مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية)

استخدام النماذج المكانية فى تقييم أثر التدخلات البشرية على جيومورفولوجية مجرى نهر النيل بمنطقة الكريمات

د. ايمان عبدالحميد محمد بهاء الدين

مدرس مادة بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب – جامعة بنها

د. إبراهيم صلاح الدين خضر ابراهيم

دكتوراه في الجغرافيا الطبيعية – كلية الآداب – جامعة القاهرة

DOI: 10.21608/QARTS.2022.175187.1552

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – العدد ٥٤ (الجزء الثاني) يناير ٢٠٢٢

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

موقع المجلة الإلكتروني: https://qarts.journals.ekb.eg

استخدام النماذج المكانية فى تقييم أثر التدخلات البشرية على جيومورفولوجية مجرى نهر النيل بمنطقة الكريمات

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى إستخدام نماذج الإرتفاعات الرقمية كإحدى النماذج المكانية فى دراسة الخصائص الهيدروليكية ورصد التغيرات المورفولوجية لنهر النيل بمنطقة الكريمات (من الكيلومتر ٨٨ الى الكيلومتر ٩٢ جنوب مقياس الروضة) والوقوف على أثر التدخلات البشرية فى تغير العمليات الجيمورفولوجية ورصد الآثار الإقتصادية والبيئية المترتبة عليها.

إعتمدت الدراسة على الخرائط الهيدروجرافية مقياس ١:٥٠٠٠ لأعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ والمسح الهيدروجرافى الميدانى لعام ٢٠١٨ فى بناء نماذج إرتفاعات رقمية **DEM** بدقة مكانية ١ متراً، وبالإعتماد على هذه النماذج أمكن رسم ٩ قطاعات عرضية للمجرى بواقع قطاع لكل ٥٠٠ متر. وبمعلومية هذه القطاعات تمت دراسة الخصائص المرفولوجية للمجرى خلال السنوات المختلفة، أيضا إعتمدت الدراسة على أدوات التحليل المكانى لمقارنة نماذج الإرتفاعات الرقمية للأعوام مختلفة، ولقياس مساحات وأحجام النحت والإرساب من المجرى بمنطقة الدراسة بإعتباره وحدة واحدة فى شكل نطاق طولى. وإتضح من خلال المقارنة أن طريقة النطاق الطولى تعطى نتائج أدق من طريقة القطاعات العرضية، خاصة عند تقييم كميات النحت والترسيب.

تبين من نتائج الدراسة نشاط عمليات النحت وزيادة أحجام نواتج عملياته خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٠٣ والتى سبقت إنشاء محطات الكهرباء بمنطقة الكريمات، فقد جنحت الميزانية الإجمالية للنحت والإرساب لصالح النحت بكمية ٤١٧ الف م^{٣}، بينما إنعكست

الصورة خلال الفترة ٢٠٠٣ – ٢٠١٨ (بعد إنشاء محطات الكهرباء) حيث نشطت عمليات الإرساب وجنحت الميزانية الإجمالية للنحت والإرساب لصالح الترسيب وبلغت كمية الرواسب ٥١٧ الف م^{3} خلال هذه الفترة. كما تبين من خلال دراسة الآثار الإقتصادية للتغيرات الجيمورفولوجية بالمجرى، أن تكلفة إزالة الرواسب السنوية منذ (٢٠٠٣ – ٢٠١٨) تزيد على المليون جنيها سنوياً، كما تبين من الدراسة أثر التلوث الحرارى بصرف مياه التبريد الحارة فى المجرى مباشرةً على البيئة النهرية من أسماك ونبات.

الكلمات المفتاحية: الجيمورفولوجيا التطبيقية، النماذج المكانية، نهر النيل، التدخلات البشرية، منطقة الكريمات.

١- المقدمة

إن التغير سمة أساسية من سمات هذا الكون فهو دائم التغير كما هو دائم الحركة، والتغير قديم أبد الدهر، مازال يعمل كما كان يعمل من قبل، ولكنه إزداد وضوحاً وأثراً مع زيادة إنتشار الإنسان فى أرجاء الأرض ومع تعدد مصالحه (جودي، أ. س، ١٩٩٦، ص ج). وتعد عملية رصد التغيرات البيئية وسيلة مهمة وناجحة فى تقييم حجم الإنعكاسات الإيجابية والسلبية للأنشطة البشرية على البيئة الطبيعية وخاصة فى السنوات الأخيرة (إيمان عبد الحميد، ٢٠١٥، ص١٣٥). ويظهر ذلك واضحاً فى رصد العلاقة بين التنمية والبيئة وخاصة فى دول العالم النامى، حيث تبعد العلاقة كل البعد عن التكامل، وغالبا ما تكون علاقة تضاد؛ لذلك لا نستطيع أن نطلق عليها لفظ تنمية مستدامة أو متواصلة. فعلى الرغم من الجوانب الإيجابية المحفزة على التنمية بكل أشكالها، إلا أن دراسات الجدوى لهذه التنمية لا تتناول المخاطر الجسيمة التي قد تعود على البيئة المحيطة من جراء هذه التنمية، ولهذا تعتبر تلك التنمية غير الرشيدة سبباً مباشراً لتدهور البيئة (إبراهيم صلاح الدين خضر، ٢٠١٣، ص ٢٥٨).

تعتبر النماذج المكانية إحدى الأدوات المهمة التى تساهم فى رصد ومراقبة الظاهرات المتغيرة وتقييم آثارها، حيث تتكامل من خلالها بيانات المرئيات الفضائية مع بيانات الخرائط الطبوغرافية والهيدروجرافية لإستنتاج مناطق التغير ومساحاتها وأحجامها، وتحديد أكثر المناطق تأثراً بعمليات النحت والترسيب وإخراجها فى شكل خرائط؛ وتمثل هذه الخرائط خطوط إرشادية أساسية فى عمليات إدارة المجارى المائية بهذه المناطق.

يعد نهر النيل بمنطقة الدراسة نهراً ديناميكياً بالغ التغير، فهو يتعرض للعديد من التغيرات الهامة سواء فى مجراه أو على ضفافه، على المستويين الأفقى والرأسى كنتيجة مباشرة للتدخلات البشرية. فللإنسان آثاراً سلبية على بيئة النهر، تتفاقم هذه الأثار يوماً

بعد يوم حتى وصلت إلى درجة أدت إلى فقدان النهر لتوازنه فى بعض الأحباس. ويهتم هذا البحث بدراسة تقييم أثر النشاط البشري على مجرى نهر النيل وجزره بمنطقة الكريمات. وجدير بالذكر أنه قد تم إنشاء محطات كهرباء الكريمات **١ و٢ و٣** بالحانب الشرقى من المجري، مما أدى إلى تعرض هذا القطاع من مجرى نهر النيل إلى تغيرات مورفولوجية، نجم عنها أضراراً اقتصادية وبيئية.

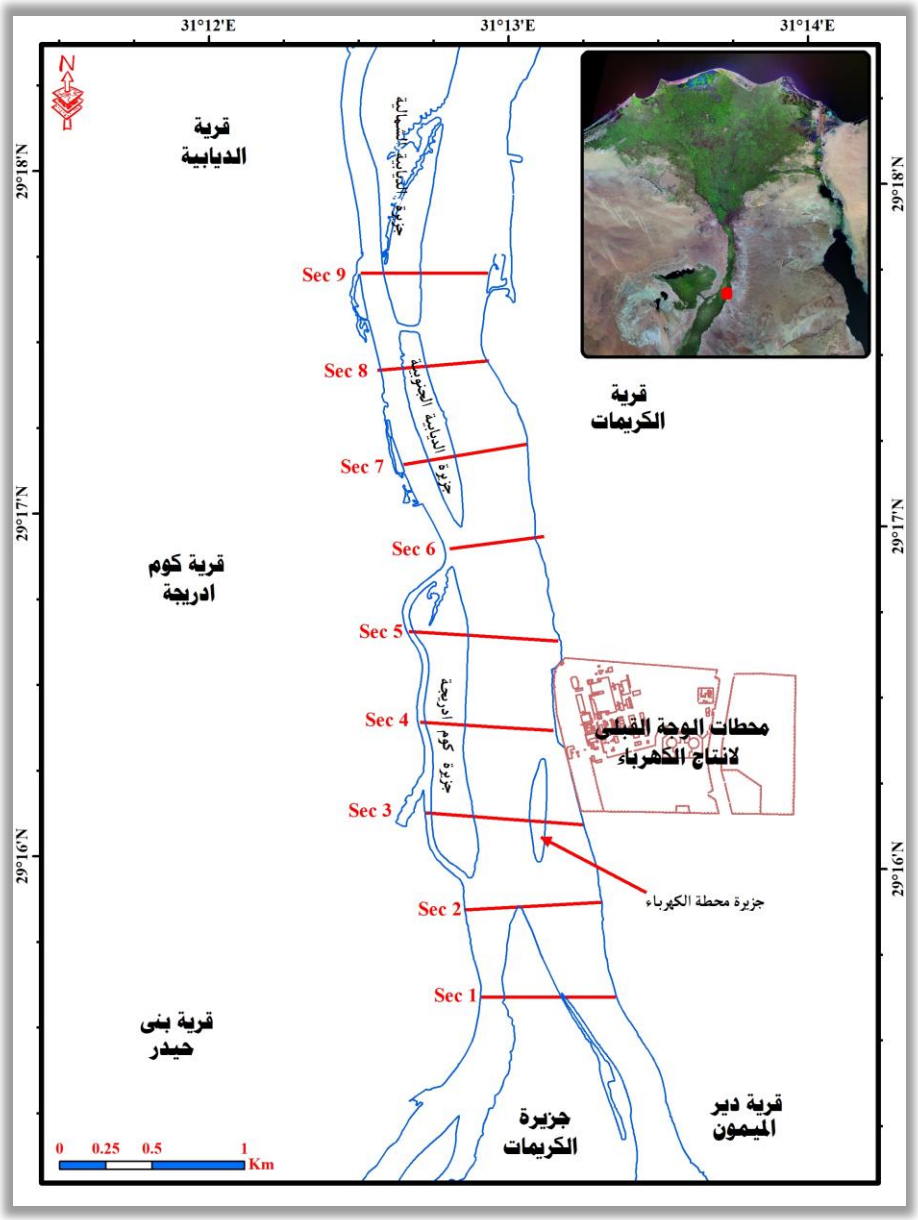
١-١ موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة فى الثلث الأخير من الحبس الرابع، بالقرب من الطرف الشمالى لمحافظة بنى سويف بين مدينتى ناصر جنوباً والواسطى شمالاً، جنوب كوبرى الواسطى بمسافة ٥,٧٥ كم وشمال كوبرى عدلى منصور بمسافة ٢٠,٧٥ كم، تقع منطقة الدراسة بين دائرتى عرض ١٥َ ٢٩ْ و ١٨َ ٢٩ْ شمالاً وبين خطى طول ٢٠ً ١٢َ ٣١ْ و ٥٠ً ١٣َ ٣١ْ شرقاً، حيث تمتد منطقة الدراسة لمسافة ٤ كم تبدء من الكيلومتر ٨٣٤,٥ إلى الكيلومتر ٨٣٨,٥ خلف خزان أسوان (ما يقابل الكيلومتر ٩٢,٥ وحتى الكيلومتر ٨٨,٥ جنوب مقياس الروضة) (شكل ١) والإطار الزمنى للدراسة بين عامي ١٩٨٢ و٢٠١٨ م.

يمثل الحبس الرابع منطقه تتجمع بها المياه والرواسب والحمولة التي يأتي بها النهر من ناحية، والرواسب التي كانت تنقلها الأودية الجافة من ناحية أخرى قبل أن ينقلها النهر إلى منطقة التفرع شمال القاهرة (شريف ممدوح، ٢٠٠٨). يتميز مجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة بالإستقامة والتشعب، حيث يأخذ الإتجاه العام من الجنوب إلى الشمال، وأدى كثرة وجود الجزر إلى تشعب المجرى لأكثر من قناة نهرية.

١-٢ محطات الكهرباء بمنطقة الدراسة:

تم البدء فى إنشاء محطة كهرباء الكريمات البخارية (كريمات١) عام ١٩٩٢، وهى تتكون من وحدتين وتبلغ قدرة الوحدة الواحدة منها ٦٢٧ ميجاوات بإجمالي طاقة توليد ١٢٥٤ ميجاوات. وقد بدء التشغيل التجاري لها في **نوفمبر١٩٩٧** (صورة ١)، وتعمل هذه المحطة بنظام الغاز الطبيعي بشكل أساسى وبنظام المازوت فى حالة الطوارئ. وصمم مأخذ مياه التبريد بها على شكل ثمانى بوابات معدنية، تسمح بدخول كمية ١٧,٥ الف م^{٣}/ ساعة إلى المحطة بمنسوب تصميمي للقاع يصل إلى ١٧م، ومن ثم معالجتها من الأعشاب والحشائش والطحالب لتدخل إلى جسم الغلاية والمكثفات لتبريد دورة البخار وإعادتها بعد ذلك لمجرى النيل من خلال المخرج المعد لهذ الغرض شمال المحطة على بعد ٥٠٠م لضمان عدم عودة المياه وإختلاطها بمياه التبريد من جديد مع قوة كمية السحب الهائلة تلك (محمد احمد مكى، ٢٠١٧).



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على الخرائط الهيدروجرافية، معهد بحوث النيل، ٢٠٠٣،

شكل (١) موقع منطقة الدراسة ومواقع القطاعات العرضية

كما تم البدء فى إنشاء محطة كهرباء الكريمات المركبة ٢ و٣ جنوب المحطة البخارية مباشرةً منذ عام ٢٠٠٥ وحتى عام ٢٠٠٩، وتبلغ الطاقة الإجمالية لكلٍ منهما

٧٥٠ ميجاوات بإجمالي طاقة توليد ١٥٠٠ ميجاوات (صورة ١). وتعمل هذه المحطات بنظام الغاز الطبيعي بشكل أساسي وبنظام السولار فى حالة الطوارئ. وتعتمد هذه المحطات بشكل أساسي على مجرى النيل في توفير ما تحتاج إليه من مياه للتبريد والغلايات بعد معالجتها، والتى تقدر بنحو ٥٧ الف م^{٣}/ساعة، ثم تعود هذه المياه إلى مجرى النيل مرة أخرى من خلال مخارج مخصص لها غرب الجزيرة [١] التي تم تشكيلها بالمجرى لخدمة المحطات. (باجسكو، ٢٠٠٥، ص٥).(http://www.ueepc.com).

صورة (١) محطات كهرباء الكريمات البخارية ١ و٢ و٣

وجدير بالذكر وجود محطة كهرباء جنوب حلوان البخارية بطاقة قدرها ١٩٥٠ ميجاوات بالضفة الشرقية لمجرى النيل بمنطقة الحجارة جنوب محطة توليد كهرباء الكريمات بحوالي ٧,٥كم، وتعمل بنظام الغاز الطبيعي بشكل أساسي والمازوت في

[١] – جزيرة تم إعادة تشكيلها بواسطة سياج حديدى للحفاظ على إتجاه التيار من جهة وصرف التبريد فى الجانب الغربى منها من خلال خط أنابيب أسفل منسوب قاع النيل إلى المجرى الأوسط للنهر حتى لا تختلط مياه الصرف مع مياه مأخذ محطة الكريمات البخارية (الكريمات ١) حيث ترتفع درجة الحرارة والقلوية للمياه المنصرفة (باجسكو، ٢٠٠٥، ص٥-١١).

الحالات الطارئة. وتعتمد دورة التبريد المفتوحة لها على نهر النيل في سحب كمية المياه التي تقدر بنحو ٢٥٢ الف م^{٣}/ ساعة (جماعة المهندسين الإستشاريين, ٢٠١١، ص٦، ٢٨، ٣٧، ٤٥).

٢- مصادر الدراسة

إعتمدت الدراسة على العديد من المصادر لتحقيق أهدافها كان أهمها:

- الخريطة الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠، لوحة الواسطى، إنتاج ١٩٩٤م عن تصوير جوى عام ١٩٨٨م، لوحة رقم **NH 36 E3c**، المشروع الفنلندى، الهيئة المصرية العامة للمساحة.
- الخرائط الهيدروجرافية لمجرى نهر النيل، مقياس ١:٥٠٠٠ – المشروع الكندى – إنتاج عام ١٩٨٢، اللوحات ١٥٣ و١٥٤، معهد بحوث النيل، المركز القومى لبحوث المياه، وزارة الموارد المائية والري
- الخرائط الطبوغرافية والهيدروجرافية لمجرى نهر النيل مقياس ١:٥٠٠٠، إنتاج مارس ٢٠٠٤، اللوحات ٦٣٢/٧٢٦ و٦٣٦/٧٢٦ و٦٣٤/٧٢٩، معهد بحوث النيل، المركز القومى لبحوث المياه، وزارة الموارد المائية والري.
- المرئيات الفضائية **Sentinel-2** ، بدقة مكانية ١٠ متراً، لوحة **T36RUT**، نوع **S2MSI1C**، بتاريخ يوليو ٢٠١٨ و يوليو ٢٠٢٠ ، https://earthexplorer.usgs.gov
- المرئيات الفضائية **LANDSAT_5** و**LANDSAT_7** بدقة مكانية ٣٠ متراً، لوحة رقم ٤٠/١٧٦، بتاريخ يوليو ١٩٨٥ ومايو ٢٠٠٣ على الترتيب، https://earthexplorer.usgs.gov

- المرئيات الفضائية **WorldView-2** ، بدقة مكانية ٢,٨٨ متراً، بتاريخ أغسطس ٢٠١٨، المركز القومى لبحوث المياه، وزارة الموارد المائية والري.
- تقارير متنوعة بتواريخ مختلفة صادرة عن معهد بحوث النيل، المركز القومى لبحوث المياه، وزارة الموارد المائية والري.
- نقطة الضبط الأرضى **GCP** تقع بمحطة الكهرباء، بهدف الإرتكاز والثبات عليها بمحطة **GPS** الثابتة من أجل إستخدامها في تصحيح بيانات المحطة المتحركة.
- الدراسة الميدانية خلال أشهر يناير ويوليو عامى ٢٠١٨ و٢٠١٩ م.

٣- منهجية وأساليب الدراسة

تم الاعتماد على بعض مناهج البحث اهمها المنهج التاريخى لدراسة التطور بالاضافة الى المنهج الموضوعى والتحليلى، جنباً الى جنب مع اساليب نظم المعلومات الجغرافية حيث تم الإعتماد على النماذج المكانية لتحقيق أهداف الدراسة، حيث تم البدء بتحويل بيانات الإرتفاعات إلى نموذج إرتفاع رقمى **DEM** لكل عام على حده خلال فترة الدراسة كالتالى:

- تم تحويل الخرائط الهيدروجرافية لعام ١٩٨٢ من خرائط ورقية مطبوعة إلى خرائط رقمية **Digital Map** كحزمة بيانات **Dataset** داخل **Geodatabase** المعدة لها مسبقاً، وذلك بعد عمل المسح الضوئى لها وضبط إحداثياتها الجغرافية وتحويلها إلى الإسقاط العالمى **UTM-WGS84**.
- تم تحويل الخرائط الهيدروجرافية لعام ٢٠٠٤ من شكل **CAD File** بإمتدام **DWG** إلى خرائط رقمية **Map** كحزمة بيانات **Dataset** داخل نفس قاعدة البيانات المعدة مسبقاً، وتحويلها إلى الإسقاط العالمى **UTM-WGS84**.

- تم عمل مسح هيدروجرافى لمنطقة الدراسة على شكل مجموعة من القطاعات خلال شهر أبريل عام ٢٠١٨ بإستخدام التكامل بين محطات تحديد المواقع العالمى **GPS** لرصد الإحداثيات الأفقية مع جهاز الجس الصوتي **Eco-Sound** لقياس الأعماق بنفس التوقيت، وإستخدمت طريقة **PPK** لحل بيانات المحطة المتحركة بالمركب بإستخدام بيانات المحطة الثابتة عند شركة الكهرباء. كما تم رفع مجموعة من النقاط على ضفاف المجرى بإستخدام جهاز **GPS** متحرك **Rover** لإستكمال القطاعات المستهدف رسمها، والتى تبدء من الضفة الغربية وتنتهى بالضفة الشرقية.
- إستخراج الحدود الطبيعية للمجرى **Boundary** من الخرائط الهيدروجرافية وبيانات الرفع المساحى بالإستعانة بالمرئيات الفضائية، ثم تحويله إلى هيئة مساحية **Polygon** ليمثل خط الحدود الخارجية للنماذج المكانية المستهدف بنائها.
- تم إستخدام برنامج **ArcGIS** لبناء نماذج الإرتفاعات الرقمية **DEMs** إعتماداً على طبقتى نقاط الإرتفاعات وخطوط الكنتور لعامى ١٩٨٢ و٢٠٠٤ م، بينما تم الإعتماد على طبقة نقاط الإرتفاع فقط عام ٢٠١٨ م، بالإضافة إلى طبقة حدود المجرى المائى **Boundary** .
- تم إستخدام **DEMs** فى إستخلاص خط كنتور ٢٢ متراً فوق منسوب سطح البحر والذى يمثل متوسط منسوب سطح الماء بمنطقة الدراسة (معهد بحوث النيل، ٢٠١٩) ليمثل الحدود الخارجية للمجرى مع الضفاف من جهة ومع الجزر من جهة أخرى، وبناء عليه فقط تم تحديد الجزر بمنطقة الدراسة بخط كنتور ٢٢ م ليكون الحد الخارجى لها.
- تم تحديد مواقع القطاعات العرضية التى تم الإعتماد عليها لإستخلاص الخصائص الهيدروليكية للمجرى من خلالها، حيث تم رسم قطاعات على مسافات متساوية (٥٠٠ متراً) تبدء من الكيلومتر ٩٢,٥ وحتى الكيلومتر ٨٨,٥ وعددها ٩ قطاعات (جدول

١) وقد روعى فى القطاعات أهم المواصفات الفنية؛ من حيث أن تكون عمودية على خط المنتصف ومن ثم عمودية على المجرى، وكذلك توحيد إتجاه الرسم؛ حيث ترسم جميع القطاعات من الغرب إلى الشرق، وتسير جميع القطاعات لمسافة ١٥٠ متراً شرق وغرب المجرى.

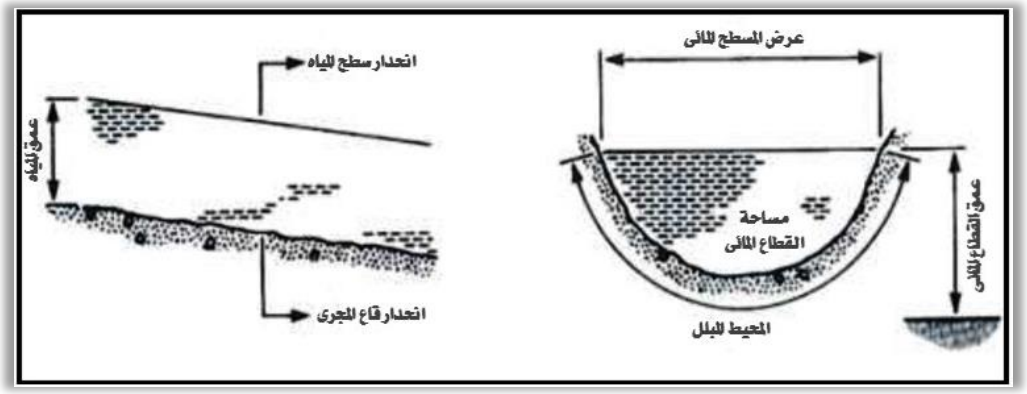
- لدراسة الخصائص المرفولوجية للمجرى خلال السنوات المختلفة؛ تم الإعتماد على عدة عناصر أهمها مساحة القطاع المائى وعمق المياه ونصف القطر الهيدروليكى ،بالإضافة إلى المحيط المبلل وعرض سطح المياه، حيث تؤثر هذه العناصر بشكل كبير على مورفولوجية القطاعات الهيدرولوجية كما ذكرها (**Henderson, F. M. 1966)** (شكل ٢).
- تم رسم القطاعات فى طبقة جغرافية **Shapefile** لكل عام على حدة (١٩٨٢ و٢٠٠٤ و٢٠١٨) وبالإعتماد على **DEM** وبإستخدام أداة **Interpolate shape** من حزمة أدوات **Functional surface** من داخل **3D analysis tools** لتحويل طبقة القطاعات **Shapefile** إلى طبقة معرفة بداخلها على الإرتفاعات والمسافات البينية لها **(Z and M value).**
- تم تحويل بيانات القطاعات العرضية بعد رسمها إلى بيانات **X and Y Data** داخل **Excel Sheet** لإعادة رسمها مرة أخرى بمقياسها الطبيعى ١:١ لإستخلاص البيانات الهيدروليكية منها، من عرض القطاع المائى وعمق القطاع والمحيط المبلل ومن ثم إستنتاج نصف القطر الهيدرولكى.
- دمج طبقات القطاعات التضاريسية العرضية **Shapefile** لكل عامين (١٩٨٢ – ٢٠٠٤) و(٢٠٠٤ –٢٠١٨) مع بعضهما البعض لرسم مناطق التغير بينهما، ومن ثم حساب مساحات التغير وتصنيف المناطق حسب الزيادة (مساحات ترسيب) أو النقصان (مساحات نحت) إعتمادا على الطبقة الأقدم.

- تقدير كميات النحت والترسيب إعتماداً على المساحات المستخلصة من الخطوة السابقة، بالإضافة إلى المسافات البينية بين القطاعات (٥٠٠ متراً).
- إستخدام أداة **Cut and Fill tool** من حزمة أدوات **Raster Surface** داخل برنامج **Arc Toolbox** لإستخلاص مساحات وكميات النحت والترسيب ومقارنتها بالكميات المقدرة من خلال القطاعات التضاريسية، وذلك لإستنتاج تأثير النشاط البشري على العمليات الجيمورفواوجية للنهر بمنطقة الدراسة.
- تم إستنتاج خط أعمق مسار للثلاث سنوات التى تمثل الحدود الزمنية للدراسة من خلال نماذج الإرتفاعات الرقمية، التى تم إنتاجها لمنطقة الدراسة لكل عام على حدة.

جدول (١) إحداثيات القطاعات التضاريسية على المجرى بمنطقة الدراسة

No	UTM WGS 84			
	Western Bank		Eastern Bank	
	Y	X	X^1	Y^1
1	3238126.568	326502.5335	3238126.568	327555.2955
2	3238589.629	326418.6333	3238648.481	327459.8543
3	3239132.893	326200.9887	3239046.276	327371.6233
4	3239620.149	326161.4211	3239552.817	327234.1596
5	3240110.894	326095.1169	3240037.072	327239.4493
6	3240519.975	326298.4596	3240625.281	327103.2175
7	3240965.567	326035.0795	3241133.925	327055.4293
8	3241496.152	325955.2865	3241573.502	326856.8824
9	3242031.51	325817.3187	3242031.51	326973.0483

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على الخرائط الهيدروجرافية، معهد بحوث النيل، ٢٠٠٣، وشكل



المصدر : Henderson, F. M. 1966 بتصرف

شكل (٢) العناصر الهيدرولوجية المؤ ثرة في موفولوجية القطاع المائى

- **عرض المسطح المائى T :** هو طول الجسم المائى من نقطة التماس مع الجسر إلى نقطة التماس الأخرى.
- **عمق القطاع المائى H :** هو المسافة بين سطح الماء وأخفض نقطة من القاع.
- **إنحدار سطح المياه S :** هو ميل سطح الماء معبراً عنها بفرق المنسوب في وحدة الطول.
- **المحيط المبلل P :** طول خط التماس بين مجرى الماء ومحتواه مقاساً في مستوى عمودي على إتجاه الجريان.
- **مساحة القطاع المائى A :** هي مساحة المقطع الذي يشغله الجريان.
- **نصف القطر الهيدروليكى R :** نسبة المساحة إلى المحيط المبلل.

٤- نتائج الدراسة

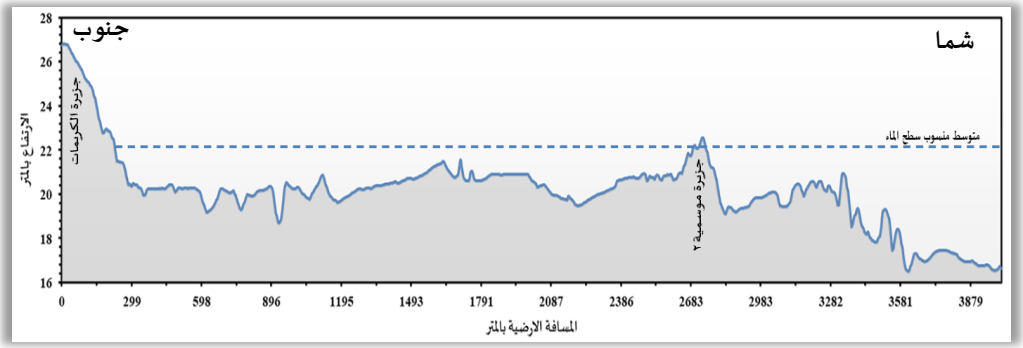
يعد التغير المستمر في قاع وجوانب المجارى المائية هي عملية جيمورفولوجية طبيعية؛ تحدث غالباً كرد فعل طبيعى من النهر للتكيف مع الظروف المحيطة به، بهدف الوصول إلى حالة الإتزان الهيدرولوجى. ويمثل كلاً من مساحة القطاع المائى

وعمق المياه ونصف القطر الهيدروليكى؛ بالإضافة إلى المحيط المبلل وعرض سطح المياه أهم العناصر التى تؤثر بشكل كبير على مورفولوجية القطاعات الهيدرولوجية كما ذكرها (Henderson, F. M. 1966). ذلك بالإضافة إلى حجم التصريف وكمية الحمولة العالقة، حيث أنهما من العوامل الرئيسية التي تحدد قدرة أى نهر على تعميق مجراه.

٤-١ الخصائص المورفولوجية لنهر النيل ومجراه بمنطقة الدراسة

- يبلغ **طول المجرى** بمنطقة الدراسة ٤ كم ينحرف المجرى خلالها عن الشمال بزاوية ٩ ° غرباً، حيث يبدء جنوباً من الكيلومتر ٨٣٤,٥ خلف خزان اسوان ويسير لمسافة ٧٥٠ متراً جنوب مجمع محطات كهرباء الكريمات. ثم تبدء الواجهة الساحلية للمحطات على الضفة الشرقية وتستمر لمسافة ١ كم، ثم يسير المجرى بعدها شمالاً لمسافة ٢.٢٥٠ كم حتى الكيلومتر ٨٣٨,٥. يبلغ متوسط **إتساع المجرى** بمنطقة الدراسة ٧٠٥ متراً، ويتميز بالزيادة جنوباً ويقل تدريجياً كلما إتجهنا شمالاً،. ويبلغ طول الضفة الشرقية ٤٢١١ متراً وطول الضفة الغربية ٤٣٥٧ متراً ويرجع زيادة طول الضفة الغربية عن الشرقية إلى إلتحام بعض الجزر، مما أدى إلى كثرة إنحنائها.(إعتماداً على بيانات المرئيات الفضائية ٢٠٢٠).
- بلغت **مساحة** المسطح المائى لنهر النيل فى منطقة الدراسة ٢.٧٥ كم^{٢} بما يعادل ٦٥٥ فداناً عام ٢٠٢٠ م، كما بلغ أدنى **منسوب لقاع المجرى** بمنطقة الدراسة ٧,٥ متراً (فوق منسوب سطح البحر) عام ٢٠١٨ بالطرف الشمالى الغربى من جزيرة الكريمات جنوب منطقة الدراسة، وبلغت مساحات القاع التى يقل منسوبها عن ١٤ متراً حوالى ٢,١٥ فداناً؛ تتركز فى منطقتين تمثلان أعمق حفر الإنجراف بالمنطقة، وهما عند الطرف الشمالى الغربى لجزيرة الكريمات وعند مخرج مياه محطة كهرباء الكريمات البخارية ١ ، بينما بلغت مساحة متوسط منسوب المجرى (من ١٤ وحتى

٢٠ متراً) ٣٣٤ فداناً وتمثل المجرى الرئيسى للنهر بالمنطقة وتتركز معظمها فى الجانب الشرقى من المجرى (شكل ٣).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى لعام ٢٠١٨

شكل (٣) القطاع الطولى لمنطقة الدراسة عام ٢٠١٨

- تراوحت **مناسيب سطح الماء** بمنطقة الدراسة بين ٢١ متراً فى فترة أقل التصرفات خلال شهور الشتاء أكتوبر ونوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير و٢٣,٢ متراً خلال فترة أقصى تصرفات خلال شهرى يونيه ويوليو، كما بلغ المتوسط العام لمنسوب المياه بالمجرى سنوياً بمنطقة الدراسة ٢٢ متراً فوق منسوب سطح البحر وهو ما يقابل كمية تصرف حوالى ٢٠٠ – ٢٢٠ م.م^{٣} /يوم. وجدير بالذكر أن **متوسط إنحدار سطح الماء** بمنطقة الدراسة ٨ سم/ كم (معهد بحوث النيل، ٢٠٠١) غير أنها تتأثر فى النصف الشمالى من منطقة الدراسة (شمال محطات الكهرباء) لزيادة كمية المياة المنصرفة من تبريد المحطات والتى تتركز في ساعات محدودة وبذلك تزيد من المنسوب بالكيلومتر ٨٣٥,٥ وحتى ٨٣٦,٥ ومن المتوقع زيادة إنحدار سطح الماء خلال الثلاثة كم (من ٨٣٦,٥ وحتى ٨٣٩,٥).

- بلغ **عدد الجزر** داخل منطقة الدراسة ٧ جزر، وهى من الجنوب إلى الشمال جزيرة (الكريمات – المحطة – كوم ادريجة – موسمية ١ – موسمية ٢ – الديابية – الديابية البحرية) تقع خمسة جزر منها بالجانب الغربى من المجرى، كما بلغ إجمالى **مساحة الجزر** النهرية بمنطقة الدراسة ٢٣٧,١٥ فداناً. بما يعادل ٣٦,٢ **%** من إجمالى مساحة المجرى بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٠م. بلغ إجمالى **أطوال الجزر** بمنطقة الدراسة ٥,٦ كم عام ٢٠٢٠م، بمتوسط طول بلغ ٨٠٠ متراً للجزيرة، بينما تراوحت **عروض الجزر** بمنطقة الدراسة بين ٣٥ م بالجزيرة الموسمية٢ و٢٤٠ م بجزيرة الديابية البحرية، بمتوسط عرض بلغ نحو ١٦٠م للجزيرة (جدول ٦). كما تباينت **أشكال الجزر** طبقاً لمعامل الإستدارة (السيد السيد الحسيني، ١٩٩١، **ص٥٩**) بالمجرى المائى فى منطقة الدراسة بين جزر طولية وجزر شريطية.

٤-٢ التغيرات المرفولوجية (الأفقية) لمجرى نهر النيل وجزره بمنطقة الدراسة.

شهد المجرى المائى بمنطقة الدراسة حراكاً ديناميكياً ملحوظاً على المستوى الأفقى، خلال فترة الدراسة، فقد تغيرت الخصائص المورفولوجية للمجرى على المستوى الأفقى، وشمل هذا التباين تغير المجرى من حيث الطول والإتساع والشكل ومساحة المسطح المائى، كما حدث تغيراً ملحوظاً فى الجزر بمنطقة الدراسة من حيث العدد والطول والإتساع والمساحة والشكل، وسيتم تناول كلاً منهما كالتالى:

٤-٢-١ التغير في طول المجرى المائى:

تباين معدل التغير بين طول الضفة الشرقية عن الغربية، فقد تبين من تحليل (جدول ٢) زيادة طول الضفة الغربية عن طول الضفة الشرقية خلال فترة الدراسة، حيث

سجل طول الضفة الغربية زيادة عن طول الضفة الشرقية بحوالى ٥٠ متراً عام ١٩٨٢ بينما زاد هذا الفارق عن ٢٥٠ متراً عام ٢٠١٨م.

تناقص طول الضفة الشرقية للمجرى خلال فترة الدراسة بمقدار ٩٦ متراً، حيث سجل طول الضفة الشرقية ٤٢٠٣.٣ متراً عام ١٩٨٢، بينما إنخفض إلى ٤١٠٧.٤ متراً عام ٢٠١٨، بمعدل تناقص قدره ٢.٧ متراً سنوياً، ويرجع ذلك إلى إستقامة الساحل أمام محطات الكهرباء والذى يصل طوله إلى ١ كم، بالإضافة إلى التكسيات الحجرية شمال المحطات لحماية الضفة الشرقية من التراجع. بينما زاد طول الضفة الغربية للمجرى خلال فترة الدراسة بمقدار ١٠٨.٥ متراً، حيث سجل طول الضفة الغربية ٤٣٦٠ متراً عام ٢٠١٨ بينما كان ٤٢٥١.٥ متراً عام ١٩٨٢م، بمعدل زيادة قدرة ٣ متراً سنوياً، ويرجع ذلك إلى زيادة التعرج بسبب إستخدام عوادم التكريك والتطهير فى ردم بعض أجزاء المجرى وخاصة القناة الغربية فى بعض المواقع مثل الطرف الجنوبى لجزيرة الديابية البحرية (شكل ٤).

تناقص طول أعمق مسار خلال فترة الدراسة بمقدار ٨٠.٧ متراً بمعدل سنوى مقداره ٢.٣ متراً ويرجع ذلك إلى تغير الخصائص المرفولوجية والهيدروليكية للمجرى، نتيجة لتغير العمليات الجيمورفولوجية بين جوانب المجرى (جدول ٢)، بالإضافة إلى تغير مواضع الجزر فى جانبى المجرى الشرقى والغربى. وتبين من خلال الدراسة زيادة أطوال محيطات الجزر بمقدار ٤٢٣٩ متراً خلال الفترة الزمنية قيد الدراسة.

جدول (٢) التغير بالمتر فى اطوال الضفاف وأعمق ومسار ومحيطات الجزر خلال فترة الدراسة

	1982	2018	مقدار التغير	معدل التغير السنوى
طول الضفة الشرقية	4203.3	4107.4	-95.9	-2.7
طول الضفة الغربية	4251.4	4359.9	108.5	3.0
طول أعمق مسار	4723.7	4643	-80.7	-2.2
طول محيطات الجزر	9343	13581.5	4239	١١٧,٧

المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على المرئيات الفضائية سينتينال -٢ لعام ٢٠٢٠، ونماذج الارتفاعات الرقمية ١٩٨٢ و٢٠١٨

٤-٢-٢ التغير في عرض المجرى المائى:

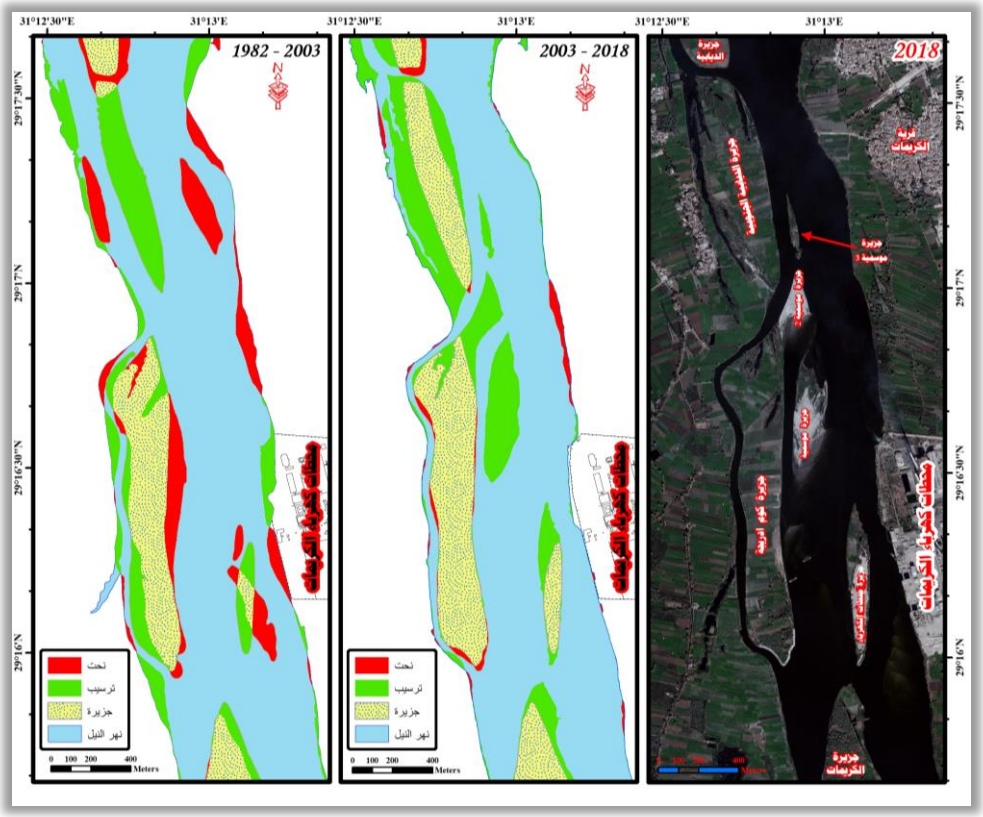
بلغ متوسط عرض القطاع المائى ٦٨٦ متراً عام ٢٠١٨، بينما بلغ ٧٢٦ متراً عام ١٩٨٢ بفارق قدرة ٤٠ متراً فى المتوسط، حيث سجلت ٥ قطاعات تناقصاً فى عروضها تتركز جميعها جنوب منطقة الدراسة (القطاعات من ١ الى ٤) بالإضافة إلى القطاع رقم ٨ بمتوسط نقص بلغ ١٠٤.٢ متراً، ويرجع ذلك إلى ردم أجزاء من الضفة الشرقية لبناء محطات الكهرباء وردم أجزاء من القناه الغربية من قبل الأهالى لكسب مساحات أراضى على حساب النهر. كما زاد العرض فى القطاعين ٥ و٦ بمقدار ١٠٠.٤ و١١٢.٧ متراً على الترتيب، بسبب نشاط عمليات النحت بالضفة الشرقية من المجرى؛ نتيجة مباشرة لموقعهم خلف بوابات صرف مياه التبريد بمحطات الكهرباء، والتى تصرف كمية مياه تصل إلى ١٧.٥ م^{٣}/ساعة، وتتميز المياه المنصرفة بالحرارة المرتفعة نسبياً، مما أدى إلى زيادة سرعتها وتأكل أجزاء من الضفة الشرقية.

٤-٢-٣ التغير في مساحة المسطح المائى:

أدى بناء السد العالى إلى إنخفاض الإيراد المائى وكمية الحمولة العالقة، وما ترتب عليه من حدوث إندثار لبعض السيالات الموسمية؛ وقيام الأهالى بردمها لإكتساب

رقعة زراعية جديدة بالإضافة إلى إلتحام بعض الجزر بالنسيج الرسوبى للضفاف، مما نتج عنه تناقص مساحة المسطح المائى وظهور أراضى جديدة متاخمة للمجرى الحالى.

تناقصت إجمالى المساحة السطحية للمجرى (من الضفة إلى الضفة) بمنطقة الدراسة طبقاً لمنسوب ٢٢ متراً فوق منسوب سطح البحر بقيمة ٣١.٤ فداناً خلال فترة الدراسة، حيث بلغت ٦٥٥.٥ فدانا عام ٢٠١٨. بينما سجلت ٦٨٦.٨ فداناً عام ١٩٨٢م، ويرجع ذلك إلى أثر العامل البشرى فى زيادة معدلات تقدم الضفاف على حساب المجرى وخاصة الضفة الغربية. كما تبين من (جدول ٣) تناقص مساحة المسطح المائى للمجرى بدون الجزر بنسبة قاربت على الربع تقريباً (٢٣.٢٪) حيث بلغت ٤١٨.٥ فداناً عام ٢٠١٨. بينما سجلت ٥٤٥.٣ فداناً عام ١٩٨٢، ويرجع ذلك إلى جنوح النهر إلى الترسيب مكوناً جزراً جديدة ومضيفاً مساحات جديدة إلى مساحات الجزر القديمة خاصة فى جانبه الغربى. وقد تبين زيادة مساحة الجزر بنسبة ٦٧.٤٪ بواقع ٩٥.٤ فداناً خلال فترة الدراسة، (شكل ٤).



المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على الخرائط الهيدروجرافية لمعهد بحوث النيل عامى ١٩٨٢ و ٢٠٠٣ والمرئيات الفضائية والرفع الميدانى لعام ٢٠١٨

شكل (٤) التغيرات المورفولوجية لمجرى نهر النيل وجزره بمنطقة الدراسة بين ١٩٨٢ و ٢٠١٨

أسفل منسوب ٢٢ م

جدول (٣) مساحة المسطح المائى بالفدان لمجرى نهر النيل وجزره بمنطقة الدراسة طبقاً لمنسوب ٢٢ متراً

	١٩٨٢	٢٠٠٣	٢٠١٨	التغير من ١٩٨٢-٢٠٠٣	التغير من ٢٠٠٣ -٢٠١٨	التغير من ١٩٨٢ -٢٠١٨	النسبة	المعدل السنوى
إجمالى مساحة المجرى	686.8	663.8	655.5	-23.0	-8.3	-31.4	-4.6	-0.9
مساحة المسطح المائى	545.3	510.8	418.5	-34.5	-92.3	-126.8	-23.2	-3.5
مساحة الجزر	141.6	153.0	237.0	11.4	84	95.4	67.4	2.7
عدد الجزر	6	5	7	-1	2	1		

المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على المرئيات الفضائية سينتينال -٢ لعام ٢٠٢٠، ونماذج الارتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨

بلغ إجمالى مساحة المواضع التى تعرضت لعمليات النحت بضفاف منطقة الدراسة لصالح المجرى ٢٤.٨ فداناً تركزت بالضفة الشرقية، حيث إستأثرت على نسبة ٨٠٪ من المساحة المضافة إلى المسطح المائى، بينما إختص الجانب الغربى بنسبة ٢٠٪ . بينما سجل إجمالى مساحة المواضع التى تعرضت لعمليات الترسيب بالمجرى لصالح الضفاف بمنطقة الدراسة ٥٤.٧ فداناً تركزت فى الضفة الغربية بنسبة ٦٣.٢٪ (جدول ٤). وتبين من الميزانية الأفقية للنحت والترسيب أن سلوك النهر فى الضفة الشرقية متوازن إلى حد كبير خلال فترة الدراسة، فقد تقلص الفارق بين النحت والترسيب فى الضفة الشرقية إلى ٠.٣٦ فداناً، بينما جنح سلوك النهر إلى الإرساب بالضفة الغربية، حيث سجل الفارق بين مساحات المواضع التى تعرضت لعمليات النحت والترسيب ٢٩.٥ فداناً لصالح عمليات الترسيب.

جدول (٤) مساحات النحت والترسيب (بالفدان) لضفاف نهر النيل بمنطقة الدراسة طبقاً لمنسوب ٢٢ متراً

	الضفة الشرقية		الفارق	الضفة الغربية		الفارق	الاجمالى	العملية
	نحت	ارساب		نحت	ارساب			
١٩٨٢ - ٢٠٠٣	15.03	13.37	-1.65	2.95	22.22	19.27	17.62	ترسيب
٢٠٠٣ - ٢٠١٨	4.72	6.73	2.02	2.08	12.33	10.25	12.27	ترسيب
١٩٨٢ - ٢٠١٨	19.74	20.11	0.36	5.03	34.55	29.52	29.88	ترسيب

المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨

٤-٢-٤ التغير المرفولوجى للجزر:

يختلف التوزيع الحالي للجزر النهرية عما كان عليه الحال قبل بناء السد العالى، ويرجع ذلك إلى تدخل الإنسان في التحكم فى النظام الهيدروليكى لنهر النيل من خلال بنائه للقناطر والخزانات والجسور. فقد أدى بناء السد العالي إلى حجز كميات هائلة من المواد العالقة ومواد القاع المتحركة وبالتالى حدوث خلل فى توازنه، نتيجة لترسيب المواد المحمولة أمام جسم السد، وتدفق المياه خالية من الرواسب خلف السد، ونشاط عمليات

التعرية المائية وما ترتب علي ذلك من حدوث تغيرات في خصائص النهر وإختلاف طاقته على النحت والنقل، فقد أصبح النهر ينقل سنوياً ٨ % فقط من كمية الحمولة التى كان ينقلها قبل بناء السد العالى (محمد محمود عاشور، ١٩٩٠، ص٢٦) وبالتالي تعمل المياه على تعويض حمولتها بإستمرار عمليات النحت. كما ساعدت مشروعات الري الأخرى على حدوث تغيرات في خصائص النهر عند نشأتها وإرتبط بذلك كله حدوث تغيرات في أعداد الجزر وتوزيعها وخصائصها. (على عبد الله الشحات، ٢٠٠٧، ص١٤). لذلك كان لابد من دراسة التغيرات التى طرأت على الجزر النهرية فى منطقة الدراسة للوقوف على أبعاد هذه التغيرات ومدى مساهمة العامل البشرى فى تطورها.

تباينت **أعداد الجزر** بمنطقة الدراسة خلال فترة الدراسة، ويتضح من تحليل (جدول ٥) أن عدد الجزر النهرية بمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة بلغ نحو ٦ جزر عام ١٩٨٢، ثم تناقص إلى ٥ جزر عام ٢٠٠٤، ثم زاد إلى ٧ جزر عام ٢٠١٨، والجدير بالذكر أن الجزر عادة يقل عددها بالإلتحام بالسهل الفيضى بإحدى ضفتيه، بينما فى منطقة الدراسة أدى تغير فعل العمليات النهرية من الإرساب إلى النحت أمام قرية الكريمات خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٠٣ إلى إزالة الجزيرة الموسمية ٣ بشكل كامل من الجانب الشرقى للنهر والتى كانت مساحتها تزيد عن ١٠ أفدنة. كما أدى تغير سلوك وطاقة النهر بمنطقة الدراسة بعد عام ٢٠٠٤ وجنوحه إلى الترسيب بالجانب الغربى إلى تكون جزيرتين موسميتين جديدتين لم تكونا موجودتان من قبل وهما جزيرة موسمية ١ و٢. أيضاً زادت مساحات باقى الجزر التى تصتف معظمها فى الجانب الغربى من النهر تاركة بينها وبين الضفة الغربية قناة نهرية قليلة الإتساع وقليلة المساحة وسهل على الإنسان ردمها فى بعض المواقع ليحولها بمرور الوقت إلى سيالات ليقوم بردمها بالكامل لتلتحم بعض الجزر بالضفة مكتسباً على آثارها مساحات أرضية صالحة للزراعة.

بلغ إجمالي **مساحة الجزر** في منطقة الدراسة عام ٢٠١٨م حوالي ٢٣٧ فداناً (جدول ٥)، بينما بلغت جملة مساحتها ١٤١.٥ فداناً عام ١٩٨٢ بفارق زيادة فى المساحة بلغ نحو ٩٥.٤ فداناً وبمعدل زيادة سنوى بلغ نحو ٢.٧ فداناً، كما زاد متوسط مساحة الجزر خلال فترة الدراسة من ٢٣.٦ فداناً عام ١٩٨٢م إلى ٣٣.٩ فداناً عام ٢٠١٨م. أيضا تباينت مساحة الجزر النهرية بمنطقة الدراسة عام ١٩٨٢م. فقد تراوحت مساحتها بين ٦.٢ فداناً بجزيرة الديابية البحرية و٧٩.٧ فداناً بجزيرة كوم ادريجة، بينما تراوحت مساحات الجزر عام ٢٠١٨ بين ٢.٤ فداناً بجزيرة موسمية-٢ و٩٠ فداناً بجزيرة كوم ادريجة.

جدول (٥) مساحة الجزر النهرية بمنطقة الدراسة (بالفدان) وموقعها بالنسبة للضفاف بين عامى ١٩٨٢-٢٠١٨

إسم الجزيرة	1982	2003	2018	الموقع من المجرى	ملاحظات
الكريمات	15.9	21.2	28.7	وسط	الطرف الشمالى من جزيرة الكريمات شمال كم ٩٢,٥
المحطة	10.9	8.9	15.4	شرق	أعيد تشكيلها بسياج معدنى للحفاظ على إتجاه ومنسوب المياه أمام المحطات
كوم ادريجة	79.7	79.4	90.0	غرب	جزيرة لوزية الشكل أعاد النهر تشكيلها لتصبح طولية الشكل
موسمية ١			21.9	غرب	حديثة النشأة وفى طريقها للإتحام بالجانب الشرق لجزيرة كوم ادريجة
موسمية ٢			2.4	غرب	حديثة النشأة وفى طريقها للإلتحام بالطرف الشمالى لجزيرة كوم ادريجة
الديابية الجنوبية	6.2	32.6	65.8	غرب	فى طريقها للإلتحام بالضفة الغربية، تم ردم القناة بينها وبين الضفة الغربية من الجنوب
موسمية ٣	10.1			شرق	أزيلت بالكامل نتيجة للتغير فى عمليات النحت والارساب
الديابية	18.7	10.9	12.8	غرب	الطرف الجنوبى من جزيرة الديابية جنوب كم ٨٨,٥
الاجمالى	141.5	153	237	زادت مساحة الجزر بمقدار ٩٥,٤ فدان خلال فترة الدراسة والمعدل السنوى ٢,٦٥ كم٢	

المصدر: من عمل الباحثين إعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية للأعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨.

بلغت مساحة الجزر بالجانب الغربى من المجرى ١٩٢.٨ فداناً بنسبة ٨٢٪ من إجمالى مساحة الجزر عام ٢٠١٨م، بينما بلغت مساحتها ١٠٤.٦ فداناً عام ١٩٨٢م

وشكلت نسبة ٧٤٪ من إجمالى المساحة. وجدير بالذكر أن جزيرة الديابية البحرية أكثر جزر منطقة الدراسة تعرضاً للتغير خلال فترة الدراسة، فقد تضاعفت مساحتها أكثر من ١٠ مرات؛ فقد بلغت مساحتها ٦.٢ فداناً عام ١٩٨٢م، بينما عام ٢٠١٨م بلغت مساحتها ٦٥.٨ فداناً. وقد تبين من خلال نماذج الإرتفاعات الرقمية والمرئيات الفضائية لعام ٢٠١٨ أنه قد تم ردم القناة الغربية من الجنوب وأصبحت القناه سيالة، وقريباً سوف تردم القناه بالكامل وتلتحم جزيرة الديابية الجنوبية بالضفة الغربية.

جدول (٦) بعض الأبعاد المورفولوجية للجزر النهرية (بالمتر) بمنطقة الدراسة بين عامى ١٩٨٢-٢٠١٨

	أقصى طول			متوسط العرض			المحيط		
	1982	2003	2018	1982	2003	2018	1982	2003	2018
الكريمات	429	491	587.3	168	189	211	932.7	1062.6	1322.8
المحطة	702	555	817.4	76	65	82.4	1402.5	1158.4	1708
كوم ادريجة	1703.1	1680.7	1992.1	231.6	170	198	4074.3	4241.5	4337.8
موسمية ١			763.6			116.7			1610
موسمية ٢			338			27.2			716.1
الديابية الجنوبية	448.4	1105.5	1231	53.4	104.4	255.2	950.6	2350.8	3226.2
موسمية ٣	508.7			89.3			1093		
الديابية	393.7	289.7	283.8	213.2	143.6	201.6	889.4	669.7	660.5
اجمالى - المتوسط	4184.8	4121.9	6013.2	138.6	134.4	156.1	1557.1	1896.6	1940.2

المصدر: من عمل الباحثين إعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية وتاكيدها من المرئيات الفضائية لاندسات ٥ و٧ وسينتسنال ٢ .

يعد **طول الجزر** أحد الأبعاد المورفولوجية التى تعرضت للتغير، فقد تبين من (جدول ٦) زيادة جملة أطوال الجزر بمنطقة الدراسة من ٤١٨٥ متراً عام ١٩٨٢م إلى ٦٠١٣.٢ متراً عام ٢٠١٨؛ بفارق زيادة قدره ١٨٢٨.٥ متراً، وبمعدل زيادة سنوى بلغ نحو ٥٠ متراً تقريباً. ويرجع زيادة طول بعض هذه الجزر إلى زيادة كميات الترسيب وخاصة في الأطراف الشمالية لمعظم الجزر، حيث السرعة المنخفضة للتيار المائى مع كمية الرواسب الكبيرة العالقة بالمياه نتيجة عملية تطهير وإزالة الرواسب المستمرة أمام مآخذ محطات

الكهرباء. كما تراوحت أطوال الجزر النهرية داخل المجرى عام ١٩٨٢م بين ٤٢٩ م لجزيرة المحطة وبين ١٧٠٣م لجزيرة كوم ادريجة ، بينما تراوحت أطوال الجزر النهرية بمنطقة الدراسة عام ٢٠١٨ بين ٣٣٨ م لجزيرة موسمية-٢ و١٩٩٢م لجزيرة كوم ادريجة.

حدث تغير فى **إتساع الجزر** بمنطقة الدراسة إذا ما قورن بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨. وتبين من (جدول ٦) زيادة عروض الجزر خلال فترة الدراسة، فقد بلغ متوسط عروض الجزر ١٣٨.٦ متراً عام ١٩٨٢، بينما بلغ إتساعها ١٥٦.١ متراً عام ٢٠١٨م. كما تباين إتساع الجزر النهرية بمنطقة الدراسة من جزيرة لآخرى، فقد تراوحت عام ٢٠١٨ بين ٢٧ متراً للجزيرة الموسمية٢ و٢٥٥.٢ متراً لجزيرة الديابية الجنوبية، بينما تراوح إتساع الجزر عام ١٩٨٢ بين ٥٣.٤ متراً لجزيرة الديابية البحرية و٢٣١.٦ متراً لجزيرة كوم ادريجة. ويرجع تزايد إتساع الجزر بين عامى ٢٠١٨ و١٩٨٢م إلى قيام الأهالى بردم أجزاء منها ورفع منسوبها لإضافة رقعة زراعية جديدة، بالإضافة إلى نشاط عمليات الإرساب وإنتشار الحشائش المائية وخاصة فى الجانب الغربى من المجرى كما هو الحال بجزيرة الديابية البحرية وكوم ادريجة.

٤-٣ التغيرات الهيدروليكية لمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة

تبين من خلال بيانات (جدول ٧) زيادة معدل التغير لقاع وجوانب مجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة، نظراً للتدخلات البشرية الملحوظة والتى يمكن تحديدها فى إنشاء محطات الكهرباء على الضفة الشرقية ، حيث تسبب إستخدام كميات هائلة من مياه النهر فى عمليات تبريد التوربينات بها وإعادة صرفها مباشرةً إلى النهر بدرجات حرارة أكثر من متوسط حرارة مياه النهر بأكثر من ١٠ درجات فى زيادة سرعة التيار المائى؛ وزيادة قدرة النهر على النحت بقاع وجوانب المجرى خاصة فى الجانب الشرقى من المجرى. وتمت

مقارنة القطاعات التضاريسية بعد رسمها وإستخلاص قيم التغير فى الخصائص الهيدروليكية للمجرى خلال سنوات الدراسة، ومن دراسة (جدول ٧) تبين الآتى:

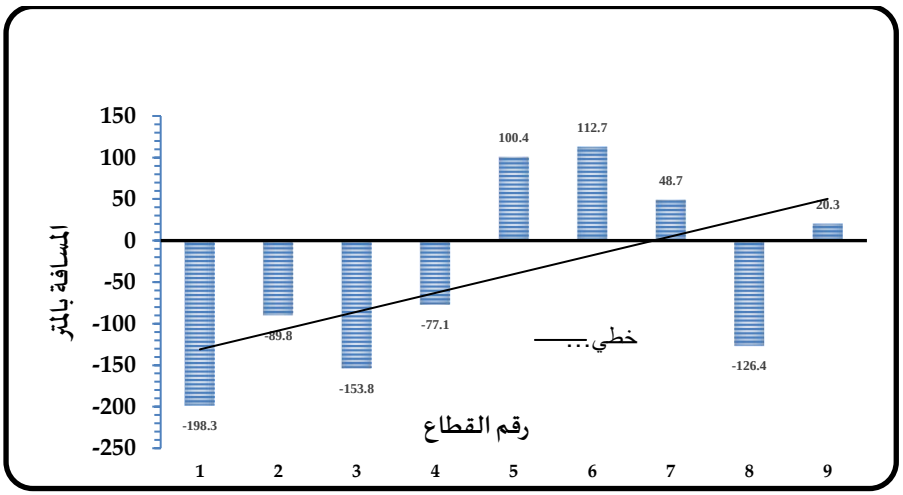
٤-٣-١ التغير في عرض القطاع المائى:

تناقص المتوسط العام لعرض القطاع المائى خلال فترة الزمنية (١٩٨٢ – ٢٠١٨) تناقصاً ملحوظاً، فقد بلغ المتوسط العام لعرض القطاع المائى بمنطقة الدراسة ٧٢٦ متراً عام ١٩٨٢ وسجل ٦٨٦ متراً عام ٢٠١٨م (جدول ٧) أى أنه قد تناقص حوالي ٤٠ متراً في المتوسط. وقد سجلت أربع قطاعات تزايداً طفيفاً في عرض القطاع المائى وهى القطاعات رقم ٥ و٦ و٧ و٩، بينما سجلت باقى القطاعات تناقصاً ملحوظاً في عرض القطاع المائى (شكل ٥).

بلغ متوسط التغير فى عرض القطاعات المائية بالزيادة ٧٠.٥ متراً، بينما بلغ متوسط التغير بالنقصان ١٢٩.١ متراً بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨م. ويعد القطاع رقم ١ أكثر القطاعات تناقصاً بقيمة ١٩٨.٣ متراً، ويرجع ذلك إلى زيادة مساحة جزيرة الكريمات من جهة الشرق نتيجة إلتحام حاجز رملى تكون فى المنحنى المقعر لشمال شرق الجزيرة بسبب ضعف التيار بالقناة الشرقية للمجرى عنه بالقناة الغربية، بالإضافة إلى وجود بعض الرؤس الحجرية والتعديات البشرية بالردم على الضفة الشرقية للمجرى. كما جاء القطاع رقم ٣ في المركز الثانى في قائمة التغير بقيمة ١٥٣.٨ متراً خلال الفترة قيد الدراسة (شكل رقم ٥)، ويرجع ذلك إلى التدخلات البشرية بإعادة هيكلة الجزيرة الصناعية أمام محطات الكهرباء.

يعد القطاعين رقمى ٥ و٦ أكثر القطاعات زيادة بقيمة ١٠٠.٤ متراً و١١٢.٧ متراً على الترتيب، وترجع الزيادة فى عروض هذه القطاعات إلى نشاط عمليات النحت بالضفة

الشرقية؛ نتيجة لصرف كميات كبيرة من المياه والتى تخرج من بوابات الصرف بمحطة كهرباء ١ وتتركز جنوب القطاعين مباشرة.



شكل (٥) التغيرات في عرض القطاع المائى بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠١٨م

جدول (٧) أهم العناصر الهيدروليكية لقطاعات منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة

الخصائص الهيدروليكية لعام ٢٠١٨																
القناه الشرقية						القناه الوسطى						القناه الغربية					رقم القطاع
R	A	P	H	T		R	A	P	H	T		R	A	P	H	T	
3.12	939.9	301.6	4.85	301.2	جزيرة الكريمات							6.98	927.7	132.9	14.07	128.8	1
2.77	1030	372.4	6.74	371.6	جزيرة الكريمات							2.73	794.3	290.5	3.58	290.2	2
3.58	819.2	228.8	5.34	228.3	ج محطة الكهرباء	2.29	729.2	318.9	3.26	318.5	ج كوم ادريجة	1.91	156	81.7	4.15	81.2	3
4.61	652.2	141.4	7.32	140	ج محطة الكهرباء	1.46	528.3	361.4	2.27	361.1	ج كوم ادريجة	2.23	156.4	70.2	3.47	69.8	4
2.51	1578	629.3	6.67	628.9	محطة الكهرباء	0.55	32.1	58.8	1.7	58.6	ج كوم ادريجة	1.85	233.6	126.5	3.83	126.1	5
4.08	1382	339.1	5.64	338.3	جزيرة كوم ادريجة							2.26	374.8	165.9	4.02	165.4	6
4.22	1267	300.3	5.87	299.8	ج موسمية	1.82	236.8	129.9	2.65	129.6	الديابة البحرية	1.51	156	103.2	4.3	102.6	7
4.47	1384	309.4	6.25	308.7	جزيرة الديابية الجنوبية							3.17	338.8	106.9	5.44	106	8
3.03	1775	586.5	6.99	585.9	جزيرة الديابية							1.94	246.2	126.6	3.34	126.3	9
الخصائص الهيدروليكية لعام ٢٠٠٣																	
القناه الشرقية						القناه الوسطى						القناه الغربية					رقم القطاع
R	A	P	H	T		R	A	P	H	T		R	A	P	H	T	
3.51	1057	301	4.95	300.1	جزيرة الكريمات							6.82	879.9	128.9	13.47	124.5	1
2.57	1189	463.3	4.91	462.6	جزيرة الكريمات							2.9	846.9	292.4	3.32	291.9	2

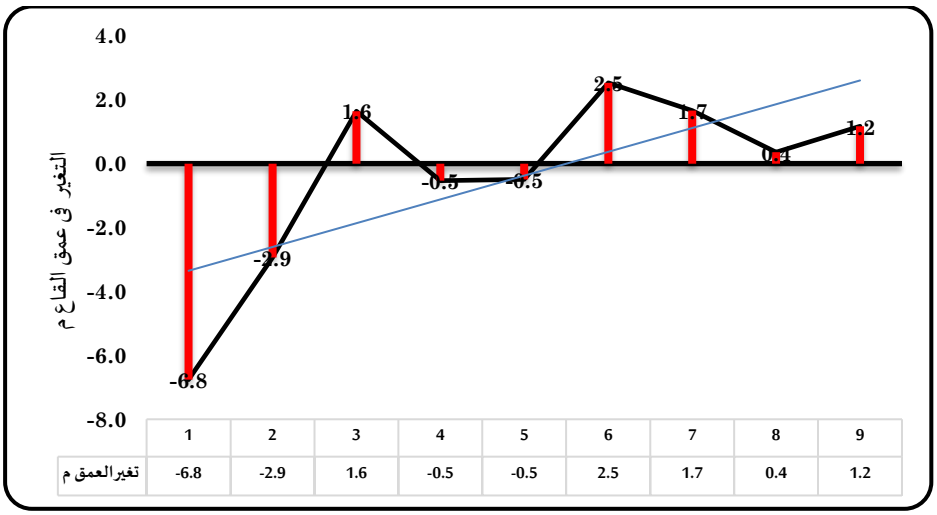
المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على جدول ٧

الخصائص الهيدروليكية لعام ٢٠١٨																	
رقم القطاع	القناه الغربية						القناه الوسطى						القناه الشرقية				
	T	H	P	A	R		T	H	P	A	R		T	H	P	A	R
3	75.5	3.58	75.9	133.7	1.76	ج كوم ادريجة	354	5.42	354.4	1157	3.27	محطة الكهرباء	239.2	5.96	239.8	713.5	2.98
4	61.5	2.99	61.9	123	1.99	جزيرة كوم ادريجة							564	6.82	564.5	1789	3.17
5	66.2	3.48	66.7	133.3	2	جزيرة كوم ادريجة							545.6	8.75	546.5	1891	3.46
6	159	3.56	159.4	328.7	2.06	جزيرة موسمية ١							263.8	7.89	265.1	1132	4.27
7	180	2.55	180.3	372.8	2.07	الدبابية البحرية	132.8	2.08	133	205.6	1.55	ج موسمية	287.5	6.12	288.2	1308	4.54
8	143.2	3.89	143.6	289.3	2.01	جزيرة الدبابية الجنوبية							377.5	5.9	378.2	1617	4.28
9	183.8	3.5	184.1	428.3	2.33	جزيرة الدبابية							420.3	6.42	421.1	1523	3.62
الخصائص الهيدروليكية لعام ١٩٨٢																	
رقم القطاع	القناه الغربية						القناه الوسطى						القناه الشرقية				
	T	H	P	A	R		T	H	P	A	R		T	H	P	A	R
1	148.1	7.31	149.7	545	3.64	جزيرة الكريمات							382.3	4.16	382.7	1251	3.27
2	الضفة الغربية						809.1	3.81	810.2	1944	2.4	الضفة الشرقية					
3	137.9	3.31	138.2	256	1.85	ج كوم ادريجة	362.2	6.73	363.1	1088	3	محطة الكهرباء	198.3	3.23	198.8	345.1	1.74
4	86.7	2.63	87.4	159.6	1.82	جزيرة كوم ادريجة							404.5	6.79	405.6	1369	3.38
5	94.1	3.01	94.7	138.2	1.46	جزيرة كوم ادريجة							502.2	6.13	503.1	1722	3.42
6	الضفة الغربية						582.7	8.17	584.3	1807	3.1	الضفة الشرقية					
7	35.7	1.43	35.9	25.3	0.7	ج موسمية	425.6	7.53	427.2	1320	3.09	ج موسمية	114.4	5.45	115.5	428.5	3.71
8	الضفة الغربية						639.1	6.6	640.2	2284	3.6	الضفة الشرقية					
9	182.2	8.15	184.1	771.8	4.19	جزيرة الدبابية							452.2	2.95	452.9	1064	2.35

٤-٣-٢ التغير في عمق القطاع المائى:

تباينت أعماق القطاعات المائية بمنطقة الدراسة من قطاع لآخر، فقد بلغ المتوسط العام لعمق القطاع المائى بمنطقة الدراسة ٦.٨٠ متراً عام ١٩٨٢، بينما بلغ ٧.٢٠ متراً عام ٢٠١٨. كما تباين أكثر عمق للقطاع المائى خلال الفترة ١٩٨٢ و٢٠١٨ من ٨.٢ إلى ١٤.١ متراً. وعلى الرغم من هذه الزيادة إلا أن عدد القطاعات التى قل بها العمق (الإرساب) ٥ قطاعات تتركز فى شمال منطقة الدراسة. وتبين من تحليل (جدول ٧) و(شكل ٦) أن الإتجاه العام يسير إلى الإرساب، فقد زاد العمق لعدد ٤

قطاعات، وهى القطاعات رقم ١ و٢ و٤ و٥، مما يدل على ضعف طاقة النحت الرأسى وزيادة معدلات الإرساب بمنطقة الدراسة بصفة عامة.



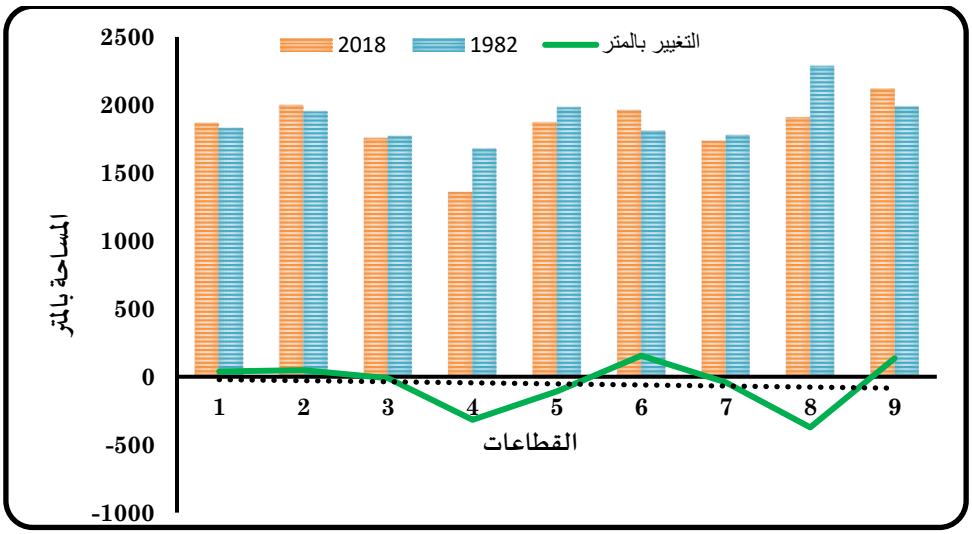
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
تغيرالعمق م	-6.8	-2.9	1.6	-0.5	-0.5	2.5	1.7	0.4	1.2

شكل (٦) التغيرات في عمق القطاع المائى بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠١٨

يعد القطاعان رقمى ١ و٢ أكثر القطاعات تغيراً، فقد سجلت أعمق نقطة في القطاع رقم ١ بالقناة الغربية من المجرى ٧.٣ متراً عام ١٩٨٢، لتصبح ١٤.١ متراً عام ٢٠١٨، ويرجع ذلك لضيق المجرى نتيجة بناء رؤس حجرية لحماية الطرف الشمالى الغربى لجزيرة الكريمات، بالإضافة إلى تكون حفرة إنجراف يصل عمقها إلى ٤ أمتار غرب هذه الرؤس نتيجة عمليات النحت الدوامى المستمرة. وكذلك سجلت أعمق نقطة بالقطاع رقم ٢ بالقناه الشرقية منه ٣.٨ متراً عام ١٩٨٢، لتصبح ٦.٧ متراً عام ٢٠١٨، ويرجع ذلك إلى عمليات النحت الدوامى خلف الستائر الحديديه المبنية لتوجيه المياه نحو الشرق لتمر بين الجزيرة الصناعية ومآخذ المياه لمحطات الكهرباء مما أدى إلى زيادة قدرة النهر على النحت بهذا المعدل السريع.

٤-٣-٣ التغير في مساحة القطاع المائى.

يدل تناقص مساحة القطاع المائى بعد توحيد منسوب سطح الماء بين القطاعين المرسومين في ذات الموقع خلال تاريخين مختلفين على تعرض منطقة الدراسة لعمليات إرساب خلال تلك الفترة والعكس صحيح، حيث يدل زيادة مساحة القطاع المائى على وجود نحت في قاع المجرى أو بجانبيه أو بكلاهما معاً، بينما يدل الثبات المساحى للقطاعات المائية خلال فترة الدراسة على وجود نوع من الإتزان الهيدروليكى النسبى للنهر. وتبين من مقارنة جداول العناصر الهيدرليكية خلال عامي ١٩٨٢ و٢٠١٨ (جدول رقم ٧) و(شكل ٧) نقص المتوسط العام لمساحة القطاعات المائية بمنطقة الدراسة عام ٢٠١٨ عنه في عام ١٩٨٢، فقد بلغ ١٨٤٣ م^{٢} لعام ٢٠١٨، بينما بلغ ١٨٩٦ م^{٢} لعام ١٩٨٢، بواقع تغير بلغ ٥٣ م^{٢} تقريباً، ويدل ذلك على نشاط عمليات الإرساب بصفة عامة خلال فترة الدراسة (شكل ٧).



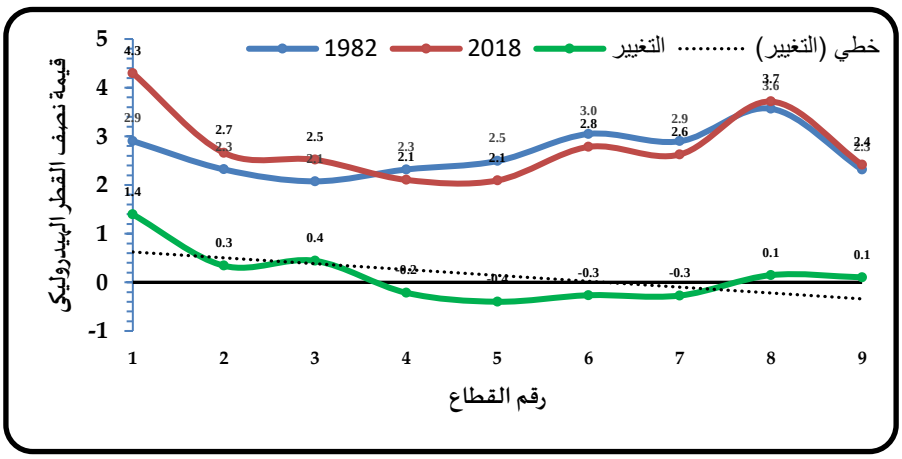
المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على جدول ٧

شكل (٧) التغير في مساحات القطاع المائى بمنطقة الدراسة بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨

سجل نقص في مساحة ٥ قطاعات وهى ٣ و٤ و٥ و٧ و٨ بمتوسط تغير بالنقص (الإرساب) بلغ ١٧٠ متراً، بينما سجلت ٤ قطاعات زيادة فى مساحاتها وهى ١ و٢ و٦ و٩ بمتوسط تغير نحو الزيادة (النحت) بلغ ٩٤ متراً. يعد القطاع رقم ٨ أكثر القطاعات تناقصاً في مساحة المقطع المائى، فقد بلغت مساحة المقطع المائى بالقطاع ٢٢٨٤ م^{٢} عام ١٩٨٢، بينما وصلت إلى ١٩١١ م^{٢} لعام ٢٠١٨ (شكل ٧)، ويرجع ذلك لعدة أسباب منها تكون جزيرة الديابية البحرية بالمجرى.

٤-٣-٤ التغير في نصف القطر الهيدروليكى[٢].

هو مقياس للتعبير عن قدرة القطاع المائي على الإستيعاب مهما إختلف شكله أو عمقة أو منسوبه. وقد تباينت قيم التغيير فى نصف القطر الهيدروليكى لقطاعات منطقة الدراسة، فقد سجلت أكبر نسبة تغير فى القطاع الأول ما قيمته ١.٤ بينما وصلت ٠.١ (ثبات نسبى) فى القطاعين ٨ و٩ شمال منطقة الدراسة، كما تبين من (شكل ٨) زيادة قيم التغيير لنصف القطر الهيدروليكى للثلاث قطاعات الأولى بقيمة ١.٤ و٠.٣



المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على جدول ٧

شكل (٨) التغير في نصف القطر الهيدروليكى بقطاعات منطقة الدراسة بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨

٢ – يعبر عن النسبة بين مساحة القطاع المائى وطول محيطه المبلل R=A/P

و٠.٤ على الترتيب بمتوسط بلغ ٠.٧، بينما إنخفض قيمة التغيير في قطاعات رقم ٥ و٦ و٧ حيث بلغ متوسط النقص ٠.٣، وتبين وجود ثبات نسبى للقطاعين رقمى ٨ و٩.

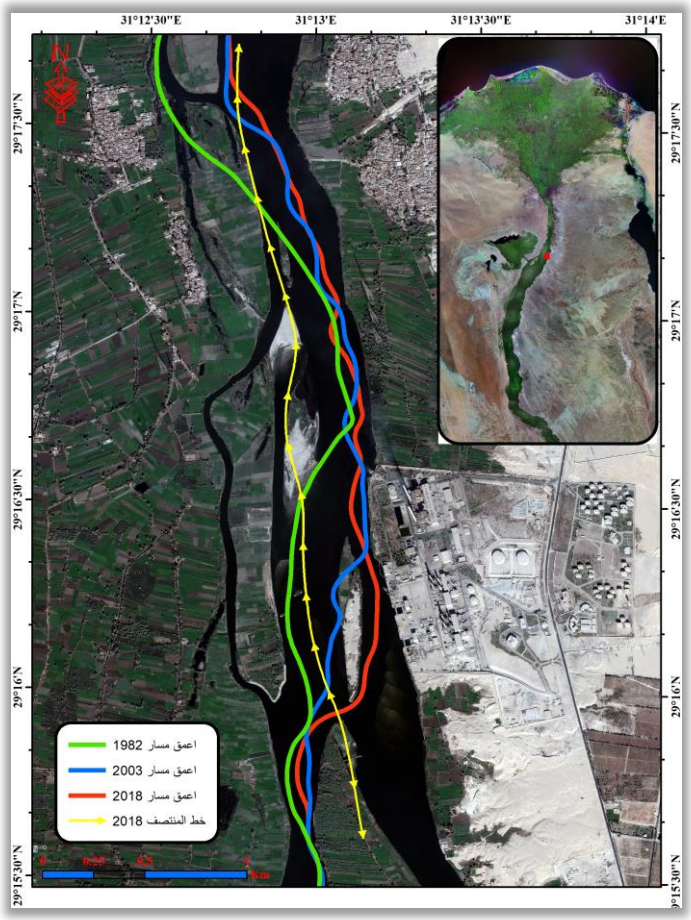
٤-٣-٥ التغير فى عدد قنوات المجرى.

تباينت الخصائص المورفولوجية للقطاعات بالمنطقة خلال فترة الدراسة، حيث تكون المجرى عام ١٩٨٢ من قناة واحدة (ليس به جزر) فى ثلاث قطاعات هى القطاعات رقم ٢ و٦ و٨، بينما تكون من قناتين نهريتين (قناة شرقية وقناة غربية تفصلهما جزيرة) فى أربع قطاعات، وتكون من ثلاث قنوات نهرية (قناه شرقية وقناه وسطى وقناه غربية ويفصل بينهما جزيرتين) فى القطاعين رقم ٣ و٧. وإختلفت هذه الصورة عام ٢٠٠٤ و٢٠١٨ حيث لم يعد هناك قطاعات يتكون فيها المجرى من قناه نهرية واحدة دون وجود الجزر، حيث أصبحت الجزر منتشرة على طول الحبس المدروس (جدول ٧)، ففى عام ٢٠٠٤ تكون المجرى من قناتين نهريتين (شرقية وغربية) فى عدد ٧ قطاعات ومن ثلاث قنوات نهرية في قطاعين إثنين. بينما فى عام٢٠١٨ تكون المجرى من قناتين نهريتين فى خمس قطاعات، ومن ثلاثة قنوات نهرية فى أربع قطاعات. ويدل ذلك على نشاط عمليات الإرساب بالمنطقة؛ والتى أدت إلى إنتشار الجزر بطول منطقة الدراسة إما ببناء جزر جديدة أو بزيادة أحجام وأطوال الجزر، خاصة وأنها جزر شريطية وطولية.

٤-٣-٦ التغير فى موقع أعمق مسار.

أعمق مسار أو (خط القعر) **Thalweg** هو الخط الذي يوصل بين أعمق النقط على مسار النهر، وهو الخط التي تجري فيه مياه النهر بأقصي سرعتها، وهو مصطلحاً دولياً يشير إلى أعمق خط في مجرى النهر أو القناة العميقة والصالحة لسير السفن أو الملاحة. ويحدث التغير فى أعمق مسار نتيجة للتغير فى العمليات الجيمورفولوجية بالمجرى، حيث يغير النهر مساره بشكل ديناميكى نتيجة للتغير المستمر فى عمليات النحت والترسيب بالمجرى إستجابة للضوابط التى تحدد له مجراه سواء كانت طبيعية أو بشرية.

تبين من (جدول ٨) و(شكل ٩) تناقص طول أعمق مسار خلال فترة الدراسة بحوالى ٨١ متراً، حيث سجل طول أعمق مسار ٤٧٢٤ م عام ١٩٨٢ بينما سجل ٤٦٤٣ م عام ٢٠١٨. كما أمكن تصنيف أعمق مسار طبقاً لموقعة من خط المنتصف إلى وقوعه بالجانب الشرقى أو الغربى، فقد تبين أنه كان يسير بنسبة ٦٥٪ من طوله بمنطقة الدراسة فى الجانب الغربى عام ١٩٨٢، بينما تغير الحال عام ٢٠١٨ لتصبح نسبة جريانه فى الجانب الغربى ٢٨٪ من طوله.



المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨

شكل (٩) التغير فى موقع أعمق مسار خلال فترة الدراسة

جدول (٨) تغيير طول (م) وموقع خط أعمق مسار بالنسبة للجانب الشرقى والغربى خلال فترة الدراسة

السنة	الجانب الشرقى	%	الجانب الغربى	%	الطول (م)
1982	1639	34.7	3085	65.3	4724
2003	3110	67.5	1499	32.5	4609
2018	3341	72	1302	28	4643

المصدر: من عمل الباحثين، اعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨

٤-٤ التغيرات المورفولوجية (الرأسية) مساحات وكميات النحت والترسيب.

تعتبر نتائج قياس حجم النحت أو الإرساب المبنية على مقارنة القطاعات العرضية صورة صحيحة ودقيقة للموقع المرسوم به القطاع فقط، وكذلك تقديرات أحجام النحت أو الترسيب المبنية عليه ربما تكون صحيحة ولكنها غير دقيقة؛ فتعتمد دقتها على مقدار المسافات البينية بين كل قطاع واخر. وبناء عليه لا يعبر أسلوب مقارنة القطاعات العرضية بأى حال عن مدى التغير في قاع وجوانب النهر بالحبس المدروس أو فى النهر برمته، أو حتى أمام وخلف موضع القطاع ببضعة أمتار، فقد يتعرض قطاع معين إلى إرساب شديد لأسباب موضعية قد يفوق نحتاً يتعرض له عشرات القطاعات العرضية الأخرى، ولهذا كان من الضرورى إتباع أسلوب النطاقات الطولية بدلاً من أسلوب القطاعات العرضية؛ وذلك لقياس حجم التغير بالقاع والجوانب بالنحت أو بالإرساب ومساحة المنطقة المعرضة لكلٍ من العمليتين، ويعتمد أسلوب النطاقات الطولية على رفع هيدروجرافى كامل للمجرى فى الحبس قيد الدراسة (إيمان عبد الحميد، ٢٠١٥، ص٢٠٢)، ومن خلال حساب كميات النحت والترسيب بمنطقة الدراسة من خلال الطريقتين السابق ذكرهما (القطاعات العرضية والنطاقات الطولية) والمقارنة بين نتائجهما تبين الآتى:

٤-٤-١ أسلوب القطاعات العرضية.

وهو أسلوب متبع فى معظم الدراسات ويلجأ إليه الباحثين لعدم وجود بيانات كافيه عن المنطقة من جهة، أو لصعوبة وزيادة تكلفة الدراسة الميدانية والرفع الهيدروجرافى للمجرى ككل من جهة أخرى. وجدير بالذكر أن طريقة تقدير كميات النحت والترسيب تعتمد دقة نتائجها على عدد القطاعات والمسافة البينية بين كل قطاع وآخر، فعند رسم ٤٠ قطاع لمنطقة كمنطقة الدراسة يبلغ طولها ٤ كم يكون كل قطاع ممثلاً لنطاق طولى قدره ١٠٠ متراً تقريباً، وهذه النتائج ستكون مختلفة وأدق مما إذا قمنا برسم ٤ قطاعات لنفس المنطقة والذى يصبح القطاع ممثلاً لمسافة تقدر بحوالى ١ كم. بالإضافة إلى ما يحتاجه الباحث من دقة كبيرة أثناء العمل الميدانى لرفع القطاع فى موقعه الذى يتطابق مع القطاع المرسوم من الخرائط القديمة مما قد يؤثر على دقة النتائج (شكل ١٠).

بإستخدام أسلوب القطاعات التضاريسية فى دراسة التغيرات المرفولوجية لمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة (عدد ٩ قطاعات عرضية، موزعة على مسافات متساوية بفاصل طولى ٥٠٠ متراً) فقد بلغت كميات النحت بين عامى ١٩٨٢ و٢٠٠٣ حوالى ٢٨٦٥٤٣٦ م^{٣} أى ما يقارب من ثلاثة ملايين متراً مكعباً من الرواسب المزالة والمنقولة من مكانها خلال ٢١ عاما بمعدل بلغ ١٣٦٤٥٠م^{٣} سنوياً. بينما بلغت كميات النحت بين عامى ٢٠٠٣ و ٢٠١٨ حوالى ٨٣٣٣٧٧ م^{٣} أى ما يزيد على ثلاثة أرباع المليون متراً مكعباً خلال ١٥ عاماً بمعدل بلغ ٥٥٥٥٨ م^{٣} سنوياً، واذا ما قدرنا كميات النحت من خلال مقارنة القطاعات التضاريسية بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨ مباشرةً دون الوقوف على بيانات القطاعات لعام ٢٠٠٣ نجد أن كميات النحت وصلت إلى ٣٦٩٨٨١٤ م^{٣} خلال فترة الدراسة ٣٦ عاماً بمعدل سنوى يقدر بحوالى ١٠٢٧٤٥ م^{٣}/عام (جدول ٩) و(شكل ١٠).

بلغت كميات الإرساب بين عامى ١٩٨٢ و٢٠٠٣ حوالى ٢٤١٠٥٠٧ م^{٣} أى ما يقارب مليونين ونصف المليون متراً مكعباً خلال ٢١ عاماً بمعدل سنوى بلغ ١١٤٧٨٦ م^{٣} ، بينما بلغت كميات الإرساب بين عامى ٢٠٠٣ و ٢٠١٨ حوالى ١٤٩٧٩٢٠ م^{٣}

أى ما يعادل مليون ونصف المليون متراً مكعباً خلال فترة ١٥ عام بمعدل سنوى بلغ ٩٩٨٦١ م^{٣} أى ما يعادل مائة الف متراً مكعباً سنوياً. وإذا ما قدرنا كميات الإرساب من خلال مقارنة القطاعات التضاريسية العرضية بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨ مباشرةً دون الوقوف على بيانات القطاعات لعام ٢٠٠٣، نجد أن كميات الإرساب وصلت إلى ٣٩٠٨٤٢٧ م^{٣} خلال فترة الدراسة ٣٦ عاماً بمعدل إرساب سنوى قدر بحوالى ١٠٨٥٦٧ م^{٣} /عام.

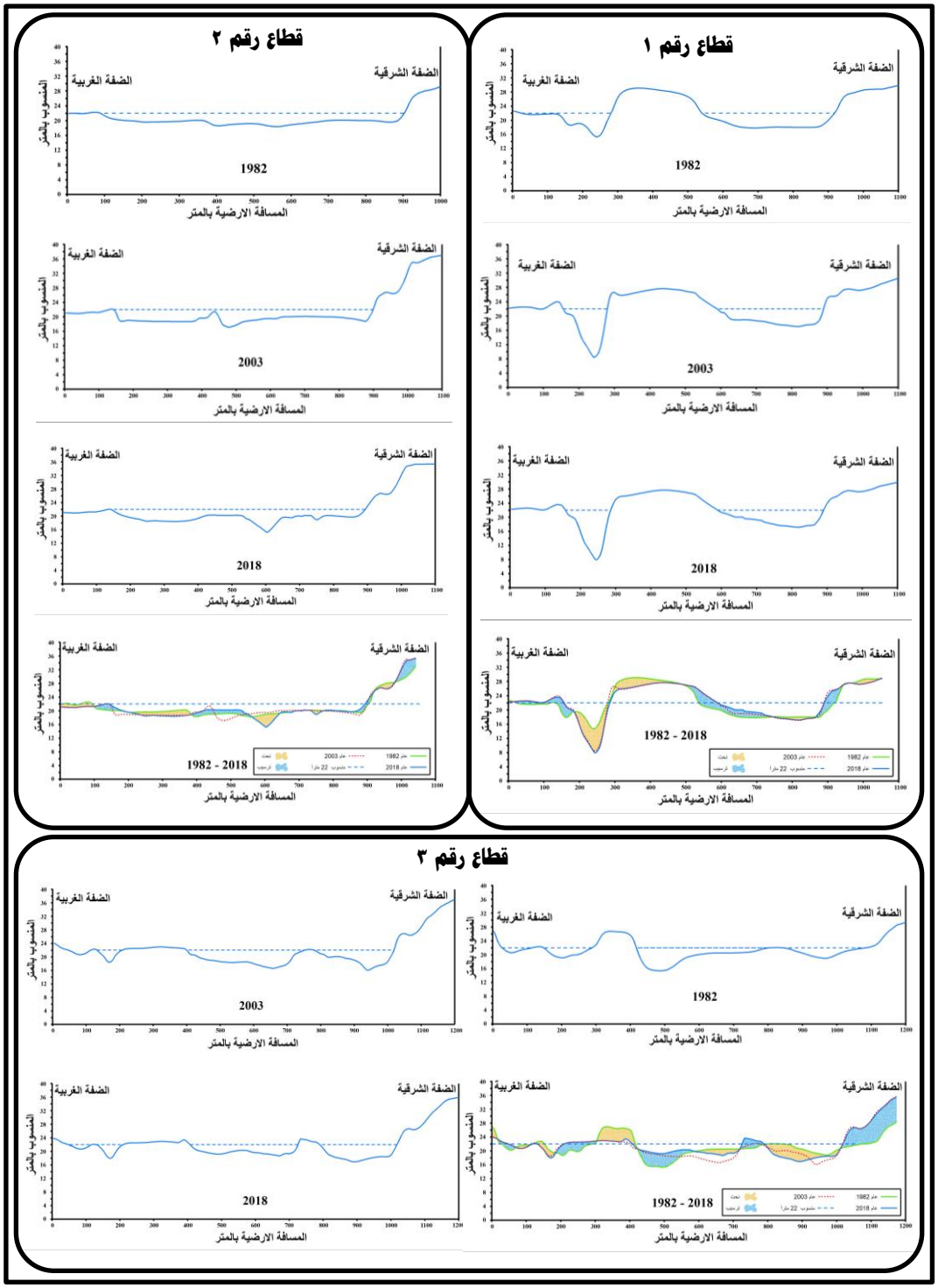
يتضح من العرض السابق زيادة حجم النحت على الإرساب خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٠٣ بحوالى ٤٥٤٩٢٩ م^{٣} بمعدل سنوى قدره ٢١٦٦٣ م^{٣} ، بينما إنعكست الصورة خلال الفترة التالية من ٢٠٠٣ – ٢٠١٨ وزاد حجم الإرساب على حجم النحت بحوالى ٦٦٤٥٤٢ م^{٣} بمعدل سنوى ٤٤٣٠٢ م^{٣}. وإذا ما تم مقارنة كميات النحت والإرساب بين عامى ١٩٨٢ – ٢٠١٨ مباشرةً دون الوقوف على بيانات القطاعات عام ٢٠٠٣ نجد أن الصورة النهائية تجنح للإرساب، حيث وصلت كمية الإرساب إلى ٢٠٩٦١٤ م^{٣} خلال فترة الدراسة (٣٦ عاماً) وعليه يكون المعدل السنوى ٥٨٢٣ م^{٣} وهى كمية متوافقة مع ما يتم إزالته لتطهير المجرى سنوياً.

تبين من خلال تحليل (جدول ٩) و(شكل ١٠) نشاط عمليات النحت خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٠٣ لاسيما فى الثلاث قطاعات المواجهة لساحل محطات الكهرباء(قطاعات رقم ٣ و٤ و٥) والتى تبدء من الكيلومتر ٩٠ وحتى الكيلومتر ٩١.٥، فقد بلغت كميات النحت للقطاعات الثلاث مجتمعة ما نسبته ٥٥.٦٪ من كمية النحت بقطاعات منطقة الدراسة. بينما إنعكست الصورة خلال الفترة ٢٠٠٣ – ٢٠١٨ فقد جنحت هذه القطاعات الثلاث إلى الإرساب نتيجة لزيادة عمليات الترسيب المستمرة، فقد بلغت نسبتهم ٧٥.٣٪ من جملة كميات الإرساب بمنطقة الدراسة، نتيجة مباشرة لسحب المياه من مآخذ محطات الكهرباء ١ و٢ و٣ المستمر خلال هذه الفترة.

جدول (٩) مساحات وأحجام النحت والإرساب إعتماداً على القطاعات العرضية للمنطقة بين عامى ١٩٨٢ – ٢٠١٨

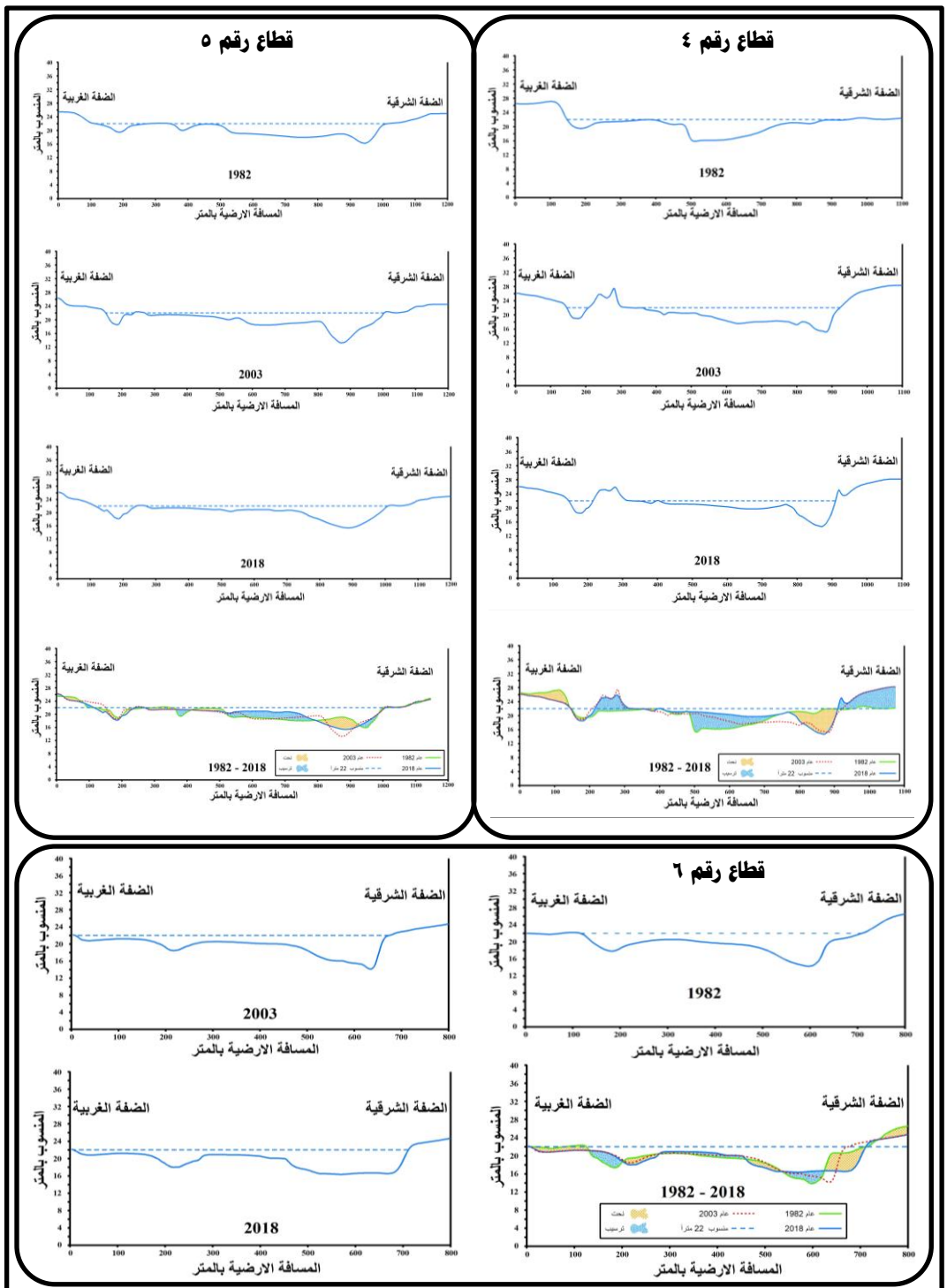
م	الموقع كم	مساحة النحت م٢	مساحة الإرساب م٢	الفرق	حجم النحت م٣	حجم الإرساب م٣	الفرق م٣
		2003 - 1982					
1	92	509	368	-141	254559	183944	-70615
2	91.5	380	270	-110	190139	135164	-54975
3	91	913	591	-323	456663	295312	-161351
4	90.5	806	573	-233	402911	286528	-116384
5	90	557	380	-177	278484	189998	-88485
6	89.5	284	322	37	142165	160768	18602
7	89	1002	837	-166	501153	418361	-82792
8	88.5	561	932	371	280703	466069	185367
9	88	717	549	-169	358659	274363	-84297
*	88-92	5731	4821	-910	2865436	2410507	-454929
		2018 - 2003					
م	الموقع كم	مساحة النحت م٢	مساحة الإرساب م٢	الفرق	حجم النحت م٣	حجم الإرساب م٣	الفرق م٣
1	92	50	119	69	24933	59582	34649
2	91.5	313	353	40	156585	176476	19891
3	91	232	533	301	115958	266389	150431
4	90.5	100	652	552	49867	326103	276236
5	90	201	487	285	100615	243324	142709
6	89.5	351	169	-182	175454	84300	-91153
7	89	90	297	207	44809	148548	103739
8	88.5	161	161	-1	80738	80415	-323
9	88	169	226	57	84420	112784	28364
*	88-92	1667	2996	1329	833378	1497920	664542
		2018 - 1982					
م	الموقع كم	مساحة النحت م٢	مساحة الإرساب م٢	الفرق	حجم النحت م٣	حجم الإرساب م٣	الفرق م٣
1	92	559	487	-72	279492	243526	-35965
2	91.5	693	623	-70	346724	311640	-35085
3	91	1145	1123	-22	572620	561701	-10919
4	90.5	906	1225	320	452779	612631	159852
5	90	758	867	108	379098	433322	54224
6	89.5	635	490	-145	317619	245068	-72551
7	89	1092	1134	42	545962	566908	20947
8	88.5	723	1093	370	361441	546484	185044
9	88	886	774	-112	443080	387147	-55933
*	88-92	7398	7817	419	3698814	3908427	209614

المصدر: من عمل الباحثين إعتماداً على الدراسة الميدانية والقياسات من نماذج الإرتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨



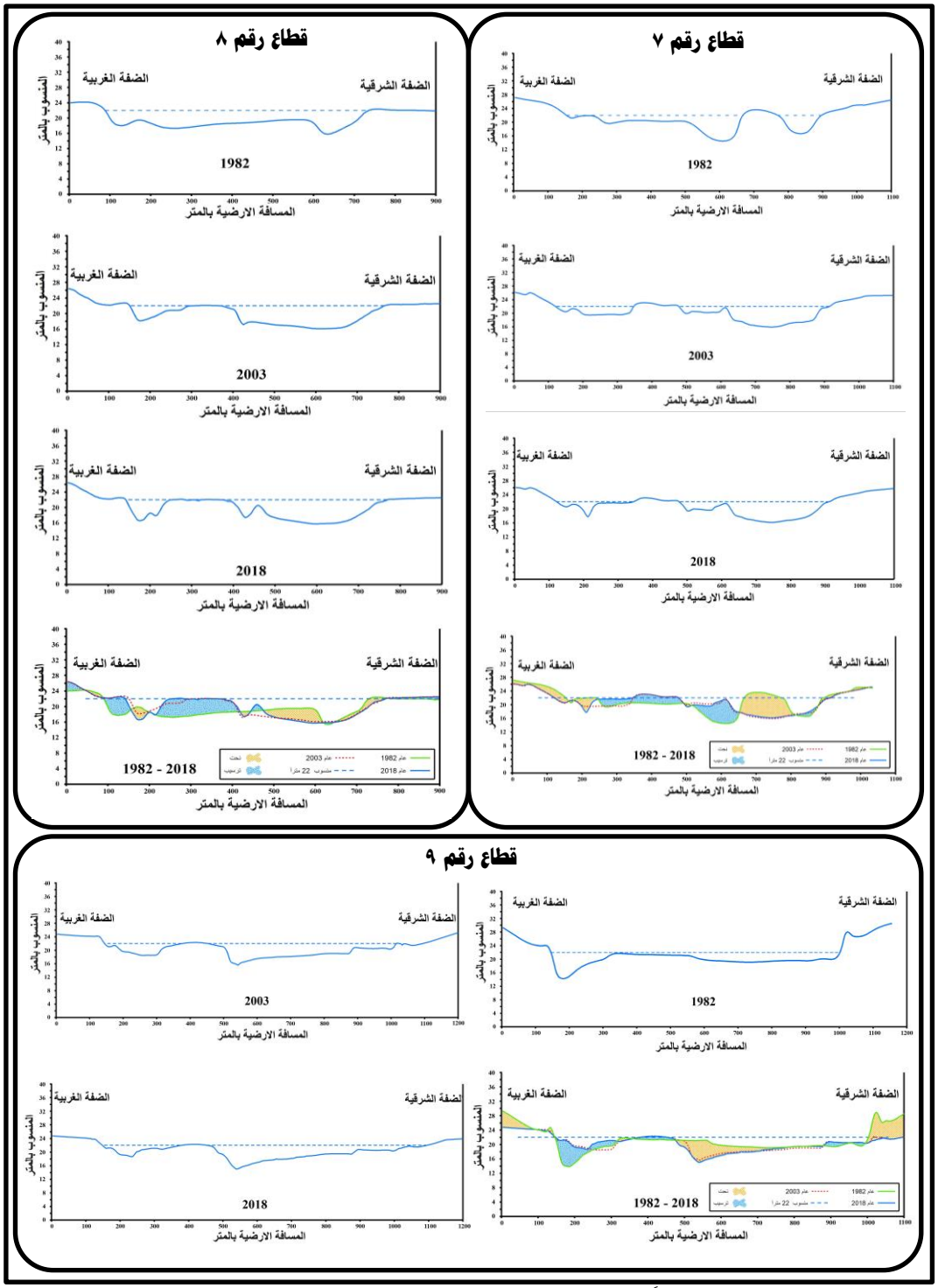
المصدر : من عمل الباحثين إعتماداً على نماذج الإرتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و ٢٠٠٣ و٢٠١٨

شكل (١٠) القطاعات العرضية لمنطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحثين إعتماداً على نماذج الإرتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و ٢٠٠٣ و٢٠١٨

تابع شكل (١٠) القطاعات العرضية لمنطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحثين إعتماداً على نماذج الإرتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و ٢٠٠٣ و٢٠١٨

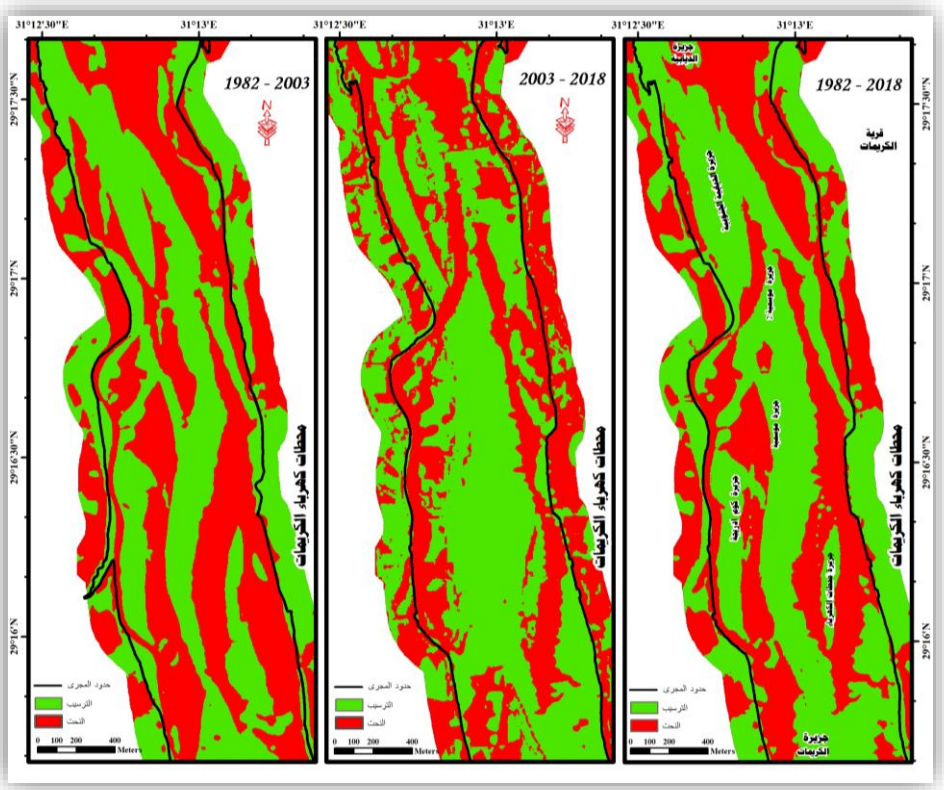
تابع شكل (١٠) القطاعات العرضية لمنطقة الدراسة

٤-٤-٢ أسلوب النطاقات الطولية.

وهو أسلوب يعتمد على رفع هيدروجرافى للمجرى ككل (من الشارب إلى الشارب)، وإستخلاص النتائج في شكل نقاط مناسيب بعد حلها بإستخدام البيانات المستخلصة من أجهزة GPS والتى تتسامت إحدي محطاته الثابتة على نقاط ضبط أرضى معلومة على الضفة (أعلي رخامة المأخد لمحطات الكهرباء)، ومن نقاط المناسيب يتم بناء نموذج إرتفاع رقمى **DEM** لهذا الجزء، لكل عام من التاريخين، ثم يستخدم أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية المتخصصة (**ArcGIS_10.5**) في مقارنة نموذجى الإرتفاع الرقمى لاعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨ عن طريق أداة الحفر والردم **Cut/Fill** وتم إستخلاص جداول بنتائج بمساحات وأحجام الحفر والردم لكل نطاق على حدة (شكل ١١).

وجدير بالذكر أن دقة نتائج كميات النحت والترسيب (الحفر والردم) تعتمد بشكل رئيسى على دقة نماذج الإرتفاع الرقمية المستخدمة فى إستخلاص النتائج، فكلما صغر حجم الخلية المبنى منها نماذج الإرتفاعات الرقمية كلما كانت النتائج دقيقة. ويعتمد حجم الخلية بصورة مباشرة على البيانات النقطية أو المسافات البينية بين نقاط الإرتفاع أو الفاصل الكنتورى بين خطوط الكنتور، فكلما قل هذا الفاصل وقلت المسافة الأرضية بين نقاط الإرتفاعات زادت دقة البيانات، وبالتالى قلة حجم الخلية المكونة لنموذج الإرتفاع الرقمى؛ وزيادة دقة النتائج. وبناء على ما سبق تم بناء نموذج إرتفاع رقمى DEM لكل نطاق يصل طوله إلى ٥٠٠ متراً، والذى يمثله أو يتوسطه القطاع العرضى سالف الذكر بفاصل كنتورى أقل من نصف متراً فى خرائط ١٩٨٢، وبمسافة أرضية بين نقاط الإرتفاع تقل عن ٢٠ متراً فى بيانات ٢٠١٨ وكانت نتائج الدراسة (جدول ١٠) و(شكل ١١) كما يلى:

بلغت كميات النحت بين عامى ١٩٨٢ و ٢٠٠٣ حوالى ٢٢٦١٤٣٥م^{٣} أى ما يقل عن إثنين مليون وربع المليون متراً مكعباً من الرواسب المزالة والمنقولة من مكانها خلال ٢١ عاما، بمعدل بلغ ١٠٧٦٨٧م^{٣} سنوياً. بينما بلغت كميات النحت بين عامى ٢٠٠٣ و ٢٠١٨ بحوالى ٩١٠٤٩٤ م^{٣} أى ما يقل عن المليون متراً مكعباً خلال ١٥ عاماً بمعدل بلغ حوالى ٦٠٧٠٠ م^{٣} سنوياً. وإذا ما قدرنا كميات النحت من خلال مقارنة القطاعات التضاريسية بين عامى ١٩٨٢ و ٢٠١٨ مباشرةً دون الوقوف على بيانات القطاعات لعام ٢٠٠٣، نجد أن كميات النحت وصلت إلى ٢١٠٤٠١٦ م^{٣} خلال فترة الدراسة (٣٦ عاماً) بمعدل سنوى يقدر بحوالى ٥٨٤٤٥ م^{٣} /عام (جدول ١٠).



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام اداة Cut&Fill من ادوات تحليل برنامج ArcGIS اعتماداً على نماذج الارتفاع الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨

شكل (١١) مناطق النحت والترسيب الناتجة عن إستخلاص كميات الحفر والردم لمنطقة الدراسة

جدول (١٠) مساحات وأحجام النحت والترسيب إعتماداً على النطاقات الطولية للمنطقة بين عامى ١٩٨٢ – ٢٠١٨

م	الموقع كم	2003 - 1982					
		مساحة النحت م٢	مساحة الإرساب م٢	الفرق م٢	حجم النحت م٣	حجم الإرساب م٣	الفرق م٣
1	91.5 - 92	183942	172512	-11430	165018	159789	-5229
2	91 - 91.5	221994	156600	-65394	274475	180227	-94248
3	90.5 - 91	194184	182664	-11520	377106	261042	-116064
4	90 - 90.5	181773	178767	-3006	334095	183396	-150699
5	89.5 - 90	136683	175176	38493	102928	169827	66899
6	89 - 89.5	129204	158022	28818	259291	232573	-26718
7	88.5 - 89	143667	170838	27171	336311	380937	44626
8	88 - 88.5	200448	142182	-58266	412209	276195	-136014
*	88-92	1391895	1336761	-55134	2261435	1843988	-417447

م	الموقع كم	2018 - 2003					
		مساحة النحت م٢	مساحة الإرساب م٢	الفرق م٢	حجم النحت م٣	حجم الإرساب م٣	الفرق م٣
1	91.5 - 92	162198	191637	29439	137041	145114	8073
2	91 - 91.5	148986	229554	80568	181979	259492	77513
3	90.5 - 91	163737	227916	64179	104126	315417	211291
4	90 - 90.5	139545	216279	76734	92891	253784	160893
5	89.5 - 90	150669	191844	41175	84255	122878	38623
6	89 - 89.5	132192	140229	8037	116094	138549	22455
7	88.5 - 89	177642	145134	-32508	86653	109709	23056
8	88 - 88.5	210312	96417	-113895	107454	82588	-24866
*	88-92	1285281	1439010	153729	910493	1427531	517038

م	الموقع كم	2018 - 1982					
		مساحة النحت م٢	مساحة الإرساب م٢	الفرق م٢	حجم النحت م٣	حجم الإرساب م٣	الفرق م٣
1	91.5 - 92	179910	175563	-4347	185083	188538	3455
2	91 - 91.5	175410	201528	26118	234046	220562	-13484
3	90.5 - 91	196092	180414	-15678	230803	336084	105281
4	90 - 90.5	171153	185526	14373	335932	345077	9145
5	89.5 - 90	110223	201510	91287	102700	229534	126834
6	89 - 89.5	112032	156969	44937	250509	232557	-17952
7	88.5 - 89	128628	185643	57015	338529	410500	71971
8	88 - 88.5	197487	110223	-87264	426414	167779	-258635
*	88-92	1270935	1397376	126441	2104016	2130631	26615

المصدر: من عمل الباحثين إعتماداً على الدراسة الميدانية والقياسات من نماذج الإرتفاعات الرقمية للاعوام ١٩٨٢ و٢٠٠٣ و٢٠١٨

بلغت كميات الإرساب بين عامى ١٩٨٢ و٢٠٠٣ حوالى ١٨٤٣٩٨٨م^{3} أى ما يقارب ٢ مليون متراً مكعباً خلال ٢١ عاماً بمعدل سنوى حوالى ٨٧٨٠٩ م^{3} ، بينما بلغت كميات الإرساب بين عامى ٢٠٠٣ و ٢٠١٨ حوالى ١٤٢٧٥٣١ م^{3} أى ما يقارب مليون ونصف المليون متراً مكعباً خلال فترة ١٥ عام بمعدل سنوى حوالى ٩٥١٦٩ م^{3} سنوياً (جدول ١١). وإذا ما قدرنا كميات الإرساب من خلال مقارنة النطاقات الطولية بين عامى ١٩٨٢ و٢٠١٨ مباشرةً دون الوقوف على بيانات النطاقات لعام ٢٠٠٣، نجد أن كميات الإرساب بلغت ٢١٣٠٦٣١ م^{3} خلال فترة الدراسة (٣٦ عاماً) بمعدل إرساب سنوى يقدر بحوالى ٥٩١٨٤ م^{3} /عام. (شكل ١٢).

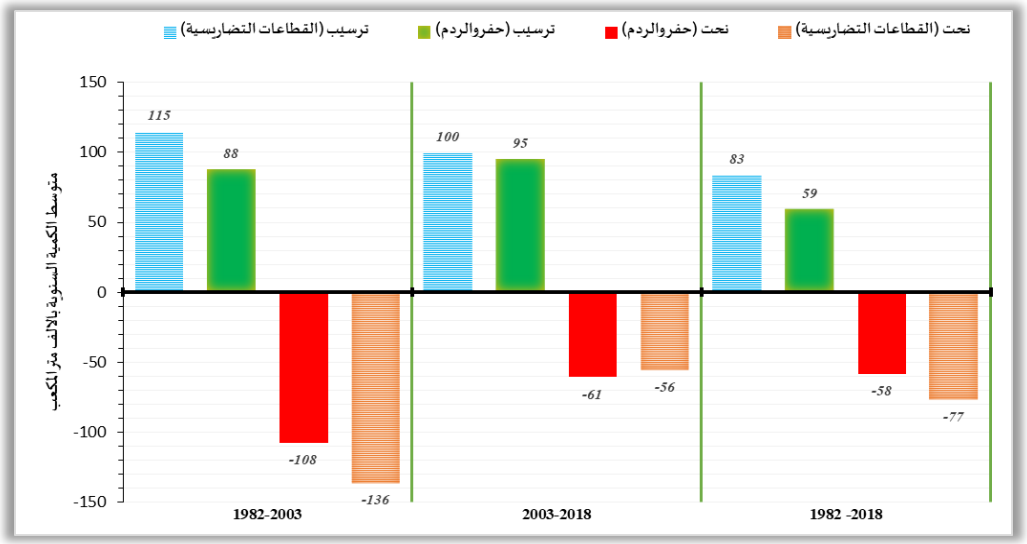
جدول (١١) نتائج قياس أحجام النحت والترسيب إعتماداً على أساليب مختلفة خلال فترة الدراسة

الفترة الزمنيه	1982 - 2003		2003 - 2018		1982 - 2018	
طريقة الحساب	القطاعات العرضية	النطاقات الطولية	القطاعات العرضية	النطاقات الطولية	القطاعات العرضية	النطاقات الطولية
النحت	-2865436	-2261435	-833378	-910493	-2768232	-2104016
الترسيب	2410507	1843988	1497920	1427531	3005698	2130631
الفارق	-454929	-417447	664542	517038	237466	26615
المعدل السنوى االنحت	-136449	-107687	-55559	-60700	-76895	-58445
المعدل السنوى للارساب	114786	87809	99861	95169	83492	59184
المعدل السنوى	-21663	-19878	44303	34469	6596	739

المصدر : إعتماداً على جدول ٩ وجدول ١٠

يتضح من العرض السابق زيادة حجم النحت على الإرساب خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٠٣ بحوالى ٤١٧٤٤٧ م^{3} بمعدل سنوى قدره ١٩٨٧٨ م^{3} ، بينما إنعكست الصورة خلال الفترة التالية ٢٠٠٣ – ٢٠١٨ حيث زاد حجم الإرساب على حجم النحت بحوالى

٥١٧٠٣٧ م^{٣} بمعدل سنوى ٣٤٤٦٩ م^{٣}. وإذا ما تم مقارنة كميات النحت والإرساب بين عامى ١٩٨٢ – ٢٠١٨ مباشرةً دون الوقوف على بيانات النطاقات عام ٢٠٠٣ ، نجد أن الصورة النهائية تجنح للإرساب، حيث وصل الفارق بين كميات النحت والإرساب إلى ٢٦٦١٥ م^{٣} خلال فترة الدراسة (٣٦ عاماً) وعليه يكون المعدل السنوى ٧٤٠ م^{٣} تقريباً، (شكل ١٢)



شكل (١٢) الفرق بين كميات النحت والإرساب المستخلصة من القطاعات التضاريسية وتلك المستخلصة من خريطة كميات الحفر والردم Cut&Fill بالالف متر مكعب خلال فترة الدراسة

٥- الخاتمة

تبين من خلال النتائج السابقة أن مجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة تعرض لحدوث تغيرات مورفولوجية وهيدروليكية كبيرة خلال فترة الدراسة، تمثلت فى حدوث تناقص طول الضفة الشرقية عن الغربية بحوالى ٢٥٠ متراً وتناقص عرض المجرى المائى بحوالى ٤٠ متراً. كما قلت مساحة المسطح المائى بحوالى ٣١ فداناً، وزادت أعداد الجزر علاوة على زيادة مساحاتها بنسبة ٤٠٪. كما تبين من النتائج السابقة زيادة متوسط عمق المجرى

بقيمة ٠.٤ م مع نقص فى المتوسط العام لمساحة القطاع المائى بحوالى ٥٣ م^{٢}. وتبين من نتائج حساب كميات النحت والترسيب، نشاط عمليات النحت وزيادة حجمه خلال الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٠٣، بينما إنعكست الصورة خلال الفترة ٢٠٠٣ – ٢٠١٨ حيث جنح النهر إلى الإرساب. وسوف تتم مناقشة نتائج الدراسة بداية بالعوامل المؤثرة في التغيرات المورفولوجية بالمجري وإنتهاءً بالآثار الجيمورفولوجية والبيئية والإقتصادية المترتبة علي هذه التغيرات كالتالى:

٥-١ مظاهر التدخلات البشرية بمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة.

تتعدد العوامل المؤثرة فى مورفولوجية المجارى المائية وتنقسم إلى قسمين يختص الأول منها بالعوامل الطبيعية مثل جيولوجية وطبوغرافية قاع وجوانب المجرى وخصائص المياه وحجم التصريف والحمولة العالقة ومدى إنتشار وكثافة الحشائش المائية فى القاع وعلى الجوانب... الخ، بينما يختص القسم الثانى منها بالعوامل المرتبطة بالإنسان وأنشطته المختلفة؛ والتى تؤدى إلى حدوث تغيرات فى مورفولوجية القنوات المائية. وسوف نستعرض أهم مظاهر تدخل الإنسان (صورة ٢) وأنشطته البشرية المختلفة على مورفولوجية المجرى بمنطقة الدراسة كالتالى:

- **كمية المياه المستخدمة فى التبريد والمنصرفة** من محطات الكهرباء بالإضافة إلى إرتفاع درجة حرارتها من نواتج تبريد المولدات، مما يزيد من سرعة المياه بالمجرى وبالتالى زيادة حدوث تغيرات فى العمليات الجيمورفولوجية بالمجرى.
- **التطهير المستمر** سنوياً أمام مآخذ المياه لمحطات الكهرباء وفى المجرى الملاحى مما يؤدى الى عكارة المياه وتعلق الرواسب الدقيقة فى الحجم، الأمر الذى ساعد على نقلها وترسيبها فى مواقع أخرى كالجزر. بالإضافة إلى إستخدام الأهالى

لعوادم التكريك والتطهير الدورى فى تعلية مناسيب هوامش الجزر لكسب أراضى جديدة على حساب النهر.

- **إستخدام السواتر المعدنية** فى إعادة هيكلة جزيرة المحطة وتطويقها للمحافظة على خصائصها دون تغير وتخصيص الطرف الغربى منها لصرف مياه نواتج التبريد لمحطات الكهرباء ٢ و٣ بعد توصيلها بخطوط طرد المياه أسفل القناة الشرقية للمجرى، بالإضافة إلى إنشاء سور معدنى بالطرف الشمالى الشرقى لجزيرة الكريمات للتحكم فى مسار المياه لتتجمع عند مآخذ المحطات.
- **التكسيات الحجرية** للضفة الشرقية من المجرى شمال محطات الكهرباء لحمايتها من التآكل بسبب عمليات النحت الجانبى المستمرة، بالإضافة إلى التكسيات الحجرية لبدايات بعض الجزر مثل جزيرة كوم ادريجة للحفاظ عليها من الإلتحام بالضفة الغربية.
- **عمليات ردم وتعلية أجزاء من المجرى** من قبل الأهالى وخاصة بالقناة الغربية والتى تفصل الجزر عن الضفة الغربية، فيقوم الأهالى بردم الطرف الجنوبى للجزيرة، فتتحول القناة إلى سيالة تقترن بالنهر من شمال الجزيرة التى؛ ما تلبث أن تجف فتلتحم الجزيرة بالضفة معدلة من حدود الضفة الغربية. وجدير بالذكر أن جزيرة الديابية الجنوبية فى طريقها إلى الإلتحام بالضفة الغربية.
- **الحشائش المائية** والتوسع فى زراعتها وإنتشارها من قبل الصيادين بالأطراف الشمالية والغربية للجزر لتخفيض سرعة المياه، وترسيب الحمولة العالقة من الرواسب والطمى لكسب أراضى جديدة لصالحهم على حساب النهر. (مثل الطرف الشمالى من جزيرة كوم ادريجة، والطرف الشمالى الشرقى لجزيرة الكريمات والأطراف الغربية لجزيرة الديابية).

صورة (٢) صور لمظاهر التدخلات البشرية بمنطقة الدراسة

٢-٥ التأثيرات المترتبة على صرف مياه عوادم التبريد على العمليات الجيمورفولوجية.

تبين من خلال الدراسات السابقة أن العمليات الجيمورفولوجية من نحت ونقل وإرساب تكون حساسة للتغيرات فى درجة حرارة الماء، وعلى الرغم من تضارب الآراء حول تأثير درجة حرارة المياه على العمليات الجيمورفولوجية، حيث يذهب البعض إلى زيادة النحت والنقل بزيادة درجة حرارة الماء (Mostafa, M. G. (1949 ويذهب البعض الآخر من أصحاب التجارب المعملية إلى زيادة الإرساب بإرتفاع درجة حرارة الماء أمثال (Ho, P. Y., 1939) و(Lane, e. a., et al., 1949) و(Straub, L. G. e. a., et al., 1958) و(Hong, **e.** a., et al, 1984). وجدير بالذكر أنه من الثابت علمياً قلة كثافة الماء ولزوجته بإرتفاع درجة حرارته، وبناء عليه تتزايد سرعة الماء بإنخفاض الكثافة واللزوجة؛ فالعلاقة بينهما علاقة عكسية، فكلما إرتفعت درجة حرارة الماء قلت لزوجته وكثافته. وعلى الرغم من زيادة السرعة فإن قلة اللزوجة تؤثر على حمل الرواسب.

يؤدى إنخفاض درجة حرارة الماء إلى زيادة حمل الرواسب والعكس صحيح، فقد أثبت (Lane, e. a., et al., 1949) ، فى دراسته على نهر كولورادو أن متوسط أحمال الرواسب إنخفض بشكل ملحوظ في الصيف (عند ٢٩.٤٤ درجة مئوية) ، مقارنة بأحمال الرواسب في الشتاء (عند ١٠ درجة مئوية). بمعنى آخر، أدى انخفاض درجة حرارة الماء بمقدار ١٩.٤٤ درجة مئوية إلى مضاعفة حمل الرواسب.

وفى دراسة معملية تعرض (Hong et al., 1984) لتركيز الرواسب فى المياه أو قدرة المياه على حمل الرواسب خلال ضوابط مختلفة مع تغير درجة الحرارة بين صفر و٣٠ درجة مئوية، وأظهرت النتائج أنه بإرتفاع درجة حرارة الماء من صفر إلى ٣٠ درجة مئوية وعند سرعة المياه ١.٣٨ قدم/ثانية إنخفض الحمل لرواسب القاع من ١٥٣٧ إلى ٢٠٣ جزء فى المليون، وبزيادة سرعة التيار إلى ٢.٢٣ قدم /ثانية إنخفض حمل رواسب

القاع من ١٠٦٠ إلى ١٠٩ جزء فى المليون. بمقارنة هاتين الحالتين بتغير في السرعة وبقاء جميع المتغيرات الأخرى ثابتة، فيستخلص أنه يؤدى التدفق الأسرع للمياه إلى حدوث إنخفاضًا أكبر في تركيز الرواسب بأكثر من الضعف، وذلك فى حدود درجة حرارة (من ١ إلى ٣٠ درجة مئوية). وخلص البحث إلى أن اللزوجة المنخفضة المرتبطة بدرجات حرارة الماء الأكثر دفئًا تزيد من سرعة سقوط جسيمات الرواسب، مما يؤدي إلى إنخفاض تركيز الرواسب.

وبناء على ما سبق فإن منطقة الدراسة تتأثر بشكل ملحوظ بإرتفاع درجة حرارة المياه الناتجة عن التبريد المستمر لمحطات الكهرباء، والتى تزيد عن نصف المليون متراً مكعباً يومياً من الماء الذى ترتفع درجة حرارته عن متوسط درجة حرارة الماء بالمجرى عن ١٠ درجات مئوية، ويفسر ذلك التغير فى العمليات الجيمورفولوجية خلال فترة الدراسة فقد جنح النهر إلى النحت خلال ٢١ عاما الأولى من الدراسة والتى سبقت إنشاء المحطات فى معظمها، فقد بلغ كمية النحت الصافية ٤١٧ الف م^{٣} خلال ٢١ عاماً (منذ عام ١٩٨٢ وحتى ٢٠٠٣) بكمية سنوية للنحت تقارب ٢٠ الف م^{٣}، بينما تغيرت العمليات الجيمورفولوجية من النحت إلى الإرساب خلال الفترة (٢٠٠٣ – ٢٠١٨) فتدل النتائج على جنوح النهر إلى الإرساب بمنطقة الدراسة حيث تبين أن كمية الرواسب بلغت ٥١٧ الف م^{٣} خلال هذه الفترة (١٥ عاماً) بمعدل سنوى بلغ ٣٤.٥ الف م^{٣}/ سنويا (جدول رقم ١١)،

كما أدى تغير العمليات الجيمورفولوجية بالنهر خلال فترة الدراسة إلى تغير مواضع النحت والإرساب بين الجانبى الشرقى والغربى، فقد كان هناك نوعاً من التوازن النسبى بين النحت والإرساب فى كلا الجانبين قبل إنشاء المحطات، بينما تغير الوضع بعد إنشاء المحطات فقد جنح النهر إلى النحت بالجانب الشرقى ؛ الذى يستقبل كمية

المياه المنصرفة من التبريد ذات الحرارة العالية والتى أدت إلى زيادة سرعة المياه، وبالتالى زادت قدرة النهر على النحت الجانبى بالضفة الشرقية شمال محطات الكهرباء. بالإضافة إلى النحت الرأسى والذى أدى إلى إزالة جزيرة بالكامل (جزيرة موسمية ٣) بلغت مساحتها عن ١٠ أفدنة (جدول ٥) و(شكل ٤).

ويدل تغير مسار خط العمق (أعمق مسار) على تغير العمليات الجيمورفولوجية بين جانبى المجرى الشرقى والغربى، والذى إتضح من الدراسة أنه هجر موقعه إلى الشرق ليسير بنسبة ٧٢ % من طوله بالنصف الشرقى من المجرى، ويسير ما يزيد عن نصف هذا الطول ملاصق للضفة الشرقية شمال محطات الكهرباء (جدول ٨) و(شكل ٩).

وقد أدى زيادة الإرساب فى المجرى بصفة عامة وفى الجانب الغربى من المجرى بصفة خاصة إلى بناء جزر جديدة بالمجرى خلال الفترة (٢٠٠٣ –٢٠١٨) لم تكن موجودة من قبل مثل جزيرة موسمية ١ و٢ بالإضافة إلى زيادة مساحات باقى الجزر التى اصطفت خلف بعضها البعض فى شكل طولى محتله أكثر من نصف الجانب الغربى من المجرى بمنطقة الدراسة. فقد تضاعفت مساحة جزيرة الديابية الجنوبية أكثر من ١٠ أضعاف مساحتها حيث بلغت حوالى ٦٦ فدان عام ٢٠١٨ ، بينما كانت تشغل مساحة ٦.٢ فدان عام ١٩٨٢، وتبين من دراسة (جدول ٥) زيادة المساحة الإجمالية للجزر بمقدار ٩٥.٤ فدان خلال فترة الدراسة وهو دليل على جنوح النهر نحو الإرساب خلال الفترة الأخيرة (٢٠٠٣ – ٢٠١٨) لاسيما فى الجانب الغربى منه.

٥-٣ الآثار الإقتصادية للتغيرات الجيمورفولوجية بمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة.

تتكبد الدولة متمثلة فى شركة كهرباء الوجه القبلى بالكريمات ما يزيد على المليون جنيهاً سنوياً لإزالة الرواسب أمام مآخذ محطات كهرباء الكريمات ١ و٢ و٣ ، بالإضافة

إلى الأعمال الصناعية والتى تقوم بدورها فى توجيه التيار المائى إلى القناه الشرقية بهدف تسهيل مرور ماء النهر إلى مأخذ المياه. ويأتى ذلك نتيجة مباشرة لفقد النهر للتوازن بين عمليات النحت والإرساب فى منطقة الدراسة، حيث تبين من دراسة (جدول ١١) أن متوسط كمية الإرساب السنوية منذ عام ٢٠٠٣ إلى ٢٠١٨ تصل إلى ٣٤ الف م^{٣} سنوياً يتركز ١٨ الف م^{٣} منها أمام مأخذ المحطات سنوياً، ويقدر متوسط سعر تطهير المتر المكعب بحوالى ٥٠ جنيهاً طبقاً لأخر مناقصة لإزالة الإطماءات والرواسب أمام مأخذ المحطات. وبذلك تصل تكلفة إزالة الرواسب ميكانيكياً حوالى ٩٠٠ الف جنيهاً سنوياً، بالإضافة إلى الأعمال الهندسية الأخرى التى تقوم بدورها فى تيسير وصول الماء إلى بوابات المأخذ مثل نطاق حجز الحشائش والتدبيش وصيانة الستائر المعدنية المحيطة بالجزيرة الصناعية أمام محطات الكهرباء. ويجب الأخذ فى الإعتبار أن هذه التكلفة السنوية تأتى نتيجة التغيرات الجيمورفولوجية المستمرة، والتى زادت وأصبحت ظاهرة أثر تدخل الإنسان بالتعديل فى مجرى النهر فنجد أن الجانب الغربى لجزيرة الكريمات والذى يسجل أكبر عمق بمنطقة الدراسة (١٤م) يحدث به نحت رأسى نتيجة ضيق المجرى بهذا الجزء بشكل متعمد من قبل الأهالى وإنشاء مجموعة من الرؤوس الحجرية بالضفة الشرقية للقناه الغربية لكسب مساحات أراضى لإستغلالها فى الزراعة على حساب مساحة المسطح المائى فيجنح النهر للنحت الموضعى الرأسى بهذا الموضع وما يلبث أن يتسع المجرى بعد إنتهاء جزيرة الكريمات فتقل السرعة ويجنح النهر للإرساب أمام مآخذ المحطات.

كما تتكبد الدولة متمثلة فى وزارة الموارد المائية والرى تكلفه سنوية لأعمال التكسيات الحجرية وصيانتها بهدف المحافظة على مورفولوجية المجرى والجزر، حيث تم تكسية الإطار الجنوبى لجزيرة كوم ادريجة للمحافظة على الجزيرة من التغير السريع الذى يطرأ عليها، بالإضافة إلى تكسية الضفة الشرقية شمال محطات الكهرباء مباشرةً

ولمسافة ١ كيلومتر تقريباً وذلك للنحت الجانبى بالضفة الشرقية نتيجة زيادة سرعة المياه إثر صرف مياه التبريد بمحطة الكريمات ١ والتى تبلغ ٥٧ الف م^{٣}/ساعة (ما يزيد عن نصف مليون متر مكعب/ يوم) وهى كمية ليست بالقليلة وتؤدى إلى زيادة سرعة المياه وزيادة طاقة النهر وقدرته على النحت والذى أدى الى تأكل الضفة الشرقية (شكل ٤) شمال بوابات صرف مياه التبريد.

بالإضافة إلى ما سبق تتكلف الدولة متمثة فى وزارة الموارد المائية والرى أعباء تطهير المجرى الملاحى بمنطقة الدراسة وإزالة الرواسب منه بشكل مستمر حيث يتسم هذا القطاع بالتغيير السريع، فتقوم بإزالة الإطماءات من القناة الوسطى للمحافظة على أعمق مسار فى المناطق الصالحة للملاحة وسير السفن، حيث يواجه الخط الملاحى كثيراً من مشكلات الإطماء متمثلة فى شحط المراكب نتيجة مباشرة للترسيب المستمر وغير المنتظم.

٥-٤ الآثار البيئية للتغيرات الجيمورفولوجية بمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة.

يعرف التلوث الحرارى بأنه تراجع جودة المياه بسبب تغير درجة حرارته. السبب الشائع لهذا التلوث هو إستخدام المياه كمبرد لمحطات الطاقة وللصناعات. وتُبنى هذه المحطات في أحيانٍ كثيرة بالقرب من المصادر المائية، لأنها تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها. والتبريد يعني نقل الحرارة من الآلات إلى الماء، فترتفع حرارته. وعندما يُصرف هذا الماء إلى المسطحات المائية، فإنه يرفع درجة حرارتها، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث خلل في الحياة المائية والحيوانية والنباتية.

يؤدي إرتفاع حرارة الماء إلى نقص الأكسجين المذاب فيه. فمن جهة تعمل الحرارة العالية على طرد الأكسجين الذائب، ومن جهة أخرى تُضعف قابلية الماء لإذابة

الأكسجين فيه. فاللتر الواحد من المياه عند حرارة ٥° مئوية يذيب ٩ سم٣ من الأكسجين، أما عند ٢٠° مئوية فيذيب ٦ سم٣ من الأكسجين فقط. ولذلك، كلما زادت درجة حرارة الماء قلَّت نسبة الأكسجين الذائب فيه. وينعكس هذا على الثروة السمكية مما يؤدي إلى خسارة كبيرة فيها وإلى موت كثير من الهائمات المائية (البلانكتون) التي تُعد مصدر غذاء رئيس ومهم للأسماك، ومصدراً غير مباشر لتوفير الأكسجين. أيضاً من جهة أخرى تؤدى زيادة حرارة الماء إلى زيادة التفاعلات الكيميائية وتسريعها، الأمر الذي يعمل على زيادة تحلل المواد العضوية الموجودة في الماء. ولذلك إذا زادت درجة حرارة الماء على ٤٠ درجة مئوية فإنها تصبح عندئذٍ بيئة غير مناسبة للحياة المائية الحيوانية والنباتية. (محمد مصطفى العمري، ٢٠١٦)

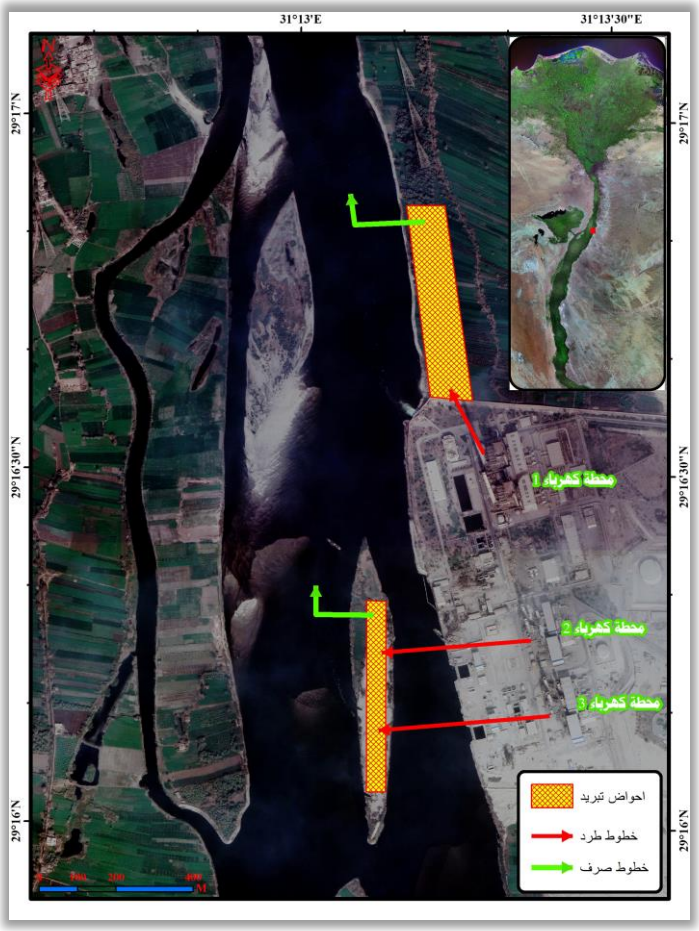
تستخدم محطات كهرباء الكريمات ١ و٢ و٣ البخارية نظام التبريد المفتوح، والذى يسحب كميات كبيرة من المياه تزيد عن النصف مليون م٣ يومياً؛ لتبريد المفاعلات وإعادة صرفها إلى النيل مباشرةً بدرجات حرارة أعلى من درجة حرارة الماء بأكثر من ١٠ درجات. وتؤثر كميات المياه الساخنة المنصرفة إلى النهر على الحشائش المائية بمختلف أنواعه، حيث تقوم بتهيئة الظروف لنمو حشائش من بيئات تتميز بأنها أكثر حرارة على قاع وجانبى المجرى ومن أمثلة الحشائش المائية بالمنطقة النسيله وحبق البحر وغاب الحجنة ونبات القصب المائى وهى حشائش تنمو على حواف المياه. وتتركز هذه الحشائش فى الأجزاء التى تتميز بالضحالة ووصول أشعة الشمس إلى القاع مثل الهوامش الشمالية والغربية للجزر وخاصة بالجانب الغربى من المجرى، كما تنمو أيضا فى مناطق الحواجز الرملية (الأجزاء الضحلة من المجرى) سواء كان فى وسط المجرى أو على جانبيه. فبمجرد أن ينخفض منسوب المياه فى المجرى ويرتفع القاع تصبح الظروف ملائمة لنمو هذه النباتات.

هناك العديد من العوامل التى ساعدت على نمو وإنتشار الحشائش المائية بمنطقة الدراسة، وتتمثل فى وفرة المغذيات النباتية التى يحتاجها النبات بالمياه نتيجة للنشاط الزراعى على الجزر وجانبى النهر وصرف الماء الزائد عن حاجة الرى فى المجرى وخاصة فى الجزر، بالإضافة إلى زيادة مساحات المناطق الضحلة ونمو الحواجز الرملية كما هو الحال فى شمال الجزر مثل شمالى جزيرة كوم ادريجة والديابية الجنوبية. وأخيراً قيام الصيادين بتقطيع الحشائش الجرفية من نوع القصب المائى، ونبات حبق البحر وغرسها فى مناطق أخرى غير مصابة وإستخدامها كمرابى للأسماك.

٦-التوصيات

- إتخاذ الحذر عند **رصد التغيرات الأفقية** من المرئيات الفضائية إلا فى حالة ثبات منسوب سطح الماء، وذلك لتجنب الوقوع فى أخطاء فنية وتقنية أثناء عملية رصد التغيرات، فقد تكون النتائج مضللة عندما نقوم برسم المسطح المائى وقياس مساحته فى غياب قيمة منسوب سطح الماء، فإن الزيادة أو النقصان فى منسوب سطح الماء بقيم صغيرة، تؤدى إلى تغطية أو تعرية أجزاء قد تكون كبيرة من المجرى وخاصة هوامش الضفاف والجسور، وبناء عليه فيجب أن نقوم برصد التغيرات الأفقية من الخرائط الهيدروجرافية عند منسوب ثابت (منسوب ٢٢ فى الدراسة الحالية) فى التواريخ قيد الدراسة.

- إستخدام طريقة **النطاقات الطولية** والتى سبق إستخدامها فى **رصد وقياس التغيرات الرأسية** والمتمثلة فى تحديد مساحات وقياس كميات النحت والإرساب كلما أمكن ذلك، بدلاً من **تقدير** كمات النحت والإرساب إعتماداً على **القطاعات العرضية** والتى تعتمد دقتها على المسافات البينية بين القطاعات والتى كلما زادت المسافة قلة دقة النتائج بها.



المصدر : المرئيات الفضائية WorldView-2 لعام ٢٠١٨

شكل (١٣) احواض تبريد المياه بعد خروجها من المحطات

- استخدام الحوش المنتشرة على ضفاف النهر وأراضى طرح النهر والجزر **<u>لإنشاء أحواض لتبريد</u>** مياه الصرف بعد خروجها من تبريد التوربينات والمعدات وتظل المياه بها فترة لتبرد تماما ثم إعادتها بدرجة حرارة مساوية أو مقاربة لدرجة حرارة الماء بالمجرى، ويجب أن يتم صرفها بشكل نافورة أو شلال لإعادة إختلاطها بالأكسجين مرة أخرى قبل إختلاطها بمياه المجرى، ويفضل أن يتم إستخدام هذه الكميات عند صرفها فى منطقة أعمق مسار أو بالقرب منه للحفاظ على التوازن الهيدروليكى للمجرى (شكل ١٣)، ويجب أن تطبق هذه الطريقة على محطة

كهرباء جنوب حلوان والتى تقع جنوب منطقة الدراسة بحوالى ٥ كم وجنوب جزيرة الكريمات مباشرةً.

- المحافظة على **القنوات الفرعية** بالجانب الغربى من المجرى والتى تفصل بين الجرز والضفة الغربية للمحافظة على الجزر دون إلتحامها بالضفة الغربية لمنع تغير مسار خط العمق (أعمق مسار) ومن ثم منع نشاط عمليات النحت بالضفة الشرقية، وبالتالى منع هجرة المجرى تجاه الشرق.
- إتخاذ بعض الإجراءات لمعالجة **حفر الإنجراف** مثل التدبيش (إلقاء الحجر الجيرى بالموضع) وإزالة الرؤوس الحجرية لتوسيع المجرى فى الطرف الشمالى الغربى لجزيرة الكريمات وخاصة أنها تعانى من نحت رأسى موضعى حيث وصل عمقها إلى ١٤ متراً، مما يؤدى إلى قلة السرعة بهذا الموقع (القطاع رقم ١) وصولاً لإتزان هيدروليكى بالقناة الغربية للمجرى بهذا القطاع.
- رفع **الوعى البيئى والشعور بالمسئولية** لدى الأهالى بالإضافة إلى **الرقابة الحكومية المستمرة** على المنطقة لتجنب المظاهر السلبية للتدخلات البشرية على مورفولوجية المجرى والتى تنتشر فى ظل غياب الوعى والرقابة الحكومية مثل قيام الأهالى بردم السيالات والمجارى المائية الفرعية وإقامة الرؤوس والتكسيات الحجرية دون دراسة علمية بالإضافة إلى دور الحشائش المائية، حيث يؤدى كل ذلك إلى حدوث تغيرات فى مورفولوجية المجرى بمنطقة الدراسة.
- عدم التطهير المستمر جنوب الجزيرة الصناعية أمام محطات الكهرباء وشمال جزيرة الكريمات، حيث يفصل بينهما مسافة ١٠٠ متراً تقريباً وترك الجزيرتين للإلتحام مع بعضهما البعض وبذلك تكون المحافظة على إتجاه المياه إلى مأخذ المحطات قد تحقق، وينقل الإهتمام بتقسيم كمية المياه بين القناه الشرقية والغربية عند الطرف الجنوبى لجزيرة الكريمات وبذلك يمكن التحكم فى مناسيب المياه أمام المأخذ وتوفير مبالغ مالية كبيرة تتحملها الدولة فى التطهير الدورى أمام المحطات.

٧- المراجع

إبراهيم صلاح الدين خضر، (٢٠١٣): "الجيمورفولوجيا البيئية للسهل الساحلى الشرقى لسيناء بين مصب وادى دهب شمالاً وراس محمد جنوباً بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية"، رسالة دكتوراة، منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة القاهرة.

إيمان عبد الحميد محمد بهاء الدين، (٢٠١٥): " التدخلات البشرية وتأثيراتها على جيمورفولوجية نهر النيل بقطاع بمحافظة القليوبية، بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية"، رسالة دكتوراة، منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة بنها.

السيد السيد الحسينى، (١٩٩١): "نهر النيل فى مصر، منحنياته وجزره- دراسة جيومورفولوجية"، مركز النشر بجامعة القاهرة.

الشركة الإستشارية لهندسة محطات القوى الكهربائية باجسكو (٢٠٠٥): دراسة تقييم التأثيرات البيئية لمشروع محطة توليد كهرباء بالدورة المركبة قدرة ٧٥٠ م.و فى منطقة الكريمات، تقرير غير منشور، شركة الوجة القبلى لإنتاج الكهرباء، القابضة لكهرباء مصر.

جماعة المهندسين الإستشاريين (٢٠١١): دراسة تقييم الآثار البيئية لمشروع محطة كهرباء جنوب حلوان البخارية فائقة الحروجة قدرة ٣*٦٥٠ ميجاوات، تقرير غير منشور، شركة الوجه القبلى لإنتاج الكهرباء بالكريمات، الشركة القابضة لكهرباء مصر.

جودي، أ.س.، (١٩٩٦): "التغيرات البيئية: جغرافية الزمن الرابع"، ترجمة محمد محمود عاشور، المجلس الأعلى للثقافة، المشروع القومي للترجمة.

شريف ممدوح،(٢٠٠٨): "بيئة جزر نهر النيل بين ثنية الحيبة وثنية جرزا دراسة فى الجيمورفولوجيا، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنى سويف.

على عبد الله الشحات،(٢٠٠٧): "الجزر النيلية فى مصر – دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراة، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

محمد أحمد محمود مكى،(٢٠١٨): "تأثير النشاط البشرى على جيومورفولوجية مجرى نهر النيل فيما بين مدينتى بنى سويف والواسطى بإستخدام الإستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنها.

محمد محمود عاشور، (١٩٩٠): "آثار التدخلات البشرية على طبيعة مجرى نهر النيل"، مشروع حماية وتنمية نهر النيل، القاهرة.

محمد مصطفى العمري، (٢٠١٦): التلوث الحراري للماء – درجات مئوية قليلة تكفي لإفساده، مجلة القافلة، أرامكو العربية السعودية للبترول، العدد ١، مجلد ٦٥، ٢٠١٦.

معهد بحوث النيل (٢٠٠١): دراسة الإطماء أمام مأخذ مياه محطة الكريمات، تقرير غير منشور، المركز القومى لبحوث المياه، وزارة الموارد المائية والرى، القناطر الخيرية.

معهد بحوث النيل (٢٠١٦): دراسة الإطماء أمام مدخل طلمبات التبريد الرئيسية لمحطة توليد كهرباء الكريمات ١، تقرير غير منشور، المركز القومى لبحوث المياه، وزارة الموارد المائية والرى، القناطر الخيرية.

Ahmed, A. F. (2005): Hydrodynamic Behavior of Bank Protection Structures (Groins), M. SC. Thesis, Faculty of Engineering, Benha University.

Henderson, F.M. (1966): "Open Channel Flow", Macmillan, New York.

Ho, P. Y. (1939): Dependence of Bed-Load Movement on the Grain Shape and the Temperature

Hong, e. a., et al (1984): Low-Temperature Effects on Flow in Sand-Bed Streams. Journal of Hydraulic Engineering (110), 109-125.

Lane, e. a., et al. (1949): Low Temperature Increases Sediment Transportation in Colorado River. Civil Engineering, 19(9), 45-46.

Mostafa, M. G. (1949): Analytical and Experimental Study of the Effects of Flow Characteristics and Fluid Viscosity upon the Movement of Bed-Load in an Open Channel. Department of Civil Engineering. University of Minnesota.

Muhtar B. & Albayati, M., 2016: Bed Resistance Investigation for Manning's and Chezy's Coefficients, IJSRSET | Volume 2 Issue 6 Print ISSN: 2395-1990, Online ISSN: 2394-4099.

RNPD, 1990: Fluvial Characteristics of the River Nile, Water Research Center, Ministry of Public Works and Water Resources.

Rushdy, M., & Amin, A., 2003: Kurimat Power Station – River Morphological Model Studies, Hydraulics Research Center, National Water Research Center.

Straub, L. G. e. a., et al., (1958): Experiments on the Influence of Temperature on the Sediment Load. Retrieved from

http://www.ueepc.com

https://earthexplorer.usgs.gov

https://basiceducation.uobabylon.edu.iq/lecture.aspx?fid=11&depid=5&lcid=25070

Using the spatial models to evaluate the impact of human interventions on the Nile River geomorphology at al Kuraymat area

Abstract:

The study aims at using digital elevation model as being one of spatial models for studying the Hydraulics properties, detecting the morphological changes in the river Nile at kuraimat area (from km 88 to km 92 south of El Roudah scale), showing the impacts of human interference on the geomorphological processes, and evaluating of its economic and environmental impacts.

The study depends on the hydrographic maps with scale 1:5000 for years 1982, 2003 and hydrographic surveyed data (2018) to build digital elevation models with spatial resolution 1 meter. Depending on these models, it was possible to draw 9 cross-sections of the riverbed, with a section for every 500 meters. By the analysis of these sections, the morphological characteristics of the riverbed were studied during different years. The study also relied on spatial analysis tools to compare digital elevation models for different years and to measure the areas and volumes of erosion and sedimentation from the riverbed in the study area as one regime or a single unit in the form of a longitudinal scale. By the comparison, it was observed that the regime method gives more accurate results than the cross-section method, especially when evaluating the volumes of erosion and sedimentation.

The results of the study shows the activity of erosion processing and the increase in its volumes during the period 1982-2003, which preceded the establishment of power stations in Al-Kuraimat area. The total budget for erosion and deposit has trended to erosion, with an amount of 417000 m3, while the situation was reversed during the period 2003-2018 (after the establishment of power stations) the sedimentation process was active, and the total budget for erosion and sedimentation has trended to the sedimentation, and the amount of sediments reached 517000 m3 during this period. It was also shown that the economic impacts of geomorphological changes in the riverbed cost about one million pounds annually to remove annual sediments during period between (2003-2018). The study also showed the impact of thermal pollution by dispensing hot cooling water into the stream directly on the riverine environment of fish and plants.

Keywords: Applied Geomorphology, Spatial modeling, River Nile, Human Interventions, Al-Kuraymat area