

## التغيرات الجيومورفولوجية للحواجز الرملية وأخطارها على الملاحة النهرية في منطقة الأقصر: باستخدام تقنيات الجيوماتكس إعداد

د. أحمد عبدالفتاح حسين أبوحديد

مدرس الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة جنوب الوادي

[Ahmed.abohadeed@art.svu.edu.eg](mailto:Ahmed.abohadeed@art.svu.edu.eg)

### الملخص:

يهدف البحث إلى دراسة الحواجز الرملية في مجرى نهر النيل في منطقة الأقصر باستخدام تقنيات الجيوماتكس، من حيث نشأتها، وتطورها، والعوامل والعمليات المؤثرة فيها، وخطورتها على الملاحة النهرية، وقد اعتمدت الدراسة على العمل الميداني كمصدر رئيس للحصول على البيانات، إضافة إلى تفسير الخرائط والمرئيات الفضائية وتحليلها، وقد توصلت الدراسة للعديد من النتائج، أهمها:

- هناك اتجاه عام لزيادة معدلات الإرساب في مجرى نهر النيل، فقد زادت مساحة المواضع التي يقل منسوبها عن ٦٦ مترًا عام ٢٠٢٢ بنسبة ٢٤,٣٪ عما كانت عليه عام ١٩٨٢؛ مما يشير إلى تحول أجزاء كبيرة من المجرى إلى حواجز رملية.
  - زادت أعداد الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة من ١٠ حواجز رملية عام ١٩٨٢، إلى ١٧ حاجزًا رمليًا عام ٢٠٢٢؛ أي أن معدل التغير بلغ ٠,١٨ حاجز رملية/سنة، وبمعنى آخر يتكون حاجز رملية واحد كل ٦ سنوات تقريبًا خلال المدة (١٩٨٢-٢٠٢٢)؛ ويعزى ذلك إلى التحكم في نهر النيل، وضبط كميات المياه المنصرفة.
  - بلغ طول المسافة التي يقل عمقها عن ٢,٣ أمتار من سطح المياه نحو ٤,٨ كم، بنسبة ١٠,٥٪ من طول المجرى؛ لذا يجب تطهير هذه المسافة، لضمان سلامة الملاحة في المجرى.
  - بلغ متوسط حركة الحواجز الرملية وهجرتها بالمجرى نحو ١٢٩,٢ مترًا خلال الفترة من (١٩٨٢-٢٠٢٢)، أي بمعدل قدره ٣,٢ أمتار/عام.
- الكلمات المفتاحية: نهر النيل، الحواجز الرملية، الملاحة النهرية، الأقصر، الجيوماتكس.

## **Geomorphological changes of sandbars and their hazards to river navigation in the Luxor area Using Geomatics techniques**

### **Abstract:**

This research aims to study the sand bars in the Nile River in the Luxor reach using geomatics techniques. Thus, this study is concerned with tackling the concerned sand bars in terms of their origin, development, factors and processes affecting them, and their hazard to river navigation. The study relied on field work as a main source for obtaining data. This is in addition to interpreting and analyzing Satellite images and Maps. The study reached several findings, the most important of which are the following:

- There is a noticeable general increase in the rates of sedimentation in the Nile River reach, The area of the places with a level of less than 66 meters increased in 2022 by 24.3% compared to what it was in 1982. This indicates the transformation of large parts of the Nile into sandbars.
- The number of sandbars in the study area increased from 10 sand bars in 1982 to 17 sand bars in 2022. This means that the rate of change was 0.18 sand bar/a year. In other words, one sand bar is formed approximately every 6 years during the period (1982-2022). This is attributed to controlling the Nile River and controlling the quantities of discharged water.
- The length of the distance less than 2.3 meters deep from the surface of the water is about 4.8 km, i.e. 10.5% of the length of the Nile reach. Accordingly, this distance must be cleared in order to ensure the safety of navigation in the Nile.
- The average movement and migration of sandbars in the Nile reach was about 129.2 meters during the period (1982-2022), i.e. at a rate of 3.2 meters/ a year.

**Keywords** :Nile River, Sandbars, River navigation, Luxor, Geomatics.

## مقدمة

يعرف الحاجز الرملي بأنه امتداد من الإرسابات، عادة ما يتخذ شكلاً مستطيلاً في اتجاه التيار، ويتكون من إرسابات ذات حجم أكبر نسبياً مما تتكون منها سطوح الجزر في النهر نفسه، فكثيراً ما تتكون الحواجز الرملية من الحصى والرمل (جاد، ١٩٨١، ص ٣٧)؛ نتيجة ضعف طاقة النهر، وعدم قدرته على نقل حمولته من الرواسب.

ويهدف البحث إلى دراسة التغيرات الجيومورفولوجية للحواجز الرملية ورصدها؛ باستخدام تقنيات الحيووماتكس، وتتبع هجرتها وحركتها في المجرى، خاصة وإنها من الأشكال الجيومورفولوجية المميزة في مجرى نهر النيل في منطقة الأقصر، وأكثر الظواهر تغيراً في أبعادها، كما أنها تمثل نواة بناء الجزر، حيث يعتمد تطور الجزر النهرية في الأساس على نمو الحواجز الرملية وتطورها (صابر، ٢٠١٢، ص ٣٩١)، إضافة إلى أنها من أهم العوامل المسؤولة عن تغيير مسار القناة الملاحية داخل المجرى من فترة إلى أخرى، وأنها من عوامل نمو السهل الفيضي وانعطاف المجرى بمنطقة الدراسة.

لذا يهتم البحث بدراسة هذه الظاهرة بالتفصيل، خاصة مع اتجاه النهر إلى الإرساب، وارتفاع منسوب قاع المجرى الملاحي بعد بناء السد العالي، ومحاولة تفسير العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المشكلة لها، حيث يؤدي ارتفاع منسوب القاع وظهور الحواجز الرملية إلى حدوث اختناقات ملاحية وإعاقة حركة الملاحة في المجرى، خاصة وأن المنطقة تعد أكبر قطاعات نهر النيل من حيث عدد السفن المارة والفنادق العائمة والمراسي، فقد بلغ عدد الفنادق العائمة ٣٠٠ فندق عائم، ونحو ٣١ مرسى للبواخر السياحية<sup>(١)</sup>، كما أنها تضم أكثر من ١٩٢ لانشاً ومركباً و٧٢ ذهبية سياحية مرخصة<sup>(٢)</sup>، كما تتسم منطقة الدراسة بكثافة مرور الوحدات والسفن السياحية، حيث يبلغ عدد الوحدات السياحية والنهرية المارة بقناطر إسنا الجديدة ١١٧٤٥ وحدة<sup>(٣)</sup>، بمعدل قدره ٩٧٩ وحدة شهرياً.

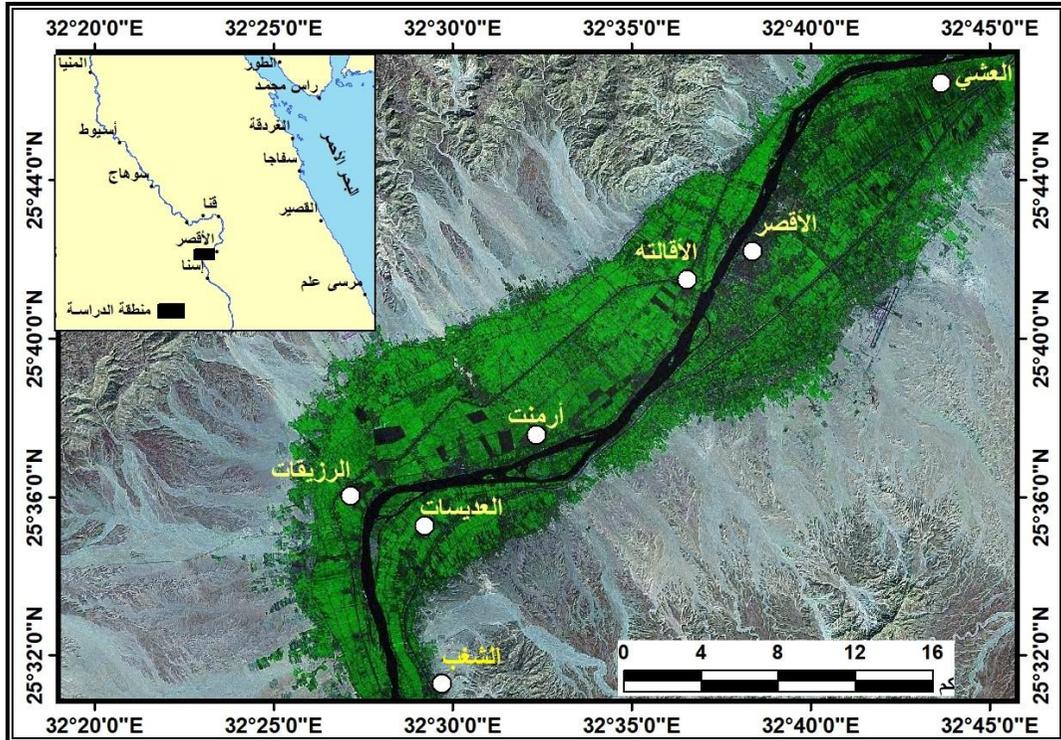
(١) الإدارة العامة لحماية النيل بالأقصر، مكتب التراخيص.

(٢) مديرية الطرق والنقل، قسم الملاحة النهرية، بيانات غير منشورة.

(٣) الإدارة العامة لقناطر إسنا الجديدة، بيانات غير منشورة.

## موقع منطقة الدراسة وحدودها:

تحتل منطقة الدراسة ثنية الرزيقات، وتقع شمال قناطر إسنا، وتمتد بين قريتي الشغب جنوباً والعشي شمالاً، ويبلغ طول قطاع منطقة الدراسة من مجري نهر النيل ٤٥,٦ كم، بنسبة ٢٣,٧٪ من جملة طول الحبس الثاني (قطاع إسنا - نجع حمادي)، أي أن القطاع يمثل ٣٪ من إجمالي طول نهر النيل في مصر (شكل ١)، وتمتد المنطقة فيما بين خطي طول ٢٧° ٢٩' ٣٢" و ٢٥° ٤٣' ٣٢" شرقاً، وبين دائرتي عرض ٤٩° ٣٠' ٢٥" و ٥٢° ٤٦' ٢٥" شمالاً، وقد وقع الاختيار على قطاع منطقة الأقصر كونه من أهم القطاعات التي تغيرت خصائصها المورفولوجية والجيومورفولوجية بعد بناء السد العالي، إضافة إلى أهميتها السياحية الكبيرة من ناحية، وكثافة حركة السفن والرحلات السياحية من الأقصر - أسوان والعكس.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على المراثيات الفضائية لعام ٢٠٢٢م.

شكل (١): موقع منطقة الدراسة.

## أهداف البحث:

- دراسة العوامل والعمليات المؤثرة في نشأة الحواجز الرملية.
- إلقاء الضوء على الخصائص المورفومترية للحواجز الرملية بمنطقة الأقصر.
- رصد التطور الجيومورفولوجي للحواجز الرملية وأخطارها على الملاحة النهرية ودراستها باستخدام تقنيات الجيوماتكس.
- دراسة خصائص رواسب الحواجز الرملية، ومصادرها، ودلالاتها الجيومورفولوجية.
- تتبع حركة الحواجز الرملية وهجرتها، والتغيرات الجيومورفولوجية التي طرأت عليها خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢)، ورصد مواقع الاختناقات الملاحية بالمجرى النهري باستخدام تقنيات الجيوماتكس.
- رسم خريطة للممر الملاحي الآمن بناءً على دراسة الخرائط الكنتورية للمجرى، ومحاولة التنبؤ بالتغيرات المحتملة للحواجز الرملية في المستقبل.

## مناهج الدراسة وأساليبها:

اعتمد البحث على المنهج الإقليمي والتحليلي، خاصة وأن منطقة الدراسة جزء من إقليم وادي النيل، وهو من أنسب المناهج لدراسة أشكال متعددة كالحواجز الرملية وحفر الانجراف في منطقة محددة، وتتبع نشأتها ومراحل تطورها، إضافة إلى الأسلوب الوصفي والكمي، لوصف أبعاد الأشكال الجيومورفولوجية وتحليلها؛ وذلك من خلال استخدام العديد من المعادلات الرياضية وتطبيقها في دراسة خصائص الحواجز الرملية وأبعاد المجرى، كما تم استخدام الأسلوب الكارتوجرافي في رسم الخرائط والأشكال البيانية على الحاسب الآلي باستخدام برامج *Erdas*، *Microsoft office*، *Arc Map*، *Imagine*.

واعتمدت الدراسة على تقنيات الجيوماتكس في دراسة الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر، لما لها من قدرات في إمكانية مراقبة التغيرات الجيومورفولوجية في أوقات مختلفة؛ وذلك عن طريق رصد المرئيات الفضائية وتفسيرها وتحليلها في سنوات ١٩٨٢، ٢٠١٣، ٢٠٢٢؛ وذلك اعتمادًا على العمليات الخوارزمية *Map Algebra*

وتطبيق بعض المؤشرات التي يمكن من خلالها رسم مجري نهر النيل والحواجز والجزر بالمنطقة، مثل مؤشر NDWI، بالصيغة التالية:

$$NDWI = (d_{green} - d_{NIR}) / (d_{green} + d_{NIR})$$

حيث يشير:

$d_{green}$ : باند اللون الأخضر،  $d_{NIR}$ : باند الأشعة الحرارية<sup>(1)</sup>، وتتراوح قيمة NDWI مؤشر طيفي للمياه بين -1 و 1.

كما تم مسح مناسب الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة ورفعها باستخدام جهازي *Total Station* و *G.P.S*، وقياس أبعاد الرواسب بعد تكبيرها بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح، ورصد المناطق المعرضة للإرساب، ومواضع الاختناقات التي تحتاج إلى التدخل وتكريك القناة الملاحية.

### مصادر الدراسة:

اعتمدت الدراسة على عدة مصادر لتحقيق أهدافها، وهي كما يلي:

(1) **العمل الميداني:** اعتمدت الدراسة على العمل الميداني في دراسة الحواجز الرملية وقياس معدلات النحت والإرساب واستخدامات الأرض بأراضي الحواجز بمنطقة الدراسة، وعمل القياسات المورفومترية لمناسيبها باستخدام جهاز *Total Station* (لوحة 1)، وجمع العينات من تربة الحواجز، والتقاط العديد الصور الفوتوغرافية، وقد تمت الدراسة الميدانية على ثلاث مراحل، كانت الأولى زيارة استطلاعية لمدة يوم واحد، أما الثانية فكانت لمدة ثلاثة أيام في شهري أكتوبر ونوفمبر، واستغرقت الزيارة الأخيرة يومين في شهري يناير وفبراير؛ لاستكمال القياسات الميدانية.

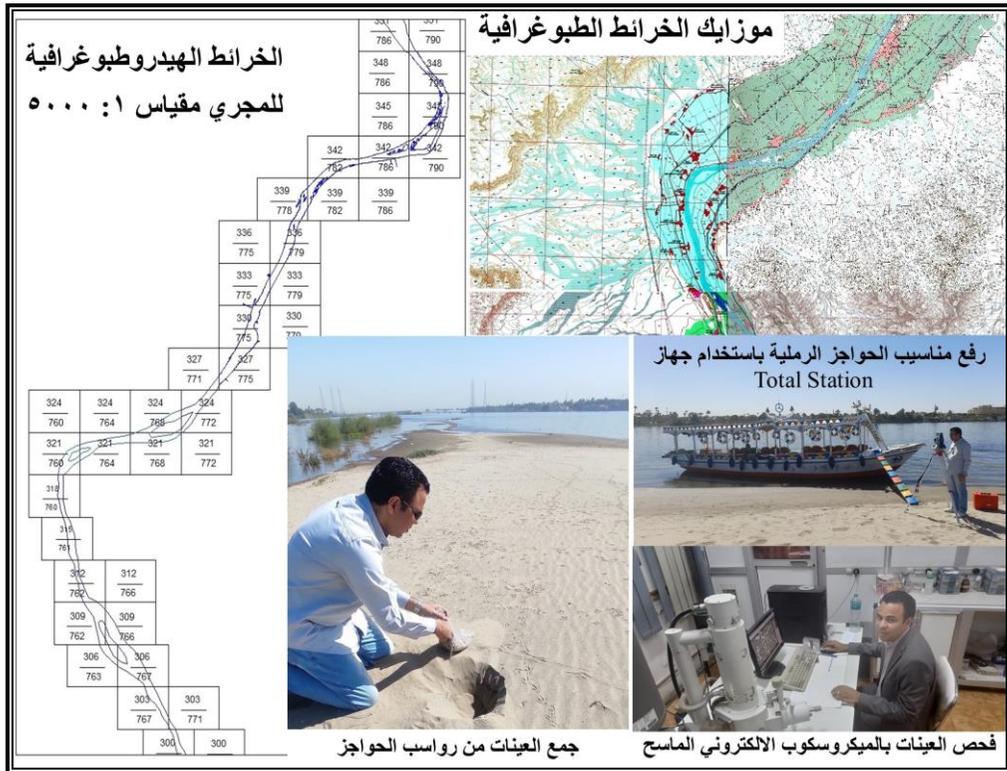
### (2) الخرائط:

• **الخرائط الطبوغرافية** مقياس 1: 50000، لوحات (الأقصر، الطود، الشغب)، مصلحة عموم المساحة، عام 1906، ومقياس 1: 50000، لوحات (نقادة، الأقصر،

(1) يستخدم في المعادلة باند اللون الأخضر Band 2 في المرئيات TM، ETM+، وباند Band 3 في مرئيات OLI، ويستخدم باند الأشعة الحرارية Band 4 في المرئيات TM، ETM+، بينما يكون Band 5 في مرئيات OLI.

الريزقات، إسنا، غرب إسنا)، الهيئة المصرية العامة للمساحة، عام ١٩٩١، ومقياس ١: ٢٥٠٠٠، لوحات (الأقصر، الضبعية، أرمنت، الريزقات)، إدارة المساحة العسكرية، عام ٢٠١١.

- الخرائط الهيدروطوبوغرافية لمجرى نهر النيل، مقياس ١: ٥٠٠٠٠، إنتاج أعوام ١٩٨٢ و ٢٠١٣، معهد بحوث النيل، حيث تم الاعتماد عليها في بناء نماذج ارتفاعات رقمية *DEM* لمجرى نهر النيل بدقة مكانية عالية.



لوحة (١): الخرائط والأجهزة التي تم الاستعانة بها في الدراسة.

(٣) المرئيات الفضائية: تعد من الأدوات القوية لدراسة العمليات الجيومورفولوجية النهرية، وتم استخدام مرئيات القمر الصناعي *Landsat* (جدول ١)، وتحميلها من الرابط <https://earthexplorer.usgs.gov>، إضافة إلى صور *Google Earth* عالية الدقة، تصل إلى ٦١ سم للخلية، وقد تم تجميعها ببرنامج *Stith Map*

وحفظها بخصائها الهندسية؛ حتى يسهل استخدامها في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

#### جدول (١): المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة.

Year	Bands	Path	Row	Sensor	Satellite
1982	4,5,6 (G, R, NIR)	175	42	MSS	Landsat 2
2002,2013	2,3,4 (G, R, NIR)	175	42	TM, ETM+	Landsat5, 7
2022	3,4,5 (G, R, NIR)	175	42	OLI	Landsat 8

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الأقمار الصناعية.

(٤) تقارير متنوعة: صادرة عن عدة هيئات حكومية، مثل: الأرصاد الجوية، ومعهد بحوث النيل، ووزارة الموارد المائية والري، ومركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمحافظة الأقصر.

#### (٥) الدراسات السابقة:

رغم تعدد الدراسات الجيومورفولوجية التي تناولت نهر النيل، إلا أن دراسة الحواجز الرملية لم تحظ بدراسة جيومورفولوجية تفصيلية في أية دراسات سابقة، سوي دراسة واحدة، وكانت بمنطقة سوهاج، وأحيانًا يتم دراستها بشكل عام في الرسائل والبحوث العلمية، ومن أهم الدراسات التي اعتمد عليها البحث، ما يأتي:

- دراسة الحسيني (١٩٨٨) عن الجزر النيلية بين نجع حمادي وأسيوط، وتناول فيها التغير المورفولوجي للجزر النهرية، وأثره في معدل تشعب المجرى.
- دراسة طه (١٩٩٧) عن جيومورفولوجية جزر النيل الرسوبية في مصر، حيث تناول ميكانيكية بناء الجزر النهرية وتطورها، وتوصلت إلى أن انخفاض كمية التصريف أسهم في انكشاف بعض الجزر التي كانت مغمورة في المجرى، وزيادة عدد الجزر ومساحتها في نهر النيل بعد بناء السد العالي.
- دراسة صابر (٢٠١٢) عن التطور الجيومورفولوجي للحواجز الرملية في مجرى النيل بمحافظة سوهاج، وقد تناولت الدراسة الخصائص الجيومورفولوجية للحواجز الرملية، والتطور الذي حدث لها، وتوصلت إلى تساوي معدلات النحت والإرساب،

- مع سيادة طفيفة لعمليات النحت، وحدوث تغيرات جيومورفولوجية للحواجز الرملية خلال فترة الدراسة، حيث تحول نحو ٥٣٪ منها إلى جزر نهريّة.
- دراسة (Li et al., 2014) عن تطور نمو الحواجز الرملية من خلال تحليل الرواسب وتطور الغطاء النباتي على طول الحاجز الرمي، وأظهرت النتائج أن الحصى يترسب أولاً، ويترسب الرمل والطين خاصة خلال موسم الفيضان في نهاية الحاجز بسبب مقاومة الغطاء النباتي.
  - دراسة (Said, et al., 2014) عن التغيرات الجيومورفولوجية لنهر النيل في الحبس الثاني في الفترة من ١٩٨٢ إلى ٢٠٠٥، حيث ركز البحث على دراسة عمليات النحت والإرساب باستخدام الخرائط الكنتورية لمجرى نهر النيل بين قناطر إسنا وقناطر نجع حمادي.
  - دراسة (Manzolli et al., 2022) عن أثر التداخلات الطبيعية والبشرية على التطور الجيومورفولوجي للحواجز الرملية باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية وصور الأقمار الصناعية، وتوصلت الدراسة إلى أن العوامل البشرية والطبيعية ساعدت في استقرار الحواجز الرملية.
  - دراسة (Yan et al., 2022) عن أثر السدود والأنشطة البشرية على التغيرات الجيومورفولوجية للحواجز الرملية في مناطق المنعطفات، وتري الدراسة أن السدود عملت خروج المياه خالية من الرواسب؛ مما يعمل على تفوق معدلات النحت على الإرساب في المجرى.
- من خلال العرض السابق للدراسات السابقة، يمكن استخلاص مجموعة من الملاحظات، وهي أن معظم الدراسات ركزت على العوامل المؤثرة في نشأة الجزر الحواجز الرملية ودراسة أبعادها، وأشارت إلى مصدر الحمولة النهريّة، وتذبذب كمياتها بعد بناء السد العالي، وتختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في أنها تعرض كل العوامل المؤثرة في نشأة الحواجز الرملية وتطورها، وتضع تصوراً لميكانيكية نشأتها في منطقة الدراسة، ورفع لمناسيب أسطحها بجهاز *Total Station*، وقياس أبعاد الرواسب بعد تكبيرها بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح، ثم تعرض أخطار الحواجز

الرملية على حركة الملاحة النهرية في منطقة الأقصر، وقياس معدل حركتها وهجرتها في المجرى باستخدام تقنيات الجيوماتكس، وهذا ما لم تتطرق إليه الدراسات السابقة.

### عناصر البحث:

ولتحقيق أهداف الدراسة، تم تقسيم البحث إلى المحاور الآتية:

أولاً: نشأة الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر.

ثانياً: خصائص الحواجز الرملية بالمنطقة.

ثالثاً: الأخطار الجيومورفولوجية للحواجز الرملية وأثرها على الملاحة النهرية.

وفيما يلي عرض تفصيلي لكل محور من المحاور السابقة.

### أولاً: نشأة الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر:

يعد نهر النيل بمنطقة الدراسة نهراً ديناميكياً بالغ التغير والتطور؛ نتيجة التغيرات الجيومورفولوجية التي يتعرض لها سواء في قاعه أو جزره ووضفاه، وكننتيجة مباشرة لهذه التغيرات، يتلقى قاع المجرى كميات كبيرة من الرواسب تظهر على شكل حواجز رملية، في حيلة يلجأ إليها النهر لتحقيق نوع من التوازن، ومع مرور الوقت، فإنها تنمو رأسياً، حتى إذا وصلت إلى مستوى سطح المياه، تكون بداية المرحلة الأولى لتحولها من حالة الحاجز الرملي إلى جزيرة نهرية (التركماني، ١٩٩٧، ص ٤٣٧)، وفيما يلي عرض للعوامل المؤثرة في نشأة الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة:

#### (١) كمية التصريف:

يتأثر بناء الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر بالنظام الهيدروليكي للنهر، فمع زيادة كمية التصريف تزداد قدرة النهر على النقل والنحت، بينما تقل قدرته مع هبوط مستوى النهر، وانخفاض كمية التصريف، فتتراكم الرواسب على قاع المجرى مشكلة حواجز رملية، تنمو أفقياً ورأسياً لتظهر على هيئة جزر (حجاب، ٢٠١٥، ص ٢٧)، إضافة إلى أنه مع زيادة كمية التصريف تزيد طاقة النهر، فهي تصل إلى ٩٤٩,٢ جول مع كمية تصريف تساوي ١٦٤٠ م<sup>٣</sup>/ثانية، وتنخفض إلى ٨٦٨,١ جول مع كمية تصريف قدرها ١٥٠٠ م<sup>٣</sup>/ثانية (أبوياسا، ٢٠١٧، ص ٨٤).

ويتم التركيز على دراسة كمية المياه المنصرفة خلف قناطر إسنا، خاصة وأنها المسؤولة عن نشأة الحواجز الرملية وتطورها بمنطقة الدراسة كما في (جدول ٢)، بالإضافة إلى أثرها على سرعة المياه، فكلما زادت كمية التصريف، زادت سرعة التيار في المجرى والعكس، ويظهر ذلك جلياً في المنطقة، فمع انخفاض كمية التصريف وزيادة معدلات الإرساب بقاع المجرى، تتراكم كميات ضخمة من الرواسب، مكونة نواة بناء الحواجز الرملية؛ لذا تعد كمية التصريف من أهم العوامل التي تسهم في نشأة الحواجز الرملية وبنائها في منطقة الدراسة.

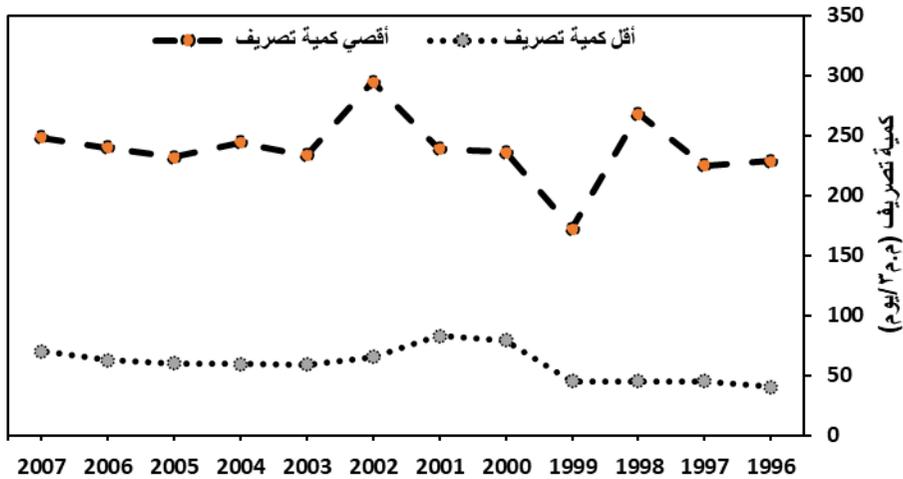
جدول (٢): متوسط كمية التصريف (م.م<sup>٣</sup>/يوم) خلف قناطر إسنا خلال الفترة (١٩٩٦-٢٠٠٧).

كمية تصريف (م.م <sup>٣</sup> /يوم)			السنة
أقل كمية	أقصى كمية	المتوسط	
٤٠,٤٧	٢٢٨,٩٠	١٣٣,٨٠	١٩٩٦
٤٥,٦٤	٢٢٥,٢٠	١٢٦,٤٠	١٩٩٧
٤٥,٥٠	٢٦٨,٣٠	١٦٠,٤٠	١٩٩٨
٤٥,٢٠	١٧٢,٣٠	١٣٧,٢٠	١٩٩٩
٧٩,١٩	٢٣٦,٢٠	١٥٧,٥٠	٢٠٠٠
٨٢,٩٥	٢٣٨,٩٠	١٦٣,٢٠	٢٠٠١
٦٥,٥٤	٢٩٤,٨٦	١٥٥,٥٠	٢٠٠٢
٥٩,٠٣	٢٣٣,٩٠	١٤٥,٥٠	٢٠٠٣
٥٩,٥٦	٢٤٤,١٢	١٤٨,٩٠	٢٠٠٤
٦٠,٣٠	٢٣١,٩٠	١٤٨,٤٠	٢٠٠٥
٦٢,٨٠	٢٤٠,٢٠	١٥١,٥٠	٢٠٠٦
٧٠,٥٠	٢٤٨,٨٠	١٧٠,٣٠	٢٠٠٧
٥٩,٧٢	٢٣٨,٦٣	١٤٩,٨٨	المتوسط
٨٢,٩٥	٢٩٤,٨٦	١٧٠,٣٠	أكبر قيمة
٤٠,٤٧	١٧٢,٣٠	١٢٦,٤٠	أقل قيمة

المصدر: معهد بحوث النيل، تقارير غير منشورة للسنوات المذكورة.

يتضح من (جدول ٢) و(شكل ٢) ما يلي:

- تباين كمية التصريف من عام لآخر خلال الفترة (١٩٩٦-٢٠٠٧)، حيث تراوحت أقصى التصريفات بين ٢٩٤,٨٦ م<sup>٣</sup>/يوم عام ٢٠٠٢ و ١٧٢,٣ م<sup>٣</sup>/يوم عام ١٩٩٩، وتراوحت أقل كمية تصريف بين ٤٠,٥ م<sup>٣</sup>/يوم عام ١٩٩٦ و ٨٢,٩٥ م<sup>٣</sup>/يوم عام ٢٠٠١؛ ولهذا التباين أثره في تطور الحواجز الرملية بالمنطقة، حيث تعمل الفيضانات وكميات التصريف العالية على إرساب طبقة من الطمي على أسطحها، تسمح بنمو النباتات والحشائش، ومن ثم تحافظ على استقرارها في المجرى.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على (جدول ٢).

شكل (٢): متوسط كمية التصريف (م.م/يوم) خلف قناطر إسنا خلال الفترة (١٩٩٦-٢٠٠٧).

- انخفاض كمية التصريف بعد بناء السد العالي؛ ويعزى ذلك إلى التحكم الكامل وضبط النهر، وتحول نهر النيل إلى قناة مائية صناعية، وبالرغم من ذلك ظل النهر محتفظًا بنظامه الهيدرولوجي المتمثل بزيادة منسوب المياه في شهور الصيف، وانخفاضها في شهور الشتاء، حيث تصل إلى أعلى مستوياتها في شهر يوليو، حيث تبلغ ٢٤٨,٦ م<sup>٣</sup>/يوم، في ٢٥ من يوليو عام ٢٠٢٢، بينما تصل إلى أدنى مستوياتها ١٠,٢ م<sup>٣</sup>/يوم؛ وذلك في ٦ من فبراير للعام نفسه؛ ويرجع

ذلك إلى التحكم باحتجاز كميات من المياه بسبب السدة الشتوية التي تتم وفق جدول زمني، فضلاً عن طبيعة المحاصيل الشتوية التي يقل احتياجها للمياه، كما يقل النتج وتتناقص معدلات التبخر (حسن، ٢٠١٤، ص ٥٢).

جدول (٣): كمية التصريف (م.م<sup>٣</sup>/يوم) خلف قناطر إسنا ومناسيب المياه المقابلة لها عام ٢٠٢٢.

الشهر	كمية تصريف (م.م <sup>٣</sup> /يوم)			منسوب المياه خلف القناطر (م)		
	التصرف الكلي	أقصى تصرف	أقل تصرف	المتوسط	أعلى منسوب	أقل منسوب
يناير	٧٦,٩	٩٨,٤	٥٦,٩	٧١,٥٦	٧٢,٠٣	٧١,٠٧
فبراير	٩٥,٣	١٤١,٣	١٠,٢	٧٢,٤١	٧٢,٨٣	٧١,٩
مارس	١٣١,٢	١٣٩,٧	٧٤,٨	٧٢,٦٥	٧٢,٨	٧٢,٥
أبريل	١٥٤,٨	١٧٠,٤	١٣٢,٣	٧٣,١١	٧٣,٥	٧٢,٦
مايو	٢٠٦,٣	٢٣٠,٣	١٦١,٤	٧٤,١٣	٧٤,٦	٧٣,٣
يونيه	٢٢٠,٦	٢٢٧,٨	٢١٣,٧	٧٤,٥٨	٧٤,٧	٧٤,٥
يوليو	٢٢٢,٥	٢٤٨,٦	٢٢٠,٨	٧٤,٦٨	٧٥	٧٤,١
أغسطس	٢٠٦,٤	٢٢١,٧	١٣٤,٥	٧٤,٤٤	٧٤,٧	٧٤,٠٢
سبتمبر	١٦٦,٣	١٩٧,٣	١٤١,١	٧٣,٥٢	٧٤,٣	٧٢,٧
أكتوبر	١٨١,١	١٩٨,٧	١٤٢,١	٧٣,٩	٧٤,٣	٧٣,١
نوفمبر	١٣٠,١	١٥٦,٤	٩٦,٥	٧٢,٦٧	٧٣,٦	٧٢,١
ديسمبر	٩١,٢	١١٤,٦	٨٣,٨	٧١,٨	٧١,٩	٧٢,٦
المتوسط	١٥٦,٨٩	١٧٨,٧٧	١٢٢,٣٤	٧٣,٢٩	٧٣,٦٩	٧٢,٨٨
أكبر قيمة	٢٢٢,٥	٢٤٨,٦	٢٢٠,٨	٧٤,٦٨	٧٥	٧٤,٥
أقل قيمة	٧٦,٩	٩٨,٤	١٠,٢	٧١,٥٦	٧١,٩	٧١,٠٧

المصدر: الإدارة العامة لقناطر إسنا الجديدة، تقارير غير منشورة، عام ٢٠٢٢.

- تعمل زيادة كمية التصريف على زيادة معدلات حركة الحواجز الرملية في المجرى، فقد زادت معدلات حركة الحواجز الرملية في نهر فيستولا *Vistula* من ٢٧٩م إلى ٤٨٥م (Kryniecka et al., 2022, P.10). كما تعمل زيادة كمية التصريف على زيادة منسوب المياه بالمجرى، حيث نجد أن منسوب المياه وصل إلى أقصاه ٧٥م مع أقصى كمية تصريف شهدتها المنطقة في شهر يوليو، بينما يصل إلى ٧١,١م

في شهر يناير مع كمية تصريف قدرها ٥٦,٩ م.م<sup>٣</sup>/ يوم (جدول ٣)، ولهذا أثره على ضفاف المجري، فنجد أن ارتفاع منسوب المياه في المجري يعمل على حماية ضفافه من السقوط والانهيال، في حين يؤدي انخفاض منسوب المياه في المجري إلى نشاط عملية التقويض السفلي للضفاف والجزر (لوحة ٢).



المصدر: العمل الميداني.

**لوحة (٢):** عمليات النحت والتقويض السفلي في الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة، وتشير الأسهم إلى مواضع النحت.

## (٢) سرعة التيارات المائية:

تعد سرعة التيارات المائية من أهم العوامل المؤثرة على نشأة الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة، حيث ترتبط زيادة سرعة المياه بزيادة تصريف النهر؛ لأن زيادة التصريف تؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه في المجري، ومن ثم يزداد نشاط عمليات النحت، في حين أن انخفاضها يؤدي إلى انخفاض سرعة المياه، وميل النهر إلى الإرساب، فقد بلغت أقصى كمية تصريف بالمجري قبل بناء السد العالي نحو ٨٢٠٠ م<sup>٣</sup>/ث تقابلها سرعة قدرها ١,٥٠ م/ث، بينما بلغت أقصى كمية تصريف مائي بعد بناء السد العالي ٢٣٥٠ م<sup>٣</sup>/ث، تقابلها سرعة قدرها ٠,٩٥ م/ث (معهد بحوث النيل)،

كما تؤدي سرعة التيارات المائية دوراً مهماً في تقرير كمية حمولة النهر، حيث تزيد مقدرة النهر على تحريك حمولته، إذا ما تضاعفت سرعة المياه في المجرى، وهذا ما تؤكدُه العلاقة الارتباطية القوية التي بلغت ٠,٩٨٦.

**جدول (٤): سرعة المياه (متر/ثانية) بمجري نهر النيل بمنطقة الدراسة.**

العمق (متر)	شرق المجرى	وسط المجرى	غرب المجرى
صفر	٠,٧٤	٠,٧٨	٠,٦١
٠,٥٠	٠,٧٣	٠,٧٨	٠,٦٠
١	٠,٧٠	٠,٧٦	٠,٥٩
٢	٠,٦٥	٠,٧٤	٠,٥٤
٣	٠,٦١	٠,٦٩	٠,٥٢
٣,٥	٠,٥٩	٠,٦٥	٠,٥٠
المتوسط	٠,٦١	٠,٦٩	٠,٥٢
	٠,٦١		

المصدر: معهد بحوث النيل، تقارير غير منشورة.

يتضح من (جدول ٤) الآتي:

- يبلغ المتوسط العام لسرعة المياه بمنطقة الدراسة ٠,٦١ م/ث، وهي أقل من نظيرتها بمنطقة سوهاج التي بلغت ٠,٧ م/ث (حجاب، ٢٠١٣، ص ٣٥)، وأعلى من متوسط سرعة المياه في مجري نهر النيل في منطقة القاهرة ٠,٥٢ م/ث (محمود، ٢٠١١، ص ٦٨)، ومن ثم فإنها قادرة حمل الطمي والرواسب ودرجة الرواسب بناء على تصور دييري *Dury* الذي ربط بين سرعة المياه وقدرة النهر على حمل الرواسب.
- تختلف سرعة التيارات المائية من منطقة لأخرى داخل المجرى، فقد بلغت ٠,٦١ م/ث في الجانب الشرقي من المجرى، في حين بلغت ٠,٥٢ م/ث غرب المجرى، ويرجع ذلك إلى دور الرياح الشمالية والشمالية الغربية التي تهب على وادي النيل، ودورها في تكوين الأمواج والتيارات المائية؛ مما يؤدي إلى دفع المياه إلى الضفة الشرقية خاصة في شهر مارس، حيث تبلغ سرعتها في هذا الشهر

٩,١ كم/ساعة، وبمتوسط عام ٧,٨ كم/ ساعة (محطة أرصاد الأقصر، ٢٠٢٢)، بالإضافة إلى أن الأشياء المتحركة فوق سطح الأرض تميل إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي (عوض، ٢٠٠١، ص ١٢٣)، وقد نتج عن ذلك زيادة معدلات النحت بالجانب الشرقي، وتركز الحواجز الرملية في الجانب الغربي، حيث يوجد به ٧ حواجز مقابل ٤ حواجز فقط في الجانب الشرقي.

- تزداد سرعة المياه في وسط المجرى (٠,٦٩ م/ث) نتيجة ابتعاد التيار عن مناطق الاحتكاك بجوانب المجرى، وقد اتضح من القياس الميداني<sup>(١)</sup> لسرعة المياه السطحية أنها بلغت ٠,٦٥ م/ث في الجانب الشرقي من المجرى، ونحو ٠,٧١ م/ث في وسط المجرى، و ٠,٥٠ م/ث في الجانب الغربي من المجرى، وهي قياسات تقترب من نتائج معهد بحوث النيل وقياساتها.
- تتباين سرعة المياه عبر القطاع الطولي للنهر، حيث تزداد سرعة المياه بالقطاع القريب من قناطر إسنا، فقد عملت القناطر على إعادة تجديد النهر، وتتناقص بالاتجاه نحو المصب، نتيجة أن النهر فقد جزءًا كبيرًا من طاقته في نحت ضفافه وجزره، كما تختلف سرعة التيارات المائية عند السطح عنها عند قاع المجرى، حيث تصل سرعة التيارات المائية إلى أقصاها في القطاع العلوي من المجرى، ثم تقل بالاتجاه صوب القاع، حيث بلغت بالجانب الشرقي من المجرى ٠,٧٤ م/ث عند سطح المياه، وتناقصت إلى ٠,٦١ م/ث عند عمق ٣ أمتار، كذلك الحال في الجانب الغربي من المجرى، حيث بلغت ٠,٦١ م/ث على السطح، وتناقصت إلى ٠,٥٠ م/ث عند عمق ٣,٥ متر؛ ويمكن إرجاع ذلك إلى زيادة درجة الاحتكاك بين المياه وقاع المجرى من ناحية، وانعدام دور الرياح وزيادة تركيز الحمولة العالقة بالقرب من القاع من ناحية أخرى، ومن ثم تقل سرعة المياه بالاتجاه صوب القاع (سلامة، ٢٠٠٤، ص ٢٣٠).

(١) تم قياس سرعة المياه السطحية عدة مرات بواسطة كرة متصلة بخيط، ومؤقت، ثم حساب المتوسط.

• يعمل اختلاف سرعة التيارات المائية داخل المجرى على اختلاف معدلات النحت والإرساب، فمع زيادة معدلات سرعة المياه، تزداد معدلات نحت النهر في ضفافه وجزره، حيث يعجز النهر عن نقل حمولته مع انخفاض سرعة المياه، فيكون الحصى هو أول ما يسقط إلى القاع تليه الرواسب الخشنة، بينما تظل المواد الأقل حجمًا عالقة في المياه، ومع تدهور سرعة التيارات المائية مع انخفاض تصريف النهر، تبدأ المواد الناعمة في السقوط، حينئذ تمثل الحواجز الحصوية أو الرملية بيئة نموذجية لاصطياد كميات أوفر من الرواسب الناعمة التي تضاعف نموها (الحسيني، ١٩٨٨، ص ٣٣)، فقد أشارت بعض الدراسات إلى أن الحواجز الرملية تنشأ عندما يكون النهر غير قادر على نقل حمولته، فيبدأ في ترسيب حمولته على هيئة حواجز رملية.

### (٣) الحمولة النهريّة:

يرتفع منسوب قاع المجرى وتتكون الحواجز الرملية مع زيادة الحمولة النهريّة العالقة، فقد كان الهدف الرئيس من بناء السد العالي هو التحكم في مياه النهر في موسم الفيضان، وتخزين المياه لأوقات الحاجة، إلا أن كمية المياه المنصرفة بالمجرى تناقصت بعد بناء السد العالي، وقد صاحب ذلك تناقص في كمية الحمولة النهريّة، فقد حجز السد العالي نحو ٩٨٪ من الطمي.

**جدول (٥):** المتوسط السنوي للحمولة الصلبة العالقة خلف قناطر إسنا (مليون طن/سنة).

قبل بناء السد	أثناء بناء السد	بعد بناء السد
١٢٢	٣٩,٤	٢,٦

المصدر: وزارة الري، تقارير غير منشورة.

توجد علاقة طردية بين كمية التصريف والحمولة النهريّة، حيث إن أية زيادة في كمية التصريف تؤدي إلى زيادة في الحمولة العالقة بنسبة تصل إلى مائة ضعف أو ألف ضعف (سلامة، ٢٠٠٤، ص ٢٣٠)، لكن مع بناء السد العالي انخفض تركيز الرواسب من ٣٨٠٠ جزء/المليون إلى ١٢٩ جزء/المليون (Raslan & Salama, 2015, P.3)، وانخفض المتوسط السنوي للحمولة العالقة بمنطقة الدراسة من

١٢٢ مليون طن/سنة قبل بناء السد العالي إلى ٢,٦ مليون طن/سنة بعد بنائه، أي أنها تناقصت بمقدار ٩٨٪ تقريبًا عما كانت عليه قبل بناء السد العالي (جدول ٥)؛ لذا يقوم المجرى بتعويض نقص حمولته النهريّة بالنحت في ضفافه وقاعه، لذا ترى بعض الدراسات أن الحمولة العالقة لا تعد انعكاسًا لكمية التصريف، وإنما انعكاس لعمليات النحت في المجرى (سالم، ٢٠١٥، ص ١١٣٠)، وبت حجم المواد العالقة يزداد بالاتجاه شمالًا، حيث بلغت الكمية الخارجة من السد العالي نحو ٦٩,٢ مليون طن، ووصلت إلى ١٤٢,٩ مليون طن عند قناطر الدلتا (معهد بحوث الآثار الجانبية للسد العالي، ١٩٨٢).

#### (٤) النباتات:

تعد النباتات والحشائش المائية النواة التي تتراكم عليها الرواسب، فهي تعمل كمصيدة للرواسب في مجري نهر النيل بمنطقة الدراسة، ويكثر نموها في الجوانب المحدبة من المنعطفات النهريّة؛ التي تتسم بضحولتها وتوافر الظروف المناسبة لنموها من وصول لأشعة الشمس إلى القاع وزيادة معدلات الإرساب؛ لذا تعد النباتات والحشائش من أهم العوامل المؤثرة في نشأة الحواجز الرملية بالمنطقة، حيث يعمل نمو الحشائش المغمورة على إعاقة حركة المياه، ومن ثم تساعد على ترسيب جزء من الحمولة العالقة بالمياه، فيرتفع قاع المجرى (حجاب، ٢٠١٥، ص ٧)، كما أنها تقلل من سرعة التيارات المائية، إضافة إلى أنها تعمل على حماية الضفاف وجوانب الحواجز من النحت والتآكل (Stefunkova et al., 2019, P.2)، حيث تقوم بدور فعال في التحكم في تحرك الحواجز الرملية وهجرتها بالمجرى، ومن ثم تقلل من خطورتها، فقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية أنها تنمو في مقدمة الحواجز الرملية، ومن ثم فإنها تقوم باصطياد الرواسب الدقيقة من ناحية، وحمايتها من النحت والهجرة من ناحية أخرى (لوحة ٣).

كما تعمل التغطية النباتية لسطح الحاجز الرملي في فترة الفيضانات العالية على صيد الحمولة العالقة من الرمل الناعم والطين وإرسابها، الأمر الذي يعزز من استقرار الحاجز الرملي في المجرى (Li et al., 2014, P.77)، ومن أهم أنواع النباتات

بمجري نهر النيل نبات الغاب والهيش والبوص وورد النيل الذي يكثر بالمنطقة، لتوفر بيئة صالحة لنموه، حيث يزداد عندما تتجاوز درجة الحرارة  $35^{\circ}$  مئوية (Aboul-Enein, 2011, P.834)، ويرى السرسى (٢٠٠٢، ص ص ٣٧-٣٨) أن كمية الطمي التي يمكن أن يحجزها نبات ورد النيل في مساحة فدان تبلغ نحو ٦,٨ طن.



المصدر: العمل الميداني.

**لوحة (٣): دور الحشائش والنباتات في عمليتي النحت والإرساب بالحواجز الرملية.**

### (٥) العامل البشري:

قد يتفوق دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي على العوامل الأخرى، فقد تحكم بشكل كامل في نهر النيل حتى أصبح مجرى صناعيًا؛ مما أسهم في زيادة معدلات النحت والإرساب بالمجري، ومن أهم صور هذا التحكم ما يلي:

- **زيادة معدلات النحت والإرساب:** حيث يتم استخدام الكراكات في حفر المجري وتعميقه في المناطق التي يرتفع فيها منسوب القاع، بهدف تأمين الرحلات السياحية المارة بالمنطقة، وزيادة معدلات الإرساب، حيث يقوم المزارعون بإلقاء القش ومخلفات النباتات؛ لحماية ضفاف المجري من عمليات النحت والحفاظ

على ما أرسبه النهر، وردم المجاري الفرعية؛ بهدف إضافة مساحات جديدة من الأراضي الزراعية، كما تؤدي زراعة ضفاف المجرى إلى سقوطها؛ نتيجة عمليات الري الخاطئة.

- **بناء السدود والقناطر والكباري:** تم بناء قناطر إسنا الجديدة عام ١٩٩٤، بهدف التحكم في مناسيب المياه، وتوفير المياه اللازمة لسد الاحتياجات المتزايدة للري، فضلاً عن تطوير الملاحة النهرية عن طريق إنشاء هويس يسمح بمرور وحدتين ملاحيتين كبيرتين في وقت واحد، فقد أثر مشروع بناء قناطر إسنا بشكل كبير في تعديل جيومورفولوجية المجرى النهري (Yan et al.,2022,P.12)، حيث أدت إلى إعادة تجديد النهر، وزيادة معدلات النحت بقاع المجرى وحواجزه الرملية، إضافة إلى زيادة طاقة النهر في قطاع إسنا- نجع حمادي، لتصبح ٦٨٦,١ جول بعد أن كانت ٣٩٣,٦ جول قبل بناء السد العالي (أبوياشا، ٢٠١٧، ص ٨٤)، فقد أدى بناء السدود علي نهر اليانجستي إلي تناقص مساحة الحواجز الرملية، بنسبة ١٩,٢٣٪ في الفترة (٢٠١٦-٢٠٠٣) (Wang et al.,2018,P.635).
- **الرؤوس الحجرية:** تقوم بدور مهم في حماية ضفاف المجرى من النحت والتآكل، خاصة في الجوانب المقعرة للمنحدرات أو خلف القناطر والسدود (لوحة ٤)، وفي الوقت نفسه يتعرض قاع المجرى للنحت خلف الرؤوس الحجرية، نتيجة لاصطدام التيار المائي بالرأس الحجرية؛ مما يؤدي إلى تولد الدوامات المائية التي تقوم بنحت ضفاف المجرى وقاعه، وتكوين حفر الانجراف بالقاع؛ مما يؤدي إلى زيادة ما يحمله النهر من مفتتات صخرية، وهذه المواد لا يستطيع النهر حملها، وسرعان مما تترسب على القاع على مسافات قريبة من حفر الانجراف في شكل حواجز رملية (صابر، ٢٠١٢، ص ٤٠٧). وبقراءة الخرائط الكنتورية للمجري، اتضح ارتباط أعمق المواضع في المجرى بالرؤوس الحجرية.
- **حركة المراكب والسفن السياحية:** تتسم منطقة الدراسة بكثافة حركة المراكب والسفن السياحية المارة في المجرى بشكل أكبر من قطاعات نهر النيل الأخرى، التي تقدر بنحو ٣٠٠ وحدة سياحية، فضلاً عن صنادل نقل البضائع والمراكب

الشراعية، وبلغ معدل المرور اليومي للسفن نحو ٧٠ باخرة سياحية وقت الذروة (إبراهيم، ٢٠١٧، ص ٧٧)، وتعمل حركة هذه الوحدات على توليد تيارت مائية قوية، تتراوح سرعتها بين ١٠-٢٠ كم في الساعة، تؤدي إلى نحت الضفاف وانهيالها، ويزداد أثر هذه التيارات حينما تتقاطر السفن والبواخر السياحية في المجرى (لوحة ٤).



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٤): دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي في نشأة الحواجز الرملية وتطورها بالمنطقة.

## (٦) مناسيب المياه بنهر النيل:

تتأثر مناسيب المياه في المجرى بمنطقة الدراسة بتذبذب كمية التصريف المنصرفة خلف قناطر إسنا، ونتيجة لانخفاض كمية التصريف انخفضت مناسيب المياه بالمجرى، وبالتالي ارتفع منسوب القاع على شكل حواجز رملية مغمورة لا يزيد منسوب المياه فوقها على ٧٥ سم؛ بسبب زيادة معدلات الإرساب من ناحية، وانخفاض مناسيب المياه وترك النهر لضفافه القديمة من ناحية أخرى؛ الأمر الذي عمل على نحت ضفاف الحواجز الرملية وتقويضها، وإعاقة حركة الملاحة بمنطقة الدراسة.

جدول (٦): مناسيب المياه بمجري نهر النيل خلف قناطر إسنا (١٩٩٦-٢٠٠٧).

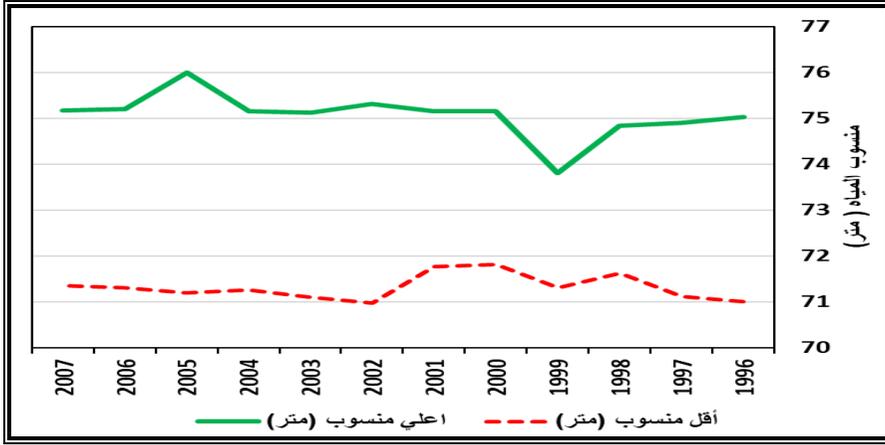
منسوب المياه (م)			السنة
أقل قيمة	أعلى قيمة	المتوسط	
٧١	٧٥,٠٢	٧٣	١٩٩٦
٧١,١٢	٧٤,٩٠	٧٣,٢٠	١٩٩٧
٧١,٦٢	٧٤,٨٤	٧٣,٣٤	١٩٩٨
٧١,٣٠	٧٣,٨٠	٧٣,١٠	١٩٩٩
٧١,٨٢	٧٥,١٦	٧٣,٤٩	٢٠٠٠
٧١,٧٦	٧٥,١٥	٧٣,٦٠	٢٠٠١
٧٠,٩٨	٧٥,٣٢	٧٣,٣٣	٢٠٠٢
٧١,١٠	٧٥,١٣	٧٣,١٢	٢٠٠٣
٧١,٢٦	٧٥,١٥	٧٣,٢١	٢٠٠٤
٧١,٢٠	٧٥,٩٩	٧٣,٢٣	٢٠٠٥
٧١,٣٠	٧٥,٢٠	٧٣,٢٤	٢٠٠٦
٧١,٣٦	٧٥,١٧	٧٣,٦٥	٢٠٠٧
٧١,٣٢	٧٥,٠٧	٧٣,٢٩	المتوسط
٧١,٨٢	٧٥,٩٩	٧٣,٦٥	أكبر قيمة
٧٠,٩٨	٧٣,٨٠	٧٣	أقل قيمة

المصدر: معهد بحوث النيل، تقارير غير منشورة.

يتبين من (جدول ٦) و(شكل ٣) الآتي:

- يتوافق أقصى منسوب للمياه بمجري نهر النيل بمنطقة الدراسة مع أعلى كمية تصريف خلف قناطر إسنا، كما يتوافق أدنى منسوب للمياه مع أقل كمية تصريف، حيث توجد علاقة ارتباط طردية بين مناسيب المياه وكمية التصريف بلغت ٠,٩٠١، حيث بلغ أقصى منسوب للمياه نحو ٧٥,٩٩ مترًا يوم ٣ من يوليو عام ٢٠٠٥، ويتوافق ذلك مع كمية تصريف عالية بلغت ٢٢٩,٦ م<sup>٣</sup>، في حين بلغ

أدنى منسوب للمياه ٧٠,٩٨ مترًا يوم ٢٣ من ديسمبر عام ٢٠٠٢؛ لتتناقص كمية التصريف التي بلغت في اليوم نفسه ٧٠,٣ م<sup>٣</sup>.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على (جدول ٦).

شكل (٣): أعلى منسوب للمياه وأدناه بمجري نهر النيل بمنطقة الدراسة.

- يبلغ الفارق بين أعلى منسوب للمياه وأدناه بمنطقة الدراسة نحو ٥,٠١ أمتار، مما يشير إلى التباين في مستوى المياه بالمجرى، حيث ترتبط المناسيب العالية للمياه بزيادة كمية المياه المنصرفة خلف قناطر إسنا، وخاصة في فصل الصيف الذي تزيد فيه حاجة المحاصيل للمياه؛ الأمر الذي يؤدي إلى غرق المناطق المنخفضة من الجزر والحواجز الرملية، وتنخفض كمية التصريف في فصل الشتاء؛ لذلك تواجه الملاحة مشاكل حقيقية خلال هذه الفترة؛ بسبب انخفاض مناسيب المياه وظهور مساحات كبيرة من المجرى في شكل حواجز رملية، وانكشاف مساحات كبيرة من المجرى، بلغت ١٢٤٠ فدانًا في قطاع إسنا - نجع حمادي (طه، ١٩٩٧، ص ٢٧٦).

## (٧) مورفولوجية مجري نهر النيل بمنطقة الأقصر:

(أ) الخصائص المورفومترية لأبعاد المجرى:

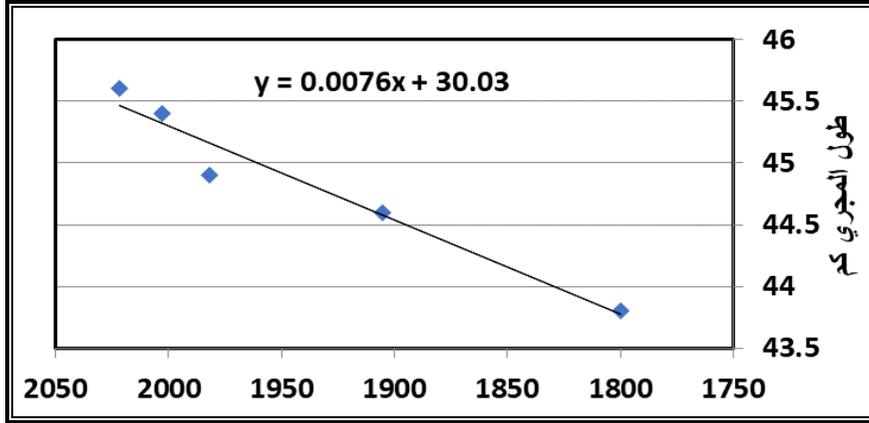
جدول (٧): أبعاد المجرى النهري بمنطقة الأقصر خلال الفترة (١٨٠٠-٢٠٢٢).

السنوات	طول المجرى (م)	الفرق	مساحة المسطح المائي (م <sup>٢</sup> )	الفرق	متوسط عرض المجرى (متر)	الفرق	أقصى اتساع (م)	أقل اتساع (متر)
١٨٠٠	٤٣,٨	-	٣٠,٤	-	٨١٩,٣	-	٢,٨	٥٤٥,١
١٩٠٥	٤٤,٦	٠,٨	٢٦,٥	٣,٩-	٨٠٤,٥	١٤,٨-	٢,٢	٤٣٩,٢
١٩٨٢	٤٤,٩	٠,٣	٢٣,٩	٢,٦-	٨٠١,٢	٣,٣-	١,٨	٣٩٠,٥
٢٠١٣	٤٥,٤	٠,٥	٢٥,٨	١,٩	٧٩٥,٤	٥,٨-	١,٩	٣٥٣,٤
٢٠٢٢	٤٥,٦	٠,٢	٢٥,٢	٠,٦-	٧٩٠,١	٥,٣-	١,٧	٣٤٨,٥
المتوسط العام	٤٤,٨٦	٠,٣٦	٢٦,٣٦	١,٠٤-	٨٠٢,١	٥,٨٤-	٢,٠٨	٤١٥,٣٤
الانحراف المعياري	٠,٧	٠,٣	٢,٥	٢,٣	١١,١	٥,٥	٠,٤	٨١,١
نسبة الاختلاف	١,٦	٨٤,٧	٩,٣	٢١٧,٨	١,٤	٩٤,٢	٢١,٣	١٩,٥

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على القياس من الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية للأعوام المذكورة.

يتضح من (جدول ٧) الآتي:

- بلغ المتوسط العام لطول المجرى بسنوات القياس نحو ٤٤,٩ كم، وقد تراوح طوله بين ٤٣,٨ كم في لوحات الحملة الفرنسية و٤٥,٦ كم عام ٢٠٢٢، أي أن طوله زاد ١,٨ كم خلال المائتي عام الماضية، ويعزى ذلك إلى التحام بعض الجزر مثل جزر المحاميد والعديسات بإحدى الضفتين؛ مما أدى إلى تعرج المجرى وزيادة طوله، كما يزداد طول المجرى نتيجة زيادة عمليات النحت في الجوانب المقعرة للمنحطات والإرساب على الجوانب المحدبة كما هي الحال في منعطف الرزيقات؛ لذا بلغ معدل تغير طول المجرى في المدة (١٨٠٠-٢٠٢٢) نحو ٠,٠٠٧٦ كم سنويًا، أي أن طول المجرى يزداد بمقدار ٧ أمتار سنويًا (شكل ٤).

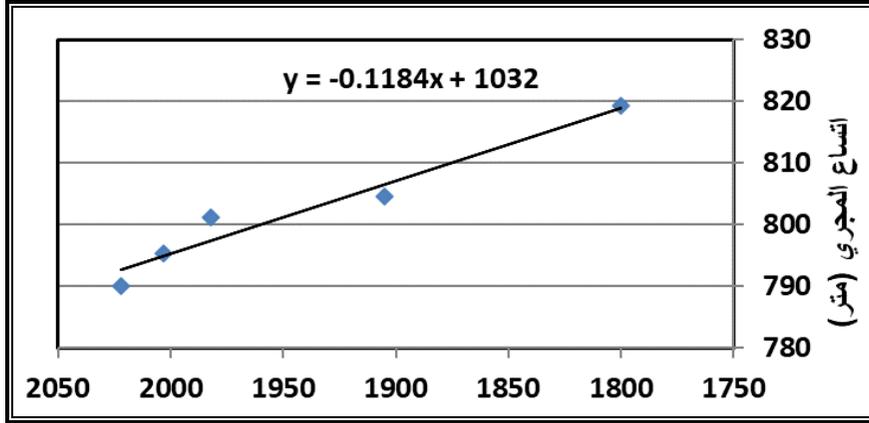


المصدر: اعتمادًا على بيانات (جدول ٧).

شكل (٤): تطور طول المجرى بمنطقة الأقصر خلال الفترة (١٨٠٠-٢٠٢٢).

- بلغ المتوسط العام لاتساع المجرى بمنطقة الدراسة خلال سنوات القياس ٨٠٢,١ متر، وهو متوسط العام أكبر من المتوسط العام لاتساع مجرى نهر النيل في مصر، الذي بلغ ٧٥٠ مترًا (دسوقي، ١٩٩٢، ص ٨٦)، أي أن اتساع المجرى بمنطقة الدراسة يزيد ٥٢,٢ مترًا على المتوسط العام لاتساع مجرى النهر في مصر، ويختلف اتساع المجرى<sup>(١)</sup> من عام لآخر، فقد بلغ ٨١٩,٣ مترًا في لوحات الحملة الفرنسية، ثم تناقص إلى ٨٠٤,٥ متر في خرائط ١٩٠٥، ووصل إلى ٧٩٠,١ مترًا عام ٢٠٢٢ (شكل ٥). وقد بلغ التناقص أقصاه في الفترة (١٨٠٠-١٩٠٥)، حيث فقد النهر نحو ١٤,٨ مترًا من اتساع مجراه، بسبب انخفاض كمية التصريف بعد بناء السد العالي، وتناقص كمية المياه في المجرى، إضافة إلى التحام كثير من الجزر النهرية، وتعرض المجاري الفرعية للردم والإطماء، بسبب انخفاض طاقة النهر، ومن ثم انخفاض معدلات النحت وزيادة معدلات الإرساب.

(١) تم قياس ٢٥ قطاعًا لكل عام؛ وذلك للحصول على متوسط اتساع المجرى بمنطقة الدراسة.



المصدر: اعتمادًا على بيانات (جدول ٧).

شكل (٥): تطور اتساع المجرى بمنطقة الأقصر خلال الفترة (١٨٠٠-٢٠٢٢).

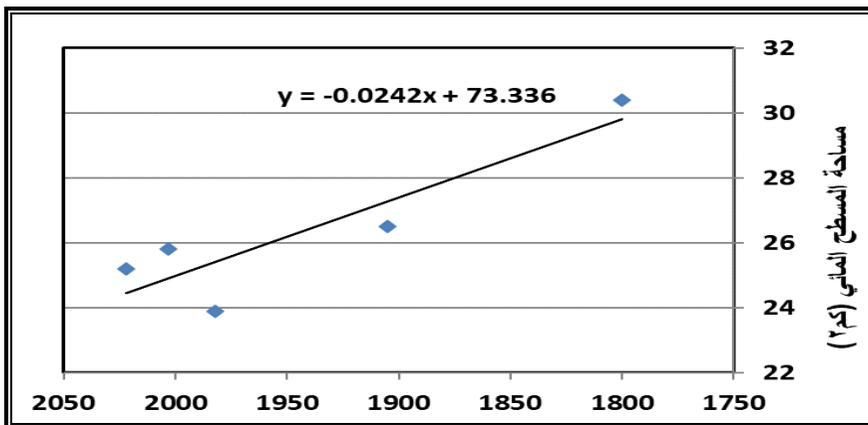
- يختلف اتساع المجرى من موضع لآخر بالمنطقة، فهو يتراوح بين ٤٣٣,٢ مترًا عند مدينة الأقصر، ونحو ١٧١٥,٢ مترًا عند جزيرة أرمنت؛ وذلك لأن المجرى يضيق في أجزائه المستقيمة وفي المناطق التي التحمت فيها الجزر بأحدى الضفاف، وفي مناطق المراكز الحضرية كما هي الحال قبالة مدينة الأقصر؛ نتيجة عمليات تهذيب المجرى، وقد اتضح من تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية اختلاف اتساع المجرى النهري من موضع لآخر بمنطقة الدراسة؛ لذا يمكن تصنيف المجرى حسب اتساعه إلى ما يلي:

(١) مواقع اتساعها أقل من ٠,٥ كم: تستحوذ هذه الفئة على ٩ قطاعات، وتتوزع في مناطق الأجزاء المستقيمة ومواقع التكسيات الحجرية وفي مواضع التحام الجزر بأحدى ضفتي المجرى.

(٢) مواقع اتساعها من ٠,٥ كم لأقل من ١ كم: تأتي هذه الفئة في المرتبة الثانية، حيث تستحوذ على ٢٤ قطاعًا بنسبة، ٦٢,٧٪ من جملة القطاعات؛ ويتماشى ذلك مع المتوسط العام لاتساع مجرى نهر النيل في مصر العليا (٧٥٦ مترًا) (الحسيني، ١٩٩١، ص ١٠).

(٣) مواضع اتساعها أكبر من ١ كم: توجد هذه المواضع في المناطق التي تشغلها الجزر كبيرة المساحة، كما هي الحال في قطاع جزيرة أرمنت، حيث بلغ اتساع المجرى بموضع الجزيرة ١,٧٦ كم، وتستحوذ هذه الفئة على ٧ قطاعات بالمنطقة.

- تناقصت مساحة المسطح المائي لنهر النيل بمنطقة الدراسة من ٣٠,٤ كم<sup>٢</sup> في لوحات الحملة الفرنسية إلى ٢٥,٢ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٢، أي تناقصت نحو ٥,٢ كم<sup>٢</sup>، وهو ما يعادل ١٧,١٪ من جملة مساحة المسطح المائي قبل بناء السد العالي، وبمعنى آخر تغيرت مساحة المسطح المائي في المدة (١٨٠٠-٢٠٢٢) بمعدل ٠,٢٤ كم<sup>٢</sup> سنوياً (شكل ٦)؛ ويرجع ذلك إلى كبر مساحة الجزر والحواجز، وظهور حواجز رملية جديدة من ناحية، والتحام بعض الجزر بالسهل الفيضي، فقد زادت مساحة الحواجز الرملية من ١,٠١ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٨٢ إلى ١,٥٦ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٢؛ نتيجة نقص كمية التصريف بعد بناء السد العالي، التي بلغت ٢٢١ م<sup>٣</sup>/يوم بعد أن كانت ٧٠٧ م<sup>٣</sup> قبل بنائه (Sallam & Elbarbary, 2004, P.439)، حيث يعمل نقص التصريفات وزيادة أعداد الجزر والحواجز الرملية في المجرى على تناقص مساحة مسطح المجرى المائي؛ لذا توجد علاقة ارتباط عكسية قوية بين أعداد الحواجز الرملية ومساحة المسطح المائي للمجري، بلغت -٠,٨١٤؛ فمع زيادة أعداد الحواجز الرملية، تقل مساحة المسطح المائي للمجري.



المصدر: اعتماداً على بيانات (جدول ٧).

شكل (٦): تطور مساحة المسطح المائي خلال الفترة (١٨٠٠-٢٠٢٢).

- وفي الوقت نفسه تزيد مساحة المسطح المائي مع زيادة كمية التصريف، فقد بلغت نحو 1,9 كم<sup>2</sup> في لوحات عام 2013، نتيجة إطلاق كميات تصريف أعلى من التصريفات المتعارف عليها في نهر النيل، بلغت 16 مليار م<sup>3</sup> عقب اكتمال السعة التخزينية لبحيرة ناصر عام 1996م.

(ب) الخصائص التضاريسية للقطاع الطولي للمجرى النهري بمنطقة الأقصر:

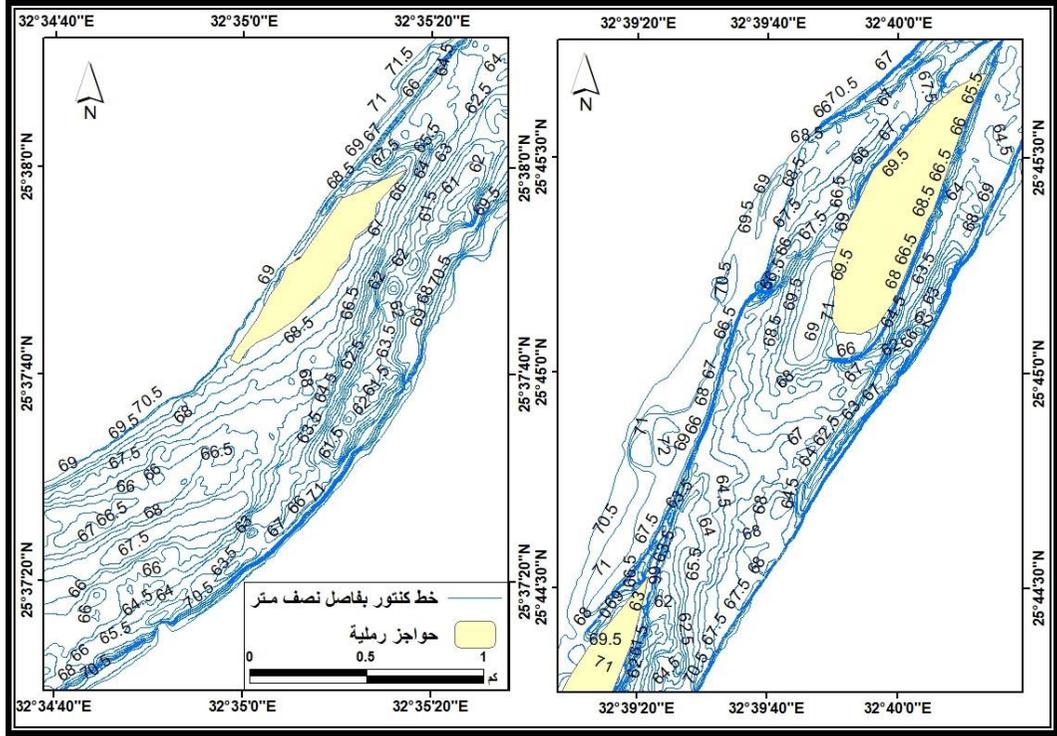
(1) تحليل الخريطة الكنتورية لمجرى نهر النيل:

تفيد دراسة القطاع الطولي للمجرى في معرفة شكل القاع، ودرجة انحداره، وتحديد العوامل المؤثرة في وعورته، وتحديد المواضع التي يقترح التدخل فيها وتخفيض منسوبها، ومن ثم رسم المسار الآمن الذي يمكن أن تسلكه السفن، وفيما يلي دراسة تفصيلية لخصائص القطاع الطولي بالمنطقة اعتمادًا على مقارنة نموذجين للارتفاعات، تم بنائهما من الخرائط الكنتورية لقاع المجرى لعامي 1982، 2013م.

جدول (8): الارتفاعات (%) بمجرى نهر النيل بمنطقة الأقصر عامي 1982 و 2013م.

الفئة	1982	2013
أقل من 64 مترًا	4,5	6,1
من 64 لأقل من 66 مترًا	13,6	16,4
من 66 لأقل من 68 مترًا	45,4	36,5
من 68 لأقل من 70 مترًا	11,1	13,2
أكبر من 70 مترًا	25,4	27,8
جملة	100%	100%

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى لعامي 1982 و 2013 باستخدام برنامج ArcMap



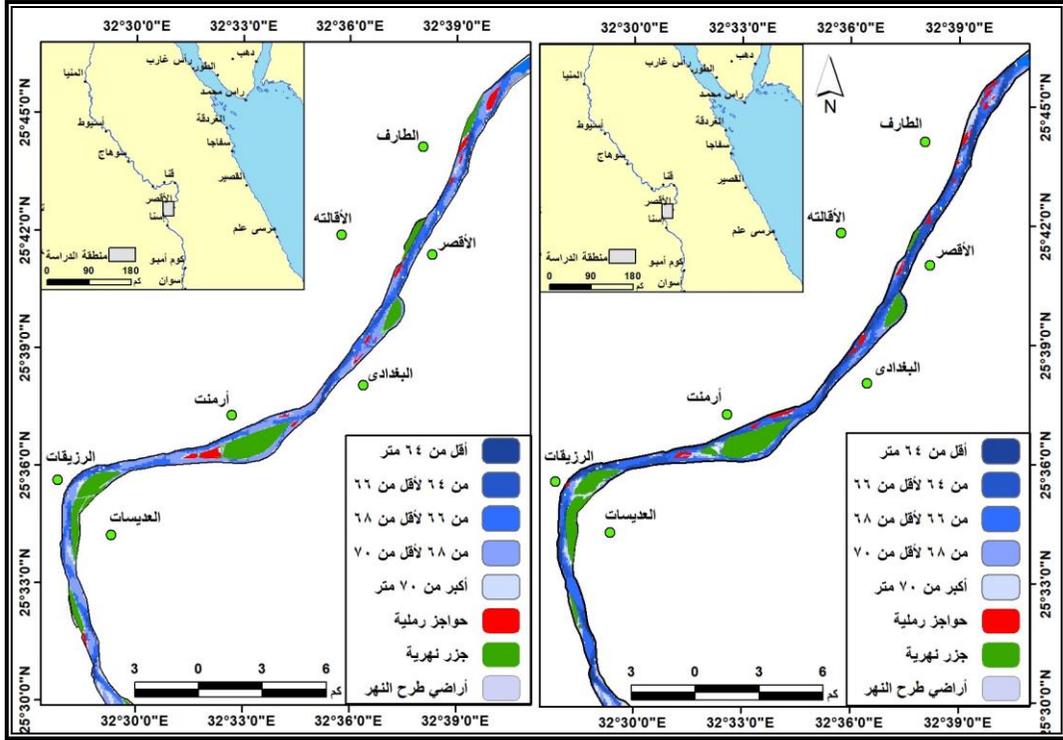
المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى عام ٢٠١٣ باستخدام برنامج Arc Map

شكل (٧): الخريطة الكنتورية لقاع مجرى بعض المواضع بمنطقة الدراسة.

يتضح من (جدول ٨) و(شكلي ٧ و ٨) ما يلي:

- هناك اتجاه عام لزيادة معدلات الإرساب بمجري نهر النيل، فقد زادت مساحة المواضع التي يقل منسوبها عن ٦٦ مترًا عام ٢٠٢٢ بنسبة ٢٤,٣٪ عما كانت عليه عام ١٩٨٢؛ مما يشير إلى تحول أجزاء كبيرة من المستنقعات والمجاري الفرعية إلى حواجز رملية وجزر نهريّة بمنطقة الدراسة، إضافة إلى زيادة مساحة الحواجز الرملية الحالية.
- بلغت المساحات التي يقل منسوبها عن ٦٤ مترًا فوق منسوب سطح البحر نحو ٤,٥٪ عام ١٩٨٢، و٦,١٪ عام ٢٠١٣، كما أن هناك اتجاهًا لزيادة معدلات الإرساب، فقد تناقصت بمقدار ١,٦٪ عما كانت عليه عام ١٩٨٢، وتتركز هذه المواضع بصفة خاصة بالجوانب المقعرة من المنعطفات كما هي الحال بمنعطف

الريزقات، والمنطقة الممتدة بين جزيرة أرمنت والعوامية، وعدة مواضع متفرقة في  
المجرى تشغلها حفر الانجراف.



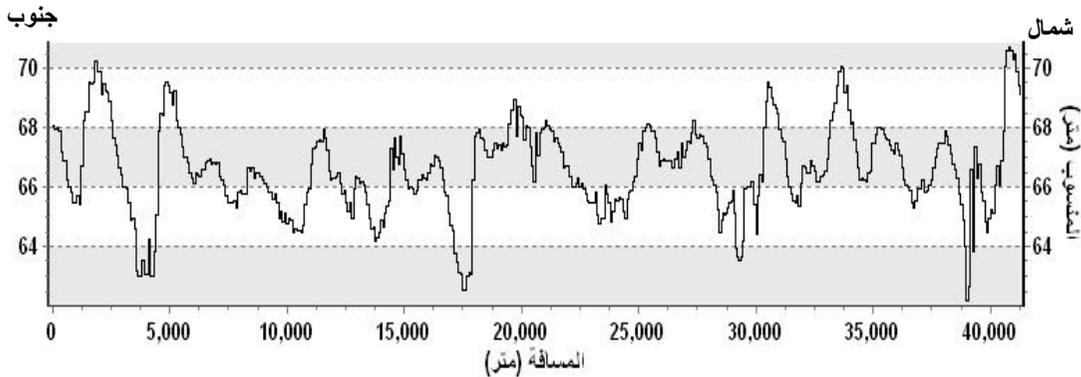
المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ باستخدام برنامج ArcMap10.7

شكل (٨): الارتفاعات بمجرى نهر النيل بمنطقة الأقصر عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣م.

- انخفضت المساحات التي تشغلها الفئة (٦٦ لأقل من ٦٨ مترًا) من ٤٥,٤٪ عام ١٩٨٢ إلى ٣٦,٥٪ عام ٢٠١٣، أي أنها تناقصت بنسبة ٨,٩٪، نتيجة ظهور حواجز رملية جديدة في المجرى، والتحام بعض الجزر بالسهل الفيضي، وزيادة معدلات النحت في ضفاف المجرى.
- عدم انتظام القطاع الطولي للمجرى، حيث كانت أعمق نقطة في المجرى على منسوب ٥١ مترًا فوق مستوى سطح البحر، وكانت في بداية قطاع الدراسة، وقد تكونت نتيجة اصطدام التيار المائي برأس حجري، وتكون دوامات مائية، عملت على نحت قاع المجرى، في حين كان أقصى منسوب في المجرى على منسوب

٧٠,٥ مترًا، وتم رصدها في مواضع متفرقة من المجرى، مثل: المجاري الفرعية والقنوات المهجورة، والأجزاء الواقعة جنوب جزيرة أرمنت، وعدة مناطق على هيئة حواجز رملية مغمورة في طريقها للنمو والظهور فوق سطح المياه على هيئة جزر نهريّة.

- يوضح القطاع الطولي لمنتصف المجرى النهري أن خط سير أعماق المجرى لا يتبع وسط القناة النهريّة بشكل دائم (شكل ٩)، ولا جانبًا دون الآخر، ولكنه يسير شرقًا تارة، وقرب الضفة الغربية تارة أخرى، فقد بلغ طول خط الأعماق في وسط المجرى نحو ١٠,٨ كم، بنسبة ٢٣,٧٪ من إجمالي طول القناة الملاحية، ويتسم هذا القطاع بسرعة المياه التي تصل إلى ٠,٦٩ م/ثانية، في حين بلغ طوله ١٩,٥ كم و١٥,٣ كم للضفة الشرقية والغربية على التوالي، الأمر الذي يؤكد عدم اتباع خط الأعماق مسارًا محددًا داخل المجرى.



المصدر: اعتمادًا على الخرائط الكنتورية لقطاع المجرى مقياس ١: ٥٠٠٠ لعام ٢٠١٣م.

شكل (٩): القطاع الطولي للمجرى النهري بمنطقة الدراسة.

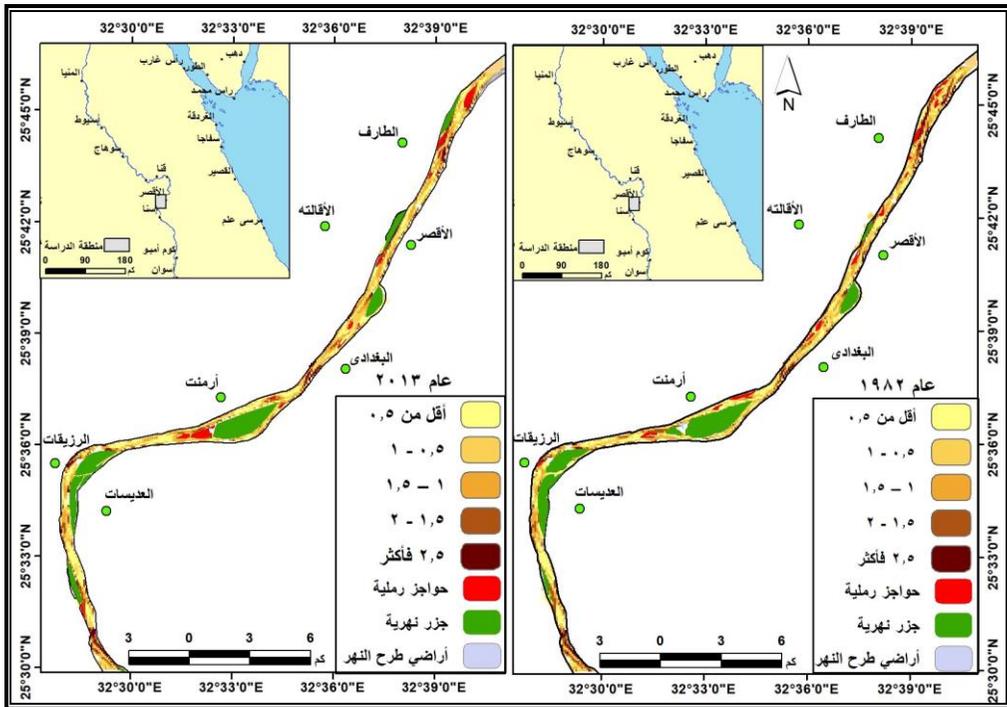
## (٢) تحليل انحدار قاع المجرى بمنطقة الأقصر:

تتحكم درجة انحدار المجرى في سرعة التيارات المائية، كما أن انحدار قاع المجرى واتساع مجراه وضحوته، يسهم في خلق بيئة صالحة لترسيب الحواجز الرملية، وتكوين الجزر النهريّة (الحسيني، ١٩٩١، ص ٨٥).

جدول (٩): درجة الانحدار مجرى نهر النيل بمنطقة الأقصر عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣.

درجة الانحدار	المساحة عام ١٩٨٢ (%)	المساحة عام ٢٠١٣ (%)
أقل من ٠.٥	٤٥,٣	٤٧,٢
٠,٥ - ١	١٤,٧	١٥,٧
١ - ١,٥	١٢,٥	١٣,٩
١,٥ - ٢	١١,٤	٩,٣
٢,٥ فأكثر	١٦,١	١٣,٩
جملة	%١٠٠	%١٠٠

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى لعامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ باستخدام برنامج ArcMap10.7

شكل (١٠): درجة انحدار مجرى نهر النيل بمنطقة الأقصر عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣.

يتضح من دراسة (شكل ١٠) و(جدول ٩) وتحليلهما ما يأتي:

- تأتي المناطق التي يقل انحدارها عن  $0,5^\circ$  في المرتبة الأولى عامي 1982 و 2013، حيث تستحوذ على 45,3% و 47,2% بالترتيب، تليها الفئة (0,5-1) بنسبة 14,7% عام 1982، و 15,7% عام 2013.
- تستحوذ المناطق هينة الانحدار (صفر -  $2^\circ$ ) على 84% من مساحة المجرى عام 1982، و 86% عام 2013، مما يشير إلى زيادة معدلات الإرساب عما كانت عليه 1982.
- تأتي المناطق التي يزيد انحدارها على  $2,5^\circ$  في المرتبة الأخيرة، وتمثل مساحتها 16,1% و 13,1% عامي 1982 و 2013 بالترتيب، وتتوزع هذه المناطق في مواضع النحت بالجوانب المقعرة من المنعطفات، وجوانب الجزر والحواجز الرملية بالمنطقة.

### (3) تحليل اتجاه انحدار قاع المجرى:

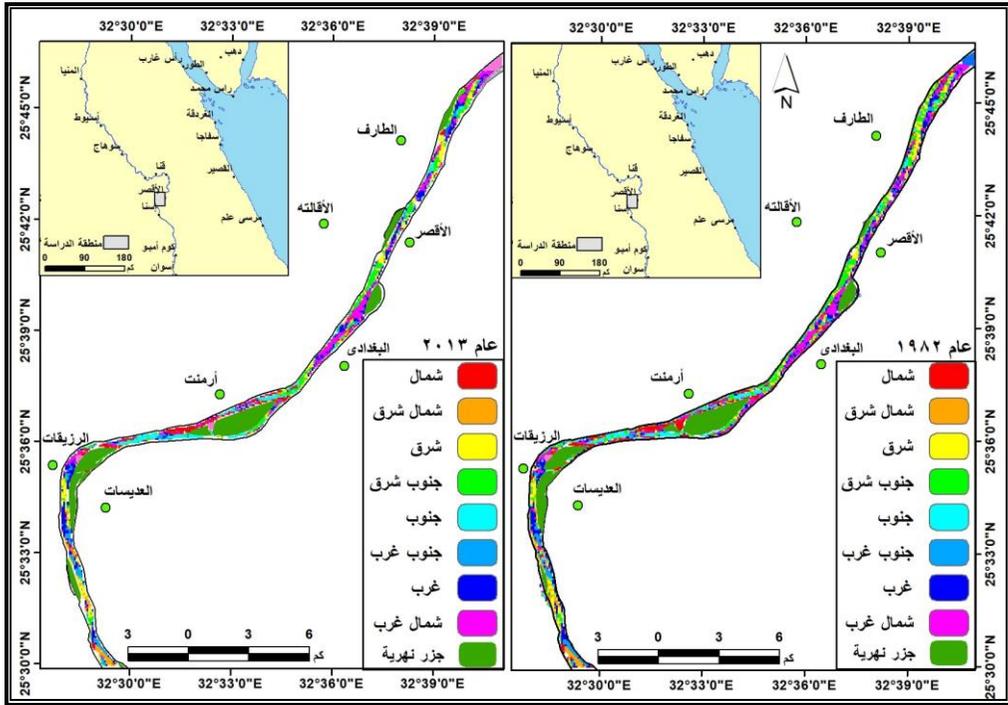
جدول (10): اتجاه انحدار قاع المجرى (%) بمنطقة الأقصر عامي 1982 و 2013م.

اتجاه الانحدار	المساحة عام 1982 (%)	المساحة عام 2013 (%)
شمال	16,9	17,5
شمال شرق	25,6	24,1
شرق	9,5	9,2
جنوب شرق	14,2	15,8
جنوب	5,1	5,5
جنوب غرب	6,3	6,5
غرب	9	9,3
شمال غرب	13,4	12,1
جملة	100%	100%

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى لعامي 1982 و 2013م.

- يتضح من تحليل (شكل 11) و (جدول 10) تعدد اتجاهات انحدار قاع المجرى، ويعد الاتجاه صوب الشمال الشرقي هو الاتجاه السائد عامي 1982 و 2013، وذلك بنسبة 25,6% و 24,1% بالترتيب، يليه الاتجاه صوب الشمال، بنسبة 16,9% و 17,5% عامي 1982 و 2013.

- بما أن الاتجاه الشمالي الشرقي هو السائد والرئيس لمجري نهر النيل بمنطقة الدراسة، فإن الاتجاه السائد لانحدار قاع المجرى وضافه هو شمال غرب- جنوب شرق، بنسبة ١٣,٤%، ١٢,١% و ١٤,٢%، ١٥,٨% لعامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ بالترتيب.

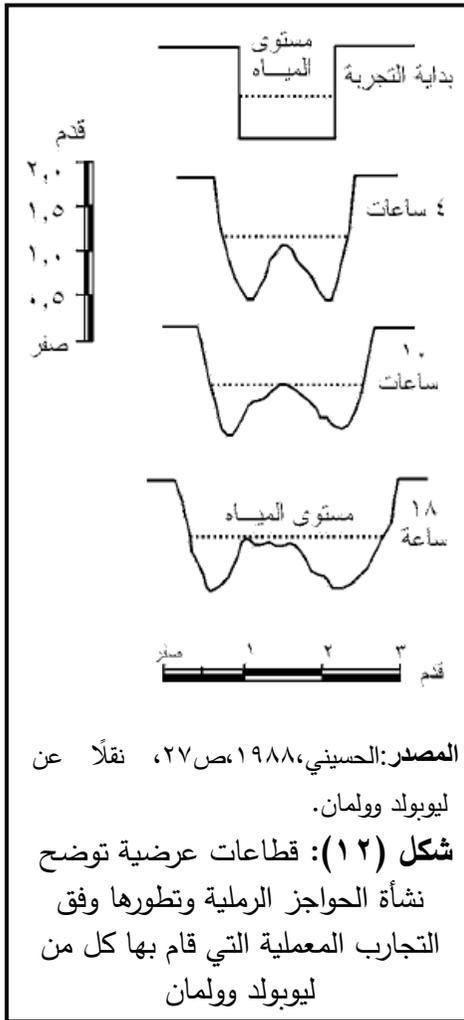


المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الكنتورية لقاع المجرى عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ باستخدام برنامج ArcMap10.7

شكل (١١): اتجاه انحدار مجرى نهر النيل بمنطقة الأقصر عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ م.

- ميكانيكية نشأة الحواجز الرملية وبنائها بمنطقة الدراسة:

قاما كل من ليوبولد Leopold وولمان Wolman بتجربة معملية؛ لتفسير نشأة الحواجز الرملية وتشعب المجرى، حيث قاما باستخدام قناة صناعية طولها ٦٠ قدمًا وعرضها ٣ أقدام وعمقها ٥ بوصات، واستخدمت التجربة رواسب غير متجانسة الحجم من الرمال متوسطة، وبعد جريان المياه في القناة لمدة ٢٢ ساعة تكونت مجموعة من الجزر والحواجز الرملية في قاع المجرى كما في (شكل ١٢) (الحسيني، ١٩٨٨، ص ٢٥-٢٦).

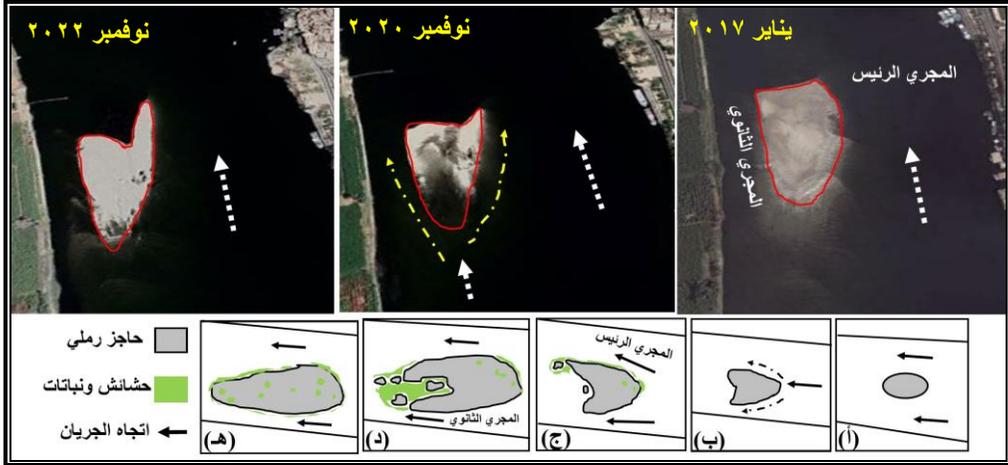


ووفق هذه الميكانيكية فإن النهر يتجه إلى الإرساب على قاعه، نتيجة ضعف كفاءة التيار على نقل حمولته، لينشئ ما يعرف بحاجز منتصف المجرى *Mid Channel Bar*، ومع توالي عمليات الإرساب على هذا الحاجز، فإنه ينمو رأسياً ويزداد عرضاً، ويتشعب عنده تيار النهر إلى مجريين، أحدهما رئيس، والآخر قد يكون ثانوياً، ومن ثم يتجه التيار صوب أقدام الضفتين ليقوضهما، مؤدياً إلى وفرة محلية من الحمولة التي تتجه لتترسب على الحاجز الرمي، وعلى هذا فإنه يرتفع حتى يكاد يبلغ سطح المياه في

المجرى إلا ٢٠٪ من جملة العمق (طه، ١٩٩٧، ص ص ٢٣٨-٢٣٩).

ويظهر الحاجز الرمي في بدايته ككومة عفوية من الرواسب في قاع المجرى، تتحد في جميع الاتجاهات، وتكون أعلى نقطة في وسط الحاجز الرمي، ثم يتطور شكله من الشكل

القبابي إلى الشكل الهلالي، وذلك عندما يظهر ذراع للحاجز الرمي، سرعان ما تنمو على سطحه الحشائش والنباتات المائية التي تعمل على اصطياد الرواسب، وتسرع من نموه الرأسي، ودائماً ما يكون هذا الذراع (القرن) ناحية المجرى الرئيس، في حيلة منه لبناء نفسه تجاه المجرى الثانوي الذي يتسم بانخفاض سرعة الجريان (شكل ١٣)، وقد ينشأ الحاجز الرمي في الجانب المحدب من المنعطف النهري، ووفق هذه الطريقة، يكون قوسياً أو شريطي الشكل، ولعل حاجز رقم (٣) من أوضح الأمثلة على هذا النوع في منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث.

شكل (١٣): ميكانيكية نشأة الحواجز الرملية وتطورها بمنطقة الدراسة.

ثانياً: خصائص الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة:

(١) الخصائص المورفومترية للحواجز الرملية:

يوضح (جدول ١١) الخصائص المورفومترية للحواجز الرملية بمنطقة الأقصر خلال الأعوام: ١٩٨٢، ٢٠١٣، ٢٠٢٢؛ بهدف دراسة التطور الجيومورفولوجي لها خلال ٤٠ عامًا، ومعرفة ما ستؤول إليه في المستقبل، ومحاولة توقع ظهورها في المجرى بناءً على تحليل الخرائط الكنتورية لقاع المجرى وتفسيرها.

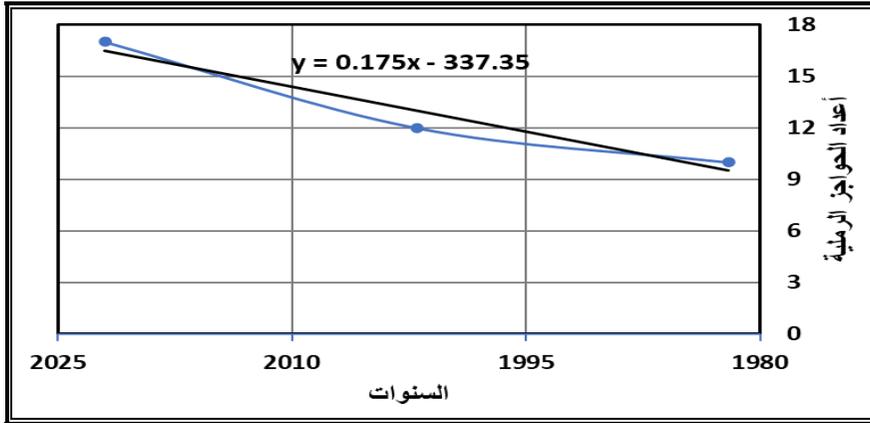
جدول (١١): الخصائص المورفومترية للحواجز الرملية خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢).

٢٠٢٢				٢٠١٣				١٩٨٢				السنة
الاستدارة	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	الاستدارة	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	الاستدارة	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	الأبعاد المورفومترية
-	-	-	١,٥٦	-	-	-	١,٤٢	-	-	-	١,٠١	الإجمالي
١٤,٤	٠,١٠	٠,٧٣	٠,٠٩	١٨,٤	٠,١٤	٠,٨٦	٠,١٢	٢٢,٤	٠,١٥	٠,٦٧	٠,١٠	المتوسط
٦,٩	٠,٠٧	٠,٣٨	٠,١٠	٩,١	٠,٠٥	٠,٣٩	٠,٠٨	٨,٢	٠,٠٦	٠,١٨	٠,٠٥	الانحراف المعياري
٤٨,٠١	٧٠,٥	٥١,٧	١١٦	٤٩,٣	٣٩,٦	٤٥,٨	٦٨,٨	٣٦,٩	٣٨,٧	٢٧,٣	٤٩,٨	نسبة الاختلاف

المصدر: من حساب الباحث اعتمادًا على القياس من المرئيات الفضائية والخرائط الهيدرطوبوغرافية للأعوام المذكورة.

## • أعداد الحواجز الرملية:

بلغ عدد الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة ١٠ حواجز رملية عام ١٩٨٢، بمتوسط ١٠ كم<sup>٢</sup> للحاجز الرملي، وبلغت نسبة الاختلاف ٤٩,٨٪؛ مما يشير إلى تباين الحواجز الرملية في خاصية المساحة، وتراوح مساحتها بين ٠,١٩ كم<sup>٢</sup> لحاجز رقم (٥) و ٠,٣٢ كم<sup>٢</sup> لحاجز رقم (٨)، في حين بلغ عددها ١٢ حاجزاً رملياً عام ٢٠١٣، بمتوسط ٠,١٢ كم<sup>٢</sup>، وتراوح مساحتها بين ٠,٢٥ كم<sup>٢</sup> لحاجز رقم (١٨) و ٠,٣٨ كم<sup>٢</sup> لحاجز رقم (٢)، وتشير نسبة الاختلاف (٦٨,٨٪) إلى تباين مساحتها عام ٢٠١٣، وقد زادت أعدادها إلى ١٧ حاجزاً رملياً عام ٢٠٢٢؛ ويرجع ذلك إلى التحكم في نهر النيل وضبط كمية التصريف.



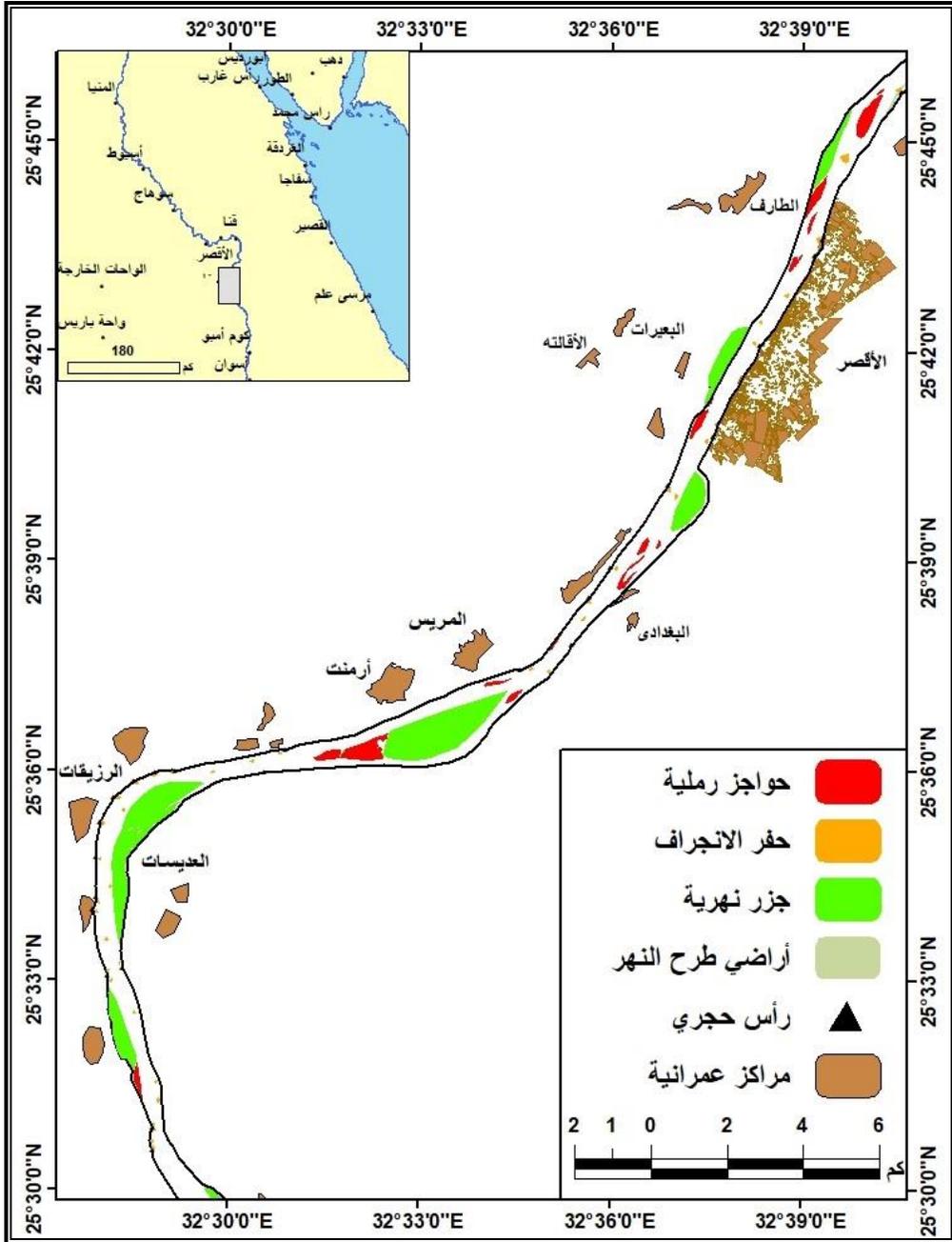
المصدر: اعتمادًا على (جدول ١١).

شكل (١٤): تطور أعداد الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر في الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢).

وبدراسة (شكل ١٤) يتضح أن معدل التغير العددي للحواجز الرملية بالمنطقة بلغ ٠,١٨ حاجزاً رملياً/سنة، وبمعنى آخر يتكون حاجز رملي واحد كل ٦ سنوات تقريباً خلال المدة (١٩٨٢-٢٠٢٢).

بقراءة الخرائط الطبوغرافية قبل بناء السد العالي يلاحظ قلة أعداد الحواجز الرملية بالمنطقة، فلم يظهر في لوحات عام ١٩٠٥ سوي حاجز رملي واحد، وأربعة حواجز رملية في خرائط عام ١٩٣٨، ويعزى ذلك إلى عظم إيرادات نهر النيل وقوة الجريان، فقد بلغ إيراد النهر عند أسوان عامي ١٨٧٩ و ١٨٩٩ نحو ١٥١ مليار م<sup>٣</sup>،

١١٨ مليار م<sup>٣</sup> بالترتيب (وزارة الري، ٢٠٠٠)، وبالتالي كانت الغلبة لعمليات النحت خلال هذه الفترة.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الهيدرولوجية والبيئية الفضائية باستخدام برنامج ArcMap10.7

شكل (١٥): التوزيع الجغرافي للحواجز الرملية وحفر الانجراف بمنطقة الأقصر.

بينما شهدت الفترة التي أعقبت بناء السد العالي زيادة في أعداد الحواجز الرملية بالمنطقة، نتيجة انخفاض كمية التصريف وميل النهر للإرساب، ويشير (شكل ١٥) إلى زيادة أعداد الحواجز الرملية عقب بناء السد العالي، فقد زادت أعدادها من ١٠ حواجز رملية عام ١٩٨٢ إلى ١٧ حاجزًا رمليًا عام ٢٠٢٢، كما يلاحظ تركيز الحواجز الرملية في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة، حيث استحوذت على ١٤ حاجزًا رمليًا، بينما استحوذ الجزء الجنوبي على ٧ حواجز فقط؛ ويعزى تركيزها في القطاع الشمالي إلى بعد تأثير قناطر إسنا، وانخفاض سرعة المياه، وبالتالي سيادة عمليات الإرساب مقارنة بالجزء الجنوبي القريب من القناطر.

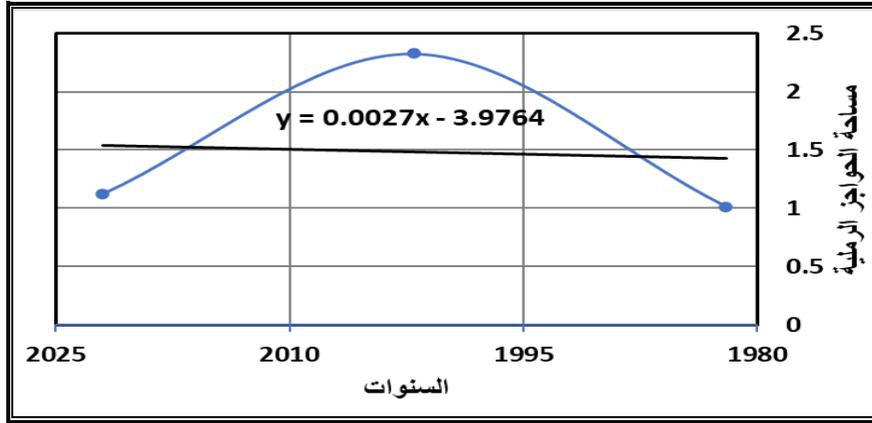
#### • مساحة الحواجز الرملية:

بلغ مجموع مساحات الحواجز الرملية في منطقة الدراسة خلال سنوات القياس ٤ كم<sup>٢</sup>، بمتوسط ١,٠٣ كم<sup>٢</sup>، وهو متوسط أكبر من مثلثتها في قطاع سوهاج الذي بلغ ٠,٠٨ كم (صابر، ٢٠١٢، ص ٤٠٤)، وتراوحت مساحة الحواجز الرملية بين ١,٠١ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٨٢، و١,٥٦ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٢، أي حوالي ٨,٥ فدان لكل كيلومتر من المجرى بالمنطقة، وتشغل نحو ٦,٢٪ من مساحة المجرى عام ٢٠٢٢، ويرتبط ذلك بزيادة أعدادها عقب التحكم في كمية التصريف وارتفاع منسوب قاع المجرى بعد بناء السد العالي، وهو ما أكدته العلاقة الارتباطية بين المتغيرين، التي بلغت ٠,٩٨١. وقد تراوحت مساحة الحواجز الرملية عام ٢٠٢٢ بين ٠,٠١ كم<sup>٢</sup> كأدنى قيمة و٠,٣٩ كم<sup>٢</sup> كأقصى قيمة سجلتها بمنطقة الدراسة.

بلغ مجموع مساحات الحواجز الرملية نحو ١,٠١ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٨٢، بمتوسط ٠,١٠ كم<sup>٢</sup>، وتتميز القيم بتجانسها وتركزها حول متوسطها العام، حيث لم تتعد قيم الانحراف المعياري ونسبة الاختلاف ٠,٥ كم<sup>٢</sup>، ٤٩,٨٪ على التوالي، بينما بلغت مساحتها ١,٤٢ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠١٣، بمتوسط ٠,١٢ كم<sup>٢</sup>، وبلغت نسبة الاختلاف ٦٨,٨٪ مما يشير تباين مساحة الحواجز الرملية خلال هذا العام، كما بلغ مجموع مساحة الحواجز الرملية ١,٥٦ كم<sup>٢</sup>، بمتوسط ٠,٠٩ كم<sup>٢</sup>، وبانحراف معياري قدره ٠,١٠ كم<sup>٢</sup>،

وتشير نسبة الاختلاف (١١٦٪) إلى تباين مساحتها، ويمكن تفسير ذلك إلى ظهور عدة حواجز جديدة صغيرة المساحة عام ٢٠٢٢.

اتضح من دراسة تطور مساحة الحواجز الرملية بسنوات القياس (١٩٨٢-٢٠٢٢) زيادة مساحتها، حيث بلغت المساحة التي زادت ٠,٥٥ كم<sup>٢</sup>، أي بمعدل يصل إلى ٠,٠١٤ كم<sup>٢</sup>/ السنة، فقد زادت مساحتها من ١ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٨٢ إلى ١,٤٢ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠١٣، بزيادة قدرها ٠,٤١ كم<sup>٢</sup> (شكل ١٦)؛ ويرجع ذلك إلى تطور الحواجز الرملية، وكبر مساحتها، وظهور ثلاث حواجز جديدة، بمساحة تبلغ ٠,٦٧ كم<sup>٢</sup>؛ نتيجة زيادة معدلات الإرساب.



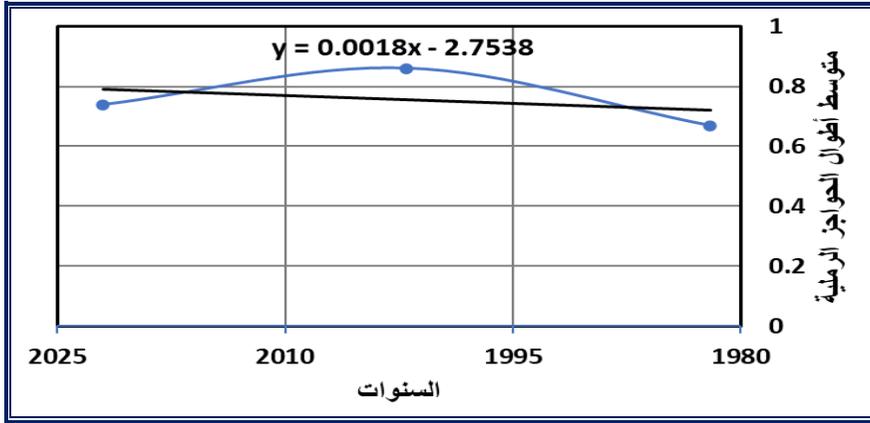
المصدر: اعتمادًا على (جدول ١١).

شكل (١٦): تطور مساحة الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢).

#### • أطوال الحواجز الرملية:

بلغ المتوسط العام لأطوال الحواجز الرملية خلال سنوات القياس ٠,٧٥ كم، وقد بلغ نحو ٠,٧٣ كم عام ٢٠٢٢، وتراوح أطوالها بين ١,٥ كم لحاجز رقم (٥) و ٠,١٩ كم لحاجز رقم (١٢)، بينما بلغ نحو ٠,٨٦ كم عام ٢٠١٣، وبانحراف معياري قدره ٠,٣٩ كم، ونسبة اختلاف بلغت ٤٥,٨٪، مما يشير إلى تشتت القيم حول متوسطها الحسابي، وتراوح أطوالها بين ١,٦ كم لحاجز رقم (٢١) و ٠,٣٥ كم لحاجز رقم (١٥)، ويتحكم في طول الحواجز الرملية عدة عوامل منها موضع الحاجز في المجرى ومنسوب القاع، إضافة إلى التدخلات البشرية.

يلاحظ ارتفاع متوسط أطوال الحواجز الرملية عام ٢٠١٣ مقارنة بعامي ١٩٨٢ و٢٠٢٢، ويعزى ذلك إلى زيادة كمية المياه المنصرفة خلف قناطر إسنا، نتيجة زيادة الإيراد المائي لنهر النيل عامي ١٩٩٨ و١٩٩٩، وأن منطقة الدراسة تعرضت لكمية تصريف أعلى من التصريفات المتعارف عليها كما ذكرنا من قبل، الأمر الذي عمل على نحت جوانب الحواجز الرملية، وزيادة معدلات والإرساب في مقدمتها، وبالتالي ارتفعت قيم الطول في لوحات ٢٠١٣، كما تشير معادلة خط الاتجاه العام (شكل ١٧) التي تشير إلى تزايد أطوالها خلال فترة الدراسة، خاصة بعد بناء السد العالي والتحكم في تصريف نهر النيل.



المصدر: اعتمادًا على (جدول ١١).

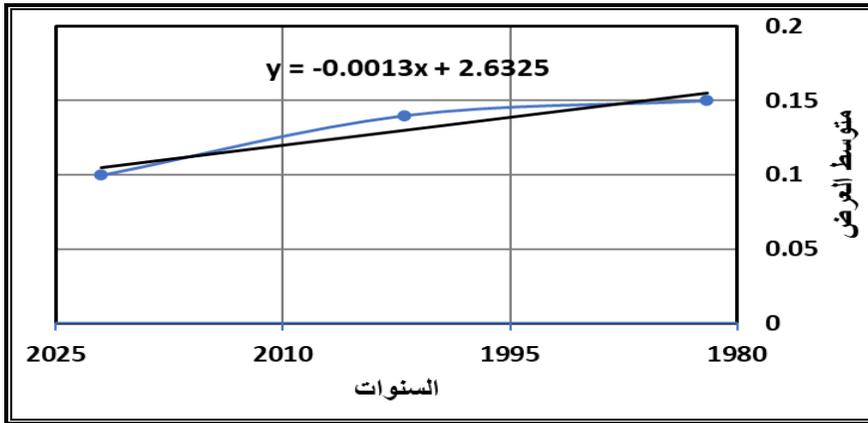
شكل (١٧): تطور أطوال الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر في الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢).

#### • متوسط عرض الحواجز الرملية:

بلغ المتوسط العام لمتوسط عرض الحواجز الرملية خلال سنوات القياس نحو ٠,١٢٨ كم، وتتراوح بين ٠,١٥ كم عام ١٩٨٢ و ٠,١٠ كم عام ٢٠٢٢م، وهو متوسط يقترب من مثيلتها في قطاع سوهاج ٠,١٢٥ كم (صابر، ٢٠١٢، ص ٤٠٤)، ويلاحظ انخفاض متوسط عرض الحواجز الرملية عام ٢٠٢٢ مقارنة بعام ١٩٨٢، وربما يرجع ذلك إلى انكشاف مساحات كبيرة من جوانب الحواجز الرملية، بسبب دخول مصر مرحلة الشح المائي خلال هذه الفترة (حجاب، ٢٠١٥، ص ٤٩)، وهذا ما أكدته معادلة خط الانحدار بتناقص متوسط عرض الحواجز الرملية في الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢)

(شكل ١٨)، ويمكن تصنيف الحواجز الرملية من حيث متوسط العرض إلى ثلاث فئات، على الآتي:

- الفئة الأولى (أقل من ١٠٠ مترًا): تستحوذ على ٩ حواجز رملية، بنسبة ٥٠٪ من جملة عدد الحواجز الرملية، ويبلغ متوسط عرض حواجز هذه الفئة ٥١,٩ مترًا، ويتراوح متوسط عرضها بين ٢٤ مترًا لحاجز رقم (٨) و ٩١,١ مترًا لحاجز رقم (١٥).
- الفئة الثانية (١٠٠ من أقل من ٢٠٠ مترًا): تضم هذه الفئة ٦ حواجز رملية، بما يعادل ٣٣,٣٪، بمتوسط عرض يبلغ ١١٨,٤ مترًا، ويتراوح متوسط عرض حواجز هذه الفئة بين ١٠٠ مترًا و ١٣٢,٤ مترًا.
- الفئة الثالثة (أكبر من ٢٠٠ مترًا): جاءت هذه الفئة في المرتبة الأخيرة، بنسبة ١٦,٧٪ من إجمالي عدد الحواجز الرملية، ويتراوح متوسط عرض هذه الفئة بين ٢٢٣,١ مترًا لحاجز رقم (٢٠) و ٢٦١,٥ مترًا لحاجز رقم (٢).



المصدر: اعتمادًا على (جدول ١١).

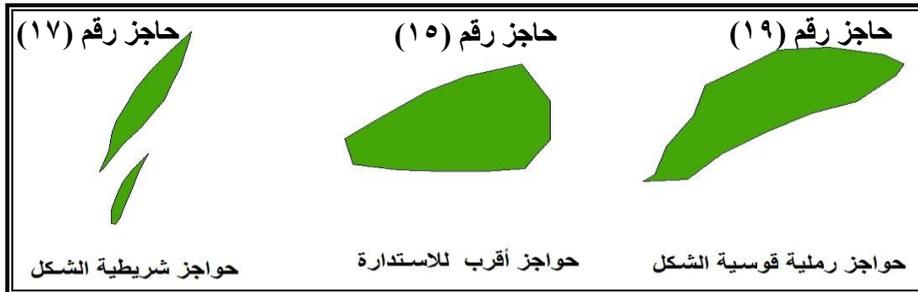
شكل (١٨): تطور عرض الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر في الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢). أظهرت العلاقة الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية للحواجز الرملية وجود علاقة ارتباط طردية بين مساحة الحاجز الرملية وأبعاده (الطول، متوسط العرض)، بلغت ٠,٨١٤ و ٠,٩٣٨، بالترتيب، الأمر الذي يشير إلى أن المساحة هي أكثر العوامل

المتحكممة في بقية أبعاد الحواجز الرملية الأخرى، كما توجد علاقة ارتباط طردية بين الطول ومتوسط العرض، بلغت قيمتها ٠,٦٥٦.

• شكل الحواجز الرملية<sup>(١)</sup>:

تتفاوت أشكال الحواجز الرملية في منطقة الدراسة، حيث بلغ المتوسط العام لنسبة الاستدارة خلال سنوات القياس ١٨,٤٪، وبلغ نحو ٢٢,٤٪ عام ١٩٨٢، وتتراوح أشكال الحواجز الرملية بين ٤٢,٩٪ لحاجز رقم (٥) و ١٥,٧٪ لحاجز رقم (١٨) و ١٤,٤٪ عام ٢٠٢٢، في حين بلغ متوسط نسبة الاستدارة نحو ١٤,٤٪ عام ٢٠٢٢، وتتراوح قيمتها بين ٢٥,٤٪ لحاجز رقم (١١) و ٤,٩٪ لحاجز رقم (٩)، وتتخذ الحواجز الرملية بالمنطقة عدة أشكال، فبعضها شريطي الشكل، والآخر مستدير الشكل، إضافة لبعض الأشكال الأخرى، وهي كما يأتي (شكل ١٩):

- **حواجز رملية شريطية الشكل:** تتسم حواجز هذه الفئة بالإفراط في الطول، ونقل نسبة استدارتها، وتشمل معظم الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة.
- **حواجز رملية مستديرة الشكل:** ويقل فيها الطول لحساب العرض، ويمثل هذه الفئة حاجز رقم (٥) وحاجز رقم (١٥).
- **حواجز رملية قوسية الشكل:** ويتخذ أحد جوانبها خطأ مستقيماً، بينما ينحني الجانب الآخر في شكل قوس يتفق مع انحناء النهر، كما هي الحال في الحواجز الرملية أرقام (٣، ٨، ١١، ١٦، ١٩).



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية.

شكل (١٩): أشكال الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة.

(١) نسبة الاستدارة: نسبة طول المحور العرضي إلى طول المحور الطولي لها (الحسيني، ١٩٨٨، ص ٧).

## جدول (١٢): بعض الخصائص المورفومترية لأبعاد المجرى والحواجز الرملية.

نسبة مساحة الحواجز إلى مساحة المجرى	متوسط عرض الحواجز إلى متوسط عرض المجرى	نسبة طول الحواجز الرملية إلى طول المجرى	معدل كثافة الحواجز الرملية (كم/كم)	معدل تكرار الحواجز الرملية حاجز/كم من المجرى	أبعاد المجرى			عدد الحواجز الرملية	السنة
					متوسط العرض (م)	الطول (م)	مساحة المسطح المائي (كم <sup>٢</sup> )		
٣٨,٥	٥,٥	٦,٧	٠,١٥	٤,٥	٨٠١,٢	٤٤,٩	٢٣,٩٠	١٠	١٩٨٢
٢٨,٧	٥,٩	٤,٤	٠,٢٣	٣,٨	٧٩٥,٤	٤٥,٤٠	٢٥,٨٠	١٢	٢٠١٣
٢٥,٨	٧,٧	٣,٦	٠,٢٧	٢,٧	٧٩٠,١	٤٥,٦٠	٢٥,٢٠	١٧	٢٠٢٢

المصدر: من حساب الباحث اعتمادًا على القياس من المرئيات الفضائية والخرائط الهيدرطوبوغرافية للمجرى.

• معدل كثافة الحواجز الرملية وتكرارها<sup>(١)</sup>:

يتضح من (جدول ١٢) أن معدل كثافة الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة يتراوح بين ٠,١٥ كم/كم عام ١٩٨٢، و٠,٢٧ كم/كم عام ٢٠٢٢، أي أنها تشغل نحو ١٥٠ مترًا عام ١٩٨٢، ونحو ٢٧٠ مترًا في كل كيلومتر من المجرى في المتوسط عام ٢٠٢٢. ووصل معدل تكرار الحواجز الرملية أقصاه عام ٢٠٢٢، حيث بلغ حاجزًا رمليًا لكل ٢,٧ كم؛ بينما زادت أعدادها عام ٢٠٢٢ إلى ١٧ حاجزًا رمليًا، في حين بلغ حاجزًا رمليًا واحدًا لكل ٤,٥ كم و٣,٨ كم بأعوام ١٩٨٢ و٢٠١٣ على التوالي.

• نسبة الحواجز الرملية إلى المجرى:

بلغت نسبة طول الحواجز الرملية إلى طول المجرى ٤,٩٪، وتتراوح بين ٦,٧٪ عام ١٩٨٢ و٣,٦٪ عام ٢٠٢٢، مما يشير إلى زيادة أطوالها خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠١٣)، وتراوحت نسبة عرض الحواجز الرملية إلى عرض المجرى بين ٥,٥٪ عام ١٩٨٢ و٧,٧٪ عام ٢٠٢٢، وبلغت مساحة الحواجز الرملية إلى مساحة المجرى أقصاها عام ١٩٨٢، حيث بلغت ١:٣٨,٥ مقارنة بنحو ١:٢٥,٨ عام ١٩٨٢، وبمتوسط بلغ ٣١٪.

(١) تم تطبيق معادلة الحسيني (١٩٨٨، ص ٢١) عن معدل تركيز أو كثافة الجزر النهرية على النحو التالي:

$$\text{معدل كثافة الحواجز الرملية (كم/كم)} = \text{إجمالي أطوال الحواجز} \div \text{طول المجرى}$$

## (٢) توزيع الحواجز الرملية في المجرى النهري:

تفيد دراسة تصنيف الحواجز الرملية حسب موقعها بالنسبة لمركز المجرى في تحديد أسباب تحركها ومعدلاتها، وبقراءة (شكل ١٥) يتضح تركز معظم الحواجز بمنطقة الدراسة في المواضع التي تتسم بهدوء التيار المائي، وفي الجوانب الداخلية من المنعطفات، ويمكن تصنيف مواقع الحواجز الرملية بالنسبة لمحور المجرى كما يأتي:

- **حواجز رملية مركزية:** تشغل حواجز هذه الفئة وسط المجرى النهري، وبلغ عددها ٤ حواجز رملية في لوحات عام ١٩٨٢، ثم زادت إلى ٥ حواجز في لوحات عام ٢٠١٣؛ ثم إلى ٦ حواجز رملية في مرئيات عام ٢٠٢٢؛ بسبب زيادة معدلات الإرساب.

- **حواجز رملية تقع في الجزء الشرقي من المجرى:** بلغ عددها حاجزين في لوحات عام ١٩٨٢، ثم تناقصت إلى حاجز رملي واحد عام ٢٠١٣؛ بسبب اختفاء الحاجز رقم (٨)، والتحام حاجز رقم (٣) بجزيرة العديسات، وتحرك حاجز رقم (١٩) من موضعه ناحية الشرق، وظهوره في لوحات عام ٢٠١٣ بالقرب من الجانب الشرقي، وبلغ عددها ٤ حواجز رملية عام ٢٠٢٢.

- **حواجز رملية تقع في الجزء الغربي من المجرى:** تتمركز حواجز هذه الفئة بالقرب من الجانب الأيسر من المجرى، وتُلاحظ زيادة أعدادها في الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢)، فقد بلغ عددها ٤ حواجز رملية عام ١٩٨٢، ثم زادت إلى ٧ حواجز عام ٢٠٢٢؛ ويرتبط ذلك بالتزام النهر يمين اتجاهه، وبالتالي زيادة معدلات النحت في الجانب الشرقي وسيادة الإرساب بالجانب الغربي، إضافة إلى انخفاض سرعة التيار بالجانب الغربي من المجرى، التي بلغت ٠,٥٢م/ثانية مقارنة بنحو ٠,٦١م/ثانية في الجانب الشرقي من المجرى، ويتفق ذلك مع ما ذكره طه (١٩٨٨، ص ص ١٢٦-١٢٧) أن ٥٤٪ من جملة قطاع إسنا - نجع حمادي يتعرض لعمليات الإرساب.

## (٣) مناسب أسطح الحواجز الرملية:

تمت دراسة مناسب الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة من الخرائط الهيدروطوبوغرافية للمجري، ورصد التغيرات التي حدثت لها عن طريق الرفع المساحي بجهاز *Total Station*، وبما أن منسوب المياه في المجرى يتراوح بين ٧١,٠٣ مترًا في فصل الشتاء، ونحو ٧٥,١ مترًا في فصل الصيف، وبالتالي فإن الحواجز الرملية التي يقل منسوب سطحها عن ٧٥,١ مترًا فوق مستوى سطح البحر تتعرض للغمر بالمياه، أما الحواجز الرملية التي يزيد منسوبها على ٧١,٥ مترًا فوق مستوى سطح البحر فهي في مأمن من الغمر بالمياه، وبدراسة مناسب الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة، يتضح أنها تتكون من عدة أقسام مورفولوجية، وهي كما يأتي:

- **الأراضي العليا:** تعد أقدم منطقة في الحاجز الرمي، ويمثل هذا القسم النواة الأولى لنشأة الحاجز، وتشغل المناطق التي يزيد منسوبها عن ٧٥ مترًا فوق مستوى سطح البحر؛ لذا فهو في مأمن من خطر ارتفاع منسوب المياه مع زيادة كمية التصريف.
- **الأراضي متوسطة المنسوب:** يتراوح منسوبها بين ٧٠ مترًا لأقل من ٧٥ مترًا، وتتحصر بين الأراضي العليا والأراضي المنخفضة، وتحيط بنواة الحاجز، وتغمر بالمياه في فصل الصيف، وتتسم بظهور التموجات الرملية التي تغطي سطحها، والنباتات الرملية التي تكونت بسبب تراكم الرواسب على النباتات والحشائش (لوحة ٥).



المصدر: العمل الميداني.

**لوحة (٥):** ظهور التموجات والنباتات الرملية بأسطح الحواجز الرملية.

- **الأراضي منخفضة المنسوب:** وهي المناطق التي تكونت حديثًا، وتشغل المناطق التي يقل منسوبها عن ٧٠ مترًا فوق مستوى سطح البحر، وتتسم أحيانًا بكثافة

النباتات والحشائش خاصة نباتات الغاب والهيش، ويلاحظ اقتراب منسوبها من منسوب سطح المياه في المجرى، بحيث لا يزيد ارتفاع المياه فوقها عن ٠,٧٥ مترًا (لوحة ٦)، الأمر الذي يشكل خطورة كبيرة على حركة الملاحة النهرية في المنطقة؛ لذلك يجب تكريك مثل هذه المواضع لعمق مترين؛ حتى لا تتأثر الملاحة في فترة أدنى التصرفات.



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٦): مناسيب الحواجز الرملية، ورصد التغيرات التي حدثت لها بجهاز Total Station.

#### (٤) خصائص رواسب الحواجز الرملية:

##### (أ) التحليل الميكانيكي للرواسب:

أخذت أثناء الدراسة الميدانية ١٨ عينة من ستة حواجز رملية، بواقع ثلاث عينات من كل حاجز رملي، بحيث تم أخذ العينة من بداية الحاجز ووسطه ونهايته، وقد روعي عند اختيار العينات أن تكون موزعة على منطقة الدراسة؛ لذا تم أخذ العينات من حاجزين رمليين بداية القطاع، ومثلهما في منتصف القطاع ونهايته، وتم تحليلها ميكانيكيًا، وتظهر نتائج التحليل في (جدول ١٣) و(شكل ٢٠).

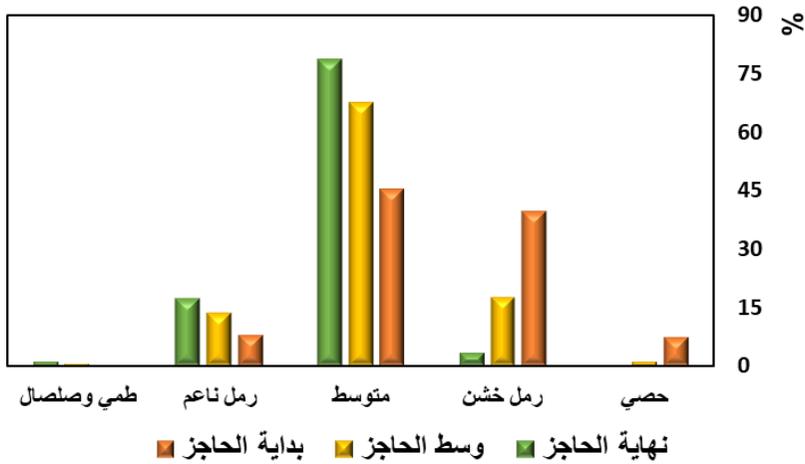
جدول (١٣): نتائج التحليل الميكانيكي لرواسب الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر.

الموضع	حصى	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	طمي وصلصال
بداية الحاجز	٧,٣	٣٩,٦	٤٥,١	٧,٨	٠,٢
وسط الحاجز	١,١	١٧,٥	٦٧,٣	١٣,٦	٠,٥
نهاية الحاجز	٠	٣,٣	٧٨,٤	١٧,٢	١,١
المتوسط العام	٢,٨	٢٠,١٣	٦٣,٦	١٢,٨٧	٠,٦

المصدر: اعتمادًا على نتائج التحليل الميكانيكي للعينات.

يتضح من تحليل (جدول ١٣) و(شكل ٢٠) الآتي:

- ترتفع نسبة الرمال الخشنة والمتوسطة؛ حيث تمثل مجتمعة ٦٥,٢٪، تأتي الرمال متوسطة الحجم المرتبة الأولى بنسبة ٦٣,٣٪، تليها الرمال الخشنة بنسبة ٢٠,١٪ من حجم العينات؛ الأمر الذي يعمل على ارتفاع معدلات نمو الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة، وتتنخفض معدلات نموها إذا كانت الرواسب الدقيقة هي المسيطرة في المجرى (Salleh et al.,2021,P.3).



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على (جدول ١٣).

شكل (٢٠): التوزيع التكراري لأحجام رواسب الحواجز الرملية بالمنطقة.

- تنخفض نسبة الطمي والصلصال في جميع العينات؛ حيث يبلغ متوسطها ٠,٦٪، ولكنها تزيد في عينات نهاية الحواجز الرملية، حيث بلغت ١,١٪، ويعد هذا

الارتفاع طبيعياً، ويعزى إلى أن المواد الخشنة تترسب أولاً في بداية الحاجز bar head، بينما تظل المواد الناعمة عالقة مع التيار لمسافة أبعد حتى تترسب في نهاية الحاجز الرملي (Li et al.,2014,P.77)، وتقرب هذه القيمة من نتائج التحليل الميكانيكي لرواسب الحواجز الرملية بمنطقة سوهاج التي بلغت ٢,٠٢٪ (صابر، ٢٠١٢، ص٤٠٦).

- تتخفف نسبة الحصى بشكل عام في العينات المأخوذة، حيث بلغ متوسطها العام ٢,٨٪، وهي تتراوح بين ٧,٣٪ لعينات بداية الحاجز الرملي، و ١,١٪ لعينات وسط الحاجز الرملي، وينعدم وجودها في عينات نهاية الحواجز الرملية، ويرجع ذلك إلى أن النهر يتخلص من حمولته الخشنة، ويرسبها بداية الحاجز.

#### (ب) خصائص أشكال الرواسب<sup>(١)</sup>:

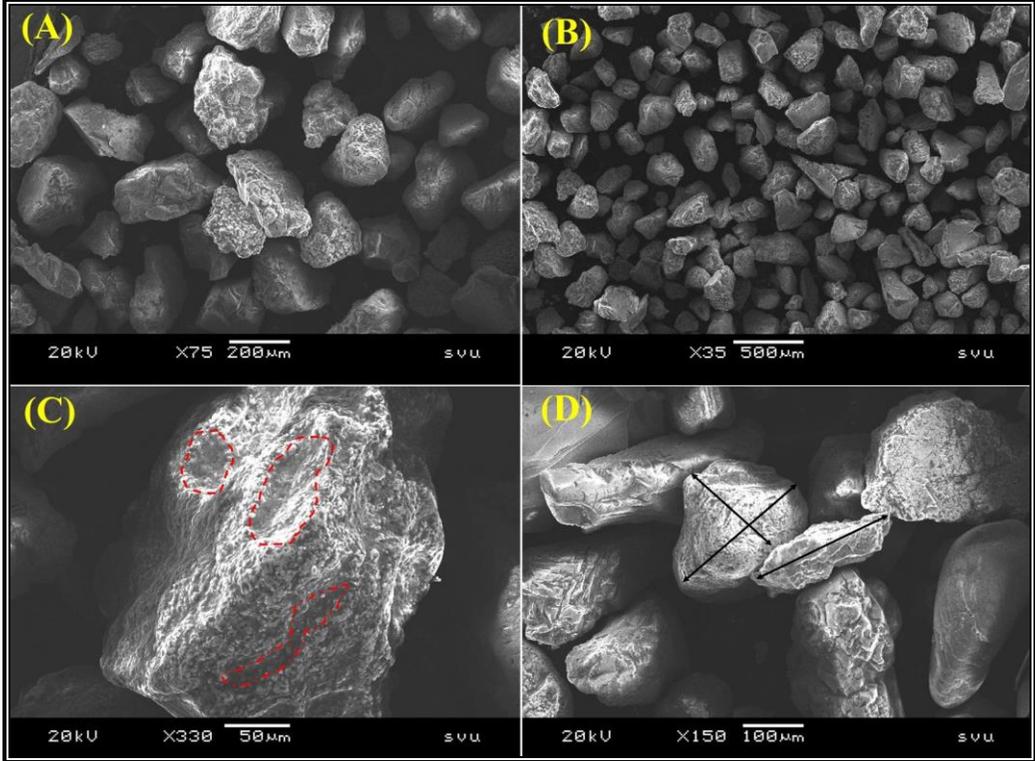
تعد دراسة أشكال الرواسب من المؤشرات المهمة التي يمكن الاعتماد عليها في تحديد مصدرها ومعرفة ظروف الإرساب، وما تعرضت له الرواسب من عمليات أثناء عملية النقل، وتحديد شكل الحبيبات من حيث استدارتها *Roundness* وتكورها *Sphericity* من خلال قياس أبعادها (الطول والعرض وسمك الحبيبة)، من خلال تكبير الرواسب بجهاز بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (S.E.M). وقد تبين من (لوحة ٧) الآتي:

- تنوع أشكال الرواسب من حيث الاستدارة والكروية، فقد بلغت نسبة استدارة الحبيبات ٢٤,٧٪ من مجموع العينات، وربما يعزى ذلك إلى أن الحبيبة محاطة بالمياه في بيئة النقل المائي، الأمر الذي يحافظ على حوافها من النحت والبري، وهي تتراوح بين ١٨,٤٪ لرواسب مقدمة الحاجز و ٣٣,٢٪ لرواسب نهاية الحاجز الرملي، وتشير الرواسب شديدة الاستدارة إلى طول الرحلة التي قطعتها، حيث تزداد استدارة الرواسب، كلما ابتعدت عن مصدرها، في حين بلغت نسبة الحبيبات

(١) تم قياس أشكال الرواسب ألياً بعد تكبيرها بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح *Scanning Electron*

*Microscopes (SEM)*.

- الحادة نحو ٦٨,٥٪، مما يشير إلى قصر المسافة التي قطعها الحبيبة، ويعزي ارتفاع نسب الأشكال الحادة بدرجاتها المختلفة إلى أن هذه الحبيبات مشتقة من الصخور النارية والمتحولة التي تحتاج إلى لمسافات طويلة حتى تصل إلى درجات الاستدارة، الأمر الذي يؤكد أنها جاءت مع سيول الأودية المنحدرة إلى نهر النيل.
- كما يشير انخفاض نسب كروية الرواسب إلى قرب مصدر الرواسب، حيث بلغت نسبتها ٤٣,٦٪؛ لذا جاء ترتيب الحبيبات بشكل متباعد، مما عمل على زيادة حجم الفراغ بين الرواسب، ومن ثم زيادة معدل المسامية والنفاذية.
  - تزداد نسبة الكروية إلى ٥٥,٣٪ في مقدمة الحاجز الرملي، ونحو ٣٩,٨٪ في نهايته، مما يشير إلى أن هناك تدرجاً في رواسب الحاجز الرملي، حيث تتناقص نسب الحبيبات الحادة بالاتجاه نحو نهايته، ربما يشير ذلك إلى أن رواسب مقدمة الحاجز تنقل عن طريق الدرجة والقفز، ومن ثم اصطدام الحبيبات ببعضها بعضاً، الأمر الذي يؤدي إلى تهذيب حوافها، ومن ثم تزيد فرص كرويتها.
  - يظهر على سطح الحبيبات عدة ظاهرات دقيقة، مثل: الخدوش، والحفر، والمنخفضات (لوحة ٧)، نتيجة ارتطام الحبيبات ببعضها أثناء النقل، وربما يشير وجود هذه الظاهرات على أسطح الحبيبات إلى حركة الحواجز الرملية داخل المجرى، ويرى كل من على وعاشور (٢٠٠٠، ص ٣٤) أن لكل بيئة ترسيب مجموعة من الظاهرات الدقيقة المميزة لها، حيث ترتبط مثل هذه الظاهرات بالبيئة الصحراوية والعمليات السائدة فيها، وهذا ما أكدته نتائج التحليل المعدني لرواسب الحواجز الرملية، بارتفاع نسبة الكوارتز في جميع العينات؛ إذ تتراوح نسبته بين ٤٥,٣٪ و ٨٩,٦٪ من نسبة المعادن بالرواسب، وبمتوسط بلغ ٧١,٢٪، الأمر الذي يشير إلى دور الأودية في نشأة الحواجز الرملية بالمنطقة عن طريق الرواسب التي جرفتها مياه السيول من الصخور النارية المكونة لأودية جبال البحر الأحمر.



المصدر: قياس الباحث أليًا بعد تكبير الرواسب بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح، المعمل المركزي، جامعة جنوب الوادي  
 لوحة (٧): التصوير المجهرى لبعض رواسب الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة، (A) و (B) سيادة  
 الرواسب الحادة، (C) الحفر والمنخفضات، (D) ارتفاع طول الحبيبة.

### (ج) مصدر رواسب الحواجز الرملية:

يرجع مصدر رواسب الحواجز الرملية إلى المصادر التالية:

#### ▪ رواسب قاع المجرى:

كان لبناء السد العالي دور كبير في حجز الرواسب، وتحديد كمية التصريف في المجرى، فقد عمل على مرور المياه من خلاله مندفعة بسرعة وشبه خالية من الرواسب، الأمر الذي أدى إلى قيام النهر بتعويض الفاقد من رواسبه بالنحت في القاع مكونًا ما يعرف بحفر الانجراف *Scours*<sup>(١)</sup>، وتنتشر هذه الحفر في قاع

(١) هي عبارة عن حفر يقل منسوبها عن منسوب قاع المجرى، وقد تنشأ نتيجة تغير الظروف الهيدروليكية (Eilertsen & Hansen, 2008, P.58) أو بفعل الدوامات المائية خلف الرؤوس الحجرية.

المجرى، خاصة بالقرب من الجسور والموانئ والمنشآت الأخرى (Elsaeed et al., 2015, P.2)، ويكثر وجودها في المنعطفات النهرية، وتتغير أبعادها خاصة مع زيادة كمية التصريف (Salmela et al., 2020, P.15)، ويشير التركماني (١٩٩٢، ص ١٩٢) أن الحواجز الرملية تنشأ في البداية عن طريق إرسابات خشنة من رواسب حمولة القاع، ثم تنمو رأسياً عن طريق تراكم الرواسب الناعمة والأقل حجماً فوق نواة الحاجز الرملي.

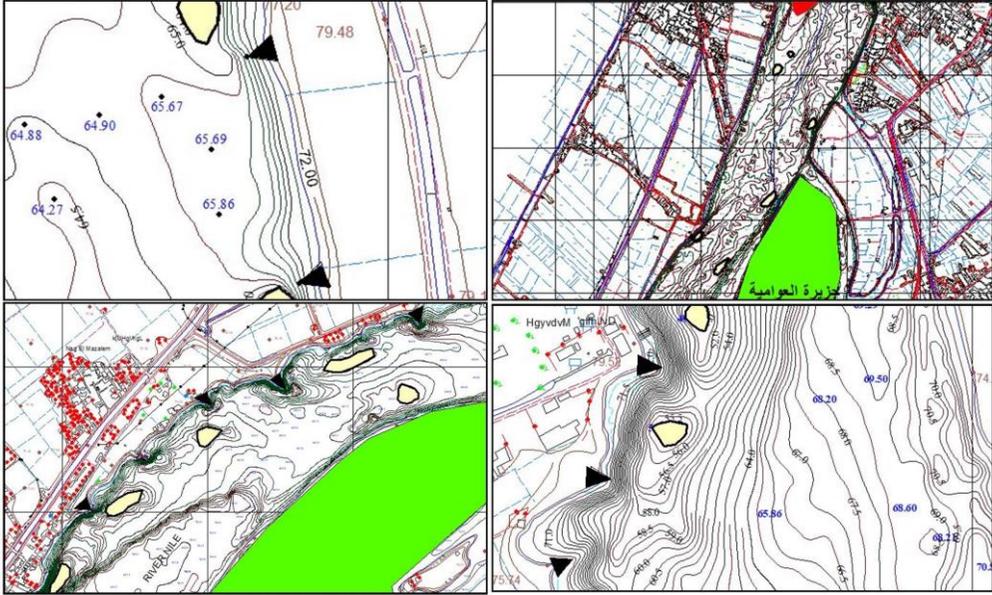
**جدول (١٤): الخصائص المورفومترية لأبعاد حفر الانجراف بمنطقة الدراسة.**

السنة	١٩٨٢			٢٠١٣		
	المساحة(كم <sup>٢</sup> )	الطول(كم)	العرض(كم)	المساحة(كم <sup>٢</sup> )	الطول(كم)	العرض(كم)
المتوسط العام	٠,٢٦	٠,٣٤	٠,٠٩	٠,١٩	٠,٢٩	٠,٠٦
الانحراف المعياري	٠,١٧	٠,٢٣	٠,٠٥	٠,١٤	٠,٢١	٠,٠٤
نسبة الاختلاف	١٥٤,٤	٦٧,٠٩	٥٦,٢	١٣٤,٤	٧٢,٥	٥٨,٢

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على القياس من الخرائط الهيدرطوبوغرافية للمجرى.

يتضح من (جدول ١٤) زيادة أعداد حفر الانجراف في الفترة (١٩٨٢-٢٠١٣)، حيث زادت من ١٨٩ حفرة عام ١٩٨٢ إلى ٤٠٥ حفرة عام ٢٠١٣، بزيادة قدرها ٨١ حفرة، ويعزى ذلك إلى ميل النهر للنحت في قاعه، نتيجة انخفاض حمولته من الرواسب، وتراوحت مساحتها بين ٠,٢٦ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٨٢ و ٠,١٩ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠١٣، وتناقصت أطوالها من ٠,٣٤ كم إلى ٠,٢٩ كم، ويلاحظ ارتباط حفر الانجراف بمواقع الرؤوس الحجرية، وتنشأ نتيجة لاصطدام التيار المائي بالرأس الحجرية؛ مما يؤدي إلى تولد دوامات مائنية تقوم بنحت قاع المجرى وتكوين حفر الانجراف على مسافات قريبة من الرؤوس الحجرية (شكل ٢١)، كما أنها تتوزع بالمنعطفات النهرية بمنطقة الدراسة، حيث يستحوذ منعطف العديسات علي ١٧ حفرة انجراف.

كما يلاحظ تناقص أبعاد حفر الانجراف، رغم زيادة أعدادها خلال سنوات القياس، حيث بلغ معدلات التغيير في المساحة والطول والعرض نحو ٢٧,٥٪، ١٤,٨٪، ٢٧,٢٪ على التوالي.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الهيدرطوبوغرافية للمجري.

شكل (٢١): العلاقة بين الرؤوس الحجرية وحفر الانجراف بمنطقة الدراسة.

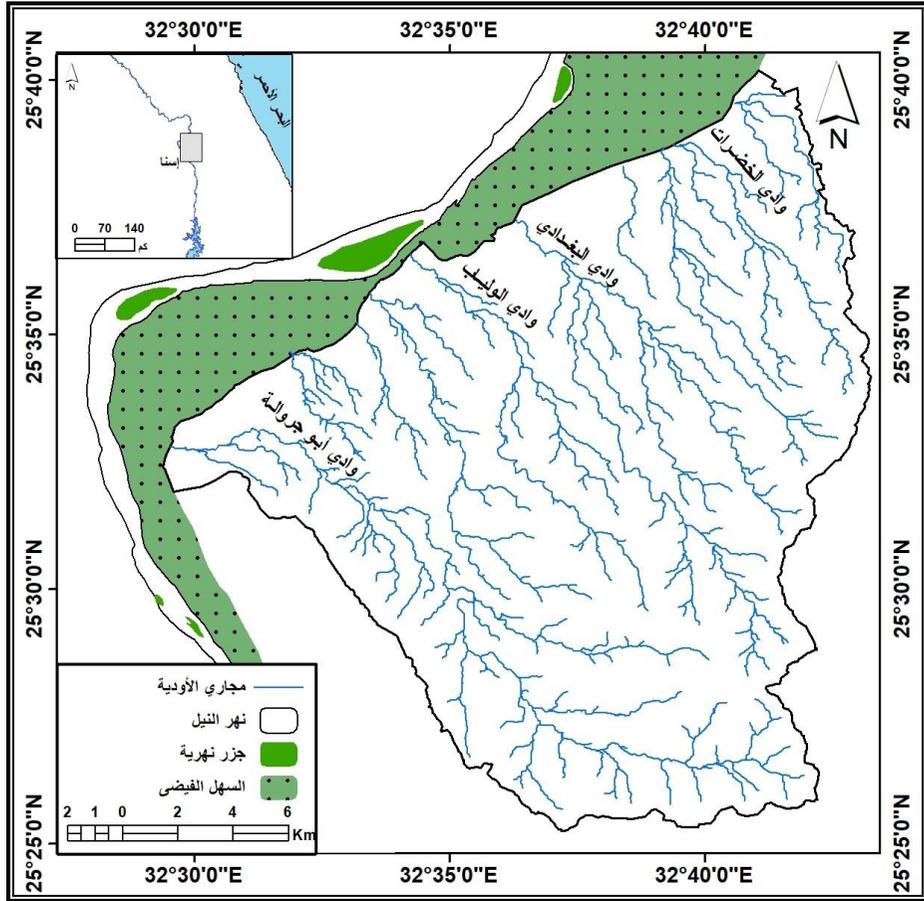
#### ■ الرواسب الناتجة عن عمليات النحت بالجزر والضفاف:

يجنح النهر إلى نحت الجزر والضفاف، إن لم يجد مصدرًا للرواسب، وتبلغ عمليات النحت والانهيال ذروتها صيفًا؛ نتيجة عظم كمية التصريف، وما يترتب عليه من زيادة في قدرة النهر على النحت، وخاصة في الضفاف المقعرة، فقد بلغت أطوال الضفاف التي تعرضت للنحت والانهيال بمنطقة الدراسة نحو ١٠,٧ كم، وبمعدل تراجع سنوي بلغ ١٢,٦ مترًا (أبواباشا، ٢٠١٧، ص ١٩١)، مما يشير إلى عظم عمليات نحت النهر في ضفافه وجزره.

واتضح من المقابلات الميدانية تعرض العديد من أراضي الضفاف للنحت، فيذكر أحد أهالي العديسات، بأنه فقد ثلاثة أفدنة من أرضه خلال العشرين سنة الماضية، أي بمعدل ثلاثة قراريط ونصف سنويًا، كما فقدت جزيرة أرمنت نحو ٧٣,٧ ألف م<sup>٢</sup> في الفترة (١٩٧٢ - ١٩٩١)، أي ما يعادل ٢,٥٪ من مساحتها التي كانت عليها عام ١٩٧٢ (أبوحديد، ٢٠٢٠، ص ١٦٢٥).

### ▪ الرواسب التي تلقيها الرياح والأودية الجافة في نهر النيل:

كان سفي الرمال الآتية من الصحراء الغربية مصدرًا من مصادر حمولة النهر قبل بناء السد العالي (سعيد، ١٩٩٢، ص ٢٦٤)، وتعمل هذه الرواسب على رفع منسوب القاع، حيث يتلقى نهر النيل جنوب منطقة الدراسة نحو ٥٢٠ طن من الرمال الساقية بسبب الرياح الشمالية الغربية السائدة (Attia & Raslan, 2011, P.349)، كما تقع منطقة الدراسة ضمن المناطق الأشد تعرضًا لمخاطر السيول، فقد بلغت كمية السيول لا الحصر عام ١٩٩٤ فقط نحو ٥١,٨٪ من جملة المياه الواردة إلى نهر النيل كله من أسوان حتي القاهرة، ولهذا فإن هذه الأودية تلقي برواسبها في نهر النيل، مما يؤدي إلى رفع منسوب القاع وظهور الجزر والحواجز الرملية (التركمانى، ١٩٩٧، ص ٤٤٤).



المصدر: اعتمادًا على نماذج الارتفاع الرقمية والخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠.

شكل (٢٢): الأودية التي تصب بمنطقة الدراسة.

ومن أهم هذه الأودية وادي العبادي (٦,٦٣٨٢ كم<sup>٢</sup>)، ووادي هلال (٦,٢٢٤ كم<sup>٢</sup>)، ووادي الشوكي (٤,٣٠٠ كم<sup>٢</sup>) (إبراهيم، ٢٠١٧، ص ٢٥٨)، ووادي أبو جرواله (٢,١١١ كم<sup>٢</sup>)، ووادي البغدادي (٣,٧٤٤ كم<sup>٢</sup>)، وتلقي هذه الأودية (شكل ٢٢) بكميات كبيرة من الرواسب، وصل سمكها في بعض المناطق نحو ٧٠ سم (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، ١٩٩٤، ص ٦١)، وتصل هذه الكميات إلى النهر وتترسب في قاع المجرى، لعدم قدرة النهر على حملها، وتعد هذه الرواسب النواة التي تتشكل عليها الحواجز الرملية بالمنطقة، كما بينت نتائج التحليل الميكانيكي للعينات.

#### (٥) التغيرات الجيومورفولوجية للحواجز الرملية:

تعرضت الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة للتغير خلال سنوات القياس (١٩٨٢-٢٠٢٢)؛ نتيجة عمليتي النحت والإرساب، ويوضح (جدول ١٥) التطور الجيومورفولوجي للحواجز الرملية، من خلال تفسير الخرائط الكنتورية لقاع المجرى؛ بهدف معرفة التغيرات الجيومورفولوجية التي تعرضت لها الحواجز الرملية لمدة ٤٠ عامًا.

يتبين من دراسة (جدول ١٥) أن أعداد الحواجز الرملية زادت خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢)، حيث بلغ عددها ١٠ حواجز عام ١٩٨٢، ثم زاد إلى ١٢ حاجزاً عام ٢٠١٣، ثم زاد عددها مرة أخرى إلى ١٧ حاجزاً رملياً عام ٢٠٢٢، مما يشير إلى أنها تنمو في فترات قصيرة (Manzoli et al., 2022, P.5)؛ وتعزى زيادة أعدادها بالمنطقة إلى انكشاف عدة مواضع من المجرى، بسبب انخفاض مناسيب المياه، وتناقص معدلات النحت في المجرى، ويمكن دراستها وتتبع تطورها كما يأتي:

جدول (١٥): التغيرات الجيومورفولوجية للحواجز الرملية بمنطقة الأقصر خلال المدة (١٩٨٢-٢٠٢٢).

ملاحظات	٢٠٢٢-٢٠١٣			٢٠١٣-١٩٨٢			١٩٨٢	رقم الحاجز
	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المساحة (٢ كم)	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المساحة (٢ كم)	المساحة (٢ كم)	
	٠,٠١٢-	٠,٢١٥	٠,٠٠٦	٠,٠٢٩-	٠,١٥٨	٠,٠٠٦-	٠,٠٧٥	١
	اختفي من المجرى			٠,٠٨٢	٠,٤٦٣	٠,٠٣٨	-	٢
ظهر في لوحات ١٩٨٢	-			التحم بجزيرة العديسات			٠,٠٨٤	٣
	٠,٠٢١	٠,٠٨١-	٠,٠٠٢	٠,٠٠٩	٠,٢٨١	٠,٠٤٧	٠,٠٧٠	٤
	٠,٠٣٣	٠,٥٢٧	٠,١٧٧	٠,٠٣٧-	٠,٢١١	٠,٠٢٨	٠,١٨٨	٥
	٠,٠٣٧-	٠,٢٥٤-	٠,٠٤٧-	٠,١٠٠	٠,٨٣١	٠,٠٨٣	-	٦
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٨٤	٠,٥٤٩	٠,٠٤٦	-			-	٧
	-			اختفي من المجرى			٠,٠٣٢	٨
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٣٠	٠,٦٠٣	٠,٠١٨	-			-	٩
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٦٣	١,١٠٠	٠,٠٦٩	-			-	١٠
	٠,٠٣٢	٠,٠٧٢-	٠,٠٠٩	٠,٠٩١	٠,٥٥٦	٠,٠٥١	-	١١
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٤٨	٠,١٩٩	٠,٠١٠	-			-	١٢
ظهر في لوحات ٢٠٠٣	٠,٠٣٩-	٠,٣٥٢	٠,٠١٧	٠,١٤٨	٠,٥٢٥	٠,٠٧٨	-	١٣
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٢٨	٠,٣٥٨	٠,٠١٠	-			-	١٤
	٠,٠٤٣-	٠,١٦٢	٠,٠٠١-	٠,٠٣٢	٠,١٢٧-	٠,٠٠١-	٠,٠٤٦	١٥
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٥٣	٠,٥٩١	٠,٠٣١	-			-	١٦
	٠,٠٤٢-	٠,٣٩٥	٠,٠١١	٠,٠٢٧	٠,٠٩٥	٠,٠٣٥	٠,٠٩٨	١٧
	تحول إلى جزيرة			٠,٠٠٢	٠,٤٧٠	٠,٠٧٩	٠,١٦٧	١٨
	٠,٠٢٣	٠,١٠٠	٠,٠٥٠	٠,٠٢٧	٠,٤٧٦	٠,١١٤	٠,١٢٥	١٩
ظهر في لوحات ٢٠٢٢	٠,٠٢٨	٠,٢٢٥	٠,٠٠٦	-			-	٢٠
	٠,٠٩٢	٠,٨٦٩-	٠,٠٠٩	٠,٠٨٣-	٠,٧٦٣	٠,٠١٨-	٠,١٢٦	٢١
	٠,٥٣	٥,٣٨	٠,٤٧	٠,٥٢	٤,٨٣	٠,٥٥	الزيادة	
	٠,٤٢-	٣,٢٤-	٠,٣٣-	٠,١٥-	٠,١٣-	٠,١٤-	النقصان	
	٠,١٢	٢,١٤	٠,١٤	٠,٣٧	٤,٧٠	٠,٤١	الفارق	
	إرساب			إرساب			اتجاه العملية	

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على القياس من المرئيات الفضائية والخرائط الهيدرطوبوغرافية للمجرى.

## • الفترة من (١٩٨٢-٢٠١٣):

كانت الغلبة في هذه الفترة للإرساب، حيث بلغت المساحة التي زادت بها الحواجز الرملية نحو ٥٥,٥٥ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٤١,٨٪ عما كانت عليه عام ١٩٨٢ (١٠١,٠١ كم<sup>٢</sup>)، وفي الوقت نفسه، بلغت المساحة المنحوتة نحو ١٤,١٤ كم<sup>٢</sup>، بفارق بلغ ٤١,٤١ كم<sup>٢</sup> كمساحة مضافة للحواجز الرملية؛ وترجع زيادة مساحة الحواجز الرملية خلال هذه الفترة إلى نمو الحواجز القديمة وكبر مساحتها؛ بسبب الإرساب حولها، وظهور حواجز جديدة، بمساحة إجمالية بلغت ٢٥,٢٥ كم<sup>٢</sup>، وبلغت المساحة التي تمت إزالتها من المجرى نحو ١,٠١ كم<sup>٢</sup>، وقد تمثلت في الحاجز الرملي رقم (٣) الذي التحم بجزيرة العديسات، وحاجز رقم (٨) الذي اختفى من المجرى، ولم يظهر في لوحات عام ٢٠١٣.

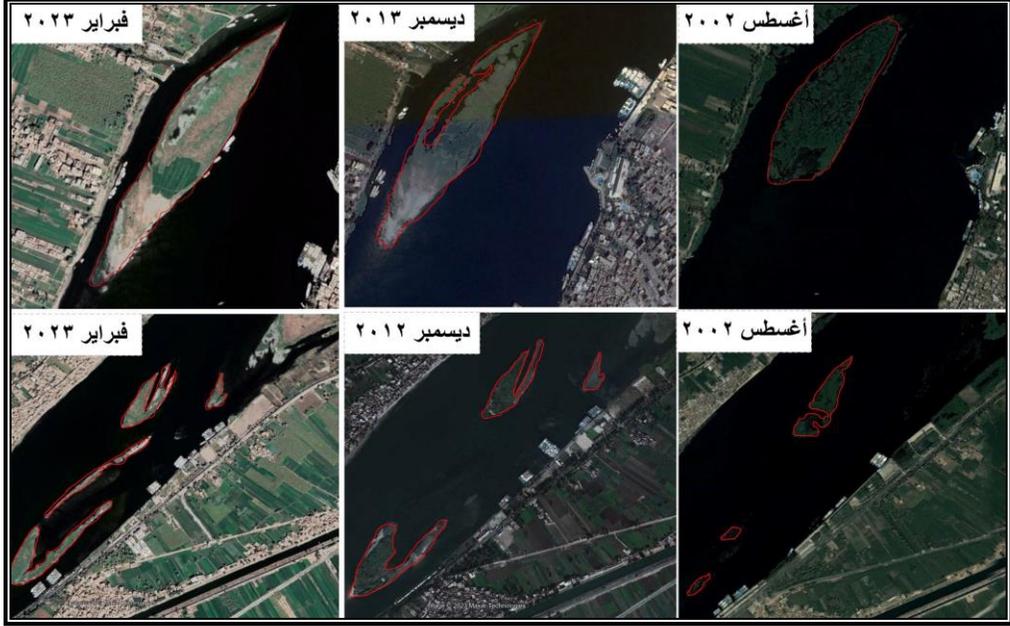
كما أظهرت الدراسة زيادة أطوال الحواجز الرملية خلال هذه الفترة، حيث بلغت جملة الأطوال التي زادت بها نحو ٤,٨ كم، بينما بلغ إجمالي النقص في الأطوال ١٣,١٣ كم، مما يعني أن جملة الأطوال التي زادت بها الحواجز الرملية بلغت ٤,٧ كم، بمعدل سنوي قدره ١٢٠ مترًا.

## • الفترة من (٢٠١٣-٢٠٢٢):

بلغت المساحة المضافة للحواجز الرملية خلال هذه الفترة نحو ٤٧,٤٧ كم<sup>٢</sup>، وبلغت إجمالي مساحة النحت ٣٣,٣٣ كم<sup>٢</sup>؛ لذا تتسم هذه الفترة بحالة من التوازن بين ما تم نحته وما تم إرسابه حول الحواجز الرملية، ورغم ظهور ٧ حواجز رملية جديدة في مرئيات عام ٢٠٢٢، بمساحة إجمالية بلغت ١٩,١٩ كم<sup>٢</sup>، إلا أن مساحة الحواجز الرملية تناقصت نحو ٣٣,٣٣ كم<sup>٢</sup> خلال هذه الفترة، أي ما يعادل ٢٣,٢٪ من مساحتها التي كانت عليها عام ١٩٨٢.

يتضح مما سبق أن الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة تتعرض للتغير بشكل سريع (لوحه ٨)، فهناك حواجز تم نحتها بالكامل ولم تظهر في خرائط عام ٢٠١٣، مثل الحاجز رقم (٢) والحاجز رقم (٨)، نتيجة زيادة عمليات النحت، كما تحول والتحم الحاجز رقم (٣) ورقم (١٨) بالجزر النهرية في المجرى، كما زادت معدلات الإرساب خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢)، حيث بلغت ٥٥,٥٥ كم<sup>٢</sup>، بمعدل سنوي قدره

٠,٠١٤ كم<sup>٢</sup>، وهذا لا يعني أن الحواجز الرملية تزيد سنويًا بهذا المعدل، فقد يلتحم حاجز كبير المساحة في مدة قليلة، ومن ثم تضاف مساحته إلى جملة الإرساب، على الرغم من أن هذه المساحة لم تنضم بمعدل سنوي ثابت ومنتظم.



المصدر: Google Earth.

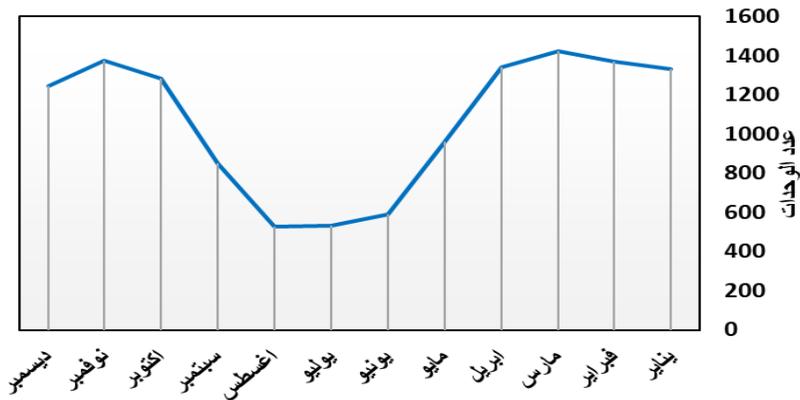
لوحه (٨): التطور الجيومورفولوجي للحواجز الرملية بالمنطقة.

ثالثاً: الأخطار الجيومورفولوجية للحواجز الرملية وأثرها على الملاحة النهرية:

(١) أخطار الإرساب بالمجرى النهري:

تشكل البواخر السياحية والفنادق العائمة قطاعاً مهماً من قطاعات السياحة بمنطقة الأقصر، ونظراً لضخامة رؤوس الأموال المستثمرة فيهما، كان لا بد من التفكير في المحافظة على تلك الأموال، خاصة وإنها دعامة من دعائم الاقتصاد القومي (حسان، ٢٠٠٣، ص ٢٩٩)، فقد كانت الملاحة في نهر النيل قبل بناء السد العالي تتعرض للتوقف لفترات طويلة، بسبب التذبذب الشديد في إیرادات النهر سواء في فترة التحريق أو الفيضانات، ومع بناء السد العالي تم ضبط النيل بالتصرفات الملائمة للملاحة والري طوال العام، ولكن مع زيادة معدلات الإرساب بالمجرى، ارتفع

منسوب القاع، وتشير بعض الدراسات إلى أن إجمالي الترسيب بقطاع إسنا - نجع حمادي بلغت ٧٤,٦ م.م<sup>٣</sup> (Said et al.,2014.P.673)؛ لذلك تواجه الملاحة بمنطقة الدراسة مشاكل حقيقية، خاصة خلال فترة الشتاء الذي يأتي في مقدمة فصول السنة للحركة السياحية للمصريين والأجانب؛ الأمر الذي يستلزم مراقبة المجرى بسبب انخفاض منسوب المياه وعدم كفاية الأعماق؛ مما يؤثر بالسلب على حركة الملاحة والسفن السياحية المارة في المجرى، وبالتالي ضرورة التجريف الدوري لمناطق الإرساب ومسار السفن (Elsersawy & Kamal, 2017, P.123).



المصدر: الإدارة العامة لقناطر إسنا الجديدة، بيانات غير منشورة.

شكل (٢٣): أعداد الوحدات المارة بهويس قناطر إسنا الجديدة عام ٢٠٢٢.

يتسم فصل الشتاء بزيادة أعداد السائحين في منطقة الدراسة؛ وذلك بدءًا من شهر أكتوبر، وتصل إلى ذروتها في أواخر شهر ديسمبر، وبالتالي تزيد أعداد الرحلات النهرية من الأقصر وأسوان والعكس في هذه الفترة التي تقابل مرور أدنى التصرفات في المجرى، حيث تستحوذ المنطقة على أكبر معدلات لحركة أسطول النقل النهري في مصر، ويبلغ عدد الوحدات السياحية والنهرية المارة بقناطر إسنا الجديدة نحو ١١٧٤٥ وحدة<sup>(١)</sup>، تستحوذ الوحدات السياحية على ٨٣,٧٪ منها، ويبلغ معدل المرور الشهري لهذه الوحدات نحو ٩٧٩ وحدة شهريًا، أي ٣٣ وحدة/يوم، وتزيد أعداد الرحلات النهرية خلال الفترة الممتدة من شهر أكتوبر وحتى شهر أبريل (شكل ٢٣)، وتستحوذ هذه الفترة

(١) الإدارة العامة لقناطر إسنا الجديدة، بيانات غير منشورة.

على أكثر من ٧٠٪ من عدد الوحدات المارة بقناطر إسنا، وفيما يلي عرض للمناطق الآمنة والمواقع التي تتعرض لعمليات الإرساب بقاع المجرى، والتي يقل عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه<sup>(١)</sup>، وتشكل خطرًا أمام حركة الملاحة النهرية (شكل ٢٤)، وهي كما يأتي:

(أ) مناطق غير آمنة وشديدة الخطورة: بلغ طول المسافة التي يقل عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه نحو ٤,٨ كم بنسبة ١٠,٥٪ من طول المجرى بمنطقة الدراسة (٤٥,٦ كم)، وتتوزع هذه المناطق في عدة مواضع، مثل: المنطقة الممتدة قبالة الكرنك، والقطاع الجنوبي الممتد من المحاميد حتي كوبري البغدادي في الشمال، وخاصة بعض المواضع قبالة جزيرة العديسات، والمجرى الملاحي شمال غرب جزيرة أرمنت، وشرق جزيرة المحاميد (لوحة ٩)؛ لذا يجب تكريك قاع المجرى في هذه المواضع، وضرورة متابعة المنسوب من عام لآخر، ووضع علامات ملاحية في مواضع الإرساب بقاع المجرى؛ لتجنب تعطل حركة الملاحة النهرية بمنطقة الدراسة.

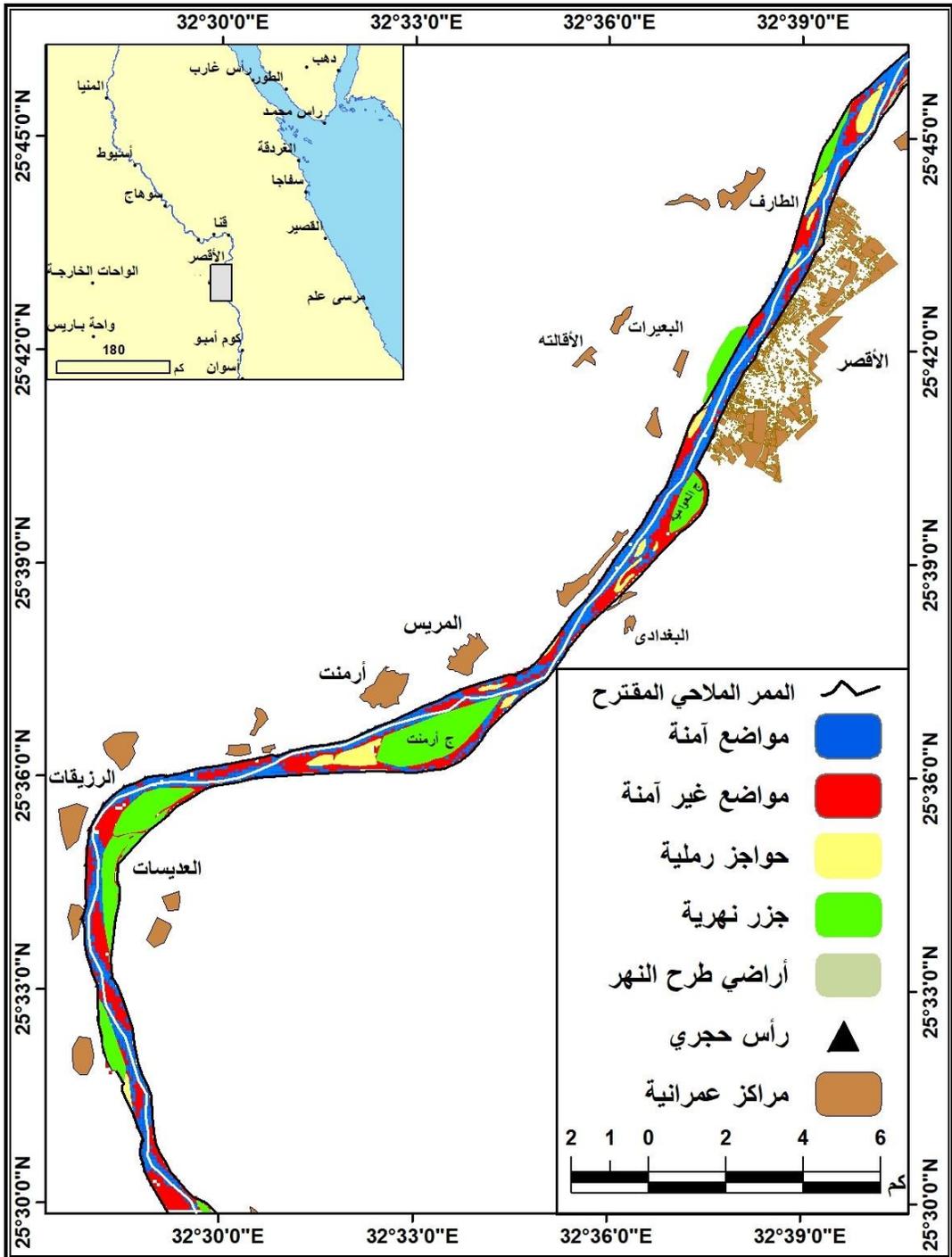
(ب) مناطق آمنة: بلغ طول المسافة التي يزيد عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه نحو ٤٠,٨ كم، بنسبة ٨٩,٥٪ من طول المجرى النهري بمنطقة الدراسة.



المصدر: العمل الميداني وصور Google Earth.

لوحة (٩): كثافة حركة السفن السياحية، وأعمال التكريك في القناة الملاحية.

(١) عمق الغاطس المسموح به للملاحة بمجري نهر النيل هو ٢,٣ مترًا في حالة أقل مناسب للمياه المقابلة لأدنى التصرفات.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على المراثيات الفضائية والخرائط الهيدرطوبوغرافية للمجرى.  
شكل (٢٤): الممر الملاحي المقترح بمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة.

## (٢) أخطار هجرة الحواجز الرملية وتحركها:

يوضح (جدول ١٦) متوسط حركة الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر في الفترة من عام (١٩٨٢-٢٠٢٢).

جدول (١٦): متوسط حركة الحواجز الرملية بمنطقة الأقصر في الفترة (١٩٨٢-٢٠٢٢)

رقم الحاجز	المساحة (كم <sup>٢</sup> )			متوسط حركة الحواجز الرملية (متر/عام)	
	١٩٨٢	٢٠١٣	٢٠٢٢	٢٠١٣-١٩٨٢	٢٠٢٢-٢٠١٣
١	٠,٠٧٥	٠,٠٦٩	٠,٠٧٥	١٢٩,٣	٩٢,٥
٢	-	٠,٠٣٨	اختفى من المجرى	-	-
٣	٠,٠٨٤	التحم بجزيرة العديسات		-	-
٤	٠,٠٧٠	٠,١١٧	٠,١١٩	١٠٥,٤	٩٩,٨
٥	٠,١٨٨	٠,٢١٦	٠,٣٩٣	٨٩,٥	١٠٧,٤
٦	-	٠,٠٨٣	٠,٠٣٦	-	٥,٧
٧	-	-	٠,٠٤٦	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
٨	٠,٠٣٢	اختفى من المجرى		-	-
٩	-	-	٠,٠١٨	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
١٠	-	-	٠,٠٦٩	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
١١	-	٠,٠٥١	٠,٠٦٠	-	١٣٤,٦
١٢	-	-	٠,٠١٠	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
١٣	-	٠,٠٧٨	٠,٠٩٥	-	١٠٣,١
١٤	-	-	٠,٠١٠	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
١٥	٠,٠٤٦	٠,٠٤٥	٠,٠٤٤	٢٠٥,٤	٣٤,٢
١٦	-	-	٠,٠٣١	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
١٧	٠,٠٩٨	٠,١٣٣	٠,١٤٤	١٧٤,٢	١٩٩,٣
١٨	٠,١٦٧	٠,٢٤٦	٠,١٤٤	١٢٣,٥	تحول إلى جزيرة
١٩	٠,١٢٥	٠,٢٣٩	٠,٢٨٩	١٦٥,٤	٢٢٩,٥
٢٠	-	-	٠,٠٠٦	-	ظهر في مرئيات ٢٠٢٢
٢١	٠,١٢٦	٠,١٠٨	٠,١١٧	٣٤٤,٦	٩١,٦
المتوسط	٠,١٠	٠,١٢	٠,٠٩	١٤٨,٦	١٠٩,٨
نسبة الاختلاف	٤٩,٨	٦٨,٨	١١٢,٣	٦٣,٤	٦٧,٧

المصدر: اعتمادًا على القياس من الخرائط الهيدرطوبوغرافية والمرئيات الفضائية، باستخدام تقنيات الجيوماتكس.

اتضح من تحليل الخرائط الكنتورية للمجري والمرئيات الفضائية (شكل ٢٥) و(جدول ١٦) الآتي:

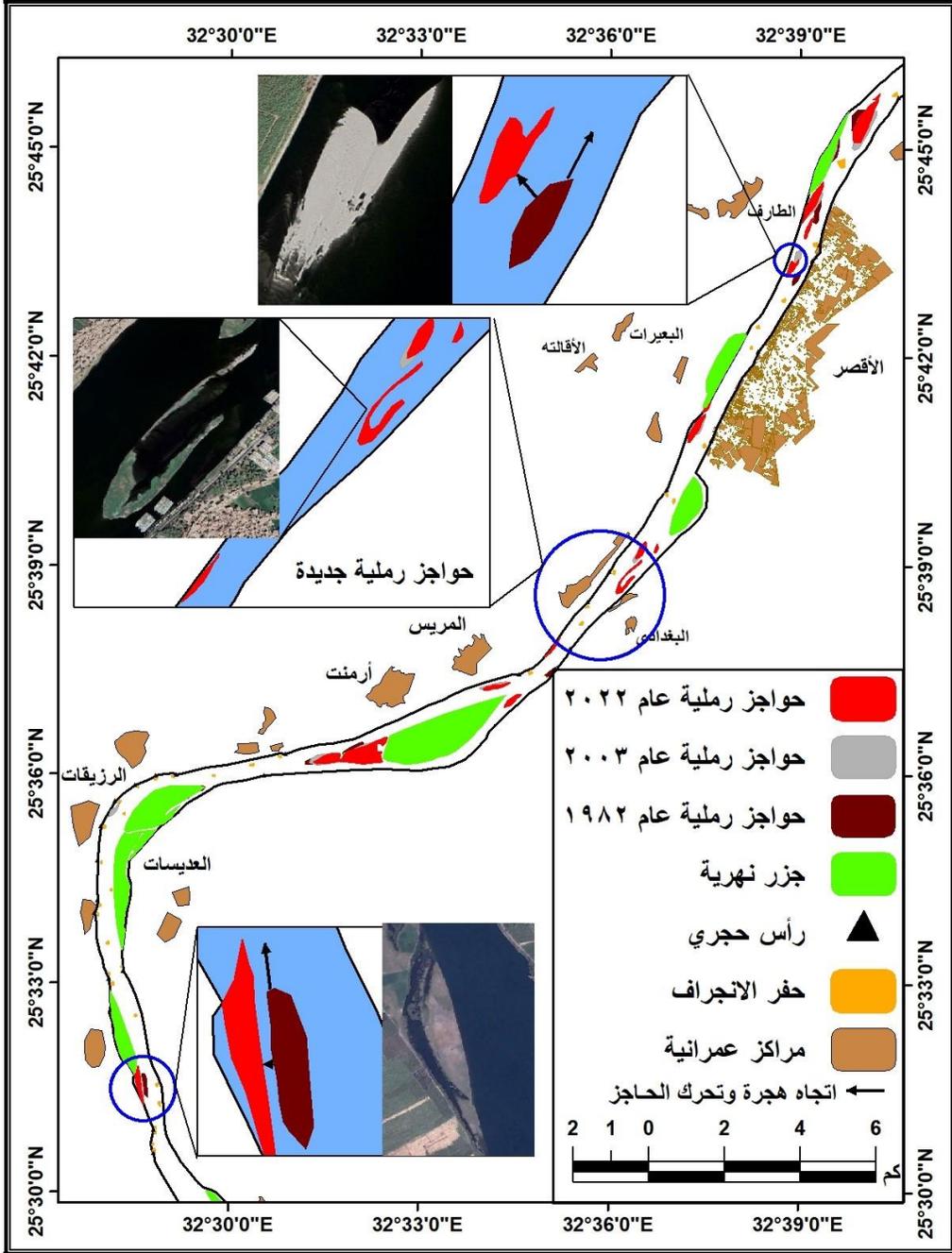
- تتعرض الحواجز الرملية للتطور، وتغيير موضعها في المجرى بصفة مستمرة، فقد بلغ متوسط حركة الحواجز الرملية نحو ١٢٩,٢ مترًا/عام خلال الفترة من عام (١٩٨٢-٢٠٢٢)، بمعدل ٣,٢ أمتار/عام، أي بمعدل ٠,٨٨ متر/يوم، وهو متوسط يقل عن نظيره في نهر فيستولا *Vistula* في بولندا، والذي بلغ ٠,٩٧ متر/يوم (Kryniewcka et al.,2022,P.12).
- تتحرك الحواجز الرملية في المجرى باتجاه المصب مع زيادة الإرساب عند أطرافها الشمالية (Zhang et al.,2020,P.6)، وغالبًا ما تتحرك باتجاه ضفاف المجرى كما في حاجز رقم (١٧) الذي كان يشغل منتصف المجرى في لوحات عام ١٩٨٢، وتحرك باتجاه الضفة الغربية في لوحات عام ٢٠٢٢، وقد يكون نموها وحركتها باتجاه المنابع كما في حاجز رقم (١٥)؛ نتيجة بطء جريان المياه وانخفاض كمية التصريف، الأمر الذي يساعد على ترسيب المواد العالقة، ثم إعادة ترسيبها عند اصطدام تيار المياه البطيء بالحاجز الرملي، وإسهاماتها في زيادة أطوال الأطراف الجنوبية للحواجز الرملية (تراب، ١٩٩٥، ص ٧٦-٧٧)، وتتفق الدراسة مع دراسة تشانغ وآخرين في أن تطور الحاجز الرملية في المجرى لا يشمل هجرته فحسب، بل يشمل أيضًا التباين الجانبي للحاجز *Bar Lateral* واستطالة أحد أطرافه (Zhang et al.,2020,P.2).
- تباين متوسط حركة الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة من فترة لأخرى، فهي تتراوح بين ٤٨,٦ متر في الفترة (١٩٨٢-٢٠١٣) و ١٠٩,٨ أمتار خلال الفترة (٢٠١٣-٢٠٢٢)، الأمر الذي يوضح مدى خطورتها على الملاحة النهرية، وتهديد أساسات المنشآت المقامة على المجرى من ظلمبات و مآخذ المياه، واتضح من خلال الدراسة الميدانية تحرك الحواجز الرملية أمام مآخذ محطات سحب المياه من المجرى؛ الأمر الذي يشير إلى ضرورة تطهير المجرى وتكريكه.

• يختلف معدل حركة الحواجز الرملية في المجرى من حاجز لآخر، فتتراوح حركتها بمنطقة الدراسة بين ٣٤٤,٦ مترًا للحاجز رقم (٢١) و ٨٩,٥ مترًا للحاجز رقم (٥) خلال الفترة (١٩٨٢-٢٠١٣)، ونحو ٢٢٩,٥ مترًا للحاجز رقم (١٩) و ٥,٧ مترًا للحاجز رقم (٦) خلال الفترة (٢٠١٣-٢٠٢٢). ويمكن تصنيف الحواجز الرملية من حيث حركتها وهجرتها في المجرى للفترة من (٢٠١٣-٢٠٢٢) إلى الفئات الآتية:

- الفئة الأولى (أقل من ١٠٠ متر): تضم هذه الفئة ٥ حواجز رملية، بلغ متوسط حركتها نحو ٦٤,٨ مترًا، أي ٣,٢ أمتار/ عام، وقد تراوحت بين ٥,٧ أمتار للحاجز رقم (٦) و ٩٩,٨ مترًا للحاجز رقم (٤)، وتتسم حواجز هذه الفئة بارتفاع نسبة النباتات التي تغطي أكثر من ٤٠٪ من مساحتها.

- الفئة الثانية (١٠٠ متر - لأقل من ١٥٠ مترًا): تستحوذ هذه الفئة ٣ حواجز رملية، يتراوح معدل حركتها بين ١٠٧,٤ أمتار للحاجز رقم (٥)، و ١٣٤,٦ مترًا للحاجز رقم (١١)، وقد يهدد نمو هذا الحاجز سلامة الملاحة في المجرى.

- الفئة الثالثة (أكبر من ١٥٠ مترًا): تستحوذ على حاجزين، وتتراوح حركتها في المجرى بين ١٩٩,٣ مترًا للحاجز رقم (١٧) و ٢٢٩,٥ مترًا للحاجز رقم (١٩)، أي بمعدل ٣,٣ سم/يوم تقريبًا؛ لعدم وجود النباتات والحشائش التي تنمو حولها أو تغطي أسطحها.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية والخرائط الهيدرطوبوغرافية للمجرى.  
شكل (٢٥): هجرة الحواجز الرملية وتحركها بمنطقة الدراسة.

### النتائج والتوصيات

- خلصت الدراسة إلى نتائج وتوصيات عدة يمكن إيجازها فيما يأتي:
- بلغ طول مجري نهر النيل بمنطقة الدراسة ٤٥,٦ كم عام ٢٠٢٢، في حين بلغ طوله في لوحات الحملة الفرنسية نحو ٤٣,٨ كم، أي أنه زاد ١,٨ كم خلال المائتي عام الماضية، وبلغ متوسط اتساعه نحو ٨١٩,٣ مترًا في لوحات الحملة الفرنسية، ووصل إلى ٧٩٠,١ مترًا عام ٢٠٢٢، وتناقصت مساحة مسطحة المائي من ٣٠,٤ كم<sup>٢</sup> إلى ٢٥,٢ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٢، أي أنها تناقصت نحو ٥,٢ كم<sup>٢</sup>، وهو ما يعادل ١٧,١٪ من جملة مساحة المسطح المائي قبل بناء السد العالي.
  - انخفاض كمية التصريف خلف قناطر إسنا بعد بناء السد العالي؛ ويعزى ذلك إلى التحكم الكامل في النهر، وتحويله إلى قناة مائية صناعية، إلا أن النهر ظل محتفظًا بنظامه الهيدرولوجي المتمثل بزيادة كمية التصريف في الصيف وانخفاضها في الشتاء، حيث تصل إلى أعلى مستوياتها في شهر يوليو، حيث تبلغ ٤٨,٦ م<sup>٣</sup>/يوم، وتصل إلى أدنى مستوياتها ١٠,٢ م<sup>٣</sup>/يوم في شهر فبراير، وقد صاحب ذلك تناقص كبير في كمية الحمولة، فقد حجز السد نحو ٩٨٪ من الطمي.
  - بلغ المتوسط العام لسرعة المياه ٠,٦١ م/ثانية، ومن ثم فهناك اتجاه عام لزيادة معدلات الإرساب بمجري نهر النيل بالمنطقة، وهناك اتجاه عام لزيادة معدلات الإرساب بمجري نهر النيل، فقد زادت مساحة المواضع التي يقل منسوبها عن ٦٦ مترًا عام ٢٠٢٢ بنسبة ٢٤,٣٪ عما كانت عليه عام ١٩٨٢؛ مما يشير إلى تحول أجزاء كبيرة من المستنقعات والمجاري الفرعية إلى حواجز رملية وجزر نهريّة بمنطقة الدراسة، إضافة إلى زيادة مساحة الحواجز الرملية الحالية، وقد ساعد على ذلك نمو النباتات والحشائش المائية التي تقوم بدور فعال في اصطياح الرواسب من ناحية، والتحكم في تحرك الحواجز الرملية وهجرتها بالمجرى وحمايتها من النحت، ومن ثم تقلل من خطورتها.

- زادت أعداد الحواجز الرملية بمنطقة الدراسة من ١٠ حواجز عام ١٩٨٢ إلى ١٧ حاجزًا رمليًا عام ٢٠٢٢؛ أي أن معدل التغيير بلغ ٠,١٨ حاجزًا رمليًا/عام، وبمعني آخر يتكون حاجز رملي واحد كل ٦ سنوات تقريبًا خلال المدة (١٩٨٢-٢٠٢٢)؛ وتراوح معدل كثافتها في المجرى بين ٠,١٥ كم/كم عام ١٩٨٢، ونحو ٠,٢٧ كم/كم عام ٢٠٢٢، في حين بلغ معدل تكرارها حاجزًا رمليًا لكل ٢,٧ كم.
- لا يتبع خط سير أعماق المجرى وسط القناة النهرية بشكل دائم، ولا جانبًا دون الآخر، ولكنه يسير شرقًا تارة، وقرب الضفة الغربية تارة أخرى، فقد بلغ طول خط الأعماق في وسط المجرى نحو ١٠,٨ كم، بنسبة ٢٣,٧٪ من إجمالي طول القناة الملاحية، ويتسم هذا القطاع بسرعة المياه التي تصل إلى ٠,٦٩ م/ثانية، في حين بلغ طوله نحو ١٩,٥ كم و١٥,٣ كم للضفة الشرقية والغربية على التوالي، الأمر الذي يؤكد عدم اتباع خط الأعماق مسارًا محددًا داخل المجرى.
- بلغ طول المسافة التي يقل عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه نحو ٤,٨ كم بنسبة ١٠,٥٪ من طول المجرى، وبالتالي يجب تعميق هذه المواضع بما يكفي لضمان حركة الملاحة في المجرى، ووضع علامات ملاحية في مواضع الإرساب بقاع المجرى.
- بلغ متوسط حركة الحواجز الرملية بالمجرى نحو ١٢٩,٢ م/عام خلال الفترة من (١٩٨٢-٢٠٢٢)، أي بمعدل سنوي ٣,٢ مترًا، الأمر الذي يستلزم مراقبتها من عام لآخر.

## المصادر والمراجع

### أولاً: المصادر:

١. العمل الميداني.
٢. إدارة المساحة العسكرية (٢٠١١)، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠.
٣. الهيئة المصرية العامة للمساحة (١٩٩١)، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠.
٤. مصلحة عموم المساحة (١٩٠٦)، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠.
٥. معهد بحوث النيل، الخرائط الهيدروطبوغرافية لمجرى نهر النيل، مقياس ١: ٥٠٠٠٠، أعوام ١٩٨٢ و ٢٠١٣.
٦. المرئيات الفضائية وصور Google Earth.
٧. وزارة الموارد المائية والري، الإدارة العامة لقناطر إسنا الجديدة.
٨. محافظة الأقصر، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار.
٩. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، سيول نوفمبر ١٩٩٤، محافظات الصعيد.

### ثانياً: المراجع:

#### (أ) المراجع العربية:

١. إبراهيم، حمودة عبدالغفار ياسين (٢٠١٧): الأخطار الجيومورفولوجية في منطقة شرق وادي النيل من جبل السراج إلى مصب وادي المدامود: دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بنها.
٢. أبوباشا، حسن أبو الخير سيف الخياط (٢٠١٧): نحت وانهيار ضفاف نهر النيل بين قناطر إسنا وقناطر نجع حمادي: دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتكنولوجيا الاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بنها.
٣. أبوحديد، أحمد عبدالفتاح حسين (٢٠٢٠): جزيرة أرمنت: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام تقنيات الجيوماتكس، مجلة كلية الآداب، جامعة الفيوم، المجلد (١٢)، العدد (١).

٤. تراب، محمد مجدي (١٩٩٥): مقالات في تأثير بناء السد العالي على جيومورفولوجية فرع دمياط، منشأة المعارف، الإسكندرية.
٥. التركماني، جودة فتحي (١٩٩٢): جيومورفولوجية جزيرة قرمان - بسوهاج: دراسة حالة، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد (١٠)، ص ص ١٢٢-١٧٥.
٦. \_\_\_\_\_ (١٩٩٧): جيومورفولوجية مجرى النيل وتغيراته المعاصرة في منطقة ثنية قنا، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٣٠)، ص ص ٤١٥-٤٦٧.
٧. جاد، طه محمد (١٩٨١): الخصائص الجيومورفولوجية لنهر السهل الفيضي، مع دراسة عن النيل في مصر الوسطي، دورية علمية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد (٣٢)، ص ص ٥-٧١.
٨. حجاب، محمود أحمد (٢٠١٣): جزيرة سوهاج: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة دمنهور، الإصدار الأولى الملحقه بالعدد (٤١).
٩. \_\_\_\_\_ (٢٠١٥): الأذرع المائية لنهر النيل فيما بين سوهاج جنوباً وسوهاج شمالاً: دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة سوهاج، العدد (٣٨)، ص ص ١-٧٦.
١٠. حسان، محمد فؤاد محمد (٢٠٠٣): قياس أخطار البواخر السياحية والفنادق العائمة أثناء سريانها أو رسيانها في نهر النيل (تمهيداً لإدارة تلك الأخطار)، المجلة العلمية للبحوث التجارية، جامعة المنوفية، المجلد (٤)، العدد (١)، ص ص ٢٩٨-٣٥٢.
١١. حسن، إبراهيم محمد (٢٠١٤): نحت وانهيار ضفاف نهر النيل بين قناطر نجع حمادي وقناطر أسيوط: دراسة جيومورفولوجية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة.
١٢. الحسيني، السيد السيد (١٩٨٨): الجزر النيلية بين نجع حمادي وأسيوط - مصر العليا، دورية علمية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد (١١٤).
١٣. \_\_\_\_\_ (١٩٩١): نهر النيل في مصر منحنياته وجزره: دراسة جيومورفولوجية، مركز النشر بجامعة القاهرة.

١٤. دسوقي، صابر أمين (١٩٩٢): مورفولوجية مجرى نهر النيل فيما بين بنى سويف والقناطر الخيرية، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، المجلد (٣)، العدد (١٠)، ص ص ٧٦ - ١٢٦.
١٥. سالم، نصر الدين محمود (٢٠١٥): الحمولة العالقة بمجري النيل بعد إنشاء السد العالي وتأثيراتها البيئية، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، جامعة كفر الشيخ - كلية الآداب، المجلد (٤)، العدد (١٠)، ص ص ١١١٢-١١٥٦.
١٦. السوسي، مجدي عبدالغني (٢٠٠٢): الحشائش المائية في مصر: توزيعها، الآثار الناجمة عن انتشارها وسبل مقاومتها، نشرة قسم الجغرافيا كلية البنات، جامعة عين شمس.
١٧. سعيد، رشدي (١٩٩٢): نهر النيل نشأته واستخدام مياهه في الماضي والمستقبل، دار الهلال، القاهرة.
١٨. سلامة، حسن رمضان (٢٠٠٤): أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الأولى، دار الميسرة للنشر والتوزيع، عمان.
١٩. صابر، أحمد إبراهيم محمد (٢٠١٢): التطور الجيومورفولوجي للحواجز الرملية في مجرى النيل: دراسة حالة بمحافظة سوهاج، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٥٩)، الجزء الأول، ص ص ٣٩١-٤٣٥.
٢٠. طه، محمد محمود (١٩٨٨): الآثار الجانبية للسد العالي: دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٢١. \_\_\_\_\_ (١٩٩٧): جيومورفولوجية جزر النيل الرسوبية في مصر، المجلة الجغرافية العربية، العدد (٢٩)، ص ص ٢٣٣-٢٩٩.
٢٢. علي، أحمد عبدالسلام، وعاشور، محمود محمد (٢٠٠٠): التحليل المجهرى لرواسب الرمال في شمال سيناء، المجلة الجغرافية المصرية، العدد (٣٦)، الجزء الثاني.
٢٣. عوض، محمد (٢٠٠١): نهر النيل، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.
٢٤. محمود، هبة رفاعى بشرى (٢٠١١): التغيرات الجيومورفولوجية لمجرى النيل في منطقة القاهرة الكبرى، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

## (ب) المراجع غير العربية:

1. Aboul-Enein ,Ahmed M. Aboul-Enein, Ahmed M. Al-Abd, Emad Shalaby, Faten Abul-Ela, Amr A. Nasr-Allah, Ali M. Mahmoud & Hany A. El-Shemy (2011) Eichhornia crassipes (Mart) solms, Plant Signaling & Behavior, 6:6, 834-836, [DOI: 10.4161/psb.6.6.15166](https://doi.org/10.4161/psb.6.6.15166)
2. Attia, K., & Raslan, Y., (2011). Cause and Combat of Agriculture Land Desertification in Egypt Related to River Processes, International Journal of Water Resources and Arid Environments 1(5): 342-352
3. Eilertsen, S., Hansen,L., (2008).Morphology of river bed scours on a delta plain revealed by interferometric sonar, Geomorphology, Vol. 94, Issues 1–2,PP. 58-68, [doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.04.005](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.04.005).
4. Elsaed, G., Elersawy, H., & Ibrahim, M. (2015). Scour Evaluation for the Nile River Bends on Rosetta Branch. Advances in Research, 5(2), 1–15. [doi.org/10.9734/AIR/2015/17380](https://doi.org/10.9734/AIR/2015/17380)
5. Elersawy, H., & Kamal, N., (2017). Integrating Geographical Information System (GIS) with hydrodynamic modeling for evaluation the Nile River berths navigation conditions, Water Science, Vol. 31, No.2, PP. 122-136, [DOI: 10.1016/j.wsj.2017.10.002](https://doi.org/10.1016/j.wsj.2017.10.002)
6. Kryniecka, Klaudia, Artur Magnuszewski, and Artur Radecki-Pawlik. (2022). "Sentinel-1 Satellite Radar Images: A New Source of Information for Study of River Channel Dynamics on the Lower Vistula River, Poland" Remote Sensing 14, no. 5: 1056. <https://doi.org/10.3390/rs14051056>
7. Li,z. Zhaoyin W., Baozhu Pan, Haili Zhu, Wenzhe Li,(2014).The development mechanism of gravel bars in rivers, Quaternary International,Vol. 336,PP. 73-79, [doi.org/10.1016/j.quaint.2013.12.039](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.12.039).
8. Manzolli, R., Luana Portz, Diego Villate-Daza, Diego Pulido-Nossa, David García-Becerra, Javier Alcántara-Carrió,(2022). Recent geomorphological evolution of channel bar in Magdalena River (Colombia) due to natural and anthropogenic interferences, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol. 275, [doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107959](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107959).
9. Raslan, Y., & Salama, R. (2015). Development of Nile River islands between Old Aswan Dam and new Esna barrages, Water Science, 29:1, 77-92, [DOI: 10.1016/j.wsj.2015.03.003](https://doi.org/10.1016/j.wsj.2015.03.003)
10. Said, E., & Moussa, A., & Eldin, Mohamed & Hassan, Nagy. (2014). Morphological Changes of Reach Two of the Nile River, 11th

International Conference on Hydrosience & Engineering At: Hamburg, Germany.

11. Sallam, A. & El-barbary, M., (2004): the effect of closing secondary channels on the morphology and the ecology of the river Nile, Eighth International Water Technology Conference, Iwtc8, Alexandria, Egypt <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.302.6514&rep=rep1&type=pdf>.
12. Salleh, Zulkhairi et al (2021). Experiment on fundamental behaviours of wavelength and height of vegetated alternate bar in river, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 646. [DOI.10.1088/1755-1315/646/1/012037](https://doi.org/10.1088/1755-1315/646/1/012037)
13. Salmela J., E. Kasvi, M.T. Vaaja, H. Kaartinen, A. Kukko, A. Jaakkola, P. Alho, (2020). Morphological changes and riffle-pool dynamics related to flow in a meandering river channel based on a 5-year monitoring period using close-range remote sensing, *Geomorphology*, Vol. 352, [doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106982](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106982).
14. Stefunkova, Z., Martin Neruda, Barbora Vasekova (2019). Impact Evaluation of Riparian Vegetation on Aquatic Habitat Quality of Rivers, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 221, World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2018) 3–7 September 2018, Prague, Czech Republic.
15. Wang, J., Dai, Z., Mei, X. et al. (2018). Immediately downstream effects of Three Gorges Dam on channel sandbars morphodynamics between Yichang-Chenglingji Reach of the Changjiang River, China. *J. Geogr. Sci.* 28, 629–646, <https://doi.org/10.1007/s11442-018-1495-8>
16. Yan, Xu-Feng, Huan-Feng Duan, Tong-Huan Liu, Ze-Xing Xu, Xie-Kang W.,(2022).Geomorphologic changes around a mid-river bar system at a meandering reach in the lower Yangtze River, China: Impacts of the three Gorges dam (TGD) and human activities, *CATENA*, Vol. 212, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106038>.
17. Zhang, Ke, Wu, Wenjie F., Jiajia Z., Siying W.,(2020).Bar dynamics in a sandy braided river: Insights from sediment numerical simulations, *Sedimentary Geology*, Vol. 396, [doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.105557](https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.105557).
18. Zhu, H., & Hu, X., & Li, Zhiwei & Id, Lu & Song, & Li, Ke & Li, Xilai & Li, G. (2018). The Influences of Riparian Vegetation on Bank Failures of a Small Meadow-Type Meandering River. *Water*. Vol.10, PP.1-15. [10.3390/w10060692](https://doi.org/10.3390/w10060692).