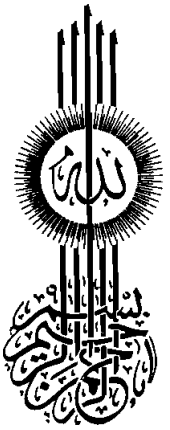
بسم الله الرحمن الرحيم

علم الأحياء البحرية

(الطبعة الثانية)

تأليف

جون ريزك ، الأصغر

كلية رانكو سانتياجو

ترجمة

أ. د. عبد الكريم محمد علي خفاجي

أستاذ الأحياء البحرية

كلية علوم البحار – جامعة الملك عبد العزيز

مركز النشر العلمي

جامعة الملك عبد العزيز

ص ب: ٨٠٢٠٠ - جدة: ٢١٥٨٩

المملكة العربية السعودية

© جامعة الملك عبد العزيز ١٤٢٠هـ (١٩٩٩م)

جميع حقوق الطبع محفوظة . غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب ، أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة ، سواء كانت إلكترونية ، أو شرائط ممغنطة ، أو ميكانيكية ، أو استنساخًا ، أو تسجيلاً ، أو غيرها إلا بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .

الطبعة الأولى : ١٤٢٠هـ (١٩٩٩م)

This is an authorized Translation of *"Marine Biology"* 2nd edition by: John Reseck, Jr.

© 1988, Prentice-Hall, Inc.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الأصفر ، جون ريزك

علم الاحياء البحرية / ترجمة عبدالكريم خفاجي .ـ ط ٢ .ـ جده.

٤١٤ ص ، ١٧×٢٤ سم

ردمك : ٥-٢٠١-٠٦-٩٩٦٠

١- الاحياء المائية أ- خفاجي ، عبدالكريم (مترجم) ب- العنوان

ديوي ٥٧٤،٩٢ ٢٠/٠٧١١

رقم الإيداع : ٢٠/٠٧١١

ردمـك : ٥-٢٠١-٠٦-٩٩٦٠

مطابع جامعة الملك عبد العزيز

إلى رفيقة دربي ...

إلى زوجتي العزيزة

أهدي هذا العمل المتواضع ....

المترجم

عبدالكريم محمد علي خفاجي

مقدمة

مع عودة الاهتمام بدراسة الأسس والمباديء العامة في المدارس الخاصة والعامة على حد سواء ، حدث توسع في مقرارات ومتطلبات العلوم ورفع مستواها في كثير من الولايات الأمريكية . ولقد اجتهد المؤلف عند تنقيح هذا الكتاب في تحديث مايحتويه من معلومات عن الأحياء البحرية ، مثلما حرص على إضافة مواد بيولوجية (أحيائية) أساسية بما يتوافق مع مستويات المناهج الجديدة لتدريس العلوم العامة . ويعرض الكتاب هذه المباديء البيولوجية العامة في سياق أمثلة من الكائنات والبيئات البحرية ، مع عقد مقارنة بين هذه الأمثلة والإنسان وبيئته البشرية إذا كانت هناك صلة وثيقة بينهما . إن دراسة البيئة البحرية تفتح آفاقا عديدة لحل المشكلات ، كما تتطلب التفكير الناقد والفحص الدقيق من جانب الطالب . . . إنها نموذج رائع لتعليم الأحياء والمباديء العامة لعلم الأحياء .

جون ريزك الأصغر

تقديم المترجم

الحمدلله الذي علم بالقلم ، علم الإنسان مالم يعلم ، والصلاة والسلام على نبينا محمد الذي علمنا الكتاب والحكمة ، وحثنا على طلب العلم ، وبعد :

فمنذ أن مارست التعليم الجامعي عام ١٣٩٨ هـ في جامعة الملك سعود (الرياض)، ثم في جامعة الملك عبدالعزيز بجدة ، وأنا ألمس حاجة طلابنا إلى المراجع العلمية التي يمكنهم الرجوع إليها عند الحاجة إلى الاستزادة من المعلومات التي تتطرق إليها موادهم الدراسيةالمقررة ، مع افتقار المكتبات الجامعية إلى مثل هذه المراجع باللغة العربية ، إضافة إلى ضعف الطلاب في اللغات الأجنبية أصلا مما يعوق استفادتهم من المتوفر من هذه المراجع باللغة الإنجليزية .

وعندما شرعت كلية علوم البحار بجامعة الملك عبدالعزيز بجدة في تطوير مناهجها الدراسية ، شاركني الإخوة الزملاء أعضاء هيئة التدريس بالكلية الرأي بضرورة وضع مقرر دراسي جديد يضاف إلى مقررات كل قسم من أقسام الكلية ، ويكون بمثابة مقدمة لدخول الطالب في دراسة المقرارات الدراسية المتخصصة . وقد عهد إليَّ قسم الأحياء البحرية بوضع محتوى لهذا المقرر الجديد " مقدمة الأحياء البحرية " . وكانت المهمة شاقة في جمع مفردات ومحتويات ومواد هذا المقرر من المراجع العلمية المتخصصة . وخلال هذا البحث لفت نظري كتاب " علم الأحياء البحرية " لمؤلفه جون ريزك الأصغر Marine Biology , J. Reseck, Jr لتغطيته لكل مايحتاجه طلاب قسم الأحياء البحرية كمدخل لدراسة المواد المتخصصة ، إضافة إلى توافر كل مقومات الكتاب الدراسي في هذا الكتاب .

ونظرا لأن كتاب " علم الأحياء البحرية " بمحتوياته الشاملة لفروع هذا العلم أكبر من أن يعد مقررا دراسيا واحداً فإنه يحقق لنا فائدة مزدوجة ، فهو يصلح لأن يكون كتابا منهجيا لطلبة قسم الأحياء البحرية من ناحية ، ومرجعا دراسيا لجميع طلاب الكلية والمشتغلين بعلوم البحار وأرباب المهن ذات العلاقة بعلوم البحار من ناحية أخرى.

ولما كان هذا الكتاب معدا لتدريس مادة الأحياء البحرية في دور العلم الأمريكية أصلا ، فمن الطبيعي أن تُختار أمثلته التوضيحية من الأحياء البحرية التي تعيش في

البيئات الأمريكية أساسا . وقد آثرنا أن ننقله إلى اللغة العربية بكامله ، لأن ذلك لا يقلل من أهميته وقيمته كمدخل جيد للبيئات البحرية عموما ، بما يحويه من شرح للمباديء العامة وأسس علم الأحياء ، بما في ذلك علم التصنيف والتبويب . وقد صدرت الطبعة الأولى لهذا الكتاب عام ١٩٨٠ م ، وأعيدت طباعته عام ١٩٨٨ م بعد أن أضاف إليه المؤلف مااستجد من أبحاث واكتشافات علمية في مجال علوم البحار . وهذه الطبعة الثانية المنقحة هي التي نقدمها للقاريء العربي في هذا الكتاب .

وقد نهجنا في ترجمة هذا الكتاب الالتزام التام باستعمال اللغة العربية الصحيحة ، مع الأمانة في النقل عن النص الإنجليزي . وكان لابد لنا بطبيعة الحال من الرجوع إلى كل المعاجم العلمية ، سواء المعاجم العامة ، أو المتخصصة في علم الأحياء وعلوم البحار ، فضلا عن إثبات المصطلحات التي تضمنتها الكتب المترجمة في هذا الحقل ، للاختيار من بين التسميات المختلفة - وما أكثر هذه التسميات مع الأسف - لترجمة كثير من المصطلحات العلمية ، وإن كنا قد تقيدنا ما أمكن ذلك بالمصطلحات التي أقرتها مجامع اللغة العربية ، مع تفضيل المصطلحات والتسميات التي ألفها طلابنا حتى لا يلتبس عليهم الأمر . كما أوردنا التسميات والترجمات المختلفة للمصطلح مما صادفناه في هذه المعاجم والمراجع في بداية كل فصل من فصول الكتاب . وسيجد القاريء في نهاية الكتاب قائمة بأهم المعاجم العلمية التي اعتمدنا عليها في ترجمة الكتاب لكي يرجع إليها من شاء .

كما سيجد القاريء في نهاية الكتاب ثبتا بالمصطلحات الواردة في الكتاب مرتبا ترتيبا هجائيا باللغة العربية . وللتيسير على المختصين في موضوع الكتاب والمهتمين بتعريف علوم البحار ، أوردنا هذا الثبت مرتبا باللغة الإنجليزية أيضا .

وإذا كان المؤلف قد أهدى كتابه الأصلي إلى الألوف المؤلفة من طلابه الذين درَّس لهم هذه المادة طوال حياته العلمية ، والذي يقول عنهم إنه استلهم منهم الطريقة التي ينبغي أن يدَّرس بها علم الأحياء البحرية ، فإنني أهدي - بدوري - ترجمة هذا المرجع الأساسي لطلابنا الأعزاء ، عسى أن أكون قد قدمت لهم مايحتاجون إليه . كما أهديها للقاريء العربي عامة ، لأن من بين الأهداف الرئيسية لترجمتنا لكتاب « علم الأحياء

البحرية» أن نسد جانبا - ولو ضئيلا - من الفراغ الكبير الذي تستشعره المكتبة العربية في العلوم الأساسية ، وفاءً منا بحق الطالب العربي ، وخدمة للقارىء العربي الذي تشده وتستثيره مادة الأحياء البحرية عادة ، بما تتناوله من كائنات حية متناهية في الصغر تعيش جنبا إلى جنب مع كائنات عملاقة ، وبيئات متنوعة ، ونماذج فريدة لمخلوقات الله الذي أعطى كل شئ خلقه ثم هدى في ذلك العالم المثير من عالم البحار ، فتبارك الله أحسن الخالقين .

والحمد لله الذي هدانا لهذا وماكنا لنهتدي لولا أن هدانا الله .

جدة في المحرم ١٤١٥ هـ

المترجم

أ.د. عبدالكريم محمد علي خفاجي

المحتويات

صفحة

- مـقـدمـة ..... ز
- تقديم المترجم ..... ط

الباب الأول : مفاهيم أساسية

- **الفصل الأول : الحضارة والبحر** ٥
  - الترويح ٦
  - طرح النفايات ٧
  - النقل ١٠
  - الصيد التجاري ١٢
  - استخراج المعادن من البحر ١٨
  - تحلية مياه البحر ٢٠
  - توليد الكهرباء من البحر ٢١
  - زراعة البحار ٢٣
- **الفصل الثاني : التعاقب وبعض المبادئ الأساسية** ٢٧
- **الفصل الثالث : اعتبارات فيزيائية وكيميائية** ٤٥
  - المد والجزر ٤٦
  - الأمواج ٤٩
  - التيارات ٥٣
  - الدورة العامة لمياه المحيطات ٥٤
  - قاع المحيط ٦٤
- **الفصل الربع : الطاقة باعتبارها وقودا للحياة** ٧٣
- **الفصل الخامس : وحدات الحياة** ٨٣
  - الخلية ٨٦
  - الانقسام الخلوي ٩٠

الباب الثاني : بيئات المحيطات

- **الفصل السادس : التقسيمات الفرعية للبيئة** ٩٩
  - البيئة الساحلية ١٠٠
  - تقسيم النطاقات (التمنطق) ١٠٤
  - أقسام المنطقة الساحلية المغمورة ١١١
- **الفصل السابع : المنجرفات** ١١٩
  - مجموعات المنجرفات ١٢٠
  - الظروف التي تؤثر في كثافة مجتمعات الكائنات الحية ١٢٣
- **الفصل الثامن : اعتبارات بيئية في قاع المحيط** ١٣١
  - الطبقة التحتية الرخوة ذات النطاق الضوئي (الشواطيء والخلجان) ١٣٣
  - النطاق الضوئي في الطبقة التحتية الصلدة ذات النطاق الضوئي (الشواطيء الصخرية والشعب المرجانية) ١٤٢
  - الاحوال في الأعماق السحيقةالمظلمة من المحيط (الطين ، الطمي ، الغثاء) ١٤٤
- **الفصل التاسع : بيئات القطبين الشمالي والجنوبي** ١٤٩
- **الفصل العاشر : البيئات الإستوائية** ١٥٧
  - المرجان ١٥٧
  - اَلقَرام (المنجروف) ١٦٢
- **الفصل الحادي عشر : البيئات البحرية لأمريكا الشمالية** ١٦٧
  - التيارات ١٦٧
  - درجة الحرارة ١٦٨
  - المناطق ١٦٩

الباب الثالث : أحياء البيئات البحرية

- **الفصل الثاني عشر : نظام تسمية المجموعات الرئيسية** ١٨٧
- **الفصل الثالث عشر : النباتات البحرية** ٢٠٥
  - مملكة البدائيات (المونيرا) ٢٠٧
  - مملكة الطلائيات (البروتستا) ٢٠٧
  - مملكة الفطريات ٢٠٩
  - مملكةالنبـــات ٢٠٩
- **الفصل الرابع عشر : الأوليات الحيوانية (بروتوزوا)** ٢١٧
  - طائفة الهدبيات ٢١٨
  - طائفة اللحميات (سركودينا) ٢٢٠
  - طائفة السوطيات ٢٢٣
- **الفصل الخامس عشر : المساميات (الإسفنجيات)(البرويفيرا)** ٢٢٧
- **الفصل السادس عشر : اللاسعات** ٢٣٥
  - طائفة الحيوانات الزهرية ٢٣٩
  - طائفةالحيوانات الهيدرية (الهيدروزوا) ٢٤٦
  - طائفة الحيوانات الكأسية : قنديل البحر ٢٤٧
- **الفصل السابع عشر : الرخويات** ٢٥٣
  - طائفة عديدات الصفائح ٢٥٧
  - طائفة البطنقدميات ٢٥٨
  - طائفة ذوات المصراعين (فأسيات الأرجل) ٢٦٥
  - طائفة الرأسقدميات ٢٧٠
  - طائفة قاربية القدم ٢٧٤
- **الفصل الثامن عشر : المفصليات** ٢٧٥
  - طائفة فخذيات الفم(الميروستوماتا) ٢٧٧
  - طائفة عناكب البحر ٢٧٧
  - طائفة القشريات ٢٧٨

● **الفصل التاسع عشر : الجلدشوكيات** ٣٠١
- طويئفة النجميات ٣٠٥
- طويئفة نجوم البحر الثعبانية ٣٠٩
- طائفة زنابق البحر ٣١١
- طائفة قنافذ البحر ٣١١
- طائفة خيار البحر ٣١٦

● **الفصل العشرون : شعب لافقارية متنوعة** ٣٢١
- شعبة حاملات الأمشاط ٣٢٢
- شعبة المفلطحات ٣٢٢
- شعبة الخيطيات (النيماتودا) ٣٢٣
- شعبة الديدان الساحلية (النيمرتيات) ٣٢٥
- شعبة المزماريات ٣٢٥
- شعبة أشباه أفعويات الذيل ٣٢٦
- شعبة هلبيات الفك ٣٢٨
- مجموعة الفورونيات ٣٢٩
- عضديات الأرجل ٣٢٩
- شعبة الحيوانات الحزازية ٣٢٩
- شعبة العجليات ٣٣٢
- الحلقيات ٣٣٢
- شعبة النصفحبليات (ذوات المص التنفسي) ٣٣٥
- شعبة الحبليات (كورداتا) : طائفة الذيل حبليات ٣٣٧
- الحبليات : طائفة الرأسحبليات ٣٤٠

● **الفصل الحادي والعشرون : الحبليات : الأسماك** ٣٤١
- عديمة الفكوك : (رتبة دائريات الفم) ٣٤٢
- طائفة الأسماك الغضروفية ٣٤٥
- طائفة الأسماك العظمية ٣٥٢

- **الفصل الثاني والعشرون: الحبليات (كورداتا) الزواحف ، الطيور ، الثدييات** ٣٥٩
  - طائفة الزواحف ٣٦٠
  - طائفة الطيور ٣٦٥
  - طائفة الثدييات ٣٦٩
- **مراجع مختارة** ٣٨١
- **المعاجم المستخدمة في الترجمة** ٣٨٣

- **الملاحق**

- ثبت المصطلحات

- **عربي - إنجليزي** ٣٨٧
- **إنجليزي - عربي** ٤٠٦

- كشاف الموضوعات ٤٢٥

(شكل ١-١) تمثل الشعب المرجانية عدداً لا يُحصى من البيئات الدقيقة التي تعيش فيها الحيوانات .

قائمة الأشكال

صفحة

الفصل الأول

شكل ١ - ١ : تمثل الشعاب المرجانية عدداً لايُحصى من البيئات الدقيقة التي تعيش فيها الحيوانات ..... ق

شكل ١ - ٢ : يشكل الإسفنج جزءاً من المجتمع الذي يتغذى بالترشيح في مناطق الشعب المرجانية ١

شكل ١ - ٣ : دراسة الأحياء البحرية عمل ممتع ، فالتجمع عند برك مياه المد والجزر ودراسة التاريخ الطبيعي للكائنات التي تعيش فيها طريقة جيدة لقضاء عطلة نهاية الأسبوع ٤

شكل ١ - ٤ : الصيد بالحربة لاصطياد الأسماك الكبيرة مثل سمكة روستر Rooster التي تبدو في الصورة رياضة مثيرة ، ولكنها قد تؤي إلى استنفاد الأسماك وغيرها من الأحياء عند تجاوز المعدل الطبيعي لتكاثرها إلا إذا سمح لكميات قليلة جدا منها بالهرب والتكاثر ٧

شكل ١ - ٥ : خط أنابيب يفرغ مياه المجاري في المحيط ، وعلينا أن نبذل عناية كبرى لعدم إلقاء المواد التي سيكون لها آثار طويلة المدى على الحياة البحرية ، لأن حدوث انقطاع في سلسلة الغذاء مما قد يسببه أحد الملوثات سيدمر البحر كما هو معروف لنا..... ٨

شكل ١ - ٦ : تحتاج القوارب لصيانة مستمرة نتيجة لتأثير التآكل الذي تحدثه المياه المالحة ، وتمثل هذه الصيانة جانباً كبيراً من نفقات عمليات الصيد التجاري ، وتزيد من ارتفاع أسعار الأطعمة البحرية ١١

شكل ١ - ٧ : أساطيل الصيد التجاري لها أهميتها في إنتاجنا من الغذاء ١٢

شكل ١ - ٨ : تتولى المدارس تدريب الغواصين على العمل تحت الماء ، وهذا التدريب على جمع المعلومات يتيح لعالم الأحياء

البحرية المشاهدة والدراسة المباشرة ١٤
شكل ١ - ٩ : تأثير ضغط الصيد بالمصائد التجارية على تجمعات سمكية معينة ١٦
شكل ١ - ١٠ : يلعب الغواص المحترف دوراً هاماً في استغلال الموارد المختلفة مثل : الحفر للتنقيب عن البترول ، وصيانة الإنشاءات تحت الماء ١٧
شكل ١ - ١١ : كثيراً مايوجد القار (القطران) على الصخور أو الشواطئ في كثير من مناطق العالم . ويأتي معظم هذا القار من النزوز الطبيعي للزيت في المحيطات كما أن تسرب الزيت بفعل البشر يزيد من القار على الشواطئ لفترة من الزمن ١٨
شكل ١ - ١٢ : ناقلات البترول العملاقة التي تنقل البترول من ميناء إلى آخر لاغنى عنها مطلقاً بالنسبة للاقتصاد العالمي ، ولكنها تحمل خطراً كامناً على البيئة إذا ماتعرضت لحادث وتسرب البترول منها ١٩
شكل ١ - ١٣ : منصات البترول التي تزداد شيوعابعد أن أخذ الإنسان يسعى لمسايرة الطلب على المزيد من الطاقة ٢٠
شكل ١ - ١٤ : سفن الشحن الساحلية الصغيرة تنقل الإمدادات إلى أنحاء كثيرة من العالم ، فهي وسيلة نقل إلى المناطق النائية أرخص من سيارات الشحن ، كما تعتبر في كثير من الحالات الوسيلة الوحيدة لنقل الإمدادات إلى القرى الصغيرة ٢٢
شكل ١ - ١٥ : مازال البشر يحاولون التكيَّف مع البيئة البحرية ٢٤

الفصل الثاني

شكل ٢ - ١ : تعتبر منطقة المد على شاطئ صخري من الأماكن الخلابة التي تستحق الدراسة ، وخاصة عندما ينحسر المد فيمكن مشاهدة المنطقة بأكملها ٢٦
شكل ٢ - ٢ : المياه العذبة من السيول الجارية فوق اليابسة تشق لها طريقاً

خلال رمال الشاطئ لكي تتصل بالبحر . ويترتب على ذلك تغير في الملوحة ، له تأثير جوهري على الحياة في منطقة المد ٢٩

شكل ٢ - ٣ : هذا البطلينوس الصغير لديه نوعان من البرنقيل (الأطوم) ، وبطلينوسات أخرى على صدفته . وربما كانت أكبر منافسة بين الكائنات البحرية هي العثور على مكان تعيش فيه ٣١

شكل ٢ - ٤ : مثال للعوامل المحددة للحياة بالنسبة لكائن حي افتراضي ٣٢

شكل ٢ - ٥ : جماعة قمة بلح البحر (Mytilus) بصحبة الأطوم (البرنقيل) (Pollicipes) ٣٣

شكل ٢ - ٦ : أنواع العلاقات التكافلية ٣٣

شكل ٢ - ٧ : جماعة ذروة من الأطوم وكثيرا ماتدل جماعات الذروة المختلفة على نطاقات مختلفة في منطقة المد ٣٤

شكل ٢ - ٨ : يزحف الأربيان الصغير المنظف حول خياشيم بعض أسماك الشعاب ويخلصها من الطفيليات الصغيرة . ولاتتصدى الأسماك لمقاومة الأربيان . . . إنه مثال للتعايش متبادل المنافع ... ٣٥

شكل ٢ - ٩ : تبرز رؤوس من اليابسة داخل المحيط ، كهذا الرأس البارز في الصورة ، وتعد مثالا جيداً لشاطئ صخري غير محمي ٣٦

شكل ٢ - ١٠ : هذه الصورة لصخور في بحر كورتز (Cortez) على خط ٢٨ْ ، حيث لاتتعرض الصخور لتلاطم الموج بصفة مستمرة، ولذلك فهي تبدو مستديرة ولكنها ليست مسطحة بفعل التآكل والبري . ٣٦

شكل ٢ - ١١ : تعيش الإيسنيا (Isenia) تحت نطاق تلاطم الموج مباشرة، ولكن هذا الكلْب النخيلي قوي بدرجة تمكنه من تحمل تأثير ارتطام الموج . ويمكن مشاهدته مكشوفاً على ساحل كاليفورنيا الجنوبية عندما يبلغ الجزر أدنى مستوى له .. ٣٧

شكل ٢ - ١٢ : كثير من الكائنات الحية تلتصق ببقعة من الأرض (الحمى). وعندما تقيم حماها ، فإنها تقاتل لتدفع عنه الكائنات التي قد

تنافسها عليه . وهذا السرطان العائم في خليج كاليفورنيا يشعرنا بأننا نقف على البقعة الخاصة به من الشاطئ ٣٨
شكل ٢ - ١٣ : يمكن رؤية الشكل الكامل للصدفة الريشية (Penshell) عندما يتم إخراجها بالحفر من القاع . ورغم أن شكلها الانسيابي ملائم جداً للاحتجار (الإقامة في جحر) فإن صدفتها الرقيقة تحتاج إلى الحماية التي يوفرها لها الاختباء داخل الطبقة التحتية ٣٩
شكل ٢ - ١٤ : ربما كانت بركة المد العالي هي أصعب البيئات بسبب مايطرأ عليها من تغيرات سريعة في درجة حرارتها وملوحتها . ويعد الماء العذب مشكلة تهدد حياة الكائنات الحية في بركة المد ، لأنه يغير نسبة الملوحة ، وقد يجلب الطمي الذي يسد الجهاز التنفسي للكائن الحي . ويحدث ذلك بصفة خاصة عندما يسقط المطر بغزارة أثناء الجزر ٣٩
شكل ٢ - ١٥ : التأثيرات الإسموزية على الأسماك والأحياء الأخرى ٤٢

الفصل الثالث

شكل ٣ - ١ : القمر والمد والجزر ٤٨
شكل ٣ - ٢ : أجزاء الموجة ٥٠
شكل ٣ - ٣ : هذه الموجة المتلاطمة التي تدك الشاطئ تعد من الخصائص المميزة للأمواج الشتوية التي تتلاطم على معظم الشواطئ في العالم . ونجد أن الشاطئ الشديد الانحدار الذي جرفت المياه رماله إلى البحر سوف يختفي عندما تعود أمواج الصيف الأصغر حجماً والتي تحرك الرمال وتعود بها إلى الشاطئ وتكون لنا شاطئاً منحدراً انحداراً بسيطاً على نحو ماتتميز به الشواطئ في فصل الصيف ٥٠
شكل ٣ - ٤ : الدورة العامة لمياه المحيطات ٥٦

شكل ٣ - ٥ : إحدى الطرق المستخدمة لجمع عينات من الأسماك في منطقة ما تتمثل في وضع مصايد (محابس) . وتصلح محابس الأسماك في المناطق التي لايمكن استعمال الشباك فيها ، كما هو الحال في طبقات الكلْب (عشب البحر) أو تحت الجليد ، أو في المناطق الصخرية ٥٨

شكل ٣ - ٦ : الحد الأعلى لكثافة الماء ٦٢

شكل ٣ - ٧ : عندما يتم رفع عينات الماء إلى ظهر السفينة ، يتم تسجيل البيانات بعناية بحيث يعرف العمق على وجه التحديد ودرجة الحرارة بدقة . والرجل الواقف إلى اليمين يقرأ درجات الحرارة من الترمومترات العاكسة المعلقة مع قوارير نانسن (Nansen) بينما يسجل زميله الملاحظات ٦٤

شكل ٣ - ٨ : قوارير نانسن (Nansen reversing water bottles) تربط بكابل معدني وترسل لأي عمق يراد دراسته . ويمكن ربط العديد من هذه القوارير بكابل واحد لدراسة أعماق مختلفة في نفس الوقت ، ويتم انزالُ ثُقل على الكابل يفصل القوارير فينقلب وضعها وتأخذ عينات عند الأعماق المراد دراستها ٦٦

شكل ٣ - ٩ : كثيراً مايستخدم الغواصون العلميون قوارب صغيرة قابلة للنفخ من أجل الوصول إلى المناطق التي يمكنهم تسجيل ملاحظاتهم عنها وسحب الهائمات منها ٦٧

شكل ٣ - ١٠ : تحديد عمق قاع المحيط ٦٩

شكل ٣ - ١١ : معالم قاع المحيط مع مبالغات رأسية كبيرة ٦٩

شكل ٣ - ١٢ : معظم أوعية استخراج العينات بأشكالها المختلفة ترسل إلى القاع وهي في وضع «مفتوح» ، بحيث تغلق عندما ترتطم بالقاع ، وبهذه الطريقة يستطيع العلماء جلب عينة صغيرة من القاع إلى السطح واستكشاف مكوناتها . ومع استخراج

عينات كثيرة من مساحة كبرى من القاع يمكن رسم خريطة للطبقة التحتية في قاع المحيط ٧٠

الفصل الرابع

شكل ٤ - ١ : إنتاج الغذاء الأساسي ٧٥

شكل ٤ - ٢ : شكل هرمي يبين النسبة العكسية بين حجم السمك ومجموع الأسماك ، ويوجد عدد قليل من الأسماك الكبيرة كما توجد أعداد كبيرة من الأسماك الصغيرة ، ولكن الكائنات الدقيقة هي الأوفر عدداً ٧٧

شكل ٤ - ٣ : غواص يراقب أرنب البحر (Sea hare) . وبمقدور أرنب البحر إنتاج ٨٦ مليون بيضة في السنة ، وجميع هذا البيض - فيما عدا القليل منه - يصبح جزءاً من الدورة الغذائية للأحياء البحرية الأخرى ٧٨

شكل ٤ - ٤ : شكل تخطيطي مبسط يوضح انتقال الطاقة لعملية التمثيل الضوئي ٧٩

شكل ٤ - ٥ : الحبار (Squid) ، غالباً مايستعمل كطعام ، وكذلك كُطعْم(bait) لصيد الأسماك بالخيط والصنارة ، فهو جزء من السلسلة الغذائية للإنسان وكذلك للأحياء البحرية الأخرى . وكما هو حال الأخطبوط فإن الحبار يستطيع السباحة بالطريقة النفاثة ويعيش في مجاميع ويتغذى على الأسماك الصغيرة ٨٠

شكل ٤ - ٦ : أسراب من الأسماك الصغيرة تأكل الهائمات الحيوانية ، وبالمقابل فهي طعام للأسماك الأكبر حجماً ٨١

الفصل الخامس

شكل ٥ - ١ : خلية بدائية النواة ٨٧

شكل ٥ - ٢ : نموذج لخلية حيوانية حقيقية النواة ٨٨
شكل ٥ - ٣ : الانقسام غير المباشر هو العملية التي تقوم بها الخلايا الجسدية من أجل التكاثر والنمو ٩١
شكل ٥ - ٤ : تولد الوحدات الذكورية : تكون الحيوانات المنوية بعملية الانقسام الاختزالي (الانتصاف) ٩٥

الفصل السادس

شكل ٦ - ١ : هذا الشق في الصخر موطن لهذه القواقع ذات العمامة (تيجولا) . ونظراً لأنها تتجمع في حيز صغير ولاتوجد في جماعة كثيفة في مناطق أخرى قريبة فإننا نسمي هذا الشق بيئة موضعية (micro environment) . ولابد أن هناك بعض الحقائق أو العوامل البيئية التي تدفعها في هذا الشق والتي لاتجدها خارجه على بعد بضعة بوصات ٩٨
شكل ٦ - ٢ : تأثير الموج وتكوين الساحل ١٠٥
شكل ٦ - ٣ : مستعمرة من الميدية (mussel) تنمو فوق صخرة واحدة ، في حين لاينمو فوق الصخور المجاورة سوى عدد قليل جداً مما يمثل ظاهرة بيئية جديرة بالتفسير ١٠٨
شكل ٦ - ٤ : عندما يأتي المد يغمر الشاطئ الصخري وتجد جميع الأحياء غذاءً ومياهًا جديدة وصلت إليها . وتتوقف فترات تعرض الأحياء للهواء فيما بين المد والجزر على موقعها على الشاطئ ١٠٩
شكل ٦ - ٥ : توزيع النطاقات يصح بالنسبة للمدود بغض النظر عن مدى المد أو الموقع الجغرافي ١١٢
شكل ٦ - ٦ : بعض تقسيمات البيئة البحرية ١١٣
شكل ٦ - ٧ : نطاط الشاطئ (beach hopper) ، أحد مفصليات النطاق الأعلى من الكائنات الشائعة في كثير من البيئات الرملية ١١٤

شكل ٦ - ٨ : نظراً لأن النطاق الأعلى لايصل إليه الماء إلا عندما يكون المد عالياً جداً، فإن الكائنات التي تعيش فيه تكيفت تماماً مع التعرض للهواء. ونشاهد هنا عشب البحر البني (الكلْبْ) الذي جرفه المد العالي إلى الشاطئ وتركه مكشوفاً ١١٥

الفصل السابع

شكل ٧ - ١ : بعض الأحياء الهائمة تبدو أشبه بسفن الفضاء وهي تطفو هائمة مع التيار ١٢١

شكل ٧ - ٢ : هلاميات مشطية توجد قرب سطح الماء في الليل وتكون طافية مع الهائمات في الصباح الباكر ١٢٦

شكل ٧ - ٣ : عندما تطفو الهائمات خلال الماء فإن ملايين الحيوانات المفترسة مثل هذه اللاسعات (cnidaria) التي تتجمع في مستعمرات تمسك بها وتلتهمها بأسرع مايمكن ١٢٧

شكل ٧ - ٤ : تحرك الهائمات نحو مستويات الضوء المثلي ١٢٧

شكل ٧ - ٥ : نمو الهائمات ١٢٧

شكل ٧ - ٦ : التركيب الرئيسي للدياتوم (diatom) : المنتج الأول للغذاء في البحر ١٢٨

شكل ٧ - ٧ : بعض الأشكال الشائعة للدياتومات وغالباً ماتتصل خلايا هذه الدياتومات معاً في سلاسل طويلة ١٢٨

الفصل الثامن

شكل ٨ - ١ : هذه الصورة لقاع إحدى برك المد تبين لنا العديد من الكائنات الحية القاعية : مفصليات الأرجل في الوسط ، الرخويات ، مستعمرة الحيوانات الطحلبية (bryozoans) التي تبدو أشبه بقرص العسل في وسط الصورة . وهذه الكائنات كلها تعيش فوق القاع ،ولذلك تسمى الكائنات

القاعية (benthic organisms) ١٣٥
شكل ٨ - ٢ : الغـواصـون يرتدون رداء الغـوص (سكوبا Scuba) ، ويقومون بجانب كبير من أعمال المسح العلمي ١٣٨
شكل ٨ - ٣ : توجد أنواع كثيرة من أذن البحر فوق الصخور الممتدة من نطاق وسط المد إلى عمق ١٥٠ قدماً . وهذه الأنواع مرغوبة للغاية لكونها طعاماً جيداً وكثيراً ماتنمو كثير من الكائنات فوق صدفتها مما يجعل من الصعب التعرف عليها . وبذلك يتاح المجال لمعيشة بعض الكائنات الحية الأخرى ١٤١
شكل ٨ - ٤ : البيئة القاعية موطن لمجموعة كبيرة جداً من الكائنات الحية من مختلف الأنواع ١٤١
شكل ٨ - ٥ : الدلو الكبـاش (Orange peel grap) واحـد من عـدة أدوات لجلب العينات، تُستخدم في إحضار قطعة من قاع المحيط لكي يتمكن علماء الأحياء من دراسته ١٤٥

الفصل التاسع

شكل ٩ - ١ : يتحـمل العلمـاء أسوأ الأحـوال الجـوية من أجل دراسـة البحر . وحتى البرد القارس في القطب الشمالي لايعوقهم عن إجراء دراستهم ١٥١
شكل ٩ - ٢ : يتم عـمل فتحة في الجليد ويجب أن تكون كبيرة بدرجة تسمح بإنزال أدوات الصيد وغيرها من أدوات أخذ العينات وما يكفي من الحبال للوصول إلى القاع . وهنا نرى الحبل موضوعاً في بكرة ملف كبيرة ، كما وضع حامل ثلاثي القوائم فوق الفتحة لإنزال الحبل في وسط الفتحة ١٥٣
شكل ٩ - ٣ : يجب أن يبذل المرء عناية كبرى لكي لا يسقط داخل الماء وهو يمارس عمله حول فتحة في الجليد ، لأن الإنسان لايمكن أن يبقى على قيد الحياة لبضع دقائق في الماء البارد ، ومن

الصعب للغاية أن يتمكن من الصعود للخروج من هذه الفتحة ... ١٥٤

الفصل العاشر

شكل ١٠ - ١ : بعض الطحالب البحرية صغيرة جداً ولايلحظها الشخص العادي عندما يرتاد الشاطئ مثل هذه الكتلة المتجمعة من الكولبومينيا (Colpomenia) . ويوجد هذا الجنس على سواحل فلوريدا والباسيفيكي ... ١٥٦

شكل ١٠ - ٢ : يستعمل الغواصون العلميون عدسات مكبرة لدراسة الكائنات الصغيرة ... ١٦٠

شكل ١٠ - ٣ : تكّون شعب مرجاني وجزيرة مرجانية ... ١٦٠

شكل ١٠ - ٤ : مستعمرة من الأسفنجيات تنشئ بيئة دقيقة (micro - envi- ronment) للأسماك والسراطين الصغيرة وكثير من الكائنات الحية الأخرى ... ١٦٢

شكل ١٠ - ٥ : يبين لنا لسان البشروس (Flamingo) هنا كيف يقتات على بوليب مرجان لين . ويحتوي الجزء العاري حوله على كل الكائنات الحية التي يلتهمها ... ١٦٤

شكل ١٠ - ٦ : السمك السنجابي (Squirrel Fish) من الأسماك الشائعة في الشعاب المرجانية ، وهو من الأسماك القاعية بطبيعته ، ونادراً ما يشاهد بعيداً عن القاع ... ١٦٤

شكل ١٠ - ٧ : ما أكثر ما يوجد من المشاهد فوق الشعب المرجاني ، وقد يقضي المرء حياته كلها في مراقبتها لا يرى سوى جزء يسير فقط مما يوجد بها من مشاهدات ... ١٦٥

شكل ١٠ - ٨ : تنتقل أشكال كثيرة من النباتات الصغيرة إلى الدلتا التي تكونها أشجار القرام وينتهي الأمر باستقرار جماعة أحيائية متميزة . وفي الصورة واحدة من مجموعات القمة في المناطق الإستوائية ... ١٦٥

شكل ١٠ - ٩ : شيئاً فشيئاً ينشأ عن ترسب الغرين دلتا جافة تتحرك ببطء

إلى الخارج داخل خليج ١٦٦

الفصل الحادي عشر

شكل ١١ - ١ : المنارات (Light houses) التي كانت تُستخدم فيما مضى بدأت تختفي تدريجياً وتحل محلها الأجهزة الإلكترونية ١٧٠

شكل ١١ - ٢ : سراطين الشاطئ من أبرز الأحياء التي تُشاهد في مناطق الشاطئ الصخرية ١٧٣

شكل ١١ - ٣ : أطوم الإوز البحري شائع في نطاقات المد السفلي ، وينتشر جغرافياً لأنه ينمو أحياناً فوق الأخشاب الهائمة وتجرفه التيارات إلى جميع أنحاء المحيطات ١٧٩

شكل ١١ - ٤ : حويصلات العوم (Flotation bladders) أو (Pneumatocyst) تُشاهد بوضوح فوق الماكروسستس عندما ينمو أمام الساحل الغربي للولايات المتحدة ١٨٠

الفصل الثاني عشر

شكل ١٢ - ١ : النكّات ويتميز بمنقاره الملتوي عند طرفه إلى أعلى . ويوجد في المنطقة الممتدة من خليج المكسيك إلى ساحل الباسيفيكي ١٨٦

شكل ١٢ - ٢ : تم تنظيف هذه الصدفة لأذن البحر بعناية تامة باستعمال الحامض لإزالة أي شئ نبت فوقها . وعندئذ يمكن دراستها لمعرفة الملامح التي تميز نوعها ١٩٠

شكل ١٢ - ٣ : بعض الأحياء الصغيرة مثل السمكة الضئيلة الملتصقة والمختبئة على قطعة من الكلْبْ (عشب البحر البني) من الصعب العثور عليها في البداية ولكن من السهل تمييزها لأن اللون الذي تتخذه للتموية يجعلها متميزة ١٩١

شكل ١٢ - ٤ : إن اكتشاف بقايا الكائنات الميتة قد يساعد في تحديد التصنيف السليم لمجموعة من الكائنات ، كما يساعدنا أيضاً في فهم الكثير من تاريخنا القديم ٢٠١

الفصل الثالث عشر

شكل ١٣ - ١ : شبكة صيد في القاع يتم جرها عبر قاع البحر وتصطاد كثيراً من الكائنات الممثلة للأحياء القاعية من أجل الدراسة ٢٠٣

شكل ١٣ - ٢ : دورة حياة طحلب أولفا (Ulva) والتي تبين تعاقب الأجيال ٢١١

شكل ١٣ - ٣ : صورة نبات كامل من القحلة / الكلْبْ (من جنس ماكروسستس) اقتلعته إحدى العواصف من القاع ودفعت به إلى الشاطئ. وسوف تستفيد منه كثير من الكائنات الصغيرة التي تتخذ من جسمه المتحلل مسكناً وطعاماً، فلايتبدّدْ منه شيء ٢١٢

شكل ١٣ - ٤ : بعض الأعشاب البنية (الكلب) الكبيرة الحجم ، لها ماسكات جذرية قوية تثبتها بإحكام في الطبقة التحتية حتى عندما يشتد تأثير الموج ٢١٤

الفصل الرابع عشر

شكل ١٤ - ١ : أشكال نمطية لثنائيات الأسواط في « المد الأحمر » على الساحل الغربي ٢١٩

شكل ١٤ - ٢ : هدبيات غير قياسية ٢٢٠

شكل ١٤ - ٣ : تستطيع اللحميات تغيير شكلها ، وفي هذا الرسم تبدو لإحداها أقدام كاذبة كثيرة . أما في رتبتي المثقبات والشعاعيات فإن الشكل أكثر ثباتاً ٢٢١

شكل ١٤ - ٤ : شكلان نموذجيان للشعاعيات ٢٢٣

شكل ١٤ - ٥ : حاملة كريات حجرية نموذجية ٢٢٤

شكل ١٤ - ٦ : رسم مكبر تكبيراً شديداً لسوطية دوارة من جنس *Dinophysis re-curva* الذي يوجد في البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلنطي وبحر المرجان (Coral Sea) ٢٢٥

الفصل الخامس عشر

شكل ١٥ - ١ : اسم المساميات (البوريفيرا Porifera) معناه « المثقبات »

ومن هذه اللقطة المصورة عن قرب يتضح لنا السبب في هذه التسمية ٢٢٦

شكل ١٥ - ٢ : يحتفظ الأسفنج بشكله اعتماداً على الشويكات ، وهي بمثابة البنية الهيكلية له ٢٣٠

شكل ١٥ - ٣ : بوسع المرء أن يشاهد المسامية الشديدة للأسفنج بالفحص الدقيق عن كثب . فالماء يسحب إلى الداخل خلال ثقوب في الخارج ويرشح خلال الحيوان الحي، ويطرد من خلال الفتحات الكبيرة ٢٣٠

الفصل السادس عشر

شكل ١٦ - ١ : الأحياء البحرية غالباً ماتكون جميلة وكثير منها ذو ألوان زاهية ٢٣٤

شكل ١٦ - ٢ : شكل الجسم حسب طائفة اللاسعات ٢٣٧

شكل ١٦ - ٣ : بوسع الطالب الذي يدرس اللاسعات أن يتعرف بسهولة على الكائنات الصغيرة التي تتألف منها كل مستعمرة ، وفي هاتين الصورتين نماذج لعدة أنواع مختلفة ٢٣٨

شكل ١٦ - ٤ : شقيق النعمان وقد أغلق نفسه إغلاقاً تاماً ليحمي نفسه من الجفاف أثناء انحسار المد ، وقد التصقت بجسمه أصداف بالغة الصغر وجسيمات من الرمل توفر له الحماية وتجعل من الصعب رؤيته ٢٤١

شكل ١٦ - ٥ : هذه الصورة المأخوذة عن قرب للوامس شقيق البحر تبين عدد اللوامس وشكلها العام ٢٤٢

شكل ١٦ - ٦ : تنمو ريشة البحر (Sea pen) في جحور بحيث يكون بوليب تغذيتها فوق سطح القاع لجمع الغذاء ٢٤٢

شكل ١٦ - ٧ : يبني المرجان الحجري (hard corals) صدفة صلدةً حول أجسامها وبذلك تتكون الشعاب ٢٤٣

شكل ١٦ - ٨ : مروحة البحر (Sea Fan) من أجمل أشكال مستعمرات اللاسعات ... ٢٤٤

شكل ١٦ - ٩ : هـذا « الملاح مع الرياح » (Sailor by the wind) من جنس ڤليلا (Velella) يحتوي جسده على خلايا هوائية وقسم يشبه الشراع يتيح للرياح أن تدفعه فوق سطح الماء . وكثيراً مايدفعه الموج إلى الشاطئ ، وهناك يمكن العثور عليه ٢٤٦

الفصل السابع عشر

شكل ١٧ - ١ : القوقعة الأنبوبية من الرخويات التي تنمو وصدفتها ملتصقة بالصخور ٢٥١

شكل ١٧ - ٢ : الكيتونات (Chitons) يمكن التعرف عليها بسلسة الصفائح التي تتألف منها أصدافها ٢٥٨

شكل ١٧ - ٣ : هذا البطلينوس ذو الثقب الشبيه « بخرم المفتاح » له صدفة مفردة كما هو شأن غيره من البطلينوسات ، ولكن صدفته لاتغطي كل جسمه ويوجد بها ثقب في أعلاها . وهو أكبر أفراد البطلينوس ٢٦١

شكل ١٧ - ٤ : قوقعة حلزونية أنبوبية تمد قدمها لجلب الغذاء ٢٦٢

شكل ١٧ - ٥ : يكون بيض أرنب البحر كتلة قوية تشبه المكرونة الأسباجيتي الهلامية ٢٦٣

شكل ١٧ - ٦ : يقتات أذن البحر بأن يرفع الصدفة عن الصخر ويرعى بحثاً عن الطحالب النامية فوق الصخور المجاورة . ويتحرك أذن البحر أساساً في الليل ويقضي النهار في الشقوق وتحت الصخور ٢٦٤

شكل ١٧ - ٧ : بعض أفراد البطلينوس لديها القدرة على الحفر داخل الصخور الصلدة ، وعندما تنمو فإنها توسع الحفرة في الصخر إلى أن تختفي كلها داخلها ولا يظهر سوى جزء منها فقط . وفي هذه الصورة لاتظهر سوى أطراف الصدفة

فحسب في حين توارت معظم الصدفة ٢٦٨
شكل ١٧ - ٨ : الأخطبوط من الرخويات الفريدة غير العادية فليس له صدفة ، ويستطيع التحرك إما زحفاً - كما هو مبين في الصورة - أو سباحة بعملية نفث يدفع فيها الماء خلال أنبوب ممصه ٢٧١

الفصل الثامن عشر

شكل ١٨ - ١ : تعد عناكب البحر أو Pycnogonida من أغرب مجموعات المفصليات في البحر فهي لاترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمجموعات الأخرى في هذه الشعبة .. ٢٧٨
شكل ١٨ - ٢ : الجزء السفلي من أطوم بلوطي بعد انتزاعه من قوقعته ، ويوضح بنية القوقعة ، فهذا التكوين الشبيه بقرص العسل يوفر لها قوة شديدة حول التجويف الرئيسي الذي يعيش فيه الأطوم . . ٢٨٠
شكل ١٨ - ٣ : يبدو الأطوم البلوطي Acorn barnacle والأوز البحري gooseneck barnacle شاذين جداً عن المفصليات عند النظرة الأولى ، ولكن الفحص الدقيق يبين أنهما ينتميان للمفصليات بناء على ملامح جسميهما والتي يصعب رؤيتها بسبب القوقعة التي يكونها كل منهما حول نفسه .. ٢٨٣
شكل ١٨ - ٤ : تعتبر اللجيا من أكثر أنواع متساويات الأرجل شيوعا وانتشاراً، ويوضح هذا الرسم جسمها المفلطح الذي يعتبر من خصائصها المميزة ٢٨٥
شكل ١٨ - ٥ : هناك أنواع كثيرة من مزدوجات الأرجل تعيش على امتداد الشاطئ وفي نطاق المد والجزر ٢٨٦
شكل ١٨ - ٦ : تعد الأرجل الممفصلة من الخصائص الرئيسية للمفصليات ٢٨٨
شكل ١٨ - ٧ : يعد الكركند Lobster واحداً من أعلى المفصليات قيمة من الناحية الغذائية ، وهناك مصايد تجارية كبيرة لصيد الكركند

في جميع أنحاء العالم ٢٩١
شكل ١٨ - ٨ : مفصلي صغير يعيش في صدفة بلحة بحر قديمة ٢٩٢
شكل ١٨ - ٩ : يبحث السرطان الناسك عن أصداف القواقع الخاوية ليعيش فيها ، وعندما يكبر وتضيق عليه الصدفة فإنه يبحث عن صدفة أكبر وينتقل إليها ٢٩٧

الفصل التاسع عشر

شكل ١٩ - ١ : تعد الأقدام الأنبوبية من الخصائص التي تتميز بها الجلدشوكيات وتبدو في هذه الصورة على الجانب السفلي لنجمة البحر ٣٠٤
شكل ١٩ - ٢ : ثلاث نجمات بحر تبين مدى التنوع الذي قد يوجد حتى في بركة مد واحدة ، وقد أُلتقطت هذه النجمات الثلاث من بركة مد في باجا - كاليفورنيا ٣٠٥
شكل ١٩ - ٣ : هذه النجمة السلية توضح لنا كيف تتفرغ أرجلها إلى فروع كثيرة بحيث تشبه الشجيرة ٣١٠
شكل ١٩ - ٤ : زنابق البحر من المغتذيات بالترشيح . وترى في هذه الصورة جزءاً من أحد أذرعها يبين مدى مساحة السطح الذي تلتقط منه الهائمات والتي تمكنها من التقاطها كثرة النتوءات الجانبية ٣١٢
شكل ١٩ - ٥ : يوجد فم قنفذ البحر على جانبه السفلي ، ويحتوي على خمسة أسنان صغيرة . وقد شاعت تسمية أجزاء الفم « بمصباح أرسطو » ٣١٤
شكل ١٩ - ٦ : يتم التعرف على قنافذ البحر كمجموعة خاصة بجسمها المستدير الذي تبرز منه أشواك عديدة ٣١٥
شكل ١٩ - ٧ : خيار البحر بجلده الخشن وشكل جسمه القابل للتغيير ، وهو ينتشر في شتى أنحاء العالم بأشكال متنوعة ٣١٥

الفصل العشرون

شكل ٢٠ - ١ : نماذج من المحار الملزمي الحافر في الصخر ، فهو يحفر داخل الصخر ويقضي حياته كلها محبوساً في التجويف الذي حفره ثم ينمو داخله . وقد تم إخراج هذه المحارات بفلق الصخرة نصفين ٣١٩

شكل ٢٠ - ٢ : من الصعب للغاية التعرف على الديدان المفلطحة ، ويعتمد في تشريحها على الملامح الداخلية إلى حد كبير ٣٢٤

شكل ٢٠ - ٣ : بعض الديدان المفلطحة تسبح سباحة جيدة بتمويج حواف أجسامها كما تبدو في هذه الصورة (صورة التقطتها فكتوريا فون زدويك) ٣٢٤

شكل ٢٠ - ٤ : استمدت دودة الفول السوداني اسمها الشائع من شكلها الذي يبدو في هذه الصورة . وهذه الدودة منتصبة إلى حد ما . وعندما تتمدد ديدان الفول السوداني وتنتصب انتصاباً تاماً فإنها تبدو أكثر شبهاً بالفول السوداني ٣٢٧

شكل ٢٠ - ٥ : تعيش الديدان المغرفية في الوحل أو الرمل . وهي تبني جحوراً دائمة ، وكثيراً مايخلط الناس بينها وبين ديدان الفول السوداني ٣٢٧

شكل ٢٠ - ٦ : تتخذ الحزازيات أشكالاً عديدة تتراوح بين المستعمرات الدقيقة للغاية كتلك التي تظهر في هذه الصورة ، والمستعمرات الصلدة القوية داخل نطاق تصادم الموج ٣٣٠

شكل ٢٠ - ٧ : هذه النقاط الفاتحة اللون على نصل نبات القحلة (الكلْبْ) هي مستعمرات للحزازيات ، فهذه الكائنات الصغيرة ذات القشرة الصلدة تنمو فوق أي شيء تقريباً ٣٣٠

شكل ٢٠ - ٨ : هناك أنواع كثيرة من الديدان الحلقية توجد في جميع أنحاء المحيطات ، ومن السهولة بمكان رؤية التجزؤ الذي يعتبر من

خصائصها المميزة ٣٣٣

شكل ٢٠ - ٩ : مستعمرات الديدان الحلقية تشبه في الغالب خلايا النحل ، وهي تكون الأنبوب بلصق ذرات الرمل إلى بعضها البعض بالمخاط . وقد تشغل مساحة تبلغ مائة قدم مربع أو أكثر ٣٣٤

شكل ٢٠- ١٠ : دودة شجرة عيد الميلاد ، حلقية جميلة تستطيع أن تنكمش داخل أنبوبتها في جزء من الثانية ، وهي تتغذى بالانتشار على شكل مروحة واقتناص الهائمات ٣٣٦

شكل ٢٠- ١١ : الدودة الأطومية كائن طليق الحركة يعيش في نطاق المد والجزر وتحته ٣٣٧

الفصل الحادي والعشرون

شكل ٢١ - ١ : ثعبان السمك (موراى الأنقليس) ، من الأسماك الشائعة التي تستوطن المياه الضحلة ٣٤٣

شكل ٢١ - ٢ : توجد عيون القرش أبو مطرقة Hammerhead Shark على أطراف جبهة عريضة ممتدة من الرأس ٣٤٤

شكل ٢١ - ٣ : القرش لديه عدة صفوف من الأسنان وكلما تحطمت سن انتقل سن جديد ليحل محله ٣٤٦

شكل ٢١ - ٤ : يعتبر شكل سن القرش من الخصائص الدالة على نوعه . ويمكن تحديد نوع سمك القرش حتى لو تم العثور على سن واحدة من أسنانه ٣٤٦

شكل ٢١ - ٥ : صيد الأسماك أحد الاستعمالات المهمة للبحر ، وتُنفَق ملايين الدولارات على هواية صيد السمك التي تشكل جزءا كبيرا من اقتصاديات السياحة ٣٥٠

شكل ٢١ - ٦ : تعد السمكة النافخة Puffer Fish من الأنواع المثيرة للاهتمام ، فهي تملأ نفسها بالماء وتمد شوكات حادة تجعل من المستحيل ابتلاعها من قبل سمكة كبيرة . والاسم الشائع لها

هو قنفذ البحر Porcupine Fish ٣٥١
شكل ٢١ - ٧ : تبقى سمكة القحلة Kelp Fish (الكلْبْ) بالقرب من أعشاب القحلة (الكلْبْ) الضخمة للاحتماء بها ويصبح من الصعب رؤيتها نظراً لأن هيئة جسمها ولونها يشبهان كثيراً أعشاب القحلة ٣٥٢
شكل ٢١ - ٨ : سمكة قاروس royal gramma صغيرة تتعلق مقلوبة رأساً على عقب تحت صخرة . وكثير من الأسماك الصغيرة التي تعيش في الشعاب توجه نفسها نحو أقرب جزء من الشعب بدلاً من الشد بجاذبية الأرض ٣٥٥
شكل ٢١ - ٩ : غواص يطعم بعض صغار أسماك الشعاب قطعة من الخبز، ويتغلب السمك على خوفه من الإنسان عندما يرى الطعام ٣٥٥
شكل ٢١-١٠ : وضعت أنثى الجرنيون هذا البيض تحت الرمل في مد قافز وتركته لكي يفقس ، وقد حمله الطلاب بعد انحسار المد وأحضروه إلى المختبر ٣٥٦
شكل ٢١- ١١ : العلاقة بين سلوك سمك الجرنيون والشمس والقمر والمد والجزر على الأرض ٣٥٧
شكل ٢١- ١٢ : الاسقلبين Sculpin من الأسماك العظمية النموذجية وتعيش في برك المد . وتوضح لنا هذه الصورة لماذا يتعذر رؤية الأسقلبين في بركة المد أو أثناء الغوص ، فهذه الأسماك تمتزج مع البيئة المحيطة بها امتزاجاً تاماً يجعل المشاهد لايشعر بوجودها مالم تتحرك . وكثير من هذه الأسماك حجمه صغير جداً ولا تلحظه العين مطلقاً ٣٥٨

الفصل الثاني والعشرون

شكل ٢٢ - ١ : السلحفاة الخضراء لها قيمتها كمورد للغذاء ، ولكنها أصبحت الآن من الأنواع المحمية في معظم المناطق ، وتوجد

مزارع تجارية لتربية السلاحف منها المزرعة الموجودة في جزيرة جراند كايمان . تربى فيها السلاحف مثلما يربي المزارعون الثيران الصغيرة . وتباع السلاحف للمطاعم ٣٦٣

شكل ٢٢ - ٢ : الكركر Skua من الطيور اللاحمة الكبيرة التي توجد في منطقة القطب الجنوبي والأطلنطي الشمالي . وتوجد عدة أنواع من هذا الطائر ٣٦٤

شكل ٢٢ - ٣ : المؤلف في زيارة لمجموعة من طيور البطريق المسمى أدلاي Adelie ٣٦٥

شكل ٢٢ - ٤ : البجع Pelicans من أكبر طيور الشاطيء وهو يضع بيضه في الأماكن المنعزلة على الشاطيء وفي الجزر الساحلية . وهو شديد العناية بأعشاشه ، ويستطيع البجع أن يفرد جناحه مسافة تصل إلى تسعة أقدام ٣٦٦

شكل ٢٢ - ٥ : طيور النورس (زمج الماء) أوسع طيور الشاطيء انتشاراً تبني أعشاشها في الجزر الساحلية أو أية منطقة منعزلة ٣٦٩

شكل ٢٢ - ٦ : الغاق Cormorant من الطيور الكبيرة الحجم التي تشاهد في كثير من المناطق الساحلية عادة ٣٧٠

شكل ٢٢ - ٧ : دولفين قاروري الأنف bottlenosed dolphin وهو من الثديات البحرية ، وهذا الدولفين معروف لعامة الناس منذ عهد أساطير الأغريق حتى برامج التلفزيون التي نشاهدها في عصرنا الحاضر ٣٧١

شكل ٢٢ - ٨ : عجل البحر ذو الفراء Fur Seal وهو حيوان ثديي بحري من رتبة زعنفيات الأقدام Pinnipedia ويتغذى على الأسماك فقط ٣٧٤

شكل ٢٢ - ٩ : هذه الجمجمة لحوت زعنفي معروضة في متحف تمثل نموذجاً للمعروضات البديعة التي يتاح للجمهور مشاهدتها

في كثير من المدن ٣٧٥
شكل ٢٢- ١٠ : يبين أسد البحر Sea Lion في هذه الصورة الشكل الانسيابي الذي تتميز به الثدييات الغواصة ، أما تيار الفقاقيع الذي يتدفق فوق ظهره فقد زفره الحيوان لكي يتمكن من الهبوط بسهولة أكبر ٣٧٦
شكل ٢٢- ١١ : كثيراً ما تبحر سفن الأبحاث في بحار مضطربة . ويجب تثبيت جميع الأجهزة والمعدات الموجودة على ظهر السفينة . وكذلك تثبيت جميع المختبرات على ظهر السفينة بطريقة تسمح بإجراء البحوث حتى ولو كانت السفينة تتمايل بشدة من جانب لآخر ٣٧٩