مجلة
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

مجلة علمية محكمة تصدر عن
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية
كلية الآداب - جامعة المنوفية

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: 2357-0091
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: 2735-5284

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري

مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

بكلية الآداب – جامعة المنوفية

مجلة علمية مُحَكمَّة

الجيومورفولوجية الانثربوجينية لتغيرات خط ساحل دلتا النيل في عصر الانثربوسين باستخدام الاستشعار عن بعد والبيئة البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د. محمود محمد خضر

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس

د. مروة فؤاد محمد عبد الحميد

المعهد العالي للدراسات الأدبية – كينج مريوط، الإسكندرية.

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري

مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

بكلية الآداب – جامعة المنوفية

مجلة علمية مُحَكَّمَة

هيئة التحرير للمجلة	
أ.د/ لطفي كمال عبده عزاز	رئيس التحرير
أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل	نائب رئيس التحرير
أ.د/ عادل محمد شاويش	مساعد رئيس التحرير
أ.د/ عبد الله سيدي ولد محمد أبنو	السادة أعضاء هيئة التحرير
د/ سالم خلف بن عبد العزيز	
د/ محمد فتح الله محمد النتيفة	
د/ طوفان سطام حسن البياتي	
د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا	
د/ محمود فوزي محمود فرج	
د/ صابر عبد السلام أحمد محمد	
د/ صلاح محمد صلاح دياب	سكرتير التحرير

موقع المجلة علي بنك المعرفة المصرى: https://mkgc.journals.ekb.eg/

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ٢٣٥٧-٠٠٩١
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٧٣٥-٥٢٨٤

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

بحث:

الجيومورفولوجية الانثربوجينية لتغيرات خط ساحل دلتا النيل في عصر الانثربوسين باستخدام الاستشعار عن بعد والبيئة البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د. محمود محمد خضر *

د. مروة فؤاد محمد عبد الحميد **

* قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

** المعهد العالي للدراسات الأدبية – كينج مريوط، الإسكندرية.

ملخص البحث:

تهدف هذه الدراسة الى دراسة أثر الانسان كعامل جيومورفولوجى على عمليات تغير خط ساحل دلتا النيل بما قام به من اقامة منشآت مائية على نهر النيل وفرعيه، وما قام به فيما بعد من اعمال حماية هندسية بمحاذاة مناطق عديدة من ساحل الدلتا على تغيرات خط الساحل بها من حيث تقدمه وتراجعه. وكذلك رصد التغيرات المورفولوجية التي طرأت على خط ساحل دلتا النيل خلال الفترة من ١٨٧٩ – ٢٠٢٣. وقد اعتمدت الدراسة على الخرائط الطبوغرافية خلال الفترات قبل بناء السد العالي ١٨٧٩ و١٩٢٥ و١٩٣٤ و١٩٥٦ وصور الأقمار الصناعية لاندسات الملتقطة خلال الفترتين ١٩٨٥ و٢٠٢٣. وتم انتاج الخرائط التي توضح تغيرات ساحل الدلتا باستخدام البيئة البرمجية GEE والاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وانتهت الدراسة بتقدير المساحات التي تعرضت للنحت والارساب

واتضح من خلال مقارنه تلك الفترات وجود تغيرات جيومورفولوجية لساحل الدلتا تمثلت في تزايد عمليات النحت والتراجع بمعدلات سريعة وكبيرة ومن قبل بناء السد العالي حيث ادى انشاء الترع والرياح والقناطر والسدود الى تقليل كمية المياه والرواسب الواصلة الى فرعي دمياط ورشيد حيث كان يصل الى البحر المتوسط قبل إنشاء السد نحو ١٣٤ مليون طن من الرواسب وبعد التدخلات البشرية وانشاء المنشآت الهندسية المائية على نهر النيل قلت الرواسب بدرجة كبيرة جدا حيث تراوحت مابين ١٠ و٢٠ مليون طن فقط. وتحول ساحل الدلتا من عمليات إرساب وتقدم ونمو الدلتا إلى عمليات نحت وتراجع، وكشفت الدراسة ان الهبوط الأرضي للدلتا لم يعد نتيجة لثقل

رواسبها فقط، بل ان سحب المياه الجوفية وسحب البترول والغاز الطبيعي والنمو العمراني ادت الى زيادة عمليات هبوطها بدرجات كبيرة .

ايضا توصلت الدراسة الى ان أعمال حماية السواحل قد ادت الى تناقص كبير في تأكل ساحل الدلتا حيث حافظت الحواجز البحرية التي تم بناؤها على حماية خط الساحل وتقدمه في مواضع انشاءها، في حين استمرت عمليات النحت والتراجع في مناطق مابين الحواجز .

تبين من خلال الدراسة مدى تدخل الأنسان غير المباشر والذي يتمثل في بناء السدود الذي ينجم عنه أثار جيومورفولوجية تتمثل في تغيرات في أنماط النحت والارساب وتأكل ساحل الدلتا بالإضافة إلى كونه منطقة سكنية حيث يتعرض للعديد من التهديدات منها ارتفاع مستوى سطح البحر والذي يؤدي إلى غمر وغرق أجزاء كبيرة من ساحل الدلتا.

الكلمات المفتاحية: الجيومورفولوجيا الانثربوجينية– عصر الانثربوسين– تغيرات خط ساحل دلتا النيل – المنشآت المائية– البيئة البرمجية – Google Earth Engine - نظم المعلومات الجغرافية – الاستشعار عن بعد.

١- المقدمة:

شهدت وتشهد الدلتا المصرية وساحلها تغيرات على مر تاريخها الجيولوجي وتطورها الجيومورفولوجي وعلى مر تاريخها البشرى. نتيجة للتدخلات المباشرة وغير المباشرة للإنسان. وتتمثل تلك التغيرات بصفة اساسية في عمليات نحت وارساب بحري دينامية منذ زمن طويل. وقد تحولت الدلتا المصرية من عملية البناء الرسوبي لها والتقدم داخل البحر الى دلتا تتعرض لعمليات نحت شديدة ومتغيرة من فترة زمنية لأخرى ومن منطقة لأخرى. وتهتم هذه الدراسة برصد التغيرات الجيومورفولوجية الكبيرة التي تعرض لها ساحل الدلتا خلال الفترة ١٨٧٩ حتى ٢٠٢٣.

مع تزايد الجفاف في الصحاري المصرية التى كان يسكنها المصري القديم اضطر السكان الى الهجرة الى وادي النيل ودلتاه طمعا في الاستقرار حول مورد مائي دائم. وتعود أقدم الأرضيات الحية التي سكن عليها الانسان القديم في وادي النيل الى حقبة العصر الحجري القديم المتأخر (٣٥.٠٠٠ ١٢.٠٠٠ سنة قبل الآن (ففي هذه الحقبة ترك الانسان الصحراء بعد أن جفت مع حلول العصر الجليدي الأخير، واستقر على جانبي النيل في النوبة وصعيد مصر (**سعيد، ١٩٩٦، ص ١٩٦**)

ومنذ تلك الهجرة عمد الانسان الى القيام بأعمال تهذيب واستغلال للنهر ودلتاه على فترات من بداية عصر الاسرات وحتى الوقت الحاضر. وفي عصر ما قبل الأسرات رأى السكان أن القليل من التحكم في فيضان النيل يعود بأحسن النتائج، وهكذا بدأ نظام ري الحياض الذي أصبح بعد سنوات طوال من الخبرة نظاما محكما من الجسور والأحواض والقنوات، وقد بقي هذا النظام سائدا لعدة آلاف السنين، وكان هذا الغمر السنوي للأراضي يتسبب في تغطيتها بطبقة من الطمي التي كان يحملها النهر. وتذكر كتابات هيرودوت وديودورس أن الملك مينا موحد القطرين وأول ملوك الأسرة الأولى الفرعونية (سنة ٣١٠٠ ق م) كان أول من عمل على الاستفادة من نهر النيل بأن أقام سدا لتحويله لحماية مدينة منف عاصمة ملكه من الفيضان، وكذلك للدفاع عنها.

ويشير رشدي سعيد الى ان هناك من الادلة ما تؤكد أن نظام ري الحياض كان قد تطور إلى شكل متقدم قبل الملك مينا. ففي عصر الملك العقرب، آخر ملوك عصر ما قبل الأسرات كان هناك نظام لاستخدام مياه النيل.

وفي عصر الدولة الوسطى عمل الفراعنة على الاستفادة من مياه النيل الاستفادة القصوى، فقد جاءوا بعد فترة شح فيها النيل وتفككت فيها الدولة. أراد فراعنة الدولة الوسطى أن يحصروا النيل في مجراه لكي يرفعوا منسوبة وقت الفيضان ليطول الأراضي حتى لو كان واطئا، وقد فعلوا ذلك بتقوية الجسر الشرقي للنهر فأضافوا بذلك أراضي جديدة في الضفة الشرقية ، كما حكموا منسوب النهر لدرجة كبيرة، على أن حصر النهر في مجراه وقت الفيضانات العالية التي اجتاحت البلاد

وقت حكم هذه المملكة كان ذا أثر خطير وخاصة على منطقة منف ومنطقة مصر السفلى التي أصبحت مهددة بالغرق، ولعل ذلك هو الذي دفع الملك أمنحت الثالث الذي أسماه هيرودوت الملك موريس لاستخدام منخفض الفيوم كمفيض للنيل يدفع فيه الماء الزائد عبر عدد من الجسور لكي ينخفض منسوب النهر إلى الشمال من المفيض ، فتحولت الفيوم بذلك إلى خزان هائل من الماء هو الذي اسماه هيرودوت بحيرة موريس ، وقد اعتبر هذا العمل واحدا من أعظم الاعمال في العصر القديم

وفى العصر الإسلامي والعربي كانت المنشآت المائية من أهم المنشآت التي كان يعتني الحكام المسلمون بصيانتها وإنشاءها حتى تظل للدولة قوتها وهيبتها وثرائها.

ومن المنشآت المائية التي اهتم بها الحكام المسلمون مقاييس النيل التي كان يعرف بواسطة عدد الاذرع المسطورة في العامود الذي يستخدم في القياس مستوى الفيضان وهل هو فيضان شحيح أو متوسط أو عالي وبناء عليه تحدد الضرائب وخراج الأرض الزراعية. وللحصول على محاصيل زراعية وافية اهتم المسلمون بتوصيل المياه للأحواض الزراعية وذلك بتطهير المجاري المائية وحفر الخلجان والترع وإعادة حفر ما طمر منها مع إنشاء الجسور الخشبية والبنائية على هذه الخلجان كما عنى المسلمون كذلك بإنشاء السقايات لتوصيل مياه الشرب والري إلى حيث الحاجة إليها بالأماكن البعيدة عن مصادر المياه. كما أنشأ المسلمون القناطر لرفع منسوب المياه للتحكم في توصيل المياه للأراضي الزراعية بواسطة سد عقود القناطر أو فتحها وقت الحاجة. وقد أقام المسلمون السدود للتحكم في الماء وخزنه **(نوار، ١٩٩٩، ص ٨)**.

ويعد اواخر العصر الايوبي والعصر المملوكي من اهم وأفضل العصور التى شهدت ضبطا للنيل فتم انشاء ما يعرف بخليج القاهرة والعديد من الجسور الخشبية والجسور البنائية ومن اهمها جسر صلاح الدين الأيوبي وجسر قايتباى. كما اقيمت العديد من القناطر من اهمها قنطرة أبو المنجا وقنطرة اللاهون وقنطرة أم دينار، **(نوار ،١٩٩٩، ص ٢١٢)**.

ولعل اهم ما يستدل به على ان شمالي دلتا النيل كانت تتعرض لعمليات نحت وتقدم للبحر في العصر المملوكى قيام السلطان الناصر محمد قلاون سنة ٧٢٠ هـ / ١٣٢٠م بإنشاء سد ابي قير الذي يمتد من شمال غرب بحيرة أبى قير ليتجه جنوبا ثم للجنوب الغربي لينتهي عند الجانب الشرقي لمدينة الإسكندرية ويعود سبب انشاءه الى ان البحر قد أغرق سواحل محافظة البحيرة الحالية حتى انه أغرق ايضا أراضي الإسكندرية حتى وصل الماء المريوط وأغرق بلاد كثيرة من البحيرة وخرب خليج الإسكندرية وردمه وما حوله، **(نوار، ١٩٩٩ ص ١٦٠)**.

ويذكر رشدي سعيد انه قد أصبح من غير الممكن معرفة معدل تراكم طمي النيل في أراضي مصر بعد بناء مشروعات الري الكبرى فقد أعاقت سدودها ثم أوقفت وصول الطمى الى مصر. كما اشار الى أنه في عشرينيات القرن العشرين أمكن حساب معدل تراكم الطمي في السنة فوق أراضي صعيد مصر التي كانت في ذلك التاريخ تحت نظام ري الحياض. وقد حسبت الكمية التي دخلت حياض الصعيد بطرح كمية الطمي المارة بالقاهرة من تلك التي كانت قد مرت من أسوان في نفس السنة وقد وجد أن ٥٨ مليون طن قد وصلت الى القاهرة من أصل ١١٠ ملايين طن من الطمي الذي حمله النيل عند اسوان بما يعنى أن ٥٢ مليون طن من الطمى قد ترسبت في حياض الصعيد. ولا توجد قياسات مماثلة لتحديد معدل تراكم الطمي في الدلتا ذلك لأن أراضي الدلتا تحولت إلى الري المستديم في أوائل القرن التاسع عشر قبل تأسيس أجهزة البحث العلمي المكلفة بالقيام برصد النيل، **(سعيد، ١٩٩٦، ص ٧٦)**.

وايضا شهدت الدلتا المصرية اقامة اول مملكة مصرية ذات حضارة في شمالي شرقي الدلتا والتي اضمحلت فيما بعد نتيجة غرق المنطقة الشمالية من الدلتا بعد عملية الخسف الأرضي التى نجم عنها تكون لبعض بحيرات مصر الشمالية ومن اهمها بحيرة المنزلة. وقد أرجع دومون والشبراوي تكوين هذه البحيرات الساحلية إلى عمليتين: الهبوط والتآكل الساحلي(Dumont H, El-Shabrawy G ,2007, pp.677–682). تسبب الضغط المستمر لعمود الرواسب تحت تأثير الوزن في غرق الدلتا بمعدل ٤–٥ أمتار لكل ١٠٠٠ عام (Stanley DJ ,1988, pp. 497–500).

وقد اشارت دراسة Pararas-Carayannis, G. & Mader Charles L إلى أن زلزال عام ٣٦٥ م أثر على المناطق الساحلية في جميع أنحاء منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط بشدة حيث خسفت بعض المناطق وتأثرت بأمواج السونامي مما يُثبت صحة الروايات التاريخية عن الدمار الواسع الذي لحق بمناطق في فلسطين، وجنوب آسيا الصغرى، وقبرص، ودلتا النيل، وكارين، وأبولونيا، وأماكن أخرى على طول شمال إفريقيا واستمرت التغيرات وعمليات النحت التى شهدها ساحل الدلتا. (George Pararas-Carayannis, 2011, P.253)

ومع تزايد الحجم السكاني لمصر وتركز السكان في وادى النيل ودلتاه واحتياج السكان الى توفير مصادر لغذائها ومعيشتها فقد عمد الحكام منذ عهد وحتى فترة عهد محمد على وخلفاءه التى شهدت اقامة مشروعات مائية ضخمة وكثيرة الى انشاء الترع والريحات والمصارف وكذلك انشاء السدود والقناطر و التى بإنشائها استحوذت على كمية كبيرة من مياه النيل ورواسبه وبالتالي قللت من جم الرواسب التى كانت تنهى للبحر بل ومنعتها تماما عندما تم انشاء سد فارسكور عام

١٩٣٥ والذى حرم مصب فرع دمياط من البناء داخل البحر كذلك الحال لفرع رشيد عندما انشئت قناطر ادفينا.

وايضا ما تم من منشآت في عهد الجمهورية المصرية منذ الخمسينات واهمها انشاء السد العالي. وما تبعه من مشروعات زراعية ضخمة ارتبط بها شبكة من الترع والمصارف التى تستحوذ على كميات من مياه النيل ورواسبه والتي قللت من وصول رواسب النيل الى البحر المتوسط حتى الوقت الحاضرة وحسب دراسة رشدي سعيد وجد أن معدل الترسيب في الدلتا الطبيعية عندما كانت تغرق وقت الفيضان اقل من الصعيد بحوالي ٥٠%، وبهذا الحساب تكون كمية الطمى التي كانت تصل الى البحر كل سنة قبل انشاءات الري الكبرى حوالي ٢٢ مليون طن في السنة أي حوالي ٢٠٪ من جملة رواسب النيل عند اسوان. ولعل اهم ما يشير الى ان دلتا في فترة النيل الحديث الذي بدا من ١٢ ألف سنة (**رشدي سعيد ١٩٩٦ص ٢٤**) عانت من بطيء في تقدمها ونموه ان سمك رواسب النيل الحديثة في الآبار التي دقت في السهل الساحلي للدلتا صغيرا جدا لم تؤد الى تقدم الدلتا بداخل البحر كثيرا، (**سعيد، ١٩٩٦، ص ٧٧**).

وكل هذا يؤكد ان تدخل الانسان بما قام به من اعمال هندسية تتحكم في مائية النهر ومنذ استوطانه لوادي للنيل ودلتاه أثر بطريق مباشر وغير مباشر على كمية الرواسب التى كانت تصل لدلتا نهر النيل وعملت على تباطئ عمليات نمو الدلتا لفترات ثم عملت على تراجعها لفترات اخرى حتى وقتنا الحاضر.

تعد عملية تراجع ساحل الدلتا واحدة من الأخطار الجيومورفولوجية، ويتضح التغير لسطح البحر ما بين الهبوط والارتفاع خلال الفترات والأزمنة المختلفة، وتعد المدن الغارقة تحت سطح البحر في الإسكندرية وغيرها من المناطق الساحلية دليل على ارتفاع مستوى سطح البحر والذي وصل أقصى ارتفاع له خلال التاريخ الجيولوجي نحو +١٨٠ متر فوق مستواه الحالي أثناء البليوسين الأوسط (**حمدان، ١٩٨٢، ص ١٦٨**)، ويشير البعض في دراستهم إلى أن هذا المنسوب وصل لأكثر من +٢٠٠ متر فوق مستوي سطح البحر الحالي (**عاشور، ١٩٩١، ص ٩**).

ومما تجدر الاشارة اليه ان هناك العديد من الدراسات العربية والاجنبية التى تناولت دراسة تغيرات خط ساحل دلتا النيل منها ما تناول دراسة أثر التغيرات المناخية على ساحل دلتا النيل ومنها ما تناول تغيرات خط ساحل الدلتا النيل واغلبها تناولت فترة تاريخية تبدأ من عام ١٩٨٥ ودراسات اخرى تناولت السيناريوهات المتوقعة لتغير خط الساحل في حال ارتفع مستوى سطح البحر، ودراسات اخرى قليلة تناولت أثر العوامل البشرية على تغيرات ساحل دلتا النيل.

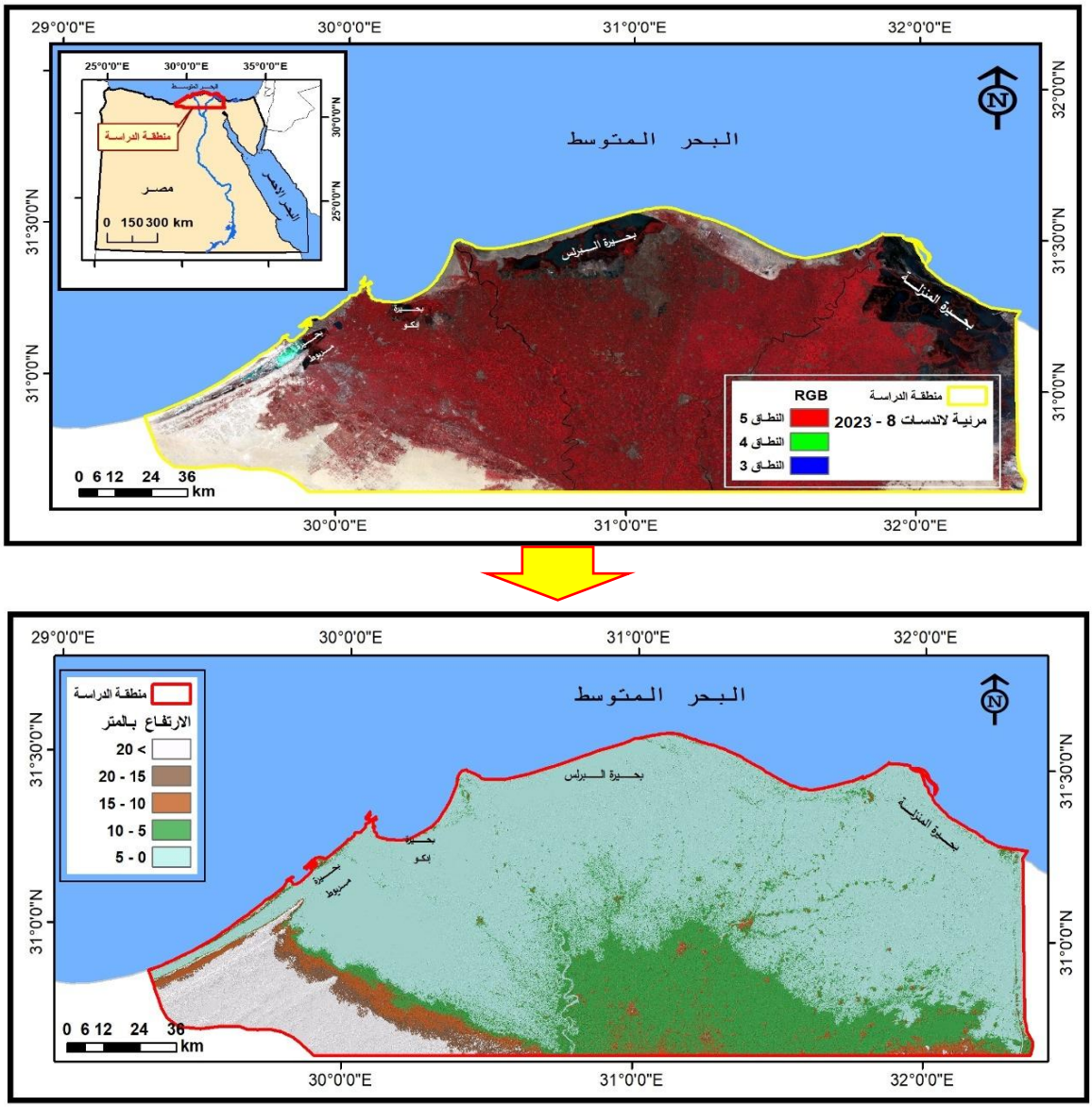
وتختلف دراستنا الحالية عن الدراسات السابقة في عدة نقاط جوهرية وهي:

- طريقة المعالجة والتي جمعت بين تحليل ومقارنة الخرائط القديمة منذ عام ١٨٧٩ والصور الفضائية منذ عام ١٩٨٥ والدراسات الميدانية التى قام بها الباحثان فضلا عن توظيف واستخدام البيئة البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية في عملية المعالجة لموضوع الدراسة.
- فترة الدراسة والتي امتدت الى دراسة من عام ١٨٧٩ وحتى عام ٢٠٢٣ أي ١٤٤ عام في حين ان اغلب الدراسات تناولت التغيرات من عام ١٩٨٥ فيما عدا دراسة كمال درويش التى تناولت التغيرات من عام ١٩٤٥.
- اعتمدت الدراسة الحالية على مقارنة الخرائط التاريخية القديمة والتي رسمت اعوام ١٨٧٩ و١٩٢٥ و١٩٣٤ و١٩٥٤ ثم على الصور الفضائية من عام ١٩٨٥ وحتى ٢٠٢٣ في حين اعتمدت كل الدراسات الاخرى على الصور الفضائية من عام ١٩٨٥.
- تناولت الدراسة الحالية تأثير اعمال هندسة الري المائية التى اقيمت على نهر النيل من قبل عام ١٨٧٩ وحتى الوقت الحاضر وأثر اقامة المنشآت على مائية نهر النيل حيث ادت الى تقليل حجم مياهه ورواسبه التى تصل الى مصبي النيل دمياط ورشيد وأدت الى توقف الدلتا عن النمو تقريبا وزيادة عمليات نتحتها وتراجعها وهو مالم تتناوله أي دراسة سابقة تناولت تغيرات دلتا النيل
- تناولت تلك الدراسة أثر انشاء الحواجز البحرية التى بدأ اقامتها بالتعاون مع الصين منذ عام ١٩٧٩ والتي ادى انشاءها وميكانيكية عملها الى التقليل الشديد والفجائي في معدلات تراجع ساحل دلتا النيل، بل وفى تقدم اليابس في الاجزاء التى اقيمت فيها
- اعتمدت الدراسة الحالية على استخدام وتوظيف البيئة البرمجية في دراسة أثر الانسان على التغيرات التى شاهدها ساحل دلتا النيل واستخدام لغات واكواد برمجية يمكن للباحثين الاستفادة منها في أي دراسة تالية.

٢- موقع منطقة الدراسة:

تمتد منطقة الدراسة **فلكياً** تمتد بين دائرتي عرض ″٣٨.١٧١ `٣٩ ° ٣٠ و ″٨.٤١٣ `٣٤ ° ٣١ شمالاً، وبين خطي طول ″٤٧.٥٨٦ `١٧ ° ٢٩ و ″٢١.١٧١٥ `٢٢ ° ٣٢ شرقاً. أي أن يمتد ساحل منطقة الدراسة من الإسكندرية غرباً إلى ميناء بور سعيد شرقاً لمسافة ٣٠٠ كم. وتصل مساحة منطقة الدراسة نحو ٢٢١٣٥.٩٩ كم٢، وهي تمثل نحو ٩٦٪ من إجمالي مساحة الدلتا والتي تبلغ نحو ٢٣٠٠٠كم^{٢}.

ونسبياً من الحدود الشرقية لميناء بورسعيد وحتى الهوامش الغربية للإسكندرية بامتداد طولي يساوي (٣٠٠كم)، ويكتنف المنطقة عدداً من المسطحات المائية بعضها مالح يتمثل في مسطحات البحيرات الساحلية الأربعة من الشرق إلى الغرب (المنزلة – البرلس– إدكو – مريوط)، والبعض الآخر عذب متمثل في فرعي دمياط ورشيد، وهذه الكتل المائية وإن اختلفت ملوحتها إلا أنها تتفق جميعاً في اتصالها بالبحر المتوسط بواسطة البواغيز (أشتوم والبرلس والمعدية) لكل من بحيرات المنزلة و البرلس وإدكو على الترتيب، أو بواسطة مصبي الفرعين في كل من دمياط ورشيد، شكل (١).



المصدر: من عمل الباحثان اعتمادًا على مرئية لاندسات -8 بتاريخ ٢٦يونيو لسنة ٢٠٢٣ بدقة وضوح أرضي ٣٠ X ٣٠ متر، هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS، وخريطة الحدود السياسية لمصر، وعمل النموذج باستخدام برنامج Arc GISاعتماداً على SRTM30M

شكل (١) موقع منطقة الدراسة (ساحل شمالي الدلتا)

٣- أهمية الدراسة

الدلتا المصرية واحدة من المناطق التي تشهد ديناميكية عالية جداً في التغيرات سواء كانت تلك التغيرات ناتجة عن العوامل الطبيعية أو البشرية ومن الأماكن التي يظهر فيها تدخل الأنسان بصورة واضحة ومن المناطق المعرضة للتغيرات سواء كانت تلك التغيرات بالسلب أو بالإيجاب في منطقة حيوية جداً، وتتعرض لأخطار التراجع بسبب عوامل بعضها طبيعي، ولكن أغلبها وأكثرها تأثيراً هو العامل البشري ومن هنا جاءت أهمية الدراسة والتي تهدف إلى دراسة أثر الأنسان على عمليات تقدم أو تراجع ساحل الدلتا خلال الفترة من ١٨٧٩ حتى ٢٠٢٣.

٤- أسباب اختيار الموضوع:

- تعد منطقة دلتا النيل إقليماً طبيعياً متميزاً ومن أهم المناطق الساحلية شديدة الحساسية لتعرضها لعمليات النحت والارساب وبخاصة بعد تدخل الإنسان في مائية النهر.
- توافر الخرائط الطبوغرافية القديمة خلال الفترات (١٨٧٩-١٩٢٥-١٩٣٦-١٩٥٦) وصور الأقمار الصناعية التي تغطي منطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥ حتى ٢٠٢٣م.

٥- أهداف الدراسة:

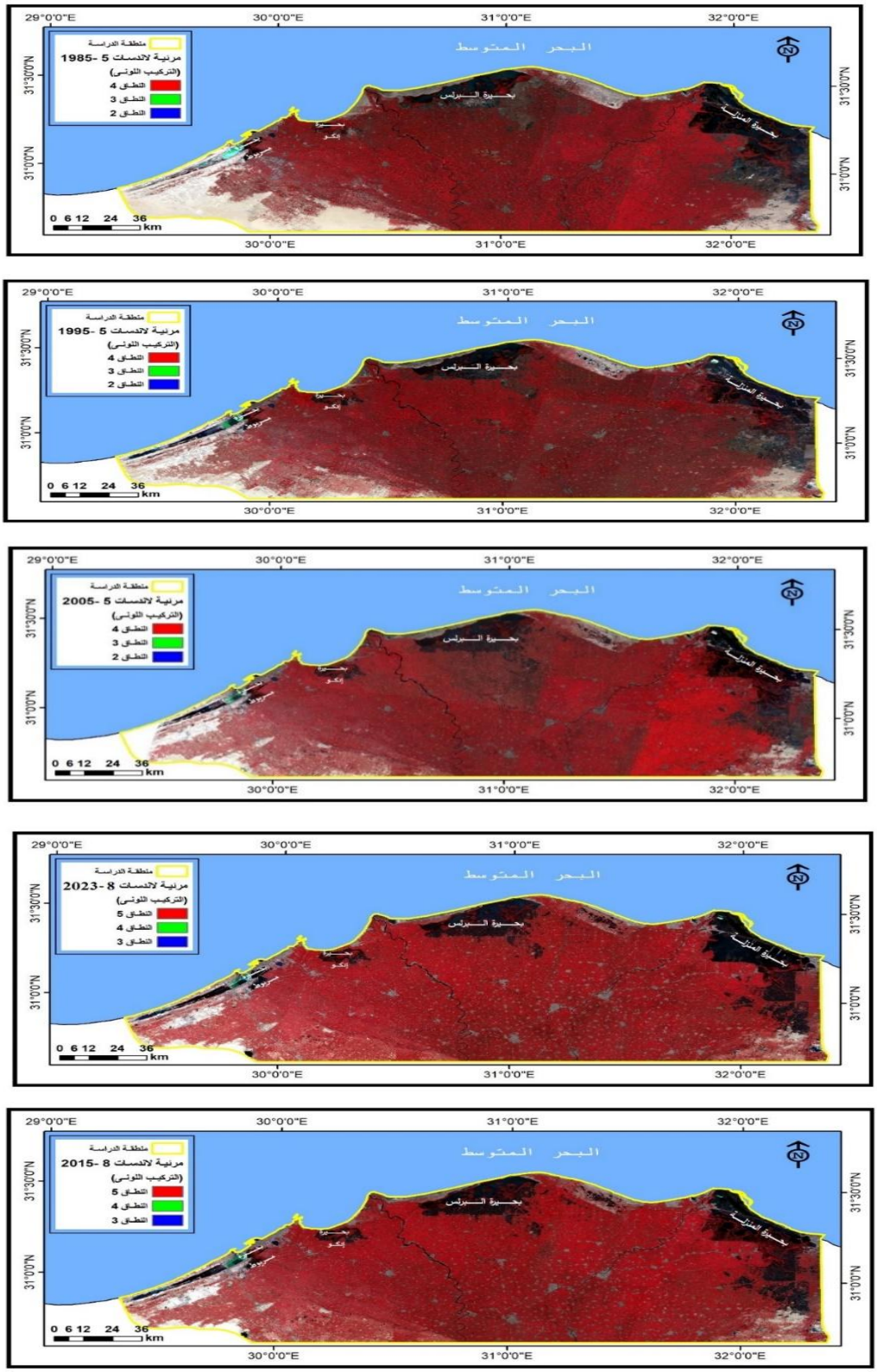
- تهدف الدراسة بصفة اساسية دراسة تأثير الانسان على تغيرات خط ساحل دلتا النيل بما قام به من اعمال لضبط مائية نهر النيل واستغلال مياهه بما قام به من انشاء ترع وريحات وقناطر وسدود منذ عهد الخديوي اسماعيل اثرت على كمية المياه وحجم الرواسب التى تصل الى مخرجي فرعي دمياط ورشيد منذ عام ١٨٧٩م وحتى الوقت الراهن مما أثر على جيومورفولوجية خط الساحل وعمليات النحت والارساب وأدت الى تراجع الساحل بدرجة كبيرة.
- كما تهدف الدراسة الى دراسة تأثير الحواجز الخراسانية التى انشاتها الحكومة المصرية بالتعاون مع دولة الصين من بداية عام ١٩٧٩ بمحاذاة سواحل الدلتا على جيومورفولوجية خط الساحل وعمليات النحت والارساب به والتي ادت الى التقليل بدرجة كبيرة من عمليات تراجع الساحل، بل وتقدمه في مواضع كثيرة
- دراسة تغيرات ساحل الدلتا خلال الفترة من ١٨٧٩ حتى ٢٠٢٣ من خلال مقارنه الخرائط الطبوغرافية القديمة بصور الأقمار الصناعية واستخدام التقنيات الحديثة والبيئة البرمجية في تحليل ومعالجة البيانات واستخلاص النتائج
- دراسة أثر النمو العمراني على هبوط شمالي الدلتا وغرق السواحل
- دراسة أثر عمليات سحب الغاز الطبيعي والبترول وللمياه الجوفية من شمالي الدلتا وما ارتبط بها من هبوط لمنسوبها وغرق بعض سواحلها

٦- مصادر البيانات وطرق المعالجة:

- **الخرائط الطبوغرافية:** اعتمدت الدراسة على خريطة لسنة ١٩٣٦ عن كتاب جغرافية مصر للأمير عمرو طوسون بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، وخريطة الوجه البحري لمحمود بيك الفكي لسنة ١٨٧٩ بمقياس رسم ١: ٢٠٠٠٠٠، وخريطة الجيش الإنجليزي لسنه ١٩٢٥، وخرائط الطبوغرافية لعام ١٩٥٦ والتي تقع فيها منطقة الدراسة في أربع لوحات بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠.
- **صور الأقمار الصناعية:** استخدمت الدراسة صور القمر الصناعي الأمريكي Land sat-8 من نوع OLI بدقة وضوح ٣٠ X ٣٠ متر لسنة ٢٠٢٣، وقد تم زيادة دقة الوضوح الأرضي إلى ١٥ متر باستعمال القناة الثامنة البانكروماتية عن طريق دمج الدقة بواسطة التصنيف المحكم Supervised Classification،حيث تم استخدام صور لاندسات لدراسة التحليل المكاني لتغيرات ساحل الدلتا خلال الفترة من ١٩٨٥ إلى ٢٠٢٣، والبيانات المستخدمة هي بيانات لاندسات ٥ للفترات ١٩٨٥ و ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ لاندسات ٨ للفترات ٢٠١٥ و ٢٠٢٣، تم حساب الوسيط لقيم البكسلات في المرئيات الخالية من السحب خلال كل سنة (المرئيات من يناير الى ٣١ ديسمبر) في السنوات ١٩٨٥ و ١٩٩٥ و ٢٠٠٥ و ٢٠١٥ و ٢٠٢٣ ، حيث يتضمن خلال جدول (١) تواريخ الحصول على هذه الصور، حيث كل عام تم تمثيله بصورتين، شكل (٢).

جدول (١) تواريخ الحصول على صور لاندسات منطقة الدراسة

Get Year	Sensor Type	Acquisition Date
1985	Landsat 5 (TM)	30/5/1985
1995	Landsat 5 (TM)	23/5/1995
2005	Landsat 5 (TM)	21/7/2005
2015	Landsat 8 (OLI- TIRS)	6/8/2015
2023	Landsat 8 (OLI- TIRS)	26/6/2023



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على Google Earth Engine (GEE)

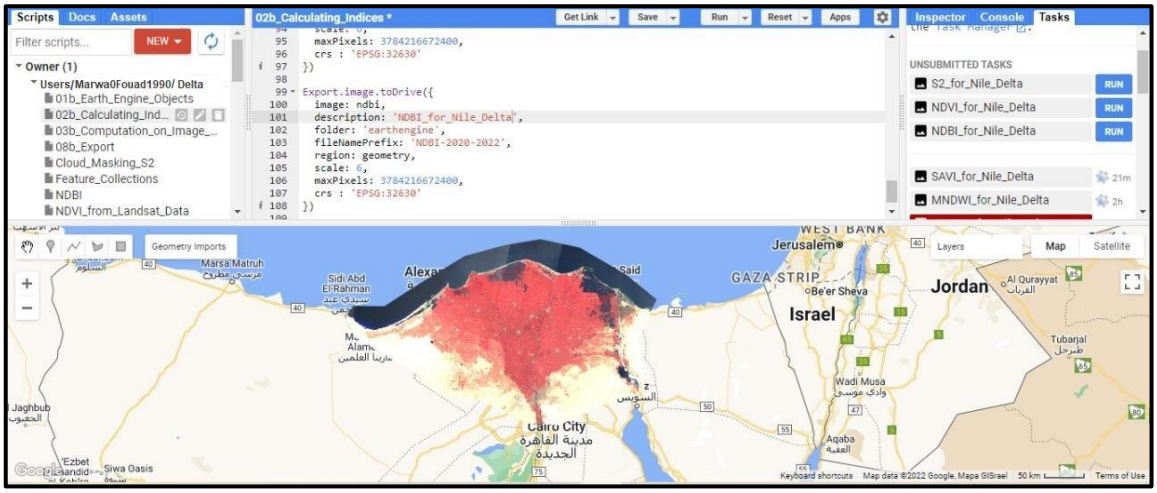
شكل (٢) مركب اللون الكاذب (FCC) لصور لاندسات منطقة الدراسة خلال الفترات (١٩٨٥ ـ ١٩٩٥ ـ ٢٠٠٥ ـ ٢٠١٥ـ ٢٠٢٣)

- **نموذج الارتفاع الرقمي من نوع SRTM:** التي أصدرتها وكالة الفضاء الأمريكية ناسا، والتي تعمل بتقنية الرادار في القناة C وذلك لحساب ارتفاع السطح، فقد اعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي من نوع SRTM بدقة مكانية ٣٠م، وذلك بغرض إظهار الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة، والذي تم تحميلة من موقع التابع لهيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS (https://earthexplorer.usgs.gov/)
- **الدراسة الميدانية:** أجريت الدراسة الميدانية بمنطقة الدراسة، كانت الدراسة الأولى ٢٧/ ٩ / ٢٠٢٣ للتعرف على السمات العامة لمنطقة الدراسة، وكانت الدراسة الثانية بتاريخ ١٣ / ٢ / ٢٠٢٤ وتمت هذه الدراسة بعد تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات والصور الجوية وجمع المادة العلمية، ومن خلال الدراسة الميدانية تم رصد التدخلات البشرية على منطقة الدراسة ورصد وسائل وطرق الحماية المختلفة بمنطقة الدراسة.

وقد اعتمدت الدراسة في معالجة البيانات المتوفرة وتحليلها على مجموعة من البرمجيات المتخصصة في معالجة البيانات المكانية وتحليلها، منها:

- **Google Earth Engine (GEE):** تم استخدام التحليلات السحابية على Google Earth Engine لصعوبة معالجة هذا الكم الهائل من البيانات الخاصة بمنطقة الدراسة باستخدام برامج تحليل المرئيات العادية والتي يستغرق في تحليلها وقت كبير ، وبالتالي توفير الوقت والجهد والسعة التخزينية باستخدام السيرفرات الفائقة السرعة في محرك GEE ولذلك تم تحميل البيانات وعمل التحليلات على برنامج Google Earth Engine (GEE) باستخدام Java scripts والتي تم انتاجها لهذا الغرض، ثم تم تصدير النتائج الى الGoogle drive واخراج الخرائط على برنامج ArcGIS Desktop

https://code.earthengine.google.com/47e0b4e9071ffa1146794db6e85b68cc



المؤشرات التي تم تطبيقها داخل البحث:

قد تم الاعتماد على عدد من المؤشرات مثل حساب مؤشرات التغير في المناطق المبنية(Normalized difference built-area index (NDBI، ومؤشر التغير في المياه المعدل Modified normalized difference water index (MNDWI) كما تم عمل صورة مجمعة Mosaic image من نتائج حساب الوسيط لقيم البكسلات في المرئيات الخالية من السحب في كل سنة والمعادلات هي:

NDBI= (SWIR1 - NIR)/ (SWIR1 + NIR)
MNDWI= (Green - SWIR1)/ (Green + SWIR1)

حيث أنRed الانعكاس الطيفي في مدى الطيف الأحمر وNIR الانعكاس الطيفي في مدى الاشعة تحت الحمراء القريبة وSWIR1 الانعكاس الطيفي في مدى الاشعة تحت الحمراء القصيرة، وGreen هو الانعكاس الطيفي في مدى الطيف الأخضر (Zha et al., 2003).

- **برنامج Arc GIS 10.8:** وقد اعتُمِد عليه في بناء قاعدة البيانات، التي تشمل الخرائط الرقمية للبيانات المكانية الخاصة بأحواض منطقة الدراسة، مع عمل الإخراج الكارتوجرافى Layout لهذه البيانات لعرض نتائج البحث.
- **استخدام برنامج** EXCEL.

٧- الدراسات السابقة:

- **Hesham M El-Asmar, Kevin White (2002):** "Changes in coastal sediment transport processes due to construction of New Damietta Harbour, Nile Delta.

وقد خلصت الدراسة الى أن بناء الميناء، وعلى وجه الخصوص بناء رصيفين يمتدان من مدخل الميناء، قد ادى الى انقطاعً في عمليات نحت الساحل المتحرك شرقًا. واعتماد على صور TM وبالرغم من حجم البكسل (٣٠ مترًا) والنطاق الزمني القصير لفترة الرصد (١٩٨٤-١٩٨٧-١٩٩١). فقد سمحت المسوحات الباثيمترية التقليدية الضوء على اظهار التغييرات في البيئة القريبة من الشاطئ وأمكن تميز ان شواطئ الارساب الواقعة غرب الرصيف الغربي تترسب بها حبيبات بحجم متوسط . بينما تتميز رمال الشاطئ في خط الساحل التآكلي شرق الرصيف الشرقي بحجم حبيبات أكثر خشونة.

- **Omran E Frihy, Essam A Debes, Waleed R El Sayed (2003)**: " Processes reshaping the Nile delta promontories of Egypt: pre- and post-protection, Geomorphology.

تعرض هذه الدراسة تحليل مسوحات على طول قطاعات الرؤوس الدلتا في دمياط وبلطيم ورشيد (بطول ٦٤ كم في المجموع) لتحديد معدلات تغيرات الخط الساحلي قبل الحواجز (١٩٧١-١٩٩٠) وبعد بناء الحواجز والهياكل الواقية (١٩٩٠-٢٠٠٠) وقد ادى انشاءها الى انخفاض تآكل

الساحل أمام الحواجز والجدران الواقية عند أطراف رؤوس رشيد ودمياط، وايضا في حالة كاسرات الأمواج المنفصلة في بلطيم وفي رأس البر (غرب رأس دمياط). ونتيجة لذلك، بدأ التآكل يهبط في المناطق المحلية المجاورة لهذه الهياكل في اتجاه نقل الرواسب على طول الشاطئ. وقد أوقف الجدار البحري الذي يبلغ طوله ٥ كم والذي يحمي رأس رشيد التآكل الدرامي لهذه المنطقة شديدة التآكل التي كانت تتراجع سابقًا باتجاه الشاطئ بمعدل ٨٨ مترًا / عامًا، مع تآكل محلي ضار عند طرفيها الغربي والشرقي، بمعدل ٣ و١٣ مترًا / عامًا على التوالي. وبالمثل، أوقف الجدار البحري الذي يبلغ طوله ٦ كم والمبني على الطرف الشرقي من رأس دمياط، التآكل الشديد تقريبًا، والذي كان سابقًا بمعدل ١٠ أمتار / عامًا. وبصفة عامة خلصت الدراسة الى ان عليل النحت/الارساب على طول نتوءات دلتا النيل قد أعيد تشكيلها بسبب الحواجز الضخمة التي تم بناؤها منذ عام ١٩٩٠. ويتم التحكم في إعادة التشكيل من خلال التباين الزمني في شدة وانعكاس اتجاهات الأمواج والتيارات الساحلية المرتبطة بها واتجاه الساحل والحواجز الساحلية التى تم انشاؤها.

- **Elham M. Ali a Islam A. El-Magd (2016):** "Impact of human interventions and coastal processes along the Nile Delta coast, Egypt during the past twenty-five years"

وقد خلصت الدراسة الى ان المشاريع التنموية غير المخططة الكبيرة والكثيرة التى تمت لتعزيز الوضع الاقتصادي للمجتمعات المحلية، أثرت سلبًا على كل من استخدام الأراضي وخصائص الغطاء الأرضي في الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠١٤ وتم قياس معدلات التغييرات و أظهرت النتائج معدلًا كبيرًا لتحول أشكال الأراضي خلال السنوات الخمس والعشرين الماضية، كان من اهمها التحول الى انشاء مزارع الأسماك (+ ١٣٪) والنمو العمراني (+ ٢٢٪) على حساب الأراضي الزراعية (- ١٥٪) والكثبان الساحلية والأراضي الجافة (- ١٣٪) والمسطحات المائية (- ٧٪). بالإضافة إلى ذلك، أحدثت العمليات الساحلية تغييرات كبيرة في خط الساحل مما أدى إلى إنشاء مناطق تآكل تراوحت بين ٢٤-٣٦ مترًا / سنة) وأخرى من الارساب بمساحة تراكمية إجمالية بلغت ٣.١٤ كم٢ مع تراجع إجمالي قدره ٢.٧ كم ٢ على طول خط الساحل. واشارت الدراسة الى ان التغيرات المتوقعة في المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر سيؤدى إلى تفاقم معدل التآكل والحالة العامة للمنطقة الساحلية.

- **Hesham M. El-Asmar a b, Maysa M.N. Taha c, Abdelbaset S. El-Sorogy d e (2016):** "Morphodynamic changes as an impact of human intervention at the Ras El-Bar-Damietta Harbor coast, NW Damietta Promontory, Nile Delta.

وهذه الدراسة هي جزء من برنامج بحثي لرصد التغيرات الساحلية على طول دلتا النيل الشرقية" منذ عام ١٩٩٤ بدراسات قام بها (الأسمر، ١٩٩٤، الأسمر، ١٩٩٥، الأسمر، ٢٠٠٢، الأسمر ووايت، ١٩٩٧، وايت والأسمر، ١٩٩٩، الأسمر وآخرون، ٢٠١٤). الأهداف الرئيسية لهذه

الدراسة هي: (١) رصد وتحديث المعرفة بهذا الجزء الديناميكي والاستراتيجي للغاية من الساحل، (٢) تحديد مدى تعرضه لمشاكل التآكل المتعلقة بالتغيرات الهيدروديناميكية، (٣) تقديم لأول مرة سمات جيومورفوديناميكية مهمة ظهرت على طول هذا الخط الساحلي بسبب التغيرات في مورفوديناميكية الشاطئ نتيجة للتدخل البشري، وهدفت هذه الدراسة الى تسجيل التغيرات المورفولوجية الديناميكية التي حدثت بسبب التدخل البشري. اعتماد على صور أقمار لاندسات الصناعية الملتقطة لفترات زمنية ١٩٧٣ و١٩٨٤ و١٩٨٩ و٢٠٠٣ و٢٠١٥ الى حانب الملاحظات الجيومورفولوجية من أجل مراقبة التغييرات على طول الشريط الساحلي بين رأس البر وميناء دمياط. تكشف هذه الدراسة عن جزأين من الشاطئ؛ يقع أحدها إلى الشرق، وهو محمي بنظام كاسر أمواج منفصل وهو جزء بتميز بمعدلات ارساب وتقدم داخل البحر، والجزء الثاني إلى الغرب بين كاسرات الأمواج المنفصلة والرصيف الشرقي لميناء دمياط. هو جزء يعاني من التآكل مع تراجع خط الشاطئ

- **Jean-Daniel Stanley Pablo L. Clemente (2017):** "Increased Land Subsidence and Sea-Level Rise are Submerging Egypt's Nile Delta Coastal Margin.

اشارت الدراسة الى أن دلتا النيل في مصر، التي لا يزيد ارتفاعها عن متر واحد فوق مستوى سطح البحر المتوسط تخضع لمعدلات غير متساوية من الغمر. نتيجة لعدة عوامل تؤدي إلى زيادة انخفاض مستوى الأرض (هبوط) في شمال الدلتا وقاع البحر المجاور، بالإضافة إلى ارتفاع متسارع في مستوى سطح البحر في البحر المتوسط. ويمثل ارتفاع مستوى سطح البحر الاستاتيكى المتوسطي بنحو ٣ مم/سنة نحو ٢٦٪ إلى ٤٥٪ فقط من إجمالي ارتفاع مستوى سطح البحر النسبي المقاس على طول هذا الهامش. وهناك ثلاثة عوامل تؤدي إلى الهبوط وهي الانخفاض النيوتونتي، وضغط تسلسلات الهولوسين، وتناقص تجديد الرواسب بسبب انخفاض تدفق نهر النيل إلى ساحل مصر. وتتسبب عمليات الهبوط في انخفاض متوسط الأراضي بمعدل ٣.٧ ملم/سنة في القسم الشمالي الغربي من الدلتا، و٧.٧ ملم/سنة في الدلتا الشمالية، و٨.٤ ملم/سنة في الدلتا الشمالية الشرقية، استناداً إلى معدلات ضغط سماكة الطبقات التي تتناقص في اتجاه الأسفل بين أعلى وأسفل أقسام الهولوسين في ٨٥ عينة حفر موزعة على طول هامش الدلتا.

- **Kamal Darwish; Scot E. Smith; Magdy Torab;** Hesham Monsef; Osama Hussein (2017): " Geomorphological changes along the Nile Delta coastline between 1945 and 2015 detected using satellite remote sensing and GIS.

وقد تتناول هذه الدراسة التغيرات الجيومورفولوجية على طول ساحل دلتا النيل بين عامي ١٩٤٥ و٢٠١٥. واستخدمت الدراسة الخرائط الطبوغرافية عام ١٩٤٥ وصور أقمار لاندسات التي التقطت بين عامي ١٩٧٣ و٢٠١٥ . وخلصت الدراسة الة أن جيومورفولوجيا الساحل قد تغيرت بشكل كبير خلال هذه الفترة الزمنية، وخاصة في نتوءات دمياط ورشيد، والتي تعرضت لتأكل شديد

بعد بناء السد العالي في أسوان. كما تعرضت أجزاء أخرى من الساحل للنحت، بينما حدث بعض الارساب على طول الساحل من النتوءات. وكان الاتجاه هو تآكل الشواطئ على طول نتوءات ساحل دلتا النيل والتراكم داخل الخلجان بين النتوءات، كانت العوامل الرئيسية المسببة لتغير خط الساحل هي تأثيرات السد العالي في أسوان، وارتفاع مستوى سطح البحر، وهبوط الأرض، والعواصف، والتهديدات الساحلية.

- **Kamal Srogy Darwish (2023):**"GIS-Based Spatial Modeling of Potential Impacts of Sea Level Rise Along the Nile Delta Coast.

ينقسم هذا الفصل إلى ثلاثة أجزاء: (١) تقييم ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي والمستوى الإقليمي إلى المتوسط لسطح البحر، وطرق قياس ارتفاع مستوى سطح البحر، والأسباب، والمخاطر المستقبلية. (٢) يتعلق بالأدلة والمؤشرات الجغرافية لتغير مستوى سطح البحر في العصر الهولوسيني، مثل الأدلة الجيومورفولوجية للشواطئ القديمة والأدلة الرسوبية والجيوأثرية. (٣) تطبيق أنظمة المعلومات الجغرافية في النمذجة المكانية للتأثيرات المحتملة لارتفاع مستوى سطح البحر وهبوط الأرض حتى نهاية القرن الحادي والعشرين. تم استخدام واجهة ArcGIS Model Builderلربط العوامل متعددة المعايير المكانية معًا لحساب وتوقع التأثيرات المستقبلية لارتفاع مستوى سطح البحر على الأنشطة البشرية والسكان في ظل سيناريوهات عالمية وإقليمية مختلفة.

- **May R. ElKotby a, Tharwat A. Sarhan b, Mahmoud El-Gamal (2023)**: Assessment of human interventions presence and their impact on shoreline changes along Nile delta

وقد هدف البحث الى دراسة تغيرات خط الساحل والارساب والنحت على مدى ٣٧ عامًا والكشف عن المواقع المعرضة للخطر. كمت هدفت الدراسة الى تقييم كفاءة المنشآت الساحلية التي تم تنفيذها مؤخرًا على طول منطقة الدراسة وتحديد ما إذا كانت قد أدت دورها على أكمل وجه أو تحتاج إلى تعديلات إضافية. وقد تم استخدام العديد من صور Landsat (TM و ETM + و OLI)وتم تحليلها باستخدام الاستشعار عن بعد (RS) ونظام المعلومات الجغرافية .(GIS) تم دمج نظام تحليل الخط الساحلي الرقمي (DSAS) مع نموذج LRR لتقييم التغيرات التاريخية لخطوط الشواطئ من عام ١٩٨٥ إلى عام ٢٠٢٢ والتنبؤ بمواقع الخط الساحلي المستقبلية في أعوام ٢٠٣٠ و٢٠٥٠ و٢١٠٠ .

وقد خلصت الدراسة الى أن المناطق المحيطة برأس رشيد ورأس البرلس ورأس دمياط شهدت تراجعًا كبيرًا وسريعًا وبمعدلات كبيرة خلال فترة الدراسة، بمتوسط قيم −١٥.٧ و−٣.٢٥ و−١٦.٨ متر/سنة على التوالي. ومع ذلك، تعرض كل من ساحل الإسكندرية وخليج جمصة للتراكم كحالة سائدة، بمتوسط معدلات ٢.٨٥ و٤.٠٣ متر/سنة على التوالي. تم تركيب العديد من

الأرصفة والحواجز في شرق نتوء رشيد في عام ٢٠١٦ لتقليل عملية التآكل؛ ومع ذلك، لم تؤت ثمارها ولم تتمكن من حل المشكلة. في المقابل، أدى نظام الحواجز، الذي تم تنفيذه في مصرف شرق كيتشنر في نفس العام، إلى خفض معدلات التآكل من ١٧.٦ مترًا في السنة من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٠ إلى ٧ أمتار في السنة من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٢٢. في عام ٢٠١٩، نجحت الأرصفة على شكل حرف Y التي تم بناؤها في المنطقة ٧، شرق ميناء دمياط، في إبطاء معدلات التآكل. أخيرًا، تم إنشاء أرصفة المدخل في الجميل في عام ٢٠١٦، مما أدى إلى تقدم الساحل بمعدل ١٤.٧ مترًا في السنة في المتوسط في الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٢.

- **عصر الانثربوسين Anthropocene**

وقد لفت تأثير الانسان على تغيير شكل سطح الارض انتباه العديد من الباحثين العلميين والجيولوجيين والجيومورفولوجيين منذ فترات طويلة مما دعا بعضهم الى المناداة بعصر جيولوجي جديد يسمى عصر الانسان، ففي عام ١٧٧٨ محاولة مبكرة لوصف تاريخ الأرض، حيث حدد العصر البشري ليكون العصر السابع والأخير للأرض (Buffon, 1778). وفي عام ١٨٣٠ تم اقتراح أن يتم تسمية الزمن المعاصر بالعصر الحديث على أساس ثلاث اعتبارات: نهاية العصر الجليدي الأخير، وظهور البشر المتزامن كما كان يُعتقد آنذاك، وظهور العصر الجليدي الأخير (Charles Lyell, 1830)

وفي عام ١٨٥٤ تم نشر لأول مرة فكرة وحدة الزمن الجيولوجية البشرية واسماه العصر البشري " الأنثروبوزوي" وذكر انه يبدا من نهاية البليستوسين مع ظهور الانسان الذي استخدم البيئة الطبيعية وعدل من مظهرها (Thomas Jenkyn, 1854). كما اشار هاوتون في كتابه دليل الجيولوجيا ١٨٦٥ الى عصر الأنثروبوزوي ووصفه بأنه "العصر الذي نعيش فيه. وفي الولايات المتحدة اشار دليل الجيولوجيا عام ١٨٦٣ إلى "عصر العقل وعصر الإنسان" باعتبارهما أصغر عصر جيولوجي (James Watt's 1863).

وفي عام ١٩٢٢ وصف الجيولوجي الروسي أليكسي بافلوف اليوم الحاضر بأنه جزء من "نظام (فترة) أنثروبوجيني أو أنثروبوسين" ثم لفت عالم الكيمياء الجيولوجية الأوكراني فلاديمير فيرنادسكي الانتباه على نطاق واسع إلى فكرة مفادها أن المحيط الحيوي، جنبًا إلى جنب مع الانتشار وتزايد الادراك البشري خلقا مجالا يمكن تسميته بمصطلح نووسفير (من الكلمة اليونانية التي تعني العقل)، أصبح البشر فيه عامل جيولوجي قوى. لكن لم يتم استخدام هذا المصطلح مجال نووسفير بشكل كبير وشاع بدل منه عصر الأنثروبوجين والأنثروبوسين (Aleksei Pavlov 1922).

وفى عام ٢٠٠٠ صاغ بول كروتزن مصطلح الأنثروبوسين أثناء مراجعة العقد الأول من البحث في برنامج الغلاف الأرضي والمحيط الحيوي الدولي المعروف اختصار ب (IGBP)، (Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F,2000). وقد بلور المصطلح الإدراك المتزايد في مجتمع علوم نظام الأرض (ESS) بأن الأنشطة البشرية كانت تغير من نظام الأرض وسطحها بشكل كبير. وأثبت تركيز برنامج الغلاف الأرضي والمحيط الحيوي على العمليات والتغيرات الكبيرة في الغلاف الجوي والمحيط الحيوي والمحيط الجليدي والمحيط الأرضي والمحيط المائي والمحيط الصخري والمحيط والمناخ، واثبت أن الظروف النموذجية لعصر الهولوسين (على وجه التحديد، آخر ١١٧٠٠ عام من تاريخ الأرض) لم تعد تشبه تلك الموجودة في الوقت الحاضر الذي يتميز بتزايد السكان وانشطتهم (Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Schellnhuber, H. J., Dube, O. P., Dutreuil, S., et al,2020). وقد أشار كروتزن وستورمر إلى بداية عصر الأنثروبوسين باعتباره "الجزء الأخير من القرن الثامن عشر. عندما أظهرت البيانات التى تم الحصول عليها من الجليد في المناطق دائمة التجمد بداية نمو في تركيزات الغلاف الجوي للعديد من "غازات الدفيئة"، وخاصة ثاني أكسيد الكربون والميثان" (Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F,2000, p17). وتم ربط هذا السجل الفيزيائي بالتأثيرات العالمية للأنشطة البشرية المرتبطة ببداية الثورة الصناعية في المملكة المتحدة، والتي حفزها تطوير محرك بخاري محسن بشكل كبير بواسطة جيمس وات ((Crutzen, P. J, 2002

وعلى هذا يشمل عصر الأنثروبوسين بمعناه الجيولوجي جميع الأحداث والعمليات على الأرض خلال فترة وجوده، سواء كانت بشرية أو طبيعية. والواقع أن التمييز البشري/الطبيعي نفسه أصبح زائدًا عن الحاجة بشكل متزايد، حيث اندمج التاريخ البشري والتاريخ الطبيعي الآن في قصة واحدة (Chakrabarty, D,2009). وبالتالي، يشمل عصر الأنثروبوسين الانفجارات البركانية والزلازل ومرور التيارات المحيطية وتغيرات المناخ، فضلاً عن الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية البشرية، والتي يؤثر الكثير منها الآن بشكل كبير على المناخ والمناظر الطبيعية والمحيطات والمحيط الحيوي والمجال الأرضي. (Hamilton, C,2017).

وقد اهتمت الجمعية الجيولوجية البريطانية بتلك البحوث والآراء التى اشارت الى عصر الأنثروبوسين فشكلت لجنة لدراسة الأمر (Jan Zalasiewicz ., et al, 2008)، وخلصت إلى وجود أدلة جيولوجية لدعم إضفاء الطابع الرسمي على ادراج عصر الانثربوسين ضمن التاريخ الجيولوجي وفي عام ٢٠٠٩ تم إنشاء مجموعة عمل الأنثروبوسين

(AWG). وقد نمت هذ المجموعة وزاد عددها. ونظرًا لأن مجموعة العمل المعنية بالأنثروبوسين تنظر في الظواهر البشرية والمقاييس الزمنية بالإضافة إلى العمليات الجيولوجية، فإنها تضم ممثلين للعلوم المكملة للعلوم الجيولوجية كعلم الآثار، وعلم البيئة، والجغرافيا، وعلم المحيطات، والتاريخ، والفلسفة، والقانون الدولي. يعمل هؤلاء الأعضاء على دراسة التأثيرات البشرية على البيئة واثارها والمهمة الأساسية لمجموعة العمل المعنية بالأنثروبوسين هي تقييم عصر الأنثروبوسين لوضعه كوحدة زمنية جيولوجية محتملة وفقًا للبروتوكولات المفصلة التي وضعها المجلس الدولي للعلوم الجيولوجية وهيئته الأم، الاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية (IUGS). وبالتالي، تتقدم مجموعة العمل المعنية بالأنثروبوسين نحو اقتراح لتعريف رسمي لعصر الأنثروبوسين

الجيومورفولوجيا الانثربوجينية Anthropocene Geomitpholgy:

مع التزايد المستمر للسكان على مستوى العالم وحاجتهم للتوسع العمراني ومع التطور المستمر لقدرة الانسان في التعامل مع البيئة الطبيعية المحيطة به واستغلال مواردها المتاحة أقصى استخدام. وأصبح تدخل الانسان من خلال احتياجاته وانشطته البشرية التى عملت على تغيير وتعديل اللاند سكيب الطبيعي لسطح الارض محط اهتمام كثير من الجيمورفولوجيين والجيولوجيين قديما وفي الوقت الحالي.

ومن ثم يمكن اعتبار الانسان وتدخله في تغير التضاريس من خلال انشطته البشرية العامل الثالث من عوامل التشكيل لسطح الارض بعد عوامل وعمليات التشكيل الداخلية وعوامل وعمليات الخارجية سواء كان عامل منفرد او متضافر مع العوامل الاخرى. وفي بعض الاشكال تجاوز تأثير الإنسان حتى على عوامل التشكيل الطبيعية على الرغم من انه لا مقارنة بين طاقة الانسان وطاقة عوامل التشكيل الداخلية والخارجية الطبيعية في تغيير بيئة الأرض

إلا أنه لا يمكن قياسها فقط بالطاقة التي تحرك معظم العمليات الخارجية والداخلية، بل إنها تتفوق حتى على فعالية بعضها. ففي تقدير (Sherlock, 1922) بلغت مساحة المواد التي خلفها المجتمع البشري على أراضي بريطانيا حوالي ٣٠.٥ كيلومترًا مربعًا، وهو ما يغطي الجزيرة بعمق حوالي ١٣.٣ سم على عكس الطبقة التي يبلغ عمقها حوالي ٧ سم والتي أزيلت من السطح على مدار ٢٠٠٠ عام. ومن ثم نشأ العديد من المظاهر الجيومورفولوجية البشرية المنشأ (Diao, 1993; Zhang, 1996; Li et al., 2003)

وقد اشار József واخرون الى ان أشكال سطح الأرض البشرية ظهرت مع ظهور الانسان، وتزايدت اشكالها بفعل الأنشطة البشرية (József et al., 2010).

كما اشار البعض انه منذ العصور القديمة، ظهر عدد كبير من أشكال الأرض التاريخية التي صنعها الإنسان سواء فيما حدث في الصين من أشكال الأرض التي صنعها الإنسان مثل سور الصين العظيم وقناة بكين–هانغتشو الكبرى. والحاجز البحري الذي تم انشاؤه في فانجونج وداجو (Mu and Tan, 1990). كذلك فإن الأهرامات في مصر القديمة والحديقة المعلقة في بابل القديمة ومعبد أسوكا وتاج محل في الهند القديمة كلها أمثلة نموذجية لأشكال الأرض التي صنعها الإنسان. ومنذ الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر كان الإنسان يعمل باستمرار على تعزيز قدرته على إعادة تشكيل الطبيعة والاستفادة منها (Nir,1983). ونتيجة لذلك، تحولت المظاهر الجيومورفولوجية الأصلية بشكل هائل، وتشكلت مجموعة متنوعة من الاشكال الجيومورفولوجية من صنع الإنسان تحمل علامات الأنشطة البشرية. تظهر أشكال الأرض من صنع الإنسان، مثل البحيرات الاصطناعية والقنوات والسدود واسعة النطاق والأراضي المستصلحة من البحر والأنفاق تحت البحر والجسور الحديثة والمباني الشاهقة والإنشاءات تحت الأرض، وغيرها (Tsermegas,2015)

يمكن تتبع الأبحاث حول علم أشكال الأرض من صنع الإنسان إلى أوائل القرن العشرين، والتي بدأت بسلسلة من المنشورات التي تناولت أشكال الأرض من صنع الإنسان. ناقش (Woeikof, 1901) إزالة الغطاء النباتي الطبيعي، وبناء هندسة الري والصرف، والأضرار البيئية الجيومورفولوجية الطبيعية الناجمة عن التنمية الحضرية (Mu and Tan, 1990).

ايضا ظهر كتابي الانسان كعامل جيولوجي والانسان كعمل جغرافي ل (Sherlock, 1922) وقد أشار (Sauer, 1931) إلى أنه يتعين علينا أن نعتبر النشاط البشري نوعًا من العوامل الجيومورفولوجية المباشرة لأنه يمكن أن يغير ويغير بالفعل حالة التعرية والترسيب على سطح الأرض. في عام ١٩٥٥، عقد المؤتمر الدولي تحت عنوان "دور الإنسان في تغيير وجه الأرض" في برينستون بالولايات المتحدة الأمريكية، مشيرًا إلى أن الدراسات حول الجيومورفولوجيا البشرية قد جذبت اهتمامًا واسع النطاق في الأوساط الأكاديمية (Gregory and Walling, 1981).

ومنذ ذلك الحين، صدرت العديد من الدراسات حول أثر الانسان في تشكيل سطح الارض ونشرت بحوث وكتب تحت عنوان الإنسان كعامل جيولوجي (Jennings, 1966) والإنسان يشكل

الأرض (Brown, 1971) والتأثير البشري على البيئة الطبيعية (Detwyler ,1971) والأرض والأحداث البشرية" ل (Collier, 1972).

للدراسات الجيومورفولوجية البشرية (Mu and Tan, 1990). وفي عام ١٩٨٣، أشار كتاب "الإنسان، عامل جيومورفولوجى: مقدمة إلى الجيومورفولوجيا البشرية" الذي نشره (Nir ,1983) الى أن الجيومورفولوجيا البشرية كتخصص مستقل قد انفصلت رسميًا عن الجيومورفولوجيا.

وركز الاجتماع السنوي الرابع والعشرون بعد المئة للجمعية الجيولوجية الأمريكية (GSA) الذي عقد في عام ٢٠١٢ على موضوع "الجيومورفولوجيا البشرية: التأثير السطحي للأنشطة البشرية الماضية والحالية". ومن خلال التحقيقات العملية لمقاييس زمنية ومكانية متعددة ومراجعات نظرية شاملة، تم فهم سمات تطور سطح الأرض تحت تأثير الأنشطة البشرية المتزايدة باستمرار بشكل أفضل. وقد نُشرت نتائج المؤتمر في مجلة Anthropocene"أنثروبوسين" كإصدار خاص (Jefferson et al., 2013).

ولم يؤكد هذا الإصدار على البحث التقليدي فحسب، أي تأثير الأنشطة البشرية على الشكل والعملية الجيومورفولوجية، بل أكد أيضًا على الفعالية التراكمية للأنشطة البشرية في الزمان والمكان. ويمكن أن يوفر مراجع لاتخاذ القرارات في إدارة المظاهر الجيومورفولوجية المستقبلية، ويمثل اتجاهًا مهمًا لتطوير الدراسة الجيومورفولوجية البشرية الحالية.

حاليا أصبحت الجيومورفولوجيا البشرية جزءًا مهمًا في الدراسات الجيومورفولوجيا الحديثة وخاصة فيما يتعلق بالدراسات التطبيقية ومصطلح متعارف علية في الدراسات الحديثة (LI Jialin1,2, YANG Lei1, PU Ruiliang3, LIU Yongchao1,2017)

أولاً: رصد تغيرات ساحل الدلتا خلال الفترة من (١٨٧٩ – ٢٠٢٣م)

تعد الفترة فيما قبل ١٨٧٩ أحد مراحل بناء وتقدم لساحل الدلتا الذي كان يتم أثناء وبعد فترة الفيضان حيث ساعدت الرواسب التي كان يحملها النهر أثناء فترة الفيضان في بناء الدلتا خلال فترة التحاريق كان يتعرض ساحل الدلتا للتأكل، ولكن بشكل غير ملحوظ نظراً لأن كميات الرواسب خلال فترة الفيضان كانت أكبر من المفقود وقت التحاريق.

وبعد إقامة المنشآت المائية والتحكم الكلي في جريان مياه النيل، جدول (٣) توقفت قدرة النهر على البناء نظراً لحجز الرواسب وقلة مدخلات النظام النهري من الحمولة النهرية والذي نتج عنها زيادة عملية النحت البحري، وتراجع ساحل الدلتا (القصاص، وآخرون، ١٩٨٤، ص٤١).

ويتضح من جدول (٣، ٤)، وشكل (٣) ما يلي:

- **خلال الفترة من ١٨٩٧ – ١٩٢٥:**

حيث يتضح من خلال مقارنه خريطة ١٨٩٧ –١٩٢٥ تعرضت المنطقة للنحت حيث بلغ مساحة المنطقة التي تم نحتها نحو ١١٤.٥ كم٢ وبلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٣٩.٦ كم٢،ويبلغ صافي التغير نحو ٧٤.٩ كم^{٢} نحتاً، حيث تم التحكم في جريان النيل بالمنشآت الهندسية تم بناء القناطر الخيرية سنة ١٨٦٨ ، وقناطر الإبراهيمية ١٨٧٣، وقناطر ديروط التقسيم ١٨٧١، وقناطر أسيوط سنة ١٩٠٢، وقناطر زفتي عام ١٩٠٣، وبناء سد أسوان القديم سنة ١٩٠٦، حيث شهدت هذه الفترة إنخفاضًا ملحوظًا في إيراد نهر النيل حيث اكتمل بناء خزان أسوان القديم عام ١٩٠٦ وتم حجز جزء من مياه الفيضان والرواسب في الخزان وكون بحيرة.

ويتضح من ذلك أن هذه الفترة تراجع ساحل الدلتا على حساب اليابس ويرجع السبب في ذلك في انخفاض إيراد النهر الذي بلغ أدناه عام ١٩١٣ وكان ٤٥.٥ مليار م^{٣} مما أدى إلى تناقص الحمولة النهرية حيث بلغ متوسط إيراد نهر النيل في الفترة من ١٨٩٧ حتى ١٩٢٥ نحو ٨٤.٦ مليون م^{٣}. (Hurst, H, & Black., and simaika. F, 1966, p.26)

- **خلال الفترة من ١٩٢٥ – ١٩٣٤.**

بلغت مساحة النحت نحو ١٥٢.٤كم^{٢}، ومساحة المناطق التي تم إرسابها نحو ١٣.٦٠كم^{٢}، ويبلغ صافي التغير نحو ١٣٨.٨ كم^{٢} نحتًا، وتمثل هذه الفترة التي تمت فيها التعلية الثانية لسد أسوان القديم وبناء قناطر نجع حمادي عام ١٩٣٠، وسد فارسكور سنه ١٩٣٥، حيث زادت إقامة المنشآت الهندسية على النيل وزيادة التحكم في التصريف المائي وبالتالي التحكم في كمية الرواسب التي تصل لمنطقة الدراسة حيث تناقص الحمولة النهرية حيث بلغ متوسط إيراد نهر النيل في تلك الفترة نحو ٨٢.٨ مليون م^{٣}،
(Hurst., H, & Black., and simaika. F, 1966, p.26)

- **خلال الفترة من ١٩٣٤ – ١٩٥٦**

بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ١٢٥.٨ كم^{٢}، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٤٩.٠٢ كم٢، بمقدار صافي التغير نحو ٧٦.٨ كم٢نحتًا. وخلال هذه الفترة استمرار إقامة المنشآت الهندسية على النيل وريادة التحكم في التصريف المائي وبالتالي التحكم في كمية الرواسب وبالتالي تقل كمية الحمولة النهرية

التي تصل إلى منطقة الدراسة حيث تم إقامة قناطر إدفينا سنه ١٩٥١ – وإنشاء قناطر الدلتا الجديدة عام ١٩٤١

- **خلال الفترة من ١٩٥٦ – ١٩٨٥**

بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٥٧.٢ كم^{٢}، بينما بلغ مساحة المناطق التي تعرضت إلى الارساب نحو ٢٧.٤ كم^{٢}، ويبلغ صافي التغير نحو ٢٩.٨كم^{٢} نحتًا، حيث بدأ الحجز الجزئي أمام السد العالي عام ١٩٦٤، وتم الحجز الكلي للمياه عام ١٩٧٤ وبالتالي تم الحجز الكامل للحمولة النهرية حيث زادت معدلات التراجع والنحت على حساب الارساب.

نظراً لزيادة معدلات النحت والتي أدت إلى تراجع خط الشاطئ فق تم إنشاء الهيئة حماية الشواطئ عام ١٩٨١ وذلك لتنفيذ وإقامة مشروعات الحماية وصيانة ساحل البحر المتوسط وإقامة ثلاث ادارات فرعية بالإسكندرية وبورسعيد وكفر الشيخ لرصد التغيرات على ساحل البحر المتوسط واتخاذ الإجراءات اللازمة لحماية الشواطئ من التراجع والنحت، حيث قامت هيئة حماية الشواطئ بالتعاون مع هيئة اليونسكو والحكومة الصينية بإقامة مشاريع ومبادرات لحماية الشواطئ والمواقع الأثرية وحماية البيئة الساحلية.

- **خلال الفترة من ١٩٨٥ – ١٩٩٥:**

بلغ إجمالي مساحة المناطق التي تعرضت إلى التآكل والنحت في منطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥ – ١٩٩٥ نحو ١٣.٧٣ كم^{٢} تمثل بنسبه (٦٢.٨٪)،ويبلغ صافي التغير نحو ٥.٦كم^{٢} نحتًا حيث استمر تفوق مساحة النحت على الارساب ولكنها بمعدلات أقل من الفترة السابقة حيث بدأت هيئة حماية الشواطئ تتصدي لعملية النحت والتراجع التي تتعرض لها منطقة الدراسة وذلك بعمل الحماية الملائمة والدائمة وصيانتها بصورة دورية لإيقاف تراجع خط الشاطئ في المناطق التي تعاني من عوامل النحر الشديد وحماية الأراضي المنخفضة من مخاطر الغمر بمياه البحر.

- **وخلال الفترة من ١٩٩٥ – ٢٠٠٥**

قلت مساحة المناطق التي تتعرض للنحت عن الفترة السابقة لتمثل نحو ١١.٥٣كم^{٢} بنسبة (٥٩.٤٪)، بينما تمثل المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٧.٨٧ كم^{٢} بنسبة (٤٠.٥٨٪) حيث ارتفعت مساحة المناطق التي تعرضت إلى الارساب عن الفترة السابقة مما يدل على حدوث حالة من التوازن، ويبلغ مقدار صافي التغير نحو ٣.٦٦ كم^{٢} نحتًا.

- **خلال الفترة من ٢٠٠٥ – ٢٠١٥**

شهدت هذه الفترة زيادة معدلات الارساب بالمقارنة بمعدلات النحت، بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٧.٧٢ كم^{٢} بنسبة (٤٤.٧٩٪)، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٩.٥١ كم^{٢} بنسبة (٥٥.٢١٪)، ويبلغ مقدار صافي التغير نحو – ١.٧٩ إرسابًا.

- **خلال الفترة من ٢٠١٥ – ٢٠٢٣**

بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٥.٤٥كم^{٢} وتمثل بنسبة (٣٢.٤٠٪). ويلاحظ أن خلال الفترة من ١٩٨٥ حتى ٢٠٢٣ قلت مساحات النحت ويرجع السبب في ذلك أعمال الحماية.

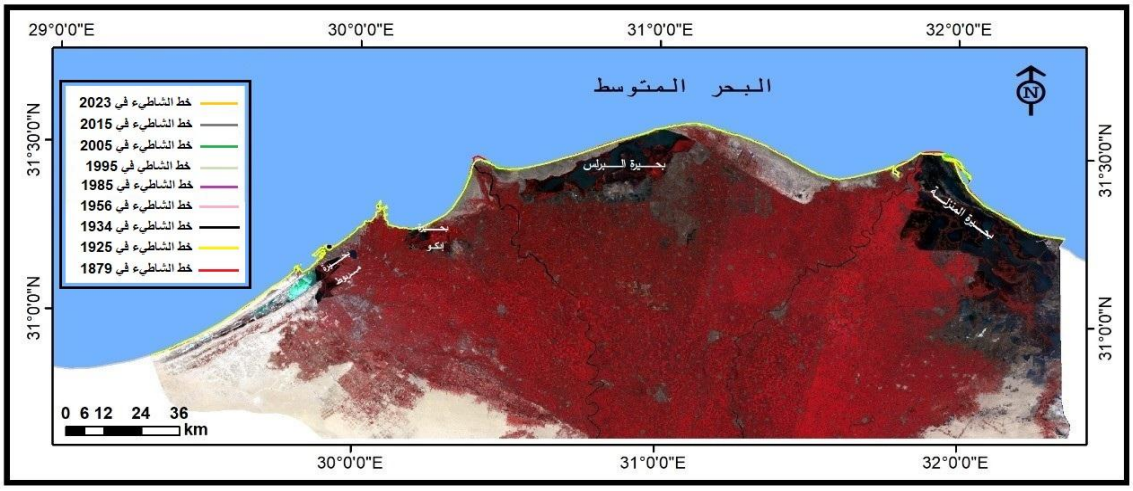
جدول (٣) خصائص التغير في مساحات النحت والارساب خلال فترات الدراسة من ١٨٩٧ الى ٢٠٢٣م

الفترة الزمنية	نوع التغير	المساحة (كم مربع)	النسبة المئوية (%)	صافي التغير
١٩٢٥-١٨٧٩	نحت	١١٤,٥	٧٤,٣٠	٧٤,٩
	ارساب	٣٩,٦	٢٥,٧	
	الإجمالي	**١٥٤,١**	**١٠٠**	
١٩٣٤-١٩٢٥	نحت	١٥٢,٤	٩١,٨	١٣٨,٨
	ارساب	١٣,٦٠	٨,١٩	
	الإجمالي	**١٦٦**	**١٠٠**	
١٩٥٦-١٩٣٤	نحت	١٢٥,٨	٧١,٩٦	٧٦,٨
	ارساب	٤٩,٠٢	٢٨,٠٤	
	الإجمالي	**١٧٤,٨**	**١٠٠**	
١٩٨٥-١٩٥٦	نحت	٥٧,٢	٦٧,٦	٢٩,٨
	ارساب	٢٧,٤	٣٢,٣٨	
	الإجمالي	**٨٤,٦**	**١٠٠**	
١٩٩٥ - ١٩٨٥	نحت	١٣,٧٣	٦٢,٨١	٥,٦
	ارساب	٨,١٣	٣٧,١٩	
	الإجمالي	**٢١,٨٥**	**١٠٠**	
٢٠٠٥-١٩٩٥	نحت	١١,٥٣	٥٩,٤٢	٣,٦٦
	ارساب	٧,٨٧	٤٠,٥٨	
	الإجمالي	**١٩,٤٠**	**١٠٠**	
٢٠١٥-٢٠٠٥	نحت	٧,٧٢	٤٤,٧٩	١,٧٩-
	ارساب	٩,٥١	٥٥,٢١	
	الإجمالي	**١٧,٢٣**	**١٠٠**	
٢٠٢٣-٢٠١٥	نحت	٥,٤٥	٣٢,٤٠	٥,٩١-
	ارساب	١١,٣٦	٦٧,٦٠	
	الإجمالي	**١٦,٨٠**	**١٠٠**	

المصدر: من اعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية وتحليل المرئيات الفضائية لاندسات

يشير صافي التغير Net Growth إلى تفوق المساحات التي تعرضت إلى التآكل والإزالة بسبب عمليات النحت على مساحات التراكم والارساب خلال الفترة من (١٨٧٩ – ٢٠٢٣)، حيث بلغ صافي التغير خلال الفترة من ١٨٧٩ – ١٩٢٥ نحو (٧٤.٩ كم^{٢})

نحتًا، وخلال الفترة من ١٩٢٥ – ١٩٣٤ نحو (١٣٨.٨ كم٢) نحتًا، وخلال الفترة من ١٩٤٣ – ١٩٥٦ نحو (٧٦.٨ كم٢) نحتًا، وخلال الفترة من ١٩٥٦ – ١٩٨٥ نحو (٢٩.٨ كم٢) نحتًا، وخلال الفترة ١٩٨٥ – ١٩٩٥ نحو (٥.٦كم٢) نحتاً، وخلال الفترة من ١٩٩٥ – ٢٠٠٥ بلغ صافي التغير نحو (٣.٦٦كم٢) نحتاً، بينما خلال الفترة من ٢٠٠٥ – ٢٠١٥ بلغ صافي التغير نحو (-١.٧٩ كم٢) إرساباً، وخلال الفترة من ٢٠١٥– ٢٠٢٣ بلغ صافي التغير نحو (-٥.٩١كم٢) إرساباً.



المصدر: من اعداد الباحثان اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية وتحليل المرئيات الفضائية لاندسات

شكل (٣) توزيع مناطق النحت والارساب بمنطقة الدراسة خلال الفترة من (١٨٩٧ – ٢٠٢٣م)

جدول (٤) فترة إنشاء وتشغيل قناطر وسدود نهر النيل

القناطر والسدود		فترة البناء والتشغيل
السد العالي	-	(١٩٦٤ – ١٩٦٨) بناء ١٩٧٠ انتهاء البناء ١٩٧١ التشغيل الفعلي
سد أسوان القديم		١٨٩٩ - ١٩٠٦
قناطر إسنا	قناطر إسنا القديمة	١٩٠٦-١٩٠٨
	قناطر إسنا الجديدة	١٩٩٤
قناطر نجع حمادي	قناطر نجع حمادي القديمة	١٩٢٧-١٩٣٠
	قناطر نجع حمادي الجديدة	٢٠٠٨
قناطر أسيوط	قناطر أسيوط القديمة	١٨٩٨-١٩٠٢
	قناطر أسيوط الجديدة	٢٠١٢-٢٠١٧
قناطر الإبراهيمية	-	١٨٦٧-١٨٧٣
قناطر ديروط (قناطر التقسيم)	قناطر ديروط القديمة	١٨٦٩-١٨٧١
	قناطر ديروط الجديدة	١٨٧٢
قناطر الدلتا	القناطر الخيرية	١٨٤٣-١٨٦٨
	قناطر الدلتا الجديدة	١٩٤١
قناطر زفتي	-	١٩٠٣
قناطر إدفينا	-	١٩٤٤-١٩٥١
سد فارسكور	-	١٩٣٥

دراسات حالة لتغيرات خط الشاطئ بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ١٨٧٩ - ٢٠٢٣م:

تم تحليل وتفسير تغيرات خط الشاطئ تفصيلاً في بعض المواقع، فقد شهدت بعض القطاعات تقدم اليابس على حساب البحر، وقطاعات آخري تقدم البحر على حساب اليابس، وقطاعات شهدت ثباتاً خلال الفترة التي تم دراستها، فقد تم تحديد نطاقين لرصد معدلات النحت والارساب خلال الفترة من ١٨٧٩ – ٢٠٢٣م كما يتضح وفي جدول (٥)، وشكل (٤–٥–٦–٧–٨–٩ –١٠).

⇦ **النطاق الأول (الشرقي) رأس البر:**

<u>قبل بناء السد العالي</u> يلاحظ زيادة معادلات النحت على الساحل الغربي للدلتا بالمقارنة بالساحل الشرقي للدلتا خلال الفترة من (١٨٧٩–١٩٥٦) أي قبل بناء السد العالي ويرجع السبب في ذلك إلى أن اتجاه التيار الرئيسي لنهر النيل كان يتجه بشكل عام نحو فرع رشيد أكثر من فرع دمياط أي أن كمية الرواسب التي كانت تصل إلى فرع رشيد أكبر مما أدى إلى زيادة معدلات الترسيب في هذا الجانب ، بالإضافة إلى أن الرياح السائدة بمنطقة الدراسة تأتي من الغرب إلى الشرق مما ساعد على دفع المياه المحملة بالرواسب نحو فرع رشيد ، كما أن التيارات البحرية تؤثر أيضًا على توزيع الرواسب على ساحل الدلتا فقد ساعدت على نقل جزء من الرواسب من الجانب الغربي إلى الجانب الشرقي.

- بلغت معدلات النحت خلال الفترة (١٨٧٩ – ١٩٢٥) نحو٤١.٧ كم^{٢}، بينما بلغت معدلات الارساب نحو ٦.٤٨كم^{٢}.
- تبين خلال الفترة من (١٩٢٥ – ١٩٣٤) قلت معدلات النحت عن الفترة السابقة حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٣٦.٧١كم^{٢}، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٠.٠٨٨كم^{٢}.
- وخلال الفترة (١٩٣٤ – ١٩٥٦) بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٢٧.٩٦ كم^{٢}، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٥.٢٩ كم^{٢}.
- أما خلال الفترة من (١٩٥٦ – ١٩٨٥): زادت عمليات النحت حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٢٠.٤كم^{٢}، وبلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٨.٧كم^{٢}

وبعد بناء السد العالي يلاحظ زيادة نشاط معدلات النحت على الساحل الشرقي للدلتا بالمقارنة بالساحل الغربي حيث بلغ إجمالي مساحة معدلات النحت في هذا النطاق خلال الفترة من (١٩٨٥ – ٢٠٢٣) نحو ١٣.٣٦كم^{٢}، بينما بلغ مساحة معدلات الارساب نحو ٥.٥٤ كم^{٢}، ويرجع السبب وراء هذا التراجع المستمر في هذا القطاع لعدة عوامل منها ارتفاع مستوى سطح البحر وقوة وارتفاع الأمواج، وتقدم خط الساحل أمام حواجز الحماية وغمر المياه لها مما يتطلب أعمال حماية أكثر ارتفاعا عن الحواجز الحالية، بالإضافة إلى كثرة بناء السدود والقناطر على نهر النيل مثال على ذلك زادت عمليات تراجع الساحل في منطقة رأس البر خاصة بعد إنشاء سد فارسكور.

- بلغت معدلات النحت خلال الفترة (١٩٨٥ – ١٩٩٥) نحو٥.٩٩كم^{٢}، بينما بلغت معدلات الارساب نحو ٢.٦٢كم^{٢}.
- تبين خلال الفترة من (١٩٩٥ – ٢٠٠٥) زادت معدلات النحت بشكل كبير حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٨.٢٤كم^{٢}، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٢.٥٧كم^{٢}، وعلى الرغم من قيام هيئة حماية الشواطئ خلال هذه الفترة بإنشاء حواجز حماية إلا أنها تعرضت للانهيار وثبت فشلها في حماية هذا النطاق من التراجع والنحت.
- وخلال الفترة (٢٠٠٥ – ٢٠١٥) نجحت أعمال الحماية في الحفاظ على هذا النطاق من عمليات النحت البحري والتراجع وزيادة معدلات الارساب حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٢.٥٦كم^{٢}، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٣.٤٠ كم^{٢}.
- أما خلال الفترة من (٢٠١٥ – ٢٠٢٣): زادت عمليات النحت حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٢.٤٨ كم^{٢}، وبلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٢.٨٦كم^{٢}

الأدلة والشواهد على عمليات التراجع على الجانب الشرقي: مدينة تنيس.

مدينه تنيس لم تكن جزيرة، ولكنها كانت مقاطعة مصرية كامله تتكون من عدة مدن وجزر، وكانت المنزلة هي احدى مدن مقاطعة تنيس.

كانت تنيس تمتد على الشاطئ الجنوبي لبحيرة المنزلة بدءاً من حدود مدينة دمياط حتى مدينة الحسينية التابعة اليوم لمحافظة الشرقية, وكانت ملاصقة لمدينة (بيلوز) التى عرفت فيما بعد باسم الفرما ثم هي اليوم تعرف باسم بورسعيد , والبعض يرى ان ضاحية بيلوز كانت جزءً من تنيس, وما زال اسم تنيس يطلق على جزيرة صغيرة في بحيرة المنزلة , وتوجد في هذه الجزيرة بعض الأطلال الباقية من آثار تنيس القديمة التى ترجع الى العصر الأيوبي. وكانت تنيس تنقسم الى مجموعة من المدن والضواحي فكانت المدينة الروحية في العصور الفرعونية هي(صان الحجر والتي كانت تعرف باسم برباستت) فكانت يسكنها التجار والصيادين وصناع النسيج , اما بقية مناطق تنيس فكان يعمل اهلها بالزراعة.

ويقول المسعودي في كتاب (مروج الذهب) انه قبل القرن الثالث الميلادي لم تكن توجد بهذه المنطقة بحيرات، ولكنها كانت أرضا زراعية، وفي القرن السادس الميلادي على أثر زلزال طغى البحر على هذه الأراضي وتكونت بحيرة المنزلة وبقيت تنيس وبعض الجزر العالية، **(ابن مسعودي، القرن العاشر الميلادي)**

ويروى عن اندثارها نهائياً: إن جزيرة تنيس كانت مكشوفة للغزو من البحر على أنها كانت محصنة وفيها رباط قوي فأمر صلاح الدين بإخلائها سنة ١١٩٢م ثم جاء الملك الكامل محمد بن العادل أبى بكر بن أيوب سنة٦٢٤هـ – ١٢٢٧ م فهدم حصونها وأسوارها وتركها أطلالاً وذلك لكيلا يتمكن الصليبيون من الإقامة فيها. وهكذا اختفت إلى الأبد تلك المدينة الصناعية الهامة ولم يبق منها إلا رسومها في وسط بحيرة المنزلة " وبحيرة المنزلة الآن يصطاد منها السمك وهي قليلة العمق يسار فيها بالمعادي. ووسط البحيرة عدة جزائر تعرف اليوم بالعذب يسكنها طائفة من الصيادين."

و نعود إلى ما جاء عن تنيس في كتاب فتح العرب لمصر حيث يقول " وكانت الأرض التي تغطيها مياه تلك البحيرة (بحيرة المنزلة) إلى ما قبل الفتح الإسلامي بقرن واحد لا يضارعها في بلاد مصر كلها ارض أخرى في جودتها وخصبها وغناها إلا إذا قلت بلاد الفيوم فقد تكون مساويه لها وكانت أرضا ترويها ترع لا تنضب مياهها تأتى من النيل وكانت تنبت نباتا يانعاً من القمح والنخيل والأعناب وسائر الشجر غير أن البحر طغى عليها فأقتحم ما كان يحجزه من كثبان الرمال وكانت المياه تزيد طغيانا عاماً بعد عام حتى عمت السهل الوطيء كله ولم يبقى فوقها إلا عدداً من الجزائر بعد أن غطت المياه ما كان عليها من حقول و قرى فلم ينجى منها إلا ما كان عالياً لا تناله المياه واعظم ما نجى من قرى تلك الأرض مدينة تنيس الشهيرة ، **(ابن مسعودي، القرن العاشر الميلادي).**

ويذكر أحد المؤرخين ان مدينة تنيس وحدها كانت تصدر الى العراق وحدها من الأقمشة ما يبلغ ٣٠ ألف دينار، كما يرد الى الى ميناء تنيس نفسها كل عام ما يقرب من ٥٠٠ مركب من مواني الشام لشراء منسوجاتها.

⇦ **النطاق الثاني (الأوسط): منطقة بلطيم:**

يتبين من خلال جدول (٥)، شكل (٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩ ،١٠) وجود تغير مورفولوجى لهذا النطاق خلال الفترة من (١٨٧٩ – ٢٠٢٣):

- خلال الفترة من (١٨٧٩ –١٩٢٥) تراجع الساحل وتعرض للنحت ليمثل نحو ١٨.٦٢كم^{٢}، بينما زادت معدلات الارساب ليمثل نحو ٢٣.٩٤كم^{٢}
- خلال الفترة من (١٩٢٥ – ١٩٣٤) زادت معدلات النحت ليمثل نحو ٢٣.٨٨ كم^{٢}، بينما تمثل مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ١٣.٥٢ كم^{٢}.
- خلال الفترة من (١٩٣٤–١٩٥٦) بلغت معدلات النحت نحو ١٥.٤٦ كم^{٢}، بينما تمثل المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٤٣.٧٢ كم^{٢}.
- خلال الفترة من (١٩٥٦–١٩٨٥) بلغت معدلات النحت نحو ١٤.٢٢ كم^{٢}، بينما تمثل المناطق التي تعرضت للارساب نحو ٣.٩ كم^{٢}.
- خلال الفترة من (١٩٨٥–١٩٩٥) تراجع الساحل وتعرض للنحت ليمثل نحو ٠.٨٤كم^{٢}، بينما تعرض الساحل للارساب ليمثل نحو ١.٠٥كم^{٢} فخلال الفترة من ١٩٩٣ حتى ١٩٩٤ نجد أن البحر قد تقدم لمسافة ٣٥ متر تقريباً وقد ابتلعت مياه البحر أكثر من ١٥٠ شاليهاً **(إدارة المصايف بمنطقة بلطيم ١٩٩٤م)**، ويرجع السبب في ذلك إلى تكرار حركة وسرعة التيارات البحرية الشرقية والتي تقوم بالنحت في الجانب الشرقي لمخرج بحيرة البرلس **(عبد الله، ٢٠٠٤، ص ص١٢٢–١٢٣)**. حيث يتراجع خط الساحل بمعدلات سريعة مما يعرض الحقول الزراعية القريبة للبحر للغرق، كما أن نقطة حرس الحدود أصبحت تشرف على الساحل مباشرة بعدما كانت تبعد عن البحر لمسافة تمثل ١٥٠٠ متر عام ١٩٣٩.
- خلال الفترة من (١٩٩٥–٢٠٠٥) بلغت معدلات النحت نحو ٠.٧كم^{٢}، بينما بلغت معدلات الارساب نحو ١.٥٢كم^{٢}، حيث قلت معدلات النحت وزيادة معدلات الارساب ويرجع السبب في ذلك إلى أن هيئة حماية الشواطئ بالتعاون مع هيئة اليونسكو والحكومة الصينية قامت بإنشاء عدة من الحواجز الخرسانية الموازية للساحل ضمن خطة لحماية سواحل الدلتا، حيث تم إنشاء أربعة حواجز بطول ٥٠٠ متر للحاجز الواحد.

- وخلال الفترة من (٢٠٠٥ – ٢٠١٥) قلت معدلات النحت ليبلغ نحو ١.٠١ كم٢، بينما بلغت معدلات الارساب نحو ٢.٢٨كم٢، ويرجع السبب في ذلك إلى إنشاء خمسة حواجز صخرية وتكوين ألسنة من اليابس فيما بين هذه الحواجز (التومبولو) مما أدي قلة معدلات النحت وزيادة معدلات الارساب.
- خلال الفترة من (٢٠١٥-٢٠٢٣) بلغ معدلات النحت نحو ٠.٥٣كم٢، بينما زادت معدلات الارساب لتمثل ٠.٥٨ كم٢ حيث قلت معدلات النحت وزيادة معدلات الارساب ولكن بمعدلات أقل من الفترة السابقة لها.

الأدلة والشواهد على عمليات التراجع على الجانب الاوسط: منطقة بلطيم:

فنار البرلس الذي كان يقع إلى الجنوب من خط الساحل بمسافة كبيرة أصبح الآن على مسافة لا تزيد على عشرة أمتار من خط الساحل، وقد أقامت الحكومة المصرية فناراً أخر يقع إلى الجنوب الشرقي من الفنار القديم بحوالي ٥٠ متراً، ولو استمر التراجع بنفس المعدل فإنه من المنتظر خلال عامين على الأكثر وتصل مياه البحر إلى موضع الفنار الجديدة.

⇦ **النطاق الثالث (الغربي): نتوء رشيد:**

يتضح من خلال جدول (٥)، وشكل (٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩) أن هذا النطاق يسود فيه عمليات النحت والتآكل خلال الفترة من (١٨٧٩ – ٢٠٢٣م) حيث يعتبر هذا المصب أحد البروزات الثلاثة للدلتا والتي تعرضت للتآكل المستمر سواء قبل بناء السد العالي أو بعد بناءة.

- تعد الفترة من (١٨٧٩ – ١٩٢٥م): يزيد معدلات النحت والتآكل، حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٥٤.١٣ كم٢، بينما بلغت المساحة التي تعرضت للارساب نحو ١٠.١٩ كم٢.
- تعد الفترة من (١٩٢٥ – ١٩٣٤م): أشد فترات الدراسة التي يتعرض فيها ساحل هذا النطاق للنحت والتآكل، حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٩١كم٢
- تعد الفترة من (١٩٣٤ – ١٩٥٦م): يزيد معدلات النحت والتآكل، حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٨٢.٤٦ كم٢، بينما بلغت المساحة التي تعرضت للارساب نحو ٠.٠٠٥٠ كم٢.
- خلال الفترة من (١٩٥٦ – ١٩٨٥م): يزيد معدلات النحت والتآكل، حيث بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت نحو ٢٢.٦ كم٢، بينما بلغت المساحة التي تعرضت للارساب نحو ١٤.٨كم٢.

- تعد الفترة من (١٩٨٥ – ١٩٩٥م): بلغت المساحة التي تم نحتها وتآكلها نحو٤.٧٣ كم٢، بينما بلغت المساحة التي تعرضت للارساب نحو ١.١٦كم٢، ويرجع السبب في زيادة معدلات النحت في هذه الفترة لعدة عوامل منها بناء السد العالي الذي أدى إلى حجز كمية كبيرة من الرواسب التي كانت تساعد في نمو وتقدم اليابس على حساب البحر، والدليل على هذا التراجع فنار رشيد.

الأدلة والشواهد على عمليات التراجع على الجانب الغربي: فنار رشيد:

فنار رشيد القديمة والتي أنشأتها مصلحة الموانئ والمنائر المصرية عام ١٨٩٨ لتكون فناراً للسفن القادمة عبر ثغر رشيد للتجارة والحرب وكانت بالقرب من مصب فرع رشيد فكانت تقع بعيدة عن البحر بحوالي ٩٥٠ متراً عند نهاية اللسان باتجاه اليابس، ونتيجة لعوامل النحر البحري أصبحت عام ١٩٢٦ على بعد أمتار معدودة من البحر حيث أصبح الفنار على قمة اللسان، وفي عام ١٩٤٢ حدث قطع في اللسان بحيث أصبح الفنار بمعزل عن الشاطئ وأصبحت غارقة تماماً في مياه البحر عام ١٩٩٠ وكان عمق المياه يتراوح من ٦ – ٨ متراً، ويتضح من صورة (١) خلال السنوات ١٩٨٩ و ١٩٢٦ و ١٩٤٢و ١٩٩٠. وحالياً تبعد الفنار عن اليابس لمسافة ٨ كم.

المصدر: منقول من وسائل الأعلام (جوجل)

صورة (١) تغير موضع فنار رشيد خلال الفترة من ١٨٩٨ – ١٩٩٠

- وخلال الفترة من (١٩٩٥ – ٢٠٠٥): نجد أن معدلات النحت في ساحل هذا النطاق بدأت تتناقص فبلغت مساحة المناطق التي تعرضت للنحت والتآكل نحو ١.٩٤ كم٢،

وزيادة مساحة المناطق التي تعرضت للارساب لتبلغ نحو ١.٦٢كم٢، ويرجع السبب في ذلك قيام هيئة حماية الشواطئ بإنشاء العديد من مشاريع الحماية وخاصة حماية مصب رشيد.

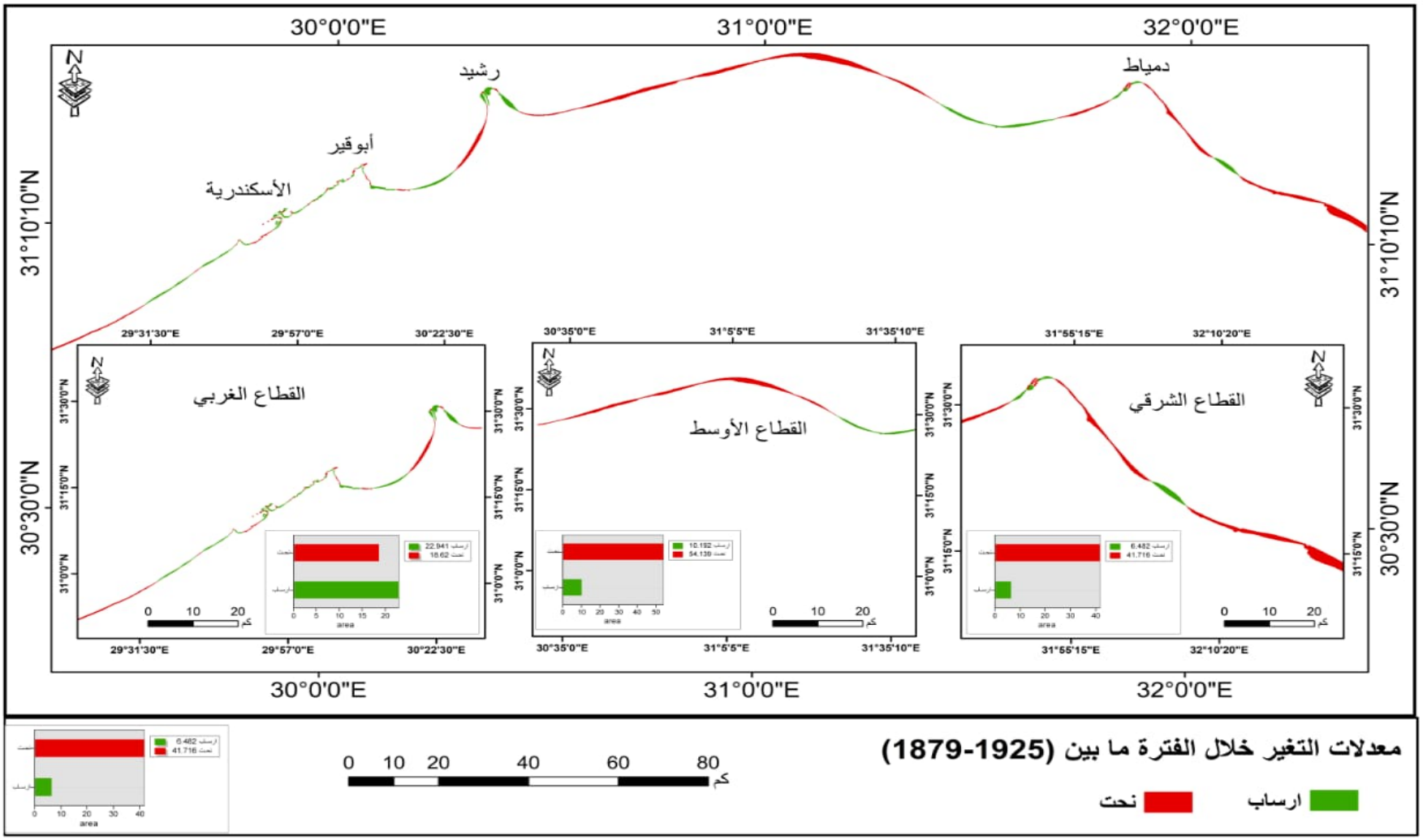
- وخلال الفترة من (٢٠٠٥ – ٢٠١٥): بلغت مساحة معدلات النحت نحو ٢.٣٩ كم٢، بينما بلغت مساحة المناطق التي تعرضت للارساب نحو ١.٤٣ كم٢.
- وتعد الفترة من (٢٠١٥ – ٢٠٢٣): أقل الفترات نحتاً وتأكلاً لساحل هذا النطاق فبلغ معدلات النحت نحو ١٧كم٢، بينما زادت معدلات الارساب لتبلغ مساحتها نحو ٣.٧١ كم٢، ويرجع السبب وراء انخفاض معدلات النحت هي زيادة أعمال الحماية من حواجز أمواج وحوائط بحرية.

جدول (٥) خصائص التغير في مساحات النحت والارساب لساحل الدلتا خلال فترات الدراسة المختلفة من ١٨٧٩ الى ٢٠٢٣م

الفترة الزمنية	نوع التغير	منطقة راس البر		منطقة رشيد		منطقة بلطيم		الإجمالي	
		المساحة كم٢	%	المساحة كم٢	%	المساحة كم٢	%	المساحة كم٢	%
١٨٧٩-١٩٢٥	نحت	٤١,٧	٨٦,٥٥	٥٤,١٣	٨٤,١٦	١٨,٦٢	٤٤,٨٠	١١٤,٥	٧٤,٣٠
	ارساب	٦,٤٨	١٣,٤٥	١٠,١٩	١٥,٨٤	٢٢,٩٤	٥٥,١٩	٣٩,٦	٢٥,٦٩
	الإجمالي	٤٨,١٨	١٠٠	٦٤,٣٢	١٠٠	٤١,٥٦	١٠٠	١٥٤,١	١٠٠
١٩٢٥-١٩٣٤	نحت	٣٦,٧١	٩٩,٧٦	٩١,٣٤	١٠٠	٢٣,٨٨	٦٣,٨٥	١٥٢,٤	٩١,٨٠
	ارساب	٠,٠٨٨	٠,٢٤	٠,٠٠	٠	١٣,٥٢	٣٦,١٥	١٣,٦٠	٨,١٩
	الإجمالي	٣٦,٧٩٨	١٠٠	٩١,٣٤	١٠٠	٣٧,٤	١٠٠	١٦٦	١٠٠
١٩٣٤-١٩٥٦	نحت	٢٧,٩٦	٨٤,٠٩	٨٢,٤٦	٩٩,٩٩	١٥,٤٦	٢٦,١٢	١٢٥,٨	.٧١,٩٦
	ارساب	٥,٢٩	١٥,٩١	٠,٠٠٥٠	٠,٠٠٦٠	٤٣,٧٢	٧٣,٨٧	٤٩,٠٢	٢٨,٠٤
	الإجمالي	٣٣,٢٥	١٠٠	٨٢,٤٦٥	١٠٠	٥٩,١٨	١٠٠	١٧٤,٨	١٠٠
١٩٥٦-١٩٨٥	نحت	٢٠,٤	٧٠,٨٣	١٤,٢	٧٨,٤٥	٢٢,٦	٦٠,٤٣	٥٧,٢	٦٧,٦
	ارساب	٨,٧	٣٠,٠	٣,٩	٢١,٥٤	١٤,٨	٣٩,٥٧	٢٧,٤	٣٢,٣٨
	الإجمالي	٢٨,٨	١٠٠	١٨,١	١٠٠	٣٧,٤	١٠٠	٨٤,٦	١٠٠
١٩٨٥-١٩٩٥	نحت	٥,٩٩	٦٩,٥٩	٤,٧٣	٨٠,٢٤	٠,٨٤	٤٤,٥٤	١٣,٧٣	٦٢,٨١
	ارساب	٢,٦٢	٣٠,٤١	١,١٦	١٩,٧٦	١,٠٥	٥٥,٤٦	٨,١٣	٣٧,١٩
	الإجمالي	٨,٦٠	١٠٠	٥,٨٩	١٠٠	١,٩٠	١٠٠	٢١,٨٥	١٠٠
١٩٩٥-٢٠٠٥	نحت	٨,٢٤	٧٦,٢١	١,٩٤	٥٤,٤٦	٠,٧٠	٣١,٦٢	١١,٥٣	٥٩,٤٢
	ارساب	٢,٥٧	٢٣,٧٩	١,٦٢	٤٥,٥٤	١,٥٢	٦٨,٣٨	٧,٨٧	٤٠,٥٨
	الإجمالي	١٠,٨١	١٠٠	٣,٥٦	١٠٠	٢٠٢٢	١٠٠	١٩,٤٠	١٠٠
٢٠٠٥-٢٠١٥	نحت	٢,٥٦	٤٢,٩٤	٢,٣٩	٦٢,٦١	١,٠١	٣٠,٧٥	٧,٧٢	٤٤,٧٩
	ارساب	٣,٤٠	٥٧,٠٦	١,٤٣	٣٧,٣٩	٢,٢٨	٦٩,٢٥	٩,٥١	٥٥,٢١
	الإجمالي	٥,٩٦	١٠٠	٣,٨٢	١٠٠	٣,٢٩	١٠٠	١٧,٣٢	١٠٠
٢٠١٥-٢٠٢٣	نحت	٢,٤٨	٤٦,٤٨	١,٠٧	٢٢,٣٤	٠,٥٣	٤٨,٠٩	٥,٤٥	٣٢,٤
	ارساب	٢,٨٦	٥٣,٥٢	٣,٧١	٧٧,٦٦	٠,٥٨	٥١,٩١	١١,٣٦	٦٧,٦
	الإجمالي	٥,٣٤	١٠٠	٤,٧٨	١٠٠	١,١١	١٠٠	١٦,٨	١٠٠
١٩٨٥-٢٠٢٣	نحت	١٣,٣٦	٧٠,٦٩	٨,٣٥	٥٧,٥٩	١,٤٧	٢٧,٨٨	٢٦,٧٢	٥١,٤٩
	ارساب	٥,٥٤	٢٩,٣١	٦,١٥	٤٢,٤١	٣,٨٠	٧٢,١٢	٢٥,١٧	٤٨,٥١
	الإجمالي	١٨,٩٠	١٠٠,٠٠	١٤,٥٠	١٠٠,٠٠	٥,٢٧	١٠٠,٠٠	٥١,٨٩	١٠٠,٠٠

المصدر: من اعداد الباحث اعتماداً الخرائط الطبوغرافية وتحليل المرئيات الفضائية الاندساس

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

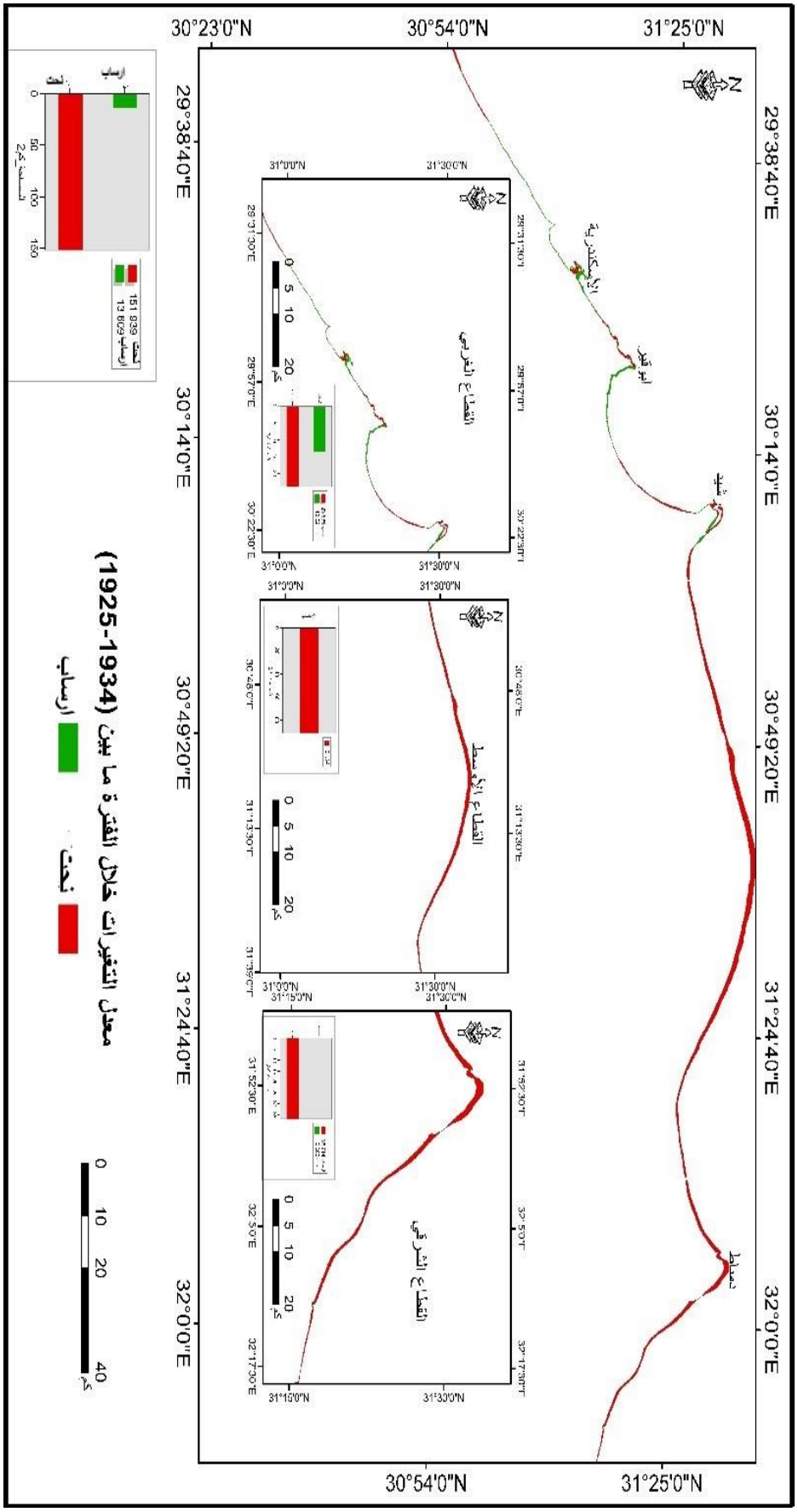


المصدر: - خريطة الوجه البحري للأقاليم المصرية بمعرفة محمود بيك الفلكي بمقياس رسم ١: ٢٠٠٠٠٠ لسنة ١٨٧٩

- Surveyed by Commanders E.A. Reyne& S.A.G. Hill, D.S.O., R.N.H.M. SURVEYING SHIP" ENDEAVOUR" 1919-1922.(الأدميرالية البحرية البريطانية)

شكل (٤) تغيرات ساحل الدلتا "قبل بناء السد العالي" خلال الفترة من ١٨٧٩ إلى١٩٢٥

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



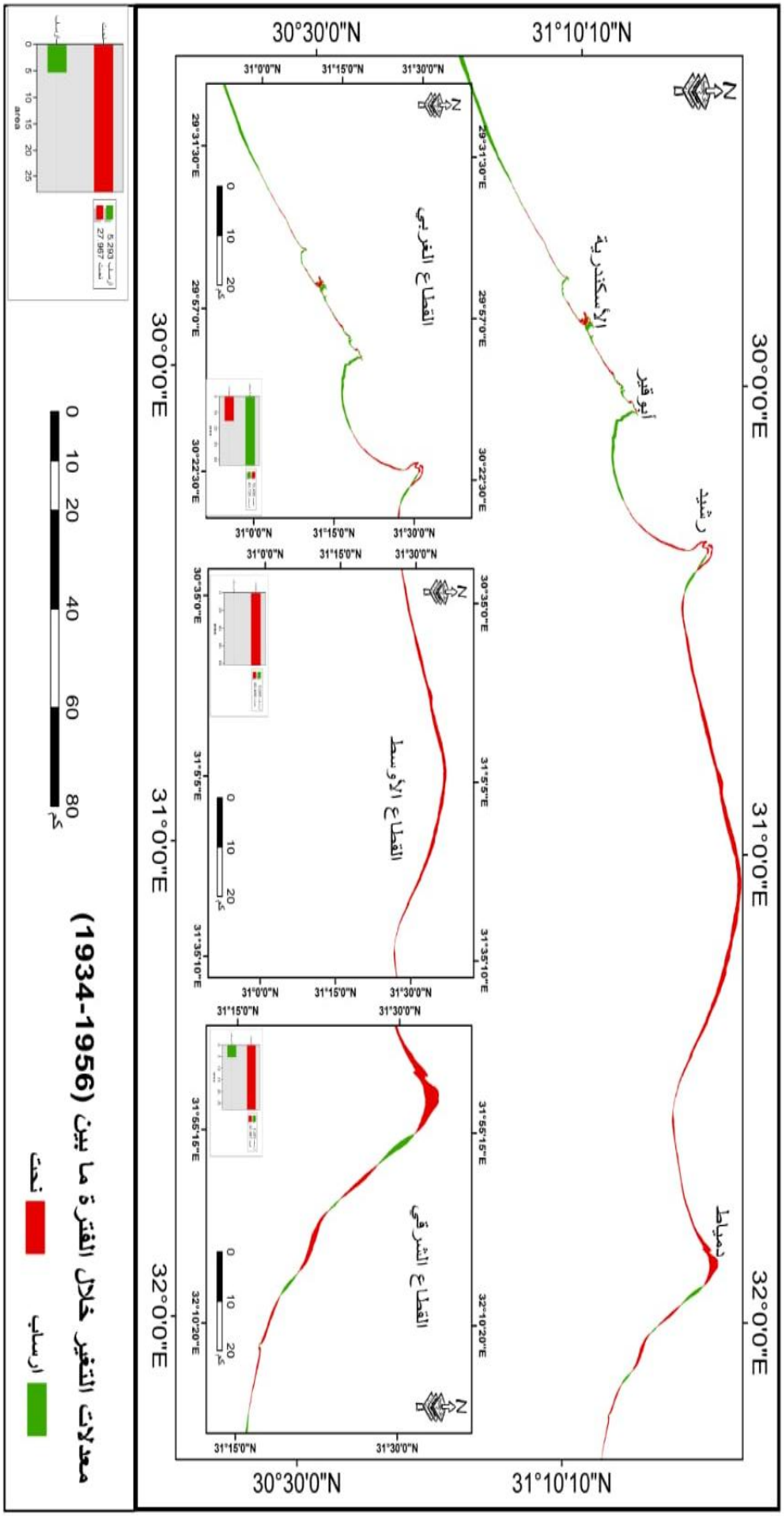
المصدر: - خريطة الوجه البحري بمعرفة الأمير عمر طوسون بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٣٤

- Surveyed by Commanders E.A. Reyne& S.A.G. Hill, D.S.O., R.N.H.M. SURVEYING SHIP" ENDEAVOUR" 1919-1922.(الأمير آلية البحرية البريطانية)

شكل (٤) تابع تغيرات ساحل الدلتا "قبل بناء السد العالي" خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ١٩٣٤

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري



المصدر: - خريطة الوجه البحري بمعرفة الأمير عمر طوسون بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٣٤
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٥٦

شكل (٥) تغيرات ساحل الدلتا خلال الفترة من ١٩٣٤ إلى ١٩٥٦

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

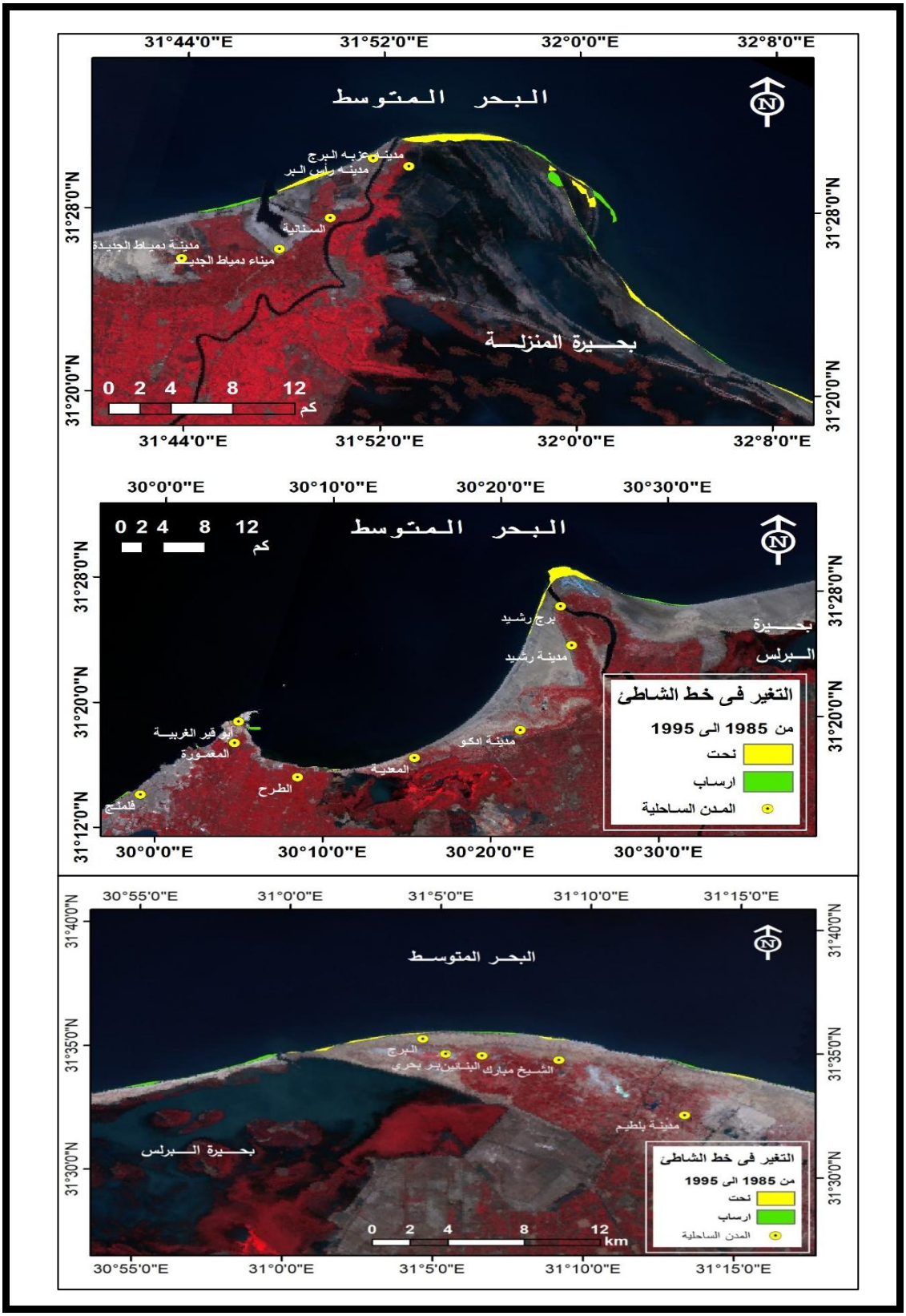
Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري

المصدر: - هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٥٦

- صور لاندسات ٥ (TM) لسنة ١٩٨٥

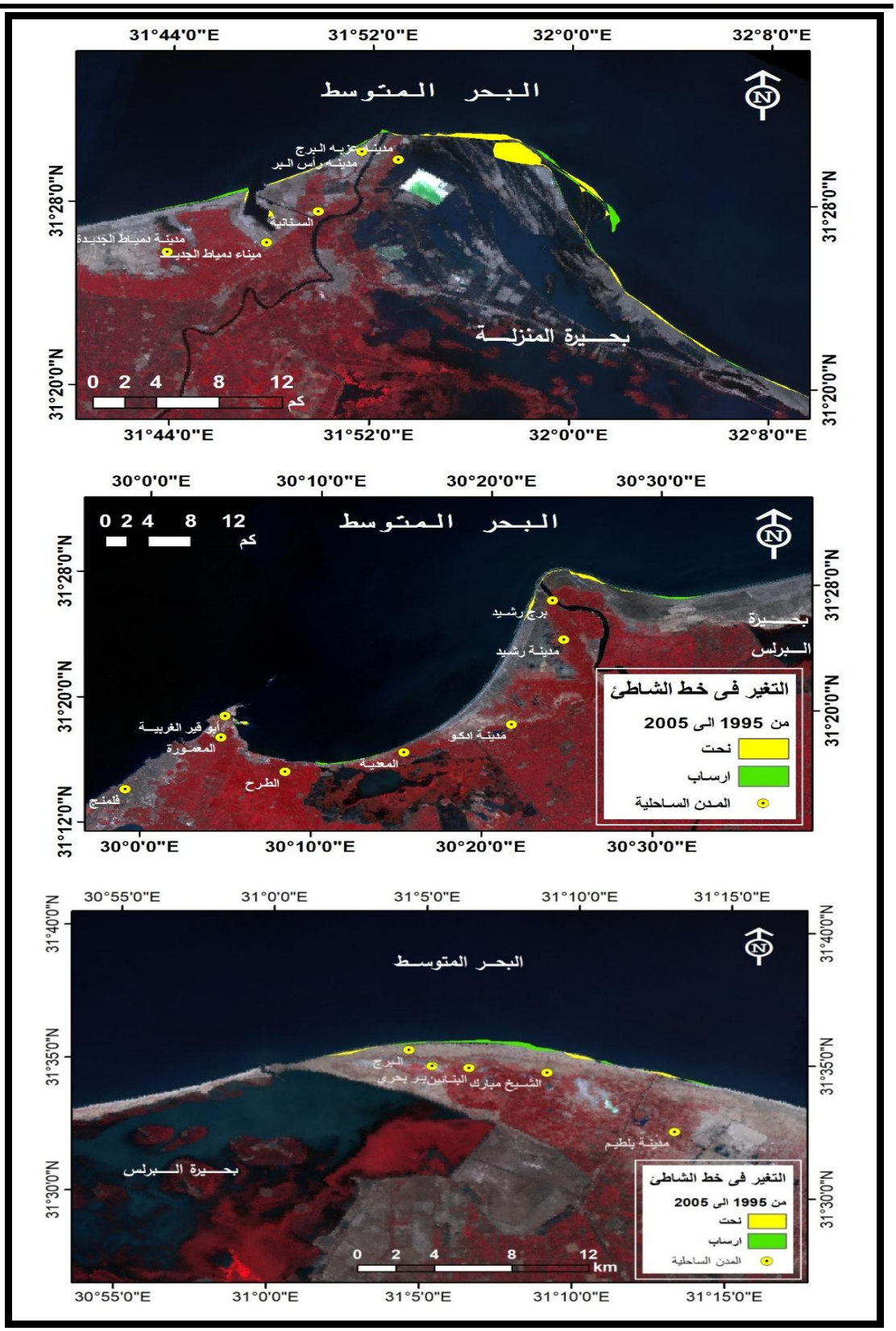
شكل (٥) تابع تغيرات ساحل الدلتا خلال الفترة من ١٩٥٦ إلى ١٩٨٥

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (٦) توزيع مناطق النحت والارساب بمنطقتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة من (١٩٨٥ – ١٩٩٥ م)

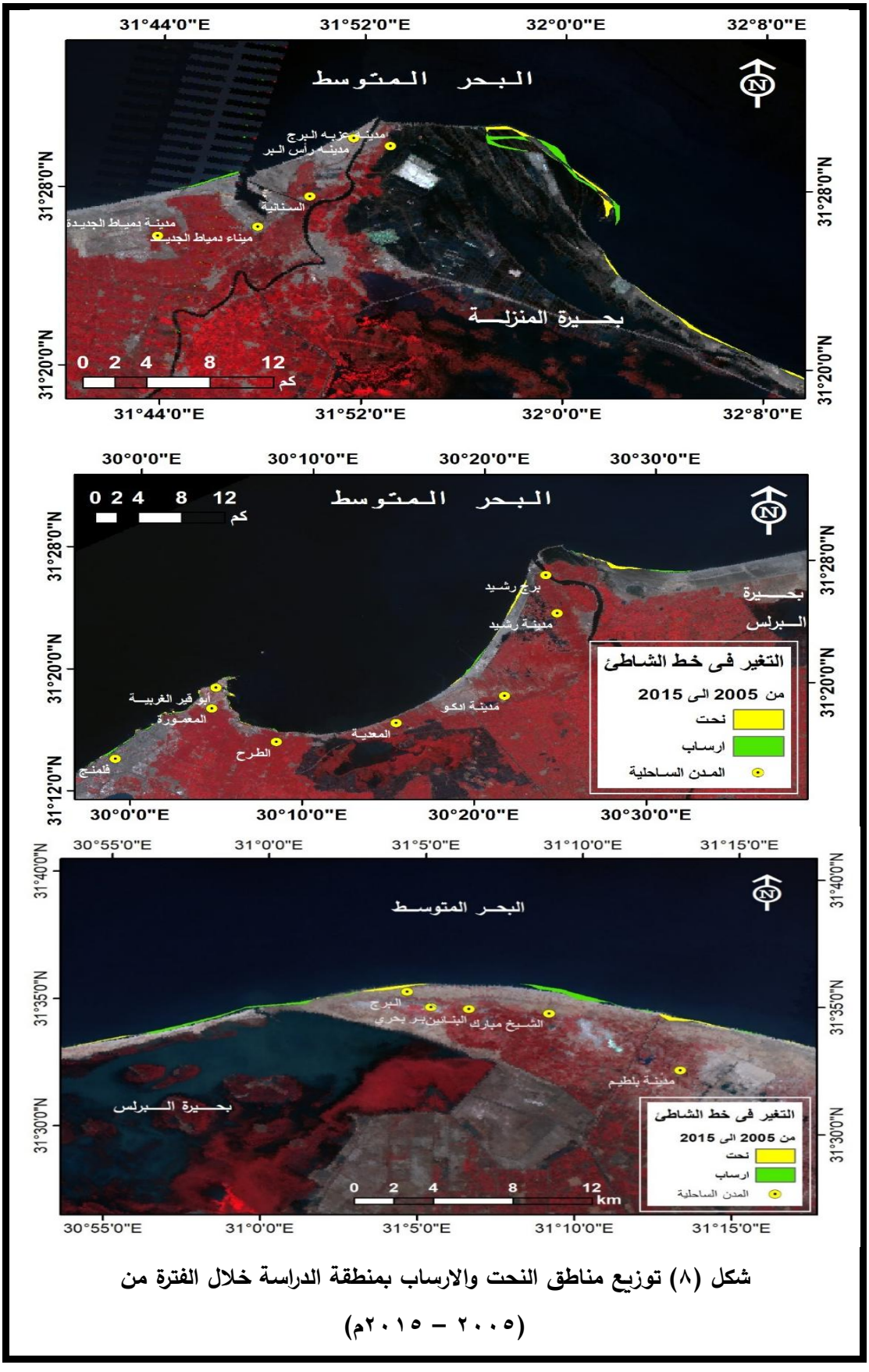
Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (٧) توزيع مناطق النحت والارساب بمنطقة الدراسة

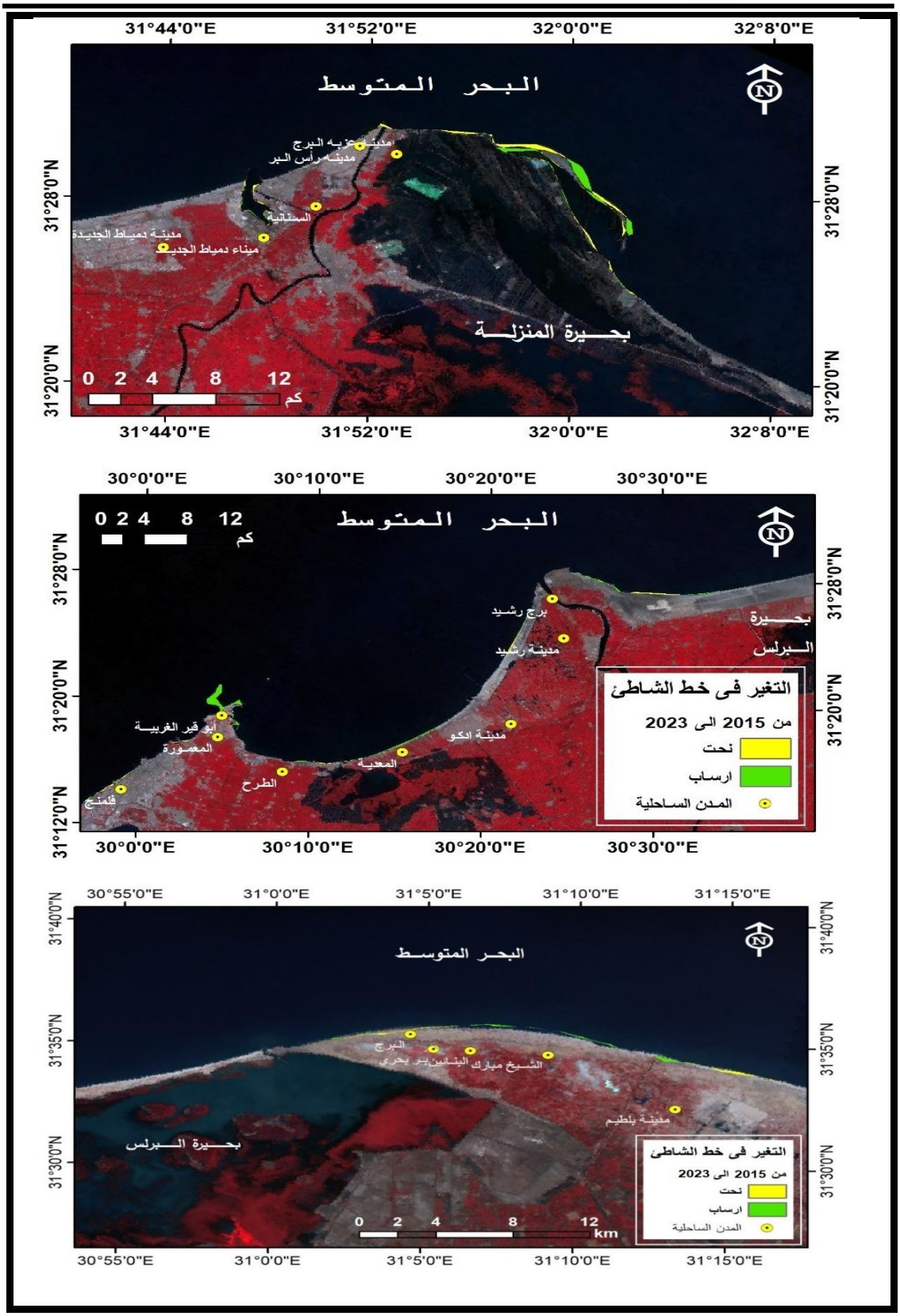
خلال الفترة من (١٩٩٥ – ٢٠٠٥م)

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (٨) توزيع مناطق النحت والارساب بمنطقة الدراسة خلال الفترة من (٢٠٠٥ – ٢٠١٥م)

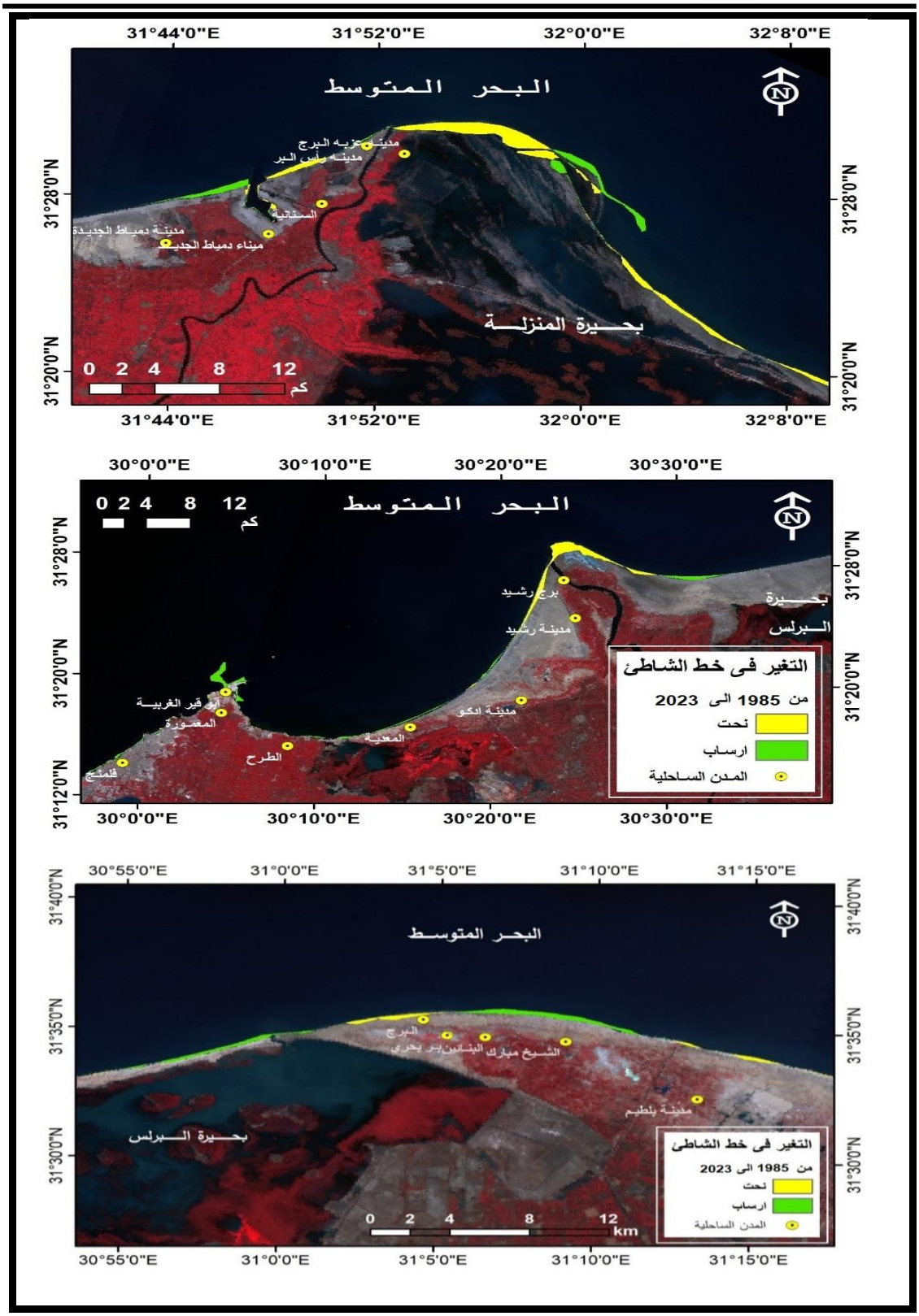
Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (٩) توزيع مناطق النحت والارساب بمنطقة الدراسة

خلال الفترة من (٢٠١٥– ٢٠٢٣م)

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل (١٠) توزيع مناطق النحت والارساب بمنطقة الدراسة خلال الفترة من (١٩٨٥ – ٢٠٢٣م)

وتتمثل أهم مظاهر التدخل البشري المؤثرة بمنطقة الدراسة هي:

أ- **التحكم في مائية نهر النيل:**

كان من نتيجة ضبط مائية النيل في مصر، ومع بداية عصر السدود والخزانات ومشاريع الري الدائم، أن قل إيراد تصريف النهر مائياً وإرسابياً، الأمر الذي انعكس على تباطؤ نمو الدلتا وتقدمها على حساب البحر، فبعد أن كان معدل نمو الدلتا سنوياً (٤) متر، توقف نموها الآن لاسيما بعد بناء السد العالي، بل نستطيع القول إن ساحل الدلتا تحول منذ بدأ التحكم في مائية نهر النيل، جدول (٦، ٧) من ساحل إرساب إلى ساحل نحت وتعرية، وتحولت الدلتا من عصر غزو البر للبحر إلى عصر غزو البحر للبر **(حمدان، ١٩٨٠، ص. ٧٩٣)**.

حيث منذ أواخر القرن التاسع عشر ومع التحول من الري الحوضي إلى الري الدائم، وإنشاء قناطر الدلتا عام ١٨٤٣، وتوالى بعد ذلك إنشاء وتطوير عدد من القناطر على مجرى النهر، جدول (٤).

بالإضافة إلى إنشاء خزان أسوان عام ١٩٠٦, وتمثل الحدث الأهم في التحكم في مائية النهر تماماً بغلق مجرى النيل بواسطة السد العالي ١٩٦٤, وقد أرتبط بتلك الأعمال تكثيف وتحسين شبكة الري في الدلتا مما أثر على الإيراد المائي للنهر وعلى حمولته من الرواسب عند المصبات الدلتاوية، كما ارتبط بعملية بناء السد حجز معظم الرواسب امامه ومنع وصولها للبحر.

تلعب السدود والترع والرياحات دوراً هاماً في تطوير الزراعة في الدلتا، جدول (٦، ٧)، ولكنها في نفس الوقت تسببت في تأكل السواحل نتيجة نقص الرواسب حيث قللت السدود والترع من كمية الرواسب التي تصل الي الدلتا مما أدى إلى تآكل السواحل وزيادة خطر تعرض ساحل الدلتا إلى الغرق وتأكل السواحل نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر الناتج عن العوامل الطبيعية منها التغيرات المناخية.

جدول (٦) أهم الرياحات على نهر النيل

الرياحات	نشأتها
الرياح التوفيقي " الشرقية"	١٨٨٨-١٨٨٧
الرياح الناصري	١٩٥٨
الرياح البحيري	١٨٩٠-١٨٦٣
الرياح المنوفي	١٨٩-١٨٨٧
الرياح العباسي	١٩٠٣

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري

جدول (٧) أهم الترع والرياحات على نهر النيل

الترع	تاريخ حفرها	أطوال الترع (كم)	الغرض منها	ملاحظات
ترعة الإبراهيمية	١٨٦٩-١٨٧٣	٢٦٧	تروي ٢ مليون فدان من الأراضي الزراعية	– تأخذ مياهها من النيل عند أسيوط وتنتهي عند أسمنت بمحافظة بني سويف – تروي ثلاث محافظات وهم أسيوط والمنيا وبني سويف – إجمالي أطوال الترع التي تغذي ترعة الإبراهيمية بشكل غير مباشر نحو ٢٩١٣كم – إجمالي أطوال الترع التي تغذي ترعة الإبراهيمية بشكل مباشر نحو ١٢٩٣,٦كم
ترعة الإسماعلية	١٨٧٤-١٨٧٧	١٣٦كم من النيل حتى بحيرة التمساح	تروي نحو مليون فدان من الأراضي الزراعية	– تبدأ من النيل بجوار شبرا شمال القاهرة وتنتهي عند قناة السويس عند الإسماعلية – تغذي الترعة محافظتي القليوبية والشرقية – يتفرع من ترعة الإسماعلية ٣٦ ترعة فرعية – جملة تصرفات ترعة الإسماعلية نحو ٥,٩ م٣/يوم – تتفرع ترعة الإسماعلية إلى فرعين: (فرع يسير إلى السويس بطول ٨٧كم) (فرع يسير إلى بورسعيد طوله ٩٠كم)
ترعة الشرقاوية		٢٩	تروي نحو ٦٠٤٩٥فدان	– تأخذ مياهها من النيل مباشرة عند الكيلو ٩٦٦,٨٥٠ – تغذي ترعة الشرقاوية نحو ١٠٥ ترعة فرعية – تتفرع ترعة الشرقاوية إلى فرعين: (ترعة البحر الشبيني طوله ٤٦,٨٠٠كم) (ترعة البحر الخليجي ٢٦,٨٠٠كم) – أقصى تصريف تستوعبه ترعة الشرقاوية نحو ٣٢٠٠٠٠٠م٣/اليوم – أقل تصريف ١١٠٠٠٠٠م٣/اليوم
ترعة أبو المنجا	١٩٣٠	١٨,٩	تروي نحو ٦٥٠٠ألف فدان " شرق الدلتا"	– تأخذ مياهها من النيل مباشر عند الكيلو ٩٦٥,٥٠ بر ايمن. – يتفرع منها ٤٩ ترعة
ترعة الباسوسية		١٥,٠	تروي نحو ٣٥١٠٥ فدان	– تأخذ مياهها من النيل مباشرة عند الكيلو ٩٥٤ بر أيمن – تبدأ الترعة من بلد الأخمينين مركز القناطر الخيرية وتنتهي ببرشوم الصغرى مركز طوخ – يتفرع منها ٤٤ترعة فرعية تغذي أراضي تلك الزمام
ترعة بحر يوسف	١٨٦٩	٣١٢,٧	تروي نحو ٥٧٥ ألف فدان	– مجري طبيعي " فرع من فروع النيل قديماً – تمد الترعة محافظة الفيوم بالماء من نهر النيل – المصدر الوحيد للمياه لمحافظة الفيوم تمدها نحو ١,٩ مليار م٣ – تنبع من عند ديروط محافظة أسيوط تمر بمحافظة المنيا ومحافظة بني سويف وتصل إلى الفيوم وتنتهي عند بحيرة قارون
ترعة المنصورية	١٨٣٠-١٨٣٢	٥٠	تروي نحو	– تبدأ من فرع دمياط من عند قناطر دهتور في زفتي حتى أبو نبهان بجوار ميت غمر – متوسط عرض الترعة ١.. متر – يوجد ثلاث رياحات تغذي هذه الترعة (الرياح التوفيقي- الرياح البحيري – الرياح المنوفي).
ترعة السلام	١٩٩٨	٢٦٢	تروي نحو ٦٢٠ ألف فدان	– حفر ترعة السلام لتنمية سيناء
ترعة المحمودية	١٨٠٧-١٨٢٠	٧	ممر مائي للمراكب التجارية تربط بين نهر النيل والإسكندرية	– تبدأ من قرية بهبيت وتمر بمحافظة البحيرة وتنتهي عند الإسكندرية وتصب في البحر المتوسط.

هبوط أراضي الدلتا:

يعرف الهبوط الارضي Subsidence أو " الانخساف " بأنه انخفاض تدريجي أو سقوط مفاجئ لسطح الأرض بعضها يرتبط بعوامل جيولوجية وبعضها يرتبط بالمناخ، وقد ينجم تغير المنسوب عن عوامل مرتبطة بالدلتا أو نتيجة لذوبان الجليد ، حيث تعرض ساحل الدلتا خلال العصور التاريخية لحركة هبوط طغي فيها البحر على شمال الدلتا وذلك نتيجة تغير مستوى سطح البحر بسبب الحركات التكتونية التي أثرت على قشرة سطح الأرض سواء على اليابس أو في قيعان البحار والمحيطات ويطلق عليها تغيرات تكتونية موجبة تؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاض اليابس **(تراب ، ٢٠٠٢، ص ٦)**.

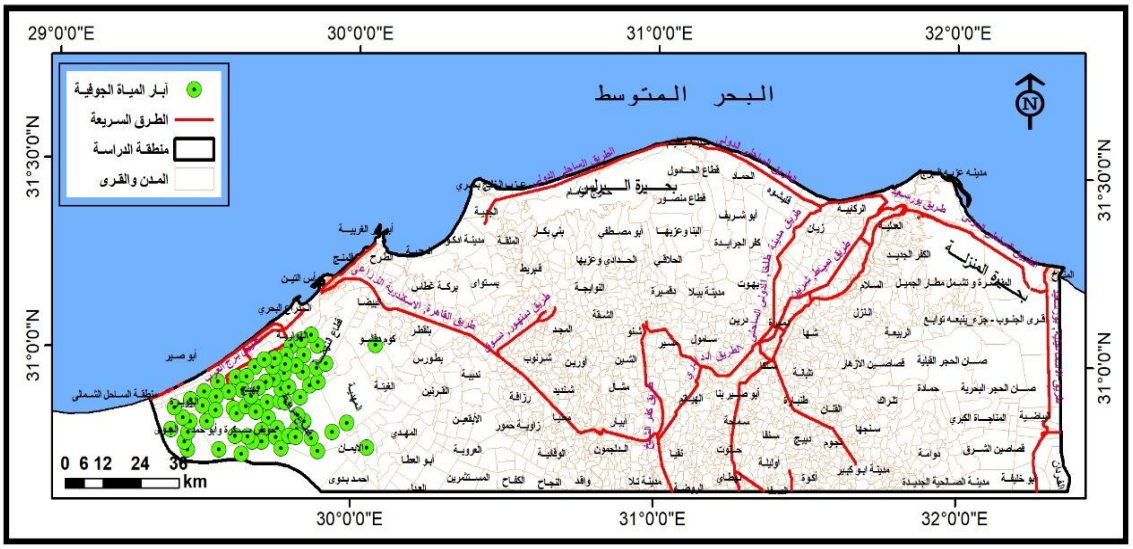
وتلعب عملية الهبوط الأرضى كعامل محلى دوراً إيجابياً فى زيادة أثر ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي, وهناك بعض الدراسات التي تربط بين معدل تغير مستوى سطح البحر وهبوط الدلتا وأهمها دراسة ستانلي والتي أوضحت نتائج دراستة أن هناك تباين في معدلات هبوط أراضي شمال الدلتا ما بين ٠.٤مم/ سنة إلى ٣.٣٥مم/سنة، وأوضح خلال دراستة أن زيادة معدلات الهبوط ناحية الشرق وتقل تدريجياً كلما اتجهنا ناحية الغرب ويرجع السبب في ذلك إلى حركة الهبوط التكتوني، بينما بلغ معدل الهبوط وسط الدلتا (شرق البرلس) يبلغ نحو ١.١مم/ سنه **(Stanley, 1990, p 151)**. وعلى حسب النتائج التي توصل إليها استالني فإن من المتوقع خلال مئة سنه قادمة سوف تتعرض السواحل الشمالية لدلتا النيل إلى الغرق.

- **سحب المياه الجوفية من الأبار بالدلتا.**

أشادت دراسة حديثة تتحدث عن السحب الجائر المتزايد للمياه الجوفية في شمال دلتا النيل أنها أشد خطرًا عليها من ارتفاع مستوى سطح البحر. حيث ترجح الدراسة أن يؤدي ذلك إلى اختلال الميزان المائي والملحي للدلتا. وتتوقع تأثر تغذية الخزانات الجوفية حيث يؤدي السحب المتزايد للمياه العذبة من آبار مياه دلتا النيل الجوفية إلى تسرُّب مياه البحر وتملح تلك الآبار، ومن جهة أخرى، فإن ارتفاع مستوى سطح البحر يشكل تهديدًا لآبار شمال الدلتا؛ بسبب ما قد يؤدي إليه من نزوح للمياه المالحة واختلاطها بالمياه الجوفية العذبة.

وهذه الآبار هي : (سانية عوض عزجيلة ، سانية المغاورة ، سانية محارب أبو مهريش ، بئر الخاصة ، بئر عوش ، آبار العميد ، بئر أبو حديمة ، بئر المغاورة ، بئر السيد ادريس ، بئر الثمير ، بئر السويحات ، بئر خميس مسعود ، سانية أبو بكر ، بئر علامات الشيخ ، بئر أبو مخلوف ، بئر باسل ، بئر صالح ، بئر الفويران ، بئر أبو مجيدة ، بئر جنينة ، بئر ابو حش ، سانية سيدي مسعود ، سانية كرم الحاج ، سانية القطامية ، سانية الدغوشية ، سانية أبو خليف ، سانية أبو سنة ، سانية ادريس ، سانية مدبولي ، سانية الدراجية ، سانية حيريق ، سانية رحيم القاسمي ، سانية حمد علي الصيفاطي ، سانية

العاصي ، سانية سويحي ، سانية عبد القادر سالم ، سانية طاهر سلومة ، سانية شيخ غالب ، سانية عامر حسونة ، آبار الشمامة ، بئر عوش ، بئر الثمير)، شكل (١١)

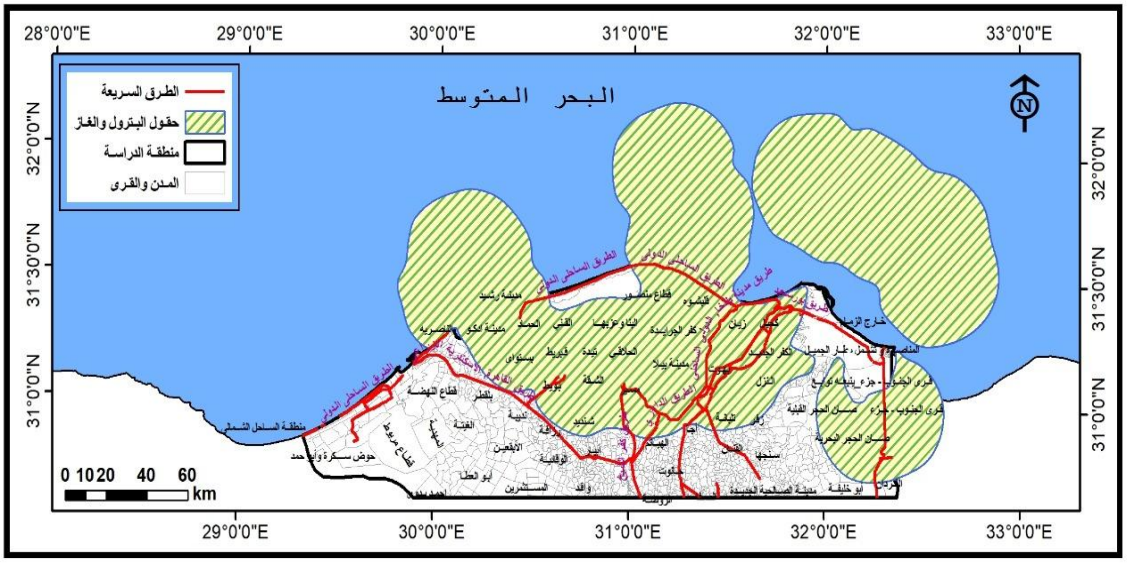


المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل (١١) توزيع مناطق الآبار بساحل الدلتا

- **تأثير سحب البترول والغاز الطبيعي.**

سحب البترول والغاز الطبيعي دون عملية حقن التربة مما يؤدي إلى هبوط الأرض وانخفاض مستواها بالنسبة للأراضي المجاورة وبالتالي فإن منسوب الأرض للدلتا يصبح أقل من المسطح المائي وهو ما يؤدي إلى زيادة حجم المياه ويظهر ذلك في السيناريوهات التالية، والخريطة التالية توضح توزيع حقول البترول والغاز الطبيعي في الدلتا، شكل (١٢).



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل (١٢) توزيع حقول البترول والغاز الطبيعي للدلتا

- **النمو العمراني:**

شهدت مناطق عديدة على ساحل الدلتا مشروعات سكنية تشمل التجمعات السكنية والفنادق والمراكز التجارية، صورة (٢) والذي أدي إلى زياد تآكل الشواطيء مما لا شك فية أن الزيادة العمرانية وارتفاعات المباني والحجم السكاني والنشاط البشري الذي يواكبها تمثل ثقلاً على رواسب الدلتا التي تقع في منطقة أخدودية فيمثل هذا الثقل عامل من العوامل الرئيسية في عمليات هبوط الأرض لساحل الدلتا.

المصدر: من خلال الدراسة الميدانية

صور (٢) النمو العمراني بمنطقة الدراسة

تم حساب مساحة العمران بإستخدام مؤشر (NDBI) المعياري باستخدام المعادلة التالية:

NDBI= (NIR + MIR) / (MIR – NIR)

حيث إن MIRهو الانعكاس في الجزء الأوسط من الأشعة تحت الحمراء و NIRهو الانعكاس في جزء الأشعة تحت الحمراء القريبة من الطيف، وتتراوح قيم NDBI بين −١.٠ و+١.٠ نفس الشي مثل مؤشر NDVI على الرغم من أن القيم الإيجابية تشير إلى المناطق الحضرية وأن القيم القريبة من الصفر أو القيم السالبة تمثل الأراضي النباتية (Zha et al., 2003).

حيث يوضح جدول (٨) وشكل (١٣) التوزيع المكاني للمناطق الحضرية بمنطقة الدراسة على أساس مؤشر NDBI خلال الفترات من ١٩٨٥ – ٢٠٢٣م.

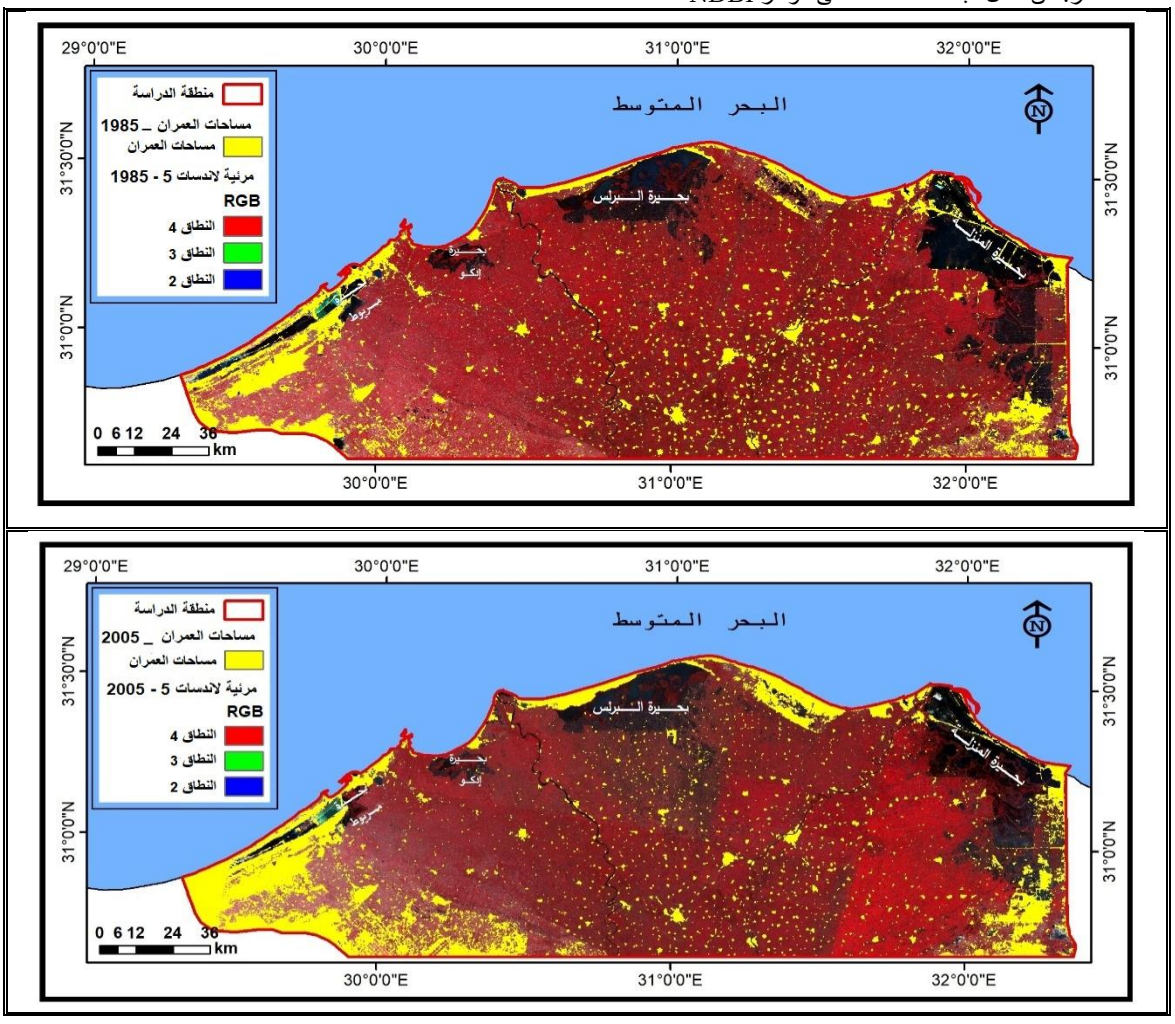
Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

جدول (٨) مساحات ونسب المناطق المبنية والبور بمنطقة الدراسة

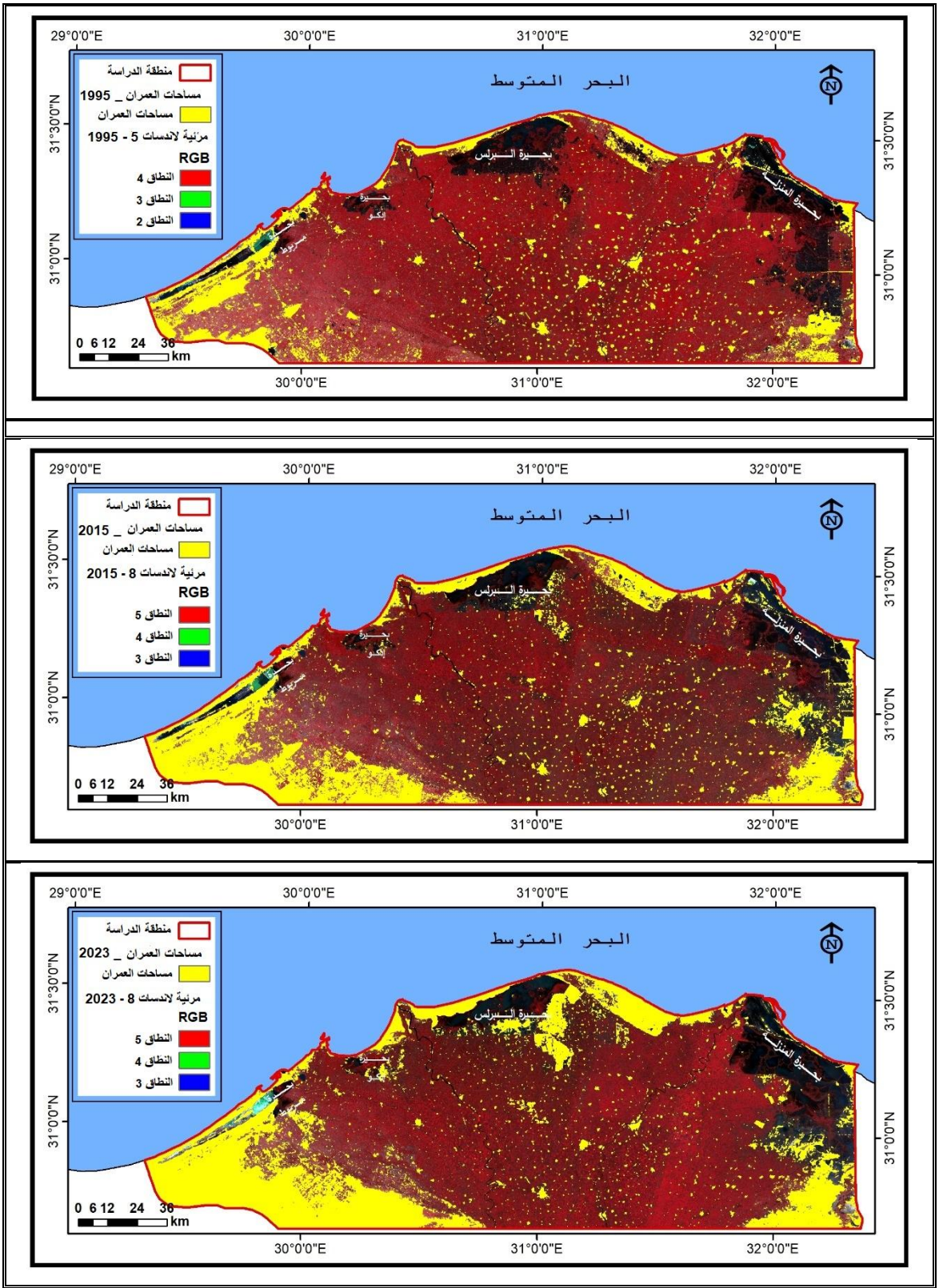
خلال فترات الدراسة من ١٩٨٥ الى ٢٠٢٣

العام	نوع الاستخدام	المساحة (كم مربع)	النسبة المئوية (%)
٢٠٢٣	استخدامات أخرى	١٦٨٥٢,٦٥	٧٦,١٣
	مساحات مبنية	٥٢٨٣,٣٤	٢٣,٨٧
	الإجمالي	**٢٢١٣٥,٩٩**	**١٠٠,٠٠**
٢٠١٥	استخدامات أخرى	١٧٧٧٥,٦٥	٨٠,٣٠
	مساحات مبنية	٤٣٦٠,٣٤	١٩,٧٠
	الإجمالي	**٢٢١٣٥,٩٩**	**١٠٠,٠٠**
٢٠٠٥	استخدامات أخرى	١٩٠١٨,١٦	٨٥,٩٢
	مساحات مبنية	٣١١٧,٨٣	١٤,٠٨
	الإجمالي	**٢٢١٣٥,٩٩**	**١٠٠,٠٠**
١٩٩٥	استخدامات أخرى	١٩٥٩٣,٨٠	٨٨,٥٢
	مساحات مبنية	٢٥٤٢,١٩	١١,٤٨
	الإجمالي	**٢٢١٣٥,٩٩**	**١٠٠,٠٠**
١٩٨٥	استخدامات أخرى	١٩٦٠٦,٣٧	٨٨,٥٧
	مساحات مبنية	٢٥٢٩,٦١	١١,٤٣
	الإجمالي	**٢٢١٣٥,٩٩**	**١٠٠,٠٠**

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على مؤشر NDBI



Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على مؤشر NDBI

شكل (١٣) التوزيع المكاني للمناطق المبنية والبور بمنطقة الدراسة خلال الفترات من (١٩٨٥ – ٢٠٢٣) اعتماداً على مؤشر NDBI

يتضح من خلال جدول (٨)، وشكل (١٣) ما يلي:

- ارتفاع المساحات المبنية والبور من ١٩٨٥ الى ٢٠٢٣ ويرجع السبب في ذلك إلى النمو والتطور الحضري حيث شهدت منطقة الدراسة خلال ٣٨ عاماً الأخير نمواً حضرياً كبيرا، حيث بلغت مساحة المناطق العمراني في عام٢٠٢٣ نحو ٥٢٨٣.٣٤ كم^{٢} بالمقارنة بعام ١٩٨٥ والتي بلغ النمو العمراني والحضري بها نحو ٢٥.٢٩.٦١ كم^{٢}.
- بلغت المساحات المبنية خلال الفترات من (٢٠٢٣، ٢٠١٥، ٢٠٠٥، ١٩٩٥، ١٩٨٥) حوالي ٥٢٨٣.٣٤، ٤٣٦٠.٣٤، ٣١١٧.٨٣، ٢٥٤٢.١٩، ٢٥٢٩.٦١ كيلو متر مربع على التوالي من اجمالي مساحة منطقة الدراسة. كما بلغت نسبتها حوالي ٢٣.٨٧٪، ١٩.٧٠ %، ١٤.٠٨٪، ١١.٤٨٪، ١١.٤٣٪ على التوالي.
- بينما قلت مساحة الأستخدامات الاخري لمنطقة الدراسة حيث بلغت مساحة الاستخدامات الأخرى سنه ٢٠٢٣ نحو ١٦٨٥٢.٦٥كم^{٢}، بالمقارنه بعام ١٩٨٥ والتي بلغت بها مساحة الاستخدام الأخرى نحو ١٩٦٠٦.٣٧ كم^{٢}.

وقد خلصت دراسة إسلام حمزة وآخرون إلى أن معدلات هبوط الدلتا التي واكبت النمو العمراني خلال الفترة من (٢٠١٥ : ٢٠٢٠) قد بلغ أقصي هبوط للدلتا نحو -٤٥ مم/ سنة، وارتفاع يصل إلى +١٥مم/سنة وذلك بالأعتماد خدمة SNAPPING على منصة Geohazards لاستغلال (GEP) لقياس مدى الهبوط في المناطق الحضرية داخل منطقة دلتا النيل باستخدام ٢٢٥ صورة رادار Copernicus Sentinel-1 وباستخدام تقنية قياس التداخل المبعثر الثابت (PSI) واتضح من خلال دراسة أن تزيد معدلات الهبوط نسبيًا في الأجزاء الشرقيه لساحل الدلتا بالمقارنه بالأجزاء الغربية ، حيث يبلغ معدل الهبوط نحو ١٧ ملم / سنة بأجزاء من محافظات بورسعيد ودمياط وحول بحيرة المنزلة ، بينما يصل معدل الارتفاع حتى ٦ ملم / سنة حول بحيرة البردويل ومدينة بلطيم وأجزاء من محافظة الإسماعلية. (Islam Abou El-Magd., et al, 2024).

أ- أعمال الحماية:

التآكل الساحلي هو فقدان أو إزاحة الأرض على طول الخط الساحلي من تفاعل المحيطات والأمواج والشواطئ، وغالباً ما يقترن ذلك بتأثير النشاط البشري. يحدث التآكل الساحلي عندما تحرك الرياح، أو الأمواج، أو التيارات الشاطئية الطويلة، أو المد والجزر، أو جريان المياه السطحية، أو تسرب المياه الجوفية الرمال والرواسب من موقع ساحلي. وتنتقل هذه الرمال

والرواسب النازحة من مكان إلى آخر ولا تختفي من النظام الكلي ما لم تقم الأنشطة البشرية، مثل التجريف، بإزالتها بشكل دائم. (Chichester, UK, Wiley & Sons, Ltd., 2008)

وقد تساهم الأنشطة البشرية، مثل التنمية غير المستدامة، في التآكل عن طريق إتلاف أو تدمير السمات الساحلية الطبيعية الواقية مثل الأراضي الرطبة والكثبان الرطبة والشواطئ والحواجز الرملية والجزر الحاجزة أو البقع. عندها يؤدي النشاط البشري إلى تسريع معدلات التآكل الساحلي، مما يؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي واختلال التوازن داخل النظم الإيكولوجية الساحلية، وتعطيل طرق هجرة أنواع الحيوانات البحرية والبرية. فضلا عن فقدان مساحات من الاراضي الزراعية وتحول بعضها لسبخات بفعل تسرب مياه البحر المتقدمة، وتدمير قرى ومواني الصيد

ويعتمد اختيار نوع وطريقة حماية السواحل والأكثر فعالية للتحكم في التآكل على طبيعة خصائص المنطقة الساحلية وتنقسم الى:

- **الجدران البحرية**، التي يمكن اعتبارها أيضاً نوعاً من الحواجز، هي هياكل حجرية أو صخرية أو خرسانية ضخمة مبنية بموازاة الخط الساحلي ومصممة لمقاومة قوة الأمواج التي يمكن أن تسبب التآكل من خلال تثبيت الخط الساحلي في مكانه.
- **السواتر**، عبارة عن هياكل منحدرة، عادة ما تكون مصنوعة من الحجارة أو الكتل الخرسانية، مبنية لحماية التربة الأساسية من التآكل وتقليل طاقة الأمواج.
- **الحواجز الحاجزة**، هي جدران استنادية عمودية، مصنوعة عادةً من الخشب أو ألواح الصلب، مصممة لتثبيت التربة في مكانها وتثبيت خط الساحل
- **الأخاديد**، هي هياكل تمتد بشكل عمودي من الشاطئ إلى المياه لحجز الرمال ومنع التآكل وكسر الأمواج. يتم بناء الأخاديد باستخدام مواد قوية مثل الصخور أو الخرسانة أو الفولاذ. يتم اختيار هذه المواد لقوتها ومرونتها ضد النحت المستمر للأمواج وقدرتها على تحمل البيئات البحرية القاسية، مما يضمن فعاليتها في حماية السواحل والاحتفاظ بالرمال.
- **الأرصفة الخرسانية:** وتتكون من كتل من الخرسانة وتقع عادة عند مصبات ومخارج الانهار
- **حواجز الأمواج:** هي هياكل صخرية بحرية تقع بالتوازي مع الخط الساحلي وعلى ابعاد منه داخل مياه البحر بمسافات تتراوح بين ٣٠٠ و٥٠٠ متر. ويعمل الحاجز على تكسر الأمواج للحد من تآكل الخط الساحلي.
- **الشعاب الاصطناعية:** هي هياكل مغمورة كليًا أو جزئيًا مبنية من الصخور أو الخرسانة أو غيرها من المواد لكسر الأمواج وتقليل قوى التآكل على الساحل (RK Swadek, et al., 2021).

وفى الولايات المتحدة الامريكية أدخل قانون تنمية الموارد المائية (WRDA) لعام ٢٠٢٢ العديد من الأحكام التي تهدف إلى تحسين إدارة التآكل الساحلي وتعزيز مرونة السواحل خاصة في مدينة نيويورك التى تعاني مع عمليات تراجع كبيرة لسواحلها، Nicole T. Carter and Anna E. (Normand,.2022).

حيث يشكل التآكل الساحلي العديد من التحديات التي تواجه المجتمعات الساحلية – فقدان العقارات والممتلكات الشخصية الثمينة، فضلاً عن فقدان المناطق الترفيهية وموائل الحياة البرية والحماية الطبيعية الحيوية من الفيضانات. تتطلب المجتمعات الساحلية أفضل الطرق للسيطرة على تآكل الشواطئ واستعادة الأراضي.

يمكن أن يكون تآكل السواحل سريعا أو يمكن أن يحدث تدريجيا. ومع ذلك، غالبا ما يكون قياس التعرية التدريجية (أو طويلة الأجل) صعبا لأن مدى التآكل الطبيعي في خط ساحلي معين يختلف اختلافا كبيرا من سنة إلى أخرى. إذا تم اتخاذ خيارات لتجريف أو تغذية الشواطئ على طول أجزاء معينة من الساحل، فقد يكون من الصعب تحديد مقدار الشاطئ المفقود أو المكتسب من خلال العمليات الطبيعية ومدى تأثره بالأنشطة البشرية.

يمكن أن يحدث التآكل أيضًا بسرعة (مدفوعًا بالحدث)؛ فقد تُفقد أجزاء كبيرة من الشواطئ أو الكثبان الرملية أو المنحدرات في غضون أيام أو حتى ساعات. على سبيل المثال، وفقًا لسلاح المهندسين بالجيش الأمريكي (USACE)، أدت قوة إعصار ساندي إلى فقدان ٣.٥ مليون ياردة مكعبة من الرمال في شبه جزيرة روكاواي و٦٧٩,٠٠٠ ياردة مكعبة من الرمال في جزيرة كوني. (U.S. Army Corps of Engineers. (n.d.). Near-term coastal restoration - FCCE. U.S. Army Corps of Engineers.)

وتقاس شدة التعرية بطريقتين – كمعدل للتراجع الخطي (أقدام من انحسار الخط الساحلي سنويا) وفقدان حجمي (ياردات مكعبة من الرواسب المتآكلة لكل قدم طولي من واجهة الخط الساحلي سنويا). قدر التقييم الوطني لتغير الخط الساحلي، وهو تقرير الملف المفتوح لهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية لعام ٢٠١٢، أن متوسط معدل التآكل السنوي (تقييم قصير الأجل لفترة تتراوح بين ٢٥ و٣٠ عاماً مع الأخذ بعين الاعتبار التآكل السريع والتدريجي) في منطقة نيو إنجلاند هو ٠.٣ متر سنوياً. وفقًا لتقرير هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية، يتراوح معدل التعرية بين ٠.٠٦ إلى ٠.١ متر سنويًا، اعتمادًا على مصادر البيانات المستخدمة في حسابات المعدل. (Cheryl J. Hapke, et al.,2011)

تتركز أعمال الحماية الساحلية فى منطقة الدراسة حول مواضع بعض المنشآت العمرانية والإقتصادية الهامة مثل المدن والمنتجعات السياحية والموانئ والمناطق الصناعية. وهناك طرق مختلفة لأعمال الحماية الهندسية يتوقف اختيار أى منها مناسب على حسب طبيعة العوامل

البحرية السائدة والعمليات المرتبطة بها وكذلك الهدف من الحماية، ويرتبط بتلك الأعمال تغيرات مورفولوجية على طول الساحل ذات أهمية كبرى. غالباً ما يكون الهدف من الحماية اما حجز الرواسب لمواجهة عمليات الأطماء فى البواغيز وفتحات الموانى، وإما لاصطياد الرواسب فى مناطق تتعرض للنحت ونقص الرواسب Sediment starvation. ووجود أعمال الحماية في بعض المناطق يعمل على تكوين الرواسب وحماية المنطقة من عمليات النحت بينما المناطقة التي لا توجد بها حماية فإنها تتعرض للنحت بصورة كبيرة مما يودي الي طغيان البحر داخل اليابس.

فقد شهدت منطقة الدراسة العديد من المشروعات ومازال العمل جارياً بالتوسع في المشروعات القائمة وإنشاء مشروعات حماية جديدة وتمثل أهم هذه المشروعات فيما يلي:

- **النطاق الأول (الشرقي) (من شرق تفريعة بورسعيد حتى دمياط الجديدة)**

- منطقة رأس البر:

- تم إنشاء خمسة حواجز موازية للشاطيء بمنطقة رأس البر وذلك عام ١٩٩٢، وخلال الفترة من ١٩٩٦: ١٩٩٨ تم إنشاء ثلاث حواجز بالقرب من الحواجز السابقة لحماية مدينة رأس البر. وتم إنشاء حائط بازلتي وحائط بحري بطول أربعة أمتار غرب مصب دمياط.
- وفي عام ٢٠٠٢ تم إنشاء حاجزين من كتل الدلوس يتراوح وزن الكتلة الواحدة (٤: ٧ طن).
- وفي عام ٢٠١٢ تم إنشاء حماية خرسانية وتم إضافة غطاء خرساني وإنشاء حائط حماية جديد إرتفاعة ٧٠ سم.
- وفي عام ٢٠١٦ تم عمل حماية وتكريك لبوغاز أشتوم الجميل الجديد وذلك لتنمية بحيرة المنزلة حيث تم تنفيذ امتداد للرأسين البحريين المحددين لبوغاز أشتوم الجميل الجديد غرب بورسعيد، وعمل تكريك بمنطقة حواجز الأمواج المنفصلة القائمة بمنطقة أشتوم الجميل واستخدام ناتج التكريك في تغذية شواطيء بورسعيد بطول ٢٨ كم.
- وفي عام ٢٠١٨ قامت هيئة حماية الشواطيء بعمليات حماية لتدعيم الحائط الغربي لمصب فرع دمياط بمنطقة رأس البر وذلك من خلال ردم مساحة داخل البحر ووضع كتل من الدلوس والكتل الحجرية.
- وفي عام ٢٠١٩ قامت هيئة حماية الشواطيء بإعادة تأهيل وتدعيم للحواجز ٣ و٤ و٥ وتم البدء في تجهيز تنفيذ ٩ حواجز جديدة.

- وفي عام ٢٠٢٠ تم عمل حماية للمنطقة غرب لسان رأس البر وتدعيم قدمات الحائط البحري ولسان رأس البر من الغرق بسبب إرتفاع منسوب سطح البحر وشدة الأمواج، صورة (٣)

المصدر: من خلال الدراسة الميدانية

صورة (٣) أعمال الحماية غرب لسان رأس البر

كما تم إنشاء عدد ٢ لسان بحري بمدخل بوغاز أشتوم الجميل القديم كمصدات للرمال غرب البوغاز لحمايته من الترسيبات والحفاظ علية مفتوحاً دائماً لحركة المياه بين البحر والبحيرة حيث يبلغ طول اللسان البحري الغربي داخل البحر نحو ٣٢٠ متر، بينما يبلغ طول اللسان البحري الشرقي ٢٩٠ متر، صورة (٤).

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

صورة (٤) إنشاء ٢ لسان بحري بمدخل بوغاز أشتوم الجميل

وفي عام ٢٠٢١ تم عمل مسطح من كتل Tertrapod والدالوس والتي يصل وزنها إلى ٤ طن، صورة (٥). بالأضافة إلى إنشاء حاجزين من الأمواج رقمي (٩ & ١٠) على امتداد الحاجز رقم (٨) طول كل حاجز منهما ٢٢٥ متر، والمسافة بينهما ٢٥٠ متر. كما تم عمل حماية للمنطقة الساحلية المنخفضة بمدينة دمياط الجديدة غرب مصرف السنانية من خلال عمل حصائر جيوتكستيل من النوع غير المنسوج ووضع تكسيات من أحجار الدولوميت والمونة الأسمنتية بسمك ٥٠-٧٠ سم (الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات)

المصدر: من خلال الدراسة الميدانية

صورة (٥) مسطح من كتل Tertrapod والدالوس بمنطقة الدراسة

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

- وفي عام ٢٠٢٢ تم إنشاء حائط بحري بطول ٣ كم لحماية شرق مدينة عزبة البرج من عمليات النحر والأمواج العالية وعمل طبقات من كتل الدالوس والتي يبلغ وزنها ٥ طن، صورة (٦)، كما تم عمل حماية للمنطقة الساحلية للساحل الشمالي لبورسعيد غرب بوغاز أشتوم الجميل لحمايتها من الغمر البحري أثناء النوبات خال فصل الشتاء نظرًا لانخفاض منسوب الأرض الطبيعية، حيث تم إضافة أحجار الدولوميت وإنشاء جسر رملي، وتعلية مناسيب المنطقة الشاطئية (الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطئ الادارة المركزية لنظم المعلومات)

المصدر: من خلال الدراسة الميدانية

صورة (٦) حائط بحري لحماية شرق مدينه عزبه البرج

- **النطاق الثاني (الأوسط) (بلطيم حتى غرب البرلس)**

منطقة بلطيم:

تم إنشاء أربعة حواجز أمواج موازية للشاطيء خلال الفترة من ١٩٩١: ١٩٩٢، بالأضافة إلى إنشاء أربعة حواجز أمواج في المدة من ١٩٩٣: ١٩٩٧، وخلال الفترة من ١٩٩٨: ٢٠٠٠ تم إنشاء ثلاث حواجز أخرى شرق مصيف بلطيم. وفي عام ٢٠٢٠ تم عمل حماية للمنطقة شرق الرؤوس البحرية لوقف تراجع خط الشاطيء بسبب عمليات النحر والأمواج العالية، كم تم ‘نشاء ١٣ رأس حجري بالأضافة إلى التغذية بالرمال خلف حواجز الأمواج ببلطيم.

- **منطقة البرلس:**

قامت هيئة حماية الشواطيء بالتعاون مع هيئة اليونسكو والحكومة الصينية بانشاء خمسة حواجز خرسانية بموازة الساحل ضمن خطة حماية ساحل الدلتا، وقد تم الانتهاء من انشاء ثلاث حواجز بمنطقتي الزهرة والنرجس بطول ٥٠٠ متر للحاجز الواحد، وقد أدى هذا لتراجع البحر ما يقرب من ٤٠٠ متر خلف الحواجز الثلاثة، حيث أدى انشاء هذة الحواجز الي تركيز عمليات النحت في المناطق الواقعة شرق بلطيم نظراً لانحراف الامواج والتيارات البحرية خاصة التيار الغربي، **(خضر، ١٩٨٩، ص ١٢١)**.

كما تم عمل عملية حماية بوغاز البرلس فقد تم إنشاء لسان بحري شرق فتحة البوغاز وعلى بعد ٢٥٠م من اللسان الغربي وذلك عام ١٩٨٥، وفي عام ١٩٩٢ تم إنشاء لسان بحري آخر شرق فتحة البوغاز ليصبح عرض فتحة البوغاز ٨٨م، وفي عام ١٩٩٣ تم زيادة إرتفاع الحائط البحري والذي تم إنشاءه عام ١٩٥٠ حيث تم زيادة إرتفاع الحائط إلى ٢.٥ م فوق مستوى سطح البحر مع زيادة عرضة ليصل إلى ١٠ م وينحدر صوب البحر بمعدل (١-٤ °) ، كما تم وضع خرسانه مكعبة أمام هذا الحائط لتشتيت طاقة الأمواج خلال فترة العواصف.وعمل حماية المناطق الساحلية المنخفضة غرب ميناء البرلس وشرق مصب رشيد بهدف حماية الأراضي الزراعية من الغمر بمياه البحر أثناء نواتج الأمواج خلال فصل الشتاء، ومنع وصول مياه البحر إلى الطريق الدولي الساحلي وحمايته من التلف. **(خضر، ١٩٨٩، ص ١٢٢)**.

- **النطاق الغربي (من شرق رشيد حتى غرب الإسكندرية):**

- تم عمل حماية لمصب رشيد خلال عام ١٩٨٨ وذلك بإنشاء الحاجز الصيني على فتحة المصب والذي نجح في وقف عملية النحت.

- وخلال الفترة من ١٩٨٨ حتى ١٩٩١ تم إنشاء حاجزين على جانبي فتحة مصب رشيد وتدعيمهما بكتل من الدلوس الخرسانية شرق وغرب المصب وتم إنشاءها داخل اليابس وموازية لخط الساحل.
- وفي عام ٢٠٠٣ تم عمل خمس حواجز عمودية على خط الساحل بطول يتراوح فيما بين (٤٠٠ –٥٠٠م) على جانبي المصب وترتفع الحواجز حوالي ٢.٥ م عن مستوى سطح البحر، وتتراوح المسافة البينية بينهما من (٨٠ – ٩٠٠م)، كما قامت هيئة حماية الشواطيء بإنشاء عشرة حواجز عمودية على خط الساحل يتراوح أطوالهم فيما بين (٨٠ – ١٥٠م) وبمساحة بينية تتراوح بين (٥٠٠ –٦٠٠ م)، حيث نجحت هذه الحواجز بشكل كبير في إيقاف تراجع وتآكل المصب الناتج عن عملية النحت البحري.
- وخلال عامي ٢٠١٨، ٢٠٢٢ قامت هيئة حماية الشواطيء بأعمال حماية وتجديد وصيانة لحواجز الأمواج بمناطق متفرقه من مصب رشيد حتى غرب الإسكندرية تتمثل في:

في عام ٢٠١٨ تم انشاء حائط أمواج بطول ٥٢٠ م من كتل Tertrapod التي تتراوح أوزانها بين ٣ طن إلى ٢٠ طن لحماية قلعة قايتباي والتي تتعرض للأمواج العالية والبحر المستمر بهدف الحفاظ على الأثار المهدد بالغرق بالمنطقة ، وإنشاء مرسي بحري بطول ١٠٠ متر ، ومشاية خرسانية بطول ١٢٠ متر وإقامة لسان بحري بطول ٣٠ متر وتغذية بالرمال غرب القلعة حتي منسوب ٢ متر ، صورة (٧)، وإنشاء الحواجز الغاطسة لحماية الشواطيء وطريق الكونيش من بئر مسعود حتى المحروسة بطول ١٦٠ م، (الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات)

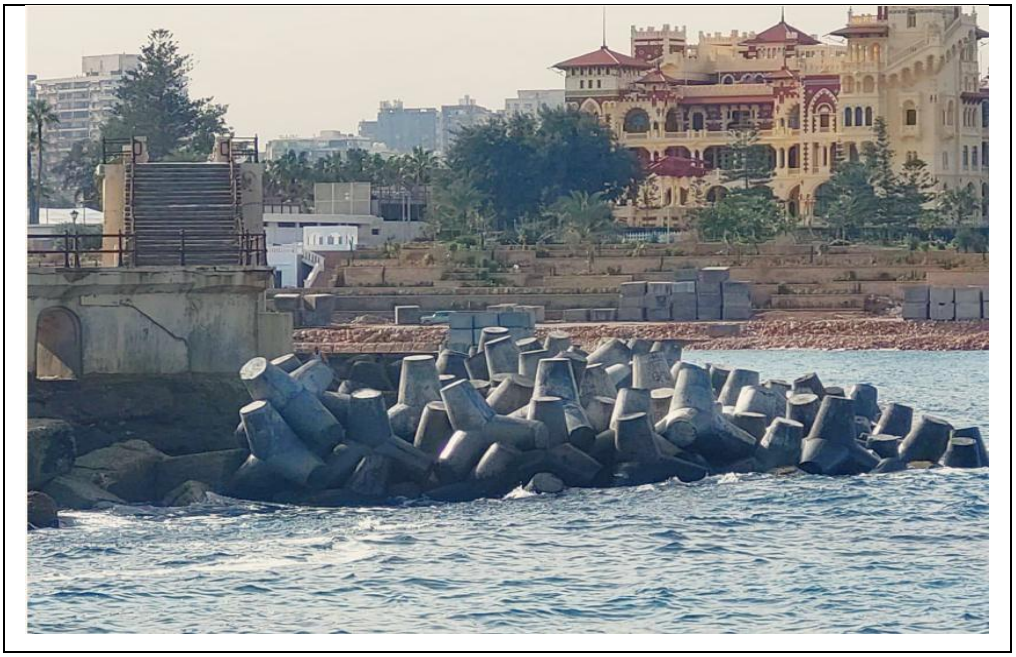
قبل انشاء حاجز الأمواج

بعد انشاء حاجز الأمواج

المصدر: الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات

صورة (٧) عمال الحماية وإنشاء حاجز الأمواج لحماية القلعة

- وفي عام ٢٠١٩ تم إنشاء حائط بحري بطول ٨٣٥ متر لحماية كورنيش الأسكندرية من المنشية حتى محطة الرمل.
- في عام ٢٠٢١ تم إنشاء حائط بحري بطول ٢٨٠ متر بمنطقة الأحواض السمكية بالمنتزة بهدف حماية الحائط البحري الأثري وكوبري المنتزة حتى الفنار من الأمواج العالية وعمليات النحر المستمر والتي تسببت في حدوث إنهيارات جزئية للحائط البحري القديم وأساسات الكوبري الأثري، حيث تم تدعيم الحائط البحري الأثري من الداخل بطول ٢١٥ متر، وتدعيم أساسات الكوبري بالبلوكات الخرسانية التي يصل وزنها ٩ طن، كما تم تدعيم منطقة دوران الفنار بكتل Tertrapods والني يصل وزنها إلى ٨ طن، (الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات)، صورة (٨).



المصدر: الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات لعام ٢٠٢١-٢٠٢٢

صورة (٨) انشاء حائط بحري لحماية الحائط البحري الأثري وكبري المنتزه حتى الفنار

- وفي عام ٢٠٢٢ عملية حماية المناطق الساحلية المنخفضة غرب مصب فرع رشيد بمنطقة رشيد الجديدة بهدف حمايتها من ارتفاع منسوب سطح البحر بهذه المنطقة وإنشاء جسر ترابي لحماية المنطقة المنخفضة على مسافة ٢٠٠ متر من خط الشاطيء بالإضافة إلى وضع تكسيات بأحجار الدولوميت ومصدات الرمال، صورة (٩)

Journal homepage: https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN: 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

صورة (٩) حماية المناطق الساحلية غرب مصب فرع رشيد

- بالإضافة إلى إنشاء الحواجز الغاطسة لحماية الشواطيء وكورنيش المنطقة التي تتعرض للأمواج العالية، وإنشاء لسان بحري على شكل حرف L بطول ٦٢٠ متر والذي يتكون من الأحجار والكتل الخرسانية المتدرجة والتي يتراوح وزنها فيما بين ٣ طن حتى ٢٠ طن، صورة (١٠). (الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات)

المصدر: الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطيء الأدارة المركزية لنظم المعلومات لعام ٢٠٢١-٢٠٢٢

صورة (١٠) انشاء لسان بحري على شكل حرف L بمنطقة الدراسة

الخاتمة:

أهم النتائج والتوصيات:

ساعدت مشاريع الري التي أقيمت على طول امتداد نهر النيل في تقليل كمية الرواسب التي كانت تصل إلى ساحل الدلتا مما حول الساحل من النمو على حساب البحر إلى التراجع بالنحت، حيث توقف وصول رواسب النهر نهائياً إلى البحر المتوسط بعد بناء السد العالي، وهذا زادت خطورة هذه المشروعات على ساحل الدلتا الشمالي، حيث زادت معدلات النحت على حساب الارساب.

كما أثمرت عمليات الحماية خاصة بعد بناء الحواجز المائية على شواطيء منطقة الدراسة وتحويل المنطقة المحصورة بين هذه الحواجز وشواطيء بمنطقة الدراسة وتحويل المنطقة من النحت إلى الأرساب نتج عنها إضافة مساحات كبيرة إلى اليابس مما يدل على نجاح أعمال الحماية بمنطقة الددراسة.

في الآونة الأخيرة، زادت معدلات هبوط ساحل الدلتا نتيجة للأنشطة البشرية والتي تتمثل في استخراج وسحب المياه الجوفية وعمليات الاستكشاف والإنتاج المفرطة للنفط والغاز الطبيعي بمنطقة الدراسة والتي أدت بدورها إلى تسريع معدلات الهبوط الأرضي، مما قد يشكل خطرًا كبيرًا على ساحل الدلتا.

التوصيات:

- ضرورة الأهتمام بالدراسات الدقيقة والمتابعة المستمرة لمعدلات النحت في المناطق التي تتعرض لزيادة معدلات النحت وخاصة عند المصبات.
- متابعة النتائج المترتبة على استخدام وسائل وطرق الحماية المحتلفة في قطاعات التآكل بساحل الدلتا لوضع الحلول المناسبة.
- التوقف عن إقامة المنشأت السكنية والصناعية والمباني والمنتجعات سياحية الجديدة حتى لا يحدث هبوط أرضي، وعمل وسائل الحماية المناسبة للمناطق.
- تطوير خطة إدارة متكاملة لساحل الدلتا تأخذ في الأعتبار العوامل البيئية والأجتماعية والأقتصادية.
- تطبيق تقنيات بناء مستدامة لتقليل تأثير التدخل البشري على الهبوط الأرضي.
- تطوير برامج المراقبة لساحل الدلتا ومتابعة المناطق الأكثر عرضه لزيادة معدلات النحت بها وتطوير سياسة حماية ساحل الدلتا بها.

المصادر والمراجع:

أولاً: المصادر:

- خريطة الوجه البحري للأقاليم المصرية بمعرفة محمود بيك الفلكي بمقياس رسم ١: ٢٠٠٠٠٠ لسنة ١٨٧٩
- خريطة الوجه البحري بمعرفة الأمير عمر طوسون بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٣٤
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٥٦
- الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطئ الإدارة المركزية لنظم المعلومات، خلال النصف الأول من عام ٢٠٢١ – ٢٠٢٢.
- https://landsat. usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study accessed on 01 May 2023) (/https://earthexplorer.usgs.gov)
- https://code.earthengine.google.com/47e0b4e9071ffa1146794db6e85b68cc

ثانياً: المراجع العربية:

١. **ابن المسعودي، (٨٩٦-٩٥٦ م)** :مروج الذهب ومعادن الجوهر، دار الكتب العلمية، بيروت، القرن العاشر الميلادي.

٢. **تراب، محمد مجدي (٢٠٠٢)**: متغيرات مستوى سطح البحر، تطبيقات ميدانية لتغيرات الزمن الرابع على سواحل الخليج العربي وخليج عمان، منشأة المعارف الإسكندرية

٣. **حمدان، جمال (١٩٨٢)**: شخصية مصر، دراسة في عبقرية المكان الجزء الأول عالم الكتب، القاهرة

٤. **خضر، محمود محمد (١٩٩٧)**: الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية فى مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، القاهرة.

٥. **سعيد، رشدي (١٩٩٦)**: نهر النيل نشأته واستخدام مياهه في الماضي والمستقبل، دار الهلال، الطبعة الأولي، القاهرة.

٦. **شلبي، وهبة حامد (٢٠٠٣)**: الرؤوس الأرضية لساحل مصر الشمالي الغربي، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة طنطا.

٧. **عاشور، محمود محمد & جودة، جودة حسنين& الدسوقي، صابر أمين& تراب، محمد مجدي & مرغني، علي كامل & مصطفي، محمد رمضان (١٩٩١)**: وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى، القاهرة.

٨. **عبد الله، عزة أحمد (٢٠٠٤)**: بحوث في الكوارث الطبيعية والبيئة كلية الآداب جامعة بنها

٩. **القصاص، على محمود (١٩٩٢)**: جريدة الأهرام، العدد ٣٨٦١٧

١٠. **القصاص، محمد عبد الفتاح & رشدي & أحمد & وآخرون يونيو، (١٩٨٤)**: نشرة تصدرها اللجنة الوطنية لبرنامج الإنسان والمحيط اليوي بالتعاون مع الشعبة القومية لليونسكو، السنة السابعة، العددان الأول والثاني.

١١. **نور، سامي محمد** (١٩٩٩): المنشآت المائية بمصر منذ الفتح الأسلامي وحتى نهاية العصر المملوكي دراسة آثرية معمارية، دار الوفاء للطباع والنشر، الإسكندرية.

ثالثاً: المراجع الأجنبية:

1. Chakrabarty, D. (2009): The climate of history: Four theses. Critical Inquiry, 35, 197–222.
2. Cheryl J. Hapke, et al., (2011): National Assessment of Shoreline Change: Historical Shoreline Change in New England and the Mid-Atlantic Coast, U.S. Geological Survey.
3. Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. The Anthropocene. IGBP Global Change Newsl. 41,17–18 (2000). This paper suggested that the Holocene has ended, and the Anthropocene has begun, starting the contemporary increase in the usage of the term Anthropocene.
4. Crutzen, P. J. (2002): Geology of mankind. Nature 415, 23.
5. Dasgupta, P., et al. (2007): "Economics: A Very Short Introduction." Oxford University Press.
6. DIao Chengtai, (1993): Design and practice of the geomorphic research of Chongqing. Advances in Earth Science, PP 71–75.
7. Dumont H, El-Shabrawy G (2007): Lake Burullus of the Nile Delta: a
8. E. Baird, (2008): Coastal Geomorphology - An Introduction (Chichester, UK, Wiley & Sons, Ltd., 2008).
9. Elham M. Ali a Islam A. El-Magd (2016): " Impact of human interventions and coastal processes along the Nile Delta coast, Egypt during the past twenty-five years" Egyptian Journal of Aquatic Research Volume 42, Issue 1, March 2016, Pages 1-10.
10. George Pararas-Carayannis, (2011): The Earthquake and Tsunami of July 21, 365 AD in the Eastern Mediterranean Sea - Review of Impact on the Ancient World - Assessment of Recurrence and Future Impact, Tsunami Society International, Honolulu, Hawaii, USA Science of Tsunami Hazards, Vol. 30, No. 4, page 253.
11. Gregory K J, Walling D E, 1981. Man, and Environmental Process. London: Butterworths.
12. Gulotty E, 2015. Effects of artificial habitat structures on fluvial geomorphology and trout distribution//145th Annual Meeting of the American Fisheries Society.
13. Hamilton, C. (2017): Defiant Earth (185 pp.). Cambridge: Polity Press.
14. Haraway, D. (2015). Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making kin. Environmental Humanities, 6, 159–165.
15. Hesham M El-Asmar, Kevin White (2002): "Changes in coastal sediment transport processes due to construction of New Damietta Harbour, Nile Delta, Egypt, Coastal Engineering Volume 46, Issue 2, July 2002, Pages 127-138
16. Hesham M. El-Asmar a b, Maysa M.N. Taha c, Abdelbaset S. El-Sorogy d e (2016): "Morphodynamic changes as an impact of human intervention at the Ras El-Bar-Damietta Harbor coast, NW Damietta Promontory, Nile Delta, Egypt" Journal of African Earth Sciences Volume 124, December 2016, Pages 323-339.
17. Hurst., Black. and simaika, (1966): The Nile basin, the future Conservation of the Nile, Ministry of Public Works, Cairo, Vol 10.
18. Hussein, I. M & Abd – Allah, A. M. A., (2001): Tectonic evolution of the Northeastern part of the African continental margin Egypt, Journal of African Earth science, Vol. 33.
19. IPCC, (2013), Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernment Commission on Climate Change [Stocker, TF, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, SK Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and PM Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p1140.
20. IPCC, (2013), Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernment Commission on Climate Change [Stocker, TF, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, SK Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and PM Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p1181.
21. IPCC (2007), Climate Change, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on

Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.

22. Islam Abou El-Magd, Mohamed Zakzouk, Elham M Ali, Michael Foumelis, Jose Manuel Delgado Blasco (2024): Exploring the potentiality of In SAR data to estimate land subsidence of the Nile Delta, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 27. 342–355
23. Jan Zalasiewicz, Colin N. Waters, Erle C. Ellis, Martin J. Head, Davor Vidas, Will Steffen, Julia Adeney Thomas, Eva Horn, Colin P. Summerhayes,Reinhold Leinfelder, J. R. McNeill, Agnieszka Gałuszka , Mark Williams, Anthony D. Barnosky, Daniel de B. Richter, Philip L. Gibbard8, Jaia Syvitski, Catherine Jeandel , Alejandro Cearreta , Andrew B. Cundy , Ian J. Fairchild‹, Neil L. Rose , Juliana A. Ivar do Sul, William Shotyk, Simon Turner, Michael Wagreich , and Jens Zinke.
24. Jason, L. A., et al. (2005). "Long-term outcomes of treatment for chronic fatigue syndrome." Journal of Clinical Psychology, 61(2), pp 65-75.
25. Jean-Daniel Stanley Pablo L. Clemente (2017): "Increased Land Subsidence and Sea-Level Rise are Submerging Egypt's Nile Delta Coastal Margin, GSA Today, Volume 27 Issue 5.
26. Jefferson A J, Wegmann K W, Chin A, (2013): Geomorphology of the Anthropocene: Understanding the surficial legacy of past and present human activities. Anthropocene, 1(2): pp1–3.
27. Jenkyn, T. W. (1854): Lessons in Geology XLIX. Chapter V. On the classification of rocks section IV. On the tertiaries Popular Educator 4, pp 312–316.
28. Jenkyn, T. W. (1854): Lessons in Geology XLVI. Chapter IV. On the effects of organic agents on the Earth's crust. Popular Educator 4, pp 139–141.
29. József Szabó, Lóránt Dávid, Dénes Lóczy, 2010. Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-made Landforms. Dordrecht - Heidelberg - London - New York: Springer.
30. Kamal Darwish; Scot E. Smith; Magdy Torab; Hesham Monsef; Osama Hussein (2017): " Geomorphological changes along the Nile Delta coastline between 1945 and 2015 detected using satellite remote sensing and GIS. Journal of Coastal Research 33 (4): 786–794.
31. Kamal Srogy Darwish (2023):"GIS-Based Spatial Modeling of Potential Impacts of Sea Level Rise Along the Nile Delta Coast Chapter in Hazard Modeling and Assessment of the Nile Delta Coast.
32. Le Conte, J. (1877): On critical periods in the history of the Earth and their relation to evolution; and on the Quaternary as such a period.Am. J. Sci. 14, pp 99–114.
33. LI Jialin1,2, YANG Lei1, PU Ruiliang3, LIU Yongchao1,2017: "A review on anthropogenic geomorphology" Journal of Geographical Sciences, Geogr. Sci. 2017, 27(1): pp 109-128.
34. Li Xueming, Zhou Lianyi, Wang Jian et al., (2003): Research on city artificial geomorphic evolution process and mechanism: Taking Dalian City as an example. Geographical Research, 22(1): pp13–19.
35. Lyell, C. (1830): Principles of Geology Volumes I, II and III (University of Chicago Press,1990); originally published by John Murray.
36. May R. ElKotby a, Tharwat A. Sarhan b, Mahmoud El-Gamal (2023): " Assessment of human interventions presence and their impact on shoreline changes along Nile delta, Egypt, Oceanologia Volume 65, Issue 4, October–December 2023, Pages 595-611.
37. Mu Guichun, Tan Shukui, 1990. Primary research on artificial geomorphology. Journal of Southwestern Nor-mal University (Natural Science Edition), 15(4): PP 551–557. (in Chinese).
38. Neeve, D., et al (1982) "The pelusium mega shear system across Africa and associated lineament swarms" jour. Geophysical. Res., V. 87, No. 82.
39. Nicole T. Carter and Anna E. Normand,.2022: "Water Resources Development Act of 2022," Congressional Research Service.
40. Nir D, 1983. Man, A Geomorphological Agent: An Introduction to Anthropic Geomorphology. Israel: Keter Pub-lishing House, pp 1–10.

41. Omran E Frihy, Essam A Debes, Waleed R El Sayed (2003): " Processes reshaping the Nile delta promontories of Egypt: pre- and post-protection, Geomorphology Volume 53, Issues 3–4, 15 July 2003, Pages 263-279.possible causes and consequences. Science 240:497–500
42. R. L. Sherlock (1923): The Influence of Man as an Agent in Geographical Change, The Geographical Journal, Vol. 61, No. 4 (Apr. 1923), pp. 258-268 (13 pages) Published By: The Royal Geographical Society (with the Institute of British Geographers) Content source.
43. RK Swadek, et al., (2021**):** New York City Wetlands Management Framework (New York, NY: Natural Areas Conservancy and NYC Parks)
44. Roaf, S, Crichton D., and Nicol F. (2005): Adapting Buildings and Cities for Climate Change, 21st century survival guide. London: Elsevier.
45. Rudwick, M. S. J. (2005): Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution (University of Chicago).
46. Said, R. (1990): The Geology of Egypt - 734 pp. A. Balkema Publishers, USA
47. Shantser, E. V. in Great Soviet Encyclopedia Vol. 2 (ed. Prokhorov, A. M.). pp139–144.
48. Sherlock, 1922 "Man as a Geological Agent: An Account of His Actions on Inanimate Nature, Vol. 61, No. 4, Apr. 1923 The Geographical Journal Published by: The Royal Geographical Society (with the Institute of British Geographers). short history and an uncertain future. Ambio 36:677–682.
49. Stanley DJ (1988): Subsidence in the northern Nile Delta: rapid rates
50. Stanley, D.J. & A.G. Warne, 1993, Sea Level initiation of predynastic culture in the Nile Delta, Nature, Vol. 363, p. 147.
51. Stanley, D.J., 1990, Recent subsidence and northeast tilting of the Nile Delta, Marine Geology, Vol. 94, p.151.
52. Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P. & McNeill, J. (2011): The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 369, 842–867.
53. Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Schellnhuber, H. J., Dube, O. P., Dutreuil, S., et al. (2020): The emergence and evolution of Earth System science. Nature Reviews Earth and Environment, 1, pp 54–63.
54. Tsermegas I, 1985. Anthropogenic transformation of the relief of the Aegean Islands. Miscellanea Geographica, 19(2): pp 40-49.
55. U.S. Army Corps of Engineers**.** (n.d.). Near-term coastal restoration - FCCE. U.S. Army Corps of Engineers.
56. Zaghloul, M. Z.; Shaaban, F. F. and Yousef, A. F. (1999): Mesozoic and Cenozoic Sedimentary Basins, Nile Delta, Egypt. - Proc. of the 1st International Symp. Mansoura. Univ. Egypt: pp. 13-20.
57. Zha, Y., Gao, J., Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. Int. J. of Rem. Sens., 24 (3) 583–594.
58. Zhang Wenkai, (1996): The formation of Fuzhou city and the development of artificial physiognomy. Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition), 12(4): 111–117. (in Chinese).

Abstract:

Anthropogenic Geomorphology of Nile Delta Coastline Changes in the Anthropocene Era using Remote Sensing and GIS Environment."

This study aims to Study the impact of humans as a geomorphological factor influencing changes in the Nile Delta coastline. It explores the effects of constructing hydraulic structures on the Nile River and its branches, as well as subsequent coastal protection measures along various parts of the Delta coast, in terms of shoreline advancement and retreat. Additionally, the study monitors the morphological changes that have occurred along the Nile Delta coastline from 1879 to 2023.

The study relies on topographic maps from periods before the construction of the High Dam (1879, 1925, 1934, and 1956), as well as Landsat satellite images from 1985 and 2023. Using the **GEE** programming environment, remote sensing, and Geographic Information Systems (**GIS**), maps were generated to illustrate the changes in the Delta coast. The study concludes by estimating the areas affected by erosion and deposition.

A comparison of different time periods reveals significant geomorphological changes along the Delta coastline, characterized by an increase in erosion and retreat at a rapid rate, even before the construction of the High Dam. The construction of canals, barrages, and dams led to a significant reduction in the amount of water and sediment reaching the Damietta and Rosetta branches. Before the dam's construction, approximately **134 million tons** of sediment reached the Mediterranean annually. However, due to human interventions and the construction of hydraulic engineering structures on the Nile, this amount has drastically decreased to only 10–20 million tons**.** Consequently, the Delta coastline has shifted from deposition, advancement, and growth processes to erosion and retreat.

The study also reveals that land subsidence in the Delta is no longer solely due to the weight of accumulated sediments. Instead, groundwater extraction, petroleum and natural gas extraction, and urban expansion have significantly accelerated subsidence.

Additionally, the study finds that coastal protection efforts have greatly reduced the erosion of the Delta coastline. The constructed breakwaters have successfully preserved and advanced the shoreline in their respective locations, while erosion and retreat have continued in the areas between these protective structures.

Keywords: Anthropogenic geomorphology – Anthropocene epoch – Nile Delta coastline changes – Hydraulic structures – GEE programming environment – Geographic Information Systems (**GIS**) – Remote sensing.