣-١٩٧٩)م.

ج/١٤- القطاع النهري بين النميصة غرباً، وقصبي شرقاً:

يهيمن على المشهد الجيومورفي هنا، التغير الجذري الذي تعرض له كوع الخميسية من اقتطاع، وكوع معدان عتيق. ويلاحظ من الشكل (١٧):

- في عام (١٩٤٣)م: وقعت قرى وبلدات الخميسية والسويدا وقصبي على الضفة اليمنى من النهر، في حين ابتعدت عنه بلدة معدان نحو كيلومتر نحو الجنوب.
- في عام (١٩٧٩)م، تم اقتطاع كوع الخميسية فغمر النهر موقعها القديم، وابتعد عن موقع مخفر معدان لمسافة (١٠-١١) كم، وعن بلدة معدان عتيق (٤-٢،٤)، وعن بلدة السويدا نحو (٧،٠) كم. ولم يتعد كثيراً عن بلدي الجزيرة وقصبي.



الشكل (١٦) تغيرات المجرى المائي بين فتوسة ومغلة الكبيرة بين (١٩٤٣-١٩٧٩)م.



٩. غمر المجرى بتحركه جانبياً، الموقع القديم لبلدة الخميسية، والجانب الغربي من بلدة طاوي، وابتعد نحو الشمال عن بلدة السبخة (٢,٨) كم، بعد أن كان أقرب إليها بمسافة (١,٧) كم. وعن بلدة جبلي مسافة (٣,٤) كم، وعن فطسة (١,٥-١,٢) كم، وعن زور شمر بين (٥-٤) كم، وعن موقع مخفر معدان لمسافة (١١-١٠) كم، وعن بلدة معدان عتيق (٤-٢,٤)، وعن بلدة السويدا نحو (٠,٧) كم. بينما اقترب من بلدة جديدة مسافة قدرت بنحو (٥) كم، ومن قرية حمرة جمّاسه، حتى أشرفت على ضفته مباشرة. ومن أراضي بلدة كسرة محمد آغا، لمسافة راوحت بين (١,٥-١,٢) كم. وبلدة رقة السمرا (١,٢-٠,٦) كم. وعكيرشي نحو الشمال لمسافات راوحت بين (٤-٢,٥) كم.
١١. انحصرت المواقع ذات التأثيرات السلبية لتغيرات المجرى في مواقع محددة، وهي الأكواع النهرية، بينما استقر نسبياً في الأجزاء المستقيمة أو قليلة التعرج، وهو ما يفيد في حصر الحلول التي سيتم اقتراحها في الجزء الثاني، في مواضع محددة، ما يوفر الجهد والوقت والتكاليف.

#### التمويل:

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (٥٠١١٠٠٠٢٠٥٩٥).

**المراجع:****أ. الكتب:**

١. أبو العز، محمد صفي الدين. (١٩٩٨). قشرة الأرض، دراسة جيومورفولوجية. دار غريب. القاهرة.
٢. جودة، حسنين جودة. (٢٠٠٣). الجيومورفولوجيا، علم أشكال سطح الأرض. مع تطبيق بأبحاث عن جيومورفولوجيا العالم العربي. دار المعرفة الجامعية. القاهرة.
٣. الدليمي، خلف حسين. (٢٠٠١). الجيومورفولوجيا التطبيقية. علم شكل الأرض التطبيقي. ط١. الأهلية للنشر والتوزيع. عمان.
٤. الدليمي، خلف حسين والجميلي، سحر. (٢٠٢١). تغير مجاري الأنهار وأثرها في النشاط البشري، دراسة تطبيقية، ط١، دار الكتب الوثائقية، بغداد.
٥. داوود، إسكندر. (١٩٥٩). الجزيرة السورية بين الماضي والحاضر. مطبعة الترقى. دمشق.
٦. سباركس، ب. (١٩٨٣). الجيومورفولوجية، ترجمة ليلي عثمان، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
٧. سلوم، غزوان، وصيام، نعمان. (٢٠١٨). علم أشكال سطح الأرض التطبيقي. منشورات جامعة دمشق. دمشق.
٨. عبد السلام، عادل. (١٩٩٠). الأقاليم الجغرافية السورية. منشورات جامعة دمشق. مطبعة الاتحاد. دمشق. الصفحات ٢٨٥.
٩. عبد السلام، عادل. (٢٠٠٠). أشكال الأرض. علم أشكال الأرض. ط:٤. منشورات جامعة دمشق. دمشق.
١٠. عبد السلام، عادل، الشيخ، محمد اسماعيل، وحليمة، عبد الكريم. (٢٠٠٤). الجغرافية الطبيعية لسورية، منشورات جامعة تشرين، اللاذقية.
١١. غازي، حسام وحايك، مي (٢٠٢١). آثار سورية خلال عصور ما قبل التاريخ، منشورات جامعة دمشق، كلية السياحة، دمشق.
١٢. قطان، زهير (٢٠٠٨). مراقبة التراكيب الكيميائية والنظرية لمياه نهر الفرات في سورية، تقرير نهائي عن بحث علمي قسم الجيولوجيا، هيئة الطاقة الذرية. دمشق.
١٣. محسوب، محمد صبري (٢٠٠١). جيومورفولوجية الأشكال الأرضية. دار الفكر العربي. القاهرة.
١٤. مولر، أندريه. ديتجيس، أريان. بول، بنجامين. هيلين رويتير، ميشيل. روشوفسكي، لوكا. فولكولز، جان. وويرتز، أيكارت (٢٠٢٢): المناخ والمياه والتعاون في حوض الفرات ودجلة التحديات التي تواجه التكيف مع تغير المناخ وتحقيق الاستقرار وإدارة المياه عبر الحدود، تقرير يناير ٢٠٢٢، Cascades.

**ب- المجلات والدوريات:**

١٥. لخفاجي، سرحان نعيم. (٢٠٠٦). مراحل تطور المنعطفات النهرية لمجرى نهر الفرات بين الكفل والشناقية، وأثرها على الملكيات الزراعية. المجلات الجغرافية. المجلد: ١. الصفحات ٢٧١.
١٦. كلبو، عبد الحميد. (1985). الإنسان كعامل جيومورفولوجي دوره في العمليات الجيومورفولوجية النهرية. الجمعية الجغرافية الكويتية. العدد: ٨٠. الكويت.

**ج. الندوات:**

١٦. الكفري، عبد المجيد. (٢٠٠٩). التحليل البنوي- الجيومورفولوجي لنهوض البشري والمناطق المجاورة، باستخدام معطيات الصور الفضائية والمعطيات الكارتوغرافية. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد. ورشة العمل العلمية في جامعة دمشق. دمشق.

## ت. الرسائل الجامعية:

١٧. المحل، محمد. (٢٠٠٦). جيومورفولوجية الفرات بين البوكمال والسيال. رسالة ماجستير غير منشورة. قسم الجغرافية. كلية الآداب والعلوم الإنسانية. جامعة دمشق. دمشق.

## المراجع الأجنبية:

## Books

1. Al-Ansari.N, Adamo.N, Sissakian. V.K , Knutsson. S & Laue.J ; (2018): Water Resources of the Euphrates River Catchment. Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol . 8, no. 3, 2018, 1-20 ISSN: 1792-9040 (print version), 1792-9660 (online) Scienpress Ltd, 2018
2. Bangqi. Hu ,Zuosheng Yang, Houjie Wang, Xiaoxia Sun, Naishuang Bi, and Guogang Li;(2009): Sedimentation in the Three Gorges Dam and the future trend of Changjiang (Yangtze River) sediment flux to the sea, Hydrol. Earth Syst. Sci., 13, 2253–2264, www.hydrol-earth-syst-sci.net/13/2253/2009/@ Author(s) 2009. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 License. Books.
3. Beaumont, P, (1998): Restructuring of Water Usage in the Tigris-Euphrates Basin: The Impact of Modern Water Management Policies. Middle Eastern Natural Environments. University of Wales, Lampeter. BuLLETIN(103).
4. Biedler.M; (2004): Hydropolitics of the Tigris - Euphrates river basin with implications for the EUROPEAN UNION, Centre Européen de Recherche Internationale et Stratégique, CERIS. P7.
5. Brandt. S. A;(2000): Classification of geomorphological effects downstream of dams, Catena 40 \_2000. 375–401, Institute of Geography, University of Copenhagen, ØsterVoldgade 10, DK-1350 Copenhagen, Denmark Received 18 May 1998; received in revised form 3 January 1999; accepted 6 March 2000. [www.elsevier.com/locate/catena](http://www.elsevier.com/locate/catena).
6. Bravard. J. p & Petit. F ; (2009) : Geomorphology of stream and river, Elsevier Inc.
7. El- khateb. M; (1984): the Syrian Tabqa Dam: its development and impact, the Geographical bulletin. V A. V 26.
8. Graf . W.L; (2006): Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. Department of Geography, University of South Carolina, Columbia, SC, 29208, USA. Received 20 July 2005; received in revised form 6 June; accepted 6 June Available online 4 August. © Elsevier B.V. All rights reserved.
9. Graf .W.L; (2005): Geomorphology and American dams: The scientific, social, and economic context, [www.elsevier.com/locate/geomorph](http://www.elsevier.com/locate/geomorph), Geomorphology 71 (2005) 3 –26.
10. Grant .G.E; (2012); The Geomorphic Response of Gravel-bed Rivers to Dams: Perspectives and Prospects. In : Church. M &Biron. P.M &Roy A.G; (ed). (2012); Gravel-bed Rivers: Processes, Tools, Environments, First Edition .John Wiley & Sons, Ltd. Ontario. Canada.
11. Green. W.R (et al): (2012): A Brief History and Summary of the Effects of River Engineering and Dams on the Mississippi river system and Delta, Science for changing World, Circular 1375. U S Geological Survey.
12. Gregory . K.J & Willing. D.E; (1973): Drainage Form and Processes Geomorphology Approach. Edward A mold. London.
13. Hooke. J ;(٢٠٠٣): River meander behavior and instability. A framework for analysis. University of Portsmouth, Portsmouth PO1 3HE.
14. Hooke. J. M; (2013): River meandering in: Shroder. T (ed), Wohl. E (ed), Treatise on Geomorphology, Academic Press San Diego. CA. Vol 9. Fluvial Geomorphology.
15. Hugget. R. J(2003): Fundamental of Geomorphology, Routledge. London.
16. Jansen.J .D , Codilean. A.T, Bishop. p, Hoey. T.B.&Persano. C ;(2006): Channel sinuosity: another angle on steady state and transient response in bedrock rivers draining active mountain belts, Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 02309, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-02309.© European Geosciences Union .
17. Kinghton. A.D; (1972): changes in Braided Reach. G A S Bulletin . V 83. Pp 3819-3822.

18. Leopold. L b & Wolman. M. G; (1957): River channel patterns. Braided Meandering and Straight, Geological survey professional paper. 282-B. Washington.
19. Lewin. J (1976): Initiation of bed forms and meanders in coarse-grained sediment. GSA Bulletin. 89 (2). Pp 281-285.
20. Li. Z & G.P & G X; (2021): Morphological characteristics and changes of meandering river in the Qinghai- Tibet plateau. China. Geomorphology 349. 167626.
21. Lönnqvist.M ,Törmä.M , Okkonen.J , Lönnqvist.K& Nuñez.M&Latikka. J ; (2006): The Euphrates channel changes and Archaeology Along Jebel Bishri in Syria. XXI International CIPA Symposium, 01-06 October, Athens, Greece.
22. Makaske. B; (2001): Anastomosing rivers, a review of their classification origin and sedimentary products, Earth Science Review 53. Pp 149-196.
23. Morisawa. M; (1985): River Form and Process in Clayton. K. M : Geomorphology Texts. Longman. London.
24. Ponikarov. V.P (ed), (1966): Geological map of Syria .Ar Raqqa. Explanatory Notes. Sheet I-37-XXII, scale 1:200.000, ministry of Industry Department of Geological and Mineral Research. Syria.
25. Rasmussen. J & Mossa. J; (2011): OXBOW LAKES AS INDICATORS OF RIVER CHANNEL CHANGE: LEAF RIVER, MISSISSIPPI, USA. Physical Geography, 2011, 32, 6, pp. 497–511. <http://dx.doi.org/10.2747/0272-3646.32.6.497> Copyright © 2011 by Bellwether Publishing, Ltd. All rights reserved.
26. Rhoads. B. L & Welford. M . R ;(1991): Initiation of river meandering progress in physical geography 15-2 . pp 127-156.
27. Richard. Ch. J & Cchumm. S. A & Sugden. D.E; (1985) : Geomorphology, METHUEN. London & New York.
28. Richard. K. S ;(1976): channel width and the riffle – Pool Sequence Geological of Society of American. Bulletin. V 87. Pp 885-890.
29. Sabo. J.L, Bestgen. K, Graf. W, Sinha. T and Wohl. E.E; (2012): Dams in the Cadillac Desert: downstream effects in a geomorphic context. ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES. Issue: The Year in Ecology and Conservation Biology. 0077-8923 , 2012.
30. Seminara. G; (2006): Meanders, Journal Fluid Mech. Vol 554. Pp 271-297.
31. Sissakian. K & Other; (2020): How dams Affect Freshwater Issues in the Euphrates – Tigris, Basins, Journal Earth Sci and Geotechnical Engineering. Vol 10. No 1. Pp 43-76.
32. Skalak . K. J, Benthem. A .J , Schenk. E.R, Hupp. C.R , Galloway. J. M, Nustad. R. A and Wiche. G.J ; (2013) : Large dams and alluvial rivers in the Anthropocene: The impacts of the Garrison and Oahe Dams on the Upper Missouri River. Anthropocene 2 (2013) 51–64. Contents lists available at ScienceDirect
33. Stolum. H.H; (1998): Planform geometry and dynamics of meandering river. GAS bulletin, V 110. No 11. Pp 1485-1498.
34. Stow, D., Nicholson, U., Kearsy, S., Tatum, D., Gardiner, A., Ghabra, A., & Jaweesh, M. (2020). The Pliocene-Recent Euphrates River system: Sediment facies and architecture as an analogue for subsurface reservoirs. Energy Geoscience, 1(3-4), 174-193. <https://doi.org/10.1016/j.engeos.2020.07.005>
35. Tinkler . K.J: (1970) : Pools. Riffles, and Meander, Geo Amer, Bull. V .81.
36. UN-ESCWA and BGR; 2013: Euphrates River basin. United Nations Economic and Social Commission for Western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). 2013. Inventory of Shared Water Resources in Western Asia. Beirut.
37. William L.G ;(2006): Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers, Department of Geography, University of South Carolina, Columbia, SC, 29208, USA Received 20 July 2005; received in revised form 6 June 2006; accepted 6 June 2006. Available online 4 August. Geomorphology 79 (2006) 336–360. [www.elsevier.com/locate/geomorph](http://www.elsevier.com/locate/geomorph).
38. Zachariah .M .B.k; (2019): the spatial – temporal geomorphology of meandering river channel in distributive fluvial systems. Master Thesis in petroleum Geoscience Uni of Bergen.

39.Zhou. Y & Tang. Q; (2022): Meandering characteristics of the Yimin River in HulunBuir Grassland, Inner Mongolia. China, Remote Sens. 14. 2696.

40.Zinger .J.A ;(2016): from Meander Bend to Ox Bow Lake. PhD . Uni of Illinois at Urbane – Champaign.

#### **Journals**

41.Abdul Qader. B; (2019): Turkish water projects on Euphrates river and their negative impact on Syria and Iraq, Tikrit journal for political science . 16. Pp 233-248.

42.Esther. C.E (et al); (2014): coevolution of width and sinuosity in meandering river. Journal Fluid Mech. Vol 760. Pp 127-174.

43.Kasvi. E, Hook .J ,Alho. P ,Kurkelo. M, Vooja. M.T, Virtanen. T-p &Hyypa. H; (2017): Modern empirical and modelling study approaches in fluvial geomorphology to elucidate sub- bend- Scale meander dynamics. Volume 41, Issue 5.SAGE journals. <https://doi.org/10.1177/0309133317715870>

44.Sissakian. V & Al nsari. N; (2019): Geography, Geomorphology, Stratigraphy and Tectonic of the Euphrates River Asia, Journal of Earth Sci and Geotechnical of the Engineering, Vol 9, pp 315-337.

45.Ünver. O, Yıldız. D, Kibaroğlu. A & Özgüler. H ; (2021) : Euphrates-Tigris Case Study [https://www.hidropolitikakademi.org/uploads/editor/images/Euphrates%20Tigris%20Case%20Study\\_%20Olcay%20C3%9Cnver%20Dursun%20y%20C4%B1d%20C4%B1z%20CAy%20C5%9Feg%20C3%BC1%20Ki%20baro%20C4%9Flu%20Hamza%20C3%96zg%20C3%BCler%20.pdf](https://www.hidropolitikakademi.org/uploads/editor/images/Euphrates%20Tigris%20Case%20Study_%20Olcay%20C3%9Cnver%20Dursun%20y%20C4%B1d%20C4%B1z%20CAy%20C5%9Feg%20C3%BC1%20Ki%20baro%20C4%9Flu%20Hamza%20C3%96zg%20C3%BCler%20.pdf)

## الملاحق:

الجدول الملحق (١) عدد الأكواع النهرية لعام (١٩٤٣)م.

1	2.13885	1.880768	1.14	تعرج
2	2.801648	2.132546	1.33	تعرج
3	2.208487	1.590838	1.39	تعرج
4	3.119269	1.389002	2.24	كوع
5	2.962897	2.137633	1.38	تعرج
6	1.995684	1.611967	1.23	تعرج
7	3.117994	1.661383	1.88	كوع
8	3.797068	1.824988	2.09	كوع
9	4.162882	1.903521	2.19	كوع
10	1.997793	1.575651	1.26	تعرج
11	1.588652	1.166482	1.36	تعرج
12	3.701175	1.972888	1.88	تعرج
13	2.880907	2.332483	1.24	تعرج
14	2.198862	1.716593	1.19	تعرج
15	2.754732	2.657006	1.03	تعرج
16	2.1575	1.985909	1.08	تعرج
17	4.558417	1.515463	3	كوع
18	4.920957	1.899673	2.59	كوع
19	3.212551	2.498153	1.28	تعرج
20	2.562114	2.373429	1.08	تعرج
21	4.086721	2.386024	1.7	كوع
22	2.924555	2.65227	1.1	تعرج
23	1.852236	1.735791	1.07	تعرج
24	3.667345	0.777814	4.7	كوع
25	1.713	1.573832	1.06	تعرج
26	3.544568	3.358577	1.05	تعرج
27	3.232892	2.987449	1.08	تعرج
28	2.558273	1.893177	1.35	تعرج
29	5.697981	4.124847	1.39	تعرج
30	1.119113	0.87635	1.26	تعرج

تم اعداده باستخدام برنامج Arc- GIS 10.8.

الجدول الملحق (٢) عدد الأكواع النهرية لعام (١٩٧٩م).

رقم الكوع	طول الكوع/ كم	الطول الهندسي/كم	نسبة التعرج SI	التصنيف
1	5.165044	4.103397	1.26	تعرج
2	2.607827	2.028933	1.29	تعرج
3	2.404925	1.796994	1.27	تعرج
4	3.327277	1.895167	1.76	كوع
5	3.605074	2.607754	1.38	تعرج
6	4.001979	3.222318	1.24	تعرج
7	3.61242	2.642255	1.38	تعرج
8	3.849201	2.821877	1.36	تعرج
9	3.494542	2.801201	1.24	تعرج
10	4.729854	4.198234	1.12	تعرج
11	2.824209	2.396022	1.17	تعرج
12	6.414512	5.228287	1.23	تعرج
13	3.01449	2.443974	1.23	تعرج
14	3.296685	2.756993	1.19	تعرج
15	3.985042	3.634079	1.1	تعرج
16	2.583844	2.03062	1.27	تعرج
17	6.235254	4.928041	1.26	تعرج
18	3.068119	2.928581	1.03	تعرج
19	2.763413	2.649829	1.04	تعرج
20	3.441313	2.558883	1.35	تعرج
21	5.285803	4.553769	1.14	تعرج

تم اعداده باستخدام برنامج Arc- GIS 10.8

الجدول الملحق (٣) خصائص الأكواع المتحركة في القطاع النهرى، بين (١٩٤٣-١٩٧٩م)

رقم الكوع بين ١٩٤٣-١٩٧٩	الطول /كم		مقدار التغير/ كم	نمط الحركة	متوسط مسافة التحرك/كم	الموقع	جهة الحركة
	١٩٧٩	١٩٤٣					
١-١	٥	٥,٢	٠,٢-	Ro	0.2	جنوب رقة السمرا	الشمال
٢-٢	٢,٦	٢,٨	٠,٢-	Tr	0.7	بلدة طاوي	الشرق

الشمال	كسرة محمد آغا	0.5	Ex	٠,١-	٢,٤	٢,٥	جزء مستقيم ٣-
الشمال الغربي	كسرة محمد آغا	٢,٥	Tr	١+	٣,٣	٢,٢	٤-٣
الغرب	شمال عكيرشى	2	Tr	٠,٥+	٣,٦	٣,١	٥-٤
الشمال الشرقي	شمال دلحة	1	Re	1-	2.5	3.5	٥-جزء مستقيم
الشمال الشرقي	جنوب قطسة الذيب	١,٨	Nc	٠,٧+	٣,٨	٣,١	٨-٧
الجنوب الشرقي	قطسة علي بيرم	1.5	Re	٢-	١,٨	٣,٨	٨-جزء من ٩
الشمال	جنوب قطسة سرحان	2	Nc	٢,١-	٢,١	4.2	٩-جزء مستقيم
الشمال	جنوب قطسة سرحان	٠	Re	٢,٣-	١,٥	٣,٨	١٠-جزء مستقيم
الشمال	زور شمر	٢	Op	١,٩+	٣,٤٩	١,٥٩	٩-١١
الجنوب	زور شمر	١	Re	١,٧-	٢	٣,٧	١٢-جزء مستقيم
الشمال	جديدة خابور	٠,٩	Re	٠,٧-	٢,٢	٢,٩	١٣-جزء مستقيم
الجنوب	جديدة خابور	١,٣	Re	٠,٦-	٣,٤	٤	١٤+ -جزء مستقيم
الشمال	الجابر	١,٤	Op	٠,٣-	٤	٤,٣	١٦+ -جزء فاغر
الشمال	الخميسية	٤,٥	Nc	٤,٧-	٨	١٢,٧	-(١٩+١٨+١٧) ١٢
الشمال	جنوب مطب	١,٦	Op	٠,٤+	٤,٤	٤	جزء مستقيم-١٣
الشمال	شرق معدان عتيق	١,٥	Re	١-	٢,٥	٣,٥	٢١-جزء مستقيم
الشمال	شمال قسبي	0.9	Op	٠,٢-	٣,١	٣,٣	جزء- من كوع ١٧
الجنوب	جزرا	١,٢	Nc	٢,٢-	١,٥	٣,٧	٢٤-تتمة ١٧
الشرق	حلبية- زلابية	٠,٥	Tr	٠,٨-	٨	٨,٨	-(٢٧+٢٦+٢٥) (١٩+١٨)

الجدول الملحق (٤) عدد الجزر النهرية لعام (١٩٤٣)م.

رقم الجزيرة	مساحة الجزر ب/م <sup>٢</sup>	المتوسط الحسابي	طول الجزيرة/م	عرض الجزيرة/م
1	939578.4349	223330.5082	1866.869958	904.58904
2	31638.79746	223330.5082	286.55016	178.536442
3	583539.8491	223330.5082	1588.466528	687.985485
4	346108.3662	223330.5082	839.604764	528.517268
5	75153.07505	223330.5082	544.484456	182.508792
6	191147.1447	223330.5082	1118.524897	302.871285
7	265415.957	223330.5082	884.636381	472.363094
8	35138.95308	223330.5082	446.787022	100.488056
9	404224.8437	223330.5082	1286.599945	421.148815
10	650327.2022	223330.5082	1331.209119	803.365771
11	138226.173	223330.5082	912.738767	255.05114

12	39419.60183	223330.5082	548.345726	140.116652
13	47002.77914	223330.5082	414.962374	145.365729
14	52030.38349	223330.5082	480.440168	147.384052
15	148440.8179	223330.5082	1306.622574	208.740831
16	93257.00245	223330.5082	1106.382868	146.573983
17	43427.23892	223330.5082	462.64941	147.35217
18	22810.03146	223330.5082	352.578732	85.919583
19	82744.91816	223330.5082	547.550204	246.473465
20	276978.5935	223330.5082	1216.98967	343.64495
المجموع	4466610.163			

تم اعداده باستخدام برنامج Arc- GIS 10.8

الجدول الملحق (٥) عدد الجزر النهرية لعام (١٩٧٩) م.

رقم الجزيرة	مساحة الجزيرة ب/م <sup>٢</sup>	Average	عرض الجزيرة ب/م	طول الجزيرة ب/م
1	34582.58892	228251.8383	158.251471	350.399239
2	67167.65184	228251.8383	181.560295	471.643002
3	647834.7746	228251.8383	977.28348	1047.998398
4	962027.4906	228251.8383	802.554778	2037.858091
5	34068.91056	228251.8383	131.490776	347.719519
6	201726.9644	228251.8383	402.150804	839.111729
7	7493.552918	228251.8383	61.567503	174.068209
8	42770.50936	228251.8383	105.605086	515.669302
9	69111.82409	228251.8383	195.110663	458.333591
10	82757.66311	228251.8383	185.966934	638.618706
11	41029.53613	228251.8383	136.322246	456.561934
12	1231911.588	228251.8383	1186.930442	1839.401254
13	824047.9265	228251.8383	832.208295	1516.912124
14	1211583.041	228251.8383	713.070252	4464.843076
15	48732.9795	228251.8383	185.989757	384.602485
16	37786.6915	228251.8383	125.038104	387.768436
17	100512.3898	228251.8383	163.728915	860.578056
18	237463.139	228251.8383	203.58383	1817.096242
19	82843.64092	228251.8383	157.915428	807.149774
20	124908.3011	228251.8383	203.9384	859.981885
21	355807.497	228251.8383	416.347146	1868.432874
22	20260.45555	228251.8383	99.526342	280.860418
23	1460389.889	228251.8383	1015.177729	2202.675521
24	325224.8951	228251.8383	561.393106	935.193025
25	52691.05983	228251.8383	196.53595	410.523894

26	76419.95235	228251.8383	243.283412	462.323468
27	894478.6113	228251.8383	925.796086	1317.537863
28	61370.03643	228251.8383	136.521215	659.496783
29	272934.0294	228251.8383	444.16321	902.864059
30	331268.9262	228251.8383	473.889429	1024.104089
31	309272.8015	228251.8383	506.467394	1340.776953
32	249041.8765	228251.8383	310.919778	1472.856786
33	221999.6821	228251.8383	263.862919	1191.521673
34	115683.1571	228251.8383	209.509222	922.712855
35	96299.29553	228251.8383	168.165648	825.359441
36	274657.8854	228251.8383	300.799099	1669.328206
37	341525.7345	228251.8383	443.043087	1372.971572
38	40148.51543	228251.8383	117.602243	428.564575
39	42134.71625	228251.8383	121.175006	495.012711
40	200529.7517	228251.8383	257.119051	1561.791414
41	85489.19463	228251.8383	174.728902	667.874768
42	218017.0592	228251.8383	346.598849	946.879549
43	655634.7444	228251.8383	676.475277	1617.836234
44	552187.71	228251.8383	723.976836	1228.261577
45	54649.75737	228251.8383	162.491098	496.092739
46	115306.5414	228251.8383	285.683576	629.325645
47	43900.05488	228251.8383	117.893874	450.788872
48	716335.7061	228251.8383	675.90423	1831.843621
49	46588.32962	228251.8383	149.373169	408.295851
50	310316.9284	228251.8383	460.986664	1966.488276
51	161424.5765	228251.8383	227.145069	1176.370605
52	429032.626	228251.8383	537.212451	1561.35409
53	38880.6043	228251.8383	124.796051	485.316201
54	89487.77333	228251.8383	198.435329	726.208548
55	109660.9178	228251.8383	269.447969	759.382714
56	19752.64959	228251.8383	111.713696	221.049748
57	170512.191	228251.8383	359.835141	877.559038
58	12280.74915	228251.8383	85.137648	225.795624
59	356827.5001	228251.8383	635.831745	1672.406108
60	24888.9186	228251.8383	99.363445	391.019533
61	415089.0206	228251.8383	479.140336	1504.090866
62	12955.81315	228251.8383	86.450443	195.164104
63	20330.66114	228251.8383	94.752973	260.491727
64	1001722.497	228251.8383	819.127779	2703.290135
65	14246.27453	228251.8383	96.938318	225.85921
66	11877.90836	228251.8383	76.627087	224.600873

67	117817.0216	228251.8383	204.78374	851.1047
68	74417.59636	228251.8383	200.569969	623.62335
69	66772.16133	228251.8383	158.134348	708.626848
70	16076.38698	228251.8383	115.162837	186.162958
71	25780.03598	228251.8383	129.990249	326.542659
72	375272.7951	228251.8383	411.422078	1384.96271
73	48803.635	228251.8383	116.342091	621.984884
74	7157.660349	228251.8383	95.27254	97.352995
75	13535.90582	228251.8383	89.361426	238.197303
76	23293.51138	228251.8383	100.733672	307.400311
77	22533.66205	228251.8383	106.732103	315.11527
78	32040.76692	228251.8383	109.125455	401.567213
79	23049.25101	228251.8383	85.766274	363.338065
80	15041.53654	228251.8383	93.282465	205.044105
81	68267.69072	228251.8383	219.779383	474.168999
82	266894.4814	228251.8383	292.738377	1539.375296
المجموع	18716650.74		24926.82949	73719.43715

تم اعداده باستخدام برنامج Arc- GIS 10.8.