

حفر الانجراف بالقطاع الشمالي لهجرى فرع رشيد

أ. / علاء محمد أبو ليفة عبد الغني سيد أحمد. (١)،

أ. د. / عبد الحميد أحمد كليو. (٢)،

أ. د. / رمضان عبد الحميد نوفل (٢)

(١) باحث ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة

abobidah@gmail.com

(٢) أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية الآداب – جامعة المنصورة.

Abstract

The research investigates the phenomenon of scour holes in the channel bed resulting from water vortex movement. The study focuses on the northern sector of the Rashid Branch, extending from the Edfina bridges in the south to the mouth of the Rashid Branch in the north. It explores the origin and geographic distribution of scour holes in the study area, along with their morphometric characteristics, including length, width, area, depth, and shape.

The morphometric analysis and the analysis of factors influencing the formation and development of scour holes revealed their correlation with certain channel characteristics, such as channel width and water depth.

The study also addresses the factors influencing the formation and development of scour holes, including human activities in the channel (such as construction of embankments, dams, bridges, and stone revetments) and natural factors (such as water levels, flow velocity, and bed sediment volume). Furthermore, the research examines the evolution of scour holes between 1981 and 2003 through the analysis of cross-sectional profiles of some scour holes in the study area. The morphological analyses indicate variations in the development of scour holes, with some showing accretion and others showing erosion, as revealed by sediment cross-sections. The study recommends periodic updates of hydrographic survey data for the study area to monitor the behavior and evolution of scour holes regularly.

Additionally, the study emphasizes the importance of considering scour holes when studying the geometric shape of artificial structures proposed for the channel, using mathematical models that incorporate all factors influencing the formation and development of scour holes.

**حفر الانجراف بالقطاع الشمالي
لمجرى فرع رشيد**

أ. علاء محمد أبوليفة عبد الغني سيد أحمد. (١)،

أ. د. عبد الحميد أحمد كليو. (٢)،

أ. د. رمضان عبد الحميد نوفل (٢)

(١) باحث ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية

الآداب، جامعة المنصورة

abobidah@gmail.com

(٢) أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية

الآداب - جامعة المنصورة.

تناول هذا البحث ظاهرة حفر الانجراف بقاع المجرى في القطاع الشمالي لفرع رشيد في المسافة الممتدة من قناطر إدفينا جنوبا حتى مصب فرع رشيد شمالا، من حيث نشأتها وتوزيعها الجغرافي بمنطقة الدراسة، وخصائصها المورفومترية: والتي شملت: الطول - العرض - المساحة - العمق - شكل الحفر، حيث اتضح من خلال التحليل المورفومتري، وتحليل العوامل المؤثرة في نشأته وتطور حفر الانجراف، تأثر بعض خصائص المجرى مثل عرض المجرى وعمق المياه فيه.

كما تناول أيضا العوامل المؤثرة في نشأة وتطور حفر الانجراف حيث، شملت: العوامل البشرية في المجرى من خلال بناء (التكسيات - السدود والقناطر والكباري - الرؤوس الحجرية)، والعوامل الطبيعية منها: مناسيب المياه - سرعة التيار المائي - حجم رواسب القاع.

كما تناول أيضا تطور حفر الانجراف في الفترة ما بين عامي ١٩٨١ و ٢٠٠٣ من خلال تحليل القطاعات العرضية لبعض حفر الانجراف بمنطقة الدراسة، حيث تبين من التحليلات المورفولوجية تطور حفر الانجراف بعضها بالإرساب وبعضها بالنحت كما ورد بالدراسة من خلال قطاعات الرواسب، وهو ما يستدعي القيام بتحديث بيانات المسح الهيدرولوجي لمنطقة الدراسة بصفة دورية لمتابعة سلوك وتطور حفر الانجراف بمنطقة الدراسة بصفة دورية. وكذلك لا بد من أن توضع حفر الانجراف في الحسبان عند دراسة الشكل الهندسي للأعمال الاصطناعية التي يقترح إنشائها على المجرى وفق نماذج رياضية تشمل كل العوامل المؤثرة في نشأة وتطور حفر الانجراف.

الكلمات المفتاحية: حفر الانجراف - المسح الهيدرولوجي - حركة الدوامات المائية - مجرى فرع رشيد - التحليل المورفومتري.

العالمي (D GPS) لرصد إحداثيات النقاط، وبرنامج (HYPACK) لجمع بيانات الأعماق والاحداثيات بتزامن واحد، والقياسات الهيدروليكية (سرعة التيارات المائية، وقياسات منسوب المياه).

٤- الأسلوب المعهلي: بالتحليل الميكانيكي لعينات الرواسب التي تم جمعها من المنطقة.

خامسا: مصادر الدراسة :

تمثلت مصادر الدراسة فيما يلي:

الدراسات السابقة :

رغم توافر العديد من الدراسات الجغرافية التي تناولت دراسة الظواهر الجيومورفولوجية بمجرى فرع رشيد إلا أنها جميعا لم تتطرق لدراسة ظاهرة حفر الانجراف بمنطقة الدراسة في مجرى فرع رشيد.

وقد استعان الطالب ببعض الدراسات السابقة لدراسة تلك الظاهرة الجيومورفولوجية منها:

١- دراسة، علي مصطفى كامل ميرغني (٢٠٠٥م) : " حفر الانجراف بقاع مجرى نهر النيل شرق جزيرة الزمالك " والتي تناولت حفر الانجراف من حيث نشأتها والتحليل المورفومتري لها، والعوامل المؤثرة في نشأتها وتطورها.

٢- دراسة، أحمد إبراهيم محمد صابر (٢٠٠٧م) : " الأثار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه في المنطقة الممتدة من الصف إلى العين السخنة " حيث تناول فيها الظواهر الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه ومنها حفر الانجراف.

٣- دراسة، أحمد إبراهيم محمد صابر، منال سمير شلبي (٢٠٢١م) : " النمذجة الهيدروليكية لطاقة النهر ودورها في التغيرات الجيومورفولوجية بنهر النيل بمنطقة جزيرة الكريمت " حيث تناول فيها التغيرات الجيومورفولوجية لبعض الظواهر ومنها حفر الانجراف.

٤- دراسة،

Elsaeed et al., (2015): Scour Evaluation for the Nile River Bends on Rosetta Branch

تناول فيها تأثير اطلاق تصرفات المائية على منعطفات فرع رشيد في منطقة كفر الزيات ومنها تحليل مورفولوجية حفر الانجراف بالمنطقة وتطورها.

Keywords: Scour Holes- Hydrographic survey- water eddies- Rosetta Branch- morphometric analysis

ثانيا: أسباب اختيار الموضوع:

- ١- عدم وجود دراسة جغرافية تناولت ظاهرة حفر الانجراف بمنطقة الدراسة
- ٢- أهمية منطقة الدراسة من الناحية الجيومورفولوجية لتنوع أنماط حركة المياه بها والتي تعد بيئة مناسبة لعوامل تعرية المائية.

ثالثا: أهداف الدراسة: تتمثل أهداف الدراسة الى ما يلي:

- تحليل ظاهرة حفر الانجراف في مجرى النيل فرع رشيد بمنطقة الدراسة.
- التعرف على خصائصها والعوامل المؤثرة في تطورها والتأثيرات الناجمة عنها .
- تحديد مدى خطورتها على مورفولوجية وهيدرولوجرافية المجرى بمنطقة الدراسة
- متابعة التغيرات التي طرأت عليها.

رابعا : مناهج وأساليب البحث:

١- المنهج الأصولي: تم استخدامه في التعرف على خصائص حفر الانجراف والعوامل المؤثرات فيها والتعرف على أصل نشأة تلك الظاهرة .

٢- المنهج التاريخي: تم استخدامه في تتبع تطور ظاهرة حفر الانجراف والتغيرات التي طرأت عليها خلال الفترة الزمنية للدراسة.

٣- المنهج التجريبي: تم استخدامه في تقدير حجم الرواسب في حفر الانجراف.

كما استخدم الطالب عدة أساليب من أهمها:

- ١- **الأسلوب الإحصائي:** حيث تم استخدامه في تحليل نتائج بين القاسات المورفومترية لحفر الانجراف وإيجاد العلاقة الارتباطية بين الأبعاد المختلفة للظاهرة.
- ٢- **الأسلوب الكارتوجرافي:** حيث تم استخدامه لتمثيل موقع حفر الانجراف بمنطقة الدراسة.

٣- أسلوب البحث الهيداني: عن طريق إجراء بعض القياسات باستخدام الأجهزة المساحية: وهو نظام المسح الهيدرولوجرافي والمكون من - جهاز الجس الصوتي (ECHO SOUNDER) لقياس الأعماق، وجهاز تحديد المواقع

0-دراسة.

Ferrain et al., (2018): Geomorphology of Scour Holes at Tidal Channel Confluences.

تناول فيها دراسة مورفولوجية حفر الانجراف عند ملتقى قنوات المد والجزر في بحيرة البندقية (إيطاليا)، وتحليل التطور المورفولوجي، والعوامل المؤثرة فيها.

1-دراسة.

Koevoets, Igor, : (2019) Scour holes: A data-driven risk-based analysis for scour holes in the Rhine-Meuse Delta.

تناول فيها حفر الانجراف في دلتا نهر رين-ميوز (هولندا)، وتحليل وتقييم الأخطار الناجمة عنها والتنبؤ بتطورها.

المقدمة :

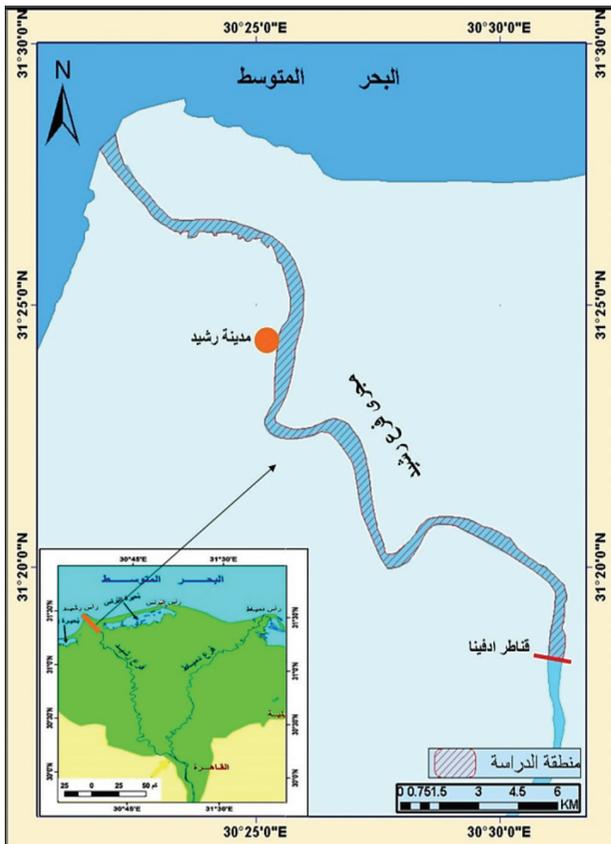
تشأ الدوامات المائية في مجاري الأنهار نتيجة للتدخلات البشرية كحمايه النهر أو الإنشاءات التي تقام بين ضفتي النهر مثل السدود أو القناطر أو الكباري أو نتيجة للعوامل الهيدرولوجية الناجمة عن تفرع المجرى، حيث يصطدم التيار المائي بالرؤوس الحجرية أو الأعمال الصناعية التي تعترض المجرى الأمر الذي يؤدي إلى تولد الدوامات المائية أو التيارات الحلزونية، فيأخذ شكل التدفق حركه دوامية مضطربة ومن ثم يختلف التوزيع الرأسي والأفقي للسرعات في رقائق المياه، بحيث تصبح أسرع الرقائق هي السطح في حين تقل السرعة بالاقتراب من القاع مباشرة، ويؤدي هذا التوزيع الراس المتناقص صوب القاع إلى إحداث دوامات ذات قوة شفق عالية وذات تأثير تصادمي قوي أو بالأحرى ذات قوة نحت شديده. (أحمد إبراهيم محمد صابر، منال سمير شلبي، ٢٠٢١، ص ٤٤٢) ومن الظواهر الجيومورفولوجية الناجمة عن الدوامات المائية بمنطقة الدراسة:

حفر الانجراف : تعرف حفر الانجراف: بأنها حفر طبيعية عموديه عميقة ينخفض منسوبها عن منسوب قاع المجرى وتبدو في كثير من الأحيان مستديرة أو مستطيلة وتتكون في شكل تجمعات، وتعزى نشأتها إلى فعل الدوامات، وهي تتكون إما في مناطق الانتشاءات أو ملاصقة للدعامات أو بالقرب من التكسيات أو دعامات الجسور أو في مواقع التقاء الفروع وخلف القناطر والمنشآت الأخرى. (أحمد إبراهيم

محمد صابر ، ٢٠٠٧، ص ٢٦٣)، مع الأخذ في الاعتبار: أن طاقة الدوامة تقل مع العمق نتيجة الفاقد بالاحتكاك. (عبد الحميد كليو، ٢٠٠١، ص ٤٦)، وكنتيجة النحت الدوامية التي تؤدي إلى نحت قاع النهر بفعل قوة تيار الماء الصافي وحده بدون أي أثر للمفتتات كأدوات نحت، وتنتشر حفر الانجراف في شمال مجرى فرع رشيد بمنطقة الدراسة.

منطقة الدراسة:

فلكياً، تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (31°17'54.42"N ، 24.52°27'N)، وبين خطي طول (30°18.21'31"E ، 18.29°22'E). جغرافياً، تقع منطقة الدراسة شمال فرع رشيد في المنطقة الممتدة لمسافة ٢٥ كم من قناطر إدفينا جنوباً حتى مصب فرع رشيد شمالاً، ويحدها من الجانب الشرقي مركز مطويس والتابع لمحافظة كفر الشيخ، كما يحدها من الجانب الغربي مركز رشيد التابع لمحافظة البحيرة، ويحدها شمالاً البحر المتوسط، وجنوباً قناطر إدفينا. شكل (١)



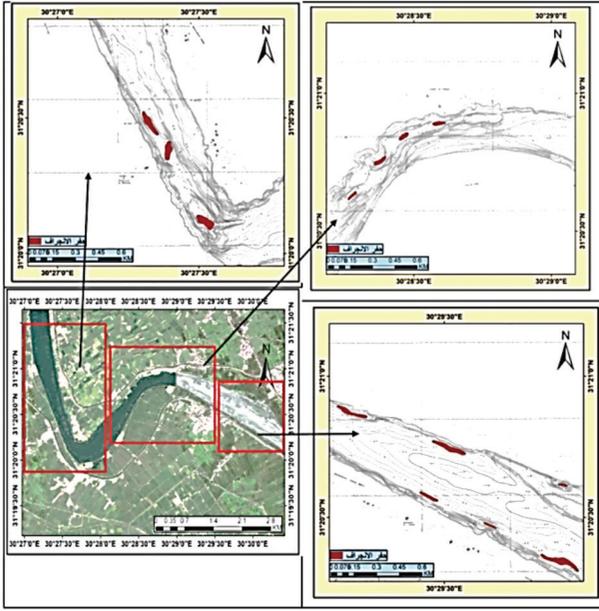
شكل (١) منطقة الدراسة

الخصائص المورفومترية لحفر الانجراف وبيانها كما يلي :

وقد أمكن تمييز حفر الانجراف من خلال الخرائط الكنتورية لقطاع النهر (الخرائط الهيدروجرافية)، حيث تظهر خطوط الكنتورية متقاربة تشير إلى انحدار حاد وتقل قيمة خطوط الكنتور نحو مركز الحفرة، وقد قام الطالب بتظليلها باللون الاحمر .

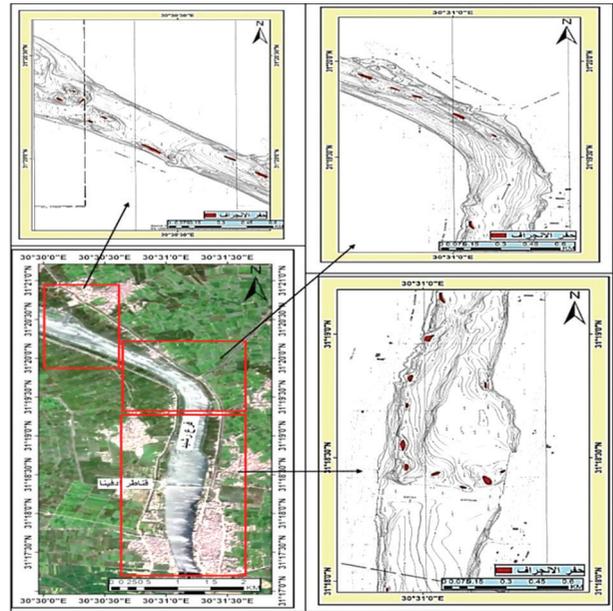
الموقع والعدد: تم تقسيم منطقة الدراسة بمجرى فرع رشيد إلى خمس قطاعات وبيانها كما يلي:

- **القطاع الأول.** يمتد من جنوب قناطر إدفينا حتى أمام قرية محلة الأمير شمالاً لمسافة ٥ , ٤ كم، وبحصر حفر الانجراف تبين وجود عدد ١١ حفرة انجراف تقع جهة الشرق، في حين تقع ١٢ منها على الجانب الغربي من المجرى، كما هو موضح بالشكل رقم (٢) .



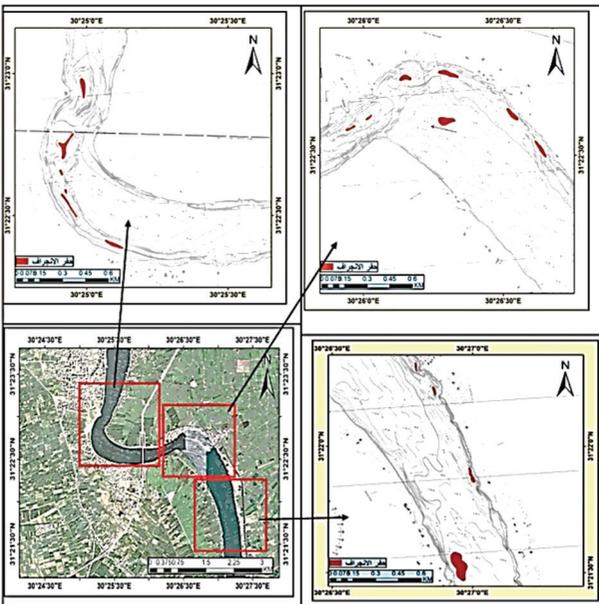
المصدر : عمل الطالب اعتماداً على خرائط معهد بحوث النيل ١٩٨١
شكل (٢) مواقع حفر الانجراف في القطاع الثاني بمنطقة الدراسة

- **القطاع الثالث.** يمتد من قرية مالك جنوباً وحتى قرية الجدية شمالاً لمسافة ٥ , ٤ كم، وبحصر حفر الانجراف بالقطاع اتضح وجود عدد ٩ حفرة انجراف في الجانب الشرقي، في حين تقع ٨ منها في الجانب الغربي من المجرى، كما هو موضح بالشكل رقم (٤) .



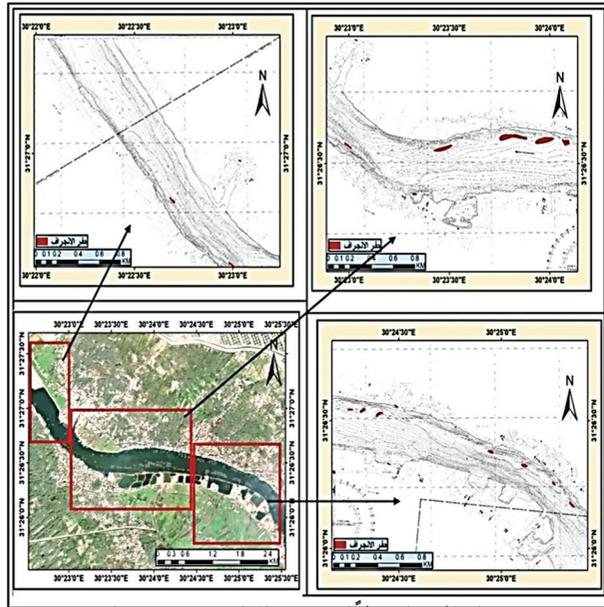
المصدر : عمل الطالب اعتماداً على خرائط معهد بحوث النيل (١٩٨١)
شكل (٢) مواقع حفر الانجراف في القطاع الأول بمنطقة الدراسة.

- **القطاع الثاني.** ويمتد من قرية محلة الأمير جنوباً وحتى عزبة مالك شمالاً لمسافة ٣ كم، وبحصر حفر الانجراف بالقطاع تبين وجود عدد ٧ حفرة انجراف في الجانب الشرقي، في حين تقع ٦ منها في الجانب الغربي من المجرى كما، هو موضح بالشكل رقم (٣)



المصدر : عمل الطالب اعتماداً على خرائط معهد بحوث النيل ١٩٨١
شكل (٤) مواقع حفر الانجراف في القطاع الثالث بمنطقة الدراسة

المجرى، كما هو موضح بالشكل رقم (٦) .

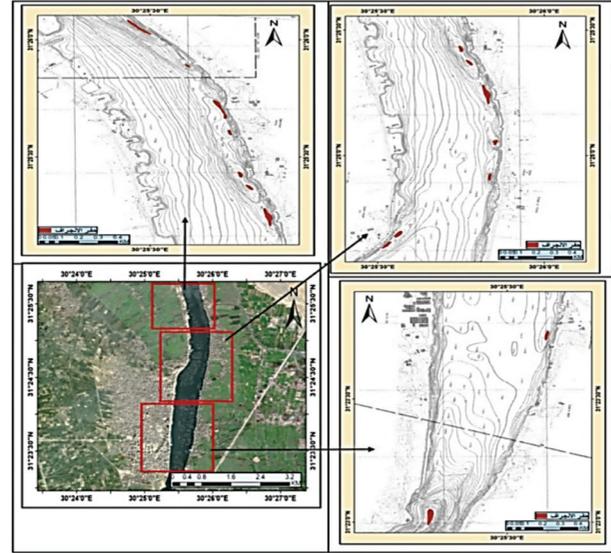


المصدر : عمل الطالب اعتماداً على خرائط معهد بحوث النيل ١٩٨١
شكل (٦) مواقع حفر الانجراف في القطاع الخامس بمنطقة الدراسة
وبذلك يكون إجمالي حفر الانجراف ٨١ حفرة ويوضح
الجدول (١) مواقع حفر الانجراف في قاع المجرى بمنطقة
الدراسة، ويتضح من خلال الجدول (١) والذي تم عمله
اعتماداً على الخرائط الهيدروجرافية والتي انتجت بمعرفة
معهد بحوث النيل عام ١٩٨١ اختلاف ابعاد حفر الانجراف
بمنطقه الدراسة اختلافا كبيرا تبعاً للمرحلة التطورية التي
تمر بها الحفرة.

الجدول (١) المواقع والقياسات المورفومترية لحفر الانجراف بمنطقة الدراسة

م	القطا ع	الحفرة	خطوط الطول	دوائر العرض	الطول	العرض	المساحة	العمق
1	القطاع الأول	1	30° 30' 54.426"	31° 17' 57.976"	65.75	9.12	214.74	12.2
2		2	30° 31' 10.085"	31° 18' 24.498"	166.53	31.55	1717.79	7.5
3		3	30° 31' 12.542"	31° 18' 26.670"	71.97	15.6	331.29	7.2
4		4	30° 31' 6.336"	31° 18' 22.819"	80.21	15.7	412.586	7.3
5		5	30° 31' 2.005"	31° 18' 26.127"	105.86	19.15	696.6	7.7
6		6	30° 30' 57.457"	31° 18' 27.699"	114.87	18.12	704.45	12.2
7		7	30° 30' 56.891"	31° 18' 33.082"	179.59	22.12	1240.9	12.2
8		8	30° 30' 57.531"	31° 18' 42.687"	88.46	14.4	418.168	10.4
9		9	30° 30' 58.087"	31° 18' 49.305"	121.38	19.75	793.34	12.1
10		10	30° 31' 0.938"	31° 18' 59.017"	148.379	19.14	1255.94	13.4
11		11	30° 31' 2.963"	31° 19' 8.780"	176.229	13.05	906.149	10.2
12		12	30° 31' 6.751"	31° 19' 36.718"	73.481	11.15	278.36	15.8
13		13	30° 31' 0.970"	31° 19' 42.879"	165.257	18.25	1117.1	15.4
14		14	30° 30' 54.173"	31° 19' 48.925"	116.07	16.05	604.34	15.2
15		15	30° 30' 50.510"	31° 19' 51.391"	112.599	11.95	468.33	16.2
16		16	30° 30' 45.718"	31° 19' 55.234"	184.421	14.25	1201.94	13.2
17		17	30° 30' 39.862"	31° 20' 0.037"	157.853	14.35	871.46	11.7
18		18	30° 30' 28.334"	31° 20' 0.492"	52.291	6.55	116.47	11.2
19		19	30° 30' 25.112"	31° 20' 2.866"	267.481	20.2	1944.15	16.7
20		20	30° 30' 16.312"	31° 20' 11.917"	78.6938	12.5	312	15.8
21		21	30° 30' 13.653"	31° 20' 10.854"	87.839	15.75	435.53	15.4
22		22	30° 30' 12.120"	31° 20' 16.849"	114.59	11.4	496.19	14.2
23		23	30° 30' 10.559"	31° 20' 19.580"	62.35	9.79	217.5	17.2
24		24	30° 31' 9.831"	31° 18' 47.629"	101.72	8.8	370.49	7.4

القطاع الرابع، يمتد من قرية الجدية جنوباً وحتى عزبة
خان الجني شمالاً لمسافة ٥,٥ كم، ويحصر حفر الانجراف
بالقطاع تبين أنه يوجد عدد ١٢ حفرة انجراف في الجانب
الشرقي، في حين تقع ٢ منها في الجانب الغربي من المجرى،
كما هو موضح بالشكل رقم (٥) .



المصدر : عمل الطالب اعتماداً على خرائط معهد بحوث النيل ١٩٨١
شكل (٥) مواقع حفر الانجراف في القطاع الرابع بمنطقة الدراسة.
القطاع الخامس، يمتد من قرية خان الجني جنوباً وحتى
قرية برج رشيد شمالاً لمسافة ٥,٥ كم، ويحصر حفر
الانجراف بالقطاع تبين وجود عدد ١٢ حفرة انجراف في
الجانب الشرقي، في حين تقع ٢ منها في الجانب الغربي من

16	462.39	15.85	88.64	31° 20' 17.152"	30° 30' 8.117"	25	القطاع الثالث	25
16.2	653.5	15.8	122.55	31° 20' 36.901"	30° 29' 55.384"	26		26
8.2	816.44	11.5	180.26	31° 20' 28.304"	30° 29' 39.795"	27		27
11	6370.49	47.8	519.9	31° 20' 20.623"	30° 29' 54.896"	28		28
9.2	5145.503	31	440.27	31° 20' 44.732"	30° 29' 31.138"	29		29
7.5	1962.92	16.75	255.79	31° 20' 34.396"	30° 29' 26.727"	30		30
8.4	3461.88	30.01	397.43	31° 20' 52.314"	30° 29' 10.076"	31		31
10.7	5058.62	49.2	307.37	31° 20' 6.962"	30° 27' 31.398"	32		32
18.4	1489.57	24.95	170.27	31° 20' 53.458"	30° 28' 35.452"	33		33
25	1793.63	24.28	198.01	31° 20' 45.250"	30° 28' 22.623"	34		34
25	1561.18	28.46	166.21	31° 20' 50.641"	30° 28' 27.794"	35		35
21.2	1057.58	16.15	162.3	31° 20' 37.746"	30° 28' 16.560"	36		36
20.8	3931.61	41.91	292.56	31° 20' 22.760"	30° 27' 23.473"	37		37
14.4	4774.59	39.95	390.42	31° 20' 28.826"	30° 27' 19.494"	38		38
14.2	12076.12	59.45	505.03	31° 21' 31.697"	30° 26' 57.165"	39		39
7.5	1642.45	19.86	244.32	31° 21' 53.003"	30° 26' 59.819"	40		40
10	475.005	10.12	138.29	31° 22' 18.921"	30° 26' 47.901"	41		41
16.4	2153.53	22.7	261.31	31° 22' 31.290"	30° 26' 38.046"	42		42
15.2	2179.11	26.14	217.34	31° 22' 38.414"	30° 26' 31.962"	43		43
10.1	2991.79	31.18	270.43	31° 22' 46.854"	30° 26' 18.164"	44		44
11.4	1792.138	31.69	178.11	31° 22' 46.004"	30° 26' 8.957"	45		45
18.8	3636.74	54.59	246.69	31° 22' 37.115"	30° 26' 17.624"	46		46
5.1	724.2	13.8	137.81	31° 22' 35.581"	30° 25' 57.229"	47		47
25.4	2013.8	21.99	252.07	31° 22' 23.871"	30° 25' 5.773"	48		48
12.8	1813.48	12.23	369.04	31° 22' 32.378"	30° 24' 56.163"	49		49
16.2	303.39	11.93	72.16	31° 22' 35.119"	30° 24' 55.579"	50	50	
17.6	432.1	12.75	91.01	31° 22' 39.103"	30° 24' 54.613"	51	51	
17.2	3752.91	48.97	422.29	31° 22' 44.530"	30° 24' 55.406"	52	52	
15.7	476.41	12.37	107.58	31° 22' 37.783"	30° 26' 1.162"	53	53	
22.7	2601.9	29.4	265.12	31° 23' 1.488"	30° 25' 15.893"	54	54	
29.4	947.52	16.23	157.04	31° 23' 45.458"	30° 25' 37.236"	55	55	
6.7	781.58	17.09	143.27	31° 24' 38.640"	30° 25' 31.588"	56	56	
7.3	1019.14	23.25	132.07	31° 24' 41.205"	30° 25' 33.716"	57	57	
7.7	574.6	12.75	121.03	31° 24' 54.884"	30° 25' 50.177"	58	58	
11	582.99	22.1	102.68	31° 25' 3.175"	30° 25' 51.191"	59	59	
10.2	2434.21	26.89	304.12	31° 25' 14.659"	30° 25' 49.614"	60	60	
10.5	605.91	16.29	110.15	31° 25' 22.217"	30° 25' 46.497"	61	61	
13.9	601.137	16.46	107.66	31° 25' 25.491"	30° 25' 44.964"	62	62	
13.6	469.87	13.27	98.95	31° 25' 36.291"	30° 25' 43.236"	63	63	
12.6	1826.75	13.95	326.82	31° 26' 3.195"	30° 25' 28.013"	64	64	
16.2	251.82	10.15	76.11	31° 25' 53.330"	30° 25' 36.217"	65	65	
13.8	1994.27	18.65	333.51	31° 25' 42.492"	30° 25' 41.629"	66	66	
15.2	670.81	14.65	123.39	31° 26' 10.299"	30° 25' 20.732"	67	67	
18.8	349.091	13.85	79.27	31° 26' 15.244"	30° 25' 15.466"	68	68	
17.2	915.203	13.85	122.14	31° 26' 19.491"	30° 25' 6.824"	69	69	
18.4	789.062	20.25	114.63	31° 26' 22.680"	30° 24' 57.009"	70	70	
10.6	884.95	18.87	133.3	31° 26' 31.604"	30° 24' 24.207"	71	71	
10	790.21	30.38	116.33	31° 26' 32.428"	30° 24' 19.399"	72	72	
9.8	358.78	9.75	97.5	31° 26' 32.606"	30° 24' 15.797"	73	73	
9.2	1701.11	39.9	170.77	31° 26' 34.892"	30° 24' 4.850"	74	74	
8.6	4802.08	40.79	329.42	31° 26' 35.359"	30° 23' 58.328"	75	75	
8.6	5772.674	41.04	479.38	31° 26' 36.118"	30° 23' 48.478"	76	76	
10.5	3391.17	29.75	320.14	31° 26' 33.460"	30° 23' 28.137"	77	77	
5.2	411.75	14.85	81.6	31° 26' 23.036"	30° 23' 19.619"	78	78	
17.6	739.62	12.7	155.29	31° 26' 34.144"	30° 22' 59.733"	79	79	
13.7	708.62	16.4	135.2	31° 26' 49.115"	30° 22' 41.598"	80	80	

المصدر : عمل الطالب اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

وقد قام الطالب بقياس الخصائص المورفومترية لحفر الانجراف وهي : طول وعرض وعمق الحفر وكذلك مساحة هذه الحفر. وقد أوضحت القياسات ما يأتي:

طول الحفر: يمثل أكبر طول للحفرة في اتجاه التيار ويتفاوت هذا الطول في الحفر المدروسة من حفرة إلى أخرى، ومن خلال قياس أطوال حفر الانجراف بمنطقة الدراسة باستخدام قاعدة البيانات الجغرافية، يتضح أن أقصى طول لحفرة انجراف كان في القطاع الثاني حيث بلغ ٩٠٤, ٥١٩ م والتي تقع برقم مسلسل ٢٨ بالجدول، في حين أدنى طول لحفرة الانجراف هو ٢٩, ٥٢ م والتي تقع برقم مسلسل ١٨ بالجدول (١) في القطاع الأول.

عرض الحفر : تم قياس عرض الحفر عمودياً على أطوالها الموازية لاتجاه مسار المجرى باستخدام قاعدة البيانات الجغرافية، حيث اتضح أن أقصى عرض لحفرة انجراف كان في القطاع حيث بلغ ٤٥, ٥٩ م والتي تقع برقم مسلسل ٢٨ الثالث بالجدول (١)، في حين أدنى عرض لحفرة الانجراف هو ٥٥, ٦ م والتي تقع برقم مسلسل ١٨ بذات الجدول في القطاع الأول.

مساحة الحفر: تم تحديد مساحة حفر الانجراف باستخدام قاعدة البيانات الجغرافية، حيث اتضح أن أكبر مساحة لحفرة انجراف كان في القطاع الثالث حيث بلغت مساحتها ١٢٠, ١٢٠٧٦ م^٢ والتي تقع برقم مسلسل ٣٩ بالجدول، في حين أقل مساحة لحفرة الانجراف هو ٤٧٤, ١١٦ م^٢ والتي تقع برقم مسلسل ١٨ بالجدول (١) في القطاع الأول.

عمق حفر الانجراف : هو الفرق بين أدنى منسوب لقع الحفرة وأعلى منسوب لحافة الحفرة ، وقد تم تحديد عمق حفر الانجراف باستخدام قاعدة البيانات الجغرافية، حيث اتضح أن أقصى عمق لحفرة انجراف كان في القطاع الرابع حيث بلغ ٢٩ م والتي تقع برقم مسلسل ٥٦ بالجدول، في حين أقل عمق لحفرة الانجراف هو ١, ٥ م والتي تقع برقم مسلسل ٤٨ بالجدول (١) في القطاع الثالث.

شكل الحفر : يتضح من تحليل الجدول (١) اللوحات أرقام (٣-٤، ٥، ٦، ٧، ٨) ما يأتي:

- إن أغلب حفر الانجراف بمنطقة الدراسة تميل إلى الاستطالة ، فسجلت ٨١ حفرة بنسبة ١٠٠٪ من إجمالي عدد حفر الانجراف بمنطقة الدراسة.
- إن كثيراً من حفر الانجراف يكون قطرها الأطول باتجاه

الشمال مع وجود سيادة للحفر الطولية، وهذا يتفق مع الاتجاه العام لمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة؛ وتفسير ذلك أن الدوامات المائية التي تنشأ بفعل جريان مياه النهر وتياره السريع تتطابق مع سير اتجاه هذا التيار؛ ويؤدي هذا إلى زيادة قوة تيار النهر على النحت بهذا الاتجاه (عبد الحميد كليو، ٢٠٠١، ص ١٣) .

العوامل المؤثرة في نشأة وتطور حفر الانجراف بمنطقة الدراسة :

أولاً التدخل البشري: ويتمثل في الإنشاءات التي تقام بين ضفتي النهر مثل السدود والقناطر والكباري، أو نتيجة للتأثير البشري على العوامل الهيدروليكية الناجمة عن تفرع المجرى، وبصفة عامة في مناطق الانتشاء أو في المناطق الملاصقة للدعامات، أو خلف الحواجز المقامة في اتجاه مجرى النهر أو بالقرب من التكسيات أو دعائم الجسور أو الكباري أو في مواقع النقاء الفروع. (علي مصطفى، ٢٠٠٥، ص ٣٧٠)

١- التكسيات: والتي تعد من أهم سبل حماية الضفاف من العمليات الجيومورفولوجية وأقلها تكلفة وصيانة، فهي عبارة عن حوائط حجرية تستخدم في تغليف الضفاف المعرضة للنحت معتمده على مواد البيئة المحلية من صخور جيرية، وقد أثبتت فاعلية وجدارة في التصدي لخطر نحت وتآكل الضفاف بالجزر والمجرى، صورة (١، ٢) وعلى الرغم من أهمية تلك التكسيات لحماية ضفاف المجرى والجزر من عمليات النحت الجانبي، إلا إنها تعمل على رفع سرعة التيار بنطاقاتها؛ وبالتالي الرفع من درجة قدرته على النحت الرأسي وتكوين الحفر الوعائية (محمد احمد مكي، ٢٠١٨، ص ١٧٤)، وحفر الانجراف بقاع المجرى، ويوضح الجدول (٢) مواقع التكسيات بمنطقة الدراسة وأطوالها.

الجدول (٢) مواقع التكسيات بمنطقة الدراسة

غرب المجرى				شرق المجرى			
الموقع بالنسبة لأقرب بلد	الطول كم	الموقع /كم من قناطر الدلتا		م	الموقع بالنسبة لأقرب بلد	الموقع /كم من قناطر الدلتا	
		الى	من			الى	من
إدفينا	1.000	201	200	1	عزبة الصعايدة	0.8	225.3
رشيد	5.820	229.820	224.0	2	برج مغيذل	0.6	237.1
برج رشيد	1.600	234.8	233.2	3			
	1.230	237.23	236	4			
	9.650	المجموع				1.40	المجموع

المصدر : عمل الطالب اعتمادًا الدراسة الميدانية

٢- **السدود والقناطر والكباري** : إن الأعمال الصناعية المقامة على مجرى نهر النيل فرع رشيد بمنطقة الدراسة وهي عبارة عن عمليين صناعيين بين ضفتي المجرى، هما كوبري رشيد للمركبات صورة (٣)، وقناطر إدفينا - صورة (٤)، إلا إن التأثير الأكبر لها يظهر واضحا خلف قناطر إدفينا باتجاه الشمال منها حيث يتركز وجود حفر الانجراف في المسافة ما بعد قناطر إدفينا إلى مصب فرع رشيد، وذلك نظرًا لم تسببه التيارات المائية ذات السرعة العالية والتي تنطلق من قناطر إدفينا حال فتح بواباتها لإمرار التصرفات المائية.

ومن خلال الجدول السابق يتضح الآتي :
- مجموع أطوال التكسيات المقامة على ضفاف المجرى بمنطقة الدراسة شرق المجرى بلغ ٤,٤ كم طولي، في حين أن مجموع أطوال التكسيات والمقامة على غرب المجرى ٩,٦٥٠ كم.

- إن أقل طول تكسيه أقيمت على الجانب الشرقي المجرى بلغ ٦٠٠ م بالقرب من بلدة برج مغيذل، في حين بلغ أقصى طول بنفس الجانب ٨٠٠ م من بلدة عزبة الصعايدة حتى بلدة فوه.

- إن أقل طول تكسيه أقيمت على الجانب الغربي بلغ ٨٠٠ م في بالقرب من عزبة برج رشيد، في حين بلغ أقصى طول لها بنفس الجانب ٥,٨٢٠ م بمنطقة رشيد.



المصدر: العمل الميداني ٢٠٢٠/٥/١٧

صورة (٣) كوبري رشيد للمركبات



المصدر: العمل الميداني ٢٠٢٠/٥/١٧ م

صورة (١) التكسية بالبر الشرقي خلف قناطر إدفينا



المصدر: العمل الميداني ٢٠٢٠/٥/١٧

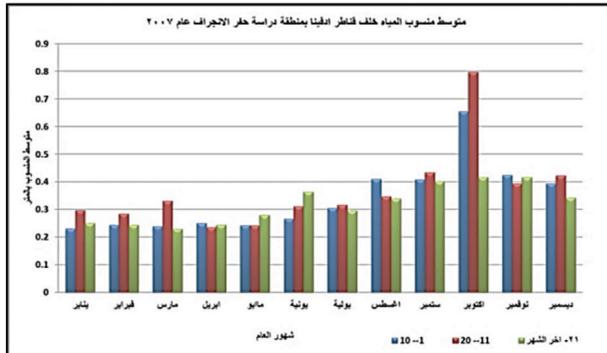
صورة (٤) قناطر إدفينا



المصدر: العمل الميداني ٢٠٢٠/٥/١٧ م

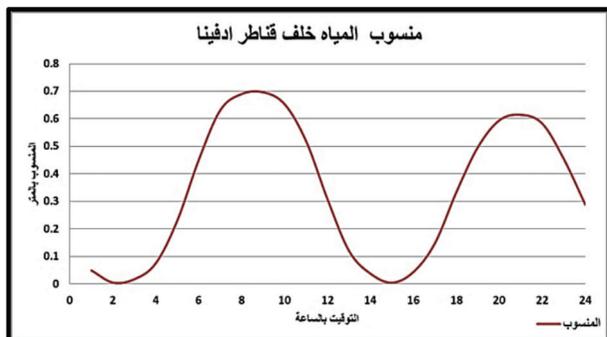
صورة (٢) التكسية بالبر الغربي بمدينة رشيد

والذي يظهر تفاوت في مناسيب المياه خلف قناطر إدفينا حيث بلغ أدنى متوسط شهري له (٢٤٣, ٠ م) خلال شهر أبريل في حين بلغ أعلى متوسط شهري له (٦٢٢, ٠ م) خلال شهر إبريل.



المصدر: عمل الطالب اعتمادًا على الجدول (٢-١٩)

شكل (٧) متوسط مناسيب خلف قناطر إدفينا عام ٢٠٠٧ وتجدر الإشارة إلى أن تأثير كميات المياه المنصرفة من قناطر إدفينا على منسوب المياه في الخلف محدود حيث تتأثر بعدة عوامل أخرى أكثر تأثيرًا في ارتفاع أو انخفاض منسوب المياه منها: ظاهرة المد والجزر، وحركة النوات في البحر المتوسط، نظرًا لاتصال المجرى المائي خلف قناطر إدفينا بالبحر المتوسط مباشرة على بعد ٢٥ كم تقريبًا، ويوضح شكل (٨) تأثير منسوب خلف قناطر إدفينا بظاهرة المد والجزر طوال يوم ٦/١١/٢٠٢١



المصدر: عمل الطالب اعتمادًا على سجل مناسيب قناطر إدفينا ٢٠٠٧

شكل (٨) تأثير منسوب خلف قناطر إدفينا بظاهرة المد والجزر طوال يوم ٦/١١/٢٠٢١

جدول (٢) متوسط مناسيب خلف قناطر إدفينا عام ٢٠٠٧

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
10 --1	0.231	0.244	0.239	0.25	0.243	0.267	0.305	0.411	0.409	0.656	0.425	0.394
20 --11	0.297	0.284	0.331	0.237	0.242	0.312	0.317	0.347	0.435	0.797	0.395	0.423
21- آخر الشهر	0.25	0.245	0.23	0.244	0.28	0.363	0.296	0.34	0.403	0.417	0.417	0.343
المتوسط الشهري لعام 2007	0.259	0.257	0.266	0.243	0.255	0.314	0.306	0.366	0.415	0.623	0.412	0.386

المصدر: عمل الطالب اعتمادًا على سجل مناسيب الإدارة العامة لري قناطر الدلتا ٢٠٠٧

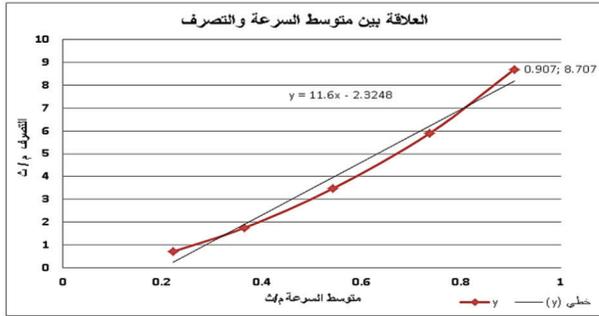
- **الرؤوس الحجرية** : وهي السبب الرئيسي في انتشار حفر الانجراف، حيث أدت إلى ظهور النحت الرأسى؛ نتيجة اصطدام التيار المائي بالرأس الحجري؛ الأمر الذي أدى إلى تولد الدوامات المائية أو تيارات حلزونية، فيدخل كل التدفق حركة دوامية مضطربة، ومن ثم يختلف التوزيع الرأسى والأفقى للسرعات في رقائق المياه في حين تقل السرعة بالاقتراب من القاع مباشرة، ويؤدي هذا التوزيع الرأسى المتناقض صوب القاع إلى إحداث دوامات ذات قوة شفت عالية، وذات تأثير تصادمي قوي، أو بالأحرى ذات قوة نحت شديدة (طه، ١٩٨٨) نتيجة النحت الدوامي التي تؤدي إلى نحت قاع النهر بفعل قوة تيار الماء الصافي وحده أي بدون أي أثر للمفتتات كأسلحة نحت. صورة (٥)



صورة (٥) راس حجري بمنطقة محلة الامير

- **مناسيب المياه بمنطقة الدراسة**: تعد دراسة مناسيب المياه أحد أهم العوامل الرئيسية لتحديد سرعة التيارات المائية المناظرة لكل منسوب وبالتالي استنتاج احتمالات حدوث نحت أو إطماء لقاع وجوانب المجرى، وتبين من الدراسات السابقة التي تناولت النحت الشامل لمجرى نهر النيل وخاصة دراسة العلاقة بين مناسيب المياه ومناسيب قاع مجرى نهر النيل، أن الهبوط في مناسيب القاع تكون أكثر من الهبوط، في مناسيب سطح المياه المصاحبة لها، وهذا يأتي عندما يكون النحت في القاع، ويوضح جدول (٢) وشكل (٧) متوسط مناسيب خلف قناطر إدفينا عام ٢٠٠٧

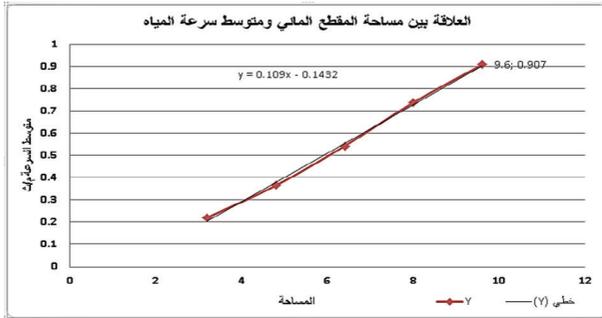
متوسط سرعة التيار المائي ٠,٢٢١ م/ث وحين بلغ التصريف ٨,٧٠٧ م^٣/ث كانت سرعة التيار المائي ٠,٩٠٧ م/ث، شكل (٩).



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على الجدول (٤)

شكل (٩) العلاقة بين متوسط السرعة والتصريف

- أن هناك علاقة طردية بين مساحة فتحة القناطر ومتوسط سرعة التيار المائي، فكلما زادت مساحة فتحة التصريف زاد متوسط سرعة التيار المائي في المجرى، فعند مساحة الفتحة ٢م^٢,٣ كان متوسط سرعة التيار المائي ٠,٢٢١ م/ث، في حين بلغت مساحة الفتحة ٢م^٢,٦ بلغ متوسط سرعة التيار المائي ٠,٩٠٧ م/ث، شكل (١٠).



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على الجدول (٤)

شكل (١٠) العلاقة بين متوسط السرعة والتصريف

جدول (٤) تحليل نتائج قياس سرعة التيار المائي الذي تم إجراؤه خلف قناطر إدفينا.

م	منسوب الأمام (م)	منسوب الخلف (م)	عدد الحب المرفوع	مساحة الفتحة (م ^٢)	متوسط السرعة (م/ث)	التصريف (م ^٣ /ث)
1	2.72	0.23	4	3.2=0.4×8	0.221	0.707
2	2.69	0.28	6	2م4.8=0.6×8	0.365	1.752
3	2.69	0.28	8	2م6.4=0.8×8	0.542	3.468
4	2.69	0.28	10	2م8.0=0.10×8	0.737	5.896
5	2.69	0.28	12	2م9.6=0.12×8	0.907	8.707

المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات معايرة قناطر إدفينا ١٩٩٩

٢- سرعة التيار المائي بمنطقة الدراسة: تعد سرعة التيارات المائية أحد العوامل الرئيسية المسؤولة عن النحت والترسيب بالقاع؛ مما كان له الأثر الأكبر في حدوث كثير من التغيرات المورفولوجية لمجرى نهر النيل ومنها حفر الانجراف، وتتحدد قوة النحت من خلال كتلة المياه المنصرفة إلى المجرى المائي، وعمق المجري والانحدار العام لقاع المجري.

ويعد تحليل سرعه التيار المائي من الأهمية لأنه يسهم في تفسير العديد من الظواهر مثل: النحر والإرساب وحركة الرواسب، ومن البديهيات أن تدفق المياه بالأنهار والمجاري المائية المكشوفة ذات المنحنيات الأفقية تتولد عنها تيارات مائية حلزونية ثانوية ناتجة عن قوة الطرد المركزية ينتج عن هذه التيارات الثانوية، كما تعمل قوة الطرد المركزية على تولد تيارات سطحية ذات سرعه عالية نسبياً في اتجاه القوس الخارجي للمنحنى، وأخرى أقل سرعه تقع بالقرب من القاع في اتجاه القوس الداخلي للمجري، وتؤدي التيارات الخارجية السطحية الى جرف الرواسب، في حين تعمل التيارات الداخلية على حمل المواد الناتجة عن انجراف الرواسب وبخاصه في مناطق رواسب الرمال الناعمة والمتوسطة الحجم وترسيبها على الجانب الآخر، ويرتبط حدوث الإزاحة التدريجية لرواسب قاع مجرى نهر النيل بطاقه الحركة الممثلة في كل من سرعه التيار وحجم الرواسب.

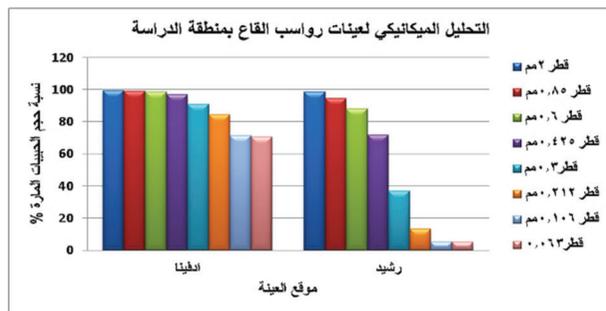
ويوضح الجدول (٤) تحليل نتائج قياس سرعه التيار

المائي الذي تم إجراؤه خلف قناطر إدفينا ما يأتي:

- أن هناك علاقة طردية بين متوسط سرعة التيار والتصريفات المائية بالمجرى، فكلما زادت التصريفات المائية تزداد سرعة التيار، فعند التصريف ٠,٧٠٧ م^٣/ث كان

٣- **حجم رواسب القاع:** إن اختلاف المواد المكونة للقاع على طول المجري يؤدي إلى تباين درجات النحت في القاع، وهذا هو السبب في أن النهر لا يعمق مجراه بدرجة واحدة، ومن ثم يتميز القاع بعدم الانتظام بحيث يتكون من تتابعات من الأجزاء المرتفعة والأجزاء المنخفضة.

وتجدر الإشارة إلى أن أحجام وأقطار حبيبات رواسب القاع أحد العوامل التي يتوقف عليها مقدار النحت على القاع؛ لذا فإن هناك ارتباط قوي بين حجم الحبيبات المترسبة على القاع وطاقة النهر على نحت قاع المجري (محمد أحمد المكي، ٢٠١٨، ص ١٧٤)، ويوضح الجدول (٥) والشكل (١٣) تحليل حجم رواسب القاع بمنطقة دراسة حفر الانجراف



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على جدول (٥)

شكل (١٣) التحليل الميكانيكي لرواسب القاع بمنطقة دراسة حفر الانجراف.

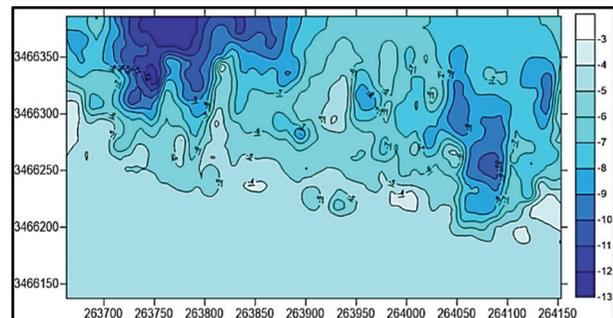
تطور حفر الانجراف: يمكن تتبع تطور حفر الانجراف بمنطقة الدراسة من خلال قطاعات الرواسب باستخدام أسلوب القطاعات التضاريسية في دراسة التغيرات المورفولوجية لحفر الانجراف بمنطقة الدراسة في الفترة من ١٩٨١م حتى عام ٢٠٠٣م، وذلك اعتماداً على الخرائط الهيدروجرافية الصادرة عن معهد بحوث النيل (١/٥٠٠٠)، واختار الطالب عدد ١٥ قطاع عرضي متنوعة الموقع وموزعة على طول منطقة الدراسة. شكل (١٤)

جدول (٥) تحليل حجم رواسب القاع بمنطقة دراسة حفر الانجراف

نوع النسيج الحبيبي	التحليل الميكانيكي (قطرة المنخل مم)							م	الموقع
	0.063	0.106	0.212	0.3	0.425	0.6	0.85		
نسبة حجم الحبيبات المارة %									
٢	71.03	71.79	84.63	90.94	97.11	98.98	99.37	99.68	ادفينا

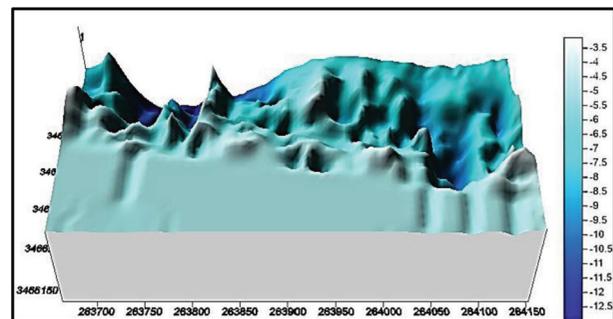
المصدر: عمل الطالب اعتماداً على معهد بحوث صيانة القنوات المائية ٢٠٠٩

ويفسر تحليل نتائج قياس سرعه التيار المائي الذي تم إجراؤه خلف قناطر إدفينا تركز عدد كبير من حفر الانجراف خلف قناطر إدفينا مباشرة وخصوصاً عقب انتهاء فرش قناطر إدفينا أي على بعد ١٣٠م من جسم القناطر، ويوضح الشكل (١١) الخطوط الكنتورية لقاع المجري خلف قناطر إدفينا مباشرة حيث تتباين خطوط الكنتور تبايناً كبيراً موضحة حجم النحت في القاع محدثة حفر الانجراف - أو ما يسمى بالبيارات - وهي ظاهرة عامة تظهر في قاع المجري خلف الخزانات والقناطر الكبرى، حيث يظهر من القياسات الميدانية: أن حفر الانجراف قد يصل منسوب قاعها إلى (-١٢م) في الشمال الغربي من قناطر إدفينا وعلى بعد ١٧٥متراً منها، كما يوضحه الشكل رقم (١٢) مجسم لقاع المجري خلف قناطر إدفينا موضحة لشكل وحجم حفر الانجراف .



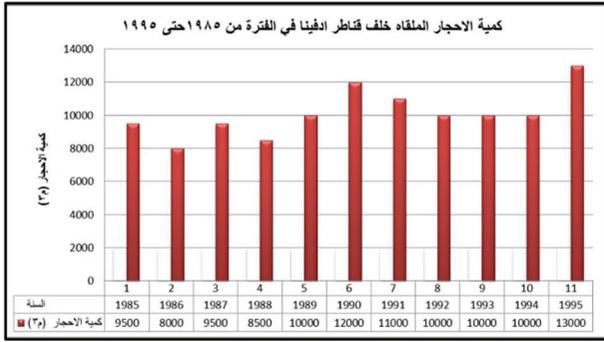
المصدر: عمل الطالب باستخدام برنامج (Surfer) اعتماداً على القياسات الميدانية

الشكل (١١) خريطة كنتورية لقاع المجري خلف قناطر إدفينا



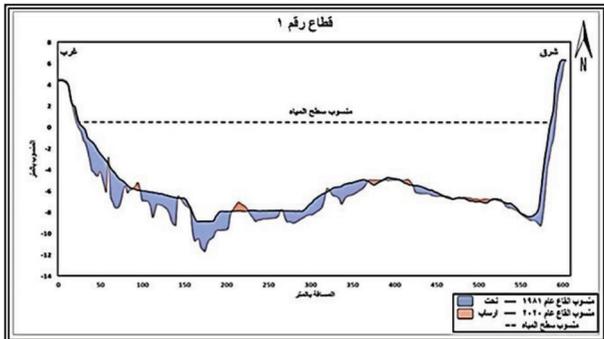
المصدر: عمل الطالب باستخدام برنامج (Surfer) اعتماداً على القياسات الميدانية

الشكل (١٢) خريطة مجسمة لقاع المجري خلف قناطر إدفينا

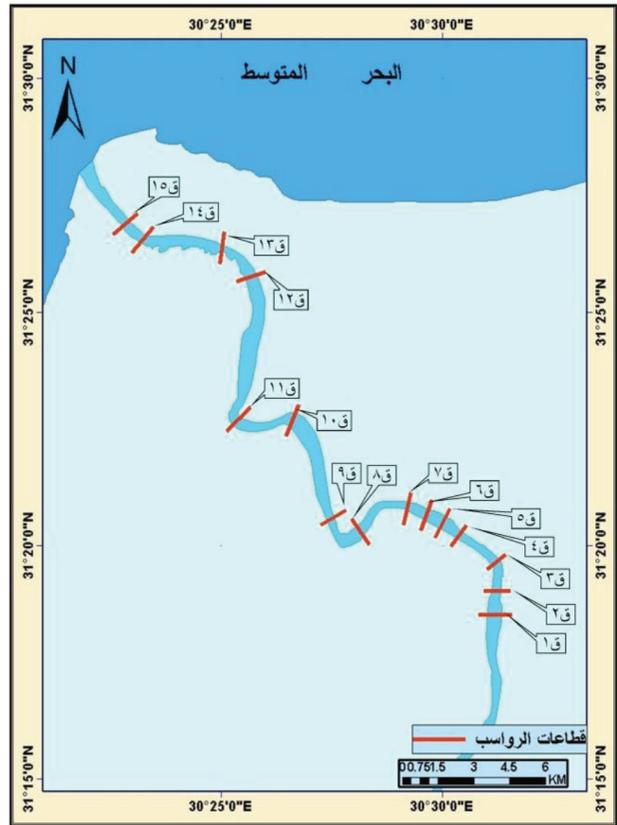


المصدر: اعداد الطالب اعتماداً على ملفات الإدارة العامة لري قناطر الدلتا
شكل (١٥) كميات الأحجار الملقاة خلف قناطر إدفينا في الفترة من ١٩٨٥ م حتى ١٩٩٥ م

القطاع رقم ١: يقع خلف قناطر إدفينا مباشرة باتجاه الشمال حيث يبعد عنها بمسافة ٣٢٠ م، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٦٠٠ م، ومنسوب سطح المياه ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٢ م، تبلغ مساحة النحت في القطاع ٢٥٧٦,٥٧ م^٢، في حين مساحة الإرساب ٢٦٩,١٩ م^٢، حيث ساد النحت بنسبة ٨٣,٣٪، وبفارق ٢٨,٥٠٧ م^٢، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٨ م، في حين يبلغ أقصى عمق للنحت ٤,٥ م؛ ويرجع هذا الكم الهائل من النحت نتيجة لوقوع القطاع خلف قناطر إدفينا مباشرة وتعرضه لتيارات المياه الراكثة عالية السرعة والمنحدرة من ارتفاع ٢,٩ م عند إمرار تصرفات من قناطر إدفينا، وهو ما يعمل على زيادة عملية النحت، كما يفسر وجود كميات إرساب بالقطاع نظراً لقيام إدارة القناطر في تلك الفترة بإلقاء كميات من أحجار الدبش للحد من عملية النحت في القطاع خلف فرش قناطر إدفينا. ومن الملاحظ تطور عدد كبير من حفر الانجراف بقاع المجري متأثرة بعلميات النحت الشكل (١٦)

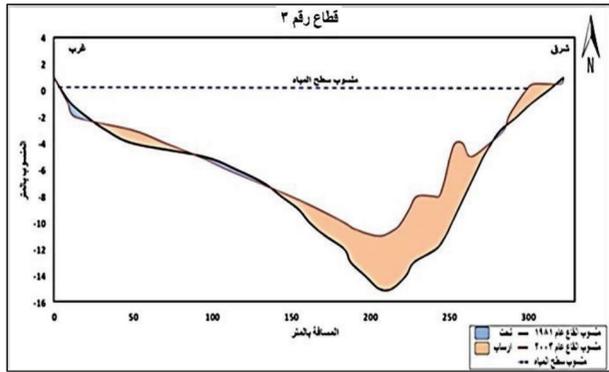


المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (١٦) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١.



شكل (١٤) مواقع القطاعات العرضية
وتجدر الإشارة هنا إلى أن الرواسب المنقولة بمنطقة الدراسة هي رواسب محلية وهي:
● رواسب ناجمة عن نحت القاع والجوانب بمنطقة الدراسة؛ وذلك نتيجة بإمرار تصرفات من المياه الراكثة عبر قناطر إدفينا باتجاه المصب، حيث أن المياه الراكثة لها قدرة كبيرة على النحت لاسيما مع زيادة سرعة التيار وحجم المياه المتدفقة. (عبد الحميد كلبو، ١٩٨٥، ص ٢٨)

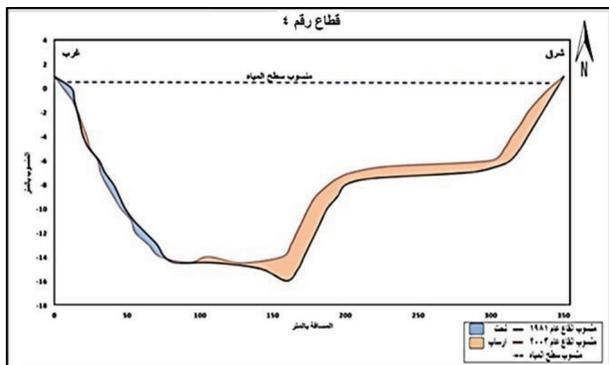
● رواسب ناجمة عن النشاط البشري بمنطقة الدراسة وذلك من خلال ردم جوانب المجرى للتوسع في مساحة الأراضي التي يستغلها بأنشطته المختلفة على جانبي المجرى بمنطقة الدراسة، وكذا قيام وزارة الموارد المائية والري بإلقاء كميات كبيرة من الدبش خلف قناطر إدفينا لرفع منسوب القاع بها لتلافي تأثير حفر الانجراف على الفرش الخلفي لقناطر إدفينا من الانتهاء؛ والذي بدوره يؤدي إلى اختلال توازن قناطر إدفينا ويوضح شكل (١٥) كميات الأحجار الملقاة خلف قناطر إدفينا خلال الفترة من ١٩٨٥ م حتى ١٩٩٥ م والتي بلغت (٣١١٥٠٠ م^٣) من أحجار الدبش.



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (١٨) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٣.

القطاع رقم ٤: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ١٢٥، ٤ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٢٣٢٤ م، ومنسوب سطح المياه ٠، ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٤، ٧٢ م، تبلغ مساحة النحت في القطاع ٢٥١، ٦٣ م، في حين بلغت مساحة الإرساب ٢٣٤٢، ١ م، حيث ساد الإرساب بنسبة ٦٦٢، ٦٪، وبفارق ٢٩٠، ٤٧ م؛ ويرجع السبب في ذلك لوجود النباتات من البوص وغيره؛ وقيام الصيادين بعمل مناصب لصيد الأسماك ووضع أقفاص لتربية الأسماك؛ مما يعمل على اصطياده الحمولة المنقولة، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٥ م، في حين ينحصر تأثير النحت في الجانب الغربي من المجرى حيث بلغ أقصى ارتفاع للنحت ٠، ٨٠ م.

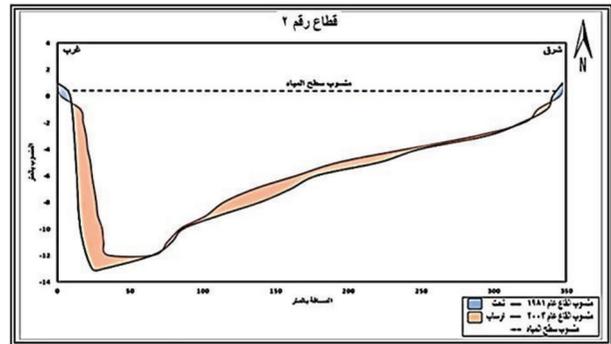
ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (١٩)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (١٩) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٤.

القطاع رقم ٢: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ١، ٢ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٢٣٠ م، ومنسوب سطح المياه ٠، ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٢، ٢٢ م، تبلغ مساحة النحت في القطاع ١٥، ٩٧ م، في حين مساحة الإرساب ٢٩٩ م، حيث ساد الإرساب بنسبة ١٨٧٢، ٢٦٪، وبفارق ٢٨٣، ٠٣ م؛ ويرجع السبب في ذلك لعدم قدرة التيارات المائية على حمل الرواسب التي تم نحتها في المنطقة الواقعة خلف قناطر إدفينا مما يعمل على ترسيب بعض من الحمولة المنقولة، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ١، ٦٠ م، في حين ينحصر تأثير النحت في ضفاف المجرى.

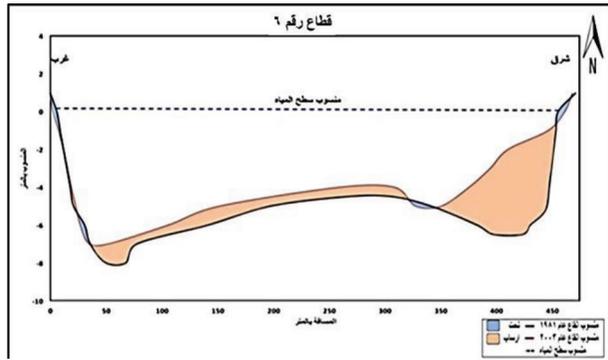
ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (١٧)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (١٧) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٢.

القطاع رقم ٣: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٢، ٥٠٠ كم، ويبلغ اتساع المجرى عند ٣١٠ م، ومنسوب سطح المياه ٠، ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٠، ٨ م، تبلغ مساحة النحت في القطاع ٣٠، ٧٦ م، في حين مساحة الإرساب ٢٦١، ٤ م، حيث ساد الإرساب بنسبة ١٥٠٠٪، وبفارق ٤٣٠، ٦٤ م؛ ويرجع السبب في ذلك لعدم قدرة التيار المائي على حمل الرواسب التي تم نحتها في المنطقة الواقعة خلف قناطر إدفينا مما يعمل على ترسيب الحمولة المنقولة، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٥ م، في حين ينحصر تأثير النحت في جانب المجرى بالضفة الغربية حيث بلغ أقصى عمق للنحت ١ م.

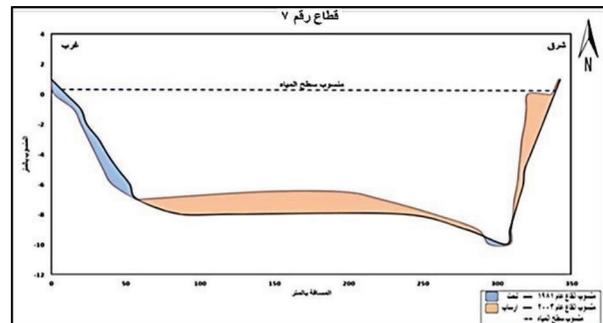
ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (١٨)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدرولوجرافى.
شكل (٢١) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٦.

القطاع رقم ٧: ويقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ١٧٠، ٦ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٢٢٧ م، ومنسوب سطح المياه ٠، ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٠، ٥٢ م، وبلغت مساحة النحت في القطاع ٦٨، ٤٢ م، في حين تبلغ مساحة الإرساب ٣١٣، ٤ م، حيث ساد الإرساب بنسبة ٤٥٨، ١٪، وبفارق ٩٨، ٢٤٤ م، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٢، ٥ م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ٠، ٨٠ م، وقد تركز الإرساب في وسط المجرى وفي الجانب الشرقي للقطاع؛ نظراً لضخامة العمق وضعف سرعة التيارات المائية؛ واعتراض الأقباص السمكية ومناصب الصيادين للرواسب المنقولة واصطيادها، فضلاً عن عما تسببه الأقباص السمكية من رواسب إضافية من خلال تراكم فضلات الأسماك من بقايا الأعلاف وخلافه، في حين يتركز النحت في الجانب الغربي للقطاع.

ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات النحت. شكل (٢٢)



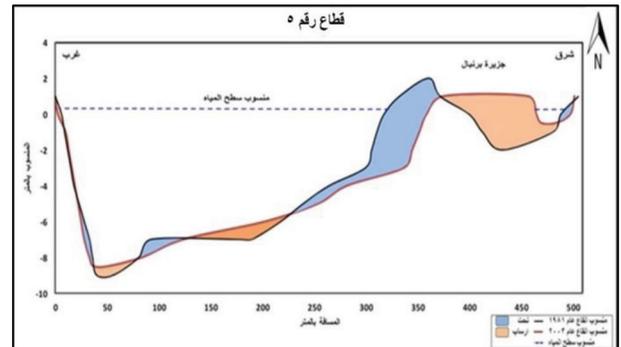
المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدرولوجرافى.
شكل (٢٢) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٧.

القطاع رقم ٥: ويقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٧٨٠، ٤ م، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٤٩٥ م، ومنسوب سطح المياه ٠، ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ٨، ٧٢ م، وتبلغ مساحة النحت في القطاع ٢٩٠، ٦ م، في حين تبلغ مساحة الإرساب ٢٢٦، ٧٩ م، حيث يسود الإرساب بنسبة ١١٢، ٤٥٪، وبفارق ٣٦، ١٩ م، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٣، ٤ م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ٤ م، ومن الملاحظ:

١- تركز النحت بشكل كبير غرب جزيرة برنبال وإعادة الترسيب شرق الجزيرة وهو ما يمهّد لالتحام الجزيرة بالضفة الشرقية للمجرى.

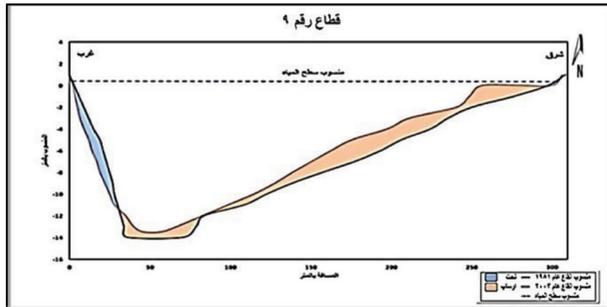
٢- انخفاض مستوى سطح الجزيرة من ٢ م الى ٢ م وذلك نتيجة للتدخلات البشرية بتجريف التربة لتوسيع سطح الجزيرة لاستغلالها بالزراعة.

٣- تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الارساب. شكل (٢٠)



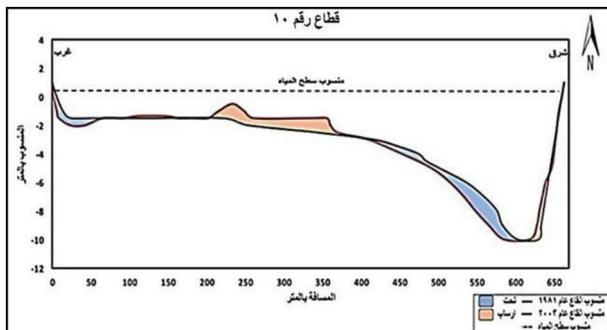
المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدرولوجرافى.
شكل (٢٠) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٥.

القطاع رقم ٦: يقع القطاع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٥، ٤ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٤٦٠ م، ومنسوب سطح المياه ٠، ٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ٧، ٢٢ م، وتبلغ مساحة النحت في القطاع ٣١، ٧٥ م، في حين تبلغ مساحة الإرساب ٥٦٧، ٧٩ م، حيث ساد الإرساب بنسبة ١٧٨٨، ٣١٪، وبفارق ٥٣٦، ٠٤ م، وقد بلغ ارتفاع أقصى للإرساب ٤، ٥ م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ١، ٤٠ م. ومن الملاحظ تركز الرواسب بصورة كبيرة في الجانب الشرقي من المجرى حيث يقع القطاع شمال جزيره برنبال وبالتالي فإن الرواسب المزالة بالنحت قد ترسبت بالقطاع. ومن الملاحظ، تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (٢١)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٤) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٩.

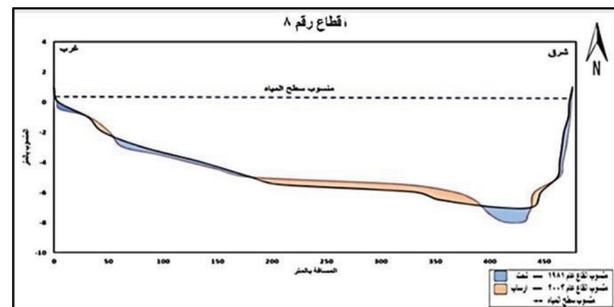
القطاع رقم ١٠: يقع القطاع شمال قناطر إدفينا بمسافة ١٤,٣ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٦٦٠ م، ومنسوب سطح المياه ٠,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٠,٢٢ م، بلغت مساحة النحت في القطاع ٢٢٢,٥ م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ١٨٥,٤٨ م^٢، حيث ساد النحت بنسبة ١١٩,٩٦٪، وبفارق ٣٧,٠٢ م^٢، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ١,٢٠ م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ٢ م، وقد تركز النحت بالقطاع في الضفة الشرقية لوقوعها على الجانب المقعر المنعطف الجديدة حيث يزداد فعل النحت الجانبي على الجوانب المقعرة للمنعطفات النهرية، في حين يزداد الإرساب على الجانب المحدب من المنعطف، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات النحت. شكل (٢٥)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٥) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١٠.

القطاع رقم ١١: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ١٦,٥ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٤٢٢ م، ومنسوب سطح المياه ٠,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١١,٦٢ م، بلغت مساحة النحت في القطاع ١٦٨,٣ م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ٤٢٧ م^٢، حيث يسود الإرساب بنسبة ٢٥٣,٧١٪، وبفارق ٢٥٨,٧ م^٢، ويرجع السبب في ذلك لتراكم الرواسب المحلية الناجمة عن

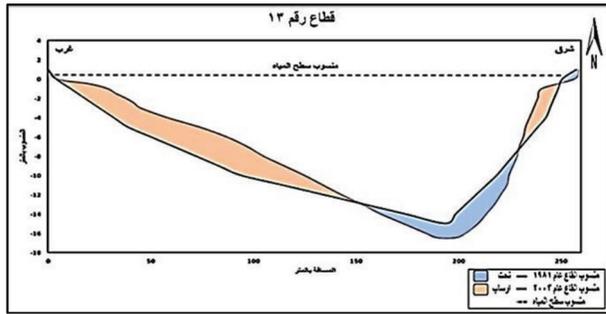
القطاع رقم ٨: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٨,٥٦٠ م، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٤٧٤ م، ومنسوب سطح المياه ٠,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ٨,٧٢ م، بلغت مساحة النحت في القطاع ١٥١,٥ م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ١٦٤,٢ م^٢، حيث ساد الإرساب بنسبة ١٠٨,٤٥٪، وبفارق ١٢,٨ م^٢، حيث يتركز الإرساب في وسط المجرى؛ نتيجة ضعف سرعة التيارات المائية في معظم أيام العام وقلة المياه المنصرفة من قناطر إدفينا وانتشار مجتمعات الأفضاص السمكية، في حين يتركز النحت بجانب قاع المجرى وبصورة ملحوظة في الشرق حيث توجد بعض حفر الانجراف وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٠,٨ م، في حين بلغ أقصى ارتفاع للنحت ١ م، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات النحت. شكل (٢٣)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٣) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ٨.

القطاع رقم ٩: ويقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ١٠,١ م، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٣٠٠ م، ومنسوب سطح المياه ٠,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٣,٧٢ م، بلغت مساحة النحت في القطاع ٦٣,٦ م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ٣٣١,٢ م^٢، حيث ساد الإرساب بنسبة ٥٢٠,٩٢٪، وبفارق ٢٦٧,٧ م^٢؛ ويرجع ذلك لضعف سرعة التيارات المائية في معظم أيام العام وقلة المياه المنصرفة من قناطر إدفينا وانتشار مجتمعات الأفضاص السمكية، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ١,٦ م، في حين انحصر تأثير النحت في الجانب الغربي للمجرى، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (٢٤)

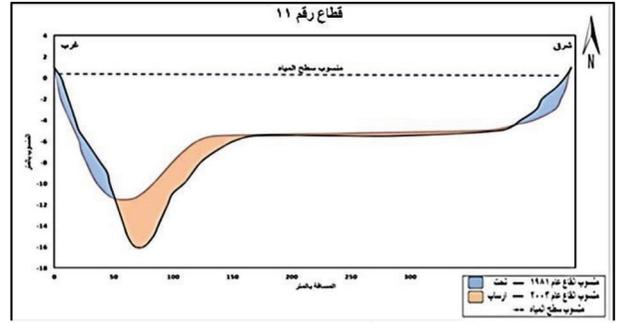
القطاع رقم ١٣: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٢٣,٨ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٢٥٥م، ومنسوب سطح المياه ٢٢,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٦,٧٢م، بلغت مساحة النحت في القطاع ١٢٦,٥٤م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ٣٢٥ م^٢، حيث ساد الإرساب بنسبة ٢٥٦,٨٤٪، وبفارق ١٩٨,٤٦ م^٢، ويتركز الإرساب في الجانب الغربي حيث يوجد القطاع في منتصف منعطف برج رشيد؛ وهو ما يؤدي الى نشاط الإرساب في الجانب المحذب (الغربي)، وهناك أسباب أخرى منها: ضعف سرعة التيارات المائية، وجود كم كبير من مناصب صيد السمك والتي تعمل على اصطياد الرواسب، فضلاً عن تواجد مجمعات الأقفص السمكية والتي ينتج عنها رواسب كبقايا الأعلاف والفضلات وغيرها، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٢م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ٣ م، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (٢٨)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٨) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١٣ .

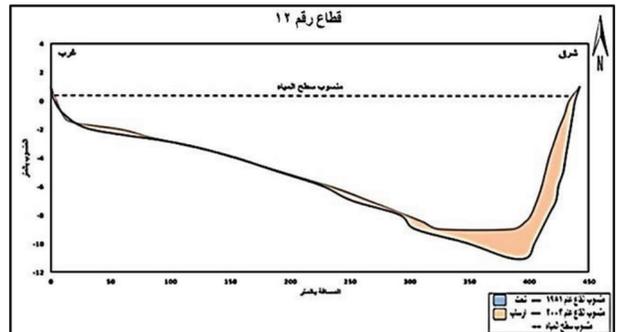
القطاع رقم ١٤: يقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٨.٢٦ م، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٢٨٥ م، ومنسوب سطح المياه ٢٢,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١٤,٢٢ م، بلغت مساحة النحت في القطاع ٢٢١ م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ١٢٩ م^٢، حيث ساد النحت بنسبة ١٧١,٢٢٪، وبفارق ٩٢ م^٢، ويتركز النحت في جانبي المجرى وبخاصة في الجانب المقعر (الشرقي) من المجرى حيث يقع القطاع داخل منعطف برج رشيد، في حين يتركز الإرساب في وسط المجرى نظراً لضعف سرعة التيارات المائية الناجمة عن حركة المد والجزر، وتعرض القطاع لامتداد قوة طاقة الامواج البحرية والتي تدفع المياه المحملة بالرواسب البحرية داخل المجرى، والتيارات المديّة نظر لقرب القطاع من مصب فرع رشيد، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٢ م، في حين ينحصر تأثير

انهيال في جانبي القطاع رقم ١٩ بالإضافة الى الرواسب الناجمة عن انهيال جانبي القطاع، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٥ م، في حين ينحصر تأثير النحت في جانبي المجرى حيث بلغ أقصى عمق للنحت ٢م، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (٢٦)

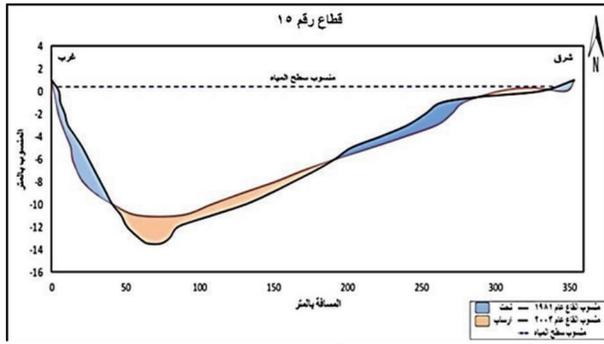


المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٦) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١١ .

القطاع رقم ١٢: ويقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٢٢,٢ كم، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٤٣٠ م، ومنسوب سطح المياه ٢٢,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ٩,٢٢ م، تبلغ مساحة النحت في القطاع ٤٢,٤٢ م^٢، في حين بلغت مساحة الإرساب ٢٧,٢٧ م^٢، حيث ساد الإرساب بنسبة ٨٤٤,٥٠٪، وبفارق ٣٦٨,٨٥ م^٢، ويرجع ذلك إلى ضعف سرعة التيارات المائية ووجود كم كبير من مناصب صيد السمك والتي تعمل على اصطياد الرواسب، فضلاً عن تواجد مجمعات الأقفص السمكية والتي ينتج عنها رواسب كبقايا الأعلاف والفضلات وغيرها، وقيام الأهالي بإلقاء مخلفات البناء وغيرها في محاولة لتأمين المساكن التي انشاؤها على الضفة الشرقية من الانهيال، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ١,٦٠ م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ٤٠,٤٠ م، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الإرساب. شكل (٢٧)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٧) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١٢ .



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٠) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١٥ .

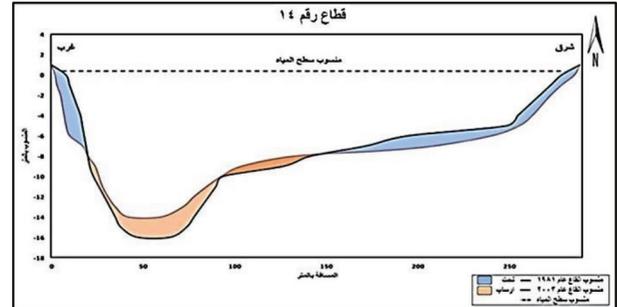
الختامه :

- تمثل حفر الانجراف احدى أهم الظواهرات قاع المجرى بمنطقة الدراسة.
- أوضح التحليل المورفومتري وتحليل العوامل المؤثرة في نشأته وتطور حفر الانجراف يؤثر على بعض خصائص المجرى مثل عرض المجرى وعمق المياه فيه .
- أوضحت الدراسة أن الخطورة الناجمة عن حفر الانجراف ترتبط بمراحل تطورها .
- تبين من التحليلات المورفولوجية لظاهرة قاع المجرى بمنطقة الدراسة تطور في حفر الانجراف بعضها بالإرساب وبعضها بالنحت كما ورد بالدراسة من خلال مقاطعات الرواسب

التوصيات :

- القيام بتحديث بيانات المسح الهيدروجرافى لمنطقة الدراسة؛ لمتابعة سلوك وتطور حفر الانجراف بمنطقة الدراسة بصفة دورية.
- لا بد من أن توضع حفر الانجراف في الحسبان عند دراسة الشكل الهندسي للأعمال الاصطناعية التي يقترح إنشائها على المجرى وفق نماذج رياضية، تشمل كل العوامل المؤثرة في نشأة وتطور حفر الانجراف.

لنحت في جانبي المجرى حيث بلغ اقصى ارتفاع للنحت ٤,٥٠ م، ومن الملاحظ، تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الارساب. شكل (٢٩)



المصدر: عمل الطالب اعتماداً على بيانات المسح الهيدروجرافى.
شكل (٢٩) تطور حفر الانجراف في القطاع رقم ١٤ .

القطاع رقم ١٥: ويقع شمال قناطر إدفينا بمسافة ٢٧,٦ م، ويبلغ اتساع المجرى عنده ٢٤٧ م، ومنسوب سطح المياه ٠,٢٢ م، وأقصى عمق للمياه ١١,٢٢ م، تبلغ مساحة النحت في القطاع ٢,١٩٩,٢ م، في حين مساحة الإرساب ٢٢٨ م، حيث ساد الإرساب بنسبة ١١٤,٤٦٪، ويفارق ٢٨,٨ م، ويتركز الإرساب في وسط المجرى نظرا لضعف سرعة التيارات المائية الناجمة عن حركة المد والجزر، وتعرض القطاع لامتداد قوة طاقة الامواج البحرية والتي تدفع المياه المحملة بالرواسب البحرية داخل المجرى والتيارات المديية، في حين تظهر بؤر سطحية ضحلة العمق من الرواسب الرملية بالقرب من الضفة الشرقية للمجرى نظرا لوقوع تلك المنطقة على امتداد اتجاه الامواج معظم أيام العام وهو ما يجعل المياه تفقد حمولتها عندها فتعمل على تكون السنة رملية، نظر لقرب القطاع من مصب فرع رشيد، في حين يتركز النحت في جانبي المجرى وبخاصة في الجانب المقعر (الشرقي) من المجرى حيث يقع القطاع داخل منعطف برج رشيد، وقد بلغ أقصى ارتفاع للإرساب ٢,٤٠ م، في حين بلغ أقصى عمق للنحت ١,٨٠ م، ومن الملاحظ تطور حفر الانجراف بقاع المجرى متأثرة بعلميات الارساب. شكل (٣٠)

المراجع الأجنبية:

- 1- Ferrain et al., (2018): Geomorphology of Scour Holes at Tidal Channel Confluences, Journal of Geophysical Research: Earth Surface, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2017JF004489>
- 2- Elsaed et al., (2015): Scour Evaluation for the Nile River Bends on Rosetta Branch, SCIENCE DOMAIN international, https://www.bu.edu.eg/portal/uploads/Engineering,%20Shoubra/Civil%20Engineering/3672/publications/Gamal%20Helmy%20Mohamed%20Elsaed_Elsaed-522015AIR17380.pdf
- 3- Koevoets, Igor,(2019): Scour holes: A data-driven risk-based analysis for scour holes in the Rhine-Meuse Delta, master thesis, Delft University of Technology. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ad4245867-c1e4-4f64-80b5-21a4e34647a8>

المصادر والمراجع :**أ- المصادر**

- ١- معهد بحوث النيل، خرائط المسح الهيدروجرافي مقياس رسم ١/٥٠٠٠ إصدار سنة ١٩٨١م وعددها (٦ لوحة)
- ٢- خرائط المسح الهيدروجرافي مقياس رسم ١/٥٠٠٠ إصدار معهد بحوث النيل سنة ٢٠٠٢م وعددها (٦ لوحة)
- ٢- وزارة الموارد المائية والري، سجلات الإدارة العامة لري قناطر الدلتا وقناطر إدفينا، بيانات غير منشورة.

ب- المراجع :**المراجع العربية:**

- ١- أحمد إبراهيم محمد صابر، (٢٠٠٧م): الآثار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه في المنطقة الممتدة من الصف إلى العين السخنة، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنها.
- ٢- أحمد إبراهيم محمد صابر، منال سمير شلبي (٢٠٢١م): النمذجة الهيدروليكية لطاقة النهر ودورها في التغيرات الجيومورفولوجية بنهر النيل بمنطقة جزيرة الكريمات، مجلة كلية الآداب، جامعة بورسعيد.
- ٣- طه محمد جاد (١٩٨١م): الخصائص الجيومورفولوجية لنهر السهل الفيضى (مع دراسة النيل في مصر الوسطى)، العدد ٢٢، الجمعية الجغرافية الكويتية.
- ٤- عبد الحميد احمد كلبو، (١٩٨٥م): الانسان كعامل جيومورفولوجي، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، والجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة رقم ١.
- ٥- الحضر، (٢٠٠١م): الوعائية في جزر أسوان الصخرية: دراسة جيومورفولوجية، جامعة الكويت، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا.
- ٦- على مصطفى كامل، (٢٠٠٥م): حفر الانجراف بقاع مجرى نهر النيل شرق جزيرة الزمالك، مجلة كلية الآداب جامعة الزقازيق فرع بنها، العدد ١٣.
- ٧- محمد أحمد محمود مكي، (٢٠١٨م): "تأثير النشاط البشرى على جيومورفولوجية مجرى نهر النيل فيما بين مدينتي بنى سويف والوسطى باستخدام الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنها.

