

الجغرافيا
ونظم
المعلومات
الجغرافية

التطور الجيومورفولوجي لمنطقة مصباح رشيد خلال القرن العشرين

د. مهديوح تهاى عقل

قسم الجغرافيا

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

١

٢

٣

٤

٥

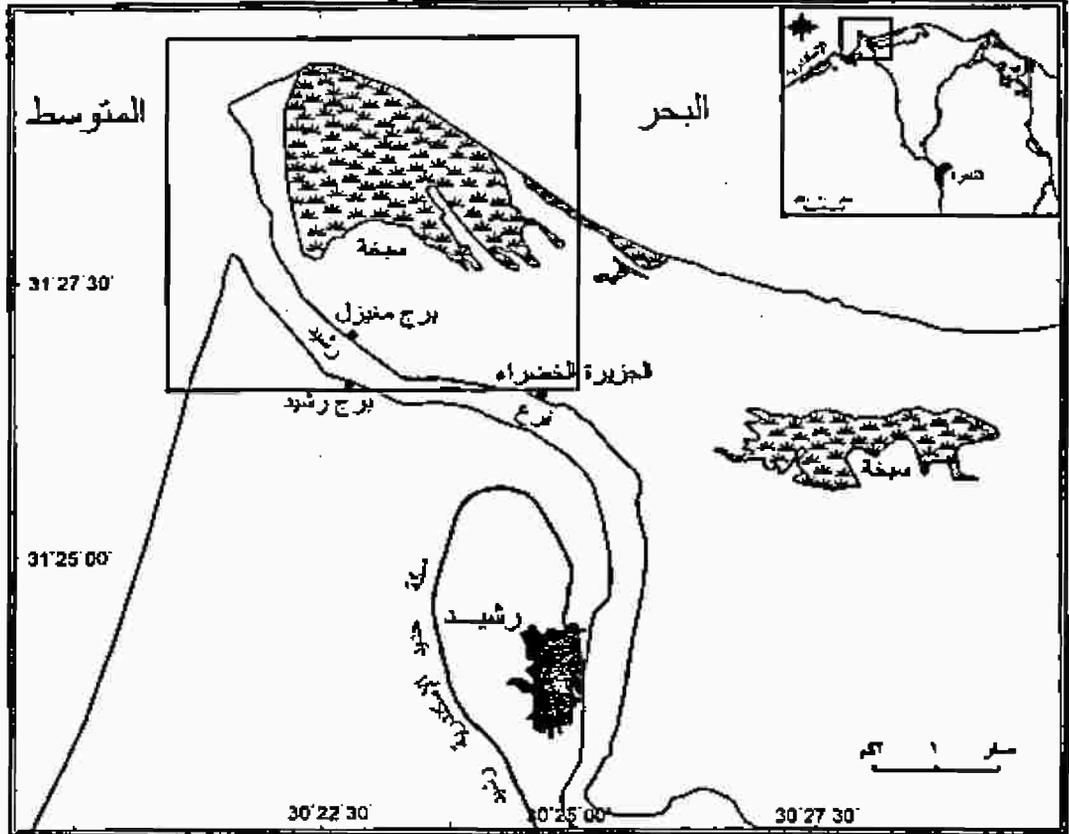
مقدمة :

تمثل منطقة مصب رشيد الطرف النهائى لفرع النيل الغربى (فرع رشيد) وتتميز بكونها أحد ثلاثة بروز تتوغل فى البحر، ومن ثم فهى ذات حساسية خاصة لعلاقتها بتأثير البحر التحاتى كراس أرضية متوغلة فى البحر. وتحتصر منطقة البحث بين خطى طول ٢٠ ٣٠.١٩ - ٢٥ ٢٠.٢٨ شرقاً، ودائرتى عرض ٢٩ ٣١.٢٦ - ٣٢ ٣١ شمالاً (شكل ١). وتتميز بانخفاض منسوب سطحها، ولا يتمثل بها من الظواهر الجيومورفولوجية سوى السبخات التى تنتشر بالقرب من خط الشاطئ، وبعض المسطحات الرملية ذات المساحات المحدودة التى هى بقايا إرساب بحرى/ نهري يتعرض الآن فى معظم أجزائه إلى عمليات النحت والتاكل. ومن هنا فإن هذه المسطحات الرملية تتكمش فى مساحاتها بمرور الزمن، فى حين أن السبخات القديمة التى كانت تشرف على خط الشاطئ ابتلعها البحر فى سلسلة طغيانه على منطقة المصب، وأصبحت جزءاً منه. وهى وإن كانت تخفى فى هذه الأجزاء، فإنها تظهر فى مناطق داخلية كانت أرضاً يابسة جافة. وإلى الداخل تظهر الأراضى الطينية السهلية التى تمثل الأراضى الحقيقية للدلتا، والتى تعاني الآن من اقتراب البحر منها بشدة، وفى تواصل لم ينقطع حتى الآن، بالإضافة إلى بعض الكثبان الرملية التى تأخذ شكل الكرمات الرملية أكثر من كونها كثباناً مثالية للشكل.

طبيعة المشكلة :

يمثل شاطئ الدلتا منطقة صراع أبدي بين قوى البناء المتمثلة فى الإرساب النهري بما يجلبه للنهر من حمولة متنوعة يكون قرارها النهائى أمام الشاطئ وتعمل على تقدم الدلتا على حساب البحر، وقوى الهدم المتأصلة ، وتوابعها والتيارات البحرية والمد والجزر. ويساعد هذا اليباس بالبحر ارتفاعاً أو انخفاضاً لأى منهما، بالإضافة

الشاطئ. وتتجسد المشكلة في أن شواطئ لطقا النيل تتعرض بصفة عامة لتأثير قوى الهدم (فعل البحر الهدام) بعد أن تراجع بشدة تأثير قوى البناء بسبب ندرة ما



المصدر: خريطة طبوغرافية اصطلح ١٩٨٢

شكل (١) الموقع العام لمنطقة الدراسة

يصل لتلك الشواطئ من رواسب نهريّة عن طريق فرعي النيل بعد إقامة المنشآت الاصطناعية بغرض التحكم في تكفق مياه النهر. وتزداد ضراوة عمليات الهدم على منطقة مصب رشيد لكونها رأس أرضية تتوغل في البحر (ولأسباب أخرى سوف نناقشها فيما بعد). ومن ثم فإن راييس منطقة المصب يتعرض للتراجع أمام الأمواج بمعدلات تتذر بالخطر. ولابد من السيطرة على العمليات البحرية حتى تتمكن من حماية الشواطئ المعرضة لعمليات النحت.

الدراسات السابقة :

اجتنب شاطىء الدلتا العديد من الباحثين الذين قاموا بدراسة فرادى وجماعات. وانه لمن الصعب سرد كل الدراسات التى وردت فى هذا الصدد، إذ أن المجال لا يتسع لذلك، ولكن من أبرز هذه الدراسات تلك التى يقوم بها معهد بحوث الشواطىء بعد أن انيط به مراقبة أحوال الشواطىء المصرية وبخاصة شاطىء الدلتا. فأجرى باحثوه العديد من الأبحاث الخاصة برصد خصائص حركة المياه وطبيعتها وتحركات خط الساحل وتحليل رواسب الشاطىء وقاع البحر أمام الشاطىء... إلخ. وهناك الدراسات الفردية مثل تلك التى قام بها أبو العينين (١٩٧٣م) وجاويش (١٩٨٨م) وأبو راضى (١٩٩٠م) والسيد (١٩٩٨م) وسالم (١٩٩٨م) بالإضافة إلى باحثين غير مصريين لعل أبرزهم Stanley and (1989, 1990) Warnه(1993). وقد تناولت هذه الدراسات تأثير العوامل المختلفة على شاطىء الدلتا عامة أو فى مناطق محددة، وخصائص الرواسب وتطور الشاطىء فى مراحل مختلفة. وهذه الدراسات رغم قيمتها العلمية الرفيعة، فإننا أمام ظاهرة ديناميكية سريعة للتغير، ونجد أنفسنا كباحثين- أمام صراع ضارى بين قوى التعرية البحرية والتهرية لا يتوازن عند حد معين، ومن ثم ف الساحل الدلتا يحتاج -ويستمرار- إلى جهود المزيد من الباحثين وذلك بسبب أهميته من الناحية الاستراتيجية والاقتصادية، بالإضافة إلى أن معدلات تغيره السريعة والأخطار الناشئة عن تراجعها إلى الداخل تفرض علينا دقة المراقبة واستيعاب دور العمليات المشككة، واستشراف المستقبل ومن ثم اقتراح الحلول.

أهداف للدراسة :

يمكن تحديد أهداف البحث فى النقاط الآتية :

- ١- دراسة تطور منطقة المصب بهدف تحديد مناطق ومعدلات التراجع وتحديد خطورتها.

- ٢- تحديد مدى خطورة العوامل المؤثرة على تآكل وترجع خط الشاطئ.
 - ٣- تحديد الحالات المورفودينامية لشواطئ منطقة المصب.
 - ٤- تقديم بعض الاقتراحات العملية التي قد تنفذ في حل هذه المشكلة.
- أساليب الدراسة :

اتباع الباحث عدة أساليب لتحقيق الأهداف السابقة منها :

- ١- تحليل الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والمرئيات الفضائية الرقمية في دراسة التطور الجيومورفولوجي للمنطقة. وقد اعتمد الباحث على الخرائط والصور الآتية :
- أ- خريطة الحملة الفرنسية لمنطقة مصب رشيد مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠ إصدار عام ١٧٩٨.
- ب- خريطة طبوغرافية لوحة رشيد III- VIN مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ إصدار مصلحة عموم المساحة عام ١٩٠٩م.
- ج- خريطة بحرية (الإسكندرية/ بورسعيد) مقياس ١: ٢٣٥,٤١ إصدار الأدميرالية البريطانية عام ١٩٢٦م.
- د- أربع لوحات طبوغرافية (مصب رشيد، طابية الفرش، كوم مشعل، برج مفيزل) مقياس ١: ٢٥,٠٠٠ إصدار مصلحة المساحة المصرية عام ١٩٢٢م.
- هـ- مجموعة خرائط طبوغرافية للمنطقة مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ إصدار إدارة المساحة العسكرية بالقاهرة عام ١٩٧٠م.
- و- مجموعة خرائط طبوغرافية للمنطقة مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ إصدار الهيئة المصرية العامة للمساحة عام ١٩٩٨م.
- ز- مجموعة صور جوية مقياس ١: ٤٠,٠٠٠ إصدار إدارة المساحة العسكرية بالقاهرة عام ١٩٥٠م.

ج- مجموعة مرئيات فضائية رقمية TM للقمر الصناعى الأمريكى لانصب Landsat مقياس ١ : ٧٥,٠٠٠ التقطت فى أعوام ١٩٨٤م، ١٩٩٧م، ٢٠١١م وللاستفادة من هذه الوسائل ثم اتباع الخطوات الآتية :

أولاً : معالجة الخرائط والصور الجوية والفضائية وضبطها:

١- بالنسبة للخرائط الطبوغرافية تم إجراء الآتى

أ- تم عمل مسح ضوئى Scan بدرجته وضوح 300 dpi (٣٠٠ نقطة فى البوصة المربعة).

ب- عمل تصحيح للإسقاط من خلال ربطها بنقاط تم رفعها من الميدان بجهاز GPS وضبطها على الإسقاط الآتى :

Projection UTM

Sphroid Helemrt

Datum Old Egyptian 1907

ج- تم عمل موزايك لمجموعة الخرائط الطبوغرافية لكل سنة على حدة.

٢- بالنسبة للصور الجوية فقد اتبعت نفس الخطوات السابقة.

٣- أما المرئيات الفضائية فقد تم اتباع الآتى :

أ- ضبط مساقط المرئيات الفضائية من خلال ربطها بالخرائط الطبوغرافية على نفس الإسقاط.

ب- عمل تصنيف للمرئيات لتوضيح الحدود الفاصلة بين الظواهر المختلفة لدقة

فصلها عن بعضها البعض وسهولة رسمها، وذلك من خلال برنامج Erdas

Imagine واختيار أنسب ثلاث طبقات (أطيان) Bands من الطبقات السبعة

الموجودة بكل مرئية. والطبقات المختارة هي ١، ٤، ٧ الممثلة للألوان الآتية:

الأحمر Red، والأخضر Green، والأزرق Blue.

ثانياً : تحديد ورسم الظواهر الجيومورفولوجية من مجموعة الخرائط والصور والمرئيات من خلال مجموعة طبقات معلومات Information Layers يحدد فيها مساحة ومحيط كل ظاهرة من الظواهر المختلفة المتمثلة في المنطقة.

ثالثاً : عملية إخراج الخرائط النهائية وذلك من خلال وضع خطوط الطول والعرض ومقياس الرسم ومفتاح الخرائط وأسماء الأعلام... الخ.

٢- لقيام برفع قطاعات مساحية للشاطئ ميدانياً باستخدام جهاز المحطة المساحية المتكاملة Total Station في عامي ٢٠٠٢، ٢٠٠٣ بغرض المقارنة والتحليل.

٣- جمع عينات من الرواسب وتحليلها حجمياً ومعدنياً بمعامل قسم الأراضي بكلية الزراعة- جامعة الإسكندرية بغرض التعرف على الحجم السائد وإدراك العلاقة بين حجم الرواسب وطاقة عمليات التشكيل السائدة.

٤- استخدام أسلوب التحليل الكمي والإحصائي كلما تطلبت الدراسة ذلك.

٥- الاستعانة ببرامج الكمبيوتر لمعالجة الصور الفضائية ولرسم الخرائط والقطاعات بكافة أنواعها وتحليل الأرقام إحصائياً ومعالجة الصور الفوتوغرافية. ومن أهم هذه البرامج المستخدمة: Arcview, Auto CAD 2000, Erdas Imagine V.8. 3., SPSS V. 8. statistica, Adope Photoshop V.6.

التطور المورفولوجي الحديث لمنطقة مصب رشيد

تمهيد :

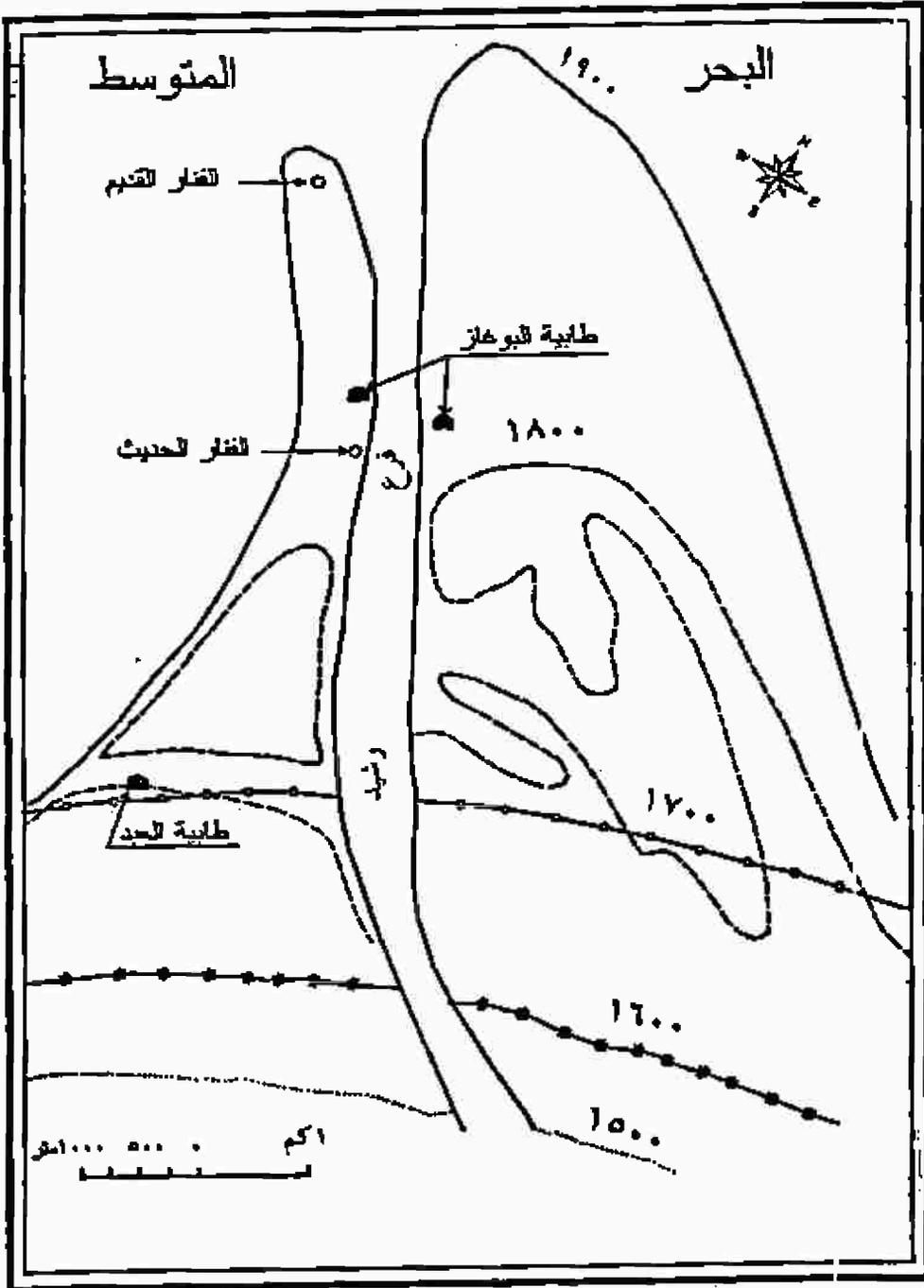
يشير إجماع الباحثين إلى أن شواطئ الدلتا كانت في نمو مستمر خلال القرون السابقة للقرن العشرين، وإن اختلفت معدلات هذا النمو من فترة إلى أخرى تبعاً للضوابط الجيومورفولوجية النهرية والبحرية والتوازنية. وتتواتر البيانات التاريخية لكي تؤكد على الزحف العمراني المستمر للمراكز العمرانية تجاه الشمال حتى بداية القرن العشرين. فقد بنى الإغريق مدينة ميتيليس (قوة

حاليًا) في القرن السابع قبل الميلاد لكي تكون ميناءً على فرع النيل. ثم بنى الرومان مدينة بوليبتين على الفرع البوليبتى (رشيد) في القرن الأول قبل الميلاد. ويرجح أن هذه المدينة كانت تقع إلى الجنوب من مدينة رشيد الحالية وعند تل أبو منصور (المصرى ٢٠٠٠ ص ٧٨).

ويجمع كثير من المؤرخين على أن مدينة رشيد أخذت موقعها الحالى فى عهد الخليفة العباسى المتوكل على الله عام ٨٧٠م (٢٥٦هـ) لتحل محل فوة التى أخذت تبعد تدريجيًا عن ساحل البحر بسبب الإرساب المستمر لطمي النيل على الشواطئ الشمالية (مبارك ١٣٠٥هـ ص ١١٥). وبغض النظر عن الجدل المحتدم بين المؤرخين بشأن تأريخ نشأة مدينة رشيد، فإننا نخرج بنتيجة مؤداها أن تقدم مصب رشيد فى البحر استدعى زحفاً عمرانيًا وراء هذا الامتداد، والذي بلغ متداره نحو ٢٥ كم هى المسافة الفاصلة بين المدينتين فوة ورشيد.

وقد تسارع تقدم مصب رشيد فى البحر بعد انطمار أفرع النيل فيما بين القرنين التاسع والعاشر الميلاديين، وبعد أن ساعدت هذه الأفرع فى ردم وإطماء مساحات كبيرة من المستنقعات والبحيرات والسبخات، فتركز التصريف والطمى فى فرع رشيد ودمياط فقط، ومن ثم ساعد ذلك على بناء جسرين للفرعين فى عمق البحر. هذا على الرغم من تأثير التيار الغربى للبحر المتوسط الذى يسهم بإعادة توزيع قدر من هذه الرواسب على سواحل الدلتا فى اتجاه الشرق، والذي عمل على استقامة شاطئ الدلتا إلى حد كبير. وكان التقدم بطيئاً فى البداية بعد تلاشى أفرع النيل القديمة وذلك بسبب انخفاض كمية للتصريف وبالتالي كمية الرواسب. فقد تقدم مصب رشيد فيما بين القرنين ١٦م، ١٧م كيلو متراً واحداً فقط (شكل ٢)، أى بمعدل سنوى قدره عشرة أمتار وقت أن كان فيضان النيل يقدر متوسطه بنحو ١٧,٥ ذراع. ثم تزايد المعدل بين القرنين ١٧م، ١٨م ليبلغ ضعف هذا القدر (٢٠ متراً سنوياً) وواصل تزايدده فى الامتداد نحو البحر فيما بين القرنين

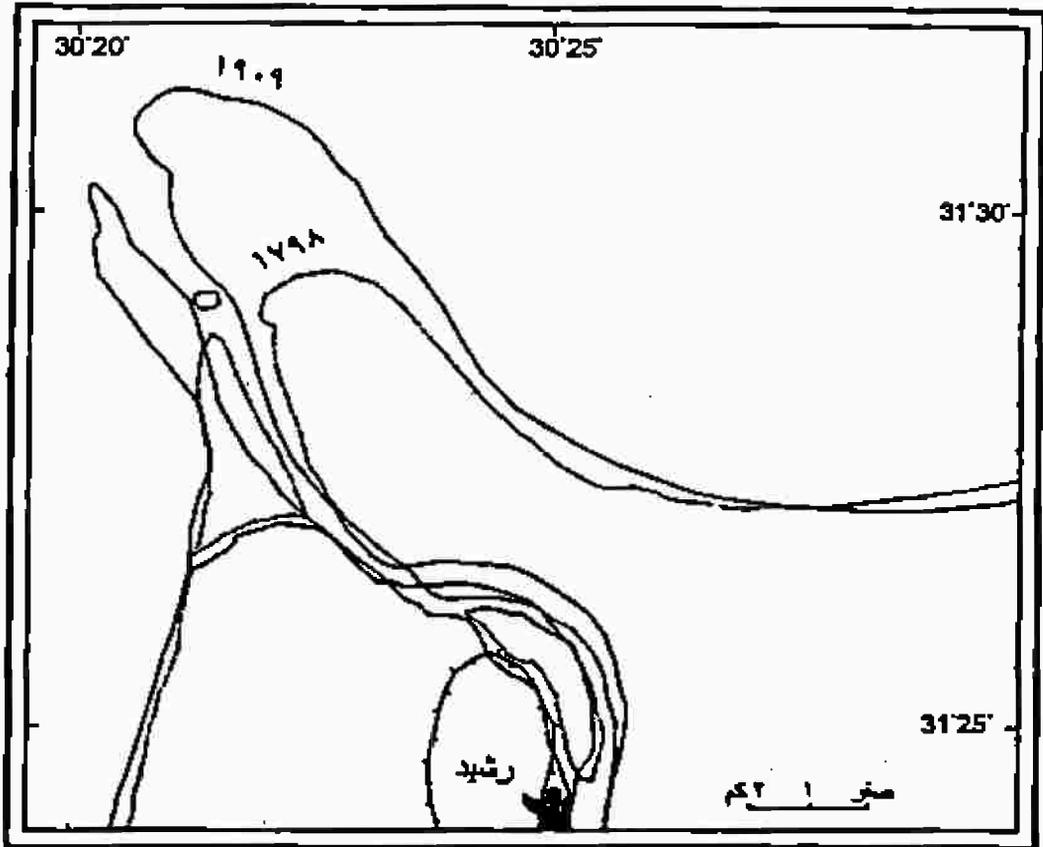
١٨م، ١٩م بمسافة ٣,٢٥ كم عن الفترة السابقة، وكان متوسط فيضان النيل في هذه الفترة ١٨ نراغاً.



المصدر: معهد بحوث التولاج - تقرير للنيل (١٩٦٠م)

شكل (٢) تطور مصب رشيد فيما بين ١٥٠٠-١٩٠٠م

ويبلغ الامتداد أقصاه فيما بين القرنين ١٨م، ٢٠م، إذ يوضح الشكل (٣) تطور خط الشاطئ فيما بين الحملة الفرنسية على مصر (١٧٩٨م) وبدايات القرن العشرين (١٩٠٩م) وتبين بالقياس على طول المحور الموازي لمجرى فرع رشيد أن رأس المصب امتدت في البحر لمسافة تقدر بنحو ٤ كم، أي بمعدل سنوي قدره ٤٠ مترًا. وكان متوسط فيضان النيل في هذه الفترة ٩,٢ (تراغًا^(١)). وخلاصة ما سبق أن مصب رشيد توغل في البحر منذ القرن السادس وحتى بداية القرن العشرين بنحو ١٠,٢٥ كم بمعدل سنوي قدره ٢٥,٦ متر.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على خرائط الحملة الفرنسية من خريطة طوبوغرافية لسنة ١٩٠٩

شكل (٣) تطور مصب رشيد فيما بين ١٧٩٨ - ١٩٠٩م

(١) تم حساب مسافات تقدم مصب رشيد اعتماداً على الشكل رقم (٢) أما بيانات فيضان النيل فمصدرها: وزارة الموارد المائية والري، إدارة توزيع المياه: سجلات غير منشورة، الجيزة.

التغيرات المورفولوجية أثناء القرن العشرين :

رأينا مما سبق أن في الفترة السابقة للقرن العشرين كان شاطئ الدلتا بصفة عامة ومنطقة مصب رشيد بصفة خاصة في نمو دائم ومستمر على حساب البحر. ولكن مع بداية القرن العشرين، تغير نمط التحكم في تصريف مياه نهر النيل عن طريق بناء خزان أسوان، ثم السد العالي، فضلا عن الإنشاءات الهندسية الأخرى المتمثلة في سلسلة القناطر، مما أثر على كمية وطبيعة تدفق التصريف والحمولة النهريّة. ومن ثم بدأت منطقة المصب تعاني من إغارة البحر عليها باكتساح مكوناتها، وتعرض خط الشاطئ للتآكل والتراجع. ويمكن تقسيم هذا التراجع إلى مرحلتين :

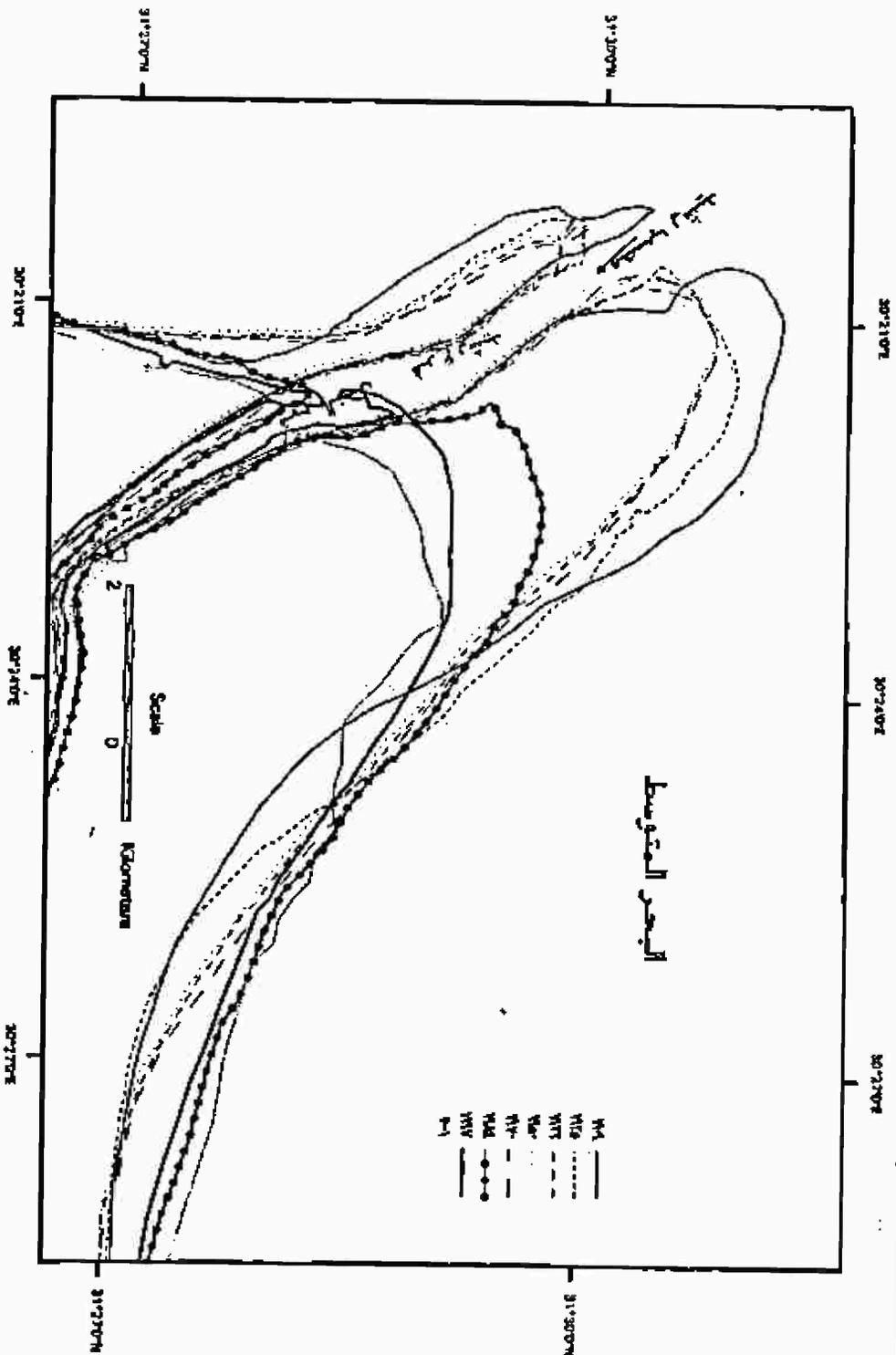
المرحلة الأولى (١٩٠٠ - ١٩٧٠ م) :

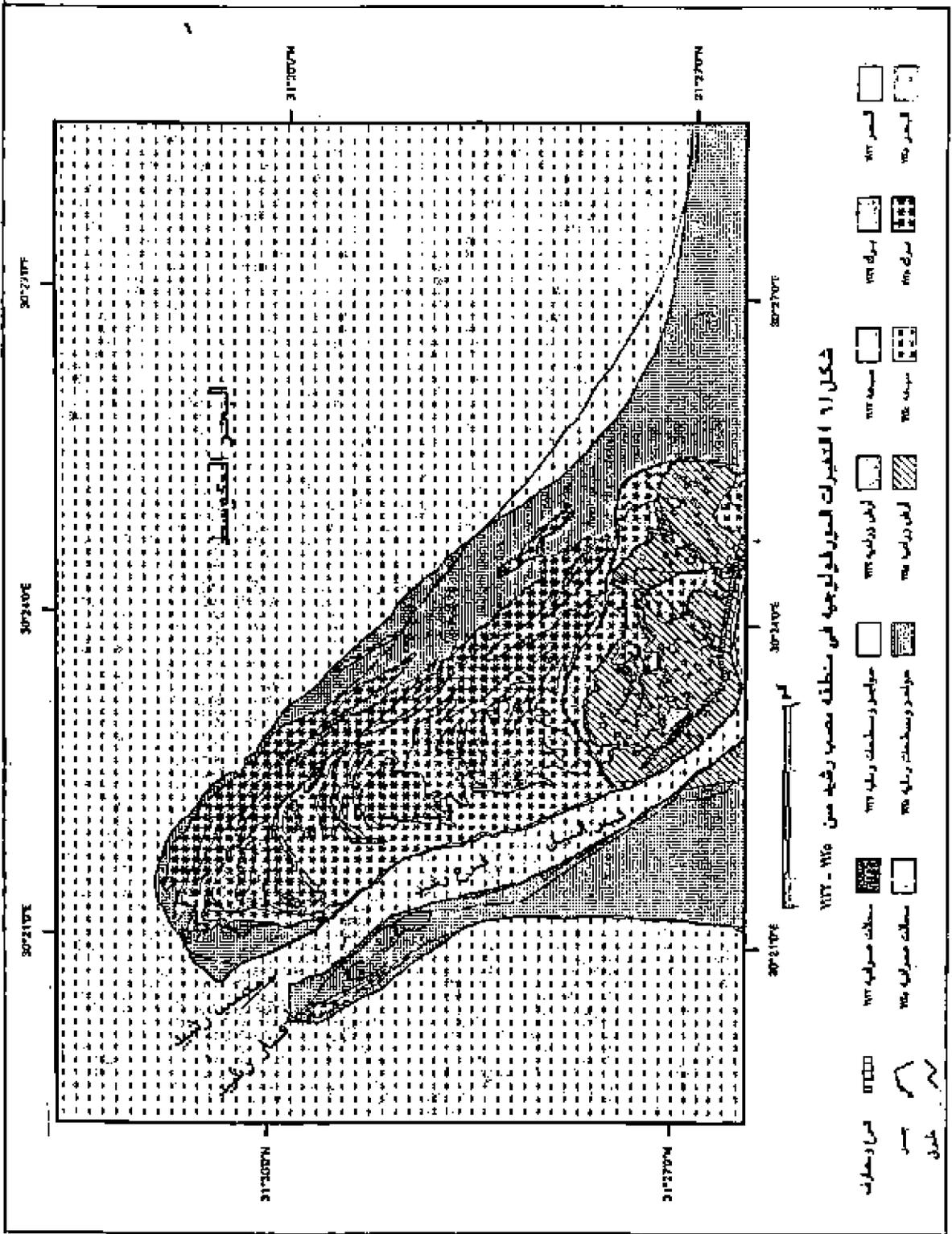
تبدأ هذه الفترة مع بدايات القرن العشرين وتنتهي مع الانتهاء من بناء السد العالي وبداية تأثيره الفعلي. ومنذ بداية هذه الفترة أنشئ خزان أسوان في عام ١٩٠٢م، وتمت تعليته في عامي ١٩١، ١٩٢٣م. وكانت النتيجة أن تم حجز جزء من مياه الفيضان والرواسب الفيضية أمام الخزان. وتكونت بحيرة استطالت حتى بلغت كاجدارتي على مسافة ٢٦٠ كم من الخزان. وبدأ خط الشاطئ عند مصب رشيد في التأثر بهذا الوضع. وتوضح الخرائط (أشكال ٤-٨) التغير في مورفولوجية منطقة مصب رشيد ونظراً لطول الفترة، فقد قام الباحث بتقسيمها إلى فترات ثانوية وفقاً لتوافر الخرائط التي حصل عليها، ويمكن إيجاز التغيرات التي طرأت على منطقة المصب فيما يلي:

١- يوضح الشكل (٥) التغير المورفولوجي لمنطقة المصب في الفترة بين ١٩٠٩ - ١٩٢٥م. ومنه يتبين مدى التراجع الذي بدأ يظهر على خط الشاطئ، حيث تآكل الحاجز الرملي على الجانبين الشرقي والغربي من رأس المصب، كما ضم البحر إليه الأطراف الشمالية من بركة البوص على الجانب الشرقي. وكان مقدار التراجع في الجانب الشرقي ٨٠٠م، وفي الجانب الغربي ٨٧٠م في الفترة المشار

أبيها (جدول ١). واستطاع البحر نحت مساحة تقدر بـ ٢٠,٧٨ كم^٢ من رأس اللسان
 الشرقي وجزئه الشمالي الشرقي وذلك بمعدل سنوي ١,٣ كم^٢.

شكل (٤) تطور خط شاطئ منطقة مصب رشيد بين عامي ١٩٥٩ - ٢٠٠١م





شكل ١٦ التغيرات المورفولوجية في منطقة مصب رشيد من ٧٣٢ - ٧٣٦

التطور الجيومورفولوجي لمنطقة مصب رشيد
دممدوح تهاصي عقل



شكل (٧) التغييرات المورفولوجية في منطقة مصب رشيد من ١٩٢٠ - ١٩٢٢

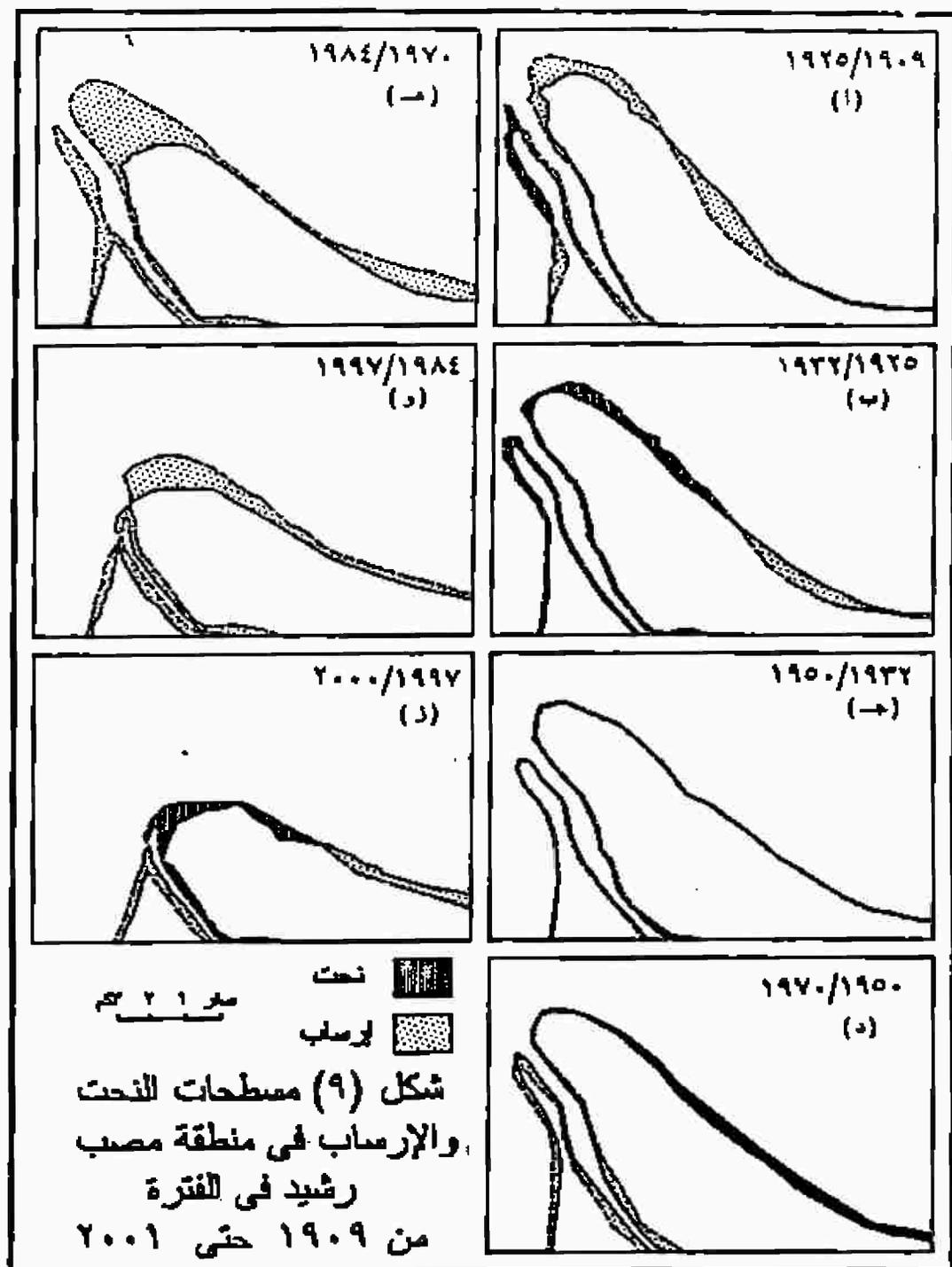
جدول (١) معدل التراجع فى منطقة مصب رشيد على طول المحور الموازى للفرع فيما بين ١٩٠٩-٢٠٠١

الجانب الغربى		الجانب الشرقى		الفترة للمنطقة
المعدل السنوى للتراجع (م)	مقدار التراجع (كم)	المعدل السنوى للتراجع (م)	مقدار التراجع (كم)	
٥٤,٣٧	,٨٧	٥٠,٠٣	,٨٠	١٩٢٥ / ٠٩
٤٧,٦٤	,٣٣	١٩,٠٦	,١٣	١٩٣٢ / ٢٥
٣,٧١	,٠٧	صفر	صفر	١٩٥٠ / ٣٢
٤,٧٢	,٠٩	صفر	صفر	١٩٧٠ / ٥٠
٢٩٥,٣٨	٤,١٣	٢٠٢,٧١	٢,٨٧	١٩٨٤ / ٧٠
١٠,٢٦	,١٣	٦٦,٧٠	,٨٧	١٩٩٧ / ٨٤
١٠٠,٠٥	,٤٠	٢٥٠,١٣	١,٠٠	٢٠٠١ / ٩٧

*المصدر : من عمل الباحث قياساً من الشكل (٤) بواسطة الحاسب الالى.

أما الجزء الغربى من المصب، فقد نحت البحر منه ٨,٨٩ كم^٢ من الرأس الشمالى والساحل الغربى بمعدل سنوى ٢٣ كم^٢. وكانت العمليات البحرية تحت من الرزوس الأرضية المتوغلة فى البحر، ولكنها كانت ترسب فى المناطق المحمية على الجانبين الشرقى والغربى من منطقة المصب. وفى الشاطئ الشرقى للجانب الشرقى من المصب، تم إرساب ١٩,٩٥ كم^٢، وفى الشاطئ الغربى للجانب الغربى من المصب إرساب البحر ٣,٦٤ كم^٢ فى الفترة الزمنية (١٩٠٩-١٩٢٥) وكانت المحصلة النهائية لعمليات التعرية^(١) لهذه الفترة سالبة، فقد استطاع البحر أن ينحت أكثر مما لرسب. وبلغت هذه المحصلة على الجانب الشرقى - ٨٣ كم^٢، وعلى الجانب الغربى - ٥,٢٥ كم^٢ (جدول ٢)، (شكل ١٩).

(١) محصلة عمليات التعرية هى الفرق بين مسطحات النحت (-) ومسطحات الإرساب (+)، وإذا كان الفرق سالباً فإن هذا يعنى أن المقطع من الياض (نواتج النحت) تفوق المضاف إلى الياض بالإرساب (نواتج الإرساب) والعكس إذا كان الفرق إيجابياً.



جدول (٢) مساحة التغير في منطقة التغير فيما بين ١٩٠٩-٢٠٠١ (كم^٢)

م	الفترة الزمنية	الجانب الشمالي						الجانب الجنوبي					
		محت	المعدل السنوي	إرساب "±"	المعدل السنوي	معملة	محت	المعدل السنوي	إرساب (+)	المعدل السنوي	معملة		
	١٩٢٥ / ٠٩	٢٠,٧٨	١,٣٠	١٩,٩٥	١,٢٥	٠,٨٣-	٨,٨٩	٠,٥٦	٢,٦٤	٠,٢٢	٥,٢٥-		
	١٩٣٢ / ٢٥	٢٠,٥٨	٢,٩٤	١٣,٢٩	١,٩٠	٧,٢٩-	٢,٧٢	٠,٥٢	صفر	صفر	٢,٧٢-		
	١٩٥٠ / ٣٢	١,٥١	٠,٠٨	١,٦٠	٠,٠٩	٠,٠١+	٠,٢٢	٠,٠١	١,٢٠	٠,٠٧	٠,٩٨+		
	١٩٧٠ / ٥٠	صفر	صفر	٩,٩١	٠,٤٩	٩,٩١+	٢,٣٨	٠,١٧	١,٢٤	٠,٠٦	٢,١٤-		
	١٩٨٤ / ٧٠	٦٠,١٧	٤,٢٠	٧٤,٤٤	١,٧٥	٣٥,٧٢-	١٨,٩٨	١,٢٦	٠,٣٥	٠,٠٣	١٨,٦٢-		
	١٩٩٧ / ٨٤	٤١,٦٠	٢,٢٠	صفر	صفر	٤١,٦٠-	٢,٠٧	٠,٢٤	صفر	صفر	٢,٠٧-		
	٢٠٠١ / ٩٧	٢,٠٩	٠,٥٢	١,٨٧	٠,٤٦	٠,٢٢-	٠,٩٨	٠,٢٤	صفر	صفر	٠,٩٨-		

المصدر : من عمل الباحث قياتاً من الشكل (٤) بواسطة الحاسب الآلي.

٢- يبين الشكل (٦) التغيير في منطقة مصب رشيد في الفترة من ٢٥ - ١٩٣٢ م. ويلاحظ من دراسة الشكل استمرار سلوك العمليات البحرية في النحت والإرساب. فقد استمر النحت أيضاً على الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية من الجانب الشرقي للمصب. وبلغ معدل التآكل السنوي ٢,٩٤ كم^٢، بإجمالي قدره ٢٠,٥٨ كم^٢. وتكرر نفس الشيء على الجانب الغربي، ووصل المعدل السنوي للتآكل ٥٣ كم^٢ بإجمالي ٣,٧٣ كم^٢. وكانت محصلة التعرية سالبة أيضاً، ولكنها كانت أكثر عنفاً، إذ بلغت -٧,٢٩ كم^٢، -٣,٧٣ كم^٢ للجانبين الشرقي والغربي على الترتيب (شكل ٩ ب). وترجع زيادة معدلات النحت في هذه الفترة عن الفترة السابقة إلى عدة أسباب نرجح منها ما يلي :

أ- شهدت الفترة الأولى (١٩٢٥ - ٠٩) تحولاً من البناء على حساب البحر، إلى التراجع بالنحت على حساب اليابس، وذلك بعد ظهور تأثير بناء خزان لسون. وعندما بدأ البحر في مهاجمة اليابس بذل قدرًا كبيراً من طاقته في اكتساح وإزالة الرواسب التي كانت ملجأه في منطقة الشاطئ البعيد Off-Shore، وبعد أن عمق هذه المنطقة، بدأ في مهاجمة خط الشاطئ ذاته، ومن ثم بدأ التأثير يتضح أكثر في الفترة اللاحقة (٢٥ - ١٩٣٢).

ب- في خلال هذه الفترة تمت تغطية خزان لسون، وهذا يعنى زيادة كفايته في حجز المياه والرواسب أمامه وخاصة في أوقات الفيضان.

٣- وفي الفترة المحصورة بين ٣٢ - ١٩٥٠ م (شكل ٧) حدث ما يشبه الثبات في خط الشاطئ، حيث بدأ ولأول مرّة إنشاء خزان لسون تفوق معدلات الإرساب على معدلات النحت، وإن تم هذا بنسب ضئيلة للغاية، فقد كانت محصلة التعرية على الجانب الشرقي +٠,١ كم^٢، وعلى الجانب الغربي +٠,٩٨ كم^٢. وتركز النحت على طول الشاطئ الشرقي للجانب الشرقي من المصب على طول شريط ضيق بلغ مقدار تراجع ٩,٩ م طوال الفترة الزمنية. أما الرأس الأرضية للمصب

والمتوغلة فى البحر فقد كانت ثابتة تقريباً ولم تتعرض للتراجع، فبينما لوحظ وجود شريطين من الإرسابات، أحدهما فى الجزء الشمالى الغربى من الجانب الشرقى، والثانى على هيئة شريط يمتد بموازاة الشاطئ الغربى من الجانب الغربى لمنطقة المصب، وبلغ متوسط النمو الإرسابى فى اتجاه البحر نحو ٧٠ مترًا.

٤- توقفت النحت تقريباً على طول الشاطئ الشرقى من الجانب الشرقى من منطقة المصب فى الفترة المحصورة بين ٥٠ - ١٩٧٠م (شكل ٨) وظهر شريط من الرواسب الرملية على طول الشاطئ بمتوسط قدره ١٩٩,٩م. وبلغت المساحة المضافة إلى اليابس نحو ٩,٩١ كم^٢ بمعدل سنوى قدره ٠,٤٩ كم^٢ (شكل ٥٩). أما الجانب الغربى من المصب، فقد تعرضت أطرافه الشمالية للإرساب، ويبدو أن الإرساب كان بفعل زيادة معدلات الإطماء التيلى حيث يوضح شكل (٨) نمو إرسابى على طول الضفة الغربية لفرع رشيد وامتدادها فى الرأس الغربية للمصب. ورغم ذلك فقد تعرض فنار رشيد للإغراق. أما الشاطئ الغربى لنفس المنطقة، فقد تعرض إلى النحت، حيث بلغ متوسط تراجع الشاطئ فى هذه الفترة نحو ٩٤,٤م بمساحة إجمالية قدرت بـ ١,٢٤ كم^٢، أى بمعدل سنوى ٠,٦ كم^٢.

المرحلة الثانية (٧٠-٢٠٠١) :

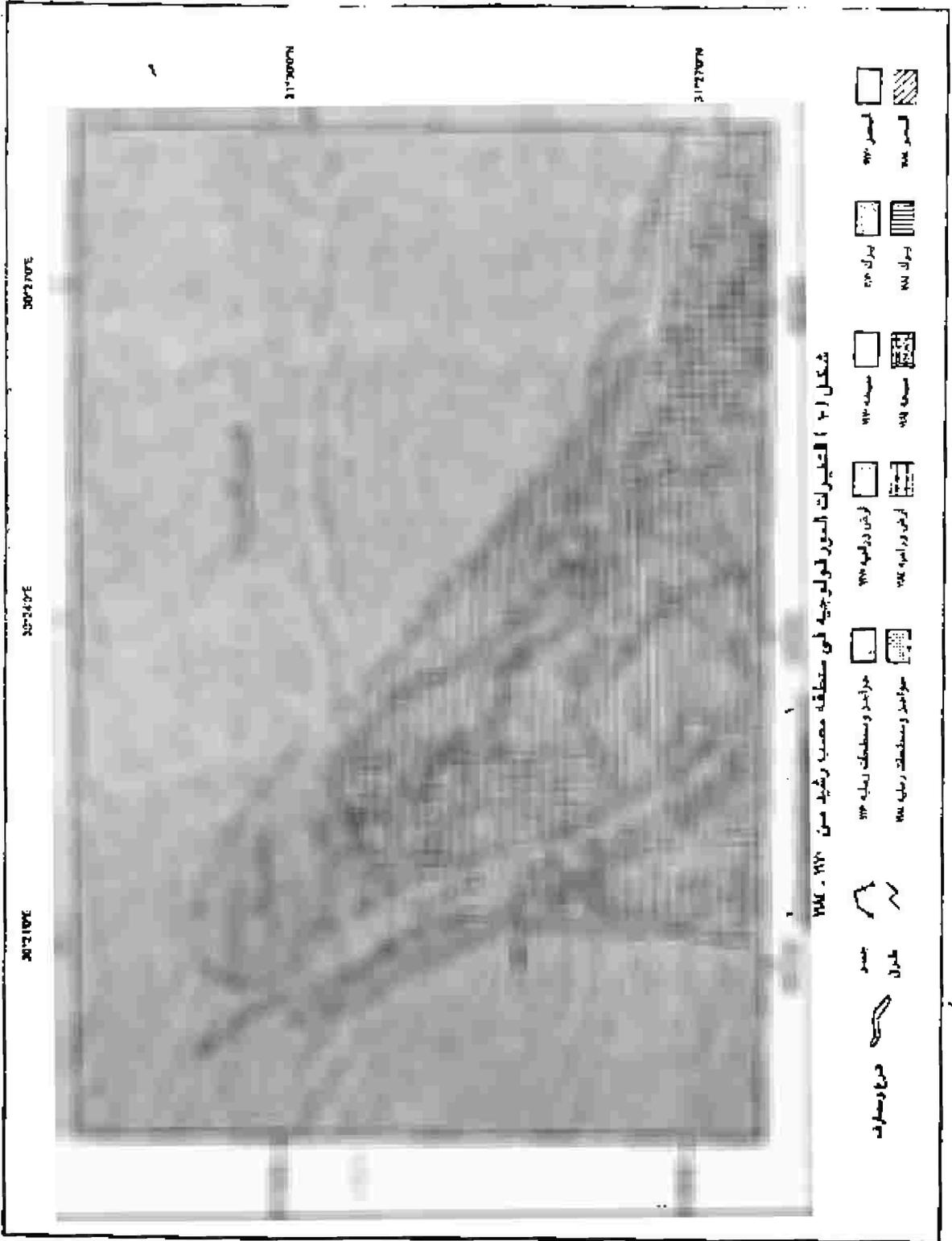
وهى وإن كانت تبدأ خرائطياً فى عام ١٩٧٠م (سنة إصدار الخريطة)، ولكنها تبدأ فعلياً قبل ذلك بسنتين على الأقل. وفيها حدثت تغيرات مورفولوجية فى منطقة المصب جد خطيرة. فقد بدئ فى إنشاء المد العالى فى أوائل العقد السابع من القرن العشرين، وتم الحجز للجزئى لمياه نهر النيل فى عام ١٩٦٤م. أما الحجز الكامل للمياه فكان فى عام ١٩٦٨م. ومن هنا تم التحكم الكامل فى مياه نهر النيل والذي أثر بصورة جلية على كمية التصريف الواصلة إلى مصب رشيد وكذلك كمية الحمولة النهريّة (حمولة القاع والحمولة العالقة) الملقاه أمام

الشاطىء، إذ تم حجز وترسيب نحو ٩٦,٩% من الحمولة النهرية أمام السد العالى. ويمكن تقسيم هذه المرحلة إلى فترتين :

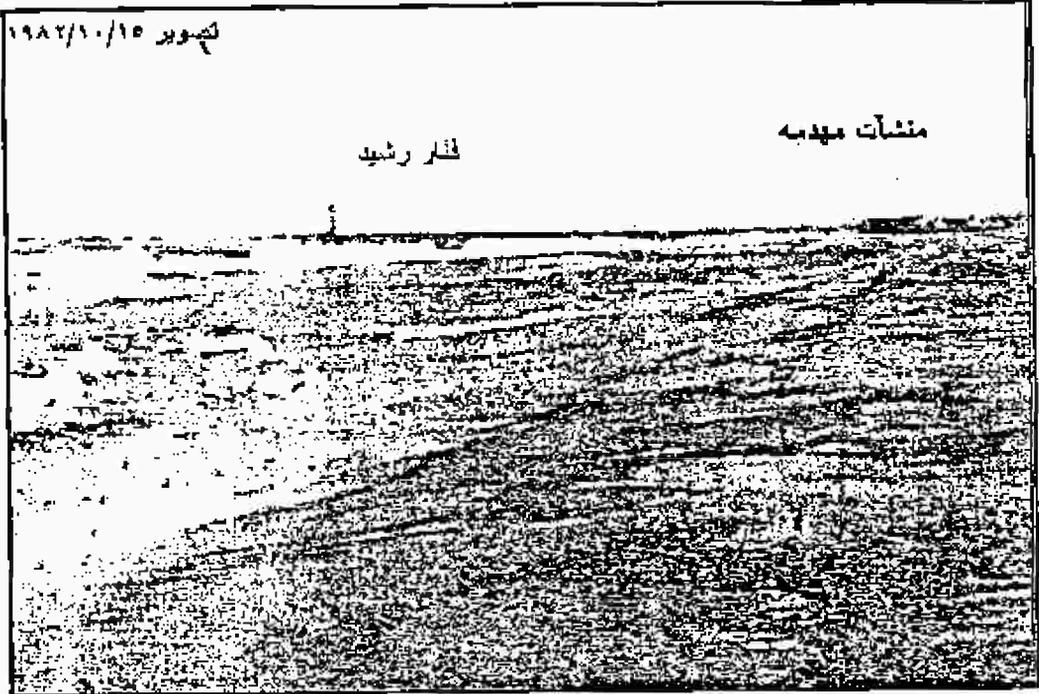
الفترة الأولى (١٩٧٠ - ١٩٨٤) :

١- يوضح الشكل (١٠) التغييرات المورفولوجية التى حدثت فى منطقة المصب فيما بين عامى ٧٠ - ١٩٨٤م. ومن دراسته يتبين أن للنحت البحرى وترجع خط الشاطىء بلغا شأواً لم يبلغاه من قبل، حيث تراجع خط الشاطىء بالجانب الشرقى على طول المحور الموازى لفرع رشيد حوالى ٢,٨٧ كم بمعدل سنوى بلغ ٢٠٢,٧١م. بينما تراجع نظيره الغربى بما يناهز ٤,١٣ كم، بمعدل سنوى ٢٩٥,٣٨م. وبالتالي بدلت مياه البحر تحيط بفنار رشيد الجديد وغمرته تماماً بدءاً من عام ١٩٧٩م ثم لفهار واختفى عن الأنظار فى عام ١٩٨٥م (صورة ١٠٢) علماً بأن هذا الفنار بنى على مسافة تبعد إلى الداخل عن الفنار القديم بنحو ٥ كم. واستطاع للبحر أن يكتسح الأراضى التى كانت تشغلها بركة البوص والمحيط السبخى الذى كان يلفها والحوالجز الرملية التى كانت تفصلها عن البحر. ولما أحس المزارعون للخطر قاموا بإنشاء جسر يبدأ من فرع رشيد غرباً ويمتد إلى الشرق بموازاة الأراضى الزراعية (شكل ١٠). واقتطعوا القسم الجنوبى من بركة الفليون والمعروف باسم عُراة العيد. وانكمشت بركة الفليون بسبب الإرسابات الرملية، كما اقتطع البحر أطرافها الشمالية. ووصلت المساحة التى أغار عليها البحر وحولها من يابس إلى قاع له إلى ٦٠,١٧ كم^٢ (شكل ١٠٩) بمعدل ٤,٣٠ كم^٢ سنوياً. أى أن البحر ابتلع مساحة من اليابس فى خلال ١٤ سنة تفوق ما لزاله منذ بداية القرن وحتى هذه الفترة (٧٠ سنة) بنسبة ١٤٠,٣٥%. أما الجانب الغربى من منطقة المصب فقد اكتسح البحر اللسان الأراضى الرسوبى الممتد بموازاة مجرى الفرع بمساحة قدرها ١٨,٩٨ كم^٢ بمعدل إزالة بلغ ١,٣٦ كم^٢ سنوياً. وتكرر سلوك العمليات البحرية فى طريقة التعرية كما سبق فى الفترات

السابقة. فتبدأ الأمواج فى الهجوم على اللسان الأرضى الرسوبى وتقوم فى نفس الوقت بالإرساب على المناطق الجانبية، ثم تقوم باكتساح ما أرسبته لكى تعاود الهجوم على اللسان الرسوبى مرة أخرى. وفى هذه الفترة ظهر شريط رسوبى واضح فى أقصى شرق منطقة الدراسة (شكل ١٠) وبلغت مساحته ٢٤,٤٤ كم^٢، ومن ثم كان محصلة ما فقد من أراضى الجانب الشرقى - ٣٥,٧٣ كم^٢. أما القسم الغربى فإن الشريط الرسوبى كان ضئيلاً جداً وبلغت مساحته ٣٥ كم^٢، وكانت محصلة التعرية - ١٨,٦٣ كم^٢. أى أن صافى ما اقتطع من أراضى منطقة المصب خلال هذه الفترة (١٤ سنة فقط) ٥٤,٣٦ كم^٢. وهذا يوضح مدى خطورة ما آلت إليه المنطقة.

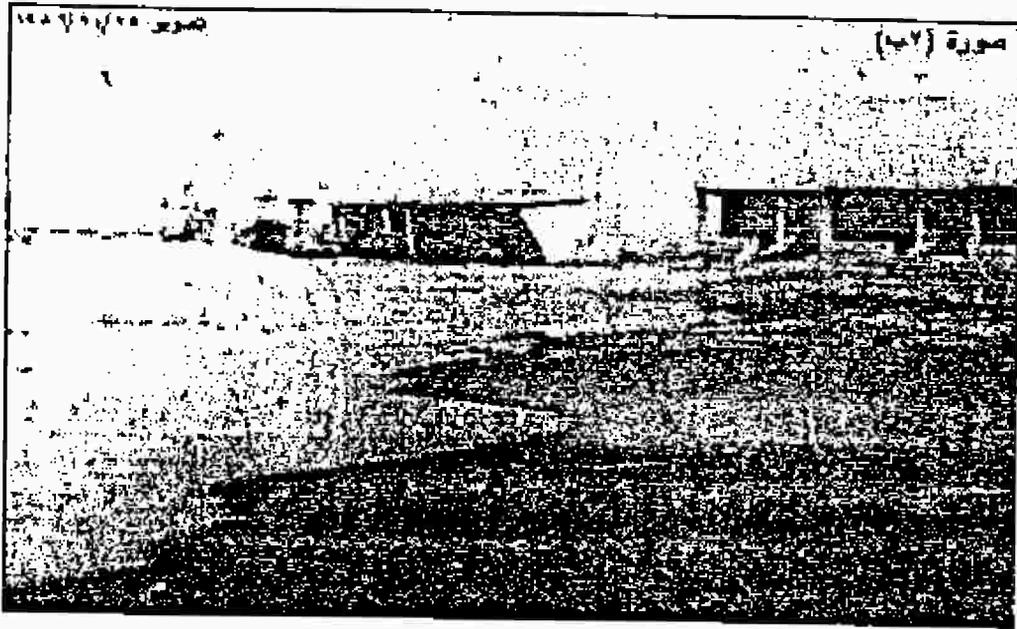


شكل (٦) الخيرات المورفولوجية في منطقة مصب رشيد من ١٧٢ - ٣٠٠

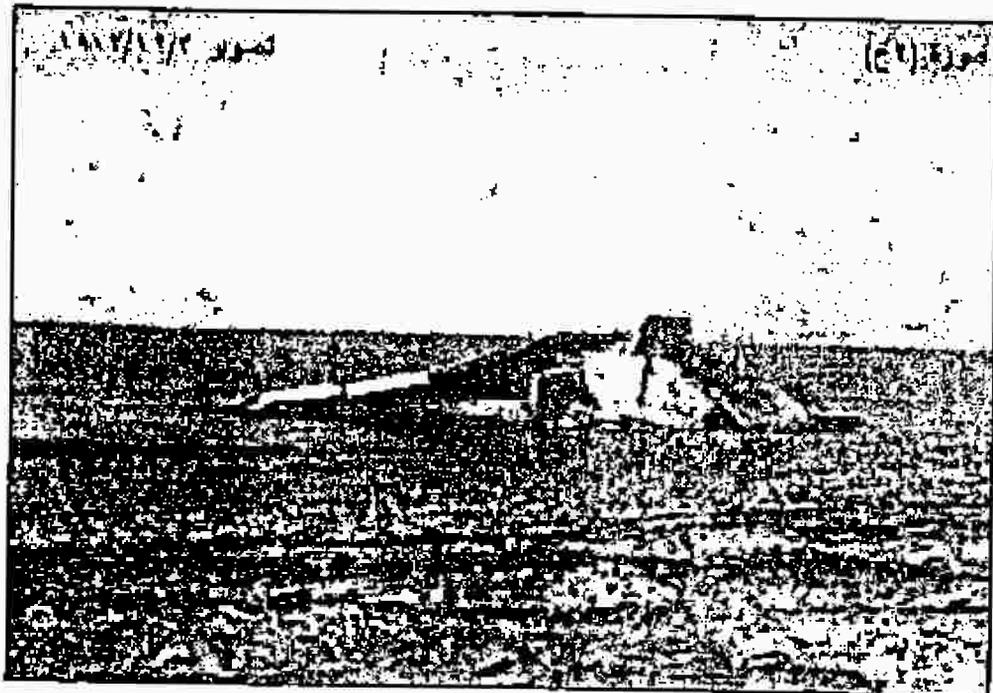


صورة (١) تراجع خط الساحل وانهيار المنشآت أمام هجوم الأمواج ويظهر فنار رشيد الحديث وقد انحطت به المياه





صورة (ب٢)



صورة (ج٢)

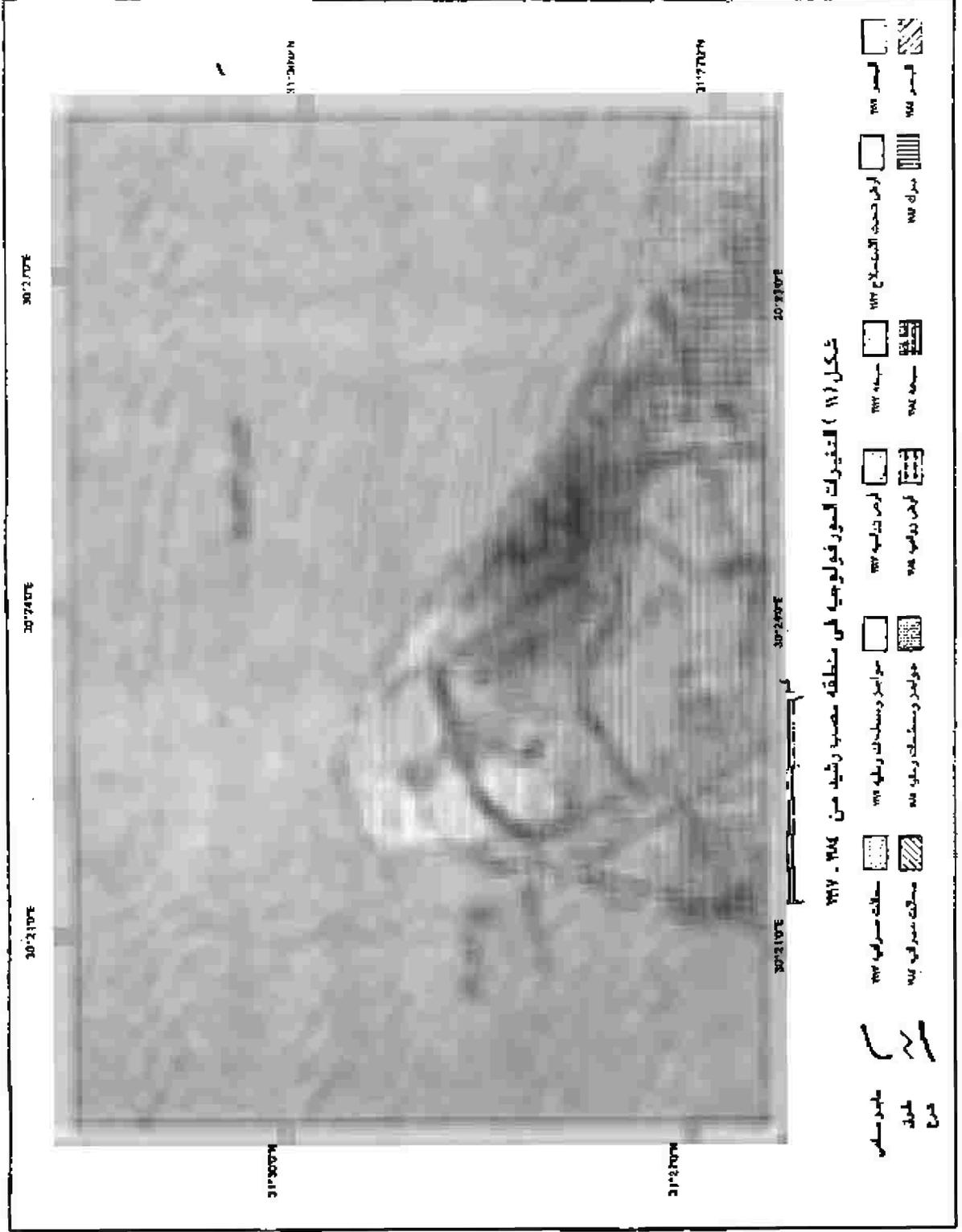
٢- ويؤكد الشكل (١١) استمرار التراجع فى خط الشاطئ فيما بين عامى ٨٤-١٩٩٧م وذلك لاستمرار الظروف المؤثرة فى المنطقة وإن خفت مظاهر النحت نسبياً. فقد تراجع الشاطئان الشرقى والغربى للمصب بمقدار ٣٠٢م، ١٣٣م على التوالى. وكان متوسط التراجع أكبر بالنسبة للرأس الأرضى المتوغل فى البحر حيث بلغ هذا المتوسط ١٠٦٦م. وأصبح فنار رشيد فى ذمه التاريخ (اختلف تماماً عام ١٩٨٥م)، وابتعد عنه خط الشاطئ فى عام ١٩٩٧م بنحو كيلو متر واحد تقريباً. وتوقف الإرساب فى المنطقة المدروسة تماماً، وإن كان موجوداً خارج نطاق منطقة الدراسة (شكل ١٢). وبلغت مساحة الأراضى المتأكلة على الجانب الشرقى ٤١,٦ كم^٢، فى حين قدرت على الجانب الغربى بنحو ٣,٠٧ كم^٢. وعلى الرغم من ذلك، فقد اتسعت مساحة الأراضى الزراعية المستصلحة حديثاً، حيث تخطى المزارعون جسر الدوار وانتطعموا القسم الغربى من بركة الغليون التى أرسبت الرمال فوق قاعها بفعل للرياح، واستصلحوا هذه الأراضى وقاموا بزراعتها. وحدث نفس الشيء أرضاً على الجانب الغربى أمام قرية برج مخيزل. ولاشك أن هذه الأراضى مهددة بالبوارج بسبب ارتفاع نسبة الملوحة وزحف مياه المستنقعات الشمالية تجاهها وخاصة فى فصل الشتاء حينما تغلج أمواج العواصف منسوب الأراضى الواطنة خلف خطى الحماية وتغمر هذه الأراضى بمياه البحر (صورة ٣).

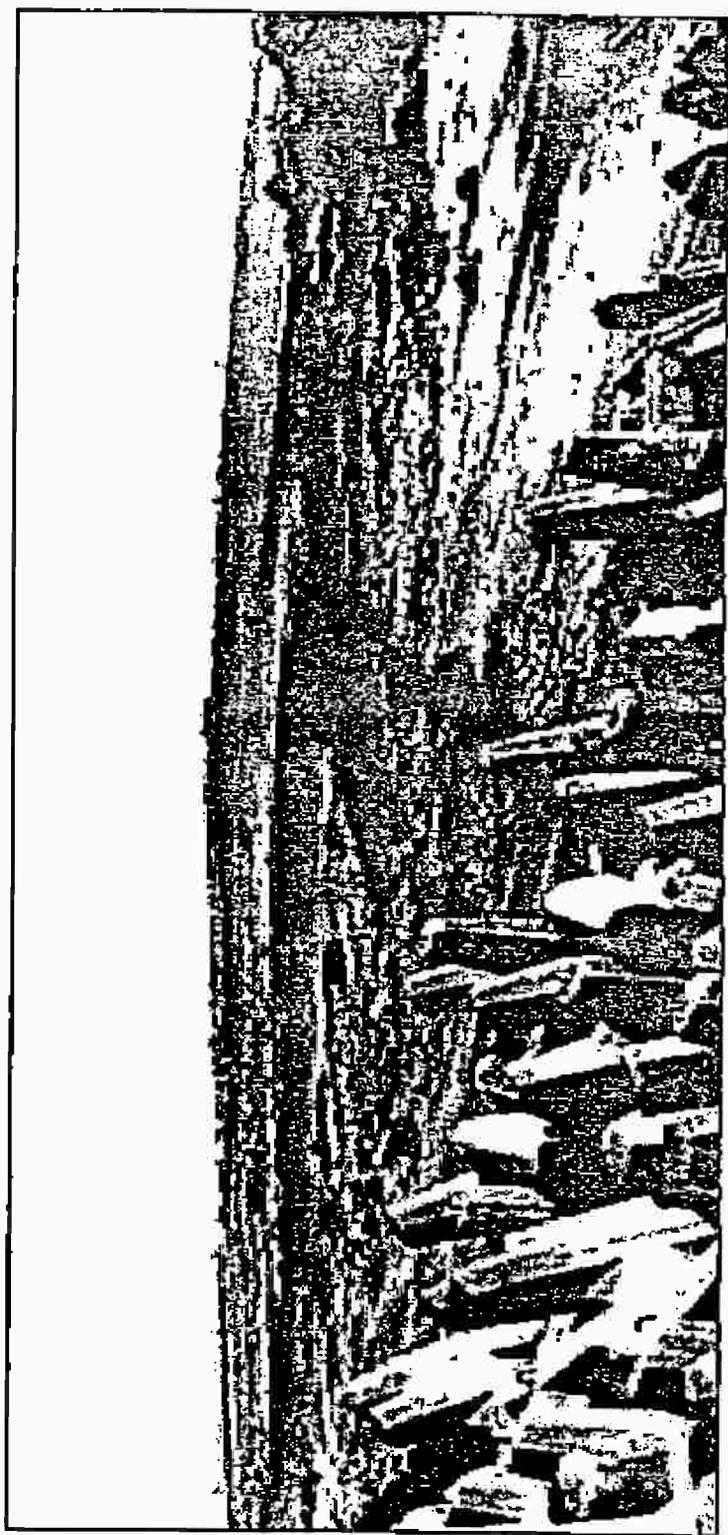
التغيرات الآتية (الحالية) :

وتمتد هذه الفترة من عام ١٩٩٧م حتى كتابة سطور البحث. واستطاع البحر أن يزيل الشاطئ الرملى الذى كان يقع أمام خط حماية الشاطئ الذى أقامته الجهات المعنية^(١) يومن ثم أزيلت الرواسب الرملية تماماً وأصبحت الأمواج

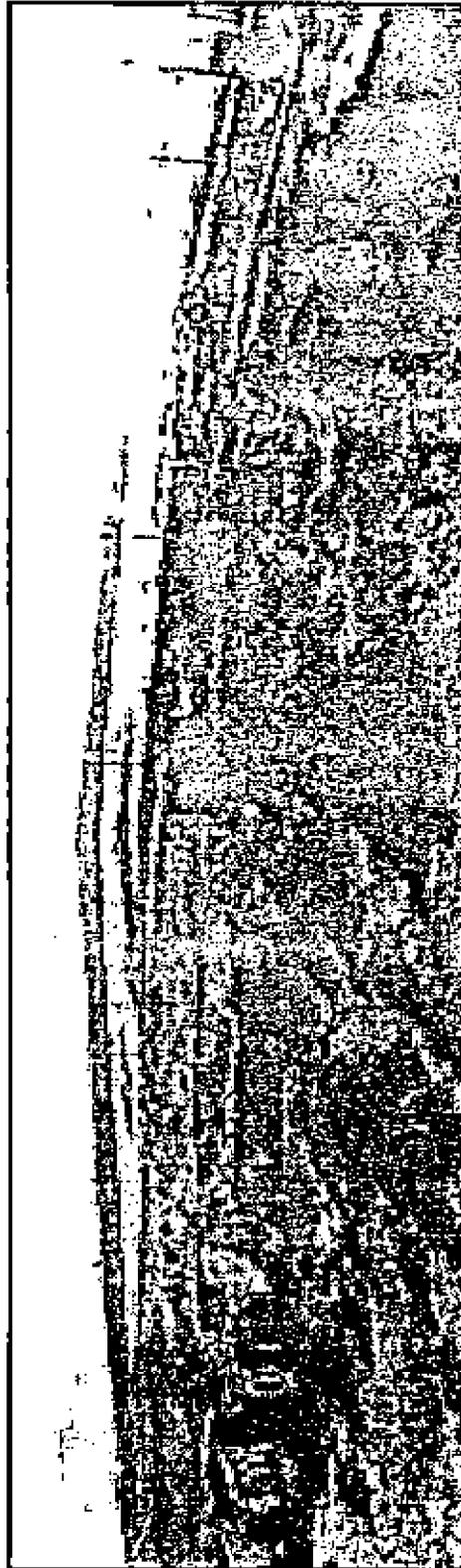
(١) تم إنشاء حاجز لحماية الشاطئ من كتل الدولوس Dolos واستغرق الإنشاء الفترة من ٨٦-١٩٩١. ويبلغ ارتفاع الحاجز ١٢ مترًا ستة منها تغلج سطح البحر ومثلها أسفل سطح البحر ويبلغ طول الحاجز الغربى ١,٥ كم بينما يمتد الحاجز الشرقى لمسافة ٣,٥ كم، باتساع يبلغ متوسطه ٦٠ مترًا.

تضرب قواعد الكتل الخرسانية مباشرة (صورة ٤). ثم قامت الأمواج بمهاجمة الشاطئ من النهاية الشرقية لخط الحماية الشرقى مما تسبب عنه تراجع الشاطئ فى هذه المنطقة بنحو ١٠٠م تقريبًا. وقامت التيارات البحرية والتيارات الدفع بحمل ودفع الرواسب وإلقائها بالطرف الشرقى من منطقة الدراسة (شكل ٤). أما الجزء الغربى فتكرر نفس الوضع تقريبًا، حيث قامت الأمواج بالالتفاف حول نهاية الطرف الغربى لخط الحماية وكونت خليجًا بحريًا صغيرًا نتيجة لنحت وإزالة الرواسب (صورة ٥). وقد نقلت المواد المنحوتة وأعيد إرسابها أمام الشاطئ الجنوبي الغربى من المنطقة (خارج منطقة الدراسة). وقد بلغت مساحة الرواسب المكتسحة خلال هذه الفترة ١٠,٥٧ كم^٢ من الجانب الشرقى بمعدل سنوى قدره ٢,٦٤ كم^٢، و ٢,٢ كم^٢ من الجانب الغربى بمعدل سنوى ٠,٥٥ كم^٢. وتراجع خط الشاطئ لمسافة ١,٥ كم، ٩ كم للجانبين الشرقى والغربى على التوالى خلال الفترة من ١٩٩٧م وحتى عام ٢٠٠١م.

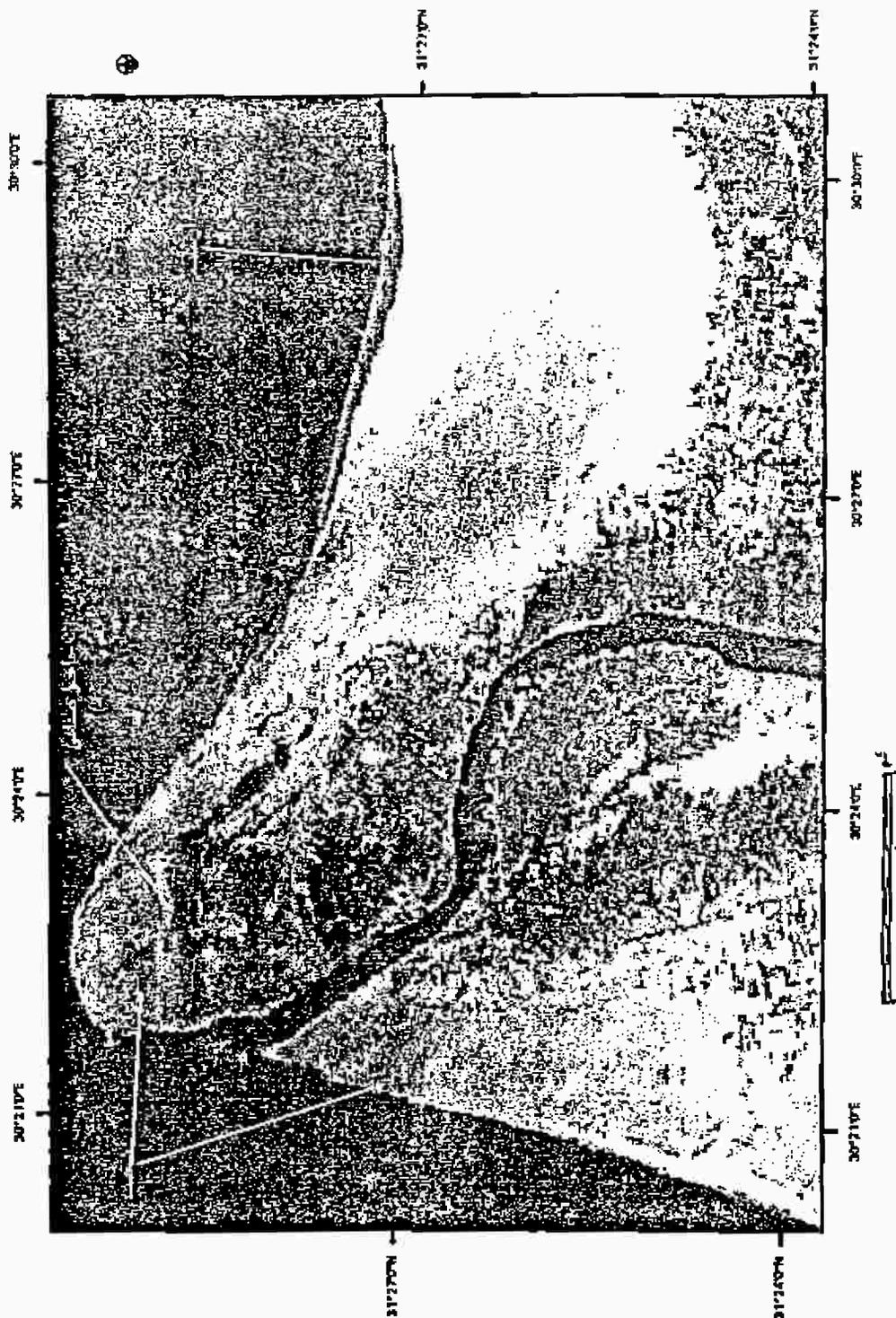




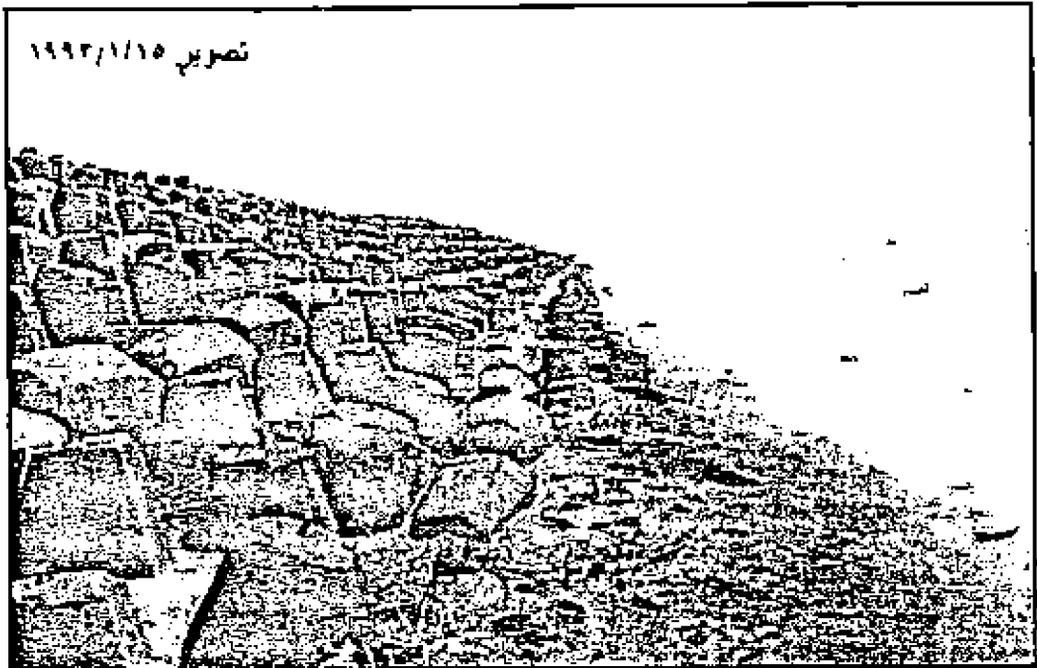
صورة (١٢) مستنقع لصلي خلف خط الحماية القري



صورة (٣ ب) المستنقعات جنوبي غربي خط الحماية الغربي



شكل (١٦) صورة فضائية معالجة لمريتين من عامي ١٩٨٤ - ١٩٨١ توضح المنطق التي تتعرض للتآكل والارباب في منطقة مصب رشيد



صورة (٤) صورة الشاطئ الأمامي أمام الحاجز الغربي (اعلا) وقد أجهزت عليه الأمواج (اسفل)

الخلاصة :

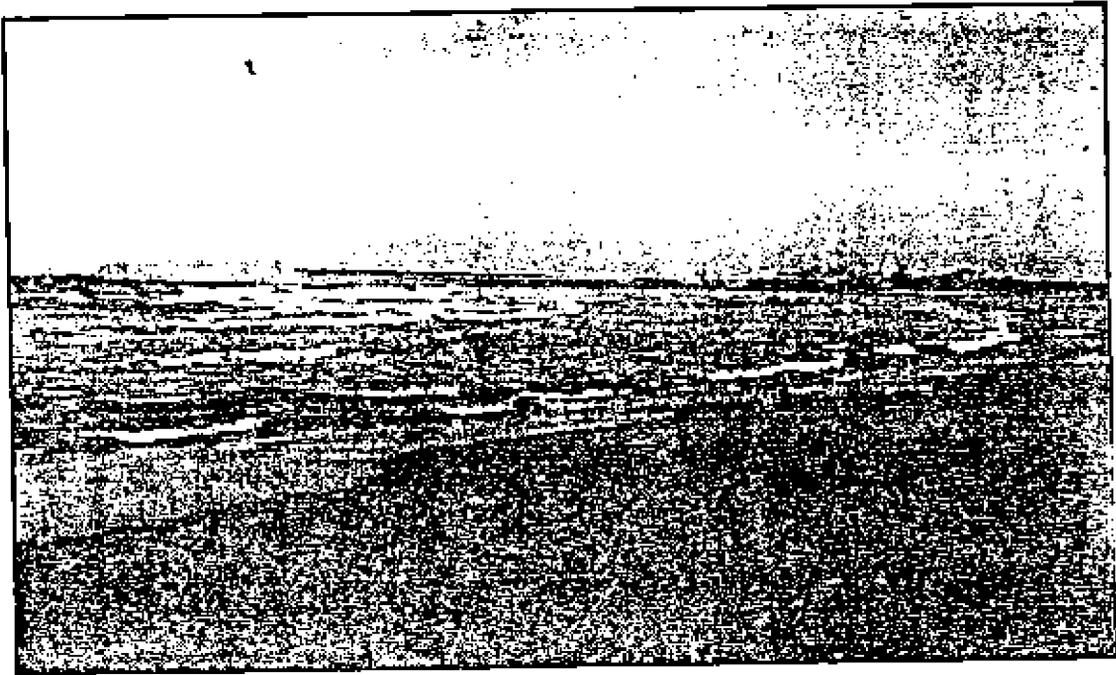
من دراسة التطور المورفولوجي وتغير خط الشاطئ في منطقة مصب رشيد خلال القرن العشرين، يمكن إجمال الملاحظات التالية :

١- أن منطقة مصب رشيد (وشاطئ الدلتا عامة) كانت في نمو مستمر على حساب البحر حتى بداية القرن العشرين.

٢- توقف النمو وانتقل إلى تراجع في خط الشاطئ مع بدايات القرن العشرين حيث بنى سد أسوان. وكان التراجع محدودًا حتى بداية العقد الثامن من القرن العشرين، ولكنه تميز بالاستمرار وإن اختلفت معدلاته. وكان إجمالي تراجع اللسان الشرقي على طول المحور الموزي لمجرى الفرع خلال القرن العشرين ٦٧,٦٥ كم، بينما بلغ نظيره الغربي ٦٠,٠٢ كم.

٣- منذ الانتهاء من بناء السد العالي (١٩٦٨م) اتضحت شراسة البحر في التأثير على منطقة المصب، حيث حرمت من مصادر بلانها (الحمولة النهريّة) بصورة تكاد تكون كلية.

٤- تكرر سلوك عمليات التعرية البحرية في كنيّة مهاجمة منطقة المصب سواء في حالتى الشدة أو الهدوء النسبى. وهذا السلوك يبدأ بمهاجمة البروز الأرضى (اللسان) المتوغل لى البحر والإرساب فى المنطقتين الجانبيتين، ثم يكاد يتوقف اللحت على اللسان إلى أن يتم إزالة ما تم إرسابه على الجانبين، وتكرر العملية مرة أخرى وهكذا.



صورة (٥) استطاعت الأمواج تحت الطرف الغربي من خط الحماية الغربي وتكون خليجا بحريا. (لاحظ تلام الأمواج في شكل قوسى يوازي ساحل الخليج)

٥- يتعرض خطا الحماية إلى التقاف الأمواج حولها من ناحية طرفيها الشرقي والغربي، وإذا استمر هذا الوضع فإتبعها سيتحولان إلى جزيرة أمام الشاطئ مثل المنشآت التي كانت تقع على الشاطئ.

العوامل المتحكمة في التغير المورفولوجي لمنطقة المصب

رأينا من العرض السابق أن منطقة مصب رشيد تعد من المناطق الحية ذات التغير الدائم وفقا للمتغيرات المتحكمة في هذه المنطقة وبخاصة فيما يتعلق بالقوى البحرية والقوى النهرية. وسوف نناقش فيما يلي أهم العوامل المتحكمة في خط الشاطئ في منطقة المصب.

١- العوامل البحرية (فعل البحر)

ويقصد بذلك حركة المياه فى منطقة الشاطئء والمتمثلة فى الأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر.

أ- الأمواج :

تعد الأمواج أحد أهم العوامل المؤثرة فى تشكيل السواحل نحتاً وإرساباً. وقد قام الباحث بقياس الأمواج ميدانياً فى منطقة الدراسة، ولكنه أثر الاعتماد على البيانات الواردة فى تقارير وأبحاث معهد بحوث الشواطئء وذلك لكونها أكثر دقة واستمرارية لفترات زمنية أطول. ويوضح الجدول رقم (٣) والشكل رقم (١٢) بعض خصائص الأمواج فى منطقة مصب رشيد. ومن دراستهما يمكن استنتاج الآتى :

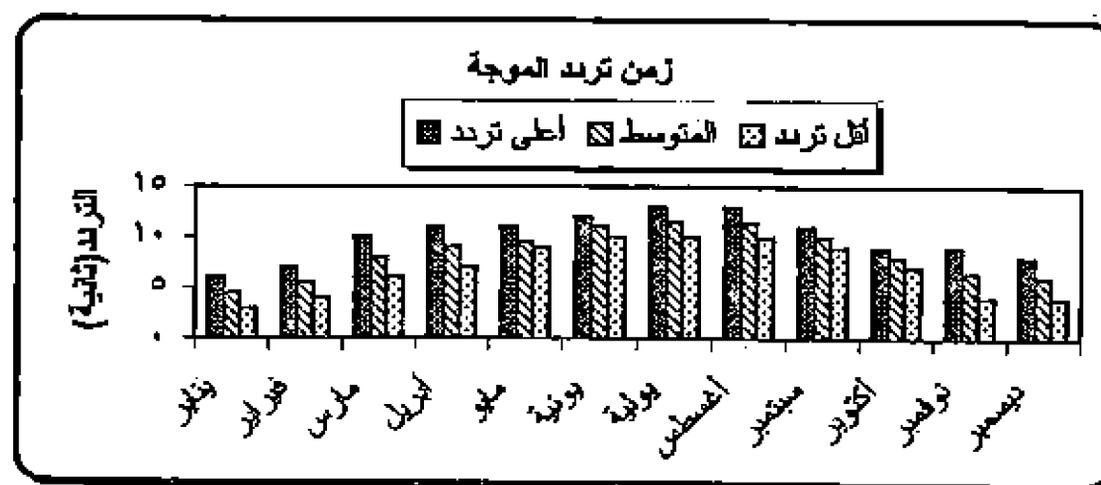
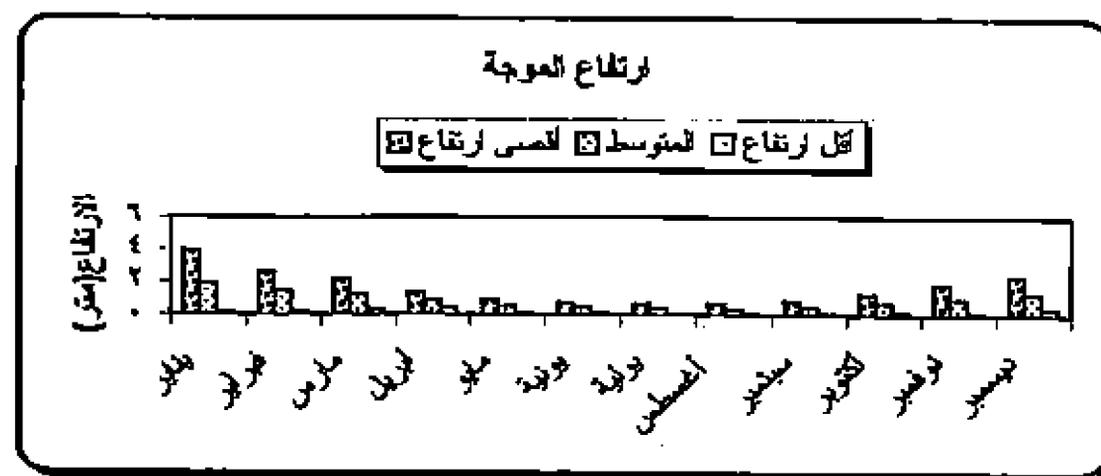
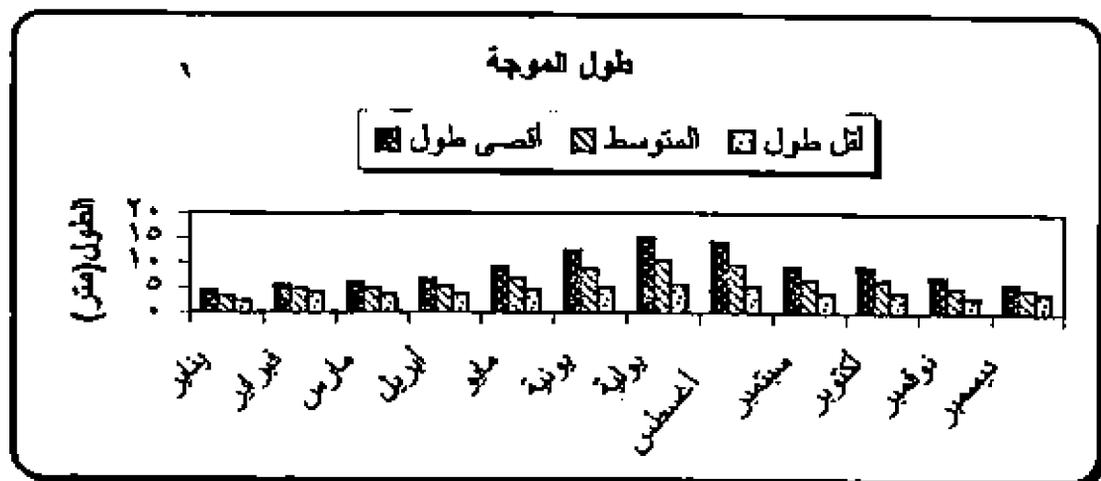
١- يبلغ المتوسط العام لأطوال الأمواج فى منطقة مصب رشيد ٦,٤٩م، ويصل أقصى طول للأمواج ١٥,١م، وذلك فى شهر يوليو، بينما ينخفض لأقصى طول للأمواج فى أشهر الشتاء ويبلغ أدناه فى شهر يناير (٤,٣٨م).

٢- يتباين ارتفاع الأمواج تبايناً كبيراً بين الشتاء والصيف، فيبقى المتوسط العام لأشهر الشتاء ١,٥٥م، بينما ينخفض ارتفاعها إلى ٠,٤٠م فى أشهر الصيف.

جدول (٣) بعض القياسات الخاصة بالأمواج لى منطقة مصب رشيد "١٩٨٨-٢٠٠٠"

البيد الأمواج	بردد المرحلة "متيرة"				ارتفاع المرحلة "متيرة"				طول الموجة "متيرة"			مختص الأمواج البيد
	المتوسط	أقل تردد/ث	أعلى تردد/ث	المتوسط	أقل ارتفاع	أقصى ارتفاع	المتوسط	أقل طول	أقصى طول			
ش/ع/ش/ع	٤,٥	٣	٦	١,٨٥	٠,٢٢	٢,٩٧	٢,٤٤	٤,٤٤	٤,٢٨	٤,٢٨	٤,٢٨	متيرة
ش/ع/ش/ع	٥,٥	٤	٧	١,٤٢	٠,٢٠	٢,٦٤	٤,٧٨	٤,١٢	٥,١٢	٥,١٢	٥,١٢	متيرة
ش/ع/ش	٦,٠	٦	١٠	١,٢٢	٠,١٩	٢,١٥	٤,١٥	٢,٧٨	٦,١٢	٦,١٢	٦,١٢	متيرة
ش/ع/ش	٦,٠	٧	١١	٠,٨٤	٠,٢٦	١,٢٢	٥,٢٢	٢,٨٢	٦,١٢	٦,١٢	٦,١٢	أمتيل
ش/ع/ش/ك	٦,٥	٩	١١	٠,٥٢	٠,١٢	٠,٨٢	٦,٩٢	٤,٥١	٦,٣٥	٦,٣٥	٦,٣٥	متيرة
ش/ك/ش/ع/ك	١١	١٠	١٦	١,٤٥	٠,١٦	١,٧٨	٨,٨٥	٥,٢٢	١٢,٤٨	١٢,٤٨	١٢,٤٨	متيرة
ش/ع/ك/ش/ك	١١,٥	١٠	١٣	١,٣٨	٠,٠٩	٠,٦٧	١٠,٤٥	٥,٨٠	١٥,١٠	١٥,١٠	١٥,١٠	متيرة
ش/ع/ك/ش/ك	١١,٥	١٠	١٣	٠,٣٨	٠,٠٨	٠,٦٨	٦,٧٨	٥,٢٢	١٤,٢٢	١٤,٢٢	١٤,٢٢	المتوسط
ش/ع/ش/ك	١٠	٩	١١	٠,٤٧	٠,٠٩	٠,٨٥	٦,٨٠	٤,١٢	٩,٤٧	٩,٤٧	٩,٤٧	متيرة
ش/ع/ش/ع	٨	٧	٩	١,٧١	٠,١٧	١,٢٥	٦,٦٤	٤,٠٣	٩,٢٥	٩,٢٥	٩,٢٥	متيرة
ش/ع/ش	٦,٥	٤	٦	٠,٨٨	٠,١٦	١,٨٤	٥,١٢	٢,٠٩	٧,١٥	٧,١٥	٧,١٥	متيرة
ش/ع/ش/ع	٦	٤	٨	١,٣٧	٠,٢٧	٢,٣٧	٤,٩٢	٢,٩٨	٥,٨٦	٥,٨٦	٥,٨٦	متيرة
-----	٨,٤	٦,٩	١٠	١,٥٨	٠,١٩	١,٦٦	٦,٤٩	٢,٩٤	٨,٧١	٨,٧١	٨,٧١	المتوسط

المصدر : جمع من عدة تقارير داخلية - معهد بحوث الشواطئ.



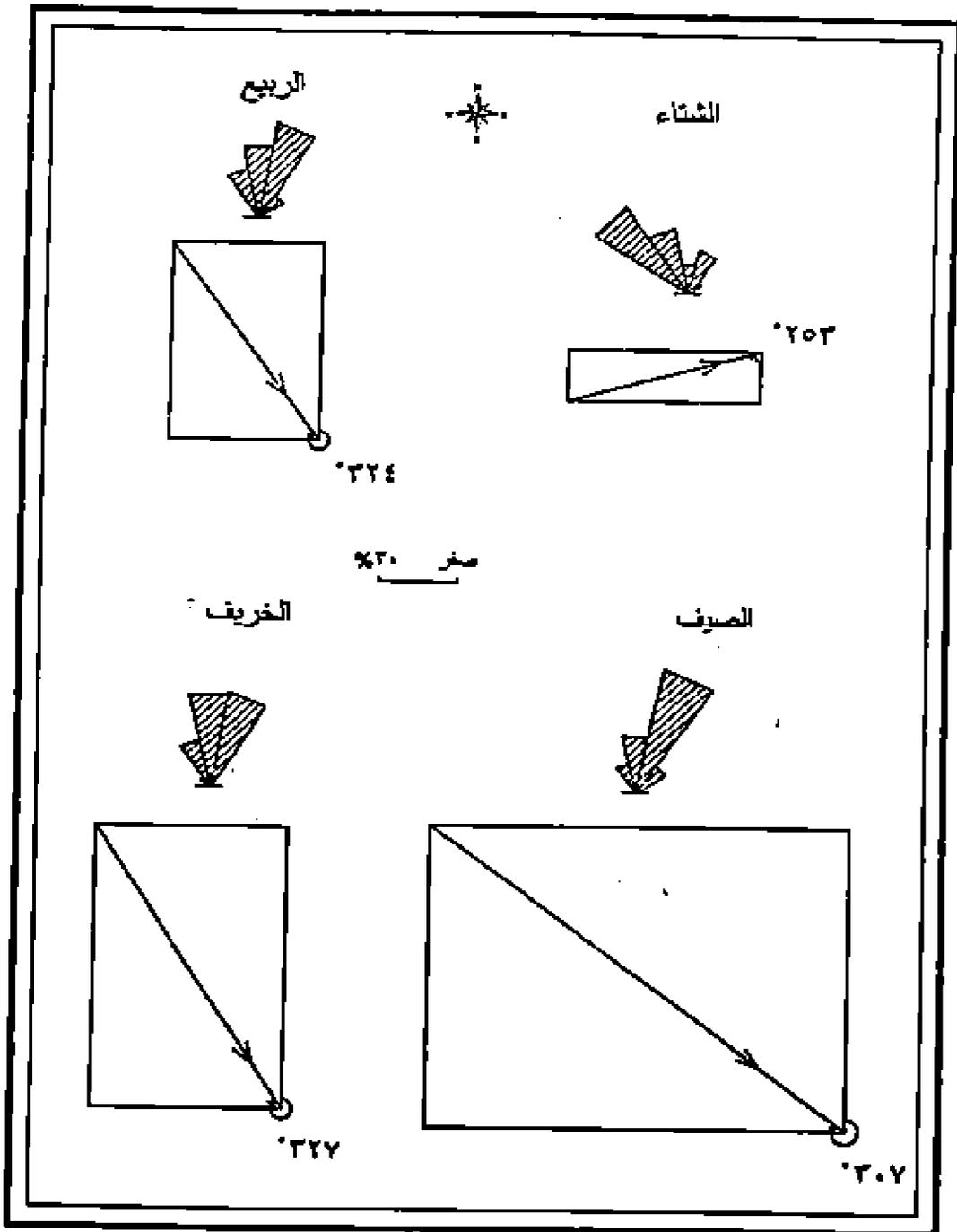
شكل (١٣) خصائص الأمواج أمام مصب رشيد

٣- تمثل الأمواج ذات الارتفاع الأكثر من مترين نسبة ١٦% من جملة ارتفاع الأمواج في فصل الشتاء و ١١% في فصل الربيع و ٤,٢% في الصيف و ٤,٢% في الخريف.

٤- تتميز الأمواج في منطقة الدراسة بسرعة ترددها، أي بقصر الفترة الزمنية الفاصلة بينهما Wave Period. ويزداد معدل هذا التردد في فصل الشتاء، إذ تصل الفترة الزمنية الفاصلة بين أمواج فصل الشتاء ٥,٢٣ ثانية، تزداد في نصل الصيف إلى ١١,٢٣ ثانية. أما أقل تردد زمني للأمواج في الشتاء فيبلغ ٣,٦٧ ثانية فقط. وهذا يعني أن الأمواج تتلاطم على الساحل بما يزيد على ١٦ موجة في الدقيقة الواحدة. وهو ما يدخلها ضمن الأمواج الهدامة Destructive Waves. أما في الصيف فيبلغ أقل تردد ١٠ ثانية، أي تتلاحق الأمواج بعدد ٦ موجات فقط في الدقيقة للوحدة، ومن ثم تندرج هذه الأمواج تحت طائفة الأمواج البناءة Constructive Waves.

٥- يعد الاتجاهان الشمالي الغربي وشمال الشمال الغربي الاتجاهان الساندان في فصل الشتاء وبعض شهور الربيع والخريف القريبة من فصل الشتاء (شكل ١٤) بينما يتغير الاتجاه قليلاً ليصبح شماليًا شرقيًا وشمال الشمال الشرقي. وخطورة هذا الوضع أن الأمواج التي تأتي من الشمال الغربي وشمال الشمال الغربي تكون أمواج قوية وذات طاقة عالية، فهي تسجل أعلى الارتفاعات وأقصر الأطوال وأعلى تردد (أقصر فترة زمنية) وتأتي بصورة متعامدة على رأسى المصب فتشدد ضرارتها وقدرتها على النحت والاكتمساح وتتسحب إلى شعبتين تكحلان مجرى الفرع وتتجابه مع مياهه فتترسب ما اكتسحته فيحدث الإطماء الذي يعاني منه مخرج الفرع. أما على الجانب الشرقي فإنها تتحرف عن الوضع العمودي بما يتراوح بين ٢٢- ٤٥، وعلى الجانب الغربي ٢٨- ٥١، وهذا يعطى لها الفرصة للنحت والاكتمساح ثم نقل المواد إلى السواحل الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية.

٦- وفقا لما ذكرناه انفا، فيمكن تقسيم الأمواج في منطقة الدراسة بحسب خصائصها (الارتفاع- التردد- الطول) إلى نوعين: الأمواج العاتية Surge Waves، وهى أمواج الهدم. ويقع على عاتقها القيام بنحت واكتساح ونقل مكونات الشاطئ.



شكل (١٤) ورددات اتجاه الأمواج ومحصوله للرياح

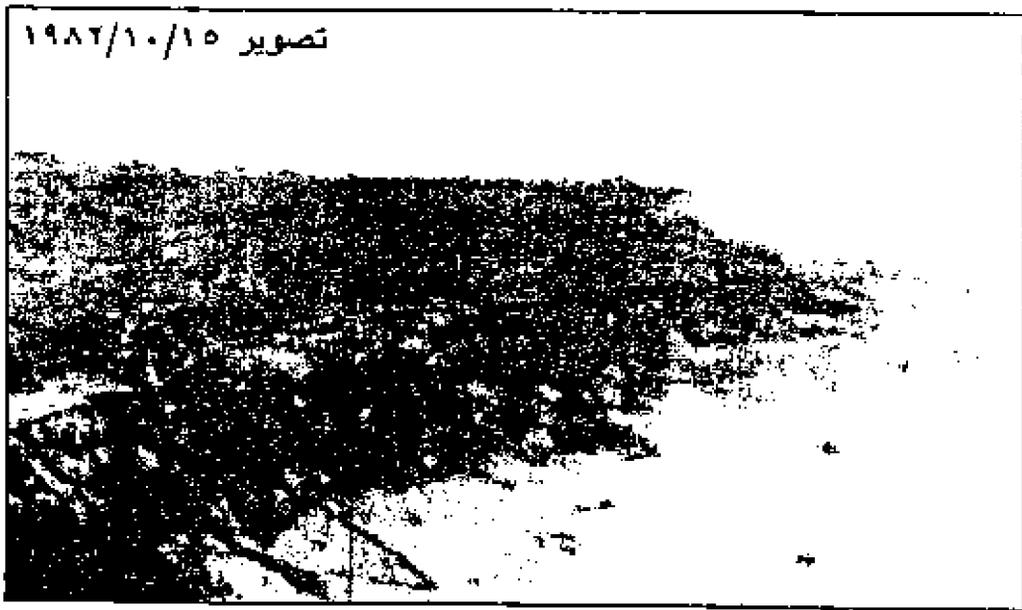
ويتركز حدوثها أثناء الشتاء، ويزداد نشاطها في شهر يناير. واللوح الثاني هو الأمواج للهادنة Swell Waves وهي إن لم ترسب فإنها تأتي متهادية وضعيفة وشبه منعدمة الطاقة، وبالتالي لا تسبب أي نوع من الهدم لمكونات الشاطئ.

٧- تمثل المتوسطات المستخدمة في الدراسة مؤشراً عاماً لطبيعة الأمواج، ولا تعبر عن الواقع الحقيقي. فالمتوسطات تخفى في طياتها دائماً الحالات الشاذة للأمواج العواصف Storm Waves. وهذه الأمواج وإن كانت تستمر لفترات قصيرة خلال عواصف الانخفاضات الجوية، ولكنها تتجزع عملاً جيومورفولوجياً من نحت ونقل وإرساب قد يستغرق أسابيع عدة في الحالات العادية.

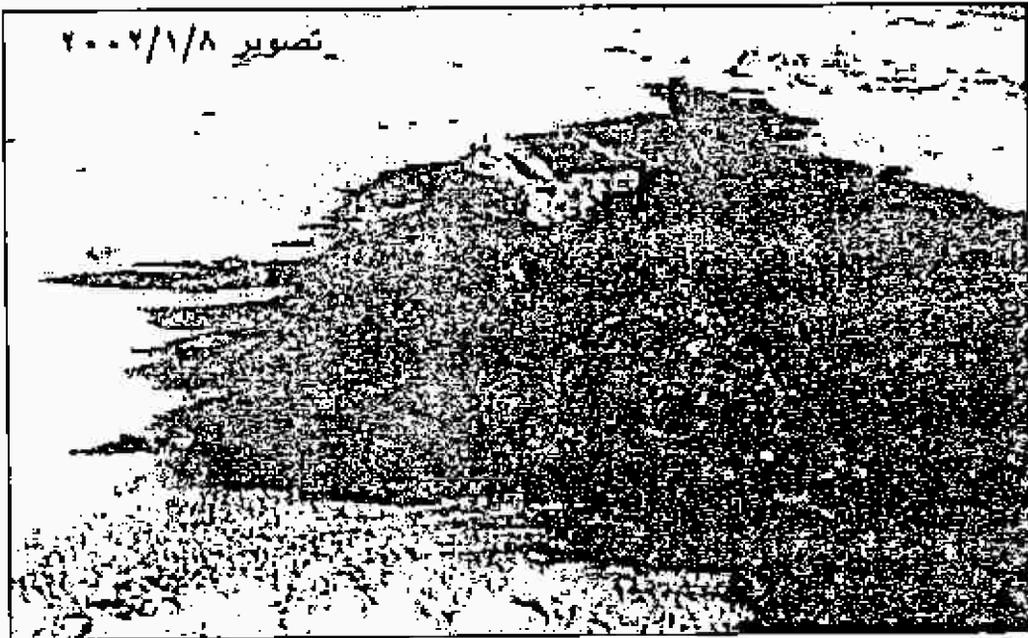
وحيثما يزداد قاع البحر ضحالة ليزيد ارتفاع الموجة، تتعرض الأمواج للتكسر على المنطقة الشاطئية فيما يعرف بنطاق تكسر الأمواج Breaker Wave Zone. وحيثما يكون ارتفاع الأمواج كبيراً فإن طولها يزداد قصراً، وتتواتر بمعدلات أسرع وتكون أشد انحداراً Wave Steepness. وتؤثر درجة انحدار الموجة تأثيراً واضحاً في نحت وتآكل الشواطئ. ويتوقف هذا على درجة انحدار جبهة الشاطئ المواجهة للأمواج، ويحسب انحدار الموجة عن طريق قسمة طولها على ارتفاعها (Ritter et al., 1995 P. 434). ويوضح الجدول (٤) نتائج حساب انحدار الأمواج بمنطقة مصب رشيد. ويتبين منه إن أمواج الشتاء (وبخاصة أمواج العواصف Storm Waves) تتميز بزيادة ارتفاعها وسرعة ترددها وقصر طولها، ومن ثم فإن انحدارها يكون شديداً بالنسبة لدرجة انحدار الشاطئ، وبالتالي فهي تتكسر على وجه الشاطئ بزوايا كبيرة يترقب عليها تيار سحب رجعي عنيف Violent Rip Current يؤدي إلى سحب مكونات الشاطئ إلى الداخل بقوة. ولاشك أن عملية النحت التي تقوم بها الأمواج على ساحل النلتا- وساحل رشيد خاصة- ما هي إلا محاولة من الأمواج لبناء معدل انحدارها المتوازن بالنسبة لمعدل الانحدار الطفيف إلى المعتدل نوعاً الذي تتميز

به الشواطئ الأمامية لساحل الدلتا (أبو راضى ١٩٩٠، ص ٤٠). ولعل هذا يفسر زيادة درجة انحدار شواطئ منطقة مصب رشيد التى تتعرض للنحت عن قرينتها التى تتعرض للإرساب (صورة ٦).

لما فى فصل الصيف فإن انحدار الأمواج يكون طفيفا نسبيا (٠,٠٤) وذلك لقلّة ارتفاع الأمواج وزيادة طولها، وهذا يؤدي إلى ضعف المياه المرتدة إلى البحر Back Wash، ويكون تأثيرها ضعيفا على مياه الموجة المتدفقة إلى الشاطئ Swash فتندفق المياه على الشاطئ حاملة معها الرواسب الرملية. وهذا يفسر مدى التغير فى خصائص خط الشاطئ شتاء وصيفا، وعلى اختلاف توازنه.



صورة (٦) انحدار جبهة الشاطئ الأمامى المواجهة للأمواج شرقى المصب



صورة (٦ب، ج) اتحدار جبهة الشاطئ الأمامي المواجهة للأمواج فى شواطئ النحت
غرب خط الحماية الغربى

جدول (٤) نتائج حساب انحدار الأمواج بمنطقة مصب رشيد

نوع الأمواج	ارتفاع موجة (متر)	طول موجة (متر)	تردد موجة (ثانية)	انحدار موجة
أمواج الشتاء	١,٥٥	٤,٣٧	٥,٢٣	٠,٣٥
أمواج الصيف	٠,٤٠	٩,٦٩	١١,١٧	٠,٠٤
المتوسط السنوي	٠,٨٨	٦,٤٩	٨,٤٠	٠,١٣

ب- التيارات البحرية :

هناك نوعان من التيارات البحرية التي تؤثر في شواطئ المنطقة: الأول هو تيارات الدفع للشاطئية Longshore Currents وهي تتولد في المنطقة الضحلة أمام الشاطئ نتيجة لتكسر الأمواج، والثاني هو تيارات المياه العميقة Ocean Currents (Streams) وتحدث في المياه العميقة وترتبط بدورة المياه السطحية والعميقة في الإقليم البحري.

التيارات الشاطئية : Longshore Currents

يرتبط هذا النوع من التيارات بحركة الأمواج، بل إنه انعكاس مباشر للأمواج باختلاف خصائصها. فحينما تنقسم الأمواج إلى الساحل Swash وتتكسر في منطقة تكسر الأمواج، تتبدد طاقتها وتعود مرة أخرى إلى داخل البحر Back wash الأمر الذي يساعد على تولد تيارات شقية (مازقة) Rip Currents تنشأ من تجمع الماء المتدفق قبالة الشاطئ (أبو راضي ١٩٩٠، ص ٤٢). وحينما تميل الأمواج بالنسبة لاتجاه الشاطئ، فإنها تكوّن تيار دفع طولى Longshore Drift.

وهذه التيارات ذات أهمية خاصة بالنسبة للشواطئ التي تتعرض إلى التآكل والاكساح، حيث تلعب دوراً مهماً في نقل وتحريك المواد المنحوتة بعيداً عن منطقة النحت فيهيء للأمواج الناحية الظروف الملائمة لكي تستهلك طاقتها في أداء عملية النحت. وتستطيع هذه التيارات تحريك الرواسب بسهولة ويسر بأحجام يزيد قطرها على ٢ ملم إذا كانت متوسطة السرعة (محسوب ١٩٩١ ص ٨٠).

ويوضح الجدول رقم (٥) خصائص التيارات الشاطئية في منطقة مصب رشيد في عامي ١٩٩٧، ١٩٩٨م. ودراسته يمكن استخلاص ما يلي:
جدول (٥) خصائص التيارات الشاطئية أمام الجانب الغربي من مصب رشيد
(سم/ ثانية)

التيارات المتجهة إلى الجنوب			التيارات المتجهة إلى الشمال			السنوات
% من التيارات	متوسط السرعة	أقصى سرعة	% من التيارات	متوسط السرعة	أقصى سرعة	
٦٧	٢٨	٦٤	٢٧	٢٤,٨٨	٥٠	١٩٩٧
٦٩,٧٠	٢٦,٢٠	٥٥	٢٠	٢٤,٦٠	٤٠	١٩٩٨

أخذت الأرصاد على أعماق تتراوح بين ١,٢ - ١,٥م

المصدر: Coastal Res. Inst., 2003

١- تتراوح أقصى سرعة للتيارات المتجهة إلى الجنوب بين ٦٤ - ٥٥ سم/ ثانية، بينما بلغ المتوسط العام لسرعتها في فترة الدراسة ٢٧,١٥ سم/ ثانية. في حين تراوحت أقصى سرعة للتيارات المتجهة إلى الشمال ما بين ٥٠ - ٤٠ سم/ ثانية وبلغ متوسط سرعتها ٢٤,٧٤ سم/ ثانية.

٢- تستأثر التيارات المتجهة إلى الجنوب بالنسبة الأكبر من مجموع التيارات في المنطقة، حيث استحوذت على ٦٧%، ٦٩,٧% في عامي الدراسة، وهذا يشير إلى مدى مسنولية هذه التيارات عن الإرساب على الأطراف الجنوبية من منطقة الدراسة.

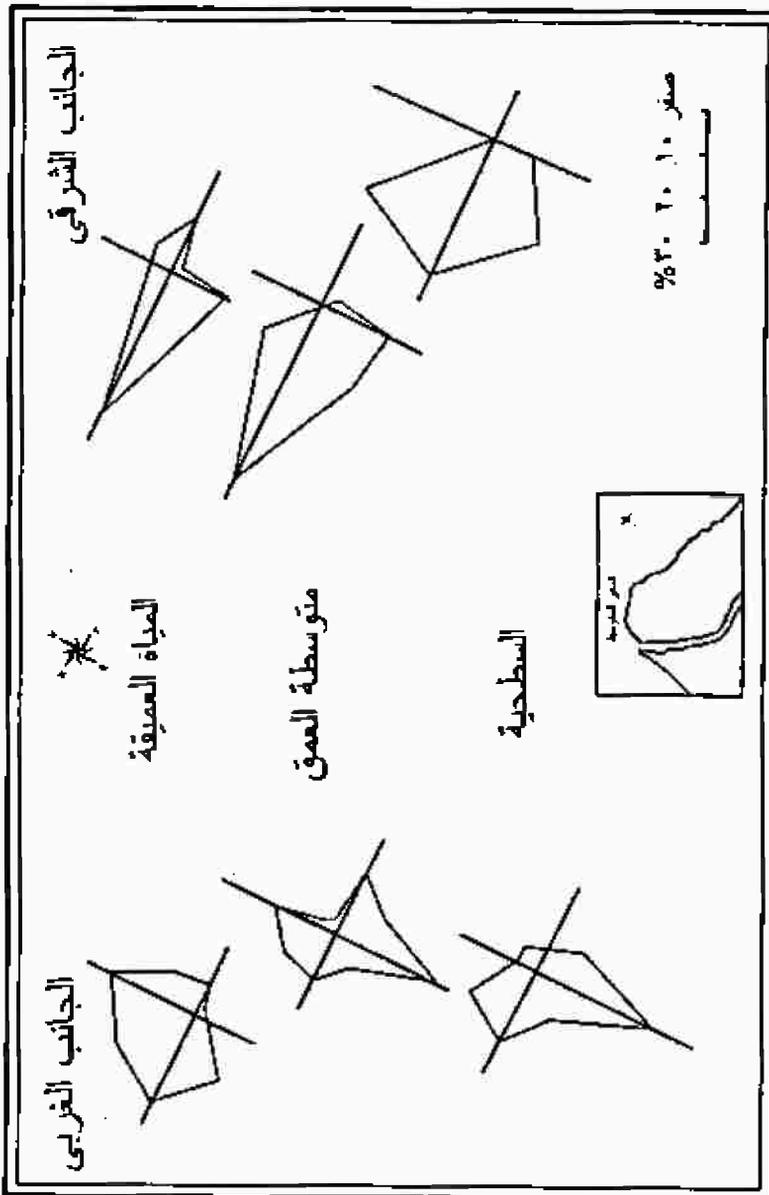
٣- يتضح من الدراسة أن التيارات المتجهة إلى الجنوب هي الأقوى والأكثر سرعة وهي الغالبة في نسبة وجودها، وذلك بسبب ميل الأمواج على الجانب الغربي من المصب كما سبق أن ذكرنا، ودفعها لهذه التيارات في اتجاه الجنوب بمخاذاة الساحل الغربي. وهذا الوضع يساعدها على نقل المراد المكتسحة، بل والنحت عندما يشتد لزرها.

٤- يؤكد لطفى وموسى فى دراستهما لخليج أبو قير (Lotfy and Mousa 1994, p. 74) أن تيارات الدفع الشاطئية تقوم بنقل الحبيبات الجيرية رغم كبر أقطار حبيباتها نسبياً، بينما يصعب عليها جرمات ذات الكثافة النوعية العالية (المعادن الثقيلة) بالرغم من صغر حبيباتها. وهذا ما أثبتته دراسة التوزيع الحجمى والمعادن الثقيلة فى منطقة المصب.

٥- تزداد سرعة التيارات الشاطئية، ومن ثم طاقتها، فى فصل الشتاء عن بقى فصول السنة. إذ تبلغ أقصى سرعة للتيارات الآتية إلى الجنوب ٦٤ سم/ ثانية فى شهر يناير. بينما بلغ متوسط أقصى سرعة لها فى شهور الصيف ٣١,٢ سم/ ثانية، وهو يرتبط إيجابياً بتوزيع طاقة الأمواج على مدار العام كما سبق أن أوضحنا.

وقد قام معهد بحوث الشواطئ (Coastal Res. Inst., 2003) برصد حركة التيارات البحرية خلف منطقة تكسر الأمواج على عمق ستة أمتار فى المتوسط على جانبى لسان المصب. ويبين الجدول رقم (٦) البيانات المرصودة ومنه يتبين أن تيارات الجانبين تكاد تكون متساوية فى سرعتها القصوى، إذ تبلغ فى الجانبين بالمياه السطحية ٤٠ م/ ثانية وإن كانت المتوسطات تظهر نشاطاً وقوة بالنسبة لتيارات الجانب الشرقى حيث تبلغ ١٣ م/ ثانية فى المياه السطحية، فى حين تبلغ قرينتها على الجانب الغربى ١٠ م/ ثانية فقط. كما يتضح أيضاً أن سرعة التيارات المائية تقل بالاتجاه نحو القاع بصفة عامة، وإن كان معدل التغير يكون أسرع بالنسبة لتيارات الجانب الشرقى فى السرعات القصوى والمتوسطة. وتشير التسجيلات أيضاً أن الاتجاه السائد للتيارات أمام الجانب الشرقى صوب الغرب فى المياه السطحية والمتوسطة، وصوب الغرب والشمال الغربى قرب القاع (شكل ١٥). أما أمام الجانب الغربى فتتجه صوب الشمال والغرب فى طبقة المياه السطحية وصوب الجنوب فى كل من طبقتى المياه المتوسطة وقرب القاع. وتستخلص من هذا أن تيارات الجانب الشرقى تحمل جزءاً

من الرواسب لكي تلتقى مع الأمواج أمام المصب فتدفعها وتدخل بها مصب فرع رشيد وهذا من أسباب إطمائه. أما تيارات الجانب الغربي فتتجه بالرواسب صوب السواحل الجنوبية حيث يتم إرسابها على السواحل الشرقية من خليج أبو كبير.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على تسجيلات مصدرها Coast.Res.Inst.,2002

شكل (١٥) اتجاهات التيارات الشاطئية أمام منطقة مصب رشيد

جدول (٦) خصائص التيارات البحرية خلف منطقة تكسر الأمواج
لمام مصب رشيد (٢٠٠٢)

الجانب الغربى			الجانب الشرقى			الأعماق
الاتجاه للمائد	متوسط السرعة م/ث	أقصى سرعة م/ث	الاتجاه السائد	متوسط السرعة م/ث	أقصى سرعة م/ث	
صوب الشمال والغرب	١٠	٤٠	صوب الغرب	١٢	٤٠	سطحية
صوب الجنوب	٩	٢٥	صوب الغرب	١٢	٢٠	متوسطة
صوب الجنوب	٩	٢٥	صوب الغرب والشمال الغربى	١١	٢٠	عميقة

المصدر : Coastal Res. Inst., 2003.

تيارات المياه العميقة :

تحدث هذه التيارات فى البحر المفتوح خارج منطقة تكسر الأمواج Surf Zone وتحدثنا الدراسات الكلاسيكية عن انتشار آثار الرواسب النيلية على السواحل الجنوبية الشرقية من حوض البحر المتوسط حتى سواحل فلسطين الجنوبية. وقد لرشد هذا عن العلاقة بين تيارات المياه فى البحر المفتوح ومسئوليتها عن نقل الرواسب النيلية من أمام النلتا وإقرارها على طول تلك السواحل. وقد درس هاشم تيارات المياه العميقة فى منطقة الدراسة (Hashem 1976, pp 3-35) وأورد بعض البيانات عن تلك التيارات (جدول ٧) وتبين من دراسة البيانات أن التيارات تأخذ اتجاهاً عاماً من الغرب إلى الشرق باستثناء فصل الصيف والنصف الأول من فصل الخريف، فيتغير اتجاهها ليصبح من الغرب والجنوب الغربى إلى الشرق والشمال الشرقى. وتبين سرعة التيارات خلال فصول السنة، فيتزايد نشاطها خلال شهور الشتاء وتبلغ سرعتها القصوى ٢٥,٦ سم/ثانية، ثم يقل نشاطها

تدرجياً حتى تصل سرعتها القصوى إلى أدنى معدل لها في شهور الصيف حيث تبلغ ١٥ سم/ ثانية

جدول (٧) خصائص التيارات البحرية في المياه العميقة أمام

منطقة مصب رشيد

الاتجاه	متوسط السرعة سم/ ث	أقصى سرعة سم/ ث	فصول السنة
صوب الشرق	١٣	٢٥,٦	الشتاء
صوب الشرق	٤	٢٠	الربيع
صوب الغرب والجنوبي الغربي	١٠	١٥	الصيف
صوب الغرب	١٥	٢١	الخريف أ
صوب الشرق	١٢	١٨	ب

المصدر : Hashem 1976

فقط. والتيارات ذات الاتجاه الشرقي هي الأقوى والأبعد أثراً. فسرعتها القصوى تتراوح بين ٢٥,٦ - ١٨ سم/ ثانية. كما أن التيارات الشرقية الأكثر دوماً خلال شهور السنة، إذ أنها تغطي نحو ٧١,٣% من أيام العام. ومن ثم فهي الأكثر قدرة على تحريك ونقل الرواسب وإعادة إرسابها. أما التيارات المتجهة صوب الغرب فتأثيرها يكاد يكون متعدياً في تحريك وحمل الرواسب. ويؤكد ذلك انتشار الرواسب النيلية في مياه البحر أمام السواحل وعلى الشواطئ الشرقية حتى السواحل الجنوبية لفلسطين كما سبق أن ذكرنا. أما على الجانب الغربي فإن الرواسب النيلية تتعدم إلى الغرب من الإسكندرية، حيث تصفو المياه وتخلو الشواطئ من تلك الرواسب. ويلاحظ من هذه الدراسة مدى التلازم بين قوة الأمواج والتيارات الشاطئية والتيارات للمياه العميقة وفصل الشتاء.

ج- المد والجزر :

تعد حركة المد والجزر أضعف القوى البحرية إسهامًا في تشكيل منطقة مصب رشيد. فالحركة المدية ضعيفة بصفة عامة في حوض البحر المتوسط، إذ أن الفارق بين منسوبي المد والجزر يدور حول متوسط لا يتعدى ٢٠سم. ويسجل الجدول (٨) القياسات الخاصة بمنسوب البحر أثناء حدوث المد والجزر في الفترة من ٩٢-١٩٩٩م. ومن دراسته يتضح الآتي :

جدول (٨) خصائص المد والجزر في خليج أبو قير
في الفترة من ٩٢-١٩٩٩ (متر)

الجزر			المد			السنوات
المتوسط	أدنى منسوب	أعلى منسوب	المتوسط	أدنى منسوب	أعلى منسوب	
٠,٠٣	٠,٢٢-	٠,٠٨	٠,٢٩	٠,٢٥	٠,٥٨	١٩٩٢
صفر	٠,٢٢-	٠,٠٤	٠,٢١	٠,١٨	٠,٦٢	١٩٩٣
٠,٠٢-	٠,٢٤-	٠,٠١	٠,١٩	٠,١٥	٠,٤٤	١٩٩٤
٠,٠١-	٠,٢٢-	٠,٠١	٠,١٩	٠,١٥	٠,٤٤	١٩٩٥
صفر	٠,٢٠-	٠,٠٣	٠,٢١	٠,١٧	٠,٥٦	١٩٩٦
٠,٠٦-	٠,٢٤-	٠,٠٤-	٠,١٣	٠,٠٩	٠,٣٧	١٩٩٧
٠,٠٤-	٠,٢٤-	٠,٠٦-	٠,١٦	٠,١٢	٠,٣٢	١٩٩٨
٠,٠٢-	٠,٢٠-	صفر	٠,١٨	٠,١٣	٠,٤٢	١٩٩٩
٠,٠٢-	٠,٢٧-	٠,٠٢	٠,٢٠	٠,١٦	٠,٤٧	المتوسط

المصدر : معهد بحوث الشواطئ (تقرير داخلي بدون تاريخ)

١- يبلغ المتوسط العام لمستوى المد ٢٠ م، والمتوسط العام لمستوى الجزر ٠,٢ م، وبالتالي فإن الفارق بين منسوبي المد والجزر في المنطقة يبلغ متوسطًا قدره ٢٢ م.

٢- يتراوح أعلى منسوب للبحر في حالة المد بين ٦٢ م - ٢٢ م، بينما يتراوح أدنى منسوب للبحر في حالة الجزر بين ٠,٢٠ م - ٠,٣٤ م، وعلى هذا فإن الفارق

بين متوسط أعلى منسوب للمد (٠,٤٧م) وأدنى منسوب للجزر (-٠,٢٧م) يصل إلى ٠,٧٤م.

٢- يتميز المد والجزر في المنطقة بأنه من النوع نصف اليومي Semidurnal ويعنى هذا حدوث مدان وجزران كل يوم قمرى (السيد، ١٩٩٨ ص ٢٨) غير أنهما لا ينتظمان بدقة سواء في زمن الحدوث أو مدى التباين بين منسوبيهما.

٤- يحدث أعلى منسوب للبحر في حالة المد في شهور مارس وديسمبر ويناير ونوفمبر حينما تتوافر ظروف المد العالى Spring Tide مع حدوث العواصف الناشئة عن الانخفاضات الجوية والتي تتكرر خمس عشرة مرة في شتاء كل عام (Abou Raddy 1988, p. 38).

ويقتصر دور حركة المد والجزر على مساعدة القوى البحرية الأخرى (الأمواج والتيارات البحرية). إذ أن أقوى أثر يمكن أن تحدثه تيارات المد القوية المصاحبة للعواصف هو ترك شريط من الرواسب الرملية على الشاطئء الأمامى سرعان ما تكتسحه أمواج العواصف التالية أو تزيله الرياح الشمالية إلى الداخل حيث نطاق الكثبان الرملية. أما تيارات الجزر القوية، فإنها تساعد التيارات الشقية (المازفة) Rip Currents في نقل الرواسب من منطقة تكسر الأمواج إلى منطقة المياه العميقة وهذا هو الأثر الأخطر حيث تعمق هذه العملية قاع البحر في منطقة التكسر وهو ما يساعد على زحزحة خط تكسر الأمواج Break Wave Zone تجاه الشاطئء مما يؤدي إلى زيادة طاقة الموجة في النحت.

٢- تغير منسوب سطح البحر في الفترة المعاصرة

يعتبر تذبذب مستوى سطح البحر من العوامل المهمة المؤثرة على تشكيل السواحل وبخاصة في المناطق المنخفضة التضاريس المستوية للسطح والمؤلفة من رواسب لينة. ويكون التأثير سلبياً على تلك الرواسب في حالة ارتفاع مستوى سطح البحر. ولاشك أن هذا التذبذب يتأثر بصورة مباشرة بذبذبات درجات

حرارة جو الأرض. وقد عُيّنت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) NASA عن طريق فريقين من باحثيها بدراسة تغير المتوسط السنوي لدرجة حرارة الأرض فيما بين ١٨٨٠م و ١٩٨٠م لإحدى الدراسات، وفيما بين ١٩٠٥م و ١٩٩٥م للدراسة الأخرى. كما اهتمت أيضاً وحدة أبحاث المناخ بجامعة إيست إنجليليا East Angelia بإنجلترا بنفس الموضوع منذ منتصف القرن التاسع عشر وحتى نهايات القرن العشرين. وخلصت هذه الدراسات إلى ارتفاع المعدل السنوي لدرجة حرارة الأرض بقيمة تتراوح بين ٠,٤٥م° و ٠,٩١م°. ويجب الاعتناء بهذا القدر رغم ضآلته، فقد لفت جريبين النظر إلى أن هذا الارتفاع يعنى إضافة هذه القيمة يومياً إلى درجة حرارة الأرض (Gribbin 1990, p. 23) فإذا كان اليوم أدفا من الأمس بدرجة واحدة، فإن هذا لن يعنى شيئاً يذكر. ولكن إذا كان كل يوم من أيام العام الحالي أدفاً من مثيله في العام السابق، فإن هذا يعنى إذا كمية من الحرارة بعدد أيام السنة (Gribbin 1990, p. 25). وطبقاً لتقديرات مركز المناخ الكندي (CCC) فإنه في حالة زيادة نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي إلى ٦٦٠ جزء في المليون (قدر (Begley 1997, p. 54) نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون عام ١٩٩٧م بنحو ٣٦٠ جزء/ مليون) فإن حرارة الأرض الشمالية من أمريكا الشمالية وآسيا والأراضي الجنوبية ممتلئة في قارة أنتاركتيكا سوف ترتفع بمتوسط سنوي قدره ٨م°. وسوف يؤثر هذا بدرجة كبيرة على مستويات وحدود (مساحة) الغطاءات الجليدية في هذه المناطق، الأمر الذي سينعكس بصورة مباشرة على مستوى وحدود سطح البحر.

و بعيداً عن الجدل الحائر بين العلماء فيما يختص بأسباب ارتفاع حرارة جو الأرض وتقديراته المتباينة، فإن من إحدى نتائج المباشرة ارتفاع منسوب سطح البحر. ومن بين الدراسات الرائدة في مراقبة وتتبع تذبذب سطح البحر في الأونة الأخيرة تلك التي قام بها فريق من بحاث معهد جودارد الأمريكي لبحوث الفضاء

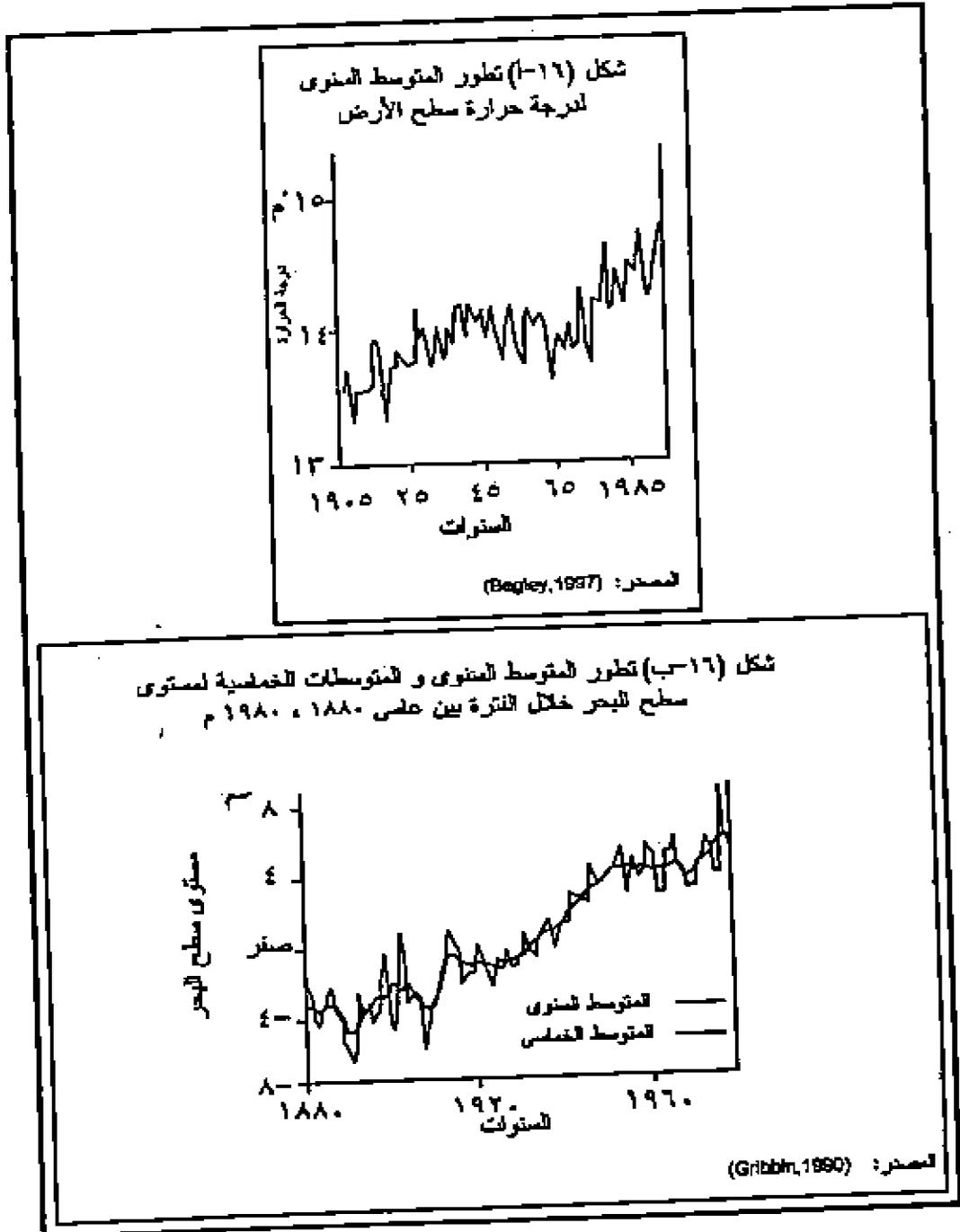
(GISS) ونشرت في عام ١٩٨٢م (Gribbin 1990, p. 211). وقد أوضحت الدراسة أن مستوى سطح البحر ارتفع بمقدار ١٢ سم في الفترة ما بين ١٨٨٠م و ١٩٨٠م، إذ زاد من منسوب -٦,٥ سم في عام ١٨٩٢م إلى +٥,٥ سم عام ١٩٨٠م (شكل ١٦). أى أن الزيادة السنوية تبلغ معدلا قدره ١,٣٦ ملليمتر، وقد نتج هذا الارتفاع لسببين: الأول هو انصهار الجليد وبخاصة من قارة أنتاركتيكا وجرينلاند اللتان تحويان نحو ٩٩% من المسطحات الجليدية في العالم. والثاني أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى تمدد كتل المياه، ومن ثم يزداد ارتفاعها وطفئاتها على اليابس. وبالرغم من أن هذه الزيادة تعتبر ضئيلة نسبيا سواء على المستوى الإجمالي أو على مستوى المعدل السنوي، فإنها تعتبر أمرا جديا خطيرا. فارتفاع سنتيمتر واحد من منسوب سطح البحر يتأكل معه متر من الشواطئ الرملية أو الطينية (Gribbin 1990, p.209) بالإضافة إلى تحرك مستوى وحدود المياه المالحة الأرضية بالنسبة لمنطقة منخفضة مثل سواحل دلتا النيل. وبمقارنة منحنى الحرارة ومنحنى منسوب سطح البحر (شكل ١٦) يتبين أن هناك علاقة طردية وثيقة للصلة بين الاثنتين خلال الفترة من ١٨٨٠م و ١٩٨٠م. فعند حساب معامل الارتباط بينهما وجد أن العلاقة بينهما موجبة بقيمة ٠,٧٨، وبلغ معامل التحديد ٦١%. وهذا يعنى أن ٦١% من الاختلاف في قيم مستوى سطح البحر تتفق مع الاختلاف في قيم متوسطات درجات حرارة جو الأرض. وهذا يوضح مدى العلاقة بين هذين المتغيرين.

ويتوقع الخبراء أن زيادة استخدام الوقود الحرارى ومضاعفة ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى التى من شأنها الاحتفاظ بالحرارة، وتثبيط عملية الاحتباس الحرارى، سوف يؤدي إلى رفع متوسط حرارة الأرض بنحو ٣م، وهذا يستوجب ارتفاعا في منسوب البحر يتراوح بين ٢٠ - ٢٠ سم وذلك بحلول عام ٢٠٥٠م (Gribbin 1990, p.214) وذلك بفعل التمدد الحرارى فقط. وإذا

اضفنا انصهار المسطحات والثلوج الجليدية فسيكون ارتفاع منسوب البحر بين ٤٠ - ٦٠ سم. ويوضح شكل (١٧) مدى ما سوف تتأثر به السواحل الشمالية للدلتا. فعندما يرتفع مستوى سطح البحر نصف المتر، سوف تغرق الأجزاء الشمالية من الدلتا بمساحة ١٧٥٤ كم^٢. أما عندما يرتفع منسوب سطح البحر مترًا واحدًا فإن مساحة تقدر بـ ٤٤٧٦ كم^٢ من الأراضي الشمالية للدلتا سوف تتحول إلى قاع للبحر. وكانت تقديرات (Jelgersma and Sestini 1996, p.173) أكثر تشاؤمًا، حيث قدرنا ارتفاع مستوى سطح البحر في الفترة من ١٩٠٠-١٩٩١م بنحو ٢٢,٩ سم بمعدل سنوي قدره ٢,٥٢ ملليمتر. وإذا استمر هذا المعدل حتى نهاية القرن الحادى والعشرين، فإن الأراضي التي تقع تحت منسوب ٠,٥ متر سوف تتعرض للإغراق بما يقدر بنحو ٢٧٠٠ كم^٢. وفي دراسة أعدها معهد بحوث الشواطئ (Coastal Res.Inst.,2003.p.4) ورصد من خلالها منسوب سطح البحر خلال النصف الأول من العام المنكور في محطات مختلفة، تبين أن متوسط منسوب سطح البحر كان في المعديفة (غرب مصب رشيد) ٢٥,٢ سم، وفي غرب الإسكندرية ٢٠,٢ سم وفي دمياط ٢٢,٣ سم فوق مستوى خط المقارنة. وهذا يؤكد ارتفاع منسوب سطح البحر خلال القرن العشرين.

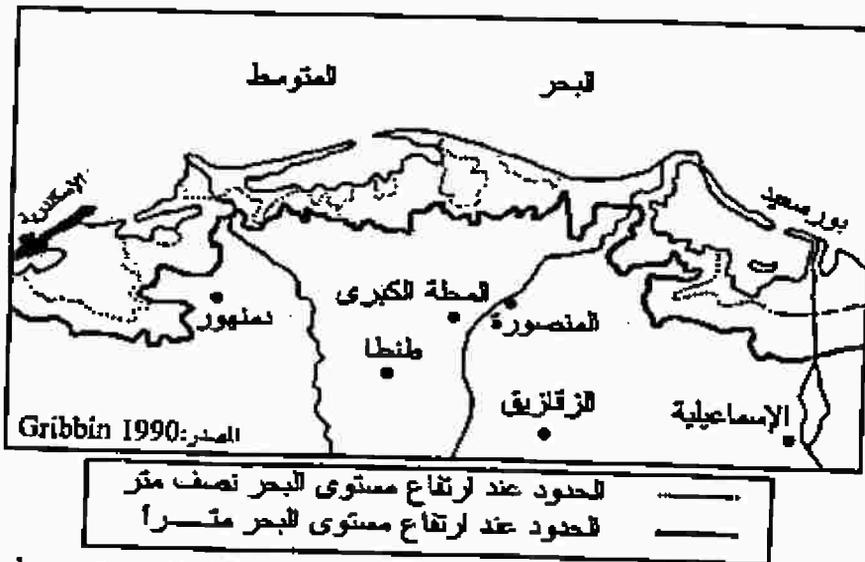
وفي مجال توقع ارتفاع منسوب سطح البحر خلال القرن الحادى والعشرين، لجريت العديد من الدراسات التي عالجت هذا الموضوع. ومن أبرز هذه الدراسات البحوث التي أجراها مركز جامعة كمبريدج لدراسة التغيرات المناخية IPCC وربط الباحثون بين زيادة نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الطبقة السفلى من الغلاف الجوى حتى عام ٢١٠٠م، وعلاقة ذلك بارتفاع درجة حرارة جو الأرض وزيادة منسوب سطح البحر (شكل ١٨). وأورد الباحثون ثلاثة احتمالات لتزايد منسوب البحر أقلها ارتفاعه بنحو ٣٢,٤ سم عن منسوبه الحالى،

وأعلاما أنه بحلول عام ٢١٠٠م يكون البحر قد ارتفع بنحو ١١ سم عن منسوبه الحالي (Gregory 1992. p. 226).

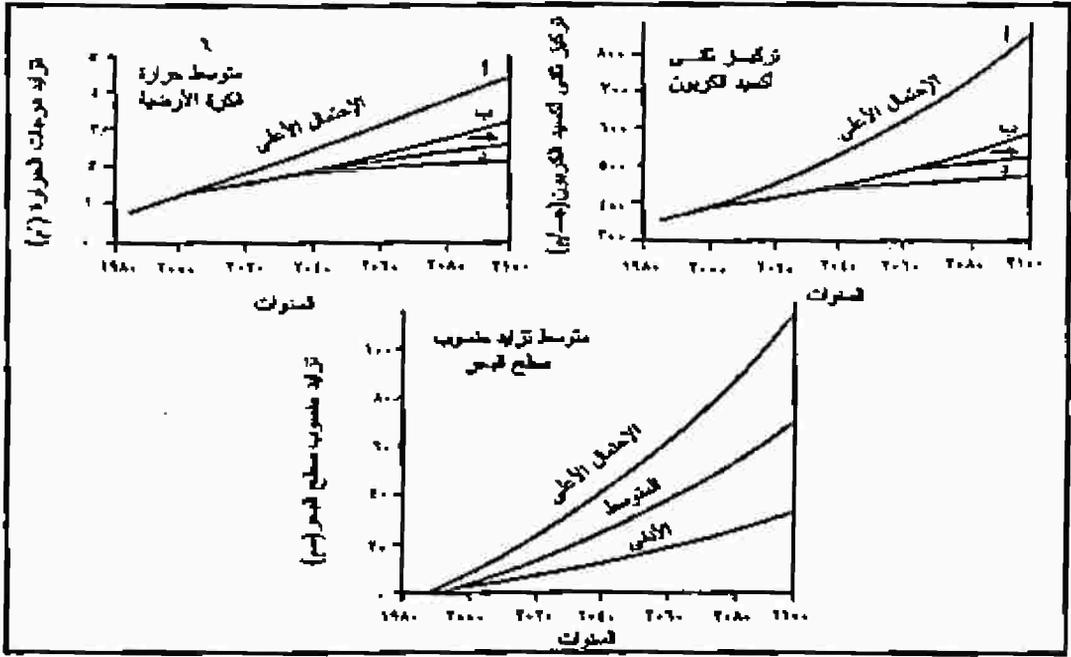


٣- هبوط أرض الدلتا

مرت دلتا النيل بتاريخ جيولوجى وجيومورفولوجى طويل ومعقد، تشابكت فيه العديد من العوامل التكتونية (الانكسارات) والعوامل البنائية (تاريخ وطريقة الإرساب ومعدله) والعوامل التوازنية الخاصة بعلاقة ذبذبات سطح البحر بهذه الأراضى الأخذة فى النمو والظهور فوق صفحته. فنهر النيل ذاتهلقى راسب دلتاه فوق حوض تكتونى من نوع الأخدود خدبت حدوده الشرقية بحافة انكسارية ذات اتجاه شمالى شرقى/ جنوبى غربى (نمط خليج العقبة) وحدوده الغربية بحافة أخرى ذات اتجاه شمالى غربى/ جنوبى شرقى (نمط البحر الأحمر وخليج السويس (سعيد ١٩٩٣م، ص ٩٢). ويبدو أن هذا الأخدود (الثانوى) كان سبباً أساسياً فى الاضطراب التوازنى الذى تعاني منه الدلتا وخاصة سواحلها الشمالية منذ نشأتها وحتى الآن.



شكل (١٢) أراضى الدلتا التى سوف تتعرض للإغراق فى حالة ارتفاع مستوى سطح البحر



مصدر: Gregory 1992

شكل (١٨) لتصامات تزايد نسبة ثاني أكسيد الكربون وارتفاع الحرارة ومنسوب سطح البحر

وبعيداً عن الجدل المحتدم بشأن تفسير تغير منسوبي البحر وسطح الدلتا بالنسبة لكليهما، فإن الكثير من الباحثين- والشواهد- يؤكدون على ارتباط سطح الدلتا منذ نشأتها، بدءاً من آثار الإسكندرية الغارقة غرباً (أرصفت الميناء الغارقة- مقابر الشاطبي- جزيرة أنتيرودس الغارقة- بعض أحياء الإسكندرية الرومانية... وغيرها) مروراً ببحيرة البرلس التي عثر فيها علماء الحملة الفرنسية على بقايا آثار غارقة، ووصولاً إلى بحيرة للمنزلة التي تعتبر متحفاً مائياً لبقايا وأطلال قرى ومدن قديمة بادت تحت مسطح مائها (حمدان، ١٩٨٠م، ص ٢٠٨).
ومما يؤكد أن الهبوط كان في أرض الدلتا ذاتها ما ذكره هيوم من أن الجزء الشمالي الغربي كان مأهولاً بالسكان حتى حدثت حركة هبوط في منتصف القرن السابع الميلادي، تحول على أثرها إلى صحراء من الملح (Hume 1925, p. 122).

وقد أكدت الدراسات الحديثة استمرار عملية هبوط سطح الدلتا في الفترة المعاصرة. ومن أبرز هذه الدراسات أبحاث كل من: Said 1981, UNDP, Stanley 1988, 1990, Sneh et al. 1986, 1978. وغيرهم الكثير. واعتمدت هذه الدراسات على وسائل وطرق بحث متنوعة ودقيقة ومقارنة الشرائح الرسوبية في مناطق متعددة من شمال الدلتا شملت أكثر من ٦٥ بنراً على أعماق تراوحت بين ١٠ - ٦٠ متراً، وتناولت أكثر من ١٥٠٠ عينة من رواسب الدلتا. وإجراء تحليل لبعض منها بطريقة الكربون المشع. فضلاً عن الاستشهاد بالدراسات الأركيولوجية. وقد أثبت تحليل خرائط الخطوط المتساوية لسمك الطبقات الرسوبية Isopachs أن الانكسارات حددت حوض الترسيب الدلتاوى باتجاه شمال شرق/ جنوب غرب (Stanley 1988, p. 497). وتم تنشيط هذا الأخدود الإنكسارى في البلايستوسين المتأخر والهولوسين، فنزاهت معدلات الإرساب في القسم الشمالي الشرقى من الدلتا. وأدى هذا إلى زيادة معدلات الهبوط لتصل إلى أقصى درجاتها في هذا الجزء. وقد أكدت الدراسات أن أقل معدلات للهبوط كانت في القسم الشمالى من وسط الدلتا حيث بلغ ٠,٠٤ سم/ سنة أما المنطقة المحصورة بين شرق الإسكندرية ومصيب رشيد فتراوح معدل الهبوط بين ٠,٢٥ - ٠,٢٥ سم/ سنة. ووصل معدل الهبوط أقصاه إلى الشرق من مصب نديا وحى بورسعيد حيث ناهز المعدل ٠,٥ سم/ سنة (Stanley 1990, p. 151). ولاشك أن هذا الهبوط سوف يتعكس لثاره السلبية على زيادة معدلات التآكل البحرى وتراجع خط الساحل وزيادة ملوحة التربة وارتفاع منسوب الماء الأرضى المالح وتقدمه إلى الداخل وزيادة مسطحات البحيرات الحالية والسبخات المصاحبة لها، مما سينعكس على النشاط الزراعى والعمرانى وعلى خطط التنمية فى المستقبل.

٤- العوامل الهيدرولوجية (فعل النهر)

بعد نهر النيل ممثلاً فى فرع رشيد أحد العوامل المؤثرة والفعالة فى موفولوجية مصب رشيد، يل إنّه- من وجهة نظر الباحث- المحدد الأساسى الذى على أساسه تحدد بداية ونهاية فترات نمو لسان المصب فى البحر وتراجعه (نقهره) إلى الداخل. وسوف نهتم هنا بدراسة تصريف النهر وما يحمله من رواسب لما لهما من تأثير بين على المنطقة المدروسة.

وفىما قبل القرن العشرين كان نهر النيل حراً بصورة كاملة، ومن ثم كان نظامه الهيدرولوجى يصل تأثيره إلى منطقة المصبين (المصبين فيما سبق) فى البحر المتوسط. وكان هذا النظام يتمثل فى الفيضان السنوى المتذبذب، سواء على مدار السنة الواحدة أو بين سنة وأخرى، وتشير الدراسات التاريخية إلى أن المتوسطات القرنية لمنسوب النيل فيما قبل القرن السادس عشر الميلادى تذبذبت بين ١٦، ١٨ ذراعاً^(١). أما فيما بعد ذلك وحتى بداية القرن العشرين، فقد تراوحت بين ١٧،٥، ١٩،٢ (ق ١٨) ذراعاً. ولاشك أن فيضان النيل ينعكس بصورة واضحة على الحمولة النهريّة، فالعلاقة بينهما طردية. وقد بلغت متوسط كمية الحمولة العالقة بنهر النيل عند الجعافرة خلال القرن ١٩ نحو ٢٠٠ مليون طن سنوياً. ويبدو أن متوسط الحمولة العالقة فى الفترة المحصورة بين القرنين السادس عشر والتاسع عشر كانت أكبر من مثيلتها فى الفترة ما بين القرنين السابع والسادس عشر (ارتباطاً بكمية التصريف المشار إليها سابقاً) الأمر الذى أدى إلى زيادة معدلات بناء لسان مصب رشيد فى الفترة الأخيرة بنسبة تزيد بأربعة أمثال معدل البناء فى الفترة الأقدم (على، ١٩٩٥م، ص ٢٨٧).

^(١) يعتبر الفيضان متوسطاً وكافياً لاحتياجات البلاد إذا ولى ما بين ١٦ - ١٨ ذراعاً، وشحيحاً إذا تراوح بين ١٢ - ١٤ ذراعاً، وعالياً إذا تجاوز العشرين ذراعاً انظر (شاور ١٩٨٢م، ص ١٩٦).

الخصائص الهيدرولوجية لنهر النيل بين ١٩٠٠ - ١٩٦٤ م :

استمر نهر النيل على سلوكه المتذبذب في كمية المياه والحمولة العالقة التي ترد إلى مصر، وإن كان القرن العشرين أقل حظًا في عطاء النهر من القرن السابق، فقد أثبتت أمال شاور (شاور ١٩٨٩م، ص ٢٠٥) عن طريق دراستها لمنحنى المتوسط المتحرك Moving Mean لإيراد النيل خلال القرنين الأخيرين أن نسبة السنوات التي زاد فيها إيراد النهر عن ٩٠ مليار مترًا مكعبًا - أي أنه فيضان فوق المتوسط^(١) - بلغت في الثلاثين سنة الأخيرة من القرن التاسع عشر ٨٦,٦% من إجمالي عدد السنوات، في حين أن نظيرتها في أوائل القرن العشرين لم تتجاوز ٢٦,٦% فقط من إجمالي عدد السنوات. وهناك اتجاه عام - لخرطتاخص الإيراد منذ أواخر الستينيات وحتى الآن (شاور ١٩٨٩، ص ٢٠٢). فقد وصل متوسط إيراد النيل عند أسوان في الثلث الأخير من القرن للتاسع عشر ١١٠ مليار م٣ سنويًا، انخفض إلى ٨٤ مليار م٣، فقط في الفترة الممتدة منذ بداية القرن العشرين وحتى عام ١٩٨٨م (سعيد ١٩٩٢، ص ١٤٦). كل هذه الشواهد تؤكد اتجاه تصريف النيل إلى التناقص التدريجي.

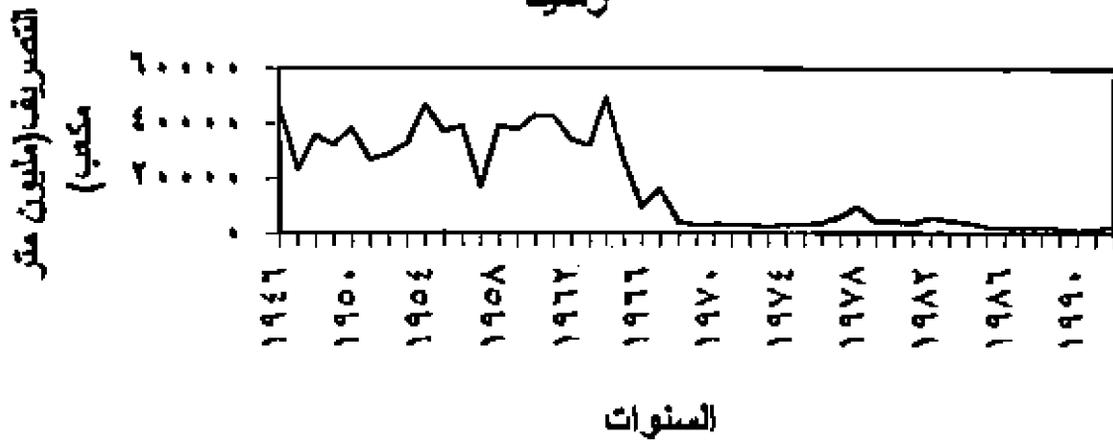
وكذا بلغت كمية ما يلقى في البحر من مياه النهر عند رشيد متوسطًا قدره ٤١,٤٨٤ مليار م٣ فيما قبل بناء السد. ولم تكن هذه الكمية موزعة بالتساوي على شهور السنة، وإنما كان التذبذب في كمية التصريف هي السمة الغالبة. وكانت شهور الفيضان (أغسطس، سبتمبر، أكتوبر) هي الأعلى نصيبًا بمتوسط يبلغ نسبته ٦٨,٢% من كمية المياه المنصرفة في البحر. ويأتي شهر سبتمبر على قمة هذه الشهور بما يمثل ٣٤,٥% من كمية المنصرف من مصب رشيد إلى البحر. وقد تأثرت الكمية المنصرفة إلى البحر بشدة بعد بناء السد العالي (شكل ١٩) فقد انخفضت الكمية أثناء فترة الحجز للجزئي للمياه إلى متوسط سنوي قدره

(١) يبلغ المتوسط للعام لإيراد النيل السنوي عند أسوان ٨٤ مليار متر مكعب انظر : (Hurst,) 1958 p. 41.

٢٥,٦٦٢ مليار م^٣، وتواصل الانخفاض بعد التحكم الكامل فى مياه النهر لينخفض الماء المنصرف إلى البحر عند رشيد إلى متوسط سنوى بلغ ٣,٦٠١ مليار م^٣. ويلاحظ من الشكل (١٩) أن كمية المياه انخفضت عن هذا المتوسط بدءاً من عام ١٩٨٥ م.

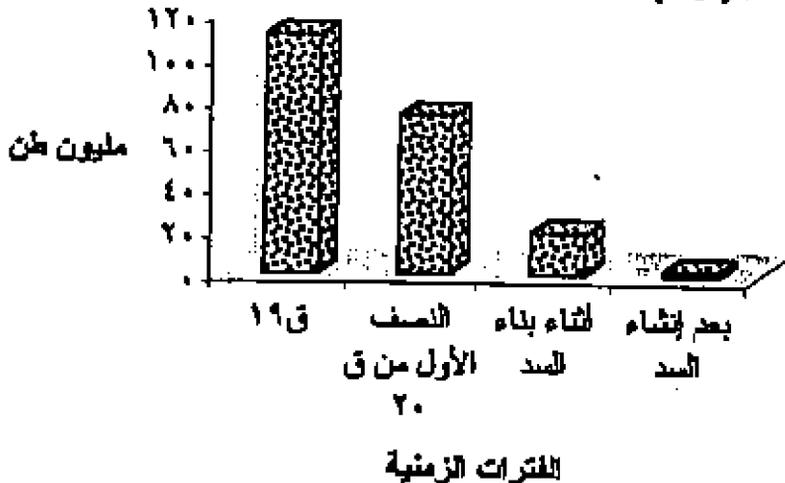
وفى القرن التاسع عشر قدرت كمية الحمولة النهريّة عند أسوان بنحو ٢٠٠ مليون طن سنويًا. وكانت مياه الفيضان تحمل معظم هذه الرواسب إلى مصبى النهر ليصل ما يتقى منها فى البحر بنحو ١٧٠ مليون طن سنويًا (Viles and Spencer 1999, p. 302) ثم انخفضت هذه الكمية إلى نحو ٧٢ مليون طن سنويًا منذ بداية القرن العشرين وحتى ستينيات هذا القرن (شكل ٢٠)، وذلك تأثيرًا بانخفاض كمية التصريف بصفة عامة خلال ذلك القرن كما ذكرنا سابقًا. وبالمثل، فقد تأثرت أيضًا الحمولة النهريّة الملقاة فى البحر ببناء السد العالى. فتناقص ما يصل منها إلى البحر عن طريق مصب رشيد من ٧٢ مليون طن سنويًا قبيل بناء السد العالى إلى ١٨,٥ مليون طن سنويًا فقط أثناء فترة الحجز الجزئى، لتواصل انخفاضها حتى تصل إلى مليونى طن سنويًا (معهد بحوث النيل) وذلك بعد حجز مياه الفيضان بصورة كاملة أمام السد العالى، وبالتالي حجز نحو ٩٦,٥% من كمية الحمولة التى يأتى بها الفيضان. وتلك الأرقام توضح لنا بصورة جلية الحرمان الذى تعرضت له سواحل الدلتا من مصدر بنائها. وكانت هذه الفترة (منذ عام ١٩٦٨) نقطة تحول واضحة وخطيرة فى تراجع سواحل الدلتا بشدة بسبب هجوم القوى البحرية وعدم استطاعة قوى الإرساب النهري من تعويض ما يكتسحه البحر.

شكل (١٩) كمية المياه المنصرفة إلى البحر عبر فرع رشيد



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات مصدرها معهد بحوث النيل.

شكل (٢٠) الحمولة العالقة الواصلة إلى مصب رشيد



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات مصدرها معهد بحوث النيل.

٥- طبيعة رواسب الشاطئ

لاشك في أن حجم ومكونات الرواسب الشاطئية تسهم في التأثير على سير العمليات الجيومورفولوجية على طول السواحل المعرضة لعمليات التآكل. ولأجل دراسة طبيعة هذه الرواسب، فقد قام الباحث بجمع ١٥ عينة من الرواسب الشاطئية، خمس منها من منطقة غرب مصب فرع رشيد، اثنتان من منطقة الشاطئ الأمامي وثلاث من منطقة تكسر الأمواج على عمق نحو المترين. وباقي العينات (عشر عينات) من الجانب الشرقي، أربع منها من الشاطئ الأمامي، وست من منطقة تكسر الأمواج. وتم تحليل العينات بطريقة النخل الجاف، واتبعت الخطوات المعروفة في هذا المجال. وقد تم استخدام الحاسب الآلي في إدخال بيانات التحليل لتطبيق المعادلات التي أوردها (Folk and Ward 1957) والخاصة باستخراج متوسط حجم الرواسب Mean والانحراف المعياري (معامل التصنيف Sorting) والإتواء Skewness والتقلطح Kurtosis وهي:

$$\text{متوسط حجم الرواسب (MZ)} = \frac{84\phi + 50\phi + 16\phi}{3}$$

$$\text{التصنيف (Q I)} = \frac{5\phi - 95\phi}{6.6} + \frac{16\phi - 84\phi}{4}$$

$$\text{الإتواء (SK)} = \frac{5\phi^2 - 95\phi + 5\phi}{(5\phi - 95\phi)^2} + \frac{5\phi^2 - 84\phi + 16\phi}{(16\phi - 84\phi)^2}$$

$$\text{التقلطح (KG)} = \frac{5\phi - 95\phi}{(25\phi - 75\phi)^2} = 2.44$$

ويوضح الجدول (٩) نتائج التحليل الحجمي للرواسب، ومنه يمكن استخلاص

النتائج التالية :

١- يتراوح متوسط حجم العينات بين ϕ ٢، ϕ ٣,٥٢ أى بين الرمل الناعم والرمل الناعم جدًا. وهناك عينة واحدة فقط تشذ عن هذا المتوسط (عينة ٤٤) وتدرج تحت فئة الرمال المتوسطة، وإن كانت تقترب جدًا من الرمال الناعمة (ϕ ١,٨٤) ومن هنا يتبين أن شواطئ منطقة الدراسة تميل إلى دقة مكوناتها. ويرجع هذا بالطبع إلى تأثير نهر النيل في جلب هذه الرواسب.

٢- تبين من الدراسة أن رواسب الشاطئ الأمامي تتميز بخشونة أكثر من رواسب منطقة تكسر الأمواج، فالأولى يتراوح متوسط حجم رواسبها بين ϕ ١,٨٤ و ϕ ٣,١٢ بنسبة غالبية للرمال الناعمة. والعينة الوحيدة التي تصنف تحت فئة الرمال الناعمة جدًا تقع قريبة جدًا من الضفة الشرقية لنهاية مصب رشيد، وهي المنطقة التي تتعرض حاليًا للإطماء. أما الثانية فيتراوح متوسط حجم رواسبها بين ϕ ٢,١١، ϕ ٣,٥٢ بنسبة ٥٥,٥% للرمال الناعمة جدًا، ٤٥,٥% للرمال الناعمة. ويرجع هذا إلى طبيعة فعل الأمواج في إعادة ترسيب حمولتها في منطقة أمام الشاطئ حيث ترسب الأحجام الدقيقة فالأدق صوب البحر المفتوح..

٣- تشير الدراسات الخاصة بالمواحل أن الشواطئ المعرضة للنحت تكون أكثر خشونة من قرينتها المعرضة للإرساب، حيث تقوم العمليات البحرية بانتقاء الأحجام الأقل خشونة، ومن ثم يتبقى على الشاطئ الأمامي الرواسب الأخشن حجمًا. وقد أثبتت الدراسة استثناء لهذه القاعدة، حيث تميل الشواطئ المعرضة للنحت إلى دقة مكوناتها عن شواطئ الإرساب، وإن كان مدى الاختلاف بينهما محدود للغاية. ويرجع هذا إلى سببين: الأول هو أن المنطقة غير مستقرة في عمليات النحت والإرساب سواء على مستوى شهور السنة أو على مدى السنوات. فقد أثبتنا من خلال دراسة تطور خط الساحل أن الموضع الواحد قد يتعرض إلى النحت في فترة ثم الإرساب في فترة أخرى، ثم تعاود قوى النحت مهاجمته مرة أخرى وهكذا. والثاني: أن شواطئ النحت تزداد في مكوناتها نسبة المعادن

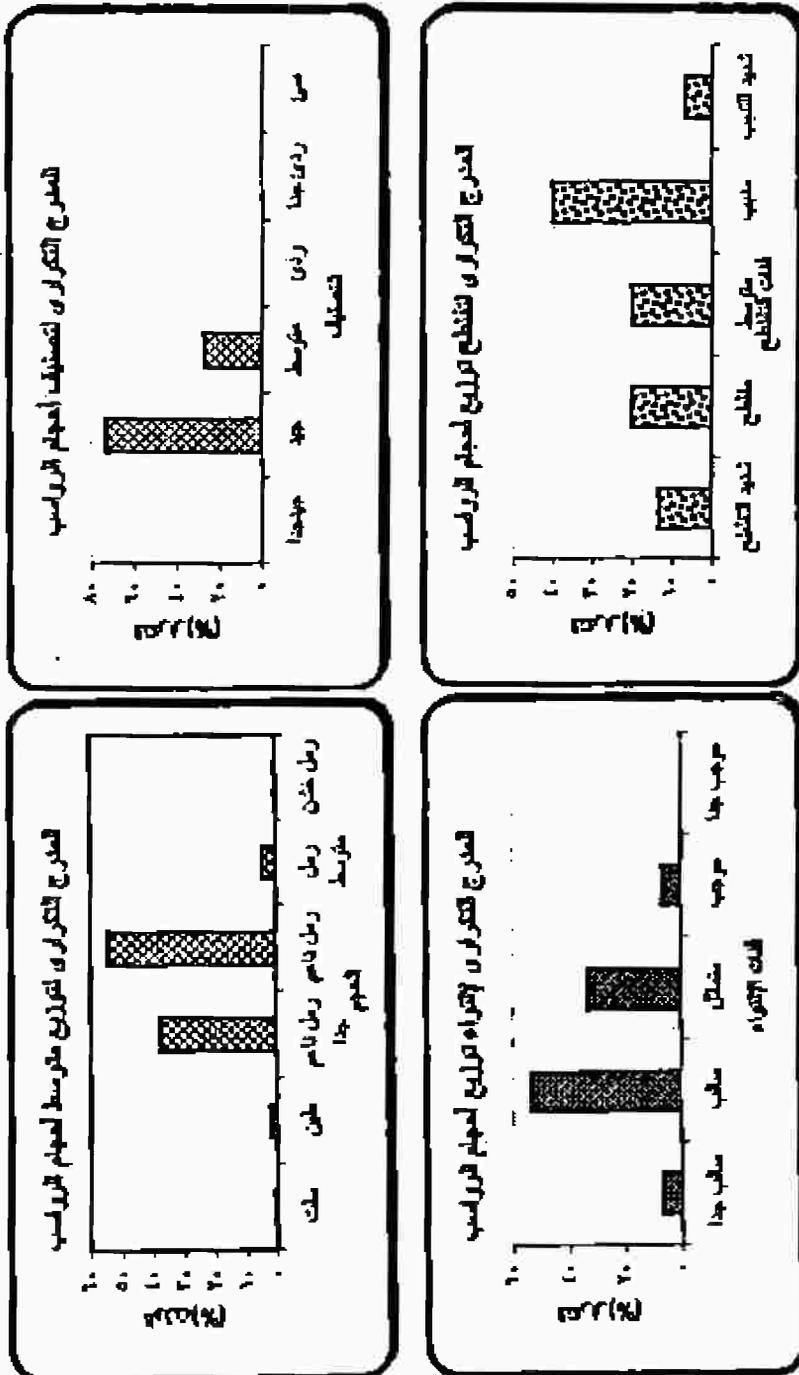
الثقيلة، وهى تتدرج تحت فئة الرمال الناعمة وشديدة النعومة. وقد ثبت بالفعل أن نسبة وجودها فى شواطئ النحت بين ٨٦,٧٩% - ٢٥,٣٤%، وفى شواطئ الإرساب بين ٢٢,٧٥% - ٥,٨٦%. وهذا يعنى أن العمليات البحرية تجبر على اكتساح ونقل الحبيبات الأخف وزناً نوعياً وإن كانت أخشن نسبياً.

٤- يوضح الشكل (٢١) متوسط نسب أحجام الرواسب ومنه يتبين أن الرمال الناعمة والناعمة جداً تولفان ٩١,٩٧% من إجمالى أوزان العينات وتمثل مجموعة الرواسب الطينية بنسبة ٣,٠٧% من إجمالى الوزن. وتزيد هذه النسبة عن النسب التى أوردتها دراسات مماثلة فى شمال الدلتا (جاويش ١٩٨٨، ص ٧٩، الهيئة القومية للاستشعار من بعد ١٩٩٧م، ص ٣٤) وذلك بسبب زيادة نسبة المواد الطينية حول مصب رشيد. ولم تظهر الرمال الخشنة إلا فى لربع عينات فقط (٤، ١٠، ١٢، ١٤) وجميعها من الشاطئ الأمامى، ومثلت ٥٤% فقط من إجمالى وزن العينات.

٥- أوضح تحليل العينات أن جميعها يتراوح بين متوسطة إلى جيدة التصنيف. وهذا يؤكد على مدى تجانس رواسب المنطقة. ولم يظهر تحليل العينات أى اختلاف فى قيم معامل التصنيف Sorting بين الشواطئ التى تتعرض للنحت أو الإرساب. وهذا يؤكد ما ذكرناه سلفاً أن شواطئ المنطقة غير مستقرة تحاتياً، ومن ثم فإن الاختلافات بينها تكون غير واضحة.

٦- يتراوح متوسط التواء أحجام الرواسب بين التواء سالب جداً والتواء موجب (شكل ٢١) ويتبين أن ٥٣,٣% من إجمالى العينات ذات التواء سالب، ونحو ثلث العينات (٣٣,٣%) ذات التواء مائل. وتؤكد هذه النسب على الفارق الضئيل بين منحنيات توزيع أحجام الرواسب واتجاهها نحو الالتواء السالب. وهذا يدل على تعرض المنطقة إلى قوى هدم بحرية ذات طاقة عالية قادرة على الاكتساح ونقل المواد إلى داخل الشاطئ البعيد (King, 1972, p 152).

٧- يتبين من دراسة الشكل (٢١) ان ٤٠% من العينات ذات تطلطح مدبب وأن نفس النسبة تقاسمها العينات ما بين التوزيع المتوسط والمفلطح؛



شكل (٢١) نتائج تحليل رواسب شواطئ منطقة رشيد

المعادن الثقيلة :

تعتبر دراسة نسب وجود المعادن الثقيلة ذات أهمية بالغة لمثل دراستنا الحالية، لأنها تعكس ظروف كل من التعرية النهرية والبحرية نحنًا وإرسابًا، وبخاصة في منطقة شديدة الحساسية للعلاقة بين هذين النمطين من التعرية. وقد تم تحليل خمس عشرة عينة^(١)، خمس من الجانب الغربي من منطقة المصب، وعشر عينات من الجانب الشرقي. واستخدم محلول بوليبيكتات الصوديوم عالي الكثافة (٢,٩ جم/سم^٣). وأجرى التحليل على الرواسب الدقيقة التي تتراوح أقطارها بين ϕ ٢، ϕ ٤، حيث يتركز بها المعادن الثقيلة. وقد أمكن جدولة نتائج التحليل بالجدول رقم (١٠) وتمثيلها بيانيًا في الشكلين رقمي (٢٢، ٢٣). ومن هذه الدراسة أمكن استخلاص النتائج الآتية :

١- تزداد نسبة المعادن الثقيلة في المواد الألق حيث بلغ متوسطها في شواطئ النحت في الرمال الناعمة جدًا ٨٤,٣٢% بينما بلغت في الرمال الناعمة ٤٤,٩٨% فقط. وهذا يدل بصورة واضحة على مدى دقة أقطار هذه الرواسب.

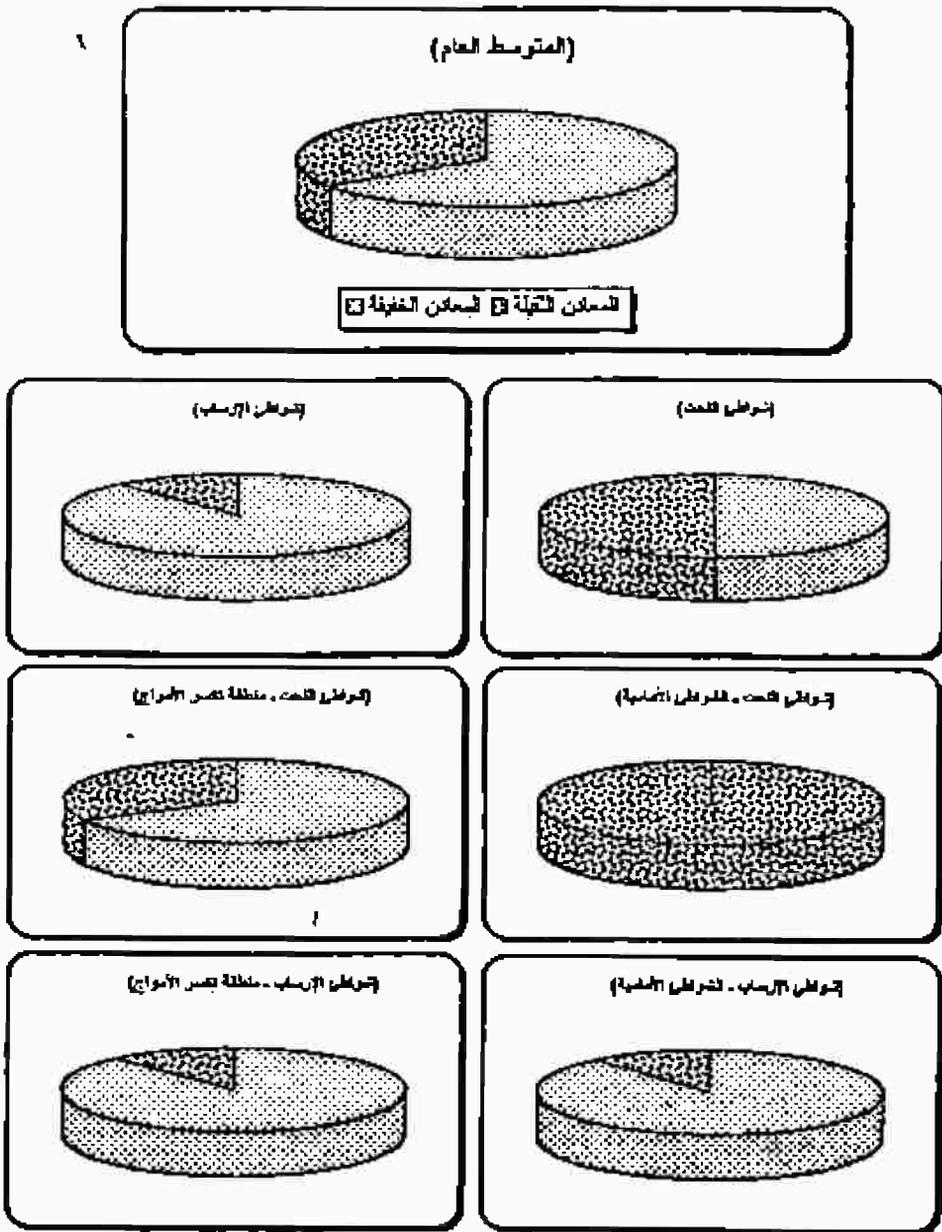
٢- يبلغ المتوسط العام لنسب وجود المعادن الثقيلة في رواسب مصب رشيد ٣٤,٧٨% وتختلف هذه النسبة بشدة بين شواطئ النحت والإرساب. فيبلغ متوسطها العام في شواطئ النحت ٥٠,٢٢% بمدى يتراوح بين ٨٦,٧٩% (عينة ٢)، ٢٥,٣٤% (عينة ١١). أما شواطئ الإرساب فيصل متوسطها العام إلى ١١,٢٣% بمدى يتراوح بين ٢٢,٧٥% (عينة ٦)، ٥,٨٦% (عينة ٥). وتزداد القيمة بصفة خاصة في العينة رقم (٦). وقد أخذت هذه العينة من رواسب الشاطئ المتاخمة للضفة الشرقية للمصب والمحدد شرقًا بخط للحماية الإصطناعي. وهي منطقة تتعرض للإطماء حاليًا بالرواسب النيلية.

٣- تزداد نسب المعادن الثقيلة في رواسب الشواطئ الأمامية (٤٧,٩٨%) عن قربتها في منطقة تكسر الأمواج (٢٥,٩٩%) وتزداد الملاحظة بوضوحًا في العينات

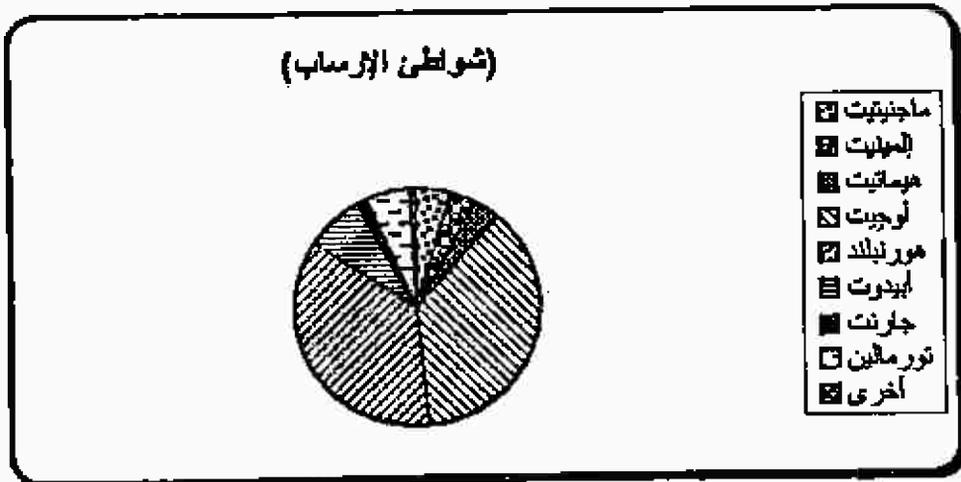
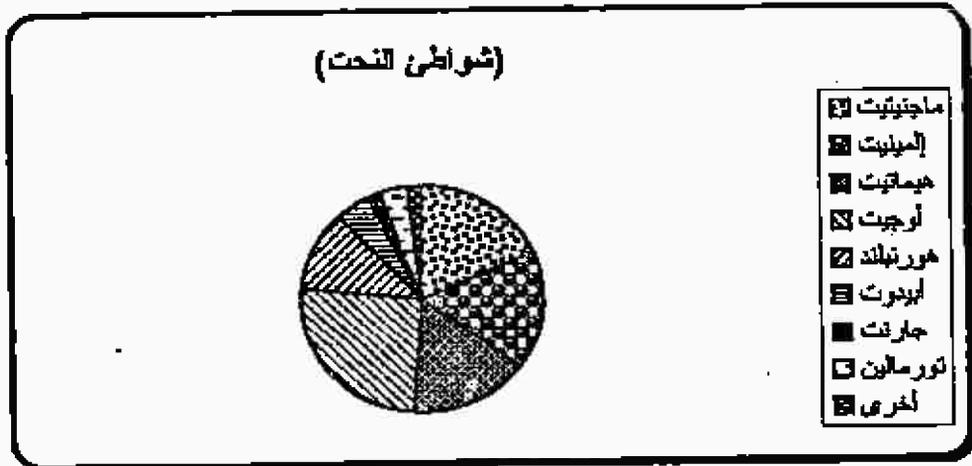
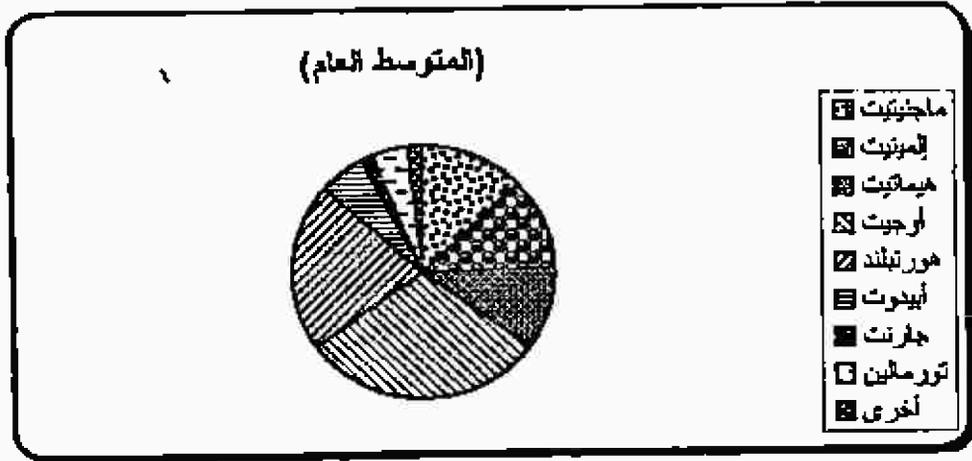
جدول (١٠) نسب المعادن الثقيلة في رواسب مصب رشيد

رقم العينة	موقع العينة	نوع الشاطئ	ماجنيت	النت	هيمات	أوجيت	هوريلند	أينورت	جارت	تورماين	أخوي ^(١)	إجمالي العينة
١	م. تكسر الأمواج	ثخت	١٨,٣٢	١٧,٩٥	١٣,٣٨	٢٤,٣٨	١٦,٨١	٣,١٥	٠,٩٨	٣,٨٤	١,١٩	٤٥,٨١
٢	الشاطئ الأمامي	ثخت	٣١,٠٥	٢٢,٧٤	٢٨,٨٦	٦,٧٥	٠,٩٢	١,٩٧	٣,٥١	٠,١٢	٤,٠٨	٨٦,٧٩
٣	م. تكسر الأمواج	ثخت	١٤,١٨	٩,٣٥	١٩,٠٨	٣٢,٣٣	١٢,١٩	٤,٣٥	٢,١٤	٥,٩٠	٠,٥٨	١٨,٧٩
٤	الشاطئ الأمامي	إرساب	٢,٩٨	١,٤٧	٣,٥٥	٣٧,٤١	٣١,٣٨	٨,٥٨	٠,٧٥	١٢,٨٤	١,٠٤	٨,٤٧
٥	م. تكسر الأمواج	إرساب	٢,٤٣	١,٩٥	١,٦٢	٣٩,٧٨	٣٢,٢٤	١٠,٤٦	٠,٥٥	١٠,٠٩	٠,٨٨	٥,٨٦
٦	الشاطئ الأمامي	إرساب	٦,٤١	٧,١٧	٣,٥٧	٣٨,٦٣	٣٥,٦٥	٢,٧٩	١,٢٨	٣,٤٥	٠,٧٥	٢٢,٧٥
٧	م. تكسر الأمواج	إرساب	٨,٣٣	٥,٤٦	٤,٣٨	٢٨,٢٤	٣٩,٩٢	٦,٥٤	١,١٢	٤,٣٨	١,٦٢	١٥,٧٧
٨	م. تكسر الأمواج	ثخت	٩,٨٩	١٤,٣٠	٨,٣٤	٣٥,٨٧	١٥,٢٤	٥,٢٣	١,٠٨	٨,٦٣	١,٤٢	٣٧,١٤
٩	م. تكسر الأمواج	ثخت	١٣,٤١	٧,٨٨	١٠,١٥	٤٢,٥٢	١٥,٣٩	٦,٤٤	٠,٢٨	٢,٨٣	١,٠٩	٣٢,٤٩
١٠	الشاطئ الأمامي	ثخت	١٧,٣٤	٢٥,٩٣	٢٦,٦٨	١١,٨٣	٢,١٥	٢,٠٨	١,١٥	٠,٧٨	٢,٠٦	٨٢,٥٧
١١	م. تكسر الأمواج	ثخت	١٥,٣١	٨,٩٥	١١,٥٧	٢٧,٣٧	١٩,٦٤	٩,٢٧	٠,٣٧	٦,٥٥	١,٣٧	٢٥,٣٤
١٢	الشاطئ الأمامي	ثخت	٢٤,٠٠٩	٣٣,١٤	٢١,١٥	٨,٣٧	١,٩٣	١,٢٤	٣,٨٢	٠,١٢	٦,١٤	٨٤,١٩
١٣	م. تكسر الأمواج	ثخت	١٠,٥٥	١٢,١٥	٥,٢٣	٣٧,٦٦	٢٠,٨٤	٨,٥٤	١,١١	٢,٤٨	١,٤٤	٣٨,٨٩
١٤	الشاطئ الأمامي	إرساب	٥,٤٨	٢,٩٤	٤,٧٥	٣٢,٤٣	٤١,١٣	٧,٩٢	٣,٥٦	٠,٦٤	١,١٥	١٠,٠٧
١٥	م. تكسر الأمواج	إرساب	١٠,٠٨	٣,٢٢	١,٧٩	٤٦,١٥	٣٣,٦٤	٩,٨٦	٠,٦٥	٣,٥٢	٠,٠٨	٦,٨٥
		ثخت	١٨,٢٤	١٦,٩٣	١٦,٠٥	٢٥,٤٤	١١,٣٣	٤,٧٠	١,٦٠	٣,٤٧	٢,٠٢	٥٠,٢٢
		إرساب	٤,٤٥	٣,٧٠	٣,٢٨	٣٧,١٩	٣٥,٣٦	٧,٦٤	١,٣٢	٥,٨٢	٠,٩٢	١١,٦٣
	المتوسط	العام	١٢,٧٢	١١,٦٤	١٠,٨٩	٣٠,٠١	٢١,٢٤	٥,٨٩	١,٤٩	٤,٤١	١,٥٨	٣٤,٧٨

التحليل الذريوت والبروكور والورونيل.



شكل (٢٢) النسب المئوية للمعادن الثقيلة في رواسب منطقة مصب رشيد



شكل (٢٣) النسب المئوية لأنواع المعادن الثقيلة في رواسب منطقة مصب رشيد

أرقام (٢، ١٠، ١٢) التي تمثل شواطئ النحت حيث تبلغ نسبة تركيز المعادن الثقيلة في هذه العينات ٨٤,٥٢%، في حين بلغت النسبة لعينات نفس المناطق ولكن في منطقة تكسر الأمواج (العينات أرقام ١١,٣ / ١٣) ٢٧,٢٤% فقط، ويتمشى هذا مع منطقية العمليات السائدة. فحينما تهاجم عمليات النحت البحري للشواطئ، فإنها تكتسح وتقل الأقل حجماً والأخف وزناً وتدخل به إلى منطقة الشاطئ البعيد Off shore، وبالتالي فإنها تترك المعادن ذات الكثافة العالية على الشاطئ الأمامي فتزداد نسبة انتشارها في الرواسب. ويرى ذلك بوضوح على طول الشواطئ التي تمتد على كلا جانبي منطقة المصب فيما يعرف بالرمال السوداء التي تظهر للعيان وخاصة في جهات الشواطئ التي تتعرض للنحت. ويقع تركيز هذه الرمال السوداء (المعادن الثقيلة) كلما بعدنا عن منطقة المصب شرقاً وغرباً (Rashed, 1992, p. 385).

٤- يمثل معدن الأوجيت أعلى النسب حيث يتمثل بنسبة ٣٠,٠١% من إجمالي المعادن الثقيلة (شكل ٢٣) يليه معدن الهورنبلند بنسبة ٢١,٢٤% ثم يأتي بعد ذلك معادن الماغنيتيت (١٢,٧٢%)، الإلمنيت (١١,٦٤%) والهيماتيت (١٠,٨٩%). وبعد الجارنت أقل المعادن انتشاراً حيث يتمثل بنسبة ١,٤٩% فقط من إجمالي المعادن الثقيلة. وتعد معادن الماغنيتيت والإلمنيت والهيماتيت من أثقل المعادن وزناً نوعياً.

وقد لوحظ انتشارها بنسبة أكبر بين المعادن الثقيلة في الشواطئ الأمامية المعرضة للنحت (العينات ١٢,٢٠، ١٢,٢١) إذ تبلغ نسبة انتشارها ٢٧,٤٩%، ٢٧,٢٧% ٢٥,٥٦% على الترتيب، في حين تتخفف بشدة في الشواطئ الأمامية المعرضة للإرساب (العينات ١٤,٦٤، ١٤,٦٤) حيث تبلغ ٥,٦٠%، ٣,٢٩%، ٤,٢٢% على التوالي. ويحدث العكس بالنسبة للمعادن الأقل وزناً نوعياً ويمثلها الأوجيت والهورنبلند والأبيدوت والتورمالين.

٥- يرجع مصدر هذه المعادن الثقيلة في الرواسب الشاطئية إلى حمولة نهر النيل التي أتى بها من منابعه العليا وبخاصة الحبشية ومرت عبر هذه الرحلة الطويلة، ولعل في هذا تفسير لثقل أحجامها.

توازن شاطئ منطقة رشيد

وحالاته المورفودينامية

إن الوصول إلى حالة التوازن State of Equilibrium بين عامل التعرية والأشكال الأرضية المسنول عن تكوينها لا يتحقق إلا في فترة زمنية قصيرة، لا تمتد طويلاً. إذ أن العلاقة بينهما تعتمد على متغيرات عديدة خاصة بسطح الأرض ومكوناته وأخرى خاصة بعامل التشكيل ذاته. ومن ثم لا تحدث المهاندة بينهما إلا في فترات قصيرة لا يثبت أن يتغير أحد العناصر (المتغيرات) الخاصة بأحد الطرفين، فيفقد حالة التوازن إلى حالة أخرى قد تكون في اتجاه النحت إذا كان التغيير في اتجاه زيادة طاقة عامل التعرية، وقد يكون في اتجاه الإرساب إذا خارت طاقة العامل المشكل ولم يبق على نقل حمولته. وفي المناطق الشاطئية ربما تصل الشواطئ إلى مرحلة ثبات في قطاعاتها Stable Profile بحيث لا تتعرض إلى عمليات تآكل (نحت) أو عمليات إضافة (إرساب). وفي هذه الحالة يكون الشاطئ قد وصل إلى مرحلة التوازن بين عمليات النحت والإرساب. وبالرغم من أن هذا الوضع ربما يستمر لفترة زمنية معينة، فإن عملية التوازن هذه قد تتغير أثناء العام الواحد. صحيح أن محصلة العام ما بين النحت والإرساب ربما تكون صفراً (أي أن ما نحت في موسم معين يرسب مثله في موسم آخر خلال العام) ولكن التوازن قد يُفقد خلال شهور (مواسم) العام.

وأثناء هبوب العواصف (النوات) في فصل الشتاء، فإن الأمواج تتميز بكونها قوية ونشطة Vigorous Waves وذات طاقة عالية، وتميل إلى تدمير الحافة الشاطئية الرسوبية (المسطح) Berm التي تكونت في فترة الهدوء النسبي

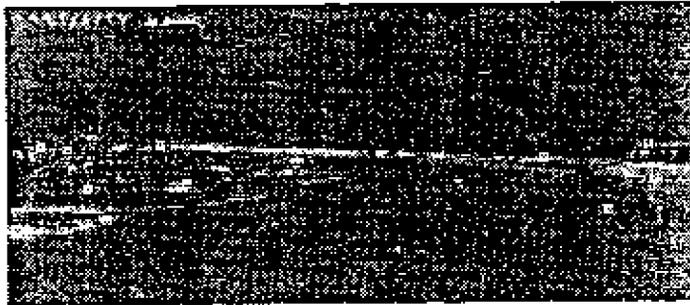
للأمواج، وتسحب المواد المنقولة إلى الداخل بعنف بفعل قوة تيار الشق (السحب) Rip Current وربما تكون حواجز بحرية أو شطوط ضحلة في منطقة الشاطئ البعيد Off-Shore Shoals. وعلى العكس من ذلك فأثناء فترات الهدوء النسبي، تكون الأمواج هادئة وضعيفة وتتجه بالرواسب إلى الشاطئ فتعيد بناءه وتكون حافات شاطئيه من الرواسب الرملية Berms. ولأن تردد العواصف يكون موسميًا، فإن تغير الشاطئ من موسم لآخر يكون أمرًا واقعيًا.

وتعتمد الحالة المورفودينامية للشاطئ Beach Morphodynamic State - التي بناءً عليها يتحدد توازن الشاطئ- على عدة متغيرات أهمها حالة قوى التعرية البحرية (الأمواج- المد والجزر- التيارات البحرية) وشكل قطاع الشاطئ وبخاصة في منطقة الشاطئ الأمامي ونطاقى زبد الأمواج Surf Zone وتكسر الأمواج Break Zone، وكذلك الحجم والوزن النوعي للرواسب التي يتكون منها الشاطئ. ولا شك أن هذه المتغيرات تتباين من فترة لأخرى ومن موسم لآخر خلال السنة الواحدة كما سبق أن أشرنا. فالشاطئ قد يتعرض لديناميات عالية الطاقة Dissipative حينما يتعرض لأمواج ذات طاقة عالية وقوة سحب هائلة عند ارتدادها- قادرة على اكتساح ونقل مواد الشاطئ الضعيفة التماسك. ويتميز الشاطئ بالإتحدار الهين نسبيًا. وعلى الرغم من ذلك قد يتميز خط نهاية الأمواج بواجهات خطية على طول الشاطئ (صورة ٤)، كما قد تظهر المسننات (ضروس الشاطئ) Cusps (صورة ٧)، وذلك لأن الأمواج تميل إلى التدافع على هيئة أمواج حادة Edge Waves متدفقة، وتصبح مصوبة من منطقة تكسر الأمواج تجاه الشاطئ (Ritter et al., 1995 P. 450). أما عكس الحالة السابقة، أى حينما تكون الأمواج ضعيفة، وذات طاقة محدودة تسود حالة من الاتحراف عن المتوسط Reflective State يترتب على أثرها تعرض الشاطئ إلى الإرساب. وبين الحالتين السابقتين تكون حالة الاستقرار والثبات للشاطئ

Short and Hesp, 1982) (Intermediate State) Equilibrium State

(P. 265

ونظراً لأهمية الحالة المورفودينامية للشواطئ في مثل دراستنا هذه، فقد قام الباحث بدراسة الحالة المورفودينامية لشواطئ منطقة الدراسة في فصلي عام ٢٠٠١ (الشتاء والصيف) ومنهما يمكن الحكم على المحصلة الإجمالية لحالة الشواطئ.



صورة (١٧) المسننات إلى الشرق من مصب رشيد



صورة (١٨) المسننات غرب خط الحماية للترابي

وقد قام الباحث بتطبيق المعادلة التى أوردها (Guza and Inman, 1975)

(P. 3005) ونصها كما يلى:

$$E = \frac{ab (w)^2}{g (\tan \beta)^2}$$

حيث أن:

E = معامل الإنحراف

ab = سعة الموجة

$2,14 \times 2$

2π

$$= \frac{\quad}{\quad} = W$$

T = زمن تردد الموجة بالثانية

g = عجلة الجاذبية الأرضية (٩,٨٠٦٦٥ م/ثانية/ثانية)

$\tan \beta$ = ظل زاوية إنحدار الشاطئ ونطاق تكسر الأمواج

وحيثما تكون قيمة E أقل من ٢,٥ تسود الشاطئ ديناميات ذات طاقة

منخفضة Reflective. وإذا تراوحت قيمة E بين ٢,٥ - ٢٠ فتكون الديناميات

ذات طاقة معتدلة Intermediate، لما إذا كانت أكثر من ٢٠ فيتميز الشاطئ

بديناميات عالية الطاقة Dissipative (Short and Hesp, 1982, p. 265).

ويوضح الجدول (١١) نتائج تطبيق معادلة الحالة المورفودينامية لشواطئ منطقة

مصب رشيد. ومنه يمكن استخلاص النتائج التالية.

١- يبلغ المتوسط العام لقيمة E فى شواطئ منطقة الدراسة ٥٥,٤٩ وهذا يدخل

المنطقة ضمن الديناميات عالية الطاقة التى تعمل على فقد الشاطئ لمكوناته

وتعرضه للتراجع. ولكن هذا المتوسط يخفى تبايناً كبيراً من قطاع لآخر فى

منطقة الدراسة، ومن شهر لآخر خلال السنة.

٢- تسود القطاعات (١، ٢، ٤، ٥، ٦) (شكل ٢٤) ديناميات عالية الطاقة، حيث

تؤكد كل الشواهد على سيادة عمليات النحت والإكتساح بشدة وتراجع خط

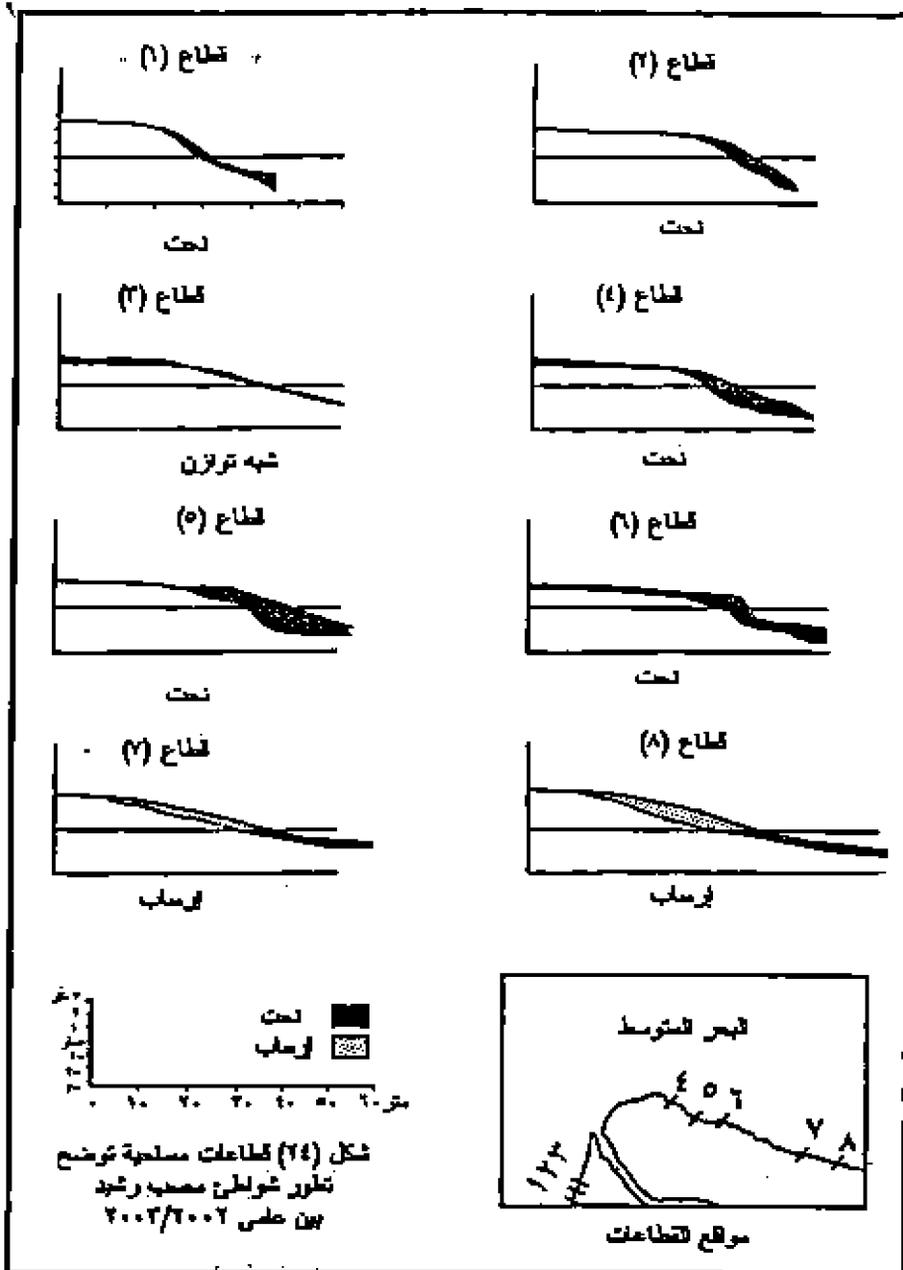
الشاطئ فى هذه القطاعات. فليبلغ متوسط قيمة E فى القطاعات المذكورة ٦٣,٩٦،

جدول (١) نتائج تطبيق معادلة تحديد الحالة المورفوبينية لشواطئ منطقة مصب رشيد عام ٢٠٠٢

قيمة E	التقاطع ٨،٧				التقاطع ٦،٥				التقاطع ٣				التقاطع ٢،١				معدل
	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	معدل	
٢,٣١	٢,٠٠	٦,٠٠	١,٥٩	١٥٥,٧	٧,٠٠	٤,٠٠	٢,٢٨	٢٠,٤٤	٢,٣٠	٧,٠٠	١,٥٥	١٤٩,٧	٥,٥	٢,١٤	٢,٠٠	١,٥٩	
٥,٤٤	٢,٣٠	٤,٠٠	١,٢٢	٤٢,٤	٧,٣٠	٨,٥٠	١,٤٨	١,١٣	٢,٣٠	١٠,٠٠	٠,٢٨	٣٤,٦	٧,٠٠	٥,٥٢	٢,٣٠	١,٥٩	
١,٧٦	٢,٣٥	٧,٥	١,٠٥	١٣٨,٧١	٧,٦٥	٦,٠٠	١,٣٨	١٠,٧٩	٢,٣٠	٨,٥	١,٠٦	٦٢,٢	٥,٤٥	١,٣٢	٢,٣٠	١,٥٩	

المصدر : * بيانات الأمواج : تقارير داخلية - معهد بحوث الشواطئ.

* تقياس زوايا الحدار الشاطئ وحساب قيمة E من عمل الباحث.



المصدر: واقع ميداني مسجل

وتتراوح درجات انحدار واجهة الشاطئ المواجهة للأمواج بين ٢٠° إلى أكثر من ٧٠°. كما تسجل قطاعات هذه الشواطئ أعلى تردد للأمواج. وكانت النتيجة الحتمية لهذا هو زيادة نسبة المعادن الثقيلة في رمال الشواطئ بسبب سحب الأمواج عن طريق تياراتها الرجعية للمواد الأخف وزناً نوعياً والأقل في حجمها. ويتضاعف نشاط الأمواج وتزداد طاقتها في فصل الشتاء، حيث تبلغ قيمة E لهذه الشواطئ ١٧٢,٤٤ (في فصل الصيف ٢٨,٥٥). ويدل ذلك على انصاف الشواطئ بديناميات عالية الطاقة بصورة أكبر في فصل الشتاء بسبب زيادة ارتفاع الأمواج ومعدلات تلاحقها نتيجة للعواصف المتكررة خلال هذا الفصل. ونقل الديناميات في قيمتها نسبياً في فصل الصيف، وإن كانت الشواطئ تظل على معاناتها من حالة التعرية على مدار العام وخلال كل فصول السنة.

٣- تتمتع شواطئ القطاع (٢) بنوع من التوازن الدينامي، وإن كان هذا التوازن يُقَدَّر بين فصول العام الواحد. ففي فصل الشتاء تسود ديناميات عالية الطاقة، حيث تبلغ قيمة E ٢٠٠,٤٤. ولكن حينما تقل حدة الأمواج في الصيف، إذ يبلغ معدل انحدارها ٠,٠٤، فتتكسر على شواطئ ذات زوايا انحدار هينة (٣٠° - ٢٠°) ومن ثم فهي تميل إلى البناء.

٤- تتميز الشواطئ التي يمثلها القطاعان ٧، ٨ بسيادة حالة من الضعف في طاقة القوى البحرية التي تؤثر على المنطقة Reflective State التي تؤثر على المنطقة. فتتراوح قيمة (E) بين (٢,٣١) (الشتاء)، (٠,٢٢) (الصيف) أي بين شبه التوازن الدينامي والميل نحو الإرساب بمتوسط عام ١,٢٦. وهذا يعنى أن المحصلة النهائية هي تمتع تلك الشواطئ بالإرساب. ويؤكد ذلك أن المعادن الثقيلة في رواسب الشواطئ تصل إلى أدنى معدل لها، حيث يبلغ متوسطها ١٠,٠٧% في الشاطئ الأمامي، ٦,٨٥% في منطقة تكسر الأمواج (جدول ١٠). كما يتميز الشاطئ الأمامي بمواد متوسطة الخشونة. في حين تسود الرواسب الأكثر نعومة

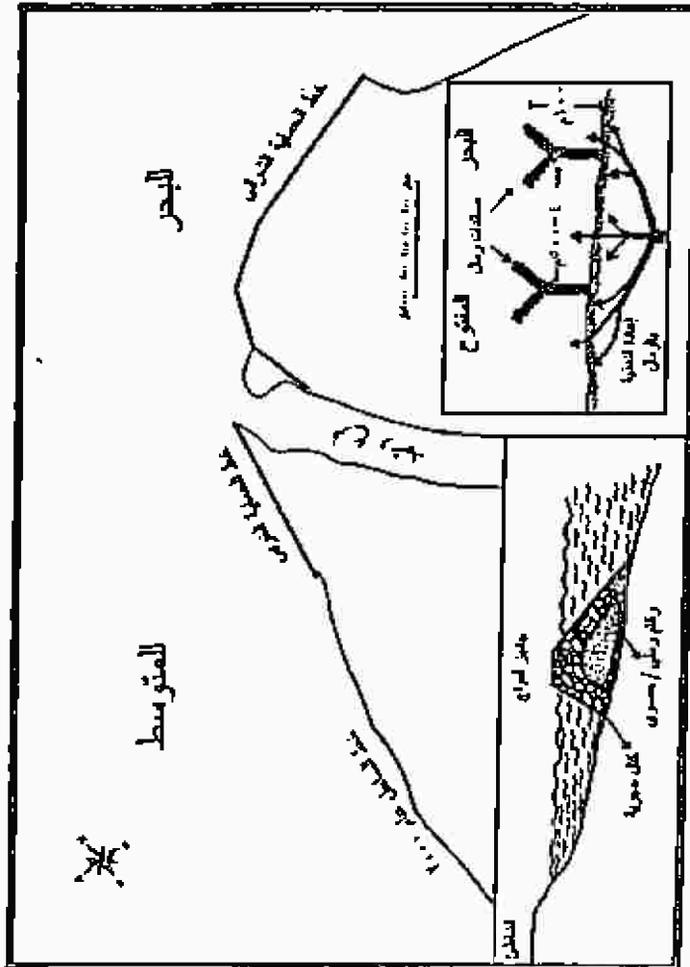
فى منطقة تكسر الأمواج (جدول ١٠). وهذا يعنى أن الأمواج حينما تكتسح المواد الأخف وزناً (وربما المتوسطة الخشونة ولكنها أخف وزناً) وتقوم التيارات المائية بسحبها ونقلها من القطاعات التى تتميز بالبحت (١، ٢، ٤، ٤، ٦) وتقوم الأمواج بإعادة إرسابها فى أقصى شرق منطقة الدراسة فى شواطئ القطاعين ٧، ٨ وتكون هذه الرواسب من المواد المتوسطة الحجم إلى الناعمة، وتحتوى على أقل نسبة من المعادن الثقيلة.

٥- تتوافق دراسة الحالة الدينامية لشواطئ منطقة مصب رشيد مع الدراسات التى قام بها الباحث للمنطقة من حيث تطور الشواطئ والقطاعات الشاطئية الميدانية والتحليل الحجمى وتحليل المعادن الثقيلة. وكلها تؤكد أن منطقة مصب رشيد تعاني من ديناميات عالية الطاقة تقوم ببحث واكتساح رواسب الشاطئ فى منطقة خطى الحماية وعلى امتدادهما شرقاً وغرباً، ثم تقوم بإعادة إرساب جزء من هذه المواد فى أقصى شرق منطقة الدراسة فى الجنوب الغربى من القسم الغربى من المصب (شكل ١٢).

طرق الحماية

اتضح من للدراسة السابقة أن معدلات تراجع اليابس فى منطقة مصب رشيد اشتمت خطورتها بعد إنشاء المد العالى والذى ظهرت بولاره منذ بداية القرن العشرين. ويبدون العوامل البيئية- كما اتضح من للدراسة- ليست فى صالح ساحل الدلتا، ومن ثم فإن الخطر سوف يستمر فى السنوات القادمة إن لم تتخذ وسائل الحماية المناسبة والكافية لدرء خطر القوى البحرية. وقد اتخذت للجهات المعنية بعض التدابير لمواجهة هذا الخطر الذى يهدد شمالى الدلتا بكامله. وكانت أكبر المشاريع- حتى الآن- إقامة خطى (حائطى) حماية شرقى وغربى مصب رشيد بناء على دراسة شركة Master Plan. ويبلغ طول الخط الغربى ٥,٥ كم

والشرقي ٣,٥ كم (شكل ٢٥)، ويتراوح عرضها بين ٤٨ - ٧٠ م، والارتفاع الكلي ١٢ م يبدأ من منسوب -٦ م وحتى منسوب ٦ م فوق منسوب سطح البحر (صورة ٤). ويبدو أن خطى الحماية لا يمثلان الحل الأمثل للمشكلة. حيث أتت الأمواج أولاً على الشاطئ الأمامي الذي يقع أمام الكتل الخرسانية وبدأت الأمواج في تقويض أسافلها. كما قامت الأمواج بالإلتفاف حول نهاية الخط الغربي من ناحية الغرب ونهاية الخط الشرقي من ناحية الشرق وأدى هذا إلى تكوين خليجين



شكل (٢٥) بعض طرق حماية الشاطئ

(شكل ٢٥ وصوره ٥). وبذلك لم يتوقف نحت وهجوم الأمواج على خط الساحل، مما حدا بشركة إس بي إيه إيجبت (SPA Egypt 1998) بتنفيذ تكنولوجيا الرؤوس (الأسنة) الغاطسة على بعد نحو ٢٠٠ متر من الطرف الغربى من خط الحماية الغربى ولمسافة كيلو متر واحد وهى عبارة عن أسنة إسطوانية من الخرسانة الغاطسة تتعامد على خط الساحل. ولكن هذه الطريقة لم تجد شيئا حيث استمر النحت فى هذا الجزء بمعدل سنوى ٥٠ سم فى السنة فى الفترة بين عامى ٢٠٠١، ٢٠٠٣ ويتوقع الباحث فى المستقبل- إذا استمر هذا الوضع- أن يستمر توغل البحر وفتح الأمواج للأطراف الشرقية والغربية لخطى الحماية وأن يتحول الحانطان إلى جزيرتين تحيط بهما المياه من كل جانب بعد أن تتحول المستنقعات الخلفية إلى بحيرات دائمة. ويطرح للباحث عدة اقتراحات يمكن تلخيصها فى النقاط التالية:

١- لا بد أن يؤخذ فى الاعتبار أن الحماية تبدأ من أمام خط الساحل أى داخل البحر وليس على خط الساحل نفسه.

٢- يقترح الباحث أن تتم الحماية فى صورة منظومة متكاملة تعتمد على:

أ- بناء كاسرات أمواج (حواجز أمواج) فى منطقة تكسر الأمواج Breaker Wave Zone تولزى خط الساحل وتتعامد على اتجاه الأمواج. وتتألف من نواه من الرمال والحصى تغطيها كتل حجرية (يازلت) غير منتظمة الشكل حتى تعلو عن مستوى سطح البحر بنصف متر على الأقل. ومهمة هذا الحاجز أن يعمل على كسر حدة الأمواج واستنزاف طاقتها فتصل إلى خط الساحل منهادية دون تأثير تحاتى.

ب- بناء مصابيد للرمال عمودية على خط الساحل لا يقل طولها عن ١٠٠ متر وتتراوح المسافة الفاصلة بينها بين ٢٠٠ - ٤٠٠ م، وتنتهى فى البحر على شكل حرف Y. وتتألف أيضًا من كتل حجرية غير منتظمة الشكل ولا يشترط أن

ترتفع لمنسوب سطح البحر. ومهمتها إعاقة حركة تيار الشاطئ الطولى Long
Shore Currents واصطياد ما تحمله هذه التيارات من رؤسب وإرسابها
على خط الشاطئ.

ج- الإستفادة من الكثبان الرملية التى تقع فى ظهير الساحل فى إعادة تغذية
الشاطئ Feedback بالرمال كلما احتاج الأمر لذلك فى بعض المناطق
المتضررة.

د- تشجيع الأهالى على استثمار الشاطئ فى النشاط السياحى وإقامة المصايف
حتى يمكن الاستفادة من مساهمتهم المادية فى الحفاظ على هذه الشواطئ.
هـ- الاستفادة من الخبرات الأجنبية فى نول تعاني من مشكلات تأكل شواطئها
وأبرزها هولندا (الأراضى المنخفضة) ومحاولة الحصول على منح من الجهات
المانحة بعد التأكيد على مدى ما تمثله هذه المشكلة من خطورة على البيئة
ولقنصاديات السكان والدولة.

الختمة

أثبتت الدراسة أن منطقة مصب رشيد كانت في نمو دائم ومستمر حتى بداية القرن العشرين، ثم توقف النمو وبدأت تتعرض لعمليات نحت وتراجع بطيء في خط الساحل بسبب إنشاء خزان أسوان. واستمر الوضع حتى أواخر الستينيات حيث تم بناء السد العالي وتم حجز القدر الأكبر من الحمولة النهرية وهنا بدأ خط الساحل في التراجع السريع والمستمر وإن اختلفت معدلاته بين فترة وأخرى. وقد تأكد أن هناك مجموعة من العوامل تلعب دوراً سلبياً ومؤثراً بشدة على تراجع خط الساحل في منطقة مصب رشيد، وتتمثل هذه العوامل في تأثير البحر من حيث فعل الأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر، وارتفاع منسوب سطح البحر في الفترة المعاصرة، وهبوط أرض الدلتا بالإضافة إلى العوامل الهيدرولوجية التي ترتبط بانقطاع الفيضان عن فرعي النيل وما ترتب على ذلك من انخفاض كمية التصريف والحمولة النهرية التي كانت ترد إلى منطقة المصب.

وقد أوضحت الدراسة أن معظم شواطئ المنطقة تتعرض لديناميات عالية الطاقة وبخاصة في الشواطئ التي تتاخم المصب مباشرة، وتتحول إلى ديناميات منخفضة الطاقة على الهوامش الشرقية والجنوبية الغربية لمنطقة الدراسة. وهذا يعني أن المنطقة لاتزال تتعرض للنحت رغم بناء خطى حماية للشواطئ المتاخمة للمصب. ولا يؤمل استقرار المنطقة جيومورفولوجيا في المستقبل القريب. ومن ثم ينبغي اتخاذ التدابير الملئمة لوقف عمليات النحت. ويقترح الباحث ما يلي:

- ١- بناء حاجز للأمواج في منطقة تكسر الأمواج.
- ٢- بناء مصابيد للرمال على الشاطئ.
- ٣- تغذية الشاطئ برمال الكثبان الرملية وخاصة المتضرر منها.
- ٤- تشجيع الأهالي على استثمار هذه الشواطئ.
- ٥- الاستعانة بالخبرات الأجنبية التي لها سابقة أعمال في هذا المجال.

أولاً: مراجع باللغة العربية

- أبو العينين، حسن (٢٩٧٣) : أشكال التكوينات الرملية فى منطقة رشيد وضواحيها المجلة الجغرافية العربية، العدد (٦)
- أبو راضى، فتحى عبد العزيز (١٩٩٠): ديناميات التعرية الشاطئية والتغيرات المعاصرة لساحل دلتا النيل. مجلة كلية الآداب - جامعة طنطا، العدد (٦)
- جاويش، على مصطفى كامل (١٩٨٨): جيومورفولوجية الشريط الساحلى لدلتا النيل بين قرعى نيماط ورشيد. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- حمدان، جمال (١٩٨٠) : شخصية مصر - دراسة فى عقيدة المكان. الجزء الأول، عالم الكتب، القاهرة.
- سالم، نصر الدين محمود (١٩٩٨): فرع رشيد- دراسة جيومورفولوجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب - جامعة الإسكندرية.
- سعيد، رشدى (١٩٩٣): نهر النيل- نشأته واستخدام مياهه فى الماضى والمستقبل. الطبعة الثانية، القاهرة.
- السيد، حمديّة عبد القادر (١٩٩٨): مورفوديناميات شواطئ خليج أبو كبير. إصدارات مجلة كلية الآداب - جامعة الإسكندرية، المجلد ٤٦.
- شارب، أسال (١٩٨٩): إيراد نهر النيل بين الزيادة والتقصن فى الفترة الحديثة. المجلة الجغرافية العربية، العدد ٢١، القاهرة.
- على، عبد القادر عبد العزيز (١٩٩٥): التغيرات المناخية وفيضان النيل. ندوة المياه فى الوطن العربى، المجلد الأول، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- مبارك، على (١٣٠٥هـ) : الخطط التوفيقية، القاهرة.
- محسوب، محمد صبرى (١٩٩١): حاجز بحيرة المنزلة- دراسة جيومورفولوجية. مجلة كلية الآداب- جامعة المنوفية، العدد (٦).
- المصرى، جابر سلامة (٢٠٠٠) : مدينة رشيد فى العصر الإسلامى. مجلة الإنسانيات، كلية الآداب - فرع دمهور، العدد الأول، السنة الثالثة.
- معهد بحوث الشواطئ (بدون تاريخ) : لسان رشيد وبوغاز رشيد، تقرير داخلى، الإسكندرية.
- معهد بحوث النيل (بدون تاريخ) سجلات غير منشورة - القاهرة.
- الهيئة القومية للاستعمار عن بعد وعلوم الفضاء (١٩٩٧): دراسة التغيرات الساحلية بمنطقة جمصة- بلطيم باستخدام تكنولوجيا الاستعمار عن بعد. شعبة التطبيقات الزراعية والتربة وعلوم البحار.

ثانياً : المراجع الإنجليزية

- Abou Raddy, F.A., (1988) : Local Areal Variation of Beach Sands Along the Coast of Alexandria City, Egypt. Bull. Fac. of Arts. Univ. Alex., vol. xxxvi, pp. 38 - 74.
- Begley, S., (1997) : Too Much Hot Air. Newsweek, October 20.
- Coastal Res.Inst., (2003) : Technical Rep. on the Sea Level Vartion at Damietta, Maadia and the Northwestern Coast of Alex, Rep.No.2.
- Coastal Res.Inst., (2003): Technical Rep. on the study of Current pattern and Hydrographic properties at Rosetta, Burullus and Damietta Outlets, Rep. No.2.

- Fanos, A.M., Khalagy, A.A., and Dean, R.G., (1995) : Protective works on the Nile Delta Coast., J. of Coastal. R. 11. 2.
- Folk, R.L., and Ward, W.C., (1957) : Brozes River Bar in the Singnificance of Grain size parameters, J. Geology, vol. 62.
- Gregory, K., (1992) : Changing Physical Environment and Changing Physical Environment and Cahnging Physical Geography, Geog., vol.77., No. 4.
- Gribbin, J., (1990) : Hothouse Earth, the Greenhouse Effect and Gaia. Transworld Publishers LTD, Great Britain.
- Guza, R.T., and Inman, D.L., (1975) : Edge Waves and Beach Cusps, J. Geophys. Research, vol. 80, pp. 2997- 3012.
- Hashem, M.T., (1976) : Fisheries Invesitigation of the Sardine and other Palagic Fish, along the Egyptian Mediterranean Coast From Rashid to El-Sallum Coastal Res. Inst. Teachnical Rep No.2.
- Hume, W.F., (1925) : Geology of Egypt, vol.1, Geol. Surv. Egypt.
- Hurst, H.E., (1958) : the Nile. London.
- Jelgersma, S., and sestini, G., (1996) : Implication of a Future Rise in Sea level on the coastal lowlands of the mediterranean sea. Geol. Surv. of the Netherlands, Harlem.
- King, C.A.M., (1972) : Beaches and Coasts. London.
- Lotfy, M.F., and Mousa, A.A., (1994) : Sediment Drift Partem in the Vicinity of Lake Idku - Mediterranean Sea Communication Outlet, Bull, Fac. Sciend, Univ. Alex, V. 34 No.1.
- Rashed, M.A., (1992) : Engineering - Geological Properties of Mediterranean Beach Sands Along Alexandria - Rashid Stretch, Egypt, Bull. Fac. Sci., Univ. Alex. V. 32.
- Ritter, D.F., Kochel, R.C., and Miller, J.R., (1995): Process Geomorphology, London.
- Said, R., (1981) : The Geological Evolution of the River Nile, springer, New York.
- Short, A.D., and Hesp, P.A., (1982) :Wave, Beach and Dune Interaction in Southeastern Australia, Marine Geol. Vol. 48, pp. 259 - 264.
- Sneh, A., et al., (1986) : Holocene Evolutaion of the Northeastern Corner of the Nile Delta. Quat. Res. vol. 26, pp. 194 - 206.
- SPA Egypt (1998) : Shore Protection and Nourishment system - The case of west Rosetta, Cairo.
- Stanley, D.J., (1988) : Subsidence in the Northeastern Nile Delta. Science vol. 240. pp. 495 - 500.
- Stanley, D.J., (1990) : Recent Subsidence and Northeast Tilting of the Nile Delta, Egypt. Marine Geol., vol. 94, pp. 147 - 154.

- Stanley, D.J., and Warne, A.G., (1993) : Nile Delta : Recent Geological Evolution and Human Impact. Science, Vol. 260.
- UNDP., (1978): Coastal Protection Studies. Technical Rep.Paris, vol .2.
- Viles, H., and spencer, T., (1999) : Coastal Problems : Geomorphology, Ecology and Society at the Coast, London.