العمليات الساحلية فيما بين بوغاز البرلس ومصب مصرف كتشنر ساحل دلتا النيل , مصر ,دراسة جيومورفولوجية

إعدا د

د/ نورة عبد التواب السيد عطية

مدرس الجغرافيا الطبيعية بكلية البنات جامعة عين شمس

المقدمة :

تمثل منطقة الدراسة قطاع من ساحل دلتا النيل يمتد بنحو 40 كم من مصب مصرف كتشنر فى الشرق إلى بوغاز البرلس فى الغرب, ويحدها ساحل البحر المتوسط شمالاً وساحل بحيرة البرلس جنوباً , وتقع فيما بين خطى عرض 30 ◌َ 31 ◌ْ- 35 ◌َ 31 ◌ْشمالاً , وخطى طول 57 ◌َ 30 ◌ْ - 15 ◌َ 31 ◌ْ شرقاً (شكل رقم 1). ويتجه خط الساحل فى منطقة الدراسة بصورة عامة من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى بإستقامة شديدة , مع تعرجات خفيفة مكوناً خلجاناً صغيرة تفصل فيما بين بروزين رئيسيين .

أثر الموقع الجغرافى تـأثيرًا كبيـراً فى الخصائص الطبيعية والبشرية ، فمن الناحية الطبيعية لعب الموقع دوره فى أنه يمثل جبهة التقاء بين اليابس والماء حيث يتأثر بالعمليات البحرية (شكل 1) خاصة ما يرتبط منها بالأمواج والتيارات الشاطئية التى تتبادل أدوارها ما بين نحر وإرساب ، وفيما يتعلق بالخصائص الليثولوجية فإن شواطئ منطقة الدراسة تتألف من رواسب مفككة من الكوارتز المخلوط بالمفتتات الصدفية والمعادن الثقيلة ، تشكل شواطئ منطقة الدراسة وحدة جيومورفولوجية تجاور السهل الساحلى الدلتاوى وتم تمييزها على أساس الإختلاف الطبغرافى العام لساحل دلتا النيل ، وتشكل هذه الشواطئ الجانب المواجه للبحر من الحاجز الرملى الذى يفصل بحيرة البرلس عن البحر المتوسط ، وبشكل عام فإن منطقة الدراسة تنتمى للقطاع الأوسط من الدلتا حيث الإتجاه العام للإنحدار صوب الشمال (عمر محمد محسوي ،2009، ص 3) ، وتتسم المنطقة بالأسطح المتجانسة وتنحدر تدريجياً نحو البحر , ويتراوح إتساعها من أمتار قليلة إلى 4 كم , وتتركز الشواطئ المتسعة فى القطاع الشرقى من منطقة الدرسة , وتمتد من بوغاز بحيرة البرلس حتى شاطئ بلطيم بطول 18 كم , وتنحدر جبهة الشاطئ بلطف (2 ◌ْ– 4 ◌ْ) أما غالبيتها فيتراوح إنحدارها فيما بين 2 ◌ْ – 5 ◌ْ , بينما الشواطئ الشرقية الممتدة من مصيف بلطيم حتى مصب مصرف كتشنر فإنها تتسم بالضيق النسبى وتضم أسطح عالية الإنحدار (5 ◌ْ – 15 ◌ْ) ويتراوح غالبيتها فيما بين 7 ◌ْ – 12 ◌ْ (صورة رقم 2،1) .

صورة رقم (1) شواطئ شرق بلطيم صورة رقم (2) شاطئ شرق بوغاز البرلس

يظهر على الساحل بعض البروز البحرية Rise freely بمتوسط مسافة فاصلة بين كل منها تصل 1.2 كم ومتوسط إرتفاع تراوح بين 45 – 65 سم , وقد لاحظ الفيشاوى منذ أكثر من 25 سنة أن هذه الرؤوس تهاجر شرقاً بمعدل 340 متر / شهر (El-Fishawy,1977,p143).

تتميز مورفولوجية الشاطئ القريب [1] والشاطئ البعيد offshore , بإنها فى حالة من الثبات النسبى على طول ساحل منطقة الدراسة ، وقد تم إختيار شواطئ ساحل مصرف كتشنر ومصيف بلطيم كمنطقة للدراسة لإنهما يشكلان إقليماً جيومورفولوجياً مميزاً يعكس عمليات جيومورفولوجية مركبة نهرية riverine وبحرية marine وهوائيةwind ، , كما أن الشواطئ فى هذا القطاع ذات تغيرات سريعة وخطيرة.

2- الرواسب السطحية وجيولوجية المنطقة:

تقع منطقة الد ا رسة داخل نطاق الأراضى التي تأثرت وتكونت بفعل عمليات الارساب النهرى مع دخول دلتا النيل مرحلة البناء منذ ما يقرب مف 7000 عام قبل الأن ، في نهاية فترة الهولوسين (*Masselink, G., and Hughes2003,p6.*) فقد استمر النهر خلال النصف الأول من هذه الفترة يرسب مواده الطميية فى شمال وشرق الدلتا (منطقة الدراسة)، على حين كان متجهاً للنحت إلى الجنوب من هذه المنطقة(عادل عبد المنعم السعدنى ،2006،ص 102) ، كما تتميز منطقة الدراسة فى الوقت الراهن بإستواء السطح وتغطيه الرواسب الغرينية الناعمة التى اشتقت من منابع النيل العليا ثم أرسبتها الأفرع الدلتاوية فى مياه البحر المتوسط ثم أرسبتها التيارات البحرية على الساحل لكى تشكلها الرياح فى صورة أشكال شريطية على الساحلوإلى الجنوب يغطى السطح الطمى النيلى الذى يتخلله سبخات وغرين وأملاح(عادل عبد المنعم السعدنى،2003،ص ص 111- 132) ،ويلاحظ أن الصحراء الشرقية فقد ظلت تمثل المصدر الأساسى للتكوينات الدلتاوية حت العصر الحجرى القديم الأعلى عندما بدأ وصول المياه من الحبشة إلى مصر ، وقد قام النهر بحمل كميات ضخمة من الرواسب الطميية وأرسبها فى مصر السفلى وذلك عقب إتصال النيل الأدنى بالمنابع الإستوائية (إسلام سلامة محمد ، 2006 ، ص 9،10) ، وبصورة عامة فإن سطح منطقة الدراسة يغطى بغطاء من الرواسب الطينية والتى جلبها فرع دمياط إلى منطقة البوغازى والمنطقة المحيطة به، فضلاً عن الرواسب التى قامت التيارات البحرية الساحلية بإرسابها .

شكل رقم (1) الخريطة المورفودينامية لمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة إعتماداً على

1- خرائط طبوغرافية مقياس 1 : 50000 أصدرتها الهيئة العامة للمساحة المصرية بالتعاون مع وكالة

ثانياً- أهداف الدراسة :

أ-تحديد مواضع شواطئ النحت وشواطئ الإرساب إعتماداً على خصائص حجم الحبيبة لفهم عمليات التصنيف .

ب - تحديد المعدلات السنوية للنحت والإرساب على الشاطئ إعتماداً على قطاعات الشاطئ بساحل منطقة الدراسة .

ج- رسم خريطة مورفوديناميكية لتوفر معلومات دقيقة يمكن أن تساعدالمسئولين عن التخطيط والإدارة والتنمية المستقبلية لمنطقة الدراسة .

[1] انظر لسان العرب، ابن منظور 302/7، مادة (ربط)، دار صادر، بيروت، لبنان، ط1، 1955م.

د- تقييم القوى المتحكمة فى النحت على طول ساحل منطقة الدراسة وإقتراح بعض الحلول الملائمة لمواجهة مشكلات النحت وتراجع خط الساحل .

ثالثاً- طريقة الدراسة :

تم استخدام العديد من الأساليب الإحصائية والكمية والكارتوجرافية ونظم المعلومات الجغرافية والدراسة الميدانية ، التى ساعدت على حصر مواضع الخطر، ومعرفة مدى تطور سطح الأرض، وتقييم الأخطارالتى تتعرض لها الشواطئ

تم جمع 18 عينة بعناية من نطاق الشاطئ بقطر تراوح بين 10-15 سم تم جمعها على مسافات ضيقة فى صورة مربعات تمثل في مجموعها مستطيل او مربع لتؤخذ العينات من مراكز تلاقي الاضلاع (شكل رقم 2) وعلى اساس الاعماق المطلوب اخذ العينات منها لتشمل كل منطقة الدراسة وتعكس التباين المكانى وتكون ذو دلالة جيومورفولوجية .

شكل رقم (2) مواقع العينات المدروسة بمنطقة الدراسة

أما فيما يتعلق بتحليل حجم الحبيبة فقد تم إجراء التحليل الميكانيكى بطريقة النخل التقليدية باستخدام غربال شاكر Ro-Tap shaker لنحو 250 جرام لكل عينة لمدة 20 دقيقة ثم تمثيل البيانات التى تم الحصول عليها فى صورة منحنيات بيانية تراكمية إحتمالية (شكل12) , كما أمكن تقدير أقطار حجم الحبيبة باستخدام معادلة فولك وورد folk and ward(1975).(جدول 9) .

أما التحليل المعدنى فقد تم نخل العينات التى تراوحت أقطارها بين 063ر0 – 125ر0 ملليمتر (3-4 Ø) ممثلة لرمال ناعمة جداً ثم إستخدامها لفصل المعادن الثقيلة والتحليل البتروجرافى بمعامل الهيئة المصرية للمساحة الجيولوجية , كما تم فصل المعادن الثقيلة بكثافة 2.9 جرام / سم3 باستخدام صوديوم تونجستات sodium polytungstate يتم عده على شرائح زجاجية فى بلسم كندا المستخدم فى وصف الصخور , كما تم تحليل العدد بالنقطة باستخدام الميكروسكوب الإستقطابى polarizing microscope , حيث تم عد كل شريحة تتكون من 100 حبيبة على طول خط عرضى عشوائى لتحديد نسبة المعدن المعتم , بالإضافة إلى 200 حبيبة لحساب النسبة المئوية لأنواع المعدن (جدول 9) .

أما فيما يتعلق بالقياسات الميدانية التى تمت لدراسة أثر العمليات الساحلية على الشواطئ المدروسة ، فقياسات الموجة الإتجاهية (إرتفاع , سرعة , وإتجاهلا) تم إجراءها بواسطة الباحثة خلال سبتمبر 2012 , وأغسطس 2013 على طول منطقة الدراسة , أما أبعاد الموجة من حيث طول الموجة وحدة الموجة وطاقة الموجة فقد تم حسابها على أساس فصلى , كما تم دراسة تغيرات خط الساحل قصيرة المدى من خلال 8 قطاعات للشاطئ تم قياسها من الشاطئ الأمامى foreshore حتى عمق 50 سم تقريباً (شكل 10) .

وقد كانت القطاعات المدروسة عمودية على خط الساحل وتغطى النطاق المدروس من مصب مصرف كتشنرشرقاً حتى بوغاز البرلس غرباً وتراوحت المسافة الفاصلة بين هذه القطاعات من 1-9 كم تتسم فى مجموعها بأنها نطاقات سريعة التغير (شكل رقم10).

أما فيما يتعبق بمصادر الدراسة فقد تم الإعتماد على :

1- الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية ومرئيات الأقمار الصناعية:
أ- الخرائط الطبوغرافية: اعتمدت الدراسة على موزايك خرائط بمقياس رسم 1: 50.000أصدرتها الهيئة المصرية العامة للمساحة بالتعاون مع وكالة التعاون الدولى للولايات المتحدة الأمريكية , المشروع الفنلندى ، لوحات: البرج ، وبلطيم ، والحامول ، وسيدى سالم ، وإدفينا ، ورشيد.
ب - مرئيات الأقمار الصناعية: اعتمدت الدراسة على ثلاث مرئيات أقمار صناعية رقمية الأولى لعام LANDSAT 7 ETM1972 بدرجة وضوح 30 متر (ثلاث طبقات) ، والثانية لعام 1984 بدرجة وضوح 30 متر (ثلاث طبقات)، والثالثة لعام 2002 بدرجة وضوح 30 متر (سبع طبقات) +ETM.

وقد اعتمد على هذه المرئيات في تحديد حدود خط الساحل ، وفي رسم حدود العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية كالسبخات، والمصاطب البحرية، الكثبان الرملية، وغيرها.

رابعاً : النتائج والمناقشة :

1- ديناميكية العمليات الساحلية :

تتعرضت منطقة الدراسة للعمليات البحرية الممثلة فى كل من الأمواج والتيارات الساحلية والمد والجزر وفيما يلى تحليلاً تفصيلياً لكل منها :

أ - تأثيرالأمواج :

تمثل الأمواج العامل الأساسى فى تشكيل مورفولوجية الشاطئ , كما تقوم بتصنيف الرواسب على جبهة الشاطئ Shoreface ونقل الرواسب للشاطئ القريب Onshore والشاطئ البعيد Offshore والساحل (Naffaa,1995,p219)

يتضح من دراسة الجدول رقم (1) والشكل رقم (3) أن الإتجاه السائد للأمواج هو الشمالى الغربى , إذ تصل نسبة المتوسط السنوى لحدوث الأمواج إلى 78% منها 7 % شمال الشمال الغربى , 25 % شمال غرب , 46 % غرب الشمال الغربى , أما الأمواج الغربية والشمالية وشمالية شمالية شرقية فقد بلغت النسبة المئوية للمتوسط السنوى إلى 17 % , 3 % , 2 % لكل منها على التوالى .

ومن دراسة التوزيع الشهرى للنسب المئوية لتكرارات حدوث الأمواج(جدول رقم 1) والشكل (3) يتضح أن الأمواج الغربية شمالية غربية تسود خلال أشهر العام المختلفة وإن كانت تصل لذروتها خلال فصل الصيف (يونية – سبتمبر) إذ تتراوح نسبتها فيما بين 46 % - 56 % .

أما الأمواج الشمالية والشمالية شمالية غربية فلا تتمثل سوى بأشهر فصل الشتاء حيث تراوحت نسبتها فيما بين 2 – 15 % على حين لا تتمثل الأمواج الشمالية شمالية شرقية سوى بشهر نوفمبر بنسبة لا تتعدى 2 % من إجمالى نسبة المتوسط السنوى .

ولما كانت الرياح هى العامل المسئول عن توليد الأمواج التى تولد بدورها التيارات الساحلية بالسواحل فقد تم مقارنة بيانات الجدول الخاص بالمتوسطات الشهرية للنسب المئوية لإتجاه الرياح (جدول رقم 2) والشكل الممثل له (شكل رقم 3) ببيانات الأمواج (جدول رقم 1) وإتضح أن الرياح الغربية والشمالية الغربية تمثل ما يقرب من نصف المتوسط السنوى للنسب المئوية لإتجاه الرياح خلال الفترة المدروسة (42.9%) حيث بلغت 23.2 % , 19.7 % لكل منهما على التوالى .

الإتجاه / الشهـر	شرق	شرق الشمال الشرقى	b	شمال الشمال الشرقى	شمال	غرب الشمال الغربى	غرب
يناير	-	-	-	-	**2**	**50**	**30**
فبراير	-	-	-	-	**2**	**45**	**35**
مارس	-	-	-	-	**3**	**45**	**25**
ابريل	-	-	-	-	**5**	**60**	**10**
مايو	-	-	-	-	**3**	**30**	**32**
يونية	-	-	-	-	**4**	**50**	**6**
يولية	-	-	-	-		**65**	**15**
أغسطس	-	-	-	-		**60**	**15**
سبتمبر	--	--	--	--		**60**	**-**
أكتوبر	-	-	-	-	**5**	**30**	**10**
نوفمبر	-	-	-	**2**	**10**	**40**	**10**
ديسمبر	-	-	-	**10**		**45**	**15**
المتوسط السنوى	-	-	-	**6**	**4.3**	**48.3**	**16.9**

يتضح من دراسة الجدول رقم (2) والشكل رقم (4)أن النسبة المئوية لإتجاه الرياح التى تهب من الشمال الغربى تصل لذروتها خلال فصل الصيف (يونية – سبتمبر) حيث تراوحت فيما بين 39.8 % - 49.6 % ، وتعتبر العواصف التى تهب على البحر المتوسط شتاءً مرتبطة بالمنخفضات الجوية المتحركة شرقاً فإنها تعمل على زيادة فاعلية الرياح الشمالية الغربية والتى تساعد على توليد الأمواج فى نفس الإتجاه بإرتفاع يتجاوز 2 متر. (Omau,2003 ,p 3)

يتراوح إرتفاع الأمواج ما بين 0.4 – 0,9 متر فى فصل العواصف , وما بين 0.4 – 0,5 متر فى فصل الصيف , وإن كان التوزيع السنوى للنسب المئوية لإرتفاع الأمواج (أقل من 0.5 متر) يسود جميع الإتجاهات الغربية والشمالية الغربية والشمالية جدول رقم (3) .

جدول رقم (2) المتوسطات الشهرية للنسب المئوية لإتجاه هبوب الرياح ا بمحطة بلطيم خلال الفترة (1975-1994)

الإتجاه الشهر	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
يناير	4.5	4.6	7.8	3.2	7.1	**16.3**	18.1	12.9	25.4
فبراير	5.8	7.4	10.1	4.7	4	9.7	22.1	13.9	22.2
مارس	9.7	9.7	10.1	4.8	4.5	5.7	21.5	18.2	15.7
أبريل	17.9	11.5	9.6	2.8	1.8	3	19	21.2	13
مايو	22	7.8	5.2	1.2	1	1.4	17.1	28.4	15.6
يونية	15.1	3.9	1.6	0.7	0.6	0.9	23.9	41.6	11.5
يولية	6.1	0.2	0.05	0.05	0.25	0.95	22.2	49.6	10.5
أغسطس	5.5	0.4	0.2	0.1	0.4	1.25	31.7	47.5	12.8
سبتمبر	15	2.9	0.8	0.3	0.4	0.85	18.6	39.8	21.1
أكتوبر	19	6.5	3.2	1.3	1.5	3.7	12.6	21.6	30.5
نوفمبر	13.5	7.3	2.2	1	3.6	8.2	13.7	18.7	31.6
ديسمبر	5.4	6.8	5.1	3.6	6	17.5	16.1	13	26.1
المتوسط السنوى	11.6	5.8	4.7	2	2.6	5.8	19.7	23.2	19.7

المصدر : من عمل الباحثة إعتماداً على :

Egypt , Meteorological Authority climatological averages of some - element occurrence of some phenomena and wind rosa for station Balteem, period 1975- 1994

شكل رقم (4) المتوسطات الشهرية للنسب المئوية لإتجاه هبوب الرياح بمحطة بلطيم خلال الفترة 1975-1994)

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على بيانات الجدول رقم (2)

تتـراوح حـدة الموجـة خـلال فصـل الشـتاء فيمـا بـين 011ر - 086ر بمتوسـط 56ر0بينمـا تراوحـت حدة الموجـة خـلال فصـل الصـيف فيمـا بـين 028ر0- 044ر0 بمتوسـط بلـغ 33ر0(جدول 3) وشكل (5) ، أما فى فصـل الصـيف (يوليـة – أكتـوبر) تتـراوح سـرعة الموجـة فيمـا بـين 3.3 – 5.9 متـر / ثانيـة بمتوسـط 3.52 متـر / ثانيـة , وبلـغ متوسـط طولهـا 54.2 متـر . وتراوحت مدة الموجة بين 8.2 – 8.8 متر / ثانية بمتوسط بلغ 9.53 متر / ثانية كنتيجـة لإنخفـاض سرعتها وإزدياد طولها.

يتضح من دراسة الجدول رقم (4) والشكل رقم (6) أن 94 % من الأمـواج يقل إرتفاعهـا عن 1 متـر , يمثـل الإتجـاه غـرب الشـمال الغربـى 40 % منهـا , الشـمال الغربـى 22 % , والغـرب وشـمال الشـمال الغربـى والشـمال 16 % , 9 % , 3 % لكل منهـا علـى التوالـى ، أمـا الأمـواج التـى يتـراوح إرتفاعهـا بـين 1-2 متـر فقد بلغت 20 % ويمثلهـا الإتجـاه غـرب الشـمال الغربـى والغـرب والشمال الغربى حيث بلغت 12 % , 3 % , 5 %لكل منها على التوالى ، ومما لا شك فيـه أن هنـاك علاقة عكسية فيما بين متغيرى طول الموجة وسرعتها, إذ كلما زادت سرعة الموجة إنخفض طولهـا , ففى فصل الشتاء (نوفمبر – ديسمبر) تتراوح سرعة الموجة فيما بين 4.24 – 5.83 متـر / ثانيـة , وبلغ متوسط طولهـا 41.2 متـر . وتتـراوح مـدة الموجـة بـين 7 – 13 م / ثانيـة بمتوسـط بلـغ 9.88 متر / ثانية كنتيجة لإزدياد سرعتها وإنخفاض طولها .

جدول (3) بيانات الأمواج الشهرية والفصلية بمنطقة الدراسة خلال الفترة 2010- 2012

المتغير / الشهر	أقصى إرتفاع للموجة (م)	توسط الإرتفاع للموجة (م)	طول الموجة (م)	متوسط سرعة الموجة(م / ثانية)	مدة الموجة (م/ثانية)	حدة الموجة (إرتفاع الموجة/ طول الموجة)	متوسط طاقة الموجة
اغسطس 2010	0.9	.4	53.63	3.37	8.2	0ر016781652	×١.٢٣
سبتمبر2010	1.8	.5	50.05	3.68	8.8	03596ر	×٣.٠٧
نوفمبر2010	1.5	.4	42.69	4.295	13.6	03513ر	×٥.٥٢
ديسمبر2010	2.9	.7	34.63	5.33	11	0.08374242	×٥.٦٩
يناير2011	6	.9	34.3	4.915	11.6	0.174927114	×٣.٤٥

مايو2011	1.8	.4	40.68	3.805	10.4	0.044247788	×٢.٠٤
يونية2011	2.4	.7	59.23	3.66	9	0.040520007	×٠.٦٣
اغسطس2011	1.7	.5	62.13	2.895	8.2	0.027361983	×٠.٨٩
نوفمبر2011	1.9	.3	45.13	5.28	8.8	0.042100598	×٣.٤٤
ديسمبر2011	0.5	.2	43.63	5.83	7	0.011460005	×٤.٠٧
يناير2012	3.2	.6	36.83	5.915	13	0.08688 5691	×٤.٥٧
فبراير2012	3.5	.7	31.43	5.3	10	0.111358575	×٤.٣٢
مارس2012	1.6	.5	49.18	4.24	10.6	0.03253355	×٣.٧٥
ابريل2012	1.8	.5	53.63	4.145	10.6	0.033563304	×٢.٨٩
يونية 2012	2	.7	69.23	3.89	9.9	0.02888921	×٢.٤٧
يولية2012	2	.8	59.485	2.895	10.2	0.033621921	×٢.٤٧
شتاء	6	.5	39.255	5.5813	13	0.152846771	×٤.٨٨
صيف	2	.6	54.0133	3.4533	10	0.037027917	×١.١٨
ربيع	1.7	.4	51.405	4.1925	10.3	0.033070713	×٣.٢٣

المصدر : : معهد بحوث السواحل , تقارير غير منشورة (2011/2010) والنسب المئوية من حسابات الباحث

شكل رقم (5) بعض متغيرات الأمواج الشهرية والفصلية بمنطقة الدراسة خلال الفترة 2010-2012

المصدر : من عمل الباحثة إعتماداً على بيانات الجدول رقم (3) .

ووفقاً لدراسة Quelennec and Manohar (1977) فإن أمواج العواصف بمنطقة الدراسة لديها القدرة على نقل رمال الشاطئ شرقاً بموازاة خط الساحل وإن كانت معدلات النقل القصوى (نحت شديد) كانت تتمثل عند مواضع الرؤوس Promontories , على حين كانت مواضع الخلجان Embayments خاضعة لأقل معدلات نقل (ترسيب) , على الرغم من أن البعض يرى أن المشكلة الأساسية على طول الساحل الشمالى المصرى تكمن فى نقل الرمال الساحلية الناتجة عن الأمواج الضعيفة وفقاً لزاوية إلتقاءها بخط الساحل Sharaf El Din,1974.p183)) .

تراوح متوسط طاقة الموجة ✷ فيما وبلغ متوسط طول الموجة 41.2 متر . وتراوحت مدة الموجة بين 7 – 13 م / ثانية بمتوسط بلغ 9.88 متر / ثانية كنتيجة لإزدياد سرعتها وإنخفاض طولها .

بمتوسط

تراوحت حدة الموجة خلال فصل الشتاء فيما بين 086ر0بمتوسط 56ر0بينما تراوحت حدة الموجة خلال فصل الصيف فيما بين 028ر0– 044ر0 بمتوسط بلغ 33ر0(جدول رقم 3)

ويتفق ذلك مع ما توصل إليه إنمان وآخرون (Inman et al(1976 أن طاقة الأمواج القصوى المرتبطة بالعواصف شتاءً على طول سواحل منطقة الدراسة نتج عنها أن معدلات النقل القصوى شرقاً كانت عند مواضع البروز , بينما إرتبطت مواضع الخلجان بمعدلات نقل أقل . على حين أن طاقة أمواج فصل الصيف كانت متوسطة أو ضعيفة حيث تراوحت فيما بين ١٠×٣ - ١٠×٣.٠٧ بمتوسط ١٠×١.١٨ ^{٣} , ومن ثم يمكن القول أن هذه الأمواج الصيفية تساعد على بناء الشاطئ على حين يسفر عن أمواج العواصف هدم ونحت الشواطئ وهذا يتفق مع ما توصل إليه علوانى وآخرون

(Elwany et al ,1988,p92)

يتوقع أن طاقة الموجة سوف يزداد بمنطقة الدراسة بواقع 20 % خلال فصل العواصف , وينخفض إلى 1 % خلال فصل الصيف(Moheb.,2013,p43) مما يمكن معه توقع الآثار السلبية للأمواج شتاءً مع نحت الشواطئ وهدمها , على حين بناءها صيفاً .

ومما لا شك فيه أن إتجاه الأمواج المؤثرة فى تشكيل مورفولوجية الساحل يعد حصيلة تضافر عوامل عديدة منها إتجاه الرياح السائدة وإتجاه خط الساحل المحلى , بالإضافة إلى طبوغرافية النطاق الساحلى , ونوع رواسب الشاطئ , ويتضح من دراسة الشكل رقم (1) أثر الأمواج على طول سواحل منطقة الدراسة يعد فصلياً , حيث أن الإتجاه السائد للأمواج خلال فصل الشتاء بمنطقة الدراسة من الشمال الغربى , شمال الشمال الغربى , ويرتبط بها أمواج الهدم الناتجة عن العواصف الشديدة التى يمكن أن ينتج عنها إزالة سريعة لمواد الشاطئ من نطاق أعلى الشاطئ الأمامى The Upper foreshore نحو المياه العميقة خارج نطاق تكسر الأمواج The break- Zone أو نقلها شرقاً بموازاة خط الساحل , على حين يصل خط الساحل خلال فصل الصيف قدر محدود من الأمواج الشمالية شمالية غربية والشمالية الغربية مع قدر محدود من الشرقيات (شمال الشمال الشرقى والشمال الشرقى) نتيجة لهبوب الرياح الشرقية ويرتبط بها أمواج بناء Constructive Waves مما يؤدى لنقل الرواسب الساحلية شرقاً (Lotfy and Frihy , 1993,p658) .

ب - أثر التيارات البحرية :

مما لا شك فيه أن التيارات الساحلية تساهم فى التأثير على الخصائص المورفولوجية لساحل منطقة الدراسة , وتتجدد بفعل الأمواج التى تلاطم الشاطئ فى نطاق زبد الأمواج Surf-Zone.

ويرى البعض أن الأمواج الشمالية شمالية غربية , الشمالية الغربية , غرب الشمال الغربى (68 %) هى المسئولة عن تجدد هذه التيارات الساحلية المتجهة شرقاً(Frihy.and Deabes,2011,p 40) , على حين أن الأمواج التى تأتى من الإتجاه شمال الشمال الشرقى , شمال شرق , شرق الشمال الشرقى (11 %) لديها القدرة على توليد تيارات ساحلية عكسية يعتمد إتجاهها على إتجاه الموجة وطبغرافية القاع , كما تنشأ بعض التيارات الساحلية بنطاق مكاسر الأمواج The breaker zone بفعل الأمواج الناشئة عن حركة الرياح (ٍ Sharaf El Din. S.H, 1974,p183) .

يتضح من دراسة الجدول رقم (5) والشكل رقم (7) أن النسبة المئوبة لحدوث التيارات الساحلية المتجهة شرقاً وغرباً بلغت نحو 73.7 % , 26,3 % لكل منهما على التوالى , كما تراوح متوسط سرعة التيار المتجه شرقاً فيما بين 40 – 50 سم / ثانية , على حين تراوح متوسط سرعة التيار المتجه غرباً فيما بين 20 – 30 سم / ثانية ، وقد توصلت هيئة قناة السويس أن أقصى سرعة للتيار الساحلى بلغت 100 سم / ثانية بالقرب من بوغاز البرلس بمتوسط 35 سم / ثانية (Hilaly, 1971 ,p 56) , وتتفق هذه النتائج مع نتائج تحليل التيار الساحلى لساحل البرلس التى أجريت خلال 1980 – 1989 بواسطة فانوس وخفاجى (Fanos s.A .M and Khafagy A.A.1990) . يعزو البعض السرعات المرتفعة للتيارات الساحلية إلى فصل الشتاء نتيجة لأمواج العواصف مما نتج عنه نقل كميات كبيرة من الرواسب شرقاً تصل 100000 م3 / سنة (Elbisy and Ghulmam,2011,p34) .

أشارت بعض الدراسات إلى أن التيارات الساحلية لديها القدرة على الدفع الشرقى للرواسب بمنطقة الدراسة بواقع 1.33×10⁶ م 3/ سنة وذلك على عمق يصل إلى 3ر0 متر (Fishawy,1994,p41)

وهناك بعض التجارب التى أجريت لدراسة أثر التيارات البحرية على دفع وتحريك الرواسب فى نطاق مكسر الأمواج بمنطقة البرج على طول شاطئ بلطيم بالقرب من بوغاز البرلس فى عام 1970 من خلال تغطيس 375 كجم من الرمال الخشنة , 375 كجم من الرمال الناعمة المغطاة بمسحوق الفلورسنت على عمق 75ر0 , 1.5 متر فإتضح أن التيارات الساحلية لديها القدرة على تحريك طبقة إرسابية يصل سمكها 9 سم على عمق 3ر0 متر , أما حركة الرمال على عمق 3 متر كان ينتج فقط بفعل الأمواج الناشئة عن حركة الرياح (Zenkovitc,1971,p19) .

جدول رقم (4) المتوسط السنوى للنسب المئوية لإرتفاع الأمواج خلال الفترة 2010 - 2011 بمنطقة الدراسة (%)

الإرتفاع / الإتجاه	أقل من 0.5 متر	0.5 - 1 متر	1 - 1.5متر	1.5 - 2 متر	أكبر من 2متر
غرب الشمال الغربى	20	20	10	2	0
غرب	9	7	3	0	0
غرب الجنوب الغربى	2	0	0	0	0
شمال غرب	12	10	3	2	2
شمال الشمال الغربى	7	2	0	0	0
شمال	3	0	0	0	0
شمال الشمال الشرقى	2	0	0	0	0

شكل رقم (6) المتوسط السنوى للنسب المئوية لإرتفاع الأمواج خلال الفترة 2010 -2011 بمنطقة الدراسة (%)

المصدر : من عمل الباحثة إعتماداً على بيانات الجدول رقم (4)

جدول رقم (٥) المتوسط الفصلى والسنوى للنسب المئوية لحدوث التيارات البحرية فى فصل الصيف خلال الفترة ٢٠١٠/ ٢٠١١ بمنطقة الدراسة (%)

الفصل	الإتجاه / السرعة (متر/ثانية)	شمال	شرق الشمال الشرقى	شمال شرق	شمال الشمال الشرقى	شرق	شرق الجنوب الشرقى	جنوب شرق	جنوب الجنوب الشرقى	جنوب	جنوب الجنوب الغربى	جنوب غرب	غرب الجنوب الغربى	غرب	غرب الشمال الغربى	شمال غرب	شمال الشمال الغربى
فصل الصيف	صفر - ١٠	١.٨	١.٣	٢.٢	٨	٣	١	١	١	١	١	٢.٥	٦	٦	١٢	٤	١.٨
	١٠-٢٠	٢	٠	٣.٢	١٧	٨	٢	٠	٠	٠	٠	٣.١	٩	٧	١٧	٥	٢
	٢٠-٣٠	٠	٠	٥	١٩	١٦	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٨	٠	٠
	٣٠-٤٠	٠	٠	٠	٠	٢١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٠-٥٠	٠	٠	٠	٠	٢٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
فصل الشتاء	صفر - ١٠	٤	٤	٥.٨	٥.٨	٥.٨	٢	١.٥	٢	٢	٣	٣	٤	٨	٤	٣	٤
	١٠-٢٠	٤.٥	٥.١	١٠	٨	٩	٣	٢	٠	٠	٤	٤	٨	١٣	٨	٤	٥
	٢٠-٣٠	٠	٠	١٢	١١	١١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩	١٤	٩	٥	٠
	٣٠-٤٠	٠	٠	١٣	١٢	١٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٤٠-٥٠	٠	٠	٠	١٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
المتوسط السنوى	٣	٣	٤	٥	٥	٢	٢	١	١	٢	٣	٤	٨	٧	٤	٣	٣
	٤	٤	٦	٩	٨	٣	٣	٠	٠	٣	٤	٩	١٣	١٢	٥	٤	٤
	٠	٠	٧	١٢	١٢	٤	٠	٠	٠	٠	٠	١٠	١٤	١٣	٠	٠	٠
	٠	٠	٠	١٤	١٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	٠	٠	٠	٠	١١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

المصدر : معهد بحوث السواحل ، تقارير غير منشورة (٢٠١٠/٢٠١١) والنسب المئوية من حسابات الباحثة

شكل رقم (7) المتوسط الفصلى والسنوى للنسب المئوية لحدوث التيارات البحرية خلال فصلى الصيف والشتاء خلال الفترة 2010/ 2011 بمنطقة الدراسة (%)

المصدر : من حسابات الباحث اعتماداً على بيانات الجدول رقم (5)

كما أن الدراسة التى أجراها (El Gindy,et al ,1984,p5) أظهرت أن التيارات الساحلية خلف نطاق تكسر الأمواج بمنطقة الدراسة كانت إنتشارية Circulation وذو نمط دوامى Eddy مع سرعة عالية تصل إلى 20-30 لفة / ثانية فى مقدمة البرلس وعند المصبات Outlets , وتراوحت سرعة التيار بالمياه الضحلة بالرف القارى خلف نطاق تكسر الأمواج بين 3- 47 سم / ثانية .

ج- أثر المد والجزر Tide Action:

تراوح معدل المد والجزر بساحل دلتا النيل بين 30 -40 سم , على حين بلغ بسواحل منطقة الدراسة 50 سم (Kevin and El Asmar 1999,p94) . تعد طاقة التيارات المدية ذات أثر فعال فى دفع الرواسب نحو الشاطئ خلال فصل العواصف مما نتج عنه نحت ساحلى بالشاطئ الخلفى أو بأقدام الكثبان الرملية (صورة رقم 4،3)

(صورة رقم 4,3) نحت الأمواج لأقدام الكثبان بمنطقة جمصة

كما تؤدى حركة التيارات المدية بالسواحل المنخفضة إلى تكوين جداول مدية Tidal Runnels تنتج عن نحت التيارات المدية خلال عمليتى إرتفاع وإنخفاض منسوب مياه المد والجزر .

خامساً: التغيرات الساحلية :

تعد تغيرات خط الساحل ذات أهمية كبيرة لإدارة النطاق الساحلى من أجل مشروعات التنمية المستقبلية .

هناك العديد من الدراسات التى عنيت بدراسة التغيرات لخط ساحل منطقة الدراسة من خلال تحليل الخرائط التاريخية (Sestini,1976, Frihy et al.,1988 , Manohar,1976, وتحليل الصور الجوية Frihy, 1988, وتحليل المرئيات الفضائية (Klemas and Abdel Kader,1982, Khafagy (Blodge et al ,1991, Smith and Abdel Kader,1988) , والعوامل الديناميكية and Manohar , 1979 ,Elwany et al , 1988 ,Naffaa et al 1991) ونقل الرواسب (El – Askary and Lotfy , 1980 , Frihy et al ,1991,) .

وقد أظهرت هذه الدراسات أن ساحل منطقة الدراسة كان يتسم بالتوازن نظراً لتغذية النطاق الساحلى بالرواسب النيلية المتصرفة فى موسم الفيضان , ولكن منذ بداية القرن العشرين حيث تم بناء تسع قناطر على طول مجرى نهر النيل فقد تعرض النطاق الساحلى لإنخفاض كمية الرواسب النهرية المتصرفة , إلى أن أقيم السد العالى بأسوان عام 1964 حيث قام بحجز كل رواسب الفيضان فى حوض

تخزينه مما أنذر بخطورة مشكلة النحت وما يرتبط بها من تهديد قوى للمدن الساحلية والحواجز الرملية التى تفصل البحيرات الساحلية عن ساحل البحر المتوسط .

ومما لا شك فيه أن الإنخفاض فى كميات الرواسب النهرية التى كانت تغذى النطاق الساحلى (120 ألف طن / سنة) قد نتج عنه تغير الموازنة الإرسابية Sediment budget , فمواضع الترسيب الساحلى تعرضت الآن لعمليات نحت eroded من خلال الأمواج الشمالية والشمالية الغربية السائدة , كما أن التيارات الساحلية المتدفقة شرقاً تقوم بتصنيف وإعادة ترسيب لنواتج النحت الحديثة فى إتجاهها (Blodge et al ,1989 , p110) , كما أن نمط الموجة Wave pattern يبدو أنه لعب دوراً مهماً فى التوزيع الجغرافى لمواضع الإرساب , حيث أنه يمكن أن ينتج عن إرتداد الموجة تيار ساحلى محلى يندفع فى الإتجاه المعاكس لإتجاه التيار الساحلى السائد من الغرب إلى الشرق مما يؤدى إلى ترسيب فى جزء من الساحل كنتيجة لإصطدام التيارين الساحليين فى الإتجاهين المعاكسيين (Zaghloul et al 1984 , p27).

بعد بناء السد العالى عام 1964 بأسوان أصبح نهر النيل مصدراً ثانوياً للرواسب بالمنطقة , وأصبح الساحل فى الوقت الحالى يمثل ساحل نحتى (Inman et al.,1976,p 243) .

وتجدر الإشارة إلى أن رأس البرلس تعزو من حيث النشأة إلى الفرع النيلى السبنيتى , وعندما تعرض هذا الفرع للإندثار تعرض ساحل البرلس للنحت بفعل العمليات الساحلية منذ ما يقرب من 2000 عاماً قبل الميلاد (Stanley,1991, p46) , وترتب على مشكلات النحت هدم وتدمير قرية البرلس مما أدى لنقلها للداخل ثلاث مرات خلال 70 سنة (Orlova and Zenkovich , 1974 , p 71) .

قد أجريت بعض الدراسات التى عنيت بتغيرات خط ساحل دلتا النيل من خلال مقارنة مجموعتان من الصور الجوية لعامى 1055 ،1983 لقطاع البرلس – بلطيم وإتضح أن هذا القطاع تعرض للتراجع والنحت بواقع 250 متر خلال 28 سنة أى 9 متر / سنة (Frihy , 1988,p 602) لدى تقنية الإستشعار عن بعد القدرة على فصل العناصر المكونة للغطاء الأرضى مقارنة بالطرق التقليدية فى برامج نظم المعلومات الجغرافية (محمد الخزامى عزيز ، 2004ص ص 72) فقد أجرت الدراسة الحالية تحليلاً لثلاث مرئيات فضائية الأولى لعام 1972(4 حيوز) , والثانية لعام 1984, أما الثالثة لعام 2002 (9 حيوز)وجميعها بدرجة وضوح 30 متر, وقد تم تحليل هذه المرئيات من خلال برنامج Arc Map v.10. (شكل رقم8) ويبين الجدولين أرقام (6 , 7) التغيرات الساحلية خلال هذه الأعوام.

وإتضح أن متوسط تراجع خط الساحل خلال الفترة 72 – 1984 بلغ 211 متر خلال 12 سنة أى بواقع 17.7 متر / سنة , وبلغت المساحة التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل خلال نفس الفترة نحو 3,65 كم2 (30ر. كم2 / سنة) , أما خلال الفترة 1984 – 2002 فقد بلغ متوسط تراجع خط الساحل نحو 218.3 متر خلال 18 سنة أى بواقع 12.1 متر / سنة , وبلغت المساحة التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل خلال هذه الفترة نحو 3.62 كم2 (20ر0 كم2 / سنة) , مما يعنى أن هناك إتجاه عام نحو مواجهة مشكلة تراجع خط الساحل خلال الفترتين المدروستين , وإن كان المتوسط العام لتراجع خط الساحل خلال الفترة 1972 – 2002 (30 سنة) بلغ 444 متر أى بواقع 14.85 متر / سنة , وبلغ إجمالى المساحة التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل خلال هذه الفترة 7.27 كم2 (24ر0 كم2 / سنة).

شكل رقم (8) تغيرات خط الساحل خلال الفترة 1972 – 2002 بمنطقة الدراسة

المصدر: من اعداد الباحث إعتماداً على برنامج Erdas Imagine v.9.2

جدول رقم (6) تراجع خط الساحل خلال الفترة 1972- 2002(متر)

1984-1972				2002 -1984			2002 -1972				
الطرف الشرقى	الطرف الأوسط	الطرف الغربى	المتوسط	الطرف الشرقى	الطرف الأوسط	الطرف الغربى	المتوسط	الطرف الشرقى	الطرف الأوسط	الطرف الغربى	المتوسط
146	212	275	17.7=12/211	268	337	50	12.1=18/218.3	394	573	365	14.8=30/444

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات الشكل رقم (6)

جدول رقم (7) إجمالى المساحات التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل (كم2)

1984-1972				2002 -1984				2002 -1972			
الطرف الشرقى	الطرف الأوسط	الطرف الغربى	الإجمالى	الطرف الشرقى	الطرف الأوسط	الطرف الغربى	الإجمالى	الطرف الشرقى	الطرف الأوسط	الطرف الغربى	الإجمالى
.40	.36	.89	.65	.7	.04	.46	.62	.1	.82	.35	.27

ويتضح من دراسة كل من الجدولين السابقين (6 , 7) أن معدلات تراجع خط الساحل بالأجزاء الشرقية والوسطى من منطقة الدراسة قد تزايدت خلال الفترتين المدروستين , إذ بلغت 54.4 % بالأطراف الشرقية , 62.9 % بالأطراف الوسطى , على حين إنخفضت معدلات تراجع الساحل بالأطراف الغربية من المنطقة بواقع 550 % أى 5ر5 مرة خلال الفترة المدروسة , وتوافقت هذه الزيادة مع المساحات التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل إذ بلغت 57.1 % بالأطراف الشرقية , 55.3 % بالأطراف الوسطى , أما الأطراف الغربية فقد إنخفضت بواقع 410.8 % أى 4 مرات .

وفى محاولة لمقارنة النتائج السابقة بالنتائج التى يمكن التوصل إليها من خلال تحليل المرئيات الفضائية الثلاثة للأعوام 1972 , 1984 , 2002 بإستخدام أمرتحديد التغيرات Change Detection فى برنامج Erdas Imagine v.9.2(شكل رقم (9) والجدول رقم (8) فقد إتضح أن إجمالى المساحة التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل خلال الفترة 1972 – 1984 قد بلغ 4.66 كم2

بواقع 39ر0 متر / سنة , وإنخفض إلى 1.3 كم2 بواقع 07ر كم2 / سنة خلال الفترة 1984 – 2002 , وبلغ إجمالى المساحة التى تم تآكلها خلال 1972-2002 (30 سنة) نحو 3.83 كم2 بواقع 13ر0 كم2 / سنة .

تلى ذلك إستخراج المتوسط العام بين الطريقتين(Arc Map10 & Erdas Imagine v.9.2) حيث بلغ متوسط إجمالى المساحة التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل خلال 1972 -1984 فقد بلغ 345ر0 كم2 / سنة , على حين بلغ 125ر0 كم2 / سنة خلال الفترة 1984 – 2002 بمتوسط بلغ 185ر0 كم2 / سنة خلال ثلاثون عاماً (1972-2002) ، ويرجع هذا لتراجع النيل من الصراع بعد الضبط الهندسى لمياهه وحرمان الشواطئ من حمولته وتقلص دور الرياح فى بناء خطوط دفاع ممثلة فى الكثبان الرملية بسبب ضيق الشاطئ الخلفى ، حيث أصبحت شواطئ الدلتا عاجزة عن الصمود أمام الغزو البحرى بعد أن فقدت مقومات التوازن (حمدينه عبد القادر،2007،ص ص 1 ،2).

جدول رقم (8) إجمالى المساحات التى تم تآكلها نتيجة تراجع خط الساحل (كم2)

باستخدام أمر التغيرات فى برنامج Erdas Imagine v.9.2

-1972 1984		-1984 2002		2002 -1972	
نحت	ترسيب	نحت	ترسيب	نحت	ترسيب
.66	0.11	1.3077	.930	3.83	1.1

وفى سياق تقييم التغيرات الزمنية والمكانية لخط الشاطئ بفعل الأمواج فى أعوام تالية تم تحليل قطاعات الشاطئ التى تم مسحها خلال الفترة (2010/10/12 – 2011/5/11) على طول 25 كم بمنطقة الدراسة (شكل رقم 10) وقد إتضح أن شاطئ منطقة الدراسة ينقسم إلى نطاقين تعرضا للنحت أحدهما شرقى يمتد من مصرف كتشنر لمسافة 3.9 كم , والأخر أوسط ممثلاً لشاطئ بلطيم يمتد لنحو 8 كم, ويمثل هذين النطاقين 56.64 % من ساحل منطقة الدراسة , على حين ظهر النطاق الغربى ممثلاً لحالة من الترسيب أو التوازن على طول مسافة بلغت 13 كم (43.36 %) من المنطقة المدروسة .

, وتوافقت هذه النتائج مع ما تم التوصل إليه آنفا عند دراسة تحليل المرئيات الفضائية سالفة الـــذكر.

شكل رقم (9) إجمالى المساحات التى تم تآكلها وإرسابها بخط الساحل (كم2) من الchange detection

شكل رقم (10) قطاعات شاطئ منطقة الدراسة

المصدر : من عمل الباحث من واقع الدراسة الميدانية

سادساً- خصائص رواسب الشاطئ :

1 – حجم حبيبات رمال الشاطئ

2 – التركيب المعدنى لتكوينات الشاطئ

1 – حجم حبيبات رمال الشاطئ :

يتضح من دراسة الجدول رقم (9) والشكل رقم (11) أن شواطئ منطقة الدراسة تتألف أساساً من رمال خشنة جداً إلى ناعمة جداً , حيث بلغ متوسط نسبة الرمال الخشنة جداً والخشنة نحو 0ر8 % , 7.1 % لكل منهما على التوالى , على حين بلغ متوسط نسبة الرمال المتوسطة والناعمة والناعمة جداً والسلت نحو 24.2 % , 57.99% , 9.47% , 0ر73 % لكل منها على التوالى .

وبمقارنة كل من شواطئ النحت بشواطئ الإرساب إتضح أن شواطئ النحت غنية بصورة خاصة بالرمال الناعمة والناعمة جداً حيث يشكل كل منهما نحو 82.27 % من جملة أحجام الحبيبات الرملية , على حين تبدو شواطئ الإرساب غنية بالرمال الناعمة والمتوسطة , إذ يشكل كل منهما نحو 82.62 % من جملة أحجام الحبيبات الرملية , لذلك فإن قطاعات شواطئ النحت تتجه للرواسب الناعمة , على حين تتجه قطاعات شواطئ الإرساب للرواسب الخشنة , وهذه النتائج تتفق مع النتائج التى توصل إليها (Badr and Sedick.2001,p74) .

ويتضح من دراسة المنحنيات التراكمية للتحليل الميكانيكى لرواسب شواطئ النحت أن أحجام الرواسب المنحوتة تراوحت فيما بين 2-3 ø (رمال ناعمة) , على حيت تراوحت أحجام رمال شواطئ الإرساب فيما بين 1- 2 ø , 2-3 ø (رمال متوسطة وناعمة) (شكل رقم12) .

تجدر الإشارة إلى أنه قد تم تطبيق بعض المعاملات الإحصائية للمساهمة فى تفسير نشاط العمليات الجيومورفولوجية المختلفة على رواسب الشاطئ (جدول رقم 9) وذلك بإستخدام معادلة كل من فولك وورد (Folk and Ward,1957,pp3-26)على النحو التالى :

أ - متوسط حجم الحبيبة :

يتضح من دراسة الجدول (9) أن القيم تراوحت فيما بين 1.48 ø – 2.97 ø بمتوسط 1.88 ø (رمال خشنة) فى شواطئ النحت , بينما تراوحت فيما بين 1.40ø -1.58ø بمتوسط 1.67ø (رمال متوسطة) مما يعنى أن شواطئ النحت تكون غنية بالرواسب ذات الحبيبات الخشنة , على حين تميزت شواطئ الإرساب بالرواسب ذات الحبيبات الناعمة وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة كل من بدر وصديق (Badr abd Sedick .2001,p78).

وفى الحقيقة هناك بعض الدراسات التى إهتمت بدراسة العلاقة فيما بين حجم الحبيبة وطاقة الموجـــة

(Frihy et al,2003,p270) , حيث إستنتج أن حجم الحبيبة يزداد مع إزدياد ظاقة الموجة , كما أن كثافة الحبيبة يمثل عامل مهم جداً فى التوزيع الجغرافى لإنماط النحت والترسيب الساحلى فالحبيبات

الرملية الناعمة والناعمة جداً والتى تتألف من معادن ثقيلة تكون ذات كثافة عالية , على حين أن الحبيبات الخشنة والخشنة جداً تتألف من معادن منخفضة الكثافة ومن ثم يسهل نحتها من شواطئ النحت ثم نقلها للشاطئ القريب nearshore على طول خط الساحل تاركة الرواسب الناعمة كرواسب متخلفة Lag deposits ، وقد إفترض طه (Taha,,2012,p67) أن خشونة الرمال لم تكن مرتبطة بخصائص الموجة ولكنها يمكن أن تكون مرتبطة برواسب تخلفت من فروع النيل القديمة ربما كان الكانوبى Canopic, والسياتى Saitic, والسبنيتى Sebennitic.

ب - الإنحراف المعيارى :

تراوحت قيم الإنحراف المعيارى فى شواطئ النحت فيما بين 24ر- - 27ر0 ø بمتوسط 25ر0 ø (تصنيف جيد جداً) , على حين تراوحت القيم فى شواطئ الإرساب فيما بين 35ر0- 42ر0ø بمتوسط 31ر0ø (تصنيف جيد) (جدول 9) , مما يعنى أن أنماط تصنيف الحبيبة فى الشاطئ الأمامى بمنطقة الدراسة تأثرت بشدة بالأثر الديناميكى لطاقات متباينة (الأمواج والتيارات البحرية) والتى ترتبط بدورها بإتجاه خط الساحل , حيث إتضح كما كان متوقعاً أن الحبيبات الأخشن تراكمت فى المواضع حيث تزايدت معدلات النحت , على حين تركزت الحبيبات الأنعم فى المواضع حيث تزايدت معدلات الإرساب.

وعلى إية حال فإن إزدياد أو إنخفاض تصنيف مواد شواطئ النحت أو الإرساب بمنطقة الدراسة يمكن أن يمثل دليلاً على أن شاطئ منطقة الدراسة يستقبل مواده من مصادر مختلفة يمكن أن تتمثل فى الشاطئ نفسه أو رواسب جلبتها فروع نهر النيل القديمة .

ج- معامل الإلتواء :

تراوحت قيم الإلتواء فى شواطئ النحت فيما بين -17ر0 , -03ر0ø بمتوسط =13ر0 ø , بينما تراوحت القيم فى شواطئ الإرساب فيما بين =43ر0 , -18ر0ø بمتوسط -20ر0ø (جدول 9) , مما يشير إلى إلتواء متقارب التماثل وإلتواء سالب وهذا يمكن أن يكون ناتج عن خلط الرواسب الناجمة عن بيئتين أحدهما نهرية (المياه العذبة) والأخرى ساحلية (الأمواج) , مما يؤكد أن هذه الرواسب ترجع لمصادر متعددة (Senapath .et al, 2011,p646) .

د – معامل التفرطح :

تراوحت قيم التفرطح فى شواطئ النحت فيما بين 1.09 -1.75 ø بمتوسط 1.4 ø , على حين تراوحت فى شواطئ الإرساب فيما بين 58ر0 – 89ر0 ø بمتوسط 1.13ø مما يشير إلى تفرطح مرتفع Leptokurtic ، نتج عن أن الرواسب الناعمة بالشاطئ تعكس حالة مدخلات عالية من الرواسب التى يمكن أن يصرفها نهر النيل عند رشيد ثم يتولى التيار الساحلى نقلها وتوزيعها .

من الملاحظ أن حجم الحبيبة يتجه للإنخفاض عندما تصبح الرواسب جيدة التصنيف سالبة الإلتواء مما يتوقع معه أنها ذات أصل نهرى , كما أتضح أن هناك علاقة عكسية فيما بين كل من الإلتواء والإنحراف المعيارى ويرجح بأن هذا ينتج عن أثر التيارات الساحلية , أما العلاقة بين

الإنحراف المعيارى والتفلطح تبين من خلالها أن معظم العينات كانت عالية التفرطح وذات تصنيف متوسط وذلك لسيادة الرواسب متوسطة الحجم .

أما العلاقة فيما بين الإلتواء والتفلطح فإنها توضح أن معظم العينات كانت عالية التفلطح وذات إلتواء سالب.

جدول رقم (٩) النسبة المئوية لأوزان أحجام الحبيبات الرملية وبعض المعاملات الإحصائية لها بشواطئ النحت والإرساب بمنطقة الدراسة

نوع الشاطئ	رقم العينة	الوزن %						متوسط الحجم Ø	الإنحراف المعيارى Ø	معامل الإلتواء Ø	معامل التفلطح Ø
		رمل خشن جداً > ٢ مم	رمل خشن ١-٢ مم	رمل متوسط ٠٫٥-١ مم	رمل ناعم ٠٫٢٥-٠٫٥مم	رمل ناعم جداً ٠٫١٢٥-٠٫٢٥	سلت وطين ٠٫٠٦٣-٠٫١٢٥				
		-١ : صفر Ø	صفر:١ Ø	٢:١ Ø	٣:٢ Ø	٤:٣ Ø	٤ < Ø				
شواطئ النحت	١	٠٫٢٦	٣٫٤٥	١٥٫٠٨	٦٨٫٧٤	١٢٫٠٥	٠٫٤٢	١٫٩٣	٠٫٢٤	-٠٫١٥	١٫٠٩
	٢	٠٫٢٥	٢٫٩٦	١٣٫١٩	٦٨٫٩٤	١٤٫٢٥	٠٫٤١	١٫٥٣	٠٫٢٥	-٠٫١٧	١٫٣٢
	٣	٠٫٣٢	٣٫١	١٢٫٨٥	٦٧٫٤٩	١٥٫٨	٠٫٤٤	١٫٥	٠٫٢٥	-٠٫٠٣٥	١٫٤٧
	٤	٠٫٢٤	٣٫٠٢	١٤٫٧١	٦٦٫٧٦	١٤٫٦٦	٠٫٥١	٢٫٩٧	٠٫٢٧	-٠٫١٤	١٫٣٩
	٥	٠٫٦٧	٤٫٨٢	١٥٫٤٩	٦٦٫٠١	١٦٫٦٢	٠٫٣٩	١٫٤٨	٠٫٢٤	-٠٫١٦	١٫٧٥
المتوسط		٠٫٣٤٨	٣٫٤٦	١٤٫٢٦	٦٧٫٥٩	١٤٫٦٧٦	٠٫٤٣٤	١٫٨٨	٠٫٢٥	-٠٫١٣	١٫٤
شواطئ الإرساب	٦	١٫٢٨	٦٫٤٤	٢٧٫٤٣	٥٧٫٤٣	٦٫٣٢	١٫١	١٫١٨	٠٫٣٥	-٠٫٣٩	٠٫٥٨
	٧	٠٫٧٦	٨٫٩٩	٣١٫٥٨	٥٢٫٩٨	٤٫٨٩	٠٫٨	١٫٥٨	٠٫٣٧	-٠٫٤٣	٠٫٨٦
	٨	١٫٣	١٢٫٤٥	٣٨٫٣	٤٣٫٨١	٣٫٣٢	٠٫٨٢	١٫٤٣	٠٫٤	-٠٫١٦	٠٫٨٩
	٩	١٫٦٤	١٢٫٨٧	٣٧٫٧٢	٤٣٫٦١	٣٫٣٥	١٫١	١٫٤٥	٠٫٤١	-٠٫٢٩	٠٫٨٩
	١٠	٢٫٠١	١٣٫٠٦	٣٦٫١	٤٤٫١١	٣٫٤٥	١٫٢٧	١٫٤	٠٫٤٢	-٠٫١٨	٠٫٨٥
المتوسط		١٫٣٩٨	١٠٫٧٦٢	٣٤٫٢٣	٤٨٫٣٩	٤٫٢٦٦	١٫٠١٨	١٫٦٧	٠٫٣١٤	-٠٫٢٠٣٢	١٫١٣٥٤٥
المتوسط العام		٠٫٨٧٣	٧٫١١١	٢٤٫٢٤٥	٥٧٫٩٩	٩٫٤٧١	٠٫٧٢٦	١٫٧٧٥	٠٫٢٨٢	-٠٫١٦٦٦	١٫٢٦٧٧٢٥

شكل رقم (11) النسبة المئوية لإحجام الحبيبات الرملية بشواطئ النحت والإرساب بمنطقة الدراسة

المصدر : من عمل الباحثة إعتمادا على بيانات الجدول رقم (9)

شكل رقم (12) المنحنيات التراكمية للتحليل الميكانيكى لرواسب شواطئ النحت والإرساب بمنطقة الدراسة

المصدر : من عمل الباحثة إعتماداً على بيانات الجدول رقم (9)

2- التركيب المعدنى لتكوينات الشاطئ :

أشارت بعض الدراسات إلى أهمية التوزيع الإقليمى للمعادن الثقيلة فى تقييم الظروف الهيدروديناميكية وحدود مواضع الترسيب بشواطئ الدلتا , كما أن أنماط توزيع المعادن الثقيلة يوفر دليلاً إضافياً على قدرة مجرى الفرع السبنيتى القديم على تشكيل رأس السبنيتى الباقية وبروز bulge البرلس الممثل الآن فى وسط الدلتا (Frihy ,2007,p71) ، تمثل أيضاً دراسة المعادن الثقيلة أداة مهمة فى التعرف على نشأة وخصائص شواطئ النحت والإرساب , إذ أن حبيبات المعادن الثقيلة ذات الكثافة المرتفعة والحجم الناعم يكون من الصعب نقلها بفعل تيار الموجة wave-current ومن ثم تتجه للبقاء عند مصادرها الأصلية وتتركز فى نطاق شاطئ النحت Erosion beach , على حين أن المعادن الثقيلة ذات الكثافة المنخفضة والحجم الخشن يتم إنتقائها بالأمواج والتيارات البحرية ليتم إرسابها فى نطاق شاطئ الإرساب beach accreation (El-Gamal and Saleh ,2012, p42)

تجدر الإشارة إلى أنه تم دراسة 18 عينة(شكل 2) من جبهة الشاطئ تم تجميعها من الشواطئ المدروسة وتحليلها وفصلها كما سبقت الإشارة بمعامل الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية (الجدول رقم (10) والشكل رقم (13) .

جدول رقم (10) نتائج تحليل المعادن الثقيلة لعينات رواسب الشاطئ بمواضع النحت والإرساب بمنطقة الدراسة (%)

المعادن الثقيلة	مواضع النحت	مواضع الإرساب
المعادن المعتمة	42	19
أوجيت	19	36
هورنبلند	11	18
أبيدوت	8	14

جارنت	8	5
زيركون	5	4
تورمالين	3	2
روتيل	2	1
مونازيت	2	1
الإجمالى	100	100

شكل رقم (13) نتائج تحليل المعادن الثقيلة لعينات رواسب الشاطئ بمواضع النحت والإرساب بمنطقة الدراسة (%)

وإعتماداً على دراسة فريحى (Frihy,2007,p59) يمكننا تقسيم مجموعة المعادن الثقيلة فى تكوينات الشاطئ بمنطقة الدراسة إلى مجموعتين رئيسيتين (جدول 10) , تتمثل المجموعة الأولى فى المعادن ذات الكثافة المرتفعة (4-5 جرام / سم3) وتتضمن كل من الجارنت والزيركون والتورمالين والروتيل والمونازيت , أما المجموعة الثانية فتتمثل فى المعادن ذات الكثافة المنخفضة (3.2 – 3.4 جرام / سم3) وتتضمن كل من الأوجيت والهورنبلند والأبيدوت , أما المعادن المعتمة فقد بلغت 42% بشواطئ النحت , 19% بشواطئ الإرساب , وقد تمثلت فى المجناتيت والأيلمنيت والهيماتيت .

إتضح من دراسة الجدول رقم (10) أن عمليات التصنيف تتجه لعلاقات خطية بين معدلات تغيرات الشاطئ (نحت وإرساب) ونسب تركيز المعادن الثقيلة , حيث أن أكبر معدلات نحت بالشاطئ كان أكثر تركيزاً للمعادن الثقيلة الأعلى كثافة (20 %) وقد تجلى ذلك بالطرف الشرقى لشريط البازلت عند قرية البناايين غرب منطقة الدراسة , على حين أن أكبر معدلات ترسيب بالشاطئ كان أكثر تركيزاً من المعادن الثقيلة ذات الكثافة المنخفضة (68 %) وذلك إلى الغرب مباشرة من مصب مصرف كتشنر بأقصى شرق منطقة الدراسة .

ومما لا شك فيه أن تركيز المعادن الثقيلة بنوعيها يعتمد على الظروف الهيدروديناميكية الممثلة فى طاقة الموجة وسرعتها والتيار الساحلى وسرعة الرياح التى تتحكم فى النقل الساحلى , بالإضافة إلى طبغرافية الساحل (Ramadan et al ,2012,p5325) .

كما يتضح من دراسة الجدول السابق تداخل المعادن الثقيلة بنوعيها بكل من مواضع النحت والترسيب , فعلى الرغم من تركيز المعادن الثقيلة عالية الكثافة بمواضع النحت (20%) إلا أن مواضع الإرساب لم تخلو منها إذ بلغت بها 13 % , كما أن تركيز المعادن الثقيلة منخفضة الكثافة بمواضع الإرساب (68 %) , إلا أن مواضع النحت قد حظيت منها بنسبة 38 % , ويرجح فريحى بأن هذا التداخل قد يكون مرتبط بالنطاقات الإنتقالية فيما بين شواطئ النحت و شواطئ الإرساب والتى من

المحتمل أنها تمثل نقاط عقدية Nodal points يتغير عندها نظام العملية الجيومورفولوجية من نحت إلى إرساب أو العكس(Frihy,2007,p60) .

سابعاً: العوامل المؤثرة فى عمليتى النحت والإرساب فى منطقة الدراسة :

1- الإنسان كعامل جيومورفولوجى وأعمال حماية السواحل :

مما لا شك فيه أن خط شاطئ منطقة الدراسة عانى من النحت الشديد والتراجع الخطير كما سبقت الإشارة , لذلك فقد تم تنفيذ بعض أعمال الحماية للمناطق المعرضة للنحت بإقامة الحوائط البحرية Seawalls ومكاسر الأمواج المفصولة detached breakwaters والحواجز الموازيةgroins والحواجز العمودية Jetties , وقد أثرت أعمال الحماية فى تغيير نظام النحت والإرساب على الشاطئ ' فكما سبقت الإشارة أن الطرف الشرقى للشريط البازلتى بقرية البنايين تعرض لنحت بطول 4 كم لأنه غير محمى وتراوح النحت فيه فيما بين 2.5 – 6.3 متر / سنة ومن ثم فقد تم السيطرة على النحت بهذه المنطقة بإقامة مكسرين مائيين مفصولين detached breakwaters بطول 5ر. كم , بالإضافة إلى إقامة لسان صخرىgroins ومن ثم فقد تقلص النحت وإنقلب إلى ترسيب عند الكيلو 10.4 من بوغاز البرلس , وفيما يلى موجز لأعمال الحماية التى تم إنجازها بالمنطقة :

1- تم إقامة حاجز بحرى البرلس عام 1984 بعرض 5 كم على منسوب 2.5 متر (شكل رقم 13) , كما تم وضع غطاء من البولستر على منسوب 3.50 متر على القاع وفوقة فرشة من البازلت وكتل الكونكريت Concrete (1 متر 3) تم وضعها عشوائياً عكس إتجاه الحاجز البحرى لتقوم بتشتيت الأمواج(صورة رقم 5) .

صورة رقم (5) شريط الكونكريت على الجانب الشمالى الشرقى للبرلس لحماية الكثبان الرملية من التراجع بفعل الأمواج

وتمثل المنطقة المدروسة كثبان برخانية ساحلية بين بوغاز البرلس ومصرف كتشنر بطول 16 كم وعرض 1 كيلو متر عمودية على خط الساحل بأقصى إرتفاع بلغ 34 متر (شكل رقم 17)

1- فى عام 1947 تم إقامة حائط بحرى بطول 600 متر لحماية قرية البرج (صورة رقم 6)

صورة رقم (6) حائط أمواج بازلتى بطول 600 متر لحماية قرية البرج

2- فى عام 1975 تم إقامة ساتر خرسانى Revetment شريط من البازلت بطول 1400 متر

شكل رقم (14) أعمال الحماية التى أقيمت بمنطقة الدراسة

3- فى عام1971 تم إقامة حاجز صخرى Jetty لبوغاز البرلس (شكل رقم 14)

4- فى عام 83-1984 تم إقامة حاجز صخرى Jetty الى الشرق من الحاجز السابق الذى اقيم عام 1972 على بعد 250 متر منه (شكل رقم 14).

5- فى عام 1990 تم إقامة 11حاجز صخرى Jetty إلى الشرق من الحواجز السابقة للحفاظ على شكل مدخل البوغاز (شكل 15) .

شكل رقم (15) حواجز صخرية أقيمت عام 1990 شرق بوغاز البرلس

6- بعد عام 2003 تم إقامة ميناء الصيد على الجانب الغربى من البوغاز كحاجز يمثل مكسر أمواجdetached breakwatersللميناء ونظير له على الجانب الأيسر منه (صورة رقم 7)

صورة رقم (7) سبل حماية الشاطئ من أثر نحت الأمواج العاتية فى قرية برج البرلس

1- فى عام 2005 تم إقامة 9 مكاسر أمواج مفصولةdetached breakwaters بمصيف بلطيم على بعد 15 كم شرق بوغاز البرلس بطول 250-350 متر بعيداً عن الساحل بنحو 220 متر والفاصل بين كل منها يتراوح بين 300-400 متر وعمق 3-4 متر (Tawfik,2012,p20) (شكل16).

شكل رقم (16) مكاسر أمواج أقيمت عام 2005 شرق بوغاز البرلس بمصيف جمصة

وقد إقامت هيئة حماية الشواطئ 5حواجز أمواج أخرى بعد عام 2005 أمام سواحل الكثبان (صورة رقم 8).

صورة رقم (8) حواجز امواج اقامتهاهيئة حماية الشواطئ امام سواحل الكثبان

وتجدر الإشارة إلى أن نمط النحت والإرساب على طول خط الساحل قد تأثر بشدة بمواضع تلك الأعمال الهندسية الساحلية Coastal structures , فعلى الرغم من الدور الحيوى الذى تقوم به أعمال الحماية فى تخفسيض معدلات النحت الساحلى ، إلا أنه إتضح وجود بقع ترسيبية غرب أعمال الحماية فى المنطقة خاصة فى مصيف بلطيم شرق المنطقة ، على حين يوجد نحر شرق تلك الأعمال وذلك لإعتراضها لحركة الرواسب التى يحملها التيار الساحلى فى الإتجاه السائد من الغرب إلى الشرق والتى نتجت عن الأمواج فى الإتجاه السائد الشمالى الغربى بنسبة 69 % وبإرتفاعات من 1-2 متر وفترة زمنية 6-7 ثانية والتى أدت الى تكوين تيارات ساحلية من الغرب الى الشرق بنسبة 74% وسرعة متوسطة 46 سم/ ث (El-Kolfat,2005,p899) ،كما حدث تراجع ونحت عند نطاقات الدفع السفلى down drift من أعمال الحماية على الجانب المظاهر منها نتيجة فعل العمليات الساحلية (الأمواج

والتيارات الساحلية) ، ثم قامت التيارات الساحلية المتجهة شرقاً بنقل نواتج النحت مما تسبب فى ضحولة وإطماء بوغاز البرلس ومصب مصرف كتشنر ، ومن ثم فقد أوصى بإقامة نظام من الحواجز الصخرية للتقليل من النحت بالمواضع الشرقية من أعمال الحماية ، كما أن كان هناك مسافة لا تقل عن 15 كيلو متر خالية تماماً من أعمال الحماية(شكل رقم 17) ونطاق أخر به مكاسر مازالت تحت الإنشاء(شكل 18)

شكل رقم (17) نطاق ساحلى يخلو من أعمال الحماية

شكل رقم (18) مكاسر أمواج ما زالت تحت الإنشاء

وتمثل المنطقة المدروسة كثبان برخانية ساحلية بين بوغاز البرلس ومصرف كتشنر شرقاً بطول 16 كم وعرض 1 كيلو متر عمودية على خط الساحل بأقصى إرتفاع بلغ 34 متر (شكل رقم 18، 19) .

شكل رقم(19) التوزيع الجغرافى للكثبان الرملية بساحل بلطيم

2- إتجاه حركة مواد الشاطئ :

إتضح من دراسة الأمواج آنفاً والتيارات البحرية currents على طول ساحل منطقة الدراسة أن إتجاه نقل الرمال على طول الساحل كان يتجه مباشرة إلى الشرق بفعل الأمواج السائدة من الشمال الغربى وإن كان هناك تغيرات محلية حيث يتجه النقل عكس الإتجاه الشرقى وفقاً لإتجاه خط الساحل المحلى ومناخ الموجه , ومن ثم فإن صافى النقل الرملى المتجه شرقاً فى نطاق زبد أمواج البحر surf zone كان مرتبطاً بأمواج العواصف العالية high storm waveوكذلك إتجاه التيار الساحلى Llittoral current, ومن ثم فإن حجم المواد المنحوتة eroded materials كان إما أن يتجه لبناء الشواطئ داخل وخارج منطقة الدراسة أو يتحرك نحو المياه العميقة بنطاق الشاطئ البعيد offshore من خلال تيارات التمزق القوية The powerful rip currents .

وقد أشارت دراسة لطفى وفانوس Lotfy and Fanos, 1999,p960 أن متوسط معدل الدفع drift rate بلغ عند رأس البرلس غرب منطقة الدراسة نحو ٧٥.×١٠ ٦ م٣/سنة مما يفسر النحت الخطير بهذه المواضع ، وقد ترتب على أثر حركة الرواسب تجاه الشرق إطماء بوغاز البرلس بالرواسب مما أدى لوجود مشاكل تتعلق بعمليات الصيد وتؤثر بشكل عام على الإقتصاد القومى للمحافظة .

3-إرتفاع منسوب سطح البحر :

أشارت بعض الدراسات أن منسوب سطح البحر أخذ فى الإزدياد المستمر حيث بلغ المعدل الأيوستاتى 1-2 مم/ السنة كنتيجة للإذابة المستمرة للثلاجات والغطاءات الجليدية فوق سطح العالم

(*King,1972,p305*) , كما ذكر ريتر وآخرون أن منسوب سطح البحر المتوسط منذ 2000 سنة كان أقل مما هو عليه الحال فى الوقت الحالى بنحو 50 سم , وفى ال100 سنة الأخيرة إرتفع إلى 1.3 مم / سنة (*Ritter et al,1995,p470*).

وقد نتج عن إرتفاع منسوب سطح البحر تراجع خط الساحل بواقع 10-15 م على طول الساحل المصرى الدلتاوى (*Inman and Jenkins,1984 ,pp1600-1617*).

وفى محاولة لتوقع تقدير النطاقات الساحلية التى يمكن أن تغطيها مياه البحر باستخدام خريطة الإرتفاعات الرقمية للمنطقة *Dem*فتم اعطاء لون مختلف لكل 1 متر فى حالة إرتفاع منسوب سطح البحر بواقع 1 متر ببرنامج *Arc GIS.10* (شكل رقم20) فتبين أن 4ر36 كم2 (39.65%) من المنطقة المدروسة سيشغل المساحات التى يتراوح منسوبها من – 1 إلى صفر متر ، أما المساحات التى يتراوح منسوبها بين صفر حت واحد متر فتصل إلى4ر55 كم2 (60.34%) ، حيث لا يظهر أى أثر لخطوط الكنتورالتى تشير إلى تجاوز منسوب سطح البحر إلا فى المنطقة الواقعة إلى الشرق مباشرة من ساحل البحيرة الشرقى ، حيث يظهر خط كنتور واحد متر ، وبالإلتفاف حول البحيرة جنوباً وغرباً تختفى خطوط الكنتور تماماً فى دلالة على إنخفاض تلك الأراضى عن مستوى سطح البحر وهى تلك الأراضى التى كانت فى الماضى القريب جزء من بحيرة البرلس قبل إنكماشها أو كانت تمثل أراضى معرضة للغرق أو مستنقعات على الخرائط القديمة ، ثم تعاود خطوط الكنتور الظهور مرة أخرى شمال البحيرة على الحاجز البحيرى الشرقى والغربى ، حيث يسود خط كنتور واحد متر ، كما يظهر خط كنتور 3،2 متر فى مناطق محدودة كدلالة على وجود كثبان رملية

شكل رقم (20) **النطاقات الساحلية التى يمكن أن تغطيها مياه البحر فى حالة إرتفاع منسوب سطح البحر بواقع متر**

3- طبغرافية الشاطئ والساحل :

تختلف خصائص النطاق الساحلى بمنطقة الدراسة من موضع لآخر نتيجة القوى الهيدروديناميكية الناتجة عن الأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر Tides.

تحاط شواطئ منطقة الدراسة بالسهول الساحلية coastal flats والكثبان الرملية التى تمثل خط دفاع طبيعى أمام هجمات أمواج العواصف خاصة فى بعض المواضع حيث الشاطئ المتراجع backshore ذو الإنحدار المنخفض low- lying.

وقد تعرض نطاق الكثبان الرملية الهلالية على مسافة 18 كم بدءً من 2.5 كم شرق بوغاز البرلس حتى مصرف كتشنر للتدهور والإزالة نتيجة لبناء المنشآت الخاصة بالمنتجع الصيفى ببلطيم وإقامة الطريق الساحلى الدولى , ومن ثم فقد ظهرت هذه الكثبان الرملية ككيانات منعزلة Isolated bodies لذلك فإن مياه المد العالى تصل لمسافات بعيدة فى إتجاه اليابس , كما أن مواد الشاطئ beach materials بالشاطئ الأمامى foreshore تحركت بواسطة أمواج عواصف الهدم the destructive storm فكشفت رواسب قاعدة الشاطئ ونتيجة لذلك فان هذا القطاع من الساحل يحتاج إلى حماية defines فى غياب الكثبان ذات الحماية الطبيعية الفعالة effective dunes (شكل رقم 17)

4- العواصف الساحلية :

تتعرض منطقة الدراسة لنحو 60 عاصفة فى السنة أثناء فصل الشتاء (نوفمبر – مارس) (khafagy1979) , ومما لا شك فيه أن هذه العواصف تؤثر على عمليتى النحت والإرساب الساحلى كل عام , فأثناء ظروف العاصفة تندفع رمال الشاطئ shifted للشاطئ البعيد offshore ويتم فقد معظم تكوينات الشاطئ الأماميforeshore, ومن ثم فإن التلاطم الشديد more Intense wash يكون لديه القدرة على الوصول لمسافات طويلة تجاه اليابس landward ولذلك يكون النحت شديداً أثناء ظروف العاصفة , مما يؤثر سلباً على الطرق والعمران بنطاق الشاطئ ومن ثم فإنه لابد من الأخذ بعين الإعتبار عند التخطيط طويل المدى للأثر الإحتمالى للعواصف التى تحدث شتاءً والتغيرات الساحلية المتوقعة (صورة رقم 10 ، 11

صورة رقم (9) تعرض منازل النطاق الساحلى صورة رقم(10) تقويض الأمواج العاتية لقواعد

ثامناً : الخاتمة :

1- **النتائج :** توصلت الدراسة إلى النتائج التالية :

أ – تنقسم منطقة الدراسة إلى نطاقين أحدهما الى الشرق من منطقة الدراسة ويمثل شواطئ النحت ويمتد من مصب مصرف كتشنر شرقاً متجهاُ صوب الغرب لمسافة 16 كم ، والأخر الى الغرب من منطقة الدراسة ويمثل شواطئ الإرساب ، ويمتد لمسافة 24 كم الى الغرب من النطاق السابق حتى بوغاز البرلس غرباً ، ويعكس كل منهما حيث أثر كل من الأمواج والتيارات البحرية بالمنطقة .

ب- إرتبطت تغيرات خط الساحل (تقدم وتراجع) أساساً بكمية تصريف الرواسب النيلية المتصرفة إلى البحر والمنشآت الهيدروديناميكية (سدود وقناطر) التى تم إقامتها على مجرى نهر النيل وفرعيه , حيث أنه بعد إقامة تلك المنشآت على نهر النيل فإن مقادير محدودة من المياه المحملة بالرواسب أصبحت يصبها النهر فى البحر المتوسط , ومن ثم فإن النحت والتراجع الساحلى أصبح هو السائد .

ج- أن رواسب شواطئ النحت كانت أنعم وأكثر تصنيفاً وذات إلتواء موجب الى حد ما وذات قيم تفلطح منخفضة عند رواسب الإرساب

د- أن الرواسب الناعمة تتركز فى شواطئ النحت , بينما تتركز الرواسب الخشنة فى شواطئ الإرساب .

ه- تتسم الرواسب الناعمة بأنها غنية بالمعادن الثقيلة عالية الكثافة مثل الجارنت والزيركون والروتيل والمونازيت وقد تم حسابها لتكوينات الرمال السوداء.

و- أن الرواسب الخشنة كانت غنية بالمعادن الثقيلة منخفضة الكثافة مثل الأوجيت والهورنبلند والأبيدوت والتورمالين وكذلك المعادن الخفيفة (الكوارتز والفلسبار) .

ز- أن النطاق الساحلى بمنطقة الدراسة يتعرض فى الوقت الراهن لتغيرات خط ساحل كثيفة ويواجه مشكلات عديدة منها الغمر البحرى وإطماء بوغاز بحيرة البرلس ومصبات الأنهار (مصب مصرف كتشنر) وكذلك اختراق المياه المالحة.

ح- أن العوامل المسئولة عن تشكيل سواحل منطقة الدراسة بعضها طبيعياً يتمثل فى طبغرافية الشاطئ والساحل وإتجاه حركة مواد الشاطئ بفعل الأمواج والتيارات البحرية وإرتفاع منسوب سطح البحر والعواصف الساحلية , وأخرى بشرية ترتبط بالإنسان كعامل جيومورفولوجيى وما قام به من إقامة منشآت ساحلية بهدف الحد من النحت الساحلى وكذلك ما قام به من منشآت حاكمة للرى عبر نهر النيل وفرعيه وترتب عليها إنقطاع الإمداد الرسوبى إلى الساحل مما أثر سلباً على تراجع الساحل ونحته السريع

ط- أن نحت خط الساحل الحالى بمنطقة الدراسة ترتب عليه تدمير طرق ساحلية وفقدان منشآت وأراضى زراعية وشواطئ المصيف التى دمرت (مصيف بلطيم) (صورة رقم 10 ، 11)

ى - إذا إستمر معدل النحت الحالى فإنه سوف ينتج عنه إزالة لنطاق الكثبان الرملية الممثلة لحاجز طبيعى وسوف تصبح بحيرة البرلس جزءاً من البحر , لذلك فإن أعمال الحماية الحالية لم تكن بالقدر الكافى لحماية الشاطئ ككل .

2- التوصيات :

أ- إستخدام التغذية الصناعية من الرمال الخشنة بالإضافة إلى إقامة نظام من الرؤوس البحرية groins على مسافة وطول مناسب لكى تهاجم النحت على جوانب الدفع السفلى down

drift من أعمال الحماية الساحلية .

ب- إستخدام أساليب حماية ساحلية بديلة مثل الكثبان dunes والمزارع الساحلية وتغذية الشاطئ بالرواسب nourishment أو إمرار جزئى للرمال sand-bypassing للمحافظة على الظروف الطبيعية وتؤثر بشكل محدود على البيئات وتسمى هذه الأساليب للحماية بإسم " التثبيت غير الصارم soft stabilization.

ج- العمل على حل مشكلة إطماء مصب مصرف كتشنر من خلال تخفيض قاع البحر ونقل

المواد التى سيتم إزالتها عن طريق خط أنابيب إلى الشواطئ التى تعانى من النحت غرب

مصرف كتشنر والتى يصل معدل النحت بها إلى 11.5 لامتر / سنة (Frihy and

(Deabes,2011,p43

د- المتابعة المستمرة فى قياس مدى فعالية أعمال الحماية الحالية وصيانتها حتى تقوم بالدور المنوط بها فى حماية الشواطئ .
ه- الإهتمام بمشكلات النحت الساحلى من خلال التخطيط طويل المدى وتوقع التغيرات الساحلية , كما يمكن أن تساعد نتائج هذه الدراسة المهندسين والمخططين فة التعامل مع تغيرات خط الساحل القديم والمستقبلى فى هذه المنطقة .
و- إقامة نظام من الألسنة الصخرية groins على مسافة ملائمة لكى تقلل من معدلات النحت من خلال الدفع السفلى down drift من أعمال الحماية
ز- دعم أعمال الحماية الحالية بأعمال حماية إضافية لمنع نحت المناطق المجاورة لخط الساحل
ح - حماية مواضع النحت الناتجة شرق أعمال الحماية بعمل تغذية صناعية من الرمال الخشنة مع نظم من الحواجز البحرية المتوازية القصيرة .

تاسعاً: قائمة المراجع العربية والأجنبية :

1- عمر محمد صبرى محسوب (2009) ، جيمورفولوجية السهل الساحلى لدلتا النيل ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآدار ، جامعة عين شمس ، القاهرة .

2- حمدينه عبد القادرالسيد العوضى (2007) ، الحواجز البحرية المنفصلة فى شواطئ مصيف بلطيم ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد التاسع والأربعون – الجزء الأول، القاهرة .

3- عادل عبد المنعم السعدنى ،2006،الكثبان الرملية الطولية فى شمال شرق بحيرة البرلس- دراسة جيمورفولوجية ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الثامن والأربعون – الجزء الثانى .

4- إسلام سلامة محمد ، 2006 ، دراسة مقارنة للأخطار الجيمورفولوجية فى مجرى فرعى رشيد ودمياط ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كية الآداب ، جامعة بنها .

5- محمد الخزامى عزيز (2004) نظم المعلومات الجغرافية – أساسيات وتطبيقات للجغرافيين ، الإسكندرية ، منشأة المعارف.

6- محمد محمود طه،(2003) الأدلة الجيمورفولوجية لأنماط الإرساب بدلتا النيل خلال الهولوسين، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الواحد والأربعون ، الجزء الأول ، القاهرة ،

1-AboZed,A.I. and Shereet,S.M.,(2005)dynamics of near-shore sediments and coast changes astride Rosetta branch, Egypt,Emirates journal for engineering research,vol.10,No.2,pp51-61.

-22- Badr,A.A. and Sesick,K.N,(2001)shoreline changes and seasonal variations of coastal sediments along Damietta promontory ,Egypt,5,International conference on Geochemistry, Alex.univ.,12-13 sep.,pp71-80

3- Bladge H.W., Taylor P.T, Roark J.H. (1991),shoreline changes along the Rosetta, Nile promontory : nonitoring with salellite observations,marine geology,99.

4- Blodget H.W., , Taylor P.T and Roark(1989),satellite remote sensing of shoreline changes,Rosetta-Nile promontory ,Egypt,coastal sediment mobility proc-english symposium on coastal sedimentology- Geology department , pp 107-119.

5- Covmick J.M and Thiruvalhukal J. V. (1976) , elements of oceanography , London, p.116

6- El Askary M.A, M.F.Lotfy,(1980),coastal erosion and accretion at the esat of Damietta, Egypt.Bulletin of faculty of science , Jeddah,4,pp 257-264.

7- El-Rakaiby, M.L., and Attia, N.A.,(2005) "Morphological and Geological classification of the Egyptian northern, Coastal environment, using spase image technology". Bulletin of the Egyptian Geographical Society, vol.78, Cairo. 2005.

8- Elwany, M.H., Khafagy A.A, Inman D.L. and Fanos A.M (1988) analysis of wave from arrays at Abu Quir and Ras El Bar,Egypt,advances in underwater technology,ocean sciene and offshore engineering,16,pp89-97.

9- Elbisy M.S. and Ghuman B.A. (2011), management of longshore currents along Ras El 9–Bar coast,northeast Nile delta,Egypt,Canadian journal on environmental construction and Civil engineering vol.2, No.4 April,pp32-36.

10- El-Fishawy N.M. (1994),characteristics of littoral drift along the Nile delta coast,1.Alexandria-Burullus.INQUA MBSS Newsletter 16,pp38

11- El-Gamal A.A,.andSaleh, H (2012),radiological and mineralogical investigation of accretion and erosion coastal sediments in Nile Delta region,Egypt,journal of oceanography and marine science vol.3 (3),pp41-55,December.

12-.El-Kolfat, A.I .,(2005) coastal characteristics and behavior for eastern Nile Delta region,Egypt(Burullus-port-said),Alexandria enginereeing journal,vol.44,No.6,pp899-910.

13- Fanos A.M. and Khafagy A.A (1990), longshore current data analysis for the period from 1980 to 1989 at Burullus coast internal, technical report .

14- Frihy O.E., Debes E.E. and waleed R.E,(2003)processes reshaping the Nile delta promontories of Egypt : pre-and post-protection,El sevier,Geomorphology 53,pp263-279

15- Folk R.L and Ward W.C .,(1957),Brazos river Bar:a study in the significance of grain size parameter.Jour.sedimentology.petro.vol.27,pp3-26.

16- Frihy O.E.,and, Dewidar K.M.,(2003) patterns of erosion,sedimentation,heavy mineral concentration and grain size to interpret boundaries of littoral sub-cells of the Nile Delta,Egypt,marine geology,199,pp27-43.

17-Frihy.O.E.,(2007)the Nile Delta : processes of heavy mineral sorting and depositional patterns,heavy minerals in use,developments in sedimentology,58,Edited by Moria A.mange and David T.wright, Elsevier,Amsterdam,pp49-74

18- Frihy.O.E and A.M.Fanos ,A.A Khafagy and P.D.Komar (1991) ,patterns of nearshore sediment transport along the Nile delta, Egypt,coastal engineering,15,pp 405-429.

19- Frihy, O.E., El-Fishawy, N.M.El-Askary, M.A (1988),Geomorphological features of the Nile delta coastal plain: a review.act adriatica (Yugoslovia) 29,pp51-65.

20- Frihy, O.E. (1988), Nile delta shoreline changes :aerial photographic study of 28 year period.J.coastal research 4,pp597-605.

21- Frihy O.E.and Debes E.E. (2011) Beach and nearshore morphodynamics of the central – bulge of the Nile Delta coast,Egypt,international journal of environmental protection(IJEP), vol.1,No.2,pp33-46.

22-Hilaly N .(1971), coastal investigations near the Rosetta exit of the river Nile, Suez canal auth.tech.Rep.54-60.

23-Iskander M. M. (2013)Wave climate and coastal structures in the Nile Delta coast of Egypt,Emirates journal for engineering research, vol.18,No.1,pp43

24-Inman D.L , Aubrey D.G and Pawke S.S (1976) ,application of near shore processes to the Nile delta, apreliminary report proceeding

25- Komar P.D., (2007),the environment,transport and sorting of heavy minerals by waves and currents in: Mange,M.A,wright,D.T.(Eds.), heavy minerals in use. Developments in sedimentology(this volume)

26- Kevin W. and El Asmar, H.M. (1999),monitoring changing position of coastline using thematic mapper imagery an example from the Delta,El sevier, Geomorphology 29,pp93-105.

27- Klemas V. and Abdel Kader A.M. (1982),remote sensing of coastal processes with emphasis on the Nile delta ,in: International symposium on remote sensing of environments, Egypt,27p

28- Khafagy A.A.and Manohar, M. (1979) , coastal protection of the Nile delta .Nat.\resour,15,pp7-13.

29-Komar, P,D (1976),Beach processes and sedimentation,Newjersy,p46.

19- Lotfy M.F.and Frihy O.E. (1993) sediment balance in the nearshore zone of the Nile Delta coast ,Egypt,journal of coastal research, vol.9, No.3,pp 654-662.

30- Masselink, G., and Hughes.(2003) Introduction to coastal processes and Geomorphology. London, Edward Arnold.

31-.Manohar, M (1976),dynamic factors effecting the Nile delta coast,proceedings UNESCO seminar on Nile delta sedimentology, Alexandria ,pp104-129.

32- Naffaa M.G. and Fanos A.M.and El-Ganainy, M.A (1991),characteristics of waves of the Mediterranean coast of Egypt, journal of coastal research,vol,7,No.3.

33-Naffaa, M.G. (1995), wave climate along the Nile delta coast,journal of coastal research,vol.11, No.1,gort lauderadate,Florida,pp219-229.

34- Omau K. C (2003), wave climate reshaping the Mediterranean coasts of Egypt .

35-Orlova V.P (1974) erosion of the shores of the Nile delta,Geoforum,vol.18,pp68-72.

36-Quelennec, R.E (1977) study of wave runs in delta near shore wave records(Burullus) proceeding UNESCO seminar on Nile delta coastal processes with special emphasis on hydrodynamical aspects ,Alexandria , pp 157- 165.

37- Ramadan, F., zalamah A. and Saad A.M. (2012),provenance of heavy minerals in some occurrences of placer deposits along tip of Egyptian Mediterranean coastal plain ,journal of applied sciences research,8(11),pp5322-5332.

38-Senapathi.venkatramanan,T.K.Ramkmar,Irudhayanathan Anithamary and Govindaraj Ramesh(2011),variation in texture of beach sediments in the vicinity of the tirumalairjanar river mouth of India, International journal of sediment research vol,26,No.4pp460-470

39-Sestini, G (1976)Geomorphology of the Nile delta ,proceedings UNESCO seminar on Nile delta sedimentology, Alexandria,pp12-24.

UNESCO seminar on Nile delta, sedimentology,Alexandria,pp205-255.

40-Sharaf El Din S.H (1974),longshore sand transport in the Surf zone along the Mediterranean Egyptian coast, lmnology and oceanography, March,v.19 (2) ,pp182-189.

41- Smith. E.S. and A.Abdel kader(1988) ,coastal erosion along the Egyptian delta,journal of coastal research 2,pp245-255.

42-Stanley.D.J.,(1991), Late Quaternary evolution of the Burullus lagoon region, north-central Nile delta, Egypt,marine geology, Volume 99, Issues 1–2,pp 45-66

43-,Taha , M.T (2012) analysis and modeling of long-term shoreline changes and alongshore sediments characteristics on the Nile Delta coast,adissertation submitted to the department of civil engineering in partial fulfilement of the requirements for the degree of doctor of philosophy in civil engineering at the university of Tokyo,September.

44- Zaghloul Z.M.,F.A.El- Nasharty and L.A.Isa(1984), contribution to the coastal changes in the area port said and lake Bardawil,Egyptian journal of geology, vol.28,No.1,pp25-30,edit by the Egyptian geological society,published by the national information and documentation centre ,NIDOC,Dokki,Cairo,Egypt.

45-Zenkovitch, V .(1970),continuation of the preliminary report on the group of Soviet scientists work at UAR during January- April on the problem of coastal erosion at the Nile delta margin.Acad,sci.Res.Technol.,shore protection proj.,Egypt,23 p.