



بيولوجية وجيولوجية الشباب المرجانية

تأليف

أ. د. عبد الباسط صبري السروجي
أستاذ الأحافير والجيولوجيا البيئية - قسم
الجيولوجيا والجيوفيزياء - كلية العلوم
جامعة الملك سعود

د. محمد عيسى الدباغ
أستاذ الرسوبيات والطبقات المشارك - قسم
الجيولوجيا والجيوفيزياء - كلية العلوم
جامعة الملك سعود

دار جامعة
الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS



ص. ب. ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح) دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٣٩هـ (٢٠١٨م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

السروجي، عبدالباسط صبري

بيولوجية وجيولوجية الشعاب المرجانية. / عبدالباسط صبري السروجي؛ محمد عيسى
الدباغ. - الرياض، ١٤٣٩هـ

٢٤٨ ص، ١٧×٢٤ سم

ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٧-٦٠١-٢

١- الشعب المرجانية أ. الدباغ، محمد عيسى (مؤلف مشارك) ب. العنوان

١٤٣٩/٩٠٦

ديوي ٤٢٤، ٥٥١

رقم الإيداع: ١٤٣٩/٩٠٦

ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٧-٦٠١-٢

هذا الكتاب مؤلف صادر عن عمادة البحث العلمي بالجامعة ضمن سلسلة كتب برنامج (دعم تأليف كتاب) وتم تحكيمه من قبل لجنة المطابقة بعمادة البحث العلمي وموافقة اللجنة الإشرافية للبرنامج على نشره في اجتماعها الثاني للعام الدراسي ١٤٣٧/١٤٣٨هـ المعقود بتاريخ ٢/٢/١٤٣٨هـ الموافق ٢/١١/٢٠١٦م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.



مقدمة المؤلفين

لقد أصبحت البيئة والمحافظة عليها مصدر اهتمام العالم في وقتنا الحاضر وتهتم الدول الآن بالنواحي البيئية اهتماماً شديداً. وقد اتخذت الحكومات كثيراً من الخطوات في هذا المجال، ووضعت البعد البيئي نصب أعينها في تنفيذ جميع المشروعات التي تنفذها وخاصة بعد ازدياد مصادر التلوث وتنوعها، وما لهذا التلوث من آثار خطيرة على صحة الإنسان وسلامته وعلى الثروات الطبيعية. إن ما تعانيه البيئة بسبب ممارسة الإنسان الخاطئة لما يسببه من تلوث، إلى الحد الذي لا تستطيع الأنظمة البيئية تحمله مما أدى إلى تدهورها وانهارها. وانعكس ذلك على حياة الإنسان فبدأ يعاني من آثار هذا التدهور والانهيار البيئي ونضوب الموارد.

والشعاب المرجانية، موضوع الكتاب الحالي، تمثل ذلك العالم الفريد من الكائنات البحرية التي تنمو على سواحل وجزر بحار ومحيطات وخليجان العالم بالمنطقة الإستوائية وشبه الإستوائية، حيث تتصافر المحددات البيئية من ضوء وحرارة وملوحة وغيرها لنموها. وتنمو الشعاب المرجانية في المنطقة العربية على سواحل البحر الأحمر، وخليجان العقبة وعدن وعمان، وبعض سواحل الخليج العربي وخليج السويس، على هيئة شريط ضيق مواز للساحل. وللشعاب المرجانية ألواناً وأشكالاً

جذابة، حتى أنها لتوصف بالحدائق البحرية، بلونها الوردى الخفيف وسط زرقة البحر الفاتحة، وتختلف هذه الشعاب في تنوعها الحيوي من مكان لآخر.

ولقد اهتمت الجهات المعنية بالشعاب المرجانية، فكثفت برامجاً لحمايتها والعناية بها بعدما امتدت إليها يد الانسان فأخلت بنظامها وسلاسلها الغذائية ولوثتها بمخلفات النفط والصراف الصحي والردم، وكذلك بالإستغلال الجائر لهاكلها وأسماكها وأحيائها الأخرى. كما غزا المستثمرون الشواطئ فبنوا عليها الفنادق والقرى السياحية ودموها وصرفوا النفايات والعوادم مباشرة في البحر.

ولقد حاولنا قدر الاستطاعة في هذا الكتاب أن نقل للقارئ العربي أحدث ما في المراجع العالمية من جديد في مجال الشعاب المرجانية. ولقد حاولنا أيضاً أن نوضح ما نريد بالأشكال التوضيحية والصور الفوتوغرافية، وأن ننسب الفضل لأهله، بتحري الأمانة في النقل والإقتباس مع ذكر المراجع والبحوث العلمية المشورة التي نقلنا عنها.

ويشتمل الكتاب على ثمانية فصول، يمكن تناولها بإيجاز فيما يلي:

يتناول الفصل الأول تعريف المرجان، ومكوناته، وطرق تغذيته، ودور الطحالب داخل أنسجته، وكذلك دور اللوامس وما تحمله من خلايا لاسعة في عملية التغذية وطريقة عمل هذه الخلايا اللاسعة. كما يتناول الفصل أنماط تكاثر المرجان، وعملية التبييض المتزامن، ويتناول أيضاً تكوين الهيكل المرجاني ومكوناته وأشكاله، سواءً أفراداً وحيدة أو مستعمرات.

ويتناول الفصل الثاني تعريف الشعاب المرجانية وكيفية تكوينها، ودور مجاميع الكائنات الحية في تكوينها، وتوزيع الشعاب المرجانية على مستوى العالم، وخصائص النظام الشعابي، والكائنات المصاحبة للمرجان، كالطحالب والمحاريات والقواقع

والفورامنفرا والقنافذ البحرية والإسفننجيات.... وغيرها التي تشارك في بناء الشعاب المرجانية، ونبذة مختصرة عن كل منها. كما يتناول الفصل تطور الشعاب المرجانية عبر التاريخ الجيولوجي.

أما الفصل الثالث فيتناول أهم العوامل البيئية المؤثرة في تكوين الشعاب المرجانية، كالضوء، ودرجات الحرارة، والملوحة، والمرتكز الحيوي، والعمق، وحركة المياه، وتذبذب مستوى سطح البحر. كما يتناول الفصل معدلات نمو المرجان والدراسات التي تمت عليها.

يتناول الفصل الرابع نشأة الشعاب المرجانية والنظريات المفترضة لتكوينها. ويتناول الفصل أيضا تصنيف الشعاب المرجانية من نواح عديدة كالشكل العام والعمق، والوضع التصنيفي.

ويتناول الفصل الخامس توزيع الشعاب المرجانية بكل من البحر الأحمر، وخليج السويس، وخليج العقبة، وخليج عدن، وبحر العرب، وخليج عمان، والخليج العربي، ونسبة انتشار المراجين في كل منها. كما يتناول الفصل الأسباب التي تؤدي لتباين توزيع الشعاب من مكان لآخر.

أما الفصل السادس فيتناول أهمية الشعاب المرجانية، من الناحية السياحية وحماية الشواطئ والمجتمعات الساحلية، والفوائد الطبية، وأهميتها كخزانات بترولية، ورصد التلوث البيئي ودراسة الظروف المناخية، و انجراف القارات (تزحزح القارات) والحركات الأرضية.

ويتناول الفصل السابع المخاطر الطبيعية المؤثرة على الشعاب المرجانية مثل الأعاصير، والأمراض، واختلاف درجات الحرارة، وتذبذب مستوى سطح البحر، كما يناقش المخاطر البشرية كالردم، والتلوث، والدمار المتجدد، والاستغلال الجائر،

ومناجم المرجان. أيضاً يتناول المخاطر الحيوية التي تحدث للشعاب بواسطة الكائنات الحية كالرعي، والنقش، والثقب.

يهتم الفصل الثامن بالحلول المقترحة لحماية الشعاب المرجانية والتي تتلخص في تفعيل القوانين والاتفاقيات الدولية ذات الصلة، والتوسع في إنشاء الشعاب الصناعية (زراعة المرجان)، وإنشاء المحميات الطبيعية. ويتتهي الفصل بمجموعة من التوصيات التي تخص السياح والصيادين والدارسين وقائدي السفن والمراكب وكل من له علاقة أو اتصال بالشعاب المرجانية.

وفي النهاية نود أن نتقدم بالشكر إلى الدكتور حازم علي نور الدين، والدكتور محمد عبد الوهاب الجبلاوي، والدكتور تامر كمال الدين فرغلي بمعهد علوم البحار والمصايد، فرع البحر الأحمر بالغرذفة، على إهدائهم الكثير من الصور التي زادت الكتاب إيضاحاً، أما الكثير من الصور الأخرى فقد التقطت أثناء رحلات بحثية لطلاب ماجستير ودكتوراه شارك المؤلف الأول في الإشراف عليهم. الشكر أيضاً لكلية العلوم، جامعة ذمار بالجمهورية اليمنية ورئيس قسم الجيولوجيا والبيئة الأستاذ الدكتور أشرف غنيمي على استضافة وتسهيل مهمة المؤلف الأول خلال الرحلة الجيولوجية إلى منطقة صليف وجزيرة كمران المرجانية بمنطقة الحديدة على ساحل البحر الأحمر باليمن.

وفي الختام نسأل الله تعالى أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، والله تعالى من وراء القصد وهو يهدي إلى سواء السبيل، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين، سبحانه اللهم وبحمدك، نستغفرك ونتوب إليك.

شكر وتقدير

تم دعم هذا الكتاب من قبل جامعة الملك سعود، عمادة البحث العلمي، كلية العلوم، مركز البحوث.

المحتويات

هـ	تقديم المؤلفين
ط	شكر وتقدير
ك	الأشكال
١	الفصل الأول: المرجان والهيكـل المرجاني
١	مقدمة
١	مكونات المرجان
١	الجدار
٣	الأحشاء
٣	اللوامس
٤	الخلايا اللاسعة
٥	النسيج البيني ونطاق الحافة

٦	التغذية
٧	التكاثر
١٣	تكوين الهيكل المرجاني
١٥	مكونات هيكل المرجان
١٥	الحواجر
١٧	الجدار والهيكل البيني
١٨	الأوتاد والحويجات والعويمد
١٩	أشكال الهيكل المرجاني
٣٣	الفصل الثاني: ماهية ومنظومة الشعاب المرجانية
٣٣	مقدمة
٣٦	توزيع الشعاب المرجانية
٣٩	إقليم الكاريبي
٣٩	إقليم هندي-الهادي
٤٠	خصائص النظام الشعابي
٤٣	مصاحبات المرجان
٤٥	المحاريات
٤٧	القواقع
٤٩	القنفاذ البحرية
٥٠	الاسفنجيات

المحتويات

م

٥١	الفورامنفرا.....
٥٣	الجماعيات (الحزازيات)
٥٤	المرجان الثماني
٥٥	الشعاب النارية.....
٥٦	الطحالب الحمراء
٥٧	الأسماك
٦٠	الشعاب المرجانية بين الماضي والحاضر
٦٣	الفصل الثالث: المؤثرات البيئية للشعاب المرجانية
٦٣	الضوء
٦٤	درجة الحرارة
٦٥	الملوحة.....
٦٥	المرتکز الحيوي
٦٨	العمق.....
٧٠	حركة المياه
٧٠	تذبذب مستوى سطح البحر
٧٢	معدل النمو
٧٧	معدل النمو وتغير المناخ

٧٩	الفصل الرابع: تكوين الشعاب المرجانية وتصنيفها
٧٩	تكوين الشعاب
٨١	نظرية الهبوط لدارون
٨٢	نظرية دالي للتحكم الجليدي
٨٤	معضلة الشعاب المرجانية بين دارون ودالي
٨٥	تصنيف الشعاب
٨٥	أولاً: حسب الشكل العام
٨٥	الشعاب الحافية
٨٦	الشعاب الحاجزية
٨٨	الشعاب الحلقية
٨٩	الرقع الشعابية
٨٩	ثانياً: حسب الوضع التصنيفي
٨٩	شعاب المرجان الصفائحي
٨٩	شعاب المرجان الرباعي
٩١	شعاب مرجان الهليوليتيدا
٩١	شعاب المرجان السداسي
٩٢	ثالثاً: حسب العمق (التقسيم الداخلي)
٩٣	النطاق الساحلي
٩٨	نطاق ظهر الشعب
٩٨	نطاق مسطح الشعب

٩٩	نطاق قمة الشعب
١٠١	نطاق مقدمة الشعب.....
١٠٣	نطاق الركام الشعبي
١٠٥	الفصل الخامس: الشعاب المرجانية حول الجزيرة العربية
١٠٧	البحر الأحمر.....
١٠٨	الشعاب المرجانية بالبحر الأحمر
١٠٩	شعاب شمال ووسط البحر الأحمر
١١٠	شعاب جنوب البحر الأحمر.....
١١٢	خليج السويس
١١٢	خليج العقبة.....
١١٤	خليج عدن.....
١١٥	بحر العرب
١١٥	خليج عمان.....
١١٧	الخليج العربي
١١٩	تباين شعاب جزيرة العرب
١٢٥	الفصل السادس: أهمية الشعاب المرجانية.....
١٢٥	ال جذب السياحي
١٢٧	الأسماك والكائنات الشعابية

١٢٩.....	حماية الشواطئ والمجتمعات الساحلية
١٣٢.....	الأهمية الطبية
١٣٥.....	المحتوى النفطي للخزانات الشعابية
١٣٦.....	رصد التلوث البيئي
١٣٩.....	رصد التغيرات المناخية القديمة
١٤٣.....	الإنجراف القاري والحركات الأرضية
١٤٩.....	الفصل السابع: مهددات الشعاب المرجانية
١٥٢.....	مقدمة
١٥٢.....	المخاطر الطبيعية
١٥٢.....	العواصف والأعاصير
١٥٣.....	الأمراض
١٥٤.....	مرض الخزام (الطوق) الأسود
١٥٦.....	مرض الخزام (الطوق) الأبيض
١٥٨.....	ابيضاض المرجان
١٦٢.....	نظرة على حادثة الإبيضاض عام ٢٠١٠ م
١٦٦.....	تغير درجات الحرارة
١٦٨.....	تذبذب مستوى سطح البحر
١٦٩.....	ارتفاع درجة حموضة المحيطات
١٧٢.....	المخاطر البشرية

ف

المحتويات

١٧٢.....	الردم
١٧٧.....	التلوث
١٧٨.....	الأسمدة الزراعية والصرف الصحي
١٧٨.....	النفط
١٨٢.....	المخلفات الصلبة
١٨٣.....	الملوثات الحارة السامة
١٨٤.....	الدمار المتجدد
١٨٩.....	الاستغلال الجائر
١٩٢.....	الصيد بالديناميت
١٩٢.....	الصيد بالسيانيد
١٩٢.....	مناجم المرجان
١٩٣.....	المخاطر الحيوية
١٩٤.....	الرعي
١٩٦.....	الخدش
١٩٧.....	الثقب
١٩٩.....	نواتج الهدم المرجاني
٢٠١.....	الفصل الثامن: الحلول والتوصيات
٢٠٢.....	القوانين المحلية والاتفاقيات الدولية
٢٠٥.....	التوسع في إنشاء الشعاب الصناعية

٢٠٧.....	المحميات الطبيعية.....
٢١٣.....	المراجع.....
٢٢٣.....	ثبت المصطلحات.....
٢٢٣.....	أولاً: عربي - إنجليزي.....
٢٣٢.....	ثانياً: إنجليزي - عربي.....
٢٤٣.....	كشاف الموضوعات.....

الأشكال

- شكل ١-١: أهم أجزاء المرجان الحي ٢
- شكل ١-٢: أفراد المرجان أثناء إنبساطها، ويلاحظ وجود حلقة اللوامس حول الفم... ٣
- شكل ١-٣: طحالب زوكثانثيلي داخل النسيج المرجاني ٤
- شكل ١-٤: الخلايا اللاسعة وطريقة عملها في المرجان ٦
- شكل ١-٥: مرجانيات مخنثة تخرج أمشاج انثوية وذكرية في وقت واحد..... ٨
- شكل ١-٦: مرجانيات وحيدة الجنس ٩
- شكل ١-٧: القاء كميات كبيرة من الامشاج الذكرية والأنثوية إلى مياه المحيط
السطحية ١٠
- شكل ١-٨: التقاء الأمشاج الأنثوية والذكرية على سطح المياه ليحدث الإخصاب ١٢
- شكل ١-٩: التكاثر اللا جنسي بنوعيه في مستعمرة واحدة ١٢
- شكل ١-١٠: أهم أجزاء هيكل المرجان السداسي ١٦
- شكل ١-١١: كؤوس مستعمرة من المرجان نجمي الشكل واضحة الحواجز ١٦
- شكل ١-١٢: كؤوس مستعمرة من المرجان نخي الشكل ١٩

- شكل ١-١٣: هيكل لفرد مرجاني وحيد قرصي الشكل من شواطئ البحر الأحمر بالقرب من ينبع وجدة بالمملكة العربية السعودية ٢٠
- شكل ١-١٤: هيكل لفرد مرجان لساني الشكل ٢٠
- شكل ١-١٥: مرجان عش الغراب ٢١
- شكل ١-١٦: مستعمرة ذات نمو عصوي (فاسيلي) ٢٢
- شكل ١-١٧: مرجان مخي يرتكز عليه مرجان شجيري ٢٢
- شكل ١-١٨: مرجان قرون الأيائل (الغزال) شجيري النمو ٢٣
- شكل ١-١٩: مرجان قرص العسل بالإضافة إلى أشكال شجيرية أخرى ٢٣
- شكل ١-٢٠: نمو حلقي للمرجان يشبه نمو ورقات الملفوف (الكرنب) ٢٤
- شكل ١-٢١: مستعمرة مرجان تأخذ شكل القبة ٢٤
- شكل ١-٢٢: مرجان ورقي، تأخذ المستعمرات فيه أشكال شرائح البطاطس ٢٥
- شكل ١-٢٣: مرجان إبري شجيري تتدبب أطرافها العلوية مثل الإبر ٢٥
- شكل ١-٢٤: مرجان الأناناس ٢٦
- شكل ١-٢٥: مرجان المنضدة ٢٦
- شكل ١-٢٦: مرجان القلاع أو الحصون ٢٧
- شكل ١-٢٧: مرجان البوق أو النفير ٢٧
- شكل ١-٢٨: مرجان زهرية الورد ٢٨
- شكل ١-٢٩: مرجان فوهة البركان ٢٨
- شكل ١-٣٠: مرجان جلد الفيل ٢٩
- شكل ١-٣١: مرجان عيون الهري يتصف بخاصية اللاألة ٢٩

- شكل ١-٣٢: مرجان الصبار حيث تشبه أفراده أوراق الصبار السميكة ٣٠
- شكل ١-٣٣: مرجان دوار الشمس ٣٠
- شكل ١-٣٤: مرجان الكؤوس ٣١
- شكل ١-٣٥: أنواع من المرجان اللين غير المتكلس ٣٢
- شكل ٢-١: مراجين من البحر الأحمر ذات أشكال شجيرية ومخية بديعة وبألوان زاهية ٣٤
- شكل ٢-٢: التنوع العالي للشعاب المرجانية بالبحر الأحمر ٣٥
- شكل ٢-٣: التوزيع الجغرافي للشعاب المرجانية الحديثة ٣٦
- شكل ٢-٤: الشعاب المرجانية كمكان مفضل تزوره الأسماك مختلفة الأحجام والألوان ٤٣
- شكل ٢-٥: تعتبر الأسماك الصغيرة الشعاب المرجانية ملجأ يحميها من بطش الأسماك الكبيرة ٤٤
- شكل ٢-٦: تعتبر الشعاب مرتعاً لملايين الطيور البحرية في كثير من الشواطئ ... ٤٤
- شكل ٢-٧: محاربات ذات أشكال وزخارف متنوعة من مصاحبات المرجان ٤٦
- شكل ٢-٨: شعاب الرودست التابعة للعصر الكريتاسي، قبة الحسنة، مصر ٤٧
- شكل ٢-٩: مواقع ذات أشكال وزخارف متنوعة بالبحر الأحمر ٤٨
- شكل ٢-١٠: هياكل قنفاذ بحرية، شعاب البحر الأحمر ٤٩
- شكل ٢-١١: مستعمرات الإسفنج تتخذ من المرجانيات القديمة الميتة مرتكزاً لها ... ٥١
- شكل ٢-١٢: فورامنفرات دقيقة الحجم تم استخلاصها من صخور شعابية بالبحر الأحمر ٥٢

- شكل ٢-١٣: جماعيات تم فصلها من الشعاب المرجانية الحديثة بخليج العقبة ... ٥٤
- شكل ٢-١٤: هيكل لمرجان ثماني (تيوبيورا ميوزيكا) ٥٥
- شكل ٢-١٥: الشعاب النارية ملجأ للأسماك الصغيرة حيث تحميها من الأسماك الكبيرة ٥٦
- شكل ٢-١٦: أشكال مختلفة للطحالب المصاحبة للشعاب المرجانية ٥٧
- شكل ٣-١: مستعمرات مرجانية تتخذ من أنابيب النفط في المياه الضحلة مرتكزا للتثبيت عليه ٦٦
- شكل ٣-٢: مستعمرة مرجانية تثبت نفسها على هياكل مرجانية أخرى بشواطئ المملكة العربية السعودية قرب ينبع ٦٧
- شكل ٣-٣: المركز الحيوي وعلاقته بشكل الشعاب مع مرور الوقت ٦٧
- شكل ٣-٤: تناقص أعداد المرجان الباني للشعاب مع تزايد العمق ٦٨
- شكل ٣-٥: تغير شكل مستعمرة مرجانية في أعماق مقدمة الشعاب ٦٩
- شكل ٣-٦: تغير مستوى سطح البحر وعلاقته بنمو الشعاب المرجانية ٧٣
- شكل ٣-٧: حزم النمو في مرجان سداسي ٧٤
- شكل ٣-٨: اختلاف معدلات نمو المرجان باختلاف النوع المرجاني خلال شهور السنة ٧٧
- شكل ٤-١: تطور الشعاب المرجانية حول جزيرة بركانية ٨٠
- شكل ٤-٢: تنمو الشعاب الحافية مباشرة على السواحل في المياه الضحلة ٨٦
- شكل ٤-٣: تنفصل الشعاب الحاجزية عن السواحل بواسطة بحيرات واسعة وعميقة ٨٧

- شكل ٤-٤: الحاجز المرجاني العظيم بأستراليا من الفضاء ٨٧
- شكل ٤-٥: الشعاب الحلقية التي تتكون في البحار والمحيطات حول الجزر البركانية... ٨٨
- شكل ٤-٦: مرجانيات الصفائحيات من حقبة الحياة القديمة ٩٠
- شكل ٤-٧: مستعمرة مرجانية من المجمعات (المرجانيات الرباعية) بحقبة الحياة القديمة ٩٠
- شكل ٤-٨: أمثلة لمرجانيات الهليوليتيدا من حقبة الحياة القديمة..... ٩١
- شكل ٤-٩: مثال لمرجانيات حقبة الحياة الحديثة (المرجان السداسي) ٩٢
- شكل ٤-١٠: كثير من أصداف المحاريات والقواقع والقنفاذ البحرية في لنطاق الساحلي ٩٣
- شكل ٤-١١: شواطئ صخرية تتكون من صخور شعاعية ومدملكات، ساحل البحر الأحمر ٩٤
- شكل ٤-١٢: تواجد القواقع الحية في شروخ الصخور الشاطئية الصلبة ٩٥
- شكل ٤-١٣: الأعشاب البحرية كمصدر هام للغذاء والأكسجين في البيئة البحرية.. ٩٦
- شكل ٤-١٤: مراجين صغيرة الحجم بأشكال مختلفة مثبتة على مراجين أخرى ميتة .. ٩٧
- شكل ٤-١٥: قنفاذ بحرية ذات أشواك كبيرة في منطقة ظهر الشعاب ٩٧
- شكل ٤-١٦: مراجين كتلية وأخرى شجيرية في المناطق الضحلة المضيئة في البحر الأحمر ٩٨
- شكل ٤-١٧: مستعمرات مرجانية صغيرة الحجم في بحيرات نطاق مسطح الشعاب .. ٩٩
- شكل ٤-١٨: فتات ورمال مرجاني في منطقة ظهر ومسطح الشعاب ١٠٠
- شكل ٤-١٩: الشعاب النارية (الملببورا) كأساس لقمة الشعاب المرجانية..... ١٠٠

- شكل ٤-٢٠: مرجان وحيد ومستعمرات وأسماك وصخور في مقدمة الشعاب ١٠١.
- شكل ٤-٢١: هياكل لمراجين شجيرية ومليبورا في مقدمة الشعاب..... ١٠٢
- شكل ٤-٢٢: تحول شكل نمو المرجان مع العمق ١٠٢
- شكل ٤-٢٣: هياكل من المراجين المختلفة في المناطق العميقة من مقدمة الشعب
بشواطئ المملكة العربية بالقرب من ينبع ١٠٣
- شكل ٥-١: بحار وخليجان جزيرة العرب ١٠٦
- شكل ٥-٢: الجزيرة العربية أثناء زمن البليستوسين ١٢٣
- شكل ٦-١: الشعاب المرجانية كملاجئ وبيوت لكثير من الأسماك والصدفيات ١٢٨
- شكل ٦-٢: اختباء الأسماك الصغيرة في فجوات الشعاب المرجانية ١٢٨
- شكل ٦-٣: أشجار الشورى (المنجروف) خلف الشعاب المرجانية ١٣٠
- شكل ٦-٤: الأراضي الرطبة المالحة خلف الشعاب المرجانية ١٣١
- شكل ٦-٥: زيادة معدلات نمو المرجان في خليج العقبة بشكل مضطرب ١٤٠
- شكل ٦-٧: شعاب البلستوسين على ساحل البحر الأحمر، مصر ١٤٧
- شكل ٦-٨: أنواع مرجانية بلستوسينية متأحفرة، ساحل البحر الأحمر، مصر ١٤٧
- شكل ٦-٩: مستعمرات مرجانية كتلية متأحفرة تابعة لمتكون حنيفة الجوراسي،
السعودية ١٤٨
- شكل ٦-١٠: مستعمرات مرجانية متأحفرة تابعة لمتكون طويق الجوراسي، السعودية ١٤٨
- شكل ٧-١: تناقص الغطاء المرجاني في شعاب الكاريبي خلال ثلاثة عقود ١٥١
- شكل ٧-٢: مرض الطوق الأسود يسيط بمستعمرات مرجانية مختلفة الأشكال ١٥٥
- شكل ٧-٣: سرعة انتشار مرض الطوق الأسود في المستعمرة المرجانية ١٥٦

- شكل ٧-٤: مرض الطوق الأبيض يغزو مستعمرة مرجانية من أسفل ١٥٧
- شكل ٧-٥: هياكل المليونيرا في بعض مناطق البحر الأحمر و قد بدأ يغزوها مرض الطوق الأبيض ١٥٧
- شكل ٧-٦: مرجان مبيض في جزيرة كييل بشعاب الحاجز المرجاني العظيم باستراليا... ١٦١
- شكل ٧-٧: أهم العوامل التي تتحكم في ابيضاض المرجان ١٦٣
- شكل ٧-٨: معدلات ابيضاض الشعاب المرجانية منذ عام ١٩٧٩ م ١٦٣
- شكل ٧-٩: ابيضاض رأس مرجاني عمره بمنطقة كي ويست بفلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية ١٦٤
- شكل ٧-١٠: شعاب فقدت نسيجها الرخو تاركة الهيكل الكلسي بالبحر الأحمر ١٦٤
- شكل ٧-١١: بياض واحمرار شبه كامل لهياكل المليونيرا في بعض مناطق البحر الأحمر .. ١٦٥
- شكل ٧-١٢: انتشار المرض في المستعمرات المرجانية بشمال غرب استراليا ١٦٥
- شكل ٧-١٣: موت كامل لمستعمرة مرجانية بسبب ارتفاع درجات الحرارة عام ١٩٩٨ ١٦٦
- شكل ٧-١٤: تناقص عام في معدلات تكلس مرجان شعاب الحاجز المرجاني العظيم ١٧١
- شكل ٧-١٥: الردم بالكتل الصخرية بمنطقة سفاجا بالبحر الأحمر ١٧٣
- شكل ٧-١٦: تدمير المراجين ومصاحباتها الحية نتيجة الردم بالفتات الرمي والطيني ... ١٧٤
- شكل ٧-١٧: تشويه جمال الشاطئ على ساحل البحر الأحمر ١٧٥
- شكل ٧-١٨: ردم للشاطئ في مدينة الغردقة، ساحل البحر الأحمر، مصر ١٧٥
- شكل ٧-١٩: ردم المناطق الساحلية فوق رأس الشعاب المرجانية على ساحل البحر الأحمر، مصر ١٧٦

- شكل ٧-٢٠: الاعداد لانشاءات جديدة في المياه الضحلة فوق الشعاب المرجانية ١٧٦
- شكل ٧-٢١: سحابة فيضية محملة بالطين والغرين والرمال بمنطقة ماريا كريك،
استراليا..... ١٧٧
- شكل ٧-٢٢: منصة بترول بحرية كمصدر لتلوث المنطقة بالبترول ١٧٩
- شكل ٨-٢٣: بقع البترول على صخور المنطقة الضحلة بالخليج العربي ١٨٠
- شكل ٧-٢٤: أنواع وأشكال مختلفة من القمامة الصلبة على ساحل البحر الأحمر،
مصر..... ١٨٢
- شكل ٧-٢٥: أنابيب أسمتية وإطارات بالية تهدد الحياة في المنطقة الضحلة بشواطئ
المملكة العربية السعودية بالقرب من جدة ١٨٣
- شكل ٧-٢٦: خطورة الأفواج السياحية على الشعاب المرجانية ١٨٧
- شكل ٧-٢٧: تدمير المرجان نتيجة لتصادم القوارب ١٨٧
- شكل ٧-٢٨: تدمير المرجان بواسطة خطاف القوارب ١٨٨
- شكل ٧-٢٩: تفتيت المرجان كنتيجة للدمار المتجدد ١٨٩
- شكل ٧-٣٠: الصيد بالديناميت في منطقة شعابية ١٩١
- شكل ٧-٣١: تدمير الشعاب المرجانية نتيجة للصيد باستخدام المواد المتفجرة ... ١٩٢
- شكل ٣٢: نجم البحر من أكبر المهددات الحيوية للشعاب ١٩٤
- شكل ٧-٣٣: علامات قضم كتلة مرجانية بواسطة الأسماك ١٩٧
- شكل ٨-١: تشييد الشعاب الصناعية من الكتل الصخرية ٢٠٦