

الخصائص التضاريسية لقاع مجرى النيل بقطاع قناطر نجع حمادي -
البلينا: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات
الجغرافية

د.أحمد عبدالفتاح حسين أبوحديد

مدرس الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية - كلية الآداب - جامعة جنوب الوادي

Ahmed.Abohadeed@art.svu.edu.eg

الملخص باللغة العربية:

لقد تأثر قاع مجرى نهر النيل تأثيرًا كبيرًا بعد بناء السد العالي بصفة عامة، حيث تغير منسوب قاع المجرى، بسبب قلة التصريفات المائية، وبالتالي ميل النهر للارساب. كما عملت قناطر نجع حمادي القديمة والجديدة علي إحداث تغير في مورفولوجية المجرى بمنطقة الدراسة، تمثلت في تغير أبعاد المجرى وخصائص مقطعه العرضي.

ويهدف البحث إلي معرفة العوامل المؤثرة علي وعورة قاع المجرى، وتحديد مواضع الاختناقات الملاحية التي يجب التدخل لتعديل أبعاد المجرى في تلك المواضع. لذا تم الاستعانة بالخرائط الهيدرولوجرافية ونظم المعلومات الجغرافية، لدراسة ورصد التغيرات التضاريسية بقاع المجرى الناتجة عن قناطر نجع حمادي، وتحديد المواضع المعرضة للارساب والتنبؤ بها مستقبلاً. وقد توصلت الدراسة إلي تأثر قاع مجرى النيل بالمنطقة بإنشاء قناطر نجع حمادي، حيث انخفضت معدلات النحت وارتفعت معدلات الارساب خاصة بقاع المجرى بمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: خشونة القاع، قناطر نجع حمادي، الجيومورفولوجيا التطبيقية، نظم المعلومات الجغرافية.

Topographical characteristics of the Nile Bed in Naga Hammadi Barrage - Al Balina reach: A Study in Applied Geomorphology Using GIS

Abstract:

The bed of the Nile has been greatly affected after the High Dam construction in general, as the bed level has changed, because water discharge is decreased, which in turn has caused the river's tendency to deposition. Additionally, the old and the new Nag Hammadi Barrages have caused change in the river morphology as well as changing the river's stream and features of its cross-section.

The research aims to determine factors affecting on the bed roughness in the study area, and to identify the locations of the navigational bottlenecks that must be intervened to modify the dimensions of the sinkhole in those locations. Therefore, hydro-topographic maps and Geographic Information System (GIS) have been used to study and monitor the topographical changes in the Nag Hammadi Barrages, and to identify and predict the sites subject to deposition in the future. The study concluded has found out that the bottom of the Nile stream in the region has been affected by the construction of the Nag Hammadi barrages, as the rates of erosion decreased and the rates of sedimentation increased, especially in the bottom of the river Nile's steam.

Keywords: bed roughness, Nag Hammadi Barrage, Applied Geomorphology, GIS.

مقدمة:

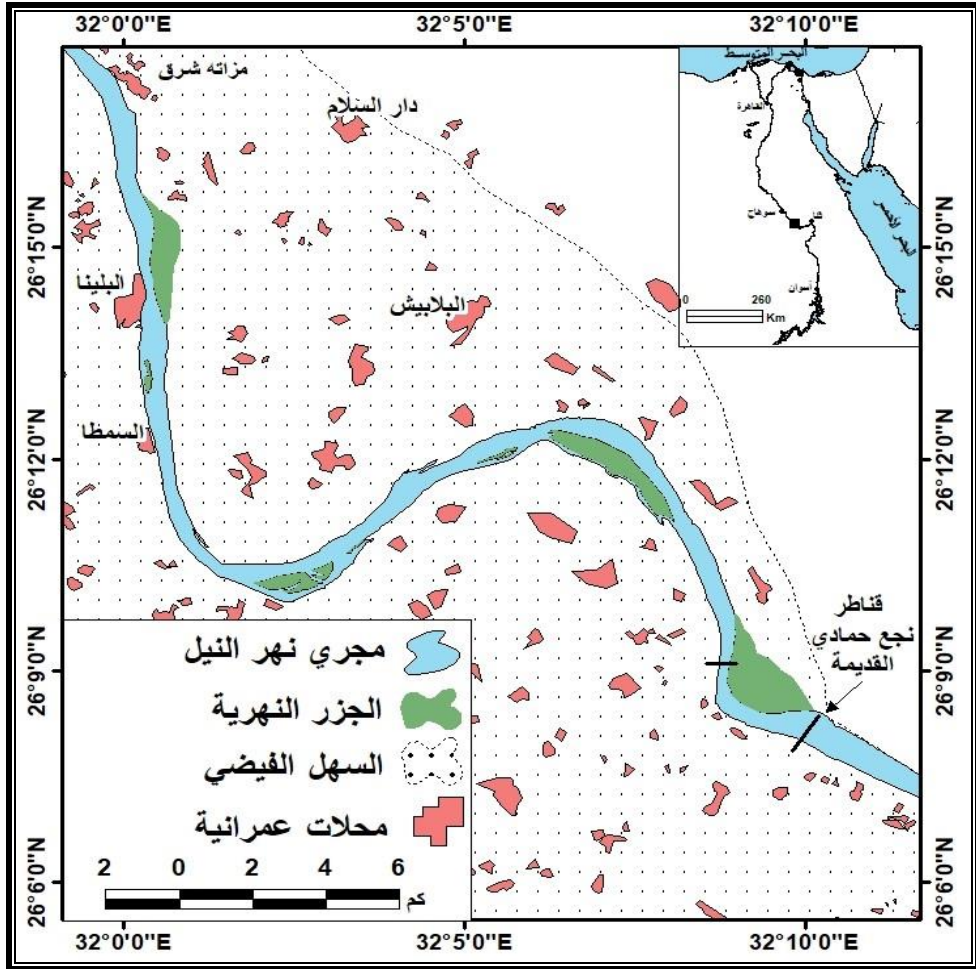
لقد شهد مجري نهر النيل في قطاع قناطر نجع حمادي - البلينا عدة تغيرات جيومورفولوجية، نتيجة اختلاف إيرادات المياه من ناحية، والتدخلات البشرية من ناحية أخرى مثل بناء قناطر نجع حمادي الجديدة، وبالتالي حدوث تغيرات في أبعاد المجري وخصائص مقطعه العرضي، بالإضافة إلي تغير مقدار النحت بقاع مجري نهر النيل بقطاع منطقة الدراسة والذي اتضح من خلال دراسة وتحليل المقاطع العرضية. فقد حاول مجري النيل بالمنطقة تعديل مظهره والتكيف مع خصائصه الهيدرولوجية الجديدة. ورغم تعدد الدراسات التي تناولت نهر النيل بمنطقة الدراسة، إلا إنه لا يمكن تطبيق معدلات التغير في أي قطاع من قطاعات مجري نهر النيل علي المجري النهري بمنطقة الدراسة، وأن صح تطبيقها لتشابه القطاع اختلفت الفترة الزمنية، لذا يصعب تطبيق أي معدلات؛ لاختلاف العوامل والعمليات الجيومورفولوجية في كل فترة زمنية، فلا يمكن تطبيق معدلات معينة إلا علي قطاع بذاته وخلال فترة زمنية محددة (الحسيني، ١٩٩١، ص ٩٨: نقلاً عن Gregory.1977).

وتهدف الدراسة الحالية إلي رصد التغيرات الجيومورفولوجية لقطاع مجري نهر النيل بمنطقة الدراسة، سواء كانت هذه التغيرات بالقطاع العرضي للمجري أو قطاعه الطولي، وذلك من خلال فحص الخرائط الكنتورية للقطاع والمشاهدات الحقلية، وأثر ذلك علي الأنشطة البشرية بصفة عامة والملاحة النهريّة بشكل خاص.

وقد تم اختيار قطاع قناطر نجع حمادي - البلينا لتحقيق الأهداف السابقة ومحاولة الإجابة عن التساؤلات التي طرحتها الدراسة؛ حيث أن المنطقة تتميز بتعدد الأشكال الجيومورفولوجية وحدثت عدة تغيرات مورفولوجية بالمجري نتيجة إنشاء قناطر نجع حمادي.

موقع منطقة الدراسة:

تمتد منطقة الدراسة من قناطر نجع حمادي في الجنوب حتى البلينا في الشمال، وتقع بين دائرتي عرض ١٢ ٠٩ ٢٦ و ٢٩ ١٧ ٢٦ شكل (١). وبلغ طول المجرى بقطاع الدراسة ٤٢,٥ كم، أي أن القطاع يمثل ٢,٧%^(١) من إجمالي طول نهر النيل في مصر.



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على المرئية الفضائية Landsat Etm+ والخرائط الطبوغرافية مقياس ١:

٥٠٠٠٠ لعام ٢٠١١ باستخدام برنامج Arc Map V. 10.7

شكل (١) موقع منطقة الدراسة.

^(١) يبلغ طول مجرى النهر داخل الأراضي المصرية ١٥٣٦ كم (حمدان، ١٩٨١، ص ٦٢١).

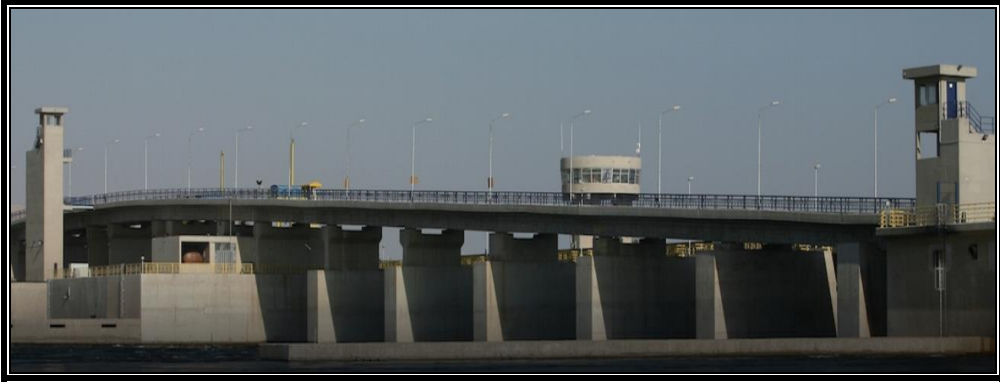
حيث تقع قناطر نجع حمادي الجديدة^(١) علي بعد ٥,٣ كم خلف القناطر القديمة التي أنشئت سنة ١٩٣٠، ويهدف مشروع القناطر الجديدة إلي تلبية الاحتياجات المتزايدة من مياه الري وتوفير المياه لري زمام يصل إلي ٧٥٠ ألف فدان من الأراضي الزراعية بمحافظة قنا وسوهاج وأسيوط، والحفاظ علي مناسيب المياه أمام وخلف القناطر وتوليد طاقة كهربائية نظيفة وتطوير الملاحة النهرية (منصور، ٢٠١٠، ص ٢٣٩).

أهداف الدراسة:

- رصد التغيرات التضاريسية بقاع المجري الناتجة عن إنشاء قناطر نجع حمادي، وأثر تلك التغيرات علي الملاحة النهرية، وتحديد العوامل المؤثرة في وعورة القاع.
- التعرف علي الخصائص الجيومورفولوجية للمجري النهرية، لما لذلك أهمية بالغة في التعرف علي أخطار العمليات النهرية بمنطقة الدراسة.
- تحديد المواضيع المعرضة للنحت والارساب بمنطقة الدراسة باستخدام التقنيات الحديثة، والتنبؤ بشكلها مستقبلاً.
- استخدام برامج الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي علي كل المتغيرات الجيومورفولوجية ومعدلات النحت والارساب ومواقع الاختناقات الملاحية التي يقترح التدخل لتعديل أبعادها.
- رسم خريطة توضح الممر الملاحي الآمن بناءً علي دراسة القطاعات العرضية للمجري النهرية.

(١) تم الانتهاء من بناء قناطر نجع حمادي الجديدة عام ٢٠٠٨، وهي تقع إلي الشمال من قناطر نجع حمادي القديمة وتبعد عنها بمسافة ٤ كم، وتبعد عن السد العالي بمسافة ٣٦٣ كم. وهي تتكون من ٧ عيون، وكل عين مجهزة ببوابة عرضها ١٧ مترًا وارتفاعها ١٣,٥ مترًا.

ولتحقيق الأهداف السابقة تم دراسة قطاع قناطر نجع حمادي - البلينا بطول ٤٢,٥ كم صورة (١)، لدراسة التغيرات التضاريسية بقاع مجري نهر النيل، ومعرفة أثر قناطر نجع حمادي علي عمليات النحت والارساب، لذا تم الاعتماد علي عدة برامج، بالإضافة إلي العديد من النماذج الجاهزة^(١) في حساب الخصائص المورفومترية والهيدروليكية صورة (٢).



Source: <https://www.bect.net>

صورة (١): قناطر نجع حمادي الجديدة.

Manning Equation Calculator	Open channel flow software
<p>Solve for: <input type="text" value="Velocity and Discharge"/></p> <p>Select units: <input type="text" value="Use feet and seconds units"/></p> <p>© 2014 LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd. http://www.LMNOeng.com</p>	<p>Click to Calculate</p> <p>Area, A (ft²): <input type="text"/></p> <p>Wetted Perimeter, P (ft): <input type="text"/></p> <p>Channel Slope, S (ft/ft): <input type="text"/></p> <p>Manning n: <input type="text"/></p> <p>Velocity, V (ft/s): <input type="text" value="Will be computed"/></p> <p>Discharge, Q (ft³/s): <input type="text" value="Will be computed"/></p> <p>Units in Manning calculator: ft=foot, m=meter, s=second.</p>

صورة (٢): بعض النماذج الجاهزة المستخدمة في حساب الخصائص الهيدروليكية للنهر .

¹) http://www.peacesoftware.de/einigewerte/gerinnehydraulik_e.html
<https://www.eng.auburn.edu/~xzf0001/Handbook/Channels.html>
<https://www.lmnoeng.com/manning.php>

تساؤلات الدراسة:

- ما اتجاه العمليات النهرية بقاع المجري؟
- ما صورة قاع المجري عام ١٩٨٢، وما التغيرات الجيومورفولوجية التي طرأت علي قاع المجري النهري حتي وصل إلي شكله الحالي؟

منهجية البحث:

- اعتمد البحث على عدد من المناهج والأساليب، يمكن إيجازها في الآتي:
- المنهج التاريخي: تمثل في تتبع التغيرات الجيومورفولوجية التي حدثت لمجر نهر النيل بمنطقة الدراسة.
- العمل الميداني المكثف للمنطقة.
- الأسلوب الكمي: لدراسة أبعاد الأشكال الجيومورفولوجية من خلال استخدام وتطبيق العديد من المعادلات الرياضية في دراسة خصائص الأشكال الجيومورفولوجية.
- الأسلوب الكارثوجرافي: تم استخدامه في رسم الخرائط والأشكال البيانية بطريقة آلية على الحاسب الآلي باستخدام عدة برامج مثل Arc Map V.10,7 ، Erdas ، AutoCAD Civil ، Imagine.
- تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية: اعتمدت الدراسة علي تقنيات الاستشعار من بعد Remote Sensing ونظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems لما توفره من بيانات مكانية عالية الدقة، وقدرة علي مراقبة التغيرات الجيومورفولوجية، وبالتالي إمكانية التنبؤ بالتغيرات المستقبلية، بناءً علي معالجة وتحليل البيانات التي توفرها الأقمار الصناعية مجاناً علي الرابط <http://earthexplorer.usgs.gov/>

مصادر الدراسة:

اعتمدت الدراسة علي عدة مصادر للوصول إلي نتائج دقيقة، وهي كما يلي:

(أ) الخرائط:

- الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠ لعام ٢٠١١ وخرائط مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لعام ١٩٠٦ و ٢٠٠٩م.
- الخرائط الكنتورية لقاع مجرى نهر النيل مقياس ١: ٥٠٠٠ لعامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ .

(ب) المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمية وصور Google Earth . ويتناول البحث التغيرات التضاريسية التي حدثت بقاع مجري النيل في المنطقة الممتدة بين قناطر نجع حمادي - البلينا. لذلك ينقسم البحث إلى النقاط التالية:

أولاً: الخصائص الهيدرولوجية وأثرها على مورفولوجية قاع المجري:

- (١) كمية التصريف المائي.
- (٢) سرعة المياه.
- (٣) مناسيب المياه بمجري نهر النيل.
- (٤) الحمولة النهرية.

ثانياً الخصائص المورفومترية وأثرها على مورفولوجية قاع المجري:

- (١) أبعاد المجري (طول ومتوسط عرض المجري).
- (٢) المسطح المائي
- (٣) انحدار قاع المجري.
- (٤) التحليل الميكانيكي لرواسب قاع المجري.

ثالثاً: الخصائص المورفومترية للقطاع الطولي للمجري النهري.

رابعاً: الخصائص المورفومترية للقطاع العرضي للمجري.

خامساً: الأخطار الجيومورفولوجية الناتجة عن النحت والارساب بقاع المجري وطرق مواجهتها.

وفيما يلي دراسة تفصيلية للعناصر السابقة كما يلي:

أولاً: الخصائص الهيدرولوجية وأثرها على مورفولوجية قاع المجري:

(١) كمية التصريف المائي:

تتعدد العوامل المؤثرة على مورفولوجية المجري النهري بالمنطقة، وتختلف معدلات النحت والارساب بشكل أساسي؛ نتيجة لاختلاف إيرادات وتصريفات المياه خلف قناطر نجع حمادي والتي تتسم بالزيادة والنقصان، فلا توجد سنتان متساويتان في الايراد المائي، وبصفة عامة هناك اتجاهًا عامًا لتناقص الايراد المائي منذ أواخر الستينات (شاور، ١٩٨٩، ص ٢٠١-٢٠٧). حيث توجد علاقة طردية بين كمية التصريف النهري وسرعة المياه بالمجري، فكلما زادت تصريفات النهر، زاد المحيط المبلل، وبالتالي زادت قدرة النهر علي النحت والعكس، مع تناقص كمية التصريف يميل النهر للارساب، ولا يقتصر تأثير كمية التصريف على حدوث تغيرات في اتساع القطاع العرضي وعمق المجري، بل يؤثر في حدوث ظهور أراضي طرح النهر.

ولدراسة أثر التصريفات المائية على مجري نهر النيل بمنطقة الدراسة، خاصة وأن كمية التصريف المنصرفة خلف قناطر نجع حمادي هي المسؤولة عن كل عمليات النحت والارساب بالمنطقة. لذا تم دراستها وتقسيمها إلى ثلاث مراحل: **الأولى** قبل بناء السد العالي (١٩٤٨-١٩٦٣)، **والثانية** أثناء بناء السد العالي (١٩٦٤-١٩٦٨)، **والثالثة** بعد بناء السد العالي (١٩٦٩-١٩٨٧).

ويوضح جدول (١) وشكل (٢) المعدل الشهري لكمية المياه المنصرفة خلف قناطر نجع حمادي قبل وأثناء وبعد بناء السد العالي، ومنهما يتضح الآتي:

- بلغ المتوسط العام لكمية التصريف قبل بناء السد العالي ٦٥٩٢,٧ مليون م^٣، بانحراف معياري ٦٢٤٩,١ مليون م^٣، ونسبة اختلاف بلغت ٩٤,٨٪؛ مما يشير إلي تشتت القيم حول متوسطها، وانخفضت إلى ٥٩٣٦,١ مليون م^٣ أثناء بناء السد، ثم إلى ٣٧٣٧,٤ مليون م^٣ بعد بنائه، بانحراف معياري ١٠٧٢,٩ مليون م^٣، ونسبة اختلاف بلغت ٢٨,٧٪؛ مما يشير إلي تجانس قيم كمية المياه المنصرفة

خلق قناطر نجع حمادي بعد بناء السد. وبالنظر إلي جدول (١) يتضح أن كمية التصريف انخفضت إلي ٢٨٥٥,٣ مليون م^٣ بعد بناء السد العالي.

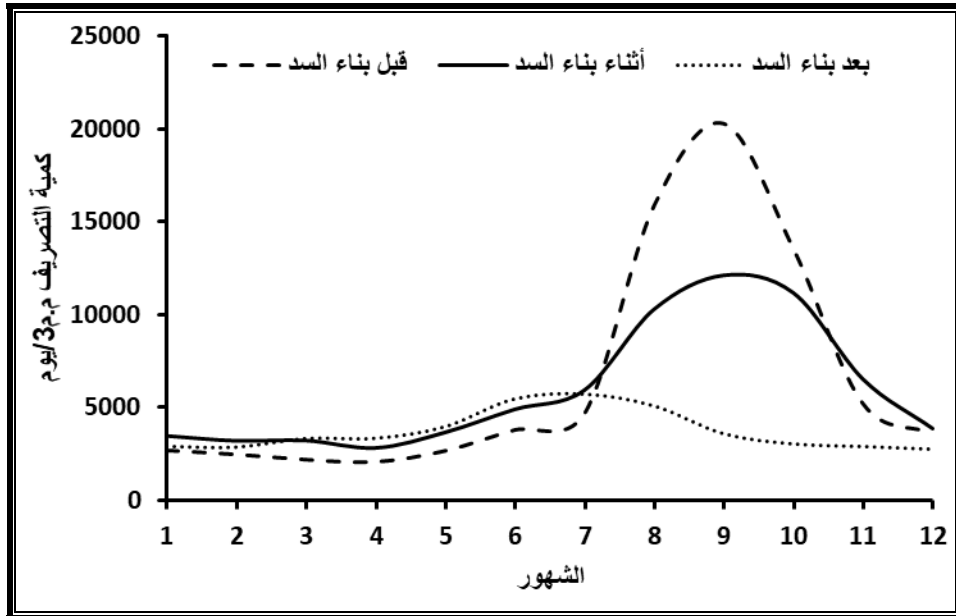
- بلغ إجمالي كمية التصريف قبل بناء السد العالي ٧٩١١٢ مليون م^٣، وانخفضت إلى ٤٤٨٤٩ مليون م^٣ بعد بنائه، بفارق بلغ ٣٤٢٦٣ مليون م^٣، أي أن كمية التصريف السنوي انخفضت إلي ما يقرب من النصف بعد بناء السد العالي والتحكم في المياه؛ الأمر الذي أدى إلي انخفاض معدلات النحت وسيادة عمليات الارساب خاصة بقاع المجري.

جدول (١): كمية التصريف (مليون م^٣) خلف قناطر نجع حمادي في المدة (١٩٤٨-١٩٧٨).

الشهور	قبل بناء السد (١٩٦٣-١٩٤٨)	أثناء بناء السد (١٩٦٨-١٩٦٤)	بعد بناء السد (١٩٦٩-١٩٨٧)
يناير	2701	3465	2900
فبراير	2490	3198	2859
مارس	2207	3213	3325
أبريل	2088	2813	3335
مايو	2680	3653	3957
يونيو	3805	4900	5451
يوليو	4675	5940	5706
أغسطس	15848	10318	5070
سبتمبر	20257	12150	3576
أكتوبر	13534	11200	3031
نوفمبر	5204	6525	2894
ديسمبر	3623	3858	2745
الإجمالي	79112	71233	44849
المتوسط	6592.6	5936.08	3737.4
أكبر تصرف	20257	12150	5706
أقل تصرف	2088	2813	2745
الانحراف المعياري	6249.1	3401.2	1072.9
نسبة الاختلاف	94.8	57.3	28.7

المصدر: معهد بحوث النيل، بيانات غير منشورة، ٢٠٠٩.

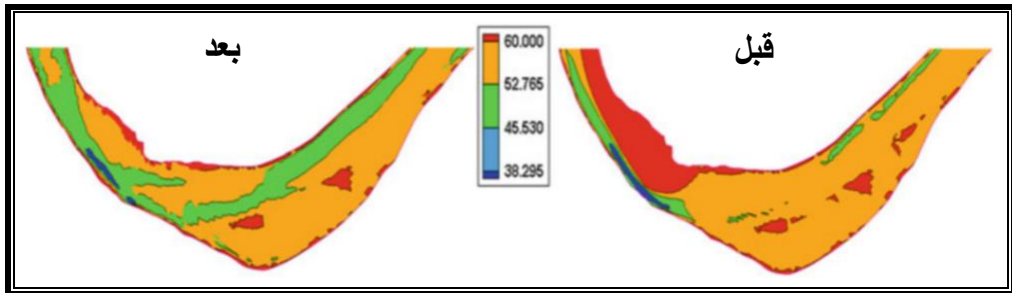
- يمثل شهر سبتمبر أعلي التصريفات المائية قبل وأثناء السد العالي، حيث بلغت ٢٠٢٥٧ مليون م^٣، ١٢١٥٠ مليون م^٣ بالترتيب، ثم انخفضت إلى ٣٥٧٦ مليون م^٣ بعد بناء السد العالي والتحكم الكلي في كمية التصريف. ولم يعد شهر سبتمبر شهر التصريفات العالية وقمة الفيضان.
- يمثل شهر أبريل أقل التصريفات المائية قبل بناء السد العالي، حيث بلغت ٢٠٨٨ مليون م^٣، وأصبحت ٣٣٣٥ مليون م^٣ بعد بناء السد العالي، وللدلالة على أن مجري نهر النيل أصبح مجري اصطناعي أن كمية المياه المنصرفة خلف قناطر نجع حمادي في شهور الفيضان تقترب من كمية المياه المنصرفة في التحاريق، فقد بلغ الفارق بين شهر سبتمبر (قمة الفيضان) وشهر أبريل (أقل تصريف) قبل بناء السد العالي نحو ١٨١٦٩ مليون م^٣، انخفض الفارق إلي ٢٤١ مليون م^٣ بعد بناء السد العالي؛ مما يعني أن النظام الهيدرولوجي بمنطقة الدراسة اختلف عما كان عليه قبل بناء السد العالي.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي جدول (١).

شكل (٢) كمية التصريف خلف قناطر نجع حمادي في المدة (١٩٤٨-١٩٧٨).

- بلغ المتوسط العام لتصرفات نهر النيل نحو ١٠٧,٨ مليار م^٣ في المدة (١٨٧١-١٨٩٨) ونحو ٨٤,٢ مليار م^٣ في المدة (١٩٠٠-١٩٣٠) ونحو ٦٥,٩ مليار م^٣ في المدة (١٩٦١-١٩٨٨)، مما يؤكد اتجاه التصرفات المائية للتناقص، خاصة بعد بناء السد العالي وتحكم الانسان بشكل كامل في كمية المياه المنصرفة (شاور، ١٩٨٩، ص ٢٠١-٢٠٧).
- يتضح من سبق أن لكمية التصرفات وتذبذبها دورًا كبيرًا علي مورفولوجية المجري؛ فهي المسؤولة عن تعرض الضفاف للنحت والانهيال، فقد ربط بعض الباحثين بين كمية التصريف ومعدلات تشعب المجري، فيري كل من دوجلاس Doeglas وفانستوك Fanstock وكولمان Coleman أن معدلات تشعب المجري تزيد مع زيادة كمية التصريف وتذبذبها وعدم انتظامها (الحسيني، ١٩٩١، ص٧٣). فقد أدى انخفاض التصرفات المائية إلي انخفاض مستوى المياه بالمجري، وبالتالي سيادة عمليات التقويض السفلي للضفاف بفعل النحت الجانبي، الأمر الذي يؤدي إلي سقوطها في النهاية. ويرى ستار Sattar (٢٠١٦، ص١٧٩) أن معدلات النحت تزيد مع زيادة كمية التصريف، فقد بلغ سمك النحت بقاع المجري نحو ٠,١ متر مع تصريف ٣٧٠٠ م^٣/ثانية، ونحو ١,٢ متر مع تصريف ٥٠٠٠ م^٣/ثانية شكل (٣).



Source: Sattar, 2016, P.180

شكل (٣) مناسيب القاع بمنطقة أبوشوشة قبل وبعد تصريف ٣٧٠٠ م^٣/ثانية.

(٢) سرعة المياه:

تعتبر سرعة المياه من أهم العوامل المؤثرة على عمليتي النحت والارساب، حيث تختلف معدلات النحت والارساب مع اختلاف كمية التصريف وسرعة المياه؛ فكلما زادت كمية التصريف زادت سرعة المياه والعكس. وتؤثر سرعة المياه بشكل مباشر على نحت قاع ووضفاف المجرى، فعندما تزيد سرعة المياه تزداد طاقة النهر على حمل المفتتات، وبالتالي تزداد قدرته على نحت قاع المجرى وجوانبه. وعندما تقل سرعة المياه يميل النهر إلى إرساب حمولته عي شكل حواجز وجزر نهريّة. ويوضح جدول (٢) سرعة المياه (م/ث) بمجري نهر النيل بمنطقة الدراسة.

جدول (٢): سرعة المياه (متر/ثانية) بمجري النيل بمنطقة الدراسة.

العمق من سطح المياه (متر)	شرق المجري	وسط المجري	غرب المجري
صفر	٠,٧٣	٠,٧٦	٠,٥٩
٠,٥٠	٠,٧٢	٠,٧٤	٠,٥٨
١	٠,٧٠	٠,٧٣	٠,٥٥
٢	٠,٦٩	٠,٧٠	٠,٤٩
٣	٠,٦٢	٠,٦٨	٠,٤٤
المتوسط العام	٠,٦٩	٠,٧٢	٠,٥٣

المصدر: معهد بحوث النيل، بيانات غير منشورة، عام ٢٠١٠.

يتضح من جدول (٢) أن المتوسط العام لسرعة المياه بالمجري النهري بالمنطقة بلغت ٠,٦٥ متر/ثانية، ويرجع السبب في انخفاض سرعة المياه بمنطقة الدراسة إلى تشعب المجرى؛ وبالتالي تشتت التيار المائي، ومن ثم تقل سرعة المياه. وتختلف سرعة المياه أفقيًا، حيث تبلغ أقصاها بوسط المجري، حيث بلغت ٠,٧٢ متر/ثانية مقارنةً بالجانب الشرقي والغربي، حيث بلغت ٠,٦٩ و ٠,٥٣ متر/ثانية

بالترتيب. ويعزي اختلاف سرعة المياه بالمجري إلى الاحتكاك علي طول ضفاف المجري وقاعه من ناحية، والاحتكاك مع الهواء من ناحية أخرى (صابر، ٢٠١٢، ص ٣٩٧).

تتباين سرعة المياه في المنعطفات النهرية، حيث تزيد سرعة المياه بالجانب المقعر، وتقل في الجانب المحدب؛ ويعزي ذلك إلى أن عمق المجري يزداد في الجانب المقعر، نتيجة زيادة عمليات النحت (عبيدو، ١٩٧٨، ص ٩٧). وتقل سرعة المياه بالجانب المحدب؛ نتيجة عمليات الارساب، فقد بلغت سرعة المياه بمنعطف نقنق نحو ٠,٧١ م/ث شرق المجري (الجانب المقعر) ونحو ٠,٤٥ م/ث بالجانب المحدب. كما أن سرعة المياه تزيد في الأجزاء المستقيمة، بمعدل يسمح بتصريف نفس كمية من المياه المارة بالأجزاء المتعرجة من النهر، مما يشير إلى أن الأجزاء المستقيمة تتمتع بطاقة أكبر، ومن ثم يزداد عمقها (دسوقي، ١٩٩٢، ص ٨٦).

كما تختلف سرعة المياه رأسياً، حيث تزيد عند السطح وتقل باتجاه العمق والصفاف، حيث تزداد سرعة المياه السطحية بدرجة كبيرة وخاصة في منتصف المجري (Leopold et al., 1964, P.166)، أي بعيداً عن مناطق الاحتكاك (شاور، ١٩٦٦، ص ٦٨)، فقد بلغت أقصاها عند السطح، حيث بلغ المتوسط العام ٠,٦٩ م/ث، كما تتباين عند السطح باختلاف الموقع، فهي تزيد شرق المجري وتقل في غربه، حيث بلغت ٠,٧٣، ٠,٥٩ م/ث على التوالي. وبمراجعة جدول (٢) نجد أن سرعة المياه تقل مع العمق؛ فقد بلغ متوسطها العام ٠,٥٨ م/ث، وهذا أمر طبيعي لكبر حجم رواسب القاع من ناحية، واحتكاك المياه بالقاع من ناحية أخرى. حيث توجد علاقة طردية بين حجم الحبيبات المنقولة والعمق، فيزيد حجمها بالقرب من القاع، لذلك تقل سرعة المياه مع العمق، حيث تعمل خشونة رواسب القاع علي خفض سرعة المياه؛ نتيجة المقاومة السطحية. وتختلف سرعة المياه بقاع المجري في الأجزاء الشرقية عن الأجزاء الغربية، حيث تزيد شرق ووسط المجري ٠,٦٨ م/ث وتقل غرب المجري ٠,٤٤ م/ث؛ ربما يعزي انخفاض سرعة المياه غرب المجري إلي احتكاك المياه بقاع المجري

وضفته الغربية، وتزيد في شرق المجري في منطقتي الحمران والسمطا جدول (٣)؛ نتيجة إلي أن الأشياء المتحركة فوق سطح الأرض تميل إلي يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي (قانون فريل).

كما تختلف سرعة المياه أفقياً ورأسياً، تختلف زمانياً، فهي تختلف من شهر لآخر، حيث تبلغ سرعة المياه أقصاها في شهر يوليه، إذ تبلغ ٠,٩٩ م/ثانية، وأقلها في شهر نوفمبر ٠,٥٧ م/ثانية (عقل، ١٩٩٢، ص ١٠٢). وتتباين سرعة المياه عبر القطاع الطولى للنهر، وبالرغم من أن سرعة المياه تتناقص بالاتجاه صوب المصب، نتيجة تناقص انحدار القاع، بالإضافة إلي أن النهر فقد جزءاً كبيراً من طاقته في عمليات النحت بقاع وجوانب المجري، إلا إن قناطر نجع حمادي عملت علي سرعة المياه تزيد مع الاتجاه صوب المصب، فقد بلغت سرعة المياه مترًا واحدًا/ثانية بالقرب من القناطر، ثم انخفضت إلي ٠,٦٠ متر/ثانية بباقي قطاع القناطر- نلقنق، ونحو ٢متر/ثانية بقطاع أبوشوشة- البلينا، بمتوسط عام بلغ مترًا/ثانية عند تصريف ٣٧٠٠م^٣/ثانية، ويعزي انخفاض سرعة المياه في القطاع الأول إلي تشعب المجري، وتزيد في القطاع الثاني نتيجة ضيق المجري (Sattar,2016,P.167-177).

نستنتج مما سبق أن سرعة المياه بالمجري تختلف أفقياً ورأسياً، وبالتالي يختلف معدل النحت والارساب، فتزيد معدلات النحت بقاع وجوانب المجري في المناطق التي تتسم بسرعات عالية، وتسود عمليات الارساب في المناطق ذات السرعات المنخفضة.

جدول (٣) متوسط سرعة المياه (م/ث) بمنطقة الدراسة.

الموقع	شرق	وسط	غرب	المتوسط
الحمران	٠.٧١	٠.٦٦	٠.٣٨	٠.٥٨
السمطا	٠.٧٣	٠.٦١	٠.٣٨	٠.٥٧

المصدر: معهد بحوث النيل، بيانات غير منشورة.

٣) مناسيب المياه بمجري نهر النيل بالمنطقة:

توجد علاقة طردية بين كمية التصريف ومناسيب المياه بالمجري النهري، بلغت (٠,٧٠٤)، لذا تتأثر مناسيب المياه بالمجري بتذبذب كمية التصريف، حيث تزيد مع زيادة كمية التصريف والعكس. خاصة وأن مناسيب المياه من العوامل المؤثرة على سرعة المياه المناظرة لكل منسوب، وبالتالي استنتاج احتمالات حدوث عمليات النحت والاطماء لكل من قاع وجوانب المجري، ومن ثم معرفة درجة الخطورة التي يتعرض لها المجري (صابر، ٢٠١٦، ص ١٣)، بالإضافة إلى أثرها على حركة الملاحة النهرية بالمجري.

جدول (٤) مناسيب سطح المياه بمجري نهر النيل بالمنطقة (١٩٩٠-٢٠٠٠).

السنة	اعلي منسوب (متر)	أقل منسوب (متر)	أقصى تصريف (م.م)	أقل تصريف (م.م)
١٩٩٠	٦٠,٦٥	٥٧,١٥	١٩٩	٦٨
١٩٩١	٦٠,٦٦	٥٧,٩٥	٢٠٠,٣	٥٧
١٩٩٢	٦٠,٦٩	٥٧,٩٥	٢٠٢	٦٦,٩
١٩٩٣	٦٠,٥٨	٥٧,٨	١٨٥	٦٣
١٩٩٤	٦٠,٧٥	٥٧,٧٤	٢٠٥	٥٢
١٩٩٥	٦٠,٦٥	٥٧,٦١	٢١١	٤٥
١٩٩٦	٦٠,٩	٥٧,٢	٢٠٧	٣٠,٦
١٩٩٧	٦٠,٩٦	٥٧,٣٣	٢١٠	٣٦,٨
١٩٩٨	٦٠,٨٤	٥٧,٩١	٢٠٤	٣٥,٨
١٩٩٩	٦٠,٩٣	٥٧,٩٧	٢٠٨	٦٥,٤
٢٠٠٠	٦٠,٩٣	٥٨,٣	٢٢٢	٧٦,٣
المتوسط العام	٦٠,٧٨	٥٧,٧٢	٢٠٤,٨٥	٥٤,٣
الانحراف المعياري	٠,١٤	٠,٣٦	٩,١	١٥,٣
نسبة الاختلاف	٠,٢٣	٠,٦٢	٤,٥	٢٨,٢

المصدر: معهد بحوث النيل، بيانات غير منشورة (١٩٩٠-٢٠٠٠).

وبدراسة **جدول (٤)** يتضح أن أقصى منسوب وصلت له مياه نهر النيل بمنطقة الدراسة يتوافق مع أعلى كمية تصريف خلف قناطر نجع حمادي، كما يتوافق أدنى منسوب للمياه مع أقل كمية تصريف. فقد بلغ أقصى منسوب المياه بمنطقة الدراسة ٦٠,٩٦ متراً عام ١٩٩٧، ويتوافق ذلك مع كمية تصريف عالية بلغت ٢١٠ مليون م^٣، في حين بلغ أدنى منسوب للمياه ٥٧,١٥ متراً عام ١٩٩٦م؛ لتناقص كمية التصريف في نفس العام (٣٠,٦ مليون م^٣).

ورغم اختلاف مناسيب المياه بالمجري، إلا أنه يلاحظ أنها زادت من عام ١٩٩٧ حتى عام ٢٠٠٠؛ ويرجع ذلك إلى عظم كمية المياه المنصرفة خلال هذه الفترة، كما اتضح من خلال العمل الميداني أن مناسيب المياه تزيد خلال شهور (يونيو - أكتوبر)، ويتوافق ذلك مع زيادة كمية المياه المنصرفة خلف قناطر نجع حمادي، بينما تنخفض مناسيب المياه خلال شهور (ديسمبر - إبريل) من كل عام.

كما تنخفض مستويات المياه بسبب الحد الأدنى لمتطلبات الري المائي والتي تمثل حالة حرجة للملاحة في نهر النيل، لذا تواجه الملاحة مشاكل حقيقية خلال فترة الشتاء؛ بسبب انخفاض منسوب المياه، وبالتالي عدم كفاية الأعماق، الأمر الذي يؤثر بالسلب على حركة الملاحة والسفن السياحية المارة بالمجري، لذا يجب التجريف الدوري لمناطق الارساب وقناة السفن (Elsersawy & Kamal, 2017, P.123).

كما أن انخفاض مستويات المياه بالمجري يعمل علي انهيار الضفاف؛ بسبب وجود أكثر من مستوي للنحت الجانبي كما هو الحال بالجانب الشرقي للمجري قبالة قريتي القوصة والشيخ مبادر، وفي الوقت نفسه يمثل ارتفاع مستويات المياه خطراً علي الأنشطة البشرية بالجزر والضفاف. كما أن الهبوط في مناسيب القاع تكون أكثر من الهبوط في مناسيب سطح المياه المصاحبة لها. وهذا يأتي عندما يكون النحت في القاع وحده، ولكن عندما يكون هناك تآكل من الجوانب فيصاحب ذلك تغيير في منسوب المياه المناظرة (جاسر، ١٩٨٦، ص ٩).

ويوضح جدول (٥) العلاقة بين معدل انحدار سطح المياه في حالة اختلاف كمية التصريف قبل وبعد بناء السد العالي.

جدول (٥) معدل انحدار سطح المياه قبل وبعد بناء السد العالي.

معدل الانحدار (سم/كم)						الحبس
٢٠٠٠ م ^٣ /ث		١٥٠٠ م ^٣ /ث		١٠٠٠ م ^٣ /ث		
بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	
٤.٨	-	٤.٣	-	-	-	الأول (أسوان - إسنا)
٥.٢	٥.٥	٤.٩	٥.٤	٤.٥	٥.٦	الثاني (إسنا - نجع حمادي)
٦.٧	٧.٠	٦.٥	٧.١	٦.٣	٦.٨	الثالث (نجع حمادي - أسيوط)
٨.٦	٨.٦	٨.٣	٨.٦	٨.٣	٨.٥	الرابع (أسيوط - القاهرة)

Source: River Nile protection & development,1990. Evans &Attia,1991.

يختلف معدل انحدار سطح المياه مع اختلاف كمية التصريف، وبالتالي عمليتي النحت والارساب كما بجدول (٥) ومنه يتضح الآتي:

- توجد علاقة طردية بين كمية التصريف بالمجري ومعدل انحدار سطح المياه، فمع زيادة كمية التصريف يزيد معدل الانحدار. فقد ارتفع معدل الانحدار في معظم الأحباس في حالة تصريف ٢٠٠٠ م^٣/ث.
- يرتفع معدل انحدار سطح المياه بالحبس الثالث (قطاع الدراسة) مع زيادة كمية التصريف، حيث بلغ ٦,٣ سم/كم في حالة تصريف ١٠٠٠ م^٣/ث ونحو ٦,٧ سم/كم في حالة تصريف ٢٠٠٠ م^٣/ث.

٤) الحمولة النهرية:

بلغ متوسط حمولة الرواسب السنوية قبل بناء السد العالي ١٢٥ مليون طن، انخفضت إلى ٢ مليون طن عام ٢٠٠٠م، وبالتالي انخفض المتوسط السنوي للرواسب العالقة من ١٦٠٠ جزء في المليون قبل إنشاء السد العالي إلى حوالي ٥٠ جزء في المليون (Ahmed & Fahmy,2015,P.47).

فقد حجز السد العالي نحو ٩٨٪ من الطمي، أي أن السد يسمح بمرور ما بين ١,٥-٢٪ من الطمي (سالم، ١٩٩٣، ص ٢٤). حيث تشير التقديرات أن المتوسط السنوي للحمولة العالقة خلف قناطر نجع حمادي مرت بثلاث مراحل، فقد بلغت ١١١ مليون طن قبل بناء السد العالي، ونحو ٣٦,٤ مليون طن فترة بناء السد، ونحو ٣,٠٣ مليون طن بعد بناء السد العالي. أي الحمولة العالقة تناقصت بمقدار ٩٧,٣٪ عما كانت عليه قبل بناء السد العالي، كما تؤكد دراسة نهر اليانغتسي، حيث بلغ متوسط تركيز الرواسب كجم/م^٣ في نهر اليانغتسي في الصين، وبعد بناء السد انخفض المتوسط بشكل حاد إلى ٠,٢٣ كجم/م^٣ (Zuo et al.,2020,P.129)

وتعد الحمولة النهرية مسؤولة عن تكوين الجزر وأراضي طرح النهر، فمع زيادة كمية التصريف تزيد سرعة المياه، وبالتالي تزيد قدرة النهر علي حمل حمولة نهريّة أكبر. فقد ربط بعض الباحثين مثل ديوري Dury بين سرعة المياه وقدرة النهر علي حمل الرواسب كما بجدول (٦).

جدول (٦) العلاقة بين سرعة المياه وقدرة النهر علي حمل الرواسب

سرعة المياه (متر/ثانية)	التأثير
٠,٠٨	حمل الطمي الناعم
٠,١٥	حمل الرمل الناعم
٠,٢٠	حمل الرمل الخشن
٠,٣١	اكتساح الحصي الناعم
٠,٦١	دحرجة الحبيبات كبيرة الحجم
٠,٩٤	اكتساح الحبيبات الأكبر حجماً (بحجم البيضة)

Source: Dury , 1970 , p.24

وبناءً علي تصور ديوري Dury جدول (٦) وقياسات سرعة المياه بمنطقة الدراسة (٠,٦٥ سم/ثانية)، فإن نهر النيل بالمنطقة قادر حمل الطمي والرواسب الناعمة

والخشنة ودحرجة الرواسب كبيرة الحجم. ويرى ديوري Dury أن ترتيب الحمولة النهرية داخل المجري يتم بشكل رأسي من أعلي لأسفل، كما يلي:

- الحمولة المذابة: وهي عبارة عن العناصر المذابة في مياه نهر النيل، وتجد علاقة طردية بين الحمولة المذابة وكمية التصريف، حيث تقل مع زيادة كمية التصريف بأوقات الفيضان، ويزيد تركيزها بمياه النيل في أوقات التحاريق، حيث تبلغ كمية المواد المذابة في مياه مجري نهر النيل نحو ١٦٢ جزء/مليون بشهور الفيضان، وتنخفض إلي ٢٨٧ جزء/مليون في فترة التحاريق (سالم، ١٩٩٣، ص٢٦).
- الحمولة العالقة: تتمثل في الرواسب الناعمة كالطمي وينقلها النهر بالتعلق. وتتراوح بين ٨٥ - ٩٩% من جملة الحمولة النهرية، بينما تتراوح حمولة القاع بين ١ - ١٥% (Babiński, 2005, P.182). وتنقسم الحمولة العالقة تبعًا للحجم إلي رمال ناعمة، ويتراوح قطر حبيباتها بين ٠,٠٢ و ٠,٢مم، وتمثل ٣٠% من الحمولة العالقة، ثم السلت Silt ويمثل ٤٠% وصلصال Clay (أقل من ٠,٠٠٢ مم) ويمثل ٣٠% (الحسيني، ١٩٩١، ص٨٣).
- حمولة القاع Bed load: وهي عبارة عن الحصى والرواسب الخشنة التي لا تستطيع المياه حملها، ويتم نقلها بالدحرجة علي القاع، وتعد هذه الرواسب النواة الأولى لنشأة الحواجز والجزر النهرية. وبصفة عامة لو انخفضت حجم الحمولة النهرية مع ثبات كمية التصريف، فإن قاع المجري سيكون أكثر خشونة أو سيقل انحداره (Brandt, 2000, P.381)، ومع انخفاض إمداد الرواسب سيكون قاع المجري أكثر تدرعًا well armoured (Vázquez-Tarrío, et al.,2020,P.4).

ثانياً: الخصائص المورفومترية وأثرها على مورفولوجية قاع المجري:

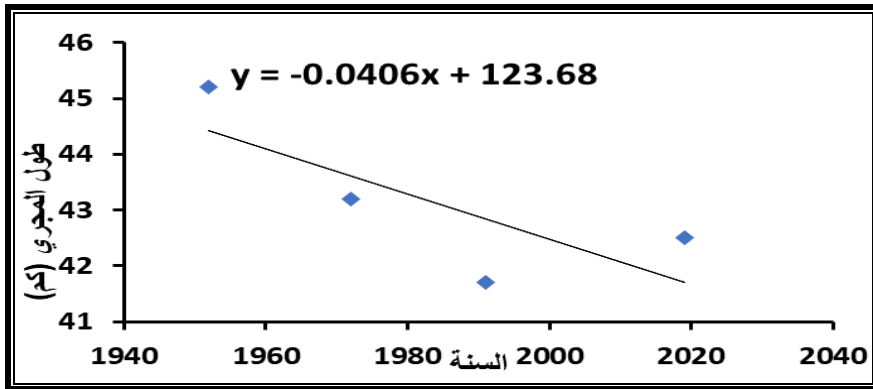
(١) أبعاد المجري (طول، متوسط عرض المجري):

يتضح من جدول (٧) أن طول مجري نهر النيل بالمنطقة في تغير مستمر، فقد بلغ طول المجري بمنطقة الدراسة ٤٢,٥ كم عام ٢٠٢٠ قياساً من المرئيات الفضائية بعد أن كان طوله ٤٥,٢ كم عام ١٩٥٠، بفارق بلغ نحو ٢,٧ كم؛ أي تناقص طول المجري بمعدل ٠,٠٤ كم سنوياً (٣٨ مترًا سنوياً)، وسيصل طول المجري بالمنطقة إلي ٤١,٣ كم عام ٢٠٥٠ في حال ظل معدل التناقص ثابتاً شكل (٤).

جدول (٧): تغير طول ومساحة المجري في المدة (١٩٥٠-٢٠٢٠).

السنوات	طول المجري (كم)	فرق الطول	معدل التغير %	مساحة المسطح المائي (كم ^٢)	معدل النقص والزيادة (كم ^٢)
١٩٥٠	٤٥,٢	-	-	٣٦,٣	-
١٩٧٢	٤٣,٢	٢-	٩٥,٦	٢٦,٢	١٠,١-
١٩٩١	٤١,٧	١,٥ -	٩٦,٥	٢٠,٦	٥,٦-
٢٠٢٠	٤٢,٥	٠,٨	١٠١,٩	١٩,٥	١,١-

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



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٧).

شكل (٤) طول المجري وتطوره في المدة (١٩٥٠-٢٠٢٠).

ويعزى تناقص طول المجري بالمنطقة إلى التحام بعض الجزر بإحدى الضفتين مثل التحام جزر الدوم والقوصة ونقنق والنصيرات بالضفة الشرقية للمجري النهري، والتحام جزر بني برزة والعلب بالجانب الغربي، بالإضافة إلي ثبات كمية التصرف الواردة إلي منطقة الدراسة بعد بناء السد العالي.

متوسط عرض المجري:

تفيد دراسة اتساع المجري في معرفة التغيرات الجيومورفولوجية التي حدثت لجوانب المجري، وما ينتج عنها من تقليص لمساحة الأراضي الزراعية أو إضافة مساحات جديدة إلى جوانب المجري. فقد بلغ متوسط عرض المجري بالمنطقة ١,٦٥,٤ مترًا عام ٢٠٢٠ بعد أن كان ٤,١٠٧٣ مترًا عام ١٩٥٠، بفارق بلغ ٣,٦٠٨,٣ مترًا. ويتفق ذلك مع ما ذكره عقل (١٩٩٢، ص ١٤٣) أن متوسط عرض المجري بقطاع سوهاج - أسيوط انخفض من ٠,٨٣٠ كم قبل بناء السد العالي إلى ٠,٦٢٢ كم بعد بنائه.

جدول (٨): تغير اتساع المجري قبل وبعد إنشاء السد العالي في المدة (١٩٥٠-٢٠٢٠).

معدل فرق العرض (أ/د) %	فرق العرض (د-أ)	متوسط عرض المجري (متر)						قبل بناء السد العالي ١٩٥٠ (أ)	
		معدل فرق العرض (ج/د) %	فرق العرض (ج-د)	٢٠٢٠ (د)	١٩٩١ (ج)	معدل فرق العرض (أ/ب) %	فرق العرض (أ-ب)		١٩٧٢ (ب)
٤٣,٣	٦٠٨,٣	٨١,٦	١٠٥,١	٤٦٥,١	٥٧٠,٢	٧٧,٨	٢٣٧,٨	٨٣٥,٦	١٠٧٣,٤

المصدر: اعتماداً على القياس من الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية للأعوام المذكورة بالجدول.

فقد اتضح من تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية لسنوات (١٩٥٠-١٩٧٢-١٩٩١-٢٠٢٠) تناقص اتساع المجري مع مرور الزمن؛ ويرجع ذلك إلى اختلاف كمية التصريف المائي قبل وبعد بناء السد العالي والتدخلات البشرية وتكسية جوانب المجري، لذا يتسم المجري النهري بقلة اتساعه عند المحلات العمرانية كما هو الحال قبالة مدينة البلينا.

ويختلف اتساع المجري من جزء لآخر على طول المجري ومن فترة زمنية لآخرى لنفس القطاع، حيث يتسع المجري في المناطق المزدحمة بالجزر، وينقسم المجري إلي فرعين كما بجزر أبوشوشة ونفق الجديدة، ويضيق في الأجزاء المستقيمة كما في القطاع الممتد بين قرية أبوشوشة والسمطا والجزء المحصور بين قرية القوصة ونجع الشيخ مبادر. كما يتسع المجري في مناطق المنعطفات النهرية حيث تنشط عملية النحت على الجوانب المقعرة من المنعطفات بمعدلات أسرع من الارساب على الجوانب المحدبة وتتجرف المواد المنحوتة من الجوانب المقعرة ليحمل النهر جزءاً منها دون ان يرسبها على الجوانب المحدبة لتستقر على قاع المجري، وتتمو على شكل جزر أو حواجز نهرية (عاشور، ١٩٩٠، ص ٢٠).

ويتضح من قراءة جدول (٨) أن متوسط اتساع المجري قد تناقص عام ١٩٧٢ نحو ٢٣٧,٨ مترًا عن عام ١٩٥٠، كما تناقص عام ٢٠٢٠ بمقدار ١٠٥,١ مترًا عن عام ١٩٩١، أي أن اتساع المجري النهرية بالمنطقة تناقص اتساعه في المدة (١٩٥٠-٢٠٢٠) نحو ٦٠٨,٣ مترًا.

جدول (٩): معدل تناقص اتساع المجري النهرية بالمنطقة مقارنة بالدراسات الأخرى

القطاع	الأجزاء المستقيمة (%)	المنعطفات (%)	المناطق الحضرية (%)	الأجزاء المتشعبة (%)
فرع دمياط	٢٠	٤٠	٩	٣٠
فرع رشيد	٧	٣٤	٣	٢٩.٥
قطاع الدراسة	١١	٣٨	٧	٣٥

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على القياس من الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية، دراسة تراب (١٩٩٠) ودراسة دسوقي (٢٠٠٢، ص ص ٥٩-٦١).

ولمعرفة معدل تناقص أو زيادة اتساع المجري بقطاع الدراسة، تم رسم قطاع عرضية^(١) بالمناطق المستقيمة ومناطق المنعطفات النهرية والمناطق

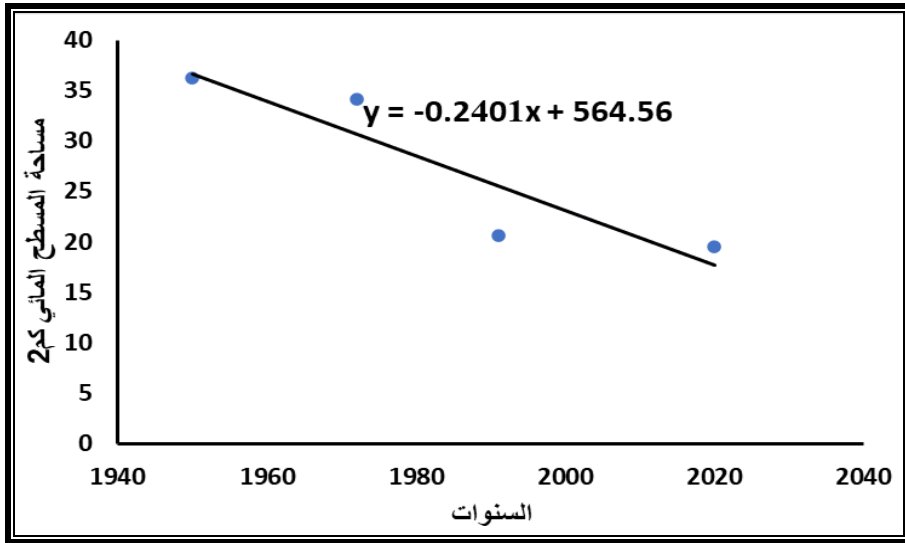
(١) تم قياس ٢٥ قطاع لكل سنة من الجنوب إلى الشمال لسنوات (١٩٥٠، ١٩٧٢، ١٩٩١، ٢٠٢٠) للحصول علي متوسط اتساع المجري بالمنطقة.

المزدحمة بالجزر، واتضح من القياس أن معدل تناقص اتساع المجري بلغ ٧٪ عند مدينة البلينا مقارنة بدراسة بفرعي دمياط ورشيد ٩٪ و ٣٪ بالترتيب، ونحو ١١٪ في الأجزاء المستقيمة و ٣٥٪ في الأجزاء المتشعبة المزدحمة بالجزر، ويرتفع المعدل بالمنعطفات النهرية بالمنطقة، حيث يصل لـ ٣٨٪ كما في جدول (٩).

(٢) المسطح المائي:

نقصت مساحة المسطح المائي، خاصة بعد بناء السد العالي، فقد تراوحت مساحة المسطح المائي بين ٣٦,٣ كم^٢ عام ١٩٥٠ ونحو ١٩,٥ كم^٢ عام ٢٠٢٠، أي أن مساحة المسطح المائي تغيرت في المدة (١٩٥٠-٢٠٢٠) بمعدل ٠,٢٤ كم^٢ سنويًا؛ ويرجع ذلك إلى تعرض المجاري الفرعية للردم والإطماء والتحام جزر (نقنق، القوصة، الدوم) بالسهل الفيضي، وظهور جزر جديدة مثل أبوشوشة ونقنق الجديدة، بالإضافة إلى أراضي طرح النهر.

ويتباين التناقص في مساحة المجري من عام لآخر، فقد بلغ نحو ٠,١ كم^٢ في المدة (١٩٥٠-١٩٧٢) ونحو ٥,٦ كم^٢ في المدة (١٩٧٢-١٩٩١) و ١,١ كم^٢ للمدة (١٩٩١-٢٠٢٠)، أي أن المجري النهري بالمنطقة فقد نحو ١٦,٨ كم^٢ من مساحته خلال ٧٠ عامًا (١٩٥٠-٢٠٢٠). ويرجع تناقص المسطح المائي بالمنطقة إلى نقص كمية التصريف بعد إنشاء السدود والقناطر، وبالتالي ميل النهر للارساب، الأمر الذي إدي إلي التحام بعض الجزر لجوانب المجري وظهور جزر جديدة، عملت علي تناقص مساحة المسطح المائي بمقدار - ٢٤٠ مترًا/ عام كما في شكل (٩).



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي بيانات جدول (٧).

شكل (٥) مساحة المسطح المائي وتطورها خلال المدة (١٩٥٠-٢٠٢٠).

٣) انحدار قاع المجرى:

أدي بناء قناطر نجع حمادي إلي حجز الرواسب أمامها ومرور المياه خلال القناطر شبه خالية من الحمولة النهرية، مما يعطيها قدرة علي أن تتحت في قاع المجري وجوانبه (صابر، ٢٠١٦، ص ١). حيث يبلغ المعدل العام لانحدار قاع مجري النيل في مصر ٧٦م/كم، أي أن قاع المجري ينخفض منسوبه ٧٦م لكل كيلومتر يقطعه المجرى نحو الشمال (الحسيني، ١٩٩١، ص ١٠).

وبحساب معدل انحدار قاع المجرى بمنطقة الدراسة من خلال تحليل القطاعات العرضية، وجد أن معدل انحدار المجرى يبلغ ٦٧,٥م/كم، مما يشير إلي قلة انحدار القاع، ومن ثم بطء الجريان المائي، وبالتالي زيادة معدلات الارساب وانخفاض معدلات النحت بقاع المجري؛ ويعزي ذلك إلي قلة حجم التصريف بعد بناء السد العالي، وبمقارنة معدل الانحدار بمنطقة الدراسة نجد أنه معدل أقل من نظيره بقطاع المنيا - بني سويف ٩٧م/كم (دسوقي، ٢٠٠٢، ص ٥٨) ويزيد علي معدل انحدار القاع بمنطقة ثنية قنا ٦٦,٤ (التركماني، ١٩٩٧، ص ٤١٨).

٤) التحليل الميكانيكي لرواسب قاع المجري:

هناك علاقة ارتباط قوية بين حجم الحبيبات وقدرة النهر على النحت والترسيب، وتعد رواسب القاع المحصلة النهائية لتفاعل كل من الانحدار وحجم التصريف وسرعة الجريان، حيث تترسب المواد الخشنة بقاع المجري مع قلة الانحدار وانخفاض سرعة التيار المائي، وهذا ما يمكن تسميته بخشونة القاع *bed roughness* أو تدرج القاع *Armouring* الذي يتكون بفعل التغيرات في السرعة السفلية للتيار المائي (Keller, 1971, P.755). كما تعكس المواد الخشنة مقدرة النهر على النحت والحمل، فقد أوضح جلبرت (Gilbert, 1914) أنه بثبات حجم التصريف، فإن أي زيادة في العمق، لا بد أن تكون مصحوبة بتناقص في خشونة القاع وتناقص في انحدار المجري نحو المصب، وبناء عليه فإن خشونة قاع المجري تؤثر في أبعاده وديناميكيته (راضي، ١٩٨٦، ص ١٤).

جدول (١٠) التحليل الميكانيكي لرواسب قاع المجري.

الفئة	حصى %	رمل خشن جدا %	رمل خشن %	رمل متوسط %	رمل ناعم %	رمل ناعم جدا %	طين %
المتوسط العام	٠,٥	٠,٠٨	٠,٠٥	٠,٣	٨٩,٣	٤,٦	٥,٢

المصدر: معهد بحوث النيل، تقارير غير منشورة.

يتضح من جدول (١٠) التحليل الميكانيكي لرواسب قاع المجري ما يلي:

- سيادة نسبة الرمال الناعمة برواسب قاع المجري، حيث بلغت نسبتها ٨٩,٣% من إجمالي العينة، في حين جاءت الرمال الناعمة جدًا بنسبة ٤,٦%، كما بلغت نسبة الطين ٥,٢%؛ ويشكلون معًا ٩٩,١% من إجمالي العينة؛ مما يعني أن رواسب القاع تتكون بشكل عام من الرمال الناعمة.
- انخفاض نسب رواسب الطين رواسب القاع؛ ويعزي ذلك إلي تناقص الحمولة النهرية العالقة بعد بناء السد العالي، ومن ثم أصبحت المياه خالية من الطمي، وقد يعزي إلي نشاط عمليات النحت الرأسي التي عملت على نحت وإزالة طبقات

الطمي والطين، وربما لاحتمال تدرع قاع المجري بالرواسب كبيرة الحجم التي جلبتها السيول للمجري من الأودية الجافة كبيرة المساحة علي جانبي نهر النيل بمنطقة الدراسة، حيث تعمل هذه الرواسب علي رفع منسوب القاع، فقد بلغت كمية السيول التي تم تصريفها لنهر النيل جنوب منطقة الدراسة نحو ٣٠٠,٨ مليون م^٣ عام ١٩٩٤ (التركماني، ١٩٩٧، ص٤٤٤)، وإذا ما حدث أي نحت بطبقة التدرع، فإن ذلك يؤدي إلي تآكل قاع المجري (Curran & Tan, 2010).

ثالثاً: الخصائص المورفومترية للقطاع الطولي للمجرى النهري:

(١) الخصائص التضاريسية لقطاع المجري:

بدراسة الخرائط الكنتورية لقطاع المجري عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ م جدول (١١)، اتضح أن القطاع الطولي للمجرى يتسم بعدم الاستواء، حيث يتكون قاع المجري من تتابعات من الأجزاء المنخفضة Pools والمرتفعة Riffles؛ ويرجع لوجود الحفر والحواجز الغاطسة، فإذا تعرض قاع المجري لعمليات الارساب في بعض المواضع يرتفع منسوب القاع، ومع الدوامات المائية تتكون حفر الانجراف. وتتواجد الحواجز الرملية حينما يتسع المجري، بينما ترتبط الحفر بالمناطق الضيقة من المجري (Gibson et al., 2019, P.197).

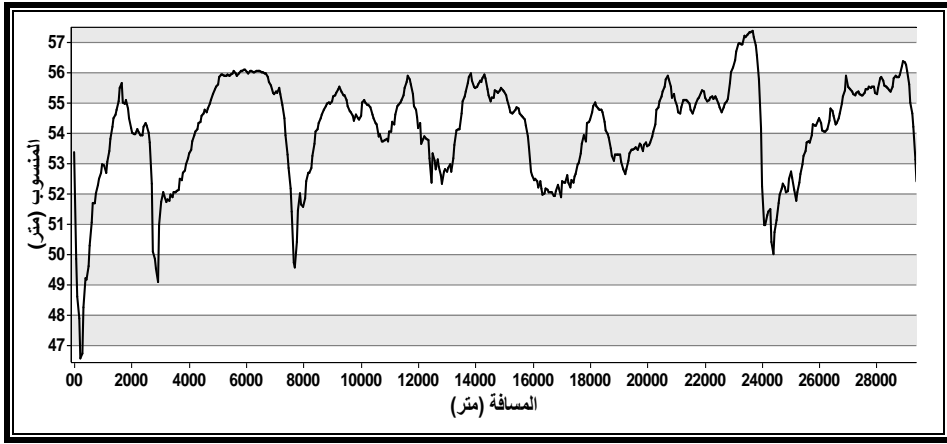
جدول (١١) فئات الارتفاع بمجري النيل عامي ١٩٨٢م و ٢٠١٣ م.

٢٠١٣		١٩٨٢		الفئة
النسبة %	المساحة (كم ^٢)	النسبة %	المساحة (كم ^٢)	
٥.٦	١.١	٠,٧٢	٠,١٤	أقل من ٥٠ مترًا
١٢.٣	٢.٤	٩,٢	١,٨	من ٥٠ لأقل من ٥٣
٣١.٣	٦.١	٣٦,٩	٧,٢	من ٥٣ لأقل من ٥٦
٤٢.١	٨.٢	٤٦,٥	٩,١	من ٥٦ لأقل من ٥٩
٨.٧	١.٧	٦,٧	١,٣	من ٥٩ مترًا فأكبر

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي خرائط معهد بحوث النيل عام ١٩٨٢ و ٢٠١٣.

وبتحليل جدول (١١) يتضح ما يلي:

- أن المسار المار بأعمق المناسيب بقاع النهر لا يسير في منتصف المجري، إنما يتأرجح يميناً ويساراً، حيث يقترب من الجانب الشرقي للمجري بنسبة ٦٠,١٪ من جملة طول مسار خط الأعماق شكل (٦)، ويتفق ذلك مع ما ذكره عوض (١٩٥٠، ص ١٣١) أن الأنهار تميل إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي.

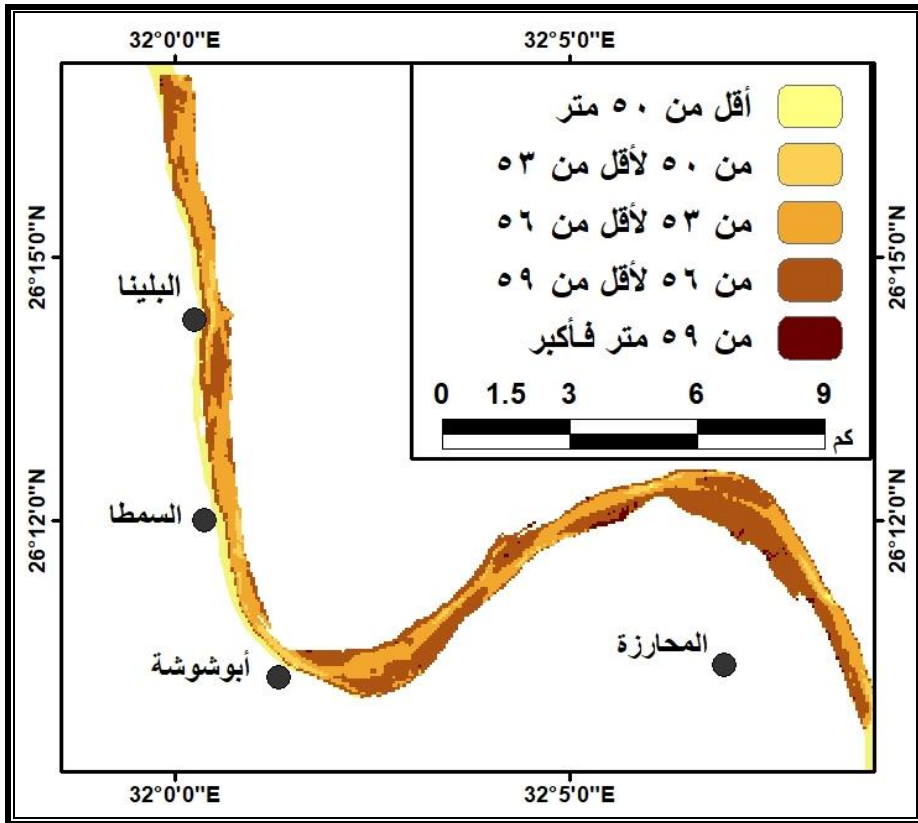


المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي خرائط معهد بحوث النيل.

شكل (٦) القطاع الطولي للمجري النهري بقطاع منطقة الدراسة.

- تبلغ مساحة المناطق التي يقل منسوبها عن ٥٠ مترًا نحو ٠,١٤ كم^٢ بنسبة ٠,٧٪ من مساحة المجري، بعد إن كانت ١,١ كم^٢ بنسبة ٥,٦٪، أي تناقصت بنسبة ٨٧,٣٪ عن عام ١٩٨٢م. وتتركز هذه المناطق بالجوانب المقعرة من المنعطفات وأمام قناطر نجع حمادي، نتيجة اندفاع المياه الراكدة من فتحاتها والتي لها قدرة كبيرة علي النحت (كليو، ١٩٨٥، ص ٣٨)، وبالتالي زيادة معدلات النحت بالقاع. كما يبلغ منسوب أعمق نقطة بالمجري النهري بالمنطقة نحو ٤٠,٥ مترًا بالجانب المقعر من منعطف أبوشوشة كما في شكل (٧).

- تشكل المناطق التي يتراوح منسوبها من ٥٣ - لأقل من ٥٦ مترًا نحو ٦,٣ كم^٢ بنسبة ٨٣,٤٪ من مساحة المجري، بعد أن كانت تمثل نحو ٤,٣ كم^٢ عام ١٩٨٢، مما يشير إلى اتجاه النهر للارساب بقاع المجري.
- تبلغ مساحة المناطق التي يزيد منسوبها على ٥٦ مترًا نحو ١٠,٤ كم^٢ بنسبة ٥٣,٣٪، وهي عبارة عن حواجز مغمورة في طريقها للنمو الرأسى والظهور فوق سطح المياه على شكل جزر وحواجز رملية مع توالي عمليات الارساب.

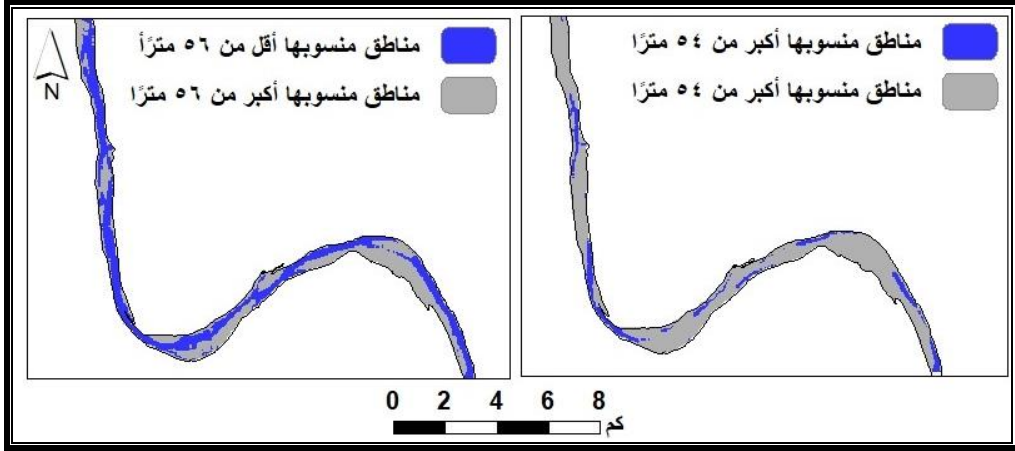


المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على خرائط معهد بحوث النيل باستخدام برنامج Arc Map.

شكل (٧) تصنيف المجري حسب العمق.

- يظهر القطاع الطولي أن قاع المجري يتكون من تتابعات من الأجزاء المنخفضة Pools والمرتفعة Riffles، مما يؤدي إلى اختلاف درجات الانحدار، وبالتالي

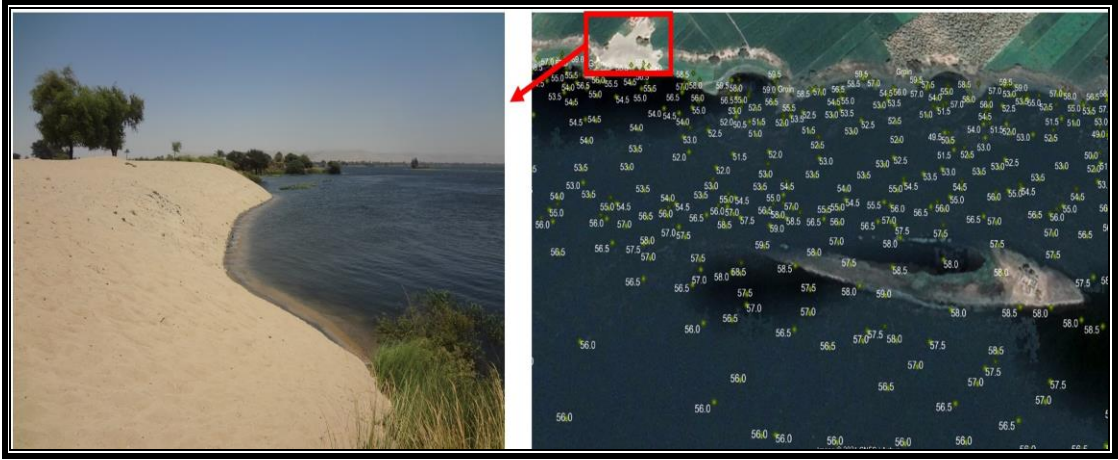
سرعة الجريان المائي، فيزداد معدل السرعة تجاه الأجزاء المنخفضة، ويختل توازن المياه في المجري فترتطم بصفة المجري، مما يسبب نحتًا جانبيًا (سالم، ٢٠٠٠، ص ٢٧١).



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي خرائط معهد بحوث النيل عام ٢٠١٣ باستخدام أداة River Bathymetry Toolkit ببرنامج Arc Map.

شكل (٨) اختلاف مناسيب قاع مجري نهر النيل بالمنطقة عام ٢٠١٣.

- يتراوح عمق المياه بين ٠,٧٠ و ١٦,٦٥ مترًا، حيث تقترب بعض الأجزاء المرتفعة من قاع المجري من منسوب المياه، بحيث لا يزيد أدنى منسوب للمياه فوقها عن ٧٠ سم؛ مما يشكل خطورة على الملاحة النهرية.
- يتضح مما سبق أن القطاع الطولي لقاع المجري يبتعد كثيرا عن حالة النقع النمذجي، ويرجع ذلك إلى نقص التصريفات المائية، وميل النهر للارساب بقاع المجري، فقد زادت مناسيب القاع بخرائط ٢٠١٣ بالمقارنة بخرائط ١٩٨٢، حيث يرتفع منسوب قاع المجري في عدة مناطق خاصة بمنطقة نطق، لذلك تتم أعمال التكريك بشكل مستمر لتجنب الاختناقات الملاحية بالمجري لوحة (٣).



المصدر: العمل الميداني والخرائط الكنتورية للمجري.

نوحة (٣) ارتفاع مناسيب القاع ومخلفات التكريك علي الجانب الشرقي بمنطقة نقنق.

(٢) تحليل درجة انحدار واتجاه انحدار قاع المجري بالمنطقة:

يؤثر انحدار المجري علي عمليتي النحت والارساب، فمع زيادة درجة الانحدار تزيد سرعة التيار المائي، وبالتالي زيادة معدلات النحت بقاع المجري النهري والعكس في حالة قلة الانحدار، حيث يميل النهر للارساب بقاع المجري. كما أن انحدار قاع المجري واتساع مجراه وضحولته، يساهم في خلق بيئة صالحة لترسيب الحواجز الرملية وتكوين الجزر النهريّة (الحسيني، ١٩٩١، ص ٨٥). يتضح من تحليل شكل (٩) وجدول (١٢) ما يلي:

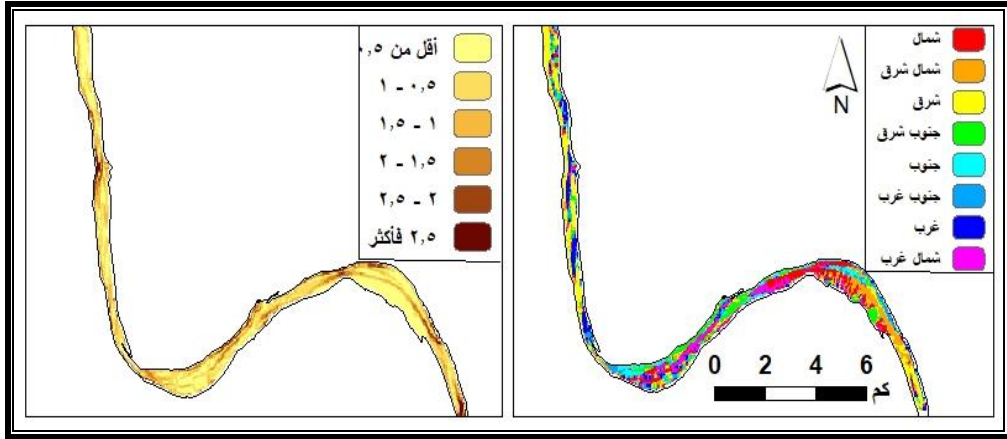
- سيادة الانحدار الهينة (أقل من ٠,٥) حيث بلغت نسبتها نحو ٤٤,١٪ وقد تمثلت في المناطق عالية المنسوب كالحواجز الغاطسة بمنطقة نقنق وأبوشوشة.
- بلغت نسبة المناطق التي يزيد انحدارها علي ٢,٥° نحو ١٨,٣٪ وتمثلت في جوانب الجزر والحواجز الرملية والجوانب المقعرة وحواف حفر الانجراف التي تنتشر بقاع المجري. حيث يزداد النحت في الجوانب المقعرة نتيجة زيادة الانحدار، وتركز كتل المياه في الأجزاء العميقة ويقبل في المناطق التي تتميز بضحولتها (سالم، ٢٠٠٠،

ص٢٥٧). كما أن النهر يلجأ إلي تعرج مجراه عندما لا يتناسب انحداره مع تصريفه المائي وحمولته العالقة (سلامة، ٢٠٠٤، ص ٢٣٧).

جدول (١٢): تصنيف قاع المجري النهري تبعًا لدرجة الانحدار واتجاه الانحدار.

المساحة %	اتجاه الانحدار	المساحة %	درجة الانحدار
٢٢.٥	شمال	٤٤.١	أقل من ٠.٥
١٦.٣	شمال شرق	١٢.٧	٠.٥ - ١
١٦.٩	شرق	١٠.٦	١ - ١.٥
١٠.٩	جنوب شرق	٧.٥	١.٥ - ٢
٨.١	جنوب	٦.٨	٢ - ٢.٥
٧.٣	جنوب غرب	١٨.٣	٢.٥ فأكثر
١٠.٢	غرب	المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي الخرائط الهيدروطوبوغرافية، معهد بحوث النيل.	
٨.٢	شمال غرب		

- تفيد دراسة اتجاه الانحدار قاع المجري في تحديد اتجاه حركة المياه ومناطق تجمعها وتأثيرها على سرعة المياه، ومن ثم تحديد مدي ارتباطها بعملية النحت والارساب (صابر، ٢٠١٦، ص٣٧). فقد اتضح من تحليل الخرائط الكنتورية أن قاع المجري لا ينحدر صوب الشمال في كل أجزائه، بل تتعدد اتجاهات انحدار القاع كما بشكل (٩) ويعد الاتجاه صوب الشمال هو الاتجاه السائد بنسبة ٢٢,٥%. يليه الاتجاه صوب الشرق بنسبة ١٦,٩%.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي خرائط معهد بحوث النيل باستخدام برنامج Arc Map.

شكل (٩) انحدار واتجاه انحدار قاع المجري بمنطقة الدراسة

رابعًا: الخصائص المورفومترية للقطاعات العرضية للمجري:

تم تحليل ١٥ مقطعًا عرضيًا؛ لتوضيح مدى التباين في معدلات النحت والارساب، حيث تتعرض القطاعات العرضية للتغير مع حدوث أى تغير في الخصائص الهيدرولوجية، وبصفة عامة يتحكم العامل الهيدروليكي في اختلاف اتساع القطاع العرضي، فتتعرض بعض الجوانب للنحت وأخري للارساب، خاصة في مواضع الثنيات، ولذا يزيد الاتساع في مواضع ويقل في مواضع أخري (التركماني، ١٩٩٧، ص ٤٢٤). ومن دراسة وتحليل القطاعات العرضية للمجري بالمنطقة اعتمادًا علي الخرائط الكنتورية للقطاع التي أعدها معهد بحوث النيل عامي ١٩٨٢، و ٢٠١٣ يتضح الآتي:

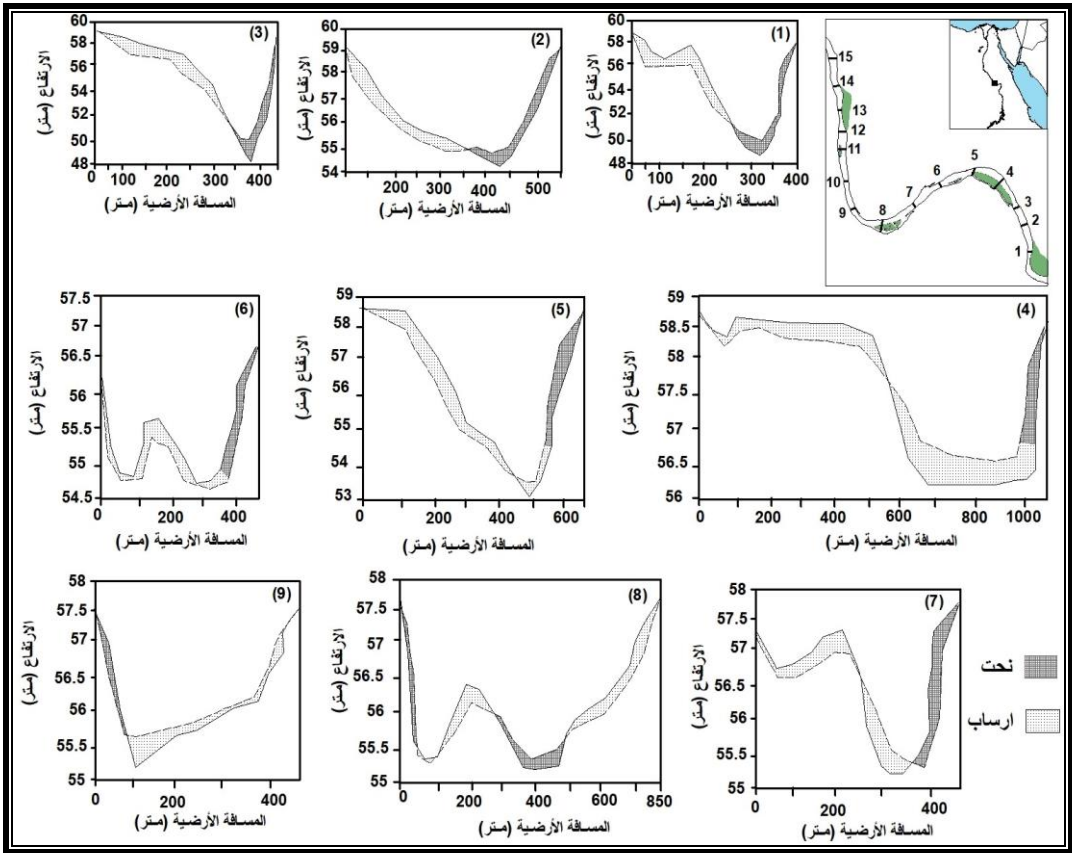
جدول (١٣): خصائص القطاعات العرضية بنهر النيل بمنطقة الدراسة (١٩٨٢-٢٠١٣)

(٢٠١٣)

انحناؤه العمودية	فارق النحت والارساب (م)	النحت والارساب (م)		نسبة الشكل لتساع العمق	عمق المجري		نصف القطر الهيدروليكي	القطاع المبلل	مساحة القطاع	عرض القطاع (م)	رقم القطاع
		النحت	الارساب		متوسط العمق (م)	أقصى عمق (م)					
ارساب	٠.١٠	٢.٣	٢.٢٠	٥٥.٧	٣.٥٨	٧.٢	٣.٥	٤١٢.٧	١٤٢٤.٣	٣٩٨.٤	١
نحت	٠.٢٠-	١.١	١.٣٠	٣٠.٧.٥	٠.٨٢	١.٧	٠.٨	٥١٠.٦	٤١٨.٥	٥٠٧.٣	٢
نحت	٠.٣٠-	١.٦	١.٩	٧٤.٣	٣.٠٨	٦.٢	٣	٤٦٩.٢	١٤٠.٥	٤٥٦.٩	٣
ارساب	٣.٩٥	٤.٦	٠.٦٥	٩٥٠.٢	٠.٥٧	١.٢	٠.٦	١.٠٩٥	٦٢٨.٣	١٠٩٢.٧	٤
ارساب	٠.٥٢	١.١	٠.٥٨	١٦٦.٤	١.٨٣	٣.٧	١.٨	٦١٤.٨	١١٠.٨.٧	٦٠٧.٥	٥
ارساب	٠.٧٥	١.٣	٠.٥٥	١٢٣.٥	١.٨٣	٣.٧	١.٨	٤٥٨.١	٨٢٢.٧	٤٥٠.٨	٦
ارساب	٠.٤٠	٠.٨	٠.٤٠	٢٧٩.٠	٠.٨٢	١.٧	٠.٨	٤٦٣.٧	٣٧٩.٨	٤٦٠.٤	٧
ارساب	٠.١٠	٠.٨	٠.٧٠	٥١٤.٨	٠.٨٢	١.٧	٠.٨	٨٥٢.٨	٧٠٠.٨	٨٤٩.٥	٨
ارساب	١.٥٥	١.٩	٠.٣٠	٣٩١.٥	٠.٥٧	١.٢	٠.٦	٤٥٢.٥	٢٥٨.٩	٤٥٠.٢	٩
نحت	١.٥٨-	٠.٤	١.٩٨	١٢٤.٠	١.٥٨	٣.٢	١.٥	٣٩٦.٨	٦١٥	٣٩٠.٥	١٠
نحت	٢.٣٦-	٠.٥	٢.٨٦	١٥٠.٣	١.٨	٣.٧	١.٨	٥٥٦	١٠٠١.٤	٥٤٨.٧	١١
ارساب	٠.٢٠	١.٤	١.١٥	٣٧٢.٩	٠.٨	١.٧	٠.٨	٦١٨.٦	٥٠٧.٦	٦١٥.٣	١٢
نحت	٠.٣١-	١.١	١.٤١	١٩٤.٦	١.٠٨	٢.٢	١.١	٤٢٢.٧	٤٤٩.٨	٤١٨.٤	١٣
ارساب	٠.٠٥	١.٦	١.٥٥	٣٨٠.٩	٠.٨٢	١.٧	٠.٨	٦٣١.٨	٥١٨.٥	٦٢٨.٥	١٤
ارساب	٠.١٢	١.٣	١.٢٠	٢٢٥.٩	١.٣	٢.٧	١.٣	٦٠.٤	٧٩٣.٣	٥٩٨.٧	١٥
<u>ارساب</u>	٠.٢	١.٤	١.٢	٢٨٧.٤	١.٤٣	٢.٩	١.٤	٥٧٠.٦	٧٣٥.٥	٥٦٤.٩	المتوسط
-	١.٤	١	٠.٧	٢٢٦.٣	٠.٩٠	١.٨	٠.٩	١٨٧.٦	٣٥٩.١	١٨٩.٢	الانحراف المعياري
-	٧١٣.٩	٦٩.٣	٥٩.٨	٧٨.٧	٦٢.٨٤	٦٢.٨	٦١.٦	٣٢.٩	٤٨.٨	٣٣.٥	نسبة الاختلاف

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على خرائط معهد بحوث النيل مقياس ١: ٥٠٠٠ عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ باستخدام برنامج Arc Map و Auto Cad

- يتعرض القطاع العرضي للتغير بشكل مستمر، ويتفاوت اتساعه من مكان لآخر، نتيجة لاختلاف كمية المياه وسرعتها، وبالتالي اختلاف معدلات النحت والارساب بقاء ووظائف المجري. فقد بلغ متوسط اتساع القطاع العرضي ٥٦٤,٩ مترًا، ويختلف عرضه مكانيًا على طول امتداد قاع المجري، فقد بلغت نسبة الاختلاف ٣٣,٥٪، وهذه نسبة تشير إلى اختلاف اتساع المجري من مكان لآخر على طول قطاع منطقة الدراسة، فقد تراوح اتساع المجري في القطاعات المقاسة بين ١٠٩٢,٧ مترًا بالقطاع رقم (٤) و ٣٩٠,٥ بالقطاع رقم (١٠).

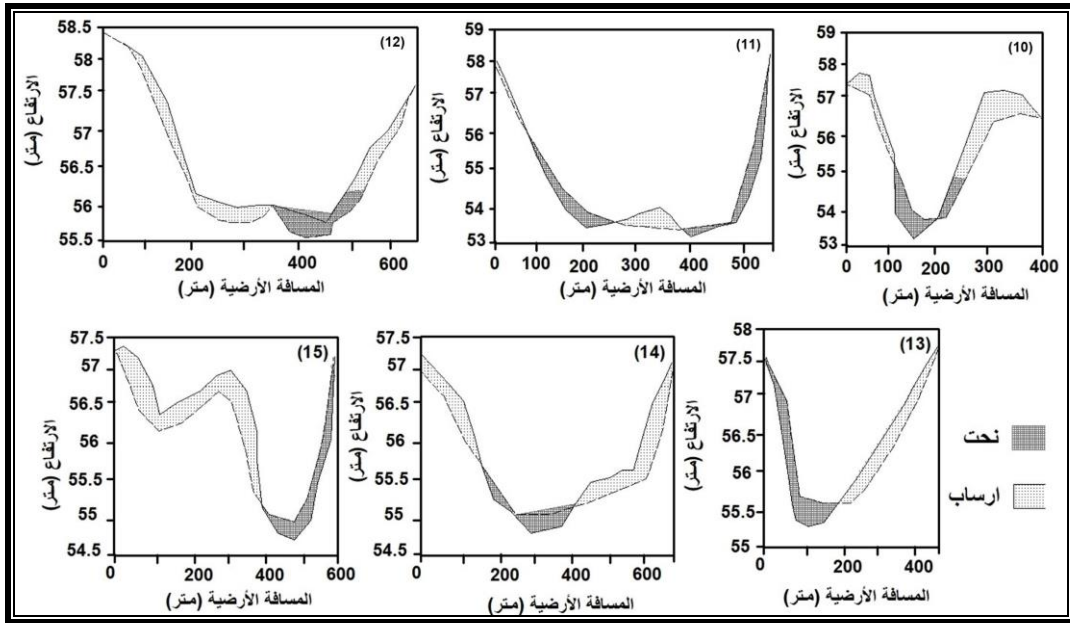


المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على خرائط معهد بحوث النيل مقياس ١: ٥٠٠٠ عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ باستخدام

برنامج Arc Map و Auto Cad

شكل (١٠) النحت والارساب بالقطاعات العرضية (١-٩) بمجري نهر النيل

بمنطقة الدراسة عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ م.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي خرائط معهد بحوث النيل مقياس ١: ٥٠٠٠ عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ باستخدام

برنامج Auto Cad و Arc Map

شكل (١١) النحت والارساب بالقطاعات العرضية (١٠-١٥) بمجري نهر النيل

بمنطقة الدراسة عامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣ م.

- بتحليل اتساع المجري باستخدام أسلوب الانحدار الخطي البسيط، وُجد أن اتساع المجري يقل بالاتجاه نحو المصب، حيث يقل بمعدل ١,٢ متر/كم، ويعزي ذلك إلي ضعف طاقة النهر، وقد ساعد ذلك وجود المنعطفات، وبالتالي ميل النهر للارساب في القطاع الجنوبي من منطقة الدراسة، وازدحام المجري بالجزر كبيرة المساحة مثل جزيرة نعنق وبني برزة، في حين يتسم القطاع الشمالي بقلة الاتساع، وبالتالي يميل النهر إلي تعميق مجراه في هذه القطاع، حيث اتضح من تحليل الخرائط الكنتورية لقطاع المجري أن هذا القطاع يتسم بعمقه وشدة انحداره، وبالتالي سرعة التيار المائي.
- اتضح من تحليل الخرائط الكنتورية انخفاض منسوب قاع المجري في القطاعات الجنوبية؛ حيث يصل منسوب قاع المجري في بعض المواضع إلي ٤٠ مترًا؛ ويرجع

ذلك إلي أثر قناطر نجع حمادي الجديدة، حيث يؤثر عملت علي زيادة نحت قاع المجري وتخفيض منسوبه، وحدثت تغيرات لاتجاه التيارات المائية في المنطقة، وبالتالي نحت الضفاف المقابلة لهذه التيارات، كما هو الحال بالضفة الشرقية للمجري بقرية القوصة صورة (٤).



المصدر: العمل الميداني.

صورة (٤): أثر قناطر نجع حمادي الجديدة في نحت ضفاف قرية القوصة المقابلة لها.

- بلغ المتوسط العام لمساحة القطاعات العرضية المدروسة ٧٣٥,٥ م^٢، وبانحراف معياري قدره $\pm ٣٥٩,١$ م^٢، ونسبة اختلاف بلغت ٤٨,٨%. وتختلف مساحة القطاع العرضي من مكان لآخر على طول المجري، فقد تراوحت بين ١٤٢٤,٣ م^٢ بالقطاع العرضي رقم (١) و ٢٥٨,٩ م^٢ بالقطاع العرضي رقم (٩). حيث تزيد مساحة القطاع العرضي مع زيادة اتساع المجري النهري. فقد بلغ معدل التغير لمساحة القطاع العرضي (١٩٨٢-٢٠١٣) نحو ١٨,٧ م^٢، أي أن مساحة القطاع تتغير سنويا بمعدل ١٨,٧ م^٢، ويرجع ذلك إلي ميل النهر للارساب.
- وبتحليل جدول (١٣) نجد زيادة لمساحة القطاعات بالرغم من قلة اتساعها؛ ويعزي ذلك إلي زيادة عمق المجري بالنسبة للاتساع كما هو الحال بالقطاع رقم (١) بالرغم

من اتساعه المحدود ٣٩٨,٤ مترًا إلا إن مساحته بلغت ٤٢٤,٣ م^٢، لزيادة عمقه الذي بلغ ٧,٢ مترًا. وبدراسة العلاقة الارتباطية بين مساحة القطاعات العرضية وأقصى عمق وجد أن هناك علاقة طردية قوية بلغت ٠,٩٢٠، أي تزيد مساحة القطاعات مع زيادة العمق.

- بلغ متوسط طول المحيط المبلل ٥٧٠,٦ مترًا، ويتراوح بين ١٠٩٥ مترًا بالقطاع رقم (٤) و ٣٩٦,٨ مترًا بالقطاع رقم (١٠)، ويستخدم المحيط المبلل Wetted Perimeter للدلالة على القطاع الذي يمثل قوساً يصل نقطة تلامس الماء بإحدى الضفتين ماراً بالقاع إلى نقطة تلامس الماء بالضفة الأخرى، حيث يزيد طول المحيط المبلل، كلما كان مجري النهر ضحلاً وعريضاً، ويقل حينما يكون المجري عميقاً وضيقاً.
- بلغ المتوسط العام لنصف القطر الهيدروليكي^(١) نحو ١,٤ مترًا، وبانحراف معياري قدره ٠,٩ مترًا، ونسبة اختلاف بلغت ٣,٣%. فقد تراوح بين ٣,٥ مترًا بالقطاع رقم (١) و ٠,٦ مترًا بالقطاع رقم (٩)
- بلغ المتوسط العام لمتوسط عمق المجري^(٢) ١,٤ مترًا، وبانحراف معياري ٠,٩ مترًا، ونسبة اختلاف بلغت ٦٢,٨٪، مما يشير إلي اختلاف القيم فيما بينها، فقد تراوحت القيم بين ٠,٥٧ مترًا كأقل قيمة بالقطاع رقم (٤) و ٣,٦ مترًا بالقطاع رقم (١). ولوحظ زيادة متوسط عمق المجري بمناطق المنعطفات، كي تسمح بمرور التصرفات المائية بالمجري النهري، وخاصة بمنعطف أبوشوشة، فقد بلغ متوسط عمق المجري ٣,٧ مترًا.
- بلغ متوسط أقصى عمق للمجري^(٣) بالقطاعات المرسومة للمجري ٢,٩ مترًا، وبانحراف معياري ١,٨ مترًا، ونسبة اختلاف بلغت ٦٢,٨٪، مما يعني وجود اختلاف

(١) نصف القطر الهيدروليكي = مساحة القطاع ÷ طول المحيط المبلل.

(٢) متوسط عمق المجري = مساحة المقطع العرضي ÷ اتساع المجري.

(٣) أقصى عمق للمجري = أقصى عمق للمجري بالمقطع العرضي - متوسط منسوب سطح المياه بالمجري.

بين القيم في هذه الخاصية. وقد تراوح أقصى عمق للمجري بين ٧,٢ مترًا بالقطاع العرضي رقم (١) و١,٢ مترًا بالقطاعين رقم (٤، ٩). أما عن معدل التغير المكاني للعمق، فقد بلغ ٠,٠٠١ متر/كم، أي ملليمتر واحد/كم، أي أن العمق يزيد بمقدار ملليمتر واحد لكل كيلو متر وبالاجته شمالاً.

- تراوحت نسبة شكل القطاع العرضي^(١) بين ٥٥,٧ بالقطاع رقم (١) و ٩٥٠,٢ بالقطاع رقم (٤)، ويعزي ذلك إلي عمق القطاع الأول واتساع القطاع الثاني بالنسبة لعمقه، ونظرًا لاختلاف شكل القطاعات العرضية فيما بينها، فقد بلغت نسبة الاختلاف ٧٨,٧٪؛ مما يشير إلي اختلاف شكل القطاع العرضي من مكان لآخر. وقد بلغت نسبة شكل القطاع العرضي بدراسة تراب (١٩٩٥، ص ١٣٢) لفرع دمياط ٦٤,٦، و٨٤,٦ بدراسة التركماني (١٩٩٧، ص ٤٢٦) لمجري النيل في منطقة ثنية قنا. وهناك علاقة ارتباطية بين اتساع المجري ونسبة شكل القطاع العرضي، بلغت ٠,٨٨٤؛ أي أن عمق المجري، يقل مع زيادة اتساع القطاع العرضي.

جدول (١٤) المتغيرات الإحصائية لفارق عمليتي النحت والارساب بالقطاعات العرضية.

المتغير	المقاطع التي يسود فيها النحت	المقاطع التي يسود فيها الارساب
العدد	٥	١٠
المتوسط العام	٢٤٤,٣ م ^٢	٤١٨,٥ م ^٢
نسبة الاختلاف	٦٩,٥٪	٤٨,٣٪

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا علي شكلي ٩ و ١٠.

- قل عمق المجري ٠,٧٢ مترًا عام ٢٠١٣ مقارنة بعام ١٩٨٢، لذا فقد بلغت نسبة التغير في العمق -٣٣,٥٪؛ ويرجع ذلك زيادة معدلات الارساب، فقد اتضح من دراسة الخرائط

(١) نسبة شكل المقطع العرضي = اتساع المجري (م) ÷ أقصى عمق للمقطع العرضي (م)، وتشير القيم المرتفعة إلي زيادة اتساع المقطع العرضي بالنسبة لعمقه والعكس في حالة القيم المنخفضة.

الكتنورية للقاع أن هناك ميلاً عاماً نحو الارساب بالقطاعات العرضية، حيث يسود الارساب في ١٠ قطاعات، في حين يسود النحت في ٥ قطاعات فقط، كما أن الارساب يتركز بقاع المجري أكثر من جوانبه بشكل عام؛ وخاصة في القطاع رقم (٤) حيث يزيد اتساع المجري مقارنة بالعمق، حيث يصل العرض إلي ١٠٩٢,٧ متراً، بينما يبلغ عمقه ١,٢ متراً؛ لوجود جزيرة بني برزة. وربما يعزي ذلك إلي كثرة الحشائش والنباتات التي تعمل كمصائد للرواسب من ناحية، وتقليل معدلات النحت في قاع المجري من ناحية أخرى، حيث تعمل النباتات على حماية الضفاف عن طريق تقليل سرعة التيار المائي بجانبها وزيادة تماسك ضفاف وقاع المجري من خلال ربط الرواسب بواسطة الجذور (Millar,2000,P.1110). بالإضافة إلى عظم كمية الرواسب التي تلقيها الأودية الجافة في نهر النيل، وبخاصة أودية الجانب الشرقي التي تعمل على رفع منسوب القاع، وخاصة أن منطقة الدراسة تقع ضمن المناطق الأشد تعرضاً لمخاطر السيول، وبالرغم من ندرة السيول بمنطقة الدراسة إلا أن حدوثها بالغ الأهمية، لما تحتويه من كميات كبيرة من الرواسب غير المتجانسة الأحجام (الحسيني، ١٩٨٨، ص ٣٩)، فقد بلغت كمية السيول عام ١٩٩٤ نحو ٥١,٨٪ من جملة المياه الواردة إلي نهر النيل من أسوان حتي القاهرة (التركماني، ١٩٩٧، ص ٤٤٤)، بالإضافة إلي كمية الرواسب المنحوتة من ضفاف المجري، وقد ساعد ذلك على زيادة معدلات الارساب وظهور الجزر والحواجز الرملية بالمجري.



المصدر: العمل الميداني وصور Google earth

لوحة (٥) توضح ظهور الحواجز الرملية نتيجة لزيادة معدلات الارساب بقاع المجري.

جدول (١٥): معدلات نحت القاع بمجري النيل بعد بناء السد العالي.

القطاع	اسوان - اسنا	اسنا - نجع حمادي	نجع حمادي - اسيوط	اسيوط - القاهرة
معدل النحت السنوي (سم/السنة)	٢,٢	٣	٢,٥	٠,٤٠

المصدر: وزارة الري.

- بلغ متوسط النحت الرأسى ١,٢ مترًا وبانحراف معياري بلغ مترًا واحدًا، لذا بلغت نسبة الاختلاف ٥٩,٨% مما يشير إلي اختلاف النحت الرأسى من قطاع لأخر. فقد تراوح معدل النحت الرأسى بالقطاعات العرضية بين ٢,٩ مترًا بالقطاع رقم (١١) و٠,٣ مترًا بالقطاع رقم (٩). في حين بلغ متوسط الارساب الرأسى نحو ١,٤ مترًا، وبحساب الانحراف المعياري وجد أنه مترًا واحدًا، لذا بلغت نسبة الاختلاف ٦٩,٣%.

وهي قيمة تعكس اختلاف معدلات الارساب الرأسى من مقطع لآخر، فقد تراوح معدل الارساب الرأسى بين ٤,٦ مترًا بالقطاع رقم (٤) و ٠,٤ مترًا بالقطاع رقم (١٠).

ومن جدول (١٥) يتضح أن معدلات النحت السنوي للقطاع بلغت أقصاها بقطاع اسنا - نجع حمادي حيث بلغت ٣سم/السنة، وانخفضت إلي ٢,٥سم/السنة بقطاع منطقة الدراسة، ثم إلي ٠,٤٠سم/ السنة بقطاع أسيوط القاهرة. في حين أن معهد الآثار الجانبية للسد العالى (١٩٨٢، ص١٢) أشار إلى سيادة عمليات الارساب بقطاع بمنطقة الدراسة جدول (١٦)؛ لاختلاف مناسيب المياه بمجري النيل بعد بناء السد العالى. وهذه تقديرات لم تضع في اعتبارها التصرفات المائية وشكل المجري والكثير من العوامل المؤثرة مثل قلة الحمولة النهريّة، لذا فقد يتغير مقدار واتجاه النحت علي قاع مجري النيل.

جدول (١٦): تقدير نحت القطاع بمجري النيل بعد بناء السد العالى باستخدام التغير في

المناسيب

القطاع	اسوان - اسنا	اسنا - نجع حمادي	نجع حمادي - أسيوط القاهرة	أسيوط - القاهرة
المنسوب قبل بناء السد العالى	٤٤	٦١	٦٠	٦٣
المنسوب قبل بعد السد العالى	٤٨	٦٤	٥٦	٤٧
الفارق (سم)	٤+	٣+	٤-	١٦-
العملية السائدة	نحت	نحت	ارساب	ارساب

المصدر: معهد الآثار الجانبية للسد العالى، ١٩٨٢، ص١٢.

- إن اختلاف عمليتي النحت والارساب، أدى إلي عدم تماثل انحدار ضفتي المجري النهري بالقطاعات المدروسة؛ حيث يزيد الانحدار في الجوانب المقعرة من المنعطفات، وبالتالي تظهر أشد عمقًا وانحدارًا من الجوانب المحدبة؛ نتيجة زيادة

معدلات النحت. وبالرغم من الدور المهم التي تقوم به الرؤوس الحجرية في حماية ضفاف جوانب المجري من النحت الجانبي، إلا انها أصبحت تمثل خطراً كبيراً على ضفاف المجري في بعض المواضع، ليس هذا فحسب، بل يتعرض قاع المجري خلف الرؤوس الحجرية للنحت والتخفيض؛ نتيجة لاصطدام التيار المائي بالرأس الحجرية، الأمر الذي يؤدي إلى نشأة الدوامات المائية، وبالتالي زيادة معدلات النحت بقاع وضايف المجري، ومثال ذلك ضفاف قرية الشيخ مبادر.

سادساً: الأخطار الجيومورفولوجية الناتجة عن النحت والارساب بقاع المجري وطرق مواجهتها:

تعتبر عمليتي النحت والارساب بقاع المجري من أهم الأخطار الجيومورفولوجية بالمجري النهري بالمنطقة، لما يترتب عليهما من انهيار لضفاف المجري، وبالتالي انهيار المباني ونقص الحيازات الزراعية القريبة من الضفاف. كما يترتب علي ارتفاع منسوب القاع مشكلات تتعلق بالملاحة النهريّة بمنطقة الدراسة.

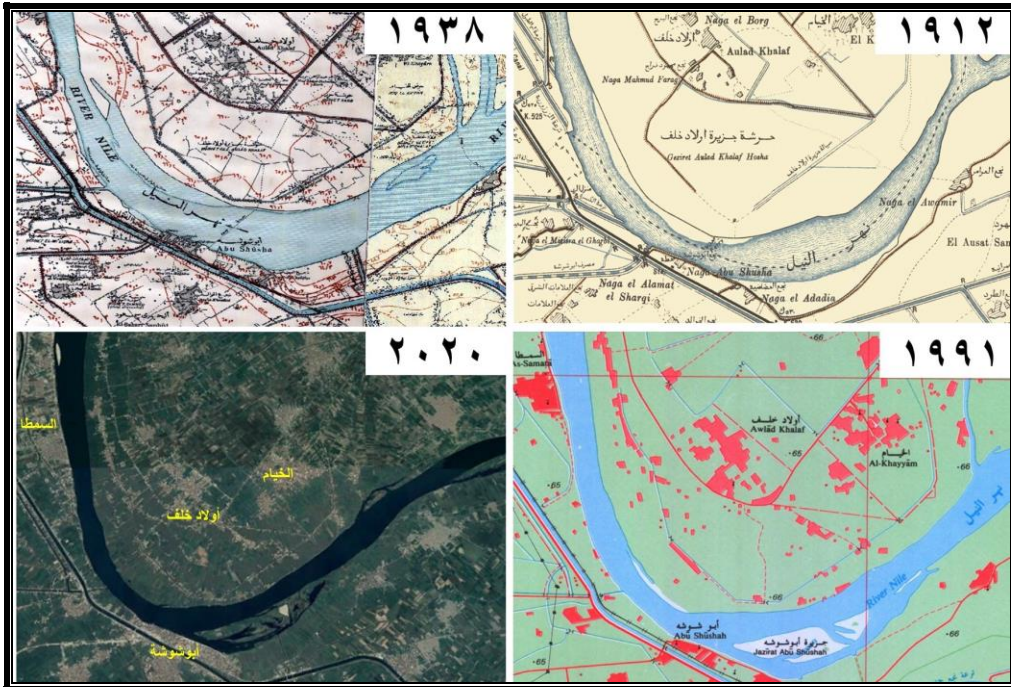
(١) أخطار النحت والارساب بقاع المجري النهري:

(أ) العوامل المؤثرة علي عمليتي النحت والارساب: تحدث عمليتي النحت

والارساب بقاع وضايف المجري نتيجة عدة عوامل متشابهة، وهي كما يلي:

- انخفاض التصريفات المائية: اتضح من دراسة التصريفات المائية أن هناك اتجاهًا عامًا لانخفاض كمية التصريفات منذ بناء السد العالي، فقد بلغ إجمالي كمية التصريف قبل بناء السد العالي ٧٩١١٢ مليون م^٣، انخفضت إلى ٤٤٨٤٩ مليون م^٣ بعد بنائه، بفارق بلغ ٣٤٢٦٣ مليون م^٣، أي أن كمية التصريف السنوي انخفضت إلي ما يقرب من النصف بعد بناء السد العالي والتحكم في المياه؛ الأمر الذي أدى إلي انخفاض معدلات النحت وسيادة عمليات الارساب خاصة بجوانب وقاع المجري، لذا تغيرت مورفولوجية المجري كما في لوحة (٦).

- **انحدار قاع المجري:** تعد درجة انحدار قاع المجري من أهم العوامل المؤثرة في نشاط عمليات النحت بقاع المجري، فكلما كانت درجة انحدار القاع كبيرة ساعد ذلك على سرعة التيارات المائية، ومن ثم يكون للنهر القدرة على نحت القاع وحمل رواسبه (مصطفي، ٢٠٠٦، ص ٢٤١)، فقد بلغ معدل انحدار قاع المجري ١٧,٥م/كم، مما يشير إلي قلة انحدار قاع المجري، ومن ثم بطء الجريان المائي، وبالتالي زيادة معدلات الارساب وانخفاض معدلات النحت بقاع المجري في معظم منطقة الدراسة، نظرًا لأن قلة الانحدار من شأنها أن تساعد على أن النهر يتخلص من الحمولة العالقة عن طريق الارساب، ومن ثم ارتفاع منسوب القاع وحدوث اختناقات ملاحية. ويشد النحت بصفة خاصة في القطاع الممتد بين قناطر نجع حمادي - القوصة؛ نتيجة اندفاع المياه بشدة من قناطر نجع حمادي.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية لسنوات مختلفة.

لوحة (٦) التطور الجيومورفولوجي للمجري بمنطقة أبوشوشة ١٩١٢-٢٠٢٠م

- **سرعة المياه:** تتوقف معدلات النحت والارساب بقاع المجري على سرعة المياه، فقد بلغ المتوسط العام لسرعة المياه بالمجري ٠,٦٥ متر/ثانية، وتبلغ سرعة المياه أقصاها بوسط المجري، حيث بلغت ٠,٧٢ متر/ثانية مقارنةً بالجانب الشرقي والغربي، حيث بلغت ٠,٦٩ و ٠,٥٣ متر/ثانية بالترتيب، مما يشير إلى سيادة النحت بالضفاف الشرقية، كما أن سرعة المياه تتناقص صوب القاع، نتيجة الحمولة العالقة والتي يزداد تركيزها بالقرب من القاع.
- **نمو الحشائش والنباتات بقاع وجوانب المجري:** يؤثر نمو الحشائش والنباتات على عمليتي النحت والارساب، حيث تقوم النباتات والحشائش بحماية قاع المجري عن طريق إعاقة التدفق، كما إنها تعمل على تماسك الضفاف من عمليات النحت، فكلما كان الغطاء النباتي كثيفاً زاد ذلك من استقرار الضفاف. ويتضح ذلك في تعرض رواسب الضفاف التي تخلو من النباتات والحشائش للنحت وخاصة بضفاف قرية القوصة، في حين أدت كثافة الحشائش والنباتات بضفاف قرية السمطا إلى حماية الضفاف والحد من النحت لوحدة (٧). كما تعمل النباتات والحشائش كمصيدة للرواسب بقاع المجري، وبذلك تكون بمثابة النواة الأولى لنشأة الحواجز الرملية بقاع المجري، مما يعمل على ارتفاع منسوب القاع، وهي تشبه النباتات أو العقبات التي تتشكل عليها كثبان العقبات والنبات في الصحاري. وبالرغم من دور النباتات والحشائش في زيادة معدلات الارساب بقاع المجري، إلا أن أنه مع سرعة التيار المائي تقوم المياه باقتلاعها، ومن ثم تمثل مرحلة أولية لنشأة الحفر بالقاع.
- **رواسب قاع المجري:** هناك علاقة وثيقة بين معدلات النحت وحجم رواسب القاع، وتختلف معدلات النحت من موضع إلى آخر داخل المجري حسب حجم والرواسب المكونة لقاع المجري، فقد اتضح من الدراسة سيادة نسبة الرمال

الناعمة برواسب قاع المجري، حيث بلغت نسبتها ٨٩,٣٪، مما يشير إلى قدرة المياه علي نحت القاع حال زيادة التصريفات المائية وسرعة المياه.

- **النحت الجانبي لضفاف المجري والجزر:** سبق الإشارة إلى أن كمية الرواسب والحمولة تناقصت بعد بناء السد العالي، فقد بلغ المتوسط السنوي للحمولة العالقة خلف قناطر نجع ١١١ مليون طن قبل بناء السد العالي، ونحو ٣٦,٤ مليون طن فترة بناء السد، ونحو ٣,٠٣ مليون طن بعد بناء السد العالي، أي الحمولة العالقة تناقصت بمقدار ٩٧,٣٪ عما كانت عليه قبل بناء السد العالي كما في جدول (٢)، فأصبح النهر يقوم بنحت ضفافه لتحقيق التوازن، ومع زيادة معدلات النحت وانهيال الضفاف داخل المجري تزداد معدلات الارساب بالقاع في شكل حواجز نهريّة أو أنها تترسب على الجانب المحذب بالمنعطفات النهريّة كما الحال بمنعطف نقتق.



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٧): أثر النباتات والحشائش في استقرار الضفاف والحد من عمليات النحت.

• دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي: للإنسان دورًا كبيرًا في تغيير الأنظمة الطبيعية للأنتهار (كليو، ١٩٨٥، ص ١٢) ويتلخص دور الإنسان في إنشاء السدود والقناطر للتحكم في المياه مثل إنشاء قناطر نجع حمادي القديمة والجديدة، وبالتالي تغير مورفولوجية المجري، واختلاف معدلات النحت والارساب، فقد عمل إنشاء قناطر نجع حمادي علي زيادة معدلات الارساب وظهور الحواجز الرملية أمامها، وزيادة معدلات النحت في المواضع التي تقع خلف القناطر مباشرة. كما أن العامل البشري عمل زيادة معدلات الارساب وإجبار النيل علي الارساب والحفاظ علي ما أرسب ببضعة طرق مثل بناء السدود والرؤوس الحجرية وعمل التكسيات؛ لتقليل ارتطام التيار بجانب المجري، مما يقلل من النحت (جاد، ١٩٨١، ص ٤٤-٤٥). فقد قام الأهالي برمي مخلفات الزراعة للمجري، بالإضافة إلي غرق بعض السفن المحملة بالرمال والطين لوحدة (٨) وذلك كما حدث غرق القاطرة ناصر ٢٦١ المحملة بحوالي ٤٠٠ طن من الطين الأسواني، وغرقها بكامل حمولتها علي بعد ٣٠٠ مترًا من مدخل الأهوسة الملاحية بقناطر نجع حمادي الجديدة. وتكمن الخطورة في قيام بعض الأهالي بزراعة أراضيهم حتى بداية ميل الضفة وعدم ترك مسافة آمنة، الأمر الذي يؤدي إلى انهيار الضفاف نتيجة للري المتكرر (ابوباشا، ٢٠١٧، ص ١٣٩).

كما حركة السفن السياحية والقوارب النهرية تؤدي إلى حدوث تيارات مائية عرضية قوية، تساهم في نحت وتقويض الضفاف.



لوحة (٨): غرق القاطرة ناصر المحملة بحوالي ٤٠٠ طن من الطين الأسواني.

(ب) مواضع النحت والارساب بقطاع منطقة الدراسة:

- مواضع النحت النهري: اتضح من تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية أن المساحة المفقودة بالنحت بمنطقة الدراسة بلغت ٦,٨ كم^٢ في المدة بين (١٩٠٥ - ٢٠٢٠)، وتتباين هذه المساحة من موضع لآخر، وذلك بمعدل ٠,٠٥٩ كم^٢/السنة، وبلغ إجمالي أطوال الضفاف التي تعرضت لعملية النحت ١٩,٩ كم، منها ١٢,٧ كم للضفة الشرقية و٧,٢ كم للضفة الغربية، ويتركز النحت بصفة خاصة القطاع الممتد بين القوصة - نعنق وقطاع أبوشوشة - السمطا. فقد ذكر أحد المزارعين^(١) أنه حيازته أصبحت ١٥ قيراطاً بعد أن كانت ٢٤ قيراطاً من واقع السجلات الملكية

(١) مقابلة مع علي محمد يحيى و عبدالحميد أحمد عبدالباقي أحد سكان قرية القوصة.

المسجلة، في حين ذكر آخر أن حيازته قلت ٦ قراريط؛ بسبب اندفاع المياه من قناطر نجع حمادي الجديدة، وعدم تكسية الضفاف.

- مواضع الارساب النهري: يمثل الارساب بجوانب المجري مساحة مضافة للسهل الفيضي، ولا يمثل خطرًا مثل الارساب بالقاع، حيث يعد الارساب بقاع المجري أحد أهم الأخطار الجيومورفولوجية التي يتعرض لها المجري، لما يترتب عليها من مشكلات تتعلق بارتفاع منسوب القاع، وما ينتج عن ذلك من اختناقات تعوق حركة الملاحة النهريّة. فقد بلغت إجمالي أطوال الضفاف التي تعرضت لعملية الارساب النهري ٢٢,٥ كم، منها ٧,٨ كم للضفة الشرقية و٤,٧ كم للضفة الغربية. وتتركز مواضع الارساب الجانبي بمنطقة الدراسة في القطاع الممتد بين قناطر نجع حمادي - بني برزة والقطاع الممتد بين الخيام - أولاد خلف.



صورة (٩): زيادة عمليات الارساب وظهور النباتات والحشائش بقاع المجري.

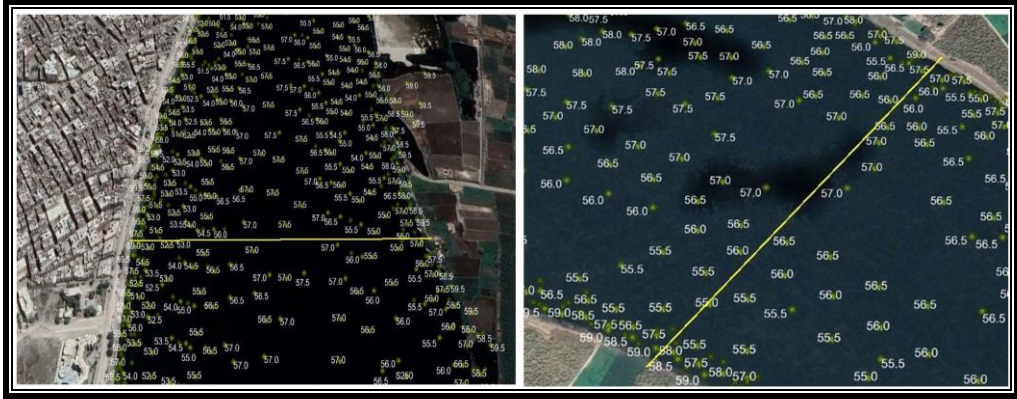
(ج) الممر الملاحي المقترح:

تتسم معظم القطاعات العرضية للمجري في قطاع الدراسة بالضحولة وظهور مواقع اختناقات ملاحية، ويمكن تعريف الاختناق الملاحي بأنه جزء من المجري لا

يوفر العمق اللازم لمرور الوحدات الملاحية، إلا أنه من المتفق عليه أن أكبر غاطس للوحدات النهرية المستخدمة لمجري نهر النيل سواء الخاصة بنقل البضائع أو السياحة يكون ١,٨٠ مترًا، ويترك عمق مياه أسفل هذه الوحدة كمعامل أمان يعادل ٠,٥٠ متر. فإن العمق اللازم للملاحة الآمنة بالمجري يكون ٢,٣ متر. هذا العمق يجب توفيره خلال فترة أقل المناسب التي تقابل إمرار أدنى التصرفات بالمجري. ونظرًا لأن فترة إمرار أقل التصرفات تكون خلال الشتاء والتي تتوافق مع الموسم السياحي حيث يتضاعف عدد الوحدات السياحية المارة بالنيل (معهد بحوث النيل، ٢٠٠٢). وبناءً عليه فإن تأمين ملاحة آمنة بالمجري، يستوجب العمل على توفير عمق مياه كافي للملاحة وخاصة في حالة أقل مناسيب للمياه المقابلة لأدنى التصرفات.

لذا تم تحديد خط سير أعماق المجري، بناءً على دراسة الخرائط الكنتورية لقاع المجري بمنطقة الدراسة عام ٢٠١٣، ومنه يتضح أن خط سير أعماق المجري لا يتبع وسط القناة النهرية، ولا يتبع جانباً دون الآخر، ولكنه يتأرجح شرقاً وغرباً لاسيما في مناطق المنعطفات النهرية. وفيما يلي عرض للمناطق التي تتعرض لعمليات الارساب المستمر بقاع المجري والاختناقات الملاحية، وهي كما يلي:

(أ) **مناطق غير آمنة وشديدة الخطورة:** هي المناطق التي يقل عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه، وذلك بناءً على عمق الغاطس المسموح به للملاحة بمجري نهر النيل وهو ٢,٣ مترًا في حالة أقل مناسيب للمياه المقابلة لأدنى التصرفات. وقد بلغ طول المسافة التي يقل عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه نحو ٩,٧ كم بنسبة ٢٢,٨٪ من طول المجري بمنطقة الدراسة، وتتنوع هذه المناطق غير الصالحة للملاحة في القطاع الممتد بين نجع الشيخ مبادر ونقنق والقطاع الممتد بين قرية الخيام وأبوشوشة وقبالة مدينة البلينا لوحة (١٠).



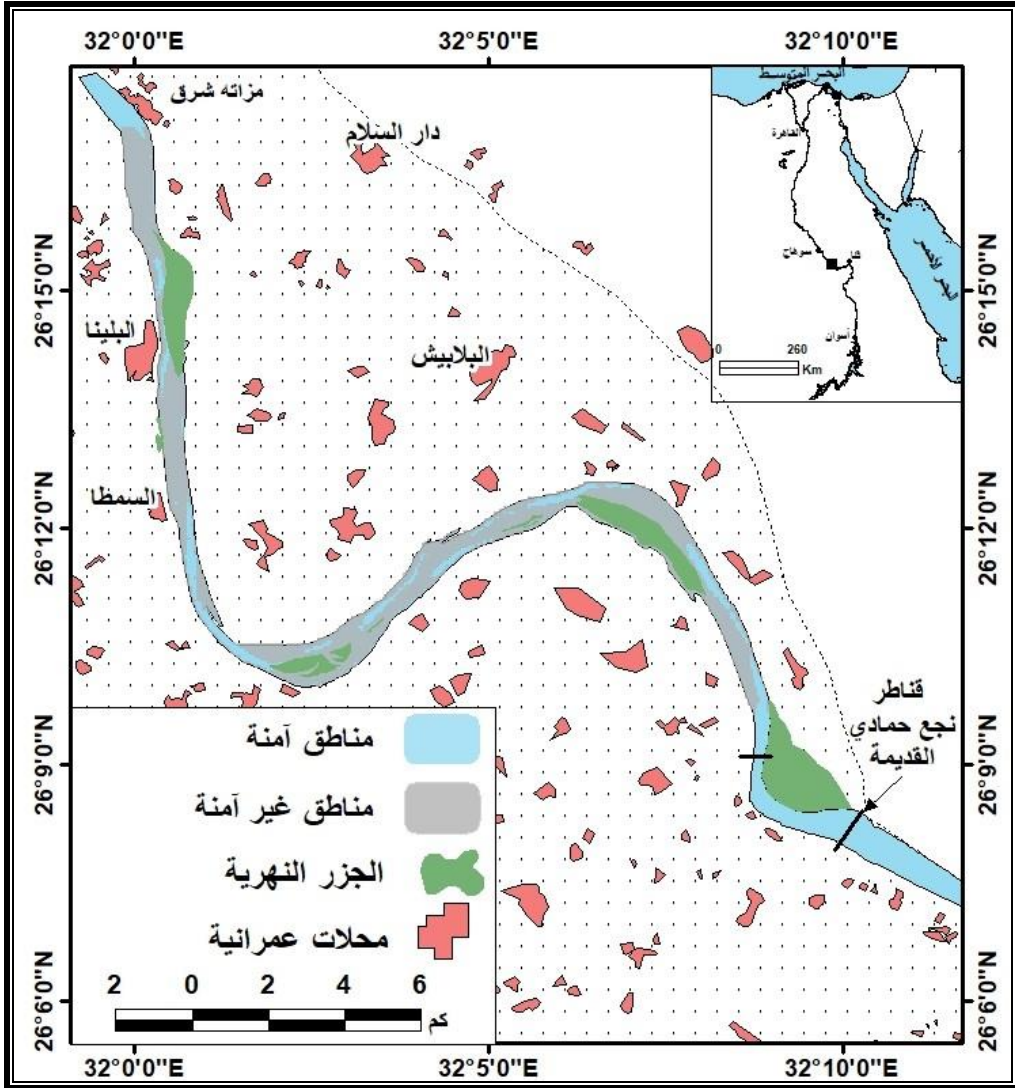
المصدر: اعتمادًا علي الخرائط الكنتورية للمجري.

لوحة (١٠): قطاعات عرضية توضح مواقع الاختناقات الملاحية بالمجري.

ويرجع ارتفاع منسوب هذه المناطق للعوامل التالية:

- تفكك وانهيار ضفاف المجري بفعل ري الأراضي الزراعية وتسرب المياه للمجري.
- أن النهر يرسب ما نحته بالقطاع الجنوبي بفعل اندفاع المياه الشديد من فتحات القناطر.
- خشونة رواسب القاع، وبالتالي انخفاض معدلات النحت وزيادة معدلات الارساب.

(ب) مناطق آمنة: هي المناطق التي يزيد عمقها عن ٢,٥ مترًا من سطح المياه، وقد بلغ طول المسافة التي يزيد عمقها عن ٢,٣ مترًا من سطح المياه نحو ٣٢,٨ كم بنسبة ٧٧,٢٪ من طول المجري بمنطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على الخرائط الطبوغرافية وخرائط معهد بحوث النيل استخدام برنامج Arc Map.

شكل (١٢): المناطق الآمنة للمرور الملاحي بمجري النيل بمنطقة الدراسة.

تشير الدراسة إنه لتحقيق غاطس ملاحي مناسب لحركة السفن والقوارب بالمجري يتعدى ٢,٣ مترًا واتساع أكثر من ١٠٠ مترًا لقاع المجري، يجب تطهير مسافة تبلغ ٩,٧ كم من طول القطاع المدروس، وتزيد هذه المسافة على ١٤,٧ كم بنسبة ٣٤,٦٪ من طول القطاع المدروس في حالة تحقيق غاطس ملاحي قدره ٣ أمتار، خاصة وأن

منطقة الدراسة تتسم بزيادة عدد البواخر النيلية المارة، فقد بلغ إجمالي عدد الوحدات السياحية التي عبرت هويس نجع حمادي عام ١٩٩٠ نحو ٤٨٨ وحدة سياحية زادت إلي ٥٠٥ وحدة سياحية عام ١٩٩٦ (جمعة، ١٩٩٨، ص ٥٥).

(ج) طرق مواجهة أخطار العمليات النهرية:

- **التكسيات الحجرية:** بلغ إجمالي أطوال التكسيات الحجرية بجوانب المجري نحو ٢٣,٥ كم، أنشئت في المواضع التي تتعرض للنحت النهري؛ لحماية المحلات العمرانية القريبة من المجري أو الأراضي الزراعية، فقد بلغ إجمالي طول الضفاف التي تحتاج إلي تكسية بالأحجار ١٨,٦ كم، وتتوزع في مناطق السمطا والقوصة والخيام.
- **تعميق الممر الملاحي:** يجب تركيب مواضع الاختناقات الملاحية بقطاع منطقة الدراسة وتعميق المجري باستخدام الكراكات المائية وخاصة بمنطقة نفق، وإنشاء عدد الهدارات الغاطسة؛ لرفع منسوب المياه، وبالتالي حل مشكلة الاختناقات الملاحي.
- **زراعة وتشجير جوانب المجري:** تعمل النباتات علي تماسك تربة ضفاف المجري، حيث يقوم الأهالي بزراعة جوانب المجري وإلقاء القش والنباتات الميتة، لحماية الضفاف النحت النهري.
- **رصد ومتابعة منسوب قاع المجري وتغيراته من عام إلى آخر، وخاصة في المناطق التي حددتها الدراسة، لتجنب حدوث ارتفاع منسوب القاع، وبالتالي تعطل حركة الملاحة النهرية.**
- **وضع علامات ملاحية بمواضع الارساب بقاع المجري، لتجنب الحوادث، حيث لا يوجد في نهر النيل أي نظام لتحديد مواقع السفن أو علامات عائمة بالمناطق مرتفعة المنسوب بقاع المجري، كما لا تحتوي الصنادل على أية مرافق اتصال**

على متنها (Abdel-Aziz, 2004, P.2-3). ولضمان ملاحه نهريه أمانة بقطاع
الدراسة، فقد حدد عبدالعزير (Abdel-Aziz, 2004, P.4) عدة نقاط، هي:

١. تنفيذ مسح دوري للمجري
٢. إنتاج الخرائط الملاحيه
٣. تصميم المسار الملاحي
٤. عمل علامات ملاحيه (عوامات ومنارات)
٥. إدارة حركة السفن والاتصالات

الخاتمة والتوصيات

- تناولت الدراسة الخصائص التضاريسية لقاع مجرى النيل بقطاع قناطر نجع حمادي - البلينا، وقد كشفت الدراسة عدة حقائق، وهي كما يلي:
١. تأثر قاع مجرى نهر النيل بالمنطقة بإنشاء قناطر نجع حمادي، كما أن طول مجرى نهر النيل بالمنطقة في تغير مستمر، فقد بلغ طول مجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة ٤٢,٥ كم عام ٢٠٢٠ قياساً من المرئيات الفضائية بعد أن كان طوله ٤٥,٢ كم عام ١٩٥٠، بفارق بلغ نحو ٢,٧ كم؛ أي تناقص طول المجري بمعدل ٠,٠٤ كم سنوياً (٣٨ مترًا سنوياً)، وسيصل طول المجري بالمنطقة إلي ٤١,٣ كم عام ٢٠٥٠م في حال ثبات معدل التناقص.
 ٢. تبين من دراسة القطاعات العرضية أن قاع المجرى في معظمه يبتعد كثيرًا عن الانتظام، كما يختلف انحدار قاع المجري صوب الضفتين بشكل واضح وتظهر أكثر أجزاء قاع المجرى تضرسًا في مناطق المنعطفات النهرية.
 ٣. تناقص اتساع المجري مع مرور الزمن؛ ويرجع ذلك إلى اختلاف كمية التصريف المائي قبل وبعد بناء السد العالي والتدخلات البشرية وتكسية جوانب المجري، فقد بلغ متوسط عرض المجري بالمنطقة ٤٦٥,١ مترًا عام ٢٠٢٠ بعد أن كان ١٠٧٣,٤ مترًا عام ١٩٥٠، بفارق بلغ ٦٠٨,٣ مترًا.
 ٤. بلغ المتوسط العام لكمية التصريف قبل بناء السد العالي ٦٥٩٢,٧ مليون م^٣، وانخفضت إلى ٣٧٣٧,٤ مليون م^٣ بعد بنائه، الأمر الذي أدى إلي انخفاض معدلات النحت وسيادة عمليات الارساب، خاصة بقاع المجري.
 ٥. أصبح مجرى نهر النيل بالمنطقة مجري اصطناعي، وأن كمية المياه المنصرفة خلف قناطر نجع حمادي في شهور الفيضان تقترب من كمية المياه المنصرفة في التحاريق، فقد بلغ الفارق بين شهر سبتمبر (قمة الفيضان) وشهر أبريل (أقل تصريف) قبل بناء السد العالي نحو ١٨١٦٩ مليون م^٣، انخفض الفارق إلي ٢٤١

- مليون م^٣ بعد بناء السد العالي؛ مما يعني أن النظام الهيدرولوجي بمنطقة الدراسة اختلف عما كان عليه قبل بناء السد العالي.
٦. أن المتوسط العام لسرعة المياه بالمجري النهري بالمنطقة بلغت ٠,٦٥ متر/ثانية، وأنها تختلف أفقياً ورأسياً، وبالتالي اختلاف معدل النحت والارساب، فتزيد معدلات النحت بقاع وجوانب المجري في المناطق التي تتسم بسرعات عالية، وتسود عمليات الارساب في المناطق ذات السرعات المنخفضة.
٧. أن المسار المار بأعمق المناسيب بقاع النهر لا يسير في منتصف المجري، إنما يتأرجح يميناً ويساراً، حيث يقترب من الجانب الشرقي للمجري بنسبة ٦٠,١٪ من جملة طول مسار خط الأعماق.
٨. يتراوح عمق المياه بين ٠,٧٠ و ١٦,٦٥ متراً، حيث تقترب بعض الأجزاء المرتفعة من قاع المجري من منسوب المياه، بحيث لا يزيد أدنى منسوب للمياه فوقها عن ٧٠ سم؛ مما يشكل خطورة على الملاحة النهرية وخاصة بمنعطف نقنق.
٩. إزالة الرواسب من قاع النهر عن طريق سحبها وضخها على الجزء القريب من الضفة المجاورة؛ لكي يكون الممر المائي عميقاً، بما يكفي لضمان حركة السفن والصنادل بشكل جيد.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر:

١. الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠، الهيئة المصرية العامة للمساحة، ١٩٩١.
٢. الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠، إدارة المساحة العسكرية، ٢٠١١.
٣. الخرائط الطبوغرافية لقاع المجري مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ لعامي ١٩٨٢ و ٢٠١٣.
٤. المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمية وصور Google Earth.
٥. معهد بحوث النيل.
٦. معهد الآثار الجانبية للسد العالي.
٧. وزارة الري.

ثانياً: المراجع:

(أ) المراجع العربية:

١. ابو باشا، حسن أبو الخير سيف الخياط (٢٠١٧): نحت وانهيال 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.
٢. تراب، محمد مجدي (١٩٩٥): مقالات في تأثير بناء السد العالي علي جيومورفولوجية فرع دمياط، منشأة المعارف، الإسكندرية.
٣. التركماني، جودة فتحي (١٩٩٧): جيومورفولوجية مجرى النيل وتغيراته المعاصرة في منطقة ثنية قنا، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٣٠)، ص ص ٤١٥-٤٦٧.
٤. جاد، طه محمد (١٩٨١): الخصائص الجمرولوجية لنهر السهل الفيضي، مع دراسة عن النيل في مصر الوسطي، دورية علمية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد (٣٢).

٥. جاسر، محمد محمود (١٩٨٦): النحر الشمل بمجري نهر النيل، مركز البحوث المائية، معهد بحوث الهيدروليكا والظمي، القناطر الخيرية.
٦. جمعة، ماجدة محمد أجمد (١٩٩٨): المشروعات القومية وتناقص تصرفات نهر النيل واثره علي السياحة النيلية، مجلة كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد (٣٢)، ص ص ٣٧-٧٧.
٧. 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).
٨. الحسيني، السيد السيد (١٩٩١): نهر النيل في مصر منحنياته وجزره: دراسة جيومورفولوجية، مركز النشر بجامعة القاهرة.
٩. دسوقي، صابر أمين (١٩٩٢): مورفولوجية مجرى نهر النيل فيما بين بني سويف والقناطر الخيرية، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد (١٠).
١٠. دسوقي، صابر أمين (٢٠٠٢): بعض التغيرات الجيومورفولوجية الحديثة لمجري نهر النيل بين المنيا وبني سويف، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٣٩)، ص ص ٣٧-٧٩.
١١. راضي، محمود دياب (١٩٨٦): العلاقة بين درجة خشونة القاع ومقدرة النهر علي النحت والوصول إلي مرحلة التوازن: دراسة تطبيقية للمنهج الكمي في الجيومورفولوجيا، دورية علمية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد (٩١).
١٢. سالم، نصر الدين محمود أحمد (١٩٩٣): أثر السد العالي على تغيير جيومورفولوجية مجرى النيل فيما بين خزان اسوان وقناطر اسنا: دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.

١٣. سالم، نصر الدين محمود أحمد (٢٠٠٠): أثر السد العالي على تغير جيومورفولوجية قاع مجرى نهر النيل فيما بين قناطر إسنا وقناطر نجع حمادي، مجلة كلية الآداب، جامعة حلوان، العدد (٧)، ص ص ٢٥١-٣١١.
١٤. سلامة، حسن رمضان (٢٠٠٤): أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الأولى، دار الميسرة للنشر والتوزيع، عمان.
١٥. شاور، أمال إسماعيل (١٩٦٦): أراضي طرح النهر وأكله: دراسة جغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
١٦. شاور، أمال إسماعيل (١٩٨٩): إيرادات نهر النيل بين الزيادة والنقصان في الفترة الحديثة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (١١)، الجزء الأول، ص ص ١٩١-٢١٩.
١٧. 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.
١٨. صابر، أحمد إبراهيم محمد (٢٠١٦): رصد التغيرات والأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن بناء قناطر نجع حمادي بمجرى النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد (٩١).
١٩. عاشور، محمود محمد (١٩٩٠): جيومورفولوجية الجانب الشرقي لوادي النيل فيما بين الكريمات جنوباً والصف شمالاً، نشرة دورية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بكلية الآداب، جامعة المنيا، العدد (١٢).
٢٠. عبيدو، إبراهيم علي (١٩٧٨): الجيومورفولوجيا الهندسية والخرائط الجيومورفولوجية، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٢١. عقل، ممدوح تهامي عبدالحى (١٩٩٢): وادي النيل بين سوهاج وأسيوط: دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٢٢. عوض، محمد (١٩٥٢): نهر النيل، مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر، الطبعة الثالثة، القاهرة.
٢٣. كليو، عبدالحميد أحمد (١٩٨٥): الإنسان كعامل جيومورفولوجي: دوره في العمليات الجيومورفولوجية النهرية، دورية علمية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد (٨٠).
٢٤. مصطفى، إسلام سلامة محمد (٢٠٠٦): دراسة مقارنة للأخطار الجيومورفولوجية في مجرى فرعى دمياط ورشيد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنها.
٢٥. منصور، أحمد محمود محمد (٢٠١٠): تنمية الجزر النيلية فيما بين قناطر نجع حمادي وقناطر إسنا رؤية جغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنها.

(ب) المراجع غير العربية:

1. Abdel-Aziz, T, M., (2004). Safe Visual Navigation on the Nile River, 9th International Symposium on River Sedimentation (9ISRS), Yichang- China. [DOI:10.13140/2.1.2107.6803](https://doi.org/10.13140/2.1.2107.6803)
2. Ahmed, A.F., & W.A. Fahmy (2015). Long-Term Morphological Changes along the 2nd Nile River Reach through Half Century after "HAD" Construction, Nile Water Science & Engineering Journal, Vol. 8, Issue 2. https://www.nilebasinjournal.com/pdf_ReadDownload.php?type=read&file=8790_26093017.pdf
3. Babiński Z., (2005): The relationship between suspended and bed load transport in river channels, Sediment Budgets 1 (Proceedings of symposium S1 held during the Seventh IAHS Scientific Assembly at Foz do Iguaçu, Brazil).

4. Brandt, S.Anders, (2000). Classification of geomorphological effects downstream of dams, CATENA, V. 40, Issue 4, Pages 375-401, [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00093-X](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00093-X).
5. Curran, J., & Tan, L. (2010). an investigation of bed armoring process and the formation of microclusters, 2nd Joint Federal Interagency Conference, Las Vegas. https://acwi.gov/sos/pubs/2ndJFIC/Contents/3B_Curran_03-01-2010_paper.pdf
6. Dury, G. H., (1970). Rivers and River Terraces, Palgrave Macmillan UK.
7. Elsayy, Hossam &Kamal, Noha(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
8. Gibson, S., A. Osorio, C. Creech, R. Amorim, M. Dircksen, T. Dahl, M. Koochafkan, (2019). Two pool-to-pool spacing periods on large sand-bed rivers: Mega-pools on the Madeira and Mississippi, Geomorphology, V. 328, Pp. 196-210. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.12.021>.
9. Keller, A., Edward (1971). Areal Sorting of Bed-Load Material: The Hypothesis of Velocity Reversal. GSA Bulletin, V. 82 (3), Pp. 753-756. doi: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1971\)82\[753:ASOBMT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1971)82[753:ASOBMT]2.0.CO;2)
10. Leopold, L.B., & Wolman, M.G., & Miller, J.P., (1964). Fluvial Processes in Geomorphology, Freeman & CO., London.
11. Millar, R. G. (2000), Influence of bank vegetation on alluvial channel patterns, Water Resources Research, V.36 (4), Pages 1109 – 1118, doi:10.1029/1999WR900346.
12. Sattar, Ahmed (2016). Bed Morphological Changes of the Nile River DS Major Barrages. 10.1007/698_2016_91.
13. Vázquez-Tarrío, Daniel, Hervé Piégay, Rosana Menéndez-Duarte, (2020). Textural signatures of sediment supply in gravel-bed rivers: Revisiting the armour ratio, Earth-Science Reviews, V.207. pages 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103211>.
14. Zuo, Li-qin, Yong-jun Lu, Huai-xiang Liu, Fang-fang Ren, Yuan-yuan Sun, (2020). Responses of river bed evolution to flow-sediment process changes after Three Gorges Project in middle Yangtze River: A case study of Yaojian reach, Water Science and Engineering, V. 13, Issue 2, Pages 124 -135. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2020.03.002>.