مورفولوجية قاع المحيط

جميل نجيب عبدالله

لم تكن لدى الملاحين القدماء فكرة عن اعماق البحار والمحيطات بالرغم من تعدد الرحلات البحرية التي كانوا يقومون بها في البحار المعروفة لديهم انذاك ، ولم يحاول احد منهم القيام بعملية لقياس اعماقها . ويعتبر ماجلان اول من حاول القيام بعملية سبر في مياه ارخبيل تواموتو Tuomotu في المحيط الهادي وذلك خلال رحلته المشهورة حول العالم التي قام بها سنة ١٥١٩ عندما القى في الماء حبل يبلغ طوله ٢٠٠ قامة (١٢٠٠ قدم) ولما لم يصل الحبل قاع المحيط اعلن ماجلان بأن سفينته تسير فوق اعمق جزء في المحيط . وتبعت هذه المحاولة محاولة ثانية قام بها James Clarck Ross في سنة ١٨٤٠ عندما استخدم حبل يبلغ طوله نحو ٢٠٠٠ قامة (١٢٠٠٠ قدم) ثم جاءت بعدها محاولة موري Moury في عام ١٨٥٤ عندما قام بحوالي ١٨٠ عملية سبر في المحيط الاطلسي .

وتعتبر بعثة تشالنجر Challenger سنة ١٨٧٢ اول بعثة علمية مزودة باجهزة ومعدات مختلفة قامت بسبر اعماق المحيطات ، وقد استطاعت هذه البعثة من تسجيل اقصى عمق تمكن الوصول اليه في ذلك الوقت والذي بلغ ٢٦٨٥٠ قدم تحت سطح الماء بالقرب من جزر ماريانا في المحيط الهادي والذي عرف باسم عمق تشالنجر ، كما وقد تمكنت هذه البعثة ان ترسم خطوط الاعماق المتساوية للمحيطات (١) . وعندما بدأ استخدام طريقة الصدى منذ سنة ١٩٢٣ في عملية سبر اعماق البحار ادت الى تطوير الابحاث في مجال قياس الاعماق وقد انتشر استخدامها بدرجة كبيرة خاصة بعد الحرب العالمية الثانية الى حد انه تم سبر جميع قاع البحار والمحيطات ورسم خرائط طبوغرافية لها .

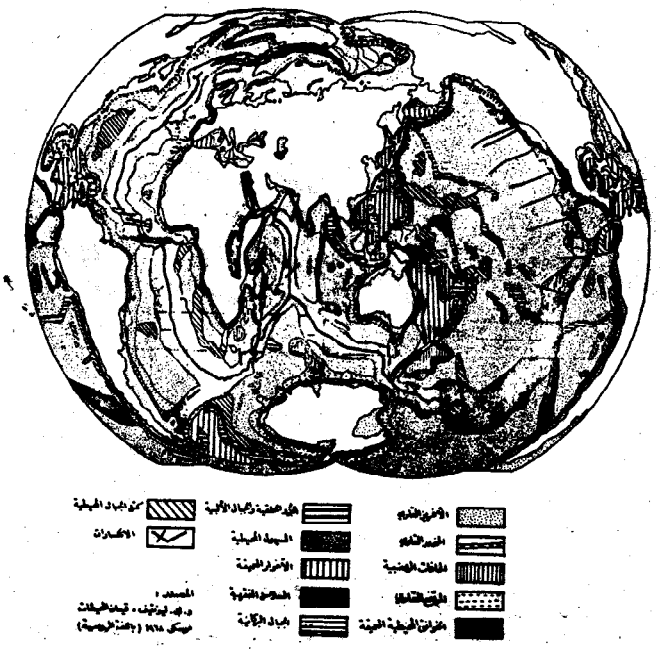
يهدف هذا البحث الى القاء الضوء على طبوغرافية تضاريس المحيطات الذي شغل ولا زال يشغل بال الباحثين في هذا المجال خاصة وان الانسان لم يستطع من اكتشاف مجاهل المحيطات والبحار واقتصرت دراسته على بعض المناطق التي استطاع الوصول اليها بواسطة غواصات صممت لهذا الغرض او باستخدام التصوير الفوتغرافي وكذلك من دراسة العينات التي استخرجت من فوق قاع المحيط ، كما وسيناقش البحث النظريات والاراء التي تضاربت حول تكوين التضاريس المختلفة الموجودة تحت سطح مياه المحيطات .

---

١ – شريف محمد شريف ، جغرافية البحار والمحيطات ، القاهرة ١٩٦٤ ص ٨٣ .

ولفهم مورفولوجية قاع المحيط دعنا نكتشف طبوغرافيته مستخدمين عمليات الصدى المستمرة او من ملاحظة خارطة تضاريس قاع المحيطات كما في (الشكل ١) ، في بداية الامر وبعد ان نترك

كثير من الدول جزء من اراضيها وجعلت حدودها الاقليمية تتمشى مع امتداده ، فهو يعتبر من اهم المناطق لصيد الاسماك ومنطقة لاستخراج المعادن خاصة البترول والمغنيسيوم .



شكل (١)

خط الساحل(٢) نحصل على الافريز القاري Continental Shelf وهو عبارة عن المنطقة الهامشية للقارات التي تقع تحت مستوى سطح الماء وتمتاز بضمولة المياه وتحيط بجميع القارات تقريبا . ويختلف اتساع الافريز القاري من منطقة لاخرى ففي منطقة البحر الاصفر الى الجنوب من شبه جزيرة كوريا يصل امتداده الى ٧٥٠ ميلا وكذلك بالنسبة لمنطقة بارنتس ولا يتيف على السواحل القطبية لقارة اوراسيا ، ويتسع ايضا الى حوالي ٢٠٠ ميل في غربي اوربا بينما ينتهي خط الساحل بمياه عميقة عند السواحل الغربية للامريكتين وافريقيا . يبدا الافريز القاري من مستوى سطح البحر الى عمق يبلغ معدله ٦٠٠ قدم تحت سطح الماء ويمتاز بالانحدار البطيء الذي يقدر ب ٧٠ ٠٥ او ما يساوي ١٠ اقدام في الميل الواحد (٣) .

وقد درس هذا الجزء من سطح المحيطات دراسة مستفيضة لاهميته الاقتصادية وقد اعتبرته

ويمكن تمييز عدة انواع مختلفة من الافاريز القارية هي الافاريز الجليدية Glaciated Shelves

وتوجد في المناطق التي تعرضت سواحلها للتعرية الجليدية وتكثر في هذه الافاريز الوديان الجليدية والفيوردات Fiords التي تمتد لمسافة طويلة عبر الافريز القاري ، وتمتاز ايضا بضحولتها ووجود الاحواض التي تتجمع فيها الرواسب الطينية كما وتكثر التلال خاصة على طول الاجزاء المجاورة للمنحدر القاري وترتفع على شكل ركامات ومن اشهرها Georges Bank في نيو انكلند وكريت بانك Great Bank في نيوفوندلاند ، تمتاز الافاريز القارية الجليدية بالاتساع اذ يبلغ معدل اتساعها ١٠٠ ميل ومعدل عمقها ٦٧٠ قدم ، واكثر هذه الافاريز اتساعا الموجود في المحيط المتجمد الشمالي شمال النرويج ونوفا زيميليا ويبلغ اتساعه ٧٥٠ ميل ويتراوح عمقه ما بين ٦٠٠-١٢٠٠ قدم (٤) . اما الافاريز القارية التي توجد امام

---

٢ ـ يقصد بخط الساحل منطقة التقاء مياه البحر بالارض اليابسة ، اما الشاطىء فيقصد به تلك الاراضي التي تمتد وراء خط الساحل ويكون منسوبها اعلى من منسوب خط الساحل .

3. King, A.M. Oceonography for Geographers, London, 1965; P. 54.

4. Ibid., P. 55.

مصبات الانهار الكبرى ذات الدلتاوات الواسعة فانها تكونت نتيجة الرواسب التي تنقلها هذه الانهار وترسبها امام مصباتها كما هو الحال في الافريز القاري للبحر الاصفر ، وشمال سيبريا ، والاسكا ، ومضيق برنج ، وخليج سيام وتمتاز بصورة عامة بكونها واسعة وضحلة يصل عمقها نحو ٣٣٠ قدم .

بالاضافة الى ذلك توجد الافاريز القارية ذات نمط الادرية المتشعبة وتكون ضحلة اذا ما قورنت بالافاريز القارية الجليدية ويتراوح عمقها ما بين ١٦٤–٢٦٢ قدم وخير امثلتها افريز سوندا Sunda الذي يوجد بين جزيرة بورنيو وجاوة وسومطرة ، ووصفه كنين Kuenen سنة ١٩٥٠ واكد على ان نهر سوندا وروافده وانهار كل من بوربو وجاوة لها الاثر الكبير في تكوينه واستدل على ذلك من القنوات المغمورة التي كانت تشغلها هذه الانهار .

اما الافاريز القارية المرجانية Coral Shelves فقد تكونت نتيجة التكوينات المرجانية ومن صفاتها الرئيسة عمقها القليل لان حيوان المرجان يحتاج الى مياه ضحلة قليلة العمق كما ومن صفاتها تكون قليلة الاتساع اذ يبلغ ١٠ اميال تقريبا ، ومن امثلتها الافاريز الموجودة على طول بعض السواحل المدارية في المحيط الهادي وبعض الجزر المرجانية وفي بعض اجزاء ساحل البحر الاحمر والخليج العربي .

تختلف الاراء حول اصل الافريز القاري وكان الاعتقاد السائد انها تكونت نتيجة نحت الامواج للمناطق الساحلية والارسابات التي تقوم بها هذه الامواج ، ولكن تبين من الدراسات الحديثة للافاريز القارية بانها تختلف من منطقة لاخرى سواء من ناحية الامتداد والانحدار والنشأة والتطور الجيمورفولوجي . ان من اهم الاراء التي تناولت تكوين الافريز القاري هي ان قسما منها تكونت بفعل تعرية الامواج والتيارات الناتجة من عماية المد ، وتظهر هذه الافاريز بصورة خاصة في المحيطات التي تمتاز سواحلها بانها متكونة من صخور لينة تستطيع هذه العوامل من نحتها ومن ثم نقل الرواسب وترسيبها امام خط الساحل داخل المياه مكونة الافاريز القارية (شكل ١٢) . ومن الامثلة على هذه الافاريز تلك التي توجد امام ساحل لا جولا Lajolla في منطقة كاليفورنيا بالولايات المتحدة . وهناك افاريز قارية تكونت بفعل تجمع الرواسب القارية التي تحملها الانهار او الرياح وترسبها في احواض داخل البحر او المحيط ، وبمرور الزمن تتجمع الرواسب في الاحواض مكونة الافريز القاري ومن امثلتها تلك الموجودة امام مصبات الانهار الكبرى كنهر المسيسبي ، والنيل ، والكنج ، وهي عبارة عن دلتاوات الانهار الغاطسة تحت سطح المياه (شكل ٢ب) .

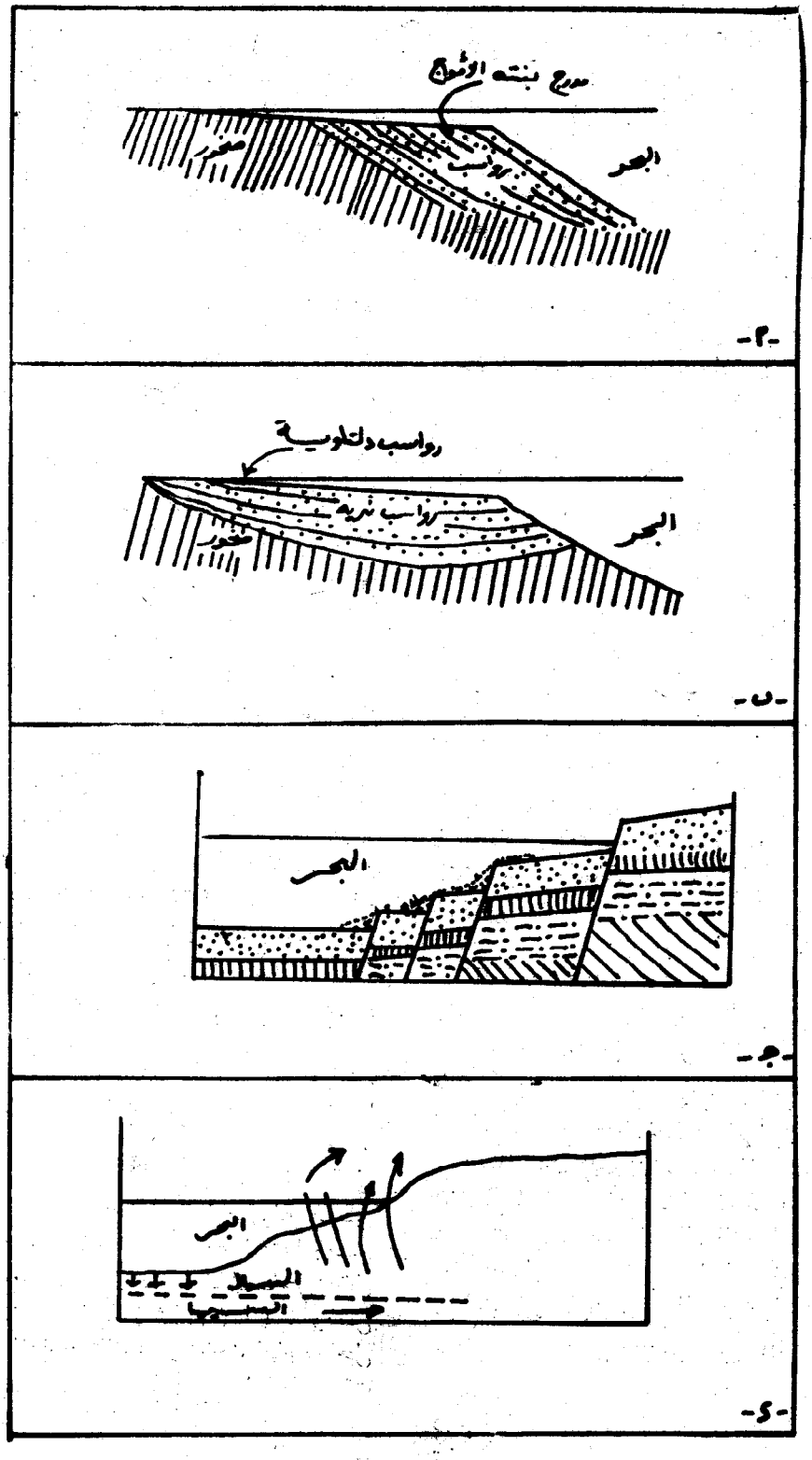
وقد تتكون الافاريز القارية نتيجة الانكسارات والفوالق Foults في القشرة الارضية القريبة من خط الساحل ومن امثلتها الافاريز الموجودة في شواطيء كوينزلاند في شرق قارة استراليا (شكل ٢ج) . ومن الاراء الاخرى ما جاء به بوركات العالم الجغرافي الفرنسي الذي رجح بان قسما من الافاريز القارية تكونت نتيجة الهزات الارضية العنيفة التي تحدث في القشرة الارضية داخل قاع المحيط ، وتؤدي هذه الهزات الى اختلال التوازن الاستياتيكي بسبب الهبوط الذي يحدث في مادة السيما التي يتكون منها قاع المحيط يساعد ذلك ارتفاع في مادة السيال القريبة من الساحل ، وقد وضع هذا الراي نتيجة الدراسة التي قام بها على الافريز القاري الساحل الشمالي لقارة افريقيا خاصة في بلاد المغرب (شكل ٢د) (٥) .

ونستطيع ان نرجع تكوين بعض الافاريز القارية نتيجة طغيان مياه البحر على اليابسة بسبب ذوبان الجليد خلال العصور الجليدية او نتيجة الحركات التكتونية الصاعدة ومن الادلة التي تؤيد ذلك وجود مصاطب مغمورة فوق بعض هذه الافاريز ووجود وديان مغمورة وبقايا اشجار الغابات مما يؤيد ان هذه المناطق كانت خلال فترة من الزمن فوق مستوى سطح البحر كما هو الحال في الافريز القاري الموجود غرب قارة اوربا في منطقة بحر الشمال .

اما المنحدر القاري Continental Slope فهو عبارة عن المنطقة الممتدة ما بين الافريز القاري وقاع المحيط العميق ، ويختلف هذا الجزء عن الافريز القاري بان معدل انحداره يبلغ حوالي ٤ درجات ويبدأ من الحوافي الداخلية للافريز القاري حتى يصل الى عمق ٦٠٠٠ قدم (٢٠٠٠ متر) ، ويطلق على الاجزاء السفلى منه باسم المرتفع القاري Continental Rise الذي يعتبر المنطقة الانتقالية بين المنحدر القاري وقاع المحيط العميق . وتتغير درجة انحدار المنحدر القاري باختلاف العمق كذلك تختلف من منطقة لاخرى ، تكون درجة الانحدار

---

٥ – انور عبدالعليم ، البحار والمحيطات ، الدار القومية للطباعة والنشر – الاسكندرية ١٩٦٤ ص ١٥٠ .



شكل (٢) نظريات تكوين الأفريز القاري

درجة واحدة او اقل من درجة على الساحل الشمالي الغربي من قارة استراليا بينما يصل الانحدار ٢٧ درجة على الساحل الجنوبي الغربي من القارة نفسها . ويرجع سبب هذا التباين في الانحدار الى طبيعة الساحل ففي المناطق التي تصب فيها الانهار الكبرى يكون متوسط الانحدار ١٢٠ درجة بينما على السواحل التي تكون خالية من مصبات الانهار يكون الانحدار ٣ درجات بينما يصل الى ٥٤٠ درجة في السواحل الانكسارية(٦) .

توجد اراء متعددة قيلت حول تكوين المنحدر القاري وهي تقريبا متأثرة بالاراء التي تفسر تكوين الرصيف القاري . يعزي البعض انه تكون بفعل الامواج وما تلقي به من ترسبات او ما تحمل به الانهار من غرين وطين بينما يعتقد البعض الاخر بانه تكون نتيجة هبوط في القشرة الارضية او بعوامل التعرية الهوائية كما وقد اثبتت الدراسات الجيمورفولوجية ان بعض المنحدرات القارية تمثل سهولا ميوسينية قارية تعرضت للتعرية الهوائية كما هو الحال في المناطق التي تمتد على طول السواحل الغربية لقارة افريقيا .

وقد كان نصيب دراسة الرصيف القاري والمنحدر القاري اكبر من بقية اجزاء قاع المحيط ورسمت خرائط كنتورية لاجزاء مختلفة منها ، واظهرت هذه الخرائط ان سطح الارصفة والمنحدرات القارية غير منتظمة وانما تتخللها المرتفعات والركامات الجليدية بالاضافة الى ان هناك مظاهر سالبة كالاودية والاخاديد البحرية Submarine Canyous وتعرف غالبا بالخوانق البحرية ، وتعتبر من اكثر المظاهر انتشارا فوق المنحدرات والارصفة القارية، وتوجد في جميع بحار العالم ومحيطاتها تقريبا ولكنها توجد بصورة خاصة امام دلتاوات الانهار الكبيرة كالكونغو والمسيسبي والسند كما وانها توجد امام مجاري انهار قديمة او توجد في مناطق خالية من اي مجرى مائي (شكل ٣) .

وتختلف هذه الاخاديد في خصائصها الجيمورفولوجية من مكان لاخر ، فقسم منها يكون مستقيما والبعض الاخر متعرج او متفرع كما وانها قد تمتد على الرصيف القاري الى مسافة تصل نحو ٥٠ كيلومترا أو قد تنتهي فجاة عند مسافة قصيرة من الساحل . كما وانها تختلف من ناحية العمق فيما يكون عمق بعضها بضع مئات من الامتار يصل بعضها الاخر الى عمق الاف الامتار .

شكل (٣)

٦ ـ د . يوسف عبدالمجيد فايد ، دراسات في الاقيانوغرافيا بيروت ١٩٧١ ص ١٤٣ .

ويمكن تلخيص اهم خصائص الاخاديد بما يلي ،

١ ـ يتخذ مقطعها العرضي شكل حرف V

٢ ـ يتميز التصريف العام بالتصريف الشجري

٣ ـ تمتد الاخاديد بشكل عمودي على خط الساحل .

٤ ـ معظم الاخاديد منحوتة في صخور رسوبية باستثناء بعض منها توجد في صخور الجرانيت كما هو الحال في اخدود مونتري Mountery Conyon على ساحل ولاية كاليفورنيا

نظرا لاختلاف شكل تركيب الاخاديد البحرية فقد وضعت عدة اراء لتعليل نشأتها ، واحدث الاراء في هذا الصدد ما اقترحه العلماء السوفيت من ان ارتفاعا فجائيا حدث في القشرة الارضية نجم عنه تشققات في منطقة الافريز والمنحدر القاري (٧) . واقترح البعض ان الاخاديد تكونت فوق سطح الارض بعوامل التعرية المختلفة ثم اعقب ذلك هبوط في القشرة الارضية فاصبحت تحت مستوى سطح البحر ، ويعتقد كل من دالي Daly وكنين Kuenen بان بعض الاخاديد تكونت بفعل التيارات التحتية المحملة بالرواسب (التيارات العكرة) Density Currents تحمل هذه التيارات كميات كبيرة من الرواسب وتسير في الطبقات العميقة بسبب كثافتها العالية لذا فانها تستطيع النحت في الافريز والمنحدر القاري مكونة الاخاديد البحرية (٨) ، وهناك اراء اخرى تفترض ان الاخاديد تكونت نتيجة انبثاق المياه في منطقة الافريز او المنحدر القاري على هيئة ينابيع تقوم بنحر الافريز القاري مكونة الاخاديد ، كما وان هناك من يعتقد بان الاخاديد تكونت بسبب الامواج العميقة التي تحدث اثناء حدوث الزلازل والبراكين في قاع المحيط والتي تعرف باسم امواج التسونامي Tsunami (٩) .

وبعد ان نتخطى الافريز القاري والمنحدر القاري نصل الى السهول المحيطية العظمى Abyssal Plains وتبين من نتائج الدراسات الجيمورفولوجية لقاع المحيط العميق انها تشمل على انواع مختلفة من هذه السهول والاحواض المحيطية الاتساع التي يصل عمقها الى اكثر من ٢٠٠٠ متر من سطح الماء . وتمتاز هذه السهول بانها مغطاة بطبقة سميكة من الرواسب المختلفة التي تجعل سطحها ينحدر بصورة بطيئة يتراوح مابين ١/٥٠٠ ، ١/٥٠٠٠ ، وقد اكد اميري Emery نتيجة لدراسته للاحواض المحيطية الموجودة جنوب الاسكا بان طبيعة سطح هذه السهول او الاحواض له علاقة وثيقة بكميات الرواسب التي تتجمع فوقها ، لذا فان الاجزاء القريبة من سواحل القارات ومصبات الانهار حيث تتواجد كميات كبيرة من الرواسب يصبح الانحدار بطيئا جدا بينما المناطق البعيدة فتقصر الرواسب على كميات قليلة وهي من اصل عضوي او مواد بركانية يكون الانحدار اشد نسبيا (١٠) .

ونتيجة لانتشار استخدام طريقة الصدى في سبر قاع المحيطات تمكن من تحديد كثير منها واشهرها سهل سيلان في المحيط الهندي وسهل ودل Weddell في بحر ودل ، كما قد تمكن من تحديد معظم السهول المحيطية الموجودة في المحيط الاطلسي واشهرها سهل سوهم Sohm ويوجد جنوب نيوفولاند ويبلغ اتساعة ٢٠٠ ميل وعمقه يتراوح مابين ١٦٠٠٠ـ١٨٠٠٠ قدم ويتحدد بحواف جبلية عالية حيث توجد من الغرب والشرق منحدرات شديدة Scarps يبلغ ارتفاعها ١٢٠٠ـ٤٨٠٠ قدم بينما من الشمال فان السهل يرتفع تدريجيا حتى يندمج مع المرتفع القاري ويتراوح انحدار هذا السهل ما بين ١/٣٠٠٠ في الشمال و ١/٥٠٠٠ في الجنوب (١١) ، ومن السهول المحيطية الاخرى الموجودة فوق قاع المحيط الاطلسي سهول نيوفوندلاند شرق امريكا ، البرازيل ، الارجنتين ، كما وتوجد عدد منها في الجانب الشرقي من هذا المحيط مثل سهول النرويج ، ايبريا ، كناريا وسانت هيلانة .

كما وقد تم تعيين سهول محيطية واسعة في المحيط المنجمد الشمالي على جانبي مرتفعات Lonosov الوسطى اكبرها سهل كندا الذي يمتاز بارض منبسطة جدا عند عمق ٣٨٢٠ متر (١٢٥٢٠ قدم) يمتد من الشمال الى الجنوب حوالي ١١٠٠ كيلومتر ٦٦٠ ميل ، ومن السهول الاخرى الصغيرة سهل القطبي الاوسط وسهل

---

٧ ـ د . انور عبدالعليم ، المصدر السابق ص ١٥٦ .

٨ ـ د . حسن ابو العينين ، الاقيانوغرافيا الطبيعية ، دار المعارف ـ مصر ١٩٦٩ ص ٤٣٣ .

٩ ـ د . يوسف عبدالمجيد فايد ، المصدر السابق ص١٥٣ .

١٠ ـ King A.M. op. cit. P. 37.

11. Op cit. P. 37.

اوراسيا واوضحت الابحاث السوفيتيةالحد يثة ان قاع المحيط القطبي الشمالي ينقسم الى حوضين رئيسيين يفصل بينهما حاجز جبلي محيطي كما اكدت هذهالابحاث انالمحيط القطبي الشماليحديث النشاة جدا وانه قد تكون منذ حوالي ١٠٠٫٠٠٠ سنة الماضية (١٢) .

توجد ايضا بعض السهول المحيطية فيالمحيط الهندي اهمها حوض كارلسبرج Carlsberg وسهل كارجولين Keroguelen وحوض الصومال بالقرب من سواحل الصومال .

تعتبر نظرية جورج داروين سنة ١٨٧٨ بذعة علمية خيالية حاولتان تضع تعليلا لتكوينالسهول المحيطية ويعتقد داروين ان القمر انفصل عنالارض نتيجة القوة الطاردة المركزية الناتجة عن دوران الارض حول نفسها وقوة جذب الشمس للارض مما ادى الى انفصال القمر من الارض فيالمنطقةالتي يشغله المحيط الهادي في الوقت الحاضر . ومن مؤيدي هذا الراي فيشر O. Fisher الذي اعتقد بان القمر انفصل من الارض من منطقة المحيط الهادي وان انسلاخ القمر من هذه المنطقة جعلها خالية من مادة السيال(١٢) . اما هالم (Halm) الذي يعتقد بان حجم الكرة الارضية يزداد بصورة تدريجية وبطيئة جدا ونتج عن هذه العملية ان تكسرت قشرة السيال الخارجية وتمزقت من فوق السهول المحيطة التي امتلئت بالمياه .

اما ديتز Dietz فيفترض انالمحيط الهادي تكون نتيجة لسقوط كويكب كبير الحجم ادى الى صهر صخور السيال والضغط على طبعة السيما فادى الى حفر حوض المحيط ، اما ما يتعلق بتكوينبقية المحيطات فانه يعتقد بانها تكونت بسبب الزحزحة القارية التي فسر بها فجنر نشاةالمحيط الاطلسيبانه تكون نتيجة هوى المد التي ادت الى تزحزح الكتل القارية باتجاه الغرب ، وكان راي فجنر بان المحيط الاطلسي ما هو الا عبارة عن اخدود بحري عميق اخذ يزداد اتساعا وعمقا كلما تحركت الامريكتان باتجاه الغرببعيدا عن قارة افريقيا .

ويعتقد ديلى بان السهول المحيطة تكونت نتيجة انزلاق القارات Sliding of the Continents وكان في رايه ان المحيط الهادي يمثل المنخفض الذي انزلقت نحوه الكتل القارية وقد اتخذ شكله الحالي بسبب الضغوط التي جابهها من انزلاق الكتل القارية اليه . اما بقية المحيطات فان ديلى يفترض بان نشاتها يرجع الى تكسر القارات وانزلاقها نحو البحار الداخلية تاركة وراءها اخاديد واسعة هي المحيطات الحالية . المحيط الاطلسي عبارة عن اخدود واسع تكون نتيجة انزلاق كتلة الامريكيتين باتجاه المحيط الهادي بينما يمثل المحيط الهندي الاخدود الذي حدث بسبب انكسار كتله القارة القطبية الجنوبية(١٤) .

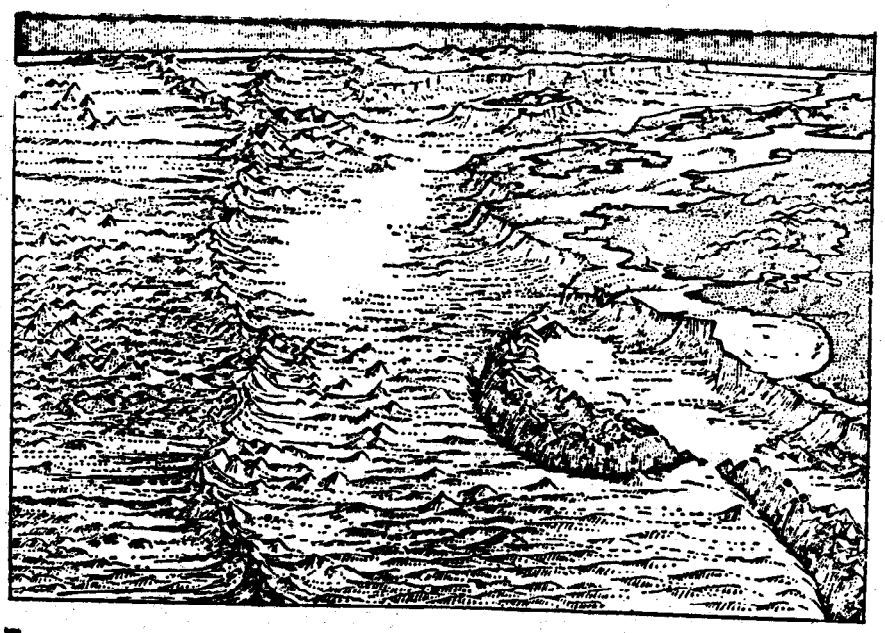
اما الحواجز المحيطية العظمى Submarine Ridges فانها تشبه تلك السلاسل الجبلية الموجودة على اليابسة الا ان الاولى اعظم حجما وامتدادا . وتبين الدراسات الاثيانوغرافية ان هذه الحواجز تكاد تتوسط الاحواض المحيطية تبدو وكانها اعمدة فقرية لذا فاحيانا يطلق عليها اسم السلسلة الفقرية (شكل٤). وتقسم الحواجز المحيطية المحيطات الى قسمين متساويين تقريبا كما هو الحال بالنسبة للحاجز المحيطي في المحيط الاطلسي ، وحاجز جزركريماس في المحيط الهادي وحاجز كارلسبرج في المحيط الهندي (راجع شكل ١) ، كما وتتفرع من هذه الحواجز الرئيسة حواجز عرضية تقوم بتقسيم قاع المحيط الى احواض صغيرة .

---

١٢ ــ د . حسن ابو العينين ، المصدر السابق ص ٥٥ ٣.

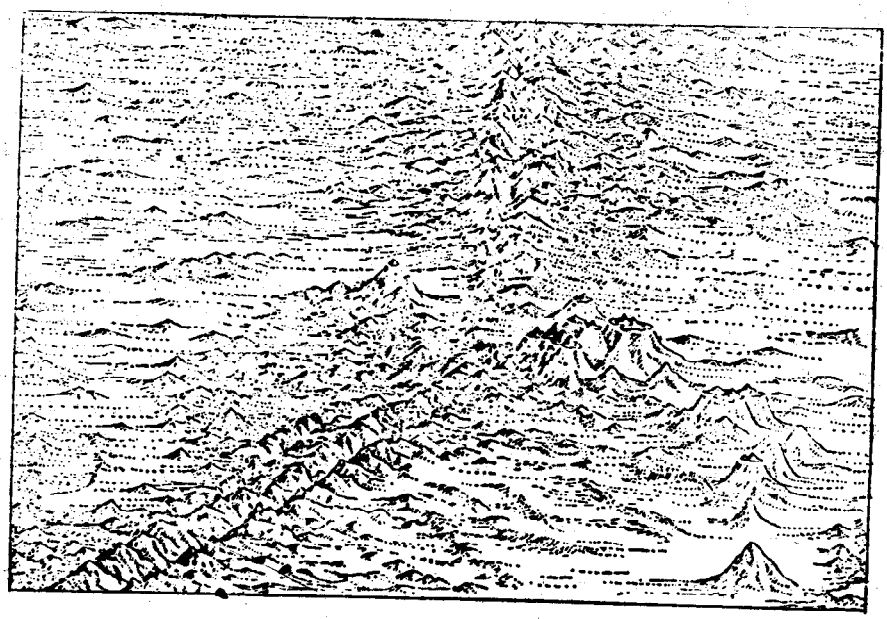
١٣ ــ د . محمد متولي ، وجه الارض . مكتبة الانجلو المصرية ــ القاهرة ص ٤٦ .

١٤ ــ د . جودة حسنين جودة ، معالم سطح الارض ، بيروت ١٩٦٦ ص ٣٢٦ .



شكل ٤

توجد الحواجز المحيطية في كل المحيطات تقريبا ففي المحيط الاطلسي يوجد في منتصفه ويتخذ شكل حـــرف S ويبدأ من خط عرض ٧٣ شمالا وخط طول ٥ غربا بالقرب من جـزيرة Bear Island وجزيرة جان ماين Jan Mayen . تشغل هذه السلسلة ١/٢ مساحة المحيط الاطلسي تقريبا ويبلغ اتساعها مئات الكيلومترات ، اما ارتفاعهـا فيتراوح مابين ٢٠٠٠ ــ ٣٠٠٠ متـــر فوق قاع المحيط وتمتد لمسافة تصل ١٦٠٠٠ كيلـومتر . ويتوسط هذه الحواجـز اخـــدود انكســـاري Rift Valley يبلغ اتساعه نحو ٥٠ كيلومتر (شكل ٥) . كما وتنتشر على جانبيـه الاخاديد العرضية ومن اشهرها اخدود رومانش الذي يبلغ عمقه ٢٥٨٠٠ قدم(١٥) . تميز هـــذه السلسلة المحيطية بوجود عدد كبير مـن البراكين النشطه والخامدة وترتفع بعض القمم الجبلية فوق



(شكل ٥)

15. Atlantic Ocean Floor Map. The Na tional Geographic Magazine, June 1968.

مستوي سطح البحر على شكل جزر من بينهـا جزيرة ايسلندا ، جزر آزور ، واستسيون وسانت هيلان وتريستان دي كنها ، وترتفع في بعض الاحيان اكثر من ١٠ كيلومترات فوق قاع المحيط المجاور (٣٢٨٠٠ قدم) ويكون المقطع عبر الحواجز المحيطية للمحيط الاطلسي مشابها للمقطع العرضي المرسوم لجبال روكي(١٦) .

وفي سنة ١٩٥٦ تمكن بعض العلماء من جامعة كولومبيا من اثبات ان الحواجز الجبلية في المحيط الاطلسي تمتد الى المحيطات الاخرى حيث تدور حول جنوب افريقيا الى المحيط الهندي ثم الى المحيط الهادي فهي تمر من جنوب قارة استراليا حتى تصل بالقرب من السواحل الغربية لامريكا الشمالية وبذلك تعتبر اكبر سلسلة جبلية فوق الكرة الارضية حيث يبلغ طولها حوالي ٦٠ الف كيلومتر . ومن ملاحظة الخارطة (رقم ١) يتبين ان القسم الجنوبي من المحيط الهندي يتألف من ساسلتين تلتقي بامتدادهما نحو الشمال لتكونا حاجز واحد يعرف بحاجز كارلسبرج وبالقرب من خط الاستواء يتفرع الى حاجزين ينتهي الاول بالقرب من سواحل كراتشي ويعرف باسم حاجز مـري Murry Ridge ، اما الفرع الثاني فيتجه نحو الغرب حتى يصل بالقرب من جزيرة سوقطرة ، وكما هو الحال في السلسلة الفقرية للمحيط الاطلسي يوجد اخدود انكساري يتوسط الحاجز المحيطي في المحيط الهندي ، ويحتوي ايضا على اخاديد عرضية اشهرها اخدود فيما Vema Tranch ، اما اهم القمم الجبلية التي تظهر على شكل جزر مجموعة جزر لكاديف وجزر مالديف وجزيرة استردام وجزيرة Ilest. Paul

كذلك بالنسبة لقاع المحيط الهادي فيوجد حاجز محيطي يمتد من الجنوب الى الشمال ويقسمه الى حوضين . ويشمل الحاجز الاوسط على حواجز فرعية اشهرها السلسلة التي تمتد الى الشرق من الجزر اليابانية ويكون اتجاهها من الشمال الى الجنوب بينما سلسلة جزر كرستماس فان اتجاهها من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي ، اما اهم القمم التي تظهر على شكل جزر مجموعة جزر هاواي ، جزيرة ايستر وجزر گلباگوس .

ويقسم المحيط القطبي كذلك بعدد من الحواجز المحيطية اهما حاجز لمونوسوف Lomonsov والذي اكتشف من قبل الساحين الروس من محطات تتحرك عبر المحيط المنجمد الشمالي ، يسير هذا الحاجز مباشرة تحت القطبي الشمالي من جزيرة نوفوسليرسك Novo Sibirsk الى جزيرة اليسمير Ellesmere شمال كندا(١٧) .

لقد تضاربت الاراء حول نشاة الحواجز المحيطية وجاء هذا التضارب بسبب الاختلاف الناجم في التركيب الصخري لهذه الحواجز ، واوضحت الدراسات السيمولوجية لقاع المحيط ان صخور الجانب الغربي لحاجز المحيط الاطلسي الشمالي تتكون من الصخور الجيرية التي تكونت خلال الزمن الجيولوجي الثالث ، بينما الحاجز المحيطي الموجود في النصف الجنوبي من المحيط نفسه تتكون من صخور الكوارتزيت ، اما حاجز سوقطرة في المحيط الهندي فيتكون من صخور الكرانيت بينما تتالف حواجز المحيط الهادي من صخور البازلت(١٨) .

وقد رجح الباحثون عدة آراء تفسر تكوين هذه الحواجز ومن اهمها ماجاء به هيس Hess سنة ١٩٤١ وتتلخص اراءه بان نشاة بعضها كانت نتيجة حدوث البراكين وتراكم المصهورات البركانية البازلتيه الثقيلة كما هو الحال في الحواجز المحيطية السائدة في المحيط الهادي اما بعض منها فانه يعزي تكوينها الى التيارات الباطنية الصاعدة التي تدفع القشرة الارضية نحو الاعلى بسبب درجة حرارتها العالية . اما مينارد Menard فيعتقد ان اختلاف الحواجز المحيطية وتنوع اشكالها يرجع الى الازمنة الجيولوجية المختلفة التي تكونت فيها(١٩) . كما ويعتقد البعض الاخر ان الحواجز المحيطية تكونت نتيجة حركة انكسارية هائلة حدثت في القشرة الارضية وان هذه الحواجز بمثابة الخطوط التي انسابت منها طبقة السيال وتزحزحت لتكون القارات(٢٠)

اما الخوانق المحيطية العميقة

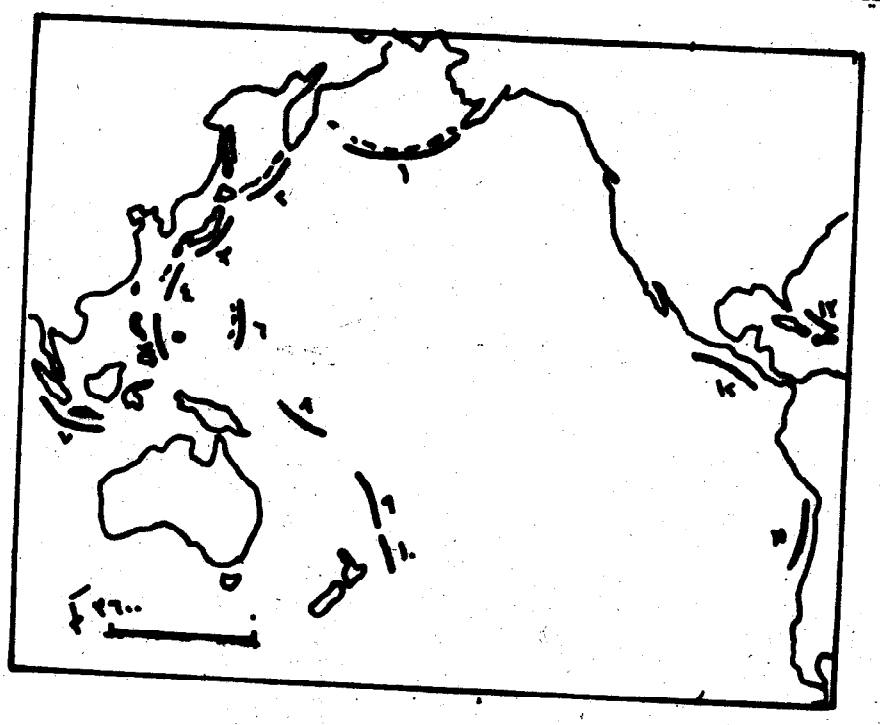
Deep Sea-Trenches

هي عبارة عن شقوق طولية يزيد عمقها عن ٢٥٠٠٠ قدم يقع معظمها في منطقة الضعف الجيولوجي العظمى خاصة في المحيط الهادي التي تمتد على شكل حلقه دائرية حول هذا المحيط ، كذلك توجد

16. King A.M. Op. cit., P. 44.
17. King. A.M. Op. cit. P. 43.
١٨ ــ د . حسن ابو العينين . المصدر السابق ص ٣٧٢ .
١٩ ــ King. A.M. Op. cit. P. 47
٢٠ ــ د . محمد صبحي عسيل ، الجغرافية الطبيعية ١٩٧٣ ص ١٢٦ .

في البحر الكاريبي والجزء الجنوبي من المحيط الاطلسي والجانب الشرقي في المحيط الهندي (شكل ٦) . ويتمثل في منطقة الخوانق المحيطية اقوى نشاطات الزلازل خاصة تلك الزلازل الكبرى العميقة التي تحدث باكثر الخوانق عمقا واشدها انحدارا . وقد تكون هذه الزلازل العميقة سببا في وجود خط البراكين النشطة الموازي بهذه الخوانق وافترض بعض الباحثين ان الحرارة التي قد تتولد عند بؤرة الزلازل تقوم بصهر الصخور المحيطة بهذه البؤرة التي ترتفع الى الاعلى وتقذفها البراكين على هيئة بركانية(٢١) .

ان من اهم مميزات الخوانق المحيطية هو مقطعها المستعرض يكون على شكل حرف V باستثناء بعضها الذي يكون قليل الاستواء عند القاع والذي يتراوح مابين ٢ـ١٠ اميال كما هو الحال في خانقي اليابان والفلبين ، ويرجع هذا الاستواء الى الرواسب التي تتجمع في قاعها ، بينما توجد خوانق يتخذ مقطعها العرضي شكل حرف U بسبب الرواسب التي تجمعت بكميات كبيرة محولة مقطعها من حرف V الى حرف U .



شكل (٦)

١ـ خانق اليوشن
٢ـ « كوريل
٣ـ « اليابان
٤ـ « ماريانا
٥ـ خانق ريوكيو
٦ـ « الفلبين
٧ـ « جاوة
٨ـ « هيديز الجديد
٩ـ خانق كرمادك
١٠ـ « تونجا
١١ـ « اناكاما
١٢ـ « غواتيمالا
١٣ـ خانق بورتاريكو

٢١ ـ روبرت ل. فنشر وروجر ويفل ، الارض الكوكب ـ ترجمة علي علي ناصف ، مكتبة نهضة مصر ـ القاهرة ١٩٦١ ص ١٢٧ .

جدول يوضح اعماق بعض الخوانق المحيطية العميقة (الاعماق بالامتار)(٢٢) ..

المحيط الاطلسي

خانق جزر ساندوش الجنوبية	٨٤٠٠متر
خانق بورتاريكو	٩٢٠٠متر

المحيط الهندي

خانق جاوة	٧٤٦٠متر

المحيط الهادي

خانق بيرو ـ شيلي	٨٠٥٠متر
خانق الوشن	٨١٠٠متر
خانق كوريل ـ كمشتكا	١٠٥٠٠متر
خانق اليابان	٩٨٠٠ متر
خانق ماريانا	١١٥٠٠متر
خانق الفلبين	١٠٠٠٠متر
خانق كرمادك ـ تونجا	١٠٨٠٠متر
خانق امريكا الوسطى (غواتيمالا)	٥٥٠٠ متر

وقد درست بعض هذه الخوانق دراسة دقيقة وسوف نكتفي بذكر اهم صفات اثنين منها :

١ ـ خانق تونجا

يقع شرق ارخبيل تونجا وكرمادك في المحيط الهادي ويمتد من الشمال الى الجنوب في خط مستقيم تقريبا ، وهو ضيق عند اعمق اجزائه الوسطى حيث لا يتجاوز عرضه عن ٥ اميال ويبلغ اقصى عمق له ١٠٨٠٠ متر (٣٥٤٠٠) ومن دراسة المقطع السيسموجرافي يتضح ان خط الموهو Moho (٢٣) يقع عند عمق ٢٠ كيلو متر تحت مستوى سطح الماء اسفل الخانق بينما يقع عند عمق ١٢ كيلو متر فقط وذلك الى الشرق من هذا الخانق بمسافة ٧٠ كيلومتر تقريبا ، ولا يوجد دليل على وجود حاقة سميكة من القشرة الارضية تحت الخانق كما هو الحال في المنطقة الواقعة الى الغرب منه وقلة الرواسب في المنخفض يشير الى عمره الحديث (٢٤) .

٢ ـ خانق امريكا الوسطى (غواتيمالا)

يمتد بمحاذاة الساحل الغربي لامريكاالوسطى وقد درس من قبل سوهم وفيشر في سنة ١٩٦١ ويبلغ طوله من الشمال الى الجنوب حوالي ١٢٦٠ ميل وعميقه اكثر من ١٤٤٠٠ قدم (٤٤٠٠ متر) ، ويزيد عمقه عن ٥٥٠٠ متر (١٦٤٠٠ قدم) لمسافة تزيد على ٣٨٠ ميل وذلك في منخفض غواتيمالاويقع خط الموهو عند ٩كيلومترات اسفل الخانق بينما يصل الى ١٠ كيلومترات في المحيط الهادي و ١٧ كيلومتر تحت الافريز القاري المجاور، ويعتبر الجزء الشمالي من الخانق الاقدم في التكوين حيث مقطعه المستعرض على شكل حرف U نتيجة الرواسب بينما في الجنوب يكون شكل المقطع على شكل حرف V ويعتقد بان هذا الجزء احدث عمرا من الجزء الشمالي من الخانق (٢٥) .

ومن اهم الاراء التي قيلت في تفسير تكوين الخوانق المحيطية العميقة راى فينج مينزيز الذي اعتمد على الدراسات التي اجراها لقاع المحيط الهادي وكذلك من دراسة الشذوذ الموجبة والسالبة غير المنتظمة Negative and Positive Anomoly المتعلقة بتسجيل المنحنيات التي تفسر طبيعة التراكيب الجيولوجية الموجودة تحت قاع المحيط مما تبين له ان هناك علاقة وثيقة بين نشأة الخوانق والحركات التكتونية التي تحدث في قاع المحيط(٢٦) كما وهناك اراء تربط بين هذه الخوانق وامتداد الاقواس الحجرية المحيطية ومن اشهر مؤيدي هذه الاراء امجروف دبنيوف Benioff الذي يرجع الى الخوانق المحيطية العميقة واقواس الجزر المحيطية ما هي الا مظاهر جيمورفولوجية نجمت عن حدوث حركات انكسارية او صدعية كبيرة باطنية في الطبقةالواقعة تحت القشرة الارضية وتحدث نتيجة لذلك ثوران البراكين التي تقذف بكميات كبيرة من اللافا والمصهورات مكونة الجزر البريطانية .

---

22. M. Grant Grass, Oceanography, Columbus, Ohio 1960. P. 22.

٢٣ ـ خط الموهو هو الحد الذي يفصل بين القشرة الارضية وطبقات المانتيل وجاءت هذه التسمية نسبة لاسم العالم اليوغسلافي موهو روفيشك الذي ميز هذا الخط سنة ١٩٠٩ .

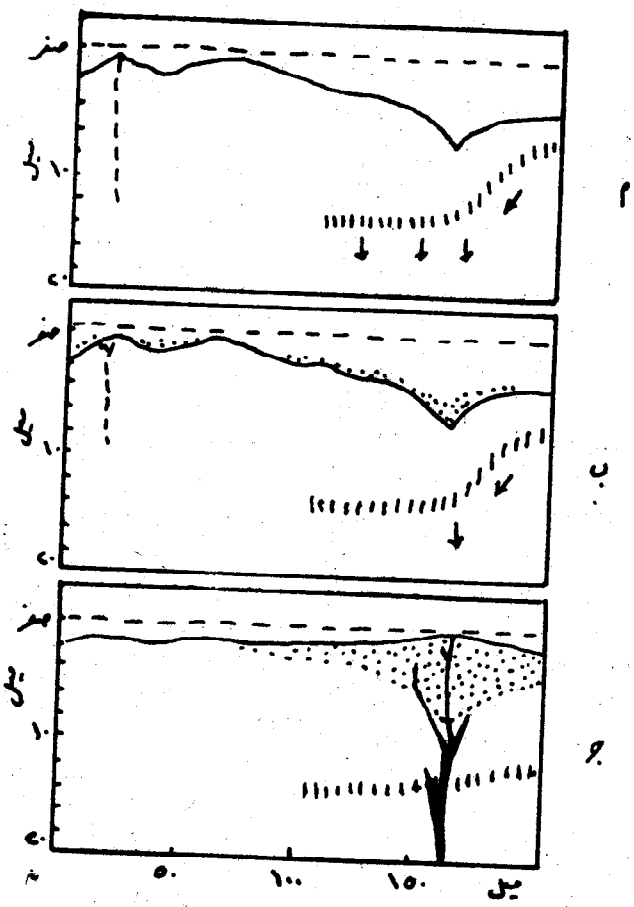
٢٤ ـ King A.M. Op. cit. P. 41.

٢٥ ـ Ibid. P. 42.

٢٦ ـ تبلغ جاذبية الارضية الاعتيادية Normal Value عند خط الاستواء ٩٧٨٫٠٥سم /ثا لكل ثانية و٩٧٨٫٠٤/ثا لكل ثانية عند القطب ، ويوجد شذوذ في قوة الجاذبية الارضية نتيجة لاختلاف خواص الصخور الموجودة في الطبقات الارضية ، ويعني وجود شذوذ موجب للجاذبية ان هناك صخور تحتوي على رواسب معدنية ، اما وجود الشذوذ السالب ان هناك صخور تتكون من مواد خفيفة (د . علي عبدالكريم ، علم الجغرافية الطبيعية ص ٨٣). ويدل حدوث الشذوذ السالبة والموجبة للجاذبية الارضية ان المناطق الحدية لقاع المحيطات غير مستقرة تتعرض لحدوث الحفرات الزلزالية وثوران البراكين ..

اما اصحاب نظرية التيارات الصاعدة ومن مؤيدها ارثر هولمز الذي يعتقد بانه نتيجة الحرارة العالية المتولدة من اشعاع عناصر الراديوم داخل باطن الارض تساعد على حدوث تيارات صاعدة من الاسفل الى الاعلى في وسط المحيطات وعندما تصل الى الطبقات العليا القريبة من القشرة الارضية تسير بصورة افقية ولكن اذا ما وصلت بالقرب من السواحل القارية يضعف نشاطها فتتجه نحو الاسفل ثانية الذي يؤدي الى هبوط في القشرة الارضية مكونة الخوانق المحيطية . وقد اكد ديتز على هذه النظرية واوضح بأن هذه التيارات تتحرك من الاسفل الى الاعلى وسط المحيطات مما ينتج عنه انبثاق في صخور السيما مكونة الحواجز المحيطية ، ثم تسير بصورة افقية باتجاه القارات فعندما تقترب منها تحت سلاسل الجبال المتاخمة للقارات (جبال روكي وجبال الاندیز) تهبط هذه التيارات نحو الاسفل فتتكون الخوانق المحيطية (٢٧) .

ومن الاراء الاخرى التي تفسر تكوين الخوانق المحيطية نتيجة التوازن الاستاتيكي ، يعتقد بعض الباحثين بانه تتولد حرارة في باطن الارض بسبب العناصر المشعة فتتحرك ببطيء جدا الصخور الساخنة الى الاعلى ويفترض ان هناك طبقات من الصخور الباردة تتحرك نحو الاسفل تجر معها القشرة الارضية مكونة الخانق ، ويعتقد اصحاب هذا الراي ان الخانق المحيطي يمر بثلاث مراحل هي : شكل (٧) .



شكل (٧)

---

٢٧ ــ د . حسن ابو العينين ، دراسات في جغرافية البحار والمحيطات ، بيروت ١٩٦٧ ص ٢٦٢ .

المرحلة الاولى ـ تقوم القوى الهابطة عند اعماق كبيرة تحت القشرة الارضية على جنوب قاع المحيط مكونة الخانق على شكل حرف (V) .

المرحلة الثانية ـ تتجمع الرواسب فوق قاع الخانق فتحول مقطعه من حرف V الى حرف U وذلك بعد ان تكون القوى الهابطة قد هدات .

المرحلة الثالثة : عندما تتراكم طبقة سميكة من الرواسب تملأ الخانق فتكون غطاء عازل للحرارة داخله فتنصهر الصخور ثم ترتفع هذه المادة المنصهرة نحو الاعلى مكونة منطقة مرتفعة فوق سطح الارض ونتيجة لذلك تهبط القشرة الارضية في منطقة اخرى مكونة خانقا جديدا ، وان مثل هذا التتابع من الحوادث يمكن ان يتكرر مرة بعد اخرى خلال العصور الجيولوجية الغابرة (٢٨) .

ومن المظاهر الجيمورفولوجية الاخرى التي يمكن تميزها في قاع المحيط الجبال البحرية Sea-Mouts والجبال ذات القمم المستوية Guyats وتنتشر هذه الجبال بصورة خاصة في المحيط الهادي بالاضافة الى عدد منها يوجد في المحيط الاطلسي ، تكون الاولى ذات حواف عظيمة الارتفاع ذات انحدار شديد تعرف احيانا بالتلال المحيطية ، اما النوع الثاني فتكون قمتها مستوية عظيمة الامتداد تشبه الموائد الصخرية Mesa الموجودة فوق اليابسة ويطلق عليها التلال المصطبية المحيطية . ويقدر الباحثون ان قاع المحيط يحتوي على ١٠٠٠٠ تلا وجبلا ترتفع الى حوالي ١٠٠٠٠ قدم فوق المحيط المجاور وتنتشر الجبال البحرية بصورة خاصة في وسط المحيط الهادي والاجزاء الشمالية الشرقية منه .

واكدت الدراسات الحديثة ان الجبال البحرية والجبال ذات القمم المستوية تكونت نتيجة ثوران البراكين ، وتختلف عن الجبال البركانية التي تظهر فوق اليابسة بان الاولى تكون شديدة الانحدار بسبب تعرض المواد اللافية للاذابة بمياه المحيط . ان من الغريب حقا ان نرى تلالا تحت مستوى سطح المياه تكون قممها مستوية حيث لا توجد ظاهرة بحرية تحت سطح الماء تستطيع ان تقوم بذلك لذا جاء تعليل ان هذه التلال ظهرت فوق مستوى سطح البحر في مراحل تكوينها فتعرضت للتعرية الهوائية والمائية فاصبحت قمتها مستوية ثم اصبحت بعد ذلك تحت مستوى سطح الماء نتيجة هبوط في قاع المحيط او ارتفاع في منسوب مياه البحر او كليهما معا . وتكون معظم التلال المصطبية تحت منسوب مياه البحر بحوالي ٤٨٠٠ قدم ويمكن القول ان التلال التي تكون عند عمق كبير اقدمها في التكوين واحدثها اقلها في العمق (٢٩) وتنتشر هذه التلال في ثلاث مناطق رئيسة ، في خط شمالي شرقي من كمشتكا الى عروض هاواي ، ومجموعة جنوب الاسكا . ومجموعة كبيرة غربي جزر هاواي تمتد من جزيرة ماريانا الى جزر مارشال .

اما الجزر المرجانية فتوجد في البحار والمحيطات المدارية وتتالف هذه الجزر من كتل صخرية جيرية كانت اجزاء من هياكل صلبة لحيوان المرجان . وتنتشر الجزر المرجانية في المنطقة المحصورة بين خط عرض ٣٠ شمال وجنوب خط الاستواء نتيجة ملائمة المياه لنمو حيوان المرجان فهو يحتاج الى حرارة لا تقل عن ٦٨ درجة فهرنهايت ومياه صافية ذات نسبة مرتفعة من الملوحة ، ويعظم نموه على طول الشواطيء البحرية التي تتعرض لتيارات المد وتلاطم الامواج والتيارات البحرية الدافئة ، ولما كان حيوان المرجان يحتاج الى كميات كبيرة من الاوكسجين والغذاء ويحتاج لاشعة الشمس لذا فانه لا ينمو عند عمق يزيد عن ١٥٠ متر تحت مستوى سطح الماء (٣٠) .

وتضاربت الاراء حول كيفية نشأة الجزر المرجانية واول من حاول تفسير نشأتها تشارلس داروين Charles Darwin سنة ١٩٤٢ ، وقد لاحظ ان هناك ارتباطا وثيقا بين التكوينات المرجانية والجبال البحرية Sea-Mouts في بداية الامر تنمو المستعمرات المرجانية على الجزر البركانية مكونة حواجز حدية Fringing Reefs وعندما تتعرض الجزيرة البركانية الى الهبوط التدريجي تموت المستعمرات المرجانية فتنمو فوقها اخرى وهكذا حتى تتكون ما يعرف بالحواجز المرجانية

---

٢٨ ـ الارض الكوكب ، المصدر السابق ص ١٢٠ .

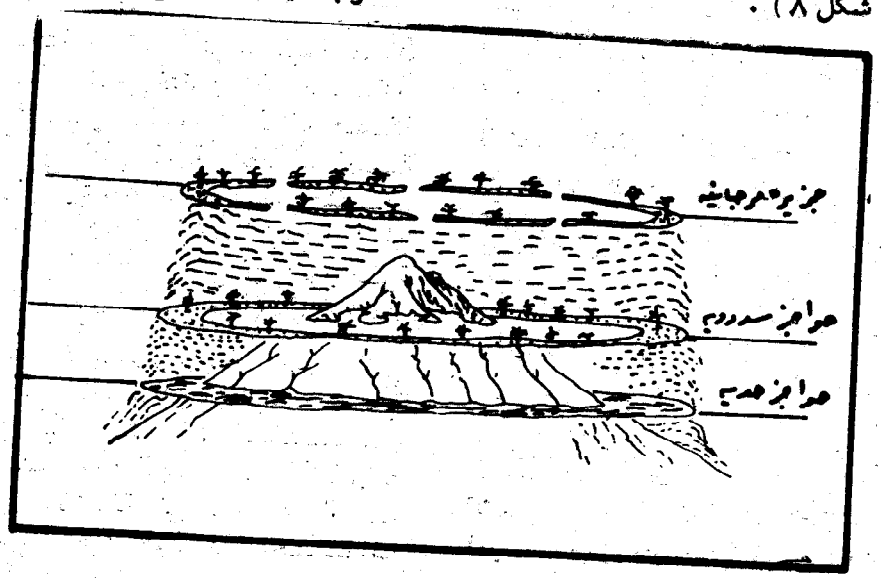
٢٩ ـ King A.M. Op. cit. P. 70.

٣٠ ـ 1. Beckinsale R.P., Land, Air and Ocean, 1966. P. 168.

السدودية Barrier Reefs وتستمر الجزيرة بالهبوط المستمر حتى تصبح تحت مستوى سطح البحر بينما ينمو المرجان فوقها مكونا حاجزا على شكل دائري أو بيضوي يحصر بينه مستنقعا ضحلا Lagoon يتصل بالمحيط بواسطة فتحات ضيقة (شكل ٨) .

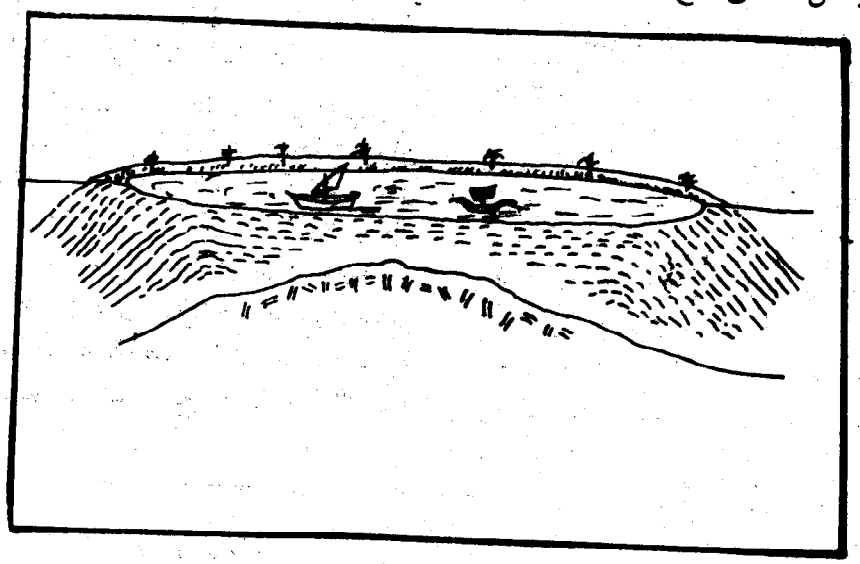
التكوينات المرجانية التي توجد في جزيرة بكيني تصل الى عمق حوالي ٨٠٠٠ قدم (٢١) .

اما جون ماري John Murray كان يعتقد ان المرجان ينمو فوق المناطق الملائمة لنموه من اسفل الى اعلى دون حاجة الى اختلاف منسوب المياه او ارتفاع او هبوط في قاع المحيط ،



وقداكد وليم موريس دافيز W.M. Davis راي داروين كما وقد اكدت نتائج الدراسات الحديثة التي اجريت على قاع المحيط ان بعض الجزر البركانية تعرضت للهبوط التدريجي ، وخير دليل على هبوط بعض مناطق قاع المحيط بان

وقد ذكر بان المرجان ينمو بسرعة عند الاطراف بينما في الوسط فان حيوان المرجان يتعرض للموت بسبب قلة الغذاء وبهذا استطاع ان يفسر وجود المستنقع الضحل نتيجة تعرض حيوان المرجان لعمليات الاذابة بعد موته (شكل ٩) .



اما دالي Daly فقد تقدم سنة ١٩١٥ بنظرية تختلف تماما عن نظرية داروين تعرف بنظرية السيطرة الجليدية Theory Glacial . لقد افترض ان جميع الحواجز المرجانية تكونت في عصر البلستوسين الذي يعتبر احدث العصور الجليدية خلال هذه الفترة تحولت كميات كبيرة من المياه الى جليد مما ادى الى انخفاض منسوب المياه الى حوالي ٣٠-٤٠ قامة فاستطاعت الرياح والامواج من نحت القمم الجلية وتحويلها الى هضاب مستوية القمة . ولما اوشك العصر الجليدي على الانتهاء وبدا الجليد بالذوبان ارتفع منسوب المياه فوق المناطق التي انحسر عنها فبدأ حيوان المرجان بالنمو فوق الجزر البركانية فتكونت الحواجز الحدية عندما كانت المياه ضحلة وحواجز سدودية عندما ارتفع منسوب المياه وتكونت الجزر المرجانية بعد ما انتهى العصر الجليدي .

وهناك بعض النقاط لم تستطع نظرية دالي توضيحها :

١ – تبين من عمليات الحفر التي اجريت في جزر فونافوي وبكيني ان التكوينات المرجانية توجد على عمق ٣٠٠٠ قدم ترجع في تكوينها الى الزمن الثالث .

٢ – اكدت الدراسات الحديثة حدوث حركات هبوط في قاع المحيط .

٣ – لم تفسر نظرية دالي كيفية وجود التكوينات المرجانية على ارتفاع ١٠٠٠ قدم فوق سطح البحر .

نستنتج مما تقدم ان قاع المحيط يتكون من تضاريس متباينة عكس ما كان يعتقد الانسان ولفترة طويلة من الزمن بان قاع المحيط عبارة عن ارض منبسطة ، وقد تتشابه هذه التضاريس مع تلك التي توجد فوق اليابسة الا ان الاولى اعظم بكثير من الثانية وانها تتعرض لعملية تراكم الترسبات بينما تضاريس اليابسة تتعرض لعوامل التعرية المختلفة . كما وان معظم الاراء التي قيلت في تفسير المظاهر الطبوغرافية لقاع المحيط متباينة ولا توجد نظرية يمكن اعتبارها الراي النهائي ، ويرجع السبب ان تضاريس قاع المحيط تكونت منذ ملايين من السنين بينما عمر الانسان لا يزيد عن المليون السنة الاخيرة كما وان هذه التضاريس توجد على اعماق كبيرة لم يستطيع الانسان الوصول الى مناطق واسعة منها واقتصرت دراسته على ما يحصل عليه من صور فوتوغرافية او باستخدام عملية الصدي او عن طريق دراسة بعض العينات التي استطاع الحصول عليها من فوق سطح القاع. بالاضافة الى ان معالم كثيرة من هذه المظاهر الطبوغرافية مغطاة في الوقت الحاضر بطبقات سميكة جدا من الرواسب تجعل من الصعوبة الحصول على عينات من الطبقات الصخرية الاصلية . واخيرا امل ان تتظافر الجهود في الاستمرار لكشف المعالم المجهولة التي تحيط بكثير من الامور المتعلقة بطبيعة قاع المحيطات التي تشغل ما يقارب ثلاثة ارباع مساحة الكوكب الذي نعيش عليه .

المصادر العربية

١ ـ دكتور انور عبدالعليم البحار والمحيطات القاهرة ١٩٦٤ .

٢ ـ دكتور حسن سيد احمد ابو العينين ـ دراسات في جغرافية البحار والمحيطات ـ بيروت ١٩٦٤ .

٣ ـ دكتور حسن سيد احمد ابو العينين ـ الاقيانوغرافيا الطبيعية ـ القاهرة ١٩٦٩ .

٤ ـ دكتور جودة حسنين جودة ـ معالم سطح الارض ـ دار النهضة ـ بيروت ١٩٦٦ .

٥ ـ دكتور جودة حسنين جودة ـ سطح هذا الكوكب ـ بيروت ١٩٦٨ .

٦ ـ روبرت ل. فنشر وروجر ريفيل ـ الارض الكوكب ـ ترجمة د. علي ناصيف ـ مصر ١٩٦١ .

٧ ـ دكتور شريف محمد شريف ـ جغرافية البحار والمحيطات ـ القاهرة ١٩٦٤ .

٨ ـ دكتور علي عبدالكريم علي ـ علم الجغرافية الطبيعية ـ البصرة ١٩٦٩ .

٩ ـ دكتور محمد سامي عسل ـ الجغرافية الطبيعية القاهرة ١٩٧٣ .

١٠ـ دكتور محمد متولي ـ وجه الارض ـ القاهرة .

١١ـ دكتور يوسف عبدالمجيد فايد ـ دراسات في الاقيانوغرافيا ـ بيروت ١٩٧١ .

١٢ـ .ك ليونتيف ، قيعان المحيطات موسكو ١٩٦٨ (باللغة الروسية) .

المصادر الاجنبية

1. Beckinsale R.P., Land Air and Ocean, 1966.
2. Engeln O.D. Geographology. New York, 1948.
3. King A.M. Oceanogrphy for Geographer London, 1965.
4. Lake, P. Physical Geography, Cambridge, 1949.
5. Lobech, Geograpology. New York, 1939.
6. M. Crant Gros, Oceanography, Clarmbus, Ohio, 1960.
7. Ommonnry, The Ocean, London, 1961.
8. Ronald Fraser, Understanding the Earth, 1964.
9. Spocks, B.W., Geographology, London, 1964.
10. Sverdrup H.U., The Oceans, New Jersey 1962.
11. Worcester, P.G. Geographology, New Delhi, 1965.
12. National Geographic Magazine. Vol. 132 No. 4 October 1967.
13. Atlantic Ocean Floor Map. National Geographic Magazine June 1968.