الشواطئ المرفوعة على الواجهة الشرقية لهضبة الجلالة القبلية

أ.م.د. وهبه حامد حامد شلبي
وكيل كلية الآداب لشئون التعليم والطلاب
جامعة بورسعيد

ملخص البحث

تمثل ظاهرة الشواطئ المرفوعة انعكاسا لتغيرات مستوي سطح البحر في الماضي علي واجهة هضبة الجلالة القبلية، بما خلفه من آثار جيومورفولوجية منطبعة في السجل الجيولوجي للمنطقة، وقد تم تحديد ثلاثة وعشرين شاطئا تاريخيا أعلى من الشاطئ الحالي، عن طريق عمل مجموعة من القطاعات التضاريسية المجسمة والتحقق الميداني بعد ذلك، أعلاها يقع عند ارتفاع 1407م فوق مستوي سطح الحالي، ونشأت تلك الشواطئ بسبب عاملين مختلفين: الأول شواطئ تكتونية نشأت بسبب الاضطرابات التي أصابت المنطقة في الزمن الثالث بعامة وعصر الإليجوسين بخاصة، عملت علي ارتفاع المنطقة من تحت سطح البحر في صورة نبضات رفع نكنونية تفصلها فترات توقف، سجلت فيها العوامل البحرية بصماتها الجيومورفولوجية علي واجهة منحدراتها عند فترات التوقف، وبلغ عددها 14 شاطئا تاريخيا. والثاني شواطئ إيوستاتية: نشأت بسبب الذبذبات الإيوستاتية لمستوي البحار والمحيطات المصاحبة للتغيرات المناخية العالمية في عصر البلايوستوسين، والتي تعكس طغيان المياه البحرية في فترات الدفء العالمية التى تفصل بين الفترات الجليدية، وتم تحديد تسعة شواطئ أعلاها عند ارتفاع 181.5م، ورافق كل شاطئ مدرج بحري يختلف اتساعة من شاطئ لآخر، تظهر عليه مجموعة التلال المتخلفة عن عمليات التحات البحري.

(ISSN : 2536 - 9555)

Abstract

Raised beaches phenomenon is a reflection of sea level changes in the past on the face of Al Gallala El Qeblia plateau due to the geomorphological effects which was superimposed on the geological history of the area. Twenty-three historic beaches were identified through a group of relief sections and field work. The highest beach is located at 1407 m above the recent sea surface. These beaches were formed because of two different factors.

The first are tectonic beaches due to the disturbance that hit the area in the Tertiary in general and in the Oligocene in particular which worked in the area. as tectonic uplifting from under the sea, Separated by calm periods in which sea factors affected the face slopes of the plateau in those periods, the number of these historical beaches are 14.

The second are eustatic beaches due to eustatic vibrations in the sea and oceans Levels associated with global climatic changes in the Pleistocene in which the sea level was high in warm periods which existed between the glacial periods. Nine beaches were identified, the highest at 181.5 m high and enclose each beach a terrace varies in width from one beach to another showing a group of residual hills formed by the processes of marine erosion.

مقدمة

تتشكل الشواطئ البحرية بواسطة عمليات نحت الأمواج لها، وما تم نحته يعاد توزيعه وترسيبه بواسطة العوامل البحرية على طول الشاطئ أو أسفل سطح المياه، لهذا تتميز جميع الشواطئ بالتدرج باتجاه البحر، ويختلف هذا الانحدار بحسب حجم الرواسب، حيث تكون الشواطئ ذات الحصى هي الأكثر انحدارًا. وقد تختلف رواسب الشاطئ من الحصى في المواقع المعرضة لإمدادات الرواسب من المناطق العالية سواء الرمال أو رواسب الأنهار وبالذات في الأماكن الأكثر حماية من العوامل البحرية. ونادرا ما يكون سطح الشاطئ مستويًا تمامًا، لكنه يحتوي بشكل عام على جروف أو حافات وحواجز، أما تشكيل شواطئ العواصف عادة ما تخلف سلسلة من التلال بسبب تفاوت عمليات النحت وبمجرد تشكيلها قد يتم رفع الشاطئ أو انحسار المياه عنه ويظل محتفظا بخصائصه الجيومورفولوجية. ويعتمد تشكيل الشاطئ المرتفع على التوازن بين تحركات الأرض العمودية الموجبة التي أصابت المنطقة وتغيرات مستوى سطح البحر السالبة. والتغيرات في مستوى سطح البحر على واجهة هضبة الجلالة القبلية معقدة وتتفاوت في الزمان والمكان.

الدراسات السابقة

لم تحظ تلك الظاهرة بالدراسة بمصر سوى تحديد بعض المستويات الشاطئية على ارتفاعات مختلفة أمثال: Ball, J, 1939 وسمير سامي (1993) وكريم مصلح (1995) في الصحراء الشرقية، وصبري محسوب (1994) ووهبه شلبي (2003) في شمال الصحراء الغربية، ودرست بواسطة حسن أبو العينين

(ISSN : 2536 - 9555)

(1989) ومجـدي تـراب (2002–2012) بـالخليج العربـي، وعلـى المسـتوى العالمي، أمثال: Gutenberg 1941 Bauling 1933، Zeuner1959.

الوسائل والأدوات

تم دراسة ظاهرة الشواطئ المرفوعة على الواجهة الشرقية لهضبة الجلالة القبلية عن طريق فحص المرئية الفضائية (2014) والخرائط الطبوغرافية (لوحتي أبو بكر وجبل الجلالة القبلية 100.000:1) والخريطة الجيولوجية لشركة كونكو (لوحة بنى سويف 500.000:1) بالإضافة إلى الخريطة الرقمية لهيئة المساحة الجيولوجية إلى جانب رحلة الدراسة الميدانية الاستطلاعية التي تمت في نوفمبر 2017 وبعدها تم الاستعانة بالنموذج الرقمي للمنطقة (DEM) دقة 10م واستخدمت البرامج الآتية: Global Mapper v13، Arc v gis 10.5 ، ENVI V.5 والتي تم بموجبها رسم مجموعة الخرائط المختلفة لمنطقة الدراسة، وقد تم التحقق الميداني لتلك المخرجات في مارس 2017، ولما كانت خطوط الشواطئ التي تمثل الأجزاء الساحلية الرئيسية متعرجة بسبب عمليات النحت بواسطة الجريان النهري الذي أصاب المنطقة لهذا تم ترميم تلك الأجزاء حتى أصبح لدينا مخطط ساحلي لصورة الشواطئ البحرية في الماضي تقريبا، وبفضل هذا الجهد تم التعرف على العمليات البحرية التي قامت بتشكيل الشواطئ. وتوضح الرسوم البيانية المدى الأفقي للشواطئ مع عاملي الارتفاع والتدرج. وهذه العناصر الثلاثة تتعلق مباشرة بتكوين الخط الساحلي. ويعكس الامتداد الطولي للشواطئ المرفوعة الوجود السابق للمياه البحرية على واجهة الهضبة. وتمتد بعض هذه الشواطئ المرتفعة على الحافة الجنوبية لوادي عربة. وتشير خطوط الشواطئ بمنطقة الدراسة إلى نمط معقد سواء من الحركات التكتونية التي أصابت المنطقة

أو التغير العالمي لمستوى سطح البحر في الفترات بين الجليدية وما بعدها والممتدة من 15 ألف سنة حتى الوقت الحاضر. وتهدف هذه الدراسة إلى التعرف على الشواطئ المرفوعة وكذلك أرصفتها البحرية بمنطقة الدراسة وتحديد المستوى النسبي لسطح البحر في الماضي وإعادة بناء الشواطئ القديمة وفهم العمليات الساحلية المشكلة لها باستخدام نموذج مضاه للواقع فى تلك الفترات.

منطقة الدراسة

تمتد منطقة الدراسة فيما بين مدينة الزعفرانة شمالا ورأس أبو بكر جنوبا، وبلغ طولها على خليج السويس 68.3كم، وأقصي عرض لها 72.4كم، ويعد الجانب الجنوبي لوادي عربة حدها الشمالي، والمجري الرئيسي لوادي حواشيه حدها الجنوبي، والحد الشرقي لها ساحل خليج السويس، وبقايا التلال المتخلفة من سطح الهضبة القديم عن عمليات النحت البحري حدها الغربي (شكل1). وتنحصر منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 31" 12' 28° –28" 2' 29° "شمالا، بفارق عرضي 22" 49' 00°، وخطي طول 10" 11' 32° –32" 26' 32° شرقا، بفارق طولي 22" 15' 00°، وإجمالي مساحتها 3776كم2.

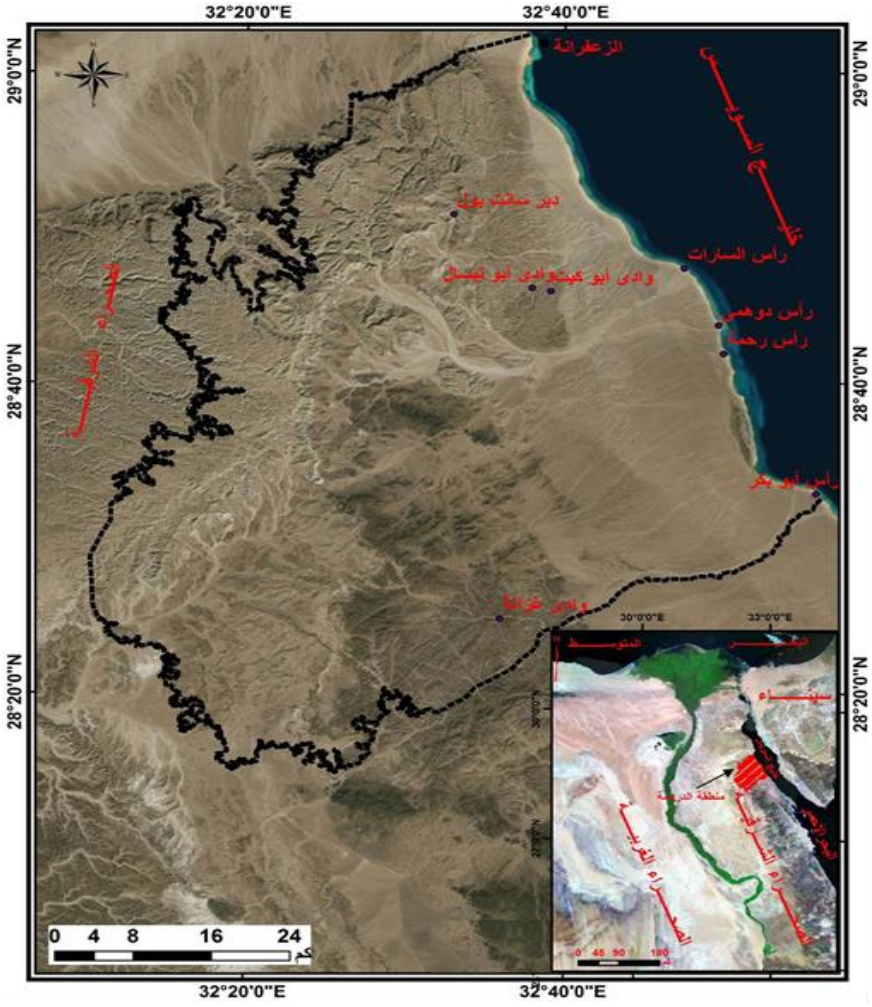
أولا: الخصائص العامة للمنطقة

1– الخصائص الجيولوجية:

تشير الدراسات الجيولوجية السابقة إلى أن الصخور المؤلفة للمنطقة تضم صخور ما قبل الكمبرى النارية، وتكوينات بعض العصور الرسوبية خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة (شكل2)، حيث تم اختزال سمك بعض الطبقات وظهور مكشفها بل وإزالة بعض التتابع الصخري بكامله وظهور صخور الأساس الأركية ببعض المناطق، وذلك بواسطة عمليات التحات البحري الذي ترك بصماته

(ISSN : 2536 - 9555)

التحاتية على السجل الجيولوجي بالمنطقة، بسبب عمليات الرفع التكتونية التي أصابت المنطقة خلال الزمن الثالث بعامة وعصر الإليجوسين بخاصة، إضافة إلي ذلك ما خلفته الذبذبات الإيوستاتية من تحات بحري في عصر البلايوستوسين، وما يعنينا من دراسة التكوينات الجيولوجية هو ما خلفته خصائصها على عمليات التحات البحري.



شكل(١) موقع منطقة الدراسة

أ- صخور ما قبل الكمبرى:

هي أقدم أنواع الصخور المكشوفة وأكثرها تعقيدا وتمثل في الواقع الأساس الصخري (صخور القاعدة) لصخور المنطقة، وتضم أربعة أنواع من الصخور النارية، وتبلغ إجمالي مساحتها 655.6كم2 بنسبة 18.1% (جدول1) من إجمالي مساحة المنطقة وهي كالتالي:

صخور الجرانيت الوردي: وتمثل المساحة الأكبر في التكوينات النارية البلورية، حيث كشفت عنها عوامل التعرية البحرية في الماضي وتتوسط الجزء الجنوبي من المنطقة، وتنقسم تلك التكوينات إلى قسمين (جرانيت وردي قديم وحديث) ويسود القديم منها علي الحديث، وتنحصر تلك التكوينات بين مستويين شاطئيين هما 451.9م- 847.7م، وعادة ما يحدد حافتها الشرقية انكسار يأخذ الاتجاه الشمالي الجنوبي يبرز كتلتها القافزة لأعلي وهو يمثل مستوي الشاطئ الأدنى (451.9م)، وتبلغ مساحتها 591.3كم2 بنسبة 16.3%، ويتمثل عليها ثلاثة مستويات بحرية 735.1، 643.1، 552.7م، وتظهر عليها تلال متسعة القاعدة تخلفت عن عمليات النحت البحري أهمها جبل أم التناصيب، والذى يرتفع ذراه إلى أكثر قليلا من 1100م.

صخور الجرانيت الرمادي القديم: وهي عبارة عن عدسات منفصلة في صورة بقع متقاربة تأخذ الاتجاه الشمالي الجنوبي، وتظهر أسفل مكشف تكوين عربة في جنوب المنطقة، وتعلو تكوينات الجرانيت الوردي، ويظهر بعضها فيما بين المستويات الآتية: 643.1م 735.1م، 847.7م، ومعظمها يقع أعلي المستويين الأول والثاني، ويتمثل خط الشاطئ في قاعدتها، وحالت خصائصها الصلبة دون

(ISSN : 2536 - 9555)

تراجع خطوط الشواطئ في أماكن ظهورها، وتبلغ مساحتها 23.3كم2 بنسبة 0.6%.

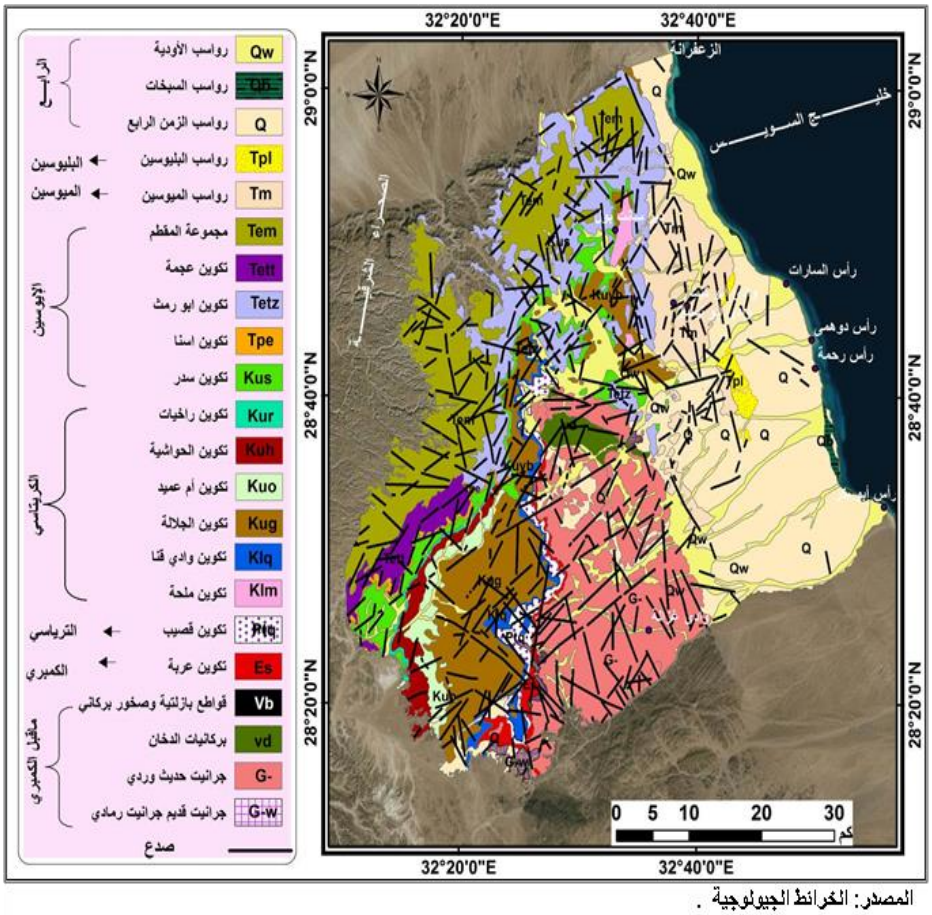
بركانيات الدخان: هي كتلة مقسمة إلى ثلاثة أجزاء أكبرها الوسطي وتظهر محاطة بتكوينات الجرانيت الوردي الحديث في وسط المنطقة وتنحصر بين المستويين الشاطئيين 357.3م– 552.5م، وتصل ذراها أكثر بقليل من ارتفاع 700م، وتبلغ مساحتها 38.1كم2 بنسبة 1.1%، لهذا كانت حجر عثرة لعمليات النحت البحري، وظهرت كرأس ممتدة في البحر آن ذاك لمسافة 8 كم عندما كان البحر عند المستوي 451.9م.

قواطع بازلتية وبركانية: هي تكوينات من أصل ناري انبثقت نتيجة نشاط بركاني في عصر الإليجوسين لأنها تقطع التكوينات الرأسية حتى تكوينات عصر الإيوسين الأوسط، وتأخذ الشكل الطولي باتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي (اتجاه خليج السويس) ويقطعها سبعة مستويات بحرية، يبدأ من المستوي الأول العلوي (1188.8م) وحتى المستوي السابع (552.7م)، ويظهر مكشفها في تكوينات أبو رمث في صورة ثلاثة مقاطع طولية، ويبلغ امتدادها 11كم تقريبا، ومتوسط عرضها 0.4كم، وبلغت مساحتها 2.9كم2 بنسبة 0.1%، لهذا شكلت خصائصها الصلبة رؤوسا بحرية للمستويات (735.1، 643.1، 552.7م).

ب– تكوينات الزمن الأول:

تقتصر تكوينات الزمن الأول علي تكوينات العصر الكمبرى فقط المسمى بتكوين عربة، ويظهر مكشفها مرتكزا توافقيا على صخور الأساس النارية، وهي عبارة عن تكوينات رملية متحجرة مختلطة برواسب نهرية وبها تقاطعات بحرية غنية بالحفريات البحرية (cruziana)، وتظهر في صورة شريط ضيق يبدأ من

جنوب المنطقة وينتهي شمالا عند صخور بركانيات الدخان بطول 48.2كم، ومتوسط عرضها 0.4كم، وبلغت مساحتها 35.7كم2 بنسبة 1.0%، وتختفي من القسم الشمالي بكامله، وربما تكون أسفل التكوينات الأحدث حيث لا تظهر الصخور النارية مكشوفة شمالا، وينحصر مستواها فيما بين شاطئي 735.1م- 847.7م وقلما تتراجع تلك التكوينات خلف الشاطئ الأعلى، أو تتقدم أمام الشاطئ الأدنى.



المصدر: الخرائط الجيولوجية .

شكل (٢) الخريطة الليثولوجية لمنطقة الدراسة

(ISSN : 2536 - 9555)

ج- تكوينات الزمن الثاني:

تتمثل تكوينات الزمن الثاني في عصرين فقط وهما الترياسي والكريتاسي وبلغ مساحة تكوينات هذا الزمن 607.8كم2 بنسبة 16.9% وخصائصهما كالتالي:

(جدول1) خصائص التكوينات الجيولوجية بالمنطقة

العصر	المساحه	%	الرمز	التكوين
الرابع	432.1	11.9	Q W	رواسب الاوديه
	9.2	0.3	Qb	رواسب السبخات
	608.9	16.8	Q	رواسب الزمن الرابع
البليوسين	22.7	0.6	Tpl	رواسب البليوسين
الميوسين	212.5	5.9	Tm	رواسب الميوسين
الايوسين	469.7	12.9	Tem	مجموعه المقطم
	70.5	1.9	Tett	تكوين عجمه
	366.8	10.1	Tetz	تكوين ابو رمث
	17.6	0.5	Tpe	تكوين إسنا
	114.7	3.2	Kus	تكوين سدر
الكريتاسي	9.4	0.3	Kur	تكوين راخيات
	52.7	1.5	Kuh	تكوين الحواشيه
	54.1	1.5	Kuo	تكوين ام عميد
	374.9	10.4	Kug	تكوين الجلالة
	46.9	1.3	Klq	تكوين وادى قنا
	15.8	0.4	Klm	تكوين ملحه
الترياسي	54	1.5	Ptq	تكوين قصيب
الكمبرى	35.7	1.0	ES	تكوين عربه
ما قبل الكمبرى	591.3	16.3	G	جرانيت حديث وردى
	38.1	1.1	vd	بركانيات الدخان
	23.3	0.6	G–w	جرانيت قديم جرانيت رمادى
	2.9	0.1	Vb	قواطع بازلتيه وصخور بركانى
الجمله	362308	100		

المصدر/ قاعدة المعلومات الجغرافية

تكوينات العصر الترياسي

تظهر تكوينات هذا العصر المسمى بتكوين قصيب Qiseib formation في صورة شريط ضيق يبدأ من الجنوب وحتى القاطع البازلتي بوسط المنطقة، وتختفي سطحيا في القسم الشمالي من المنطقة، ومرتكزة لاتوافقيا فوق تكوين عربة وتمتد

لمسافة 53كم تقريبا، وكشفت عنها عمليات التحات البحري في الماضي، وبلغ إجمالي مساحتها الظاهرة 54كم^2 بنسبة 1.5%، وتتألف من حجر طيني صفائحي أحمر مع حجر رملي مفكك، ومختلطة بالرواسب البحرية (Abd Allah & El Adindani, 1965, p,5). وتنحصر فيما بين شاطئي 847.7م و735.1م.

تكوينات العصر الكريتاسي

تتعدد تكوينات الكريتاسي في المنطقة لتصل إلى ستة تصنيفات، ويبلغ إجمالي مساحتها 553.8كم2 بنسبة 15.4%، وأوسعها انتشارا سطحيا تكوين الجلالة. ويشذ التتابع الإستراتيجرافي لهذه التصنيفات في شمال المنطقة عن جنوبها، ويرجع ذلك لسببين: أولهما انكسار عرضي أدي إلى خفض القسم الشمالي عن القسم الجنوبي، والآخر الاندساسات النارية التي أصابت القسم الجنوبي وأدت إلى رفعه مما أدي إلى اختفاء بعض التكوينات ظاهريا في القسم الشمالي وعدم استمرار مكشف طبقاتها بطول المنطقة كما هو ظاهر من الخريطة الجيولوجية (شكل2) وتتحدد خصائص تكويناتها كالتالي:

(تكوين مالحة) Malha formation

تظهر سطحيا في القسم الشمالي من المنطقة شمال الصخور النارية وسط تكوينات كريتاسية، في صورة عدستين تأخذان الاتجاه الشمالي الجنوبي بإجمالي طول 11.8كم ومتوسط عرض 1.8كم، وتنحصر فيما بين شاطئي 267.1- 357.3م، وتختفي بعد ذلك في جميع أنحاء المنطقة، وتبلغ مساحتها 15.8كم^2 بنسبة 0.4%، وتتألف من رواسب رملية نهرية التكوين، وترتكز لاتوافقيا فوق

(ISSN : 2536 - 9555)

رواسب العصر الترياسي، ويبلغ سمكها نحو 135م (Abdallah and Adinidani 1965 p8).

تكوين وادي قنا

تظهر تكوينات وادي قنا في صورة شريط ضيق متعرج يمتد من الجنوب في اتجاه الشمال وتنتهي عند القاطع البازلتي شمالا، وترتكز لاتوافقيا على تكوينات قصيب مما يعزز القول بأن النصف الجنوبي من المنطقة كان بمنأى عن الطغيان البحري أثناء ترسيب تكوين مالحة، ويتفق حدود تكوين وادي قنا جنوبا مع المستوي الشاطئي 847.7م، وينخفض منسوبها في القسم الشمالي إلى المستوي الشاطئي 552.7م، وتبلغ مساحتها 46.9كم2 بنسبة 1.3%. ويتألف من صخور الحجر الرملي الأبيض والأصفر (Said, R., 1962, p.443)، وترتفع فيها نسبة الطفل والكلس، كما تتداخل فيها بعض مجمعات الكونجلوميرات مما قد يرجح الأصل النهري لصخور هذا التكوين.

تكوين الجلالة Galala formation

هي طبقة واسعة الانتشار سطحيا تتوسط المنطقة من الشمال إلي الجنوب، وهي متسعة جنوبا وتضيق رقعتها بالاتجاه شمالا حتى تبلغ القاطع البازلتي، ويبلغ طولها في هذه الشقة 54.1كم ومتوسط العرض 5.6كم، وترتكز توافقيا فوق تكوين وادي قنا، ثم تظهر في صورة عدسات متناثرة شمال القاطع البازلتي، مرتكزة لا توافقيا فوق تكوين مالحة، وبلغت مساحتها 374.9 كم^2 بنسبة 10.4%، ويطوقها المستوي الشاطئي 735.1م جنوبا من الاتجاهات الثلاثة (شرقا وجنوبا وغربا)، وتتألف من الحجر الجيري المارلي مع وفرة في الحفريات،

ويغطيها غطاء رقيق من الرمال مع بعض تكوينات من الطفل الأسود والمارل المحاري، ومتوسط سمكها 85م (Said 1962 pp 165-166).

تكوين أم عميد

تظهر هذه التكوينات في صورة شريط ضيق محاذ لتكوين الجلالة من جهة الغرب بطول 14.4كم ومتوسط العرض 2.6كم ومرتكزة توافقيا فوقها، وتختفي من جميع ربوع المنطقة، وتنحصر بين شاطئي 643.1م- 735.1م، حيث تقع في الرمية السفلية للانكسار، وبلغت مساحتها 54.1كم2 بنسية 1.5%، وتتألف من تكوينات بحرية نهرية تراكمت على الشواطئ الجنوبية للبحر الطورونى، وهذه التكوينات قوامها طبقات الحجر الرملي النهرية التي تتداخل معها طبقات الطين البحري والحجر الرملي المارلي (Said, R. 1962, p.445). وتتألف من ثلاث طبقات صخرية، السفلي: حجر رملي من أصل نهري، والوسطي: حجر رملي مارلي وطفل وسلت ومارل من أصل بحرى، والعليا: حجر رملي مع بقايا نباتية وحجر جيري رملي ومارل به حفريات الأمونيت (Klitzsch,E., et al ,1990, p.325).

تكوين الحواشية

تظهر تلك التكوينات محاذية لتكوين أم عميد بطول 10.7كم ومتوسط العرض 2.7كم، وبلغت مساحتها 52.7كم2 بنسبة 1.5%، وتنحصر بين شاطئي 643.1م- 735.1م، وترتكز توافقيا فوقها، وتتألف من طبقات بحرية إلى بحيرية قوامها الطفل والطفل الطيني والمارل الرملي والمارل الضارب للصفرة والحجر الجيري الرمادي والحجر الرملي البنى وبعض الأصداف البحرية وحفريات الأمونيت والجاستروبودس (Klitzsch,E., et al ,1990,p.325).

(ISSN : 2536 - 9555)

تكوين راخيات

تظهر تلك التكوينات في صورة شريط ضيق محاذ لتكوينات الحواشية ومرتكزة عليها بصورة توافقية، ويبلغ طولها 12.3كم ومتوسط العرض 0.3كم، وتنحصر بين شاطئي 643.1م– 735.1م، وتبلغ مساحتها 9.4كم2 بنسبة 0.3%. وتتألف من الصخر الزيتي والحجر الرملي الهامشي مع كربونات بحرية وأسرّة فوسفاتية عرضية، قد ترسبت في نهاية العصر الطباشيري العلوي (Klitzsch,E., et al ,1990,p.325).

تكوينات الزمن الثالث

وتتمثل تكويناته في ثلاثة عصور فقط وبلغ إجمالي مساحتها 1273.5كم2 بنسبة 35.1%، وأوسعها انتشارا تكوينات عصر الإيوسين، وخصائصها كالتالي:

عصر الإيوسين

تتمثل تكويناته في صورة خمسة أنواع متنوعة تنتمي للفترتين الأسفل والأوسط من هذا العصر وتختفي تكوينات الإيوسين الأعلى، وبلغت مساحتها 1038.3كم2 بنسبة 28.6%، وخصائصها كالتالي:

- **تكوين سدر**

يتكون من الطباشير والحجر الجيري الطباشيري أبيض اللون إلى رمادي فاتح، ويتداخل في الجزء الأسفل من التكوين طبقات من المارل لونها أخضر مائل للصفرة، ويتسم الجزء العلوي من التكوين بوفرة الحفريات من نوع بكتن فرافرنس، في حين يتميز الجزء السفلى بوفرة الحفريات، ويغطى هذا التكوين مساحة قدرها 114.7كم2 بنسبة 3.2%، ويمتد لمسافة 76.8كم ويظهر في صورة شريط

ضيق يمتد من الجنوب في اتجاه الشمال وتنحصر تكويناته بين شاطئي 753.1م، 847.7م، ويرتكز توافقيا فوق تكوين راخيات.

- **تكوين إسنا**

يتألف من شرائح الطفل الأخضر والطين الرمادي الداكن اللون ويتداخل معه أحيانا طبقات رقيقة من الحجر الجيري الطباشيري، ومتوسط سمكها 30م، ورسبت في بيئة شاطئية ضحلة (Said, R, 1962 p 173)، وتغطي مساحة 17.6كم2 بنسبة 0.5%، وتتمثل ظاهريا في جنوب غرب المنطقة فقط في صورة شريط ضيق متوسط عرضه 230م وبطول 38.5كم، وتنحصر بين شاطئي 753.1م- 847.7م، ويرتكز توافقيا فوق تكوين سدر.

- **تكوين أبو رمث**

يتألف تكويناته من الحجر الجيري الطباشيري الغني بعقد الصوان، وتنتشر في القسم الشمالي من المنطقة فقط، وتتمثل أسفل تكوينات المقطم، وتغطي مساحة من السطح بلغت 366.8كم2 بنسبة 10.1%، ويقطعها عشرة شواطئ بحرية تنحصر فيما بين (267.1- 1188م)، وترتكز توافقيا بصورة جزئية فوق تكوين إسنا جنوبا، ولا توافقيا على تكوين سدر بالاتجاه شمالا.

- **تكوين عجمة**

يتألف من الحجر الجيري الطباشيري المائل للرمادي، ويحتوي الجزء السفلي على راقات وعقيدات من الصوان، والجزء العلوي علي راقات من الشيرت، ويتمثل في القسم الجنوبي فقط، في صورة شريط طولي (53كم) ومتسع (2.8كم) في مستوي الارتفاع لتكوين أبو رمث، وهو يمثل امتدادها بالاتجاه جنوبا، وتبلغ

(ISSN : 2536 - 9555)

مساحتها 70.5كم2 بنسبة 1.9%، ويتمثل بها شاطئان بحريان 970.6م، 1050.4م، ويرتكز لا توافقيا على تكوين إسنا.

- **تكوينات المقطم**

تنتمي تلك التكوينات إلى مجموعة المقطم Mokatam group وهي أوسع انتشارا عن سابقتها، وتغطى رقعة كبيرة من سطح الهضبة بصورة متصلة في النصف الجنوبي، وبصورة تلية في النصف الشمالي، وترتكز توافقيا على تكوين عجمة جنوبا، ولا توافقيا على تكوين أبو رمث شمالا، وتبلغ مساحتها 469.7كم^2 بنسبة 12.9%. وتتألف من الحجر الجيري النيوموليتي الطباشيري الجيد الطباقية مع المارل وصخور حطامية على السطح ويزيد سمكها عن 400م (Soliman, et all, 1965, pp7-13)، وتعد أعلى التكوينات الجيولوجية ارتفاعا في المنطقة ويمثل أقدم الشواطئ البحرية (1188.8م) في قواعدها.

عصر الميوسين

تغطي تكوينات عصر الميوسين مساحة من السطح بلغت 212.5كم2 بنسبة 5.9%، وقد قسمها (Sadek, H, 1926, pp 76-77) إلي ثلاث طبقات مختلقة أقدمها: يتألف من حجر جيري مع تداخل من طبقات المارل والرمل وأحيانا بعض الشعاب المرجانية ومختلطة بالأصداف البحرية، وأوسطها: يتألف من رواسب حصوية في صورة مجمعات (كونجلوميرات) مع تداخل من طبقات الحجر الجيري الرملي والمارلي الأخضر بالإضافة إلى الأصداف البحرية، وأعلاها: يتألف من رواسب المتبخرات تتخللها طبقات من الحجر الكلسي والطباشيرى الرملي، ويبلغ سمكها 224م. وتظهر أدني شاطئ431.9م الذى يمثل النهاية الشرقية للصخور النارية، وتظهر في صورة تلال منفصلة قطعت بواسطة

خطوط التصريف، وتظهر في مسطح متصل في شمال شرق المنطقة وحتي منسوب27م، ومما لاشك فيه أن البحر الميوسيني ظل في حالة سكون من الاضطرابات التكتونية حتى تم إرساب تلك الرواسب الميوسينية.

عصر البلايوسين

تتألف تكوينات عصر البلايوسين من حجر رملي وحجر جيري محاري مع مفتتات الكوارتز الأبيض ويتراوح سمكها من 5-10م وترتكز توافقيا على رواسب المتبخرات الميوسينية، وتغطي مساحة صغيرة من السطح بلغت 22.7كم2 بنسبة 0.6%، وأقصي ارتفاع 177م وأدني ارتفاع لها 53م. وربما كانت هذه الطبقة أوسع انتشارا في الماضي وأتت عليها عمليات التعرية البحرية فأزالتها نظرا لضعف سمكها ولم يتبق منها سوى النذر اليسير.

رواسب الزمن الرابع

تغطي مساحة كبيرة من السهل الساحلي وبطون وجوانب الأودية والمراوح الفيضية، وهي خليط غير متجانس من الرواسب السطحية المفككة ذات الأصول والأنواع المتعددة. وتغطي مساحة من السطح بلغت 1049.4كم2 بنسبة 29%. وتنقسم إلى الاتي:

- **رواسب قارية:** تغطي مسطح مساحته كبيرة بلغت 608.9كم2 بنسبة 16.8%، وتتمثل في منطقة السهل الساحلي وهي خليط متنوع من الرواسب القارية وما خلفته التعرية البحرية في الماضي من نحت لشواطئها أثناء عصر البلايوستوسين، وما جري على هذه المفتتات بفعل العمليات الجيومورفولوجية في العصر الحالي، وتتألف من حصي وحصباء ورمال.

(ISSN : 2536 - 9555)

- **رواسب الأودية:** تغطى مساحة من السطح بلغت 432.1 كم^2 بنسبة 11.9%، وتتمثل في رواسب بطون الأودية والمراوح الفيضية أمام مصبات الأحواض الكبرى، وتتألف من الطفل والمارل والحصى، بالإضافة إلى الرواسب الشاطئية والفرشات الرملية التي تظهر على طول خط الساحل، وأحيانا في صورة نباك قليلة تكونت حول بعض النباتات.
- **رواسب السبخات:** تغطي مساحة قليلة من السطح بلغت 9.2كم2 بنسبة 0.3%، وتتمثل علي ساحل الخليج جنوبا فيما بين رأسي رحمة وأبو بكر، وتنشأ نتيجة تدفق مياه البحر أثناء فترات المد إلى المناطق المنخفضة أو مياه الأمطار التي تنقلها الأودية إليها شتاء، وتعمل درجات الحرارة صيفا على رفع معدلات التبخر وتترك المحتوي الملحي مختلطا بالرواسب السطحية، وتنمو بها بعض النباتات والطحالب، ويرجع تكوينها إلى عصر الهولوسين.

2- الخصائص التركيبية

شهدت المنطقة (بصفة عامة) مجموعة من الاضطرابات التكتونية في الماضي بداية من قبل عصر الكمبرى، وتجددت في عصري الجوراسي والكريتاسي، واستمرت حتى الزمن الثالث، وبلغت ذروتها في عصري الإليجوسين والميوسين، والحركات الصدعية التي حدثت بالمنطقة ما هي إلا تجديد لنشاط صدعي قديم. بدأت الالتواءات بنهاية فترة الكريتاسي الأعلى واستمرت حتى الزمن الثالث، وتعرف بالأقواس السورية التي من صداها التواءات شمال سيناء وهضبتي الجلالة البحرية والقبلية وغيرها (Shukri & Akmell,1953,p.259)، تكتنف المنطقة مجموعة الصدوع ذات اتجاهات متعددة وكانت سببا في استقامة بعض أجزاء من الشواطئ عند بعض المستويات، وكذلك العلاقة بين زاوية ميل الطبقات

وتوجيه خط الساحل، فحينما تميل الطبقات نحو خط الساحل يسهل نحتها بالأمواج، وبموجب البنية الجيولوجية للمنطقة ومدى تأثرها بالتصدعات والفواصل وخاصة ذات الاتجاه الشرقى الغربي وبمساعدة العوامل البحرية فصلت أجزاء كثيرة من اليابس، إذ يتم نحت الحافات ذات الفواصل المتقاربة، ويذكر (Sadek,1926,p.113) أن الصدوع ذات الاتجاه الشرقي الغربي تتبع نظام البحر المتوسط، وذات الاتجاه الشمالي الجنوبي تتبع نظام البحر الأحمر. تعددت الآراء حول تحديد عمر هذه الصدوع، فقد أشار (Ali,1963,p.6) إلى أن حركات التصدع في منطقة القاهرة السويس حدثت خلال الفترة الممتدة بين الميوسين الأعلى والبلايوسين الأوسط، في حين أشار سعيد (Said,1962 p.33-35,) إلى أن الصدوع ذات المحور الشرقي الغربي (المتوسطية) ترجع إلى الكريتاسي الأوسط وما بعده (صفى الدين، 1999، ص88)، وأن الصدوع ذات المحور الشمالي الغربي الجنوبي الشرقي (الإريترية) ترجع إلى منتصف الزمن الثالث- وهي التي تأخذ اتجاه خليج السويس، وهى من أقدم الصدوع الإريترية، بينما أشار (Sadek,1926 ,p.114) إلى أن صدوع البحر الأحمر حدثت خلال الإليجوسين والميوسين الأسفل.

وبالاعتماد على قاعدة البيانات الجغرافية التى تم إعدادها لمنطقة الدراسة (جدول2)، وباستخدام برنامج (Rock wear 2013) (شكل3) لوحظ أن عدد الصدوع بمنطقة الدراسة بلغ 585 صدعاً، ومجموع أطوالها 1613.8كم، بواقع 2.2كم صدعاً/كم2، وأطولها 9.5كم، وأصغرها 5.6كم، وبلغ الانحراف المعياري 2.19، بفاصل ثقة 6.4 درجة، وقد اتخذت الصدوع بمنطقة الدراسة اتجاهات متعددة، احتل المرتبة الأولي اتجاه الشمالي الشرقي- الجنوب الغربي بعدد 211

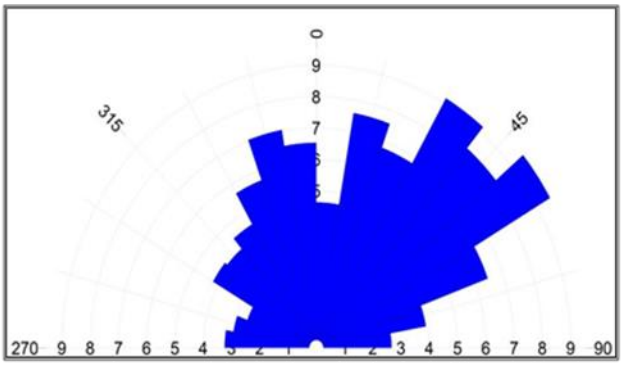
(ISSN : 2536 - 9555)

صدعاً، وإجمالي طول 593.1كم بنسبة 36.8٪ وهي تتبع اتجاه خليج العقبة، وجاء في المرتبة الثانية الاتجاه الشمالي– الجنوبي الذي يتبع اتجاه البحر الأحمر، بعدد 175 صدعاً، وإجمالي طول 457.2كم بنسبة 28.3٪، أما الاتجاه الشمالي الغربي– الجنوبي الشرقي الذي يتبع اتجاه خليج السويس فبلغت أطوالها 327.4كم بنسبة 20.3٪، وبلغ عددها 117صدعاً، أما الاتجاه الشرقي– الغربي والذي يتبع اتجاه البحر المتوسط بلغ 82 صدعاً بطول 236كم بنسبة 14.6٪.

(جدول2) اتجاهات الصدوع وأطوالها بمنطقة الدراسة

اتجاهات الصدوع	أطوال/ كم	أطوال٪	أعداد	أعداد٪
شمال/ جنوب	457.2	28.3	175	29.9
شمال شرق/ جنوب غرب	593.1	36.8	211	36.1
شرق/ غرب	236	14.6	82	14
شمال غرب/ جنوب شرق	327.4	20.3	117	20
المجموع	1613.8	100	585	100

المصدر/ اعتمادا علي برنامج Rockworks



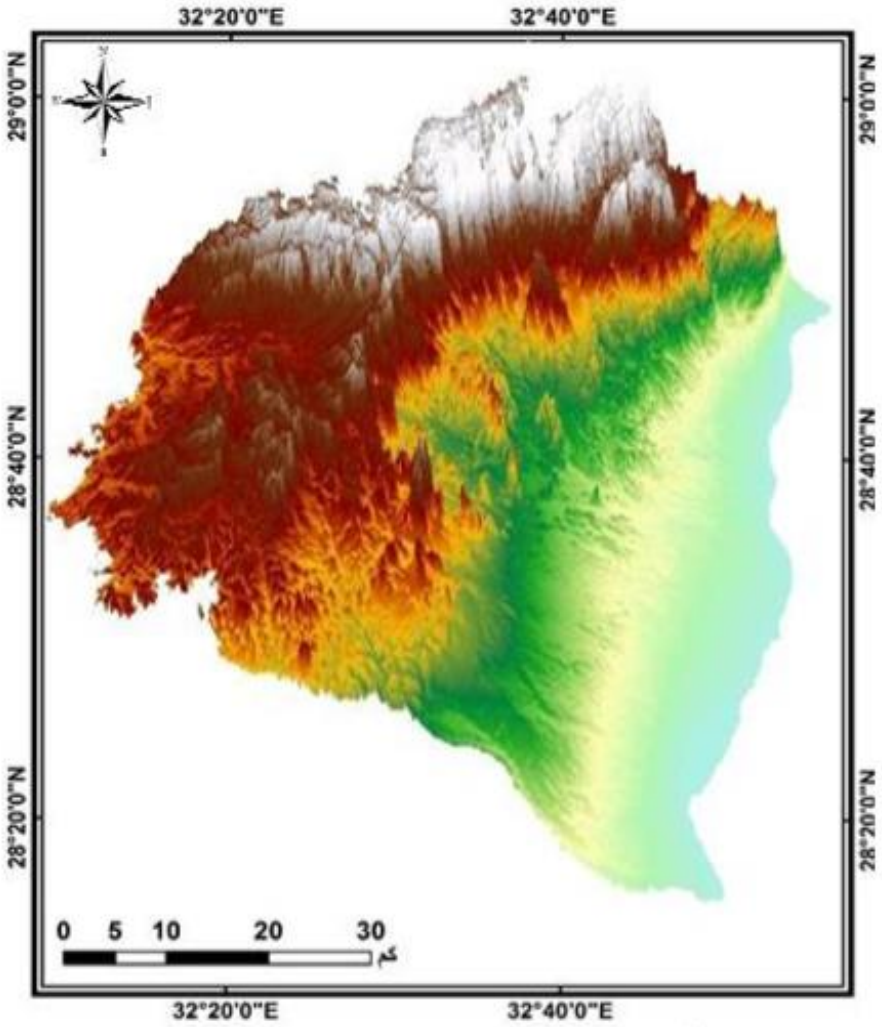
المصدر: الخرائط الجيولوجية باستخدام برنامج RockWorks 2006

شكل (٣):وردة اتجاهات أطوال الصدوع .

3- الخصائص التضاريسية

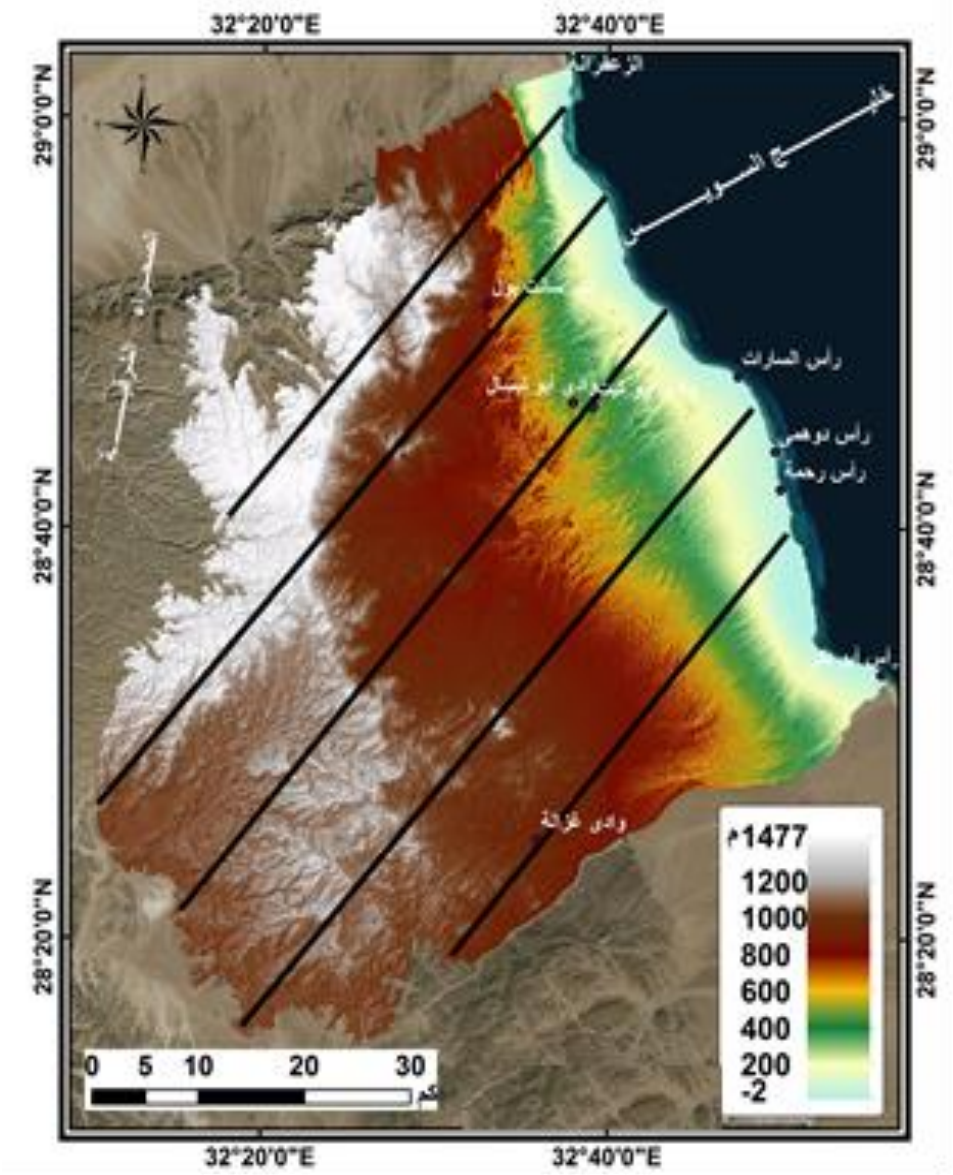
يوضح نموذج الارتفاع الرقمى DEM بدقة مساحية (10 متر) التضاريس والخصائص المورفولوجية لسطح منطقة الدراسة (شكل4)، وبالاعتماد علية بالإضافة إلى الشكل المجسم المستمد منه وقاعدة البيانات الجغرافية، تم عمل عدة قطاعات (30 قطاعا) وذلك لتحديد مواضع الخطوط الشاطئية التاريخية علي واجهة هضبة الجلالة القبلية، وتم تفريغ بيانتها في جداول، وتباينت أعدادها علي القطاعات المختلفة، وهي تمثل المنحدرات البحرية في الماضي، وبلغ العدد الإجمالي 23منحدرا، وقد لوحظ أن هناك تقدما أو تأخرا لبعض العلامات الدالة علي خط الشاطئ التاريخي عند مقارنتها علي القطاعات المختلفة، لهذا تم تقييم عدة أخطاء لعدم اليقين الموضعي المرتبط بكل نقطة خط شاطئي تم التوصل إليه، لأنه قد يظهر التغير في القطاع الذي يشير إلي الخطوط الشاطئية التاريخية تقدما دلالة علي تراكمً الرواسب أو تأخرا دلالة علي التآكل، لأن الشواطئ كانت تمثل ارتفاع المياه المحلية آن ذاك، لهذا تم اشتقاق خط شاطئي متوسط لضبط موضع خط الشاطئ وإعادة تعينه، ومن خلال تلك النتائج تم حساب التغيير النسبي لمستوي سطح البحر، وقدمت القطاعات التضاريسية (شكل6) لمحة عامة عن شواطئ المنطقة لتسهيل وتفسير تغييرات سطح البحر وتقدير معدلات التغير النسبي.

(ISSN : 2536 - 9555)



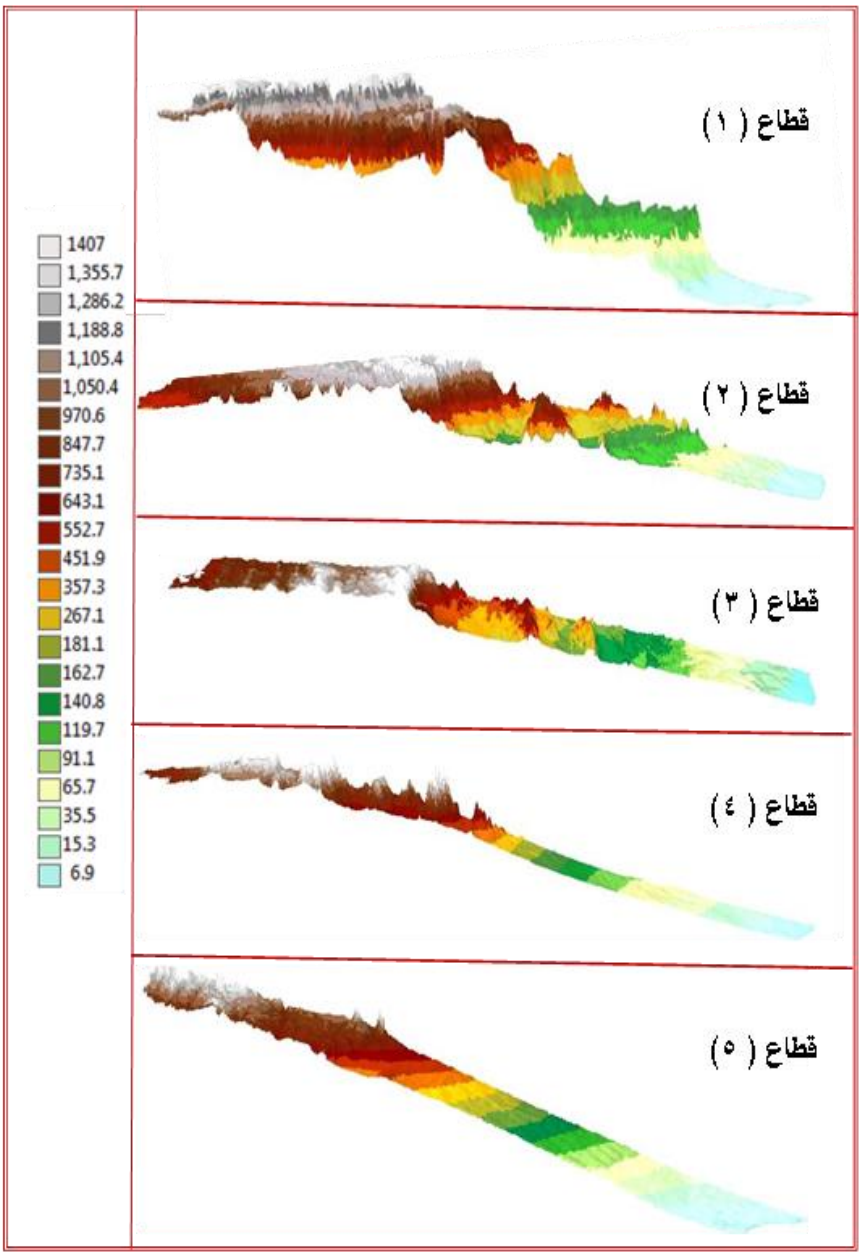
المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة مساحية 10 متر

شكل(4) نموذج مجسم لمنطقة الدراسة



(شكل5) موضع القطاعات التضاريسية

(ISSN : 2536 - 9555)



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة مساحية ١٠ متر

شكل(٦) القطاعات التضاريسية

ثانيا: الشواطئ المرفوعة

كانت الشواطئ المرفوعة على واجهة هضبة الجلالة القبلية نطاق تفاعل بين الغلاف الصخري والغلاف المائي في الماضي، لذا فإن المناطق الساحلية مناطق حساسة للغاية وليست ثابتة، لأنها بيئة ديناميكية تتحول فيها كتلة اليابس إلى مواد متآكلة تتراكم في البحر، بسبب الطاقة الناشئة عن الأمواج العاصفة التي تعد من العوامل الجيومورفولوجية البحرية القوية جدًا، التي تعمل في الحزام الشاطئ، وهي أنظمة ديناميكية قادرة على القيام بكل من عمليات الهدم والبناء للشاطئ، وتحصل على طاقتها من الرياح بسبب عملية الاحتكاك، ويؤدي السحب الاحتكاكي إلى تدوير جسيمات الماء بصورة دائرية ونقل الطاقة إلى الأمام في شكل موجة. لهذا خضعت جميع الشواطئ لكل من العمليات البحرية والقارية بالمنطقة. وتعتمد العمليات البحرية على موقع خط الساحل بالنسبة لاتجاه الرياح ولعرض البحر والعمق البحري ودرجة انحدار الشاطئ ونوع الصخور واستقرار الإقليم تكتونيا والمناخ السائد والغطاء النباتي.

ولما كانت منطقة الدراسة معظمها يتألف من صخور جيرية (أكثر من 80%) والتي تمثل عاملا مهما من عوامل تشكيل السواحل حيث إنها أكثر أنواع الصخور قابلية للتآكل على وجه العموم، وللمياه الشاطئية تأثير كيميائي عليها من خلال حمض الكربونيك، فمن المعروف أن قدرة المياه على إذابة ثاني أكسيد الكربون تزداد كلما قلت درجة الحرارة وتقل القدرة بزيادة درجة الحرارة، إذن فالمناخ ولا سيما درجة الحرارة تلعب دورا مهما غير مباشر في تآكل الصخور الجيرية، بالإضافة إلى قابليتها للذوبان بفعل ما تحدثه أيونات الأملاح المختلفة في مياه البحر بخلاف الصخور النارية أو المتحولة، وهي ذات صلادة قليلة (فى حدود

(ISSN : 2536 - 9555)

3- 5ر4 تقريبا) وتشكل خط التماس بين اليابسة والبحر لذا فإن التأثير الهيدروليكي للأمواج الذي يعتمد علي قوة وسرعة الرياح وطول فترة هبوبها والمسافة التي قطعتها الموجة صعودا على الشاطئ سوف يكون فعالا فى تحطيمها وتفتيتها لأنها ذات شقوق وفواصل كثيرة (عادة تكثر الشقوق والفواصل فى تكوينات الأحجار الجيرية) مما يزيد من عملية نحتها وتراجعها. ووقوعها تحت التأثير التحاتي الناتج عن عملية اصطدام الحطام الصخري بقواعد الجروف البحرية.

وقد تعرضت قواعد الجروف المرتفعة لسطح الهضبة بعد عملية الرفع الأولي والتي تكررت بعد ذلك للعمليات البحرية في الماضي بسبب الفعل الميكانيكي الناتج عن عمليات صدم الأمواج لقواعدها في نطاق منطقة الشاطئ حيث تنكسر الأمواج ويظهر تأثيرها الجيومورفولوجي، بالإضافة لعمليتي البلل والجفاف المتكررة حيث ترتفع وتنخفض المياه عليها، وأيضا حركة المواد على الشاطئ. وبذلك نشأت المفتتات الصخرية واستقرت أسفل سطح المياه في مناطق الجروف المرتفعة على طول منصة قطع الموج، وقامت كتل المياه المتحركة بتشكيل الكميات الزائدة من رواسب عمليات النحت على طول الشاطئ في اتجاه التيار الشاطئي والتي تسير موازية للساحل، وتصنف أشكال التضاريس للمناطق الساحلية إلى مجموعتين رئيسيتين باعتبارهما من أشكال التضاريس التحاتية أو الترسيبية. وأكثر التضاريس انتشارا في الشواطئ المرفوعة هي التضاريس التحاتية المتمثلة في المنحدرات البحرية والأرصفة التحاتية الموازية لها وتلال النحت المتخلفة عليها (الجزر البحرية سابقا). وكلما ازداد تسنن الساحل بسبب الرؤوس البحرية والخلجان نتيجة التعرجات زاد طوله ومن ثم ازداد مجال فعل الأمواج فيه

وتأثير الأمواج رأسيا محدود فهو لا يزيد كثيرا عن أقصي ارتفاع تصله مياه المد العالي وعمليات هدم وتراجع الجرف أسرع من عمليات بناء الحواجز والشطوط والألسنة والخطاطيف (جوده حسنين 1996 ص395).

وقد تم تحديد مستوى الشواطئ المرفوعة بشكل أساسي من خلال دقة القطاعات التضاريسية وعلامات مستوى البحر المنطبعة في التكوين الجيولوجي وفي التشكيل السطحي له، وعادة ما تحتفظ الشواطئ البحرية المرفوعة ببعض خصائصها التحاتية على طول أجزاء اليابس بعد عمليات الانحسار البحري عنها. وارتفاع هذه الشواطئ حاليا قد تكون أعلى نسبيًا مما كانت عليه في الماضي بسبب انزياح الضغط المائي من على اليابس والارتداد القشري البطيء (الحركة الإيزوستاتية) لإعادة الضبط التوازني للمنطقة. وتُظهر القطاعات التضاريسية أيضا التباين النسبي لمستوى سطح البحر أثناء مكوثه على واجهة سطح الهضبة، وهو أمر بالغ الأهمية لفهمنا التغير المطلق في مستوى سطح البحر في الماضي، وكذلك الكشف عن أثر الحركة الأرضية العمودية الموجبة التي أصابت المنطقة وكذلك الذبذبات الإيوستاتية، ومن خلال التحقيقات الجيولوجية والجيومورفولوجية ووسائل التقنية الحديثة تم تحديد آثار لثلاثة وعشرين شاطئا بحريا مرفوعا، يرافق كل شاطئ بقايا من الرصيف البحري التحاتي والذي ينحصر بين نقطتي تحدب الشاطئ الأعلى والشاطئ الذي يليه، وعادة ما ينسب الرصيف البحري للشاطئ الأعلى لأنه من تشكيله على الرغم من أنه لا يظهر على السطح إلا بعد انحسار المياه للشاطئ الأدنى، بالإضافة إلى تحديد كل مستوي شاطئي على التلال المتخلفة والتي تقع قواعدها على مستويات الأرصفة الدنيا للشاطئ المحدد والتي كانت تمثل جزرا في الماضي مقابل الشاطئ، ويتفق منسوب شواطئها مع منسوب

(ISSN : 2536 - 9555)

الشواطئ العليا، وقد تحدد أعلى مستوي شاطئي في المنطقة عند منسوب 1407م وأدناها عند منسوب 6.9م فوق مستوي سطح البحر، ومن خلال دراسة مستوي الشاطئ والرصيف البحري المصاحب له، تم تحديد مجموعة الشواطئ الناشئة عن الحركات التكتونية (14 شاطئا) التي تمثل مساحة 2933كم2 بنسبة 79.7%، ومجموعة الشواطئ الناشئة عن الذبذبات الإيوستاتية (9 شواطئ) التي تمثل مساحة 688.9 كم2 بنسبة 20.2%، وباقي مساحة المنطقة (1.9كم2- 0.1%) تمثل بقايا السطح العلوي للهضبة عند المستوي البحري 1481.8م في صورة جزرية بلغ عددها 19جزيرة، بالإضافة إلى محاولة التكهن بالعمليات البحرية التي جرت عليها في الماضي وما خلفته من جزر وتلال عن عملية النحت البحري، وعلي أثرها يمكن التعرف علي الشواطئ عالية الطاقة (أقل من 100جزيرة) التي تشكلت بأمواج العواصف البحرية وغيرها، وشواطئ متوسطة الطاقة (100- 199جزيرة) التي تشكلت بأمواج أقل حدة عن سابقتها، وشواطئ منخفضة الطاقة (أكثر من 200جزيرة) التي تشكلت بالظروف العادية.

تغيرات مستوى سطح البحر والعمليات الساحلية

إن التغيرات في مستوى سطح البحر التي أصابت المنطقة تنقسم إلى عاملين مختلفين:

العامل الأول: الحركات الرأسية لليابسة التي أصابت المنطقة كانت تفصلها فترات توقف في عمليات الرفع التكتونية، بدليل مستويات الشواطئ عند ارتفاعات مختلفة تعد بمثابة محطات تشير إلي عمليات التوقف خلال حركة الرفع التي عملت على انخفاض مستوى سطح البحر، وفي كل محطة توقف كانت تنشط طاقة الأمواج أثناء العواصف الشتوية والأعاصير الفردية في خط الساحل الجديد،

وعملت على تراجع خط الساحل تجاه اليابس استجابةً لعملية التوقف لمستوى سطح البحر، وعند كل عملية رَفْعٍ هَبَطَ مستوي البحر وتخلي عن الخط الساحلي القديم، وهاجر خط الاتصال بين اليابس والماء تجاه البحر استجابة للحركة العمودية الموجبة التي أدت إلي رفع المنطقة. لهذا نسبت المستويات الشاطئية التي تعلو مستوي 200م لعمليات الرفع التكتونية بالمنطقة وتمثل شواطئ انحسار للمياه البحرية.

العامل الثاني: هي العمليات المناخية طويلة الأمد التي تميزت بها الفترة الرباعية في الزمن الجيولوجي الرابع (آخر 1.8 مليون سنة من تاريخ الأرض) وهي حلقات متعددة من التجلد والذوبان للمياه بسبب التقلبات الشديدة في المناخ العالمي في عصر البلايوستوسين، حيث تكونت صفائح جليدية ضخمة في العروض الشمالية مما أدى إلى إزاحة النطاقات المناخية بشكل منظم نحو الجنوب. وخفض مستوى سطح البحر العالمي بأكثر من 120م في جميع أنحاء العالم تحت مستواه الحالي، حتى أصبح السهل الساحلي يمتد عبر الجرف القاري الحالي، وأثناء فترات الدفء العالمي كان يرتفع منسوب مياه البحار على اليابس ببطء وبشكل منتظم ليشكل مستوي بحريا جديدا عند نهاية توقفه، وتكررت هذه العملية من 4- 6مرات (جودة حسنين 1980 ص222) وفي كل مرة كان ينخفض البحر تحت مستواه الحالي أثناء تكون الجليد في العروض الشمالية وعند ذوبانه كان مستوي المياه يطغي على اليابس بحيث لا يبلغ منسوبه خط الساحل القديم، لهذا جاءت هذه المستويات معبرة عن عمليات الطغيان المتكررة للمياه البحرية. إلى أن بدأت حقبة الهولوسين من 9500 سنة مضت، وهي فترة المناخ العالمي الدافئ المستمر منذ انتهاء الفترة الجليدية الأخيرة (فيرم) والتي تشبه

(ISSN : 2536 - 9555)

الفترات الدافئة بين الحلقات الجليدية الكبرى (Davis 1988 pp 129–158). حيث أخذت مستويات البحار في جميع أنحاء العالم بالارتفاع ببطء حتى بلغت مستواها الحالي، وتشير المعدلات إلى ارتفاع مستوى سطح البحر الذي بدأ بمعدلات عالية للغاية (حوالي 2م/ 100 سنة) في بداية الهولوسين، وبعد ذلك تباطأ إلى معدلات معتدلة (حوالي 1م/ 100 سنة). ثم حدث تباطؤ كبير مثل المعدلات الحالية لتتراوح بين 0.15 إلى0.5م / 100 سنة (Storms, et al, 2008). والارتفاع المستمر في مستوى سطح البحر يؤدي إلى استمرار هجرة السواحل تجاه اليابسة مرة أخري، وبذلك يؤدي إلى تسارع معدلات التعرية الساحلية بسبب الأمواج العالية الناجمة عن العواصف الشتوية، وانهيار بعض أجزاء الجروف المرتفعة، وفقدان الأراضي الخصبة في مصبات الأنهار وغيرها لحساب البحر، مما يؤثر سلبًا على السواحل بشكل عام.

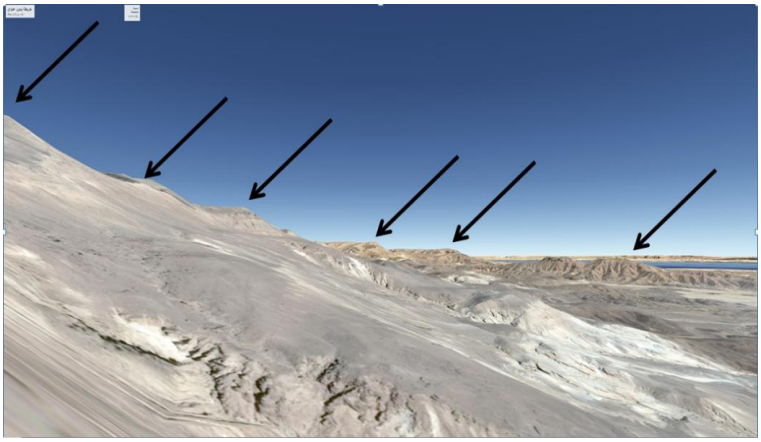
وقد تم تقسيم الشواطئ إلي قسمين هما:

أولا: **الشواطئ التكتونية**

تم تحديد عدد من المستويات البحرية بلغ عددها أربعة عشر شاطئا بحريا نتجت بسبب عمليات الرفع التكتونية التي أصابت المنطقة بداية من الإيوسين الأعلى وحتى نهاية البلايوسين، وعملت حركة الرفع على انحسار المياه البحرية تفصل بينها فترات سكون ما بين كل عملية رفع والتي تليها مما أعطي الفرصة الكاملة للعوامل البحرية لتشكيل منحدرات الشواطئ البحرية وأرصفتها التحاتية، وتعد شواطئ محلية (صورة 1) بسبب الاضطرابات التي أصابت المنطقة بخاصة نتيجة للأحداث العظيمة التي ساعدت في نشأة أخدود البحر الأحمر في عصر الإليجوسين، بالإضافة إلى الإنبثاقات البركانية المحلية تحت السطحية المصاحبة لتلك الأحداث والتي كشفت

عنها التعرية البحرية في المنطقة، وكلاهما عُزِزَ من نشوء أمواج محلية بالإضافة إلى الأمواج الشتوية العاصفة، واللتان ساعدتا في العمليات التحاتية التي أدت إلى تراجع الجروف ونشأت الشواطئ البحرية. وقد تم معالجة الشواطئ البحرية التكتونية كل على حدة لوجود بعض الاختلافات فيما بينها، وقد لوحظ أن محطات الرفع التكتوني تراوحت بين أدني عملية رفع (51.3م) فيما بين شاطئي1407-1355.7م، وأعلي عملية رفع (122.9م) كانت فيما بين شاطئي970.6-847.7م، وبلغ المتوسط العام لعمليات الرفع التكتونية 87م، وقد لوحظ سمة اختلاف بين الشواطئ الجزرية والشواطئ المتصلة، وسجل شاطئ 735.1م أعلي طول مستقيم ومتعرج بينما أدني طول في شاطئ 1407م، ففي الشواطئ الجزرية الأربعة الأولي يوجد فيها تشابه في بعض خصائصها، فالنسب فيما بين الطول المستقيم والمتعرج متقاربة، وبلغ متوسط النسبة بينهما 1- 8.5كم وهي نسبة عالية بين الشواطئ ويرجع ذلك إلي أن شواطئ الجزر هي مجموع محيطاتها، أما الشواطئ المتصلة كانت النسبة أقل من ذلك بكثير حيث بلغ المتوسط العام 1- 2.3كم، وبلغت أعلي مساحة رصيف بحري (435.3كم2) في شاطئ 735.1م، وأعلي عدد من الجزر (219جزيرة) كانت مقابل شاطئ 847.7م. ومن دراسة جدولي (3، 4) والأشكال البيانية المرافقة لهما يمكن عرض الآتي:

(ISSN : 2536 - 9555)

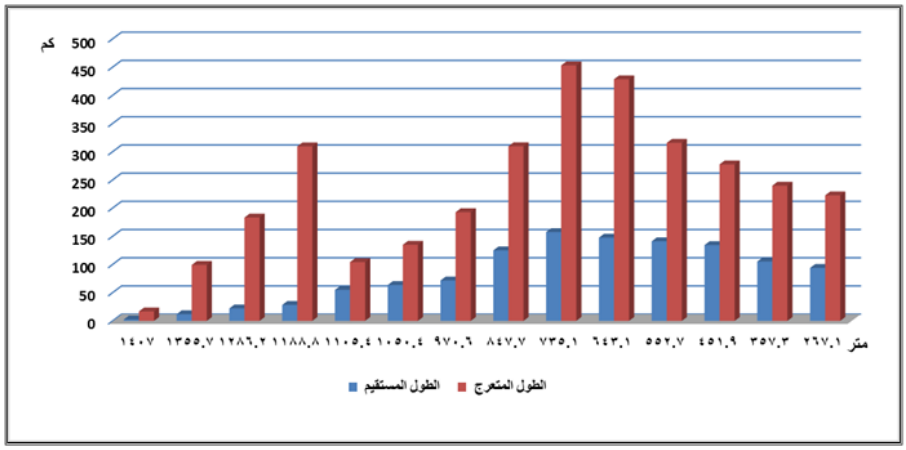


(صورة 1) تتابع المنحدرات البحرية التكتونية (جوجل إرث)

(جدول 3) خصائص الارتفاع والطول للشواطئ المرفوعة التكتونية

الشاطئ	الارتفاع م	فارق الارتفاع		الطول المستقيم		الطول المتعرج		النسبة بين الطول المستقيم والمتعرج (كم)
	أعلي قمة	متر	%	كم	%	كم	%	
1	1407	74.8	6.2	2.6	0	16.8	0	6.5 – 1
2	1355.7	51.3	4.2	11.9	1	99.3	3	8.3 – 1
3	1286.2	69.5	5.7	22.2	2	183.4	6	8.2 – 1
4	1188.8	97.4	8	28.3	2	309.6	9	10.9 – 1
5	1105.4	83.4	6.9	55.1	5	104.3	3	1.9 – 1
6	1050.4	55	4.5	63.7	5	135.2	4	1.4 – 1
7	970.6	79.8	6.6	71.8	6	192.9	6	2.7 – 1
8	847.7	122.9	10.1	125.2	11	309.7	9	2.5 – 1
9	735.1	112.6	9.3	157.5	14	453.1	14	2.9 – 1
10	643.1	92	7.6	147.6	13	428.5	13	2.9 – 1
11	552.7	90.4	7.4	141.2	12	315.9	10	2.2 – 1
12	451.9	100.8	8.3	134.5	12	277.6	8	2.1 – 1
13	357.3	94.6	7.8	105.4	9	239.9	7	2.3 – 1
14	267.1	90.2	7.4	94	8	222.7	8	2.4 – 1
المجموع		1214.7	100	1161	100	3288.9	100	–

المصدر: قاعدة البيانات الجغرافية



شكل(٧) خصائص الارتفاع والطول للشواطئ المرفوعة التكتونية

مستويات الشواطئ الجزرية

وهي تتمثل عند ارتفاعات (1407-1355.7-1286.2-1188.8م)، وهي مجموعة من الجزر تجمعها خصائص واحدة حيث تحيط بها المياه إحاطة تامة عند كل مستوي بحري مذكور آنفا، ويتفاوت عددها من مستوي لآخر، ومنطبع علي منحدراتها أرصفة تحاتية تحددها جروفا صخرية عند كل مستوي بحري ينسب للشاطئ، واختلفت مساحته طبقا لدرجة انحدار اليابس المنحسر عنه المياه، وارتفاع جروفها البحرية قد يصل إلي بضعة أمتار فوق مستوي سطح الرصيف (صورة 2)، وقد يصل إلى عشرات الأمتار كما هو الحال على الجانب الشرقي للجزر الوسطي المواجهة للبحر بسبب الانكسارات التي أصابت مكونتها منذ ظهورها علي سطح المياه.

ونشطت فيها العوامل البحرية علي طبيعتها الرأسية بسبب عمليات النحت بفعل الموجة بالقرب من مستوى سطح البحر وما يتبعه من انهيار الصخور من

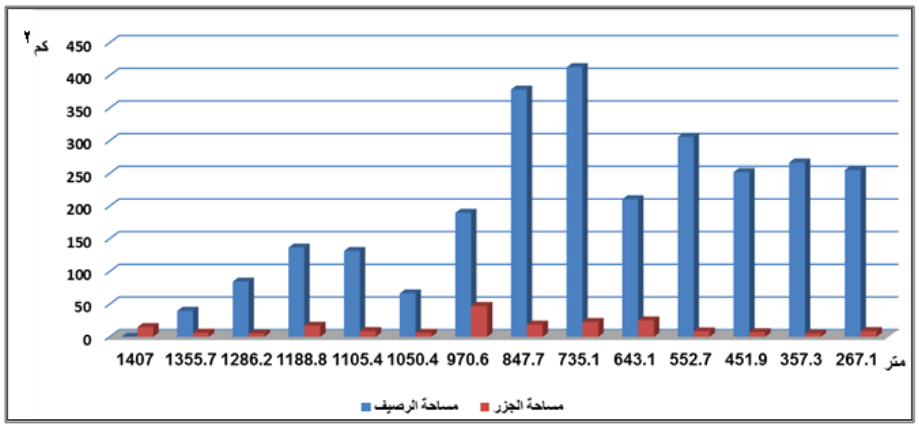
(ISSN : 2536 - 9555)

ارتفاع عال، وسحق موادها المتساقطة بواسطة أمواج الشاطئ وتراكم الرواسب أسفل سطح المياه. بسبب الفعل الهيدروليكي والتحاتي والتحلل الكيميائي عند مستوى الماء العالي القريب من قاعدة الجرف، ويؤدي إلى تراجع منحدرات الأرض.

(جدول 4) خصائص الأرصفة البحرية وجزرها للشواطئ المرفوعة التكتونية

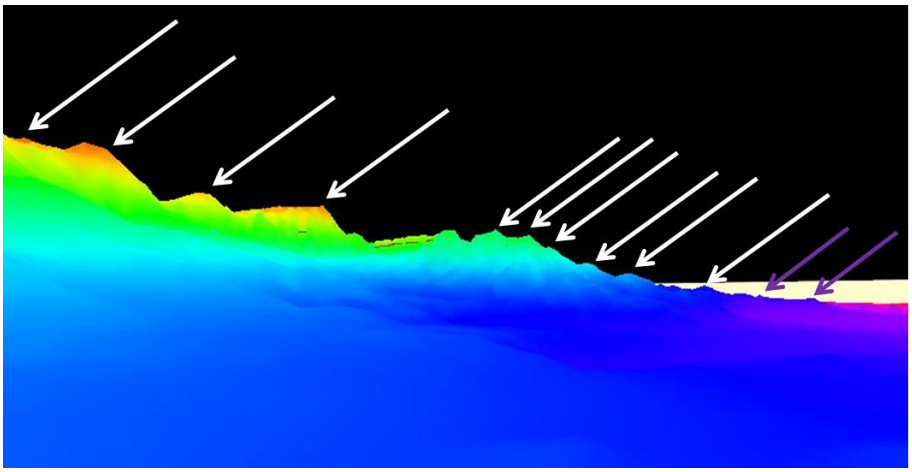
مسلسل شاطئ	المنسوب	مساحة الرصيف الكلي		مساحة الرصيف		مساحة الجزر ونسبتها المئوية		عدد الجزر
	متر	كم2	%	كم2	%	كم2	%	
قمة	1481.8	1.9	0	–	–	–	–	19
1	1407	14.9	1	–	–	–	–	28
2	1355.7	46	2	39.8	1.5	6.2	3.1	43
3	1286.2	89.6	3	84.5	3.1	5.1	2.5	102
4	1188.8	153.5	5	136.6	5	16.9	8.3	98
5	1105.4	140.3	5	131.4	4.8	8.8	4.3	46
6	1050.4	72.5	2	66.4	2.4	6.1	3	68
7	970.6	236.9	8	189.8	7	47.2	23.2	106
8	847.7	397.2	14	378.4	13.9	18.7	9.2	219
9	735.1	435.3	15	412.6	15.1	22.7	11.2	147
10	643.1	235.6	8	210.5	7.7	25.1	12.4	199
11	552.7	314.2	11	305.9	11.2	8.3	4.1	152
12	451.9	259.2	9	252.1	9.2	7	3.5	192
13	357.3	272	9	266.8	9.8	5.1	2.5	198
14	267.1	263.9	9	255.2	9.3	8.7	4.3	223
المجموع		2933	100	2730	100	202.9	100	1840

المصدر/ قاعدة البيانات الجغرافية



المصدر: اعتماداً على جدول(٤)

شكل(٨) خصائص الأرصفة البحرية وجزرها للشواطئ المرفوعة التكتونية



(صورة 2) مستويات الشواطئ البحرية التاريخية (النموذج الرقمي)

وكانت مساحة اليابس صغيرة جدا عند الانحسار الأول للمياه في بداية الإيوسين الأعلى عند المستوي 1481.8م حيث ظهرت تكوينات الإيوسين الأوسط على سطح المياه وبلغت مساحتها 1.9 كم2، وربما تلك المساحة كانت أكبر من ذلك وهي تمثل سطح الترسيب الأصلي البحري (سطح الهضبة) ونجحت عوامل التعرية البحرية من تقليص مساحتها وتفتيتها إلي مجموعة من الجزر

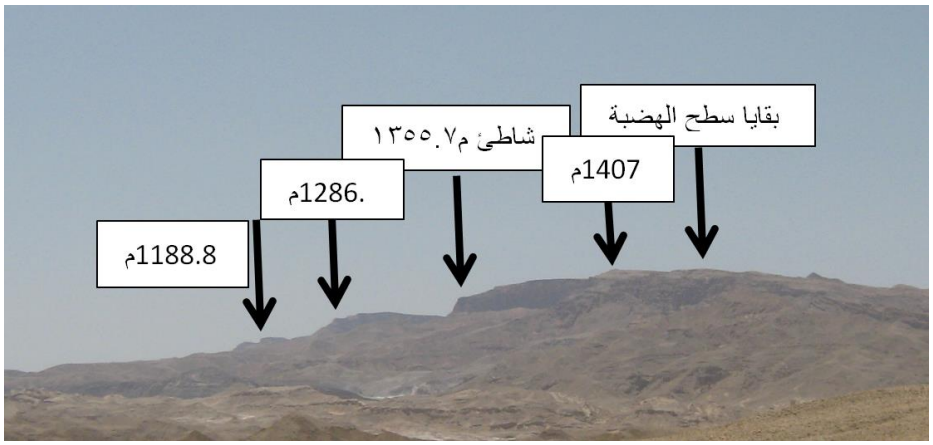
(ISSN : 2536 - 9555)

(19جزيرة)، ولا يعرف قيمة الرفع التكتوني في هذه المرحلة بالتحديد، لهذا سوف نستبعد هذه المرحلة من معالجة نسب تعيرات مستوي سطح البحر الذي ترك آثارا جيومورفولوجية علي السطح عند معالجة المستويات البحرية فيما بعد.

ظهر المستوي البحري الأول علي تلك الجزر المذكورة عند ارتفاع 1407م، وهو يعد أول انحسار بحري معلوم (صورة 3) قيمته وبلغ 74.8م بنسبة 6.2% من إجمالى عمليات الرفع التكتونية، وبلغت مساحة رصيفه البحري 14.9كم2 بنسبة 1%، من إجمالي المساحة الظاهرة علي سطح المياه تضاف إلي المساحة السابقة التي تمثل قمة سطح الهضبة (1.9كم2)، وتظهر في صورة جزرية بلغت 28 جزيرة (شكل9 أ)، وتنتظم في شبه خط مستقيم بلغ طوله 2.6كم، أما شاطئها المتعرج فهو يمثل مجموع محيطات تلك الجزر (16.8كم) لهذا بلغت النسبة بينهما 1– 6.5كم.

وبانحسار المياه البحرية استجابة لعملية الرفع الثانية عند المستوي الثاني (1355.7م) التى بلغت قيمتها 51.3م (نسبة 4.2%) وتمثل أدني قيمة بين الشواطئ، وظهر يابسا جديدا بلغت مساحة رصيفه 46كم2 بنسبة 2% تضاف للمساحة المذكورة آنفا، منها 39.8كم2 بنسبة 1.5% تمثل مساحة الرصيف البحري المنسوب للشاطئ، والمساحة الباقية تمثل الجزر (6.2كم2، بنسبة 3.1%)، وبلغ عددها 43 جزيرة، منها 28 جزيرة تشكلت منحدراتها برصيف بحري ينسب للمستوي البحري، وباقى الجزر تخص اليابس المنحسر عنه المياه لأول مرة عند هذا المستوي (شكل9 ب). وبلغ طول الخط المستقيم الذي ينظم الجزر في صف واحد 11.9كم، أما الطول المتعرج للشاطئ وهو يمثل مجموع

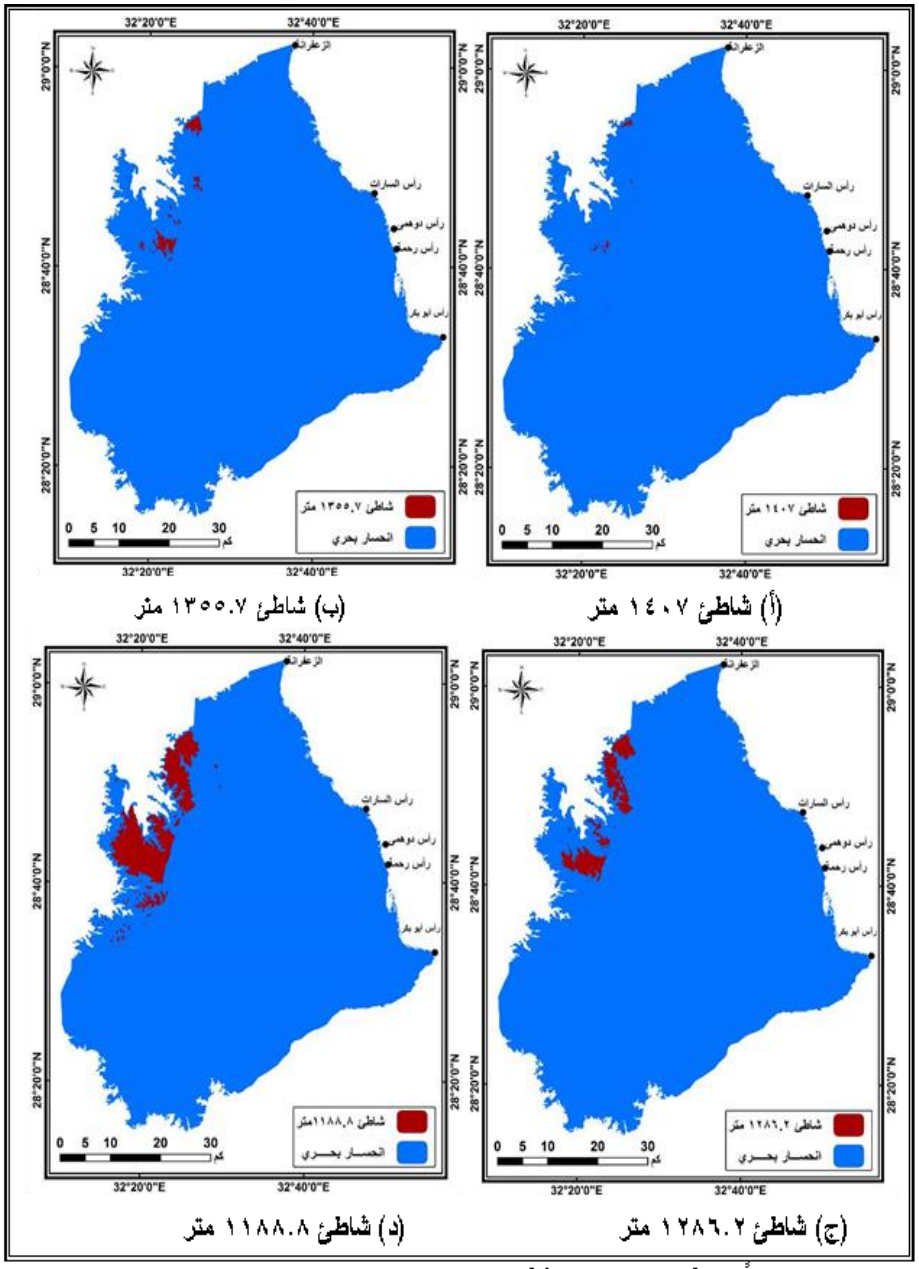
محيطات الجزر عند هذا المستوي 99.3كم، لهذا كانت النسبة بين الشاطئ المستقيم إلي المتعرج 1– 8.3كم.



(صورة 3) الشواطئ البحرية الجزرية التكتونية الأولي

ثم عاود البحر انخفاضه الثالث عند المستوي (1286.2م) استجابة لعملية الرفع المتكررة والتي بلغت 69.5م بنسبة 5.7%، وشكلت التعرية البحرية رصيف تحاتي بلغت مساحته 89.6كم2 بنسبة 3%، تضاف لليابس السابق (شكل9ج)، منها 84.5كم2 تمثل مساحة الرصيف البحري بنسبة 3.1% من مساحة الأرصفة البحرية التكتونية الذي ينسب للشاطئ، والمساحة الباقية (5.1كم2 بنسبة 2.5% من إجمالى مساحة الجزر) تمثل مساحة الجزر مقابل الشاطئ، وزاد عدد الجزر إلى 102 جزيرة، ويلاحظ أن الانكسار الذي أصاب الجزر من الجهة الشرقية حدد معالم شاطئها المستقيم، والانحسار البحري عنها كان شبه رأسيا، أما الخط المستقيم الذي يربط الجزر من بديتها إلي نهايتها بلغ طوله 22.2كم، ومجموع محيطات تلك الجزر الذي يمثل شواطئها بلغ 183.4كم، وبلغت النسبة بينهما 1– 8.2كم، وهي نسبة قريبة من الشاطئ السابق.

(ISSN : 2536 - 9555)



(أ) شاطئ ١٤٠٧ متر

(ب) شاطئ ١٣٥٥.٧ متر

(ج) شاطئ ١٢٨٦.٢ متر

(د) شاطئ ١١٨٨.٨ متر

المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(٩) تطور الأرصفة الشاطئية

عاود اليابس ارتفاعه للمرة الرابعة فوق سطح المياه عند المستوي 1188.8م وبلغت قيمته 97.4م بنسبة 8%، وشكلت التعرية البحرية رصيف تحاتي بلغت مساحته 153.5كم2 بنسبة 5%، تضاف للمساحات السابقة، منها مساحة تخص الرصيف البحري للشاطئ (136.6كم2، بنسبة 5%) والمساحة الباقية لجزر جديدة (16.9كم2، بنسبة 8.3%) وبلغ عددها 98 جزيرة، وبلغ الطول المستقيم الذي يمتد بطول الجزر نحو 28.3كم بنسبة 2%، وبلغ الطول المتعرج نحو 309.6كم بنسبة 5%، والنسبة بينهما 1– 10.9كم وتعد أكبر نسبة بين الشواطئ الجزرية، وتظهر بعض التضاريس الدقيقة الدالة على العمليات البحرية في تراجع واجهة الشاطئ في شمال شرقه في صورة أربع جزر مقابل الشاطئ تجاه البحر (شكل 9 د)، وبلغ متوسط بعدها عن خط الشاطئ نحو 4.6كم، وبلغت مساحتها (0.7كم2)، مما يعزز القول بأن خط الشاطئ في تلك الفترة الزمنية كان متقدما عما هو عليه عند هذا المستوي، ومن الصعب تحديد خط الشاطئ القديم بعد عملية الرفع مباشرة لهذا المستوي، ويرجع ذلك لفقدان آثار التلال المتخلفة بواسطة التعرية البحرية مقابل الشاطئ بالاتجاه جنوبا، وقد يكون بسبب طول الفترة الزمنية لعمليات التحات البحري بعد الانحسار السابق. ومما لا شك فيه أن الجزر المنسوبة للشواطئ الأربعة ساهمت عمليات الجريان النهري في تقطيع أوصالها، ومن الممكن أن تكون أقل في عددها عما هو عليه الآن، وتظهر المنحدرات البحرية لهذه الشواطئ متأثرة بالعمليات القارية وشديدة الانحدار، يتبعها رصيف تحاتي ضيق وهين الانحدار تجاه البحر، وتظهر عليه بعض قواعد التلال المتخلفة عن عمليات النحت (صورة 4)، وتصنف هذه الشواطئ السابقة بذات الطاقة العالية في العمليات البحرية.

(ISSN : 2536 - 9555)

(صورة4) منحدر بحري تكتوني قديم برصيفه التحاتي

مستوي الشاطئ الخامس (1105.4م)

عـاود البحـر انخفاضـه اسـتجابة لحركـة الرفـع الخامسـة عنـد المسـتوي 1105.4م، وبلغت قيمة الارتفاع 83.4م بنسبة 6.9%، ولأول مرة يظهر شاطئ متصل شبه مستقيم بسبب الانكسار المحدد للجبهة الشرقية، وضم معظم يابس الجزر السابقة، ويواجه البحر بواجهة واحدة حيث اختفت ظاهرة إحاطة المياه البحريـة باليابس إحاطـة كاملـة، وبلغت مساحة الرصـيف البحـري لهذا المستوي 131.4كم2 بنسبة 4.8%، أما مساحة الجزر المواجهة للشاطئ فبلغت 8.8كم2 بنسبة 4.3%، وبلغ عددها 46 جزيرة (شكل 10 هـ)، لهذا يصنف هذا الشاطئ من الشواطئ عالية الطاقة، وبلغ طوله المستقيم 55.1كم بنسبة 5%، وطوله المتعرج 104.3كم بنسبة 3%، وبلغت النسبة بينهما 1– 1.9كم، وأضاف هذا الانحسار يابسا جديدا في شماله وجنوبه في صورة جزر بحرية، بالإضافة إلى اندماج الجزر الأربعة في يابس واحد في شمال شرقه واتصلت باليابس بعنق

ضيق. وظهرت قمة جبل أم التناصيب من تحت سطح المياه لأول مرة وتبعد عن هذا الشاطئ بنحو 21.1كم، وتكويناته من أصل ناري، وقد تكون صخوره كانت تحت سطحية وكشفت عنها عمليات التعرية البحرية للشاطئ الأعلي، وظلت قمته مغمورة بالمياه آنذاك، وترتفع قمته فوق سطح المياه لهذا الشاطئ بنحو 55م.

مستوي الشاطئ السادس (1050.4م)

انحسر مستوي سطح البحر عن هذا المستوي الشاطئي (1050.4م) استجابة لعملية الرفع السادسة، بفارق ارتفاع 55م بنسبة 4.5%، وبلغ طول الشاطئ المستقيم 63.8كم بنسبة 5%، بينما طوله المتعرج بلغ 135.2كم بنسبة 4%، وبلغت النسبة بينهما 1- 1.4كم وهو أقل تعرجا من الشاطئ الأعلي، وبلغت مساحة رصيفه البحري 66.4كم2 بنسبة 2.4% من مساحة الأرصفة التكتونية (شكل 10 و)، ولا شك أنه تقلصت مساحته من الجهة الأمامية بالعمليات البحرية في واجهة الشاطئ، وبلغ متوسط عرضه 149.6م ونسبة الانحدار 1-2.7م، وتتراجع الجروف قليلة الارتفاع بسرعة تفوق سرعة تراجع وتآكل الجروف الأكثر ارتفاعا بغرض تساوى وتماثل معدلات التعرية وبغرض وحدة طبيعة الصخور، مما أدي إلي ظهور مجموعة من الجزر مقابل الشاطئ بسبب تفاوت معدلات التعرية البحرية علي واجهة الشاطئ، وبلغ عددها 68جزيرة، وبلغت مساحتها 6.1كم2 بنسبة 3% من إجمالي مساحة الجزر مقابل الشواطئ المختلفة، ومعظمها قريب من الشاطئ ولاشك أنها كانت متصلة باليابس عند مستوي الشاطئ بشريط رملى (التمبولو) من قبل، ويصنف هذا الشاطئ من الشواطئ ذات الطاقة المرتفعة، وبلغت المساحة الكلية المنحسرة عنها المياه 17.6% من اليابس، وتظهر المنحدرات البحرية وأرصفتها مغطاة بالمفتتات الصخرية الخشنة

(ISSN : 2536 - 9555)

حادة الحواف (صورة 6) نتجت عن العمليات القارية المختلفة في سطح الرصيف والمنحدر، وشأنها شأن جميع المنحدرات البحرية التكتونية وأرصفتها التحاتية بالمنطقة.

(صورة 6) المفتتات الصخرية حادة الحواف تغطي واجهة المنحدرات البحري التكتونية

مستوي الشاطئ السابع (970.6م)

أزاحت الحركة العمودية الموجبة المياه البحرية إلى المستوي الشاطئي السابع (970.6م)، بفارق رأسي بلغ مداه 79.8م بنسبة 6.6% من إجمالي الإزاحة التكتونية، وأتاحت الفرصة للعوامل البحرية لتشكيل رصيفها البحري البالغ مساحته 236.9كم2 بنسبة 8% من مساحة الأرصفة التكتونية، وتمثل مساحة الرصيف البحري المتصلة باليابس 189.8كم2، والمساحة الباقية (47.2كم2، بنسبة

23.2%) تمثل مساحة الجزر (البالغ عددها 106جزيرة) وهي أكبر نسبة بين الجزر، ويرجع ذلك إلي الرأس الأرضية التى تمتد بطول المستوي الشاطئي تجاه الجنوب وتلتف حولها المياه لتظهرها شبه جزيرة تمتد داخل البحر لمسافة 21.6كم (شكل 10 ز)، ويرجع ذلك إلى انكسار مثلثي الشكل أدي إلى هبوط اليابس خلف الرأس (رمية سفلية) وصنعت خليجا بحريا خلفها، يقابلها على طول الامتداد جزيرة كبيرة المساحة بلغت 34.4كم2، وقد انفصلت عن الرأس الممتدة بسبب الانكسار العمودى على اتجاه خط الساحل مما سبب مدخلا بحريا صدعيا عميقا. وبلغ متوسط عرض الرصيف269م ونسبة الانحدار 1-3.4م، وما خلفته التعرية البحرية عند هذا المنسوب، بتحديدها لمستواها الشاطئ على المساحة الظاهرة فوق سطح المياه لجبل أم التناصيب، وكذلك الجزر الأخري في جنوب غربه والتى تعلو قممها أكثر قليلا من 1000م فوق مستوي البحر الحالي، والتي ظهرت مؤخرا عند هذا المستوي، بالإضافة إلى ظهور خليج بحري في شمال شرق الرصيف باليابس مدخله من جهة الجنوب، ويغلب على الشاطئ الاستقامة في القسم الأوسط، ثم يتعرج في القسم الجنوبي، وبلغ طوله المستقيم 71.8كم بنسبة 6% من أطوال الشواطئ، أما طوله المتعرج 192.9كم، بنسبة 3%، وبلغت النسبة بينهما 1-2.7. ويظهر عدد من الرؤوس يتخللها مجموعة من الخلجان البحرية ولا شك أن تعرجات الشاطئ زادت بعمليات الجريان النهري عقب انحسار المياه البحرية عن الرصيف، ويصنف هذا الشاطئ من الشواطئ عالية الطاقة.

مستوي الشاطئ الثامن (847.7م)

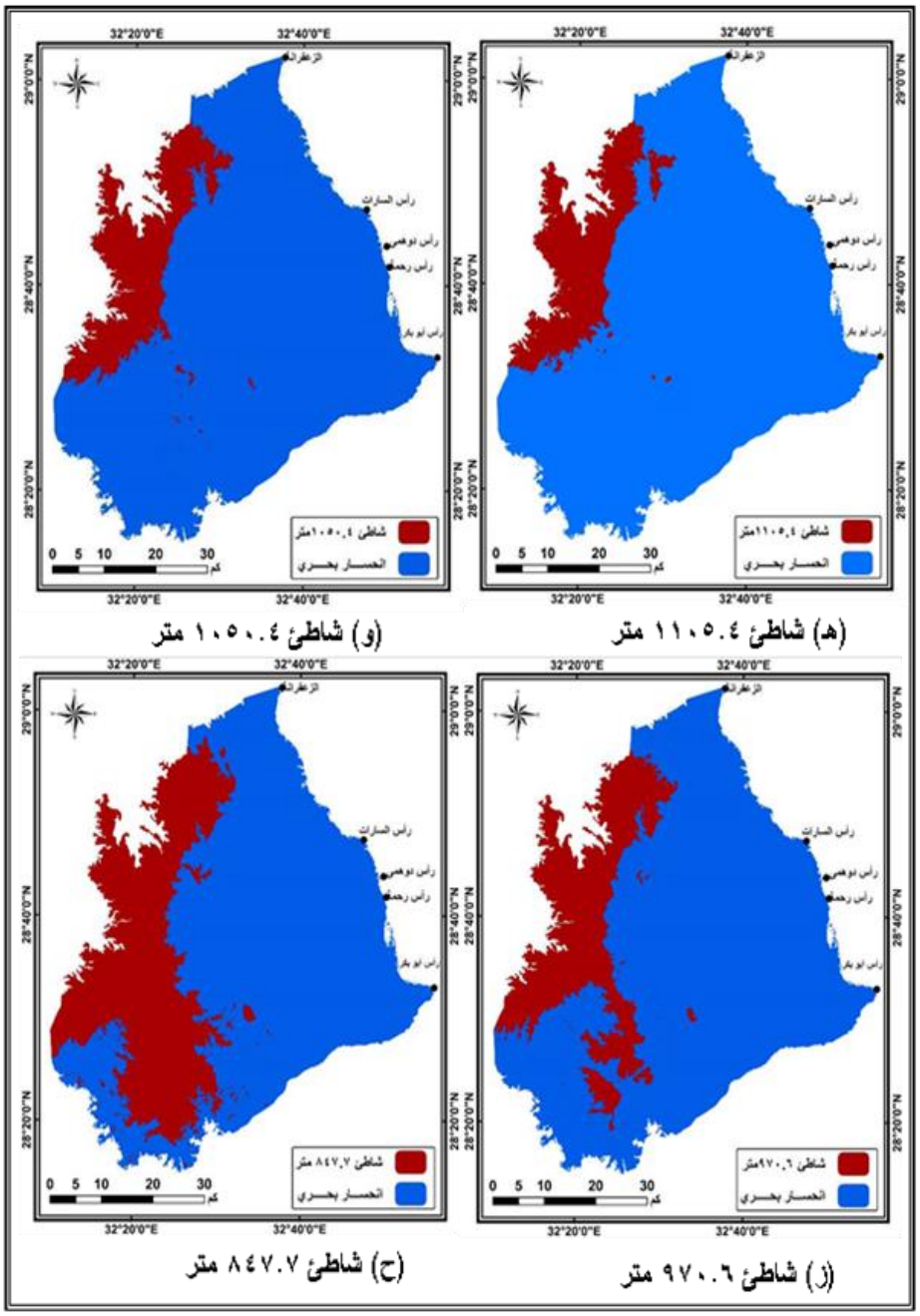
بلغت نسبة الهبوط الشاطئ لهذا المستوي (847.7م) نحو 122.9م بنسبة 10.1% من مجموع عمليات الرفع التكتونية وتعد أعلى نسبة هبوط بين الشواطئ

(ISSN : 2536 - 9555)

التكتونيـة، وبلـغ طـول الشـاطئ المسـتقيم 125.2كـم، بينمـا طولـه المتعـرج 309.7كم، وبلغت النسبة بينهما 1– 2.5. ويقابل واجهة الشاطئ 219 جزيرة، بمساحة 18.7كم2، بنسبة 9.2%، وبلغت مساحة الرصيف البحري 378.4كم2 بنسبة 13.9% (شكل10ح)، وترجع هذه الزيادة إلي تقلص مساحة الخليج البحري خلف الرأس الأرضية في القسم الجنوبي من اليابس، بالإضافة إلي اتساع المساحة الظاهرة علي الجزر منها جبل أم التناصيب (2.7كم2) فوق سطح المياه، وقلت المسافة بينه وبين شاطئ المستوي المدروس لنحو 10.3كم. وبلغ متوسط عرض الرصيف556.5م ونسبة انحدار 1– 4.5م، ولأول مرة يتسع مساحة الرصيف البحري عما كان في السابق، وظهر في النصف الشمالي من الشاطئ رأس أرضية متعامدة عليه وتمتد في البحر لمسافة 6.1 كم وتتصل باليابس بعنق ضيق بلغ عرضه 80.6 م فقط، أما أقصي عرض بلغته الرأس هو 3.4كم، ويصنف هذا الشاطئ من الشواطئ ذات الطاقة المنخفضة.

مستوي الشاطئ التاسع 735.1م

انحفض منسوب المياه البحرية وصولا لهذا المستوي (735.1م)، وبلغت قيمة الانخفاض 112.6م بنسبة 9.3%، وبلغ طول الشاطئ المستقيم 157.5كم بنسبة 14.2% وبلغ الطول المتعرج 453.1كم بنسبة 15%، وبلغت النسبة بينهما 1– 2.9، وهو أكبر طول شاطئ متعرج بين الشواطئ نتيجة كثرة الرؤوس الأرضية والخلجان البحرية الناتجة عن ضعف عوامل النحت البحرى الذى يحدث نتيجة ضحالة المنطقة الشاطئية.



المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(١٠) تطور الأرصفة الشاطئية

(ISSN : 2536 - 9555)

والسواحل المتعرجة تشتد تعرية رؤوسها المتوغلة فى البحر، فى حين يزداد الترسيب داخل الخلجان، وبلغت مساحة رصيفه 412.6كم2 بنسبة 15.1%، وترجع الزيادة إلى إضافة مسطح الخليج البحري سابقا بالقسم الجنوبي إلي مساحة الرصيف، وبلغ متوسط عرضه 0.8 كم في القسم الشمالي، ومتوسط الانحدار 1-7م، ويزيد اتساع الرصيف في الجنوب ومنطقة الخليج الخلفي المنحسر عنه المياه ليصل متوسط عرضه 7.4كم، ومتوسط انحداره 1- 66م، ويرجع سبب زيادة اتساع الرصيف خلف الرأس أنها كانت محمية من مؤثرات الرياح الشمالية الشرقية بعكس واجهة الشاطئ الامامية (شكل11ط).

أما الجزر التى علت سطح المياه فبلغت مساحتها 22.7كم2 بنسبة 11.2%، وعددها 147جزيرة، وتمتد معظمها أمام نتوءات صخرية مما يعزز القول أنها انفصلت عنها، لهذا يصنف الشاطئ من الشواطئ متوسطة الطاقة في فترة تشكيله، لاتساع رصيفه وكثرة جزره وعدم انفصال الرأس السابقة الذكر من اليابس. واقترب خط الشاطئ أكثر من قمة جبل أم التناصيب حتي أصبحت المسافة بينهما نحو 5.3 كم.

مستوي الشاطئ العاشر 643.1م

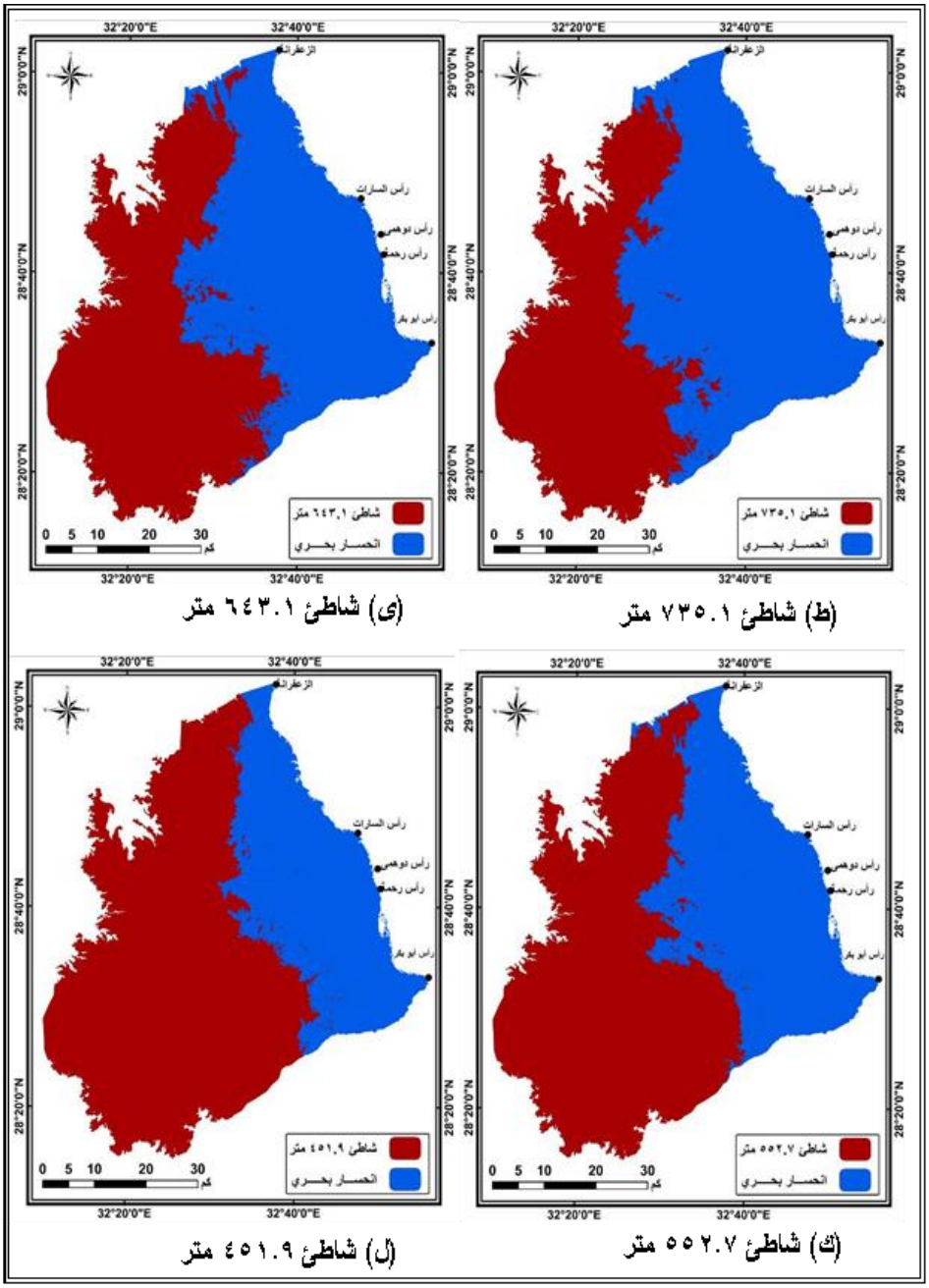
ارتفع اليابس للمرة العاشرة وحددت المياه البحرية شاطئها عند المستوي 643.1م وبلغت قيمة ارتفاعه 92م بنسبة 7.6%، واتسع اليابس فى القسم الجنوبي ومازال القسم الشمالي تقلصه شبه رأسي ويرجع ذلك إلى التكوينات الجيولوجية في الشمال كلها من أصل رسوبي بحري، أما تكوينات القسم الجنوبي معظمه من أصل ناري يتميز بالصلابة أمام عمليات التعرية البحرية، لهذا بدأ اليابس يرسم خليجا بحريا متسعا فى منتصفه محدد برأسين بحريين متوسط

امتدادها في البحر نحو 7.4كم، وبذلك بلغ طول الشاطئ المستقيم 147.6كم بنسبة 13%، وبلغ طوله المتعرج 428.5كم بنسبة 13%، وبلغت النسبة بينهما 1-2.9كم. وبلغت مساحة الرصيف الكلي الناتج عن عمليات التشكيل البحري 235.6كم2 بنسبة 15.1%، مساحة 210.5كم2 متصلة باليابس، وباقي المساحة (25.1كم2 بنسبة 12.4%) تمثل مجموعة الجزر مقابل الشاطئ بنسبة 14.4%، وبلغ عددها 199جزيرة واقتربت المساحة المكشوفة من جبل ام التناصيب لليابس بمسافة 223م فقط، وزاد تقعر الخليج البحري الذي يتوسط الشاطئ تجاه اليابس وتكتنفه مجموعة من الجزر البحرية متوسطة المساحة إلي صغيرة (شكل11ي)، بالإضافة إلى ظهور بعض الجزر في أقصي الشمال، ويصنف الشاطئ من الشواطئ متوسطة الطاقة.

مستوي الشاطئ الحادي عشر (552.7)

هبط مستوي سطح البحر هبوطا يماثل الهبوط السابق بقيمة 90.4م بنسبة 7.4% استجابة لحركة الرفع التكتونية الموجبة عند المستوي البحري 552.7م، حيث بلغ طول شاطئه المستقيم 141.2كم بنسبة 12.9% وطوله المتعرج 315.9كم بنسبة 9%، وبلغت النسبة بينهما 1-2.2كم، ويظهر علي الشاطئ بكامله ملامح الاستقامة مما يعزز القول أن الظروف البنيوية قد لعبت دورا مهما في تحديد ملامحه ويأخذ شكل الخط المنكسر حتي في معظم ملامح الرؤوس الأرضية التى تحصر فيما بينها خلجانا بحرية صغيرة المساحة باستثناء الخليج البحري الأوسط الذي أصبح أكثر وضوحا وتقعرا تجاه اليابس وأصغر حجما عما كان عليه في السابق وانقسم إلي خليجين بحريين، ولوحظ أن المنحدرات البحرية التكتونية البنيوية شديدة الانحدار ومنتظمة (صورة 7).

(ISSN : 2536 - 9555)



المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(١١) تطور الأرصفة البحرية

وبلغت مساحة رصيفه الكلية 314.2كم2 بنسبة 11%، ومثلت الجزر فيه مساحة 8.3كم2 بنسبة 4.1%، وبلغ عددها 152جزيرة، وبلغ مساحة الرصيف البحري المتصل 305.9كم2 بنسبة 11.2% (شكل 11 ك)، والتحمت مساحة جبل أم التناصيب الظاهرة علي سطح المياه بهذا المستوي الشاطئي، ويصنف هذا الشاطئ من الشواطئ متوسطة الطاقة.

(صورة 7) المنحدرات البحرية التكتونية البنيوية

مستوي الشاطئ الثاني عشر (451.9م)

زادت حركة الرفع التكتونية قليلا عن الحركتين السابقتين وبلغت قيمتها 100.8م بنسبة 8.3%، واستقر سطح المياه البحرية عند المستوي الشاطئ 451.9م، وهو المستوي الذي حدد نهاية التكوينات النارية شرقا في القسم الجنوبي لهذا اتسع اليابس كثيرا في الثلث الجنوبى وحددت الانكسارات واجهتها الشرقية القافزة لأعلى والتي تأخذ الشكل المحدب تجاه البحر، وظلت عمليات اتساع اليابس في الثلثين الشماليين محددة لنشاط عوامل التعرية البحرية في التكوينات

(ISSN : 2536 - 9555)

الرسوبية مما عملت علي تراجعها بصورة أكبر تجاه اليابس، والتحمت الجزيرة الشمالية باليابس مما عملت على نموه وامتداده تجاه الشمال الشرقي، وظهر بالقسم الجنوبي نتوءات أرضية يقابلها جزر متوسط بعدها عن الشاطئ بنحو 3.6كم وهي تصطف بشكل يأخذ شكل الشاطئ مما يعزز القول بأن الشاطئ كان متقدما عما كان عليه وأتت عليه عمليات التعرية البحرية وجعلته يهاجر تجاه اليابس، لهذا يصنع القسم الجنوبي مع القسم الشمالى خليجا بحريا كبيرا، يقسم إلي ثلاثة خلجان بحرية صغيرة المساحة محددة برؤوس أرضية أكبرها الخليج الذي يتوسطهما، أما الجزر المنتشرة مقابل القسم الشمالى فمتوسط بعدها عن الشاطئ بنحو 2.7كم ومعظمها مقابل نتوءات أرضية مما يعزز القول أنها منفصلة عنها. وبلغ الطول المستقيم لهذا المستوي الشاطئي 134.5كم بنسبة 12% وطوله المتعرج 277.6كم بنسبة 8%، والنسبة بينهما 1–2.1كم. وبلغت مساحة رصيفه الكلي 259.2كم2 بنسبة 9% (شكل 11 ل)، وهو يعد من الأرصفة البحرية المتسعة، وتمثل الجزر فيه مساحة 7كم2 وهي مساحة محدودة، وتمثل نسبة 3.5% من مساحات الجزر البحرية، وبلغ عدد الجزر مقابل الشاطئ 192جزيرة، ومساحة رصيفه الفعلي 252.2كم2 بنسبة 9.2%، ويصنف الشاطئ من الشواطئ متوسطة الطاقة.

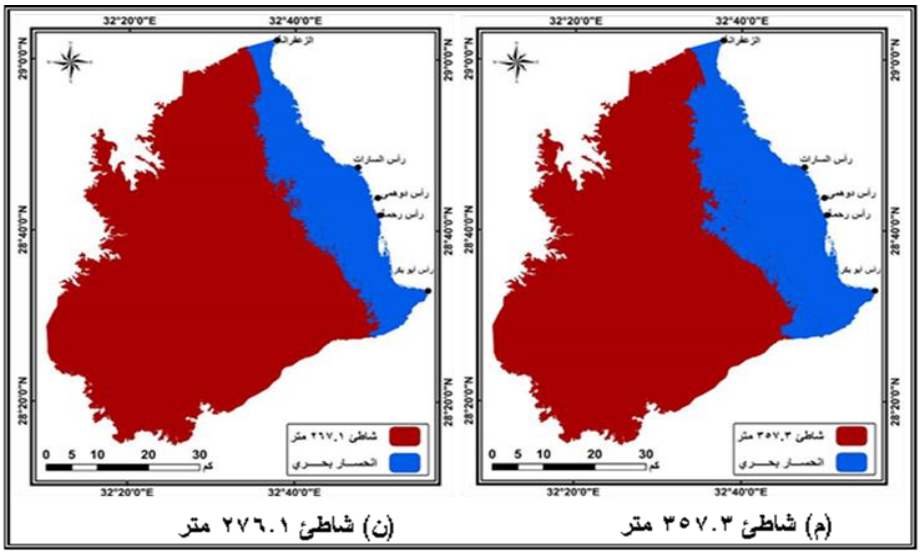
مستوي الشاطئ الثالث عشر (357.3م)

عاودت الحركة التكتونية نشاطها للمرة الثالثة عشر بارتفاع اليابس 94.6م بنسبة 7.8% واستقرت المياه البحرية عند المستوي الشاطئ 357.3م، وبلغ طول الشاطئ المستقيم 105.4كم بنسبة 9% وطوله المتعرج 239.9كم بنسبة 7%، وبلغت النسبة بينهما 1– 2.3كم، وبلغت مساحة رصيفه الكلي 272كم2 بنسبة 9% (شكل 11 م)، وتمثل مساحة الجزر منها 5.1 كم2 بنسبة 2.5%، وبلغ

عـددها 198جزيـرة، ومسـاحة الرصـف التحـاتي 266.8كـم2 بنسـبة 9.8%، ويصنف من الشواطئ متوسطة الطاقة.

مستوي الشاطئ الرابع عشر (267.1م)

ارتفع اليابس للمرة الرابعة عشر 90.2م بنسبة 7.4% واستقرت المياه البحرية عند المستوي 267.1م، وبلـغ طـول الشـاطئ المستقيم 94كم بنسبة 8%، وبلـغ طولـه المتعرج 222.6كم بنسبة 7%، وبلغت النسبة بينهما 1- 2.4كم وبلغت مسـاحة رصـيفه التحـاتي 263.9كـم2 بنسـبة 9%، ويمثـل الرصـيف التحـاتي المتصل مساحة 255.2كم2 بنسبة 9.3%، والمساحة الباقية تتمثل علي الجزر (8.7 كم2 بنسبة 4.3%)، وغدا الشاطئ يميل إلـي التقعر خفيفا تجاه اليابس، ويظهر بخط الساحل التسننات الشاطئية، في صورة نتوءات بعضها مستعرضة في القسم الأوسط منـه، ويـزركش سـاحله الكِثير مـن الجـزر صـغيرة المسـاحة والبـالغ عددها 223جزيرة (شكل 11ن).



المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

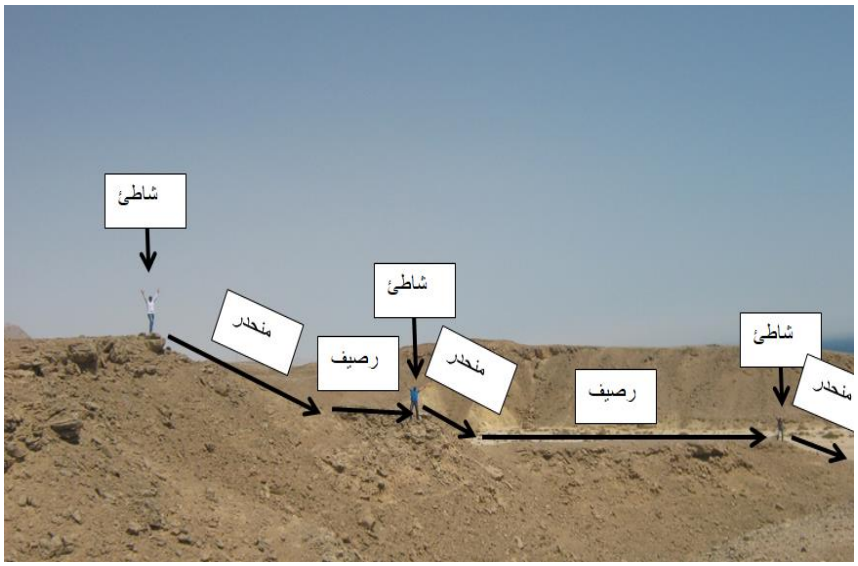
شكل(١٢) تطور الأرصفة الشاطئية

(ISSN : 2536 - 9555)

ثانياً: الشواطئ الإيوستاتية

هي شواطئ تاريخية أيضا تشبه سابقتها التكتونية (انحسار بحري)، واختلفت آلية العمل التحاتي فيها لأنها نشأت عن عمليات متكررة للطغيان والانحسار البحري، بسبب الحركة البطيئة لارتفاع مستوي سطح المياه علي اليابس بسبب ذوبان الجليد فى العروض الشمالية حتى استقرت عند مستوي شاطئي معين، ومارست العوامل البحرية عملها الجيومورفولوجي في خط الشاطئ الجديد، وقد وضع كل من جيجنو (Gignoux 1913) وديبيريه (Deperet 1918) مسميات للأرصفة البحرية التي قاما بدراستها في جنوب إيطاليا وصقلية وشمال الجزائر، وأصبحت هذه التسميات هي الأساس الذي بُنيت عليه كل الدراسات الأخرى الخاصة بشواطئ البحر المتوسط. وتعكس الشواطئ البحرية التاريخية الذبذبات الناتجة عن انصهار الجليد في فترات الدفء والتي أثرت في تغير منسوب البحار والمحيطات في الزمن الرابع خاصة في العصر الجليدي البلايوستوسيني على أساس منسوب سطح البحر في بداية البلايوستوسين بلغ نحو مائة متر فوق مستواه الحالي، فالشواطئ البحرية البلايوستوسينية يشترط أن تقع في مناسيب أدنى من مائة متر، وإذا وجدت خطوط للشواطئ في مستوي أعلى من هذا المنسوب فهي إما أنها قد تكونت بفعل البحر قبل البلايوستوسين أو بفعل عوامل تكتونية، وكان الألماني (Eberl, 1960) أول من وجه الأنظار إلي فترات باردة سابقة لفترة جليد جونز أطلق عليها فترات الدانوب الجليدية وقسمها إلي ثلاثة مراحل، كما أظهر (L,Schaefer) وجود 12 فترة ومرحلة مستقلة، ثم أظهرت الأبحاث بعد ذلك 14 فترة تحتوي على قواقع محبة للبرد وأخرى محبة للدفء، والتي يستدل منها على بداية تغير المناخ نحو البرودة في تلك الفترة (جودة حسنين 1995 ص6)، وقد تم تحديد تسعة شواطئ من هذا النوع محددة

بمنحدرات بحرية تاريخية مقترنة بأرصفتها التحاتية دون منسوب 200م (صورة 8)، وتُنسب الدرجات الشاطئية التي تقع بين منسوب 100 متر حتى 200 متر فوق مستوى سطح البحر المتوسط الحالي إلي فترات سابقة لعصر البلايوستوسين (فترة الدانوب الباردة)، أما الدرجات الأدني فإنها تخص عصر البلايوستوسين. ومن دراسة النتائج في جدولي (5، 6) والأشكال المرافقة لهما يمكن استنتاج بعض الخصائص العامة بين الشواطئ الإيوستاتية حيث لوحظ أن أعلي فاصل متري بين شاطئين (35.5– 65.7م) كان 30.2م، وبلغ المتوسط العام للارتفاع بين الشواطئ 20.7م، وأطول شاطئ متعرج (203.3كم) كان من نصيب شاطئ 162.7م، وبلغ متوسط النسبة بين الطول المستقيم والمتعرج 1– 2.1كم، ويمكن عرض خصائص الشواطئ الإيوستاتية الآتية المشتقة أسماؤها من مناطق جنوب إيطاليا وجزيرة صقلية وشمال الجزائر:



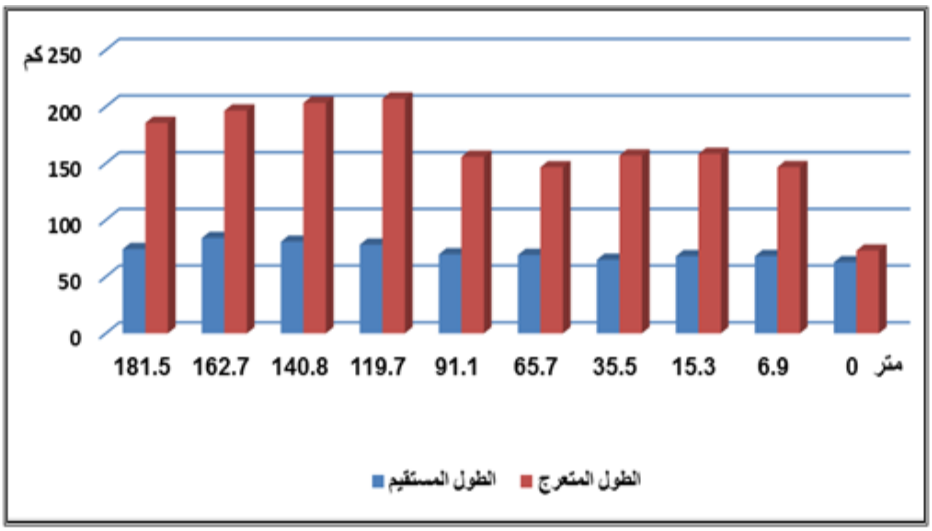
(صورة 8) الشواطئ البحرية الإيوستاتية

(ISSN : 2536 - 9555)

(جدول 5) خصائص الارتفاع والطول للشواطئ المرفوعة الإيوستاتية

الشاطئ	الارتفاع م	فارق الارتفاع		الطول المستقيم		الطول المتعرج		النسبة بين الطول المستقيم والمتعرج
		متر	%	كم	%	كم	%	
الكلابري	181.5			84.1	12	196.5	13	1 – 2.3
	162.7	18.8	10	80.8	11	203.3	13	1 – 2.5
	140.8	21.9	12	78.2	11	207.1	14	1 – 2.6
	119.7	21.1	12	69.7	10	155.7	10	1 – 2.2
الصقلي	91.1	28.6	16	69.1	10	146.5	10	1 – 2.1
الميلازي	65.7	25.4	14	64.9	9	156.9	10	1 – 2.4
التيراني	35.5	30.2	17	68	10	158.3	10	1 – 2.3
	15.3	20.2	11	68.2	10	146.6	10	1 – 2.1
المناستيري	6.9	8.4	5	62.7	9	73	5	1 – 1.2
الحالي	0	6.9	4	61.3	–	70.9	5	1 – 1.1
المجموع		181.5	100	707	100	1514.8	100	–

المصدر: قاعدة البيانات الجغرافية



المصدر: اعتماداً على جدول(٥)

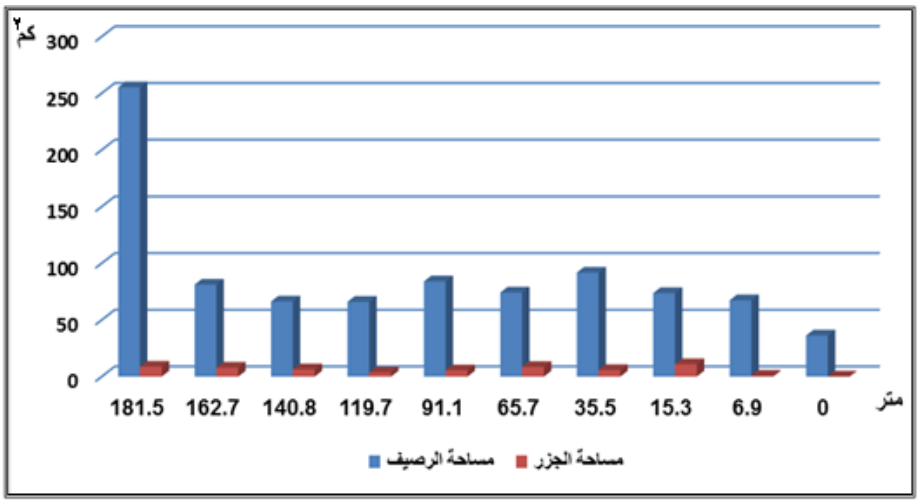
شكل(١٣) خصائص الارتفاع والطول للشواطئ المرفوعة الإيوستاتية

(جدول 6) خصائص الأرصفة البحرية وجزرها للشواطئ المرفوعة الإيوستاتية

الشاطئ	المنسوب	م الرصيف الكلي		مساحة الرصيف		مساحة الجزر ونسبتها المئوية		عدد الجزر
	متر	كم2	%	كم2	%	كم2	%	
1	181.5	88.9	12.9	81.1	12.7	7.8	16.1	212
2	162.7	72.5	10.5	66.2	10.3	6.3	12.8	199
3	140.8	69.4	10.1	65.9	10.3	3.6	7.3	161
4	119.7	89.4	13	83.9	13.1	5.5	11.2	199
5	91.1	82.5	12	74.1	11.6	8.4	17.3	191
6	65.7	97.4	14.1	91.7	14.3	5.7	11.6	205
7	35.5	84.5	12.3	73.6	11.5	10.8	22.1	174
8	15.3	68.1	9.9	67.3	10.5	0.8	1.6	54
9	6.9	36.2	5.3	36.2	5.7	0	0.0	0
	المجموع	688.9	100	640	100	48.9	100	1395

المصدر/ قاعدة البيانات الجغرافية

(ISSN : 2536 - 9555)



المصدر : اعتماداً على جدول(٦)

شكل(١٤) خصائص الأرصفة البحرية وجزرها للشواطئ المرفوعة الإيوستاتية

مستوي الشواطئ الكالابرية Calabrian

ترجع التسمية إلي المنطقة في جنوب إيطاليا تسمي الكالابري، وقد تم تحديد أربعة مستويات بحرية تتبع فترة الدانوب (181.5، 162.7، 140.8، 119.7م) ويمثل الشاطئ الأول منها مرحلة انتقالية بين الشواطئ التكتونية والإيوستاتية، لهذا لا يعرف بالضبط إن كان البحر قد انحسر عن الشاطئ التكتونى الأخير (267.1م) حتي بلغ مستواه الأول الكالابري (181.5م) بعملية رفع كما كان سابقا، أم قد انحسر البحر إلي مستوي غير معلوم، ثم طغي البحر بعد ذلك حتي بلغ المستوي 181.5م ويمثل الطغيان الأول الذي قد يقابل أحد الفترات الباردة السابقة لجليد جونز (الدانوب)، وعلي أية حال تم تصنيف هذا المستوي إلي الشواطئ الإيوستاتية لأن هذا الشاطئ يتمثل في مناطق مختلفة من العالم، فيظهر برأس السلوم بأقصي غرب مصر عند المستوي 176م (وهبه شلبي 2003 ص153) وحدده (Said, et al 1955) فيما بين مرسي مطروح والسلوم علي

ارتفاع 200م، ويذكر (جودة حسنين 1990 ص157) أنه يتمثل في إقليم برقة بليبيا وجنوب أوروبا وجنوب آسيا، مما يعزز القول بأن الأرصفة البحرية التى تقع تحت منسوب 200م هي أرصفة بحرية النشأة وذلك تمشيا مع المؤيدين للنظام الإيوستاتي والذين يضعون نشأة الرصيفين الكالابري والصقلي فيما قبل جليد جونز، ويذكر بول (Ball, 1939, p56) أن منسوب البحر العالمي ارتفع إلي 180م في منتصف عصر البلايوسين، وإن كنا نجنح إلي هذا الرأي ومن ثم تصبح الشواطئ الكالابرية شواطئ طغيان بحري، ويفصله المستوي الأعلي منها عن الشاطئ السابق (267.1م) بارتفاع 85.6م ، ويشير هذا الرقم إلي المتوسط العام لعمليات الرفع التكتونية (87م) التي أصابت المنطقة من قبل فيما بين المستويات الشاطئية. وسيتم معالجة المستويات الأربعة علي أنها تذبذب في مستوي البحر والمحيطات لفترات دفيئة تفصلها فترات باردة، وتراوحت الانحسارات البحرية لهذه المستويات بين 18.8– 21.1م، بمتوسط 20.6م، وتراوح الطول المسقيم لها بين 84.1– 69.7كم بمتوسط 78.2كم، وأيضا الطول المتعرج بين 155.7– 207.1كم بمتوسط 190.6كم، وبلغت النسبة بينهما 1 – 2.4كم، أما مساحة الأرصفة التحاتية الكلية المتخلفة عن عمليات التحات البحري وتضم المتصل منها والمتمثل علي الجزر بين 69.4 – 89.4كم2، بمتوسط 80كم2، وتراوحت أعداد الجزر مقابل الشواطئ بين 161 – 212جزيرة بمتوسط 192، ويمكن تصنيف هذه الشواطئ من شواطئ ذات الطاقة المتوسطة.

ويتمثل بالمستوي الأعلي(181.5م) نتوءات يقابلها مجموعة من الجزر، ويغلب علي الشاطئ الاستقامة في الثلث الجنوبي وجزء من الثلث الشمالي (شكل 15 أ)، مما يعزز القول بأن الانكسارات والصدوع لعبت دورا في استقامته، وبالاتجاه نحو الوسط يبدو التقعر الخفيف تجاه اليابس ويزيد بالاتجاه شمالا، بالإضافة إلي التعرج الدقيق للثلث الأوسط حيث تظهر مجموعة من الرؤوس

(ISSN : 2536 - 9555)

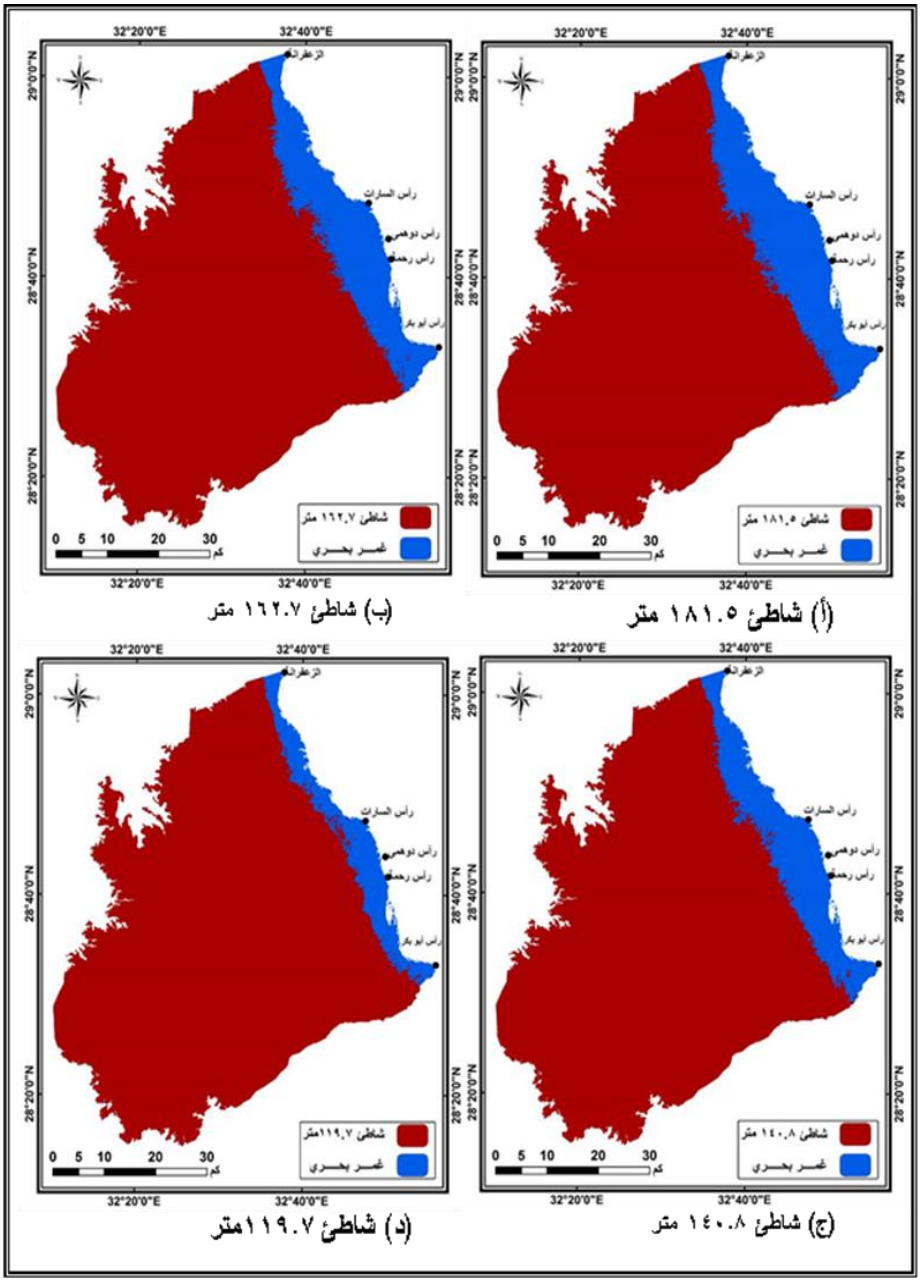
والخلجان، ويمتد أكثرها تقدما في البحر لمسافة 1.6كم، يرافق هذا المستوي رصيفا تحاتيا بلغت مساحته الكلية 88.9كم2، وبلغ عدد جزره 212جزيرة، وحدده بول (Ball,1939 p.56) في القصير علي ارتفاع (180م) وأرجعه إلي منتصف عصر البلايوسين الأوسط، وهذا يتماشي مع رأي بول من قبل بارتفاع مستوي سطح المياه إلى ارتفاع 180م فوق مستواه الحالي في منتصف عصر البلايوسين. ثم عاود البحر طغيانه، وقد يكون هذا بعد هبوط غير معلوم إلي المستوي البحري 162.7م، وما زالت الاستقامة تسيطر علي الثلث الجنوبي، وتنتشر الجزر مقابل قسمه الجنوبي بكثرة، وبالاتجاه شمالا تظهر الخلجان البحرية مثلثة الشكل وبدت الرأس التى تتوسط الشاطئ تظهر بشكل مستعرض وشاطئ متعرج، وبلغت نسبة تعرج الشاطئ 1– 2.5كم، إلي جانب الجزر الصغيرة المنتشرة أمامها، وقل التقعر العام للشاطئ عن سابقه(شكل 15 ب)، بالإضافة إلي الرصيف التحاتي المرافق له والذي بلغت مساحته الكلية (72.5كم2)، وبلغ عدد الجزر المقابلة لهذا الشاطئ 199جزيرة، وحدده بول (Ball, 1939, p.56) على ارتفاع 154م وأرجعه إلي فترة البلايوسين المتأخر. ويتفق هذا المستوي مع رأي الألماني (Eberl, 1960) الذي قسم فترة الدانوب الباردة إلي ثلاثة مراحل ومن ثم ينسب هذا الشاطئ لفترة الدفء الأولي بين المرحلتين الأول والثانية.

وتحدد المنسوب الثالث لهذه الفترة الكالابرية عند مستوي 140.8م، وقد زاد تعرج الشاطئ حتى بلغت النسبة بين الطول المستقيم والمتعرج 1– 2.6كم، وقد يرجع ذلك إلى خلو الشاطئ من العيوب الانكسارية، ومن ثم كان نشاط التعرية البحرية فعال في صخور الشاطئ مما أدى إلي كثرة تعرجه أو كثرة مصبات الأودية التي تنتهي إليه، مع احتفاظ الثلث الشمالي بتقعر خفيف تجاه اليابس، بالإضافة إلي الخليج البحري المتوغل داخل اليابس (2.8كم) في جنوبه (شكل 15ج)، وشكلت العوامل البحرية رصيفا تحاتيا لهذا الشاطئ بلغت مساحته

69.4كم2، وبلغ عدد الجزر مقابله 161جزيرة، وحدده بول (Ball, 1939, p.56) على ارتفاع 129م، وأرجعه أيضا إلي فترة البلايوسين المتأخر. وينسب هذا الشاطئ لفترة الدفء الثانية بين المرحلتين الثانية والثالثة.

ثم استقر المستوي البحري في نهاية هذه الفترة عند منسوب 119.7م، وظهر خط الشاطئ بصورة أكثر تحدبا في وسطه تجاه البحر عكس ما كان عليه في السابق، وبدت الخلجان البحرية المثلثة الشكل أكثر اتساعا عما كانت عليه من قبل، وظهرت الجزر البحرية بكثافة عالية مقابل النصف الجنوبي من القسم الشمالي، وبلغ إجمالي عددها 199جزيرة، ورافق هذا المستوي رصيفا تحاتيا بلغت مساحته 89.4كم2، وبلغت النسبة بين الطول المستقيم والمتعرج 1– 2.2كم، وهي أقل نسبة بين الشواطئ لهذه الفترة (شكل 15د)، وينسب هذا الشاطئ لفترة الدفء الفاصلة بين المرحلة الأخيرة لفترة الدانوب وجليد جونز.

(ISSN : 2536 - 9555)



المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(١٥) تطور الأرصفة الشاطئية

مستوي الشاطئ الصقلي 91.1م

هو أحد الشواطئ التى تم تعينها بالقرب من بالريمو بصقلية ويتفاوت منسوبه بين 80–100م، وتحدد منسوبه عند ارتفاع 91.1م، ويفصله عن الشاطئ الأعلي (119.7م) 28.6م من إجمالي ارتفاعات الشواطئ الإيوستاتية، وبلغ طول شاطئه المستقيم 69.1كم، والمتعرج 146.5م، وبلغت النسبة بينهما 1–2.1كم، وبلغت مساحة الرصيف التحاتي البحري الملازم له 82.5كم2، منها 74.1كم2 تمثل مساحة الرصيف التحاتي المتصل باليابس، والباقي (8.4كم2) تمثل مساحة الرصيف التحاتي علي الجزر، والتى بلغ عددها 191جزيرة، ويميل خط الشاطئ للتحدب من وسطه تحدده خلجان واضحة في شماله وجنوبه (شكل 16هـ). وأشارت دراسات بول (Ball, 1939, p.56) إلي أن هذا الشاطئ يرتفع إلي 103م، ويتبع فترة البلايوستوسين المبكر، وظهر على السطح خلال فترة الدفء الفاصلة بين جليد جونز وجليد مندل، ويقدر عمره بنحو 660 ألف سنة، وحققه (مجدي تراب2003، ص19) في سلطنة عمان عند ارتفاع 88م.

مستوي الشاطئ الميلازي Millazzo

تم تحديد هذا المستوي الشاطئ عند ارتفاع 65.7م في منطقة الدراسة، وترجع التسمية إلي بلدة ميلازو شمال صقلية، وتم تحديده كرصيف تحاتي بحري علي ارتفاع 60م. وفي رأس علم الروم (الساحل الشمالي الغربي) على ارتفاع 68م (وهبه شلبي 2003 ص153)، ويقدر عمره بنحو نصف مليون سنة، وحدده بول (Ball, 1939, p.56) علي ارتفاع 72م، وأرجعه إلي فترة البلايوستوسين المبكر، وهو ينخفض عن الشاطئ السابق بنحو 25.4م، بنسبة 14%، وبلغ طول الشاطئ المستقيم 64.9كم، والطول المتعرج 156.9كم، وبلغت النسبة بينهما 1– 2.4كم، وزاد تحدب الشاطئ في وسطه، واقترن به رصيف تحاتي بلغت مساحته الكلية 97.4كم2، منها مساحة الرصيف التحاتي المتصل باليابس

(ISSN : 2536 - 9555)

بلغت 91.7كم2، وباقي المساحة تتمثل علي الجزر مقابل الشاطئ، والتي بلغ عددها 205 جزيرة (شكل 16 و)، ويعد من الشواطئ منخفضة الطاقة. وحققه مجدي تراب (2003 ص19) في سلطنة عمان عند ارتفاع 56م في سلطنة عمان، ويعتقد أنه نشأ في الفترة الدفيئة بين جليد مندل وجليد ريس.

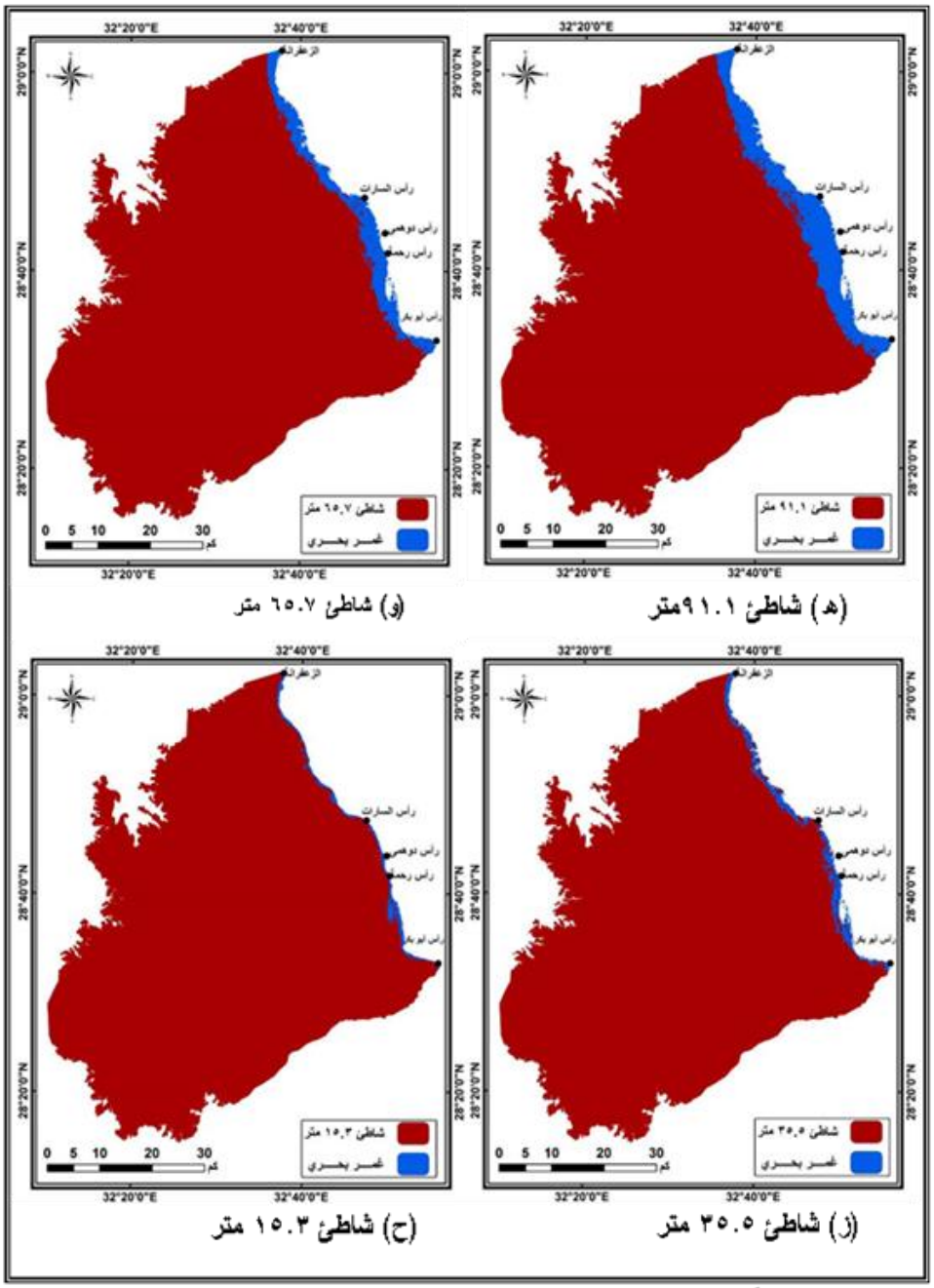
مستوي الشاطئ التيراني1(35.5م)

ترجع التسمية للشاطئ التيراني لمنطقة في جنوب إيطاليا، وتكرر وجوده في مواقع مختلفة في حوض البحر المتوسط، ويتحَدد عند ارتفاع 40 م، وحدده بول (Ball, 1939, p.56) على ارتفاع 41م في القصير، وأرجع نشآته إلي فترة البلايوستوسين الأوسط (العصر الحجري القديم المبكر)، وحققه مجدي تراب (2003 ص19) في سلطنة عمان علي ارتفاع 28م، وتكرر وجوده على رأس جرجوب بالساحل الشمالي الغربي عند ارتفاع 40 م (وهبه شلبي 2003 ص153)، ويتمثل بمنطقة الدراسة عند ارتفاع 35.5م وينخفض عن الشاطئ الأعلي بنحو 30.2م وهو أعلي فاصل بين الشواطئ الإيوستاتية. وبلغ الطول المستقيم له 68كم والطول المتعرج 158.3كم، والنسبة بينهما 1– 2.3كم. وبلغت مساحة الرصيف التحاتي الكلي 84.5كم2 منها مساحة 73.6كم2 تمثل الرصيف المتصل باليابس، والمساحة الباقية (10.8كم2) تتمثل علي الجزر مقابل الشاطئ البالغ عددها 174جزيرة (شكل 16ز)، ويصنف الشاطئ من الشواطئ متوسطة الطاقة. وقد زاد من تحدب الشاطئ حتى تقدم اليابس إلي رأس السارات التي تتوسط الشاطئ حتى بلغت المستوي الشاطئ الحالي، وقَسمت الشاطئ إلي قسمين متساويين، كل قسم يتقعر تجاه ويمثل خليجا بحريا، ويعتقد أنه نشأ في الفترة الدفيئة بين جليد ريس وجليد فيرم.

مستوي الشاطئ التيراني2 (15.5م)

يتمثل هذا الشاطئ عند ارتفاع 15.5م، وينسب تشكيله للفترة التيرانية الثانية، وتشكل بشكل الشاطئ الحالي تقريبا، وبلغ الطول المستقيم له 68.2كم، والطول المتعرج 146.6كم، وبلغت النسبة بينهما 1– 2.1كم. ويرتبط به رصيف تحاتي بلغت مساحته الكلية 68.1كم2 منها مساحة 67.3كم2 رصيف متصل باليابس، والمساحة الباقية (0.8كم2) تتمثل علي الجزر مقابل الشاطئ (شكل 16 ح)، والبالغ عددها 54جزيرة، وينخفض عن الشاطئ الأعلي بنحو 20.2م ويعد أعلي فاصل بين الشواطئ، وحققه (وهبه شلبي 2033 ص154) علي رأسي سيدي براني والحكمة عند ارتفاع 20م، وحدده بول (Ball, 1939, p.56) على ارتفاع 18م، وأرجعه إلي فترة البلايوستوسين الأعلي (العصر الحجري القديم الأوسط).

(ISSN : 2536 - 9555)

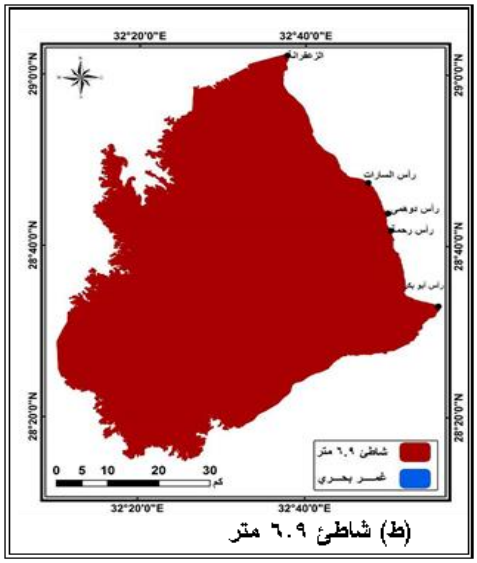


المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(١٦) تطور الأرصفة الشاطئية

مستوي الشاطئ المناستيري (6.9م)

ترجع تسميته إلي بلدة موناستير في تونس، والمتمثل علي ارتفاع 8 م، وحققه مجدي تراب (2003ص19) في سلطنة عمان عند ارتفاع 6.9م، وحدده بول (Ball, 1939, p.56) أيضا على ارتفاع 3 م، وأرجعه إلي فترة البلايوستوسين المتأخر (العصر الحجري القديم الأوسط)، وحققه (وهبه شلبي 203 ص153) على ارتفاع 5 م على واجهة السلسلة الساحلية الحديثة بالساحل الشمالي الغربي. وهو قريب جدا من الشاطئ الحالى، وبلغ طول المستقيم 62.7كم طوله المتعرج 73كم، وبلغت النسبة بينهما 1– 1.2كم، وهي أقل نسبة بين الشواطئ. يرتبط به رصيف تحاتي بلغت مساحته الكلية 36.2كم2، ولا تظهر أي جزر مقابله، وينخفض عن الشاطئ الأعلي بنحو 8.4م وهو أقل فاصل بين الشواطئ (شكل 17ط).



(ط) شاطئ ٦.٩ متر

المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(١٧) تطور الأرصفة الشاطئية

(ISSN : 2536 - 9555)

وتظهر مجموعة الجروف البحرية بصورة متقطعة ومتباعدة جدا عن بعضها تطل من ارتفاع 1.8– 2م علي الشاطئ الحالي، ويمكن إرجاعها إلي نشأة الشاطئ الفلاندري ببلجيكا علي بحر المانش والمتمثل أيضا شمال بلدة بيزا بإيطاليا والمحدد ارتفاعه 2– 4م، وقد يرجع نشأة تلك الجروف لتذبذب مستوي المياه البحرية في خليج السويس بسبب عمليتي المد والجزر (1.8م).

التطور الجيولوجي والجيومورفولوجي

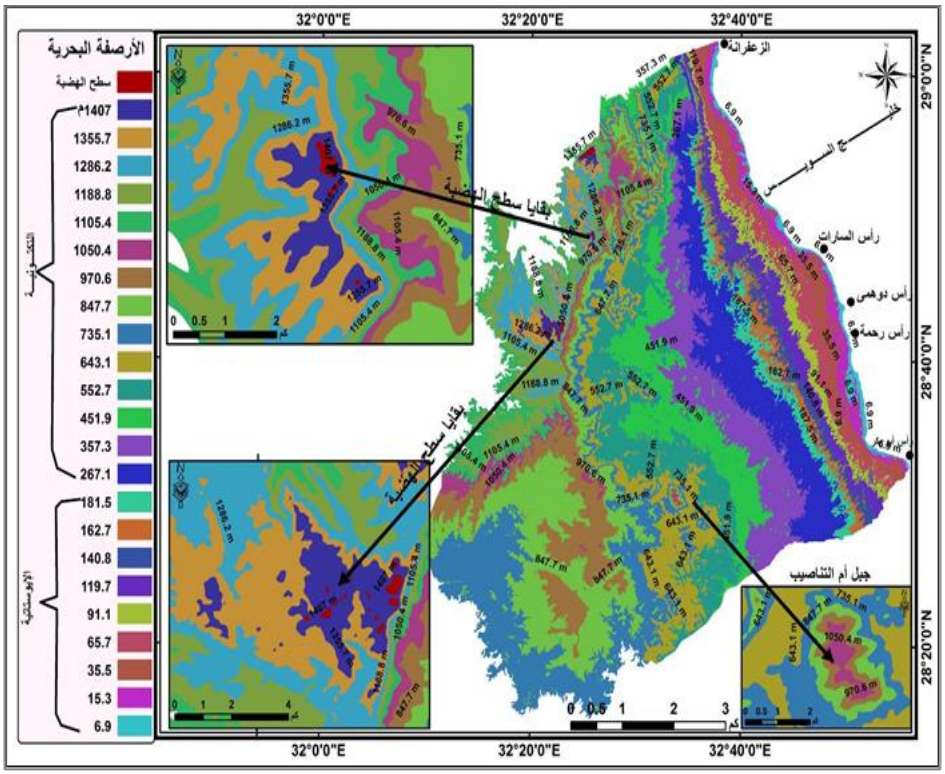
مرت منطقة الدراسة على عبر تاريخها الجيولوجي والجيومورفولوجي بثلاثة مراحل مختلفة كل منها كان له طابعه الخاص، المرحلة الأولى الاستقرار: التي أدت بدورها إلى إرساب الطبقات الجيولوجية خلال الأزمنة والعصور المختلفة فيما قبل عصر الإليجوسين، والمرحلة الثانية الاضطرابات التكتونية التي حدثت في عصر الإليجوسين بخاصة التي تركت بصماتها التحاتية علي الطبقات الجيولوجية بفعل العمليات البحرية أثناء عمليات الرفع التكتونية، والثالثة الذبذبات الإيوستاتية التي تركت بصماتها التحاتية أيضا علي الطبقات الجيولوجية بفعل عمليات التحات البحري أثناء عمليات الطغيان البحري المتكرر. وتبين من دراسة المنطقة أن هناك ظهورا لتكوينات لبعض العصور واختفاء تكوينات لعصور أخري، فقد كشفت التعرية البحرية في جنوب غرب المنطقة عن صخور نارية متنوعة تمثل صخور الأساس لأنها ترتكز عليها توافقيا صخور العصر الكمبرى أول عصور الزمن الأول، وتغيب باقي عصور هذا الزمن من التتابع الإستراتيجرافي الظاهر، ورسبت تكوينات الزمن الثاني المتمثلة في تكوينات العصر الترياسي مرتكزة لاتوافقيا على تكوين الكمبرى، يعلوها تكوينات العصر الكريتاسي المتنوعة، وتغيب تكوينات العصر الجوراسي، وترتكز تكوينات عصر الإيوسين المتنوعة من الزمن

الثالث لا توافقيا على تكوينات الكريتاسي بسبب اختفاء تكوينات عصر البليوسين، ويمثل تكوين المقطم آخر طبقة لهذا العصر وهي تتبع فترة الإيوسين الأوسط وتمثل الطبقة العليا لسطح الهضبة برمتها، وتختفي تكوينات الفترة المتأخرة لهذا العصر (فترة البريابونى 37.8مليون سنة مضت). ثم حل عصر الإليجوسين (28.1– 33.9مليون سنة مضت) الذي صاحبه اضطرابات تكتونية عظيمة نشأ على إثرها أخدود البحر الأحمر وارتفاع منطقة الدراسة.

ويرجح أن المنطقة مرت بعمليات الرفع بنهاية فترة الإيوسين الأوسط (تكوين المقطم) (فترة البريابونى– الفترة الأخيرة من عصر الإيوسين) وبذلك ظهر أول منسوب بحري عند مستوي 1407م فوق منسوب سطح البحر الحالي، ويمكن تحديد مقدار الرفع للمنطقة فوق سطح المياه حينها بنحو 74.8م، وهو الفارق بين أعلى منسوب للهضبة ومستوي الشاطئ الأول. وهو ما أدى إلى ظهور بدايات مكشف تكوينات أبو رمث أسفل تكوين المقطم لمسافة 48كم من الشمال نحو الجنوب ثم ظهور تكوين عجمة تقريبا عند هذا المستوي بالاتجاه نحو الجنوب لمسافة 25كم. ثم توالت عمليات الانخفاض المتكررة لمستوي سطح البحر نتيجة لعمليات الرفع حتي المستوي 847.7م، وهو ما أدي إلى ظهور مكشف طبقات أبو رمث في الثلثين الشمالي من المنطقة، وكان الانخفاض شبه رأسي بامتداد أفقي أقل من القسم الجنوبي، وأظهرت الانخفاضات مكاشف طبقة عجمة بكاملها ومكشف طبقة إسنا أسفل تكوين عجمة وقسم صغير أسفل تكوين أبو رمث وتخلف تكوين الجلالة عن عمليات النحت البحري وظهر في صورة تل كبير ناتئ في صورة شبه جزرية تلتف حوله المياه البحرية غربا وجنوبا وشرقا في القسم الجنوبي ويرجع ذلك للرمية السفلية التي أصابت تلك التكوينات غربه، وكشفت

(ISSN : 2536 - 9555)

التعرية البحرية أيضا في هذا النطاق عن مكاشف تكوينات سدر والتي تظهر كخط طولي ممتد من الجنوب نحو الشمال بصورة متصلة لمسافة 51كم أسفل تكوين إسنا في الجنوب وأبو رمث في الشمال، وظهور مكاشف طبقات راخيات وحواشية وأم عميد، وبانحسار البحر عن المستوي 735.1م ظهرت مكاشف طبقات وادي قنا وقصيب وعربة في صورة خطوط ممتدة من الجنوب تجاه الشمال وانكشاف بعض الصخور النارية أسفلها. ثم توالت عمليات الانخفاضات التالية 643.1م، 552.7م، 451.9م والتي أدت إلي كشف الصخور النارية بكاملها من وسط المنطقة حتى الجنوب، أما في شمالها فقد ظهرت معظم تكوينات أبو رمث وبعض تكوينات الجلالة. ويرجح أن عملية الرفع توقفت نسبيا عند المستوي الأخير حتى أتاحت للبحر ترسيب طبقات عصر الميوسين أدنى من المنسوب المذكور، ومن ثم تنسب الشواطئ السابقة إلي عصر الإليجوسين، ثم استأنفت عملية الرفع نشاطها بتشكيل مستويين جديدين هما 357.3م، 267.1م ونتج عنهما ظهور تكوينات الميوسين أدني المستوي الأعلى في وسط المنطقة، وعند المستوي الثاني أدي إلى اتساع رقعة السهل الساحلي في النصف الجنوبي وظهور تكوينات الكريتاسي بكاملها على السطح في الشمال، ثم تلا ذلك فترة انتقالية لا يعرف إن كان البحر قد انحسر تكتونيا إلي شاطئ 181.5م، أم انحسر إلي مستوي غير معلوم ثم حدث طغيان بحري إلي المستوي المذكور، ويرجح أن البحر سكن فترة نسبية عند هذا المستوي سواء كان تكتونيا أو إيوستاتيا حتي رسبت تكوينات عصر البلايوسين تحت هذا المنسوب (شكل 18).



المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الجغرافية

شكل(١٨) تطور الأرصفة الشاطئية

ثم تلا ذلك تشكيل عدة مستويات بحرية لعمليات مغايرة عما كانت عليه في السابق بسبب التغيرات العالمية في منسوب مياه البحار والمحيطات بسبب عمليات التجلد والذوبان في العروض العليا الشمالية والجنوبية، مما أدي إلى عمليات الانحسارات وطغيانات المياه البحرية طوال عصر البلايوستوسين التى نتج عنها تسعة مستويات شاطئية بدأت من المستوي البحري 181.5م وحتى الاستقرار النسبي للمياه عند منسوبها الحالي، ويطلق عليها شواطئ إيوستاتية المزامنة للفترات بين الجليدية.

(ISSN : 2536 - 9555)

الخاتمة

بلغت مساحة المنطقة المدروسة 3623.8كم2، واحتوت علي تكوينات جيولوجية مختلفة لبعض عصور الأزمنة الجيولوجية الأربعة، ومثلت الصخور النارية 18.1% من مساحة المنطقة، والنسبة الباقية مثلت الصخور الروسوبية المتنوعة، وتكتنف تلك التكوينات مجموعة من الصدوع والانكسارات متعددة الاتجاهات، استجابة للاضطرابات التي أصابت الإقليم في عصر الإليجوسين، وحدثت حركات رفع تكتونية أدت إلي انحسار البحر إلي مستويات مختلفة وبالذات في عصر الإليجوسين حيث ترك البحر آثاره الجيومورفولوجية علي واجهة الصخر في صورة منحدرات بحرية يرتبط بكل منحدر رصيف بحري تحاتي من تشكيل الشاطئ البحري، وتم حصر 14 شاطئا تاريخيا تكتونيا أعلاها عند المستوي 1407م وأدناها عند المستوي 267.1م، وقد لوحظ تقارب الشواطئ البحرية في التكوينات الجيرية لاستجابتها السريعة لعمليات التحات البحري وفعل الإذابة، وعند انكشاف الصخور النارية فيما بين المستويين الشاطئيين (451.9م. 847.7م) ظهر تباعد نسبى بين الشواطئ وقل تعرج الشاطئ بعكس الصخور الرسوبية، ويرجع ذلك إلي صلابتها وعدم استجابته لعمليات التحات البحري بسهولة، وظهرت بعد ذلك مجموعة من الشواطئ البحرية لعامل مناخي بسبب تكرار الانحسار البحري وطغيانه علي اليابس مما ترك آثارا جيومورفولوجية علي واجهة الصخر في منطقة السهل الساحلي، وكانت منحدراتها أقل حدة من منحدرات الشواطئ التكتونية، ويرجع ذلك إلي أن عمليات الطغيان البحري تحدث ببطء حتي تستقر عند نهاية توقف الطغيان وعملية الاستقرار النسبي لمستوي سطح البحر تؤدي إلي تشكيل المنحدرات البحرية، بعكس العامل التكتوني الذي قد يكون الانحسار البحري فيه أسرع استجابة لعملية الرفع، وتم تحديد 9 شواطئ

إيوستاتية تنسب إلي فترات التغيرات المناخية العالمية في عصر البلايوستوسين وما قبله، وقد نسبت الشواطئ الأربعة الأعلي لمراحل فترة الدانوب الباردة التى قد تنسب فيما قبل جليد جونز (فترة البلايوسين الأعلي)، أما الشواطئ الباقية من بداية الشاطئ الصقلي وحتي الشاطئ المناستيري فتنسب إلي عصر البلايوستوسين، والشواطئ التاريخية في هذه الفترة تمثل فترات الدفء العالمية التي كانت تفصل بين الفترات الجليدية، ويرتبط بكل شاطئ رصيف تحاتي ينحدر ببطء تجاه الشاطئ الأدني، وتباينت أعداد التلال المتخلفة عن عمليات التحات البحري والتي كانت تمثل جزرا بحرية في الماضي مقابل كل شاطئ، وصنفت الشواطئ بدلالة هذه الظاهرة، أكثر من 200 جزيرة تصبح شواطئ ذات طاقة منخفضة مثل شواطئ 847.7م وهو شاطئ تكتوني، وشاطئي 181.5م و 65.1م وهما من الشواطئ الإيوستاتية، أما الشواطئ ذات الطاقة العالية تمثلت في الشواطئ من 1– 6 باستثناء الشاطئ رقم 3 وهم من الشواطئ التكتونية، بالإضافة إلي شاطئ واحد إيوستاتي (15.3م) وبقية الشواطئ صنفت ذات طاقة متوسطة.

(ISSN : 2536 - 9555)

المراجع

العربية:

جودة حسنين جودة 1995: العصر الجليدي– اتجاهات في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين. مطبوعات جامعة بيروت، بيروت.

جودة حسنين جودة 1996: الجغرافية الطبيعية للزمن الرابع. دار المعرفة الجامعية،الأسكندرية.

حسن سيد احمد ابو العينين 1989: الخليج العربي، تطوره الباليوجرافي وتذبذب مستوى سطح مياهه خلال عصر البلايوستوسين. الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 125.

سمير سامي محمود محمد 1993: جيومورفولوجية منطقة الغردقة، فيما بين جبل نقارة جنوبا وجبل أبو شعر القبلي شمالا. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب– جامعة القاهرة.

كريم مصلح صالح عيسى 1995: جيومورفولوجية الحافة الجبلية والمنطقة الساحلية فيما بين رأسي الزعفرانة وأبو بكر (الصحراء الشرقية) رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب– جامعة عين شمس.

محمد مجدي تراب 2003: أدلة تذبذب مستوي سطح البحر خلال الزمن الرابع على سواحل شبه جزيرة مسندم بسلطنة عمان. رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية.

محمد مجدي تراب 2012: شواهد تغيرات مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع على سواحل جزيرة صير بنى ياس. المجلة المصرية للتغير البيئي.

محمد صبري محسوب 1994: منطقة رأس الضبعة. (دراسة جيومورفولوجية)، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

وهبه حامد شلبي 2003: الرؤوس الأرضية لساحل مصر الشمالي الغربي. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب– جامعة طنطا.

References

- **Abd Allah & El Adindani,(1965)**. Note on Cenomanian Turanian Cotract in the Galala Plateaux. Eastern Desert. Egypt. Geol., Vol.7.No.1. ,p,5
- **Ali, K, S, D, (1968)**. Geophysical of underground Water in the area Lying south of Ismailia. Canal; M. Sc. F. Sc. Cairo Univ. Cairo, Egypt.
- **Bailey, G. N., & al, e. (2007)**. Coastlines, submerged landscapes, and human evolution: The Red Sea Basin and the Farasan Islands. The Journal of Island and Coastal Archeology, 2(2), 127–160.
- **Bailey, G., & Flemming, N. (2008)**. Archeology of the continental shelf: Marine resources, submerged landscape, and underwater archeology. Quaternary Science Reviews, 27, 2153–2165.
- **Ball, J. (1939)**. Contribution to the geography of Egypt. Cairo: Egypt Survey Department.
- **Belknap, D., & et al. (2005)**. Paleodelta and preservation potentail on a paraglacial coast evolution of Eastern Penobscot Bay, Maine. In D. M. Fitzgerald, & J. Knight (Eds.), High resoltuion morphodynamics and sedimentary evolution of estuaries (pp. 335–360). Springer.
- **Bell, E. L. (2009)**. Cultural resources on the New England coast and continental shelf: Research, regulatory, and ethical

(ISSN : 2536 - 9555)

considerations from a Massachusett's perspective. Coastal Mangement, 37(1), 17–53.

- **Clark, J. S. (1986).** Coastal forest tree populations in a changing environment, Southeastern Long Island. New York Ecological Mongraphs, 56(3), 259–277.
- **Davis, P. T. (1988).** Holocene glacier fluctuations in the American Cordillera. Quaternary Science Reviews, 7(2), 129–158.
- **Deperet,C.H, (1918).** Essai de coordination chronologique generale des temp quaternairse. Comptes rendus Aced. Sc. Paris.
- **El–Rakaiby, M. (1980).** Photogeological interpretation and radio activity of the eniros of Northern and Southern Galalas, Eastern Desert, Egypt (Unpublished doctoral dissertation, Faculty of Science, Mansoura U).
- **Eberl, B., (1960).** Die Eiszeitenfolge im Noerdlichen Alpenvorlande. Augsburg.
- **Fairbanks, R. G. (1989).** A 17,000–year glacio–eustatic sea level record: Influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep ocean circulation. Nature, 342, 637–657.
- **Klitzsch,E., et al,(1990).** Paleogeographical development and correlation of Continental Strata (former Nubian Sandstone) in northeast Africa Journal of African Earth Sciences 10(1–2):199–213.

- **Soliman, et all, S.M., Faris, M.E. and Hassen, M.E.(1965).** Geologic stting of the Gulf og Suez Province During Eocene period. 5th Ed., Arab., Pet.cong., Vol. 2, No.:30. pp7-13.
- **Shukri & Akmell, (1953).** The Geology of Gabel EL- Nassuri and Gabel EL Agabia Disirict. Bull Dela Soc. De Geo. D' Egypt, Tome, 26.
- **Storms, J. E. A.; Weltje, G. J.; Terra, G. J.; Cattaneo, A.; & Trincardi, F. (2008).** Coastal dynamics under conditions of rapid sea–level rise: Late Pleistocene to Early Holocene evolution of barrier–lagoon systems on the Northern Adriatic Shelf, Itlay. Quaternary Science Reviews, 27, 1107–1123.
- **Sadek, H. (1926).** The geography and geology of district between Gabal Ataqa and the Galala–Bahria, Gulf of Suez. Egypt: Government Press.
- **Said, R. (1962).** The geography of Egypt. Amsterdam: El–Sevier Publications Company .
- **Said, R., & Shukri, N. (1955).** Ancient share–lines of Egypt. Soc., Geo., Egypt, 28, 41–49.
- **Straight, M. J. (1990).** Archeological sites on the North American Continental Shelf. (D. P. Lasca, & J. Donahue, Eds.) Archeological Society of America Centennial (Special volume), 4, 439–465.
- **Zeuner, F. E. (1959).** The Pleistocene period. London: Hutchinson & CO. LTD.