فهم الإعلام

مركز النشر

Dr. M.K. Khalaf

علم الأحياء البحرية

(الطبعة الثانية)

تأليف

جون ريزك جونيَر

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 ١٥٤٠ - جدة ٢١٤٤١

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

ردمك : ٥-٢٠١-٠٦-٩٩٦٠

مطابع جامعة الملك عبدالعزيز

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 مقررات 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 للمبادىء 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 للقاريء 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
- القَرام (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
- طائفةخيار 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

- طائفـــة الزواحف ٣٦٠

- طائفـــة الطيـــور ٣٦٥

- طائفـة الثـديـيـات 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 ٤
شكل ١ - ٩ : تأثير ضغط الصيد بالمصائد التجارية على تجمعات سمكية معينة ٦
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 شيوعا بعد 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 التكيّف 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

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

صل السادس

كل 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 .....

الفصل السابع

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

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

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 .....

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

شكل ٧ - ٥ : نمو الهائمات .....

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

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

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 الكلَبْ (عشب البحر البني) من الصعب العثور عليها في البداية ولكن من السهل تمييزها لأن اللون الذي تتخذه للتمويه 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 أولڤا (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

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

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

...ل السادس عشر

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

...كل ١٦ - ٢ : شكل الجسم حسب طائفة اللاسعات ٢٣٧

...كل 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 بناءً 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 شيوعاً 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 ٩١
شكل ١٨ - ٨ : مفصلي صغير يعيش في صدفة بلحة بحر قديمة ٩٢
شكل ١٨ - ٩ : يبحث السرطان الناسك عن أصداف القواقع الخاوية ليعيش فيها ، وعندما يكبر وتضيق عليه الصدفة فإنه يبحث عن صدفة أكبر وينتقل إليها ٩٧

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

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 .....

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 .....

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 .....

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

الفصل الحادي والعشرون

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

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

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

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 .....

شكل ٢١ - ٥ : صيد الأسماك أحد الاستعمالات المهمة للبحر ، وتُنفَق ملايين الدولارات على هواية صيد السمك التي تشكل جزءاً كبيراً من اقتصاديات السياحة .....

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

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

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 .....

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

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

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 .....

شكل ٢٢ - ٥ : طيور النورس (زمج الماء) أوسع طيور الشاطيء انتشاراً تبني أعشاشها في الجزر الساحلية أو أية منطقة منعزلة ٩

شكل ٢٢ - ٦ : الغاق Cormorant من الطيور الكبيرة الحجم التي تشاهد في كثير من المناطق الساحلية عادة ٢٠

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 .....

شكل ٢٢ - ٨ : عجل البحر ذو الفراء Fur Seal وهو حيوان ثديي بحري من رتبة زعنفيات الأقدام Pinnipedia ويتغذى على الأسماك فقط ٣٧١

شكل ٢٢ - ٩ : هذه الجمجمة لحوت زعنفي معروضة في متحف تمثل نموذجاً للمعروضات البديعة التي يتاح للجمهور مشاهدتها ٣٧٤

في كثير من المدن ٣٧٥

ل 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

ل 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

قائمة الجداول

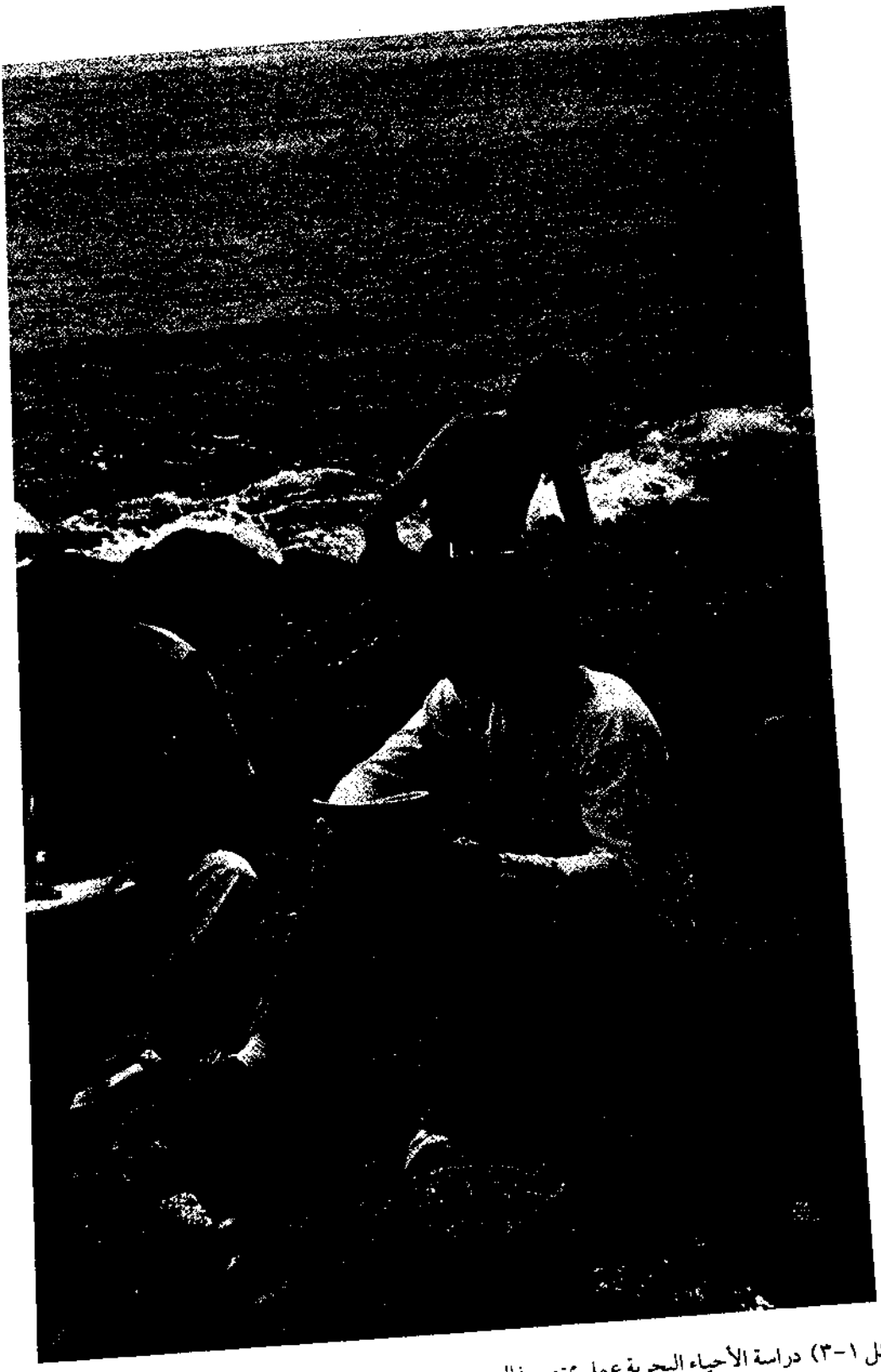
جدول ٣ - ١ : الملح المذاب في ماء البحر بترتيب الأغزر فالأغزر .
جدول ٣ - ٢ : غطاء قاع المحيط .
جدول ١١ - ١ : الكائنات الحية الشائعة في البيئة البحرية لأمريكا الشمالية
جدول ١١ - ٢ : بعض الأحياء الشائعة موزعة حسب نطاقات المد ، ومناط
أمريكا الشمالية .
جدول ١٢ - ١ : المجموعات الرئيسية للملكتين الحيوانية والنباتية .
جدول ١٢ - ٢ : أعداد الأنواع الموجودة في كل شعبة من المملكة الحيوانية

(شكل ١-٢) يشكل الإسفنج جزءاً رئيسياً من المجتمع الذي يتغذى بالترشيح في مناطق الشعب المرجانية .

الباب الأول

مفاهيم أساسية
Basic Understandings

- الحضارة والبحر
- التعاقب وبعض المفاهيم الأساسية الأخرى
- الاعتبارات الفيزيائية والكيميائية
- الطاقة كوقود للحياة



(شكل ١-٣) دراسة الأحياء البحرية عمل ممتع ، فالتجمع عند برك مياه المد والجزر ، ودراسة التاريخ الطبيعي لـ
التي تعيش فيها طريقة طيبة لقضاء عطلة نهاية الأسبوع .

ل الأول

الحضارة والبحر

Civilization and the Sea

المصطلحات

لأقصى للمحصول المستديم : **Maximum Sustainable Harvest**
أكبر كمية من الأسماك أو اللافقاريات ، مثل جراد البحر Lobster ، يمكن صيدها كل سنة والتي تستطيع أن تجدد نفسها عن طريق تكاثر الأنواع الطبيعي .

ـــــــدة : عادة ما تكون كتلة كروية صغيرة تتكون من تجمع من المعادن يحتوي غالباً على المنجنيز . **Nodule**

ـــايات عضـــوية : مـركبات كـربونيـة تتبقى بعـد أن تتـم معالجة مياه المجاري للتخلص منها . **Organic Waste**

لص البـــــروتين : نقص غذائي شائع بين شعوب العالم الفقيرة يسبب اختلالا في وظائف الجسم وتشوهًا ، ويؤدي إلى الموت في نهاية الأمر . **Protein deficiency**

محطـــات المعـالجة : محطات يتم فيها تحويل مياه المجاري إلى مواد عضوية غير ضارة وإعادة استخدامها كأسمدة وغيرها . **Treatment plants**

قـــــاعـــــي : كائنـــات تعيـش فـــوق قـــاع كتلـــة مـــائيـة . **Benthic**

منذ أن نشأ الإنسان على ظهر الأرض مازال للبحر أثر عظيم على الش
تعيش على شواطئه . وقد استخدم أول الأمر كمصدر للغذاء ثم ثانياً للنقل
الاستعمالان قديمان ومستمران . فما الذي تغير في العصور الحديثة
الاستعمالات الإضافية الجديدة للبحر والتي توصل إليها بنو البشر ؟

الترويح Recreation

لقد أصبح البحر ، باعتباره مصدراً للترويح ، عاملاً اجتماعيًا مهمًا في توفير
النفسية لكثير من سكان المدن الذين يتطلعون لقضاء عطلة نهاية الأسبوع على ال
وعلاوة على ذلك ، فإنه أصبح أيضا عاملاً اقتصاديا له وزنه ، فقد ارتفعت
العقارات في المدن الساحلية بمعدل أسرع وأعلى مما حصل في المناطق الأخرى
معناه المزيد من الربح لملاك العقارات ، والمزيد من مدفوعات الضرائب للحكو
ومعناه أيضا أنه مع تزايد عدد السكان ، فإن مساحة الشاطيء المتاح للاستعمال
للجمهور قد قلت .

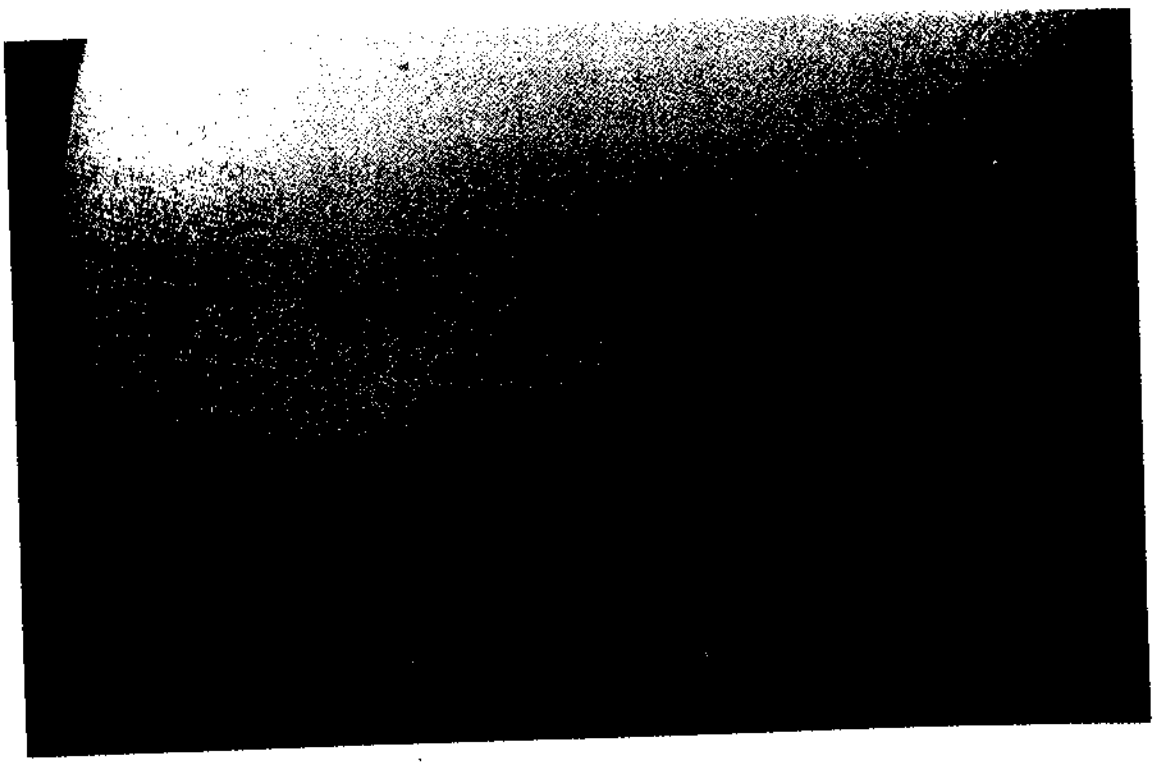
ومنذ وقت غير بعيد كان الناس يشكون من أن الدولة أصبحت تشتري م
الشواطيء . وها نحن نجد الآن أن المكان الذي اشترته الدولة من قبل ، أصبح ا
الوحيد الذي يتاح فيه لكثير من الناس الاستمتاع بالشاطيء ، وذلك لأن المناطق الخ
على الشواطيء تغلق الآن أمام الجمهور بعد أن تزايد عدد أفراده زيادة لا قبل لأص
هذه المناطق الخاصة بتحملها . وقد ازدحمت الشواطيء العامة وامتلأت .
سعتها . . . ونحن نستخدم البحر الآن في الإبحار ، أو في الصيد ، أو السباحة .
التصوير ، أو حتى لمجرد الاستلقاء تحت الشمس بينما تندفع الأمواج نحو الشاطيء
انقطاع . ويبدو أن هناك نوعا من الاستشفاء في مشاهدة الأمواج وهي تتكسر ء
الشاطيء ، لكي تنحسر وتعود أدراجها - ثم تندفع إلى الأمام من جديد - وكما
الحال عند النظر إلى نار المخيم فإن متابعة حركة الأمواج تتيح للإنسان أن يقارن نفس
بالقوى التي أودعها الله في الطبيعة ، والتي يبدو ضئيلا للغاية بالنسبة لها ، وبذلك
يعرف قدر نفسه . فالترويح من الاستعمالات الكبرى للبحر عند ملايين البشر في كل
أنحاء العالم ، كما أنه عامل اقتصادى رئيس بالنسبة لكثير من الحكومات المركزية منه
أو المحلية على حد سواء .

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

طرح النفايات A place to dump

مع تزايد عدد السكان امتلأت المراحيض الخارجية (البيارات) وفاضت بالمياه والقاذورات ، وتعذر نقلها إلى مكان آخر نظراً لوجودها على مقربة من المساكن المجاورة . وبذلك واجه الناس مشكلة . وأمكن حل هذه المشكلة بإنشاء المجاري ، ثم نقل النفايات بعيداً عن الأماكن التي يعيش فيها الناس . وقد ثار الجدل والخلاف بالطبع حول المكان الذي يجب أن تفرغ فيه النفايات ، إذا لم يوجد على مقربة محيط أو نهر واسع ، حيث يتم طرحها فيه ، فالمحيط متسع على كل حال ولاقبل لأحد بأن يصل بصره إلى شاطئه الآخر ، أو أن يبلغ قاعه . ولاريب في أنه لن يضير المحيط أن يُلقى فيه قدر قليل من مياه المجاري وأقذارها بدون معالجة كيميائية . وسرعان ما ازدادت أعداد البشر وزادت بالتالي مخلفاتهم . واكتشف البعض في نهاية الأمر أن مياه المجاري غير المعالجة تحمل الأمراض . ورغم أنه تم إنشاء محطات معالجة مياه المجاري للحيلولة دون انتشار الأمراض فإن عدد السكان آخذ في الازدياد ، وحتى مياه المجاري المعالجة والخالية من الأمراض إذا عولجت المعالجة الصحيحة – أصبحت الآن غزيرة جدا إلى حد

[illegible]ات العضوية تترسب فوق قاع المحيط وكأنها غطاء ضخم يلتهم **[illegible]ين**، لأن المخلفات العضوية عندما تتحلل فإنها تستهلك الأكسجين وتخنق **[illegible]ياء** القاعية في المنطقة التي توجد فيها . وها نحن بعد سنوات طوال من طرح النفايات **في المحيط** نجد أن المحيط قد أخذ يُلقي إلينا ثانية بعضا من النفايات التي أفرغت فيه من قبل . ومن ذلك ، أن النفايات التي طرحت في المحيط على مدى سنوات خارج نيويورك بدأت تتحرك صوب الشاطيء على هيئة كتلة كبيرة من المواد العضوية المتعفنة . وتم اغلاق كثير من الشواطيء رغم ما لها من أهمية بالغة لصحتنا النفسية ، ليس في نيويورك فقط ، وإنما في كاليفورنيا وبعض الولايات الأخرى أيضا . إن هذه الطريقة للتخلص من نفاياتنا في حاجة إلى تغيير جذري إذا أريد للاستعمالات الترويحية للبحر أن تستمر .



(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 .

وجنبا إلى جنب مع تزايد عدد البشر ، ظهرت تقنيات جديدة ، وتمثلت هذه التقنيات الجديدة في إقامة المزيد من المصانع ، ومعنى المصانع الجديدة مزيداً من النفايات الصناعية . وبصفة عامة ، فإن نفايات الصناعة - وهي نفايات كيماوية بطبيعتها - تختلف عن النفايات البشرية ، ففي مقدورها تدمير كل مظاهر الحياة في المنطقة التي تطرح فيها . ونظراً لأن هذه النفايات تلوث الأنهار والخلجان ، فقد اضطر الناس للكف عن الاستجمام فيها إضافة إلى قتل معظم الكائنات الحية التي تعيش فيها ، فنحن عندما نتحدث عن التلوث الكيميائي ، فإن حديثنا لايعني التلوث فحسب ، وإنما يعني أيضا التدمير . وإذا كان المجتمع يلوث البحار فانه ليس بمجتمع صالح ، وإذا كان يقضي على الأحياء في البحار ، فإنه سوف يفسد الحياة التي نعرفها الآن على ظهر كوكبنا . وقد بدأ ادراك هذه الحقيقة في الأعوام الأخيرة، وشرعت الحكومات في اتخاذ اجراءات تحول دون وقوع هذه الكارثة المحتملة . وهذه الاجراءات الحكومية تبدو بطيئة للغاية في نظر من لديهم إلمام بالمشكلات ، رغم أنها في واقع الأمر خطوات سريعة جداً بالنسبة للحكومات ، لأن أكبر ماتهتم به الهيئات المختصة بسن القوانين هو ألا تحدث تغييرات جذرية بسرعة فائقة تؤدي إلى الانهيار الاقتصادي للصناعات الرئيسية . فبسبب هذا الاعتبار الاقتصادي ، نجد أن بعض المواد الملوثة مثل مادة الـ د . د . ت . قد حُظِرَ استعمالها قانوناً، ولكن مع إعطاء من يستخدمون هذه المادة مهلة لمدة سنة ، أو سنتين ، أو ثلاث سنوات لإنتاج مادة بديلة قبل إلزامهم بالتوقف عن استعمالها نهائيا . ومن السهل تقديم حجج منطقية لتبرير كل من الاتجاهين . فالحكومات عليها واجبات ثلاثة : أولها أن تحمي شعوبها من الجوع ، والثانية أن تتيح لهم فرصة الاستمرار في الإنتاج (العمل) ، والثالثة أن تقيهم شر الكوارث (البيئية أوالسياسية كالحرب مثلا) . ومما يثير سخط أنصار حماية البيئية الذين يمكنهم تصور القضية برمتها ، أن الحكومات بصفة عامة تولي اهتمامها الأكبر في بعض الأحيان لجانب واحد من المسألة في نطاق الغذاء والإنتاجية . وعلى كل حال، فإن النجاح في هذين المجالين هو الذي يجعل الحكومات تستمر في السلطة على مر عصور التاريخ ، أما موضوع المحافظة على بيئة يمكن أن تستمر حياتنا فيها فيمثل مفهوما جديدا لم يسبق

لنا أن واجهناه مطلقاً قبل الآن .

النفايات المشعة Radioactive waste

من أكثر مشكلات المجتمع إلحاحاً منذ أواخر الثمانينيات مسألة التخلص من النفايات المشعة . وقد حصرت الولايات المتحدة ثلاثة مواقع فقط لطرح النفايات فيها اعتبارا من عام ١٩٨٧ م . وأحد هذه المواقع هو منطقة ديف سميث كونتي Deaf Smith County في ولاية تكساس Texas ، والثاني في جبل يوكا Yucca Mountain في ولاية نيفادا Nevada ، وثالث هذه المواقع قرب ريتشلاند Richland في واشنطن . ويجري البحث حاليا للعثور على موقع آخر في أعماق المحيط . ومن المعروف أن سطح الأرض يتكون من ألواح كبيرة تتحرك أو تنتقل من مكانها ، ويبلغ معدل التحرك حوالي بوصة في السنة . فإذا استطعنا التوصل إلى مركز أحد هذه الألواح الكبرى فسوف يحدث فيها تحرك ضيئل جدا بحيث لايمكن معه أن يحطم الوعاء الذي تحفظ فيه النفايات المشعة . كما أننا نعرف أيضا أن التيارات تتحرك حركة دائرية في حوض المحيط الكبير ، وفي مركز هذه الحركة الدائرية تقل جدا حركة المياه بحيث لايمكنها أن تنقل ما قد يتسرب من المواد المشعة . وثبت أيضا أن رواسب الصلصال الأحمر Red Clay Sediments التي توجد في أعماق المحيطات تشكل حاجزاً قويًا لأية مواد إشعاعية متسربة . ويتركز البحث حاليًا للعثور على منطقة في أعماق المحيط تقع وسط أحد الألواح الجيولوجية الكبيرة الذي يوجد في مركز تيار محيطي دائري كبير وتغطيه طبقة سميكة (يصل سمكها إلى عدة مئات من الأقدام) من الصلصال الأحمر . وقد تم تحديد عدد من هذه الأماكن ، وإذا ظلت الأبحاث كلها تحقق نتائج إيجابية ، فمن المرجح أن نتمكن من دفن نفاياتنا الذرية في هذه المناطق مع نهاية القرن الحالي ، والأجيال القادمة فقط هي التي ستعرف ما إذا كان هذا القرار صائبا أم لا .

النقل Transportation

منذ أن استطاع الإنسان أن يتعلق بجذع شجرة ، أصبح البحر وسيلة للنقل . وتنقل صناعة الشحن في الوقت الحالي ملايين الأطنان من البضائع في شتى بقاع العالم ،

على الرغم من أنه قد انقضى عهد انتقال الأفراد وسفرهم بطريق البحر . أما الآن وقد استبدل السفر الجوي بالسفر البحري كليا ، وأصبحت الرحلة التي كانت تستغرق أسابيع في البحر تتم خلال ساعات بالسفر جوا ، فإن الرحلات البحرية التي تتم في الوقت الراهن ، هي التي تقوم بها سفن السياحة البحرية ، وهي في الواقع أقرب إلى النزهة منها إلى السفر .

(شكل ١ - ٦) تحتاج القوارب لصيانة مستمرة نتيجة لتأثير التآكل الذي تحدثه المياه الملحة . وتمثل هذه الصيانة جانبا كبيرا من نفقات عمليات الصيد التجاري ، وتزيد من ارتفاع أسعار الأطعمة .

أما نقل البضائع فهو صناعة ضخمة . ومن ذلك ، أن أكثر من نصف السلع الواردة إلى الولايات المتحدة تدخل عبر موانيها البحرية . ولا تزيد تكلفة النقل البحري عن جزء يسير من السنت لكل طن/ ميل ، وكلما زادت حمولة السفينة كلما قلت التكلفة لكل طن . ويجري حاليًا بناء سفن جديدة أكبر حجما لتيسير نقل المزيد من السلع بتكلفة أقل . ولم تظهر في الأفق بعد بوادر تقنية جديدة يمكن أن تغير من هذا الوضع في المستقبل القريب . ويجري تعميق الموانئ لتتسع لرسو ناقلات البترول العملاقة

(شكل ١ - ٧) أساطيل الصيد التجاري لها أهميتها في انتاجنا من الغذاء .

وسفن الشحن الجديدة . وإذا لم يوجد ميناء متسع بدرجة كافية يجري مد خطوط أنابيب داخل البحر لتتمكن ناقلات البترول الضخمة من التحميل والتفريغ دون أن تضطر إلى دخول المياه الضحلة . ولو توقفت جميع أعمال الملاحة في العالم كله ، لهلك كثير من الناس جوعا ، ولتوقفت حركة آخرين ، وتعطل ملايين الناس عن العمل .

الصيد التجاري Commercial Fishing

تعتبر الغالبية العظمى من الناس أن أهم الفوائد التي تُجنى من البحر هي الغذاء الذي يُستخرج منه . وينتج البحر مايقرب من ١٢٪ من البروتين الحيواني الذي يستهلكه سكان العالم ، بل إن الدول الصغيرة التي تحيط بها البحار مثل اليابان Japan وأيسلندا Iceland وجزر المحيط الهادي Pacific Islands تحصل على نسبة أكبر بكثير من البروتينات البحرية . أما الدول التي تتسع مساحتها من اليابسة ويقل خط ساحلها لكل

ميل مربع من مساحتها الكلية ، فإنها تستهلك نسبة أقل من بروتين الكائنات البحرية ، ومثال ذلك أن الولايات المتحدة تستهلك من طعام البحر مايعادل حوالي ٥ ٪ من مجموع مايتناوله سكانها من بروتين حيواني .

كان مقدار الصيد السنوي في أواخر الأربعينيات حوالي ٢٠ مليون طنًا من الأسماك واللافقاريات ، وقد وصل في السبعينيات إلى أكثر من ثلاثة أضعاف هذا المقدار . أما في الوقت الحالي فيتم الصيد في معظم مناطق العالم حتى في البحار الباردة المضطربة في القارة القطبية الجنوبية . وتتمثل المشكلة التي نواجهها الآن في اختيار الأحياء البحرية التي يتم الصيد من بينها ، فعلى الرغم من أن طاقة البحر على توفير الغذاء لم يستنفد منها شيء حتى الآن ، فإن تركيز الصيد على عدد قليل من الأحياء البحرية قد قضى على هذه الأنواع ومنها أُذن البحر Abalone الذي كان يوجد بكثرة على الساحل الغربي للولايات المتحدة ، فقد استنفد هذا النوع إلى حد يجعل ما تبقى منه لايكفي لقيام مصيد للسمك بأي حال من الأحوال . وتكمن المشكلة في اختيار أنواع تصلح للاستهلاك الآدمي لأن الناس يفضلون أنواعا معينة لطعامهم ، فهم يحبون جراد البحر Lobster والسرطان Crab والتونة Tuna ، والقُدّ (غادس) Cod وأنواع أخرى قليلة من الأسماك . وعند مانركز جهدنا على نوع بعينه من الأسماك فإننا سرعان مانقلل من عدد أفراد هذا النوع إلى الحد الذي يجعل الاستمرار في صيده عملية غير مربحة اقتصاديا . ومثال ذلك أذن البحر Abalone الذي كان الرطل منه يباع بخمسين سنتا منذ خمسة عشر عاما ، وأصبح سعره الآن خمسين دولارًا للرطل . وعندما تصبح كمية الصيد ضئيلة جدا بحيث يرتفع سعره ارتفاعا يجعل الجمهور يعزف عن شرائه ، فإن المشتغلين بالصيد إما أن يهجروا الصيد أو يبحثوا عن أنواع أخرى يمكن أن يصطادوا منها كميات كبيرة يمكنهم بيعها بسعر معقول . وهذه القاعدة الاقتصادية التي يسير على هديها المشتغلون بالصيد التجاري من أجل بقاء صناعتهم واستمرارها ، هي التي تحول دون القضاء قضاء تاما على نوع معين من الأسماك .

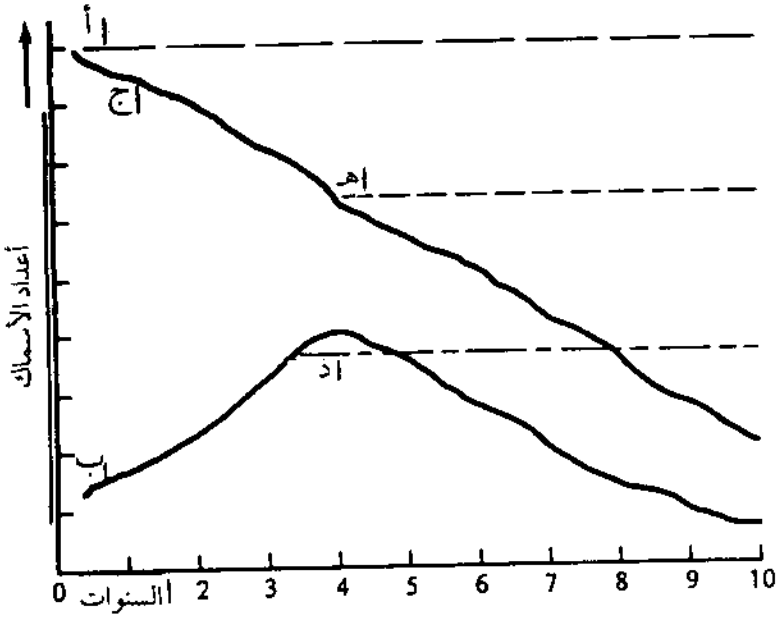
(شكل ١ – ٨) تتولى المدارس تدريب الغواصين على العمل تحت الماء . وهذا التدريب على جمع المعلومات يتيح لعالم الأحياء البحرية المشاهدة والدراسة المباشرة .

وقد اتجهت التقنية العلمية الحديثة إلى انشاء أساطيل للصيد . ويتصدر كل من الاتحاد السوفيتي واليابان دول العالم في هذا المجال ، فلدى هاتين الدولتين أساطيل كاملة تستطيع أن تقضي فترات طويلة في البحر اعتمادا على ما تتمتع به من اكتفاء ذاتي ، ، فهي تصطاد السمك وتعلّبه قبل أن تعود إلى الشاطيء . غير أن الخطر الذي تنطوي عليه هذه الأساطيل يتمثل في أنها تصل إلى منطقة ما وتفرط في صيد مابها من أسماك بحيث تقضى عليها تماماً قبل أن تنتقل إلى غيرها . وقد يترتب على ذلك عواقب سياسية إذا كانت المنطقة التي يجري استنزاف ما بها من صيد تقع أمام شاطيء

دولة أجنبية . وقد أخذت كثير من الدول تمد حدودها مائتي ميل داخل البحر لحماية الأسماك التي تعيش في مياهها الإقليمية .

وقد ثبت لصناعة الصيد التجاري - بمعونة العلماء - أن عمليات الصيد يجب أن تتم بطريقة علمية إذا ما أريد لها أن تستمر . فإذا لم يحدث صيد جائر للأسماك في منطقة ما فإن عدد الأسماك سيصل فيها إلى مستوى من الوفرة يمكن التنبؤبه ، وسوف يستمر على هذا المستوى دون أن تطرأ عليه تقلبات إلا ما قد يقع من تقلبات نتيجة للعوامل البيئية الطبيعية مثل مدى توافر الغذاء ودرجة الحرارة المناسبة وما شابه ذلك . وإذا تم إعداد مصيد لصيد هذه الأسماك ، فإنه يمكن الحفاظ على مجموعها العام إذا كان محصول الصيد صغيراً . وخيرمثال لذلك سمك الأسقمري Mackerel في بحر الشمال North Sea فإذا وسعنا نطاق المصيد وأخذنا كمية أكثر من هذا السمك كل سنة ، فيجب الحرص على ألا يقل العدد المتبقي منه عن المستوى المثالي الذي يستطيع عنده استبدال جميع الأسماك التي نصطادها منه كل سنة . فإذا اصطدنا عند هذا المستوى الذي نطلق عليه الحد الأقصى للمحصول المستديم Maximum Sustainable Yield ، فإن بمقدورنا أن نحافظ على أكبر محصول سنوي يمكن على مدار السنين . أما إذا استخرجنا منه كمية أكبر مما ينبغي فإن عدد الأسماك سيقل سنة بعد أخرى إلى المستوى الذي لانجد لدينا مانصطاده منها يومًا ما . ومن أمثلة الحيوانات التي تعرضت لإفراط شديد في صيدها الحوت الأزرق Blue Whale في القطب الجنوبي ، والهلبوت Halibut الذي يعيش في الأطلنطي الشمالي . إن صيد المقدار المناسب من أجل المحافظة على المحصول السنوي الأقصى ما هو إلا علم وفن أيضا ، وهناك أبحاث تجري باستمرار لمساعدتنا على فهم تجمعات الأسماك فهما أفضل ، وكيف يمكن استغلالها إلى أقصى حد يمكن دون استنفادها .

وهناك مشكلة أخرى تتمثل في أن الغذاء البحري باهظ التكلفة وبذلك لا يستفيد منه الفقراء ، إذ لايقدر على شرائه سوى الأغنياء من الناس . ونظراً لارتفاع تكلفة الغذاء البحري ، فلا يبدو أنه هو الحل لمشكلة نقص البروتين التي يعاني منها العالم ، ومالم يتيسر لنا خفض هذه التكاليف تخفيضا كبيرا فلن يكون هذا الغذاء في متناول الفقراء .



(شكل ١ - ٩) تأثير ضغط الصيد بالمصائد التجارية على تجمعات سمكية معينة .

أ) : يمثل المجموع العادي لنوع معين من الأسماك لا يتعرض لضغط الصيد . يبقى هذا العدد ثابتا نسبيا بسبب عوامل طبيعية محددة .

ب) : كميات الأسماك المستخرجة بالصيد .

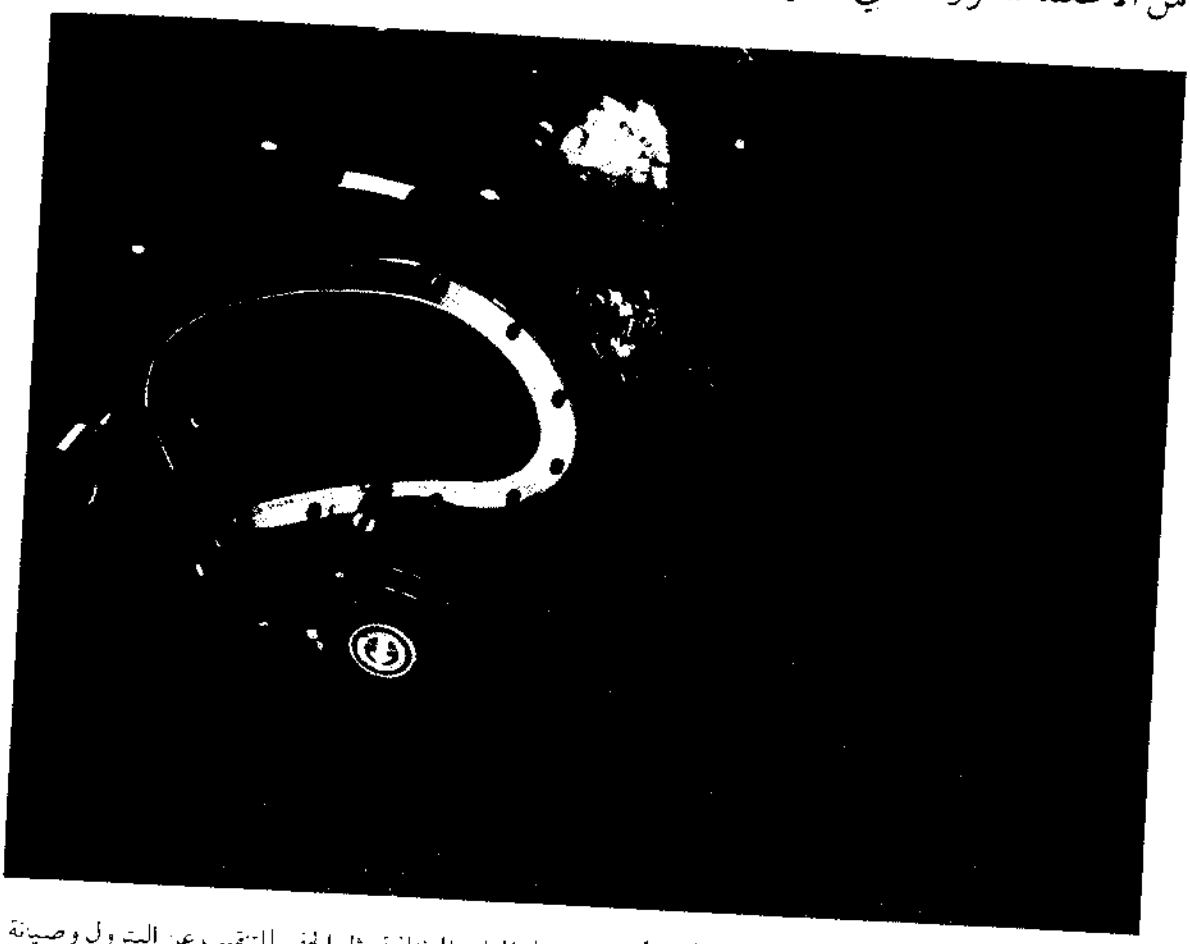
ج) : المجتمع السمكي وتناقصه بتأثير ضغوط المصيد .

د) : يمثل الحد الأعلى للناتج المستديم الذي يمكن استمراره سنة بعد أخرى .

هـ) : يمثل مجموع الأسماك إذا حافظنا على الحد الأقصى للمحصول المستديم وسيظل مجموع الأسماك ثابتا . وتتمثل المشكلة في معرفة متى يتم الوصول إلى الحد الأقصى للمحصول المستديم وعدم الإفراط في صيد نوع من الأسماك بعينه .

وأحد الحلول الممكنة لهذه المسألة أن نصطاد الأنواع التي يكثر انتشارها والتي لاتؤكل عادة مثل أسماك القرش ، فمعظم أسماك القرش ، تصلح للأكل ويسهل صيدها ، وما علينا إلا أن نزيل تلك الصدمة النفسية التي تمنع الناس من أكله . وكانت قلة من المطاعم تقدم أسماك القرش لروادها في عام ١٩٥٧ م ، وبحلول عام ١٩٨٨ م

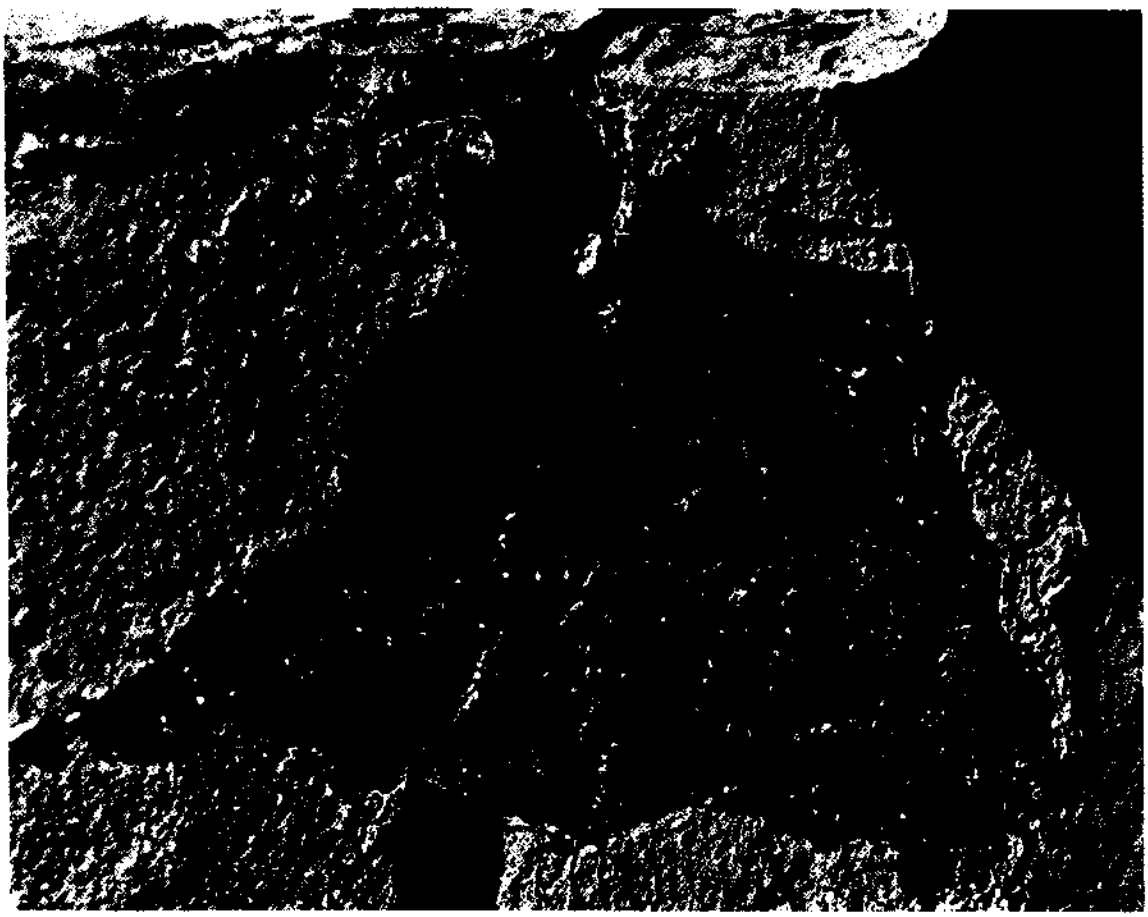
أصبحت معظم المطاعم تقدم هذا الصنف . وهناك أطعمة بحرية أخرى كثيرة يمكن الاستفادة منها في هذا المجال . ولعل الناس عندما يشتد بهم الجوع ينسون هذه العقبات النفسية ، فقد كان سمك القرش يباع في معظم الأسواق أثناء الحرب العالمية الثانية وإن لم يكن يسمى صراحة بسمك القرش ، وإنما كانت تطلق عليه أسماء عديدة منها سمك المحيط الأزرق Ocean blue Fish ، أو السمك الرمادي / كلب البحر Gray Fish وغير ذلك من الأسماء التي أطلقت عليه في السوق . وكان طعاما طيبا أقبل الناس على شرائه بالأطنان ، وعندما تم تعديل القانون بعد الحرب واضطرت المحلات التجارية إلى تسمية القرش باسمه لم يُقبل أحد على شرائه . ومن حسن حظ معظم الأمريكيين أن في مقدورهم أن يأكلوا ما يختارون بإرادتهم وليس مايفرضه عليهم الجوع . ولعلنا نظل محظوظين هكذا دائما بحيث يكون في مقدورنا أن ننتقي ولانأكل إلا الأجزاء الممتازة من الأطعمة المعروضة في السوق .



(شكل ١ - ١٠) يلعب الغواص المحترف دوراً هاماً في استغلال الموارد المختلفة مثل الحفر للتنقيب عن البترول وصيانة الانشاءات تحت الماء

استخراج المعادن من البحر Mining the Sea

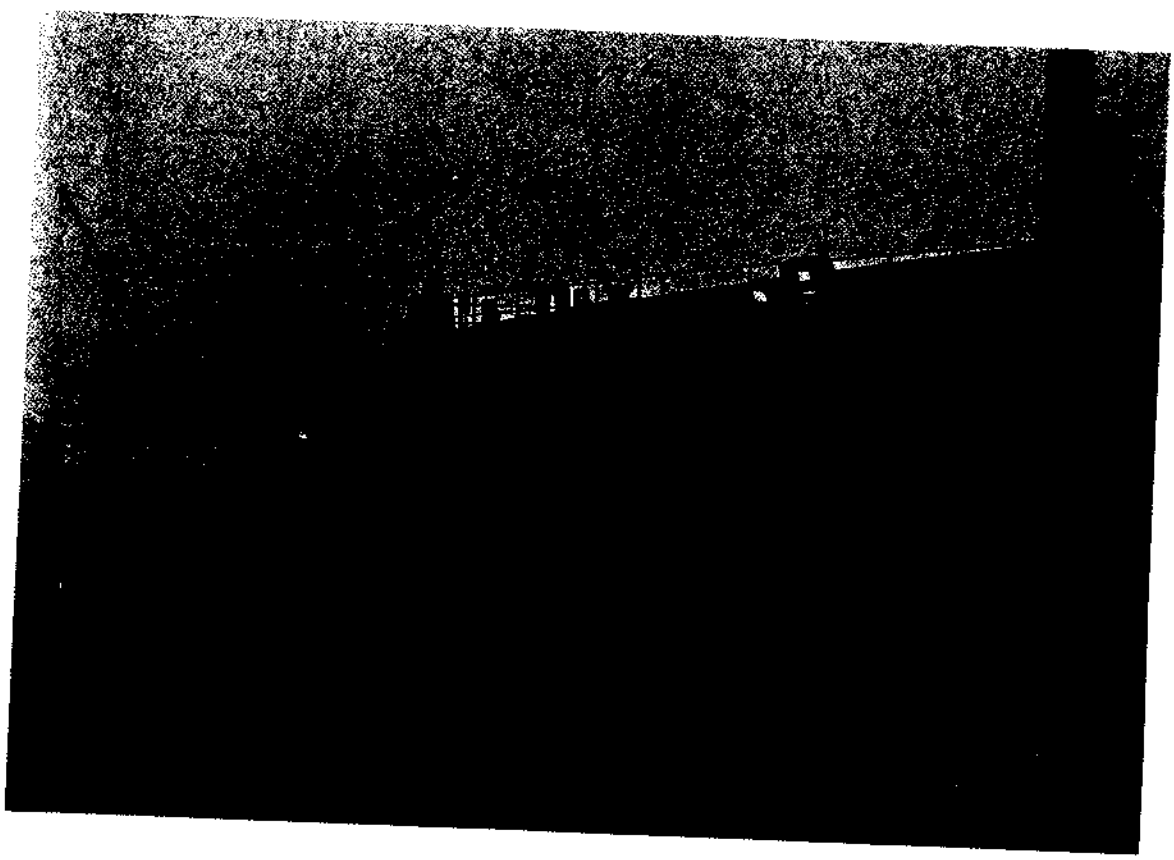
تنجرف المعادن من كتلة اليابسة الشاسعة إلى البحر وذلك منذ ملايين السنين . وإذا تمكنا من استخلاص المعادن من مياه البحر فسوف نستعيد على وجه التقريب أي معدن نحتاج إليه من البحر . إن ماء البحر يحتوي على جزئيات مذابة من كل عنصر من العناصر المعروفة ومن كل مركب من المركبات الثابتة مائيًا Water - Stable Compound والمعروفة لنا . ومع تطور التقنية وتقدمها فسوف نحصل على المزيد والمزيد من معادننا من البحر ، فنحن لا نستخرج منه في الوقت الحالي إلا القدر اليسير ، إبتداء من الذهب من المنطقة المغمورة في ألاسكا ، إلى الحديد في اليابان ، والألماس من المنطقة المغمورة



(شكل ١ - ١١) كثيرا ما يوجد القار (القطران) على الصخور أو الشواطيء 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 الشاطيء لفترة من الزمن .

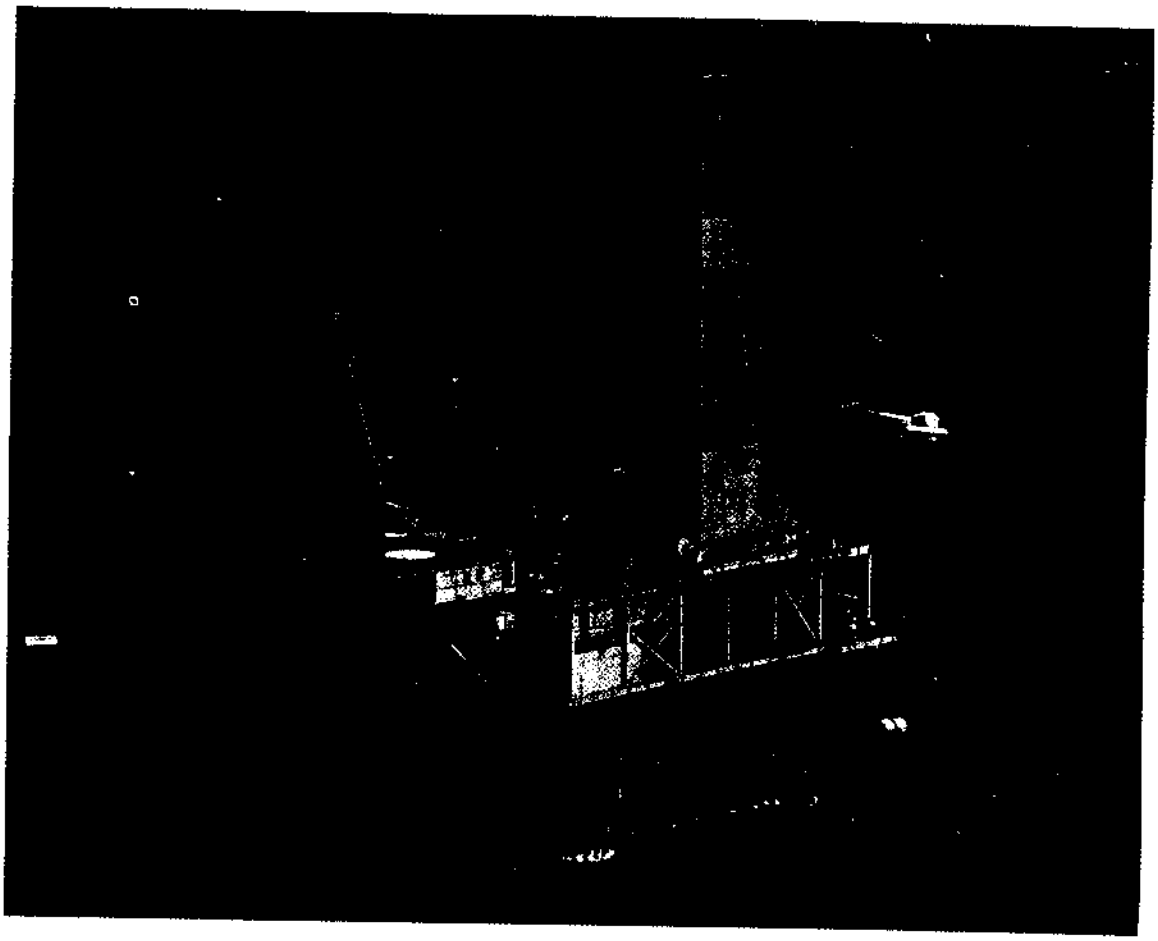
من سواحل جنوب غرب أفريقيا . وبعد أن تم التوصل إلى الطرق الجديدة لاستكشاف الأعماق ، فقد تم العثور على عُقَيْدَات Nodules فوق قاع البحر تحتوي على تراكيز عالية من المعادن يمكن استعادتها إذا أمكن إخراج العقيدات إلى سطح الماء بطريقة اقتصادية ، فلقد أصبح في مقدرونا الآن العمل فوق قاع البحر على عمق ٥٠٠ متر .

وكلما ازداد عدد الموارد التي نحصل عليها من البحر كلما ازداد إدراكنا لأهميته وضرورة حمايته . وبحكم طبيعتنا البشرية ، فإن الناس لن يولوا اهتماما كبيرا لحماية المحيطات إلا إذا كانت تعني لهم المال أو استمرار الحياة . وسوف نصل إلى هذه المرحلة عما قريب . فقد بدأ الآن منح عقود جديدة لاستغلال البترول على امتداد الرصيف القاري الأعلى لألاسكا ، وفي كاليفورنيا الجنوبية ، وأيضا على امتداد الرصيف الشمالي الشرقي للولايات المتحدة ، بعد أن تغلبت حاجتنا إلى البترول لكي تستمر



(شكل ١ - ١٢) ناقلات البترول العملاقة لاغنى عنها مطلقا بالنسبة للاقتصاد العالمي ، ولكنها تحمل خطراً كامنا على البيئة إذا ماتعرضت لحادث وتسرب البترول منها .

صناعتنا رغم خوفنا من تلوث المياه . فنحن نتجاوب مع الاحتياجات المالية قبل أن نتجاوب مع أي حاجة أخرى تقريبا ، فيما عدا بقائنا الفعلي على قيد الحياة . وإذا استمرت الأوضاع على ما هي عليه الآن ، فقد نواجه بتلك الحقيقة الرهيبة قبل أن تنقضي أعمارنا .



(شكل ١ - ١٣) منصات البترول التي تزداد شيوعاً بعد أن أخذ الإنسان يسعى لمسايرة الطلب المتزايد على الطاقة .

تحلية مياه البحر Fresh Water

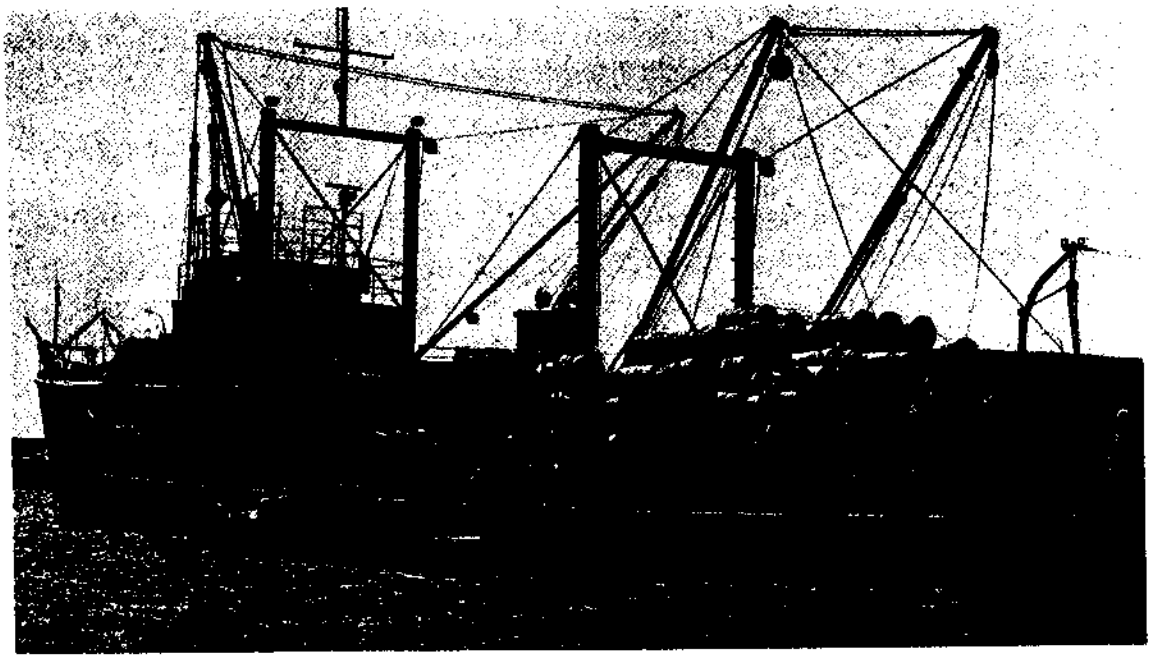
يعاني العالم من اكتظاظة بالسكان . وإن نظرة فاحصة إلى هذه المشكلة لتكشف عن مجالين على الأقل من مجالات الاهتمام الكبرى : التخلص من النفايات ، وإنتاج الغذاء الكافي . فلدينا أرض شاسعة غير مستغلة يمكن أن يعيش عليها الناس إذا أمكننا التخلص من نفاياتهم وإطعامهم . والماء عنصر رئيسي في حل كل من هاتين المشكلتين . إن كمية الأمطار التي تسقط على العالم وفيرة وكافية تماماً ، ولكنها لاتسقط في الأماكن التي تكتظ بالسكان . ونحن لا نقيم مدينة ما في المكان الذي تمطر

فيه السماء عدة مئات من البوصات في السنة لوكان ذلك في مقدورنا . ولكن الناس يؤثرون بدلا من ذلك العيش في المناطق القاحلة وشبه القاحلة من العالم. ونحن نقيم السدود فوق الأنهار ، ونمد خطوط الأنابيب الطويلة ، ونحفر القنوات الاصطناعية لنقل الماء من الأماكن التي يوجد فيها بوفرة إلى الأماكن التي نعيش فيها . ومع تزايد عدد السكان بدأت الحاجة إلى الماء تزيد على الامدادات المتوافرة منه . وقد اضطرت إدارة المياه في لوس انجلوس إلى جلب كميات كبيرة من الماء من وادي أوينز في الشمال Owens Valley مما أدى إلى انخفاض منسوب المياه الجوفية في الوادي وتحولت المنطقة التي كانت تنعم بالخصب والنماء ذات يوم إلى أرض قاحلة تبدو كما لو كانت صحراء جرداء خالية من الماء . ومع ذلك ، فإن المضخات مازالت تضخ مزيداً من الماء من ذلك الوادي ، وسوف يحل به الخراب في المستقبل القريب حيث أخذت الحيوانات البرية تنزح منه حتى لا يصيبها الهلاك ، وبدأت النباتات فيه تجف . وبعد أن كان الوادي خصبا مزدهرا جميلا ، أصبح الآن مجرد صحراء جرداء . وليس حال هذا الوادي إلا مثالا لحالات عديدة ، ولابد من إيجاد حل لمثل هذه المشكلة .

ومن العوامل الرئيسة التي ستخفف من حدة هذه المشكلة تحويل ماء البحر إلى مياه عذبة . ومع أنه يمكن استخراج المياه العذبة من البحر بطرق عديدة ، فان تكلفتها أعلى مما نرغب في تحمله في الوقت الراهن ولكن مع تزايد الطلب على الماء فسوف تنشأ لدينا الرغبة والاستعداد - بدافع الضرورة والحاجة - لدفع ثمن أعلى للحصول على مانحتاجه من الماء . ولقد فعلت ذلك بعض بلدان العالم . وعندما تزداد حاجتنا إلى المياه فسوف نتوصل إلى تقنيات جديدة ونبتكر طرقا أكثر كفاءة لتحقيق هذا المطلب ، وذلك لأن المجتمع تحركه الأزمات ، وعندما يتوافر لديه الحافز الصحيح - وهو المحافظة على بقائه واستمراره - فإنه سوف يحقق ماكان يظن أنه ضرب من المستحيلات فيما سبق . إن استخراج المياه العذبة من البحر أصبح اليوم حقيقة واقعة ، وسوف يصبح عاملا رئيسا من عوامل حياتنا وبقائنا بعد إدخال قليل من التعديل والتحسين على طرق التحلية .

توليد الكهرباء من البحر Electricity from the Sea

تواجه الكرة الأرضية أزمة في الطاقة . وها نحن نشهد النهاية المتوقعة لكثير من



(شكل ١ - ١٤) سفن الشحن الساحلية الصغيرة ، تنقل الامدادات 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 .

أنواع الوقود التي نستعملها والتي قد تنضب في المستقبل القريب . فالزيت والفحم كلاهما محدود ، ورغم أن لدينا مايكفينا منهما لمدة نصف قرن ، فما الذي سيحدث بعد ذلك ؟ هناك اقتراح بصنع توربينات كهربائية تدار بالتيارات البحرية وحركة المد والجزر . ولدى كل من الاتحاد السوفيتي وفرنسا محطات عاملة تستخدم مبدأ حركة المد والجزر ، إلا أن حركات المد والجزر في معظم أنحاء العالم ليست شديدة بالدرجة الكافية لأن تجعل من هذا المبدأ حلاً عمليًا لمشكلة إمدادات الوقود التي تتضاءل باستمرار . ويبدو أن الطاقة النووية هي الحل الممكن تقنيا في الوقت الراهن ، وإن كان هذا الحل يدور حوله خلاف شديد خاصة بعد الحوادث التي وقعت في مفاعل ثري مايل ايلاند Three Mile Island في الولايات المتحدة ، ومفاعل تشرنوبل Cherno-byl في الاتحاد السوفيتي . وسيظل البحر يلعب دورًا رئيسا باعتباره مصدرًا لتبريد مولدات محطات توليد الكهرباء ، والتي تحتاج إلى ملايين الجالونات من الماء البارد لكي يسري خلال مبدلات الحرارة للتخلص من الحرارة الزائدة وإعادة تكثيف البخار

المستعمل في إدارة التوربينات . وهذه المياه تنقل من البحر إلى المحطة عبر أنابيب ضخمة ثم تعود إلى البحر ، دون أن يترتب على ذلك تلوث كيميائي ، وإن كانت المياه العائدة التي تكون درجة حرارتها أعلى بكثير من درجة حرارة الماء في المنطقة تسبب تلوثًا حراريًا ، لأن هذا الارتفاع في درجة الحرارة سوف يقضي على بعض الكائنات الحية المحلية التي لاقبل لها بتحمل الزيادة في درجة الحرارة . وفي معظم الحالات يحدث تعاقب Succession حيث تنتقل إلى المنطقة كائنات ذات قدرة على احتمال درجة الحرارة المرتفعة وتصبح جزءاً من مجتمع الكائنات التي تعيش فيها . ويمكن استغلال منطقة المياه الحارة حول مخرج التصريف في تربية أنواع ذات قيمة تجارية يمكن جلبها من خارج المنطقة . وسوف يستفيد هذا المشروع من المياه الباردة الموجودة حول رقعة المياه الدافئة حيث تكون بمثابة حاجز غير مرئي يُبقى داخله على الأنواع ذات القيمة التجارية .

إن توليد الطاقة الكهربائية من محطات الطاقة النووية المعتمدة على البحر في عمليات التبريد قد أصبح الآن حقيقة واقعة ، ومن المرجح أن تزداد أهميته على مستوى العالم في المستقبل .

إن الانصهار التام الذي تعرضت له محطة توليد الطاقة في تشرنوبل في الاتحاد السوفيتي قد أظهر للعالم أجمع الأخطار الحقيقية التي يتعين عليه اتخاذ الاحتياطات للوقاية منها ، فقد أدى انصهار مفاعل (تشرنوبل) إلى اطلاق سحابة إشعاعية راحت تجوب العالم كله ، وامتنع الناس في بلاد تبعد آلاف الأميال عن شرب الألبان المحلوبة من أبقار تغذت على أعشاب ملوثة ، وسقطت أمطار مشعَّة على كندا . وللمرة الأولى يهتم العالم أجمع بهذا الأمر ، وأدرك الجميع مدى صغر الأرض التي نعيش عليها ، ومدى تعرضنا جميعا للخطر .

زراعة البحار Farming of the Sea

ليس هناك أدنى احتمال في أن يتحقق يوما مايسمى « بالحدائق الخضراء » المزروعة تحت الماء والتي تحدث عنها جول فرن Jules Verne . وقد تمت زراعات محدودة في البحر والتي تزداد يوما بعد يوم وإن كانت ببطء شديد . فنحن نزرع في الوقت الحالي المحار Oyster ، وأذن البحر Abalone والطحالب ، وأنواعاً أخرى قليلة . إلا أن معدلات الإنتاج الحالية لهذه المزارع ليس لها وزن كبير في إمداد العالم بالغذاء .

(شكل ١ - ١٥) مازال البشر يحاولون التكيف مع البيئة البحرية .

وهناك تقديرات تشير إلى أنه يتعين علينا زيادة إنتاج العالم من الغذاء بنسبة ٥ , ٣٪ سنويا لكي نجاري الزيادة في عدد السكان . وبدأ المجتمع يدرك أن إمكانات التوسع في الزراعة الأرضية محدودة وتقل كثيرا عن إمكانات التوسع في الزراعة المائية Aquaculture . ففي عام ١٩٧٠ م لم يزد إنتاج الاستزراع المائي على ٦ , ٢ مليون طن فحسب بالقياس إلى إنتاجه بعد عشر سنوات فقط - أي في عام ١٩٨٠ م - حيث قفز إلى ٨ ملايين طن، وتشير التقديرات إلى أن هذا الانتاج سوف يصل في عام ١٩٩٠ إلى ٤٠ مليونا من الأطنان ، وتنتج آسيا في الوقت الحالي ٨٠٪ من جملة إنتاج الاستزراع المائي ، وإن كان من المتوقع أن يتغير هذا الوضع مع إزدياد الحاجة إلى الغذاء وانتشار هذه التقنية في شتى أنحاء العالم .

ومرة أخرى نجد أن قانون العرض والطلب هو الذي سيحدد السرعة التي سيتم بها استغلال هذا المورد . فنحن نعرف أن الاستزراع المائي أمر ممكن ، ولكن الأمر يتطلب قدراً كبيراً من المال والبحث العلمي لكي تصبح هذه الزراعة ذات قيمة اقتصادية .

أسئلة للمراجعة

١ - كيف تؤثر الاستخدامات الترويحية للبحر على الدولة ؟
٢ - كيف يختلف التلوث البيولوجي (الأحيائي) عن التلوث الكيميائي ؟
٣ - ماهو الحد الأقصى للمحصول الثابت أو المستديم ؟
٤ - ماأهمية العقيدات التي توجد في قاع البحر ؟
٥ - لماذا لا يستخرج الماء العذب من البحر بكميات أكبر مما يستخرج منه حاليا ؟
٦ - لماذا يمثل التخلص من النفايات الاشعاعية مشكلة كبرى للمجتمع ؟

(شكل ٢ ـ ١) صخري من الأماكن الخلابة التي تستحق الدراسة ، وخاصة عندما ينحسر باكملها .

الفصل الثاني

التعاقب ومبادئ أساسية أخرى
Succession and a Few Other Basic Principles

تعريف المصطلحات

طحالـــــــــــب : مجموعة من النباتات ، رغم مظهرها ، ليس لها جذور أو سوق أو أوراق حقيقية . توجد عادة في الماء مثل العشب البحري Seaweed . — **Algae**

أنقليـــــــــــس : ثعبان الماء الخاص بالأطلنطي الشمالي — **Anguilla**

أطـــــوم بلوطـــــي : — **Balanus**

مجتمع قمي . جماعة الذروة : مجموعة من الكائنات السائدة في منطقة ما ، وتظل مستقرة فيها إلى أن تحدث تغيرات بيئية عظيمة الشأن . — **Climax community**

سمكـة الصابوغة أو الرنكة : (البلم) — **Clupea**

دياتـــــومـــــات : نباتات أحادية الخلية — **Diatoms**

دوناكـــــــــــس : البطلينوس — **Donax**

ديناميكـــــــــــي : تُستعمل في هذا الفصل بمعنى« دائم التغير »، حركي . — **Dynamic**

أيسينيـــــــــــا : كلْب نخيلي (عشب بحري) — **Eisenia**

ايمريتـــــــــــا : سَرطان — **Emerita**

متطـــــــــــور : تحول تدريجي من جيل إلى جيل آخر بتغير — **Evolving**

وراثي لكائن حي

...الـــــــــي : يتعلق بعوامل الوراثة التي تتحكم في تكوين الكائن حي — Genetic

أذن البحـــــر (abalone) : — Haliotis

تأثيـــــــــــر : ماله علاقة بتأثير العوامل الخارجية على الكائن الحي ، مثل تأثير الموج (قوة مادية / طبيعية) أو تأثير مادة د . د . ت (كيميائية) على الكائن الحي . — Impact

...رقـــــــــة : شكل مبكر أو غير بالغ النمو لكائن حي أولي . — Larva

...ا ، ليكـــــا : قملة الشاطيء — Ligia

...ـــــــا : عناقية ، ونكة — Littorina

...ـــــــة : بلح البحر — Mytilus

...ـــــون : — Oncorhynchus

...والمـــوج : — Phyllospadix

...ـــاء : الوظائف الكيمائية الأساسية للكائن الحي — Physiology

...ـــات : حيوانات تتركب من خلية واحدة — Protozoa

...ـــلا : بطيلنوس بزمو ، نسبة إلى شاطيء بزمو بكاليفورنيا — Tivela

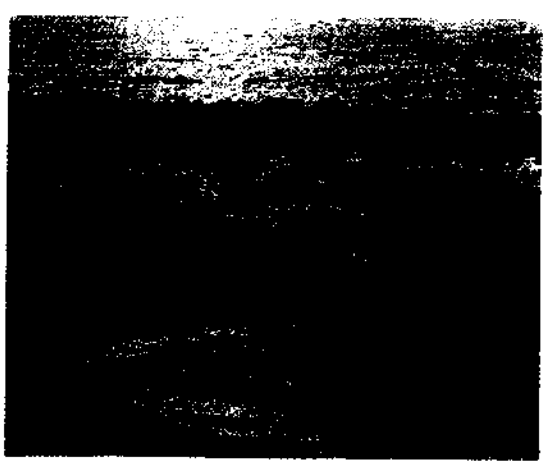
...ة : مدي احتمال الكائن الحي للتغيرات التي تطرأ على أي عامل من العوامل البيئية مثل درجة الحرارة ، والاستمرار في الحياة . — Tolerance

...ولوجية – والتي هي في الواقع دراسة للحياة – نجد أن الموت **...البحث** . فالموت في جميع المجتمعات الحية لايقل أهمية **...سع** لمن يولدون ويخرجون إلى الحياة . ويحتاج كل نمط **...ف** الخاصة لكي يعيش بطريقة سليمة . فالإنسان – على **...اوى** (ضمن أشياء أخرى عديدة مثل : الأكسجين

عن... من الظو... عن الحيا... من الأحياء إ... سبيل المثال –

والماء . . . إلخ) . ولكل من هذه الاحتياجات مستوى أو حد أمثل Optimum ، إذا بلغه الفرد فإنه يؤدي وظيفته على أكمل وجه ، كما توضح ذلك حاجة الإنسان إلى الطعام ، فإذا لم يحصل الإنسان على أي طعام فإنه يموت . وإذا حصل على أقل القليل من الطعام ، فإن حالته البدنية تتغير ولا يستطيع أداء وظيفته جيدا ، أما إذا حصل على القدر المناسب من الطعام ، فإنه يبدو في هيئة حسنة ويؤدي وظيفته كما ينبغي . غير أنه إذا حصل على قدر كبير جدا من الطعام فإن هيئته البدنية تتغير ، ولا يمكن أيضا أن يؤدي وظيفته بمستوى عال من الكفاءة . وهذه العلاقة تصدق على جميع الأنواع ، كما تنطبق على كل العوامل التي تؤثر فيها .

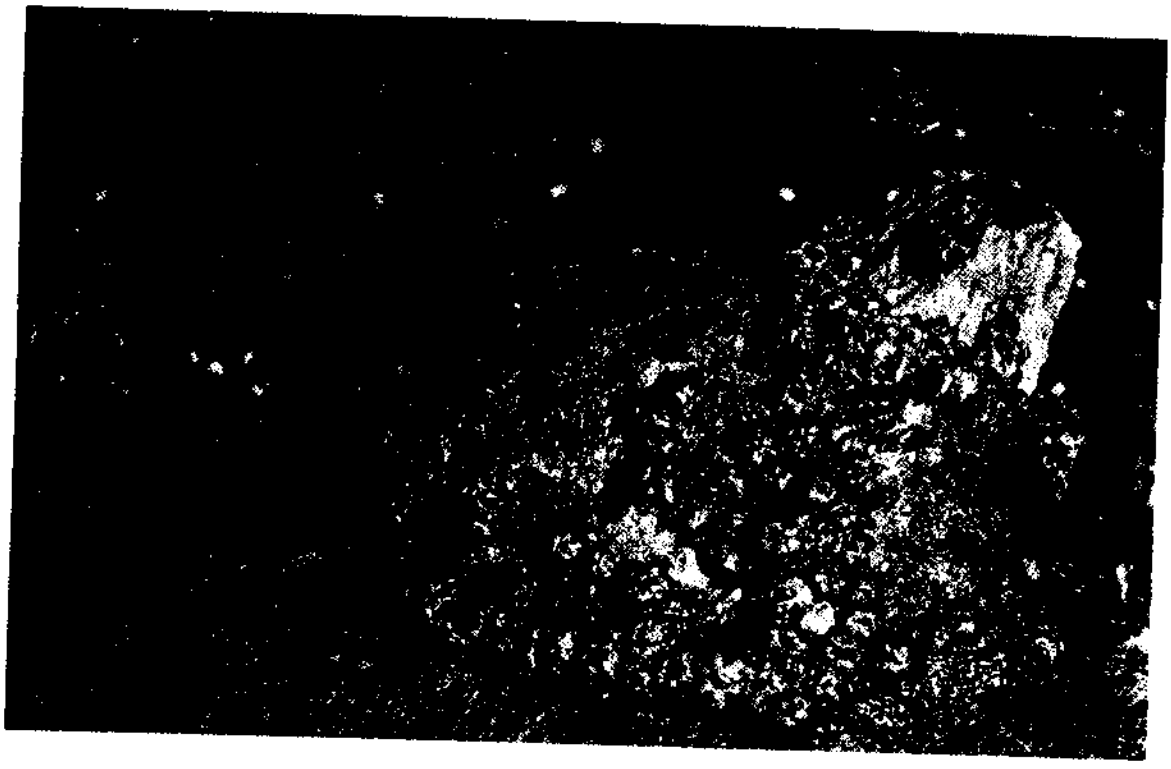
ونظراً لأن البيئة (أي جملة العوامل الطبيعية والبيولوجية التي تؤثر على الكائن الحي) تتغير ، فإن بعض العوامل الأساسية الخاصة بكل كائن حي تتغير أيضا . وعندما تتغير هذه العوامل فإنها إما أن تقترب من الحد الأمثل ، أو تقل درجة قربها من الحد الأمثل بالنسبة للكائن الحي . وهذه التغيرات لا تؤثر علي صحة فرد واحد فقط من الجماعة و وإنما تؤثر أيضا على صحة كل أفراد الجماعة التي تضم أفراداً مماثلين له . ومثال ذلك جميع أفراد جماعة النوارس Gulls ، أو جميع أفراد أذن البحر Abalones ، وقد تكون هذه التغييرات التي تطرأ على البيئة بطيئة ، مثل قدوم عصر جليدي ، والذي يستغرق آلاف السنين . وفي أحيان أخرى قد تكون هذه التغيرات سريعة مثل العواصف الممطرة التي تفرغ الماء العذب والطمي من مياه السيل الجارية على سطح الأرض في برك المد والجزر . وسواء أكانت هذه التغييرات بطيئة وغير ملموسة ، أم كانت سريعة ، فإنها تحدث نفس الأثر : فهي تغير العوامل البيئية . وأيّاما كان شأن هذا التغيير ، فإنه سيكون سيئا بالنسبة لبعض الكائنات ، وحسناً لبعضها الآخر .



(شكل ٢ - ٢) المياه العذبة من السيول الجارية فوق اليابسة تشق لها طريقا خلال رمال الشاطيء لكي تتصل بالبحر . ويترتب على ذلك تغير في الملوحة وهذا له تأثير جوهري على الحياة في منطقة المد .

ونظراً لأن بيئتنا ديناميكية ، أو دائمة التغير ، فإن الكائنات الحية يجب أن تتغير أيضاً، وهي تفعل ذلك بطريقتين : إحداهما نسميها التكيُّف Adaptation ، أو التطور Evolution ، وهي عملية بطيئة تحدث من جيل إلى جيل من خلال عملية الوراثة . وهذا النوع من الوراثة يجعل نوعًا ما أو جماعة من الكائنات تتطور أو تتكيف مع التغيرات البطيئة التي تحدث في بيئتها . ونحن نعرف منذ زمن بعيد أن أنواع الكائنات يجب أن تتكيف مع بيئتها لكي يكتب لها البقاء والاستمرار مئات أو آلاف السنين ، فهذا النمط من التغير يجعل الكائن الحي منسجما مع التغيرات التي تحدث ببطء ، وهو تغير لاسبيل إلى إلغائه بحكم تعقيده البالغ . وعندما يصبح الكائن الحي أكثر تكيُّفا مع مجموعة معينة من العوامل البيئية ، فإنه سوف يستمر في التكيُّف معها ، بل ويصبح أكثر تأقلماً مع هذه البيئة المعينة بالذات . ونتيجة لهذا الميل إلى التكيُّف نوعيا مع مجموعة معينة من الظروف فإن جماعة معينة من الكائنات الحية قد ينقرض أفرادها جميعا إذا تغيرت هذه الظروف تغيراً سريعا للغاية .

والنمط الثاني للتغير يطلق عليه علماء البيئة اسم التعاقب Succession . ويحدث التعاقب عادة خلال فترة قصيرة من الزمن ، قد تستغرق أياما في بعض [illegible] ، أو أعواما في أحيان أخرى . والفارق الرئيسي بين الحالتين أن جماعة [illegible] المتكيفة وراثيا سوف تصمد أمام التغيرات الشديدة البطء وتبقى على قيد [illegible] قد تنقرض وتفنى في حالة التغير السريع . وفي حالة التعاقب تحل [illegible] محل جماعة أخرى حيث تعتبر العوامل البيئية الجديدة بمثابة [illegible] بالنسبة للجماعة الوافدة حديثا مما يمكنها من أن تحل بنجاح [illegible] . وإذا حدث أن انقرضت جماعة وحلت مكانها جماعة أخرى [illegible] عادة في منطقة واسعة ، وإن كان من الممكن أن يحدث التعاقب [illegible] صغيرة أيضا ، مثلما يحدث في خليج غير الإنسان بيئة على نحو [illegible] الأنواع الموجودة فيه البقاء والاستمرار ، ومن ثم تنتقل إليه أنواع جديدة [illegible] يحدث نوع آخر من التعاقب إذا أبيدت جماعة من الكائنات بثأ[illegible] مثل كأن تهب عاصفة هوجاء تحدث أمواجا شديدة تقتل جميع أفراد بلح[illegible] نوع من الحيوانات الصدفية تلتصق أنواع كثيرة منه

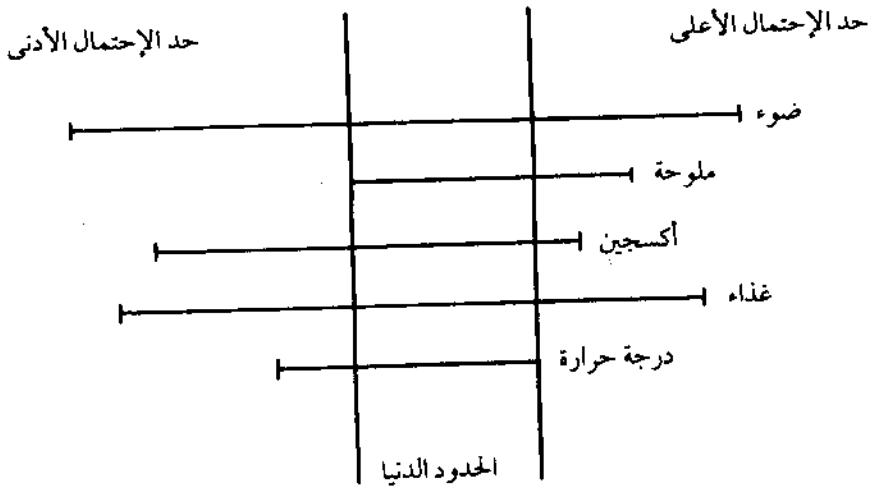


(شكل ٢ - ٣) هذا البطلينوس الصغير لديه نوعان من البرنقيل (الأطوم) وبطلينوسات أخرى على صدفته . وربما كانت أكبر منافسة بين الكائنات البحرية هي العثور على مكان تعيش فيه .

بالصخور) في منطقة ما وتتركها جرداء . وإذا وجد في المياه آنذاك أية حيوانات على هيئة يرقانية فإنها سوف تحتل البقعة التي تركت خالية جرداء ، مثل الأطوم / البرنقيل Barnacles ، أو عدد من الحيوانات الأخرى . بل وقد تنتقل إليها بعض النباتات . وهكذا نجد أن الأحياء يأخذون مكان الأموات .

والتعاقب عملية بالغة التعقيد عادة ، ولكنها قد تسير وفق أنماط معينة تساعد على التنبؤ بها . فلو أنك وضعت قطعة من الخشب في المياه الملحة أمام ساحل نيويورك ، ففي غضون ساعات سوف توجد فوقها طبقة من البكتريا . وهذه البكتريات تكّون قاعدة مخاطية سوف تلتصق بها خلال أيام قلائل حيوانات وحيدة الخلية (من الأوليات Protozoa)، ونباتات وحيدة الخلية (الدياتوم Diatoms) . وهنا تصبح القاعدة البكتيرية ، بعد أن يزداد سمكها ، مركزا تستقر عليه الحيوانات التي تسمّى الهدريات Hydroids ، والحزازيات الحيوانية Bryozoans ، والتي يمكن رؤيتها من خلال المجهر في اليوم الثالث أو الرابع . وبعد أسبوع أو عشرة أيام سنجد أشكالا أكبر من الكائنات قد استقرت فوق طبقة الأحياء التي تتزايد باستمرار ، ومن بينها الأطوم البلوطي *Bala-*

nus ، وبلح البحر *Mytilus* وبعض الطحالب . ونظرا لأن العوامل البيئية في المنطقة الواقعة أمام ساحل نيويورك تلائم بصفة خاصة بلح البحر ، فالمرجح أنه بحلول الشهر



(شكل ٢ - ٤) مثال للعوامل المحددة للحياة بالنسبة لكائن حي افتراضي

كل خط يمثل المجال البيئي ، أو التكافؤ Valence ، لعوامل الحياة بالنسبة لكائن حي معين . وفي هذا المثال الافتراضي نجد المجال محدداً بعوامل ملوحة الماء ودرجة حراوة الماء . إن مجال انتشار أي كائن حي محدد بعوامل هذا المجال التي تبين الحد الأدنى لاحتمالات بيئته .

الثالث سيكون بلح البحر قد تفوق في المنافسة على الكائنات الحية الأخرى ، وأصبح أكثر الأنواع انتشارا على قطعة الخشب ، لأن بلح البحر يتغذى بطريقة الترشيح Filter feeder ، أي أنه يرشح الماء حوله بحثاً عن الغذاء الدقيق الحجم ، وبذلك فإنه يلتهم اليرقات التي تحاول الاستقرار بالقرب منه . وهذا مما يساعد بلح البحر على تكوين جماعة مستقرة . ولن تحل محلها جماعة أخرى إلا إذا قضت عليها بعض العوامل البيئية .

هذه المجموعات من الأحياء أو الجماعات التي تمثل نهاية المطاف في هذا النمط من التعاقبات والتي تستقر إلى أن يقضي عليها تغير عظيم الشأن يطرأ على البيئة ، تسمى جماعة القمة ، أو جماعة الذروة ، أو مجتمع الذروة climax communities . وعلى الرغم من أن عمليات التعاقب متماثلة ، فإن النوع الممثل لجماعة القمة يختلف تبعا لنمط اليرقات التي توجد في الماء في ذلك الوقت ، ونمط السطح الذي تنمو فوقه الأحياء ، وعوامل أخرى كثيرة . ولو وضعنا أربعة ألواح مختلفة في الماء في وقت واحد ، فإن جماعة

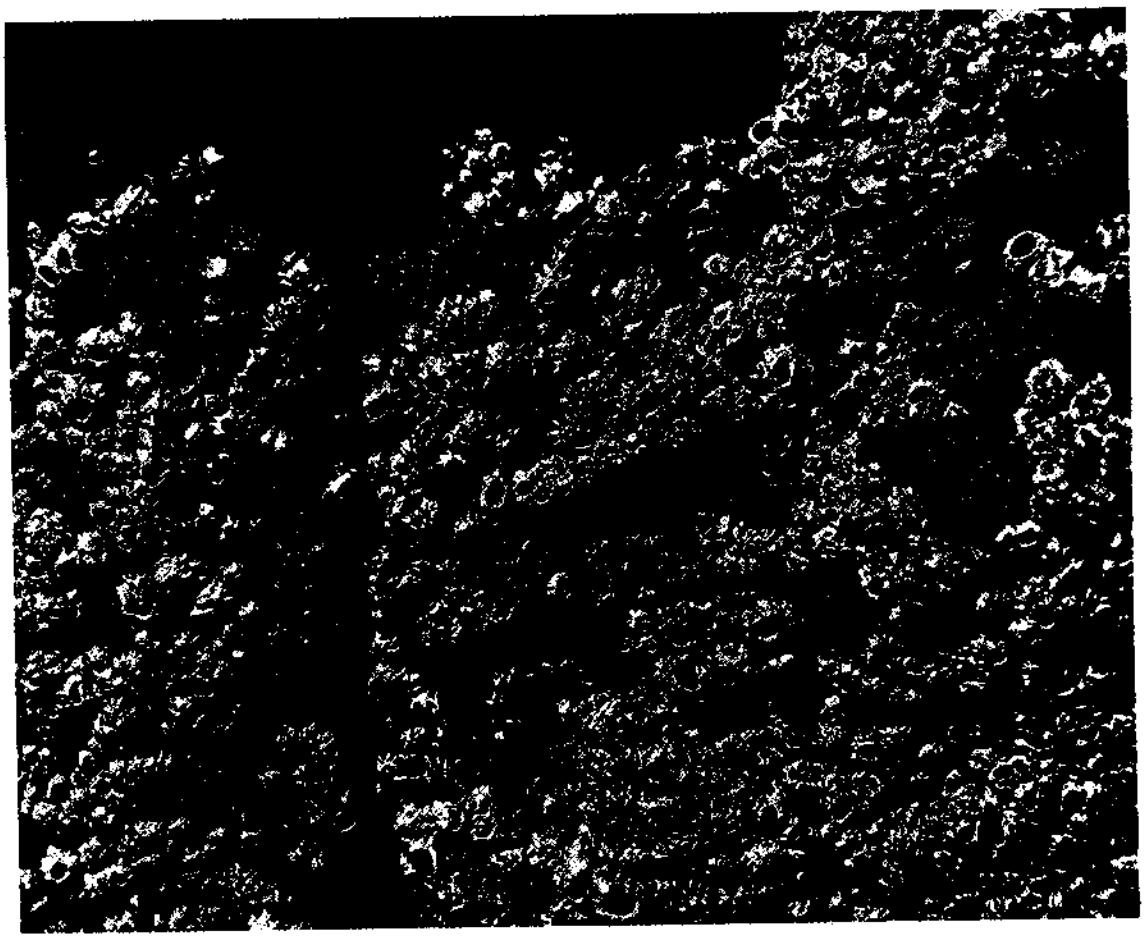
القمة ستكون واحدة فوق الألواح الأربعة كلها . ولووضع لوح واحد في الماء في بداية كل فصل ، فمن المحتمل أن تنشأ ثلاث أو أربع جماعات قمة مختلفة ، وربما كانت من بلح البحر ، والدود الأنبوبي ، والزقيات Tunicates والأطوم . وترجع هذه التغييرات أساسا إلى الاختلاف الموسمي في درجة الحرارة والضوء ومقدار العناصر الغذائية في الماء . وسيوجد مع كل جماعة من هذه الجماعات مجموعة من الكائنات الحية الأخرى تتعايش معها بنجاح ، ولكنها تظل مع ذلك هي النوع السائد . وهكذا ، فإن كل نوع سائد مع مجموعته التكافلية (أي التي تعيش معا) سيكونان جماعة قمة .

(شكل ٢ - ٥) جماعة قمة من بلح البحر (Mytilus) بصحبة الأطوم (Pollicipes)

تطفل	Parasitism	← العائل يضار
معايشة	Commensalism	← لاتغيير بالنسبة للعائل
تعايش متبادل المنافع	Mutualism	← العائل يستفيد
المتكافل	Symbiont	← يستفيد في كل حالة

(شكل ٢ - ٦) أنواع العلاقات التكافلية

ويحدث التعاقب بين جميع الكائنات الحية في كل البيئات . ونحن نعرف كثيرا من مجموعات القمة مثل المرجان Coral ، أو المانجروف Mangrove ، أو الكلب العملاق Kelp ، أو غيرها من الأنواع التي سبق ذكرها على أنها صور الحياة الرئيسية في أنحاء مختلفة من العالم . وعندما تذهب لزيارة المحيط في المرة القادمة لاحظ عملية التطور المستمرة دائما وأبدا من طراز للحياة إلى الطراز التالي ، ولتبحث عن المناطق التي توجد بها جماعات مستقرة ، وقارن بينها وبين المناطق التي لايبدو أنها مستقرة ، واسأل نفسك : لماذا تبدو صخرة من الصخور وعليها جماعة من الأحياء مستقرة وفيرة العدد ، بينما لا تبدو على هذا النحو صخرة أخرى قريبة منها ؟ ورغم أنك قد لاتعرف الجواب على هذا التساؤل بيقين تام على الأرجح ، فإن دراسة بعض العوامل البيئية في الموقع سوف تزودك ببعض الشواهد الجيدة . فهذا النمط من افتراض النظريات

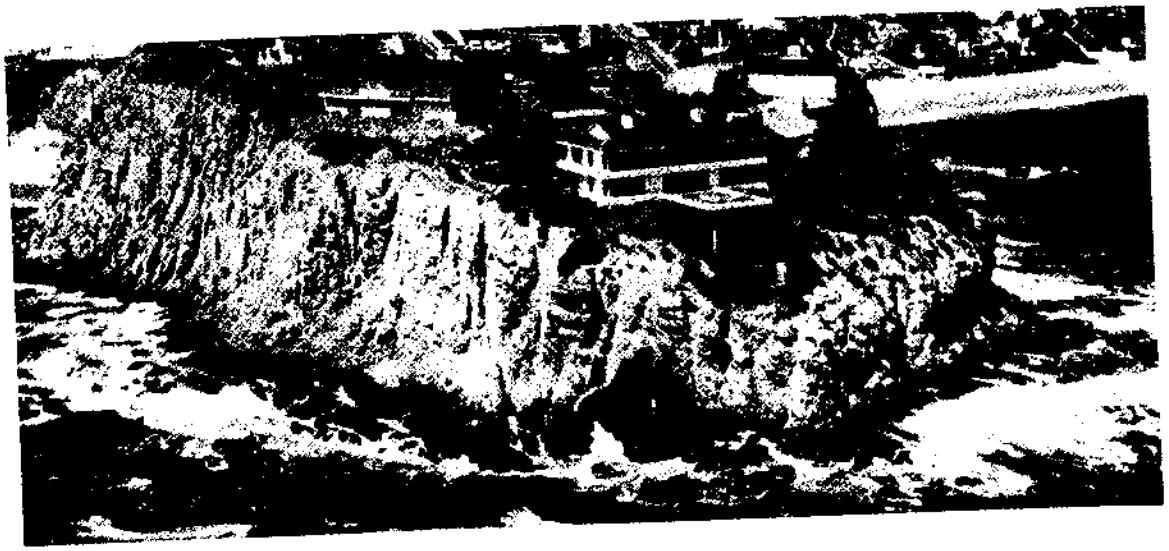


(شكل ٢ - ٧) جماعة ذروة من الأطوم البلوطي . وكثيراً ما تدل جماعات الذروة المختلفة على نطاقات مختلفة في منطقة المد .

هو الذي يجعل علم الأحياء البحرية علما ممتعا . ولننظر الآن في بعض العوامل التي قد يكون لها أهميتها في هذا الصدد . لو وجهنا اهتمامنا إلى شاطيء البحر فحسب فإن هناك عددا من الأشياء الواضحة التي يتعين دراستها والتي تؤثر على نمط الحياة التي قد تنمو في أي منطقة صغيرة محددة . وتسمى البقعة الصغيرة التي يمكن تعيينها بدقة موطنا أو بيئة habitat . وإذا كانت البقعة صغيرة جدا كأن تكون شقا صغيراً في صخرة ، أو الجانب السفلي من صخرة ما ، فإننا يمكن أن نطلق عليها اسم بيئة دقيقة microenvironment .

(شكل ٢ - ٨) يزحف الإربيان الصغير المنظف حول خياشيم بعض أسماك الشعاب ويخلصها من الطفيليات الصغيرة . ولا تتصدى الأسماك لمقاومة الإربيان . . إنه مثال للتعايش متبادل المنافع .

ويعتبر تأثير الأمواج عاملا مهما جدا . فالموج له قوة مادية هائلة يمارسها عندما يصادف عقبة ما . فإذا تكسرت الأمواج على الرمال ، فإنها تقلب الرمال بعنف وتحركها هنا وهناك . وهذا المُخض يطحن أي كائن يعيش فيها . أما إذا تكسرت على سطح صلب مثل الصخور ، فإنها تضرب الكائنات الحية التي تحاول أن تبقى مشدودة إليها وتقتلعها من مكانها الذي تحاول التشبث به ، ومن ثم يصبح تأثير الأمواج عاملا محددا بالنسبة لأي منطقة ينشأ فيها . وقد استطاعت بعض الحيوانات والنباتات أن تكيف شكلها الجسدي عبر عدة آلاف من الأجيال لكي تتمكن من الصمود أمام مثل هذه الظروف . وهذا التكيف يتيح لها أن تعيش حيث لاتستطيع



(شكل ٢ - ٩) تبرز رؤوس من اليابسة داخل المحيط ، كهذا الرأس البارز في الصورة ، وتعد مثالا جيدا لشاطيء صخري غير محمي .

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

معظم الأنواع الأخرى الحياة ، وبذلك يقل عدد الكائنات الحية المنافسة التي يتعين عليها أن تعيش معها ، ومن أمثلة النباتات والحيوانات التي تعيش فوق الصخور بلح البحر

والأطوم ، والبطلينوس Limpest (أنواع كثيرة) ، وعشب البحر البني النخيلي Palm Kelp (*Eisenia*) ، وأذن البحر (*Haliotis*) .

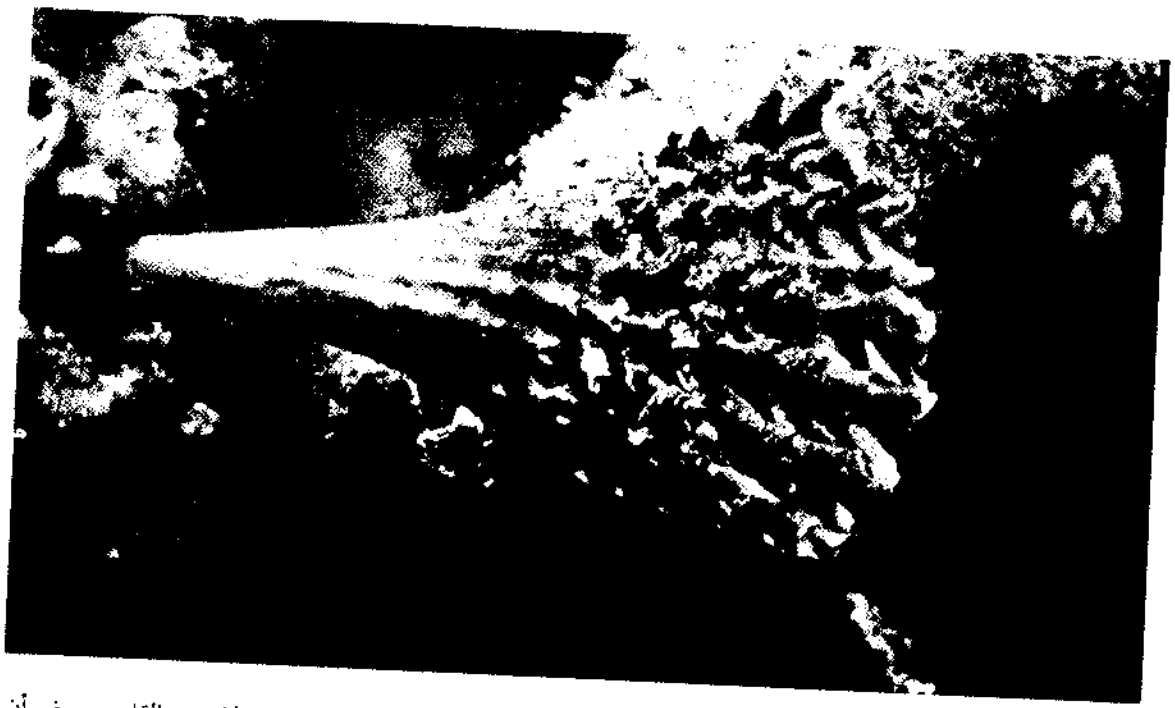
وهناك أنواع قليلة تستطيع مقاومة تأثير الأمواج في المنطقة الرملية وهي السرطان البحري Mole crab(*Emerita*) ، ويسمى في بعض المناطق سرطان الرمل Sand) (crab ، البطلينوس Pismo clam المسمى تفيلا (*Tivela*) ، أو الدوناكس *Donax*) Bean clam (، وحشائش زبد أمواج الشاطيء (*Phyllospadix*) . كما أن بعض المرجانيات لديها القدرة على مقاومة أمواج الشاطيء العنيفة ، وتكون حواجز مرجانية كبيرة خلفها بحيرات شاطئيه جميلة Lagoons . وإذا درسنا جميع الأحياء التي تعيش داخل منطقة تأثير الموج ، فسنجد أن لها خصائص معينة مشتركة .

(شكل ٢ - ١١) تعيش الأيسنيا Eisenia تحت نطاق تلاطم الموج مباشرة ، ولكن هذا الكلب النخيلي قوي بدرجة تمكنه من تحمل تأثير ارتطام الموج . ويمكن مشاهدته مكشوفا على ساحل كاليفورنيا الجنوبية عندما يبلغ الجزر أدنى مستوى له .

فإذا كانت كائنات تلتصق بطبقة تحتية صلبة (كصخرة أو ركام) فلا بد أن تكون **شديدة الالتصاق** وأن تترك مساحة ملساء قليلة المقاومة للماء ، فالطحالب التي تعيش **في هذه** المساحة تنحني وتنساب مع التيار . أما إذا كانت هذه الكائنات تعيش في طبقة **تحتية** لينة مثل الرمل فلا بد أن تكون قادرة على أن تحفر جحرا تحتمي به ، وأن تكون لها أصداف تقاوم تأثير الطحن الذي تفعله ذرات الرمال عندما يحركها الماء في كل اتجاه . وإذا تعمقنا في دراستنا أكثر من ذلك فسنجد أن هذه الكائنات قد نشأت لديها الحاجة إلى المستوى العالي من الأكسجين الذي يوجد في الماء المهوي الرغوي في زبد أمواج الشاطيء ، وأن تكيفها التام مع هذه الحالة الخاصة قد بلغ حدا يجعلها لاتستطيع الحياة بشكل سليم في منطقة أخرى أقل خشونة ووعورة . إن المثل القديم الذي يقول إن« البقاء للأصلح » معناه أن الكائنات الحية الأكثر استعداداً لكي تحيا حياة سليمة وتتكاثر بشكل جيد في نطاق مجموعة معينة من العوامل البيئية سوف تتفوق في الصمود والقدرة على الاستمرار على أي كائنات حية أخرى أقل منها تكيفا مع هذه العوامل الخاصة . ومن هنا نستطيع القول بأن أي جماعة ذروة climax community **هي «الأصلح »**بالنسبة لمجموع العوامل البيئية التي تعيش فيها .

(شكل ٢ - ١٢) **كائن من** **منفصل** بيفعة من الأرض (الحمى) : وعندما تقيم حماها ، فإنها تقاتل لتدفع عنه الكائنات التي **لقد التقط** **السرطان** العائم في خليج كاليفورنيا يشعرنا بأننا نقف على البقعة الخاصة به من الشاطيء .

وهناك عامل آخر يمكن أن نستخدمه في تقييم البيئة الطبيعية habitat التي يعيش فيها الكائن الحي، وهو درجة الحرارة . فأعماق المحيط هي أكثر البيئات استقراراً في العالم، لأنها شاسعة جداً ومتمازجة إلى الحد الذي يجعل حدوث تغيرات فجائية فيها أمراً غير متوقع على الإطلاق . وبالتالي، فإن الحيوانات التي تعيش في المحيط - باستثناء ما يعيش منها في مناطق المد والجزر - لا تحتاج إلى قدرة كبيرة على التحمل تمكنها من الصمود أمام التغيرات في درجة الحرارة أو أي عوامل بيئية أخرى .



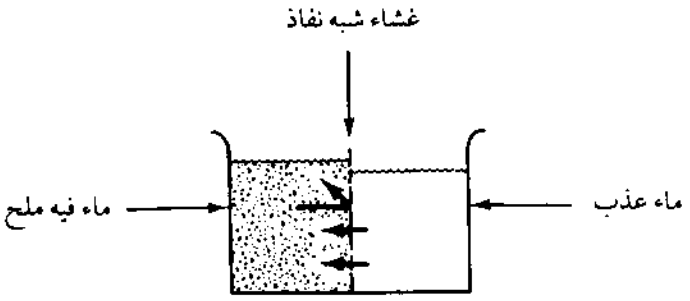
(شكل ٢ - ١٣) يمكن رؤية الشكل الكامل للصدفة الريشية Penshell عندما يتم اخراجها بالحفر من القاع . ورغم أن شكلها الانسيابي ملائم جدا للاحتجار (الإقامة في جحر) فإن صدفتها الرقيقة تحتاج إلى الحماية التي يوفرها لها الاختباء داخل الطبقة التحتية .

(شكل ٢ - ١٤) ربما كانت بركة المد العالي هي أصعب البيئات بسبب ما يطرأ عليها من تغييرات 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 .

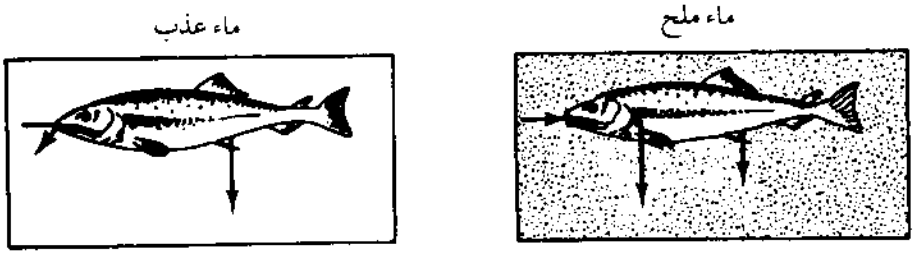
إن تغير درجة الحرارة بما لا يتجاوز بضع درجات يمكن أن تكون له أهمية كبيرة . ونحن نجد أن اختلاف درجة الحرارة موسميًا على اليابسة بمقدار ٣٨° س (٤ , ٦٨° ف) أمرمألوف ، كما أن اختلاف درجة الحرارة في الليل والنهار بفارق ٢٢° س (٦ , ٣٩° ف) ليس بالأمر النادر . أما في المحيط ، فإن الاختلاف الموسمي في درجة الحرارة بمقدار ١١° س (٨ , ١٩° ف) يعتبر كبيراً جدا ، كما أن اختلاف درجة الحرارة خلال اليوم بأقل من ٥ , ٠° س (٩ , ٠° ف) عند سطح الماء مسألة عادية . وإذا وضعنا في الاعتبار هذا الاستقرار في درجة الحرارة ، فإننا سوف نفهم السبب في أن معظم الحيوانات البحرية التي تعيش في منطقة المد لا يمكنها أن تتحمل حدوث تغير سريع أو كبير في درجة الحرارة . وهناك موطن طبيعي يحدث فيه تغير كبير في درجة حرارة ، وتتقلب فيه درجة الحرارة بسرعة وبصورة دورية ، وهي منطقة المد والجزر العالية التي تتجمع فيها مياه المد . فعندما ينحسر المد ، وتتعرض المياه المتجمعة للشمس فإنها تسخن بسرعة وترتفع درجة حرارتها إلى ٣٨° س (١٠٠° ف) . وعندما تنخفض درجة الحرارة في الليالي الباردة فإنها قد تتجمد . وهذا التطرف في درجات الحرارة يكون بيئة صعبة وقاسية مثل منطقة تأثير الموج ، إلا أنها أشد منها حدَّة . وهذه الظروف لايتحملها سوى القليل من الكائنات الحية ، مثلما أن عدداً قليلا منها استطاع التكيف مع تلاطم الأمواج المتكسرة على الشاطيء . والفارق الكبير بين تكيف كائنات تلاطم أمواج الشاطئ وكائنات برك المد والجزر ، أن هذه الأخيرة لابد لها أن تتكيَّف فسيولوجيًا ، أي من حيث وظائف أعضائها ، أكثر مما تتكيف بدنيا . فالحيوانات التي تعيش في هذه التجمعات المائية تكيفت مع الفروق الشاسعة في درجة حرارتها ، كما تكيف مع التغير السريع الذي يحدث فيها . وإذا تعرضت إحدى هذه البريكات للشمس ثلاث ساعات ودفئت مياهها حتى بلغت درجة حرارتها ٢١° س (٧٠° ف) فإنها تنخفض خلال ثوان معدودة إلى ١٠° س (٥٠° ف) عندما تغمرها أول موجة من المد الوارد إليها .

وبالمثل علينا أن ندرس المحتوى الملحي للمحيط . وعلى الرغم من أن الفصل الثالث يتناول هذا الموضوع بمزيد من التفصيل ، فإننا نريد أن نثبت هنا أن المحتوى

الملحي شأنه شأن درجة الحرارة ، لا يتفاوت تفاوتا شديدا ولا يتغير بسرعة . وهذه الحقيقة لها أهميتها بسبب الأسموزية (ظاهرة التناضح) osmosis ، أي قدرة الماء على الانتشار خلال غشاء شبه نفّاذ semipermeable membrane . فإذا وضع غشاء بين محلولين من الماء يسمح بنفاذ الماء ولا شئ سواه ، فإن هذا الغشاء يعتبر شبه نفاذ . وعندما يكون الملح قليلا في المحلول على أحد جانبي الغشاء ينساب الماء خلال الغشاء إلى الجانب الذي يحتوي على القدر الأكبر من الملح . وكلما زاد الفرق في تركيز الملح بين المحلولين كلما زاد الماء الذي يسري إلى أشدهما ملوحة . ولهذه الظاهرة أهميتها بالنسبة للحيوانات لأن أمعاءها وخياشيمها أغشية شبه نفاذة ، ويوجد في دمائها من الملح أكثر أو أقل مما يوجد في الماء الذي تعيش فيه . ونظرًا لأنه يوجد في ماء المحيط من الملح أكثر مما يوجد في دماء هذه الحيوانات ، فإنها تفقد بعض الماء من أجسامها ، ولا ينبغي أن يحدث ذلك لأن الماء ضروري لكي لا يصبح دمها شديد اللزوجة (أي غليظ القوام) . وللحيوانات طرقها الفسيولوجية المختلفة لمعالجة هذه المشكلة . فالبعض منها لديها كلى ، والبعض الآخر لديها غدد ملحية خاصة ، بينما تحتفظ فئة ثالثة باليوريا لتجعل المحتوى الملحي في الدم مساويًا تقريبا لنظيره في مياه المحيط . وأيًا ما كانت طريقة التكيُّف ، فإن أي تغيير فجائي في المحتوى الملحي للمياه المحيطة بالحيوان يسبب اجهادًا لجهازه ، فتموت معظم هذه الحيوانات ، ومن يستطيع منها التكيف بسرعة فإنه يتحول من المياه الملحة إلى المياه العذبة في فترة وجيزة . ومن أمثلتها السلمون (*Onco-rhynchus and Salmo*) ، والبَلَم white-bait (*Clupea*) ، وأنقليس الأطلنطي الشمالي (*Anguilla*) . ولنفكر في جميع المخلوقات البالغة الصغر التي تعيش في برك المد والجزر ، فعندما ينهمر المطر ، يجري الماء العذب إلى البريكة ويخفف تركيزها ، ولابد أن تكون لديها القدرة على إحداث تحول فسيولوجي على الفور وإلا ماتت . وفي الوقت نفسه فإن الماء العذب الذي يجري على سطح الأرض قد يحمل معه كميات كبيرة من الطمي من اليابسة إلى البريكات . وهذا الطمي قد يحدث انسدادًا في خياشيم كثير من الحيوانات التي تتنفس بخياشيمها ، وقد يملأ البريكة في الحالات الشديدة ، ويخنق كل كائن يعيش فيها .



سوف ينساب الماء إلى المنطقة ذات التركيز العالي للملح خلال غشاء شبه منفذ فينخفض بذلك مستوى الماء في الجانب العذب من الماء ويرتفع مستواه في الجانب الملحي ، لأن الماء يمكنه النفاذ خلال الغشاء ، ولكن الملح لا يستطيع النفاذ .



ويلاحظ أن أسماك المياه العذبة تمتنع تمامًا عن امتصاص الماء من خلال الفم ، لأن لدى الأسماك ميلاً لامتصاص قدر كبير من الماء عن طريق أغشيتها شبه النفاذة ، ولذلك فهي تخرج بولا مخففا لتخلص جسمها من الماء الزائد .

أما في الماء الملح فإن الأسماك لديها ميل لفقد الماء من خلال أغشيتها شبه النفاذة ، ولذلك فإنها تمتص الماء عن طريق الفم وتحتفظ به عن طريق إخراج بول مركز ، وتتخلص من الملح الزائد الذي تمتصه مع الماء من خلال غدة لازالة الملح في منطقة الخياشيم .

ويحدث هذان التفاعلان لاحتواء دم السمك على ملح والذي يعتبر أشد ملوحة من الماء العذب، ولكنه لا يبلغ درجة ملوحة الماء المالح .

(شكل ٢ - ١٥) التأثيرات الأسموزية على الأسماك والأحياء الأخرى .

وإذا أخذنا كل العوامل في الاعتبار فسنجد أن برك المد والجزر ، خاصة ما يوجد منها في مكان مرتفع على الشاطئ ، تشكل أقسى البيئات التي يتعين على الأحياء البحرية أن تتكيف معها . ففي هذه المواقع المرتفعة من الشاطئ تصادف الحيوانات البحرية معاناة أخرى ، فعندما ينحسر المد مرتين في اليوم فإنها تصبح في موقع مرتفع وجاف ، فالبعض منها يبقى في البريكات ويعاني من الحالة التي وصفناها آنفا ، بينما البعض الآخر تسد نفسها سدا محكما وتنتظر إلى أن يعود الماء . وقد تكيف كثير من

حيوانات هذه الفئة الأخيرة خلال أجيال عديدة ، وأصبحت قادرة على أن تتنفس الهواء ، وقلة منها تحتاج إلى الترطيب والبلل عدة مرات كل أسبوع لكي تتمكن من العيش بسهولة، بل إن بعضها قد تكيف تكيفا حسنا مع هذه البقعة إلى درجة أنها أصبحت تحتاج إلى الهواء للتنفس ، وأنها تغرق إذا اضطرت إلى البقاء تحت الماء فترات طويلة . وهناك اثنان من هذه الفئة ، هما الونكة periwinkle ، وقمل الشاطئ shore louse ، شائعان ومنتشران جدًا في معظم أنحاء العالم . فالونكة peri-winkle (*Littorina*) ، وهو حيوان ذو أصداف ، صغير جدًا قد لا يزيد قطره على ٤ ملليمترات ، يوجد في الشقوق الموجودة فوق خط المد على الشواطئ الصخرية . أما قمل الشاطئ shore louse (*Ligia*) فإنه يختبئ في الصدوع والشقوق ومن الصعب جدا اصطياده . وبحكم قدرتهما على الحياة خارج الماء ٩٥٪ من الوقت ، فإنهما لا يلقيان أية منافسة تقريبا من الأنواع البحرية الأخرى على الموطن الذي يأويان إليه . وإنه لمن الجدير بالدراسة أن نبحث كم من الحيوانات استطاعت تحقيق نسبة الـ ٥٪ الباقية من التكيف وهاجرت بعيدا عن البحر تماما لتصبح حيوانات برية ؟

أسئلة للمراجعة

١ – ما هو الغرض الذي يحققه التطور لجماعة من الأحياء ؟

٢ – كيف يختلف التطور عن التعاقب ؟

٣ – ما هي جماعة القمة ؟

٤ – كيف تختلف البيئة الصخرية في زبد أمواج الشاطئ عن البيئة الرملية من حيث ظروف المعيشة للأحياء التي تعيش فيها ؟

٥ – لماذا يعتبر المحتوى الملحي للماء مهمًا بالنسبة للحيوانات ؟

الفصل الثالث

اعتبارات فيزيائية وكيميائية

A Few Physical and Chemical Considerations

تعريف المصطلحات

قوة الطرد المركزية : القوة التي تطرد شيئا بعيدا عن مركز الدوران — Centrifugal force

قوة كوريولي : قوة انحراف يحدثها دوران الأرض ، وتجعل المحيطات تتحرك بطريقة دائرية . — Coriolis force

سحب : قوة معوقة أو مقاومة ضد جريان الماء يحدثها احتكاك الماء على امتداد القاع . — Drag

منطقة اقتصادية خاصة : وهي تمتد مائتي ميل داخل البحر من الساحل الأمريكي . — EEZ (Exclusive Economic zone)

المنطقة التي تهب عليها الرياح لتحدث اضطرابات وأمواجًا في المحيط . — Fetch

جزر محاقي : يحدث الجزر المحاقي بين المدود القافزة ، وله مدى صغير بين المد والجزر . — Neap tides

المنطقة البحرية الشاطئية : المياه الضحلة التي تغطي الأرصفة القارية في العالم . — Neritic zone

غرين الأعماق : رواسب ناعمة من الطمي والأصداف وغيرها من المخلفات توجد فوق معظم — Ooze

قاع المحيط . طرين . رزغ . غثاء .

الهائمات النباتية : النباتات التي تنجرف في الماء . **Phytoplankton**

المد القافز : مدود المحيط التي تحدث في أول الشهر القمري ومنتصفه . وهذا الاسم لا علاقة له بفصل الربيع . والمدود العليا لها أوسع نطاق فيما بين المد إلى الجزر في منطقتها . **Spring tides**

انحدار حراري : طبقة من الماء ذات تدرج حراري شديد بين طبقتين من الماء تختلف درجة حرارتهما . **Thermocline**

يتضح لنا من الفصل الثاني أنه يتعين علينا ، عند دراسة الأحياء البحرية ، أن نكون على إلمام تام بالعوامل البيئية التي ترتبط بأي بيئة معينة نريد أن ندرسها . ولما كان الكثير من هذه العوامل فيزيائية أكثر من كونها عوامل بيولوجية ، فيجدر بنا أن نتعرف على بعض العوامل الفيزيائية التي توجد في المحيط .

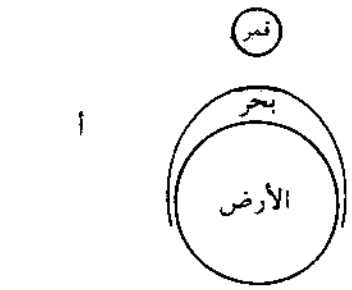
المد والجزر Tides

يمارس المد والجزر تأثيرهما الرئيسي على المنطقة الساحلية والأحياء التي تعيش في هذه المنطقة . فالارتفاع والانخفاض في مياه المد والجزر يتسببان في ايجاد بيئات من البرك تتجمع فيها المياه بشكل واضح تماما من جراء عملية المد والجزر على امتداد خطوط الشاطيء . كما أنهما يسهمان في تشكيل خطوط سواحلنا بتأثير النحر الذي يحدث من جرائهما . لماذا يحدث المد والجزر ؟ لقد لاحظت الشعوب القديمة أن ارتفاع الماء وانخفاضه له علاقة بمراحل تطور القمر ، وقد بلغت هذه العلاقة درجة من الوضوح جعلتها معروفة منذ آلاف السنين . أما في عصرنا الحاضر فنحن نعرف أن هناك عوامل كثيرة تؤثر في المد والجزر ، وأهم هذه العوامل هي الأوضاع النسبية للقمر والشمس والقوة الطاردة المركزية .

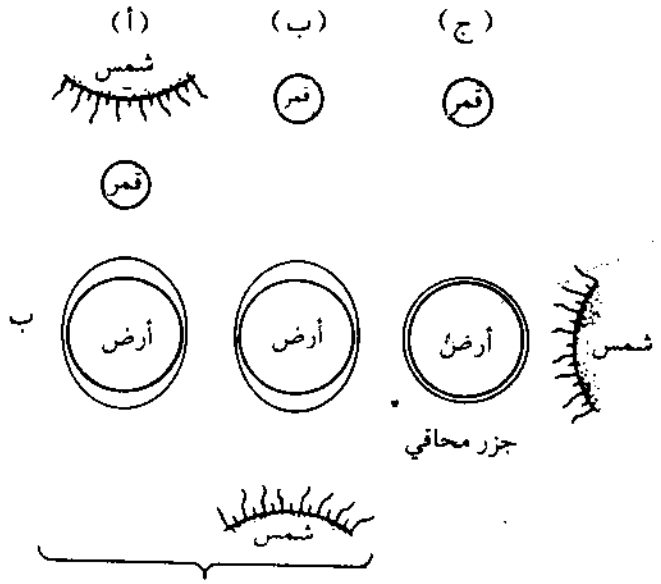
نظرا لأن القمر قريب من الأرض ، فإنه يفرض شدًا انجذابيا قويا ، حيث يجذب

الماء نحوه ، كما أنه يجذب كتل اليابسة أيضا . ولكن لما كان الماء أكثر سيولة ، فإن مروره نحو القوة الجذبية (انظر شكل ٣-١) ينتج عنه مد واحد كل يوم عندما تدور الأرض حول محورها . فالقمر يمر في السماء مرة كل يوم تقريبا مع كل دورة للأرض . ولو كان القمر هو المؤثر الوحيد لكان كل مد مماثلا للمد السابق له تمام التماثل ، ولكن من الواضح أن المدود ليست واحدة ، وأنه يحدث لدينا عادة مدان كل يوم وليس مداً واحداً فقط . ويرجع السبب في أن نوبات المد ليست متماثلة إلى تأثير الشد الجذبي للشمس على الأرض ، كما أن المد الثاني الذي يحدث كل يوم يقع نتيجة للقوة الطاردة المركزية . فعلى الرغم من أن الشمس أكبر بكثير من القمر ، فإنها تمارس فقط نصف شد القمر الجذبي للأرض لأنها تبعد عنا مسافة أبعد من القمر بكثير . ونتيجة لدوران الأرض في الفضاء حول الشمس ، ودوران القمر حول الأرض ، ودوران الأرض حول محورها ، فإن موقع الشمس والقمر يتغير كل يوم بالنسبة لأي بقعة بعينها على الأرض . وتبعا لموقع الشمس والقمر ، فإن قوة جذبهما إما أن تجذبا معا ، فتحدثان مداً عالياً جداً ، وجزراً منخفضاً جداً (يسمى المد الأعلى أو القافز spring tides ، ولكن لا علاقة له بفصل الربيع كما يوحي بذلك اسمه) ، وإما أنهما تلغيان بعضهما بعضا فتحدثان جزراً محاقياً neap tides (وهو مدٌ ليس عاليا جدا وجزرٌ ليس شديد الانخفاض) . ويحدث المد القافز إذن عند اكتمال القمر بدراً وعند ولادة القمر الجديد كل شهر ، بينما يحدث الجزر المحاقي في مرحلة التربيع الأول من أوجه القمر أو نصف القمر (انظر شكل ٣-١) .

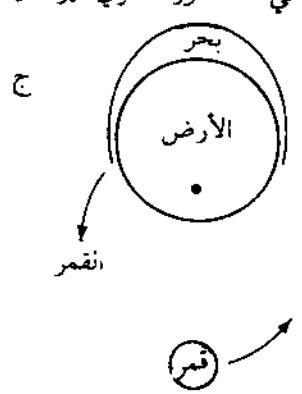
يبقى لدينا السؤال التالي : لماذا يحدث مدّان عاليان ، وليس مداً عاليا واحدا ، كل يوم؟ كما ذكرنا آنفا فإن هذا المد الثاني يحدث بتأثير قوة الطرد المركزية centrifugal force . وهذه القوة الطاردة المركزية هي التي تبقي على الماء في الدلو عند ما يترجح الدلو إلى أعلى في حركة دائرية كبيرة . فهذا النوع من القوة التي تحفظ الماء داخل الدلو المقلوب رأسا على عقب هو الذي يحدث بروزا في سطح الماء على الأرض يشبه البروز



يجذب القمر ماء البحر باتجاهه مسببًا مدًا عاليا تحت تأثير القمر في كل الأوقات .



(أ) ، (ب) يمثلان مدودًا قافزة . الشمس والقمر على خط مستقيم ويجذبان على نفس المستوى . وهذا هو وقت حدوث المدود العالية . (ج) يمثل جزرا محاقيا حيث تجذب الشمس والقمر في اتجاهين مختلفين ويحاولان تقليل الجذب في أي اتجاه ، وتكون المدود العالية في هذا الطور القمري غير عالية بدرجة كبيرة .



تدور الأرض والقمر حول المركز المشترك لكتلتيهما (م) . وبناءً على ذلك يتكون بروز في جانب الأرض المقابل للقمر . ويحدث جذب لماء البحر لأنه يوجد في الجانب الخارجي لنظام دوّار حول محور . وهذا الوضع يشبه الماء عندما يبرز من ثقب صغير في قاع دلو عند أرجحته في حركة دائرية حيث يبرز الماء من الثقب حتى لو كان الثقب مسننا .

(شكل ٣ - ١) القمر والمد والجزر

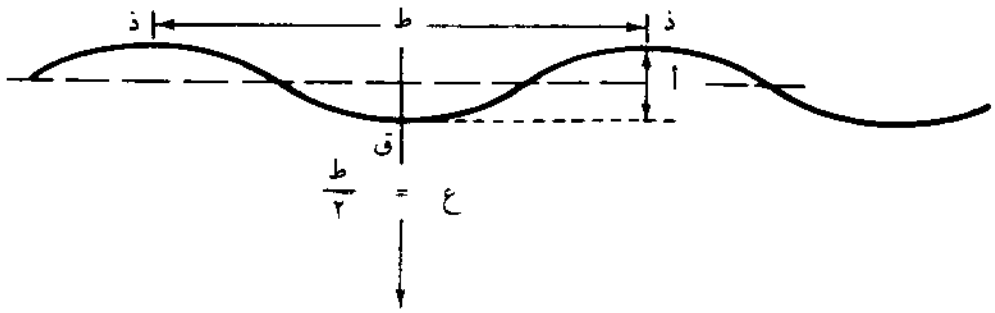
الذي تحدثه قوى الجذب ، إلا أنه ليس كبيرا جدا . وهذا البروز الثاني يحدث مباشرة مقابل البروز الجذبي الذي يحدثه القمر ، وبذلك يوجد مدٌّ عال ثان . فالقوة الطاردة المركزية يحدثها القمر والأرض وهما يعملان كوحدة واحدةً أثناء حركتهما في مداريهما حول الشمس . ويحتفظ مركز كتلة الجسمين بمسار مستقيم حول الشمس . ولكن الأرض تكون بعيدة قليلا عن المركز لكي توازن كتلة القمر . ونتيجة لذلك تنشأ قوة طاردة مركزية على الأرض عندما تقوم بدورتها في اليوم الثامن والعشرين حول مركز الكتلة (انظر شكل ٣-١) .

وهذه المؤثرات كلها تتعدل مرة أخرى بتأثير الكتل اليابسة التي تقطع النمط الأساسي فيصبح لكل منطقة خصائصها المميزة التي يرجع سببها إلى التضاريس والسمات السطحية الطوبوغرافية المحلية .

الأمواج Waves

إلى جانب تأثير المد والجزر على الساحل ، هناك أيضا تأثير زبد الأمواج surf التي تتكسر على الشاطئ . ويحدث الزبد عندما ترتطم موجة بالأرض فوق قاع ضحل . وكما يحدث عندما تندفع المركب بسرعة إلى الأمام إذا جنحت وارتطمت بالأرض وسكنت حركة قاعها السفلي ، كذلك فإن الموجة تندفع إلى الأمام وتتناثر مياهها عندما تدخل في مياه ضحلة يتناقص قاعها على الأرض ، وتبطؤ حركتها . وسوف نفهم ذلك بشكل أفضل عندما ننظر إلى تشريح الموجة أو الموجة الطويلة swell التي تصبح زبداً عندما تصل إلى أرض ضحلة . (انظر شكل ٣ - ٢) .

والموجة لها ذروة crest وهي أعلى نقطة فيها . ولها قرار trough ، أي أدنى نقطة فيها . وعندما تتحرك الموجة خلال الماء ، تكون المسافة بين أي نقطتين متماثلتين في أي موجتين متتابعتين (من ذروة إلى ذروة ، أو من بطن إلى بطن) هي طول الموجة length of wave ، والزمن الذي تقطعه أي نقطتين متماثلتين في موجتين متتابعتين لاجتياز نقطة محددة معينة يسمى الفترة الموجية period of wave . وإذا عرفنا المسافة بين نقطتين متماثلتين في موجتين متتابعتين ، فباستطاعتنا أن نحدد السرعة التي تتحرك بها الموجة .



ز = ذروة الموجة ق = قرار الموجة ط = طول الموجة أ = ارتفاع الموجة
ع = العمق التقريبي الذي يكون للموجة عنده تأثير كبير على القاع في المحيط ، ويعادل نصف طول الموجة .

(شكل ٣ - ٢) أجزاء الموجة

(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 حجما والتي تحرك الرمال وتعود بها إلى الشاطئ وتكوّن لنا شاطئا منحدرًا انحدارًا بسيطًا على نحو ما تتميز به الشواطئ في فصل الصيف .

ذكرنا أن الزبد عبارة عن موجة تتحرك حركة معوقة في قاعها . ما مدى عمق الموجة ؟ وأين يوجد قاعها bottom ؟ إن تأثير العمق الفعال للموجة يقارب نصف طول الموجة . وعلى ذلك فإن قاع الموجة يبلغ عمقه نصف طول موجتها ، فإذا كان طول

الموجة ١٠٠ متر ، فإن قاعها يوجد على عمق ٥٠ متراً . وإذا كانت المياه أعمق من نصف طول الموجة تسمى الموجة موجة المياه العميقة deep water wave . وإذا انخفضت نسبة عمق الماء إلى طول الموجة بحيث تصل إلى ١/ ٢٥ ، أو إذا كانت الموجة التي يبلغ طولها ١٠٠ متر تدخل في مياه ضحلة عمقها ٤ أمتار (٤/ ١٠٠ = ١/ ٢٥) ، فإننا نطلق عليها اسم موجة المياه الضحلة shallow water wave . أما في الأعماق التي يتراوح مداها بين ٥٠ مترا و٤ أمتار ، فيمكن أن توصف بأنها «موجة متوسطة» inter-mediate wave . والأمواج المتوسطة «تتأثر» بالقاع وقد تغير شكلها واتجاهها نتيجة لذلك ، ولكن من المرجح أنها لن تتكسر لتكون زبدا قبل أن تتحول إلى موجة مياه ضحلة . وتتكسر الأمواج عادة عندما يكون عمق الماء حوالي ١,٣ مرة من ارتفاع الموجة. وعلى ذلك فإن موجة ارتفاعها ٣ أمتار سوف تتكسر عندما تصل إلى عمق يقرب من ٤ أمتار .

$$(\text{العمق} \times \text{ارتفاع الموجة} = \frac{٤}{٣} = ١,٣)$$

ويتوقف شكل الزبد على شكل القاع . فإذا كان القاع ينحدر انحداراً بسيطًا ، فإن الأمواج تتكسر برفق وتنتشر إلى الشاطيء . وهذه الموجة تسمى الموجة المتكسرة الناشرة spilling breaker . أما إذا كان الشاطئ شديد الانحدار ، ودخلت الموجة عليه فجأة فإنها سوف تنطلق بأقصى سرعة وترتطم على نحو مفاجئ جداً وتتحول إلى موجة متكسرة غامرة plunging breaker . وإذا كان القاع شديد الانحدار بدرجة لا تتيح للموجة وقتا للارتكاس ، فإنها لن تتكسر مطلقا . وبدلا من ذلك فإنها تدفع الماء إلى أعلى فوق اليابسة وتمتصه مرة ثانية . ويسمى هذا النوع الموجة المتكسرة المتمورة surg-ing breaker ، ويحدث عادة على جوانب أجراف الشاطيء cliffs ، أو موانع الأمواج الاصطناعية jetties . والأمواج المتكسرة الناشرة هي أنسب ما تكون لهواة السباحة ، ولهواة رياضة الركمجة* surfers ، أو الممارسين لرياضة ركوب متن الأمواج المتكسرة ، فلا يستطيع سوى المهرة منهم ركوب الفراغ الأنبوبي الذي يتكون عندما يندفعون فوق الموجة بسرعة بالغة . أما الموجة المتمورة فيصادفها الصيادون الذين يستعملون الصنارة

* الركمجة surf-riding : رياضة ركوب متن الأمواج المتكسرة .

في صيد الأسماك ، والغواصون الذين يرتادون المنحدرات الصخرية شديدة الانحدار . وقد تواجههم هذه الأمواج فجأة في بعض الأحيان وتلقى بهم بعيدا عن الصخور . وهذا الخطر يتعرض له الأطفال الصغار بصفة خاصة .

وهناك أنواع أخرى من الأمواج يجدر بنا أن نعرفها ، وسنقدم وصفا موجزا لها فيما يلي :

الأمواج السنامية أو التسونامية Tsunamis : عبارة عن أمواج زلزالية محيطية يسميها العوام «أمواجا مدية» tidal waves ، غير أنها ليست لها علاقة بالمد والجزر مثلما أن نجم البحر starfish ليس من الأسماك كما قد يوحي بذلك اسمه . وهذه الأمواج تحدثها ، بصفة عامة ، زحزحات shifts كبيرة في قشرة الكرة الأرضية على امتداد منطقة ضحلة نوعا ما (٤٦ مترا أو أقل) . ولابد أن يكون التزحزح كبيرا ويمتد على مدى مسافة كبيرة (٦٠ ميلا أو أكثر) على خط الساحل . ومن الأسباب الأخرى لحدوث الأمواج السنامية حدوث انهيالات أرضية landslides وانفجارات تحت الماء . وهذه العوامل كلها تلاحظ عموما في بداية حدوث زلزال قوي . ونظرًا لأن هذه الأمواج قد تسبب تدميرا عظيما ، فإنه يجري الآن استخدام جهاز انذار لتحذير المناطق التي قد تتعرض للدمار باقتراب مثل هذه الموجة مقدما . فالتحذير منها قبل وصولها ببضع ساعات يمكن أن ينقذ أرواحا كثيرة .

أمواج العواصف : Storm waves : أمواج العواصف ليست أمواجا بقدر ماهي كتل متراكمة من الماء جمعتها الرياح العنيفة . فالرياح التي تهب بشدة على شاطيء ما تجمع المياه في كتل أعلى من المعتاد على ذلك الشاطئ . وإذا حدث ذلك أثناء مد قافز spring high tide فإن الزيادة في ارتفاع الماء قد تكون كبيرة جدًا مثلما يحدث عند قدوم موجة سنامية . وتحدث أمواج العواصف عموما أثناء الأعاصير .

منشأ أمواج البحر العادية

من أين تأتي الأمواج العادية ؟ إن معظم الأمواج التي تجرى عبر بحار العالم يرجع منشؤها إلى الرياح التي تحدث تموجات فوق سطح الماء . وإذا توقف هبوب الرياح في الوقت الذي ما تزال توجد فيه مجرد تموجات على سطح الماء ، فإن البحر يصبح مستويا

من جديد . أما إذا هبت الريح فترة طويلة وبشدة كبيرة ، فان هذه التموجات يكبر حجمها وتستمر بعد أن تسكن الريح . وتسمى المنطقة التي تهب عليها الرياح ويحدث فيها الموج منطقة هبوب الرياح فوق الماء المفتوح fetch . وتسمى الأمواج التي تحدث في منطقة هبوب الرياح الأمواج الكبيرة seas ، وبعد أن تترك منطقة هبوب الرياح تصبح سلسة هادئة وتسمى أمواجًا طويلة swells . وتكون الأمواج الكبيرة seas ذات جوانب شديدة الانحدار ، وعنيفة بالنسبة للزوارق ، بينما تكون الأمواج الطويلة swells أكثر سلاسة ، ولا تكون بصفة عامة شديدة الاضطراب بدرجة تعوق الابحار . وإذا هبت الرياح في منطقة هبوب fetch هبوبا شديدا ولمدة طويلة ، فإن الأمواج الطويلة التي تنشأ من جراء هذا الهبوب قد تكون كبيرة جدا بحيث يصل ارتفاعها إلى ٣٠ مترا . ويتراوح ارتفاع الموجة الطويلة العادية بين ٣ و ٥ أمتار . والأمواج الطويلة التي تنشأ من منطقة هبوب واحدة تكون بنفس الحجم تقريبا ، وتنطلق عبر المحيط إلى أن توقفها كتلة من اليابسة . أما الأمواج الطويلة التي تنشأ من مناطق هبوب مختلفة ، والتي تعبر المحيط غالبا في نفس الوقت ومن اتجاهات مختلفة ، فإنها تتسبب في اضطراب البحر أو هياجه بشدة . ويحدث أحيانا أن تلحق أمواج طويلة صادرة من منطقة ما بأمواج طويلة أخرى صادرة من منطقة مختلفة وتلتقي معها في نفس المكان حيث تتحد الموجتان وتكونان موجة طويلة واحدة كبيرة جدا . ومن الواضح أن سطح البحر لا يمكن التنبؤ بحاله ، وأنه مثير للاهتمام إلى حد كبير .

التيارات Currents

من المعروف أن التيار عبارة عن ماء يجري من مكان إلى آخر ، لكن الأهمية الكبرى لهذا الجريان ليست معروفة للجميع . فلولا التيارات لأصبحت المحيطات راكدة ، ولما توفرت أسباب الحياة للعدد الكبير من الأحياء التي تعيش فيها الآن . فالطعام والمغذيات والأكسجين تمثل ثلاثة من المواد الرئيسية التي لابد من انتشارها في جميع أرجاء المحيط لكي يتم توزيع الأحياء على أوسع نطاق فيه . فهذه المواد تُنْتَج ، أو تدخل مياه البحر ، عادة في أماكن أو مناطق معينة ، وتنتقل من خلال جريان الماء الى جميع أجزاء البحر ، وفي جميع البحار ، لتزويد الأحياء بأسباب الحياة .

أما في الاستعمال العلمي العادي ، فان التيار معناه : حركة الماء بسرعة عقدة واحدة ، أي ميل بحري ، في الساعة أو بسرعة أكبر من ذلك . أما الماء الذي يتحرك بسرعة تقل عن ذلك كثيرا فإنه يقال له غالبا تيار الانجراف drift . ومن أمثلة ذلك أن المياه التي تتحرك ببطء حول القارة القطبية الجنوبية تسمى تيارات انجراف الرياح الغربية West Wind Drift ، في حين أن المياه التي تجرى بسرعة أمام الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية تسمى تيار الخليج Gulf Stream Current .

الدورة العامة لمياه المحيطات General Circulation of Oceanic Waters

إن الأنماط العامة لدورة الماء في أحواض المحيطات الكبرى تخضع أساسا لثلاثة عوامل : الرياح ، قوة كوريولي Coriolis Force ، والمقاومة (السحب) drag التي يحدثها دوران الأرض . ولعل أهم هذه العوامل الثلاثة هي الرياح لأن لها تأثيراً إيجابيًا في جميع المواقع تقريبا . وتتجه الدورة العامة للرياح - لأسباب لا يتسع مجال هذا الكتاب لشرحها - نحو الغرب على امتداد خط الاستواء ، وإلى الشرق قرب القطبين . ثم تدفع هذه الرياح الماء السطحي أمامها في نفس الاتجاه . ونظرا لوجود كتل كبيرة من اليابسة (القارات) تقطع هذا النمط pattern فإن الماء ينحرف أثناء جريانه مع الريح ، فنجد أن الماء في نصف الكرة الشمالي يجري جهة اليمين ، في حين أن الماء في نصف الكرة الجنوبي يجرى جهة اليسار عندما يرتطم باليابسة على الساحل الشرقي للقارات . والسبب في هذا الاتجاه إلى اليمين في (الشمال) وإلى اليسار (في الجنوب) هو قوة كوريولي Coriolis Force .

وقوة كوريولي عبارة عن مفهوم تجريدي . ويرجع السبب في نشأة هذه الفكرة إلى شكل الأرض وإلى كون الأرض تدور حول محورها . وتتوقف السرعة التي تدور بها نقطة ما على سطح الأرض على بعدها عن القطبين . وعلى سبيل المثال ، فإن الأرض تدور حول محورها مرة كل أربع وعشرين ساعة تقريبا ، فإذا كنت تقف على خط الاستواء ، فإنك إذا أردت أن تتحرك حول الأرض وتعود إلى نفس المكان ، فإن عليك أن تقطع عدة آلاف من الأميال . أما إذا كنت تقف على بعد ميل واحد من القطب ، فإنك سوف تقطع بضعة أميال فقط خلال فترة الأربعة والعشرين ساعة نفسها . تصور

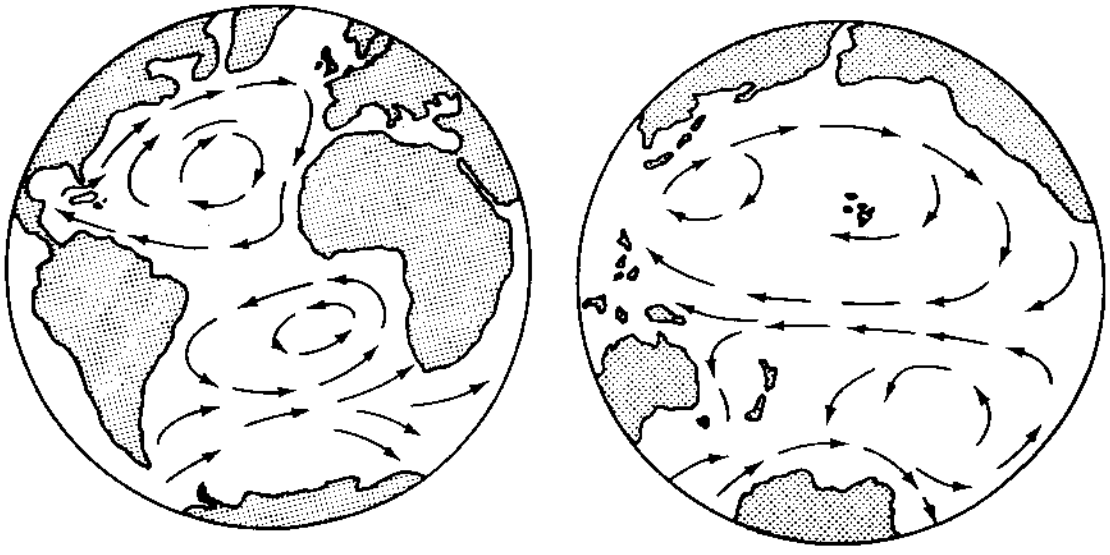
- مثلا - السرعة في مركز اسطوانة الحاكي (القطب) بالنسبة للسرعة في الطرف الخارجي للأسطوانة (خط الاستواء) . وإذا دحرجت «بلية» من مركز الاسطوانة إلى حافتها الخارجية أثناء دوران الاسطوانة ، فستجد أن البلية تنحرف بعيدا عن الاتجاه الذي تدور فيه الاسطوانة . ولذلك فإن تيارات المحيط تفعل نفس الشئ ، فهي تنحرف بعيدا عن الاتجاه الذي تدور فيه الأرض وتتجه نحو الجزء الذي يتحرك ببطء من الأرض . وهكذا تنحرف التيارات التي تجري على امتداد خط الاستواء نحو القطبين . ومن ثم فإن قوة كوريولي هذه تزيد من سرعة التيار عندما يجري شمالا أو جنوبا على امتداد الحواف الشرقية للقارات . أما إذا كان يجري على امتداد الحواف الغربية للقارات، فإن قوة كوريولي تعمل على إبطاء حركة التيار . ونتيجة لذلك توجد التيارات السريعة على السواحل الشرقية للقارات مثل تيار الخليج Gulf Stream على الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية ، والتيار الياباني (المسمى كوروشيو Kuroshio) على الساحل الشرقي لآسيا .

والسحب أو المقاومة drag عبارة عن قوة سلبية تعمل على إبطاء التيارات . فأنت كلما أسرعت في قيادة الدراجة كلما ازداد السحب الذي تشعر به من الهواء . أما إذا سرت ببطء فإنك لا تكاد تشعر بمقاومة أو سحب الهواء ، ولكنك إذا أسرعت في السير فإن السحب من الهواء يصبح واضحا . ويماثل ذلك السحب الذي يحدثه قاع البحر . فكلما زادت سرعة جريان التيار كلما زادت المقاومة أو السحب الذي يلقاه . ولهذا السبب تكون سرعة التيار عند السطح أكبر - بصفة عامة - من سرعة جريانه قرب القاع . والتفاعل الذي يحدث بين هذه العوامل الثلاثة هو السبب في أن التيارات في نصف الكرة الشمالي في كل من المحيطين الأطلنطي والهادي تجري في اتجاه عقارب الساعة ، وتجري التيارات في نصف الكرة الجنوبي عكس اتجاه حركة عقارب الساعة .

وهناك تيارات في المياه العميقة لن نتعرض لها بالتفصيل ، وتجرى هذه التيارات - على وجه العموم - في الاتجاه المعاكس للتيارات السطحية . ويبدوا أنها تحل محل المياه التي سحبتها التيارات السطحية من منطقة من المناطق . والتيارات المعاكسة - counter currents الرئيسية عميقة على امتداد جانبي خط الاستواء ، ومنها التيار المعاكس لتيار

الخليج Gulf stream counter - current الذي يجري من منطقة نوفا سكوتيا Nova Scotia إلى المنطقة الاستوائية تحت تيار الخليج أو في عموم المنطقة التي يجري فيها هذا التيار الأخير . والواقع أن المسارات الدقيقة لكل التيارات تتحول تبعا للمؤثرات الموسمية وغيرها من العوامل .

تسير الدورة العامة لمياه المحيطات باتجاه عقارب الساعة في النصف الشمالي فوق خط الاستواء وعكس عقارب الساعة في النصف الجنوبي تحت خط الاستواء .



شكل (٣ - ٤) الدورة العامة لمياه المحيطات

التيارات المحلية Local Currents

لكل منطقة تياراتها المحلية الخاصة بها . وتنشأ هذه التيارات المحلية بتأثير بعض العوامل مثل الريح وأشكال اليابسة ، والمد والجزر . ولها أهميتها بالنسبة لملاحي الزوارق وصيادي السمك بالصنارة والغواصين والسبَّاحين . وأكثرية المناطق الساحلية توجد بها تيارات تجري بمحاذاة الشاطئ في معظم الأوقات . وهذه التيارات يرجع سبب حدوثها إلى الاتجاه الذي تسير فيه الأمواج الطويلة swells عندما تعلو فوق اليابسة . فالموجة الطويلة لا تقترب - بصفة عامة - من اليابسة بزاوية ٩٠° ، وإنما تأتي عادة إما من الشمال وإما من اليمين عندما ننظر إلى البحر . ونتيجة لذلك يكون الجريان العام للماء في خط زبد الأمواج المتكسرة فوق الشاطئ أو أسفله . وفي الأحوال التي يشتد فيها

الزبد ، فإنه قد يتحول إلى تيار قوي وخطير ، ويكون عادة بمثابة انجراف بطئ slow drift . وتتحرك الرمال على الشواطئ جنبًا إلى جنب مع التيار . وهذا التحرك الرملي هو الذي ينقل الرمال من مصبات الأنهار بمحاذاة خطوط الساحل ويكوِّن الشواطئ beaches . وعندما يتحرك الرمل إلى الأمام ، فإنه قد يتبدد داخل الوديان الضيقة (الخوانق) canyons الموجودة تحت الماء إذا كانت هذه الوديان الضيقة قريبة من الشاطئ. ويوجد بالقرب من ساحل كاليفورنيا عند مونتيري Monterey ، ولا جولا La Jolla واديان ضيقان كبيران يمتصان قدرا كبيرا من الرمال ، إذ يدخل الرمل في الوادي الضيق ويهبط إلى قاع المحيط . وهناك مكان آخر مشهور يحدث فيه ذلك ، ويقع أمام كابو سان لوكاس في باجا كاليفورنيا بالمكسيك Cabo San Lucas in Baja California , Mexico . فإذا غاص المرء إلى عمق ٤٥ مترا فسوف يشاهد الرمال تتساقط فوق الصخور ، أشبه ما تكون بالشلال المائي الذي نراه فوق اليابسة .

تيارات المد والجزر Tidal Currents

التيارات المدية الجزرية يحدثها ارتفاع الماء وانخفاضه بسبب التغيرات العادية التي يحدثها المد والجزر كل يوم . ،ولا تحدث تيارات مدية جزرية على شاطئ مفتوح على البحر ، أما إذا لم يكن هناك بد من أن يمر الماء خلال مجرى معين أو حول جزيرة ما ، فسوف تحدث تيارات . وتتميز التيارات المدية الجزرية بأنها تجري في اتجاه واحد عندما يرتفع المد ، وبعدم حدوث جريان مطلقا عند ذروة المد أو الجزر (وتسمَّى في هذه الحالة المياه الراكدة slack water) ، وأنها تجري في الاتجاه الآخر عندما ينحسر المد . ومن المناطق التي يؤدي تشكل اليابسة فيها إلى حدوث تيارات مدية - جزرية قوية : كولومبيا البريطانية British Columbia ، نوفا سكوتيا Nova Scotia ، سان فرانسسكو San Francisco ، خليج كاليفورنيا (بحر كورتيز Sea of Cortez) ، خليج تشيزابيك Chesapeak Bay ، وفي الواقع فإن التيار المد - جزري يحدث في أي منطقة خليجية يكون جريان الماء فيها محصورا في نطاق محدود .

وإذا كانت التيارات سريعة الجريان ، فإنها تكون سببًا في شق قنوات في قاع المحيط عند مصاب المرافئ والخلجان . أما إذا كانت التيارات بطيئة فإن المواد تتسرب

منها وتتراكم على شكل غرين في القناة . وأثناء المد القافز تجري التيارات بسرعة أكبر نتيجة لتزايد الفرق بين نسب المد والجزر . وفي المناطق التي لم تطرأ عليها تعديلات من عمل الإنسان ، كثيرا ما ينشأ حاجز رملي أمام قناة أحد الخلجان مباشرة ، لأن التيار السريع بعد أن يجرى عبر القناة يبطئ سرعته في البحر المفتوح ، وبالتالي تتساقط الرمال التي يحملها . وتنتشر هذه الحواجز الرملية على امتداد ساحل المحيط الهادي في باجا كاليفورنيا بالمكسيك ، لأن خط الساحل هناك لم يدخل البشر عليه أي تعديل .

التيارات الرأسية Upwelling

التيارات الرأسية Upwelling عملية يصعد خلالها الماء العميق إلى السطح . وتحدث هذه الحالة عندما تدفع الرياح المياه السطحية بعيدا داخل البحر فتتحرك المياه العميقة إلى أعلى لتحل محلها . وقد يحدث التيار الرأسي في مكان موضعي وبشكل مؤقت ، أو قد ينتشر على مساحات كبيرة ويستمر فترة طويلة .

(شكل ٣ - ٥) إحدى الطرق المستخدمة لجمع عينات من الأسماك في منطقة ما تتمثل في وضع مصايد (محابس) . وتصلح محابس الأسماك في المناطق التي لا يمكن استعمال الشباك فيها كما هو الحال في طبقات الكلب (طحالب بحرية عملاقة) أو تحت الجليد ، أو في المناطق الصخرية .

وبعض التيارات الرأسية الكبرى التي تحدث باستمرار في نفس المناطق تحدثها التيارات العميقة التي تمتد في جريانها داخل الرفوف القارية continental land shelves . وتنشأ في هذه المناطق مصايد جيدة بسبب ارتفاع المحتوى الغذائي للمياه العميقة التي ارتفعت إلى السطح . فالهائمات النباتية phytoplankton تنمو بسرعة

مثلما ينمو أي نبات في حقل بعد تسميده . ومن أمثلة هذه المناطق جنوب أفريقيا ، وبيرو ، والأكوادور .

وتنشأ تيارات رأسية مائية أمام ساحل كاليفورنيا الجنوبية كلما هبت رياح سانتا آنا Santa Ana wind (وهي رياح محلية دافئة تهب من الشاطئ نحو البحر) ، فعندها تتغير درجة حرارة مياه البحر المحلية تغيراً كبيرا وتصل إلى ٥ درجات س (٩° ف) في غضون ساعات عندما تصعد مياه البحر العميقة الباردة . ونادراً ما تستمر هذه الحالة أكثر من أيام قلائل . وأمام الساحل الغربي لبيرو تؤدي الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية السائدة ، إضافة إلى التيارات العميقة ، إلى حدوث تيار رأسي قوي يحمل المياه السطحية بعيدا عن الساحل . ونظرا لأن المياه العميقة غنية بالمواد المغذية ، فإن معظم التيارات الرأسية يقترن بها ازهرار شديد للطافيات النباتية . وعندما يصبح هذا الازهرار حالة دائمة ، على نحو ما حدث أمام ساحل بيرو ، فإن الأسماك تنتقل إلى المنطقة بصفة دائمة لكي تتغذى على الطافيات النباتية . وكما هو متوقع ، فإن بيرو تملك أمام ساحلها واحداً من أفضل مناطق الصيد في العالم . وكثير من الدول التي توجد أمام سواحلها مصايد جيدة نتيجة لوجود بعض الظواهر من نوع التيارات الرأسية البيروفية Peruvian upwelling ، تسعى لبسط سيطرتها على مناطق الصيد باصدار قوانين لمد حدودها داخل البحر مسافة تتراوح بين ٨٠٠ و١٣٠٠ كم (حوال ٥٠٠ - ٨٠٠ ميلا) . ويترتب على مثل هذه التشريعات نشوب صراعات سياسية دولية .

درجة الحرارة Temperature

تتعرض الخصائص الفيزيائية للمياه لتغيرات مختلفة نتيجة للتغير في درجة الحرارة، وهي تغيرات تتميز بالطرافة والأهمية في نفس الوقت .

على وجه العموم ، عندما يتم تسخين أي مادة فإنها تتمدد ، وعندما تبرد فإنها تنكمش ، ومع أن الماء يتمدد وينكمش أيضا فإنه يشذ عن غيره من المواد في ناحية هامة جدا لهذا التفاعل العادي . إن معظم المواد تستمر في التقلص (أي تقل في الحجم) كلما ازدادت برودتها . أما الماء فلا ، لأن الماء يتقلص ويزداد وزنه (يصبح أكثر كثافة) عند

درجة حرارة ٤°س (٢ , ٣٩°ف) فقط ، ثم يبدأ في التمدد مرة أخرى عندما يزداد انخفاض درجة حرارته . وعندما يتجمد الماء فإن الجليد يكون أقل كثافة من الماء ويطفو على السطح . ولك أن تتخيل ما يمكن أن يحدث لو كان الماء ، مثل المواد الأخرى ، يستمر في التقلص كلما ازدادت برودته . فعندما يبرد الماء حتى نقطة التجمد ويصبح جليدا ، فإن الجليد سيكون أكثر كثافة من الماء ويهبط إلى القاع وسيعمل الهواء القطبي البارد على تجميد الماء السطحي والذي سيهبط إلى القاع . وسيتكون مزيد من الجليد ويغوص ، وسرعان ما يبرد المحيط كله ويبدأ في زيادة برودة الهواء نفسه . وسيتكون المزيد من الجليد بدوره ويتحول عالمنا إلى كوكب مغمور بالجليد . ولكن بدلا من أن يحدث ذلك ، نجد أن الهواء عندما تبرد مياه المحيط عند القطبين وتصل درجة حرارة الماء إلى ٤° س (وكلما زادت ملوحة الماء ، كلما انخفضت درجة حرارة الكثافة العظمى) يهبط الماء السطحي الغني بالأكسجين إلى قاع البحر ويمتزج بالماء العميق في أحواض المحيطات .

أما في المنطقة الاستوائية ، فإن تزايد أشعة الشمس المباشرة يُسَخِّن طبقة الماء الدافئ على السطح . وهذا الماء الدافئ – الأقل كثافة – لا يتجه إلى الهبوط . ومن ثم يحدث تَطَبُّق أو تكوين طبقات stratifying لمياه المحيط . وهذه الطبقات المختلفة يمكن تمييزها ببعض الخصائص ومنها درجة الحرارة . على سبيل المثال ، فإن الماء البارد الذي هبط في القطب الجنوبي يدفعه ماء هابط آخر أكثر برودة منه على امتداد قاع المحيط إلى أن يغطي معظم قاع المحيط . وقد تبين من عينات الماء المأخوذة من القاع العميق في المنطقة الاستوائية أن الماء هناك شديد الشبه بالماء السطحي في القطب الجنوبي . ويعتبر هذا النمط الدقيق لدورة الماء من أهم أنظمة توزيع المياه في المحيط . فالماء السطحي ينتقل ببطء نحو القطبين ، بينما يتحرك ماء القاع ببطء نحو خط الاستواء . ومن أهم النتائج المترتبة على هذا التكوين لطبقات الماء وجود الماء الصافي الذي يقترن بالماء السطحي الدافيء في المنطقة المدارية . فهذا الماء الدافيء أقل كثافة ويبقى على السطح . وتستهلك المواد المغذية الموجودة فيها من قبل الهائمات فتصبح جرداء من الكائنات الحية ولا يبقى فيها سوى عدد قليل نسبيا من الهائمات في الماء . ويترتب على قلة الهائمات

في الماء أن يصبح أصفى كثيرا من الماء السطحي في المنطقة المعتدلة الغنية والتي تحتوي على عدد كبير من الكائنات الحية .

الانحدار الحراري Thermoclines

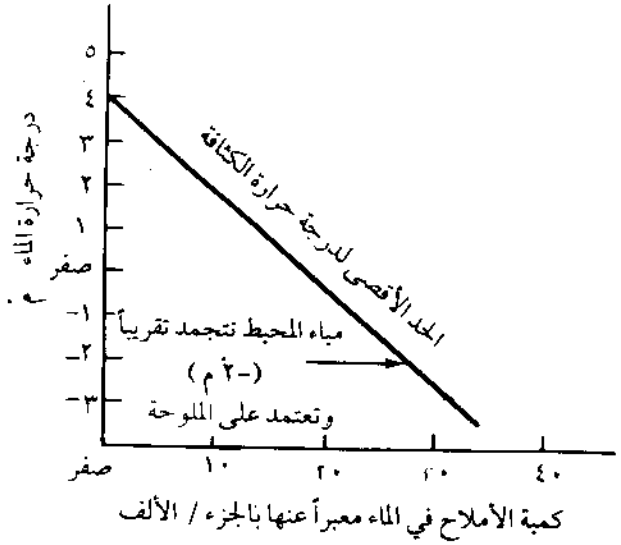
كلمة thermoclines معناها تدرج الحرارة . ويطلق اللفظ أيضا في وصف الطبقة الانتقالية عندما تلتقي طبقتان تختلف درجة حرارتهما . وبعض الطبقات الانتقالية عبارة عن طبقات تحدث فيها تغيرات سريعة جدا في درجة حرارتها ، مثلما يحدث في الخوانق أو الأودية الضيقة الموجودة تحت الماء أمام لا جولا La Jolla في كاليفورنيا حيث نجد من الأمور العادية هناك أن تختلف درجة الحرارة بمقدار ٥° س (٩° ف) في مدى ثلاثة أمتار على عمق ثلاثين مترا تقريبا ، أو أمام شُعْب بلانكار Palancar Reef في المكسيك حيث تنخفض درجة الحرارة فجأة بمقدار درجة واحدة س تقريبا (٢° ف) على عمق حوالي ٤٥ متراً . وهناك تدرجات حرارية أخرى على نطاق أوسع ولها صفة الدوام . وتنخفض درجات الحرارة عادة هبوطا من سطح الماء إلى القاع في جميع المناطق عدا البحار القطبية حيث يكون الماء بارداً بشكل منتظم . ويسخن الماء السطحي في الصيف بتأثير أشعة الشمس بدرجة أكبر مما يحدث له في الشتاء . ولذلك فإن التدرجات الحرارية في هذا الفصل تكون أكثر وضوحا وتحديدا إذ يصبح عمود الماء مقسما إلى طبقات .

الكثافة Density

يتكون الماء - شأنه شأن جميع المواد - من جزئيات . وكلما كانت هذه الجزئيات متقاربة مع بعضها البعض كلما ازدادت كثافة الشئ . فالصلب يحتوي على جزيئيات متراصة بالتحام أكثر مما يحتويه الماء ، ومن ثم ، فإنه أكثر كثافة (أثقل وزنا) . وقد ذكرنا من قبل أن الماء يصبح أقل كثافة عندما نرفع درجة حرارته مثلما يحدث مع المواد الأخرى .

ولنعقد تشبيها بين جزيئيات مادة من المواد ومجموعة من الناس في قاعة الرقص . فلو كان لدينا مائة جزيء في مادة ، ومائة زوج من الراقصين في صالة للرقص ، وتمثل الموسيقى الطاقة التي تعطيها الحرارة للجزيئيات ، فمن السهل أن نتصور ما سيحدث :

فعندما تعزف الموسيقى لحنا بطيئا فإن الراقصين يتحركون ببطء حول ساحة الرقص ، ويستطيع المائة زوج من الراقصين أن يرقصوا في مساحة صغيرة . وعندما تزداد سرعة الموسيقى يتحرك الراقصون والراقصات بسرعة أكبر ويحتاجون إلى مساحة أوسع . وبالتالي يتعين توسعة ساحة الرقص لكي تتسع لهم جميعًا لكي يرقصوا في نفس الوقت . إن الجزيئيات تتفاعل بنفس الطريقة مع ازدياد الحرارة ، فتصبح أكثر نشاطا وتحتاج إلى حيز أكبر وبالتالي تتمدد المادة . وتَذكَّر أن الماء يتقلص عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ٤° س ثم يتمدد تمددا طفيفا ويظل مستقرا . إذن فدرجة الحرارة تؤثر تأثيرا مباشرا على كثافة الماء بسبب تفاعل جزيئياته مع الطاقة الحرارية .



يبلغ الماء العذب كثافته العظمى عند درجة ٤° س وكلما زادت ملوحة الماء كلما قل الحد الأقصى لدرجة حرارة الكثافة العظمى ، والتي تكون في المحيطات في حدود - ٢° س .

(شكل ٣ - ٦) الحد الأعلى لكثافة الماء

وهناك عوامل أخرى تؤثر على الكثافة أيضا ، ومن أهمها الملوحة والضغط . فالضغط يؤثر على الكثافة بطريقة متماثلة إلى حد ما في كل مكان . فالضغط يزداد مع العمق ، كما هو متوقع ، نتيجة لثقل الماء فوق أي عمق من الأعماق . والثقل أو الضغط الذي يبذله الماء فوق أي نقطة معينة يعادل وحدة ضغط جوي atmosphere ، ١,٠٣٣ جم/ سم٢ (١٤,٧ رطلا في البوصة المربعة) لكل ١٠ أمتار . وليس لدى الماء قابلية شديدة للانضغاط ، ومن ثم فإن التغير الذي يحدثه الضغط في الكثافة ليس كبيراً جداً .

أما الملوحة فإنها تحدث تغيرات في الكثافة أكبر شأنا مما يحدثه الضغط . وكلما زادت ملوحة الماء كلما انخفضت درجة حرارته القصوى . ونتيجة لذلك فإن الماء البارد في قاع المحيط العميق لا تكون درجة حرارته ٤° س (٢ , ٣٩° ف) كما هو الحال في بحيرة عميقة من الماء العذب ، وإنما تكون أقرب إلى ٢° س (٢٨° ف) بسبب الملوحة .

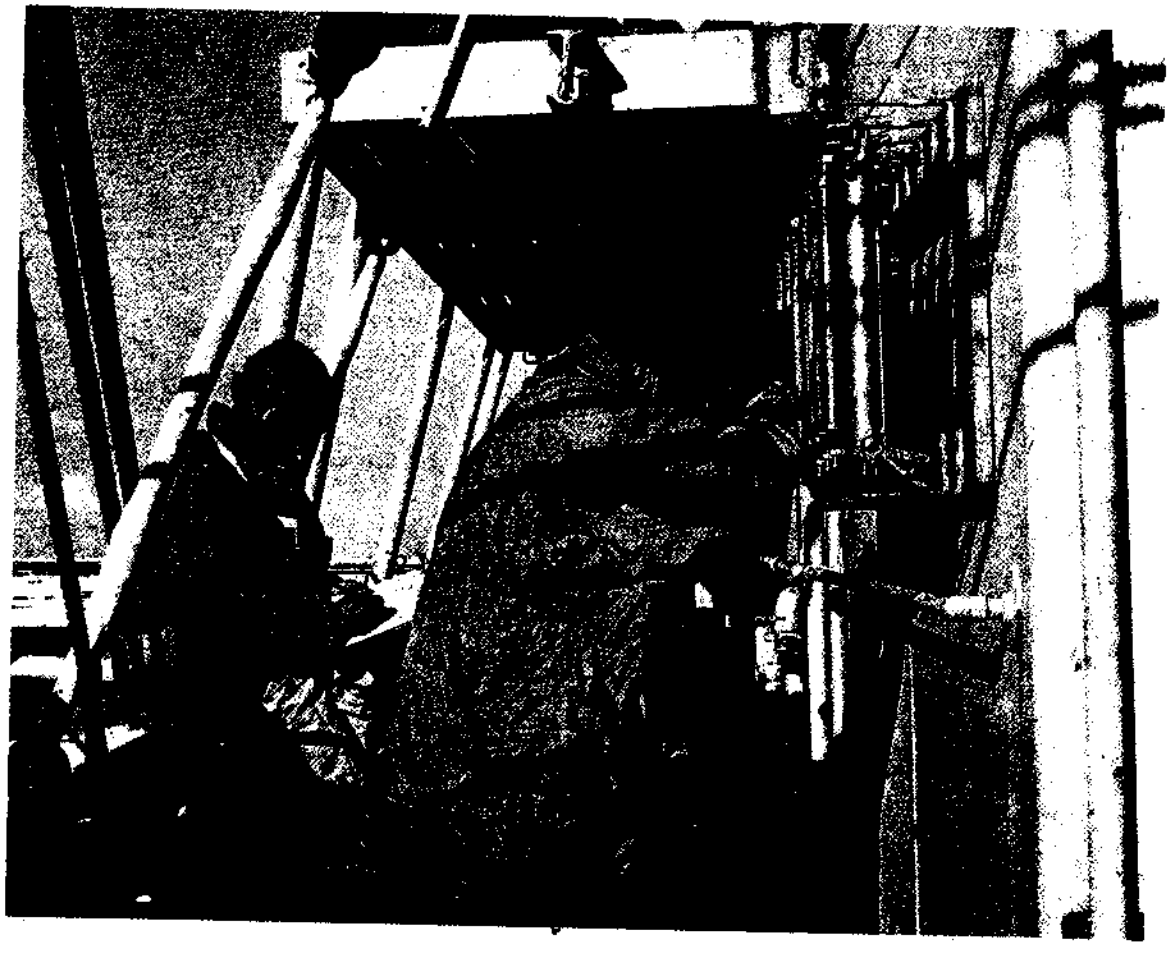
وكثير من الأملاح تذوب لكي تتكون منها أملاح ماء البحر (انظر الجدول ٣ - ١). ورغم أن درجة الملوحة الكلية تختلف من مكان لآخر بسبب التبخر وإضافة مياه عذبة من مصادر مختلفة ، فإن نسبة ملح إلى ملح آخر تظل متماثلة في جميع المناطق . وإذا أراد أحد العلماء تحديد كثافة عينة من الماء ، فإنه يقيس درجة الملوحة بطريقة يختارها من بين عدة طرق ، على أن يضع في الاعتبار درجة الحرارة والعمق الذي أخذت منه العينة . ونظرا لأن النسبة بين الأملاح ثابتة ، فإنه يمكن قياس أي واحد منها والتوصل إلى قياس الأملاح الأخرى بالاستنتاج الرياضي . وقد جرت العادة على أن نقيس مقدار الكلوريد .

(جدول ٣ - ١)

الأملاح المذابة في ماء البحر مرتبة حسب وزنها

الأيون	النسب المئوية التقريبية حسب الوزن
كلوريد	٥٥,٢٥
صوديوم	٣٠,٥٠
كبريتات	٧,٧٠
مغنسيوم	٣,٧٥
كالسيوم	١,٢٢
بوتاسيوم	١,١١
بيكربونات	٠,٢١
بروم	٠,١٩

وتؤثر الكثافة على بعض الكائنات مثل الهائمات ، لأن هذه الهائمات لها نفس كثافة الكتلة المائية التي تعيش فيها . وإذا وجدت طبقة من الماء باردة وأشد كثافة تحت طبقة دافئة فإنها تمنع كثيرا من الهائمات الميتة من الهبوط إلى القاع وتبقى عليها في الطبقة الانتقالية . وهذه المادة العضوية المتحللة تستهلك الأكسجين وبذلك تنشأ منطقة منخفضة الأكسجين .



(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 .

قاع المحيط The Ocean Floor

لم تتوافر للبشرية التقنية لدراسة قاع المحيط بشئ من الدقة إلا خلال الأربعين سنة

الماضية أو نحو ذلك - ففي عام ١٩٤٩م أثبت ايونج ، وبرس Ewing and Press أن هناك اختلافات مهمة في تركيب كل من القشرة الأرضية تحت قاع المحيط ، والقشرة الأرضية تحت القارات . ولقد أثار هذا الاكتشاف الكبير كثيرا من التساؤلات دون أن يقدم سوى القليل جدا من الإجابات . ويعكف العلماء حاليا بهمة ونشاط لمحاولة سد هذه الفجوة في معلوماتنا . ويلاحظ أن بعض الحقائق التي أمكن اثباتها لها تطبيقات تجارية وعلمية أيضا ، على نحو ما حدث عند استكشاف البترول .

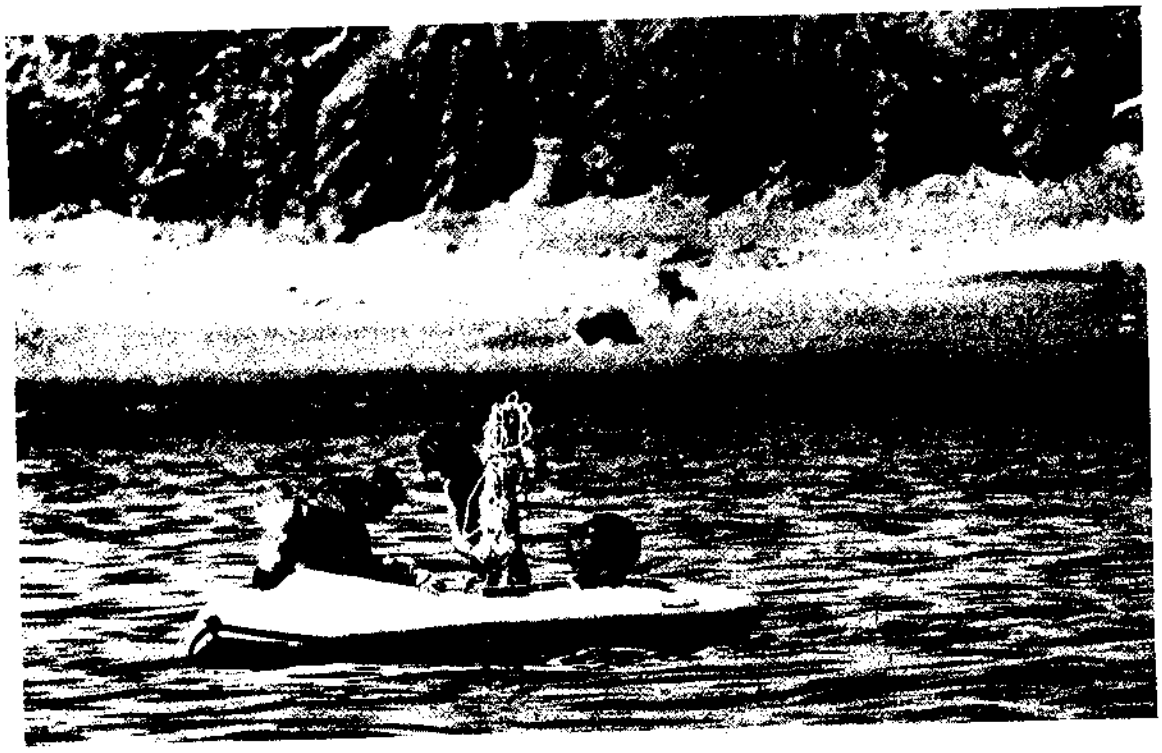
وجاءت نظرية بنائية الألواح plate tectonics التي وضعت في أواخر الستينيات ، فزادت من فهمنا لحركة سطح الأرض وكذلك لأعماق قاع المحيط . وقد تم تعديل هذه النظرية على أساس الاكتشافات التي تمت في أواخر الثمانينيات فزادت من فهمنا لحركة سطح الأرض وكذلك لأعماق قاع المحيط . وقد تم تعديل هذه النظرية على أساس الاكتشافات التي تمت في أواخر الثمانينيات والتي بينت أن الألواح أكثر سمكا مما كان يعتقد قبل ذلك، وأنها تمتد في العمق حتى غلاف الأرض mantle . ولما كان هذا الغلاف يكون ٨٥٪ من الأرض ، فإن معلوماتنا الجديدة عنه تنطوي على أهمية بالغة . هذا وقد أوشك علماء الجيوفيزياء geophysicists الذين يدرسون هذه المعلومات ، على التوصل إلى معلومات جديدة عن كوكبنا .

وعلى الرغم من أن متوسط الارتفاع فوق سطح البحر بالنسبة لكتل اليابسة في العالم حوالي ٨٣٧ مترا (٢,٧٥٥ قدما) ، فإن متوسط العمق تحت سطح البحر يزيد قليلا على ٣,٧٩٨ متراً (١٢,٥٠٠ قدما) . ولقد كان هذا العمق السحيق هو السبب في عدم قدرة الإنسان على الوصول إليه خلال هذه المدة الطويلة . وقد استطاعت التقنية الحديثة ابتكار طرق فنية عديدة لأخذ العينات عن بعد ، بل وصنعت غواصات submersibles يستطيع أن يتوغل بها الإنسان في أقصى أعماق المحيط (أكثر من ١٠,٩٣٧ مترا) حيث يشاهد ما يوجد هناك . ويجرى حاليا تغذية الحاسبات الآلية بالمعلومات التي عاد بها مئات الباحثين والتقنيات الحديثة التي استخدموها ، وبدأت الدراسات المقارنة الجديدة تزودنا بمعلومات ومعرفة أفضل لديناميكية المحيط .

(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، وينم انزال ثقل على الكابل يفصل القوارير فينقلب وضعها وتأخذ عينات عند الأعماق المراد دراستها .

الرف القاري: Continental shelf

هو امتداد اليابسة حيث ينحدر إنحداراً هيناً من خط زبد الأمواج المتكسرة على الشاطئ surf line إلى أن يصل إلى عمق يقرب من ٢٠٠ متر (٦٠٠ قدم) عند سواحل معظم قارات العالم . ومع أن هذا النطاق القاري يمتد مسافات بعيدة جداً أمام ساحل سيبيريا (أبعد من ١٤٠٠ كم) . فإنه لا وجود له أمام ساحل شيلي . ونظراً لأن هذه المساحة من قاع المحيط يسهل الوصول إليها ، فإنها ذات أهمية كبيرة جدا لبني



(شكل ٣ - ٩) كثيراً ما يستخدم الغواصون العلميون قوارب صغيرة قابلة للنفخ من أجل الوصول إلى المناطق التي يمكنهم تسجيل ملاحظاتهم عنها وسحب الهائمات منها .

الإنسان . فالرف القاري قريب جدا من المصايد التي تقع قاعدة نشاطها على اليابسة ، كما أنه ضحل بدرجة كافية للحفر فيه لاستخراج البترول ، وكذلك فإن مياهه ممزوجة جيدا بالأكسجين والمواد المغذية التي تقتات عليها مجموعات كثيفة من الكائنات الحية .

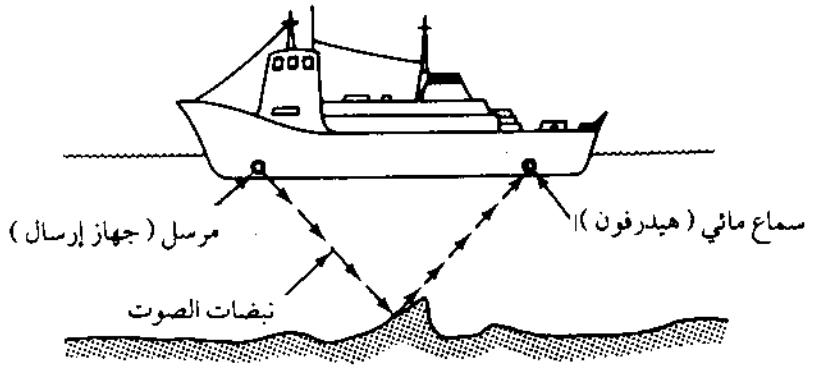
ويبدو أن الرفوف القارية في العالم قد تكونت نتيجة لتضافر عدة عوامل منها : تأثير الموج أثناء العصور الجليدية glacial periods وخاصة عندما كان منسوب المحيط منخفضًا ، والتعرية الجليدية scouring ، والترسبات الجليدية ، وترسب الغرين من المياه الجارية على السطح runoff ، وهبوط كتل اليابسة . وبحكم التكوين المعقد للرف القاري ، فإنه يحظى باهتمام كبير من علماء جيولوجيا الأعماق البحرية submarine geology .

ولما كانت المياه التي تغطي الرف القاري معرضة للشمس عادة ، وغنية بالمواد المغذية التي تأتيها من التيارات الرأسية للماء العميق فوق حافته ، وأيضًا من المياه الجارية على السطح فوق اليابسة ، فإنها تعيش فيها مجموعة كبيرة من مجتمع الهائمات .

فالأسماك تأتي إليها لتتغذى على الهائمات وبذلك تنشأ منطقة جيدة للصيد التجاري . ويسمى الكثير من الهائمات التي توجد في هذه المنطقة الهائمات المؤقتة meroplankton . وهذا الاسم يعني الكائنات الطافية التي لا تقضي حياتها كلها طافية في الماء كما هو حال بعض يرقات السرطان crab ، والسمك وغيرهما من الكائنات التي لا توجد إلا على شكل هائمات دائمة holoplankton . وتسمى المنطقة العامة فوق الرف القاري «المنطقة البحرية الشاطئية» neritic zone ، كما تسمى أنواع الكائنات التي تعيش فيها «الأحياء البحرية الشاطئية» neritic species .

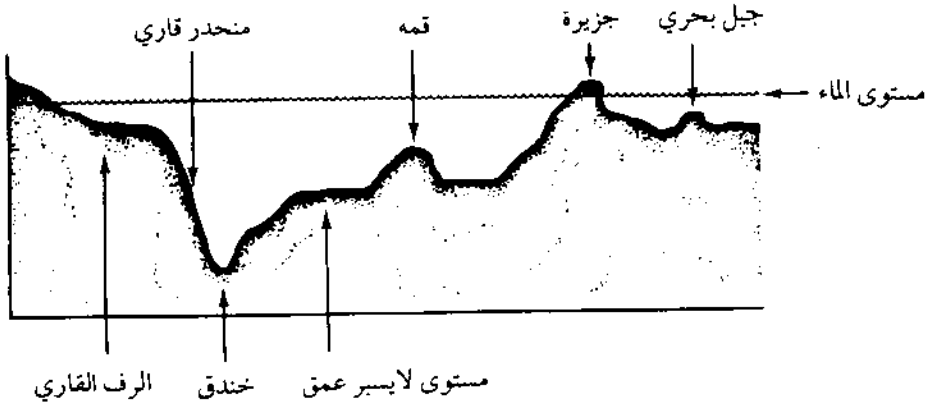
والمعتاد أن ينتهي الرف القاري على نحو مفاجيء نوعًا ما عند ما يُسَمَّى بالحافة القارية continental edge ، حيث ينحدر القاع انحدارًا أشد وأسرع . ويسمى هذا الانحدار العمودي أو شبه العمودي بالمنحدر القاري continental slope . ويستمر الانحدار عادة إلى أن يصل إلى عمق المحيط . غير أنه توجد فواصل فجائية في بعض المواضع على امتداد المنحدر . وقد تكون هذه الظواهر - تبعًا لخصائصها - واديا ضيقا (خانقا) تحت الماء على غرار الوادي الضيق الموجود في هدسون Hudson أو في مونتيري Monterey ، أو ربما تكون جبلا بحريا يرتفع من قاع البحر .

وقد ابتُكرت طرق جديدة لرسم خرائط لقاع المحيط يستَخدم فيها جهاز السونار (السبر بالصدى) sonar . وتحتوي الخرائط المعدة بطريقة السبر بالصدى على تفصيلات واسعة مما جعل الحكومة تحظر الاطلاع عليها للمحافظة على الأمن الوطني . ويرجع السبب في اتخاذ هذه التدابير الوقائية إلى أن الغواصات الأجنبية يمكنها - بالاعتماد على هذه الخرائط - أن تبحر بحذاء ساحلنا دون أن تضطر في أي وقت من الأوقات إلى الصعود إلى سطح الماء لكي تتعرف على المكان الذي توجد فيه . وتشمل المنطقة التي تم إعداد خريطتها ٣,٩ بليون فدان acre ، وتعرف باسم المنطقة الاقتصادية الخاصة بالولايات المتحدة Exclusive Economic Zone (EEZ) . وتمتد هذه المنطقة مسافة مائتي ميل من سواحل الولايات المتحدة .



السَّبْرُ بالصدى echo sounding أحد الطرق التي تستخدم في رسم خريطة لقاع المحيط ، حيث يعطى الزمن الذي تستغرقه نبضة الصوت في الانتقال خلال الماء تحديداً دقيقا للعمق

(شكل ٣ - ١٠) تحديد عمق قاع المحيط



(شكل ٣ - ١١) معالم قاع المحيط مع مبالغات رأسية كبيرة

قاع المحيط العميق : Deep Ocean Floor

إن قاع المحيطات - كما هو متوقع - تغطيه الرواسب . وتختلف هذه الرسوبيات في القطاعات المختلفة من البحر ، وإن كان هناك نمط عام لتوزيعها . فنجد حول القارات رسوبيات ذات خواص متباينة heterogeneous ، أو مجموعة مختلطة من الرسوبيات تتكون من مواد أرضية وبقايا أحيائية ، إضافة إلى رواسب جليدية في المناطق القطبية .

وتوجد رواسب من الصلصال الأحمر red clay في وسط معظم أحواض المحيطات الكبرى . أما الغرين السليكوني siliceous ooze - وهو الاسم الذي يطلق على الرواسب التي تخلفها أساسا النباتات المسماة الدياتومات diatoms والحيوانات التي تسمى الشعاعيات radiolaria - فيوجد بوفرة وبمقادير كبيرة على امتداد خط عرض ٦٠° حول القطب الجنوبي ، كما يوجد بمقادير أقل على امتداد خط الاستواء في جميع المحيطات ، وعند خط عرض ٥٥° شمالا في حوض المحيط الهادي .

غير أن أكبر مساحة من قاع المحيط يغطيها الغرين الكلسي calcareous ooze . ويتكون هذا النوع من الرسوبيات أساسا من المنخربات foraminifera ، ومجنحات الأقدام pteropods ، وهي حيوانات تخلف أصدافا تحتوي على الكالسيوم . وهذا النوع من الرواسب لا ينتشر إلا في عمق ٥,٥٠٠ مترًا لأن الكالسيوم يذوب بتأثير الضغط ودرجة الحرارة تحت هذا العمق . وتتكون أعمق أجزاء قيعان المحيطات عادة من الطفل الأحمر مع ظهور جسيمات من الغرين السليكوني في جميع المحيطات ، وإن كانت تظهر على نطاق أكبر في المحيط الهادي حيث توجد رواسب كبيرة في شماله وعلى خط الاستواء وفي جنوبه .

(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 جَلْب 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 .

ويختلف معدل ترسيب الرسوبيات من فصل لآخر ، ومن سنة لأخرى ومن مكان لآخر . فلا يوجد معدل معياري للترسيب .

(جدول ٣ - ٢)

غطاء قاع المحيطات

المـــــــادة	النسبة المئوية
غرين	٤٨٪
طفل أحمر	٣٨٪
رزغ سليكوني	١٤٪

ومن بين المواد المهمة التي توجد فوق قاع البحر عقيدات المنجنيز حيث توجد كميات كبيرة هناك من المنجنيز بالإضافة إلى النيكل والكوبالت وغيرهما . ومن المحتمل أن يتم تعدين هذه الموارد يوما ما لأنها تنطوي على إمكانات اقتصادية كبيرة .

وكلما ازداد عمق العينات المأخوذة كلما قلت أنواع الكائنات التي توجد في هذه العينات . فالعينة التي تؤخذ على عمق ١٠٠٠ متر من المتوقع أن تحتوي على ١٠٠ - ٢٠٠ نوع ، في حين أن العينة المأخوذة على عمق ٧,٥٠٠ مترا من المتوقع أن تحتوي على ٥ - ١٠ أنواع من الأحياء . والمحتوى المعدني في الرسوبيات ليس له من الأهمية بالنسبة للأحياء قدر أهمية المحتوى العضوي أو الغذائي . وتحتوي البحار الضحلة عادة على رسوبيات فيها نسبة عالية من المواد العضوية .

وقد أدى اكتشاف منافذ حرارية مائية عميقة hydrothermal vents تزخر بالأحياء التي تعتمد على كبيرتيد (كبريتور) الهيدروجين إلى الكشف عن وجود جماعات أحيائية جديدة تماما تعيش فوق أعماق المحيط لم يكن هناك أدنى توقع لوجودها . فالأماكن التي توجد بها هذه المنافذ الحرارية المائية تزخر بالأحياء . وهذه الأحياء لا تعتمد على الضوء كما هو شأن الأحياء الأخرى التي تعيش فوق الأرض ، وإنما تعتمد على مركب كيميائي يسمى كبريتيد الهيدروجين hydrogen sulfide . وهذا الاكتشاف يفتح آفاقا جديدة في علم أحياء المحيط العميق .

أسئلة للمراجعة

١ - ما هي المناطق الأكثر تأثرا بالمد والجزر ؟ ولماذا ؟

٢ - ما هو الزبد ؟ وكيف يتكّون ؟

٣ - ما هي العوامل التي تحدث النمط العام لتيارات المحيط ؟

٤ - ما هي العلاقة بين تيارات المد والجزر وتكوين الحواجز الرملية ؟

٥ - ما علاقة كثافة الماء بالطبقة التي تحتوي على الحد الأدنى من الأكسجين ؟

٦ - لماذا تعتبر المنطقة الاقتصادية الخاصة EEZ مهمة ؟

الفصل الرابع

الطاقة باعتبارها وقودا للحياة

Energy as Fuel For Life

تعريف المصطلحات

ذاتيّ التغذية : كائن حي يكوِّن غذاءه الخاص عن طريق التمثيل الضوئي ، أو التخليق الكيميائي . فهو منتِج أولي . **Autotrophic**

تخليق كيميائي : تكوين الكربوهيدرات من خلال التفاعلات الكيميائية بدلا من الضوء . **Chemosynthesis**

حتات : مادة تكون غثاء scum على سطح الغرين.والبيئات الطمييية تتألف أساسا من مواد نباتية متحللة ، والبكتريا التي تتسبب في انحلالها . **Detritus**

المنطقة الضوئية الحقيقية : الطبقة العليا من المحيط التي توجد بها طاقة ضوئية كافية للتمثيل الضوئي ، ويختلف عمقها حسب صفاء الماء، فيصل إلى ما يقرب من مائتي متر في المياه الإستوائية الصافية . **Euphotic zone**

غير ذاتيّ التغذية : أي كائن حي ليس ذاتيّ التغذية : مُنتج ثانوي . يستعمل المادة العضوية التي يكونها كائن حيٌّ ذاتيُ التغذية . **Heterotrophic**

غمري : صفة تُطلق على الكائن الحيّ الذي يقضي حياته في عرض البحر بعيداً عن القاع مثل التونة . **Pelagic**

التمثيل الضوئي : تكوين الكربوهيدرات باستعمال الضوء . **Photosynthesis**

المُنتجَات الأولية : كائنات حية تستخدم الطاقة الكيميائية أو ضوء الشمس وعملية التمثيل الضوئي أو التخليق الكيميائي لتكوين مادة عضوية . **Primary producers**

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى الوقود أو الطاقة لادارة العملية التي نسمِّيها الحياة، ويتخذ هذا الوقود أشكالا عديدة . وتحتاج الكائنات المختلفة إلى أشكال مختلفة من الوقود لكي تبقى على قيد الحياة . والعنصر الأساس في معظم أشكال الطاقة هو ضوء الشمس .

وفي عام ١٩٧٧ تم العثور على صور للحياة life forms تتخذ من كبريتيد الهيدروجين أساسا لتكوين الطاقة . وفي عام ١٩٨٦ تم عزل صور للحياة تستخدم الميثان . وقد فتحت هذه الأحياء المعزولة مجالاً جديدا تماما لعلم الحياة . فقد كان المعتقد حتى الآن أن جميع المنتجَات الأولية primary producers نباتات تستخدم ضوء الشمس بالإضافة إلى عملية التمثيل الضوئي لتكوين طاقة صالحة لحياة الحيوان . أما الآن فإننا نعرف أن بعض صور الحياة معتمدة على غيرها كيميائيا ، وتستخدم عملية مختلفة تمام الاختلاف تُسمى التمثيل الكيميائي chemosynthesis لتكوين طاقة صالحة لصور الحياة الأكثر رقيًا . وتتم عملية التمثيل الكيميائي هذه بوساطة البكتريا التي تتكاثر وتُتَّخذ طعاما لصور الحياة الراقية . ويثير هذا الاكتشاف كثيرا من الأسئلة ويفتح كثيرا من الاحتمالات . وأحد هذه التساؤلات : هل يمكننا استخدام هذه العملية للتخلص من كبريتيد الهيدروجين الذي يتكون في محطات تصريف النفايات ، وننتج غذاء للبشر في نفس الوقت ؟ إن بعض العلماء في معهد وودز هول لعلوم المحيطات في ماساشوستس Woods Hole Oceanographic Institution يعتقدون أن في وسعنا أن نفعل ذلك . كما أن اكتشاف صور الحياة التي تعتمد على التمثيل الكيميائي يفتح أيضا احتمال إمكانية وجود حياة في الكواكب الأخرى التي كُنَّا نظن أنه لا توجد بها حياة بسبب الجو الخاص الذي يوجد هناك . إن اكتشاف صور الحياة الجديدة هذه يمثل تقدما باهرا ومثيرا للغاية بالنسبة للوسط العلمي .

إن الكائنات التي تنتفع بضوء الشمس مباشرة وتحوله إلى طاقة مختزنة تسمَّى أيضا

منتجات أولية . وهذه العملية تقوم بها عادة النباتات التي تحول المواد غير العضوية إلى مواد عضوية مثل الكربوهيدرات والبروتينات بمساعدة ضوء الشمس ، وتعتبر مصدراً أساسيًا للغذاء على الأرض ، فالمواد الأساسية التي تكونها النباتات هي الكربوهيدرات . ثم تتحول هذه الكربوهيدرات إلى المواد الأخرى الضرورية مثل الدهنيات والزيوت والنشويات والبروتينات والسكريات الأخرى . وتعتمد أكثرية الأحياء في المحيط ، مثل الأحياء على اليابسة ، اعتمادا تاما على ضوء الشمس في استمرار بقائها .

وعلى الرغم من أن الطبقة العليا التي يخترقها ضوء الشمس قد تمتد إلى ما يقرب من ٢٠٠ متر في المناطق المدارية ، فإنها في المناطق المعتدلة نادرا ما تمتد إلى أكثر من ٨٠ مترا ، وتقل كثيرا عن هذا العمق عادة . ولابد لجميع منتجات الغذاء الأولية عن طريق التمثيل الضوئي أن تعيش في الطبقة العليا للماء ، وإن كان كثير من المواد المغذية اللازمة للنباتات لكي تستطيع تكوين الغذاء يوجد تحت الطبقة العليا التي يخترقها ضوء الشمس . ومن ثم فإنه من الضروري أن يمتزج الماء العميق بالمياه الضحلة لكي تستطيع نباتات الطبقة العليا من الماء إنتاج الغذاء . ويحدث هذا المزج بطرق عديدة .

$$6\,H_2O + 6O_2 + C_6H_{12}O_6 \xleftarrow{\text{كلوروفيل}} \text{طاقة ضوئية} + 6CO_2 + 12\,H_2O$$

$$\text{سكر ونشا + أكسجين + ماء} \xleftarrow{\text{التمثيل الضوئي}} \text{ماء + ثاني أكسيد الكربون + طاقة ضوئية}$$

هذا المخطط البياني المبسَّط للغاية يوضح إنتاج الغذاء الأساسي في جميع النباتات . وهذا النمط لانتاج الغذاء هو الأساس لمعظم عمليات إنتاج الغذاء سواءً على اليابسة أو في البحر . أما في البحر ، فإن إنتاج الغذاء الأساسي تقوم به الهائمات النباتية والطحالب .

$$18H_2O + 24\,S + C_6H_{12}O_6 \xleftarrow{\text{التخليق الكيميائي}} \text{بكتيريا} + 24\,H_2S + 6O_2 + 6CO_2$$

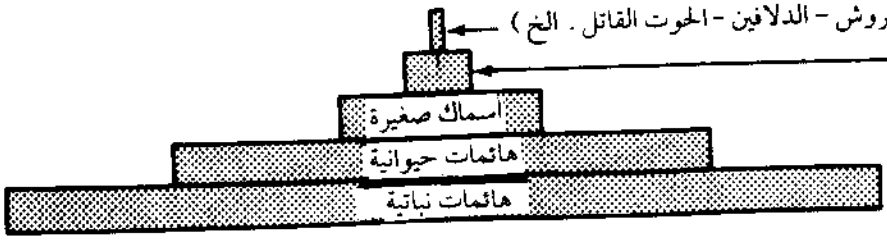
$$\text{سكر ونشا + كبريت + ماء} \xleftarrow{\text{التخليق الكيميائي}} \text{ثاني أكسيد الكربون + أكسجين + كبريتيد الهيدروجين + بكتيريا}$$

هذه العملية لم نفهم سرها حق الفهم حتى الآن ، ولكنها تسير فيما يبدو على النحو الذي أوجزناه آنفا .

(شكل ٤ - ١) إنتاج الغذاء الأساسي

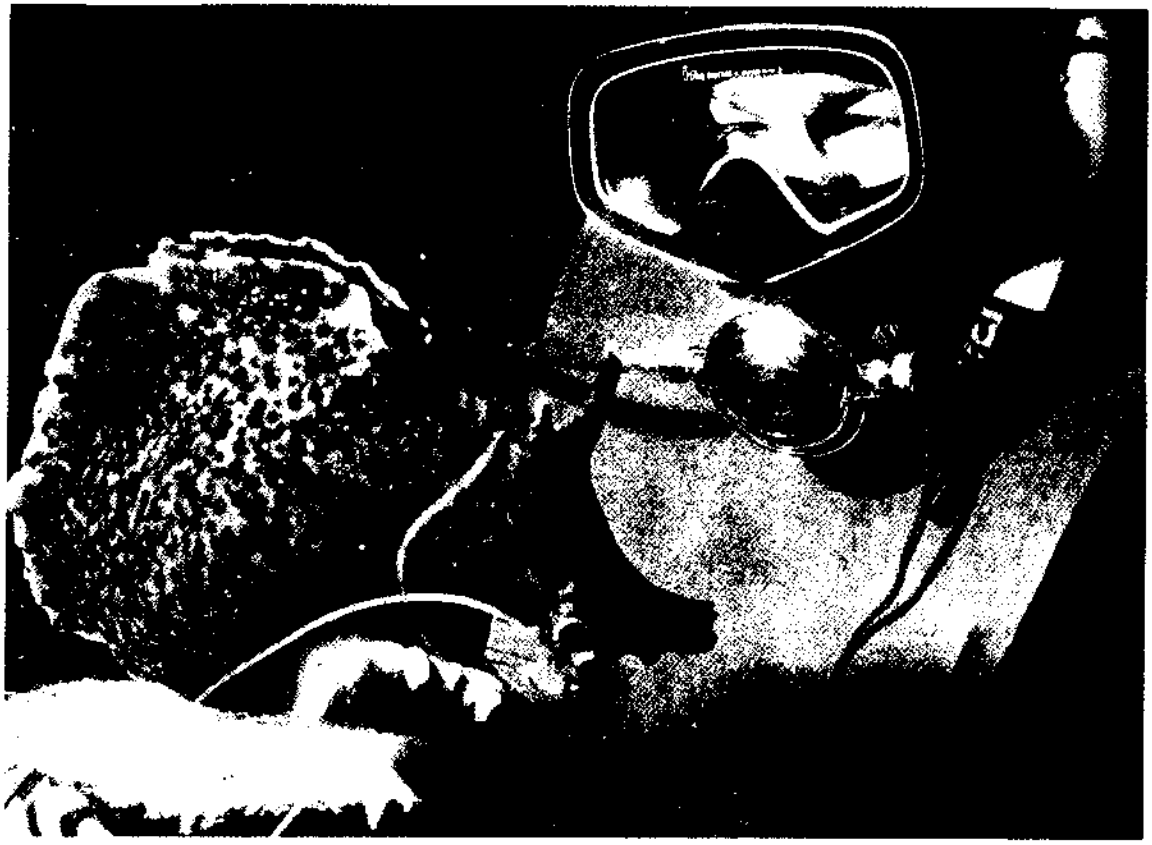
ويحدث امتزاج الماء في الشتاء على نطاق أوسع بكثير من امتزاجه في الصيف . ففي الشتاء لا تسخن المياه السطحية بالدرجة التي تسخن بها في الصيف عندما تكون فترة ضوء النهار أطول ، وتتسلط عليها أشعة الشمس بشكل مباشر . ونظرًا لأن المياه السطحية تظل أكثر برودة ، فإن الفرق في درجة الحرارة يكون أقل بين مياه القاع والمياه السطحية ، مما يجعل كثافة المياه متساوية تقريبا ، وبذلك يتاح للماء العميق أن يصعد إلى السطح بسهولة أكبر . وتعمل الرياح والتيارات على بقاء مياه المحيط ممتزجة امتزاجا جيدا إذا كان الفرق في الكثافة ضئيلا . أما في الصيف عندما تكون المياه السطحية أكثر سخونة من المياه العميقة ، فإن المياه العميقة تجد صعوبة في الصعود لأنها أبرد وأشد كثافة من المياه السطحية الساخنة . وتستهلك النباتات في الطبقة العليا للمياه المواد المغذية المتوافرة فيها وتتوقف عن الإنتاج . وفي المناطق المداريَّة حيث تكون هذه الطبقة من المياه السطحية الساخنة ثابتة إلى حد ما ، فإنها تفتقر إلى المواد المغذية التي تتغذى عليها كثير من الهائمات plankton وبذلك تكون المياه صافية بصفة عامة . وكلما ازداد صفاء الماء كلما جردت المنطقة وخلت من النباتات . والمياه الصافية الدافئة في المناطق المدارية أصلح ما تكون للغوص باستخدام رداء الغوص سكوبا scuba (جهاز التنفس تحت الماء الكامل بذاته) والرياضات الترويحية ، ولكنها لا تصلح للصيد التجاري . فالمصايد التجارية الجيدة توجد حيث تسمح المياه السطحية بامتزاج المواد المغذية بها في خطوط العرض المعتدلة mid-latitudes .

ومقدار المادة العضوية التي تتكون في منطقة التمثيل الضوئي هو مجموع الإنتاجية أو الانتاج الإجمالي للتمثيل الضوئي في منطقة معينة . فالنباتات ، شأنها شأن الحيوانات ، تنبض بالحياة ، وتستهلك بعض المواد العضوية أو الطاقة التي تكونها من خلال (أيضها) أو عملياتها الحيوية التي تقوم بها . وصافي الإنتاجية net productivity هو الفرق بين الإنتاج الإجمالي ومقدار المادة العضوية المستهلكة في عمليات الأيض . وصافي الإنتاج هو ما يهم الحياة الحيوانية في المنطقة . وتعيش أكثرية الأحياء عند السطح أو قريبا من القاع بسبب تجمع الغذاء ، لأن تجمع الغذاء في منتصف عمق الماء أصعب من تجمعه بالقرب من السطح حيث يتم تكوينه ، أو فوق القاع حيث يأخذ في التجمع .



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

وأغلبية النباتات البحرية من أفراد الهائمات النباتية . ومعنى هذا أنه لابد لها أن تعيش في الطبقة العليا من البحر لكي تحصل على ما يكفي من ضوء الشمس لبقائها . وتفيد بعض التقديرات بأن ما يقرب من ٢٠٪ من هذه الطافيات أو العوالق النباتية يهبط إلى ما دون مستوى الضوء الضروري ويموت . وتمثل نسبة العشرين في المائة هذه حوالي ٩٠٪ من الطاقة المتاحة لحيوانات المياه العميقة . أما بقية الطاقة فتأتي من الهائمات الحيوانية الميتة zooplankton أو الحيوانات المفترسة البحرية الميتة pelagic predators . ويسمى هذا النوع الميت من الغذاء حتاتا أو فتاتا detritus . ويُعَدّ انتقال الطاقة من الشمس إلى المنتجات الأولية ثم إلى الحيوانات التي تعيش فوق القاع عن طريق نظام الفتات أكبر انتقال للطاقة إلى المياه العميقة من أجل الكائنات الحية . أما في المياه الضحلة ، مثل المياه التي تغطي الرف القاري ، فتوجد مادة عضوية منجرفة من اليابسة ، وتحتوي على أخشاب وأوراق ومخلفات المجاري . . . إلخ ، وهذه المادة العضوية تساوي تقريبا الفتات الطبيعي المتوافر في الماء . وفي أيٍّ من الحالتين ، سواءً أكان الفتات المتوافر منجرفا مع المياه الجارية على الشاطئ أم من صنع البشر ، أم من الهائمات النباتية الهابطة ، فإن الكائنات التي تعيش فوق القاع والآكلة للنباتات لا تستهلك منه في غذائها المباشر سوى ٢٥٪ تقريبا . أما نسبة الـ٧٥٪ الباقية من مصادر الغذاء لهذه الأنواع القاعية فتأتي من البكتيريا التي تعيش وتنمو على الفتات . أما مصادر الغذاء المختلفة مثل البكتيريا التي تنشأ وتنمو على المواد العضوية ، ولكنها لا تتكون بالتمثيل الضوئي ، فتسمى مُنْتِجَات ثانوية secondary producers .

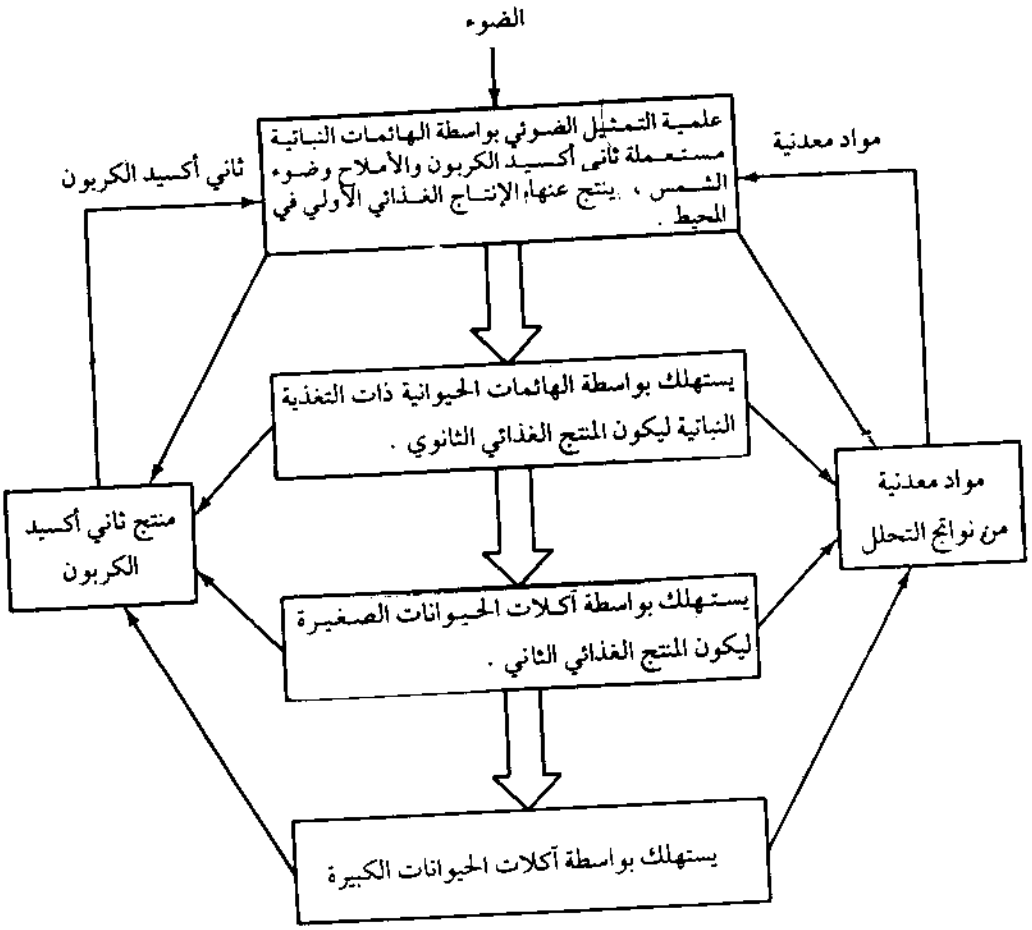


(شكل ٤ - ٣) غواص يراقب أرنب البحر sea hare . ويقدور أرنب البحر إنتاج ٨٦ مليون بيضة في السنة . وجميع هذا البيض ، فيما عدا القليل منه ، يصبح جزءاً من الدورة الغذائية للأحياء البحرية الأخرى .

أما البكتيريا التي تستمد الطاقة من كبريتيد الهيدروجين مباشرة ، ولا تحتاج إلى ضوء الشمس ، فإنها مُنْتجَات أولية . ومع أن هذه البكتيريا التي تقوم بعملية التمثيل الكيميائي توجد عادة في أعماق المحيط حول منافذ المياه الدافئة ، فإنها قد توجد أيضا في المياه الضحلة ، كما هو الحال في هوايت بوينت White point في كاليفورنيا الجنوبية .

ولكي يتسنى لنا تقدير الإنتاج الإجمالي أو الإنتاج الصافي ، لابد لنا من دراسة جميع صور الإنتاج واستعمالها .

وكلما تعمقنا في دراسة المنتجات الأولية في هذه السلسلة لنقل الطاقة ، كلما لمسنا مزيداً من الكفاءة . مثال ذلك أن الكفاءة الإنتاجية للهائمات النباتية تقرب من ١ , ٠٪ . أما الأسماك ، والتي تفصلها عن هذه المنتجات الأولية عدة خطوات على وجه الإجمال ، فإن مستوى كفاءتها حوالي ٠٠٠١ , ٠٪ . وعلى ذلك فإن الهائمات النباتية - كمصدر للغذاء - أفضل كثيرا من الأسماك فيما يتعلق بالاستفادة من الغذاء المنتج .



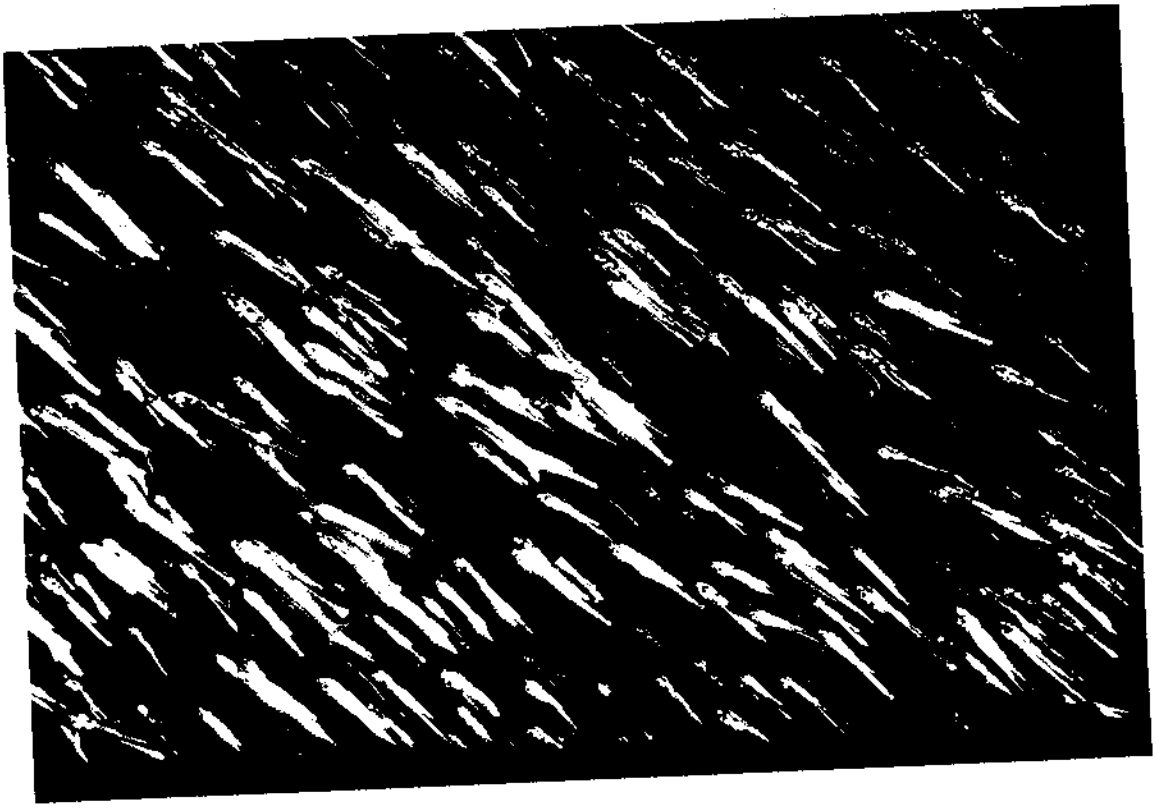
(شكل ٤ - ٤) شكل تخطيطي مبسط يوضح إنتقال الطاقة لعملية التمثيل الضوئي .

ويتوقف الإنتاج في أيٍّ منطقة بعينها على كثير من المتغيرات . ومن ثم ، فإن حسابه يكون دائما من قبيل التقدير وليس بالحساب الدقيق . وحتى عملية التقدير ذاتها مسألة صعبة ، لأن الأعداد الموجودة في منطقة ما - رغم كونها دقيقة بالنسبة لتلك المنطقة في ذلك الوقت المعين - ليست قابلة للنقل بأيٍّ قدر من الدقة إلى منطقة أخرى . وهذا أمر غير عادي بالنسبة للعلم . وعموما ، فإن العلم يحل مشكلاته بإيجاد موقف يخضع للتحكم controlled situation وإجراء التجربة فيه . ثم تنقل نتائج التجربة إلى المواقف المماثلة . ورغم أن هذه الطريقة تصلح إلى حد كبير في معظم مواقف البحث ، فإنها لا تصلح للتنبؤ بالإنتاج ، لأن هذه العملية تدخل فيها متغيرات كثيرة جدا . فالإنتاج في أي بقعة بعينها يتغير تبعا لشدة الضوء ، ودرجة الحرارة ، والفصول ، وتوافر المواد المغذية ، وحتى نوع الأحياء . وتُكوّن الأحياء الغذاء إما عن طريق التمثيل

الكيميائي والتمثيل الضوئي ، أو أنها تبتلع غذاءً أنتجته أحياء أخرى . والمصطلحات التي تستعمل للدلالة على الأحياء في المستويات المختلفة لهذه السلسلة الخاصة بنقل الطاقة ، نعرفها بوجود اللاحقة trophic – ومعناها «التغذية» – في آخر التسمية . فالمنتجات الأولية التي تكون غذاءها الخاص تسمى «ذاتية التغذية» autotrophic . أما النباتات والحيوانات التي «تأكل» مواد عضوية كونتها الأحياء ذاتية التغذية فتسمى «غير ذاتية التغذية» heterotrophic .

(شكل ٤ – ٥) الحبار squid غالبًا ما يستعمل كطعام ، وكذلك كطُعْم 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 .

وقد أجريت أبحاث واسعة النطاق تعاونت فيها دول كثيرة ، وفَّرت لنا معلومات كافية للتعميم ووضع مبادئ عامة عن إنتاجية البحر . وعلى الرغم من أن التقديرات قد تكون غير دقيقة ، ربما بنسبة مئوية قد تصل إلى ١٠٪ ، فإننا قد اقتربنا كثيرا من الحصول على المعلومات اللازمة لوضع توصيات من أجل تحسين البيئة ، وإفادة المصايد التجارية ، والتقليل من التلوث ، وزيادة مصادر الغذاء للأعداد المتزايدة من سكان العالم .



(شكل ٤ - ٦) أسراب من الأسماك الصغيرة تأكل الهائمات الحيوانية ، وبالمقابل فهي طعام للأسماك الأكبر حجما .

إن استغلال الطاقة في البيئة يتميز بأنه استغلال تام قدر الإمكان دائما . فكلما أُهدرت الطاقة في نظام بيئي ما نجد نوعا من الكائنات يدخل المنطقة أو كائن آخر من الأحياء التي تعيش فيها يتكيف للاستفادة من الطاقة غير المستهلكة . ولذلك توجد في معظم البيئات أنواع خاصة من الأحياء ترتبط بها ارتباطا وثيقا بسبب اعتمادها على غذاء معين أو مصدر معين للطاقة . وكلما طالت مدة استقرار البيئة وقل التغيير الذي يحدث فيها من فصل لآخر ، كلما زادت الأنواع المعينة من الأحياء التي توجد فيها . وأفضل مثال لهذه الظاهرة هو المناطق المدارية ، إذ تعيش فيها كثير من الكائنات الحية المختلفة والمتنوعة ، وكل منها يعتمد في بقائه واستمراره اعتمادا تامًا على الآخر ، وعلى بيئة غير متغيرة . فالطاقة المتوافرة في المناطق المدارية يستفاد منها بكفاءة كبيرة من جانب هذه الأحياء المتخصصة .

أسئلة للمراجعة

١ – لماذا تعتبر الشمس في غاية الأهمية بالنسبة للأحياء في البحر؟

٢ – لماذا تمتزج المياه في الشتاء بشكل أفضل من امتزاجها في الصيف ؟

٣ – لماذا يمكن إعتبار الهائمات مصدراً للغذاء البشري أفضل من الأسماك ؟

٤ – لماذا يصعب تحديد إنتاجية البحر ؟

٥ – لماذا توجد في المناطق المدارية أعداد كبيرة من الأحياء بالمقارنة إلى المناطق الأخرى ؟

٦ – ما الفرق بين التمثيل الضوئي والتمثيل الكيميائي ؟

الفصل الخامس

وحدات الحياة
Units of Life

تعريف المصطلحات

خلية : مادة حية يحتويها غشاء خلوى . تعتبر الوحدة الأساسية للحياة (النظرية الخلوية Cell theory) .	**Cell**
غشاء خلوي : غشاء نصف نفاذ يتكون من ثلاث طبقات تحيط بالخلية .	**Cell membrane**
جدار خلوي : تركيب صلب غير حي يتكون أساسا من مادة السليولوز ويعطي بنية الخلايا النباتية .	**Cell wall**
سليلوز : مادة كربوهيدراتية مركبة غير قابلة للذوبان .	**Cellulose**
سنتريول (مريكيز) : جسيم يوجد في الخلايا الحيوانية حقيقية النواة eukaryotic كما يوجد في السابحات الذكرية لبعض النباتات . وينشط أثناء الانقسام الخلوي لتكوين خيوط المغزل .	**Centrioles**
كروماتيدة (صبغية) : شق الصبغي (الكروموسوم) : أحد الزوجين اللذين يتكون منها الصبغي (الكروموسوم) .	**Chromatid**
صبغي (كروموسوم) : يوجد في النواة ويحتوي على DNA (حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين ويتحكم في الصفات الموروثة) .	**Chromosome**

انقسام سيتوبلازمي : انقسام السيتوبلازم . **Cytokinesis**

خبير بعلم الخلية : عالم يبحث في تركيب الخلية وخصائصها . **Cytologist**

سيتوبلازم : المادة الحية الموجودة خارج النواة في الخلية **Cytoplasm**

ثنائي المجموعة الكروموسومية (مزدوج الصبغيات) : يحتوي على العدد المزدوج من الصبغيات (الكروموسومات) ٢ن . **Diploid**

الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (د . إن . إيه) : حامل المعلومات الوراثية في الخلايا . **DNA (Deoxyribonucleic acid)**

شبكة أندوبلازمية : نظام غشائي يقسم سيتوبلازم الخلية إلى أقسام . **Endoplasmic recticulum**

خلية حقيقية النواة : تحتوي على نواة . **Eukaryotic cell**

أمشاج : خلية جنسية ، حيوان منوي ، بيضة أو بوغ ، خلية مفردة الصبغيات تتكون في الطور المشيجي ، نتيجة انقسام اختزالي (منصف) . **Gametes**

جينات (مورثات) : إحدى الوحدات الوراثية في الكروموسوم (الصبغي) . **Genes**

خلية جنسية : خلية تناسلية ، مشيج . تتكون بالانقسام الاختزالي (المنصف) . **Germ cell**

أجسام «جولجي» : منطقة التخزين داخل الخلية . **Golgi bodies**

مناسل : أعضاء يتم فيها الانقسام الاختزالي . **Gonads**

تشريح شامل : دراسة الأجهزة العضوية كاملة . **Gross anatomy**

أحادي المجموعة الكروموسومية (مفرد الصبغيات) : صبغيات (كروموسومات) مفردة وليست مزدوجة (ن١) . **Haploid**

علم الأنسجة : دراسة الأنسجة . **Histology**

دهنيات : دهنيات وزيوت عضوية . **Lipid**

انقسام اختزالي : عملية تستخدم لتكوين خلايا جنسية أو تناسلية ، حيوان منوي وبيضة وأبواغ . **Meiosis**

ميتوكوندريا . سبحيات : عضيات تنتج إنزيمات لتحويل الغذاء إلى طاقة . **Mitochondria**

انقسام فتيلي. انقسام خيطي غير مباشر . تفتل : عملية إنتاج خلايا مزدوجة الصبغيات أو خلايا جسدية . **Mitosis**

نـواة : جزء من خلية حقيقية النواة، ويكون محاطًا بغشاء ، ويحتوي على الكروموسومات (الصبغيات) والنوية . وهي عموما أهم جزء في الخلية . **Nucleus**

نشوء بويضي : عملية تكوين البويضات . **Oogenesis**

خلية بدائية النواة : نوع من الخلايا البدائية يوجد في البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة . وتصنف صور الحياة هذه على أنها بدائيات Monera . **Prokaryotic cell**

جبلة المادة الحية : لفظ عام يعني كل المواد الحية في الخلية . **Protoplasm**

ريبوسومات : مكان تخليق البروتين الخلوي . **Ribosomes**

حمض نووي ريبي (آر . إن . إيه) : يشترك مع الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين DNA في نقل أوامر الوراثة إلى الجسد . **RNA (Ribonucleic acid)**

خـلايا جسـدية : جميع خلايا الكائن الحي عدا الخلايا التناسلية . **Somatic cells**

أنطاف : تكوين الحيوانات المنوية عن طريق انقسام اختزالي (منصف) . **Spermatogenesis**

فجوات : تجاويف في السيتوبلازم . **Vacuoles**

لاقحة (زيجوت) : خلية مزدوجة الصبغات حديثة التكوين . اتحاد بيضة وحيوان منوي ، أو اتحاد بوغين . **Zygote**

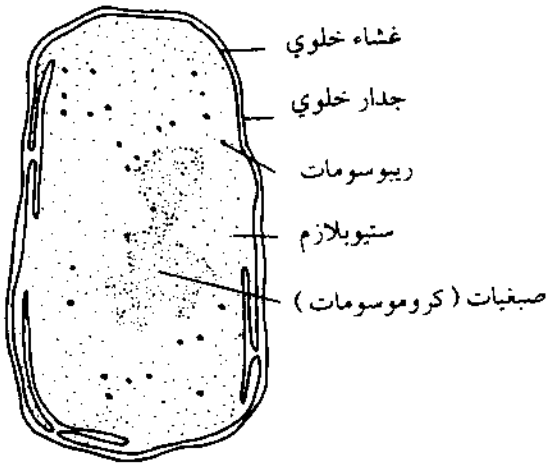
لقد درسنا مصدر الطاقة اللازمة للحياة ، ولكننا لم نبحث ماهي الحياة . فقد جرت عادتنا على أن نكتفي بالتسليم بوجودها . ولكن فلننظر إليها نظرة فاحصة . طبقًا للتعريف الوارد في القاموس فإن «الحياة هي تلك الخاصية التي تجعل النباتات والحيوانات تمتص أو تأكل الغذاء ، وتحصل على الطاقة منه، وتنمو وتتكيف مع البيئة التي تعيش فيها ، وتتوالد». ولكي يتمكن الكائن الحي من أن يفعل ذلك كله ، فإنه يحتاج إلى أن تعمل مكونات مختلفة ميكانيكيا وكيميائيا معًا في آن واحد . وتحدث معظم هذه الكيانات داخل وحدة تسمى الخلية . لذا يمكن أن نعتبر الخلية الوحدة الأساسية في أكثرية الكائنات الحية .

الخلية The Cell

استُعمل لفظ الخلية cell بمعنى أحيائي (بيولوجي) لأول مرة منذ ٣٠٠ عام من قبل روبرت هوك Robert Hooke عندما كان يستعمل اختراعا جديدا يسمى المجهر (الميكروسكوب) في فحص اللحاء cork . كان هوك يشاهد الجدران الخلوية المكونة من السليولوز ، والتي تحيط بمعظم الخلايا النباتية . وقبل مائة وخمسين عاما استطاع بوركنج Purkinje - عالم وظائف الأعضاء البوهيمي - فصل كل المادة الحية في الخلية عن الجدار الخلوي وهو تكوين غير حي ، وأطلق عليه اسم بروتوبلازم protoplasm . وقد أصبح لفظ بروتوبلازم يشمل حاليًا جميع المكونات الحية العديدة داخل الخلية . وتتضمن النظرية الخلوية cell theory المبدأ الذي يرى أن الخلية تشمل كلا من الوحدة الوظيفية والوحدة التكوينية للكائنات الحية من النبات والحيوان على السواء . كما تتضمن هذه النظرية الخلوية الحديثة افتراضا أساسيا بأن الخلية الجديدة لا تتكون إلا من انقسام خلية أخرى .

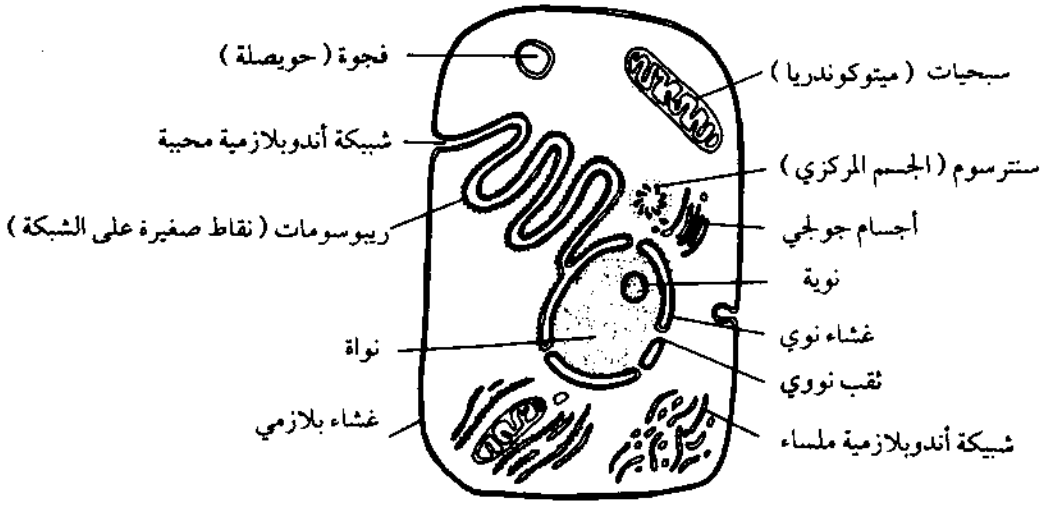
وهناك نوعان أساسيان من الخلايا ، أحدهما نوع بدائي . ومن المعتقد في المجال العلمي أن هذه الخلية البدائية مماثلة لأول صورة للحياة على الأرض ، ويوجد تكوين

من هذا النوع في مملكة البدائيات Monera التي تحتوي على البكتيريا الحقيقية والطحالب الخضراء المزرقة ، وتسمى هذه الخلية البسيطة خلية بدائية النواة prokaryot-ic . أما النوع الثاني من الخلايا فيوجد في معظم صور الحياة الأخرى كلها . وهي خلية أكثر تعقيدا وتسمى خلية حقيقية النواة eukaryotic cell . والفرق الرئيسي بين النوعين أن الخلية حقيقية النواة تكوينها أكثر تعقيدا بكثير عن تكوين الخلية بدائية النواة ، وبها عضيات (جزيئات عضوية) organelles مرتبطة بالغشاء ، كما تحتوي على أجزاء أكثر مما تحتويه الخلية الثانية (بدائية النواة) (انظر الشكلين ٥-١ ، ٥-٢) . وهذه الخلية الأكثر تعقيدا هي النوع الذي يوجد في معظم الكائنات الحية باستثناء الفئة التي سبق الإشارة إليها وهي مملكة البدائيات أو المونيرا Monera .



(شكل ٥ - ١) خلية بدائية النواة

وبعض الأجزاء الرئيسية للخلية بدائية النواة هي : الجدار الخلوي cell wall ، الغشاء الخلوي cell membrane ، الصبغيات (الكروموسوم) chromosomes ، ريبوسومات ribosomes ، السيتوبلازم cytoplasm . ونجد جميع هذه الأجزاء وأكثر منها في الخلية البدائية الأكثر تخصصا ، وأبرز هذه الأجزاء : النواة nucleus إضافة إلى أجزاء أساسية أخرى مثل السبحيات (ميتوكوندريا) mitochondria ، والفجوات (حويصلات) vacuoles ، وأجسام «جولجي» Golgi bodies ، الشبكة الأندوبلازمية



شكل (٥ - ٢) نموذج لخلية حيوانية حقيقية النواة

endoplasmic recticulum . وتحتوي النواة على صبغيات (كروموسومات) تحتوي على حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين (دى . إن . ايه)DNA ، والنوية nucleolus التي تحتوي على حمض RNA . (أر . إن . ايه) . ويعتبر الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين DNA (دى . إن . ايه) والحمض النووي RNA (أر . إن . ايه) بمثابة «البرنامج» للجيل الجديد وكذلك بالنسبة للجيل الحالي . فأي تغيير يحدث في الـ DNA (دى . إن . ايه) بالخلية سوف ينتقل إلى جميع الأجيال القادمة ، ومن الطرق الشائعة لتغيير DNA (دى . إن . ايه) أن نجعل شعاعًا سينيًا صادراً من الشمس بصورة طبيعية يمر خلال صبغيات الخلية . فعندما تتكاثر هذه الخلية فإن كل نتاجها سوف يحمل المعلومة أو «السمة» الجديدة .

والجدار الخلوي عبارة عن غلاف case أو قشرة shell مسامية غير حية حول معظم الخلايا النباتية تفرزه الخلية ، ويتكون من السليلوز الذي يعطي النبات بنيته structure . ويمكن اعتباره بمثابة هيكل خارجي لكل خلية .

أما الغشاء البلازمي للخلية فهو جزء حيٌّ من الخلية ، وهو بمثابة وعاء لجميع الجبلات (البروتوبلازم) protoplasm . وهو شبه منفذ ، ويتحكم في كل ما يدخل الخلية أو يخرج منها . وتتحكم عوامل مختلفة في مرور مادة ما خلال الغشاء

البلازمي، ومن هذه العوامل الحجم المادي للجزيء ، والشحنة الكهربية ، وعدد الجزيئات المائية ، بل وحتى ما يمكن أن تذوب فيه المادة . ويبدو أن المواد التي تذوب في الدهون lipid تمر بسهولة أكبر . ويرجع السبب في ذلك على الأرجح إلى أن الغشاء يحتوي على طبقة من الدهون تشكل جزءاً من تكوينه . ومعظم الأغشية البلازمية تتكون بنيتها من ثلاث طبقات تمثل الطبقة الدهنية جزءاً منها .

ويفصل النواة عن السيتوبلازم في الخلية غشاء نووي . ويمكن تحديد موضعها في مواضع مختلفة داخل الخلية حسب نوعها . وكما هو حال الغشاء البلازمي ، فإن الغشاء النووي يتحكم في دخول وخروج المادة من النواة . فهو غشاء من طبقتين ، ولديه القدرة على الانتقاء لإمرار جزيئيات كبيرة خلاله مثل (أر . إن . ايه) RNA . والنواة ضرورية لنمو الخلية وتكاثرها . وتوجد الصبغيات (الكروموسومات) في النواة . وتتكون هذه الصبغيات من كل من DNA و RNA ، وتتألف من وحدات تسمى المورثات (الجينات) genes . ويحتوي كل كائن حي على عدد محدد سلفا من الجينات في خلاياه . وكل الخلايا التي يتألف منها الكائن الحي ، مهما كان شكلها أو وظيفتها ، تحتوي على نفس العدد من الصبغيات ، ومثال ذلك ، أن الإنسان لديه ٤٦ صبغي توجد على شكل ٢٣ زوجًا من الصبغيات المتماثلة . وإذا كانت الخلية تحتوي على أزواج كاملة من الصبغيات يقال عنها إنها مزدوجة الصبغيات diploid . أما إذا كانت الخلية تحتوي على واحد فقط من كل زوج من صبغياتها فإنها تسمى مفردة الصبغيات haploid . وخلايا الجسم مزدوجة الصبغيات ، بينما خلايا البيضة والمني مفردة الصبغيات . وعندما تتحد خلية البيضة وخلية المني ، تصبح الخلية خلية مزدوجة الصبغيات كاملة .

وتحتوي نواة الخلية أيضا على نوية nucleolus ، وإن كانت بعض الخلايا تحتوي على أكثر من نوية واحدة ، ولكن عددها ثابت في أي نوع بعينه . والوظيفة الرئيسية للنوية هي المساعدة في تكاثر الخلية وتخزين RNA ، وبدونها لا تنقسم الخلية .

وهناك عُضَيَّات organelles أخرى توجد في السيتوبلازم منها الجينة المركزية (السنتريولات) centrioles . وأثناء انقسام الخلية ، تكون الخيوط filaments نجمًا as-

ter يشع من السنتريول للاتحاد مع النجم من السنتريول الآخر لتكوين مغْزَل spindle بينهما . وتتجمع الصبغيات على المغزل أثناء انقسام الخلية . وتوجد المريكزات في الخلايا الحيوانية وفي قلة من الخلايا المنوية لبعض النباتات .

ووظيفة السبحيات أو المتقدرات (الميتوكوندريا) mitochondria – التي تتباين في عددها وحجمها – هي تكوين الإنزيمات enzymes في الخلية لتحويل الغذاء إلى طاقة نافعة للكائن الحي .

وتتألف شبكة السيتوبلازم الداخلي أو الشبكة الإندوبلازمية endoplasmic reticulum من أنابيب وقنوات صغيرة تمتد خلال سيتوبلازم الخلية . وينقسم سيتوبلازم الخلية إلى مساحات كثيرة تفصلها أغشية الشبكة الإندوبلازمية والتي تسمح بحدوث وظائف منفصلة في نفس الخلية . كما أن هذه القنوات تسمح أيضا بمرور المواد خلال السيتوبلازم .

وتوجد ريبوسومات ribosomes بأعداد كبيرة ، تصل أحيانا إلى عشرات آلالاف ، في الخلية الواحدة . وهي تؤثر في تخليق البروتين . وتوجد في جميع الخلايا ، وهي تحتوي أيضا على RNA الذي يعمل كرسول من DNA إلى بقية الخلية .

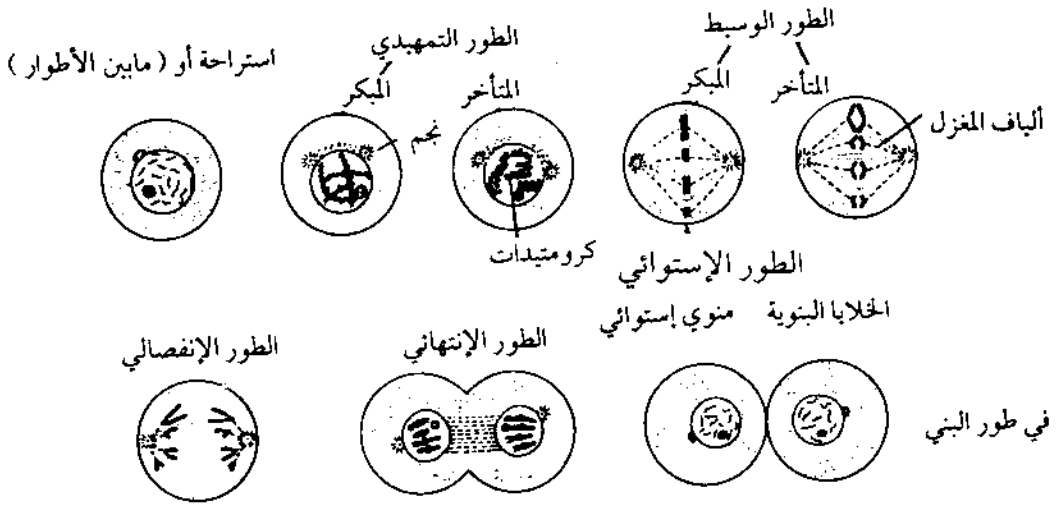
ووظيفة أجسام جولجي Golgi bodies أن تكون بمثابة مناطق تخزين للمادة التي تتكون في الخلية . وعندما تتجمع مادة كافية يتم اطلاقها من الخلية للافادة منها في مواضع أخرى في الكائن الحي .

والفجوة أو الحويصلة vacuole عبارة عن فقاعة في السيتوبلازم ولها استعمالات عديدة . فيمكن تخزين الغذاء فيها ، ومن ثم انحلاله في الفجوة ليتسنى امتصاصه خلال غشاء الفجوة في السيتوبلازم. والفضلات الناتجة من وظائف الخلية يمكن أن تتجمع في فجوة ليتم اطلاقها فيما بعد من الخلية خلال غشاء البلازما . وهذه الاستعمالات المختلفة للفجوة ذات أهمية كبيرة بالنسبة للخلية .

الانقسام الخلوي : Cell Division

نظرًا لتكوين الخلية وفسيولوجيتها المعقدة ، فإنها محدودة في حجمها وما يمكن أن

تبلغه في نموها بحيث تستمر في أداء وظيفتها بكفاءة . ولكي ينمو الكائن الحي ، لابد له من زيادة عدد الخلايا في جسده . وتسمى عملية انقسام الخلية بهدف النمو عملية الانقسام غير المباشر mitosis (انظر الشكل ٥ - ٣) . وهذا النمط من انقسام الخلية يُعزى إليه أيضا إصلاح أي خلية يلحق بها ضرر أو أي خلية تبلى . وهو أمر عادي في جميع الكائنات الحية ماعدا البدائيات المونيرا Monera . وعندما تنقسم خلية بعملية الانقسام غير المباشر ، فإن الخليتين البنويتين daughter cells اللتين ينتجهما الانقسام تكونان متماثلتين مع الخلية الأم في كل شيء ما عدا الحجم . فالانقسام غير المباشر إذن عبارة عن انقسام النواة والعضيات الموجودة داخلها إلى نواتين متماثلتين . وتحدث هذه العملية بتوافق مع الانقسام السيتوبلازمي cytokinesis ، والذي يمثل انقسام بقية الخلية . وعندما يبدأ الانقسام فإنه يسير على شكل عملية منتظمة الاستمرار ومطَّردة ، وإن كانت تحدث أربعة تطورات واضحة يمكن ملاحظتها بسهولة ، ويسميها العلَماء أطواراً، وهي : الطور التمهيدي prophase ، الطور الاستوائي (الوسطي) meta-phase ، الطور الانفصالي anaphase ، والطور الانتهائي telephase . وفيما يلي عرض موجز لبعض النشاط الذي يحدث في الخلية ويتعلق مباشرة بالانقسام غير المباشر في الأطوار الأربعة .



(شكل ٥ - ٣) الانقسام غير المباشر هو العملية التي تقوم بها الخلايا الجسدية من أجل التكاثر والنمو

في الطور التمهيدي : يمكن رؤية الصبغيات (الكروموسومات) بسهولة ، فهي تقصر وتغلظ وتنقسم طوليا لتصبح زوجا . ويسمى كل نصف من الصبغي كروماتيدة chromatid ، وكل كروماتيدتين تكونان زوجا . وقد انتقلت المريكزات إلى الجوانب المتقابلة للنواة وأخذت تكون أليافا fibres تسمى نجوما asters . وتتشعب الألياف الطويلة إلى ألياف المغزل ، لتلتقي مع بعضها البعض في وسط النواة حيث تتجمع الصبغيات كلها .

وتلتصق ألياف المغزل بالصبغيات وتصبح الخلية عند ذاك في **الطور الاستوائي** . ويدوم هذا الطور أو هذه المرحلة ، ما يقرب من (١٠/ ١) عُشْر المدة التي يدومها الطور التمهيدي . فهو يستغرق ما بين ٣-٥ دقائق . وفي الطور الاستوائي تنفصل الكروماتيدتان (الصبغيات) وتبدآن في التحرك كلا على حدة على امتداد ألياف المغزل . وتسمى هذه الحالة الطور الانفصالي . وأثناء **الطور الانفصالي** تنجذب إحدى الكروماتيدتين في كل صبغي (كروموسوم) إلى أحد الجسيمات المركزية لتكوين نواتين بنويتين . وهذا الطور أيضا قصير إلى حد ما ، ويدوم حوالي ضعف مدة الطور الاستوائي . أما الطور الرابع ، والأخير ، فهو **الطور الانتهائي** . وفيه يتكون غشاء نووي جديد حول كل نواة بنوية ، وينقسم المريكز بحيث يوجد اثنان منهما من جديد ، وتختفي ألياف المغزل ويصبح من الصعب رؤية الصبغيات . وهنا يبدأ الانقسام السيتوبلازمي cytokinesis وينبعج الغشاء البلازمي ويتحول إلى خليتين بنويتين جديدتين ، تحمل كل منهما واحدة من النواتين البنويتين . ويستغرق ذلك من الوقت مقدار ما يستغرقه الطور التمهيدي تقريبا . وهنا تكون الخلية في مرحلة الأيض meta-bolic stage العادي ، وقد تستمر على هذا النحو مدة تتراوح من أيام إلى سنوات . وهذا النمط لتكاثر الخلية هو السبب في بعض الشذوذ الذي يحدث أحيانا مثل السرطان cancer إذا بدأت الخلايا في الإنقسام بشكل أسرع مما يجب .

والأنسجة tissues عبارة عن مجموعات من الخلايا في الكائنات الحية متعددة الخلايا metazoans ، التي تكون ذات تركيب ووظيفة مماثلة . ومن أمثلتها الأنسجة الطلائية epithelial . فالخلايا الطلائية تغطي الكائن الحي ، وعلى ذلك فالجلد مثال

للنسيج الطلائي

والأعضاء organs مجموعات من الأنسجة التي تؤدي وظائف أكثر تعقيداً ، وتكون مجموعات الأعضاء الأجهزة العضوية Organ systems التي تقوم بالوظائف الأكثر تعقيداً . وكلما كان الكائن الحي أكثر تقدما أو رُقيًا كلما زاد احتمال احتوائه على أجهزة عضوية معقدة . والأجهزة الرئيسية هي : الجهاز الغطائي integumentary ، الجهاز الهيكلي skeletal ، الجهاز العضلي muscular ، الجهاز العصبي nervous ، وجهاز الغدد الصماء endocrine ، الجهاز الهضمي alimentary ، الجهاز التنفسي respiratory ، الجهاز الإخراجي excretory ، الدورة الدموية circulatory ، والجهاز التناسلي reproductive . وهذه الأجهزة قد لا توجد كلها في أي نوع بعينه . مثال ذلك أن الديدان ليس لها هيكل عظمي ، كما أن الأوليات الحيوانية (البروتوزا) ليس لها أجهزة عضوية .

ويُسمَّى العالم الذي يبحث في علم الخلايا خبير بعلم الخلايا cytologist ، بينما يُسمى المختص بدراسة الأنسجة خبير بعلم الأنسجة histologist . وتُسمّى دراسة الأجهزة العضوية التشريح الشامل gross anatomy .

وهناك نمطان مختلفان وظيفيًا للانقسام الخلوي . فالانقسام غير المباشر mitosis الذي تناوله حديثنا حتى الآن ، يحدث في الخلايا الجسدية somatic cells ، وهي خلايا الجسم العادية التي تحتوي على جميع الأنسجة بخلاف النسيج التناسلي . ووظيفة النسيج التناسلي هي تكوين البيضة في الأنثى ، والمني في الذكر ، والأبواغ في بعض النباتات . ويتم تكوين البيض والمني والأبواغ بعملية الانقسام الاختزالي المنصف meiosis . وتسمى هذه الخلايا التناسلية خلايا جرثومية أو تناسلية germ cells . والموضع الوحيد الذي يحدث فيه هذا النمط من التكاثر الخلوي هو مناسل gonads الكائن الحي ، كما أن الخلايا الوحيدة التي تكونها إما البيض أو المني أو الأبواغ . أما الخلايا الأخرى كلها والتي يتكون منها الكائن الحي ، نباتا كان أم حيوانا ، فيتم تكوينها بالانقسام غير المباشر .

ولسبب ما يبدو الانقسام الاختزالي أو المنصف meiosis مفهومًا صعبًا بالنسبة لمعظم الطلاب . ولعل السبب في ذلك يرجع إلى أنه يبدو للوهلة الأولى مماثلاً للانقسام الصحيح (غير المباشر) mitosis* ، مع أنه يختلف عنه تمام الاختلاف في الواقع . فالانقسام الاختزالي (المُنصِّف) يكوِّن خلايا مفردة الصبغيات haploid باعتبارها خلايا بنوية . والخلية مفردة الصبغيات تحتوي فقط على نصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) التي توجد في الخلية الأم . وتستغرق عملية الاختزال (الانتصاف) هذه انقسامين للخلية . ومن ثم فإن الانقسام الاختزالي هو في الواقع انقسامان للخلية . والمحصلة النهائية لذلك أنه بدلا من تكوين خليتين تماثلان الخلية الأم ، يوجد أربع خلايا لا تماثل الخلايا الوالدة ، بل هي مختلفة عن بعضها البعض في واقع الأمر ، لأن كلاً منها يحتوي على مجموعة صبغيات مختلفة . وهذا هو السبب في أن التناسل الجنسي ينتج صغارا لا يشبهون الوالد تمام الشبه سواء في المظهر أو الوظيفة . وهذا الاختلاف هو أساس التكيف والتطور ، فلا يوجد اثنان من الكائنات الحية المولودة بالتناسل الجنسي يتفاعلان مع بيئتهما بطريقة متماثلة تماما . فعند ما تتغير البيئة نجد بعض أفراد أي نوع من الأنواع يتكيفون مع التغييرات ، والبعض الآخر لا يقدر على التكيف .

وما زال لدينا عدد من المصطلحات الجديدة التي يتعين علينا أن نعرفها لكي ندرس الانقسام الاختزالي meiosis .

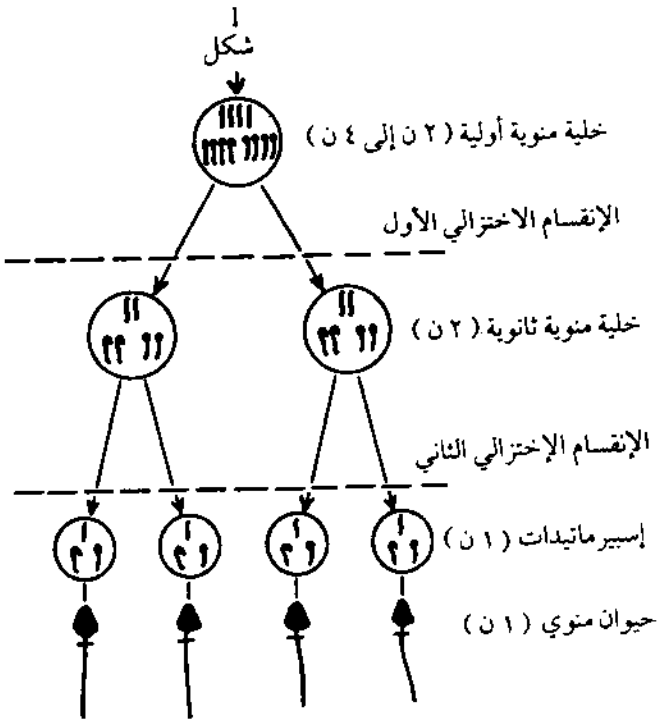
إن تكوّن الحيوانات المنوية spermatogenesis وتكوين البويضات oogenesis هما عملية تكوين (genesis) ، المني (البذرة seed) والبيضة (OO) . ويسمى الحيوان المنوي والبيضة خلايا جنسية sex cells أو أمشاج gametes . ويستخدم اصطلاح تولد الأمشاج gametogenesis للدلالة على تكوّن أي مشيج (حيوان منوي أو بيضة أو بوغ) . وتحتوي الخلايا الجسدية على أزواج من الصبغيات (الكروموسومات) ، ويقال عنها إنها ٢ن (2N) ، أو مزدوجة الصبغيات diploid . وتحتوي الأمشاج على صبغي (كروموسوم) من كل زوج ، وتسمى ن (N) أو مفردة الصبغيات . وعندما يتحد مشيجان فإنهما يكونان لاقحة (زيجوت) ٢ن (2N) مزدوجة الصبغيات ٢ ن (2N) .

---

* الانقسام غير المباشر : mitosis (indirect cell division=) إحدى طرائق انقسام الخلية الى خليتين دون اختزال الصبغيات . (معجم البيولوجيا / مجمع اللغة العربية) .

خلايا جرثومية ذكرية بدائية في الخصية

شكل ١



(شكل ٥ - ٤) تولد الوحدات الذكرية : تكوّن الحيوانات المنوية بعملية الانقسام الاختزالي (الانتصاف)

ويختلف الانقسام الاختزالي (المنصّف) meiosis عن الانقسام غير المباشر mitosis من عدة جوانب، وسنكتفي بذكر أوضحها في هذا المقام . ففي الطور التمهيدي للانقسام الأول للانقسام الاختزالي (المنصّف) ، تتضاعف الصبغيات ، وبدلا من حالة 2N تصبح الخلية 4N أو رباعية tetrad أي تحتوي على أربع صبغيات . وعندما تنقسم الخلية ، فإن كلاً من الخلايا حديثة النشوء تحصل على زوج من الكروماتيدات (الصبغيات) في الطور الانفصالي وليس كروماتيدة واحدة كما حدث في الانقسام غير المباشر . وأثناء الانقسام الاختزالي (المنصّف) الثاني ، فإن هذه الخلايا البنوية الجديدة ٢ن (2N) تنقسم مرة أخرى لفصل الكروماتيدتين اللتين أنتجهما الانقسام الأول . وتصبح النتيجة النهائية إذن أربع خلايا مفردة الصبغيات ١ن (1N). وإذا كانت الخلايا مفردة الصبغيات ذكرية (تكوين الحيوانات المنوية spermatogenesis) ، فإنها تكون عادة ذات ذيول وتستطيع أن تتحرك في بيئتها ، ونطلق عليها اسم حيوان منوي

sperm . أما إذا كانت أنثوية (تكوين البيضة oogenesis) فإنها لا تستطيع الحركة ونطلق عليها اسم بيضة egg . أما في النبات ، فقد لا يظهر فرق مرئي ونسميها أبواغا spores . وعندما تتحد بويضة وحيوان منوي ، أو عندما يتحد بوغان ، فإننا نسمي الخلية الجديدة ٢ ن (2N) لاقحة (زيجوت) . ثم تنقسم اللاقحة خلال الانقسام غير المباشر لتكوين الجنين embryo أولا ، ثم الكائن العضوي مكتمل النمو mature organism . ويحتوي الكائن العضوي مكتمل النمو على مناسل gonads تنتج أمشاجا خلال الانقسام الاختزالي (المنصِّف) . وهكذا تكرر العملية نفسها مرات ومرات .

أسئلة للمراجعة

١ – ما هي الفروق بين الخلية بدائية النواة prokaryotic ، والخلية حقيقية النواة eukaryotic ؟

٢ – ماذا يحدث في الأطوار الأربعة للانقسام غير المباشر mitotic division ؟

٣ – أين يحدث الانقسام الاختزالي (المنصِّف) meiosis ، وما الذي ينتجه ؟

٤ – لماذا يعتبر السليلوز مهمًا في النبات ؟

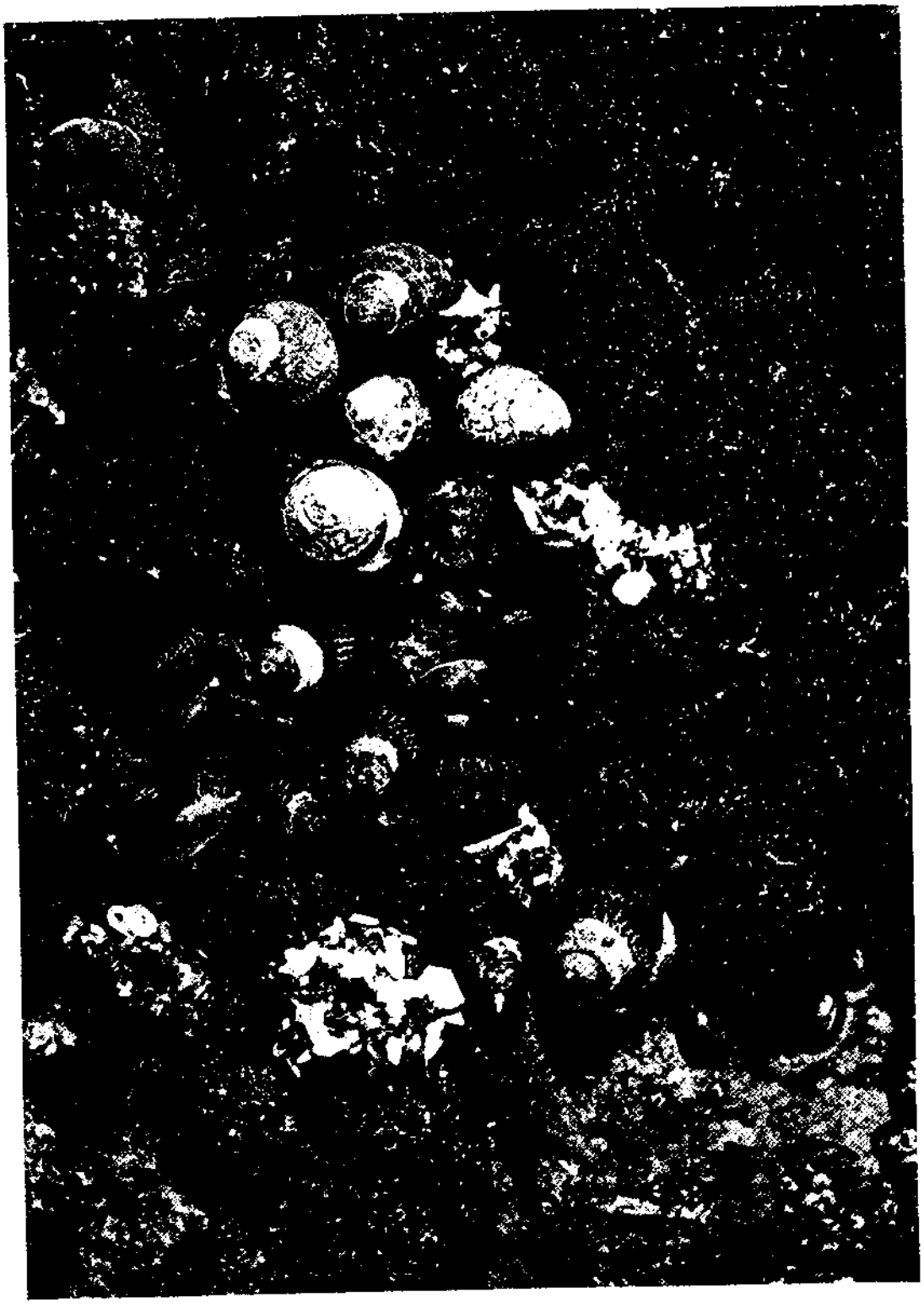
٥ – ما هي أجزاء الخلية التي ترتبط ارتباطا مباشرا بالوراثة ؟

الباب الثاني

بيئات المحيطات

❑ التقسيمات الفرعية للبيئة ❑ الهائمات ❑ بعض الاعتبارات البيئية لأحياء القاع

❑ بيئات القطبين الشمالي والجنوبي ❑ البيئات الاستوائية ❑ البيئة البحرية لأمريكا الشمالية .



(شكل ٦ – ١) هذا الشق في الصخر موطن لهذه القواقع ذات العمامة (تيجولا) . ونظراً لأنها تتجمع في حيز صغير ولا توجد في جماعة كثيفة في مناطق أخرى قريبة ، فإننا نسمّي هذا الشق بيئة موضعية microenvironment . ولابد أن هناك بعض الحقائق أو العوامل البيئية التي تجتذبها إلى هذا الشق والتي لا تجدها خارجه على بعد بضع بوصات .

الفصل السادس

التقسيمات الفرعية للبيئة
Environmental Subdivisions

تعريف المصطلحات :

تيار شاطئي : تيار مواز للشاطيء ينقل المياه المتجمعة من الأمواج القادمة عندما تتكسر على الشاطيء . — **Alongshore current**

لا هـوائي : الكائن الحي الذي يستطيع الحياة في جو خال من الأكسجين الذي تحتاج إليه معظم الكائنات الحية من أجل التنفس . — **Anaerobic**

الحياة القاعية : صور الحياة التي تعيش فوق القاع (epifauna) أو تحت القاع (infauna) . — **Benthic life**

سوابح ، سابحات : كائنات بحرية سابحة . — **Nekton**

المنطقة البحرية الشاطئية : المنطقة (المياه) الواقعة فوق الرف القاري . — **Neritic region**

منطقة المحيط : المياه الواقعة بعد الرف القاري . — **Oceanic region**

غمري . بحري (بلاجي) : أيُّ كائن حي يعيش في الوسط البحري دون أن يكون له اتصال دائم بالقاع . — **Pelagic**

هائمات (بلانكتون) : أحياء طافية مع التيار . — **Plankton**

طبقة تحتية (دعامة) : نوع المادة (الدُعامة) التي يجدها الكائن الحي لكي يستقر عليها مثل الصخر أو الرمل أو الوحل / الطين mud . — **Substrate**

Zones

المناطق :

المنطقة المضيئة الحقيقي (منطقة التمثيل الضوئي الذاتي) : ذلك الجزء من المحيط حيث يوجد ضوء بمقادير كافية لعملية التخليق الضوئي . **Euphotic zone**

منطقة الضوء الغير كاف للتمثيل الضوئي (نطاق ضعف الضوء) : الجزء الواقع تحت النطاق المضاء حيث يمكن العثور على ضوء فيها ، ولكنه لا يحتوي على طاقة كافية لنشاط التخليق الضوئي . **Dysphotic zone**

المنطقة المظلمة : الجزء الواقع تحت نطاق عسر الضوء حيث لا يوجد ضوء شمسي يمكن قياسه . **Aphotic zone**

المنطقة المائية العلوية / المنطقة البحرية – السطحية : منطقة المائتي متر العلوية . **Epipelagic zone**

المنطقة المائية المتوسطة العمق من البحر : المنطقة الممتدة من ٢٠٠ م حتى عمق ١٠٠٠ م. **Mesopelagic zone**

المنطقة المائية العميقة : المنطقة الممتدة من عمق ١٠٠٠م حتى ٤٠٠٠م. **Bathypelagic zone**

المنطقة المائية الغورية : المنطقة الممتدة من عمق ٤٠٠٠م حتى ٦٠٠٠م. **Abyssopelagic zone**

المنطقة المائية السحيقة : المنطقة الواقعة تحت عمق ٦٠٠٠م. **Hadopelagic zone**

البيئة الساحلية : Coastal Environment

تعتبر المنطقة الساحلية – من الناحية العملية – أهم المناطق بالنسبة للشخص العادي . فهي المنطقة التي نصطاد فيها ، ونستمتع بالشمس فيها ، ونسبح فيها ، ونمارس فيها

رياضة ركوب متن الأمواج المتكسرة «السيرف surf» ، ونغوص فيها باستخدام جهاز الغوص المعروف اختصاراً باسم «سكوبا scuba»* ، أو نرتادها لمجرد الاستجمام . وكلما زادت معرفتنا بهذه المنطقة كلما زاد استمتاعنا بها . وسنتناول في هذا الفصل الموضوعات الآتية : الكثبان الرملية sand dunes ، مصبات الأنهار estuaries ، المستنقعات marshes ، تقسيم النطاقات (التمنطق) بتأثير الموج zonation ، الطبقات التحتية substrata والمد والجزر tides .

الكثبان الرملية : Sand Dunes

الكثبان الرملية ليست شائعة في جميع المناطق . فهذه الكثبان تتكون في المناطق التي يكون فيها الشاطيء مستوياً مسافة معقولة خلف مستوى المد العالي ، حيث يتم نقل كميات كبيرة من الرمال على امتداد الساحل بوساطة التيارات الشاطئية alongshore currents . فالمدود القافزة spring tides تعمل على تجميع الرمال على الشاطيء تدريجيا ، كما تدفع أمامها النفايات مثل قطع الأخشاب الطافية . وهذه النفايات تصبح بمثابة حاجز واق لجانب من الرمال المحيطة بها . وعندما تحرك الرياح الرمال ، فإنها تتجمع وسرعان ما تغطي الأنقاض الموجودة على الشاطيء . وهناك أنواع قليلة من النباتات تنمو نمواً جيداً في الرمال الرخوة ، وتبدأ في تجميع الرمال حولها أثناء نموها ، وبذلك ينشأ موضع يكون الرمل فيه محمياً من تأثير الرياح . وعندما تنبت نباتات جديدة يتراكم المزيد من الرمال ، ويرتفع مستوى الرمل إلى أن يصل ارتفاع بعض الكثبان إلى أكثر من ١٦ متراً (٥٠ قدماً) ، وإن كانت معظم الكثبان الرملية لا تبلغ هذا الارتفاع . وتتدعم الكثبان في بعض المناطق عندما يضاف إليها القش وبذور النباتات الكثبانية ، وبذلك يتكون كثيب من الرمال ويحمي المنطقة الواقعة خلفه . حدث ذلك في تشامبر بإقليم سكس بإنجلترا Chamber in Sussex ، مما أوقف التحات (النحر) على امتداد الساحل . غير أن الكثيب المتكون على هذا النحو يعتبر بيئة هشة للغاية ، وقد يلحق بها التلف والدمار إذا اتخذها الناس ممراً يمشون عليه ، لأن الناس عندما يسيرون فوق الكثيب ، فإنهم يحطمون جذور النباتات

(*) scuba : الحروف الأولى لاسم جهاز الغطس وهو : (Self-contained underwater breathing apparatus)

الكثبانية ، ومن ثم تصبح الرمال عرضة لأن تذروها الرياح . وقد فرضت السلطات حظراً على المرور في بعض مناطق الكثبان من أجل حمايتها ، ومن هذه المناطق منطقة تقع بالقرب من كول أويل بوينت Coal Oil Point في سانتا باربارا Santa Barbara بكاليفورنيا ، وتستخدم هذه المنطقة حاليًا في أغراض الدراسة والبحث .

الجزر الحاجزة Barrier Islands

إن أي جزيرة تقع على مبعدة من الساحل ، وتكون بمثابة حاجز يمنع وصول الأمواج إليه تسمى جزيرة حاجزة barrier island . وتتكون الجزر الحاجزة من الرمال أو المرجان أو الصخور . فإذا كانت هذه الجزر تحمي الساحل وتنشأ - بسبب وجودها - مياه هادئة بينها وبين البر الرئيسي للقارة mainland فإنها تكون جزراً حاجزة .

ولدينا مثال للجزر الرملية أمام ساحل المسيسيبي Mississippi ، وهي تمتد داخل فلوريدا على ساحل خليج المكسيك Gulf of Mexico . وقد جعلت الحكومة الأمريكية هذه المنطقة شاطئا بحريا وطنيا national seashore وهو نوع من الحدائق أو المنتزهات الوطنية . كما توجد سلسلة من عشر جزر تحمي الساحل من بنساكولا Pensacola بكاليفورنيا شمالاً حتى بلوكسي Biloxi في المسيسبي . ومن الغريب أن مستقبل هذه الجزر الرملية يعتمد اعتمادًا تامًا على نبات يسمى «الشوفان البحري» sea oats . وتتضح لنا مدى أهمية هذا النبات عندما نعلم أن اقتلاعه يُعدُّ جريمة في نظر القانون . ويرجع السبب في هذه الأهمية الكبرى للشوفان البحري إلى أن له ساقا محكمة وجذورا تثبت الرمال في موضعها . ويترتب على ذلك أنه لو ماتت نباتات الشوفان البحري ، فإن هذه الجزر الرملية سوف تمحوها العواصف . والواقع أن هذه الجزر يتغير شكلها عند هبوب العواصف ، ولكنها تظل سليمة متماسكة وتحمي المدن الساحلية التي تبعد عنها بضعة أميال من التدمير الشديد عندما تهب الأعاصير .

إن الخليج الضيق ، المتمثل في كتلة الماء التي تتكون بين الجزر والساحل ، يشكل منطقة هادئة بالنسبة للطيور والأسماك والناس ، فالطيور تقتات في هذه المنطقة ، والأسماك

لتكاثر فيها ، والناس يمرحون فيها ، ولولا وجود هذه الجزر لأصبح الساحل قليل النفع **للإنسان** نتيجة للتلف الذي يلحق به بشكل دوري بفعل العواصف التي تهب عليه كل **سنة** ، ولحدث تغير كبير في الأسماك وغيرها من الحيوانات الفطرية wildlife التي تعيش **في المنطقة** ، والتي يربو عددها على المائة نوع ، ولا نخفض تعدادها انخفاضًا شديدًا . والواقع أن إنشاء شاطيء بحري وطني في هذه المنطقة ومراقبة استعمالها يُعدُّ من الأعمال الطيبة التي قامت بها حكومتنا ضمن الجهود التي تبذلها لحماية موارد الحياة الفطرية في بلادنا .

مصبات الأنهار والمستنقعات : Estuaries and Marshes

بدأت الخلجان الطبيعية ومصبات الأنهار والمستنقعات في الاختفاء ، وأخذت تتحول إلى معالم من الماضي ، ذلك لأننا إما أن نحفرها لنقيم مكانها الآن مرافئ للزوارق boat harbors ، أو نردمها ونبني المساكن فوقها . وقد أفلحت احتجاجات الرأي العام مؤخرًا في استصدار قوانين تساعد على حماية خطوط سواحلنا ولو في بعض المناطق على الأقل . ويتعين علينا الآن اتخاذ الخطوات الضرورية لمنع التلوث من تخريب المناطق التي لم تشملها هذه القوانين .

وعلى الرغم من أن النبات هو صورة الحياة الرئيسية في المستنقعات ، فإن هذه المناطق المائية الضحلة الهادئة تستخدم في تربية أنواع كثيرة من الحيوانات البحرية ، كما أنها بمثابة مراعٍ للحيوانات البرية .

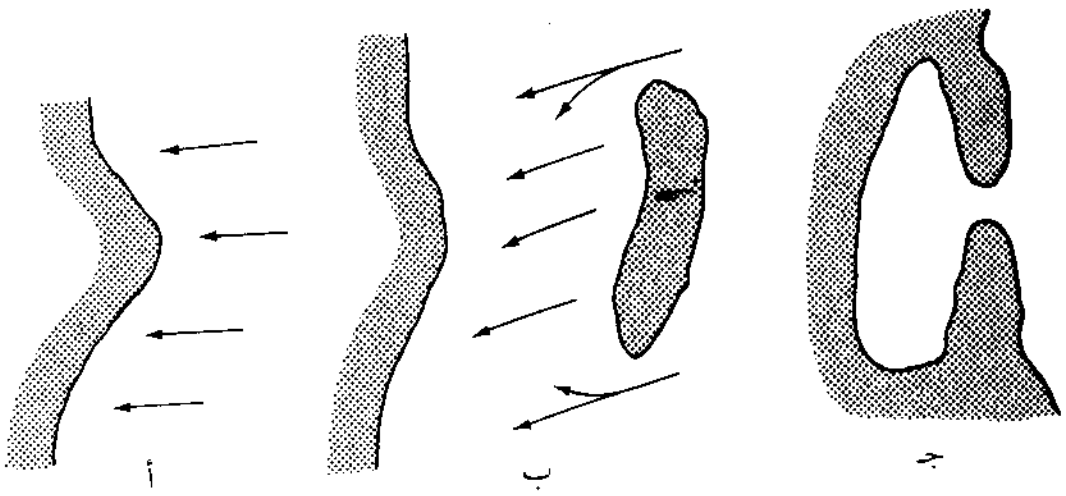
وإذا كان الماء العذب (وهو أقل كثافة من الماء الملح) يتدفق داخل مصبات الأنهار ، فإنه توجد غالبا طبقة من الماء منخفضة الملوحة بالقرب من سطح الماء أو فوقه . كذلك فإن الطمي silt الذي يحمله تدفق الماء العذب يترسب ويكون بطاحا موحلة أو مسطحات طينية mud flats . ونظرًا لأن معظم الصرف السطحي runoff يحدث في الشتاء فإن انخفاض الملوحة إلى أدنى مستوياتها يقترن عادة بأدنى درجات الحرارة ، في حين تقترن درجات حرارة الماء الدافيء بارتفاع الملوحة بسبب قلة التصريف السطحي وارتفاع معدل التبخر في هذه المسطحات الضحلة أثناء فصل الصيف . وكلما قل انسياب مياه المد في

الخليج كلما ازدادت شدة هذه الحالات . ولذلك فإن الكائنات الحية التي تقطن بصفة دائمة فيها يجب أن يكون لديها طاقة احتمال واسعة لتحمل عوامل عديدة من بينها على وجه الخصوص درجة الحرارة والملوحة . وتتكيف النباتات بشكل أفضل من غيرها مع هذه الأحوال . وقد تبين من دراسة أجراها بافيور - سميث Paviour-Smith عام ١٩٥٦م ، أن ٢٪ فقط من مجموع الأحياء في أحد مستنقعات نيوزيلاند Newzealand من أصل حيواني .

تقسيم النطاقات (التمنطق) : Zonation

يقصد بالتمنطق تقسيم مساحة ما إلى نطاقات zones أصغر حجما يسهل التعرف عليها . وهي طريقة لتسهيل فهم بعض الأمور عن طريق تحديد أقسام صغيرة تتم دراستها في وقت واحد . والنطاق أو المنطقة zone عبارة عن مساحة ما ذات خصائص معينة تميزها عن غيرها من المساحات . وقد استخدم الباحثون ، على اختلاف مشاربهم ، خصائص مختلفة في تحديد النطاقات من حين لآخر ، فليست هناك نطاقات واضحة متميزة يتفق عليها الجميع ، ومع أن عدم التحديد على هذا النحو قد يسبب شيئا من البلبلة عند الطالب الذي يقرأ كتبا متعددة يجد فيها اصطلاحات مختلفة أو تحديدات مختلفة للنُطُق ، فإنه من الأهمية بمكان ألا يغيب عن أذهاننا أن هذه النطق إنما يتم تعيينها لتسهيل الدراسة بالنسبة لنا ، وأن هذا التحديد ليست له علاقة بالبيئة سوى أنه يسهل علينا دراستها . وعلى ذلك ، فإنه في وسعنا أن نقسم البيئة إلى أي عدد من الأقسام نحتاج إليه ، وأن نطلق عليها ما نشاء من الأسماء . غير أنه مما يؤسف له أن كثيراً من الباحثين يرون من الضروري إضافة مصطلحات جديدة إلى قائمة المفردات العلمية الموجودة لدينا والمعقدة أصلاً . وكثيراً ما تكون هذه المصطلحات الجديدة ليست لها فائدة سوى إرضاء غرور مبتدعيها . وعلى أية حال فإن النطق أو النطاقات المستعملة في هذا الكتاب تتميز بأنها بعيدة عن التعقيد قدر الإمكان رغم أنها تتوافق مع معظم الكتب المتداولة حاليا . وسوف نعتمد في تقسيمنا للنطاقات على ثلاثة عوامل واضحة ، وهي : تأثير الموج wave impact ، الطبقات

التحتية substrata ، والمد والجزر tides .



أ - تأثير الموج على الساحل مباشرة بدون حماية تقلل من هذا التأثير : وهذا الساحل يطلق عليه اسم «ساحل مكشوف» .

ب - تأثير الموج الذي تبدده جزيرة أو عائق آخر : وهذا الساحل يسمى «ساحل خارجي محمي » .

ج - حماية تامة من التأثير الموجي : وهو ما يسمى بالخليج . وإذا تدفقت مياه عذبة داخل الخليج من أحد المجاري أو الأنهار ، فإنه يسمى « مصب نهري » .

(شكل ٦ - ٢) تأثير الموج وتكوين الساحل

تأثير الموج Wave Impact

ينقسم تأثير الموج على الساحل إلى ثلاثة أقسام فرعية من السهل تمييزها : الاصطدام أو التأثير الموجي الشديد ، التأثير الموجي المتوسط إلى المنخفض ، وانعدام التأثير الموجي . وتسمى هذه التقسيمات الفرعية عادة : بالساحل المكشوف open coast ، الساحل المحمي protected coast ، والخليج bay على التوالي . ويظهر تأثيرها على صور الحياة في كل منطقة بوضوح ، فالأحياء التي تعيش على الساحل المكشوف لابد أن تكون ملساء لتقليل سحب الماء على أجسامها ، ولابد أن تصمد صموداً شديداً أو تختبىء في الأعماق لكي تحافظ على موقعها ، كما يجب أن تكون ذات بنية قوية لتقاوم تأثير السحق أو الطحن الذي تتعرض له أجسامها . وفي المقابل ، نجد حيوانات الخلجان أشكالها مزخرفة ورقيقة

بطبيعتها . أما حيوانات الساحل المحمي فإنها تحتاج إلى بعض الحماية ضد الأمواج ، ولكنها نادرًا ما تتعرض لارتطامات شديدة .

الطبقة التحتية Substrate

ومن جهة أخرى يؤثر نوع القاع على صور الحياة (الأحياء) التي قد تعيش فوقه أو تعيش فيه . والطبقات التحتية الشائعة هي : الطين mud ، الرمل sand ، الصخور rock، والركائز piling .

الطين Mud

يتكون الطين عن طريق الصرف السطحي الذي يجري من اليابسة ويستقر في مناطق المياه الهادئة . والمناطق التي يتكون فيها الطين تكاد تنحصر في الخلجان ومصبات الأنهار على امتداد الساحل ، باستثناء مصبات الأنهار الكبرى مثل المسيسيبي حيث يمتد القاع الطيني مسافة كبيرة داخل البحر .

وتسبب البيئة الطينية مشكلات خاصة للحيوانات التي تعيش فيها ، من بينها مشكلة تحدث نتيجة لصغر حجم الجسيمات التي يتكون منها الطين . فالجسيمات الدقيقة للطين mud والغرين silt تتغلغل في الجهاز التنفسي لكثير من الحيوانات فتختنق . ولا تستطيع الحياة بشكل جيد في البيئة الطينية سوى الحيوانات التي لها أجهزة خيشومية خاصة .

والمعتاد أن تكون معدلات الأكسجين منخفضة في الرسوبيات لأن جسيماتها الدقيقة تكون متراصة بشكل محكم لا يسمح عمليا بحدوث دورة للهواء تحت سطحها . وتتحلل المادة العضوية التي تستقر هناك وتستهلك ما يوجد بها من أكسجين . وفي ظل هذه الظروف فإن الجانب الأكبر من نشاط الحياة يتم بوساطة البكتيريا . وجانب كبير من النشاط تحت سطح المادة المترسبة يتم في غيبة الأكسجين ، وهي الحالة التي يطلق عليها وصف «اللاهوائي» anaerobic .

الرمل Sand

يختلف تكوين الرمل تبعا للبيئة . ففي هاواي Hawaii نجد أن جانبًا كبيرًا من الرمال الموجودة فيها عبارة عن لابة (حمم بركانية) مسحوقة pulverized lava ، أما ساحل

الرمل Cozumel على البحر الكاريبي فإن رماله من المرجان المسحوق pulverized co- **ا** ، **وفي** معظم أنحاء الولايات المتحدة وكندا ، يتكون الرمل من المَرْو (الكوارتز) **والفلسبار** ، والفلسبار feldspar . وتسمح المناطق الرملية للماء بأن ينفذ أو ينساب بين **الحبيبات** ، ومن ثم توجد بصفة عامة أكسدة جيدة على عمق ما في الشاطئ الرملي . **ونظرًا** لأن الجسيمات الكبيرة الحجم تسمح أيضا بالجفاف السريع ، فإن المستويات العليا **من** الشاطئ تكون جافة تماما ، بينما تجف المستويات الدنيا بسرعة نسبيًا عندما ينحسر المد .

إن كل موجة تحرك الرمال عندما تصل إلى الشاطئ . وهذا التحريك لجسيمات الرمل **أشبه** بتأثير مطحنة ضخمة . ولكي تتجنب الحيوانات التي تعيش في هذه المنطقة تأثير هذا **الطحن** فلابد لها إما أن تكون ذات أصداف ثقيلة ، أو أن تتحرك مع الرمال ، أو أن تختبئ **في** جحر عميق .

الصخور Rock

تستوعب المناطق الصخرية - باعتبارها مكانًا للحياة على امتداد الشاطئ - أنواعا عديدة من الكائنات الحية . وعندما يدرس المرء هذه الأحياء فإنه يذهل من الأعداد الكبيرة للأنواع المختلفة من الأحياء التي يجدها في هذه المنطقة . ويرجع السبب الرئيس في هذه الوفرة الكبيرة في أنواع الأحياء إلى تنوع البيئات الموضعية الموجودة على الشاطئ الصخري من شقوق cracks ، وصدوع crevices ، ومناطق مكشوفة exposed areas وبرك المد والجزر tide pools . . . إلخ . وتمتاز المناطق الصخرية بتوافر الأكسجين بها ، ووجود موارد غذائية جيدة ، وبأنها تعتبر على وجه العموم مناطق تتوافر فيها حماية جيدة . والمعتاد أن أنواع الأحياء التي تعيش فيها تلتصق بالأماكن السطحية . وعلى الرغم من أن قلة من هذه الكائنات تتخذ لنفسها حُفَراً داخل الصخور ، فإن أكثريتها تتعلق بقدم ماصة مثلما تفعل القواقع snail ، أو تختبئ في قبضة الطحالب على نحو ما تفعله الديدان التي تتعلق بالصدوع ، أو تلصق نفسها بصخرة بنوع من المادة الأسمنتية (المادة اللاحمة) مثلما يفعل الأطوم .

وينجذب الناس عادة إلى الشاطئ الصخري عندما ينحسر عنه المد لمشاهدة الحيوانات

البحرية المحلية والقيام بفحصها . والواقع أن هؤلاء القوم من هواة «المشاهدة والتفحص»

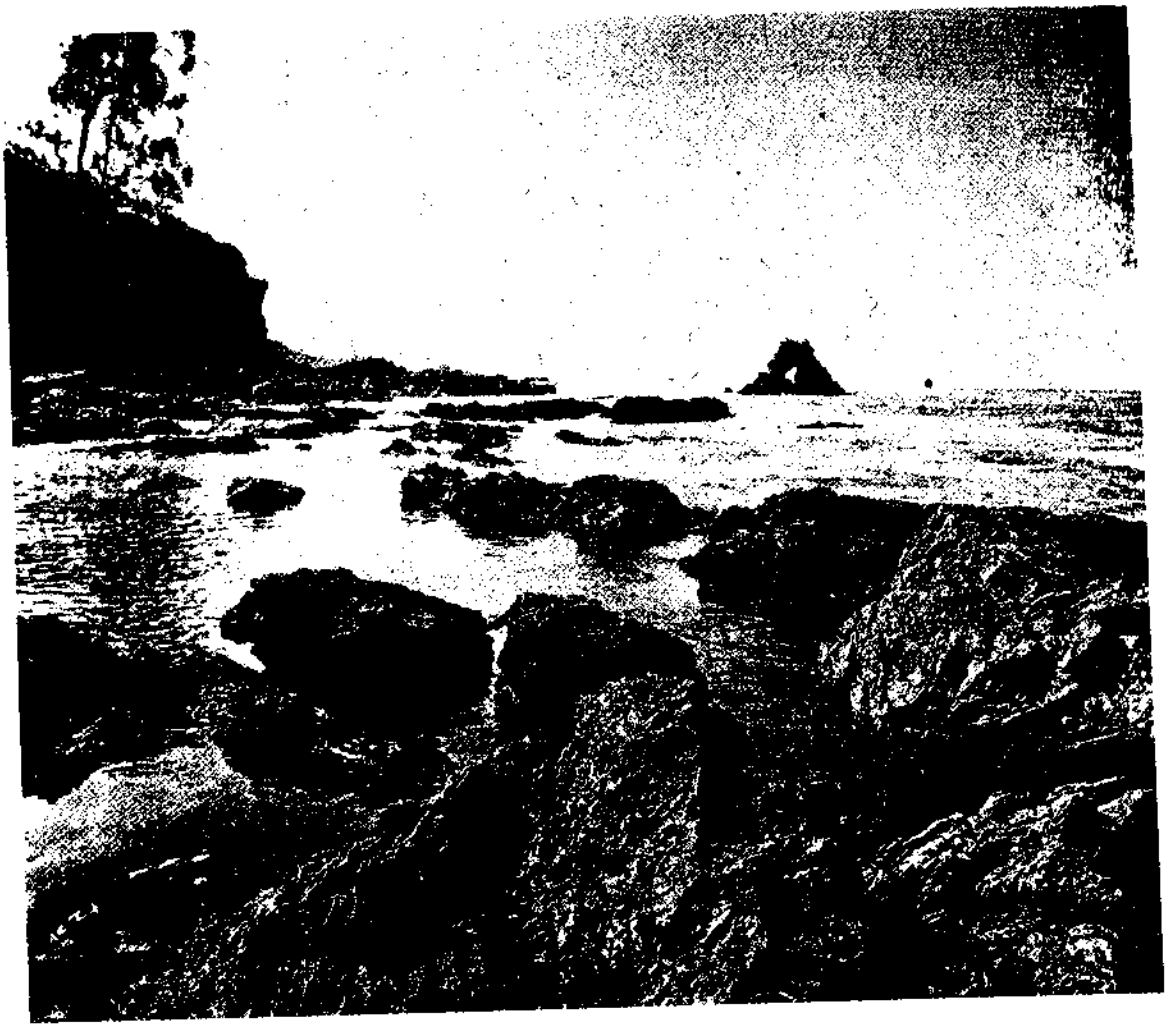
(شكل ٦ - ٣) مستعمرة من الميدية mussel تنمو فوق صخرة واحدة في حين لا ينمو فوق الصخور المجاورة سوى عدد قليل جدًا ، مما يمثل ظاهرة بيئية جديرة بالتفسير .

في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية ، قد دمروا معظم مناطق برك المد والجزر الموجودة على شواطئهم . وقد أصبح من المحظور الآن في مناطق كثيرة من ساحل كاليفورنيا اصطياد أي أحياء من برك المد أو تحريكها من مكانها . ومع أن هذه القوانين ساعدت في الحفاظ على هذه الأحياء البحرية فإن أقدام المتفرجين تحدث من التخريب والتدمير ما يحدثه «المتفحصون» .

الركائز Pilings

من المعروف أن الركائز الخشبية piers للأرصفة داخل البحر وأحواض السفن docks وغيرها من الإنشاءات الاصطناعية تشكل بيئة مستقلة لأنها تستوعب بعض أنواع من الأحياء لا توجد في غيرها من الأماكن ، وخير مثال لها هو المحار الحفار ، أو المحار الملزمي boring clam المسمَّى تيريدة *Teredo* ، وهو حفار للخشب من ذوات المصراعين bivalve من شعبة الرخويات Mollusca ، ولكنه ليس بدودة على الإطلاق رغم أنه كثيرا

ما يطلق عليه هذا الاسم . وهذا المحار هو السبب في كثير من التلف الذي يلحق بالركائز



(شكل ٦ - ٤) عندما يأتي المد يغمر الشاطئ الصخري ، ونجد جميع الأحياء غذاءً ومياهًا جديدة وصلت إليها . وتتوقف فترات تعرض الأحياء للهواء فيما بين المد والجزر على موقعها على الشاطئ .

وقيعان السفن المصنوعة من الخشب ، وكذلك قطع جذوع الأشجار المنقولة بالرَّمَث (تشد إلى بعضها وتركب في البحر) rafted والمُعَدَّة لإرسالها إلى السوق . والمعتاد أن تكون الركائز رأسية في الماء مما يتيح لنا أن نحدد بسهولة مناطق المد التي سنعرض لها فيما يلي من هذا الفصل . ومن هنا ، فإن الركيزة تعتبر منطقة دراسة جيدة بالنسبة للطالب الذي يدرس المبادئ الأساسية بسبب هذا التحديد الواضح للمناطق المتميزة .

تقسيم نطاقات المد والجزر : Tidal zonation

يؤدي ارتفاع المد وانحساره دوريا إلى كشف الأحياء التي تعيش في المنطقة الواقعة بين الماء واليابسة، وتعرضها للهواء . وهذا التعريض الدوري يحدث توزيعًا واضح المعالم لنطاقات تبدو بوضوح في معظم المناطق ، ويمكن التعرف عليها بسهولة تامة فوق الركائز والشواطئ الصخرية بسبب التجمعات الثابتة - بدرجة أو أخرى - للأنواع التي تعيش فيها . ويتوقف توزيع الأنواع في حيز النطاقات هذه على قدرتها على الصمود عندما تترك مكشوفة خارج الماء عندما ينحسر عنها المد . وفي وسعنا أن نحدد في معظم الحالات أربعة نطاقات على أساس متوسط مدى ارتفاع المد وانحسار الجزر، والمدى الأقصى للمد والجزر .

النطاق (١) : هو أبعد النطاقات عن الماء - ويسمى أحيانًا نطاق الرذاذ spray zone ، أو النطاق الشاطئي الأعلى upper littoral zone . وهذا النطاق جاف معظم الوقت ، ويقع فوق مستوى المد العالي، ولا يصل إليه الماء إلا بالرذاذ أو أثناء المد القافز . ومن الأحياء الشائعة في هذا النطاق حلزون البريونكل periwinkle (حلزون الليتورينا *Littorina*) . وقد تكيفت الأنواع التي تعيش في أعالي الصخور تكيفًا تاما مع التعرض للهواء بحيث أصبحت تلقى صعوبة في التنفس عندما تبقى تحت الماء فترات طويلة . ومن الأنواع المنتشرة أيضا في هذا النطاق الأطوم الصغير (بلوط البحر *Balanus*) والكتمليَّات *Chthamalus* (البرنقيل الأوزي) .

النطاق (٢) : يتعرض هذا النطاق للهواء مرتين في اليوم أثناء الجزر عادة حيث يقع بين قمة متوسط منسوب الجزر وقمة متوسط منسوب المد ، ويستمر تعرضه للهواء من ٤ - ٦ ساعات في المرة الواحدة . وينتشر في هذه المنطقة القواقع ذات العمامة السوداء black turban snail المعروفة باسم (تيجولا *Tegula*) بالإضافة إلى أنواع عديدة من الأطوم البلوطي acorn barnacle ، والبطلينوس limpets ، تبعا للمنطقة . ويمثل هذا النطاق «بركة المد tide pool » المعروفة جيدا لعشاق الشواطئ الصخرية .

النطاق (٣) : هذا النطاق يغطيه الماء معظم الوقت . ويقع بين أعلى متوسط للجزر وأدنى متوسط للجزر . ورغم أنه يتعرض للهواء أثناء كثير من نوبات الجزر المنخفض ، فإن فترة تعرضه قصيرة تتراوح عادة بين ساعة وثلاث ساعات . ويوجد في هذا النطاق

الأطوم البلوطي ، والأطوم بشكل عنق الإوزة gooseneck barnacles ، وبعض نجوم البحر sea-stars العادية ، وكثير من اللافقاريات الأخرى . ويتزايد عدد هذه الأنواع كلما قل تعرض هذا النطاق للهواء .

ويسمى النطاقان (٢) ، (٣) أيضا النطاق الساحلي (الشاطئي) الأوسط mid-littoral zone ، ونطاق الأطوم barnacle zone .

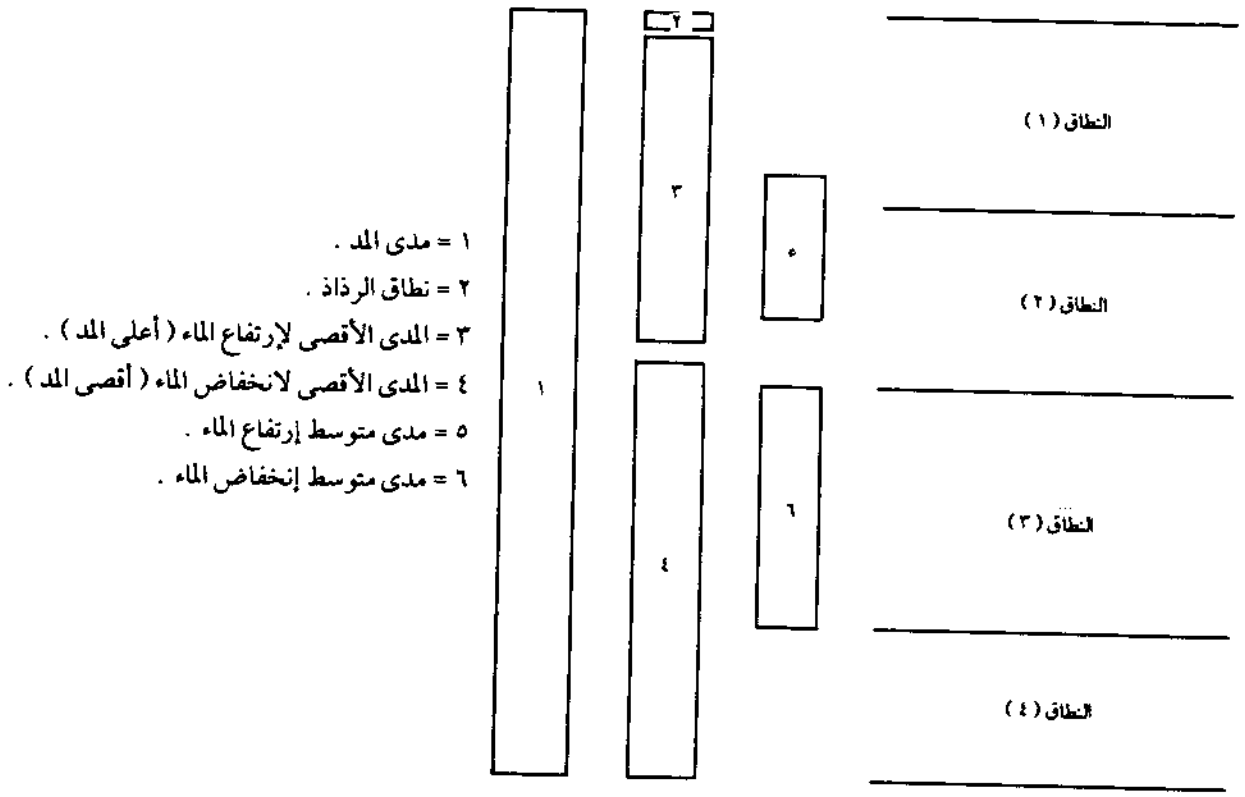
النطاق (٤) : ويقع تحت متوسط الجزر . ويتعرض للهواء فقط أثناء المدود القافزة شديدة الانخفاض . ومدة تعرضه للهواء قصيرة لا تتجاوز الساعة أو الساعتين ، ويحدث على فترات غير منتظمة . ويتعرض هذا النطاق - بصفة عامة - للهواء في نفس الفترة من الشهر التي يصيب فيها البلل النطاق (١) من جراء المد العالي . وتوجد فيه كائنات حية كثيرة من بينها كثير من النباتات البحرية . ويُسمِّي البعض هذا النطاق «النطاق تحت الشاطئي» sublittoral zone ، أو النطاق الشاطئي السفلي lower littoral zone . كما يُسمى في المناطق الرملية «الشاطئ المغمور» submerged beach . والطريقة المثلى للتعرف على هذا النطاق في منطقة من المناطق لا تعتمد على ما يوجد فيه من كائنات حية ، وإنما بالخط القاطع عمومًا والذي لا توجد بعده الكائنات الحية التي تعيش في هذا النطاق .

وبالربط بين المعلومات التي أوردناها فيما سبق نستطيع أن نصف البيئات المختلفة على نحو يجعل قراءنا يدركون الشئ الكثير عن الكائنات الحية التي تعيش فيها . فعلى سبيل المثال يمكن أن نصف بيئة ما بأنها تقع في النطاق (٣) من ساحل مكشوف على طبقة تحتية substrate صخرية . ورغم ما في هذا الوصف من إيجاز ، إلا أنه يعطينا معلومات كثيرة عن الشكل البدني للكائن الحي الذي يعيش في هذا النطاق ووظائف أعضائه (فسيولوجيته) والأسلوب العام لمعيشته . ويجب أن يفهم الطالب تمام الفهم هذه الطريقة في الوصف ، لأنها تساعد على تكوين نموذج محسوس في ذهن الطالب عندما يدرس بيئته المحلية أو يقرأ عن بيئات أخرى .

أقسام المنطقة الساحلية المغمورة : Offshore Divisions

إن التقسيمات الفرعية التي تحدثنا عنها آنفا تقع كلها في نطاق الأمتار القليلة الأولى

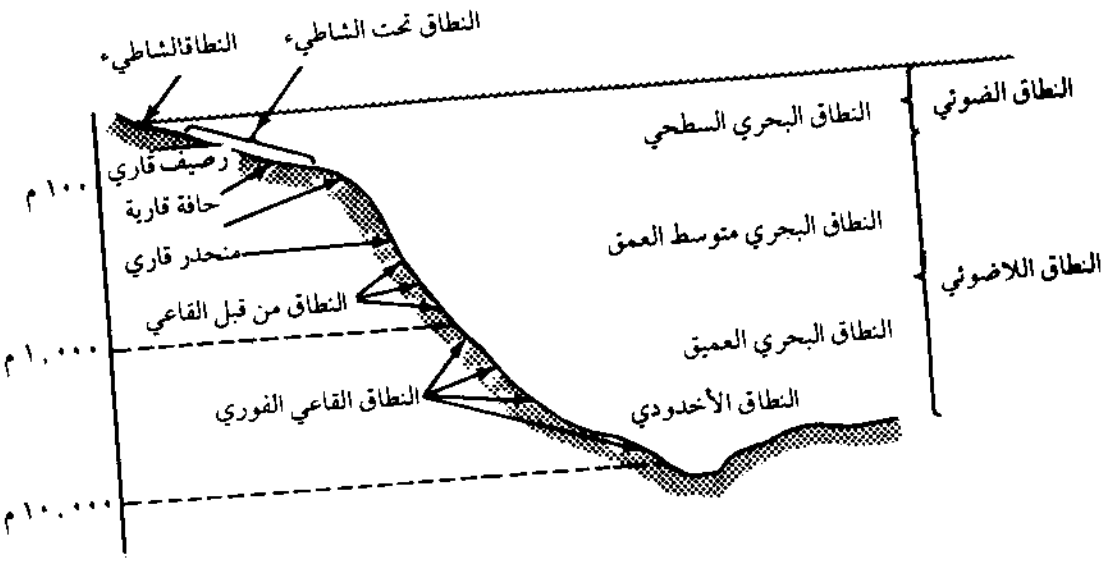
على امتداد حافة المحيط . ويتعين علينا تقسيم بقية المحيط أيضا على نحو يمكننا من أن نستخدم وصفًا موجزًا مماثلاً عندما نتحدث عن قسم من المحيط باعتباره يمثل بيئة ما . وهناك عوامل مختلفة تستخدم في تحديد أجزاء بعينها في المحيط المفتوح ، لأن العوامل التي تصلح للتطبيق على الشاطئ ليست لها أهمية كبيرة أو ليست بذات أهمية في عُرض



(شكل ٦ – ٥) توزيع النطاقات يصح بالنسبة للمدود بغض النظر عن مدى المد أو الموقع الجغرافي .

البحر . والعوامل التي يشيع استخدامها في هذا المجال هي العمق depth ، وشدة الضوء light intensity . وتسمى الحيوانات والنباتات التي تعيش في البحر المفتوح وليست لها علاقة كبيرة بالقاع ، أو ليس لها اتصال به ، تسمى أنواعاً بحرية أو محيطية (غمرية) pe-lagic ، فهي تسبح أو تطفو مع الماء طوال حياتها . واللفظ الذي يستخدم للدلالة على

الهائمات هو «الطافيات» plankton . أما السابحات فتسمى «السوابح» nekton .



تقسيم البيئة البحرية يتم عادة في إطار الاصطلاحات والمناطق المذكورة أعلاه .

(شكل ٦ - ٦) بعض تقسيمات البيئة البحرية .

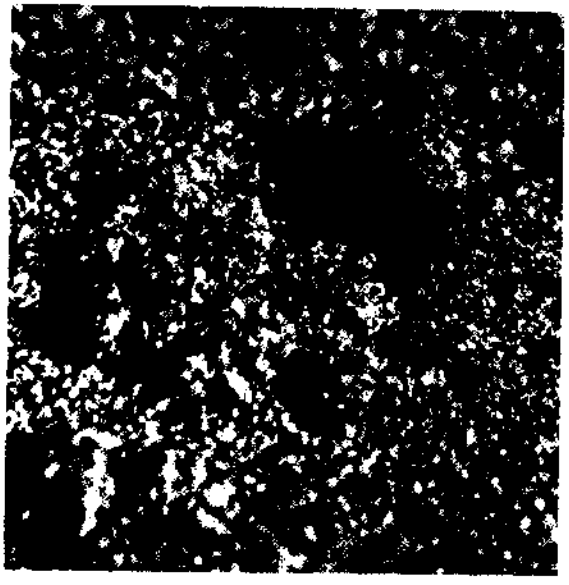
المناطق الشاطئية والمحيطية Neritic and Oceanic Regions

تقع المياه الموجودة فوق الرصيف القاري في المنطقة الشاطئية (neritic region) . وكما سبق أن ذكرنا فإن عرض الرصيف القاري يختلف في مناطق العالم المختلفة ، وكذلك تتراوح المنطقة الشاطئية الضحلة بنفس القدر الذي يتراوح به عرض الرصيف القاري . أما المياه الواقعة فيما وراء حافة الرصيف القاري فتسمى منطقة المحيط oceanic region . ومن هنا جاء تعريف مياه المنطقة الشاطئية بأنها المياه التي لا يزيد عمقها على ٢٠٠ متر عند حافة الرصيف القاري والتي تزداد ضحالتها كلما اقتربت من الشاطئ . أما المياه المحيطية فتبدأ خارج الحافة الخارجية للرصيف القاري . ولذلك فهي أعمق بكثير ، وتمتد حتى أقصى أعماق قاع المحيط .

شدة الضوء Light Intensity

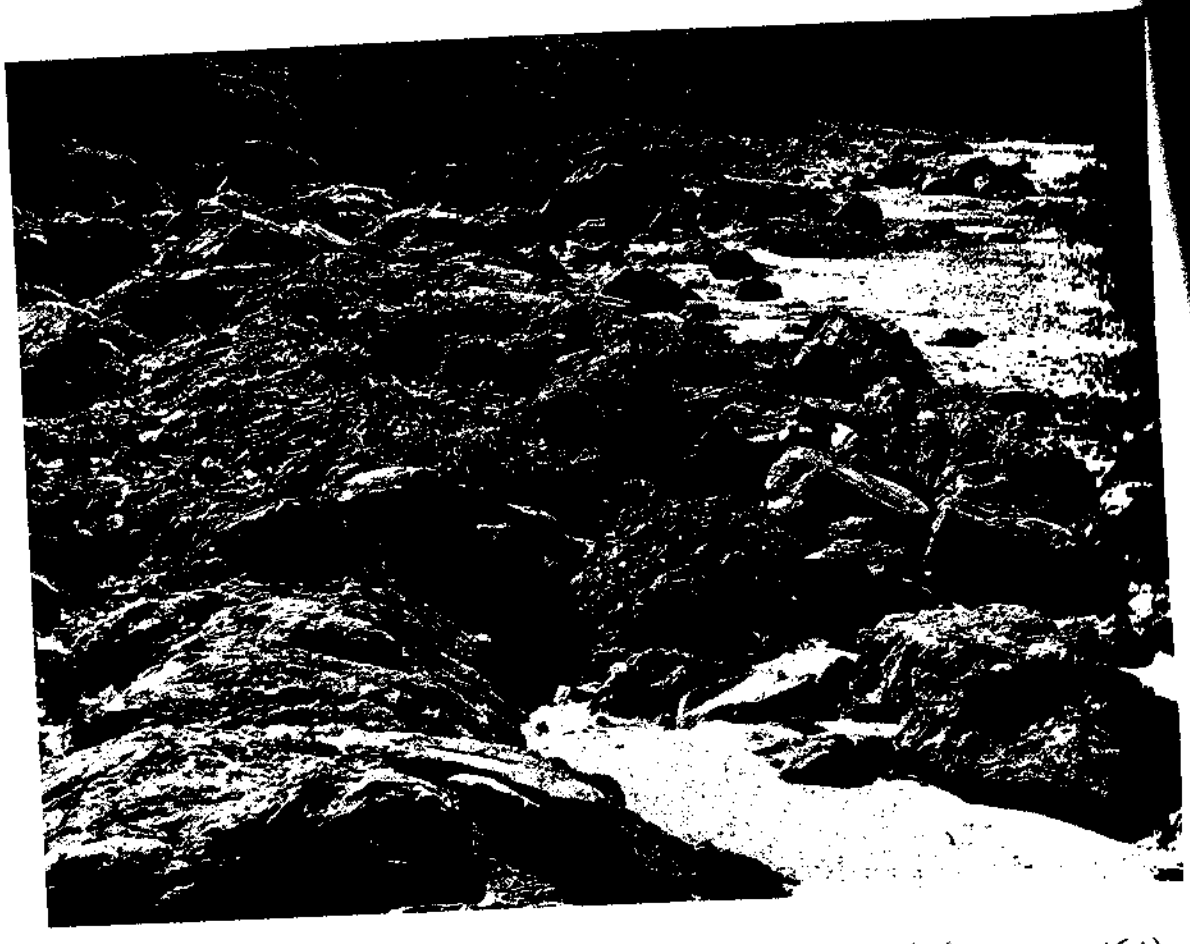
إن المياه الموجودة في المحيط أشبه بمرشح لضوء الشمس التي تشع فوقها . وتتوقف

درجة الترشيح على مقدار المادة الجسيمية particulate matter المعلقة في الماء . فكلما زاد الطمي أو العوالق في الماء ، كلما تعذر على الضوء أن يتغلغل خلال الماء إلى أعماق



(شكل ٦ – ٧) نطاط الشاطئ beach hopper ، أحد مفصليات النطاق الأعلى من الكائنات الشائعة في كثير من البيئات الرملية .

بعيدة . وقد يبلغ تغلغل الضوء مسافة أقل من المتر في بعض المياه بالقرب من مصبات الأنهار خاصة بعد هبوب عاصفة عليها . أما في المياه الصافية في عرض البحر ، فمن الممكن اكتشاف الضوء على عمق يتراوح بين ٦٠٠ – ٨٠٠ متر . ونظراً لأن معظم المنطقة المحيطية بعيدة عن الشاطيء فإن النطاقات العامة للمحيط تقوم على قاعدة من المياه المكشوفة الصافية . ورغم أن الضوء قد يتغلغل إلى مثل هذه الأعماق البعيدة ، فإنه لا يكون شديداً بدرجة كافية تمكن النبات من القيام بعملية التمثيل الضوئي . ويعتبر ذلك مؤشراً جيداً لتحديد نطاق من النطاقات . فالمياه السطحية التي يكون فيها الضوء شديداً بدرجة تجعل النباتات العالقة تكون الغذاء عن طريق عملية التمثيل الضوئي نطلق عليها اسم النطاق المضيء الحقيقي euphotic zone . أما الطبقة الواقعة أسفلها والتي تحتوي على نسبة من الضوء ، ولكنها غير كافية لإحداث عملية التمثيل الضوئي فتسمى نطاق ضعف الضوء dysphotic zone . أما المياه العميقة التي لا يتغلغل إليها أي ضوء فنسميها النطاق اللاضوئي aphotic zone . ونظراً لأن شدة الضوء تختلف في الأجزاء المختلفة من المحيط ، فقد وضعنا نظاماً لتوزيع النطاقات (التمنطق) على أساس العمق



(شكل ٦ - ٨) نظراً لأن النطاق الأعلى لا يصل إليه الماء إلا عندما يكون المد عاليا جدا ، فإن الكائنات التي تعيش فيه تكيفت تماما مع التعرض للهواء . وهنا نشاهد عشب البحر البني (الكلب) الذي جرفه المد العالي إلى الشاطيء وتركه مكشوفًا .

حتى لا يحدث تناقض في توزيع النطاقات قدر الإمكان بحيث يراعى في نطاقات العمق هذه النطاقات الضوئية وغيرها من العوامل .

نطاقات العمق Depth Zones

يمتد النطاق البحري السطحي epipelagic zone من السطح حتى عمق ٢٠٠ متر . ويتطابق هذا النطاق تقريبًا مع النطاق المُضَاء euphotic zone ، وبذلك فإنه يسمح بتوفير الغذاء لمعظم الأحياء في البحر عن طريق التمثيل الضوئي . ويمتد النطاق المائي الأوسط mesopelagice zone من عمق ٢٠٠ متر إلى ١٠٠٠ متر . ويتطابق هذا النطاق تقريبا مع نطاق ضعف الضوء dysphotic zone .

ويمتد النطاق البحري العميق bathypelagic zone من ١٠٠٠ متر حتى ٤٠٠٠ متر . ويمتد النطاق البحري الغوري abyssopelagic zone من ٤٠٠٠ متر إلى ٦٠٠٠ متر . وما دون عمق الـ ٦٠٠٠ متر يسمى النطاق البحري الأخدودي hadopelagic zone . ويقع كل من النطاق البحري العميق ، والنطاق البحري الغوري ، والنطاق البحري الأخدودي داخل النطاق اللاضوئي .

نطاقات القاع Bottom Zones

على عكس أنواع الأحياء البحرية التي تعيش في مياه البحار المفتوحة pelagic ، تسمى الأحياء التي تعيش فوق القاع أو قريبا منه أحياء قاعية benthic forms . وقد قسمنا الأحياء القاعية إلى مجموعتين تبعًا للمكان الذي تعيش فيه فوق القاع . فإذا كانت تعيش غالبا فوق القاع ، كما هو حال بعض الأسماك أو الاسفنجيات ، فإنها تسمى حيوانات فوقية أو حيوانات فوق القاع epifauna ، وإذا كانت تعيش في الطبقة التحتية كما يفعل بعض المحار والديدان ، فإنها تسمى حيوانات تحت القاع infauna . وقد استخدمنا في توزيع نطاقات القاع نفس التقسيم الخاص بنطاقات العمق الذي استخدمناه في توزيع النطاقات البحرية المفتوحة pelagic zones ، فأي حيوان قاعي يوجد في أعماق تتراوح بين ١٠٠٠ - ٣٠٠٠ متر يعتبر من أحياء القاع العميق bathybenthic . أما إذا كان يعيش تحت عمق ٦٠٠٠ متر فإنه يعتبر من كائنات الأخدود القاعي hadobenthic . وكما هو الحال في شأن المصطلحات المستعملة في تسمية النطاقات الشاطئية ، فإن المصطلحات المستعملة في تسمية النطاقات المحيطية توحي لنا بالشيء الكثير من المعلومات عن أي نموذج من الكائنات . فإذا وصفنا كائنا معينا بأنه نموذج للحيوانات تحت القاع infauna التي تعيش في نطاق القاع الغوري abyssobenthic zone ، فإن هذا الوصف يدلنا على العمق الذي يعيش فيه هذا الكائن الحي والأسلوب العام لمعيشته .

أسئلة للمراجعة

١ - لماذا يجب تقسيم المحيط إلى مناطق ؟

٢ - ما هو تأثير الاصطدام أو الدفع الموجي على خط الساحل ؟

٣ - لماذا يعتبر الرمل بيئة صعبة بالنسبة لأكثرية الحيوانات والنباتات ؟

٤ - ما هي المعايير الرئيسية لتقسيم منطقة المد والجزر إلى نطاقات مدية ؟

٥ - لماذا تعتبر شدة الضوء في الماء عاملا مهما بدرجة تكفي لاستخدامها معيارا لتقسيم النطاقات؟

٦ - ما السبب في أهمية الشوفان البحري sea oats ؟

ل السابع

The Drifters المنجرفات

ف المصطلحات :

لة حيوية : جملة مقدار المادة الحية الموجودة في البيئة . **Bio-mass**

لإزهـــرار : مجتمع كثيف بشكل غير عادي من الهائمات النباتية بسبب التكاثر السريع في الظروف المثلى . **Bloom**

هائمات كاملة : هائمات لا توجد إلا على صور طافية . **Holoplankton**

هائمات كبيرة : أفراد الهائمات كبيرة الحجم مثل المدوسة (jelly fish) قنديل البحر . **Macroplankton**

هائمات مؤقتة : كائنات عالقة تكون على صورة هائمة في طور اليرقانة فقط . **Meroplankton**

تَحَوُّر : تغير في الشكل أو التكوين أو الوظيفة . تحول في وظائف الأعضاء أو تطور مفاجئ إلى حد ما بعد طور الجنين ، كالتحول من أبي ذنيبة إلى ضفدعة . **Metamorphosis**

هائمات دقيقة : هائمات يمكن جمعها في شباك الهائمات المعيارية (العادية) . **Microplankton**

هائمات مجهرية : أكبر من الهائمات فائقة الدقة ، ولكنها أصغر من أن تجمعها الشباك ذات العيون الدقيقة للغاية . **Nanoplankton**

هائمات نباتية (بلانكتون نباتي) : الكائنات النباتية ضمن الهائمات . **Phytoplankton**

هائمات فائقة الدقة : هائمات دقيقة في حجم البكتيريا . **Ultraplankton**

هائمات حيوانية (بلانكتون حيواني) : الكائنات الحيوانية ضمن الهائمات. **Zooplankton**

تمتليء بحار العالم بكائنات صغيرة هائمة تطفو مع الماء . ولما كانت معظم الجماعات الرئيسية والفرعية من الحيوانات والنباتات التي تعيش في بيئة مائية نجدها ضمن المنجرفات ، فقد صنف العلماء هذه الكائنات الهائمة في فئة واحدة أطلقوا عليها اسم الهائمات (plankton) .

مجموعات المنجرفات Groups of Drifters

تتنوع الهائمات البحرية في تكوينها تنوعا شديدا مما يفرض علينا تقسيمها إلى مجموعات رئيسية عديدة لتسهل علينا دراستها . وتعتمد إحدى طرق التقسيم هذه على كون الكائن العضوي من النبات أو الحيوان . فالمنجرفات النباتية - وتسمى هائمات نباتية phytoplankton - غالبا ما تكون أنواعا صغيرة جدا ذات خلية واحدة . أما المنجرفات الحيوانية - وتسمى هائمات حيوانية zooplankton - فتتباين في حجمها من الشكل الميكروسكوبي الدقيق إلى الشكل العملاق الذي يزيد على ألف رطل في الوزن . فليس من الضروري إذن أن تكون الهائمات دقيقة الحجم ، رغم أن أكثرية الهائمات على هذا النحو .

وهناك طريقة أخرى لتقسيم المنجرفات أو الهائمات تعتمد على الحجم . فأصغر الهائمات كلها تسمى هائمات فائقة الدقة ultraplankton ، وتشمل هذه الفئة كائنات مثل البكتيريا . وهذه الكائنات صغيرة جدًا ، ومن الصعب للغاية جمعها ، وهي التي يدرسها علماء الأحياء الدقيقة microbiologists .

والفئة التي تليها في الحجم تسمى هائمات مجهرية nanoplankton . وهذه الهائمات المجهرية متناهية في الصغر لدرجة أنها تنفذ من عيون أدق الشباك الموجودة لدينا ، مما يجعل دراستها أمرًا صعبًا بالنسبة لعلماء الأحياء . ويتعين على الباحث إذا أراد جمع الهائمات المجهرية أن يمرر الماء خلال مرشح دقيق ، أو يجعله يدور في آلة نابذة بالطرد

المركزي .

أما الهائمات التي يمكن تصفيتها باستخدام شباك العوالق ذات العيون الدقيقة فإنها **تسمى** هائمات دقيقة microplankton . وهذه الهائمات الدقيقة تتراوح في أحجامها من **النباتات** الصغيرة وحيدة الخلية والتي لابد من استعمال المجهر لمشاهدتها ، إلى حيوانات **صغيرة** يمكن رؤيتها بسهولة بالعين المجردة . وهذه الفئة هي المصدر الرئيسي لإنتاج الكتلة **الحيوية** bio-mass في البحر .

وتسمى المنجرفات الكبيرة الحجم « الهائمات الكبيرة » macroplankton . وتشمل **هذه** الفئة قنديل البحر أو المدوسة (رئة البحر jellyfish) ، وسمكة الشمس Mola mola **وغيرها** من الأحياء كبيرة الحجم .

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

ومن الحقائق الطريفة عن الهائمات أنها تحتوي دائمًا في أي وقت معلوم على مقدار كبير جدًا من برقانات الحيوانات الكبيرة . فالأطوم barnacles ، والسرطان crab ، والأسماك ، وكثير من الأحياء الأخرى تعيش يرقاتها فترة قصيرة ضمن جماعة الهائمات . وأكثرية هذه اليرقات الهائمة لا تشبه الأفراد البالغة من نوعها ، فالبعض منها له زوائد شعرية ، والبعض الآخر له مغاديف (أو مجاذيف) يتحرك بها خلال الماء . وعندما يكتمل نمو الأنواع القاعية فإنها تهبط إلى القاع وتأخذ الشكل المعتاد لها عند البلوغ وتمارس أسلوب معيشتها المعتاد . ونجد نسبة كبيرة من هذه الهائمات المؤقتة تمر بتغيير

(شكل ٧ - ٢) هلاميات مشطية توجد قرب سطح الماء في الليل ، وتكون طافية مع الهائمات في الصباح الباكر

كامل من البيضة إلى مرحلة البلوغ ، مما يجعلها تمر بأطوار عديدة من الأشكال الجسدية المختلفة عن بعضها تمام الاختلاف . وهذا النوع من التطور الذي يمر خلاله الكائن الحي بأشكال جسدية مختلفة قبل أن يصل إلى طور البلوغ يسمى «تحول» metamporphosis . وتسمى الكائنات العالقة في بداية حياتها بهائمات مؤقتة أو عارضة meroplankton .

أما الأحياء التي لا توجد إلا على هيئة هائمات فقط فإنها شديدة التنوع في المحيط ، وتسمى هذه الفئة هائمات كاملة holoplankton ، وهي تشمل أفرادًا من معظم الأقسام الرئيسية للحياة الحيوانية ، كما تضم أيضا كثيرا من الأحياء النباتية . ومن المعروف أن مياه المحيط الملحة أكبر كثافة من الماء العذب ، ونظرا لأن هذا الماء الأشد كثافة يحمل أثقالا أكبر ، فإن الأجسام الثقيلة التي تغوص في الماء العذب عادة تكون متعادلة في الماء الملح ، ويترتب على ذلك أننا نجد كثيراً من الكائنات الحية تطفو في الماء الملح وتعيش فيه هائمة بدلا من أن تغوص إلى القاع . ففي الماء الملح توجد الرِّخْوِيَّات mollusks ، والحَبْلِيَّات chordates ، وبعض الديدان التي تكيفت مع الحياة في مجتمع الهائمات وأصبحت أفرادًا من الهائمات الكاملة .

لقد أصبح واضحا الآن أن مجتمع الهائمات كبير جدًا ، وشديد التنوع . وقد قسمه العلماء إلى مجموعات كثيرة . وتعتبر دراسة الهائمات الصغيرة - من الناحية البيولوجية- جديدة نسبيًا بسبب حجمها من ناحية ، والتقنية المتوافرة لدينا لدراستها من

ناحية أخرى . ولم نعرف إلا في الآونة الأخيرة فقط أهمية دورها في إنتاج الغذاء الأولي primary production ، وكوسط مناسب لتوالد الحيوانات breeding ground .

ومن المتصور أن كائنات التخليق الكيميائي chemosynthetic التي تعيش في مواطن المخارج المائية في أعماق المحيط قد استعمرت هذه المخارج المائية الحرارية (الحرمائية) hydrothermal باستخدام طريقة طفو الهائمات في الانتقال من مخرج إلى مخرج . ويتطلب الأمر إجراء مزيد من البحوث للتحقق من صحة هذا الفرض .

إن هذه الجماعات التي تقدم ذكرها كلها من المنجرفات drifters وتسمى مجتمعة هائمات plankton . أما الكائنات الحية التي لا تنجرف مع الماء وإنما تسبح لكي تتحكم في موضعها في البحر ، فيجب أن تصنف هي أيضا في زمرة لتعيين نوعها ، وهذه الفئة تسمى السوابح (السابحات) nekton ، وسوف نتناولها بالشرح فيما يلي من الفصول عندما نتحدث عن المجموعات الرئيسية فيها . وتدخل معظم السوابح ضمن مجموعة الفقاريات vertebrate . مع وجود نماذج من مجموعات أخرى مثل الرخويات mollusks وإن يكن بنسبة أقل .

الظروف التي تؤثر في كثافة مجتمعات الكائنات الحية

نظرًا لأن العوالق هائمات أو طافيات حسب تعريفها ، فإنها تنتقل عادة مع التيارات من مكان إلى آخر . أما إذا كانت موجودة في خليج كبير أو منطقة شبه مقفلة مثل الجزء من خليج كاليفورنيا الواقع بين باجا كاليفورنيا Baja California والبر الرئيسي للمكسيك ، فإنها تُكَوّن مجتمعًا سكانيا مستقرا يتنقل ويتحرك مع المد والجزر ، ولكنها لا تغادر المنطقة مطلقا . وتتغذى هذه المجتمعات المستقرة على مواد مغذية تنجرف من اليابسة أو تأتي إليها مع التيارات الرأسية الصاعدة من المياه العميقة . ونظرًا لأن الظروف والأحوال في مثل هذه المنطقة المحددة من الممكن التنبؤ بها وتوقعها ، فإن الهائمات التي توجد بها يمكن توقعها أيضا . أما في البحر المفتوح حيث تتغير الأحوال البيئية ، فإن من الصعب التنبؤ بالكائنات الحية التي تتكون منها مجموعة الهائمات في أي وقت معين ، أو في مكان معين ، أو على عمق معين . وقد ذكرنا من قبل أن أكبر كثافة لمجموعات الهائمات توجد عادة في المائتي متر الأولى . وهذا القول إذا أدخلنا في حسابنا جميع

الهائمات ، ولكنه لن يكون صحيحا إذا اقتصر حسابنا على أنواع معينة من الهائمات . فالجماعات الأشد كثافة من القشريات مجْذَافيَّات الأرْجُل copepod crustaceans - وهي أهم الهائمات الحيوانية - توجد عادَة على عمق أكبر بكثير من ٢٠٠ متر . فمن المنطقي أنه كلما زاد العمق الذي تعيش فيه الكائنات الحية كلما قل الغذاء المتاح لها لأن الحتات detritus الذي يهبط ويترسب يقل نظرًا لأن كل طبقة من طبقات الهائمات الحيوانية تأخذ نصيبها منه تباعا . وهذه الهائمات التي تعيش في الأعماق لا تتأثر بالضوء وإنما تتأثر بكثافة الماء وضغطه . إن الأنواع المختلفة التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي ، والتي تستخدم الضوء في تكوين الغذاء ، كلها تؤدي وظيفتها هذه في الدرجة المثلى لشدة الضوء . وتختلف هذه الدرجة المثلى لشدة الضوء تبعا لكل نوع من الأحياء . فإذا كان الضوء ساطعا جدًا ، فإنها تهبط إلى عمق أبعد ، أما إذا كان الضوء خافتا جدا ، فإنها تصعد لتقترب من سطح الماء . ولذلك فإنه عندما يكون الضوء ساطعا أثناء النهار ، تتجمع الأحياء المختلفة في طبقات على أعماق مختلفة بحسب الدرجة المثلى لشدة الضوء والتي تناسبها .

وعندما تصادف الهائمات النباتية منطقة غنية بالغذاء فإنها قد تتكاثر بسرعة أكبر من المعتاد وتحدث ازهرارًا bloom كثيفًا جدًا ، أو تجمعًا سكانيًا (نباتيًا) كثيفًا للغاية . وعندما يحدث ذلك تتجنب الهائمات الحيوانية ، بل وبعض الأسماك أيضا ، السباحة داخل طبقة الهائمات النباتية الكثيفة ، إذ يبدو أن هناك مادة سامة تفرزها هذه التجمعات المزهرة blooms الكثيفة تكون بمثابة عائق يمنع دخول الكائنات الأخرى . وهناك زُهَارة كثيفة من هذا النوع تسمى المد الأحمر red tide . ورغم أن الكائنات العضوية التي يتكون منها هذا المد الأحمر قد تختلف فإنها تحتوي كلها على صِبْغ أحمر red pigment يلون الماء بالفعل في التجمعات الكثيفة منها .

وهذه المواد السامة التي تفرزها بعض الكائنات المرتبطة بالمد الأحمر ، تكون سامة بالنسبة للبشر إذا ما تركزت . وهناك بعض الحيوانات الصدفية أو المحارية مثل الميديات البحرية (بلح البحر) sea mussels تتغذى بالترشيح filter - feed على أحياء المد الأحمر ، وتركز السم في نسيجها دون أن تسبب لنفسها ضررًا . فإذا أكل الناس الميديات بعد ذلك ،

فإن السموم قد تصيبهم بالعلل أو ربما تقضي عليهم . ولذلك يُفْرَض حجر صحي على بعض المحاريات shellfish في الفترة من السنة التي يظهر فيها المد الأحمر في المنطقة بصفة عامة . وكان المعتاد في السنوات الماضية أن يزهر المد الأحمر أمام ساحل كاليفورنيا الجنوبية مدة تقرب من الشهرين سنويًا خلال فصل الصيف . أما في الآونة الأخيرة فقد استمر ازهراره في بعض الأحيان خمسة أو ستة أشهر . ويعتقد كثير من علماء الأحياء في المنطقة أن السبب في طول فترة الازهرار يرجع إلى زيادة المادة العضوية في المنطقة والتي ترتبت على الزيادة في عدد سكانها ، وما تبع ذلك من زيادة في مياه الصرف الصحي sewage .

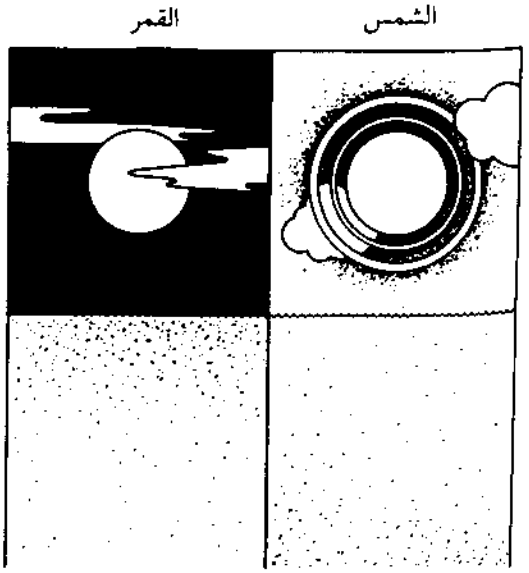
+ إننا نعرف منذ سنوات طويلة أن مياه القطب الجنوبي غنية بالهائمات . ورغم أن هذه الوفرة يرجع سببها بالطبع إلى عوامل عديدة ، فإننا نلقي نظرة مبسطة على أحد هذه العوامل فقط وهو الفوسفات . إن الفوسفات - وهو من العوامل الأساسية في تكوين الهائمات النباتية - هو بمثابة السماد لنمو نباتات (حدائق) المحيط . ونتيجة للأحوال الجغرافية والهيدروجرافية في منطقة القطب الجنوبي ، تتحرك التيارات البحرية عادة جهة الشمال ، وتصعد المياه العميقة لتحل محل المياه السطحية التي تجري في هذا الاتجاه . ولما كانت المياه العميقة غنية بالفوسفات ، فإنها تحمله معها وهي صاعدة إلى أعلى ، إلى المياه التي يتخللها الضوء حيث تستخدمه الهائمات النباتية في عملية التمثيل الضوئي . ويبلغ تركيز الفوسفات حوالي ٥٠-٦٠ ملجم في المتر المكعب من الماء . ومع جريان الماء شمالاً إلى ما يسمى منطقة التقارب القطبي - الجنوبي Antarctic convergence (*) والتي تقع عند خط عرض ٥٠° جنوبا تقريبا ، فإنه يظل غنيًا بالفوسفات . وعندما تصل المياه السطحية إلى جبهة التقارب فإنها تبدأ في الهبوط تحت مياه الأطلنطي الجنوبية الدافئة والأقل كثافة . أما في شمال جبهة التقارب القطبي - الجنوبي ، فإن الفوسفات ينخفض مستواه إلى ٢٥ - ٤٠ ملجم في المتر المكعب . ويحدث هذا الانخفاض في الصيف عندما

(*) الجبهة القطبية المحيطية التي تشير إلى الحدود بين المياه تحت القطب - جنوبية وشبه المدارية يسمى أيضا Southern Polar Front . (معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا مجلد (١) ص ١٥٨).

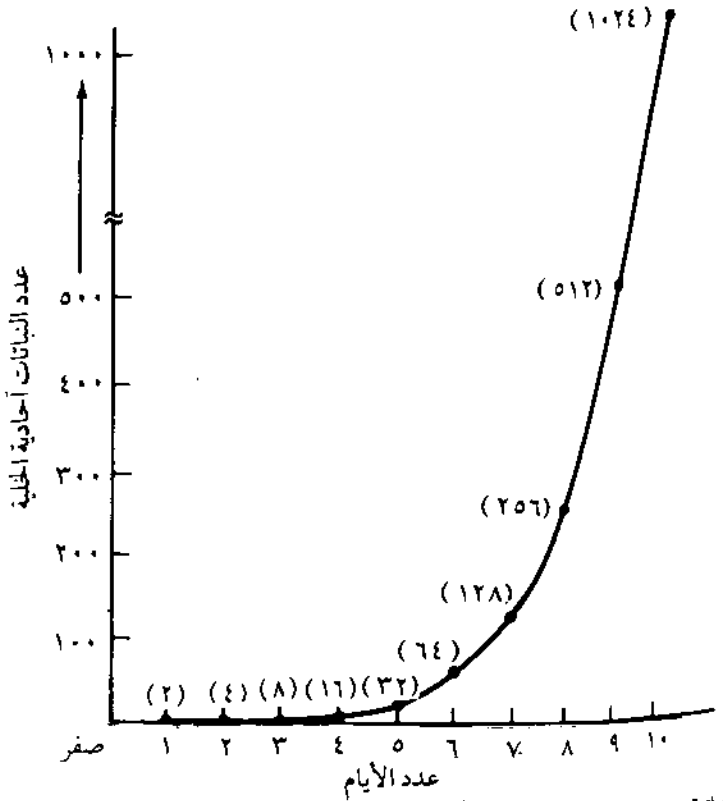
(شكل ٧ - ٣) عندما تطفو الهائمات خلال الماء فإن ملايين الحيوانات المفترسة مثل هذه اللاسعات cnidaria التي تتجمع في مستعمرات تمسك بها وتلتهمها بأسرع ما يمكن .

تكون مياه المحيط الأطلنطي أدفأ ، ويقل الامتزاج عند جبهة التقارب لوجود فرق كبير في الكثافة . ومع هذا ، فإن مستوى ٢٥ - ٤٠ ملجم من الفوسفات في المتر المكعب يعد كبيراً وممتازاً لنمو الهائمات النباتية . وإذا اتجهنا شمالا حتى خط عرض ٤٠° جنوبا تقريبا فسنجد جبهة تقارب أخرى تسمى التقارب شبه المداري Subtropical convergence . وينخفض معدل الفوسفات في المياه شبه المدارية إلى ما يقرب من الصفر .

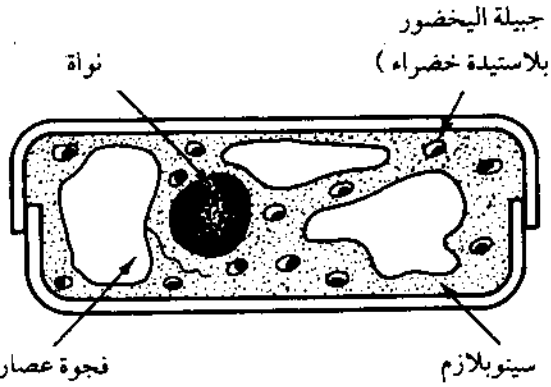
وإذا توغلنا أبعد من ذلك شمالا في المياه المدارية فسنجد المياه خالية تماما من الفوسفات ، ومما أن يتكون منه شئ من الفضلات التي تخلفها الهائمات والحيوانات الأخرى حتى يتم استهلاكه مرة أخرى . وقد ثبت أن هناك مستوى عاليا من الترابط بين كثافة الهائمات وتوافر الفوسفات ، فكلما زاد الفوسفات كلما زادت الهائمات النباتية .



الكائنات الحية الهائمة لها مستويات مثلى للضوء . ففي النهار تهبط إلى الأعماق لتقليل شدة الضوء ، وفي الليل تصعد إلى سطح الماء لتحصل على كل ما يتاح لها من الضوء .
(شكل ٧ - ٤) تحرك الهائمات نحو مستويات الضوء المثلى .

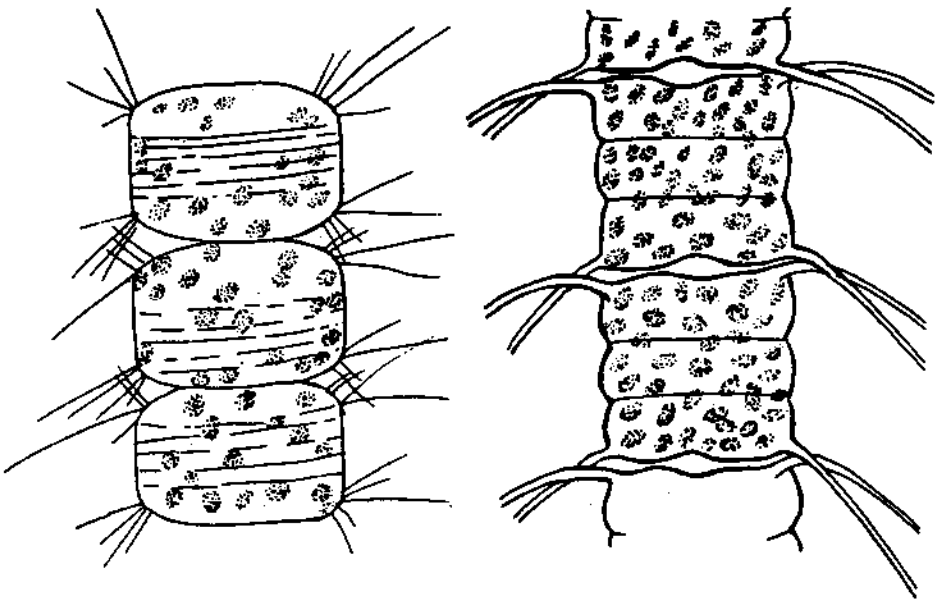


كثير من الهائمات النباتية تنقسم مرة كل يوم ، وإذا لم تُحدّ من هذا النمو الحيوانات المفترسة والعوامل البيئية الأخرى ، فإن هذه الهائمات يمكن أن تملأ المحيط في فترة زمنية قصيرة .
(شكل ٧ - ٥) نمو الهائمات



التصميم الأساسي لقشرة معظم الدياتوم يسمح بالتمدد والتقلص عندما ينزلق نصفا المحارة معا أو كلاً على حدة . وهما يحتويان على نواة ، وبلاستيدة خضراء ، وسيتوبلازم وفجوة أو أكثر .

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



(شكل ٧ - ٧) بعض الأشكال الشائعة للدياتومات . وغالبا ما تتصل خلايا هذه الدياتومات معًا في سلاسل طويلة .

ومن الواضح أن أي عامل من العوامل الضرورية للنمو والتكاثر يمكن أن يصبح عامل التحديد الذي يوقف تكاثر مجتمع الكائنات population . ويعد تناقص كمية الفوسفات كلما اقتربنا من المنطقة المدارية ، سواءً من الشمال أو من الجنوب ، عاملا رئيسيًا في قلة مجموعة الهائمات في المياه المدارية . وهذه الندرة تعد بدورها عاملا رئيسيا في الصفاء التقليدي المعروف عن المياه السطحية في المناطق المدارية في العالم . ويوضح لنا هذا المثل

الصغير مدى الترابط الكبير بين مجموع العوامل التي تؤثر في نظام المحيطات .

أسـئلـة للمراجعـة

١ - لماذا يستخدم معيار الحجم بدلا من معيار نوع الكائنات في فرز مجموعات الهائمات ؟

٢ - ما هي الفوائد والمضار لوجود يرقانة أحد الكائنات ضمن الهائمات فترة من أطوار نموه ؟

٣ - كيف تساعد التيارات الصاعدة (bupwelling) الهائمات ؟

٤ - ما هي أهم مجموعة من الهائمات الحيوانية ؟ ولماذا ؟

٥ - ما هو « المد الأحمر » (red tide) ؟

الفصل الثامن

اعتبارات بيئية في قاع المحيط

Some Benthic Environmental Considerations

تعريف المصطلحات :

ساكنات الرمل : حلقيات (ديدان حلقية) الشاطيء العادية . **Arenicola**

منخربات : منخربات قاعية أرضية . **Astrorhiza**

أطوم بلوطي (بلوط البحر) : أطوم بلوطي ، كائن حي دالّ على نطاق وسط المد . **Balanus**

كتمليات : أطوم أوزي ، كائن عضوي دالّ على نطاق وسط المد . **Chthamalus**

دوناكس : محار ملزمي . **Donax**

اميريتة : سرطان بحري صغير . **Emerita**

نباتات وحيوانات فوق قاعية : الكائنات الحية التي تعيش فوق قاع المحيط . **Epiflora and Epifauna**

ايزونوس : من ديدان الشاطئ الحلقية العادية . **Euzonus**

كائن حيٌّ دالّ : كائن حي يكون أسلوب حياته معروفًا جيدا بحيث إن وجوده في بيئة جديدة يساعد في الدلالة على العوامل البيئية الموجودة فيها . **Indicator organism**

حيوانات تحت القاع : كائنات حية تحفر وتعيش تحت سطح القاع ، على عكس الحيوانات القاعية epifauna التي تعيش على **Infauna**

القاع .

Latimeria **لاتيميريات . أسماك شوكية الجوف coelacanth** : نوع من الأسماك يُظَن أنه انقرض .

Littorina **ليتورينا ، قوقعة صغيرة periwinkle snail** : كائن حي دالّ على النطاق (١) .

Macoma **ماكوما** : كائن حي ذو مصراعين (قاعي - أرضي) .

Myxophyceans **طحالب مخاطية** : طحالب عادية توجد عند مستوى النطاق (١) .

Neopilina **نيوبيلينا** : رخويات mollusk يظن أنها انقرضت .

Panope **بانوب** : نوع من المحار يعيش على سواحل المحيط الهادي .

Stylatula Spp. **نوع ستيلاتيولا** : قلم البحر sea pen .

Tresus **تريزوس** : نوع من المحار .

Tagelus Spp. **نوع تاجيلوس** : المحار المنطوي jacknife clam .

Tetraclita **تتراكليتا** : أطوم بلوطي ، كائن حي دال على نطاق وسط المد .

Tivela **تفيلا** : محار سميك الأصداف .

Zostera **زوستيرة** : عشبة الأنقليس ، حشائش ثعبان البحر eel grass .

تشمل البيئة القاعية كل الكائنات التي تعيش فوق قاع المحيط أو على مقربة منه ، وهي النباتات القاعية epiflora والحيوانات القاعية epifauna ، أو التي تعيش تحت سطح القاع ، وهذه تسمى حيوانات تحت القاع أو داخل القاع infauna . وهناك طريقتان لتقسيم هذه البيئة بغرض الدراسة ، ومن السهل تعريفهما : إحداهما حسب النطاق الضوئي (يوجد فيه ضوء) photic zone أو النطاق اللاضوئي (بدون ضوء) aphotic zone . أما الطريقة الثانية فهي التقسيم حسب الطبقة التحتية الصلبة والطبقة التحتية الرخوة .

ويوجد النطاق الضوئي لجماعة الكائنات القاعية كلها فوق الرف القاري أو فوق الجزر، أو الجبال البحرية التي ترتفع عدة مئات من الأقدام عن سطح الماء . أما النطاق اللاضوئي فيوجد بصفة عامة على عمق أبعد من ٢٠٠ متر ، ويشمل قاع المحيط العميق .

الطبقة التحتية الرخوة ذات النطاق الضوئي (الشواطئ والخلجان)

توجد الشواطئ الرملية في كل أنحاء العالم ، ويمتد بعض هذه الشواطئ مسافة أميال طويلة دون انقطاع ، بينما تتضاءل مساحة بعضها الآخر إلى جيوب صغيرة من الرمال ، تترامى بعيدا خلف كهف صخري . ويتكون الرمل في بعض المناطق من السليكا silica وهي عبارة عن شظايا صخرية من كتل اليابسة المتحللة حملتها الأنهار والمجاري المائية وألقت بها في البحر . وفي مناطق أخرى تتكون رمال الشاطئ من الأصداف التي طحنت وتفتت إلى شظايا صغيرة بفعل الزبد surf الذي يسحق الشعب والشاطئ . وتوجد أيضا رمال سوداء ومصدرها طبقات اللابة Lava beds التي انسابت إلى البحر ثم تفتت إلى جسيمات دقيقة . وفي المناطق التي تتدفق فيها الأنهار والمجاري المائية من كتل كبيرة من اليابسة إلى المحيط ، فإنها تحمل معها إلى البحر قدرا كبيرا من الغرين silt . ويكون هذا الغرين طبقات طينية في الماء تتصف بدرجة من الجمود تجعل الجسيمات الدقيقة تترسب في القاع . وتوجد هذه المياه الهادئة عادة بعيدا فيما وراء تأثير الزبد . وقد تنقل الجسيمات الدقيقة إلى مياه البحر بعض الأنهار مثل نهر الأمازون أو نهر المسيسيبي أو غيرهما من الأنهار الكبرى في العالم .

ونتيجة للاختلاف في حجم جسيمات كل من الغرين والرمل ، واختلاف أحوال المياه التي توجد بصحبة أي من نوعي الطبقات التحتية ، فإن الكائنات التي تعيش في كل نمط منهما تختلف اختلافا كبيرا . فالمياه الساكنة اللازمة لكي يترسب الغرين ، إضافة إلى القوام الرِّخْو الذي يضفيه على الطين صغر حجم جسيماته ، تكوّن بيئة مثالية للكائنات رخوة البدن التي لا يتوافر لها من سبل الحماية سوى قدرتها على أن تحفر لنفسها ثقبًا أو جحرًا تعيش فيه . وهذه البيئة الهادئة هي أيضا الموطن المناسب الذي يستطيع فيه الحيوان ذو الأصداف أن يكوِّن لنفسه صدفة شديدة الزخرفة لها نتوءات طويلة دون أن يعوقه عن ذلك عنف حركة الماء على نحو ما يحدث في المساحات الممتدة من سطح البحر . ومن

وسائل التكيف الرئيسية والتي تعد ضرورية للعيش في مثل هذه البيئة القدرة على التنفس دون أن تُسَدَّ الخياشيم بجسيمات الطين الدقيقة . وعلى نقيض ذلك ، نجد أن بيئة الحبيبات الرملية ترتبط عموما بحركة المياه بشكل أو بآخر ، وأكثرها شيوعا هو تأثير الموج ، لأن حركة الماء وقوة الموج لهما تأثير مباشر على حجم حبيبات الرمل ، فكلما اشتدت قوة الماء (أي كلما زاد حجم الأمواج) كلما كان من الضروري أن يكبر حجم حبيبة الرمل لكي لا يجرفها الماء بعيدا . وإذا رأيت شاطئًا رماله خشنة جدًا ، فإن ذلك يعد عادة دليلا على أن أمواجا ضخمة تدك الشاطئ بين الحين والآخر على أقل تقدير . ويترتب على هذه الحركة المائية مع كبر حجم الحبيبات حدوث تأثير أشبه بالطحن . والكائنات التي تحتمل العيش في هذه البيئة تكون أجسامها عادة شديدة الانسيابية لكي تقلل من مساحة السطح الذي يتعرض من جسدها لضغط المياه المتحركة . كما يلزم لها أيضا أن تتوافر لها وسيلة ما لمقاومة الطحن الذي تمارسه الحبيبات التي تتحرك مع الماء . ولكي يتحقق لها ذلك نجد بعضها لديه أصداف ثقيلة ، والبعض الآخر يتخذ لنفسه وضعًا يجعل أقل مساحة من جسدها تتعرض لتأثير حركة الحبيبات ، وفئة ثالثة تنحجر (تحتمي) في حفرة تحفرها تحت الرمال المتحركة .

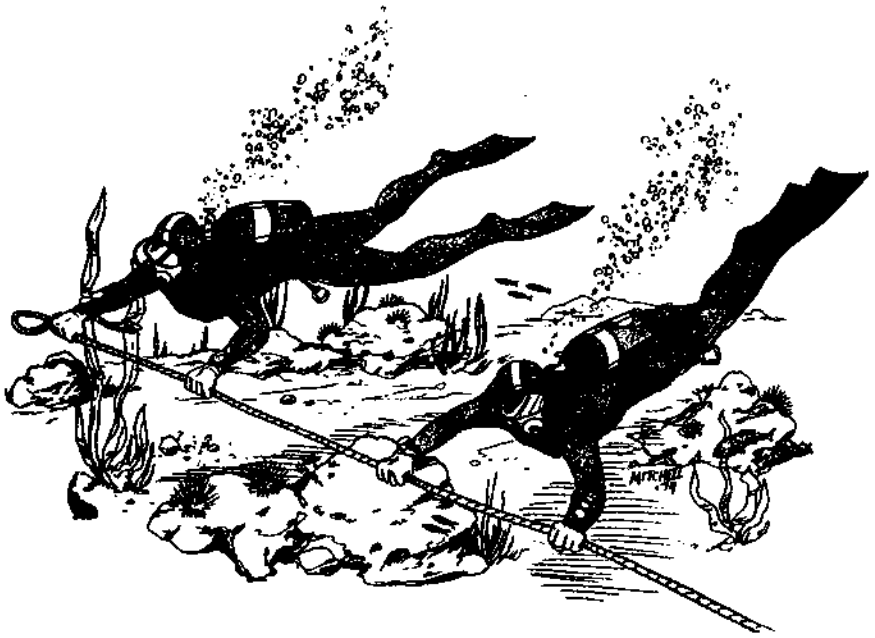
والواقع أن معظم الكائنات تلجأ إلى ممارسة هذه الطرق الثلاثة كلها بقدر ما لكي تتمكن من البقاء على قيد الحياة . ونادرًا ما تواجه هذه الكائنات مشكلة فيما يتعلق بتوافر الأكسجين في البيئة الرملية ، بل إنه لا يمثل أي مشكلة على الاطلاق . فالمياه المتحركة تمتزج بالمياه السطحية الغنية بالأكسجين ، كما أن حجم حبيبات الرمل إضافة إلى حركة الرمل بتأثير اضطراب الماء ، يسمح بتبادل الغاز على أعماق بعيدة تحت الرمال . أما في المياه الهادئة في البيئة الطينية حيث يقل امتزاج الماء وحركة الحبيبات إلى أدنى مستوى ، فإن حجم الحبيبات يكون عادة صغيرًا جدا إلى الحد الذي يجعل الدوران بين الحبيبات مستحيلا . وتستهلك المادة العضوية المتحللة كل الأكسجين المتوافر في نطاق مسافة قصيرة جدا لا تتجاوز البوصة أو البوصتين ، بحيث لا يبقى منه شئ يمكن أن تستفيد منه الحيوانات . ومن ثم فقد أصبحت بعض الكائنات الحية لا هوائية anaerobic لكي تتمكن من العيش في هذه البيئة ، وتوفر حاجتها من الأكسجين عن طريق عملية كيميائية ، بينما

تجلب بعض الكائنات الأخرى ما تحتاجه من الأكسجين من خلال استمرارية انسياب الماء خلال جحورها .

(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 .

أمثلة لساكنات الرمل Sand Dwellers

إن كثيرا من الكائنات المألوفة لنا في بيئة الموج الرملي هي من الأنواع التي تعيش «داخل الزبد» insurf ، أي إنها تعيش في خط زبد الأمواج ، ولذلك يراها كل من يتجول على الشاطئ ، وكثير من هذه الحيوانات يتحرك صعودا وهبوطا على الشاطئ مع حركة المد والجزر لكي تحافظ على وضعها بالنسبة لخط الزبد قدر الإمكان . ومن هذه الحيوانات نختار حيوانا يمثل شعبة الرخويات Mullusca ، وهو حيوان صغير ذو مصراعين من جنس الدوناكس *Donax* . فهذا المحار (clam) الضئيل الذي نادراً ما يزيد طوله على ثلاثة سنتميترات ، لديه القدرة على أن يدفع نفسه إلى أعلى خارج الرمل بسرعة شديدة ، كما أن لديه القدرة على أن يحفر لنفسه حفرة داخل الرمل بسرعة شديدة أيضا . ومكانه



(شكل ٨ - ٢) الغواصون يرتدون رداء الغوص سكوبا (scuba) ، ويقومون بجانب كبير من أعمال المسح العلمي .

وإذا توغلنا فيما وراء خط الأمواج المتكسرة داخل المياه العميقة فسنجد صورا أخرى عديدة من الأحياء تنتشر في هذه المياه . ففي كاليفورنيا يشتهر المحار سميك الأصداف pismo clam (المسمى تفيلا *Tivela*) بسبب ارتفاع قيمته الغذائية . كما توجد أيضا البطنقدميات gastropods من جنس أوليفلا *Olivella* على مسافة أبعد قليلا حيث تستطيع الاختباء تحت الرمل والنجاة من الأمواج المتكسرة . ويوجد أيضا في هذه المنطقة الصعبة أفراد من شعبة اللاسعات cnidaria ، وهو أمر يدعو لشيء من الدهشة ، لأن معظم هذه الجماعة أجسامها رخوة وغير محمية . أما مستعمرات أشباه الهيدريات hydroid التي توجد في المناطق الرملية الضحلة فإنها إما تنمو فوق أصداف الحيوانات الأخرى التي تعيش في المنطقة أو أنها - كما هو حال بنصة البحر (زهرة الثالوث) sea pansy - تثبت نفسها وترتكز في الرمال مباشرة بامتداد مستعمراتها على هيئة الجذور . كما تنتشر أيضا وراء خط زبد الأمواج النجميات البحرية (قناديل البحر) sea stars من مختلف الأنواع ، وخيار البحر sea cucumbers . ويمكن أن نعثر على نماذج لجميع الجماعات الرئيسية من الكائنات إذا قضينا الوقت اللازم في البحث عنها ، كما هو الحال في معظم البيئات .

أمثلة لساكنات الطين Mud Dwellers

بينما تكثر المغتذيات بالترشيح filter feeders في المناطق التي تمور بحركة المياه ، مثل مناطق الأمواج المتكسرة ، تكثر آكلات الرواسب deposit feeders في الطبقات التحتية الطينية ، وذلك لأن دقة حجم جسيمات الطين تتسبب في سد خياشيم ومرشحات المغتذيات بالترشيح . ومن المعتاد أن نجد ساكنات الطين تلتهم الطين وتهضم ما فيه من مادة عضوية . والحيوانات التي على شاكلة الديدان مهيأة تماما للاختباء في حفر تبنيها في الطين ، وهي شائعة جداً في العينات التي تؤخذ من القيعان الطينية . ومن ناحية ثانية ، توجد نماذج تمثل كل جماعات الكائنات ، ولكن من غير المعتاد أن تجد في هذه البيئة نفس الأنواع التي توجد في البيئة الرملية ، لأن مواطن ومنابت الأنواع المختلفة يجب أن تتوافر فيها - بصفة عامة - أساليب معيشية مختلفة تساعد على بقائها . ويمكن أن نضرب مثالا بحيوان قلم البحر sea pen (المسمَّى ستايلاتولا *Stylatula*) فهو من الكائنات الخلجانية ويوجد في نيوبورت بيتش Newport Beach بكاليفورنيا ويعيش مدفونًا في الطين ويتثبت فيه بوساطة طرف خلفي منتفخ . وعندما تغطي المياه هذا الحيوان ، فإنه يتمدد فوق سطح الطين وينفتح كريشة تمتد إلى أعلى . وعندما ينحسر الماء عند حدوث الجزر ، أو عندما يحدث ما يزعج هذا الحيوان ، نجده ينسحب بأكمله عائداً تحت الطين .

وتتخذ كثير من المحارات clams من الطين مأوى لها ، لأن المياه الهادئة والطبقات السفلية اللينة تعتبر مثالية بالنسبة لأسلوب معيشتها وبنيتها . فالمحار من أمثال الجابر gap-er (المسمى *Tresus*) ، والجيودك geoduck (المسمى *Panope*) ، يحتاج إلى مياه هادئة لأن أصدافه ليست كبيرة بدرجة تكفي لحماية جسمه بالكامل ، ولو تعرض للرمال الساحقة الخشنة لقضت عليه . وهناك أيضا أنواع من المحار رقيق الأصداف مثل المحار المنطوي jacknife (*Tagelus*) الذي يجد موطنه المناسب في هذه الطبقة التحتية التي لا تتزحزح .

والمعتاد أن نجد نوعًا واحداً هو السائد عدديًا في أي طبقة تحتية بعينها ، ويسمى هذا النوع أحيانا «كائنٌ حيٌّ دالٌّ» indicator organism ، وعندما تتم دراسته ومعرفة أسلوب معيشته ، فإن وجوده كأحد الأنواع السائدة في عينات تؤخذ من منطقة جديدة يرشد

الباحث الذي يقوم بجمع العينات بالشئ الكثير عن ظروف وجوده .

ومعظم هذه الأنواع القاعية لها مساحة من الأرض تعيش فيها . وقد تكون هذه المساحة من الأرض صغيرة كالمساحة التي تعيش فيها المنخربات (*Astrorhiza*) foraminiferra ، التي لها شبكة مخاطية تشبه خيوط العنكبوت قطرها حوالي ٦ ملليمترات ، أو قد تكون مساحة كبيرة من الأرض كتلك التي تعيش عليها الماكوما *Macoma* ذات المصراعين ، والتي يمكن أن تمد ممصها الشهيقي incurrent siphon مسافة تقرب من خمسة عشر ضعف طول صدفتها البالغة ٧ سنتميترات بحثا عن الغذاء ، أي أنها تستطيع أن تمد ممصها مسافة متر ، كما تستطيع عن طريق الدوران فيما حولها أن تقتات في مساحة قطرها متران ، وهي منطقة تغذية كبيرة جدا بالنسبة لمثل هذا الكائن الحي الصغير .

وتعتبر الزوستيرة *Zostera* (عشبة الانقليس / حشائش ثعبان البحر eel grass) من النباتات الشائعة التي توجد في الطين كما توجد في الرمال . وهي ليست طحلبا بحريا ، وإنما هي نبات بذري seed plant من النوع الذي ينمو على اليابسة ، أي أن لها جذوراً بينما الطحلب ليس له جذور . وهذه الجذور تحبس جسيمات الطين وبذلك يحدث تقدم مهم للغاية في العملية التدريجية لتحول خُلَيْج إلى بيئة يابسة جافة .

ولعلنا نتوقع - كما هو الحال بالنسبة لجميع الجماعات الأحيائية (البيولوجية) تقريبًا - أن يزداد عدد الأنواع المختلفة في جماعة الكائنات الحية كلها كلما بعدنا عن المنطقة القطبية واقتربنا من خط الاستواء . ومع أن هذا القول صحيح بالنسبة لحيوانات فوق القاع epi-fauna ، فإنه لا يصدق إلى أي مدى معقول بالنسبة لحيوانات تحت القاع infauna . وقد اكتشف تورسون Thorson في عام ١٩٥٧م أن عدد الأنواع في الحيوانات القاعية زاد من ١٠٠ نوع في المنطقة القطبية إلى ٣٥٠ نوعا في المنطقة المعتدلة ، ثم إلى ٧٠٠ نوع في المنطقة المدارية . وعلى الرغم من ازدياد أنواع الحيوانات القاعية ، فإن أعداد حيوانات تحت القاع ظلت على حالها ، أي حوالي ٤٠ نوعا في كل الأماكن . ويوحي هذا الثبات بأن الأحوال المعيشية تحت سطح الطين أكثر استقراراً مما هي عليه فوقها .

(شكل ٨ - ٣) توجد أنواع كثيرة من أذن البحر فوق الصخور الممتدة من نطاق المد جزري إلى عمق ١٥٠ قدمًا ، وهذه الأنواع مرغوبة للغاية لكونها طعامًا جيدا . وكثيراً ما تنمو كثير من الكائنات فوق صدفتها مما يجعل من الصعب التعرف عليها ، وبذلك يتاح المجال لمعيشة بعض الكائنات الحية الأخرى .

(شكل ٨ - ٤) البيئة القاعية موطن لمجموعة كبيرة جدًامن الكائنات الحية من مختلف الأنواع .

النطاق الضوئي في الطبقة التحتية الصلدة (الشواطئ الصخرية والشعب المرجانية)

Photic Zone-Hard Substrate (Rocky Shores and Coral Reefs)

عند الحديث عن الطبقة التحتية الرخوة ورد ذكر آكلات الحتات detritus feeders حيث يتراكم الحتات في الرسوبيات لكي تتغذى عليه هذه الكائنات . وعلى النقيض من ذلك ، يحدث في البيئة الصخرية نوع من التأثير المائي يحول عموما دون استقرار الرمال والطين في مكان واحد لأي فترة ممتدة من الزمن . وهناك منكشفات صخرية outcrop-ping في الخلجان حيث تكون المياه هادئة فيها بطبيعة الحال ، ولكن هذه البيئات تحتوى عادة على طبقة من الرسوبيات ترسبت حول نفس المنطقة . وتتكون البيئات الصخرية عادة في النطاق الشاطئي littoral zone لأن التأثير الموجي والأمواج الطويلة وتيارات المد والجزر لا تسمح للمواد المترسبة بالاستقرار . أما الطبقة التحتية الصخرية التي تستأثر باهتمام الشخص العادي فإنها توجد على امتداد الخط الشاطئي . وهناك ملامح عامة معروفة للمناطق البيئية الصخرية يمكن التعرف عليها بسهولة ، إذ إنه يوجد دائما منطقة انتقالية من الماء إلى اليابس أطلقنا عليها اسم النطاق (١) في الفصل السادس . ولعل جنس الليتورينا *Littorina* هو أكثر أنواع الحيوانات انتشارًا في هذا النطاق . فهذه القوقعة الصغيرة periwinkle snail لديها مقدرة شديدة على مقاومة عملية التعرض للجفاف فترة طويلة ، ويمكنها تحمل هذه البيئة الانتقالية على نحو أفضل مما يستطيعه أي كائن حيواني آخر . وهناك أيضا بضعة نباتات تستطيع بدورها تحمل هذه المنطقة الانتقالية ، وتكّون هذه النباتات ، بلونها الأسود وطبيعتها التقشرية ، خطًا أسود ظاهرًا على امتداد الشاطئ الصخري عندما يبلغ المد أعلى مستوياته . وتنتمي هذه النباتات عادة إلى مجموعة الطحالب المخاطية myxophyceans ، أو قد تنتمي في بعض الأحيان إلى الأشنات li-chens من طراز فيريكازيا Verricaria . ويعتبر هذا الشريط الأسود صفة مميزة لهذا النطاق في جميع أنحاء العالم بدرجة أو بأخرى .

وأسفل النطاق (١) توجد منطقة المد والجزر العادية التي يغطيها وينحسر عنها الجزر المحاقي (التربيعي) neap tides المعتاد . ولقد سببت هذه المنطقة شيئا من البلبلة عند بعض الباحثين ، إذ قسم بعض المراقبين منطقة الجزر المحاقي (التربيعي) إلى أقسام متعددة بلغت

أربعة نطاقات منفصلة ، بينما يعتبرها البعض الآخر نطاقا واحدا . غير أن مكان الملاحظة يلعب دوراً مهماً في هذا الصدد . فهذا النطاق أمام ساحل جنوب كاليفورنيا يمكن تقسيمه تقسيماً واقعياً تماما إلى نطاقين : [النطاق (١) ، والنطاق (٢)] ، أما في القطب الجنوبي فلا يظهر منه سوى نطاق واحد فقط . وإذا انتقلنا إلى كولومبيا البريطانية في كندا أو إلى سان فيليب San Felipe في المكسيك ، فإن هذا النطاق يمكن تقسيمه بسهولة إلى ثلاثة نطاقات . وسواء أتم تقسيمه إلى نطاق واحد أو نطاقين أو ثلاثة نطاقات ، فإنه يحتوي على حيوانات معينة يتميز بها . ويعتبر الأطوم البلوطي acorn barnacles الكائن الحي الدالّ الرئيسي . والأجناس الثلاثة الشائعة فيه هي بلوط البحر *Balanus* ، والكتمليات *Chthamalus* والتتراكليتا *Tetraclita* . والواقع أن هذا النطاق كثيراً ما يسمى نطاق الأطوم barnacle zone .

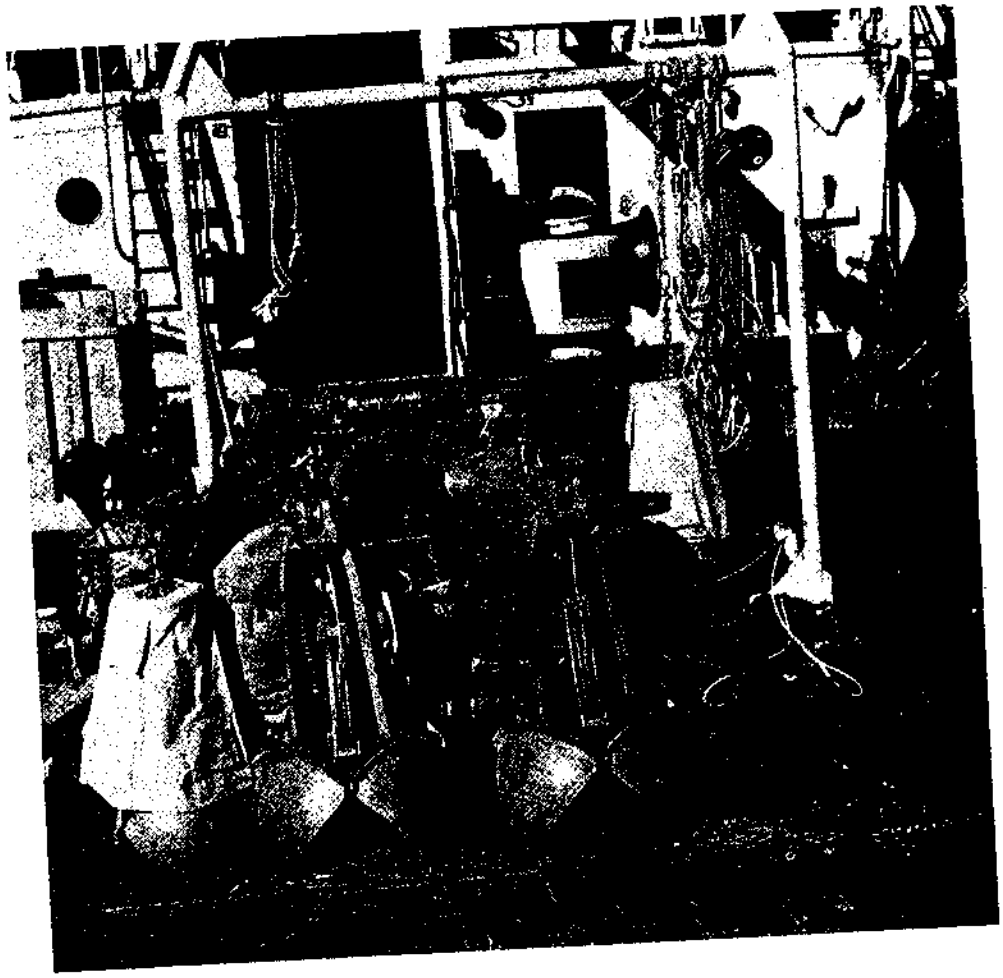
وأسفل نطاق الجزر المحاقي (التربيعي) neap tide يوجد نطاق المد القافز spring tide (النطاق ٤) . هذا النطاق من المياه المنخفضة لا يتعرض للهواء إلا بين الحين والآخر عند حدوث المدود القافزة المنخفضة ولفترات زمنية قصيرة جدا . ويحتوي هذا النطاق الأدنى ، بحكم كونه رطبًا معظم الوقت ، على مجموعة شديدة التنوع من النبات والحيوان . وتنتشر فيه الطحالب الكلسية calcareous algae من فصيلة المرجانيات Co-rallinaceae ، والتي تغطي الكائنات الحية في هذا النطاق . وتحدد درجات الحرارة في مختلف أنحاء العالم صور الكائنات الأخرى المختلفة الشائعة في هذا النطاق . مثال ذلك أن المياه الباردة ينتشر فيها الطحلب الصفيحي (اللامينارية) *Laminaria* ، وهو طحلب بني ، أما في مناطق الشعب المرجانية الدافئة فيلفت النظر فيها بصفة عامة غزارة النمو في هذا النطاق . ونتيجة لاختلاف النطاقات ، والتأثير الموجي وكل السمات الأخرى التي تتميز بها هذه المنطقة الواقعة بين المحيط واليابس ، فإن التنوع الشديد الذي يوجد في المراقد البيئية الملائمة environmental niches يشجع عددا كبيرا من الكائنات الحية المختلفة على الاستفادة من كل الفراغ المتاح لها . وهذا هو السبب في أن الجزء الشاطئي من البحر يحتوي على عدد كبير من الأنواع وتنويعات في صور الكائنات الحية لا يوجد مثله في أي منطقة أخرى من مناطق المحيطات .

الأحوال في الأعماق السحيقة المظلمة من المحيط (الطين و الطمي و الغثاء)

Deep Aphotic Benthic Conditions (Muds, Silts, and Oozes)

توجد منكشفات صخرية وسلاسل جبلية كاملة مثل سلسلة جبال وسط الأطلنطي mid-Atlantic ridge ، غير أن الطبقة التحتية الصلدة تشكل جزءًا صغيرًا من مجموع مساحة القاع اللاضوئي للمحيط . وكما ذكرنا من قبل ، فإن قاع المحيط السحيق يتكون من غرين جيري calcareous ooze (من المنخربات أساسًا) ، وغرين سليكوني sili-ceous ooze (من الدياتوم أساسًا) ، وصلصال أحمر red clay في المناطق الأبعد غورا ، حيث يجعل الضغط البالغ الشدة قابلية ذوبان المواد الأخرى عالية . وتشير التقديرات إلى أن هذه الرسوبيات تتراكم بمعدل حوالي واحد سنتيمتر كل ألف سنة . ورغم هذا المعدل البطئ للغاية ، فإن مئات الملايين من السنين التي مرت من عمر المحيط قد جعلت هذه الرسوبيات عميقة جدًا في بعض الأماكن . وترتبط الحياة الحيوانية الموجودة في القاع ارتباطا مباشرا بنوع الرسوبيات الموجودة فيه ، كما يلعب التكوين الفيزيائي للطبقة التحتية دورًا مهمًا في هذا الصدد . فكلما زاد ثبات مادة القاع كلما زاد عدد الحيوانات القاعية ep-ifauna التي تعيش فوقها ، فالمغتذيات بالترشيح filter feeders غالبا ما تعيش فوق القيعان الصلبة حيث لا توجد جسيمات دقيقة من الطين يمكن أن تسد جهاز تغذيتها . وإذا كانت جسيمات القاع بالغة الدقة بحيث تسد آلية المغتذيات بالترشيح ، فإننا نجد النمط الحيواني يتحول إلى آكلات الرواسب deposit feeders التي تستقر في الرسوبيات وتهضم المادة العضوية .

أما المناطق التي توجد بها مخارج حرمائية hydrothermal vents فتوجد بها كائنات عضوية مختلفة لا تستطيع الحياة إلا على مقربة من هذه المنافذ بسبب اعتمادها على كبريتيد الهيدروجين الذي ينبعث مع الماء الحار . وإضافة إلى ذلك هناك دائما الحيوانات المفترسة predators التي تأكل كل ما يمكنها اصطياده والقَمَّامات (آكلات الجيف) scavengers ، التي تأكل الميتة من الكائنات .



(شكل ٨ - ٥) الدلو الكباش orange peel grab واحد من عدة أدوات لجلب العينات تستخدم في إحضار قطعة من قاع المحيط لكي يتمكن علماء الأحياء من دراسته .

وسنجد في دراستنا لقاع البحر العميق أن ٥٨٪ منه يقع في نطاق العمق من ٢٠٠٠ - ٦٠٠٠ متر ، حيث توجد درجة حرارة مستقرة تتراوح بين ٤° - ٢ . ١° س (٤٠° - ٣٤° ف). ومن الكائنات الحيوانية التي توجد في هذه الأعماق السحيقة نجوم البحر الهشة brittle stars , sea stars ، خيار البحر sea cucumbers ، الاسفنج الزجاجي glass sponges عناكب البحر sea spiders ، زنابق البحر sea lilies ، عديدات الأشواك polychaetes السرطانات crabs ، وكثير من الأسماك . فلقد بدأ منذ عهد قريب فقط جلب عينات من الأحياء المتنوعة للغاية والتي تعيش في أغوار البحار ، وكل رحلة استكشافية تعثر على أنواع جديدة في هذه الأعماق يتعين وصفها . وفي كل مرة يتم ابتكار طريقة جديدة لأخذ

العينات ، يتم الحصول على أنواع جديدة . ولقد ترتب على أخذ العينات من أعماق البحار جلب أشكال حيوانية كان الظن بها أنها قد انقرضت منذ ملايين السنين ، وحيوانات أخرى لا يعرف الإنسان عنها شيئا البتة .

ومن أمثلة هذه الكائنات الحيوانية الأسماك شوكيات الجوف Coelacanth (اللاتيميرية *Latimeria*) التي تم إحضارها أمام السواحل الأفريقية ، والرخويات المسماة نيوبيلينا *Neopilina* التي تم اصطيادها أمام ساحل المكسيك . وفيما يبدو كلما توغلنا في الأعماق ، كلما قل عدد الأنواع التي نعثر عليها . ففي الأغوار السحيقة للمحيط ، أي في المناطق التي يزيد عمقها على ٦٠٠٠ متر ، والتي تسمى النطاق الخندقي أو الأخدودي hadal zone ، تبين للبعثات الاستكشافية المختلفة أنها تجلب معها حوالي ١٠٪ فقط من عدد الأنواع التي تجلبها عادة في العينات التي تؤخذ من أعماق أقل تتراوح بين ٢٠٠٠ - ٤٠٠٠ متر . ويبلغ عدد الأنواع التي تم إحضارها من أعماق تزيد على ١٠,٠٠٠ متر حوالي ٤٠٠ نوعا من الكائنات ، وهو رقم صغير جدا بالمقارنة إلى الأنواع التي تعيش في الأعماق الأقل بعدا . وإذا تركنا الشاطئ أو المنطقة الشاطئية littoral region فسنجد عدد أجناس الكائنات الحية الموجودة يقل كلما توغلنا في العمق . وكذلك يقل عدد الأنواع في كل جنس مع ازدياد العمق ، مثلما يقل عدد أفراد النوع . ويُعزى سبب هذا الانخفاض بصفة عامة إلى تضاؤل مقادير الغذاء كلما ابتعدنا عن النطاق الضوئي حيث يتم تكوين الغذاء أصلا .

إن اكتشاف كائنات التخليق الكيميائي التي تعيش عند مخارج المياه العميقة يضيف بعدًا جديدًا تماما للحياة في المياه العميقة ، وسيكون مجالا رئيسيا من مجالات البحوث البيولوجية مع دخولنا القرن الحادي والعشرين .

إن الأحياء القاعية في المحيط متنوعة تنوعًا شديدًا يماثل تنوع أنماط البيئات الدقيقة microenvironments التي يمكن أن تعيش فيها هذه الأحياء ، فقد تكيفت الأحياء الحيوانية ، مثلما تكيفت هيئتها العامة ، مع كل التحديات التي واجهتها في البحر وعدلت بعضًا من أشكالها لكي تستفيد من كل المساحة أو الحيز المتوافر أمامها . والواقع أن الجانب الأكبر من الأحياء القاعية التي يتخذها البشر طعاما لهم ، إنما يتم صيده من البحار

السحلة ، ويرجع السبب في ذلك أساسا إلى ارتفاع تكلفة الغوص في أعماق المحيط
حضار ها من هناك . ومن هذه الأصناف القاعية التي تستخدم طعاما للبشر السرطانات
crab ، جراد البحر lobster ، خيار البحر sea cucumbers ، قنفذ البحر sea ur-
chins، الفيوكس (الطلحب البحري) sea weeds ، الاسترديه (المحار المألوف) oysters
المحار الملزمي clams ، الاسقلوب (المحار المروحي) scallops ، أذن البحر abalones ،
القواقع conchs ، وغيرها كثير . أما المرجانيات ، فعلى الرغم من أنها لا تؤكل ، فإنها
تستخدم في صنع الجواهر والزينة . ومن هذا يتضح أن الإنسان يستغل قاع المحيط
استغلالا أكبر بكثير مما يدركه معظم الناس ، وسوف يزداد استغلالنا له بلا جدال عندما
تسمح لنا بذلك معلوماتنا وتقنيتنا .

أسئلة للمراجعة

١ - كيف يختلف النطاق الضوئي في طبقة تحتية رخوة عن النطاق الضوئي في طبقة تحتية صلدة فيما يتعلق بنوع الحياة الحيوانية التي توجد فيها ؟

٢ - كيف تختلف ساكنات الطين عن ساكنات الرمل ؟

٣ - ما هو العامل البيئي (الايكولوجي) الرئيسي الذي يغير الحياة الحيوانية في منطقة ما من مغتذيات بالترشيح إلى آكلات للرواسب ؟

٤ - لماذا يقل عدد أنواع الحيوانات في الأعماق البعيدة ؟

٥ - كيف تختلف الاستعمالات التجارية للمرجان عن الاستعمالات التجارية لمعظم الحيوانات القاعية الأخرى ؟

الفصل التاسع

بيئات القطبين الشمالي والجنوبي

Arctic and Antarctic Environments

تعريف المصطلحات

أنواع مستوطنة ، أنواع متوطنة : الأنواع التي لا توجد إلا في منطقة ما يقال إنها مستوطنة في تلك المنطقة . **Endemic species**

كريل : نمط من القشريات من فصيلة الباديات الحقيقية euphausiid crustacean يشبه الروبيان الحقيقي shrimp وهو مصدر الغذاء الرئيسي للحيتان المغتذية بالترشيح . **Krill**

القطبان الشمالي والجنوبي متشابهان من حيث وجودهما على زاوية معينة من الشمس يترتب عليها توليد حرارة قليلة من الأشعة الشمسية فيهما ، ولذلك يغطيهما الجليد . ومع أن هذا الجليد له أهمية بالغة بالنسبة للكائنات الحية البرية (التي تعيش فوق اليابسة) ، فإنه ليست له نفس الأهمية بالنسبة للأحياء البحرية ، لأن البيئة البحرية تتميز بأنها بيئة غنية جداً . فالمياه القطبية الباردة غنية بالأكسجين والمواد المغذية وتنتج وفرة من الأحياء العالقة . والمياه المبردة في القطبين الشمالي والجنوبي تهبط نتيجة لازدياد كثافتها ، وتتحرك ببطء عن المناطق القطبية على امتداد قيعان أحواض المحيطات . ففي حوض الأطلنطي نجد أن هذه المياه القاعية الباردة تعبر بالفعل خط الاستواء ، كما أن نسبة صغيرة من هذه المياه تستمر في طريقها إلى القطب المقابل . والواقع أن أي نقطة معينة من الماء يمكن أن تمر بجميع المحيطات في تحركاتها لو أعطيت الوقت الكافي لذلك .

وتختلف أنماط دورة المياه في كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي ، ويرجع السبب الرئيسي في ذلك إلى كتل اليابسة . وينفرد المحيط القطبي الجنوبي بأنه يحيط بإحدى القارات ، على حين أن المحيطات الأخرى كلها تحيط بها القارات . وبدلا من أن تدور المياه داخل حوض ، فإنها تدور ببطء حول كتلة اليابسة للقارة القطبية الجنوبية . ويعتبر تيار الانجراف المسمى تيار الرياح الغربية west wind drift التيار الوحيد الذي يدور حول القطب (الحول - قطبي) بطبيعته circumpolar . أما المحيط القطبي الشمالي فهو على العكس من ذلك تمامًا ، فهو ليس بالبحر الواسع ، وتحده كتل اليابسة تحديداً دقيقًا ، ويغطيه في معظم أجزائه جليد البحر sea ice بسمك يصل إلى نحو ٢,٥ مترًا لأن درجات حرارة الهواء البارد تجمد مياه سطحه المكشوف . وبمجرد تكوين الغطاء الجليدي ice cap ، فإنه يشكل عازلاً ضد درجة حرارة الهواء البارد ويحمي المياه من الاستمرار في التجمد . وعندما يتكسر جليد البحر ، تطفو جبال جليدية (مثلجات) icebergs هائمة حتى أقصى الجزء الشمالي من المحيط الأطلنطي . ويستغرق ذوبان هذه الجبال الجليدية حوالي سنتين . وعلى نقيض ذلك تتكون في القطب الجنوبي جبال جليدية أكبر حجمًا من ذلك بكثير ، والعمر الذي سجله المراقبون للجبل الجليدي الجنوبي يقرب من عشر سنوات . وتتكون هذه الجبال الجليدية الكبرى في القطب الجنوبي من جليد أتيحت له الفرصة لكي يتراكم فوق اليابسة . وبالتالي فإنها تكون أكبر سمكًا بكثير من الجبال الجليدية التي تتكون من جراء تجمد المياه السطحية للمحيط أو تتكون بفعل الجليد glacial action . فالجبل الجليدي في القطب الشمالي قد يبلغ سمكه حوالي ٩ أمتار ، أما في القطب الجنوبي فإن سمكه قد يبلغ ٣٠٠ متر .

ومع أن صور الحياة تختلف في المنطقتين من الأرض فإن هناك بعض أوجه الشبه في الشكل البيئي العام . ففي كلتا المنطقتين نجد أن عدد أنماط أو أنواع الكائنات الحية ينخفض نسبيًا . وكثير من الأنواع الموجودة في البحار القطبية من الأنواع المستوطنة endemic ، بمعنى أنها توجد هناك ولا توجد في غيرها من المناطق . فأي نبات أو حيوان يوجد في منطقة واحدة فقط يقال عنه إنه مستوطن في هذه المنطقة . والنسب المئوية للأنواع المستوطنة الموجودة في القطبين أعلى مما هي عليه في معظم المناطق الأخرى ، ويرجع السبب في ذلك جزئيًا إلى قسوة البيئة من حيث درجة الحرارة والكثافة واللزوجة

(شكل ٩ - ١) يتحمل العلماء أسوأ الأحوال الجوية من أجل دراسة البحر . وحتى البرد القارس في القطب الشمالي لا يعوقهم عن إجراء دراستهم .

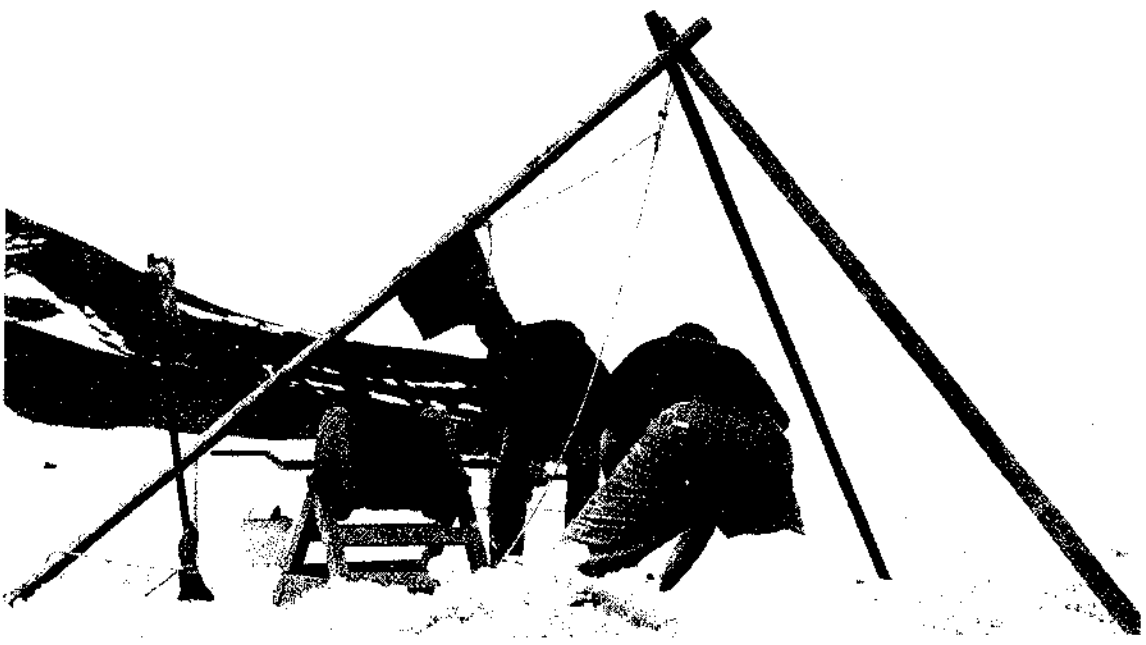
وانخفاض الملوحة . فهذه العوامل وغيرها تجعل من الصعب على بعض أشكال الحياة أن تعيش في المنطقة ، غير أن احتواء المنطقة على أنواع قليلة لا يعني أنها تحتوي على أحياء قليلة في الماء ، فحتى عندما يقل عدد الأنواع ، فإن عدد أفراد كل نوع منها يزداد إلى أن يتم بلوغ الطاقة الأحيائية biotic potential للبيئة . وتوجد في بحر القطب الجنوبي Ant-arctic Sea ، نتيجة لوضع كتلة اليابسة ، تيارات رأسية قوية صاعدة من الماء upwell-ing، تتصاعد باستمرار في مناطق بعينها ، وتجلب معها إلى السطح مياهًا غنية بالمواد المغذية . وعندما تقترن هذه المياه بفترات طويلة من ضوء الشمس أثناء الصيف في القطب الجنوبي ، تتوافر طاقة أحيائية عالية لنمو الهائمات وتنشئ هذه الكتلة الحيوية من الهائمات مجال تغذية (مرتع) feeding ground للحيوانات الكبيرة الحجم ، والتي يتغذى كثير منها على الهائمات مباشرة . فالتغذية المباشرة على الهائمات - وهو ما تفعله الحيتان التي تتغذى بالترشيح - لا تتبدد معها أي طاقة من خلال الكائنات الوسيطة ، وبذلك يمكن أن

يكفي الغذاء عدداً أكبر من الأنواع الكبيرة الحجم . وهذا هو أحد الأسباب في أن القطب الجنوبي كان عبر التاريخ مصدرا رئيسيًا لصناعة صيد الحيتان ، لأن الغذاء الرئيسي للحوت كائن حي من الهائمات يسمى الكريل Krill ، وهو ربيان من فصيلة الباديات الحقيقية eu-phausiid ينمو حتى يصل حجمه إلى خمسة سنتيمترات أو أكثر . والكريل غني جداً بالبروتين ويتحرك في أسراب كثيفة ، وبذلك فهو طعام مثالي للحيوانات الكبيرة المغتذية بالترشيح ، ولكثير من الطيور البحرية . وبوسع الحوت الواحد أن يلتهم منها مقداراً يصل إلى ٦٠٠٠ رطل في اليوم الواحد. وهذا المورد الغزير من الغذاء تقتات عليه أيضا طيور البطريق الصغير Adélie penguins والخَرْشَنَة (طائر مائي شبيه بالنورس) terns وغيرها من الطيور . كما تتغذى عليها الأسماك والحبَّار (السبيدج) squid والفَقْمَه (عجل البحر) seal آكل السرطان . ومن المرجح أن توافر الغذاء وبطء الأيض في الأسماك ذات الدم البارد ، ووفرة كميات الأكسجين المتاح من الماء البارد كلها عوامل لعبت دورها في النشأة التطورية لأسماك كانيكثايد channichthyid ، فهذه الفصيلة من الأسماك تمثل الفقاريات البالغة الحية الوحيدة التي لا يوجد في دمائها أي صبغ حامل للأكسجين له وزنه . فدماؤها صافية وتحتوي على نفس المقدار من الأكسجين الذي تحتويه دماؤنا لو نزعنا منها كل الهيموجلوبين ولم ندع فيها سوى البلازما الصافية . وهذه الأسماك من الأسماك القاعية، وهي من الأسماك المفترسة . ولا قبل لهذه الأسماك بالحياة في المناخ الدافيء حيث يكون الأيض أعلى ويحتاج الكائن الحي للأكسجين بمعدل أسرع .

ويُعَدُّ القطب الجنوبي من أغنى البيئات البحرية في العالم . ومع أن عدد ما يعيش فيه من الأنواع قليل بصفة عامة كما هو الحال في القطب الشمالي ، فإن كتلته الحيوية كبيرة . والقطب الجنوبي واحد من البحار القديمة ، فقد استقرت أوضاعه فترة من الزمن أطول من فترة استقرار القطب الشمالي . وقد تكونت فيه مجموعة نباتية (فلورة) ومجموعة حيوانية (فونة) متكاملة . وفي مقدور الحيوانات والنباتات التي توجد هناك عمومًا أن تتحمل درجات حرارة تنخفض حتى درجة الصفر دون أن يلحقها ضرر كبير أو أي ضرر على الاطلاق . ولكنها لا تتحمل أن يتجمد نسيجها لدرجة التصلب . فقد تم العثور على سمكة واحدة على الأقل وعديد من اللافقاريات مجمدة في كتل الجليد ولكنها ما تزال

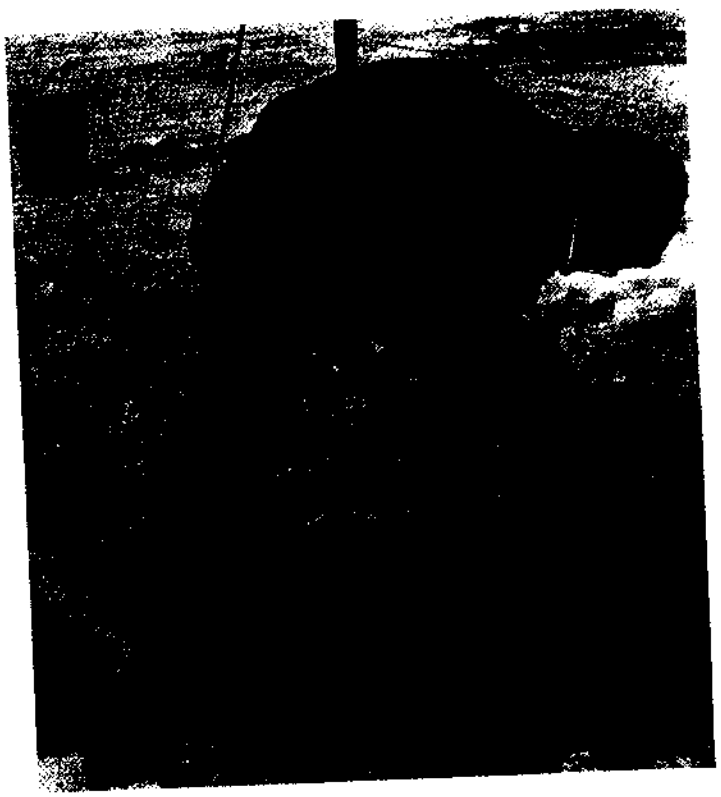
ة الى حد كبير . ويرجع السر في ذلك أن أنسجتها لم تتجمد . وتبقى الأسماك على **د الحياة** نتيجة لانخفاض درجة حرارة تجمد الدم والأنسجة بسبب ارتفاع محتواها **ملحي** والمواد الأيضية الأخرى . فكلما زادت ملوحة المحلول كلما انخفضت درجة **حرارة** التي يتجمد عندها . ففي الماء العذب تكون هذه الدرجة صفراً س (٣٢° ف) ، أما **في** مياه المحيط الملحة فتكون حوالي - ٢,٥ س (٢٧,٥ ف) . وسوائل الجسم في بعض **الأسماك** أكثر ملوحة من مياه المحيط ، خاصة في المناطق القطبية حيث يحتمل حدوث **تخفيف** شديد لمياه المحيط بالماء العذب الذي ينتج عن ذوبان الجليد . ويتجمد الماء عند **درجة** - ١,٧ س (٢٩° ف) تقريبا ، بينما يتجمد سائل أنسجة الأسماك ودماؤها عند **درجة** - ٢,٨ س (٢٧° ف) تقريبا . وهنا يصبح الجليد الموجود حول الأسماك بمثابة العازل، وهو يحميها في الواقع من درجات الحرارة الأشد برودة . ويصدق ذلك أيضا على كثير من الكائنات الحية القاعية في النطاق المرتفع (١) والنطاق القاعي (٢) .

وخط الشاطئ هو أكثر أجزاء اليابسة تأثراً بالبيئات القطبية . أما نطاقات المد والجزر intertidal zones ، وهي المنطقة التي تكون في المناطق الأخرى غنية جداً بالأحياء ، فإنها



(شكل ٩ - ٢) يتم عمل 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 موضوعا في بكرة ملف كبيرة ، كما وضع حامل ثلاثي القوائم فوق الفتحة لانزال الحبل في وسط الفتحة .

في المناطق القطبية مجدبة نسبيًا على وجه العموم . ويتكون الجليد على امتداد خط الشاطئ حيث يحدث تغير مدّي tidal له أهميته عند علامة المد العالي . فهو يكون ما يسمى «قاعدة» foot ، والتي تحمي الكائنات الحية التي تنجو من التجمد بالجليد، من تأثير السحق الذي يحدثه الجليد المتحرك . فالجليد المتحرك على امتداد الشاطئ ، سواء أكانت حركته من جراء ارتفاع المد وهبوطه ، أو التيارات ، أو بسبب الضغط الذي يحدثه الجليد المتراكم ، يسحق أية كائنات حية تحاول البقاء هناك . وقد يمتد تأثير هذا السحق والانجراف إلى عمق ١٠ أمتار ، ولا تنجو منه إلا الحيوانات التي توجد في الشقوق المحمية . وفيما بين فترات انجراف الجليد تعود الحياة مرة أخرى إلى خط الشاطئ الصخري وتتكاثر بشدة ، ولكنها نادرًا ما يكتمل نموها قبل أن يحل الشتاء التالي ويبدأ الجرف الجليدي من جديد .



(شكل ٩ - ٣) يجب أن يبذل المرء عناية كبرى لكي لا يسقط داخل الماء وهو يمارس عمله حول فتحة في الجليد ، لأن الإنسان لا يمكن أن يبقى على قيد الحياة إلا لبضع دقائق في الماء البارد ومن الصعب للغاية أن يتمكن من الصعود للخروج من هذه الفتحة .

أسـئلة للمراجعـة

١ – ما أهمية الشمس في المناطق القطبية ؟ هل تأثيرها أكبر على اليابسة أم على البحر ؟

٢ – ما الفرق في دورة الماء عند القطبين ؟

٣ – أي القطبين يوجد به جليد أكثر في الماء ؟ وكيف تفسر ذلك ؟

٤ – كيف تفسر وجود مقدار كبير من الأحياء في القطب الجنوبي ؟

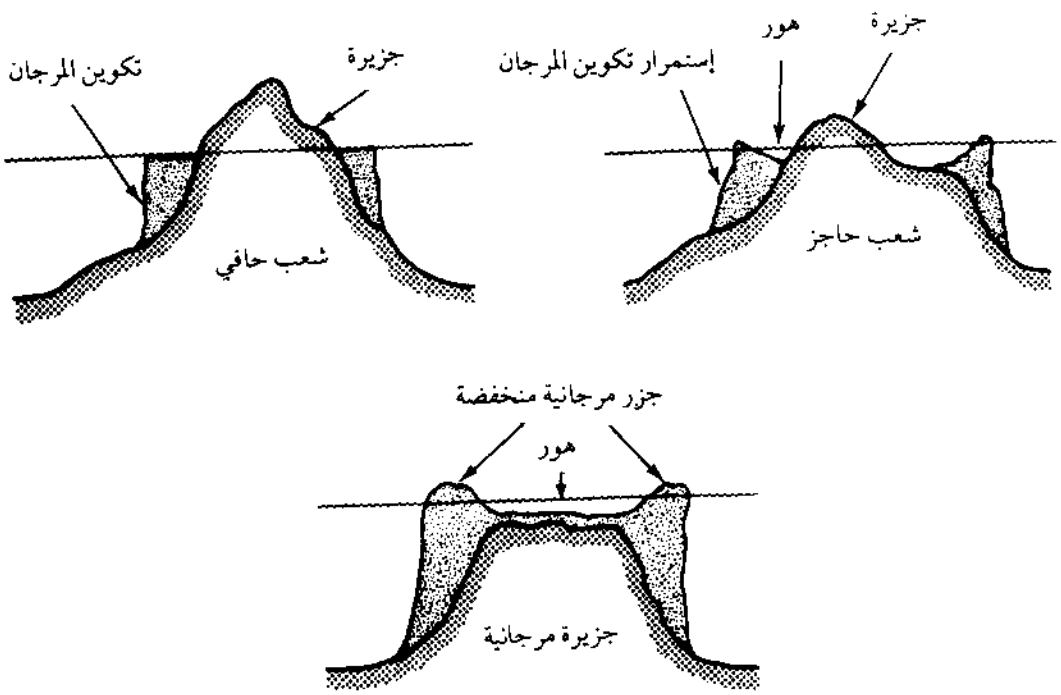
٥ – كيف تحمي «قاعدة» الجليد foot حيوانات الشاطيء ؟

بالتالي إلى ظهور عدد كبير من الأنواع .

وكما ذكرنا من قبل فإن الشعاب لا تتكون فقط من هياكل مرجانية وإنما توجد فيها مكونات أخرى كثيرة . وتشمل هذه المكونات الأخرى أصداف الرخويات mollusks المختلفة ، وحطام الصخور debris التي تنجرف فوق الشعاب وتستقر فيها ، وأقسامًا كبيرة جداً من الطحالب التي هي على هيئة المرجان . وتحتوي جميع الشعاب المرجانية على قدر كبير من الطحالب المجهرية (المتناهية في الصغر) التي تنمو داخل نسيج بوليب polyp المرجان وتسمى هذه الطحالب زوكزانثللي . وقد أجريت دراسات مستفيضة على هذه الوحدات الطحلبية الصغيرة ، ويبدو أنها تقوم بوظائف عديدة تمكن المرجان من الحياة في مثل هذه المستعمرات الكثيفة . فالزوكزانثللي تنتج الأكسجين من خلال التخليق الضوئي ، وتلتهم جانبا من نواتج مخلفات waste products البوليب المرجاني ، وتكوِّن الجلسرول للبوليب المرجاني لكي يستخدمه كمادة غذائية تكميلية لعملية التغذية بالترشيح التي يقوم بها . ولا يمكن أن تبقى الشعاب بدون وجود هذه الزوكزانثيللي التكافلية sym-biotic . ورغم أن أهم مظاهر هذه العلاقة ليس مؤكداً ، فإن المرجح أن يكون هو التمثيل الغذائي للفضلات السامة التي تفرزها المستعمرات الكثيفة من البوليب المرجاني . وقد يكون أيضا – كما يعتقد البعض – تكوين الأكسجين اللازم لاستعمال المرجان عندما تكون المياه منخفضة وهادئة ودافئة ، وهي الأوقات التي يقل فيها محتوى الأكسجين في الماء . وعندما يتم إجراء بحوث كافية في هذا الصدد ، فإنها ستثبت على الأرجح أن مجموع عوامل إنتاج الأكسجين ، والتخلص من الفضلات ، وتكوين الغذاء – وليس عاملاً واحداً منها فقط – هو الذي يعزز نمو هذه المستعمرات الكثيفة من المرجان .

ذكرنا فيما سبق ثلاثة أنواع من الشعاب : الحافي ، الحاجزي ، والجزيرة المرجانية . ويمكن أن نشرح كيف تختلف هذه الأنواع من الشعاب عن بعضها البعض بدراسة مثل نموذجي لجزيرة تكونت نتيجة لثوران بركاني . فهذه الجزيرة تتكون بفعل نشاط بركاني ، وإذا كانت الأحوال ملائمة لنمو المرجان ، فإن المرجان سوف يبدأ بالتراكم في المياه الضحلة حول الجزر ، فالمرجان لا يمكنه تكوين الشعاب إلا في المياه الضحلة حيث تستطيع الزوكزانثيللي الحصول على ضوء الشمس . ويسمى هذا النمو المرجاني شعبا حافيًا لأنه

(شكل ١٠ - ٢) يستعمل الغوّاصون العلميُّون عدسات مكبرة لدراسة الكائنات الصغيرة .



يستمر المرجان في النمو في الوقت الذي يجري فيه تحات الجزيرة إلى أن لا يبقي مرئيا منها سوى المرجان فقط (شكل ١٠ - ٣) تكون شعب مرجاني وجزيرة مرجانية .

يكوِّن حافة حول الجزيرة . ومع استقرار الجزيرة ، تصبح الحافة الأصلية للشعب أكثر بعداً عن الكتلة الأرضية للجزيرة . غير أن المرجان الموجود في داخل الشعب أو في الهَوْر (*) (اللاجون) lagoon لا يزدهر ازدهاراً جيداً ، كذلك الذي يحدث للمرجان الذي ينمو خارج الشعب . ويرجع السبب في ذلك جزئياً إلى قلة الأكسجين في الماء الموجود في الجانب المحمي من الشعب ، وقلة الهائماتْ التي يتغذى عليها المرجان نظراً لأن الهائمات يتم ترشيحها واحتجازها عندما تمر عبر الشعب . وهنا تظهر بوضوح الأنواع التي تتكيف بشكل جيد مع بيئة الهَوْر . ويزداد اتساع الهَوْر كلما هبطت الأرض إلى أن يصبح الشعب عند نقطة ما بعيدا عن الشاطئ بعداً كافياً لأن يطلق عليه اسم شعب حاجزي barrier reef . وأشهر الشعاب المرجانية جميعها هو الشعب الحاجزي الاسترالي Australian Barrier Reef الذي يبلغ طوله حوالي ١٢٠٠ ميلاً . وهو يتكون في الواقع من أنواع مختلفة كثيرة من الشعاب . ونعود إلى المثال الذي نضربه : فإذا استمرت الجزيرة في التحات و/ أو الهبوط ، فإنها سوف تختفي بأكملها تاركة سلسلة من الجزر المرجانية الصغيرة في نسق دائري نوعاً ما يتوسطه هَوْر في المركز . وتسمى هذه الجزر جزراً مرجانية atolls . وبعض الجزر المرجانية كبيرة إلى حد ما ، كما أن بعض الأهوار يزيد عرضها على ٨٠ كم (٥٠ ميلا) . وتوجد في الباسيفيكي الجنوبي آلاف من الجزر المرجانية التي تكونت بهذه الطريقة نظراً لتزايد نشاطه البركاني في العصور السابقة .

ونظراً للتنوع الشديد في أشكال الأحياء والألوان الناصعة التي توجد في كثير من الكائنات الحية التي تعيش في الشعاب المرجانية ، أو حول هذه الشعاب المنتشرة في مختلف أنحاء العالم ، فقد تم تصوير هذه الشعاب المرجانية وألفت عنها كتب كثيرة تفوق الصور والكتب التي صدرت عن أي جماعة أخرى من الحيوانات البحرية . إن الشعب المرجاني متعة كبرى لمن يمارس التصوير تحت الماء ، ولذلك فنحن نقرأ ونشاهد الكثير من الصور عن البيئة الاستوائية على نطاق أوسع بكثير مما نقرأه أو نشاهده عن غيرها من المناطق البحرية مما يجعلنا نظن أنها أهم هذه المناطق ، مع أن الواقع ليس كذلك ، لأن

(*) هَوْر Lagoon : بحيرة شاطئية ضحلة . بحيرة مكونة في داخل الجزيرة المرجانية . بركة أو بحيرة تكون عادة قرب البحر ، لكن منفصلة عنه أو متصلة به .

المصايد العالمية لا تقل عن المنطقة الاستوائية جمالاً وروعة . ومن ثم ، فإن هذه المصايد ، وبالتالي امدادات الغذاء البحري، تعتمد أساسا على مناطق أكثر برودة وأقل شهرة . وليس المقصود من ذكر هذه الحقيقة التقليل من أهمية المناطق الاستوائية في العالم بأي حال من الأحوال ، وإنما نهدف من وراء ذلك إلى وضعها في مكانها الصحيح ضمن البيئات البحرية عامة .

(شكل ١٠ - ٤) مستعمرة من الاسفنجيات تنشئ بيئة دقيقة (microenvironment) للأسماك والسراطين الصغيرة وكثير من الكائنات الحية الأخرى .

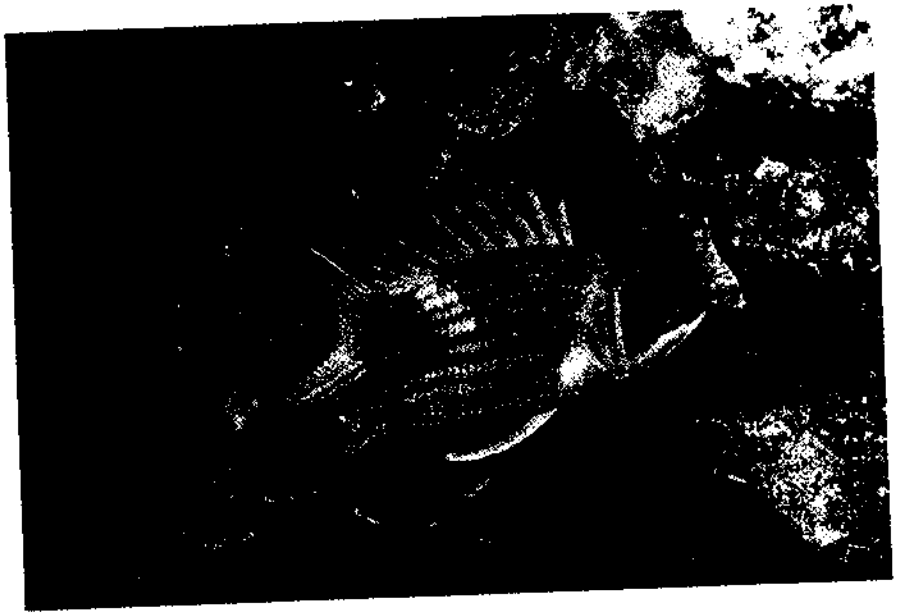
القَرَام (المنجروف) Mangrove

إذا كان المرجان هو أبرز صور الحياة الحيوانية التي تتميز بها المناطق الاستوائية ، فإن القَرَام (المنجروف) mangrove هو أبرز نباتات هذه المناطق . وينمو القَرَام فوق معظم أنواع الطبقات التحتية الشاطئية . وتمتد أشجاره طولا بحيث تصل إلى ستة أمتار تقريبا ، وإن كان طول هذه الأشجار يتراوح من ٣ إلى ٤ أمتار فقط في معظم مناطق القرام . والمظهر الفسيولوجي الرئيس لتكيف هذه الأشجار مع بيئتها هو قدرتها على النمو في المياه

الملحة . وتنمو أشجار القَرَام في مجموعات كثيفة على كثير من أطراف الشواطئ الاستوائية ، خاصة في الخلجان الضحلة والمناطق المحمية ، مكونة بذلك المستنقعات القَرَامية mangrove swamps المعروفة في المناطق الاستوائية . وأوضح مظاهر الاختلاف الطبيعية التي تميز هذه الأشجار عن معظم الأشجار والجنبات bushes الأخرى يتمثل في الطريقة التي تبرز بها جذور أشجار القَرَام فوق الأرض ، وتسمى جذور دعامية strut roots ، فهي تخرج من الجذع فوق الأرض وتنتشر ثم تمتد داخل الأرض . ويوفر هذا النمط من الجذور قاعدة راسخة ترتكز عليها شجرة القَرَام ، فلا تفتت المياه قاعدتها ، ولا تقتلعها الرياح .

وإذا فحصنا قاعدة شجرة القرام ، فسنجد فيها كثيرًا من أوجه الشبه مع الماسك الجذري (المثبت) holdfast للأنواع الكبيرة من الطحالب البنية . فهذه النتوءات الكثيرة التي تبدو على شكل الأصبع والتي توفر الدعم والقوة الساندة لكلا النوعين تبدو متماثلة للرائي ، ولكنها ليست كذلك في واقع الأمر ، فإن جذور القرام تتغلغل في الأرض وتستمد منها الغذاء ، في حين أن الماسك الجذري للطحلب لا يتغلغل في الطبقة التحتية ولا يمتص منها الغذاء . ومع ذلك فإن المظهر الطبيعي physical لكليهما يبدو متماثلا ، كما تتشابه أيضا الاستفادة من هذه الأجزاء من جانب الكائنات الحية التي تعيش عادة في هذه البيئات ، فنجد أن المنطقة المحمية تحت الماسك الجذري لعشب البحر البني العملاق (الكلْب أو الطحالب العملاقة أو القحلة kelp) تزخر بكثير من الأحياء الصغيرة ، وكذلك نجد المنطقة التي تحميها الفروع العديدة للجذر الدعامي لشجرة القَرَام تزخر هي الأخرى بكثير من الأحياء التي تحتمي بها ، وأكثر ما يشاهد من هذه الأحياء عادة بعض أنواع السراطين . وكثيرا ما يشاهد السرطان السابح swimming crab يندفع طلبا للأمان تحت الجذر الواقي لشجرة القرام . وينتشر فيها أيضا المحار المألوف oyster الذي يتغذى على الجذور المكشوفة .

(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 .



(شكل ١٠ – ٦) السمك السنجابي Squirrelfish من الأسماك الشائعة في الشعاب المرجانية . وهو من الأسماك القاعية بطبيعته ، ونادراً ما يشاهد بعيداً عن القاع .

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

(شكل ١٠ - ٨) تنتقل أشكال كثيرة من النباتات الصغيرة إلى الدلتات التي تكونها أشجار القرام ، وينتهي الأمر باستقرار جماعة أحيائية متميزة . وفي الصورة واحدة من مجموعات القمة في المناطق الاستوائية .

(شكل ١٠ - ٩) شيئًا فشيئًا ينشأ عن ترسب الغرين دلتا جافة تنحرك ببطء إلى الخارج داخل الخليج .

وتنمو أشجار القرام في النطاقات الشاطئية التي تحدثنا عنها في الفصول السابقة . إذ يبدأ ظهورها في النطاق (١) ، ويتركز انتشارها في النطاق (٢) ، ولكنها نادرًا ما تتوغل بعيداً بحيث تنمو خارج النطاق (٣). غير أن وجود أشجار القَرَام لا يحول دون انتشار الأطوم barnacles على مستوى العالم في النطاق (٢) . فالأطوم هو الكائن الحي الدالُ على أماكن النطاق (٢) التي تتوافر فيها الأحوال الملائمة لنموه .

أسئلة للمراجعة

١ - ما هي الأنواع الثلاثة الرئيسية للشعب المرجاني ؟ وكيف يختلف أحدها عن الآخر ؟

٢ - ما هو العامل الرئيس الذي يحدُّ من تكوين الشعب المرجاني ؟

٣ - ما فائدة الزوكزانثيللي ؟

٤ - ما هو مظهر التكيف الأساسي لأشجار القرام والذي يجعلها تنمو في بيئة معينة ؟

٥ - كيف يختلف الماسك الجذري للطحلب عن جذور النباتات الأرضية Terrestrial plants ؟

الفصل الحادي عشر

البيئة البحرية لأمريكا الشمالية

North American Marine Environment

تعريف المصطلحات :

بيولوجية منطقة المد والجزر التحتية : اصطلاح يستخدم في وصف دراسة الكائنات الحية التي تعيش أسفل الجزر الأدنى . **Subtidal biology**

منطقة انتقالية : مكان يلتقي فيه نطاقان وتتداخل فيه الأنواع من كل منهما . **Transition area**

تضم أمريكا الشمالية مجموعة منوعة من البيئات ، لأنها تقسم محيطين ، وتمتد من خط الاستواء شمالاً حتى القطب الشمالي في كلا المحيطين .

التيارات Currents

على الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية يدفع دوران الأرض التيار الاستوائي في الأطلنطي الشمالي نحو اليابسة فيما حول كوبا وفلوريدا ، ثم ينحرف صاعداً إلى ساحل فلوريدا ، حيث تنضم إليه مياه أخرى من خليج المكسيك والبحر الكاريبي فيتكون بذلك تيار الخليج Gulf Stream . وهذا التيار سريع الحركة في معظم أجزائه ، ومياهه دافئة . ويشتمل تيار الخليج على تيارات كثيرة مختلفة أصغر حجما ، فهو في الواقع «منظومة» تيارات current system ، وليس تياراً منفرداً . وبحكم تكوينه المعقد ، فإنه يختلف في سرعته ، وحجمه ، واتجاهه . ولهذا التيار الدافئ تأثير كبير يمتد على طول ساحل الولايات المتحدة المطل على المحيط الأطلنطي . وهناك أيضا تيار لبرادور Labrador

Current الذي يجري في اتجاه الجنوب فيلتقي مع تيار الخليج حول نيوفوندلاند ، ويجلب معه مياهًا باردة تمتزج بالمياه الساحلية لدول شمال الأطلنطي . ويترتب على هذا التبريد نشأة مجموعة حيوانية fauna تختلف اختلافا تاما عن مجموعة الحيوانات الموجودة بعيدًا إلى الجنوب بحذاء فلوريدا .

وهناك دورة مماثلة في المحيط الباسيفيكي (الهادي) ، يتم فيها دفع التيار الاستوائي الشمالي North Equatorial Current نحو ساحل آسيا ، ثم يتحول شمالاً ويكوّن التيار الياباني Japanese Current . وهذا التيار الياباني ليس عنيفًا مثل تيار الخليج وإن كان يشبهه في دورته العامة ، فهو يجري ويتدفق شمالا وشرقا بحيث يكاد يصل جزء منه إلى جزر هاواي . ويتصل بهذا التيار تيار بارد يجري في اتجاه الجنوب وهو تيار أوياشيو Oyashio ، ثم يجري حتى يصل إلى ألاسكا ويتفرع مرة أخرى لكي ينضم إلى التيار الباسيفيكي الشمالي North Pacific Current ، ويكوّن تيار كاليفورنيا California Current . ويتدفق تيار كاليفورنيا هابطًا على الساحل الباسيفيكي ويبدأ في الدوران متجها إلى البحر في كاليفورنيا الجنوبية لكي يتحد من جديد مع التيار الاستوائي وهو يتدفق في طريقة إلى آسيا . ويتعرض تيار كاليفورنيا لمياه التيارات الرأسية الصاعدة على امتداد الساحل أثناء جريانه في اتجاه الجنوب ، وتساعد هذه المياه الباردة على خفض درجة حرارة التيار فيصبح كتلة مائية باردة نسبيًا ، إذ تتراوح درجة حرارته ما بين ١١° - ٢١° س (٥٢° - ٧٠°ف) .

درجة الحرارة Temperature

نظرًا لأن الفروق في درجة الحرارة الجغرافية على امتداد الساحل الباسيفيكي ضئيلة نسبيًا ، فإن النطاق الإقليمي لكثير من الحيوانات يتسع مداه اتساعًا غير مألوف ، فنجد البيزاستر Pisaster ، وهو من الأجناس الشائعة لنجم البحر sea star (starfish) ، في النطاق الممتد من ألاسكا حتى رأس باجا كاليفورنيا Baja California . كما أن كثيرا من الأحياء التي تعيش في المياه الضحلة في الأجزاء الشمالية من المنطقة الممتدة على طول كولومبيا البريطانية وواشنطن نجدها أيضا في المياه العميقة أمام كاليفورنيا الجنوبية . ويبدو أنها تظل داخل نطاق من المياه الباردة ، لأن درجة حرارة المياه السطحية في

شمال غرب الباسيفيك تعادل تقريبًا درجة حرارة المياه أمام كاليفورنيا الجنوبية على عمق ٣٥ - ٦٥ مترًا. ومع ظهور علم أحياء منطقة المد والجزر التحتية subtidal biology الذي لم يَدَع أمره إلا منذ أن عرف جهاز التنفس تحت الماء والذي يسمى سكوبا scuba، فقد تبين أن النطاقات التي تعيش فيها كثير من أنواع الأحياء أوسع بكثير مما كان يقدر من قبل.

المناطق Regions

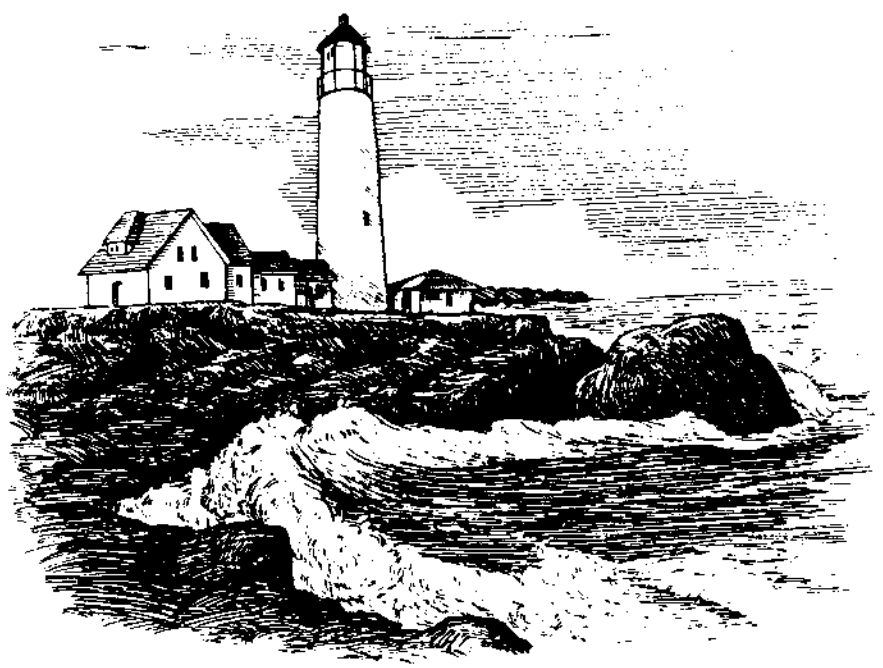
هناك كثير من الحيوانات كان المعتقد أنها محلية تعيش في منطقة معينة، وقد تبين أنها تعيش بعيدًا عن هذه المنطقة على أعماق أبعد. وعندما يتم دراسة الخط الساحلي للمحيطين الأطلنطي والباسيفيكي عن كثب، فإنه يمكن تقسيم كلا الساحلين إلى ثلاث مناطق عامة: فبالنسبة للساحل الباسيفيكي نجد أن المنطقة الشمالية تقع أعلى أو شمال جزيرة فانكوفر Vancouver Island في كولومبيا البريطانية. أما المنطقة الوسطى فهي المنطقة الممتدة من جزيرة فانكوفر في كندا جنوبا حتى بوينت كونسبشن Point Conception في الثلث الجنوبي من كاليفورنيا. وتمتد المنطقة الجنوبية من بوينت كونسبشن حتى كابو فالسو Cabo Falso عند رأس باجا كاليفورنيا في المكسيك. أما بالنسبة للساحل الأطلنطي، فإن المنطقة الشمالية تقع شمال كاب كود Cape Cod، وتمتد المنطقة الوسطى من كاب كود إلى كاب كانافيرال Cape Canaveral تقريبًا، بينما تمتد المنطقة الجنوبية من كاب كانافيرال حتى خليج المكسيك.

ومما يجدر ملاحظته في المنطقة الانتقالية التي تلتقي فيها منطقتان من هذه المناطق أنه يوجد تداخل بين الأنواع التي تعيش في كلتا المنطقتين، وغالبا ما توجد فيها أيضا أنواع مختلفة تعيش في نطاقات قصيرة ولا تنتشر عادة داخل أي من المنطقتين. وهذا التنوع يجعل المناطق الانتقالية ذات أهمية كبرى بالنسبة لعلماء الأحياء. ولقد وجد المؤلف (مؤلف هذا الكتاب) مادة غزيرة متوافرة بسهولة عن جميع المناطق الانتقالية الرئيسية في العالم، بينما وجد شيئًا من الصعوبة في جمع المادة المطلوبة عن قلب منطقة من المناطق. وعندما سأل أحد الباحثين عن تعليقه على هذه الظاهرة أجاب بقوله: «ولماذا أجري أبحاثي في بيئة مستقرة تبعث على السأم، بينما في مقدوري أن أبحث في بيئة

متغيرة ومثيرة» . وهذا الجواب يذكرنا بأن العلماء بشر على أي حال ، مهما كان تفانيهم في البحث .

وتحتوي المناطق الشمالية في كلا الساحلين على أحياء تعيش في نطاقات تمتد داخل المنطقة أو المناطق المجاورة ، وإن كان عدد أحياء هذه النطاقات الطويلة على ساحل الأطلنطي أقل مما يوجد منها على الساحل الغربي . ومع أن كثيرا من أحياء المحيط الأطلنطي تنتشر حتى تصل إلى داخل القطب الشمالي ، فإن الأغلبية العظمى منها تنمو وتتوطن في المجال الخاص بها فقط . أما على الساحل الباسيفيكي فينتشر عدد من الأحياء داخل المنطقة الوسطى أكبر مما ينتشر منها داخل القطب الشمالي . فالخط الفاصل بين المنطقتين الشمالية والوسطى على الساحل الغربي ليس محدداً تحديدا واضحا كما هو حال الخط الفاصل بينهما على الساحل الشرقي .

وبينما نجد على الساحل الشرقي عدداً أكبر من الأحياء تنتشر من المنطقة الجنوبية إلى المنطقة الوسطى ، فإننا نجد أن المنطقة الوسطى على الساحل الغربي يوجد بها من أنواع الأحياء المشتركة مع المنطقة الشمالية أكثر مما يوجد بها من الأنواع المشتركة مع المنطقة الجنوبية . ويمكن تفسير هذا الاختلاف جزئيا بإرجاعه إلى اتجاه جريان الماء بحذاء السواحل .



(شكل ١١ - ١) المنارات Lighthouses التي كانت تستخدم فيما مضى بدأت تختفي تدريجيا ويحل محلها أجهزة الكترونية .

فعلى الساحل الشرقي يتدفق التيار العام في اتجاه الشمال مما يشكل عائقًا فعالا يحول دون انتشار الأحياء الهائمة نحو الجنوب . أما على الساحل الغربي فإن الإتجاه العام لجريان المياه نحو الجنوب ، مما يحول دون انتشار الأحياء جهة الشمال . ونظرًا لأن الأحياء القاعية لديها فرصة أفضل في مد مجال توطنها أكبر مما يتاح للأحياء التي تعيش في عرض المحيط pelagic والتي لا تستطيع الانتشار مع مقاومة التيارات ، فإننا ينبغي أن نتوقع - ولو نظريًا على الأقل - أن تكون الأحياء القاعية أوسع انتشارًا من الأحياء المحيطية . وقد أثبتت الأبحاث والدراسات في الواقع وجود عدد من أنواع الأحياء القاعية تتوطن في مجالات ممتدة يفوق ما يوجد من أنواع الأحياء التي تعيش في عرض البحر .

وتحتوي المناطق الجنوبية لكلا الساحلين على مجموعات حيوانية fauna متميزة للغاية . إن منطقة كاليفورنيا الجنوبية مما يلي بوينت كونسبشن ليست بيئة استوائية بأي حال من الأحوال . ولا ينتشر سوى عدد قليل من الأحياء البحرية الاستوائية إلى أبعد من ثلث المسافة على امتداد ساحل باجا كاليفورنيا من خليج كاليفورنيا . وتعدُّ هذه المنطقة بيئة ذات درجة حرارة دافئة ، على عكس المنطقة الجنوبية على الساحل الشرقي حيث نجد أكثرية الأحياء البحرية استوائية بطبيعتها . ولعل الغرين الدقيق الذي يترسب من الماء على امتداد الجزر الواطئة المقابلة لجنوب فلوريدا له تأثيره أيضا في منع نمو أنواع معينة من الأحياء التي كان من الممكن أن يزدهر نموها لولا وجود هذا الغرين ، ولكنها لا توجد في هذه المنطقة بسبب التأثير الخانق لهذه الرواسب الدقيقة .

وتشكل فلوريدا الجنوبية والجزر الواطئة التي تمتد منها في اتجاهي الجنوب والغرب ، منطقة محددة المعالم . فاليابسة تمتد أكثر من مائة ميل في المياه الساحلية offshore على الجانب الغربي من فلوريدا على عمق يصل إلى مائة متر أو أقل . وعلى امتداد الجزء الجنوبي من هضبة فلوريدا هذه ، والتي تتميز بضحالتها الشديدة ، تمتد أراضي مرتفعة فوق الماء وتكوِّن عددًا كبيرًا من الجزر الصغيرة تسمى جزر فلوريدا الواطئة Flordia Keys . ويبلغ عمق المياه فيما بين هذه الجزر والساحل أقل من ٤ أمتار في معظم الأماكن رغم أنها قد تبعد عن البر (اليابسة) ثلاثين كيلو مترًا . وهذه المنطقة التي تبعد كثيرا عن البر رغم ضحالتها الشديدة ، هي التي تحطمت فيها كثير من السفن الشراعية في الزمن الغابر

والتي لم تكن تساور بحَّارتها أية شكوك أثناء إبحارها . وتحتوي هذه المياه الضحلة الدافئة على كثير من المرجانيات والغرغونيات gorgonians (المرجان القَرْبيّ) . وتنهض هذه الغرغرونيات باسقة من القاع وتنحني مع التيارات فتبدو للرائي كما لو كانت غابات تميل مع الريح . والواقع أن منظرها مثير للغاية . وكلما اتجهنا في أبحاثنا جهة الشرق بعيداً عن غرين خليج المكسيك ، كلما عثرنا على المزيد من المرجان . وأجناسه الرئيسية الموجودة في هذه المنطقة هي : الأكروبورا Acropora ، المونتاستريا Montastrea ، سيدراستريا Side-rastrea ، البوريتس Porites ، والمانيكيني Manicini . فهذه الأشكال من الحياة البحرية أقل تأثراً بترسب الغرين والتغيرات التي تطرأ على درجة الحرارة ، وتنمو نموا جيدا في هذه المنطقة .

كما توجد في هذه المنطقة أيضا النطاقات التي تحدثنا عنها في الفصول السابقة ، فتوجد في الجزر الواطئة في النطاق (١) اللجيا *Ligia* من رتبة متساويات (أو متشابهات) الأرجل isopod ، مثلما توجد أيضا في النطاق (١) من ساحل كاليفورنيا . وفي هذا النطاق نفسه توجد كذلك الليتورينا *Littorina* ، مثلما توجد في معظم أنحاء العالم . وهناك مساحة داكنة اللون في الجزء الأسفل من النطاق (١) أشبه بالحلقة التي تظهر حول حوض الاستحمام حيث يلامس الماء حافة الحوض ، تكونت أساسا من الطحالب الداكنة اللون وهي : إنتوفيساليس *Entophysalis* ، براكيتريشيا *Brachytrichia* ، وتيلاميا *Tella-mia*. أما النطاق (٢) فأشكال الحياة الشائعة فيه هي الأطوم (الكثملية *Chthamalus*) وطحلب فالونيا *Valonia* . وفي النطاق (٣) نجد طحالب جيليديوم *Gelidium* ، ولورنشيا *Laurencia* وهما الطحلبان اللذان تتميز بهما المناطق الصخرية في هذا النطاق . ولدينا كذلك الميدية (بلح البحر) *Mytilus* ، وباكيجرابسوس *Pachygrapsus* ، كنماذج لذوات المصراعين *bivalve* ، ومفصليات الأرجل *arthropod* والتي تنتشر في النطاق (٣) على كلا الساحلين الأطلنطي والباسيفيكي . أما النطاق (٤) فيوجد به بعض المرجان وإن يكن بقدر قليل ، وكثيراً ما توجد في هذا النطاق الميديات *mussels* من جنس آركا *Arca* ، مثلما يوجد أيضا الطحلب الجيري المسمَّى هاليميدا *Halimeda* . وهناك كثير من الأحياء البحرية تتخذ موطنًا لها في هذا النطاق . ولكن - كما ذكرنا من قبل - فإن هذا النطاق

شديد التنوع بطبيعته لأن النطاق الواقع تحت الماء هو عادة أقل النطاقات تحديدا على الاطلاق .

(شكل ١١ - ٢) سراطين الشاطيء من أبرز الأحياء التي تشاهد في مناطق الشاطئ الصخرية .

وإذا تقدمنا بحذاء الساحل ، فسنجد في شمال فلوريدا خطًا ساحليًا يتدفق عليه باستمرار سيل من الموجات المتكسرة breakers ، وجرف الرمال ، على النقيض مما يتميز به جنوبها من قلة التأثير الموجي وترسب الغرين . ويعتبر اللجيا *Ligia* الذي يعيش في النطاق (١) من الحيوانات القليلة التي يمكنها تحمل مثل هذا التغيير العنيف . وهو يعيش بطبيعة الحال فوق التأثير الموجي ، ويتأثر بدرجة حرارة الهواء أكثر مما يتأثر بأي من العوامل الأخرى . ويبدو أن الحدود الرئيسية توجد في كاب كانافيرال ، فهي بمثابة الحد لدرجة الحرارة الشتوية ، إذ لا يقطن بعد هذه النقطة سوى قليل من الأنواع الاستوائية .

وإذا تقدمنا أبعد من ذلك على الساحل الأطلنطي ووصلنا بالقرب من بوفورت Beau-fort في كارولينا الشمالية ، نجد أن درجة الحرارة تتراوح من ١٠° س (٥٠° ف) إلى ٢٧° س (٨٠° ف) في كاب لوك أوت Cape Lookout القريبة منها . وهنا توجد شعاب تكونت ليس من الصخور ، وإنما من الخُثّ أو الطُرْب peat ، وهو مادة عضوية تكربنت تكربنا خاصا من جراء تحللها في الماء . ونجد اللجيا *Ligia* ما زال موجوداً جنبا إلى جنب مع

سرطان يسمى أوكا *Uca* في النطاق (١) . ويتميز النطاقان (٢) و(٣) الواقعان وسط منطقة المد بوجود الكثملية *Chthamalus* ، والأطوم *Balanus* في النطاق (٢) ، وبوجود الكراسوستيرية *Crassostrea* ، والميدية (بلحيات البحر) *Mytilus* في النطاق (٣) . وينتشر هناك أيضا نوعان من الطحالب هما أولفا *Ulva* ، وانتيرومورفا *Enteromorpha* ، وهما النوعان الشائعان أيضا في نفس النطاق من المنطقة الجنوبية على الساحل الغربي . وأبرز صور الأحياء البحرية في النطاق (٤) هي الطحالب ، لأن هذه المنطقة من أغزر المناطق في إنتاج الطحالب . وتكوِّن الطحالب الكثيفة مكامن ومخابئ لكثير من الحيوانات ، مما يجعل هذه المنطقة منطقة مثيرة للغاية من الناحية الأحيائية (البيولوجية) . وتشبه هذه المنطقة في كثير من النواحي باجا كاليفورنيا الواقعة إلى الشمال وكاليفورنيا الجنوبية على الساحل الغربي .

والمياه باردة في منطقة الأطلنطي الشمالي . فنجد درجة حرارة المياه السطحية أمام نوفا سكوتيا Nova Scotia تتراوح من ٥° س (٤١° ف) إلى حوالي ١٩° س (٦٦° ف) . وتصبح المياه الباردة بمثابة الحدود لأنواع الأحياء الجنوبية . وقد تضطر أحياء المنطقة الساحلية in-tertidal إلى تحمل درجة حرارة صفر° س (٣٢° ف) لكي تبقى على قيد الحياة . وكثيراً ما يتكون الجليد على امتداد الشواطئ المحمية في فصل الشتاء . ويعتبر هذا الجو بارداً بالنسبة للجيا *Ligia* ، ولذلك يندر وجوده في هذه المنطقة على عكس انتشاره في المناطق الدافئة ، وقد لا يوجد على الاطلاق في أي منهما في بعض الأحيان . وإن كانت الليتورينا *Litto-rina* من خصائص النطاق (١) ، وتمتد حتى داخل النطاق (٢) . كما يتميز النطاق (٢) أيضا بالأطوم . والجنس الرئيسي للأطوم في هذه المنطقة هو بلوط البحر *Balanus* . أما النطاق (٣) فهو غني بالطحالب البنية من جنس الفيوكس *Fucus* ، والأسكوفيلوم *Aschophyllum* . ويتكيف الفيوكس تكيفًا جيداً مع هذه المنطقة من حيث إنه يضم عدة أنواع طرأ عليها تحول لكي تتمكن من النمو في بيئات مختلفة نوعا ما تبعا لدرجة تعرضها للهواء . والنوع السائد من الطحالب في النطاق (٤) هو طحلب لامينا ريا *Laminaria* ، فهو متكيف تمام التكيف للعيش في هذا النطاق ، ويتفوق على بعض الأحياء الأخرى في الانتشار فوق مساحاتها ، ولذلك فهو الشكل السائد من أشكال الحياة البحرية في هذا النطاق .

(الجدول ١١ - ١)
الكائنات الحية الشائعة في البيئة البحرية لأمريكا الشمالية

	Algae	الطحالب
	Valonia	١ - ڤالونيا
	Gelidium	٢ - جيليديوم
	Laurencia	٣ - لورنشيا
	Halimeda	٤ - هاليميدا
	Ulva	٥ - أولڤا
	Enteromorpha	٦ - أنتيرومورفا
	Fucus	٧ - فيوكس
	Laminaria	٨ - لامينياريا
	Nereocystis	٩ - نيريوسستس
	Egregiu	١٠ - اجريجيا
	Endocludia	١١ - اندوكلاديا
	Macrocystis	١٢ - ماكروسيتس
	Eisenia	١٣ - أيسينيا
	Postelasia	١٤ - بوستلسيا
= الشريط «الأسود» الشائع في النطاق (١)	*Entophysalis*	١٥ - انتوفيساليس
	Brachytrichia	١٦ - براكتريشيا
	Tellania	١٧ - تيلاميا

	Cnideria	اللاسعات
	Acropora	١ - أكروبورا
	Montastrea	٢ - مونتاستيريا
مرجانيات	*Siderastrea*	٣ - سيدراستيريا
	Porites	٤ - بوريتس
	Manicina	٥ - مانيسيني
شُقَّار (شقائق النعمان)	*Anthpleura*	٦ - أنتوبليرا
أخضر كبير	*Gorgonian*	٧ - غرغونيات (المرجان القَرْبيّ)

المفصليات	Arthropods	
١ - كثمليات	*Chthamalus*	
٢ - بلوط البحر	*Balanus*	أطوم
٣ - تتراكليشيا	*Tetraclitia*	
٤ - بوليسايبس	*Pollicipes*	
٥ - باكينجرابسوس	*Pachygrapsus*	سرطان شاطئي
٦ - أوكا	*Uca*	جنس من السراطين -fid dler crab أكثر فئات
٧ - لجيا	*Ligia*	رتبة متساويات الأرجل شيوعا في النطاق (١)

الرخويات	Mollusca	
١ - ليتورينا	*Littorina*	أكثر شيوعا في النطاق (١)
٢ - تيجولا	*Tegula*	ذو العمامة السوداء .. معديات الأرجل
٣ - القوقعة الأذنية (هاليوتس)	*Haliotis*	أذن البحر
٤ - أكمايا	*Acmaea*	بطلينوس
٥ - دندروبوما	*Dendropoma*	قوقعة أنبوبية
٦ - بلح البحر	*Mytilus*	أكثر الميديات شيوعا فأسيات الأرجل
٧ - آركا	*Arca*	من ذوات المصراعين الشائعة
٨ - تيفيلا	*Tivela*	محار ملزمي
٩ - كراسوستيريا	*Crassostrea*	المحار المألوف

الجلد شوكيات	Echinoderm	
١ - بيزاستر	*Pisaster*	قنديل البحر الشائع

وساحل الباسيفيكي أقل تميزاً في نطاقاته لأن مدى تفاوت درجات حرارته أقل من نظيره في الساحل الشرقي ، ومن ثم تستطيع الأحياء أن تنتقل بسهولة إلى المناطق الأخرى. أما الساحل الغربي لكندا فتحميه جزئيا جزيرة فانكوفر Vancouver ، فهذه الجزيرة تحمي حوالي ٤٠٠ كم من الساحل ، أو ٣٠٠٠ كم من خط الشاطئ نظراً لوجود

كثير من الجُوَيْنَات inlets هناك . وتتصف دورة الماء حول الجزيرة بأنها ضعيفة جداً بسبب **وجود** الجزر الصغيرة الواقعة بين الجزيرة الكبيرة واليابسة mainland التي تبعد حوالي ١٦٠ كم جنوبي الطرف الجنوبي للجزيرة . وعلى امتداد مسافة تقرب من ١٢٠ كم نجد **الممر** البحري خلال القناة ضيقًا وتقطعه جزر عديدة تعوق تدفق الماء . وهناك حالة مماثلة **قبالة** الطرف الجنوبي الشرقي للجزيرة ، لأن الجزر العديدة في مجرى التدفق المائي تبطئ من جريان الماء بدرجة كبيرة رغم أن المجرى الرئيسي ليس ضيقًا في هذه المنطقة . ويدخل الماء في المجرى بالقرب من جزيرة فانكوفر من الشمال خلال مضيق الملكة شارلوت Queen Charlotte Strait ، ومن الجنوب خلال مضايق جوان دي فوكا Straits of Juan de Fuca ، . ويقع مضيق جورجيا Strait of Georgia فيما بين البر الرئيسي والجزيرة وفيما بين العوائق الشمالية والجنوبية في المجرى الرئيسي . وهذا المضيق عبارة عن جسم مائي أعمق من أي من المدخلين . ويبلغ طول مضيق جورجيا حوالي ٢٣٠كم ، ويحتوي على عدد قليل نسبيًا من الجزر ، وبحكم طبيعته المنعزلة ، فإن درجة الحرارة فيه ترتفع إلى ١٨° س (٦٥° ف) ، في حين أن أعلى درجة حرارة عبر الجزيرة مباشرة ، أي على بعد حوالي ٦٤كم ، تصل إلى حوالي ١٣°س (٥٥ ف) .

وهناك أشياء طريفة أخرى تحدث في مضيق جورجيا ، منها ذلك التراوح الشديد في الملوحة ، فهو أقل ملوحة من درجة الملوحة في البحر المفتوح عادة ، كما هو متوقع نتيجة لغزارة الصرف السطحي من مياه الأمطار . ويبلغ هذا الصرف السطحي مداه في الصيف عادة ، وبالتالي تنخفض درجة الملوحة إلى أدنى مستوى لها في هذا الفصل . وتتراوح درجة الملوحة من ٣٣٪ إلى أن تنخفض إلى ٢١,٥٪ . وتعتبر جزيرة فانكوفر بيئة فريدة بسبب تنوعها الشديد ، ليس في إمكانية وجود بيئات دقيقة microenvironment بين ساحليها الغربي والشرقي فحسب ، وإنما أيضا في عواملها الطبيعية مثل درجة الحرارة ، والملوحة . فنجد في مياهها المحمية نفس الكائنات الحية الدالّة التي نجدها على الساحل الأطلنطي في النطاق (١) ، وفي مقدمتها اللجيا *Ligia* من متساويات الأرجل . كما أن الليتورينا *Littorina* كثيفة جداً في عدد أفرادها في هذه الجزيرة كما هو حالها في كل أماكن النطاق (١) تقريبًا في بيئات الساحل الغربي . أما النطاق (٢) فيتميز بأنه نطاق

الأطوم a barnacle zone ، والجنسان الرئيسان منه هما بلوط البحر *Balanus* حيث توجد أنواع عديدة منه في الجزء الأسفل من النطاق (٢) وتنتشر فيه إلى أن تدخل في النطاق (٣) . أما الكثملية *Chthamalus* ، والتي توجد أساسا في النطاق (٣) ، فليس لها نفس المدى الانتشاري الذي يبلغه بلوط البحر . ويتحدد النطاق (٣) بطحالب الفيوكس *Fucus* وميديات بلح البحر *Mytilus* . ويتفاوت النطاق (٤) تفاوتًا شديداً في المساحة من جراء الكثافة الشديدة للعوامل البيئية ، وإن كان نجم البحر *Pisaster* هو الجنس السائد بشكل واضح على وجه العموم في هذا النطاق . وتوجد في هذا النطاق طحالب كثيرة ، ولكن أيًا من هذه الطحالب لا يمثل نوعًا وحيداً يمكن أن يتميز به النطاق (٤)، لأن هذه الطحالب تتفاوت تفاوتًا شديداً من مكان لآخر . فهناك طحالب الكلْب الكبيرة (الطحالب العملاقة) من فئة نيريوسيتس *Nereocyctis* ، واجريجيا *Egregia* ، والتي تبرز بشكل مثير بسبب ضخامة حجمها . والواقع أن درجة الحرارة في هذه المنطقة هي الدرجة المناسبة لنمو معظم الطحالب نموًا جيداً . ومثال ذلك أن طحلب أولڤا *Ulva* الذي لا يزيد نموه في المنطقة الجنوبية بصفة عامة على بضعة سنتيميترات ، نجده في المنطقة الشمالية يزيد طوله غالبًا على ٦٠ سنتميترا . أما طحلب نيريوسيتس *Nereocystis*، وهو من الطحالب البنية العملاقة ، فهو أكثر الأحياء البحرية إثارة للدهشة ، إذ يتجاوز طوله الثلاثين متراً .

(الجدول ١١ - ٢)

بعض الأحياء الشائعة موزعة حسب نطاقات المد ، ومناطق أمريكا الشمالية .

	شمال الباسيفيكي	شمال الأطلنطي
نطاق (١)	ليجيا - ليتورينا	ليتورينا
نطاق (٢)	بلوط البحر	بلوط البحر
نطاق (٣)	كثملية - بلح البحر - فيوكس	فيوكس - بلح البحر
نطاق (٤)	بيزاستر - طحالب كثيرة	لامينارية

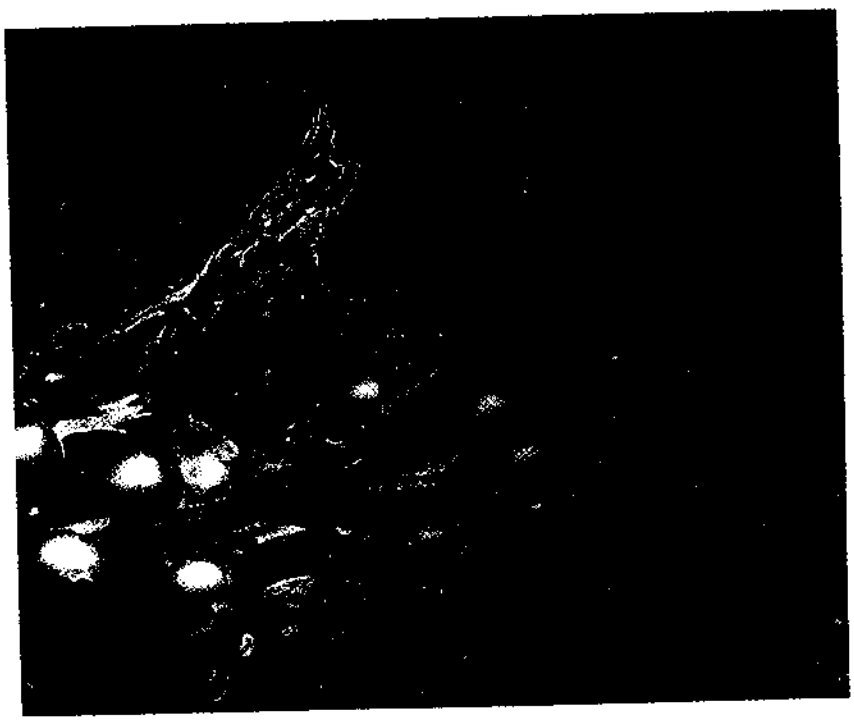
	وسط الباسيفيكي	وسط الأطلنطي
نطاق (١)	ليجيا - ليتورنيا - طحالب الخط الأسود	ليجيا - أوكا - ليتورينا
نطاق (٢)	بلوط البحر	كثملية - بلوط البحر

نطاق (٣)	أولڤا - انترومورفا - تيجولا	كراسوستيره - بلح البحر - أولڤا - إنترومورفا .
نطاق (٤)	قواقع أذنية - اجريجيا - ماكروسيستس	طحالب كثيرة

	جنوب الباسيفيكي	**جنوب الأطلنطي**
نطاق (١)	ليجيا - ليتورينا	ليجيا - ليتورينا - طحالب الخط الأسود
نطاق (٢)	أكمايا - بلوط البحر - كثملية	كثملية - ڤالونيا
نطاق (٣)	تتراكليتيا - بلح البحر - بوليسايبس انتوبليرا	جيلديوم - لورانشيا - بلح البحر باكيجرابسوس - اكرا - هاليميدا
نطاق (٤)	طحالب كثيرة - تفيلا	غورغوينات - مرجانيات

(شكل ١١ - ٣) أطوم الأوز البحري شائع في نطاقات المد السفلي ، وينتشر جغرافيا لأنه ينمو أحيانا فوق الأخشاب الهائمة وتجرفه التيارات إلى جميع أنحاء المحيطات .

أما المنطقة الوسطى ، التي تشكل كاليفورنيا الشمالية و أوريجون Oregon ، فتتميز بخطوط سواحلها المفتوحة وعنف أمواج الشاطئ المتكسرة surf التي تضرب جزءًا منها الشاطئ بعنف صادرة من عواصف تهب بعيدا داخل البحر . ومن السهل التعرف على النطاق (١) من كائناته الحية الدالّة وهي اللجيا *Ligia* ، ونمو الطحالب المختلطة والتي تكوِّن الخط الأسود عند الحافة العليا للبحر .



(شكل ١١ - ٤) حويصلات العوم Flotation bladders أو Pneumatocysts تشاهد بوضوح فوق الماكروسيتس عندما ينمو أمام الساحل الغربي للولايات المتحدة .

أما النطاق (٢) ، فشأنه شأن المناطق التي تجمع بين المياه الهادئة في الخلجان والمياه المتلاطمة على الساحل المفتوح ، فتتفاوت درجات الوضوح في تحديد معالمه . فحيثما تكون أمواج الشاطئ المتكسرة كبيرة ويكتسح الرذاذ والأمواج العارمة ما أمامهما ، فلا يمكن أن يوجد خط واضح يحدد ما بين النطاقات ، وتصبح المناطق الانتقالية هي القاعدة التي يمكن الاعتماد عليها ، وقد تسبب بلبلة للطالب الذي يتطلع إلى وجود النطاقات المحددة تحديداً واضحًا على النحو الذي تتحدث عنه الكتب المدرسية . ولكي يتلقى الطالب تدريبًا جيدًا في التعرف على النطاقات المختلفة يحسن به أن يبدأ بدراسة أحد الخلجان حيث تتيح له المياه الهادئة تفرقة واضحة بين النطاقات المختلفة . وبعد أن

علم الطالب كيفية التعرف على معالم كل نطاق في الخليج ، فسوف يكون من السهل **عليه أن** يميز بينها في منطقة الساحل المفتوح . والكائن الحي الدالّ الرئيسي هو بلوط **البحر** *Balanus* . ونظرًا لأن جانبًا كبيرًا من هذه المنطقة الوسطى مكشوف مما يجعل **طاقاتها** غير محددة في الغالب ، فإن كثيرًا من الأحياء البحرية تجد فيها موطنها **المناسب**، أو أنها لا تتعرض لضغط بيئي شديد في النطاق (٣) فتمد مجال انتشارها **داخل** النطاق (٢) . وخير مثال لهذه الأحياء البحرية هو طحلب اندوكلاديا *Endocla-dia* . فهذا الطحلب ينمو ويزدهر جيدا في أماكن المياه المتلاطمة داخل النطاق (٢) ، **ولكنه** لا يزدهر في المياه الهادئة . ولدينا مثال آخر للأحياء البحرية التي لا توجد حدود **واضحة** لنطاقات انتشارها ، وهي القوقعة ذات العمامة السوداء black turban snail **التي** يطلق عليها اسم تيجولا *Tegula* . وتوجد هذه القواقع في النطاقات (٢)، (٣) ، (٤) ، وإن كانت تتركز بكثافة في النطاق (٣) . ولذلك فإن الباحث الذي يكتفي بالتحقق من وجودها فحسب ، قد يخرج بنتائج خاطئة ، وهنا يصبح من الضروري عليه أن يقوم بعدٍّ شخصيّ أو موضوعيّ لكثافة أفراد النوع قبل أن يقرر إن كان وجود هذا الكائن الحي له أهمية في تقسيم النطاقات أم لا ؟

ويحتوي النطاق (٣) - كما هو حاله دائما - على مجموعة شديدة التنوع من الأحياء ، فتوجد في هذا النطاق الميدية من جنس بلح البحر *Mytilus* والتي تنتشر حتى تدخل النطاق (٤) . كما ينتشر فيه أيضا أذن البحر Abalone من الجنس المعروف باسم القوقعة الأذنية *Haliotis* . والواقع أن قواقع أذن البحر التي كانت شائعة جدًا في المياه الضحلة والعميقة على حد سواء ، قد أبيدت تقريبا في بعض المناطق نتيجة لعدة عوامل مجتمعة منها الغواصون الذين يصطادون هذه القواقع لبيعها ، وهواة رياضة الغوص ، ونشاط القضاعة (ثعلب الماء) sea otter . وقد بدأ الآن تطبيق القوانين الخاصة بحماية قواقع أذن البحر ، ولكن مما يؤسف له أن القضاعات (ثعالب البحر) لا تعرف القراءة ، لأن هذه القواقع قد أبيدت في المناطق التي تعتبر المجال البيئي الطبيعي للقضاعات .

وتتكثف في النطاق (٤) طحالب اللامينارية Laminarians ، والطحالب الحمراء المختلفة . ومن الطحالب الشاطئية الكبيرة الحجم طحلب اجريجيا *Egregia* الذي يبلغ

طوله خمسة أمتار . كما يكوِّن الكلْب (عشب البحر البني) كبير الحجم من جنس ماكروسستس *Macrocystis* فرشة كثيفة على السطح فيما وراء خط الأمواج المتكسرة، ويكون طبقات beds عشب البحر البني (الكلْب kelp) التي تتميز بها المناطق الوسطى والجنوبية .

وتوجد في المنطقة الجنوبية شواطئ رملية شاسعة في القطاع الشمالي منها أساسا ، وتمتد عدة مئات من الأميال على خط الساحل . أما إذا تقدمنا جهة الجنوب فسنجد سواحل صخرية أساسا ، مع وجود خلجان رملية على امتداد الساحل الأوسط لباجا كاليفورنيا . ومع أن معظم المنطقة مكشوف أمام البحر المفتوح ويتعرض لتأثير الموج العنيف ، فإن هذه المنطقة تتوغل في الجنوب وتقع بعيداً عن مراكز العواصف القوية في شمال الباسيفيكي ، والأمواج فيها بصفة عامة أصغر حجما من الأمواج التي تضرب المناطق الوسطى والشمالية المكشوفة .

ويتميز النطاق (١) بوجود أشكال الحياة البحرية المعتادة في هذا النطاق مع تغيير واحد فيه يتمثل في أن جانبًا كبيراً من صخور هذا النطاق العلوي يتكون من الحجر الجيري الناعم ويحتفظ بالرطوبة احتفاظًا جيداً ، فيما بين فترات الترطيب ، مما يتيح لبعض الحيوانات أن ترعى في أماكن بعيدة داخل هذا النطاق أبعد مما نجده عادة في الأماكن الأخرى ، وبصفة خاصة في منطقة سان ديجو San Diego . إلا أن الحجر الرملي لا يعد الطبقة التحتية المناسبة لنمو الأطوم لأنه سهل التفتت ، ولذلك ينخفض عدد أفراد جماعة الأطوم هناك ، ويسود فيها الأطوم صغير الحجم دون الأطوم كبير الحجم . والشكل السائد من أشكال الحياة البحرية في هذا النطاق هو الليتورينا *Littorina* .

وينتشر في النطاق (٢) البطلينوس limpet من جنس آكمايا *Acmaea* بالإضافة إلى الكثملية *Chthamalus* وبلوط البحر من أجناس الأطوم . أما الأطوم الأحمر الكبير الحجم من جنس تتراكليتيا *Tetraclitia* فهو انتقالي بين النطاق (٢) والنطاق (٣) ويوجد بعدد أكبر في النطاق (٣) .

وتسود الميدية mussel من جنس بلح البحر *Mytilus* في النطاق (٣) ، كما يوجد به – بشكل شبه دائم – الأطوم المسمى الإوز البحري goosenecked barnacle من جنس

بوليسيبس *Pollicipes* . وفي بِرَك المد tide pools يظهر الشقار anemone من جنس **أنتوبليرا** *Anthopleura* .

ويحتوي النطاق (٤) على الطحالب العادية . ومن أشكاله التي يسهل التعرف عليها **نخيل** عشب البحر البني (الكلْب) من جنس أيسنيا *Eisenia* ، والذي يبدو أشبه بنخلة ارتفاعها متران ، وهو يشبه جنس بوستلسيا *Postelsia* الذي ينمو في المنطقة الوسطى ، وإن كانت له سعفات سرخسية fronds عريضة أشبه بالأوراق .

ومن الأحياء البحرية المشهورة التي تقطن البيئة الرملية في النطاق (٤) المحار الملزمي pismo clam المعروف باسم تيفيلا *Tivela* . فعندما ينخفض الجزر انخفاضًا شديدًا في بعض المناطق ، يصل الناس إلى الشواطئ حاملين بأيديهم المذرات pitchforks بحثًا عن المحار في الرمال ، لأن هذا المحار لذيذ الطعم .

أسئلة للمراجعة

١ – ما هو الفرق الرئيسي بين تيار الخليج وتيار كاليفورنيا من حيث تأثيرهما على توزيع الحياة الحيوانية والنباتية على امتداد السواحل التي يمران عليها ؟

٢ – لماذا يفضل علماء الأحياء دراسة المناطق التي يلتقي فيها نطاقان ؟

٣ – من الممكن التعرف على النطاق (١) في معظم أنحاء العالم بوجود كائنات حية دالّة عديدة ، فما هي ؟

٤ – لماذا يسهل على أنواع الكائنات أن تنتقل من نطاق لآخر على ساحل الباسيفيكي أكثر مما يسهل عليها على ساحل الأطلنطي ؟

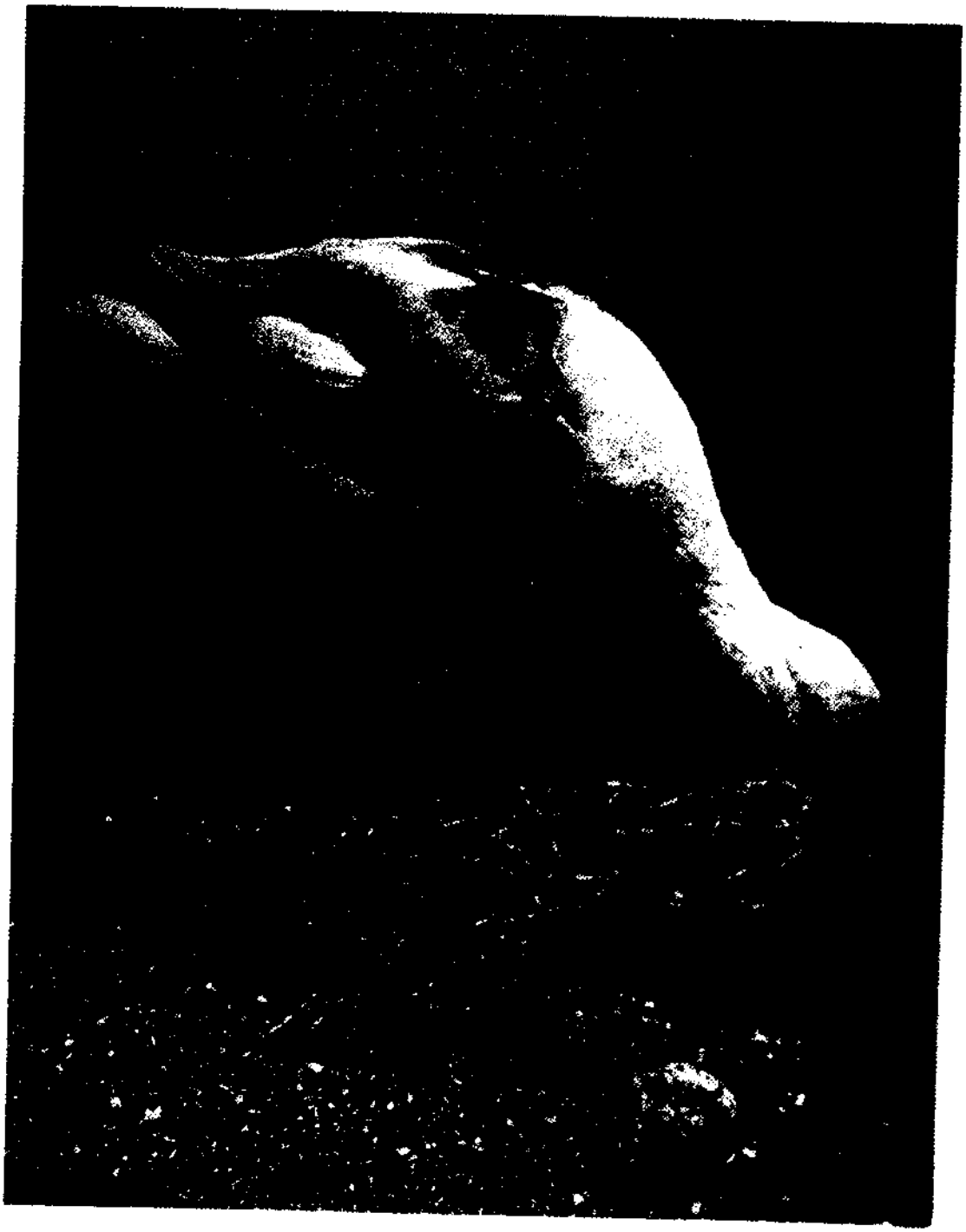
٥ – لماذا يفضل البدء بدراسة النطاقات في أحد الخلجان ؟

الباب الثالث

أحيـــاء البيئـــات البحريـــة

Life in the Marine Environments

❑ نظام تسمية المجموعات الرئيسية ❑ النباتات البحرية ❑ الأوليات الحيوانية ❑ المساميات ❑ اللاسعات ❑ الرخويات ❑ المفصليات ❑ الجلد شوكيات ❑ شعب لافقارية متنوعة ❑ الحبليات: الأسماك ❑ الحبليات : الزواحف ، والطيور ، والثدييات



(شكل ١٢ - ١) النَّكأت ، ويتميز بمنقاره الملتوي عند طرفه إلى أعلى . ويوجد في المنطقة من خليج المكسيك إلى ساحل الباسيفيكي .

الفصل الثاني عشر

نظام تسمية المجموعات الرئيسية

A System of Naming the Main Gruops

تعريف المصطلحات

تشابه وظيفي : تشابه في الوظيفة ، ولكن ليس في الأصل (مثل جناح النحلة وجناح الطائر الطنّان أو الذبابي) . **Analogy**

تسمية ثنائية : نظام استعمال اسمين في تعريف الكائنات الحية ، يدل أولهما على الجنس والثاني على النوع . **Binomial nomenclature**

تماثل ، تناظر ، تشاكل ، مضاهاة (تناظر تركيبي) : تشابه في تركيب كائنات حية مختلفة يبدو أن لها نفس الأصل التطوري . (مثل ساق الحصان وساق البقرة) . **Homology**

لينيوس : العالم الذي وضع أساس النظام الحديث للتسمية العلمية في أوائل القرن الثامن عشر . **Linnaeus**

كائن رِمِّيّ : كائن حي يستمد غذاءَه من المواد العضوية لكائن ميت . **Saprobic**

علم التصنيف : دراسة تقسيم الكائنات الحية وتسميتها . **Taxonomy**

عندما أصبح للبشر لغة يتكلمون بها ، أصبح من الضروري تسمية الأشياء الموجودة حولنا ، فلابد للمرء من أن يستعمل لفظًا أو اسما معروفًا للسامع عندما يتحث عن شئ غير ماثل أمامه لكي يشير إليه . ومن هنا ظهرت - بحكم الضرورة - الأسماء التي نعاني منها الآن . فكل كائن من الكائنات الحية المعروفة لنا له اسم خاص يتميز به ، أي اسم

علمي . ويطلق نفس الاسم العلمي على جميع الكائنات التي لها نفس الخصائص .

وكان أرسطو من أوائل من حاولوا تسمية الحيوانات ومن ثم تصنيفها حسب مجموعاتها ، فقسَّم جميع الحيوانات إلى مجموعات الحيوانات ذات الدم ، والحيوانات التي ليس لها دم . غير أنه لسوء الحظ لم يكن يعرف إلا الدم ذا اللون الأحمر . وكثير من أنواع الدم لا تحتوي على صبغات حمراء ، فقد تكون عبارة عن سوائل صافية . وظل الحال على هذا النحو حتى أوائل القرن الثامن عشر عندما بدأت التصنيفات الدقيقة بالفعل مع نظام التسمية الذي وضعه لينيوس Linnaeus .

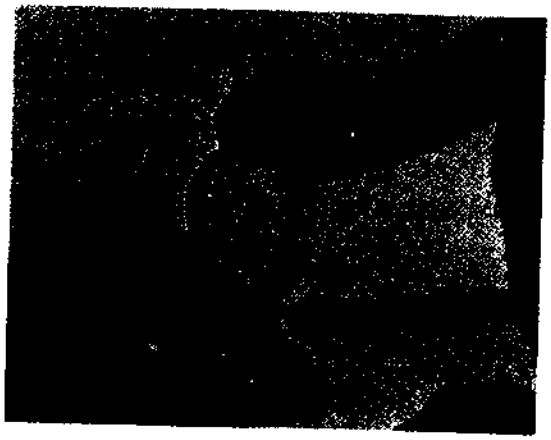
كان لينيوس يعتقد أنه من الممكن التمييز بين الكائن الحي وأيِّ كائن حيٍّ آخر باستخدام مالا يزيد على عشر كلمات . ولكي يتحقق هذا الهدف لابد للمراقب أن تكون لديه القدرة على أن «يدرك» وأن «يميز» الفروق والاختلافات المهمة في كل كائن حي ، ويتطلب هذا الأمر مهارة كبرى وعلمًا وخبرة . وعلى الرغم من أن لينيوس كان أستاذًا لعلم النبات في إحدى الجامعات بالسويد ، فإن نظام التسمية الذي وضعه يصلح تمامًا للحيوان مثلما يصلح للنبات . وقد أُدخلت تحسينات على نظام لينيوس عندما بدأ لامارك Lamark وسواير Swier في تمييز الأحياء (صور الحياة) طبقًا للخطة الأساسية لتنظيم الأنسجة في أجسامها . وقد وضع هذا المبدأ الأساس لنظام يهدف لتحديد صفة كل نوع وتمييزه عن غيره من الأنواع . وقد نجح هذا النظام وما زال معمولاً به حتى الآن .

ويعتمد هذا النظام أساسا على أن تصنف في مجموعة واحدة الكائنات الحية التي لها نفس الصفة التشريحية ونفس وظائف الأعضاء (الفسيولوجيا) . ثم تصنف في مجموعة فرعية النماذج التي لها سمات متماثلة ضمن تلك المجموعة ، وهكذا إلى أن نصل إلي المجموعة الفرعية الأخيرة منها والتي تحمل أدقَّ تعريف مفصلٍ للخواص . وتسمى هذه المجموعة الصغرى «النوع» species . فالنوع – بصفة عامة – هو مجموعة أو جماعة قادرة على التناسل فيما بينها interbreeding . وتوجد في بعض الأنواع خصائص ثانوية تزيد في تقسيم النوع إلى أنواع فرعية أو سلالات ، إلا أن النوع يعتبر عمومًا آخر التقسيمات الفرعية . والتصنيف الذي يلي مستوى النوع مباشرة هو الجنس genus .

ونظراً لأن كثيراً من الكائنات الحية تحمل نفس اسم النوع ، مثلما أن كثيرا من الناس يطلق عليهم اسم جون ، لذلك يذكر اسم الجنس جنبا إلى جنب مع اسم النوع ، مثلما يذكر الاسم الأول والاسم الأخير لشخص ما لتحديد شخصية هذا الشخص . ويُكتب اسم الجنس أولا ، وبالحروف الكبيرة دائما مع وضع خط أفقي تحته أو طباعته بالحروف المائلة (*) . ويعقبه اسم النوع ، ولا يكتب بالحروف الكبيرة مطلقا ، وإن كان يوضع تحته خط أفقي أو يكتب بحروف مائلة . ونضرب لذلك المثال التالي : Octupus bimaculoides . فالكلمة الأولى Octopus (ومعناها أخطبوط) هي اسم الجنس ، والكلمة الثانية bimaculoides هي اسم النوع . وعلى الرغم من أن هذا النظام بسيط من حيث المبدأ ، فإنه أصبح معقداً نظراً لكثرة عدد الأشياء التي يتعين تسميتها . ويسمى علم وضع الأسماء «علم التسمية الاصطلاحية» nomenclature وهو جزء من علم التصنيف taxonomy . ويتطلب هذا المجال العلمي متخصصين فيه كما هو شأن أي مجال آخر من المجالات العلمية التخصصية . ويهتم علماء التصنيف بدراسة الخصائص ، ويقررون ما إذا كانت هذه الخصائص يوجد تماثل بينها أو لا يوجد homology (تشابه في الأصل) ، أو يوجد بينها تشابه وظيفي analogy (تشابه في الوظيفة) . ومثال ذلك ، أن مخلب السرطان والمخلب الميكانيكي لواحدة من معدات الإنشاء متشابهان في الوظيفة ولكنهما ليسا متشابهين في الأصل . ومن هنا يتم تصنيف الحيوانات والنباتات وتسميتها بناء على الخصائص المتماثلة في الأصل . ونظراً لأن هذه الأسماء والتقسيمات من صنع البشر ، فإنها ليست دقيقة إلى حد الكمال ، ويطرأ عليها تغيير بين الحين والآخر كلما توافرت معلومات جديدة . بل إنه قد يثور الجدل في بعض الأحيان والتساؤل عما إذا كان هناك من قام بتصنيف وتسمية بعض الكائنات على النحو الصحيح . فإذا صادفت في كتبك ومراجعك كتابين يسميان نفس الكائن الحي بأسماء مختلفة ، فلا تلق لذلك بالاً ، لأن الكائن الحي ذاته ليس كذلك .

ويُسمى هذا النظام الذي يعطي لكل كائن حيٍّ اسمين ، اسم الجنس ، واسم النوع ، نظام التسمية الثنائية binomial nomenclature . وهو الطريقة الاصطلاحية للتسمية منذ

(*) في الطباعة باللغات غير العربية .



(شكل ١٢ - ٢) تم تنظيف هذه الصدفة لأذن البحر بعناية تامة باستعمال الحامض لإزالة أي شيء نبت فوقها ، وعندئذ يمكن دراستها لمعرفة الملامح التي تميز نوعها .

عام ١٧٥٨م عندما نشر لينيوس Linnaeus الطبعة العاشرة من كتابه بعنوان «النظام الطبيعي» (Systema Naturae) . وفي عام ١٨٩٨م شكل المؤتمر الدولي لعلماء الحيوان International Congress of Zoologists لجنةً دائمة للتسمية الاصطلاحية Commis-sion for Nomenclature قامت بإعداد «المدونة الدولية للتسمية الاصطلاحية» Interna-tional Code for Nomenclature . وتقوم هذه اللجنة بدور الحكم في تقرير الأسماء الصحيحة إذا نشأ خلاف على اسمين مقترحين لنفس الكائن الحي . وتحدد المدونة إجراءات التسمية بدءًا من العائلة family حتى النُّوَيْع (النوع الفرعي subspecies) . وتنص المدونة على ما يلي :

١ - أسماء الحيوانات والنباتات متميزة ، (ويمكن استعمال نفس اسم الجنس واسم النوع ، ولكنه ليس من المستحسن لحيوان ونبات معا) .

٢ - لا يجوز أن يحمل جنسان في مملكة الحيوان نفس الاسم ، وينطبق ذلك أيضا على نوعين في جنس واحد .

٣ - لا يتم الاعتراف بأسماء ظهرت قبل الأسماء التي أوردها لينيوس في كتابه «النظام الطبيعي Systema Naturae» ، الطبعة العاشرة ، ١٧٥٨م .

٤ - الأسماء العلمية يجب أن تكون إما باللغة اللاتينية وإما مُلَتْيَنة Latinized (أي

تستعمل فيها الألفاظ والعبارات الاصطلاحية اللاتينية) ، ويفضل كتابتها مطبوعة بالحروف المائلة .

٥ - يجب أن يكون اسم الجنس كلمة مفردة (مفرد مرفوع) مبدوءة بحرف استهلالي كبير .

٦ - يجب أن يكون اسم النوع كلمة مفردة أو مركبة مبدوءةً بحرف صغير (تكون في العادة صفة تتفق نحويًا مع اسم الجنس) .

٧ - واضع الاسم العلمي هو الشخص الذي ينشره لأول مرة في كتاب أو دورية يسهل الحصول عليه بصفة عامة ، على أن يقدم وصفًا للحيوان يمكن إدراكه بوضوح .

٨ - عند اقتراح جنس جديد ، يجب ذكر نوع النمط .

٩ - يصاغ اسم العائلة family name بإضافة المقطع IDAE إلى جذر اسم جنس النمط ، ويصاغ اسم الفصيلة الفرعية بإضافة المقطع INAE .

(شكل ١٢ - ٣) بعض الأحياء الصغيرة مثل هذه السمكة الضئيلة المتلصقة والمختبئة على قطعة من الكلب (عشب البحر البني) ، من الصعب العثور عليها في البداية ، ولكن قد يكون من السهل تمييزها لأن اللون الذي تتخذه للتمويه يجعلها متميزة .

وتسمى المجموعات الرئيسية للحيوانات شُعبًا phyla (المفرد : شعبة phylum) . ويحدد الجدول (١٢ - ١) خصائصها . والشعب الرئيسية أو الشائعة التي سنتناولها بالتفصيل ، مع تخصيص فصل كامل لكل شعبة منها ، هي : الأوليات الحيوانية - بروتوزوا Protozoa ، المساميات أو الأسفنجيات Porifera ، اللاسعات Cnideria ، المفصليات Arthropoda ، الجلد شوكيات Echinodermata ، الحبليات - كورداتا Chordata . أما الشعب المتنوعة أو التي ليست بذات أهمية كبيرة للطالب في المرحلة الحالية فسوف نتناولها في فصل واحد .

ويتضمن الجدول التالي تصنيفًا أساسيًا وغير كامل للمجموعات الهامة التي ورد ذكرها في نطاق هذا الكتاب :

الجدول ١٢ - ١

المجموعات الرئيسية للمملكتين الحيوانية والنباتية

مملكة البدائيات (المونيرا) Kingdom Monera	
هذه الكائنات الحية تنقصها الأغشية النووية ومعظم العضيَّات المرتبطة بالخلايا .	
وهي تحتوي بصفة عامة على صبغي (كروسوم) واحد فقط .	
شعبة البكتريا الحقيقية Phylum Eubacteriae	البكتريا الحقيقية
شعبة الطحالب الخضراء المزرقة Phylum Cyanophyta	الطحالب الخضراء المزرقة
مملكة الطلائيات - الأوليات (بروتستا) Kingdom Protista	
تتكون هذه الكائنات الحية من خلية واحدة (بعضها تعيش متصلة ببعض ، أي في مستعمرة) ، لها نواة وتتكاثر من خلال الانقسام الفتيلي غير المباشر mitosis .	
مجموعات شبيهة بالنبات	
شعبة الطحالب السوطية (النباتات البؤبؤية)	أشباه العيينات
Phylum Euglenophyta	Euglenoids

شعبة الطحالب الذهبية Phylum Chrysophyta	طحالب بنية ذهبية طحالب خضراء مصفرة الطحالب الدياتومية - دياتوم
شعبة الطحالب البيروية Phylum Pyrrophyta	سوطيات دوارة Dinoflagellates
مجموعات شبيهة بالحيوانات	
شعبة الأوليات الحيوانية Phylum Protozoa	حيوانات مجهرية وحيدة الخلية
طائفة السوطيات	سوطيات Flagelates
طائفة اللحميات (سركودينا)	أميبا طليقة الحركة
طائفة البوغيات	طفيليات داخلية
طائفة الهدبيات	لها أهداب

مملكة الفطر (الفطريات) Kingdom Fungi (Myceteae)

وهي كائنات عضوية غير قادرة على التمثيل الضوئي . وهي نباتات رِمِّيَّة saprobic ، أو طفيلية تمتص الغذاء من خلال غشائها الخلوي بعد هضمه خارج الخلايا .

القسم الأول - ماستيجوميكوتا Mastigomycota	- تصنف أيضا على أنها أوليات غير ذاتية التغذية - فطريات صغيرة (Molds) .
القسم الثاني - أماستيجوميكوتا Amastigomycota	فطريات حقيقية true fungi .

مملكة النبات Kingdom Plantae

تسمى هذه النباتات عادة « النباتات العليا » higher plants ، وتتكون من مملكتين فرعيتين : النباتات غير الوعائية non-vascular ، والنباتات الوعائية vascular .

النباتات غير الوعائية Nonvascular plants تشتمل على الطحالب والنباتات الحزازية Bryophyta لأن الأخيرة ليس بها نسيج وعائي (توصيلي متخصص) بتاتا ويعتبر كثير من العلماء أن هذه النباتات نشأت من الطحالب .

أما النباتات الوعائية التي تحتوي على نسيج وعائي متخصص فهي التي تحتوي على أنسجة وعائية ومنها :

Pteridophyta

Spermatophyta

a - Gymnospermae

b - Angiospermae

تحت مملكة النباتات الثالوسية Sub - Kingdom Thallophyta

تتألف هذه المجموعة من الطحالب غير الوعائية متعددة الخلايا ، والتي ينمو معظمها في الماء .

شعبة الطحالب الخضراء Phylum Chlorophyta	طحالب خضراء
شعبة الطحالب البنية Phylum Phaeophyta	طحالب بنية
شعبة الطحالب الحمراء Phylum Rhodophyta	طحالب حمراء

تحت مملكة النباتات الوعائية Sub-Kingdom Tracheophyta

تتألف هذه المجموعة من النباتات الوعائية متعددة الخلايا ، والتي يوجد معظمها فوق اليابسة .

شعبة الحزازيات Phylum Bryophyta — الحزازيات المنبطحة liverwarts والحزازيات القائمة mosses ، إلخ

شعبة اللازهريات الوعائية Phylum Pteridophyta — النباتات التريدية، السرخس Ferns ، الخ.

شعبة النباتات البذرية Phylum Spermatophyta — النباتات البذرية .

طائفة وحيدات الفلقة monocotyledonae

تشمل حشائش المياه الملحة مثل الزوستيره ، والفيلوسبادكس Phyllospadix .

طائفة ذوات الفلقتين Dicotyledonae

تشمل القرام (المنجروف) ، وpickleweed ، وإكليل الجبل الكاذب marsh rosemary .

مملكة الحيوان Kingdom Animalia

وهي الحيوانات المتعددة الخلايا metazoans . (القائمة التالية للشعب ليست كاملة ، فقد استبعدت منها الشُعب الصغيرة أو الشُعب التي لا توجد أنواع بحرية رئيسية تمثلها ، نظراً لأن نطاق هذا الكتاب محدود) .

شعبة الاسفنجيات (المباميات)
Phylum Porifera — إسفنج - لها شويكات - بحرية غالبًا .

شعبة اللاسعات جو فمعويات
Ph. Cnidaria (Coelenterata) — هدريات ، قنديل البحر ، شقائق البحر ، مرجانيات ، جورجونيات : تماثل شعاعي - لها أكياس لاسعة nemotocysts

شعبة المُشْطيات
Ph. Ctenophora — مُشْطيات combjellies ، معظمها هائمات وكلها بحرية .

شعبة الديدان المفلطحة
Ph. Platyhelminthes — ديدان مفلطحة flatworms : تناظر ثنائي جانبي .

شعبة الديدان الساحلية (النيمرتيات)
Ph. Nemertea — ديدان شريطية ribbonworms - بحرية غالبا - لها فم وشرج - نظام مغلق للدم .

شعبة العجليات
Ph. Rotifera — العجليات - قرص فموي ذو أهداب .

شعبة الديدان الخيطية (الخيطيات)	ديدان أسطوانية – قناة هضمية كاملة .
Ph. Nematoda	
شعبة الحيوانات الحزازية	مستعمرات ذات قشرة صلدة .
Ph. Bryozoa	
شعبة عَضُديَّات الأرجل	الأصداف القنديلية . الصدفة تفتح من الظهر .
Ph. Brachiopoda	
شعبة الحلقيات	ديدان مُشدَّفة (مقسمة إلى حلقات segmented)
Ph. Annelida	
طائفة عديدات الأشواك	معظم الديدان الحلقية البحرية .
Class polychaeta	
شعبة أُفْعَويَّات الذيل	الديدان المغرفية . تعيش في جحر أنبوبي على شكل حرف U .
Ph. Echiura (Echiuroidea)	
شعبة المزماريات (سيبونكولا)	دودة الفول السوداني . وهي دودة غير مجزأة (مُشَّدفة) ولها مجسات حول الفم
Ph. Sipuncula	
شعبة الرخويات	غالبًا ما تكون ذات أصداف كلسية (أصداف بحرية) . الصدفة تتكون من ١ أو ٢ أو ٨ أجزاء .
Ph. Mollusca	
طائفة ثنائيات (مزدوجات) العصب	خيتونات : صدفة من ثمانية أجزاء .
Class Amphineura	
طائفة البطنقدميات (معديات الأرجل)	يتألف جسمها غالبًا من صدفة واحدة .
Class Gastropoda	قواقع وعاريات الخياشيم .
طائفة ذوات المصراعين .	لها صدفتان – محار ملزمي .
Class Bivalvia	
طائفة زورقانيات الأرجل	أصداف سنِّيَّة – صدفة من جزء واحد .
Class Scaphopoda	

طائفة رأسيات الأرجل Class Cephalopoda	الأخطبوط والحبار . . . إلخ .
شعبة مفصليات الأرجل Ph. Arthropoda	لها أرجل متصلة وهيكل خارجي يتكون من الكيتين .
طائفة فخذيات الفم Class Merostomata	سرطانات النضوة .
طائفة العنكبوتيات Class Arachnida	عثة بحرية (عناكب برية) .
طائفة عناكب البحر Class Phycnogonida	عناكب البحر - بحرية .
طائفة القشريات Class Crustacea	معظم المفصليات البحرية - مجذافيات، الأرجل - السراطين - الروبيان . . . إلخ .
شعبة هلبيات الفك Ph. Chaetognatha	
شعبة الجلد شوكيات Ph. Echinodermata	نجوم البحر - قنافذ البحر . . . إلخ . تماثل شعاعي ، أقدام أنبوبية ، بحرية .
طائفة النجميات Class Asteroidea	نجوم البحر .
طائفة القنفذيات البحرية Class Echinoidea	قنافذ البحر ، دولارات الرمل .
طائفة قثائيات البحر Class Holothuroidea	خيار البحر
طائفة نجوم البحر الثعبانية Class Ophiuroidea	النجوم القصفة ، النجوم الثعبانية والنجوم السَّلِيَّة .

طائفة أشباه الزنبق Class Crinoidea	زنابق البحر .
شعبة أنصاف الحبليات Ph. Hemichordata	ديدان بلوطية .
شعبة الحبليات Ph. Chordata	لها حبل عصبي ظهري أنبوبي مفرد، وفتحات خيشومية في البلعوم ، وحبل ظهري في مرحلة ما من دورة حياتها .
شعبة الحبليات الأولية Subphylum Protochordata	أشكال بدائية
طائفة الذيلحبليات (حبليات الذنب) Class Urochordata	الغلاليات tunicates – السالبيات salps . (يعتبرها البعض شعبية) .
طائفة الرأسحبليات Class Cephalochordata	الرميحات lancelets . (يعتبرها البعض شعبية) .
شعبة الفقاريات Subphylum Vertebrata	أشكال متقدمة لها عمود داعم في الظهر .
طائفة اللافكيات Class Agnatha	دائريات الفم .
طائفة الأسماك الغضروفية Class Chondrichthyes	لها هيكل غضروفي . القرش والشفنين البحري Rays والخرافيات chimaeras .
طائفة الأسماك العظمية Class Osteichthyes	لها هيكل عظمي . معظم الأسماك الشائعة .
طائفة الزواحف Class Reptilia	السلاحف البحرية ، الأفاعي ، السحالي (أشكال برية كثيرة) .
طائفة الطيور Class Aves	الطيور

طائفة الثدييات	البشر ، الحيتان ، عجول البحر ، الكلاب
Class Mammalia	. . . إلخ .

والمجموعات المستخدمة في تقسيم الشعب إلى أقسام أصغر هي : طائفة Class ، رتبة order ، فصيلة / عائلة family ، جنس genus ، ونوع species . وقد تظهر مجموعات أخرى في سياق دراسة الكائنات الحية . وفي هذه الحالات يمكن أن توضع في بداية أحد التقسيمات الاصطلاحية البادئة Super بمعنى : فوق ، أعلى ، أو البادئة "sub" بمعنى : تحت أو أدنى . كما يستعمل في بعض الأحيان لفظ «قسم» division . وفيما يلي مثال لتصنيف سرطان الساحل الشرقي الذي يُسمى عادة «السرطان الأزرق» blue crab :

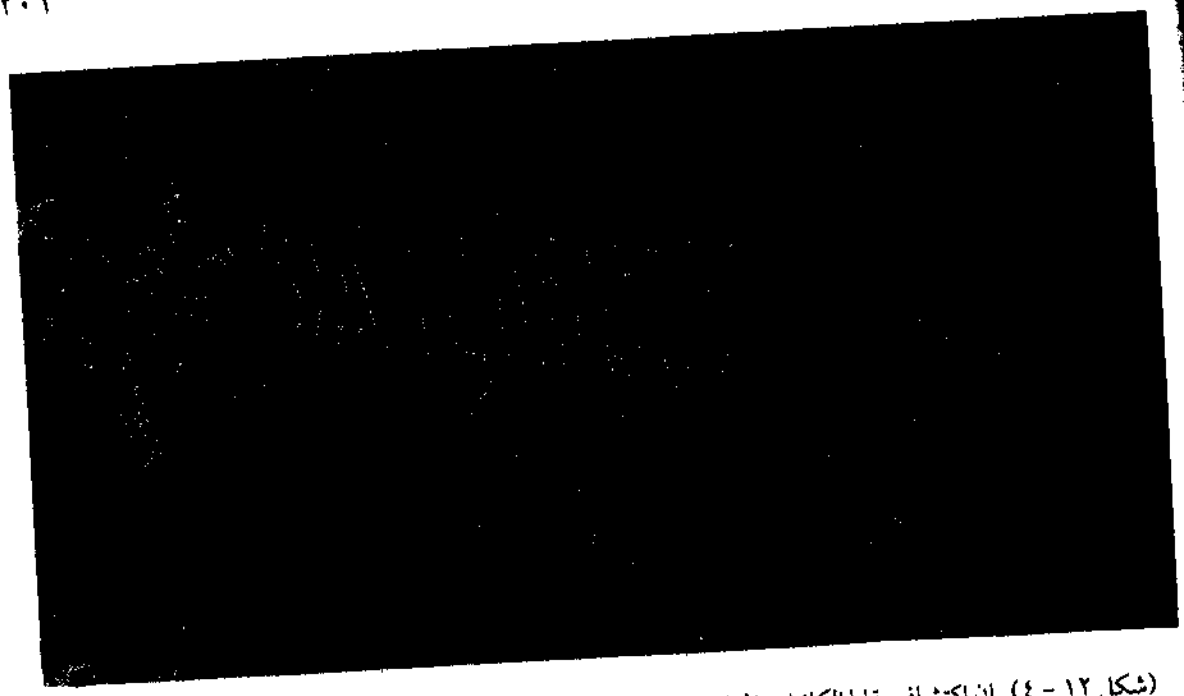
شعبة Phylum	مفصليات الأرجل Arthropoda
طائفة Class	القشريات Crustacea
طويئفة Subclass	لينات الصدفة Malacostraca
قسم Division	صدريات الصدفة Thoracostraca
رتبة Order	عشريات الأرجل Decapoda
رتيبة Suborder	قصيرات الذيل Brachyura
فوق الفصيلة Superfamily	قصيرات الأنف Brachyrhyncha
فصيلة / عائلة Family	البورتينيات Portunidae
جنس Genus	كالينكتس Callinectes
نوع Species	سابيدوس sapidus

الجدول (١٢ - ٢)

أعداد الأنواع الموجودة في كل شعبة من المملكة الحيوانية

الشعبة	العدد التقريبي للأنواع (*)
مفصليات الأرجل	٩٠٠,٠٠٠
الرخويات	٥٠,٠٠٠
الحبليات	٤٢,٨٠٠
الديدان المفلطحة	١٢,٧٠٠
الديدان الأسطوانية	١٢,٠٠٠
الحلقيات	١١,٤٠٠
اللاسعات	٩,٠٠٠
الجلد شوكيات	٦,٠٠٠
الاسفنجيات	٥,٠٠٠
الحيوانات الحزازية	٤,٠٠٠
العجليات	١,٥٠٠
النيمرتيات	٩٠٠
عضديات الأرجل	٣٥٠
سبينكولا	٣٢٥
أفعويات الذيل	١٤٠
حاملات الأمشاط	١٠٠
النصفحبليات	٨٠
هلبيات الفك	٧٠

(*) شعب مملكة الحيوان مرتبة حسب عدد الأنواع في الشعبة . وتزداد أعدادها باستمرار مع اكتشاف أنواع جديدة ووصفها . كما أننا نفقد باستمرار أنواعًا أخرى من جراء قدرة الإنسان على التغلب على بعض الأنواع .



(شكل ١٢ - ٤) إن اكتشاف بقايا الكائنات الميتة قد يساعد في تحديد التصنيف السليم لمجموعة من الكائنات ، كما يساعدنا أيضا في فهم الكثير من تاريخنا القديم .

وتدل أسماء كل مجموعة من المجموعات على الخصائص الرئيسية للمجموعة . وفيما يلي مثال لذلك نضربه من مجموعة «السرطان الأزرق» مرة أخرى :

مفصليات الأرجل Arthropoda	:	لها أرجل بمفاصل .
القشريات Crustacea	:	لها قشرة أو هيكل خارجي exoskeleton .
لينات الصدفة Malacostraca	:	لها صدفة لينة .
صدريات الصدفة Thoracostraca	:	لها صدر .
عشريات الأرجل Decapoda	:	لها عشرة أرجل .
قصيرات الذيل Brachyura	:	قسم الذيل بها قصير .
قصيرات الأنف Brachyrhyncha	:	ذات أنف قصير .
البورتينيات Portunidae	:	صفة أسطورية « إله الميناء » .
كالينكتس Callinectes	:	« السباح الجميل »
سابيدوس sapidus	:	لذيذ الطعم (طيب المذاق) .

وإنما تبدو هذه الكلمات صعبة بالنسبة لنا لأنها ألفاظ لاتينية في الأغلب والأعم ، وإن كان لها معناها في لغة التصنيف الدولية ، وهي لغة لاتينية . ورغم أنه ليس هناك من الأسباب ما يستوجب حفظ معظم هذه المصطلحات فإن أسماء الشعب مهمة وينبغي أن نحفظها عن ظهر

قلب مع الخصائص الرئيسية لكل شعبة منها . كما ينبغي حفظ بعض أسماء الطوائف في الشعب الكبرى ، وكذلك الأسماء العلمية للأنواع المحلية الشائعة ، بالإضافة إلى أسماء قليل من الأنواع الدولية المشهورة والتي لها أهميتها . ولا بد للعالم في الأحياء البحرية أن يحفظ عدة مئات من هذه المصطلحات ، أما الطالب الذي يدرس العلوم الأساسية ، أو الشخص الذي لديه اهتمام عام بهذا المجال ، فيكفيه أن يحفظ قليلا منها لكي يزداد استمتاعه بهذه البيئة المثيرة .

أسئلة للمراجعة

١ – من هم العلماء الذين بدأوا نظام التصنيف الذي نستخدمه الآن ؟

٢ – كيف يتم تصنيف الكائنات الحية ؟ اذكر الأسماء بدءاً بالمجاميع العامة إلى المجاميع الخاصة المحددة؟

٣ – ما هو نظام التسمية الثنائية ؟

٤ – ما هو المبرر للأسماء العلمية التي تُعطى للكائن الحي ؟

٥ – ما الفرق بين ملامح التشابه الوظيفي analogous وملامح التناظر التركيبي homologous ؟

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

الفصل الثالث عشر

النباتـات البحريـة

Marine Plants

تعريف المصطلحات

ألجينات : مجموعة من المركبات تستخرج من الطحالب البنية ، وتستخدم لتغليظ القوام في الأطعمة وغيرها من المنتجات. **Alginates**

أجـار : مركب يستخرج من الطحالب الحمراء ، ويستخدم مع أشياء أخرى في استنبات البكتيريا في المختبر . **Agar**

نصـل : جزء عريض مفلطح فوق الطحالب شبيه بورقة النبات . **Blade**

طحالب خضراء : شعبة الطحالب الخضراء . **Chlorophyta**

هضم خارج الخلية : غذاء يتم هضمه خارج الخلية بتمرير الانزيمات خلال الغشاء الخلوي . **Extracellular digestion**

متباين الشكل : إذا كان النابت البوغي والنابت المشيجي مختلفين . **Heteromorphic**

ماسك جذري . مُثَبِّت : الجزء من الطحلب الذي يثبت التربة ويثبت النباتات . **Holdfast**

متماثل الشكل : عندما يكون النابت البوغي والنابت المشيجي متشابهين. **Isomorphic**

أشنة : علاقة تكافلية بين طحلب وفطر ، تنتج كيانًا جديدًا . **Lichen**

ماكروسستس : أحد الطحالب العملاقة وقد يزيد طوله على ١٠٠ قدم . **Macrocystis**

أوزون : أكسجين في الحالة O_3 ، وهو يرشح الأشعة فوق البنفسجية الضارة . **Ozone**

الطحالب البنية : شعبة الطحالب البنية . **Phaeophyta**

الطحالب الحمراء : شعبة الطحالب الحمراء . **Rhodophyta**

سارجاسَّام : نوع رئيسي من الطحالب البنية يوجد في المياه الدافئة . **Sargassum**

سيلكا : مركب شبيه بالزجاج يوجد في الدياتومات . **Silica**

سويقات (ساق) : الجزء من الطحلب الكلْب (عشب البحر البني) بين النصل والقاعدة . **Stipes**

ثالوس : جسم نباتي ليس له جذور أو سوق أو أوراق مثل الطحالب . **Thallus**

عشبة الأنقليس . زوسترا : أحد الأنواع الأكثر انتشاراً من حشائش البحر ، واسمه الشائع عشبة الانقليس eel grass . **Zostra**

هناك طرق عديدة لتمييز النبات عن الحيوان ، ولكن أيًا من هذه الطرق لا يصلح في كل مرة . فإذا كانت الخلية لها جدار يحتوي على سليلوز ، فإنها تعتبر في معظم الحالات نباتًا . وإذا كانت الخلية تحتوي على كلوروفيل فإنها تعتبر من النبات أساسا . وإذا لم تتحرك عندما تلمسها ، فإنها قد تكون نباتا . وإذا كانت تكون غذاءها بالتمثيل الضوئي أو الكيميائي فإنها نبات بصفة عامة . وبوسعنا أن نستمر في الوصف على هذا النحو ، ولكني أعتقد أنك قد عرفت المقصود الآن . فالنباتات والحيوانات وأيُّ كائن عضوي آخر ، رغم أنها تختلف عن بعضها البعض ، إلا أنها جميعًا متشابهة تمامًا بحيث لا توجد قواعد صارمة أو مؤكدة لوصفها .

كانت النباتات من أوائل الكائنات الحية التي وُجدت على الأرض . ومن خلال عملية التمثيل الضوئي ، كوَّنت النباتات بيئة من الأكسجين لكي تنمو فيها الحيوانات . وقد اتحد هذا الأكسجين الطليق أيضا من الحالة (O_2) – وهي الهيئة التي يكون عليها معظم

الأكسجين الذي تستهلكه الحيوانات - إلى الحالة (O_3)، أو على هيئة الأوزون Ozone الذي يرشح الأشعة فوق البنفسجية عند مرورها خلال غلافنا الجوي . وهذه الأشعة فوق البنفسجية تلحق التلف بخلايا معظم الكائنات الحية إذا لم يتم ترشيحها ، ويهتم العلماء حاليًا بتناقص طبقة الأوزون فوق المناطق القطبية من الأرض ويتساءلون : هل يتسبب تلوث الهواء في تحطيم طبقة الأوزون ؟ لا نعرف على وجه اليقين ، ولكن يتعين علينا أن نتأكد من ذلك بأسرع ما يمكن ، لأن هذا الأمر يمكن أن تترتب عليه كوارث كبرى .

مملكة البدائيات (المونيرا) Kingdom of Monera

يضع علماء التصنيف البكتريا الحقيقية والطحالب الخضراء المزرقة معًا في هذه المجموعة لأنهما يتشابهان من حيث أنهما لا يحتويان على نواة ، ويحتويان على صبغي (كروموسوم) واحد فقط . فهما يتكونان من خلية واحدة من نمط الخلية البدائية النواة Prokaryotic . (Pro معناها قبل ، بدائي ، Karyotic معناها : نواة) . وهذا هو النمط الأول للحياة على الأرض ، والذي يوجد لدينا عليه دليل . فقد ظلت هذه الصور الأحيائية نشطة طوال مدة تقرب من أربعة بلايين ونصف البليون من السنين . وهذا ما نعرفه من تاريخ الحفريات . ولن ندخل في أية تفاصيل بخصوص هذه المجموعة سوى القول بأنها تمثل جزءًا مهمًا في السلسلة الغذائية food chain لكثير من الكائنات (الأحياء) القاعية ، فهي تكوِّن الغذاء المتاح في بعض الأحيان التي لا يتوافر فيها الشيء الكثير من أي غذاء آخر .

مملكة الطلائيات (البروتستا) Kingdom Protista

إن جميع الكائنات الحية التي تحدثنا عنها فيما سبق ، باستثناء البدائيات (المونيرا) ، ذات تكوينات خلوية من نمط الخلية حقيقية النواة eukaryotic . ومن ثم لا يمكن أن نستخدم هذه السمة في التمييز بين هذه الكائنات . إلا أنه يمكننا أن نستخدم - في هذا الغرض - حقيقة أن الكائن العضوي يتكون من خلية واحدة . ويشمل هذا العالَم الأوليات الحيوانية (البروتوزوا) Protozoa (حيوانات أحادية الخلية) ، سوطيات دوارة dinoflagellates ، والطحالب أحادية الخلية . وسنتناول الأوليات الحيوانية (بروتوزوا)

والسوطيات الدوارة في أحد الفصول التالية، أما في هذا الفصل فسنقصر حديثنا على الطحالب . تتألف الطحالب أحادية الخلية من الطحالب البنية الذهبية golden brown ، والطحالب الخضراء المصفرة، والدياتومات . وتكوِّن هذه الطحالب الثلاثة شعبة النباتات الذهبية Chrysophyta . كما يوجد في هذه المملكة أيضا السوطيات الدوارة من شعبة الطحالب البيروية Pyrrophyta . ويصنف كثير من العلماءالسوطيات الدوارة أيضًا على أنها تدخل ضمن الأوليات الحيوانية (البروتوزوا) ، وسوف نتناولها فيما بعد . ويعد أفراد شعبة النباتات في غاية الأهمية في مجموعة الهائمات لأنهم يمثلون بمفردهم تقريبًا قاعدة سلسلة الغذاء من الهائمات .

الطحالب الدياتومية (الدياتومات) Diatoms

هناك نحو من اثني عشر ألفا من أنواع الدياتومات الحية ، وخمسين ألفًا أو يزيد من الأنواع المنقرضة . فقد تم تحديد ٣٦٩ نوعًا منها في عينتين صغيرتين نسبيًا من الطين أُخذتا من المياه المغمورة أمام بوفورت Beaufort في كارولينا الشمالية . وهذا دليل على مدى وفرة الدياتومات في واقع الأمر . والدياتومات لها أصدافٌ من السليكا المتلألأة (الأوبالينية opaline) المتبلمرة . وتتكون صدفة معظم أشكالها من جزئين مما يتيح لها التمدد [انظر الشكل (٧ - ٦)] . وهي تتكاثر تكاثرًا جنسيًا ولا جنسيًا على السواء ، وبعض الأنواع القاعية لا تقوم بعملية التمثيل الضوئي ، وإنما تمتص غذاءَها . وقد فقدت بعض الأنوع أصدافها بالكامل وتعيش عيشة تكافلية في أنواعٍ من الأوليات المثقبَّات أو المنخربات foraminifera protozoans حيث يساعد الدياتوم في تكوين الغذاء لشريكه . إلا أن معظم الدياتومات من الهائمات (صور الحياة البحرية الهائمة) في عُرض المحيط pe-lagic وتكوِّن القاعدة الرئيسية لدورة الطاقة البحرية .

الطحالب البنية الذهبية Golden-Brown Algae

الطحالب البنية الذهبية مفرطة في التكاثر باعتبارها من الهائمات الدقيقة . ونظرًا لأنها متناهية في الصغر ، فلم يكن من المعتقد أن لها أهمية كبيرة حتى عهد قريب عندما تم ابتكار وسائل أفضل لجمع الهائمات الدقيقة . وبعد استخدام هذه الوسائل الجديدة في

جمع الهائمات تبين أن الطحالب البنية الذهبية مصدرٌ رئيس للغذاء في مجتمع الهائمات البحرية .

الطحالب الخضراء المصفرة Yellow-Green Algae

وهي مجموعة صغيرة نسبيًا تضم حوالي ٤٥٠ نوعًا ، وهي في غالبيتها من الكائنات الحية التي تعيش في الماء العذب ، وأحد هذه الأنواع وهو الفاوشيريا Vaucheria - واسمه الشائع «لباد الماء» water felt بسبب شكله الطبيعي - ينمو على الشواطئ الطينية mud flats في مناطق المد والجزر . ولديه قدرة شديدة على تحمل التعرض للهواء .

مملكة الفطريات Kingdom Fungi

الفطريات fungi نباتات غير ذاتية التغذية heterotrophic تفرز إنزيمات خلال الغشاء البلازمي ، وتهضم الغذاء خارج الخلية (هضم خارج الخلية extracellular digestion) ثم تمتص المادة المهضومة وتعيدها إلى السيتوبلازم من خلال الغشاء البلازمي . وليست لديها وسيلة للتحرك . وتتكاثر بإنتاج الأبواغ spores . ولا يوجد منها في الماء الملح سوى ما يقرب من ٥٠٠ نوع فقط . وجميع هذه النباتات صغيرة جداً يتراوح طولها من ١ - ٣ ملليمترات ، وهي تلعب دوراً مهمًا جنبًا إلى جنب مع البكتيريا في تحلل المادة الميتة في البيئة . وعندما يتحد فطر مع طحلب فإن الكائن العضوي الجديد المركب منهما يسمى أشنة Lichen ، ويمثل ذلك اتحاداً تبادليًا بين كائنين عضويين لاحداث تقسيم للعمل . فالطحلب ينتج الغذاء والفطر يكون غطاءً واقيًا يحمي الطحلب من الجفاف والذبول عندما يتعرض للهواء ، وهذا الوضع يتيح للاثنين أن يعيشا داخل منطقة المد والجزر عندما تقل المنافسة التي تواجههما .

مملكة النبات Kingdom Plantae

مملكة النبات Kingdom Plantae هي النباتات متعددة الخلايا ، وتتألف من تحت مملكتين رئيسيتين subkingdoms ، هما : تحت مملكة الثالوسيات Thallophyta التي يتركز عليها اهتمامنا لأن هذه النباتات تكوّن «الطحالب البحرية seaweeds» في العالم ، وتحت مملكة النباتات الوعائية Tracheophyta التي لا يوجد منها نباتات بحريّة كثيرة ،

لأن معظمها نباتات بريَّة .

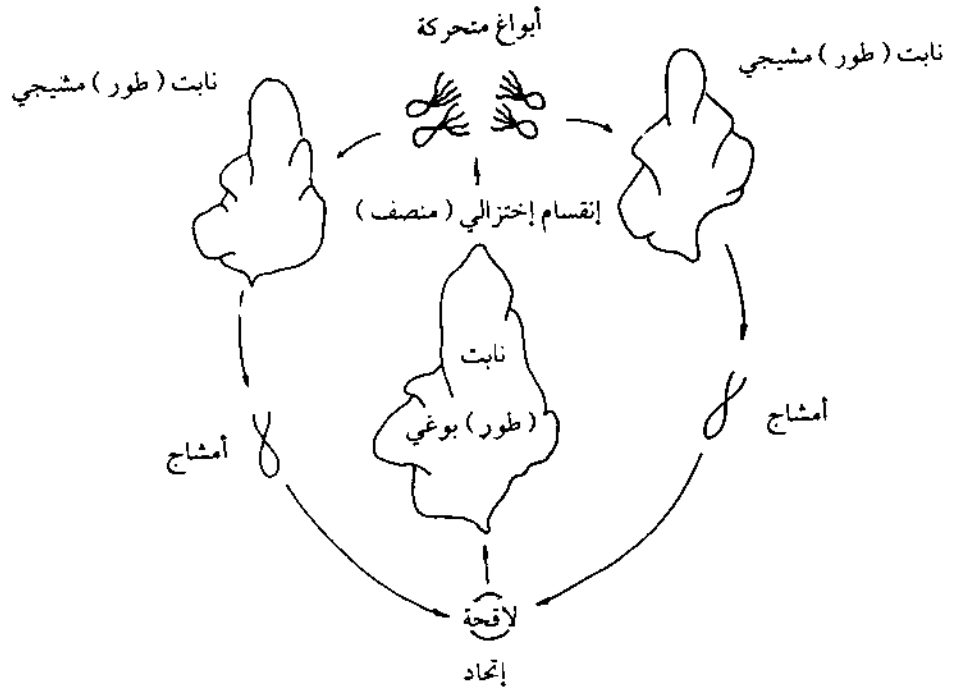
تحت مملكة الثالوسيات Subkingdom Thallophyta

الطحالب الخضراء Chlorophyta ، والطحالب البنية Phaeophyta ، والطحالب الحمراء Rhodophyta هي النباتات الرئيسية في معظم البيئات البحرية الضحلة . وهي كلها من نباتات التمثيل الضوئي ، وتوجد بصفة عامة بالقرب من الشاطئ أو على الضفاف الرملية ذات المياه الضحلة .

الطحالب الخضراء Chlorophyta

هناك أكثر من ٧٥٠٠ نوع من الطحالب الخضراء المعروفة لنا ، وتتراوح في حجمها من الأنواع المجهرية دقيقة الحجم إلى الأنواع التي يربو طولها على ٢٥ قدمًا ، وتوجد في المياه العذبة والملحة كما توجد على اليابسة .

والجنس كوديوم *Codium* شائع على كلٍ من الساحل الغربي (كوديوم فراجيل *C. fragile*) وعلى الساحل الشرقي (كوديوم ديكوتومام *C. dichotomum*) للولايات المتحدة الأمريكية . وقد شاعت تسميته «العشب الإسفنجي»sponge weed بسبب مظهره . ومن الأجناس الشائعة (أيضا جنس أولڤا *Ulva* ، ويسمى «خس بحري» sea lettuce وقد يصل طول طحلب أولڤا إلى عدة أقدام وعرضه نصف هذا الطول ، ولكن سمكه لا يتعدى خليتين اثنتين فقط . وهذا الجسم النباتي الثالوسي thallus النحيل يصلح تماماً للفحص المجهري ، إذ يمكن بسهولة مشاهدة النشاط الذي يحدث داخل الخلية الحية . والواقع أن دورات حياة life cycles بعض هذه الطحالب جديرة بالاهتمام والمشاهدة لأنها توضح تناوب أو تعاقب الأجيال alternation of generations . فهذا الكائن الحي ينتقل من طور ثنائي، الصبغيات stage diploid الذي يكوِّن أبواغًا حيوانية (سابحة) zoo-spores تنمو وتتطور إلى طور مفرد الصبغيات haploid ينتج بدوره أمشاجًا gametes تتحد مع بعضها لتكون لاقحة (زيحوت) zygote ، تنمو وتعطي نباتًا مزدوج الصبغيات لكي يبدأ الدورة من جديد . وهذه الدورة الحياتية نراها في أولڤا [انظر الشكل (١٣ -٢)].



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

الطحالب البنية Phaeophyta

يقرب عدد أنواع هذه المجموعة من ١٥٠٠ نوع ، وكلها بحرية تقريبًا ، وهذه الأنواع هي أبرز النباتات الظاهرة للعيان في مناطق المد والجزر في محيطات المياه الباردة في العالم. وحتى في المياه الدافئة ينمو فيها جنس السارجاسام *sargassum* نموًا جيدًا وينتشر هناك . وتعتبر أعشاب ماكروسستس *Macrocystis* من أضخم أعشاب البحر البنية التي تسمى القحلة أو الكلْب Kelp ، وقد عُرف عنها أنها قد تصل في نموها إلى طول يبلغ عدة مئات من الأقدام . وترتبط بالقاع بماسك جذري أو مثبت holdfast ، ولها عنق يسمى سُوَيْقة stipe ، وجزء شبيه بأوراق النبات يسمى نصل blade . ويتكاثر معظمها من خلال تعاقب الأجيال . ومن الأجناس الشائعة إضافة إلى الأجناس السابق ذكرها : نيريوسستيس *nereocystis* ، فيوكس *Fucus* ، اللامينايا *Laminaria* ، اكتوكاربوس *Ectocarpus* .

(شكل ١٣ - ٢) صورة نبات كامل من القُحْلة / الكلب (من جنس ماكروسستيس) اقتلعته إحدى العواصف من القاع ودفعت به إلى الشاطئ . وسوف تستفيد منه كثير من الكائنات الصغيرة التي تتخذ من جسمه المتحلل مسكنا وطعاما ، فلا يتبدد منه شئ .

الطحالب الحمراء Rhodophyta

الطحالب الحمراء أكثر تكيفًا مع المياه الدافئة من تكيفها في معظم المياه الأخرى . وتوجد أنواع قليلة منها - يقرب عددها من المائة نوع أو نحو ذلك - في المياه العذبة ، ولكن لدينا أكثر من ٤٠٠٠ نوع تعيش في المياه الملحة . ويوجد من الطحالب البحرية الحمراء أكثر مما يوجد من جميع فئات الطحالب الأخرى مجتمعة . وهي معقدة في تركيبها وفي دورات حياتها . ومن أبرز الخصائص الرئيسية لهذه المجموعة عدم وجود مريكز (سنتريول) في خلاياها . وتحتوي الطحالب الحمراء على صبغات تميل إلى الحمرة وهي التي تضفي عليها هذا الاسم ، وهذه الصبغة حساسة للجزء من الطيف الضوئي الذي ينغلغل في أعماق الماء أكثر من الأطياف الأخرى ، مما يتيح للطحالب

الحمراء أن تعيش في أعماق أبعد مما تعيش فيه جميع الطحالب الأخرى ، إذ يعيش بعض هذه الطحالب عند عمق يصل الى ١٥٠ متراً . وتستطيع بعض الأنواع أن تودع كربونات الكالسيوم في جدران خلاياها وأن تسهم في بناء الشعاب المرجانية . وتسمى هذه الأنواع طحالب مرجانية coralline algae .

ومعظم هذه الأشكال لها تعاقب للأجيال تبدو فيها كل من الأطوار البوغية sporo-phyte والمشيجية gemetophyte متشابهة . ولذلك يقال إنها متماثلة الشكل isomor-phic . أما إذا اختلفت هذه الأطوار فيقال إنها متغايرة الشكل heteromorphic . وتخزن جميع الطحالب الحمراء الغذاء داخل الخلايا على هيئة «نشا فلوريدي» Flori-dean starch ، وهو عبارة عن كربوهيدرات غير قابلة للذوبان وتعتبر من الخصائص التي تتميز بها الطحالب الحمراء .

الاقتصاد والطحالب

يجري جمع الطحالب وزراعتها منذ قرون بعيدة . وهناك آلاف من الناس يعملون في أعمال تتعلق بزراعة طحلب أحمر واحد وهو بورفيرا *Porphyra* ، ويسمَّى ناتج هذه الزراعة نوري nori ، وهو من العناصر الشائعة في طعام كثير من الشعوب التي تعيش على حافة المحيط الباسفيكي الشمالي . كما يجري جمع جنس الماكروسستيس *Macrocystis* من أعشاب الكلْب العملاقة من أجل إنتاج الألجينات alginates التي تُستخدم كعوامل تغليظ في مئات المنتجات ابتداءً من الطعام إلى الورق . وتستخدم مادة الأجار agar ، التي تستخلص من الطحالب الحمراء ، في صنع الكبسولات التي تغلف بها العقاقير والفيتامينات وفي استنبات البكتيريا في المختبرات ، وفي صنع الجل gel الذي يُعمل منه الهُلام (الجلاتين) ، كما يُستخدم في مئات الاستعمالات الأخرى على هذه الشاكلة . وتستخرج مادة الكراجنيان carrageenan - وهي مادة شبيهة بالأجار - من الطحالب الحمراء الشائعة من جنس ايوكيما ايسيفورم *Eucheuma isiforme* الموجود في فلوريدا . إن معظم الطحالب المزروعة في الوقت الحالي توجد في الشرق ، ولكن العالم الغربي بدأ يتعلم تدريجيا طريقة زراعتها والإمكانات الاقتصادية التي تنطوي عليها هذه الأحياء البحرية .

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

تحت مملكة النباتات الوعائية Subkingdom Tracheophyta

هناك عدد قليل جداً من النباتات البذرية التي يمكن أن تسمى نباتات بحرية ، ومن أوسعها انتشاراً على كل حال جنس الزوستيرا *Zostera* أو عشبة الانقليس eel grass . وينمو هذا النبات في المياه الهادئة أساسًا . وهو بمثابة مرشح ضخم لترسيب الطين أثناء جريان مياه الأنهار في مصباتها ، ثم تموت أزهار عشبة الانقليس في الصيف . وتساعد النباتات الميتة على تخصيب المياه . وقد حدثت تغيرات شديدة في البيئة في الأماكن الذي أدى التلوث فيها إلى القضاء على مجتمع عشب الانقليس فيها ، فقد حدثت

أشياء كثيرة ابتداءً من اختفاء مصايد الأسماك حتى ترسب الطين في مرفأ المنطقة .

ومن النباتات المزهرة الأخرى التي تُعد «حشائش بحرية» sea grasses كما هو الحال **بالنسبة** لعشبة الانقليس ، نبات هالوفيلا *Halophila* الذي يوجد بصفة رئيسية في **الجزر** الواطئة المقابلة لفلوريدا Florida Keys ، والفيلوسبادكس *Phyllospadix* أو «عشب الزَّبَد» surf grass الذي يوجد على امتداد ساحل الباسيفيكي بأكمله ، والتالاسيا *Thalassia* أو «عشب السلحفاة» turtle grass الموجود في المياه الضحلة الشاسعة بفلوريدا ، وسيرنجوديوم *Syringodium* أو «عشب خروف البحر» manatee grass المنتشر على الساحل الجنوبي الشرقي من فلوريدا حتى لويزيانا ، ودبلانتيرا *Di-planthera* الذي يوجد في المنطقة الممتدة من الجزء الجنوبي من فلوريدا في اتجاه الجنوب .

لم يبق إلا أن نضيف إلى هذه الأعشاب البحرية أشجار القرام (المنجروف) وبذلك نكون قد حصرنا جميع النباتات البحرية المزهرة التي تنمو في منطقتنا من نصف الكرة الشمالي . وأشجار المنجروف كائنات حية دالة على البيئة الاستوائية . ويعتبر الساحل الجنوبي لفلوريدا من أروع الأمثلة على مستنقع حقيقي لأشجار القرام , إذ تبلغ مساحته المئات من الأميال المربعة ، وفي جذورها المتشابكة تعيش كائنات حية لا توجد في أي مكان آخر . وينمو ثلاثون نوعًا أو أكثر من هذه الأشجار حول العالم ، وبعضها يستطيع أن يعيش في أعماق أبعد مما تستطيعه أنواع أخرى ، مما يساعد على تقليل جانب من التنافس بينها على الحيز المكاني . ونظرًا لأن الجذور في حاجة إلى التعرض للهواء (التهوية) ، فإن الجذور الهوائية للمنجروف تساعدها في الحصول على الهواء عندها ينحسر المد . وبعض هذه الجذور ينمو إلى أعلى ويخرج من الطين لكي يصل إلى الهواء . فهذه الأشجار نباتات تكيفت على نحو ممتاز مع البيئة البحرية تكيفًا تامًا .

أســـئلـة للمراجعـة

١ - لماذا يصعب التمييز بين الأحياء النباتية والأحياء الحيوانية ؟

٢ - ما هما المملكتان اللتان تتألفان من كائنات حية أحادية الخلية ، وكيف تختلفان ؟

٣ - ما هي التغييرات في مجال العلوم والتي جعلت الطحالب البنية الذهبية تحظى باهتمام العلماء؟

٤ - ما هو الجانب البالغ الأهمية في الجواب عن السؤال رقم (٣) ؟

٥ - أي مجموعة من الطحالب تحتوي على : - أكبر عدد من الأنواع ؟

- أضخم النباتات ؟

٦ - ما أهمية « الأعشاب البحرية » ؟

الفصل الرابع عشر

الأوليات الحيوانية (بروتوزوا)

Protozoa

تعريف المصطلحات

تكيُّس : قدرة الكائن الحي على تكوين طبقة واقية حول نفسه لتتحمل التغيرات الصعبة في البيئة . **Encyst**

غرين جلوبيجريني : أحد الأنواع الرئيسية للرسوبيات التي توجد فوق قاع المحيط . وتتكون من أصداف الكائنات العضوية من جنس جلوبيجرينا Glopigerina . وهذه الرواسب غنية بالكالسيوم . **Globigerina - Ooze**

درع . درقة : الهيكل الخارجي الشبيه بالصدفة للكائنات الحية من مجموعة تنتنيدس Tintinnids . **Lorica**

أرجل كاذبة . مزاحف : امتدادات من جسم جذريات الأرجل، تسمى غالبًا «أرجل كاذبة» . **Pseudopodia**

غرين الشعاعيات : غرين راديولاريتي . رواسب توجد في أعماق المحيط (تحت ٣٦٠٠ متر) ويتكون من أصداف السليكا للشعاعيات . **Radiolarian - Ooze**

المد الأحمر . احمرار المياه : حالة يحدثها وجود مجتمع كثيف للغاية من الهائمات ، والأغلب أن تحدثه السوطيات الدوارة . **Red tide**

زوكزانثللي : طحالب تحيا غالبًا داخل كائن حي آخر في علاقة تكافلية عادة . **Zooxanthellae**

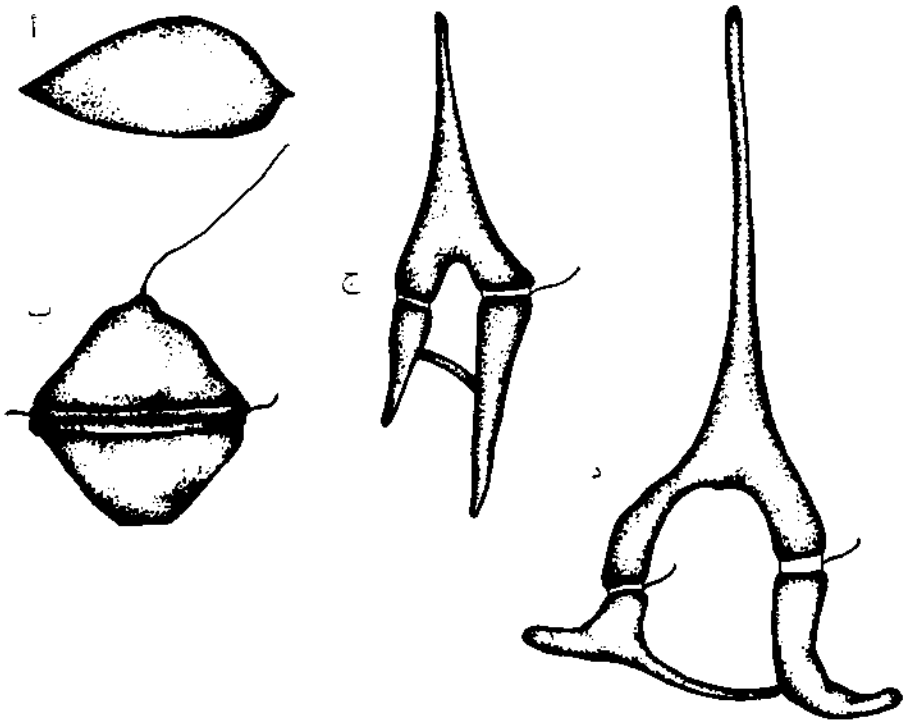
الأوليات الحيوانية (كلمة protozoa تتألف من مقطعين ، الأول proto بمعنى : أول ، والثاني zoa بمعنى : حيوانات) ، عبارة عن حيوانات مجهرية توجد في جميع المناطق التي يمكن أن تنشأ فيها حياة . كما أنها واسعة الانتشار في نوع مفرد موجود في كل أنحاء العالم . وكثير من هذه الأوليات الحيوانية لديه القدرة على التكيّس encyst ، أو تكوين غطاء شبيه بالصدفة فوق أجسامها ، وبذلك تستطيع مواصلة الحياة خلال فترات الجفاف التي تقضي على معظم الكائنات الحية الأخرى . والخاصية الرئيسية التي تتميز بها هذه الأوليات أنها تتكون من خلية واحدة فقط . وتنقسم هذه الكائنات وحيدة الخلية إلى خمس مجموعات فرعية subgroups أو طوائف classes . وأول هذه الطوائف من السهل تمييزها لأنها كلها طفيليات parasitic وليس لديها وسيلة للحركة . وتسمى هذه المجموعة طائفة البوغيات (الجرثوميات) Sporozoa . ومن المعتقد أن البوغيات هي أوسع الطفيليات الحيوانية انتشاراً ، وهي التي تسبب بعض الأمراض التي تصيب الإنسان مثل الملاريا ، ولكنها أقل أهمية وخطراً في البحر رغم أنها تتطفل على الحيوانات البحرية أيضا .

والمجموعة الثانية هي طائفة الهدبيات الماصة Suctoria . وتتميز هذه الطائفة الصغيرة بأنها تلتصق من خلال ساق (سويقة) بالطبقة التحتية وتتغذى باستخدام لوامس tentacles تمتص البروتوبلازم ، أو سائل الحياة ، من الحيوانات الأولية الأخرى التي تمسك بها . وهي كائنات ضئيلة مثيرة للاهتمام لأنها تأكل حيوانات تبلغ في حجمها عدة أضعاف حجم هذه الكائنات ، ولكنها ليست بذات أهمية كبيرة في دراسة الحياة البحرية . والطوائف الثلاث الباقية تستحق أن نعرض لها بمزيد من التفصيل ، وهي : الهُدْبيَّات Ci-liata ، جذريات الأرجل Rhizopods ، السوطيات Flagellata .

طائفة الهُدْبيَّات Class Ciliata

تتميز طائفة الهدبيات بأنها مزودة بأهداب شعرية الشكل طوال حياتها . وتستخدم

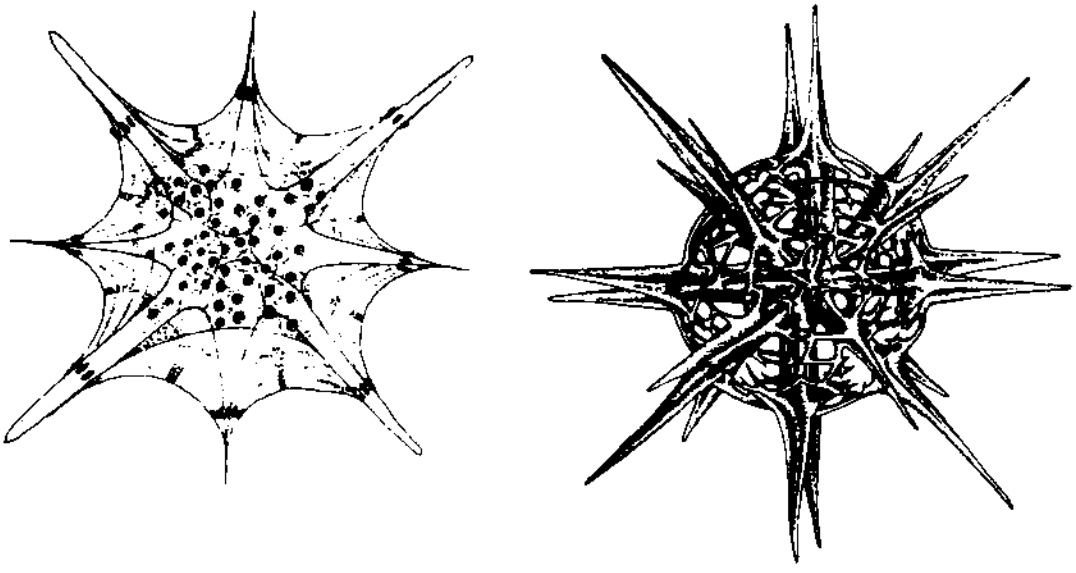
هذه الأهداب لتساعدها على التحرك في الماء وفي اصطياد الغذاء ، أو قد تستخدمها في بعض الأحيان لمجرد إحداث تيار دوراني من أجل التنفس .



A . Prorocentrum Micans	أ - بروروسنترام ميكانز
B. Goniaulax Polyedra	ب - جونيالوكس بوليدرا
C. Ceratium Furca	جـ - سيراشيم فوركـا
D. Ceratium Tripos	د - سيراشيم تريبـــوس

(شكل ١٤ - ١) أشكال نمطية لثنائيات الأسواط في «المد الأحمر» على الساحل الغربي .

وهناك فصيلة من فصائل الهدبيات وهي فصيلة تنتنيدس Tintinnids كلها تقريبا بحرية ، وتتميز بأن لها غلافًا كيتينيًا أو كيتينيًا كاذبًا peseudochitinous أو chitinous تفرزه حول نفسها . وتسمى هذه الأغلفة درقات lorica ، وهي تختلف في كل نوع ، وهي بمثابة السمة المميزة الرئيسية لتعيين هوية الكائن الحي . وقد لا تصبح الدرقة واقية بطبيعتها لأن بعض الأنواع التي لا تفرز درقات تبدو ناجحة تمامًا كتلك الأنواع التي لديها درقات . وهذه المجموعة تستحق الذكر بحكم وفرتها العددية الشديدة ، ولأنها من

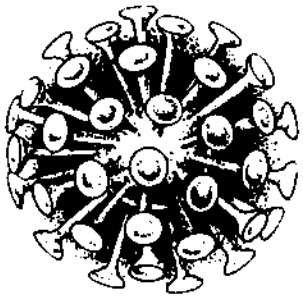


(شكل ١٤ - ٤) شكلان نموذجيان للشعاعيات .

ooze وليس الغرين الجلوبيجريني . ويوجد هذا الغرين الراديولاريتي بصفة عامة في الأعماق التي تزيد على ٣٦٠٠ متر . ويغطي ٣٨,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع (١٤,٦٠٠,٠٠٠ ميل مربع) بالمقارنة إلى حوالي ١٢٦,٤٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع (٤٨,٥٠٠,٠٠٠ ميل مربع) يغطيها الغرين الجلوبيجريني . ومن الخصائص المميزة التي تستحق الاهتمام في واحد من الشعاعيات ، وهو جنس الشائكات *Acantharia* ، أن هيكلها ليس من السليكا وإنما من كبريتات السترنشيوم strontium sulfate . وعنصر السترنشيوم لا يكاد يستدل على وجوده في مياه المحيطات ، ومع ذلك فإن هذا الكائن الحي قادر على استخلاصه وتركيزه لكي يكوّن منه هيكلاً . وكثير من الأحياء (الكائنات) البحرية لديها القدرة على استخلاص وتركيز العناصر التي تحتاج إليها من بيئتها . وقد يصبح لهذه الحقيقة أهميتها يوما ما بالنسبة للإنسان عندما يتعلم كيف يستخرج هذه العناصر من الكائنات الحية .

طائفة السوطيات Class Flagellata

إن طائفة السوطيات جديرة بالاهتمام لأسباب عديدة ، من أهمها تصنيفها الأساس . فعلماء الحيوان يعتبرون السوطيات من الحيوانات لأنها تتحرك وتقوم بنشاط يشبه نشاط

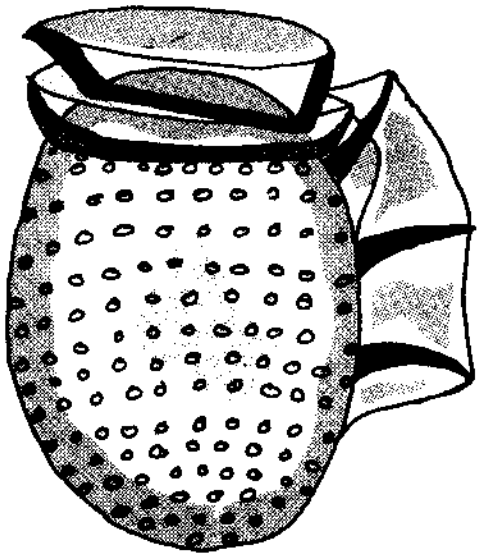


(شكل ١٤ – ٥) حاملة كريات حجرية نموذجية .

الحيوان مثل ابتلاع الحيوانات الأخرى والتغذي بها . أما علماء النبات فيعتبرونها نباتات لأنها تحتوي على صبغات pigments تمكنها من تكوين الغذاء من الضوء مثلما يفعل النبات ، وكذلك لأنها تفرز مادة من النوع النباتي تسمى السليلوز ، لتتخذ منها غطاءً واقيًا لها . وبدلا من وضع هذه المجموعة ضمن الأوليات الحيوانية (البروتوزا) ، يمكن إدراجها تحت شعبة الطحالب البيروية pyrrophyta ضمن طائفة الطحلبيات الدوارة Dinophyceae . وهذا التصنيف يجعلها من الطحالب . وقد وضعناها في هذا الباب تحت الأوليات الحيوانية من قبيل التيسير أكثر من أي سبب آخر . ويسميها بعض الأساتذة المعلمون الحيوانات النباتية plantamals . ويعنينا في هذا المقام تأثيرها على البيئة ، أكثر مما يعنينا وضعها الصحيح من ناحية التصنيف .

ومن بين المجموعات العديدة للسوطيات ، نجد أن أهم المجموعات البحرية هي السوطيات الدوّارة Dinoflagellates التي تتميز بأنها ثنائية السوط . وتكوّن هذه الكائنات الصغيرة جزءًا كبيرا من الهائمات ، كما أنها جزء مهم في السلسلة الغذائية الرئيسية أو نظام انتقال الطاقة . وقلة منها تكوّن سمًا قلويًا يركزه بعض المحار مثل الميدية (بلح البحر mussel) ، ويشكل خطورة على البشر الذين يأكلون لحم الميديات . ولهذا السبب يفرض حجر صحي على الميديات في بعض المناطق في الفترة التي تكثر فيها السوطيات الدوّارة . وفي الوقت الذي يشتد فيه الازهرار bloom بصفة خاصة والذي تشتهر به بعض الأنواع (*Goniaulax polyhedra* ، والعاريات الدوامة *Gymnodinium breve*) ، يكتسي الماء بلون أحمر نتيجة لوجود صبغ أحمر في الكائنات وتركز عدد

كبير منها ، وتسمى هذه الحالة عادة «المد الأحمر» (احمرار المياه) red tide . وهذا التجمع الكبير للسوطيات الدوّارة والأنواع المرتبطة بها يفرز سمًا في الماء ، كما أنه قد يستهلك معظم الأكسجين الموجود في الماء مما يؤدي إلى موت الأسماك الموجودة في المنطقة نتيجة لتجمع هذه العوامل .



(شكل ١٤ - ٦) رسم مكبر تكبيراً شديداً لسوطية دوّارة من جنس *Dinophysis recurva* الذي يوجد في البحر الأبيض المتوسط ، والمحيط الأطلنطي ، وبحر المرجان Coral Sea .

أسئلة للمراجعة

١ - ما هي الطوائف الخمسة للأوليات الحيوانية (البروتوزوا) ؟

٢ - ما هي وظيفة الأرجل الكاذبة ؟

٣ - لماذا يهتم علماء الجيولوجيا (الجيولوجيون) بالمثقبات ؟

٤ - ما هو الكائن الحي الذي يستخدم في الدلالة على درجة حرارة البحار القديمة ؟

٥ - لماذا تعتبر السوطيات الدوّارة مهمة بالنسبة للإنسان ؟

(شكل ١٥ - ١) اسم المساميات (البوريفيرا Porifera) معناه « المثقبات » . ومن هذه اللقطة المصورة عن قرب يتضح لنا السبب في هذه التسمية .

الفصل الخامس عشر

المساميات (الإسفنجيات) (البوريفيرا)

Porifera

تعريف المصطلحات

خلية أميبية : خلية وظيفتها نقل الغذاء والفضلات ونتاج التكاثر . . إلخ داخل النسيج الإسفنجي من مكان لآخر بالتحرك خلال النسيج المتوسط mesenchyme . **Amoebocyte**

خلايا مطوقة . (تسمى أيضا collar cells) : هذه الخلايا تبطن الممرات التي يدخل منها الماء إلى الإسفنج ، وهي تنقل الماء وتبتلع الغذاء . **Choanocytes**

خلايا البشرة : الخلايا الخارجية التي توفر الوقاية للإسفنج مثل « الجلد » . **Epidermal cells**

خنثوي : تحمل كلاً من المناسل الذكرية والأنثوية . **Hermaphroditic**

نسيج متوسط : مادة جلاتينية غير حية توجد بين طبقات الخلايا تضفي عليها سمكا وشكلا . **Mesenchyme**

فُوَيْهة : الثقوب الكبيرة التي تشاهد في الإسفنج . وهي فتحات تدفق الماء إلى الخارج ، والتي يخرج منها الماء من الإسفنج الحي . **Osculum**

خلية مسامية : خلية منقبضة تستخدم في إغلاق الفتحة في الإسفنج وتنظيم سريان الماء . **Pore cell**

شويكات : أصغر أجزاء البنية الداعمة أو هيكل الإسفنجيات **Spicules**

رغم أن الإسفنجيات (البوريفيرا Porifera) ليست كثيرة الحركة ، فإنها كائنات مثيرة للاهتمام . واسم بوريفيرا Porifera معناه «حاملات الثقوب» . وتتميز هذه المجموعة بأنها تحمل كثيراً من الثقوب والقنوات التي يُسحب خلالها الماء بوساطة نوع معين من الخلايا تسمى خلية مطوقة collar cell تشبه السوط flagellate في كثير من النواحي . والأصح هو اسم الخلايا المطوقة choanocytes(*) على غرار الاسم الذي يطلق على مجموعة فرعية من السوطيات تسمى السوطيات القمعية (المطوقة)Choano Flagellata والتي يعتقد البعض أنها كانت سلفًا للإسفنجيات . وكان أرسطو هو أول من اعتبر الإسفنج من الحيوانات وإن كان معظم الناس في السنوات التي تلته كانوا يعتبرونها من النبات . ولم تتكشف لنا طبيعة الإسفنج الحقة إلا بعد استعمال المجهر (الميكروسكوب) . ومهما كبر حجم الإسفنج ، والذي قد يصل امتداده إلى ٥ أو ٦ أقدام ، فإنه مقسم كله إلى فجوات صغيرة تعمل الخلايا المطوقة على أن يظل الماء يتحرك خلالها بتأثير زوائدها الشبيهة بالسوط . وهذه الفجوات مبطنة بخلايا مطوقة (قمعية) ، وهذه الخلايا تمسك بالهائمات الدقيقة وتبتلعها ، وهي الهائمات التي يجلبها إليها دوران الماء خلال الفجوات . ويدخل الماء الإسفنج من الخارج وينقل إلى تجويف أكبر حيث يخرج الإسفنج من خلال فتحة أكبر تسمى الفُوَيَّهة osculum . وهذه الفويهة هي التي نراها عندما ننظر إلى الثقوب الكبيرة في الإسفنج ، ومن الممتع أن تضع مقداراً صغيراً من الصبغة في الماء المجاور للإسفنج وتراقبه وهو يختفي ، لكي يظهر من جديد خلال الفويهة . وهذه هي الطريقة الشائعة لدراسة دورة الماء خلال الإسفنج .

ونظراً لأن الإسفنجيات تختلف اختلافًا شديداً في شكلها ، فإنها من أصعب المجموعات في تعيين هوية نوعها . ومن المألوف أن تجد أشكالاً وألوانًا مختلفة في نطاق نفس النوع . ويرجع السبب في هذه الاختلافات إلى العوامل البيئية المختلفة التي تؤثر

(*)« الخلايا القمعية»، في معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا .

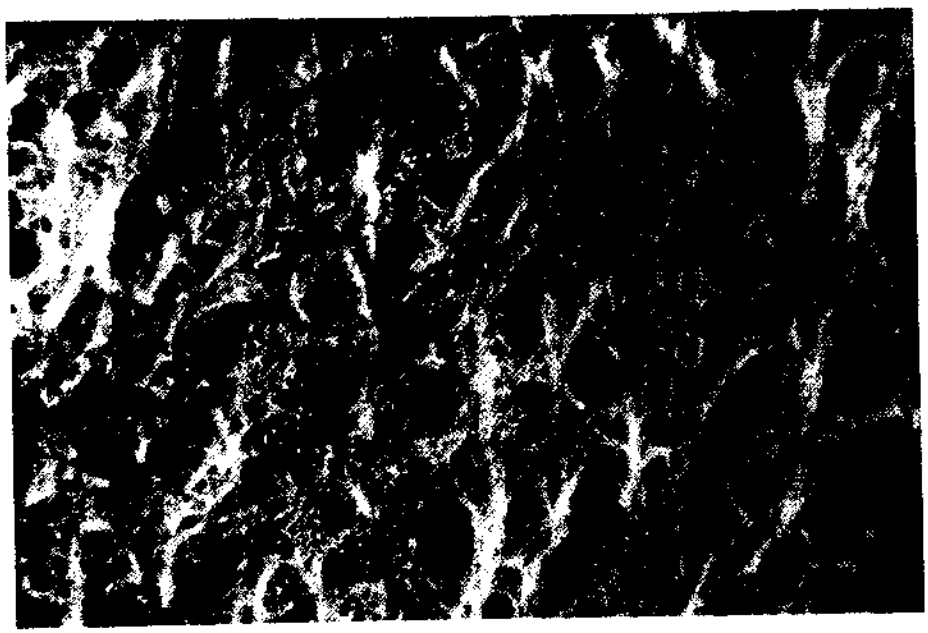
على كل فرد منها ، واستجابة النمو النوعي للفرد إزاء هذه العوامل . غير أن هناك خاصية مميزة يمكن استخدامها في تحديد الهوية تحديداً يمكن الوثوق به . إذ تحتوي معظم الإسفنجيات على بنية هيكلية تتألف من ألوف كثيرة من أجزاء بالغة الصغر تسمى الشويكات spicules ، فهذه الشويكات بشكلها المميز يمكن الاستعانة بها في فرز وتحديد هوية معظم الإسفنجيات . ويمكن تقسيم الإسفنجيات - طبقا للشويكات - إلى ثلاث مجموعات أو طوائف رئيسية . والأنماط التي تتضمنها الطائفة الأولى ، وهي طائفة الكلسيات Calcarea ذات شويكات مكونة من كربونات الكلسيوم ، وهي بحرية بطبيعتها ، ويقل طولها بصفة عامة عن ١٨ سنتميترا . والطائفة الثانية ، وهي طائفة سداسيات الأشعة Hexactinellida ، ذات شويكات مكونة من مادة سيليسية . وهذه الإسفنجيات قد يصل طولها إلى متر ، وهي في العادة من الكائنات البحرية التي تعيش في المياه العميقة . وتنمو بعض الأنواع في المياه الضحلة نسبيًا في القطب الجنوبي واليابان، ولكن معظمها يوجد تحت مستوى ٣٠٠ متر . أما الطائفة الثالثة وهي طائفة الإسفنجيات اللاشوكية (الشائعة) Demospongiae فإنها تحتوي على ألياف من الإسفنجين (سبونجين) spongin إضافة إلى الشويكات أو بدلاً منها . والإسفنجين عبارة عن بروتين يحتوي على الكبريت المقاوم لمعظم العوامل البيئية بما فيها الإنزيمات الهاضمة . وهذه المجموعة هي التي يتم جمعها على مدى التاريخ لاستعماله (إسفنجًا) للاستحمام .

ويبدو أن الإسفنجيات تمثل كيانًا قائمًا بذاته . فهي تمثل مجموعة جانبية في التقدم التطوري ، ورغم أنها ناجحة جدًا ، فليس هناك أدنى دليل على أنها كانت سلفًا يرجع إليه أصل أي مجموعة حيوانية أخرى .

وتعتبر أفراد المساميات كائنات مثيرة للاهتمام من الناحية الجمالية بالنسبة للمشاهد نظرًا لتنوع أشكالها تنوعًا شديداً وبسبب ألوانها الأخاذة في بعض الأحيان . وهي ليست بالكائنات التي تتطلب فترة طويلة من الملاحظة لأنها لا تبدي أي حركة واضحة حتى عندما يتم لمسها . ولديها القدرة على أن تغلق بعض الثقوب الموجودة في أجسامها ، ولكن ذلك يحدث ببطء شديد ، ويتم غالبا بحركة ضئيلة جداً لا يمكن مشاهدتها .

والواقع أن غياب الحركة المرئية هو السبب في الخلط الذي اكتنف تعيين وضعها الصحيح في عالم الحيوان .

(شكل ١٥ - ٢) يحتفظ الإسفنج بشكله اعتماداً على الشويكات وهي بمثابة البنية لهيكلية له .



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

وتحتوي الإسفنجيات على أنماط عديدة من الخلايا ، ولكل منها وظيفته الخاصة ، مما يعد مثلاً طيبًا لما يسمى «تقسيم العمل» "division of labor" . فالخلايا المطوقة choa-nocytes تنشر الماء وتجمع الغذاء ، والخلية المسامية هي الخلية الموجودة عند مدخل كل ثقب في جسم الإسفنج . وهذه الثقوب مجهرية ، وهي غير الفتحات الكبيرة التي تراها عندما تنظر إلى الإسفنج . وكل خلية مسامية تتخذ شكل حلقة أو تتصل بالخلايا المسامية الأخرى بحيث تستطيع الانقباض وإغلاق هذا الثقب بعينه . ويتكون الغطاء الخارجي للإسفنج عمومًا من مجموعة خاصة من الخلايا تسمى البشرة epidermis . وتتوافق هذه الخلايا الواقية معا بنفس الطريقة التي يتوافق بها البلاط لتغطية الأرضية . ويوجد فيما بين خلايا البشرة والخلايا المطوقة مادة غير حية تسمى النسيج المتوسط (أو الحشوة المتوسطة) mesenchyme ، وهي مادة جلاتينية كأنها حشو بين الطبقات الخارجية والداخلية للخلايا . ويوجد في النسيج المتوسط نمط آخر من الخلايا لديه القدرة على التحرك خلاله ، يسمى الخلية الأميبية amoebocyte . وتقوم الخلية الأميبية بوظيفة الناقل ، فهي تنقل الغذاء من الخلايا المطوقة ، حيث يتم تجميعه ، إلى البشرة والخلايا المسامية ، كما تنقل أيضا النفايات التي يتم إفرازها وتعيدها إلى الخلايا المطوقة ليتم القاؤها في الماء . ورغم أن الإسفنجيات لا تحتوي على جهاز دوري circulatory system ، فإن الخلايا الأميبية تقوم بمعظم وظائف هذا الجهاز . وهذا التقسيم للعمل يزداد تعقيدًا في الحيوانات العليا higher animals ويستخدم جزئيًا للتفرقة بين الكائنات القديمة والكائنات الحديثة .

وقد تكيفت الاسفنجيات تمامًا في معظم بيئات المياه الملحة . فهناك اسفنجيات في ألاسكا تمتلئ بالطين امتلاءً يجعل علماء الأحياء يعجبون كيف يمكنها توزيع ما يكفي من الماء لبقائها على قيد الحياة . وأمام ساحل فرنسا ينمو إسفنج على شكل مروحة البحر sea fan ، كما يوجد في ألاسكا إسفنج آخر يشبه الأناناس . وفي كاليفورنيا الجنوبية ينمو نوع من الإسفنج في وسائد تغطي الصخور ، ويبلغ طول بعض هذه الوسائد أكثر من ثلاثة أمتار ، وعرضها مترًا ، وسمكها ٠,٣ من المتر .

ونظرًا لأن الشويكات عبارة عن أشواك بالغة الدقة ، فإن قلة ضئيلة جدًا من الحيوانات هي التي تأكل الإسفنجيات . وأول هذه الحيوانات هو عاري الخيشوم nudibranch وهو

الفصل السادس عشر

اللاسعات
Cnidaria

تعريف المصطلحات

الحيوانات الزهرية : تنتمي المرجانيات وشقائق البحر إلى هذه الطائفة . **Anthozoa**

الجورجونيات : نمط من مستعمرات الحيوانات الزهرية التي تكوِّن مراوح البحر . **Gorgonians**

الحيوانات الهيدرية (الهيدريات) : الكائنات الهيدرية المختلفة التي تنتمي إلى هذه الطائفة . **Hydrozoa**

هلام وسطي ، (الرقاقة الداعمة) – ميزوجليا : مادة غير خلوية صافية توجد بين القشرة والبشرة (الأدمة) المعدية في بعض الجوفمعويات coelenterates . **Mesoglea**

أكياس (حويصلات) لاسعة : أكياس لاسعة تستعملها معظم اللاسعات في الدفاع وجمع الغذاء . **Nematocysts**

تعدد الأشكال : قدرة أفراد النوع الواحد على الظهور بأشكال أو صور مختلفة عديدة أثناء دورة حياتها . **Polymorphism**

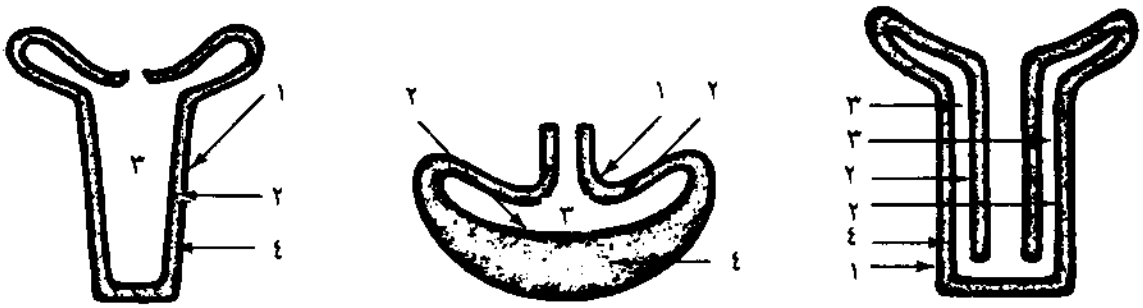
الحيوانات الكأسية (الكأسيات) : قنديل البحر ينتمي إلى هذه الطائفة . **Scyphozoa**

اللاسعات يراها بوضوح المتجولون على الشواطئ ، والغواصون ، وصيادو السمك بالصنارة ، والبحارة على حد سواء . ورغم أنها ليست بذات أهمية أكبر من الأحياء الأخرى في المحيط البيولوجي العام للبيئة البحرية ، فإنها تدرس على نطاق أوسع نظراً لوجودها وتوافرها بالنسبة لمعظم المهتمين بها . ويوجد أفراد من اللاسعات في المياه الباردة مثلما توجد في المناطق الإستوائية . وكثير منها كبيرة الحجم ومستقرة في موضعها مما يجعل من السهل مشاهدتها . وقد يتسبب بعضها في إغراق السفن ، والبعض الآخر في قتل بعض البشر ، وهناك فئة أخرى منها تعرف أساسا بلسعتها . وهي قادرة على تكوين الجُزُر ، كما أنها مادة مألوفة للتصوير تحت الماء ، بل إنها تستخدم أيضا في صنع مجوهرات بديعة وغالية الثمن . وعلى عكس الإسفنجيات (البروفيرا) التي لا تحظى باهتمام كبير من الجمهور العام ، فإن اللاسعات يعرفها الناس بشكل أو بآخر في كل مكان .

وتنقسم شعبة اللاسعات بوجه عام إلى ثلاث طوائف كل منها ينقسم في حد ذاته إلى تقسيمات واسعة . وتشمل هذه المجموعات الثلاث شقائق النعمان sea anemones والمرجانيات corals في طائفة الحيوانات الزهرية Anthozoa ، وقناديل البحر من طائفة الكأسيات Scyphozoa ، والهيدريات (هيدرويد) hydroids من طائفة الحيوانات الهيدرية . وكلها تحمل نفس الخصائص العامة الآتية : تجويف هضمي بفتحة واحدة فقط ، تماثل شعاعي (تماثل قطري) ، طبقتان من الخلايا فيها مادة تشبه الجيلاتين أو الهلام تُسمى الهلام الوسطي (ميزوجليا) mesoglea توجد بين الطبقات ، وأكياس لاسعة تُسمى ne-matocysts . كما أنها لا تحتوي على أعضاء خاصة للتنفس والإخراج ، وكذلك لا تحتوي على دم . وهذه السمات هي التي تشترك فيها وتجمعها في شعبة اللاسعات Cni-daria ، بينما توجد سمات خاصة أخرى تقسمها إلى الطوائف المستقلة التي تضمها هذه الشعبة . ويعتبر الشكل العام لجسم كل طائفة أحد الخصائص الرئيسية في هذا التقسيم .

وجميع اللاسعات بحرية باستثناء بوليب الماء العذب الشائع والمُسمى هيدرا Hydra ، ولاسعات أخرى قليلة أقل شيوعًا . وكثير من هذه المجموعات تعيش حياة جماعية على هيئة مستعمرات colonial بدرجة كبيرة . وهذه المستعمرات الحيوانية ترتبط مع بعضها البعض ، وفي بعض الحالات يكون لها أنبوب هضمي مشترك ، وتكون مستعمرات على

شكل شجرة أو مروحة يصل اتساعها إلى ثلاثة أمتار ، وتتكون من ألوف من البوليبات الصغيرة (الهيدريات hydroids) التي تبدو أشبه بالريش نتيجة لضآلة حجمها . أما مستعمرات المرجان - التي تكوِّن غطاءً من الكالسيوم الصلب حول كل فرد - فهي التي تكوِّن الشعاب المرجانية في العالم .

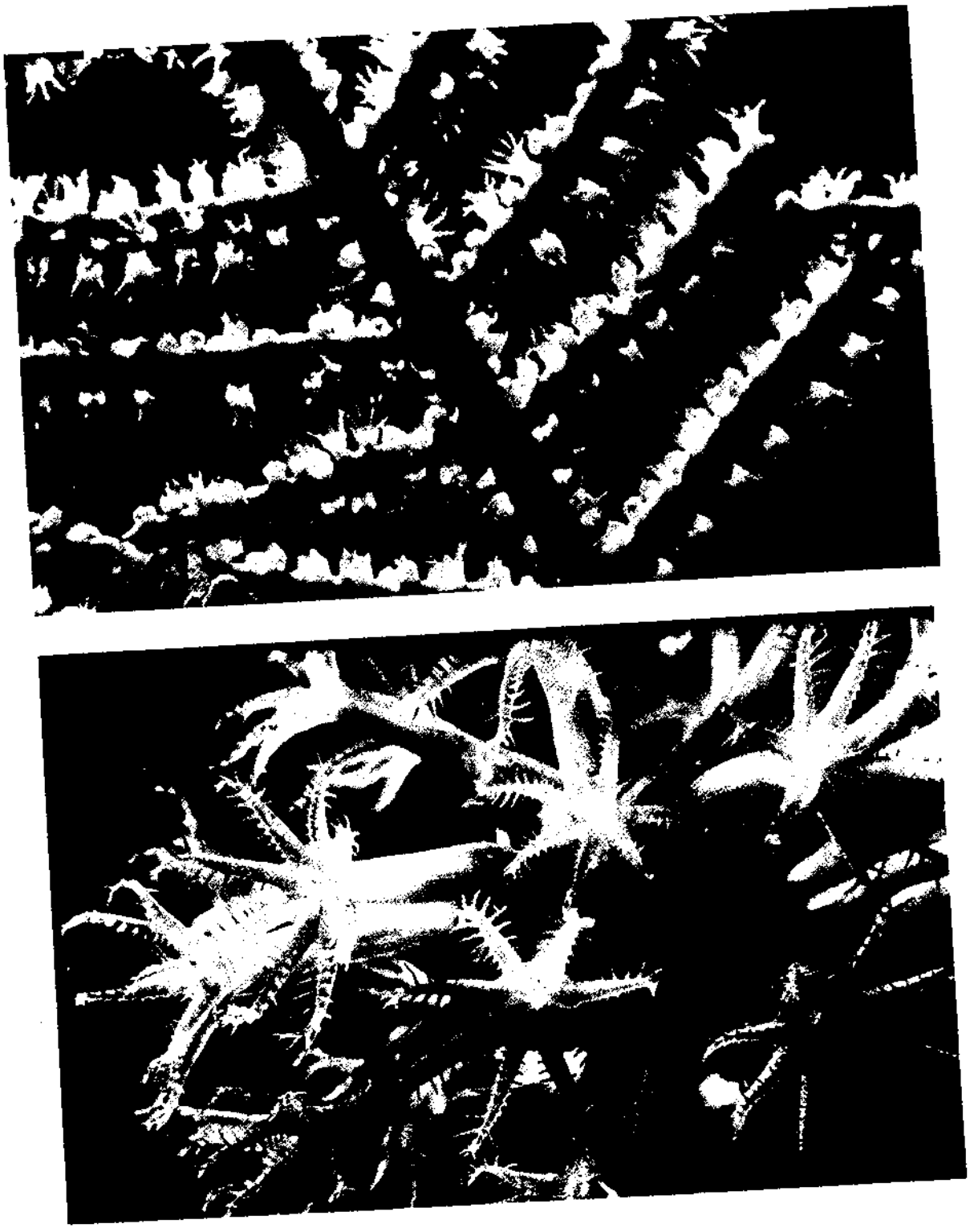


شبه هيدري　　شقائق البحر　　مدوسة (مقلوبة)

طائفة الحيوانات الكأسية	طائفة الحيوانات الزهرية	طائفة الحيوانات الهيدرية
١ - بشرة (جلد خارجي) .	1 - Epidermis (outside skin)	
٢ - أدمة معدية (جلد المعدة) .	2 - Gastrodermis (stomach skin)	
٣ - معى (قناة الهضم) .	3 - Enteron (intestine)	
٤ - هلام متوسط .	4 - Mesoglea (middle-glue)	

(شكل ١٦ - ٢) شكل الجسم حسب طائفة اللاسعات .

ومن الخصائص الأساسية لهذه الشعبة وجود كيس (حويصلة) لاسع يسمى الكيس الخيطي nematocyst ، وتوجد هذه الأكياس على كل أجزاء الجسم تقريبًا ، وإن كان أكبر عدد منها يوجد على اللوامس tentacles . وغالبًا ما تتجمع معًا لتكوين (مجموعة ضاربة) «بطارية» battery ، وهي التي تقوم بجمع الغذاء إضافة إلى الدفاع عن الحيوان . وبعض الأكياس الخيطية قوية جدًا لدرجة أنها يمكن أن تصيب الإنسان بتهيج شديد في الجلد . ومن أسوأ الأنواع التي يمكن أن يصادفها الإنسان «البارجة البرتغالية» Portuguese man-of-war من جنس فيساليا *Physalia* التي تتميز بلسعة سامة جدًا قد تتطلب علاجًا بالمستشفى إذا وقع المرء في شراكها وأصيب بعدة لسعات .



(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 .

وكثيرا مايلسع قنديل البحر السَّباحين الذين يصطدمون به أثناء السباحة مما يحدث لهم طفحًا وانزعاجا يستمر بضع ساعات. وتتنوع الأكياس الخيطية للأنواع المختلفة في أشكالها وأحجامها والمواد السامة (التوكسين toxin) التي تفرزها . والسم (التوكسين) عبارة عن سم بروتيني محمول في الطرف الأمامي للحمة (الإبرة أو الزباني) stinger . ويتم استثارة الخلايا بوسائل كيماوية وبوسائل ميكانيكية أيضًا ولكنها لا تتجدد إذا تم إطلاقها . وتتكون خلايا جديدة وتنتقل خلال النسيج إلى المكان الذي تظهر الحاجة إليها فيه للاحلال . ومنذ عدة سنوات مضت أجرى ج .أ. ماك جينيت G.E. Mac Ginite بيانًا عمليًا أمام المؤلف باستخدام طريقة مجهرية بسيطة لمشاهدة الأكياس الخيطية nemato-cysts وهي تمارس وظيفتها ، وشملت التجربة العملية سحق جزء صغير من لامس ten-tacle على شريحة زجاجية باستعمال المشرط . وثم تجفيف الشريحة الزجاجية ثم غمرت عدة مرات في كحول نقي مع تركها لتجف بعد غمرها في كل مرة . ووضع الغطاء الزجاجي فوق الشريحة الجافة . وتم تجديد موضع مجموعة من الأكياس الخيطية باستعمال قدرة عالية نسبيًا . وغمرت نقطة من محلول أزرق الميثلين على الشريحة الموضوعة تحت شريحة التغطية لصبغ الأكياس الخيطية لكي تسهل رؤيتها . وقد أدى الضغط الأسموزي (التناضحي) osmotic pressure للمحلول الذي امتصته الخلايا إلى جعلها تنطلق shoot off . وعندئذ أصبحت الأكياس التي تشد الضحية إلى الخلية اللاسعة مرئية وفي نهاية بعض هذه الأكياس كان من الممكن تمييز نقطة من السم (التوكسين) . ويمكن لكل فرد تقريبًا أن يقوم بهذا البيان العملي البسيط في مختبر المدرسة .

طائفة الحيوانات الزهرية Anthozoa

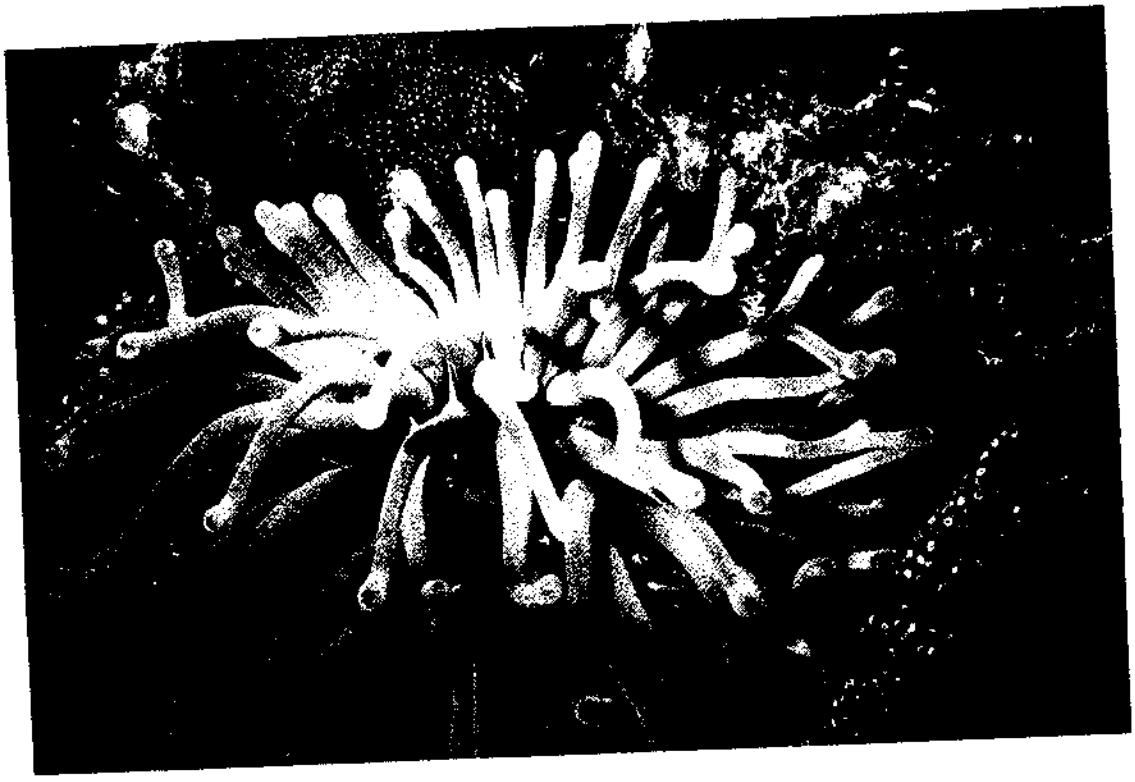
المرجانيات وشقائق النعمان sea anemones ، وريش البحر sea pens من الأحياء الشائعة في جميع أنحاء العالم ، حيث يوجد المرجان في البحار الدافئة والمعتدلة ، كما توجد الشقائق في جميع البحار . ولفظ anthors المأخوذ من اللغة الأغريقية معناه «زهرة» . وتلتصق هذه الطائفة كلها بالطبقة التحتية ، ولها لامسات tentacles جوفاء ، ومعظمها ذوات أفراد متوسطة الحجم ، وهي تتغذى على الحيوانات الصغيرة التي تشل حركتها بأكياسها اللاسعة مثلما تفعل جميع اللاسعات .

وتختلف شقائق النعمان sea anemones في لونها ، فبعضها ناصع اللون ، الذي قد يكون أحمر أو أخضر أو برتقاليًا ، بينما البعض الآخر أبيض كالثلج . وبعض الشقائق الكبيرة الحجم في كولومبيا البريطانية يصل ارتفاعها إلى ١,٣ متر ، وقطرها ٠,٥ متر ، في حين نجد فئة أخرى لا يكاد تصل ثخانتها إلى ملليمتر واحد . وكثير من هذه الأحياء التي تعيش في منطقة المد تمسك بالرمال وقطع صغيرة من الأصداف وتلصقها بجسمها من أجل الحماية . وعندما ينحسر المد فإنها تنكشف وتنكمش تمامًا ، وتبدو كما لو كانت طبقة من قطع صغيرة من الأصداف تغطي الصخور . أما الأنواع التي تعيش في مناطق أعمق من ذلك فإنها لا تستخدم هذه الطريقة من طرق الحماية . ويفتح الفم على مريء gullet ولا يفتح مباشرة على الفراغ الجوفمعي enteron ، وهذه خاصية رئيسية في هذه الطائفة . وينتقل الغذاء إلى الفم بوساطة اللامسات والأهداب cilia الموجودة عليها والتي تدفعه نحو طرف اللامسة . وإذا سقطت مادة غير مغذية على اللامس ، تنقل إلى طرف اللامس، ويتم إسقاطها . أما إذا سقطت مادة مغذية فوق اللامس ، فإنه يلتوي ويلتف وتنقل المادة إلى الطرف ولكنها تسقط داخل الفم . وعلى الرغم من أن الأهداب الموجودة على امتداد المريء تدفع في اتجاه خارجي لتجعل الماء مستمرًا في التدفق من أجل التنفس فإن هذه الأهداب عند وجود الغذاء تعكس الاتجاه وتحمل الغذاء في المريء إلى المعي (الجوفمعي) . وعندما يدخل الغذاء منطقة المعدة تستأنف الأهداب الدفع في الاتجاه الخارجي لكي يستمر التنفس . وتتكاثر معظم الحيوانات الزهرية تكاثرًا جنسيًا ولا جنسيًا على السواء . فهي تكون يرقانة ذات أهداب تسبح مع الهائمات فترة قصيرة قبل أن تهبط على طبقة تحتية صلبة وتنمو إلى أن تصبح فردًا بالغًا .

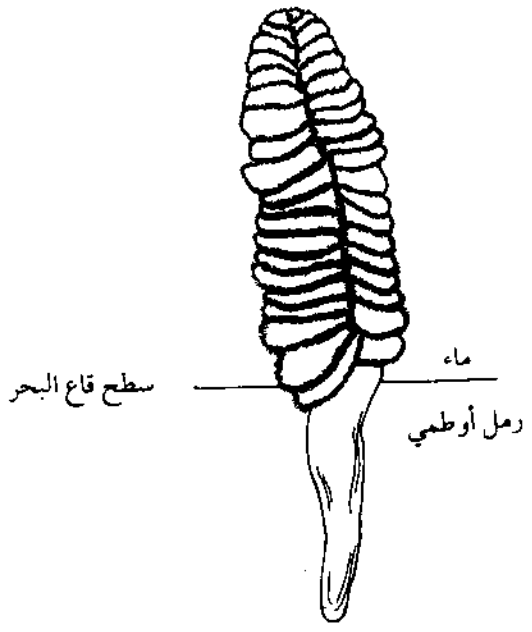
وتعيش شقائق النعمان منفردة كما تعيش أيضا في جماعة على هيئة مستعمرات . وعلى الرغم من أن أكثريتها تعيش فوق الصخور ، فإن بعض الأنواع تنحجر (تأوى إلى حفرة تحفرها) burrow في الرمل أو في الطين . وبعض هذه الجحور burrows يبلغ عمقها ١٥ بوصة . كما أن قدرة هذا الحيوان على الانكماش إلى ما يتراوح بين ١٢ إلى ١٥ سنتيمترا تحت سطح الماء عندما يستثيره أو يفزعه شيء ما يجعل من الصعب استخراجه بدون التعرض للأذى . ويتميز الأفراد الذين يعيشون من هذه المجموعة في منطقة المد

(شكل ١٦ - ٤) شقيق النعمان وقد أغلق على نفسه إغلاقًا تامًا ليحمي نفسه من الجفاف أثناء انحسار المد ، وقد التصقت بجسمه أصداف بالغة الصغر وجسميات من الرمل توفر له الحماية وتجعل من الصعب رؤيته .

بقدرة كبيرة على مقاومة الأحوال غير المستقرة ، كما أنها تعيش طويلاً في الأحواض أو مرابي المائيات aquariums ، وقد عاش أحدها في مربى مائي مدة طويلة دامت ٦٦ عاما . وينتمي إلى هذه الطائفة أيضا ريشة البحر sea pen ، وثالوث البحر sea pansy (بنصة البحر) . وهما من فئة المستعمرات colonial ويُنشئان مستعمراتهما بشكل متناسق . ويوجد هذان النوعان في الطين أو في الرمل ، ولهما جذع stalk يمتد داخل الطبقة التحتية يثبتهما في موضعهما . وبنصة البحر sea pansy عبارة عن مستعمرة (كتلة) مفلطحة يبلغ قطرها حوالي ٥ أو ٧ سنتيمترات وتبدو كورقة نبات بساق طولها خمسة سنتيمترات . أما ريشة البحر فقد تمتد أكثر من خمسة أمتار داخل الطبقة التحتية تنمو إلى أعلى فوق الرمل أو الطين وترتفع من عدة بوصات إلى عدة أقدام . وعندما يمتد البوليب الموجود فوق ريشة البحر فإنه يبدو أشبه ما يكون بريشة طائر كبيرة مغروزة في القاع . وبعض ريش البحر التي لا تمتد بمثل هذا العمق في القاع ، تقتلع نفسها وتغير مواضعها ، وتلك هي أشكال ريش البحر التي يشاهدها الغواصون أو يتم جمعها بالجرافات .



(شكل ١٦ - ٥) هذه الصورة المأخوذة عن قرب للوامس شقبق البحر تبين عدد اللوامس وشكلها العام .



(شكل ١٦ - ٦) تنمو ريشة البحر sea pen في جحور بحيث يكون بوليبها الغذائي فوق سطح القاع لجمع الغذاء .

والمرجان أيضا من الحيوانات الزهرية . وقد شرحنا في القسم الخاص بالمناطق الاستوائية كيف يبني المرجان الشعاب . وسنتحدث هنا عن الأسلوب والشكل العام لحياة الأفراد المتنوعة في هذه المجموعة .

(شكل ١٦ - ٧) يبني المرجان الحجري hard coral صدفة صلدة حول أجسامه وبذلك يكون الشعاب .

يقال لهذه المجموعة بصفة عامة المرجان الجورجوني Gorgonian corals وهي تنتمي إلى رتبة الجورجونيات Gorgonacea . وهي أحياء (كائنات) تعيش في تجمعات (مستعمرات) تنمو من هيكل مركزي أو محوري ، وتبدو في شكل النبات نظراً لأن البوليبات صغيرة، وتكون عدة آلاف منها عادة مروحة بحرية مفردة sea fan . ومن أنماطها المرجان corallium ، وهو مرجان أحمر ويستعمل هيكله في صنع مجوهرات غالية الثمن . وكثيراً ما يحمل الغواصون معهم إلى بيوتهم مراوح البحر لأنها تبدو ذات منظر بديع للغاية في البحر ، ثم يكتشفون أن لها رائحة كريهة للغاية عندما تجف (بسبب رائحة البوليب المتعفن) ، فيتخلصون منها عادة ، وبذلك تفقد البيئة مستعمرة كاملة من الكائنات الحية . ويكون هذا المرجان هيكلاً ، وهذا الهيكل هو الذي يتيح له أن يتخذ أشكاله المتنوعة . ومن

(شكل ١٦ - ٨) مروحة البحر sea fan من أجمل أشكال مستعمرات اللاسعات .

السهل أن نتعرف على أنواعه المختلفة من أشكالها المختلفة . ونجد في منطقة الكاريبي المرجان الجورجوني والمرجان اللين soft corals وفيراً للغاية وشديد التنوع في أنماطه بحيث يبدو القاع كما لو كان حديقة من الأصابع الممدودة ومراوح البحر التي تتموج مع التيار .

المرجان الصلد Hard corals أو المرجان الحجري Stony corals

تتكون الشعاب الكبرى في العالم من هياكل المرجان الصلد التي تكون قاعدة لهذه الشعاب . ومع أن الشعاب المرجانية تتألف من مكونات كثيرة ، فإن كتلتها الأساسية هي هياكل المرجان الصلد . أما الحيوان (الكائن الحي) فهو شديد الشبه بشقيق النعمان anem-one . والفرق المرئي الرئيسي بينهما يتمثل في البيت الكلسي الصلد الذي يشبه الكأس والذي يبنيه الكائن الحي المرجاني ليعيش فيه . وتحتاج أكثرية المرجان التي تبني الشعاب إلى أن تكون درجة حرارة المياه ٢٠° س (٦٨° ف) على الأقل لكي تنمو وتزدهر ، وهذا الشرط الأساسي يجعل نموه مقصوراً على المياه الدافئة في الحزام الاستوائي . ويقع هذا الحزام

جنوبي وسط كاليفورنيا على الساحل الشرقي للولايات المتحدة ووسط باجا كاليفورنيا Baja California على ساحلها الغربي (خط عرض ٢٨° شمالاً تقريبًا) ، وشمالي الحدود بين شيلي وبوليفيا على الساحل الغربي ، وشمالي ريودي جانيرو على الساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية (خط عرض ٢٣° جنوبًا تقريبًا) . ويوجد كثير من المرجان الحجري في مياه درجة حرارتها أبرد من ذلك ، ولكنه ليس من النوع الباني للشعاب في البحار الدافئة . وينمو بعض المرجان الانفرادي في كاليفورنيا ، كما ينمو بعضه الآخر في أعماق المحيط على عمق أبعد من ٦٠٠٠ متر . وأكبر الشعَاب في العالم الشعاب الحاجز الكبير Great Barrier Reef الذي يمتد أمام الساحل الشرقي لاستراليا ، فهو يمتد ١٩٠٠ كيلو متر ، وقد كوَّن مئات من الجزر الصغيرة على امتداد هذه المسافة . وهذه الشعاب أكبر آلاف المرات من أي بنيان آخر بناه كائن حي في العالم ، وهي مبنية من المرجان الذي ينمو فوق المرجان ، فيخنق ما تحته ، ثم يخنقه هو نفسه مرجان جديد ينمو من فوقه .

ومعظم الشعاب المرجانية التي تعرفها اليوم تكونت خلال الثلاثين ألف عام الأخيرة . ومع نمو الشعاب ، فإنها تصبح مأوى جيداً للآلاف من الكائنات الحية الأخرى ، فتجد الأسماك وكل أنواع الحيوانات البحرية الأخرى بيئات موضعية (مصغرة) لها داخل الشعاب المرجانية تناسب تكيفها . ويعتمد بعض المرجان على وجود بعض الطحالب التي تنمو فوق الشعاب اعتماداً كبيراً لدرجة تجعله لا يستطيع الحياة بدونها .

وعلى الرغم من أن المرجان الباني للشعاب أعداؤه قليلون ، فإن الانسان قد دمَّر في السنوات الأخيرة مساحات كبيرة منه خلال أعمال الكرَّاءة dredging التي قام بها لإنشاء موانٍ جديدة . فالمرجان سرعان ما يختنق بالطمي الذي يترسب فوقه من الماء . وعند ما يقوم البشر بجرف الطمي بالكرَّاءات لإنشاء ميناء جديد ، فإنهم يفرغون الطمي في ماء البحر حول الميناء . وقد قتلت هذه الكرَّاءة مناطق كبيرة في جراند كايمان Grand Cayman في هاواي ، وفي المكسيك . ومن المقترح حاليًا إنشاء ميناء كبير في مستنقع في بناما ، وإذا ما تم إنشاء هذا الميناء ، فسيتم تدمير أميال كثيرة من المرجان . ومن الأعداء الطبيعيين للمرجان ملك الأشواك وهو نجم البحر starfish في المحيط الباسيفيكي ، فقد دمر شعابا

(شكل ١٦ - ٩) هذا «الملاح مع الرياح» Sailor by the wind من جنس فليلا *Vellela* يحتوي جسده على خلايا هوائية، وقسم يشبه الشراع يتيح للرياح أن تدفعه فوق سطح الماء . وكثيراً ما يدفعه الموج إلى الشاطيء . وهنالك يمكن العثور عليه .

كثيرة خلال الستينيات والسبعينيات من القرن الحالي . ويجرى منذ فترة تنفيذ برنامج فعال لمكافحة نجم البحر ، وقد حقق نتائج متفاوتة ، فالبعض يقولون إنه كان له أثر طيب ، والبعض الآخر يقولون إنه لم يكن له تأثير . ويبدو في الوقت الراهن أنه كان له أثره في مكافحة نجم البحر ، ولكن ربما كانت المشكلة ترجع إلى واحدة من دورات الحياة العديدة في الطبيعة وأن البشر قد بدأوا مؤخراً في إدراك هذه المشكلة .

طائفة الحيوانات الهيدرية (الهيدروزوا) Hydrozoa

إن معظم هذه الأحياء البحرية تعيش في تجمعات أو مستعمرات colonial . وبعضها لديها أكياس خيطية nematocysts قوية ، ويمكن أن تسبب تهيجًا وألمًا إذا لامسها الجلد العاري للمصاب . وهي في معظمها شريطية رقيقة جداً ، وبنيتها أشبه بشجيرة كثيفة الأغصان تلتصق بالقاع . وكثيراً ما يخطئ من ينظر إلى مستعمراتها ويحسبها طحالب . وقد توجد في مستعمرة واحدة منها عدة أنواع مختلفة من البوليبات ، وهناك - بصفة عامة - بوليبات للاغتذاء تقوم بجمع الغذاء ، وبوليبات دفاعية تقوم باللسع ، وبوليبات تكاثرية تنتج طوراً مختلفاً يسمى ميدوسا medusa للتكاثر الجنسي . وعلى الرغم من أن الميدوسات تختلف

ـلافًا تامًا في مظهرها ، فإنها مجرد طور تكاثري لنفس الحيوان . وهذا التعدد الشكلي polymorphism (أي ظهور أشكال ووظائف مختلفة في نوع واحد) يبين لنا نوعًا من **تسيم** العمل يبلغ ذروته في أجسام الحيوانات العليا مثل الثدييات .

ولما كانت مستعمرات الهيدريات هشة في تكوينها ، فإنها توجد عادة في المياه التي لا **تكون** شديدة الاضطراب . وتعد الخلجان مواطن ممتازة لها ، وكذلك المياه الساحلية التي **يقل** فيها تأثير الموج . وفي خليج نيوبورت Newport Bay في كاليفورنيا تنمو بعض أشباه **الهيدريات** hydroids المتفردة إلى ارتفاع ٥ , ٧سم ، وتشبه أشجار النخيل الشفافة الصغيرة **الناشئة** من الطين . وهناك مجموعة منها تستحق عناية خاصة ، وهي حاملات الممّص (السيفون) siphonophores ، وهي أشباه هيدريات تعيش في مستعمرات colonial طليقة الحركة والسباحة . والجنس الشائع منها والمعروف قبالة الساحل الشرقي للولايات المتحدة هو جنس فيساليا *Physalia* المعروف باسم البارجة البرتغالية Portuguese man of war ويحتوي على بوليبات دفاعية سامة جدًا ذات أكياس خيطية لاسعة nematocysts قوية يمكنها أن تتسبب بلسعتها لسباح من السباحين في حمله إلى المستشفى على نحو ما ذكرناه فيما تقدم . وعلى الساحل الغربي ينتشر جنس ڤيليلا *Velella* ولكنه لا يلسع عند لمسه . ويطفو هذان الجنسان فوق سطح الماء . وهي ذات منظر جميل يستحق المشاهدة عندما تسوقها الرياح عندما تدفع «شراعها» الناتيء فوق الماء .

طائفة الحيوانات الكأسية Scyphozoa : قنديل البحر : Jellyfish

كلنا يعرف قنديل البحر jellyfish . والرأي السائد عند الجمهور العام هو أن قناديل البحر جميلة المنظر تستحق المشاهدة ، ولكنها خطيرة عند الملامسة . وهذا الاعتقاد صحيح بصفة عامة . والمعروف عند عامة الناس أن حاملات الممص siphonophores التي تعيش في مياه الساحل الشرقي الدافئة ، وأن البارجة البرتغالية Portuguese man-of-war من قناديل البحر ، رغم أنها لا تدخل علميًا ضمن هذه المجموعة كما نعرف الآن . فعلى حين أن حاملات الممص مستعمرية colonial ، فإن قنديل البحر كائن حي متفرد . والصورة التي تشاهد بها الكأسيات Scyphozoans عادة تسمى ميدوسا medusa . والميدوسا تكون

على شكل الجرس أو المظلة وهي طليقة الطفو ، وقدرتها على السباحة محدودة . وطريقتها في السباحة هي نبض جسدها الذي يشبه الجرس ودفع الماء بعيداً بطريقة النفث jet-type أو النافورة . وتستخدم هذه الحركة البطيئة بصفة عامة للتحكم في العمق أساسًا . ويتكون جسمها في الأغلب من الهلام الوسطي (الميزوجليا mesoglea) مما أضفى عليها اسم الهلام (الجلاتين) "jelly" . أما اسم «سمك» fish الذي يُلحق به فهو اسم جانبه التوفيق ، ولكنه يستعمل منذ قديم الزمان بحيث يتعذر تغييره الآن . ويتراوح قطر جسم أفراد هذه المجموعة من حوالي سنتيمترين إلى أكثر من مترين ، وقد تكون لها لوامس ten-tacles يزيد طولها على الثلاثين متراً تتدلى من داخل الجرس قرب الفم . وتشاهد أكبر أفرادها عمومًا في شمال غرب المحيط الأطلنطي ، وإن كان المؤلف قد شاهد نموذجًا ، لم يحدد هوية نوعه ، في منتصف الخمسينيات أمام جزيرة كاتالينا Catalina Island بكاليفورنيا ، بلغ قطره ١,٨ متراً ، وله لوامس تمتد ١٢ متراً . وتقوم هذه اللوامس – كما هو الحال في جميع اللاسعات – بجمع الغذاء، وتحتوي على كثير من الأكياس الخيطية (الحويصلات اللاسعة) nematocysts وتستطيع الأفراد الكبيرة الحجم أن تلسع وتخترق لسعتها جلد الإنسان وتسبب له ألمًا . وكثيراً ما تطرح قناديل البحر على الشاطيء أثناء العواصف أو عندما يشتد تصادم الموج ويعثر المتجولون على الشاطيء على قناديل البحر أو أجزاء من أجسامها المحطمة على الشاطيء . وقد اكتشف الكثيرون – مما أثار فزعهم – أن الحويصلات اللاسعة لا تتوقف عن العمل عندما يموت الحيوان ، ولذلك فإن التقاط أجزاء من قنديل بحر ميت يمكن أن يصبح تجربة مؤلمة تصيب صاحبها بالذهول .

والجنسان منفصلان ، ويتم التكاثر الجنسي بين الذكر والأنثى من الميدوسا وبعد أن يسبح المني خلال الماء لتلقيح البيض في الأنثى ، تسبح يرقانة صغيرة ذات أهداب مع الهائمات ثم تهبط إلى القاع . وتنمو قليلا ثم تنقسم إلى أجزاء على شكل ميدوسات تتحول وتنمو لتصبح ميدوسات بالغة . وفي عدد قليل من أنواعها مثل البلاجيا *Pelagia* تتطور البيضة مباشرة وتأخذ شكل الميدوسا وتثبت في القاع طوال حياتها كلها . إلا أن معظم الحيوانات الكأسية تتعاقب أجيالها من الكائنات الثابتة إلى الكائنات طليقة السباحة .

وقنديل البحر أعداؤه قليلون ، أبرزهم سمكة الشمس (الضحمة) التي تعيش في المحيط

عرف باسم مولا مولا *Mola mola*) . وهذه السمكة المفترسة التي قد يصل وزنها إلى ١٠ رطل تطفو هائمة مع الهائمات باعتبارها أضخم الكائنات الهائمة وتغتذي أساسا على قنديل البحر . وهي ضعيفة في سباحتها إلى حد ما ، وتوجد بأعداد كبيرة في المياه التي تكثر فيها تجمعات قناديل البحر .

ومن أكثر أجناس قنديل البحر انتشارًا جنس يسمى المذهب *Aurelia* وهو ينتشر في جميع أرجاء العالم تقريبًا ، ورغم أنه لا يتكيف تكيفًا جيدًا في المياه الدافئة فإنه قد تجمد في الجليد ومع ذلك ظل صامدًا . وربما كانت قدرته على التكيف مع نطاق واسع من درجات الحرارة المختلفة هي السبب في اتساع المجال الذي يعيش فيه . ومن المعتقد أن قنديل البحر والحبَّار (أو السبيدج) squid العملاق هي أضخم اللافقاريات . ومع أن بعض اللافقاريات الأخرى قد تكون أطول منهما ، فإن المرجح أنه لا يوجد من بينها من يصل وزنه إلى وزن جنس سيانيا *Cyanea* أو الحبَّار العملاق اللذين يعيشان في الأطلنطي الشمالي .

وهناك فئة أخرى من اللاسعات من هذه المجموعة تستحق الاهتمام أيضا بسبب طبيعتها الشديدة السُميَّة ، وهي زنابير البحر sea wasps . وهذه الزنابير صغيرة (طولها سنتيمتران أو ثلاثة سنتيمترات) . وشكلها كالجرس ، وإن يكن أقرب شبها بصندوق له زوايا محددة، وهي سامة جدًا لدرجة أنها تسببت في كثير من الوفيات في منطقة استراليا وبورنيو والملايو . وتوجد أيضا في منطقة الكاريبي ، وإن لم يكن في مجموعات كثيفة ، ولذلك فإنها لا تعتبر مشكلة هناك . ونظرًا لصعوبة رؤيتها بسبب ضآلة حجمها وشفافيتها، فإنها تشكل خطرًا على الغواصين الذين يرتدون رداء الغوص الكامل بذاته (سكوبا scuba) والسباحين أكثر من غيرهم .

أسـئلة للمراجعـة

١ - كيف تكوِّن الهيدريات الصغيرة مراوح كبيرة ؟

٢ - ما هو الكيس الخيطي (الكيس اللاسع) nematocyst ؟

٣ - كيف تختلف الجوزجونيات (المرجان الجورجوني) عن المرجان الصخري stony coals ؟

٤ - اذكر بعض الفروق بين الهيدريات Hydrozoa والحيوانات الكأسية Scyphozoa ؟

٥ - لماذا لا يعد من الحكمة التقاط أجزاء من قنديل البحر والتي قد يعثر عليها المرء على الشاطئ ؟

(شكل ١٧ - ١) القوقعة الأنبوبية tube snail من الرخويات التي تنمو وصدفتها ملتصقة بالصخور .

الفصل السابع عشر

الرخويات
Mollusca

تعريف المصطلحات

ذوات المصراعين : اسم الطائفة للمحار الملزمي Clams (كانت تُسمى سابقا فأسيات الأرجل Pelecypoda) . **Bivalvia**

ألياف حريرية : وسائل يستطيع بها المحار الالتصاق بالطبقة التحتية Substrate . **Byssal threads**

الرأسقدميات : اسم الطائفة التي ينتمي إليها الحبَّار Squids والأخطبوط Octopus . **Cephalopoda**

ملونات(حاملات الألوان) : خلية في جلد حيوان تستطيع أن تنبسط وتنقبض لتغيير اللون . **Chromatophores**

القوقع المخروطي : جنس واسع الانتشار ، تتبعه أنواع كثيرة بعضها خطر على الإنسان. **Conus**

البطنقدميات ، معديات الأرجل : اسم الطائفة للقواقع . **Gastropoda**

ليتورينا . الشاطئيات : جنس شائع جدًا من البطنقدميات ، وباعتباره كائنًا حيًا فكثيرا ما يتخذ دليلا في تعيين نطاقات المد والجزر . **Littorina**

لوليجو : جنس من الحبَّار شائع جدًا . **Loligo**

عاريات الخياشيم : مجموعة من الرخويات مجردة من الصدفة وخياشيمها مكشوفة . **Nudibranchs**

غطاء : صفيحة قوية ملتصقة بقدم بعض البطنقدميات تمكنها من إغلاق فوهة صدفتها . **Operculum**

قشرة الصدفة : طبقة خارجية رقيقة قوية تغطي معظم أصداف ذوات المصراعين . **Periostracum**

بيدك : محار حفار يسبب تلفا للإنشاءات البحرية المغمورة في الماء . **Piddocks**

طائفة عديدات الصفائح : طائفة ينتمي إليها حيوان الكيتون . **Polyplacophora**

زعنفيات القدم (مجنحات الأرجل) : وهي بطنقدميات سابحة . **Pteropoda**

مِفَتّات : شريط صلد بأسنان دقيقة تستخدمه معظم الرخويات في تفتيت الغذاء من الصخور . لا يوجد في ذوات المصراعين . **Radula**

طائفة قاربية الأقدام : طائفة تنتمي إليها الأصداف السنية Tusk shells . **Scaphopoda**

دودة السفن : دودة السفن الشائعة التي تسبب تلفًا عظيمًا بأية إنشاءات خشبية في البيئة البحرية . **Teredo**

تيطس : اسم جنس لأرنب البحر الشائع . **Tethys**

حَدَبة : مكان المفصل في ذوات المصراعين . **Umbo**

إن شعبة الرخويات - بحكم تكوينها - معروفة جيداً للجميع ، بل ويجمعها كثير من الناس . والرخويات هي أصداف البحر التي يلتقطها الناس ويعجبون بها عندما يرتادون الشواطئ . ونظراً لجمال هذه الأصداف ، فقد كتبت عنها كتب كثيرة والتقطت لها صور جميلة . وتصنع من الأصداف البحرية مجوهرات ومصابيح ومُرَمِّدات (منفضات لرماد

السجاير) ، وآنية الزهور وأطباق وأشياء أخرى كثيرة . والأنواع النادرة من الأصداف **تباع** الواحدة منها بمبلغ كبير قد يصل إلى ألفي دولار ، أما الأنواع العادية فإنها تغطي **الشواطئ** . والواقع أن الطبيعة البشرية هي التي تجعلنا نعلم الشئ الكثير عن الأصداف ولا **نعلم** سوى أقل القليل عن الحيوانات التي تكونها وتعيش في داخلها إلى أن تموت . وتتكون الصدفة الرخوية من كربونات الكالسيوم التي تفرزها «غدة» تسمى البُرْنس man-tle . وقد وصف تراسي أ. ستورار Tracy I. Storer في عام ١٩٤٣م خصائص الرخويات في كتابة عن علم الحيوان . ونحن ننقل هذا الوصف فيما يلي إثباتا لنقطة معينة . إقرأ هذا الوصف بعناية وتذكر وأنت تقرأ أن الصدفة هي بالفعل مجرد جزء صغير جداً من الحيوان :

١ - ذات تماثل جانبي (في البطنقدميات وبعض الرأسقدميات تلتف الأحشاء والصدفة) وتتميز بالآتي : ثلاثة طبقات جرثومية ، لا يوجد تعقيل ، طلائية من طبقة واحدة وغالبًا ما تكون مهدبة وبها غدد مخاطية .

٢ - الجسم قصير عادة يغلفه رداء خارجي (ظهري) رقيق يفرز صدفة تتألف من جزء أو جزئين أو ثمانية أجزاء (الصدفة في البعض داخلية أو مختزلة أو لا توجد) . منطقة الرأس نامية (ما عدا طائفة قاربية الأقدام Scaphopoda وفأسيات الأرجل «ذوات المصراعين» Pelecypoda) : القدم العضلي البطني ventral muscular foot مُحَوَّر بصور متعددة للزحف أو الحفر أو السباحة .

٣ - القناة الهضمية كاملة ، على شكل حرف U غالبًا أو ملفوفة ، الفم مزود بمفتات radula ويحمل صفوفا مستعرضة من أسنان كيتينية دقيقة لنحت الغذاء (ما عدا فأسيات الأرجل pelecypoda) : فتحة الشرج في تجويف البرنس mantle ، غدة هضمية كبيرة «كبد» ، وغدد لعابية غالبًا .

٤ - تشمل الدورة الدموية قلبًا ظهريًا بأذين أو أذينين وبطين ، في تجويف تاموري per-icardial cavity عادة وأبهر أمامي ، وأوعية دموية أخرى .

٥ - التنفس بواسطة خيشوم واحد إلى عدة خياشيم (خياشيم مشطية ctenidia) أو

«رئة» lung في تجويف البرنس أو جوار البرنس أو البشرة .

٦ - الإخراج بواسطة الكلى (النفريدات nephridia) إما واحدة أو زوجان أو زوج واحد ، يربط التجويف التاموري والأوردة veins ، ويختصر التجويف العام «الجوف» إلى تجاويف نفريدية nephridia ، ومناسل gonads وتامور pericardium .

٧ - الجهاز العصبي يتكون من ثلاثة أزواج من العقد العصبية ganglia (مخية cere-bral فوق الفم ، قدمية pedal في القدم ، وحشوية visceral في الجسم) موصولة بموصلات وأعصاب طولية وعرضية ، وكثير منها لديه أعضاء للمس أو الشم أو التذوق ، ومواضع للعين أو عيون معقدة ، وحويصلات التوازن statocysts لحفظ التوازن .

٨ - الجنسان منفصلان عادة (البعض خنثى hermaphroditic ، وقليل منها مبكرة الذكورة protandric) : المناسل اثنان أو واحد بقنوات ، التلقيح خارجي أو داخلي ، بيوضة غالبًا oviparous ، التفليج محدد ، غير متساو ، كامل (قرصي في الرأسقدميات) ، يرقة الفليجار veliger (يرقة دولابية «تركوفور» trochophore) أو طور طفيلي (المحار اللؤلؤي Unionidae) أو تكوين مباشر (رئويات pulmonata ، رأسقدميات Cephalopoda) ، لا تتكاثر جنسيًا .

وعندما تنظر في المرة القادمة إلى مجموعة من الأصداف حاول أن تتفكر ليس في روعة مظهر الأصداف وشكلها ، وإنما في تفرد الحيوانات التي صنعت هذه الأصداف وعاشت في داخلها .

وهناك سبع طوائف من الرخويات الحية . ونظرًا لأن خمسا من هذه الطوائف نصادفها عادة ، فيجب أن نحفظ أسماءها عن ظهر قلب وأن نعرف خصائص كل منها ، وهي :

١ - عديدات الصفائح Polyplacophora (ثنائية العصب Amphineura) ، الكتيون (المدرَّع) chiton .

٢ - البطنقدميات Gastropoda ، القواقع snails .

٣ - ذوات المصراعين Bivalvia (فأسيات الأرجل Pelecypoda) ، المحار الملزمي

clams .

٤ - الرأسقدميات Cephalopoda ، الحبَّار والأخطبوط .

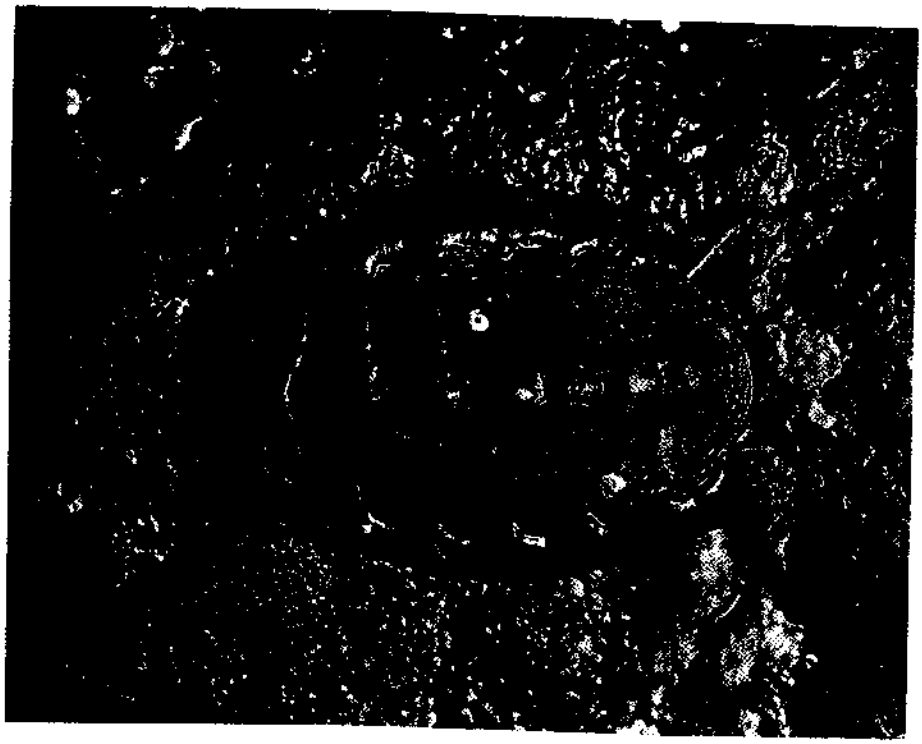
٥ - قاربية الأقدام Scaphopoda ، أصداف ذات ناب .

٦ - أما الطائفة السادسة ، وهي عديمات الألواح Aplacophora فتتألف من كائنات صغيرة دودية الشكل ، وهي قاعية .

٧ - والطائفة السابعة هي طائفة أحاديات الصفيحة Monoplacophora وهي أصغر الحيوانات الصدفية . وقد أكتشفت في أوائل الخمسينيات من هذا القرن على عمق ٣٥٠٠ مترًا تقريبًا ، حيث أخذت في عينة من الرواسب القاعية (كرَّاءة Dredge) جلبتها السفينة جلاثيا Gaiathea أمام ساحل المكسيك المطل على الباسيفيكي . ولن نتحدث عن الطائفتين السادسة والسابعة في هذا المقام نظرًا لندرتهما .

طائفة عديدات الصفائح Class Polyplacophora

تعتبر الكيتونات «المدرعات» Chitons من بين الرخويات الأكثر بدائية . ومن السهل التعرف عليها لأن لها أصدافًا تتوافق معا لكي تتمكن من الانثناء . وهذه الطائفة كلها بحرية، ولها ثماني صفائح متراكبة تغطي ظهرها وتمكنها من التكيُّف مع شكل الطبقة التحتية . ونظرًا لأن لديها القدرة على تحمل تأثير الموج العنيف ، فإنها تُعدُّ من الكائنات الشائعة في برك المد . وخياشيمها محمية جيدا على كل من جانبي القدم تحت الصدفة . وتغتذي عادة على الرقاقات film الطحلبية باستخدام مفتات radula . والمفتات عبارة عن جزء الفم الموجود في جميع الطوائف فيما عدا ذوات المصراعين . ويتصل المفتَّات بأسفل الفم ويمكن أن يمتد لتفتيت الطحالب من الصخور . وهو أشبه بالمبرد ، إذ يتكون من صفوف كثيرة من الأسنان الدقيقة . والكيتونات حيوانات ليلية nocturnal وتزحف للاغتذاء في الليل فقط . وهي لا تنطلق بعيدًا ، وترجع عادة إلى نفس المكان الذي تأوي إليه كل يوم . وتتألف الرقاقات الطحلبية التي ترعى عليها من الدياتومات وغيرها من الكائنات الدقيقة التي تستقر على أسطح جميع الأشياء كل يوم ، وهي مصدر للغذاء يتجدد باستمرار . ويبلغ طول أكبر الكيتونات ٢٣ سنتيمترا وعرضها



(شكل ١٧ - ٢) الكيتونات chitons يمكن التعرف عليها بسلسلة الصفائح التي تتألف منها أصدافها .

١٢ سنتيمتر ، ولكن أكثريتها يتراوح طولها بين سنتيمترين وأربع سنتيمترات فقط .

طائفة البطنقدميات Class Gastropoda

تمثل طائفة البطنقدميات مجموعة كبيرة ومهمة ، وقد استمدت هذه الطائفة اسمها - ومعناها «معديات الأرجل» - من شكل جسمها الذي يتألف من صدفة واحدة محمولة على الظهر ، والرجل (القدم) العريضة الكبيرة التي تزحف عليها عبر الصخور أو تحفر بها في الرمال أو الطين . والأشكال الشائعة من هذه الطائفة هي القواقع snails والبطلينوس limpets ، وأذن البحر abalones ، والمحار conchs ، والذّربْ (المهذار) whelks . وهناك بعض أشكال من هذه الطائفة التي لا يسهل التعرف عليها باعتبارها من البطنقدميات وهي : البزاقات slugs ، وعاريات الخياشيم nudibranchs ، والرتب غير المعروفة جيداً من زعنفيات القدم pteropoda ، ومتباينة الأقدام heteropoda والتي تكيّفت مع حياة الهائمات . وتتميز البطنقدميات بأن لها صدفة حلزونية متميزة تتجه نحو اليمين ، باستثناء عدد قليل منها فقط (مثل الأنتيبلانز Antiplanes التي توجد في شمال غرب الباسفيكي) .

يظهر على أجسام هذه الحيوانات تحوير بوجود نقص في بعض الأعضاء لكي تتناسب على **نحو** أفضل مع الصدفة . ومن الأمثلة الشائعة على تقليل الأعضاء وجود كلية مفردة ، بل **إنه** يوجد خيشوم واحد فقط في بعض هذه الحيوانات . وعندما نتأمل صدفة البطلينوس limpet فإننا لا نراها حلزونية على الرغم من أن الصدفة كانت حلزونية في الأطوار **اليرقانية** . ولكنها عندما تهبط لكي تنمو وتبلغ تختفي الحلزونات . كما أن الصدفة تكاد **تكون** غير موجودة في بعض أشكال هذه الكائنات مثل أرنب البحر sea hare (تيطس Tethys) ، وغير موجودة على الإطلاق في أشكال أخرى مثل عاريات الخياشيم nudi-branchs .

وفي معظم المناطق تستخدم الحيوانات الأصداف في الوقاية من الأخطار . فعندما يتهدد الخطر بعض هذه الحيوانات مثل البطلينوس وأذن البحر abalone ، فإنها تجذب الصدفة إلى أسفل بإحكام على الصخرة وتختبئ تحتها . وهناك حيوانات أخرى لديها القدرة على أن تنكمش داخل صدفتها وتغلقها باستخدام جزء إضافي يسمى الغطاء operculum . وهذا الغطاء عبارة عن صفيحة plate متصلة بالقدم ، وهي مكونة من الكالسيوم في البعض ومن مواد قرنية horny في البعض الآخر . وعندما ينكمش الحيوان داخل صدفته فإن هذه الصفيحة تكون آخر جزء يجذبه إلى الداخل ويغلق به المدخل . وهذه الأغطية مهمة لأنها تبين خطوط النمو وتستخدم أحيانا في تحديد عمر القوقعة . وتبين أصداف معظم البطنقدميات خطوط النمو ولكن عمرها لا يمكن تحديده دائمًا بهذه الأصداف ، لأن بعض الأنواع تنمو ببطء وبتوازن (باستواء) في حين أن بعضها الآخر تنمو امتدادات كبيرة على أصدافها في غضون أيام قلائل . ونظرًا لأن هذه الامتدادات تظهر في فترات غير منتظمة ، فإنه لا يمكن تحديد العمر بخطوط النمو الظاهر على الصدفة . وتختلف صدفة كل نوع ، ويتميز بها هذا النوع وحده . ومعظم هذه الاختلافات في الأصداف إذا تمت دراستها جنبًا إلى جنب مع دراسة موطن الحيوان فسوف نكتشف أنها تمثل تكيُّفًا نوعيًا مع بيئة الحيوان وأسلوب معيشته . ومثال ذلك أننا نجد أصدافًا مفلطحة ومنخفضة على ظهور الحيوانات في المناطق التي تشتد فيها حركة المياه حيث يترتب على الهيئة أو الشكل المرتفع للصدفة حدوث مقاومة شديدة جدًا . كما توجد مثل هذه الأصداف أيضا على الحيوانات

التي تعيش في الشقوق أو بين الصخور لأن الأصداف المنخفضة تمكنها من الزحف والعودة إلى أماكن محمية جيداً .

وهناك فئة من البطنقدميات يسعى وراءها هواة جمع الأصداف لأنها تتميز بأصدافها الناعمة الصقيلة ، ومن أمثلة هذه المجموعة الودعة أو الصدفة الصفراء cowrie . فهي تحافظ على صدفتها صقيلة ولماعة بإخراج البُرْنس mantle ليتدفق فوق الصدفة لكي تظل نظيفة . ويجب على من يجمعون هذه الأصداف أن يلتزموا الحرص إذا أرادوا حفظ الصدفة في حالتها اللامعة . ويبدو أن أفضل طريقة لذلك هي وضع الودعة الصفراء في محلول صابوني مطهر (مبيد للجراثيم) بمجرد جمعها . وبذلك يمنع تأثير البكتيريا أو الأنزيم من إزالة لمعان الصدفة إلى أن يتم تنظيفها وتزييتها تمهيداً لعرضها .

وتزحف أكثرية البطنقدميات للحصول على غذائها بالانزلاق إلى الأمام مثلما تفعل القواقع البرية land snail وهناك استثناءات قليلة كما هو الحال دائمًا في كل جماعة . ولعل أكثرها غرابة وشذوذًا هو جنس جانثينا *Janthina* الذي يحدث فقاعات هوائية بإفراز مخاط وحبس الهواء قرب سطح الماء ، واستخدام هذه الفقاعات في الطفو . وتعتبر أفراد هذا الجنس من الهائمات وتستخدم بعض الأنواع الرجل المعدلة في السباحة ، بينما تستخدم أنواع أخرى الغطاء operculum كخطاف تستعين به في الوصول إلى الأشياء التي تريدها ثم تجذب نفسها . وهناك أيضا فئة ثالثة لها رجل مشقوقة split foot منها نوع رجله مشقوقة بطريقة تجعله يبلغ الأشياء بالجزء الأمامي وتمسك بها ثم تجذب الجزء الخلفي . ونوع آخر رجله مشقوقة من وسطها من الأمام إلى الخلف ، وعندما يتحرك يتجه أحد الجانبين إلى الأمام ثم الجانب الآخر ، مما يجعلها تتمايل أثناء حركتها إلى الأمام . وهذه الطرق المختلفة للحركة والتنوع في شكل الصدفة إنما يؤكد لنا مرة أخرى أن الكائن الحي يستطيع بشئ من التكيُّف السليم أن يعيش في كل مكان تقريبًا . فنجد أن الحافرات في الطين وبعض الحافرات في الرمل مثل الأصداف الزيتونية olive shells لها ممصّ siphon ممتد عبارة عن جزء من البرنس mantle محورة على نحو يجعله يجلب الماء لهذه الكائنات حتى عندما تكون تحت سطح الماء . وهي تحتاج إلى هذا الممصّ من أجل التنفس ، ولأنها تستطيع بفضل هذا الممصّ أن تقطن في موطن تحت السطح حيث لا تلقى منافسة شديدة

لسعتها رغم أنها نادراً ما تقتل ، إلا أنها تسبب ألماً شديداً في الغالب .

والحيوان الرخوي الدودي الشكل والحيوان الرخوي الأنبوبي يكوّنان أنابيب ليقطنا فيها بدلاً من حمل قوقعة على ظهورهما . وهذا الأنبوب يصنع من الكالسيوم ويلصق بالصخور أو الأصداف أو طبقة تحتية صلبة . وقد ينمو أحيانًا بأشكال غير منتظمة تبعًا للحيز المتاح له لكي ينمو فيه . وكثيراً ما يحدث خلط بين هذه المجموعة والديدان الحلقية البانية للأنابيب . والفرق الرئيسي بينهما يمكن ملاحظته بإمعان النظر إلى الأنبوب : فإذا كان لامعًا من الداخل فهو أنبوب رخوي ، وأما إذا كان معتمًا فهو أنبوب دودة حلقية . وإضافة إلى ذلك ، فإن أنبوب الحيوان الرخوي يتألف من ثلاث طبقات ، في حين أن أنبوب الدودة الحلقية يتكون من طبقتين .

(شكل ١٧ - ٦) يقتات أذن البحر بأن يرفع الصدفة عن الصخرة ويرعى بحثًا عن الطحالب النامية فوق الصخور المجاورة . ويتحرك أذن البحر أساسا في الليل ويقضي النهار في الشقوق وتحت الصخور .

أذن البحر Abalone

وهو من الأنواع المهمة التي يكثر صيدها على امتداد ساحل الباسفيكي . وتغطي هذا

كالن صدفة مسطحة عندما ينجذب انجذابًا شديدًا على الصخور . وهذه القواقع تبدو
يهة من داخلها ، وإذا تم تلميع ظهورها فإنها تبدو زاهية الألوان أيضا . ويباع لحم أذن
بحر في معظم المطاعم الراقية وهو غالي الثمن فعلاً . كما تباع أصدافه في متاجر
الأصداف ، وهي تستعمل في صنع أشياء كثيرة بدءًا من طفَّايات السجاير حتى المجوهرات
البديعة .

البَرْوَنْق Periwinkle

وينتمي الى جنس الليتورينا *Littorina* ولعله أكثر البطنقدميات شيوعًا . ويوجد في نطاقات المد العالي في أنحاء العالم ، ويضم عدة أنواع . وهي قواقع صغيرة إلى حد ما يستطيع بعضها تحمل فترات طويلة من الجفاف لأن في مقدورها أن تغلق صدفتها وتستهلك ما بداخلها من الماء . وقد عاش بعضها أكثر من سنة في حالة الإغلاق هذه مقطوعًا من الماء، ثم استعاد نشاطه مرة أخرى عندما تم غمره في الماء . وتوجد البرونقات بحذاء معظم المناطق الصخرية في برك المد ، أو في أماكن مرتفعة وجافة في الشقوق الموجودة في الصخور . وكثيرًا ما تملأ بأصدافها مكانًا غائرًا أو شقًا في بعض الصخور .

طائفةذوات المصراعين Class Bivalvia (فأسيات الأرجل Pelecypods)

ينتمي لهذه الطائفة المحار الملزمي clams ، والمحار المألوف oysters ، والمحار المروحي (إسقلوب) scallops وغيرها من المحاريات . وتتميز بأن لها صدفتين على جانبي الحيوان، ونظرًا لأن الأصداف تسمى مصاريع valves ، فإن هذه الطائفة اسمها الشائع «ذات المصراعين» bivalves . ولا يوجد في هذه الطائفة نوعان تتشابه أصدافهما تمام التشابه . ومن ثم ، تستخدم الصدفة عموما وسيلة لتعيين هوية كل نوع . ومعظم هذه المجموعة حيوانات بحرية وتوجد قلة منها تعيش في الماء العذب . ويوجد منها في الأغلب جنسان منفصلان ، وهما يفرزان المني والبيض في الماء الذي يحملهما إلى كل منهما ليتم التلقيح . وقد شاهد المؤلف ذكر المحار المروحي (إسقلوب) الصخري وهو ينثر المني في خليج كاليفورنيا (بحر كورتيز Sea of Cortez) أثناء رحلة قام بها في أغسطس عام ١٩٦٩م . فقد فتح الإسقلوب قوقعته ببطء ثم أغلقها بعنف بعد دقيقتين أو ثلاث دقائق مما أدى إلى

إنطلاق دفقة من الماء . وقد حملت المياه المني الذي أمكن رؤيته كسائل لبني . وكانت كثيرا من الإسقلوبات في المنطقة تمر طوال اليوم خلال عملية نثر المني هذه . ولم يشاهد أي منها يفعل ذلك في اليوم التالي . وذوات المصراعين ليست من حيوانات الرعي التي تفتت غذاءَها grazers ، ولا تملك المكشطة أو المفتات radula الذي تتميز به البطنقدميات . وإنما تحصل على غذائها أساسًا بالاغتذاء بالترشيح filter feeding ، ولديها جهاز مص siphon system لهذا الغرض . وليس لها رأس أو مجسَّات tentacles مميزة ، لأن أسلوب معيشتها لا يجعلها في حاجة إلى أي منهما .

وتتألف الصدفة من ثلاث طبقات رئيسية ، الطبقة الخارجية منها رقيقة أشبه ما تكون بمادة الجلد غير أنها أشد صلادة منه ، فهي أقرب إلى مادة أظافر الأصابع . وتسمى هذه الطبقة قشرة الصدفة periostracum وهي تحمي الطبقة الثانية الثقيلة - المكونة من كربونات الكالسيوم - من التحلل بفعل حامض الكربونيك الذي يوجد في الماء بشكل طبيعي في بعض الأحيان . وتتألف الطبقة الداخلية من عرق اللؤلؤ (أم اللآلئ) mother - of - pearl الذي يكونه غشاء البرنس في طبقات رقيقة جدًا . وهذه الطبقات الرقيقة هي السبب في تغليظ الصدفة مع تقدم الحيوان في العمر . ويوجد أقدم جزء من الصدفة عند المفصل الرِّزِّى hinge joint ، ويسمى هذا الجزء حدبة umbo . وعندما نفحص الصدفة يمكن أن نلحظ حلقات النمو على هيئة خطوط متحدة المركز تتقدم بعيدا عن الحدبة . ويتم فتح الصدفتان وإغلاقهما بواسطة العضلات المُقَرِّبة adductor muscles . وبعض الأنواع مثل المحار الملزمي لها عضلتان مقرِّبتان ، إحداهما أمام الحدبة والأخرى في مؤخرتها . وهناك أنواع أخرى مثل pen shells ، والإسقلوبات الصخرية rock scallops لها عضلة كبيرة واحدة قرب منتصف الصدفة . وفي بعض الحالات تُقَدَّم هذه العضلات المقربة الكبيرة طعاما شهيا للناس . وعندما تأكل إسقلوب في المرة القادمة فسوف تدرك أنك إنما تأكل العضلة المقربة الكبيرة للإسقلوب . ومن المعروف أن كثيرا من حيوانات هذه المجموعة تعتبر طعاما شهيا ، وعندما تتوفر هذه الأنواع من المحار المألوف والإسقلوب وبلح البحر mussels ، فإنها تؤكل في كل البلدان تقريبا .

هذا ، ويجرى تربية كثير من ذوات المصراعين تجاريًا ، وإن كان أشهر هذه الأنواع هو

ار المألوف oyster . فهناك مرابى شاسعة للمحار oyster beds يُعنى بها عناية كبيرة **ل الساحلين** الشرقي والغربي للولايات المتحدة . ويهتم «المستزرعون» الذين يرعون هذه **ابي** أكبر ما يهتمون بمكافحة الملوثات التي قد يلقى بها الناس في الماء ، والطمي الذي قد **مله** الأمطار الغزيرة إلى الماء ، والحيوانات المفترسة مثل نجوم البحر sea stars ، فهم **الحون** بشدة هذه الأخطار وغيرها من العوامل التي قد تلحق الضرر والأذى بالمحار حتى **كن** جني أكبر ناتج ممكن من هذا المحار . وقد تم العثور على بعض المحار الصخري المحلي **ي** ديسمبر ١٩٧٦م على الجانب الباسفيكي من الطرف الأدنى لباجا كاليفورنيا Baja Cal-ifornia كانت كل محارة منها تحتوي على رطل كامل من اللحم ، وذلك نظرًا لأنها كانت **في** موقع معزول بعيدًا عن البشر ، فقد بقيت وظلت تنمو نموًا أكبر من المعتاد . وكان المحار **الملزمي** pismo clam في يوم من الأيام يوجد بوفرة على امتداد الشواطئ الرملية من وسط **كاليفورنيا** جنوبًا حتى ساحل باجا كاليفورنيا ، ولكن شدة الإقبال على أكله كطعام شهي **أدى** إلى استنزافه تقريبًا رغم وفرته الشديدة ، بل لقد أطلق اسمه على إحدى المدن في **كاليفورنيا** وهي بزموبيتش Pismo Beach .

وهناك ثلاثة أساليب رئيسية لمعيشة ذوات المصراعين : فالبعض منها يحفر تجويفًا داخل الطبقة التحتية لكي يحتمي فيه ، والبعض الآخر ينمو فوق الطبقة التحتية بالالتصاق بها مباشرة بمادة لاصقة ، بينما تتعلق بها فئة ثالثة بالمادة الخيطية (الرفيعة الطويلة مثل الخيط) والتي تُسمى الألياف الحريرية byssal threads . وتعتبر المحارات البحرية (بلح البحر mussels) خير مثال لحيوانات الخيوط (الألياف) الحريرية . وبعض الأنواع خيوطها ناعمة وذهبية اللون وقد استعملها أسلافنا في نسج بعض الملابس التي أطلق عليها في العصر القديم اسم «ثياب الذهب cloths of gold» . وكانت الأصداف الكبيرة الشبيهة بريشة الطائر والتي توجد في البحر الأبيض المتوسط ذات أهمية خاصة في نسج الأقمشة .

ومن بين الأنواع التي تلصق أصدافها في الطبقة التحتية المحار المألوف oysters والإسقلوب scallops ، فهي تثبت بإحكام إحدى الصدفتين كلها أو جزءًا منها على الطبقة التحتية ، بينما تترك الصدفة الأخرى طليقة بحيث يمكنها فتحها وإغلاقها . وهذا النوع من المأوى يوفر لها حماية جيدة من العناصر المختلفة لأنها ملتصقة بإحكام تام ، كما توفر لها

الحماية من البشر كذلك ، حيث إنه من الصعب تمييزها عن الصخور التي تنمو فوقها .

أما الأنواع التي تعيش في الجحور burrowing types فإنها تحفر حفرة في الطبقة التحتية لكي تختبئ فيها وتنعم فيها بالحماية من البيئة . ويستخدم بعض المحار الملزمي (البطلينوس) clams أقدامه للحفر في الرمل أو الطين . بينما تستخدم أنواع أخرى طريقة ميكانيكية لحفر حفرة باستخدام صدفتها ، أو قد يفرز بعضها حامضًا خفيفًا ويحفر في الصخر بإذابته . ونظرًا لأن الحيوان يبدأ في حفر حفرته وهو لما يزال صغيراً جداً ، فإن هذه الحافرات كثيراً ما تجد نفسها محبوسة في حفرتها ، فتمد ممصَّاتها (خراطيم المص) siphons خارج الحفرة الصغيرة إلى السطح للاغتذاء والتنفس . وأكبر مجموعة من المحار الحافر

(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 لا تظهر سوى أطراف الصدفة فحسب في حين توارت معظم الصدفة .

هي مجموعة البيدُك piddocks ، فهذه الفئة توجد في كل أرجاء العالم ، وهي التي تحفر كثيراً من الحفر التي توجد في الصخور على امتداد الشواطئ . كما أنها تحفر في الخشب ولذلك فهي مصدر قلق لأصحاب السفن والمختصين بالانشاءات البحرية . ولكن إذا كان البيدُك مصدراً للقلق ، فإن دودة السفن ship worm تعتبر كارثة . وهي من الرخويات وتشبه الدودة ، وتحفر في السفن أو الركائز أو أية انشاءات خشبية ، وتنخر في الخشب إلى أن ينهار . ويجري حاليًا معالجة الأخشاب التي تستعمل في إقامة الركائز معالجة مكثفة قبل استعمالها لحمايتها أطول فترة ممكنة من دودة السفن أو دودة الخشب te-redo .

وهذه الدودة هي السبب أيضا في إتلاف قدر كبير من الأخشاب حتى من قبل أن تصل إلى معامل التفريز . فبعد أن يتم قطع جذوع الشجر في كتل يتم تخزينها في ساحات الرمث لنقل الأخشاب بالطفو في الماء . ويتم تثبيت أعداد كبيرة من الأخشاب وشدها بعضها إلى بعض (في مساحات تعادل أحيانًا مساحة ملعب كرة القدم) ، ثم يسحبها زورق قطر tugboat إلى معمل التفريز mill . وتأخذ ديدان الخشب teredos في مهاجمة الكتل الخشبية أثناء تخزينها في الماء . وإذا طالت مدة تخزين هذه الأخشاب فإنها تصاب بتلفيات كبيرة .

ويعتبر محار اللؤلؤ pearl oyster من ذوات المصراعين التي لها أهمية اقتصادية ، فهذا المحار يكوّن طبقات من عرق اللؤلؤ (أم اللآلئ) حول أي شيء غريب في صدفته . وقد جعل اليابانيون من إنتاج اللؤلؤ المستنبت cultured pearl فنًا جميلاً ، فهم يزرعون «لؤلؤة بذرية seed pearl» في صدفة محار اللؤلؤ ثم يتعهدون المحار بالرعاية عدة سنوات . وعندما يتم إخراج اللؤلؤة البذرية يجدون لديهم لؤلؤة قد كوّنها المحار . وكلما طالت المدة التي يتركونها خلالها ، كلما زاد عدد الطبقات التي تتراكم عليها ، وكلما كبر حجمها . وبهذه الطريقة أصبح من الممكن إنتاج المجوهرات المرصّعة باللآلئ ذات الشكل الجميل وغير الباهظة الثمن نسبيًا ، والتي شاع استعمالها الآن .

ومن هنا نجد أن ذوات المصراعين تمثل طائفة من الرخويات التي لها أهمية اقتصادية بالنسبة للإنسان ، فهي تمده بالغذاء والمجوهرات ، ولكنها تحدث أضرارًا وتلفيات

بالإنشاءات أيضا .

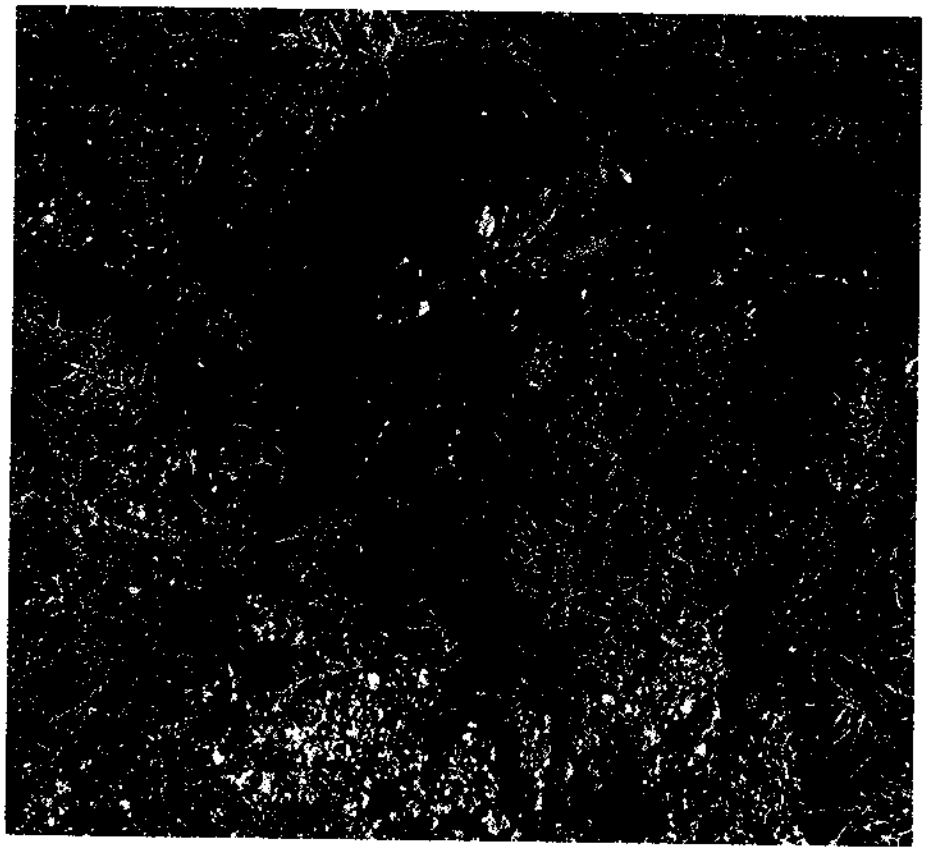
طائفة الرأسقدميات Class Cephalopoda

تحتل الرأسقدميات المرتبة الثانية بين جميع الحيوانات البحرية التي يخشى الإنسان بأسها . فإذا كانت أسماك القرش تحتل المرتبة الأولى بين هذه الحيوانات بلا جدال ، فإن الأخطبوط octopus والحبَّار squid يحتلان المرتبة الثانية . والحيوانات من نمط الرأسقدميات (cephalo ومعناها : رأس ، poda معناها قدم) تثير اهتمام الجمهور العام لأنها غير شائعة ، وتختلف في شكلها عن معظم الأحياء البحرية الأخرى التي نعرفها ، ولها ممصَّات suckers تتعلق بها في الأشياء بدلاً من الأصابع . والواقع أن مظهرها والقصص التي تناقلتها عنها الأجيال من الأساطير وروايات الخيال العلمي Science Fiction ، تجعلنا نشعر بشيء من القلق إزاء هذه الحيوانات . غير أن هذا الموقف من جانبنا مما يبعث على الأسف لأن هذه الحيوانات ليست كبيرة الحجم في الغالب ، بل إنها حيوانات رقيقة وتتميز بنوع من الجبن . وتعتبر الرأسقدميات أكثر الرخويات تطوراً ، فهي تتمتع ببصر ممتاز ، وتستطيع العوم بسرعة فائقة ، وتبدي انفعالات وأحاسيس ، وتغير لونها بسرعة بالغة باستخدام حاملات الأصباغ (الخلايا حاملات الصبغ) chromatophores ، ويمكنها أن تزحف فوق القاع أو تسبح إذا شاءت . وتضم هذه المجموعة الأخطبوط والحبَّار squid ، وأرجونوتا argonauta ، سيبيا الحبَّار cuttlefish ، وحيوان اللؤلؤ nautilus .

والرأسقدميات جسمها ليِّن ، ولا توجد عليها الصدفة الثقيلة التي نجدها في معظم الرخويات الأخرى . ويلتف برنسها mantle حول جسمها ، مكونًا طوقا مرتخيا (سائبًا) نوعا ما في منطقة العنق . ويوجد تحت البرنس ممصّ siphon يجلب الماء إلى الخياشيم ، ويستخدم الحيوان هذا الممصّ في تكوين دفق من الماء يسيره ويدفعه خلال الماء إذا أراد أن يتحرك بسرعة . ويحتوي السيبيا cuttlefish ، والحبّار squid على صدفة داخلية لا تُرى إلا إذا تم تشريح الحيوان واستخراجها منه . وكانت أصداف الحبَّار تستعمل في وقت من الأوقات مشدَّات (كورسيهات) في ملابس النساء ، أما أصداف السيبيا cuttlefish فانها تستعمل الآن في صنع أقفاص الطيور . وتتميز أصداف حيوان اللؤلؤ Nautilus بجمالها وبأنها مقسمة إلى حجيرات ، وهي خفيفة جداً في تكوينها ، ويعيش الحيوان في الحجيرة

الأخيرة فقط . وكثيراً ما تشاهد الصدفة في متاجر بيع الأصداف وهي غالية الثمن جداً . أما أنثى أرجونوتا argonauta أو حيوان اللؤلؤ الورقي paper nautilus فإن صدفتها رقيقة جدا تستخدم كعلبة للبيضة أساسًا . أما الذكر فهو أصغر حجمًا من الأنثى وليس له صدفة . ويعتبر الأخطبوط الذي لا توجد به أية صدفة على الإطلاق ، نموذجًا شاذًا في هذه الشعبة من هذه الناحية . وتضم مجموعة الرأسقدميات حوالي ٤٠٠ نوع حي ، كلها من الأحياء البحرية ، وإن كانت سجلات الأصداف الموجودة لدينا تشير إلى أنه كان يوجد منها أكثر من عشرة آلاف نوع في وقت من الأوقات ، فهي مجموعة قديمة ، وكانت تضم فيما سبق أكبر مجموعة عرفها الإنسان من اللافقاريات ذوات الأصداف .

وتعتبر قدرة الرأسقدميات على تغيير ألوانها من أهم الخصائص التي تتميز بها هذه الطائفة . ويتم تغيير اللون بواسطة عضلات تجذب الخلايا حاملات الصبغ chromato phores إلى سطح الجلد داخل صفائح مفلطحة تظهر لونها . والغرض من ذلك هو



(شكل ١٧ – ٨) الأخطبوط من الرخويات الفريدة غير العادية ، فليس له صدفة ويستطيع التحرك إما زحفا - كما هو مبين في الصورة - أو سباحة بعملية نفث يدفع فيها الماء خلال أنبوب ممصه .

التماثل أو التواؤم مع البيئة المحيطة بالحيوان بحيث يصعب على الحيوانات المفترسة أن تراها . وهي خبيرة في هذه العملية . ويستطيع الأخطبوط عمومًا أن يتمازج تمازجًا تامًا مع بيئته ، وإذا تم إكتشافه والتحرش به فإنه يتغير بسرعة من لون لآخر وفي تغير بديع يأسر من يشاهده . وقد قام المؤلف برحلة غوص في الليل قبالة جزيرة جراند كايمان Grand Cayman في البحر الكاريبي وقد شاهد خلالها مع رفاقه الغواصين أخطبوطًا يبلغ عرضه حوالي (٤) أقدام ظل يومض بكل ما يمكن أن يتصوره المرء من تجمعات الألوان طوال عشر دقائق . وكان كل ما فعلناه هو أننا أبقينا الضوء مسلطًا عليه ، مما أحدث له اضطرابا عاما بالتأكيد . ويمكن أن نفرد هذا الكتاب بأكمله للحديث عن الحقائق المثيرة والعديدة عن الأخطبوط .

والحبَّار squid أيضا حيوان مثير جدًا للاهتمام كما هو حال الأخطبوط . وهو حيوان شرس مفترس، يهاجم الأسماك الصغيرة وغيرها من الكائنات (الأحياء) ليتغذى بها . وغالبًا ما يسبح الحبَّار في قطيع مائي schools ، وقد شاهدها تور هيردال Thor Heyer-dahl في بعثة كون تيكي Kon Tiki Expedition ، وهي تبحر خارجة من الماء بنفس الطريقة التي ينطلق بها «السمك الطيَّار» flying fish فوق سطح الماء . وبعض أنواع الحبَّار التي تعيش في المياه العميقة تنمو نموًا كبيرًا . وقد تم اصطياد عينة منها أمام سواحل نيوفوندلاند Newfoundland يزيد قطر جسمها على متر وطولها ستة أمتار من الرأس إلى الذيل . وتبلغ طول لوامس tentacles هذه السمكة عشرة أمتار أخرى وبذلك يصل طولها الإجمالي إلى أكثر من ١٧ مترًا . وقد قدر وزنها بما يزيد على ٦٠٠٠ رطل . ومن المرجح أن هذه العينة التي تم اصطيادها ليست أكبر أفراد هذا النوع في البحر . وبوسعنا أن نفترض وجود أفراد أكبر حجمًا من هذه العينة . ويعتقد بعض الباحثين أن الحبَّار يصل طوله إلى ٣٠ مترًا ، وهو أكبر طول بين اللافقاريات جميعها . وهذه الحبَّارات الكبيرة تعتبر غذاءً رئيسيا للحوت، العنبر sperm whales . ولعلها هي أيضا مصدر القصص التي تروى عن «الكركن» Karken ، ذلك الوحش الخرافي الذي يقال إن عرضه يمتد عدة مئات من الأمتار وإن له ألف ذراع . والواقع أن قطيعا كبيرا من الحبَّارات الكبيرة الحجم وهي تغتذي فوق سطح الماء بأذرعها التي ترفرف وتخفق فوق سطح الماء يشبه كثيرًا ذلك الوصف الذي يوصف به «الكركن» . وكذلك يشتهر الحبَّار والأخطبوط بالمادة البنية الداكنة التي تشبه

الحبر التي يطلقها كل منهما عندما يتعرض للهجوم . وهذا «الحبر» ليس المقصود منه أن يخفي الأخطبوط ، ولكن مفعوله يجعل المهاجم يفقد حاسة الشم . ومثال ذلك فإن الأنقليس (ثعبان الماء) eel لن يهاجم ما لم يتأكد من مصدر الغذاء عن طريق الشم . وعندما ينفث الأخطبوط الحبر في وجه أنقليس الموراي Moray Eel فإن الأنقليس لا يمكنه تحديد مكان الأخطبوط حتى وإن كان يستطيع رؤيته ، قبل أن تعود إليه حاسة الشم ، والتي قد يفقدها مدة ساعة أو نحو ذلك .

وأنثى الأخطبوط أم ممتازة . فهي ترعى بيضها إلى أن يفقس ، ونتيجة لرعايتها المستمرة للبيض ، فإن البيض سوف يفقس كله تقريبا ، ولا يفقد منه سوى أقل القليل . فهي تطرد الحيوانات الأخرى بعيداً عن بيضها ، وتعكف على تنظيفه باستمرار حتى لا تتجمع الرواسب فوق سطحه وتقضي عليه . وتسكب بعض الأنواع الماء من ممصَّاتها siphon على البيض لكي يبقى نظيفًا ، بينما تستخدم أنواع أخرى ممصاتها suckers لإزالة المواد الغريبة عن البيض . وتحرص جميع الأنواع تقريبا على إبعاد أية مواد أخرى يمكن أن تتحلل بعيداً عن كومة البيض . ويقوم الحبَّار squid المعروف باسم لوليجو أو بالسينز *Loligo opales-cens* الذي يعيش في المياه أمام كاليفورنيا الجنوبية بالتجمع في قطيع في شهر يناير أو فبراير ، ويضع أكياس البيض فوق القاع . ومن الأماكن المشهورة التي يحدث فيها ذلك الخانق البحري submarine canyon الواقع أمام لاجولا La Jolla بالقرب من معهد سكربس لعلم البحار Scripps Institute of Oceanography . وقد قام جاك كوستو Jacques Cousteau وفريقه بتصوير القطعان الكبيرة من الحبَّار لعرضها في فيلم تليفزيوني . . فهي تضع البيض في أكياس يبلغ طولها حوالي خمسة سنتيمترات وقطرها أقل من ١,٥ سنتيمتر . وبعد أن تظل الأكياس مكشوفة في الماء لبضعة أيام فإنها تنفتح وتزداد طولاً وعرضًا إلى ما يقرب من ضعف حجمها الأصلي . وقد عمل المؤلف على تفقيس البيض في مربى مائي معملي ، وتستغرق فترة الحضانة incubation مدة شهر ، إلا أننا بعد الفقس لم نتمكن من إبقائها على قيد الحياة أكثر من ٤٨ ساعة فقط . ولسوء الحظ لم يتح لنا الوقت الكافي لكي نبحث سبب موتها .

إن طائفة الرأسقدميات من أشهر الطوائف المعروفة في عالم الحيوان ومن أكثرها إثارة

للخوف والفزع ، كما أنها من أكثرها غرابة وتفردًا . وهي ، بشكلها وطريقة معيشتها وذكائها ، تتميز عن معظم الكائنات الأخرى تميزًا حادًا بحيث نشأ الاعتقاد بأنها طائفة خاصة منذ وقت طويل قبل كثير من الطوائف البيولوجية الأخرى .

طائفة قاربية الأقدام Class Scaphopoda

على الرغم من أن أفراد هذه الطائفة ليسوا نادرين ، إلا أنهم غير معروفين لمعظم الناس . وأفراد الطائفة صغار الحجم ، ويعيشون في الرمل أو الطين مدفونين تحت سطحه ، ويطلق عليهم عمومًا اسم الأصداف السنية (أو مسننة الصدفة) tooth shells . وهذه الأصداف التي تشبه الأنياب الرفيعة الطويلة ، تندفع مع التيار الذي يلقي بها على الشاطئ . وهي متقوسة قليلاً ومجوفة ، مفتوحة الطرفين ، أحدهما أكبر من الآخر . وهذا الحيوان بدائي ليس له قلب أو خياشيم أو عيون أو لوامس tentacles على نحو ما نراه في معظم الأنواع الأخرى في هذه الشعبة . غير أنه لديه صدفة ، ومفتات radula وبرنس mantle يستخدمه في تكوين الصدفة ، كما هو حال أغلبية الرخويات الأخرى . وعلى غرار ما حدث بالنسبة للكثير من الأصداف الأخرى فقد استعمل الهنود الساحليون سلاسل من هذه الأصداف السنية كعملة يتعاملون بها . ونظرًا لندرة هذه الأصداف نسبيا فإن قيمتها تزيد على قيمة معظم الأصداف الأخرى .

أسئلة للمراجعة

١ - اذكر الطوائف الخمسة الشائعة من الرخويات ، مع بيان صفة مميزة لكل طائفة .

٢ - لماذا يسعى هواة جمع الأصداف للحصول على الأصداف الصفراء Cowries ؟

٣ - اذكر المجموعات التي تدخل ضمن الرخويات وليست لها صدفة ، أو التي تكون صدفتها مصغرة إلى حد كبير .

٤ - اشرح الفروق في طرق التغذية عند كل طائفة من الطوائف الخمسة .

٥ - ما هي الطائفة التي تعتبر الأكثر تطورًا في بنيتها الجسدية وتطور الدماغ ؟

الفصل الثامن عشر

المَفْصلِيَّـات
Arthropoda

تعريف المصطلحات

بتر ذاتي : قدرة الحيوان على بتر جزء من جسمه تحت وطأة الخطر . وهذا الجزء يمكن أن يتولد ثانية في العادة مثل مخلب السرطان . — **Autotomy**

ثنائي الفرع : ذو فرعين . — **Biramous**

كالينكتس : جنس السرطان الأزرق الصالح للأكل ، ذو القيمة التجارية العالية . ويعيش في شرق الولايات المتحدة . — **Callinectes**

درْع : غطاء صلد يحمي ظهر كثير من القشريات وحيوانات أخرى . — **Carapace**

كيتين : المادة التي تتكون منها هياكل المفصليات . — **Chitin**

مجذافيات الأرجل : النمط الحيواني الرئيسي الموجود في الهائمات . — **Copepods**

القشريات : اسم الطائفة لمعظم المفصليات البحرية . — **Crustacea**

إميريتا : اسم الجنس لسراطين الرمال الشائعة . — **Emerita**

تجاويف دموية : فجوات جسمية ينساب خلالها الدم بدلا من الانسياب في الأوعية الدموية — **Hemocoel**

الليجيات : كائنات دالّة على النطاق (١) في أنحاء كثيرة من العالم . وهي من متساويات الأرجل Isopoda . — **Ligia and Ligyda**

إنسلاخ : طرح الصدفة للسماح بتكون صدفة جديدة أكبر . **Molting**

بنايز : اسم الجنس للأربيان التجاري في الساحل الشرقي . **Penaeus**

عناكب البحر : اسم الطائفة لعناكب البحر . **Pycnogonida**

هُلَب : لواحق لجمع الغذاء في بعض مجذافيات الأرجل . **Setae**

سيفيات الذيل : اسم الرتبة لسرطان حدوة الحصان horseshoe crab ، والتي يشتهر منها النقَّاب limulus . **Xiphosurida**

زوستيرة : اسم الجنس لعشب الأنقليس eelgrass . **Zostera**

يتكون اسم المفصليات Arthropoda من مقطعين : arthros ومعناه مفْصَل ، podos ومعناه أقدام . وتكوّن المفصليات أكبر مجموعة في عالم الحيوان كله . وقد استمدت اسمها هذا من كونها كلها ذات أقدام مفصلية . وعلى الرغم من أن هذه المجموعة تضم ذوات الألف رجل millipedes ، مئويات الأرجل centipedes ، العناكب spiders ، الحشرات insects والقشريات crustaceans ، فإن ما يعنينا منها في مجال علم الأحياء البحرية ثلاث طوائف فقط ، سوف نتناولها بشيء من التفصيل ، وهي :

فخذيات الفم Merostomata ، عناكب البحر Pycnogonida ، القشريات Crustacea .

ومن الخصائص العامة للمفصليات أنها ذات هيكل خارجي exoskeleton صلد يتكون أساسا من الكيتين chitin . والكيتين عبارة عن نوع مركب من عديدات التسكر polysaccharide ، وهو نوع من الكربوهيدرات . وتفرز هذه الصدفة البشرة epider-mis ، ونظرًا لأن الصدفة تكون محدودة الحجم بطبيعتها عندما تتصلد فلابد من طرحها على فترات لإفساح المجال لنمو الحيوان . وعند كل طرح تتكون صدفة أكبر حجما من المعتاد ، وينمو الحيوان داخل الصدفة الجديدة . وقبل أن يحدث الإنسلاخ molting يتكون غلاف لين جديد للقشرة تحت الصدفة . وعندما تنشق الصدفة وتنفتح - ويحدث ذلك عادة في النقطة التي يلتقي فيها البطن والصدر - يخرج الحيوان من الصدفة ، وينفتح

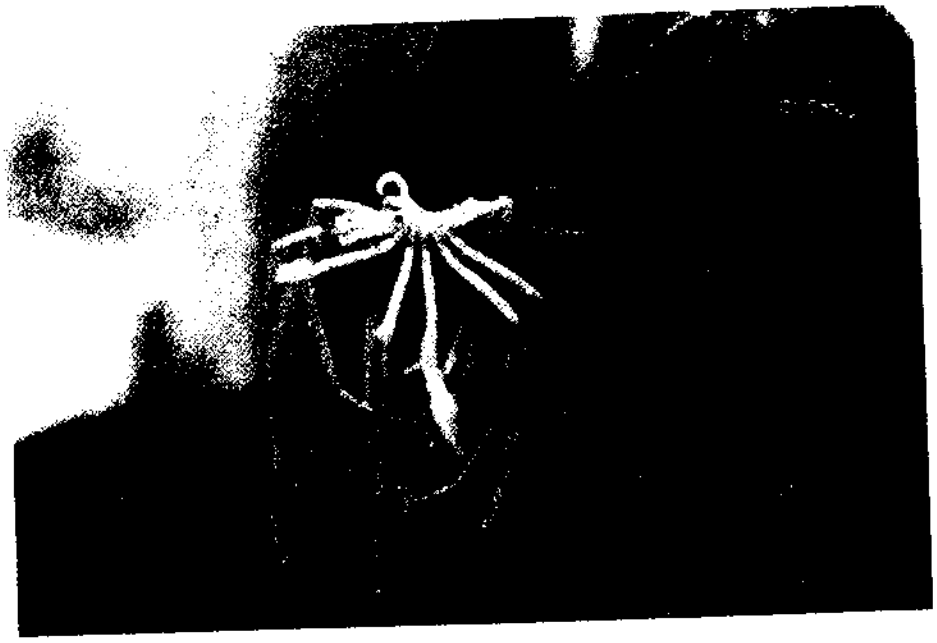
غلاف القشرة فيملأه بالماء (في حالة الأنواع البحرية)، وعندما يتصلد غلاف القشرة في **بعض** ساعات قلائل ، تتكون الصدفة الجديدة . وتحمى الصدفة الحيوان وتوفر له أماكن **بارزة** ridged لمرتكز العضلات . ويقيد ثقل الصدفة حجم معظم المفصليات ، والأفراد **الكبيرة** منها كلها بحرية بسبب عامل الطفو buoyancy factor لكونها غاطسة في الماء submersed .

طائفة فخذيات الفم Class Merostomata

من بين فخذيات الفم هناك رتبة تضم أنواعا بحرية وهي رتبة سيفيات الذيل Xipho-surida ، والاسم الشائع لهذه الرتبة هو سرطان حدوة الحصان horseshoe أو ملك السرطانات King crab . ويعتبر النقَّاب limulus أشهر الأنواع البحرية في هذه المجموعة . وهو يقطن كل الساحل الشرقي للولايات المتحدة والمكسيك ، ويصل حجمه إلى ما يقرب من ٤٥ سنتيمترا ، ويستطيع السباحة أو المشي فوق القاع ، ويستخدم رأسه المسطح في الحفر في الرمال بحثا عن الغذاء ، وينشط في الليل عموما . ويتميز بشكله العتيق ، الذي لم يتغير على مدى آلاف السنين . وقد بذلت محاولة لاستزراع هذا النوع في خليج سان فرانسيسكو ، ولكن النقَّاب لم يتكاثر هناك ولم يعش فيها .

طائفة عناكب البحر Class Pycnogonida

تختلف عناكب البحر اختلافا كبيرا عن معظم مجموعات المفصليات الأخرى التي يضعها بعض علماء التصنيف في شعبتها . فهي في غالبيتها كائنات بحرية قاعية benthic يمكن أن نجدها في مناطق المد والجزر على أعماق تصل إلى ٤٠٠٠ مترا . وهى أكثر وفرة وانتشارا في المناطق القطبية ، وتتغذى أساسا على الحيوانات اللحمية مثل مستعمرات الهدريات وتشترك مع طائفة القشريات في المرحلة اليرقية الطليقة السباحة . وعلى الرغم من أن اليرقات تبدو متشابهة ، فإنها ليست متماثلة homologous . ويحمل الذكر البيض ملتصقا بجانبه السفلي بعد أن يتلقاه من الأنثى . وتوجد الأرجل عادة مقسمة إلى ثمانية أقسام وفي طرفها مخلب . ولا تتوافر لدينا معلومات وافية عن تاريخ حياة هذه المجموعة بكل أطوارها .



(شكل ١٨ - ١) تعد عناكب البحر أو Pycnogonida من أغرب مجموعات المفصليات في البحر. فهي لا ترتبط ارتباطا وثيقا بالمجموعات الأخرى في هذه الشعبة .

طائفة القشريات : Class Crustacea

تحتوي القشريات ، في معظمها ، على رأس صدري cephalothorax (cephalo معناها : «رأس»، thorax معناها : «الجزء الأوسط من الجسم أو الصدر»). ويتحد الرأس والوسط (الصدر) تحت صدفة صلبة بحيث يصبحان وحدة واحدة وليس وحدتين يمكن التمييز بينهما . ومعظم هذه الطائفة بحرية ، وهي الأنواع التي سنكتفي بذكرها في هذا المقام . والقشريات طائفة كبيرة جدا ومهمة ، وتضم رتبا كثيرة جدا ومتنوعة . وسوف نبدأ بالحديث عن أكثر هذه الرتب شذوذا .

طويئفة ذُؤابيات الأرجل : الأطومات : Subclass Cirripedia : The Barnacles

لا يبدو الأطوم لأول وهلة أنه يرتبط بأي شكل من الأشكال بالسراطين والروبيان ، ولكنه يرتبط بها فعلا . فلو نزعنا صدفة أطوم ، لوجدنا تحتها قشرية نموذجية رأسها ملتصق بجسم الصدفة . فكيف نشأ هنا ؟ إن الأطوم يحتوي على كل من الأعضاء الجنسية الذكرية والأنثوية ، فهو خنثوي hermaphroditic بلغة المصطلحات العلمية . فهو لا يلقح بيضه وإنما ينقل المني إلى الأطوم الآخر القريب منه من خلال قضيب penis قابل

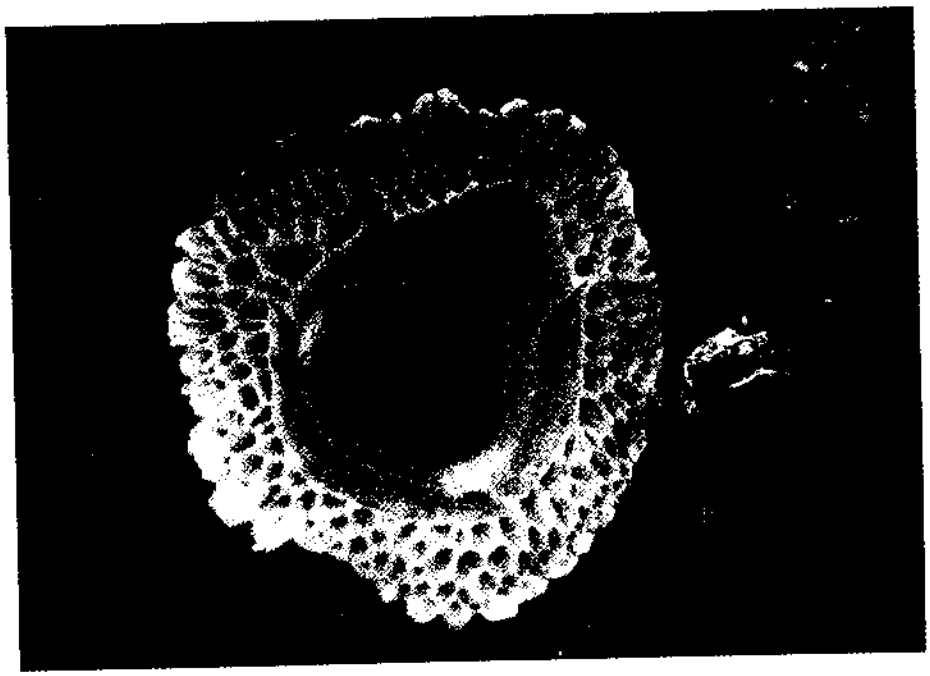
الامتداد ، ويمكن أن يمتد في بعض الحالات إلى عدة بوصات . وعندما يتم تلقيح البيض ، فإنه يتحول إلى يرقات على نمط نوبليومس nauplius - type larva تسبح داخل الهائمات . وتنسلخ هذه اليرقات عدة مرات وتغير شكلها إلى أن تصبح يرقة سيبرمس(*) cypris larva ذات صدفة . وتحتوي الصدفة على رذاذ دهني يساعد في الطفو . وتظل الهائمة مدة تتراوح بين أسبوع واحد وإثنى عشر أسبوعا ، ثم يهبط الأطوم إلى القاع - حسب النوع - ويبحث عن مكان يلتصق به . وهو يلتصق بتثبيت قمة رأسه إلى صخرة أو قارب أو أي شئ آخر باستخدام غدة اسمنتية Cement gland . وبعد أن يلتصق ، يغير شكله تماما (أي يتحور تحورًا كاملا a complete metamorphosis) ويفرز صدفة من الكالسيوم حول نفسه .

ويتخذ الأطوم شكلين عامين ، أحدهما تكون صدفته مبنية بصلابة فوق الطبقة التحتية ، وفي الشكل الآخر تكون له ساق جلدية ملتصقة بالطبقة التحتية . وذلك هو أطوم الأوز البحري gooseneck barnacles . وفي مقدور جميع الأطومات تقريبا أن تغلق صدفتها إلى أن تنتهي الظروف غير المواتية التي قد تمر بها مثل الجفاف عند حدوث الجزر ، أو لمنع دخول الماء العذب عند هطول المطر الغزير .

ويقتات الأطوم جميعه بنفس الطريقة العامة وهي أن يفتح الصدفة ويخرج منها أقدامه لاصطياد الهائمات التي حملها التيار إليه . فالأطوم من المغتذيات بالترشيح filter feeders .

ونظرا لأن الهياكل التي تكونها الكائنات الحية على هيئة صدفة تختلف عن بعضها البعض ، فإنه يمكن التعرف علي كل كائن حي منها بسهولة تامة . وينتشر الأطوم تقريبا في كل مكان يستطيع أن يحصل فيه على غذائه العالق في الماء . وأنسب الأماكن له هي الأماكن الشاطئية inshore ، وفوق المواد الهائمة في البحر . ومن أجناسه التي تشاهد كثيرا جنس بلوط البحر *Balanus* ، واسمه الشائع هو الأطوم البلوطي acorn barnacles . ويختلف الأطوم اختلافا كبيرا من جنس لآخر ، ويتراوح قطره ما بين ٣ ملليمترات و١٢ ملليمترا ، وقد يصل طوله إلى ١٥ سنتيمترا . ونظرا لأن الأطوم ، إضافة إلى أنواع أخرى ، ينمو على السطح السفلي للسفن ، فإن إزالته عملية مرهقة باهظة التكلفة .

(*) سيبرس : المرحلة اليرقية ، الطليقة السباحة ، خلال نمو ذؤابيات الأرجل .



(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 .

ويعيش كثير من الأطوم في نطاق بيئي واسع جدا ، ومن أسباب ذلك أن السفن كثيرا ما تحمله مسافات بعيدة في وقت قصير ، وبذلك يكون في مقدوره تحمل الانتقال من أحوال النمو المواتية مرورا بالأحوال السيئة (المياه الدافئة ، مثلا) ، والعودة إلى الأحوال المناسبة مرة أخرى ، وقد يكون ذلك في محيط مختلف .

طويئفة مجذافيات الأرجل Subclass Copepoda (Oar - foot)

مجذافيات الأرجل copepoda حيوانات صغيرة تراها العين المجردة بصعوبة ، وهي إحدى المكونات الرئيسية لدورة الطاقة أو السلسلة الغذائية food chain . وهي تصنف في مكان وسط بين الكائنات الحية المنتجة الأولية Primary producers مثل الدياتومات ، والأسماك الصغيرة . وبعض الحيوانات الكبيرة المغتذية بالترشيح مثل الحوت الأزرق blue whale ، يمكنها أيضا ترشيح كائنات عضوية صغيرة جدا في حجم مجذافيات الأرجل . وقد تحورت بعض مجذافيات الأرجل بحيث أصبحت تتطفل على الأسماك وتسمى قمل

sea lice . وتتميز هذه الأنواع بأن جسمها مضغوط ، وأرجلها قصيرة ذات خطاف في نهايتها ، وقد تحور فمها ليستطيع المصّ .

ويعتبر جنس كالانوس *Calanus* أكثر الأنواع وفرة في مجتمع الهائمات . وهذه الأنواع الهائمة لها أهميتها البالغة في دورة الطاقة . ويوجد من أنواع مجذافيات الأرجل ما يزيد على بقية أنواع الهائمات الحيوانية كلها ، إضافة إلى الوفرة الشديدة في عدد أفرادها . وبينما نجد الدياتومات هي التي تسود الحياة النباتية ، فإن مجذافيات الأرجل تسود الحياة الحيوانية . وغذاؤها الرئيسي هو الدياتومات ، وهي تمسك بها عموما بواسطة هُلْب setae يشبه الريش يوجد بالقرب من فمها . وهناك أنواع قليلة من المفترسات التي تلتهم غيرها من مجذافيات الأرجل مثلما تلتهم الهائمات الحيوانية الأخرى . وتزداد كثافة مستعمرات جنس الكالانوس الذي تقدم ذكره ، في مياه شمال الأطلنطي بدرجة قد يحسبه معها البعض إحمرارا للمياه (*) red tide . والكالانوس هو مصدر الغذاء الرئيسي لكثير من الأسماك ، كما أنه المصدر الرئيسي لثدييات التغذية بالترشيح مثل الحيتان البلينية Baleen whales . ويراقب المشتغلون بالصيد المياه مراقبة دقيقة للتحقق من أنهم يصطادون في منطقة غنية بمجذافيات الأرجل ، بل إنهم يأخذون عينات صغيرة من الهائمات للتأكد من ذلك .

طويئفة الصَدَفيّات Subclass Ostracoda

على الرغم من أن طويئفة الصدفيات تضم أنواعا كثيرة ، فإنها ليست معروفة على نطاق واسع ، ونادراً ما يراها معظم المراقبين . وقليل من هذه الأنواع يعيش في عرض البحر pelagic ، ولذلك فإنها لا توجد بكثرة في مسالك الهائمات ، وتعيش غالبية هذه الطويئفة فوق القاع أو قريبا منه ، وتوجد في عينات القاع التي تؤخذ من المياه الضحلة حتى عمق أكثر من ٢٥٠٠ متر . وجسمها محاط بصدفة خفيفة تشبه في مظهرها القادوس أو الدلو المحاري clamshell . ويمكن بسهولة رؤية قلبها وهو يدق من خلال الصدفة نصف الشفافة . وتوجد العينان على الجوانب وليس على الطرف الأمامي . وهي تسبح بسهولة تامة لأنها

(*) إحمرار المياه يحدث في المياه السطحية الشاطئية بسبب تجمعات بعض السوطيات الدوارة .

مزودة بقرون استشعار antennae متطورة بشكل جيد . وعلى حين نجد معظم القشريات الأخرى لها أشكال يرقية تمر بعدة انسلاخات ، فإن الصدفيات تتطور من البيضة إلى مرحلة البلوغ بدون تحولات .

طويئفة خيشوميات الأرجل Subclass Branchiopoda

تعتبر خيشوميات الأرجل مجموعة قليلة الأهمية نسبيا إلا عند أصحاب المرابي المائية aquarium . ولها زوائد تشبه أوراق النبات ذات خياشيم على امتداد الأطراف . وتوجد أساسا في المياه العذبة وغالبا ما تسمى براغيث الماء water fleas . والجنس الرئيسي الذي يعنينا في هذا المقام هو أرتيميا *Artemia* ، روبيان الماء المالح brine shrimp ، فهذا المخلوق الصغير يستطيع تحمل ما يطرأ من تغيرات شديدة في ملوحة البيئة التي يعيش فيها . ويمكنه أن يتكيف من الحياة في الماء العذب إلى ماء أجاج مشبع بالملح حيث يتراكم الملح على طول الشاطئ ، وكثيرا ما يتضح أنه الكائن الوحيد الذي يعيش في البرك الملحة . ولا يتكاثر روبيان الماء المالح إلا في تركيز ملحي معين أعلى من التركيز الملحي لماء البحر ، ولكنه أقل من تركيز محلول ملحي مشبع . وتعتبر برك تبخير الملح العادية بيئة مثالية بالنسبة لهذا الروبيان . ويباع بيض هذا الروبيان على نطاق واسع كغذاء يستعمل في أحواض تربية المائيات . ويمكن للمرء أن يشتري البيض ويحتفظ به إلى أن تنشأ الحاجة إلى الغذاء ثم يضعه في محلول ملحي مركز حيث يفقس ، وبعد ذلك يستخدم كغذاء للأسماك .

طويئفة ليّنات الصدفة Subclass Malacostraca

تضم طويئفة لينات الصدفة رتبا كثيرة تشمل أكثرية القشريات الكبيرة الحجم . ولن نذكر جميع هذه الرتب ، كما أننا لن نقدم وصفا مسهبا لأي رتبة منها . وعلى الطالب الذي يرغب في مزيد من المعلومات عن أي منها أن يرجع إلى أحد الكتب المعتبرة في علم الحيوان .

رتبة متساويات الأرجل Order Isopoda

تعيش متساويات الأرجل isopods في مواطن وبيئات متنوعة أشد التنوع . فهي تعيش

(شكل ١٨ -٣) يبدو الأطوم البلوطي acorn barnacle والأوز البحري gooseneck barnacle شاذين جدا عن المفصليات عند النظرة الأولىَ ، ولكن الفحص الدقيق يبين أنهما ينتميان بالفعل للمفصليات بناءً على ملامح جسميهما والتي يصعب رؤيتها بسبب القوقعة التي يكونها كل منهما حول نفسه .

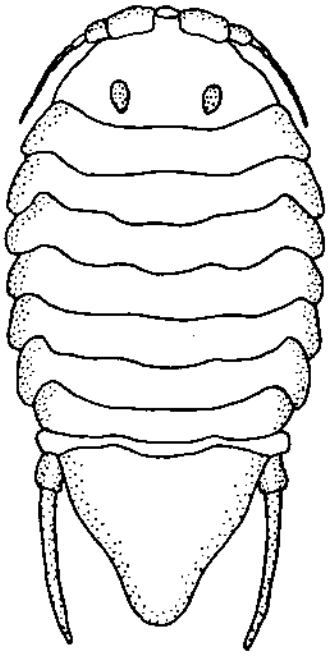
في البحيرات وفي الأنهار ، وعلى اليابسة ، وفي البيئة البحرية . والصفة المشتركة بينها أنها مفلطحة ظهريا وبطنيا كما لو كانت قد تعرضت للضغط . وأفضل مثال لها هو متساوية الأرجل البحرية التي تسمى الحفار القبّان (*) sow bug أو pill bug . وتشمل هذه المجموعة أنواعا عديدة - يطلق عليها عموما اسم gribbles - تحفر في الخشب ، وتخرب الركائز البحرية والأرصفة والزوارق ، ولذلك لابد من وقاية الخشب الذي يستخدم في الاستعمالات البحرية لحمايته من هذه الكائنات وغيرها من المخلوقات الحافرة في الخشب. فهذه الكائنات هي أحد الأسباب التي تستوجب سحب الزوارق خارج الماء كل سنة وطلائها بطلاء سام ضد النمو الفطري poisonous antifouling paint يبعد هذه الكائنات عن الخشب لمدة سنة أو نحو ذلك .

واللیجیات *Ligia* and *Ligyda* من الأنواع الشائعة في معظم أنحاء العالم . وقد تكيفت مع الحياة خارج الماء بموازاة حافة البحر ، كما تكيفت تكيفا جيدا مع الحياة في الهواء بحيث إنها تغرق إذا بقيت تحت الماء مدة طويلة . وهناك مجموعة من متساويات الأرجل تتطفل على غيرها من القشريات ، ولكنها لا تتطفل على أي كائنات أخرى . وهكذا نجد أن متساويات الأرجل مجموعة شديدة التنوع وتثير الإهتمام .

رتبة مزدوجات الأرجل Order Amphipoda

تشبه مزدوجات الأرجل في كثير من النواحي متساويات الأرجل من حيث إن كلتيهما لها صدر thorax مقسم وليس لها رأس صدري (صدراس)cephalothorax . وينقسم الصدر إلى سبعة أقسام تتميز بطلاقة الحركة ، مما يسمح لها بمزيد من الحركة . وكثير من مزدوجات الأرجل الشائعة تسمي نطاطات الرمل sand hoppers ، أو براغيث الشاطئ beach fleas . وعلى حين نجد متساويات الأرجل مفلطحة من رأسها إلى أسفلها ، فإن مزدوجات الأرجل مفلطحة عند الجوانب . وقد انتقلت نطاطات الرمل إلى اليابسة مثلما انتقلت إليها اللجيا *Ligia* وهي من متساويات الأرجل . ويتضمن أحد الأجناس الموجودة في أوربا ، وهو جنس أوركستيا *Orchestia* ، نوعا يتخذ موطنه العادي في أعالي الشاطئ . وتعيش معظم النطاطات في الرمال وحول الأنقاض وحطام الصخور debris

(*) الحفار القبّان : دويبّة صغيرة كثيرة القوائم إذا لمسها المرء اجتمعت مثل حبة أو شئ مطوي .

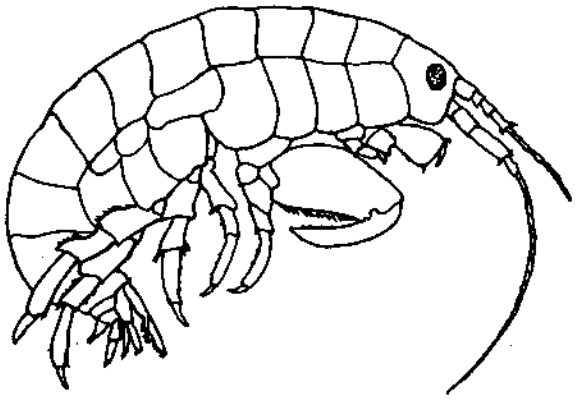


(شكل ١٨ - ٤) تعتبر اللجيا من أكثر أنواع متساويات الأرجل شيوعا وانتشارا . ويوضح هذا الرسم العام جسمها المفلطح الذي يعتبر من خصائصها المميزة .

على الشاطئ فوق مستوى المد العالي مباشرة . وفي أثناء النهار تحفر لنفسها حفرة في الرمال ، أما في الليل فإنها تخرج لتقتات ، عند انخفاض المد ، على المواد التي حملها الماء وتخلفت على الشاطئ أثناء ارتفاع المد ، وعلى ذلك يتعين عليها أن ترتبط بدورتين ، النهار والليل ، والمد والجزر . وهي تنشط في الاغتذاء عندما يحدث جزر في الليل . ولا تحب أن يقلق راحتها شئ ولذلك لا تشاهد كثيرا في ضوء النهار بسبب اعتيادها الإقامة في جحر في الرمال . وتنسج بعض الأنواع أنبوبا يشبه الشبكة لتحتمي فيه ، بينما يقوم نوع آخر بخياطة حافة نبات عشب البحر البني العملاق (أو الكلب) المطلة من أعلى في أنبوب لكي تختبئ فيه . وينمو أفراد النطاطات بحيث يصل طولها إلى عدة سنتيمترات ، ولها أهميتها ككائنات تقوم بتنظيف الشاطئ .

ولا تعيش جميع مزدوجات الأرجل على الشواطئ ، فكثير منها يعيش في أنابيب تكونها باستخدام المخاط وجسيمات الطين فوق القاع . والبعض من هذه الكائنات يزحف أو يسبح عبر القاع ، وهي تسحب أو تجر أنبوبها معها على نفس النحو الذي تحمل به القوقعة

بيتها . والبعض الآخر يبقي فوق القاع أثناء النهار ثم يسبح صاعدا لينضم إلى الهائمات الأخرى أثناء الليل . وبعض مزدوجات الأرجل تشكل جزءا من الهائمات الكاملة holo-plankton وهي عنصر مهم في جماعة الهائمات الحيوانية . ويمثل قنديل البحر أحد



(شكل ١٨ - ٥) هناك أنواع كثيرة من مزدوجات الأرجل تعيش على امتداد الشاطئ وفي نطاق المد والجزر .

البيئات الموضعية الطريفة بين الهائمات والتي تأوي إليها بعض مزدوجات الأرجل . وتعيش مزدوجات الأرجل إما منطفلة أو متكافلة مع كثير من قناديل البحر وبعض أسماك السالبا salps (الزقيات ، الغلاليات tunicate) .

وأكثر المجموعات تميزاً في مزدوجات الأرجل هي مجموعة المُعَيزيات caprellids ، فهي تذكر المراقب في كثير من النواحي بالسرعوفة (*) praying mantis . والمعيزيات طويلة (يصل طولها إلى ٥ , ٢ سنتيمتر) ونحيلة جدا . وهي تتعلق بالعشب الذي تعيش فوقه ، وتتمدد لاقتناص الغذاء . وتوجد عادة مع أشباه الهدريات hydroids ، ومن الصعب رؤيتها لأنها تتوالف وتندمج اندماجا جيدا مع بيئتها ، وهي في حركتها أشبه ما تكون بدودة تنطلق بسرعة ، إذ إنها تتحرك بالتمدد والتعلق بالطبقة التحتية بالأرجل الأمامية ، وتطلق الأرجل الخلفية وتتحدب لكي تمسك بالأرجل الخلفية مرة أخرى . وتشمل المعيزيات جنسا يمثل إستثناءً من الفلطحة الجانبية التي تتصف بها معظم مزدوجات الأرجل ، وهو جنس السياميات *Cyamus* ويسمى قمل الحوت whale louse وهو يتطفل

(*) تسمى هذه الحشرة أيضا بالراهبة أو فرس النبي .

على الحيتان ، ومفلطح ظهريا وبطنيا مثل متساويات الأرجل .

رتبة معويات الأرجل (سُرْعُوف البحر) Order Stomatopoda (Mantis - Shrimps)

توجد معويات الأرجل في حفر في قاع البحر ، وهي تحفر على عمق يزيد على المتر وتقيم حفرة يتراوح قطرها بين ٥ - ١٠ سنتيمترات . وهي مزودة بمجموعة من المخالب المنطوية التي تستطيع أن تفردها بسرعة فائقة وبدقة تامة بحيث تقطع الحيوانات الصغيرة الأخرى نصفين . وتنمو بعض أنواعها بحيث يصل طولها إلى ٣٠ سنتيمترا ، وهي خطيرة جدا عند الإمساك بها . وهي ذات مذاق طيب ، ولكن نادرا ما يتم اصطياد أعداد كبيرة منها بحيث يمكن اعتبارها موردا مهما للغذاء .

رتبة الباديات الحقيقية (الكريل Krill) : Order Euphausiacea

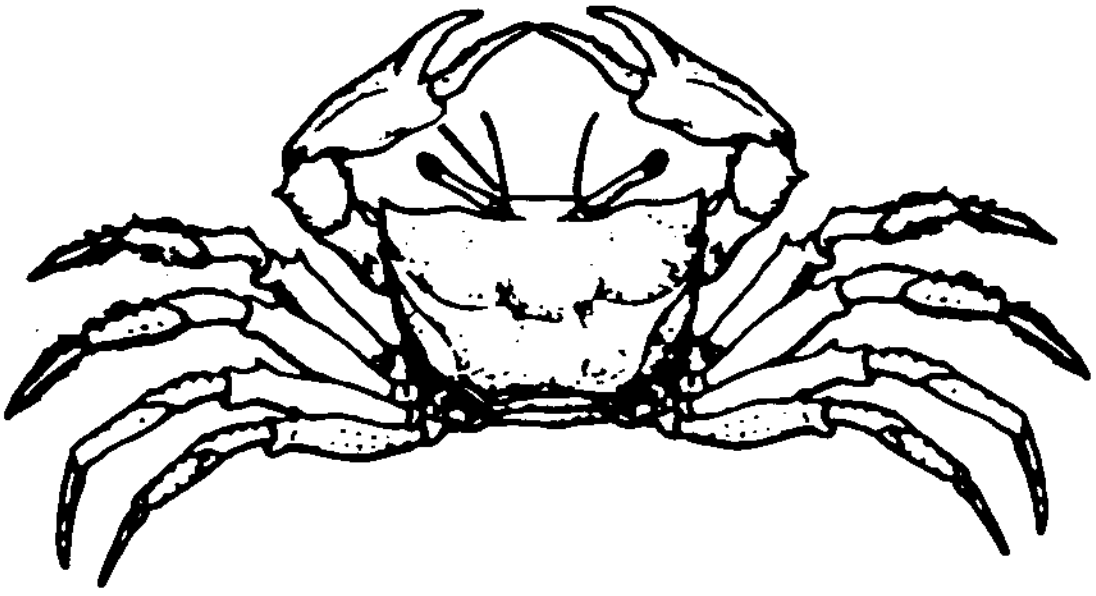
يمكن تمييز هذه المجموعة من الباديات الحقيقية الصغيرة (يصل طولها إلى ٦ سنتيمترات)، والتي تشبه الروبيان ، بالخصائص الآتية : عيون مركبة توجد عادة على أعناق stalks ، أعضاء خفيفة توجد غالبا قرب قاعدة العيون كما توجد على البدن ، وخياشيم متصلة بأرجلها ولا يغطيها الدرع أو القشرة الكلسية carapace الذي يغطي الأقسام الثمانية الأولى من الحيوان . كما أن أرجلها ثنائية الفرع biramous وبذلك فهي تعد خصيصة أخرى يسهل التعرف عليها بها . والبعض منها يكاد يكون شفافا ، وبعضها الآخر أحمر ناصعًا . ودورها الأساسي في سلسلة الغذاء أنها تمثل طعاما للمغتذيات بالترشيح كبيرة الحجم مثل الحيتان البلينية whalebone whales . ونظرا لأن الباديات الحقيقية (الكريل) تتجمع في مجموعات ضخمة ، فإنها تعتبر فريسة سهلة لهذه الثدييات العملاقة .

وتتميز بيئة القطب الجنوبي بوفرة الباديات الحقيقية فيها مما يعد سببا رئيسيا لوجود مصايد كبيرة للحيتان في مياه القطب الجنوبي . وقد تم قتل معظم الحيتان من جراء الصيد الجائر overfishing وقد اختفت الآن . وكان من المناظر المألوفة لمن يبحر في المياه القطبية الجنوبية أن يمر خلال قطاع أحمر من المياه تتغذى فيه الحيتان وطيور البطريق penguins بنهم فوق سطح الماء . وقد شاهد المؤلف في عام ١٩٥٨ خلال السنة الجيوفيزيائية الدولية ، مثل هذا النمط من التغذية في بحر روس Ross Sea أثناء البعثة الأمريكية في القطب الجنوبي .

وكانت الأنواع الموجودة فيها (وهي باديات حقيقية وكريستا لوروفيا Crystallorophias) حمراء اللون ويبلغ طولها حوالي ٦ سنتيمترات ، وكان من السهل رؤيتها . وكان من الممتع مشاهدتها وهي تنطلق تحت سطح الماء مباشرة .

رتبة عشريات الأرجل Order Decapoda (Ten Feet)

تشمل رتبة عشريات الأرجل القشريات المعروفة لنا جيدا ، فنجد أنه حتى الشخص الذي لا علم له بالبحر يستطيع التعرف على الكركند lobster والروبيان والسراطين ، لأن صلاحيتها للأكل جعلت شهرتها تطبق الآفاق . وهي في مجموعها تشكل مجموعة مهمة سواء من الناحية الاقتصادية أو الناحية البيولوجية .



(شكل ١٨ -٦) تعد الأرجل المفصلة من الخصائص الرئيسية للمفصليات .

وتتميز عشريات الأرجل بخمسة أزواج من الأرجل التي تمشي بها . وتنقسم هذه الرتبة إلى كائنات ذات بطون مستطيلة مثل الأربيان shrimp والروبيان prawn والكركند lobster ، وكائنات قصيرة البطن مثل السراطين المختلفة .

الأربيـــان shrimps

اتخذ الناس الأربيان طعاما منذ أكثر من ألف سنة . وقد حُظر صيد الأربيان عام ١٩١١ في خليج سان فرانسيسكو بسبب الإفراط في صيده ، ولكن سمح بصيده بعد ذلك وفق

ضوابط معينة . وتوجد مصايد الأربيان الرئيسية على امتداد ساحل الأطلنطي وفي خليج المكسيك ، وإن كان هناك مصيد متوسط الحجم قبالة الساحل الغربي للمكسيك وباجا كاليفورنيا ، كما يوجد مصيد صغير شمال غرب المحيط الهادي .

وليس كل الأربيان من النوع الكبير الذي يصلح للأكل ، فهناك أنواع صغيرة رقيقة عديدة تعيش في برك المد tide pools وغيرها من المناطق . ومن أنواع الأربيان التي تعيش في برك المد نوع يسمى سبيرونتوكاريس *Spirontocaris* ، وهو شفاف وبوسع من يشاهده أن يرى معظم أعضائه الداخلية وهي تمارس نشاطها . ويتكيف الحيوان مع الظروف البيئية كما هو الحال في معظم المجموعات الحيوانية - بما يظهر عليه من تحويرات . فالأربيان الذي يعيش في عشبة الأنقليس eel grass (الزوستيرة *Zustera*) أخضر اللون ، وعندما يتعلق بنصل عشبة انقليس تصبح رؤيته في حكم المستحيل . وفي برك المد بجنوب كاليفورنيا يستجيب العديد من صغار الأربيان لمحاولات إطعامه فيظهر للعيان ويقتات أمام المشاهد مباشرة . وكثيرا ما يلهو الغواصون المرتدون لرداء الغوص «سكوبا» بهذه الأنواع في المناطق الصخرية الضحلة . ولعل أكثرها شيوعا هو نوع هيبوليسماتا *Hippolysmata* وهو أربيان أحمر بخطوط مقطعة أو شرائط تمتد من الرأس إلى الذيل . وهذه الأنواع الصغيرة الرقيقة ليست بذات قيمة تجارية ولا يراها إلا المراقب الذكي اللماح الذي يهتم بها . وعلى العكس من ذلك نجد أن جنس بيناياز *Penaeus* هو الغذاء الرئيسي من الأربيان الذي يتم صيده على الساحل الشرقي للولايات المتحدة . وهو معروف جيدا . وهناك معلومات شاملة عن هذه الأنواع التجارية يمكن الإطلاع عليها في الدراسات الخاصة بالأسماك والحياة الفطرية لدول الخليج ، أو التي تصدرها الحكومة الاتحادية .

وبعض الأربيان الصغير له مخالب كبيرة أيضا . ومن هذه الأنواع نوع يسمى بيتوز *Betaeus* ، ذو مخالب كبيرة وكثيرا ما يحسبونه من صغار الكركند الذي يعيش في الساحل الشرقي . ويعثر عليه الغواصون تحت أصداف أذن البحر abalone . وهناك نوع آخر يسمى «الأربيان المسدسي» pistol shrimp له مخلب كبير واحد ، ومخلب آخر صغير . ويحتوي المخلب الكبير على قصافة snapper أصبعية الشكل في طرفه يمكن فرقعتها بقوة شديدة لدرجة أن الاهتزاز الذي تحدثه الفرقعة يشل حركة الحيوانات الصغيرة القريبة منه .

وبهذه الطريقة يحصل هذا الأربيان على طعامة . وكثيرا ما يسمع الغواصون فرقعة الاربيان المسدسي . وإذا كانت المياه هادئة في الليل ، فإن الضجة التي تحدثها الفرقعة يرتج صوتها خلال بدن السفينة الراسية في المياه وتقلق راحة البحار المرهق الذي يحاول الحصول على قسط من النوم .

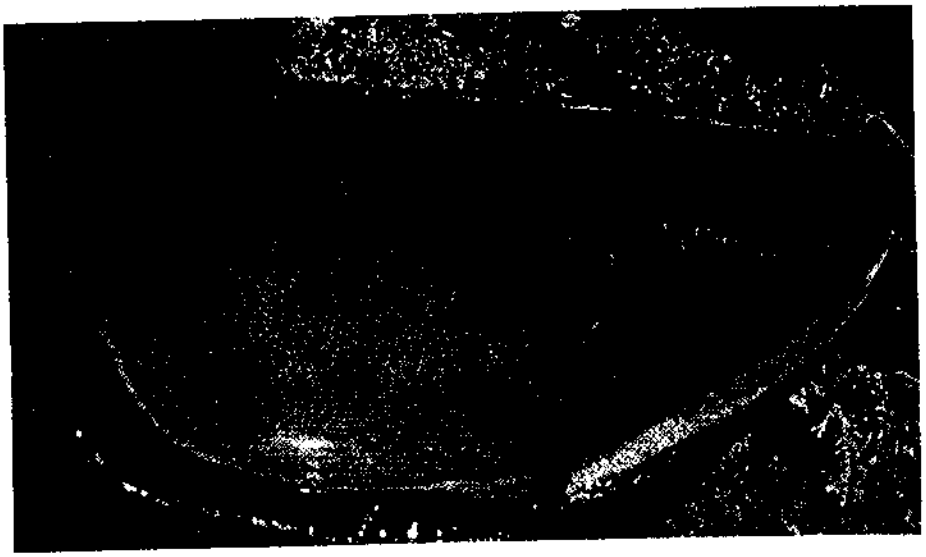
الكركند (جراد البحر) Lobsters

هناك جنسان من الكركند لهما أهميتهما ، وهما الكركند الأمريكي المسمى هوماروس *Homarus* والذي يوجد على الساحل الشرقي ويتميز بمخالبه الضخمة ، والكركند الشوكي الذي يعيش على الساحل الغربي ويسمى بانوليروس *Panulirus* ويتميز بأنه بدون مخالب على الاطلاق . وتمثل المخالب الضخمة التي يتميز بها الكركند الأمريكي ما يقرب من نصف وزن جسمه . وكلما زاد حجم الكركند كلما زادت نسبة وزن مخالبه إلى وزنه الإجمالي . وقد سجل هيريك Herrick أنه تم اصطياد كركند وزنه ٣٥ رطلا وجد أن وزن مخالبه يزيد على ثلثي وزنه . والواقع أن الكركند كله صالح للأكل فيما عدا صدفته وقليل من أعضائه الداخلية مثل الخياشيم والغدد الخضراء (غدد الإخراج) . وتضع الأنثى بيضها عادة في شهر يوليو أو أغسطس وتحمله مثبتا تحت ذيلها مدة تقرب من عشرة شهور . والأنثى التي يبلغ طولها حوالي ٣٤ سنتيمترا (بدون إضافة المخالب) تضع حوالي ٣٠,٠٠٠ بيضة . وبعد أن يتم الفقس ، تسبح صغار الكركند (اليرقات) مدة تتراوح بين ستة وثمانية أسابيع ثم تهبط إلى القاع حيث يستمر تحولها وتتخذ الشكل العام للكركند البالغ .

أما الكركند الشائك الذي يعيش على الساحل الغربي فليس له مخالب . ووسيلة دفاعه الرئيسية هي الأشواك الموجودة على ظهره وعلى قرني استشعاره . فإذا اقتربت سمكة اقترابا شديدا من هذا الكركند فإنه يحك قرني استشعاره الشائكة أمام عينيها فتسرع بالابتعاد . وتحمل الأنثى بيضها مدة تزيد قليلا على الشهرين . وتهبط اليرقانات إلى القاع بعد عدة أسابيع لكي يكتمل نموها هناك . والوزن الأقصى للكركند الشائك يماثل تقريبا وزن الكركند الأمريكي ، أي حوالي ٣٥ رطلا ، إلا أن هذا الوزن كله يتركز في الجسم .

(شكل ١٨ - ٧) يعد الكركند Lobster واحدا من أعلى المفصليات قيمة من الناحية الغذائية . وهناك مصايد تجارية كبيرة لصيد الكركند في جميع أنحاء العالم .

والواقع أن القدرات التجددية regenerative powers التي يتمتع بها الكركند مذهلة حقا . فمن الممكن استئصال أرجله العشرة كلها وقرني استشعاره كليهما ، ومع ذلك يظل الكركند حيا . وسوف ينسلخ من غطائه الخارجي molt في غضون ستة أشهر تقريبا وتنمو له أطراف جديدة تماما . وتكون هذه الأعضاء الجديدة كاملة إلا أنها مصغرة miniature ، ويتطلب الأمر عدة انسلاخات لكي يستعيد الحيوان أطرافه بحجمها الكامل . ويوجد الكركند الشائك (بأنواعه العديدة) في معظم المناطق الاستوائية من فلوريدا حتى أمريكا الوسطى وفي بعض مناطق المحيط الهادي الجنوبي .



(شكل ١٨ - ٨) مفصلي صغير يعيش في صدفة بلحة بحر قديمة .

السرطانات الحقيقية (True Crabs) (رتيبة قصيرات الذيل Suborder Brachyura)

في السرطانات الحقيقية نجد البطن قد تحور إلى جزء أصغر حجما متدل بحرية ويوجد عادة تحت الجسم . وتظهر الأرجل العشرة - التي تتميز بها عشريات الأرجل - بوضوح حيث تكون المجموعة الأولى منها ذات مخالب في العادة . ويمكن الاستدلال غالبا على الذكر والأنثى لأن القلابة البطنية تكون ضيقة في الذكر وعريضة في الأنثى . وفي السرطانات العنكبوتية spider crabs نجد الذكر ذا مخالب كبيرة بصفة عامة ، بينما تكون مخالب الأنثى صغيرة . وتشكل السرطانات مجموعة كبيرة ومتنوعة إلى حد ما . وأغلبيتها قَمَّامات (تتغذى على الجيف) scavengers وإن كانت تمسك بكائنات حية لتأكلها إذا استطاعت إلى ذلك سبيلا ، ولكنها ليست سريعة بالدرجة التي تجعلها تقتنص الكثير من الغذاء الحي . وهي تسير بطريقة جانبية بحيث تسحب بأربعة أرجل وتدفع بالأرجل الأربع على الجانب الآخر . أما تحت الماء فإنها تتحرك بسهولة بسبب قابليتها للطفو في الماء ، أما على اليابسة فإنها تتحرك بصعوبة كبيرة لأنها مضطرة إلى حمل جسمها الثقيل نسبيا . ونظرا لأنها معنقة الأعين أي أن عيونها محمولة على أعناق stalks مثل عيون كثير من القشريات الأخرى ، فإنها تُتمتع بميزة كبرى وهي القدرة على الرؤية في نطاق ٣٦٠° فيما حولها . فلا يستطيع أي كائن أن يتسلل للانقضاض عليها .

وقد تحورت الأرجل في بعض أنواع السرطانات : فالسرطان المحتجر fiddler crab له مخلب أكبر كثيرا من مخلبه الآخر ، والسرطان السابح swimming crab تحورت قدماه الأخيرتان إلى مجاديف للسباحة . وخياشيمه متصلة بقاعدة الأرجل التي يمشي بها ، وتتحرك عندما يحرك السرطان أقدامه فيجرى الماء فوقها . وتمتد الدرقة (الذَّبْل) carapace إلى الجوانب لتغطي الخياشيم وتحميها ، ولهذا نجد أجسام السرطانات غالبا ما يكون عرضها أكبر من طولها . ومعظم السرطانات لذيذة الطعم ، وإن كانت الأنواع التي يجري صيدها تجاريا قليلة .

السرطانات العنكبوتية Spider Crabs

تتميز السرطانات العنكبوتية بوجود سن حاد sharp point فوق مقدمة صدفتها وأرجلها الطويلة الرفيعة . وهذه الفئة هي أكبر القشريات حجما على الإطلاق . فهناك نوع من السرطانات العنكبوتية يعيش في المحيط الهادي يستمر في نموه إلى أن يبلغ طولها أكثر من ٤ أمتار . وهناك أنواع أخرى صغيرة ورفيقة مثل السرطان المزخرف decorator crab وقد استمد هذا السرطان الصغير اسمه من عادته في أن يضع فوق ظهره كل ما يصادفه في طريقه بغرض التستر تحتها ، وهي في الأغلب من الحزازيات bryozoans ، والاسفنجيات والأعشاب البحرية . والبعض من السرطانات الكبيرة تظهر عليها غريزة التزخرف أو التستر إلى أن تكبر بدرجة كافية لأن تدافع عن نفسها . فعندما تكبر تستطيع أن تقاتل بشدة باستخدام مخالبها السريعة ، وتنتفي حاجتها إلى الزخرفة الواقية التي تحتمي بها . وتعيش أنواع كثيرة من السرطانات العنكبوتية في عشب البحر البني (الكلب Kelp)، وتسمى هذه الأنواع عموما باسم سرطانات الكلْب Kelp crabs . ولها خُطْيم أو أنف طويل rostrum، ومن السهل التعرف عليها كسرطانات عنكبوتية .

السرطانات السابحة Swimming Crabs

أهم السرطانات السابحة كلها هو المسمى كالينكتس *Callinectes* ، وهو المعروف بالسرطان الصالح للأكل أو السرطان الأزرق blue crab الذي يوجد في الساحل الشرقي للولايات المتحدة . ومن المعروف أنه طعام شهي غالي الثمن في مطاعم الساحل الشرقي . وهناك نوع وثيق الصلة بهذا النوع من السرطانات يسمى lady crab وهو من الأنواع التي

تؤكل أيضا . وفي القطاع الجنوبي من الساحل الغربي والمكسيك يوجد سرطان سابع آخر يسمى بورتونوس *Portunus* وهو ليس من السرطانات الصالحة للأكل ، رغم أنه كثيرا ما يستخدم طعما لصيد الأسماك . ويتميز أفراد هذه المجموعة بأن الرجلين الأخيرتين من أرجلها تحورتا إلى مجاديف تستخدمها في السباحة ، وهي مفيدة جدا في هذا الغرض .

سرطانات كانسر (السرطانات السرطانية) Cancer Crabs

إذا كان السرطان الأزرق هو أهم السرطانات التجارية على الساحل الشرقي ، فإن سرطان كانسر هو أهم سرطانات الساحل الغربي . ويوجد هذا النوع أيضا على الساحل الشرقي شمال كاب كود Cape Cod . ويبلغ متوسط طول درقة السرطان الكانسري الذي يُتَّخَذ طعامًا ما بين ١٥ - ٢١ سنتيمترا، وإن كان قد تم اصطياد سرطانات من هذا النوع يصل طول درقتها إلى ٤٠ سنتيمترا . ويتم اصطيادها عادة من حوائل الأمواج الصخرية rock jettes باستخدام شِبَاك ذات أطواق مفتوحة أو مصايد قابلة للطي fold-ing traps من قبل هواة الصيد بالصنارة .

السرطانات البسلية Pea Crabs

السرطانات البسلية عبارة عن سرطانات صغيرة تعيش عادة في علاقة تعايشية مع كائن آخر ، وتوجد غالبا في المحار الملزمي (البطلينوس) clams ، أو الميديات (بلح البحر) mussels أو الرخويات molluscs . وهي تعيش داخل الصدفة shell أو تحتها ، فتستمد منها الحماية ، وتستخلص الغذاء مما جمعه الكائن الحي العائل (الحاضن) لها host . ويبدو أنه لا يعيش سوى فرد واحد داخل الحاضن ، ومن ثم فإنهم لا يصبحون مصدر ضرر عليه. كما ينتشرون أيضا في أنابيب أو أجحار(*) الديدان والأربيان المختلفة وفوق أصداف دولارات الرمل(**) sand dollars . ولقد تحور شكلها في أغلب الأحيان بما يناسب الأماكن المختلفة التي تأوي إليها .

(*) أجحار : جمع جحر burrow

(**) دولارات الرمل هو الاسم الشائع لشوكيات الجلد المنبسطة القرصية الشكل التي تنتمي إلى رتبة النجميات الترسية

سرطانات الشاطئ Shore Crabs (Grapsoid Crabs)

هذه السرطانات ذات درقات أو ظهور مربعة ، وعيناها متباعدتان عن بعضهما بعنقتان أي أنهما محمولتان على عنقيهما الأماميين . وهي تجري بسرعة على الرمال أو الرق الصخور ويشاهدها الجمهور بوضوح . و«السرطان الشبحي» (Ocypoda) ghost crab من الكائنات التي تنحجر burrow على الشاطئ الشرقي . أمّا السرطان الشاطئي المخطط striped shore crab (Pachygrapsus) فهو يزحف على الصخور ويعيش على الشاطئ الغربي . ويعد هذان الجنسان الأوسع انتشارا من بين السرطانات الشاطئية العديدة .

السرطانات المحتجرة Fiddler Crabs

لو كانت كل الكائنات في عالم الحيوان يسهل التعرف عليها بنفس السهولة التي يتم التعرف بها على السرطان المحتجر ، لكانت دراستها رائعة بالفعل . فالذكر في هذه الكائنات الصغيرة التي تعيش على الشاطئ الوحلي mud-flat له مخلب واحد ضخم ، ومخلب آخر صغير جدا ، وعندما تحرك مخالبها جيئة وذهابا مثلما تفعل عندما تشعر بخطر يتهددها ، فإنها تبدو كما لو كانت تعزف على الكمان . وهي تقتات بالمواد العضوية التي تستخلصها من الوحل بحيث تكون كرات صغيرة من الوحل عندما تنتهي من غذائها . وهذه الكرات تستخرج من جحورها . وكانت هذه الكائنات الصغيرة المثيرة للاهتمام من الأحياء الشائعة في معظم الخلجان bays على كلا الساحلين منذ عدة سنوات . أما الآن وبعد أن كثرت الملوثات في الخلجان ، وبعد أن تحولت كثير من شواطئها الساحلية إلى موانئ لليخوت marinas أو مسطحات للإسكان ، فإن هذه الكائنات لم تعد شائعة كما كانت .

إن القشريات مجموعة واسعة الانتشار للغاية ومشاهدة للعيان بوضوح . وقد تبين لنا مقدار أهميتها الاقتصادية ، وكيف تكيفت لكي تعيش في مواطن ومأوى في جميع البيئات . ونظرا لأن بيضها يفقس في معظم الحالات وتعيش اليرقات ضمن الهائمات مدة تتراوح من بضعة أيام إلى بضعة أشهر فإن هذه العملية ذات أهمية كبيرة للكائنات التي

تتغذى على الهائمات . فالسرطان قد ينتج ٣٠,٠٠٠ يرقة ربما لا يبقى منها سوى ثلاثة يرقات فقط ، أما الباقي فقد اتخذتها الحيوانات الأخرى طعاما . والبعض منها قد يؤكل حيا ، والبعض الآخر يموت ويتحول إلى مادة عضوية في الوحل تقتات عليها الديدان ، ولكن لا يضيع شيء من هذه اليرقات بددًا . وتستمر دورة الطاقة energy cycle في استغلال جميع الطاقة المتاحة أمامها بطريقة أو بأخرى . وتمر معظم القشريات بتحول شكلي (أو بنيوي) metamorphosis وقبل أن تصل إلى البلوغ فإنها تمر بمرحلة تطورية أو أكثر من المراحل التطورية المعروفة مثل : نوبليوس nauplius ، سيبرس cypris ، الأوليات الحيوانية (بروتوزوا) protozoea ، زوئية zoea ، مطبقة mysis . . . إلخ .

سرطانات أخرى

السرطان الناسك Hermit Crabs

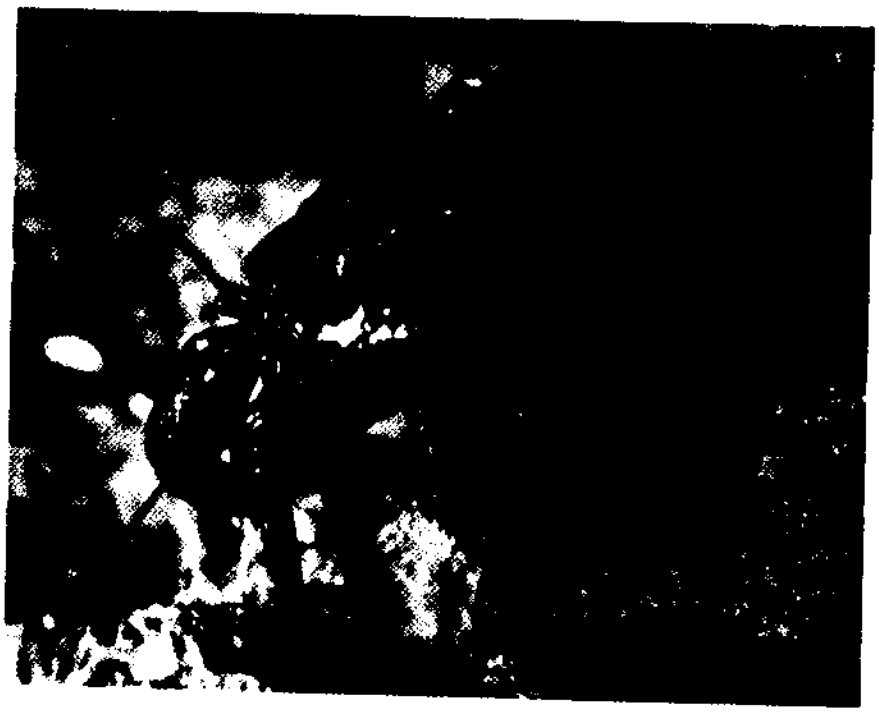
السرطانات الناسكة من عشريات الأرجل ذات بطون لينة غير محمية ولذلك فإنها تأوي إلى أصداف القواقع الخاوية لتحتمي فيها . وبعض السرطانات الناسكة الكبيرة تحمل صدفة يتراوح وزنها ما بين رطلين وثلاثة أرطال ، وإن كان معظم هذه السرطانات صغيرة الحجم وتقطن في أصداف يتراوح قطرها من سنتيمتر واحد إلى سبعة سنتيمترات . وجسدها ملتوٍ ومائل ناحية اليمين ، وعندما تجذبه داخل صدفتها المستعارة فإنها تتمتع بحماية جيدة . وعندما تنمو وتكبر فإنها تبحث عن صدفة أكبر حجما لكي تنتقل إليها . ويمكن مشاهدتها وهي تجري بنشاط في كثير من مناطق برك المد ، كما تم جمعها من المياه العميقة أيضا . والسرطانات الناسكة قمّامات scavengers ، شأنها في ذلك شأن الكركند lobster ، فهي تأكل تقريبا أي شيء يمكنها أن تمسك به أو تجده فوق القاع . وهي من آكلات اللحم meat eaters أساسا ، رغم أنه لوحظ في بعض الأحيان أنها تأكل الطحالب . ويبدو أن السرطانات الناسكة تنحدر من سلالة بعض أشكال أخرى من السرطانات مثل السرطان الصخري stone crab ، وسرطان جوز الهند coconut crab والتي تركت الماء نهائيا وعاشت فوق اليابسة ، وغذاؤها الرئيسي هو جوز الهند ، بل إنها قد تتسلق الأشجار للحصول على جوز الهند .

السرطانات الرملية Sand Crabs

لا تعد سرطانات الرمال من السرطانات الحقيقية ، فهي انتقالية بين الأنواع كبيرة البطن مثل الكركند (الجراد البحري) والسرطانات الحقيقية صغيرة البطن . وتصنف السرطانات الرملية بالاضافة إلى السرطانات البورسلانية porcelain crabs وأنواع أخرى عديدة ضمن المجموعة الانتقالية المسماة شاذات الذيل (أنومورا) Anomura ، والتي تسمى في بعض الأحيان بالقبيلة tribe .

والسرطانات الرملية معروفة جيدا لهواة الصيد بالصنارة على الشواطئ ، ومن السهل اصطيادها وتعتبر طعما ممتازا لصيد أنواع عديدة من الأسماك في أمواج الشاطئ surf وصخوره . وسوف يلمحها من يمارس الصيد وهي تنطمر في الرمال عندما تنحسر الموجة عن الشاطئ ، ولا يظهر منها خارج الرمال في الغالب إلا عيونها المعنقة (المحملة على أعناق) وقرون استشعارها الصغيرة antennules . وأثناء جريان الماء منحسرا عن الشاطئ فإنها تحدث تموجات على شكل حرف «في» V عند مرورها فوقها .

ومن السهل أن يمد المرء يده ويخرجها من الرمال . وشكلها محور على نحو يمكنها



(شكل ١٨ - ٩) يبحث السرطان الناسك عن أصداف القواقع الخاوية ليعيش فيها . وعندما يكبر بحيث تضيق عليه الصدفة فإنه يبحث عن صدفة أكبر وينتقل إليها .

من العوم أو الانطمار في الرمال . وعليها درقة صلبة مستطيلة تغطي كل جسدها البيضاوي الشكل وتحميها من التأثير الساحق abrasive action للرمال في خط زبد أمواج الشاطئ (تصادم الموج) surf line حيث تعيش . وهي من المغتذيات بالترشيح fil-ter feeders ، فهي تترك قرون استشعارها الصغيرة الخفيفة داخل الماء عندما تنحجر في الرمال . وتبدأ انحجارها (أي الدخول في الجحر) بإدخال الذيل أولا ، وتنحجر في الرمال بسرعة في غضون ثانية واحدة أو ثانيتين لكيلا يجرفها الماء إلى البحر .

ونظرا لكون هذه البيئة المؤلفة من الرمال وأمواج الشاطئ تعد من أعنف البيئات في البحر ، فإن السرطانات الرملية قد تكيفت بإدخال عدة تغييرات على بنيتها لكي يتسنى لها البقاء . فلديها صدفة صلبة ملساء ، وتستخدم قرون استشعارها الصغيرة في التنفس ، وأرجلها كأدوات للحفر ، وقرون استشعارها في اصطياد الكائنات الصغيرة لتتغذى عليها . وعلى حين نجد السرطانات الناسكة تعيش في برك المد tide pools فإن السرطانات الرملية تعيش في نطاق تصادم الموج surf zone على امتداد الشواطئ الرملية . وبوسع المراقب أن يشاهدها وهي تتحرك صاعدة على الشاطئ مع المد القادم ، وهابطة على الشاطئ مع الجزر المنحسر ، وتبقى في نطاق التعرض exposure الأقصى للماء المنحسر لكي تتمكن من الاغتذاء .

ومع تعدد أنواع السرطانات الرملية ، فإن أكثريتها تندرج في جنس إميريتا *Emeri-ta* . وأكثر أنواعها عدداً هو إميرتا تالبويدا *Emerita talpoida* على الساحل الشرقي ، وإميريتا أنا لوجا *Emerita analoga* على الساحل الغربي . وعندما توشك الأنثى على وضع البيض ، يلتصق بها عدد من الذكور باستخدام كؤوس شفاطة (ماصة) suction cups موضوعة فوق رجلها الرابعة وتضع المنى على جانبها السفلى على شكل شريط مخاطي . وتضع الأنثى البيض وتستخدم المنى في تلقيحه ثم تحمله مدة تصل إلى خمسة أشهر . وتنضم اليرقات إلى الهائمات مدة قصيرة أثناء انسلاخها molt ، ثم تهبط إلى القاع . وإذا كان الماء دافئا والظروف مواتية فإنها تظل نشطة طوال العام . أما إذا كان الجو على اليابسة باردا جدا أو تكوّن الجليد على الشاطئ ، فإنها تبقى في المياه العميقة .

وهناك نوع آخر من أنواع هذه المجموعة يسمى أحيانا السرطان الرملي الشائك أو السرطان الخلد mole crab بسبب شكله وعادته في الانحجار ، وهو نوع بليفاريبودا

أو كسدنتاليس *Blepharipoda occidentalis* وهو حيوان أكبر حجما يبلغ طوله من ٥ - ٨ سنتيمترات ويعيش في الماء العميق فيما جاوز نطاق أمواج الشاطئ لكنه لا يعيش في هذا النطاق . وتتميز صدفته بوجود أشواك حادة عليها . وهذه السرطانات شائعة عادة رغم أنها قد تكون أوفر عدداً مما كان يظن فيما سبق . وكثيرا ما يعثر عليها الغواصون الذين يغوصون برداء الغوص (سكوبا) على امتداد ساحل كاليفورنيا الجنوبية أثناء حفرهم بحثا عن المحار الملزمي pismo clams . وكثيرا ما يُظَنّ أن حيوانا ما نادر الوجود إلى أن يتم استعمال طريقة جديدة أو مختلفة في جلب العينات ، ويتبين لنا أن الكائن الحي لم يكن نادرًا وإنما لم يتم الكشف عنه فحسب .

السرطانات البورسلانية Porcalain Crabs

تعيش السرطانات البورسلانية أساسا في المناطق الصخرية . وهي تعيش غالبًا أزواجا من ذكر وأنثى ، وجسمها مفلطح وبذلك تستطيع الدخول في الشقوق الصغيرة . ولها مخالب كبيرة تستخدمها في الدفاع عن نفسها والتقاط الغذاء . وتنفصل هذه المخالب عن الجسم بسرعة إذا تم الإمساك بها . وهذه القدرة على طرح جزء من الجسم بسرعة تسمى «البتر الذاتي autotomy » . وهي وسيلة من وسائل المحافظة على البقاء لأنها تتيح للحيوان أن ينجو بجسمه إذا تم الإمساك بمخلبه أو رجله . ويوجد أفراد هذه المجموعة في الصخور والقحلة (العشب البني العملاق أو الكلب kelp) وطبقات الميديات (بلح البحر) mussel beds ، أو أي مكان تتوافر فيه حماية جيدة لها . وهي أيضا من أعضاء قبيلة شاذات الذيل (أنومورا)، ومن ثم فإنها لا تعد من السرطانات الحقيقية .

أسئلة للمراجعة

١ - لماذا يدخل الأطوم barnacles ضمن نفس الطائفة التي تضم السرطانات ؟

٢ - لماذا تعتبر مجذافيات الأرجل copepods ضرورية للبيئة البحرية ؟

٣ - بأى طريقة تعتبر متساويات الأرجل المسماة «جريبلز» gribbles مهمة من الناحية الاقتصادية ؟

٤ - ما هي مجموعة الحيوانات التي تعتبر رتبة الباديات الحقيقية Euphausiacea مهمة كغذاء لها ؟ وأين تتركز هذه الرتبة بوفرة ؟

٥ - اذكر ستة أنواع مختلفة من السرطانات الحقيقية ، واذكر صفة مهمة لكل منها ؟

الفصل التاسع عشر

الجلد شوكيات
Echinodermata

تعريف المصطلحات

مصباح أرسطو : الاسم الشائع لوصف طريقة تجمع الأسنان في معظم قنافذ البحر . **Aristotle's lantern**

طائفة النجميات : طائفة تضم نجوم البحر . **Asteroidea**

طائفة الزنبقيات (زنابق البحر) : طائفة تضم زنابق البحر sea lilies والنجوم الريشية feather stars . **Crinoidea**

طائفة قنافذ البحر : طائفة تضم قنافذ البحر . **Echinoidea**

طائفة الخياريات : طائفة تضم خيار البحر . **Holothuroidea**

طائفة نجوم البحر الثعبانية : طائفة تضم النجوم القصفة أو الثعبانية . **Ophiuroidea**

عُظَيْمات : جزء من تركيب هيكل نجمة البحر sea star **Ossicles**

الملاقط : كمّاشات صغيرة توجد على ظهر كثير من الجلد شوكيات تستخدمها في تنظيف جلدها ، كما تستخدمها أحيانا في الإمساك بالغذاء . **Pedicellariae**

شجرة تنفسية : عضو التنفس الرئيسي لخيار البحر . **Respiratory tree**

قوقعة . صدفة . درقة . درع : كلمة تستعمل في وصف صدفة قنفذ البحر . **Test**

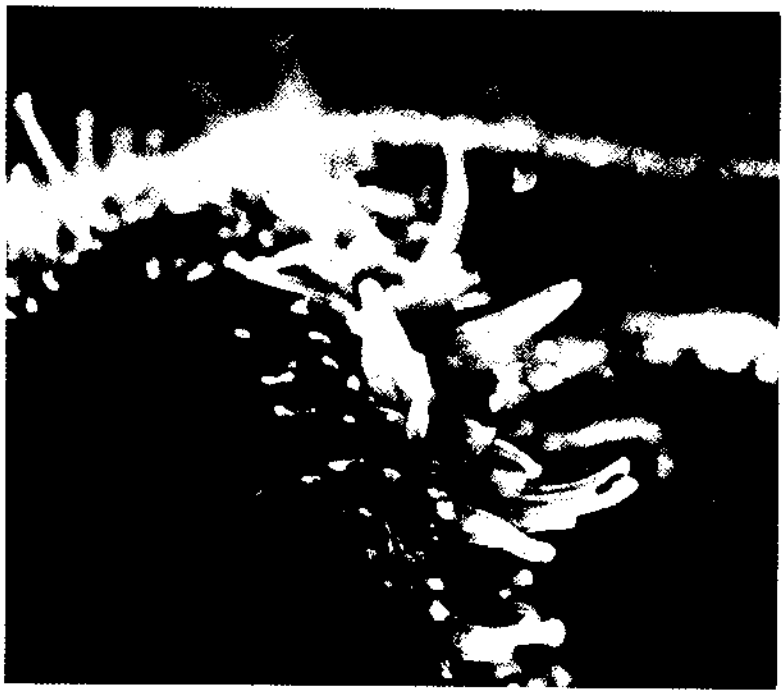
خيار البحر المجفف : خيار البحر المجفف الذي يستخدم كغذاء . **Trepang**

أقدام أنبوبية : جزء من الجهاز الوعائي المائي الذي يوجد فقط في الجلد شوكيات ، ويستخدم أساساً في الحركة واصطياد الغذاء . **Tube Feet**

دائما تُعدُّ الجلد شوكيات من المجموعات البحرية الفريدة . فعندما صنف الإنسان الجلد شوكيات لأول مرة ، وضعها مع اللاسعات بسبب تماثلها الشعاعي ، وأطلق عليها اسم «مجموعة الشعاعيات» Radiata على أساس هذه الخاصية الفريدة . ومع ازدياد معلوماتنا البيولوجية من خلال البحوث أصبح الاختلاف بين المجموعتين واضحًا . والواقع أن الشئ الوحيد الذي تشترك فيه هاتان المجموعتان هو التماثل الشعاعي ، وفيما يختص بالجلد شوكيات فإن هذا التماثل سمة للأفراد البالغين ، أما التناظر في اليرقات فيتعلق بكلا الجانبين . وهذا التناظر الشعاعي يميز كلتا المجموعتين عن الأغلبية العظمى من بقية عالم الحيوان ، ولكنهما تختلفان إحداهما عن الأخرى لأن الجلد شوكيات لها جهاز هضمي كامل من فم وأمعاء وشرج . كما أن لديها جهازًا وعائيًا مائيًا water vas-cular system لا يوجد إلا في الجلد شوكيات فقط . أما الخصائص العامة لهذه الشعبة phylum فهي وجود جهاز وعائي مائي ، وتوزيعها توزيعًا بحريا فقط ، ووجود هيكل يتألف من صفائح جيرية توجد تحت جلدها . ويتيح لها تماثلها الشعاعي - عندما يكون موجودًا - ميزة التعامل مع بيئتها بنفس الكفاءة في أي اتجاه . وجميع أشكال هذه المجموعة تقريباً قاعية ، ولذلك فإن طبقتها التحتية تحميها من التعرض للهجوم من أسفل ، كما أن جلدها الشوكي وأشواكها أو جلدها (غطاءها الخارجي hide) الشبيه بالجلد المدبوغ leath-er - تبعًا للطائفة التي تنتمي إليها ضمن هذه الشعبة - يحميها من الهجوم من جانبها العلوي .

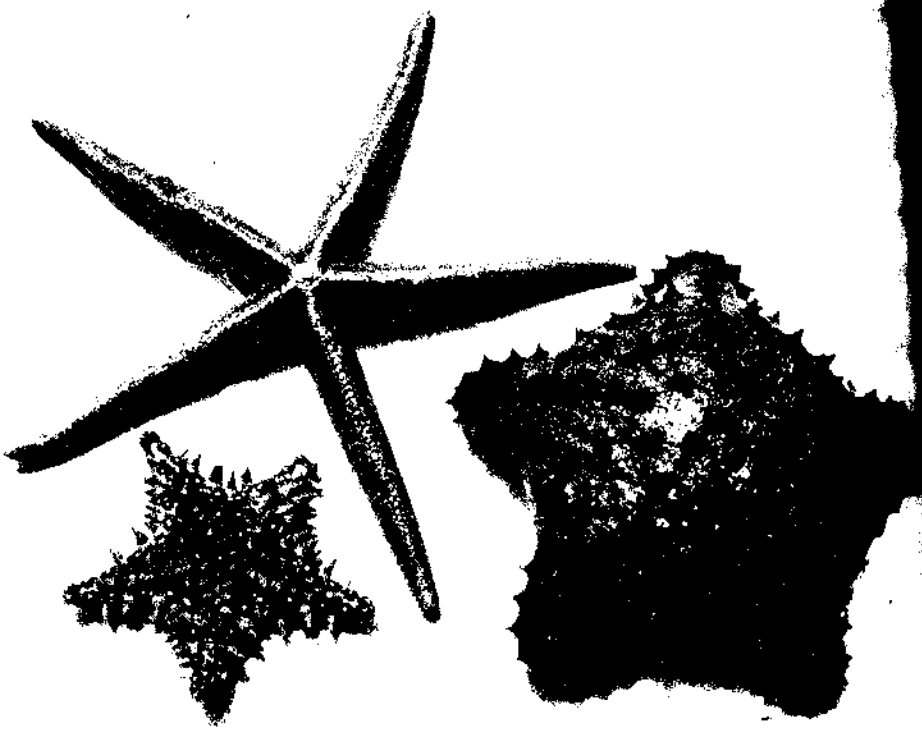
والجهاز الوعائي المائي تنفرد به الجلد شوكيات ، ويستحق منا مزيداً من الشرح والإيضاح حتى يكون ظاهراً بوضوح عندما يتم دراسته وفحص أي نجمة بحرية . توجد على الجانب السفلي لنجمة البحر أقدام أنبوبية كثيرة تتحرك إلى الداخل والخارج وعلى أطرافها ممَصَّات suckers لكي تتعلق بما تلمسه . ويتراوح عددها من بضعة أقدام قليلة إلى المئاتَ منها تبعًا لنوع الحيوان وحجمه ، وإن كانت الأقدام الأنبوبية تستخدم في جميع

الحالات في التحرك والتغذية . ويمكننا مشاهدة التركيب العام لهذا الجهاز عندما نقوم بتشريح الحيوان . وهو تدريب معملي ممتاز . ويتكون الجهاز الوعائي المائي في نجمة البحر من فتحة صغيرة في الجانب الظهري تغطيها صفيحة شبيهة بالمنخل ، وتلك هي المصفاة madreporite وهي الفتحة الأولى التي يدخل منها الماء إلى الجهاز . ويمكن رؤيتها بوضوح في معظم نجوم البحر كنقطة بيضاء فوق قمة القسم الأوسط . ويمر الماء خلال القناة الحجرية stone canal ، وهي عبارة عن قناة قصيرة تمتد من المصفاة إلى القناة الحلقية ring canal ، وهي عبارة عن أنبوب دائري حول القسم الأوسط من نجمة البحر . ويحتوي كل ذراع من أذرع النجمة على قناة شعاعية radial canal تبدأ من الطرف وتمتد بطول الذراع وتتصل بالقناة الحلقية في القسم الأوسط من الحيوان . وتوجد الأقدام الأنبوبية tube feet على امتداد هذه القناة الشعاعية . ويمكن أن تتمدد الأقدام الأنبوبية أو تتقلص بفعل عضلة في كيس شبيه بالبالون فوق الطرف الداخلي . ويستطيع هذا الكيس الذي يُسمى حبابة أو أمبولة ampulla ، أن يتسع ويمتص الماء من القدم الأنبوبية لكي يقصرها ، أو أن ينكمش ويدفع الماء داخل القدم الأنبوبية لكي يطيلها . وتتحكم كل أمبولة في عمل القدم الأنبوبية المتصلة بها . وتمتلك نجمة البحر كثيراً من الأقدام الأنبوبية ، مما يعد ميزة لها عندما تقتات على ذوات المصراعين . فهي تزحف فوق ذات مصراعين (محار ملزمي أو المحار المألوف . . . إلخ) وتحدد موضعها في الوسط تحت الفم مباشرة ، فتسقط أذرعتها فوق الصدفة وتلصق الأقدام الأنبوبية بالممص وتبدأ في تمزيق الصدفة . وتحتوي الصدفة على عضلات مُقرِّبَة adductor muscles تحافظ على بقاء الصدفة مغلقة . وتستمر الأقدام الأنبوبية العديدة بثبات في تمزيق العضلة المقربة الأقوى منها بكثير ، وعندما تتعب قدم أنبوبية ، يتم إطلاقها وإراحتها ، وتحل محلها قدم أنبوبية أخرى ، وعن طريق استخدام الأقدام بالتناوب ، تمارس نجمة البحر ضغطًا مستمرًا على العضلة المقربة للرخوي mollusk إلى أن ترهقها بدرجة تقعدها عن إغلاق الصدفة . ويستمر هذا الصراع العنيف لفتح الصدفة من ساعة إلى أسبوع تبعًا لحجم ذات المصراعين ونوعها ، وبحسب حجم نجمة البحر ونوعها . ولكن نجمة البحر هي التي تنتصر دائمًا في أغلب الأحيان في هذا الصراع .



(شكل ١٩ - ١) تعد الأقدام الأنبوبية من الخصائص التي تتميز بها الجلد شوكيات . وتبدو في هذه الصورة على الجانب السفلي لنجمة البحر .

وتقسم الشوكيات عمومًا إلى أربع طوائف . وأشباه النجميات Stelleroidea هي الطائفة ، والنجميات Asteroidea هي الطويئفة التي نسميها عادة نجوم البحر . أما طويئفة نجوم البحر الثعبانية Ophiuroidea فهي عبارة عن نجوم بحر ذات جسم شبيه بوعاء مقعر وأذرع نحيلة جدًا ، ويطلق عليها بصفة عامة اسم النجوم الهشة brittle أو نجوم البحر الثعبانية serpent stars . أما طائفة الزنبقيات crinoidea ، فهي خلافًا للنوعين الآخرين من نجوم البحر ، لها فم مقلوب إلى أعلى ، وتسمى بأسماء شائعة كثيرة منها زنابق البحر sea lilies والنجوم الريشية feather stars . وهناك طائفتان من غير أنواع نجوم البحر ولا يبدو في نظر المشاهد العابر أنها تشبه كثيرا أفراد الطائفتين اللتين سبق ذكرهما . وأولى الطائفتين تضم قنافذ البحر sea urchins ودولارات الرمل sand dollars ، وهما ينتميان إلى الطائفة المسماة القنفذيات البحرية Echinoidea ، ولها صدفة (أو درقة test كما تسمى في قنافذ البحر) . أما الطائفة الأخرى فإنها ذات جلد خشن وليس لها صدفة . وينتمي خيار البحر لهذه الطائفة التي تسمى خياريات البحر Holothuroidea. وتعيش كائنات من هذه الشعبة ، ومن أغلب طوائفها في الواقع ، في معظم البحار وعلى مختلف



(شكل ١٩ - ٢) ثلاث نجمات بحر تبين مدى التنوع الذي قد يوجد حتى في بركة مد واحد ، وقد التقطت هذه النجمات الثلاث من بركة مد في باجا كاليفورنيا .

هذا وقد تم اكتشاف طائفة جديدة من الجلد شوكيات عام ١٩٨٥م على يد بعض الباحثين في المتحف الاسترالي Australian Museum . وقد وجدت تقتات على البكتيريا في غابة مشبعة بالماء على عمق ١٠٠٠ متر . ورغم أن هذه الجلد شوكيات على وجه الخصوص ليست بذات أهمية اقتصادية كبيرة ، فإن اكتشافها يثبت أنه ما زالت هناك مجموعات كبرى من الأحياء على الأرض لم تكتشف بعد .

طويئفة النجميات Subclass Asteroidea

نجوم البحر التي تسمى sea stars أو starfish يكاد يعرفها الجميع . فمن الجزء الرئيسي من جسمها الذي يسمى القرص disc تتشعب أو تتشعع خمسة أذرع أو أكثر في جميع الاتجاهات ، أشبه ما تكون برسم الأطفال للشمس . ويوجد الفم على الجانب السفلي وسط القرص ، والشرج على الجانب العلوي . وبالقرب من الشرج توجد الفتحة

المتخلية للجهاز الوعائي المائي والتي تسمى المصفاة madreporite . وعلى الجانب السفلي أو الفمي oral يمتد حز عميق من منطقة الفم إلى كل ذراع . ويسمى هذا الحز حز صفائح الأقدام الأنبوبية ambulacral groove ، وهو الذي تخرج منه الأقدام الأنبوبية الكبيرة . وتمتد الأقدام الأنبوبية من المنطقة الفمية على امتداد الحز حتى طرف الذراع في صفوف تتراوح بين صفين وأربعة صفوف . وفي نهاية كل ذراع توجد بؤرة البصر eye spot أو عضو حساس للضوء . وتحتوي منطقة الجسم العام - خاصة الجانب العلوي - على نتوءات وتكون في بعض الأنواع طويلة بدرجة تكفي لتسميتها بالأشواك ، وفي أنواع أخرى تكون طويلة بالقدر الذي يجعل الجلد خشنًا . وهذه النتوءات أجزاء من الصفائح العظمية التي تكون الهيكل الداخلي endoskeleton . وهذه الصفائح الجيرية أو العظميات ossicles تختلف في أحجامها وأشكالها ، ولكل نوع نمط معين منها . وترتبط العظميات ببعضها بألياف عضلية وأنسجة ضامة أخرى ، ومن هنا يكون الحيوان ليّنًا مرنًا . ويحتوي الجلد الخارجي على كثير من الأهداب والخياشيم ، وكمّاشات صغيرة تسمى الملاقط pedicel-lariae وهي صغيرة جدًا ومن الصعب ، إن لم يكن من المستحيل ، رؤيتها بدون عدسة مكبرة أو (ميكروسكوب) . ويختلف عدد الأذرع من نوع لآخر ، والحد الأدنى لعددها هو أربعة أذرع وأقصاها أربعون ذراعًا . وكذلك تختلف العلاقة بين الذراع والقرص الرئيسي اختلافًا كبيرًا . فبعض الأنواع ذات أذرع عريضة وقصيرة جدًا ، بينما توجد أنواع أخرى ذات أذرع طويلة ونحيلة . وفي جميع الحالات يندمج الذراع في القرص الرئيسي للجسم.

ولا توجد الملاقط في جميع الأنواع وإن كانت شائعة في معظمها ، ووظيفتها هي أن تجعل الأجزاء المكشوفة من نجمة البحر خالية من أي كائنات ، فإذا استقرت يرقة صغيرة فوق غطاء نجمة بحر ، فإنها سرعان ما تُسْحق ، ومن ثم لا يمكنها أن تنمو هناك . ورغم أن الملاقط صغيرة فإنه يوجد غالبًا عدد كبير منها ، وقد شوهدت وهي تمسك بسرطانات صغيرة يصل طولها إلى سنتيمترين ونصف السنتيمتر بالإمساك بالشعر الموجود على أرجل السرطان . ومع أن وظيفتها الرئيسية هي المحافظة على نظافة ظهر الحيوان لكي تستطيع الخياشيم ممارسة وظيفتها ، فإنها تحمل أيضا كمية صغيرة جدًا من الغذاء لنجمة البحر

باصطياده ثم تمريره ببطء إلى حز صفائح الأقدام الأنبوبية عن طريق الأهداب الموجودة فوق سطح ظهر الحيوان .

ويعد الجهاز الوعائي المائي من آهم وأبرز ملامح هذه الطائفة كما ذكرنا من قبل . وتلخيصًا لوظيفته فإنه يتكون من المصفاة madreporite الموجودة على السطح الظهري والتي يدخل منها الماء إلى القناة الحجرية والتي تمتد إلى القناة الحلقية . وينتقل الماء من القناة الحلقية إلى القنوات الشعاعية التي تمتد داخل كل ذراع فوق الميزاب الحركي . ثم يمر الماء من القناة الشعاعية إلى قنوات جانبية تمتد إلى الأقدام الأنبوبية . وقد يوجد مئات من القنوات الجانبية والأقدام الأنبوبية .

وجهازها الهضمي بسيط ولكنه يكون جهازًا غير عادي في بعض الحالات . وتستطيع نجوم البحر أن تخرج جزءًا من معدتها ، ويترتب على ذلك أنه عندما تجد محارًا ملزميًا أو ميدية (بلحة البحر) قابلاً للالتهام جزئيًا ، فإنه في مقدورها أن تخرج معدتها من فمها في اتجاه المحار لكي تهضمه . والبعض الآخر تضع معدتها فوق تكوين مرجاني وتهضم الحيوان المرجاني من مكانه مباشرة . وأشهر آكلات المرجان هي نجمة البحر المسمَّاة ملكة الأشواك Crown of Thorns ، وقد أصبحت هذه النجوم تمثل خطرًا حقيقيًا يتهدد الشعاب المرجانية في منطقة الباسفيك الغربي . ويجري منذ عدة سنوات تنفيذ برنامج واسع النطاق للقضاء على نجوم البحر من النوع المسمى ملك الأشواك لكي لا تدمر الشعاب الموجودة هناك . وقد جربت طرق عديدة ولكن معظمها لم يكلل بالنجاح . ومن هذه الطرق حقن نجمة البحر تحت الجلد بمادة الفورمالدهيد مما يؤدي إلى قتلها . والصعوبة التي تكتنف كل طريقة من هذه الطرق تتمثل في أنه يتعين على الغواص تحت الماء أن يمسك بكل نجمة من نجوم البحر على حدة . وعلى الرغم من أن أحد رخويات البطنقدميات يعد عدوًا طبيعيًا لملك الأشواك ، إلا أن علماء الأحياء رأوا أن المكافحة الطبيعية لنجوم البحر باستخدام البطنقدميات سيكون عملية بطيئة للغاية وأن الشعاب المرجانية سوف يقضي عليها كلها . وقد دارت مناقشات واسعة النطاق حول ما إذا كان التدخل البشري في هذه الدورة الطبيعية في صالح البيئة أو يشكل خطرًا عليها . وبعد أن تنقضي مائة سنة اعتبارًا من الآن سيكون في مقدور أحفادنا أن يقرروا ما إذا كان الإجراء الذي اتخذناه صائبًا أم لا .

أما نحن فلن يتيسر لنا أن نعرف ذلك مطلقا على وجه اليقين .

وليست كل نجوم البحر تخرج معداتها ، فهناك النجم الرملي sand star الذي يعيش على ساحل الولايات المتحدة المطل على الباسفيكي يزحف عبر الرمال ويستوعب بطنيات الرجل كاملة ، ويلتهم أي كائن صغير من نوع القواقع يمكنه أن يمسك به ، ثم يلفظ الصدفة الفارغة عن طريق فمه . وكثيرا ما تلتهم السرطانات الناسكة الأصداف الفارغة . وهكذا تعاد دورة حياتها في الطبيعة .

والتكاثر بين نجوم البحر تتنوع طرقه ، ولكن باستثناء حالات قليلة ، فإن الجنسين يكونان منفصلين . إذ يجري إفراز البيض والمني في الماء بصفة عامة ، ويتحدان فيه ، ثم تحدث سلسلة من التغيرات وتتكون يرقانة ذات أهداب . وتبقى الأطوار اليرقانية على وجه العموم بالقرب من القاع ولا تصعد في معظم الأنواع إلى السطح لكي تنضم إلى الهائمات على سطح الماء . ومن الطريف ، ومما له أيضا أهمية بيولوجية كبرى ، أن أحد الأطوار التي تمر بها يرقة نجمة البحر تسمى يرقة ثنائية الريشة bipinnaria larva ، وتكون في هذه المرحلة ذات تماثل جانبي bilaterally symmetrical كما هو حال معظم أشكال الحياة (الأحياء) العليا . وتستمر في التطور إلى أن تبلغ تماثلها الشعاعي عندما تصل مرحلة البلوغ فقط . وتحتفظ بعض الأنواع ببيضها حول منطقة الفم وتحميه ، ولكن معظم الأنواع الأخرى تضع البيض في الماء ليطفو طفواً حراً إلى أن يستقر على القاع لكي يكتمل نموه .

وتستطيع غالبية نجوم البحر تجديد الأذرع التي تفقدها دون صعوبة . فإذا قطع الذراع ، فإن نجمة البحر سوف تستبدلها بذراع أخرى . وبعض الأنواع لديها قدرات تجددية كبرى إلى حد أن الذراع المقطوع نفسه سوف يتجدد وتتولد منه نجمة بحر كاملة جديدة . ولقد بذلت محاولات عديدة في البداية للقضاء على نجوم البحر من المحار المألوف oyster أو الميديات (بلح البحر) mussel أو مراقد المحار المروحي (الأسقلوب) scallop ولكن هذه المحاولات كادت أن تتحول إلى كارثة لأنه كان يجري قطع نجوم البحر نصفين ويلقى بها في الماء مرة أخرى ، وترتب على ذلك بالطبع تضاعف عدد أفراد جماعة نجوم البحر في أقل من ستة شهور مما زاد من حدة المشكلة . ولقد ارتكب البشر كثيراً من هذه الحماقات عبر عصور التاريخ عندما تدخلوا في النشاط الطبيعي للأحياء .

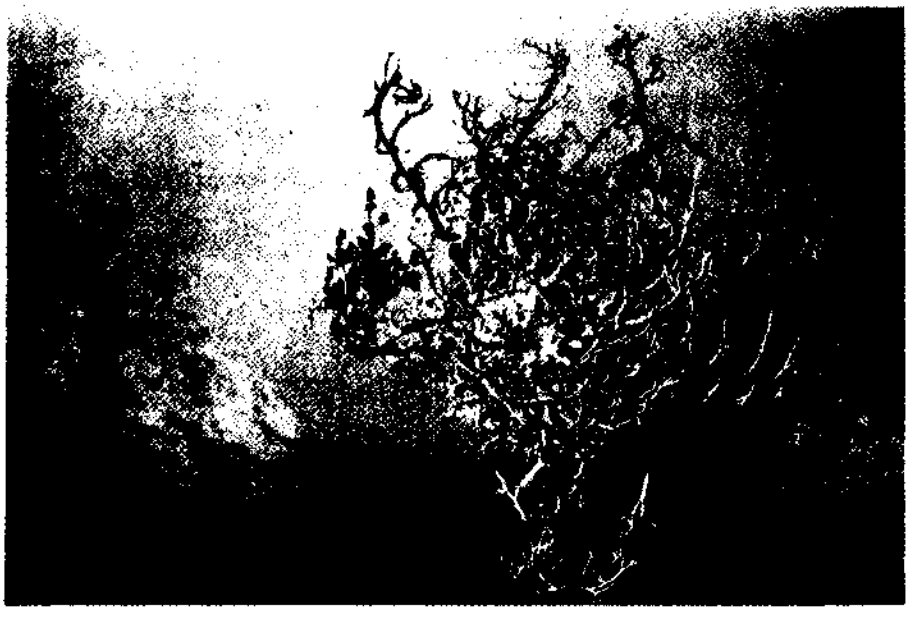
طويئفة نجوم البحر الثعبانية Subclass Ophiuroidea

تتألف طويئفة نجوم البحر الثعبانية من النجوم الهشة brittle أو النجوم الثعبانية serpent stars التي كثيراً ما يصادفها الكثيرون ، والنجوم السَّلِّية basket stars التي يندر رؤيتها . ومن المعتقد أن طويئفة نجوم البحر الثعبانية هي أكبر مجموعات الجلد شوكيات وأفراد هذه الطويئفة شهية لذيذة الطعم وتقضي حياتها إما في أماكن محمية حماية جيدة أو في المياه الهادئة بالقرب من الشاطئ في برك المد حيث يتعين على المرء أن يقلب الصخور لكي يعثر عليها ، ويمكن أن يراها المرء على الشعاب المرجانية في كل الشقوق والصدوع تقريبا ، وفي مياه المحيط العميقة حيث توجد فوق القاع أو مدفونة في الطبقة التحتية اللينة .

ونجوم البحر الثعبانية شائعة جداً ، ولكن لابد للمرء أن يعرف كيف وأين ينبغي البحث عنها . ومن السهل التعرف عليها لأن لها جسداً يشبه في شكله العملة المعدنية ، مستديراً بعض الشئ ومفلطحًا ، والأذرع متشعبة من الفم على الجانب السفلي . وعلى عكس نجوم البحر ، لا يتشكل الجسد والأذرع معًا ، وإنما تتصل ببعضها البعض بطريقة تتيح لها أن تنفصل وتتجدد بسهولة في معظم الأنواع . والأذرع نحيلة وسريعة الحركة نوعًا ما مما يمكن الحيوان من التحرك عبر القاع ، بل وأن يسبح خلال الماء بالنسبة لبعض الأنواع . ونتيجة لارتفاع درجة المرونة في أذرعها وقدرتها على الحركة ، فإن الأقدام الأنبوبية لا تستخدم عادة في التحرك وتتحول عادة إلى أعضاء حسية وتنفسية صغيرة .

ومعظم الأقدام الأنبوبية ليس لها ممصَّات suckers وإن وجدت هذه الممصَّات في بعض الأقدام بالفعل ، وتساعد في تمرير الغذاء إلى الفم . وهي تتغذى عموما برفع أذرعها داخل الماء للإمساك بالهائمات أو بالبحث عن مواد ميتة فوق القاع . وتفرز كثير من صور هذه الأحياء مادة مخاطية فوق الأذرع ، ولذلك تلتصق الأحياء التي يجرفها الماء فوق هذه الأذرع ثم تمررها إلى فمها . ويحتوي الفم على خمس صفائح ولكنه لا يحتوي على جهاز «مصباح أرسطو» الذي أشرنا إليه آنفا ، والذي يوجد في قنافذ البحر ، كما لا يوجد لها شرج . وهي تلفظ الغذاء الذي لا يتم هضمه عن طريق الفم . وتقوم بعملية الاغتذاء غالبًا في الليل في المياه الضحلة ، وكثيراً ما يشاهد الغواصون عندما

يغوصون في الليل بالاستعانة بأجهزة الإضاءة تحت الماء ، أعداداً كبيرة منها وقد امتدت أذرعها في وضع الاغتذاء .



(شكل ١٩ - ٣) هذه النجمة السلية توضح لنا كيف تتفرع أرجلها إلى فروع كثيرة بحيث تشبه الشجيرة .

وتنقسم طويئفة نجوم البحر الثعبانية إلى مجموعتين تبعا لنوع الأذرع التي تملكها . فإذا كانت الأذرع بسيطة وغير متفرعة ، فإنها تنتمي إلى المجموعة المعروفة باسم النجوم الهشة brittle stars . أما إذا كانت الأذرع كثيرة الفروع فإنها تسمى بالنجوم السَّلية bas-ket stars . وغالبًا ما تبدو هذه النجوم السلية بما يحمله كل ذراع من أذرعتها من فروع عديدة ، كما لو كانت جالسة فوق القاع . وهذه المجموعة من الأذرع التي تشبه شجيرة كثيفة الأغصان تكوّن بمساعدة شيء من المخاط ، مرشحًا فعالاً للغاية لاستخراج الهائمات من الماء . وتلتف الأذرع داخل الفم ثم تخرج منه مرة أخرى لتلتقط مزيداً من الغذاء . والواقع أن مشاهدة نجمة سلية كبيرة الحجم وهي تتغذى يعتبر مشهداً لا يمكن أن ينساه المرء مطلقًا . فهي تحرك أذرعتها برشاقة وتناسق تام يجعلها تبدو وكأنها بعض المخلوقات التي تتحدث عنها روايات الخيال العلمي وهي تحاول أن تلوح لك بأذرعتها .

وهي تتكاثر ، كما هو حال معظم الجلد شوكيات الأخرى ، بإفراز البيض والمني في

الماء لكي تتم عملية الإخصاب . وهناك أنواع قليلة تحمل بيضها في كيس حضانة brood pouch ، وإن كانت معظم الأشكال اليرقانية تعيش ضمن الهائمات فترة من الزمن قبل أن يكتمل نموها .

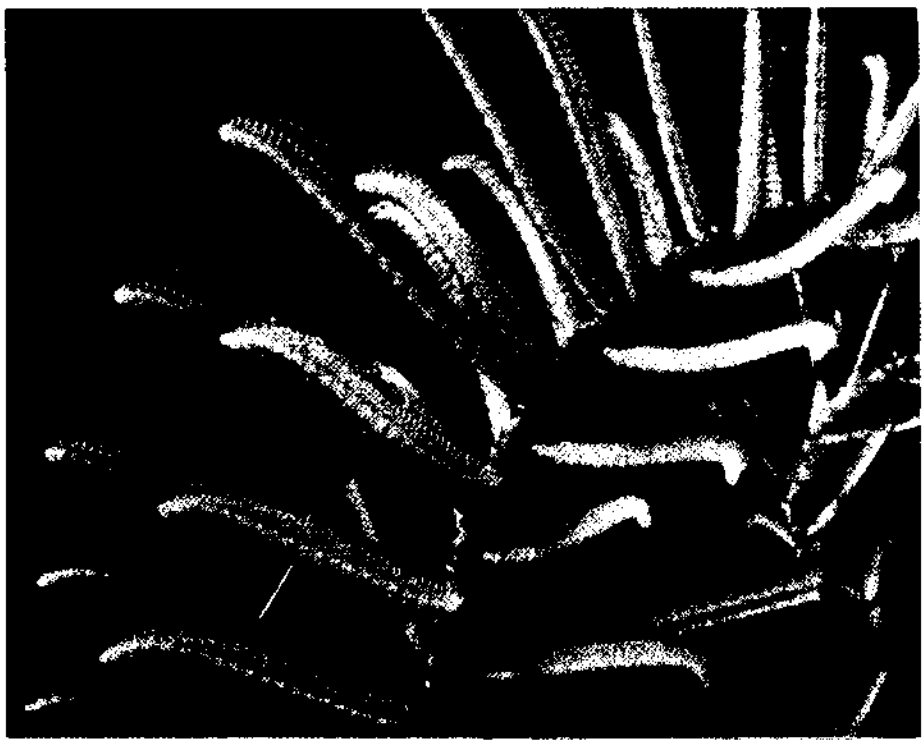
طائفة زنابق البحر Class Crinoidea

تسمى زنابق البحر sea lilies والنجوم الريشية feather stars وهي ليست معروفة جيداً لمعظم الناس لأنها تعيش أساساً في المياه العميقة ، إلا أنه مع انتشار الغوص باستعمال جهاز سكوبا أصبح من الميسور رؤيتها في كثير من مناطق الشعاب المرجانية . ورغم أنها نادراً ما يزيد طولها على ٤٠ سنتميترا ، فإنها تكون زاهية الألوان غالبًا ولذلك تبرز في بيئتها بشكل واضح . وتتكون من قرص مركزي تخرج منه خمسة أذرع . وينقسم كل ذراع إلى فرعين أو أكثر ، وكل فرع أو قسم يحتوي على فروع ثانوية متقاطعة تسمى رُيَيْشات pinnules . وهذه التفرعات تضفي عليها شكل بنية ريشية (مكسوة بالريش) feathery structure . ويشبه القرص المركزي في شكله كوبًا فتحته في القاع ، وتجلب الأذرع مقادير صغيرة من الغذاء من الهائمات بتمريره على امتداد ميازيب صفائح الأقدام الأنبوبية ambulacral grooves بالأهداب المتحركة . وينمو من القرص عنق stalk غالبًا ما يلصق الحيوان بالقاع . ويترتب على ذلك أن يظل الفم مقلوبًا إلى أعلى ، بينما تكوِّن الأذرع الشبيهة بالريش جهازاً يشبه الشبكة لالتقاط الغذاء ونقله إلى الفم . وبعض الأنواع ليس لها أعناق أو قد تفقدها عندما يكتمل نموها . ويمكنها أن تحرك أذرعها وتسبح إلى مكان جديد . وهي كائنات ضعيفة ولكنها ذات قدرة عالية على تجديد أعضائها إذا ما أصيبت بأذى .

طائفة قنافذ البحر Class Echinoidea

يدخل ضمن هذا القسم الفرعي من الجلد شوكيات قنافذ البحر sea urchins ، ودولارات الرمل sand dollars ، والقنافذ القلبية heart urchins . وخصائصها العامة هي أنها ذات أجسام مستديرة بدون أذرع وأشواك تغطي الجسم (طويلة في قنافذ البحر ، وقصيرة في دولارات الرمل) ، وجسم تحميه بنية تسمى درقة test . وتتألف

الدرقة من أقسام من صفائح مصهورة معًا لتكون غلافا case صلبًا يشبه الصدفة لكي تعيش داخله . ويوجد عادة عشرة صفوف مزدوجة من هذه الصفائح ، منها خمسة أزواج مثقوبة تخرج منها أقدام أنبوبية نحيلة تخترق الدرقة . وتظهر هذه الثقوب بوضوح على درقة قنفذ البحر . وإذا فتحنا جسم قنفذ البحر ، فسنجد هذه الصفائح تظهر خطوطها بوضوح على الدرقة من الداخل . ومن الواضح أن قنافذ البحر ودولارات الرمل العادية لديها تماثل شعاعي عندما يكتمل نموها ، أما القنافذ القلبية heart urchin اللامنتظمة فتمثل حالة وسطًا بين التماثل الشعاعي والتماثل الجانبي . ولها درقة مستطيلة إلى حد ما ، والفم في طرفها والشرج في الطرف الآخر ، وتتحرك في اتجاه الفم . وتستطيع قنافذ البحر أن تتحرك في أي إتجاه بدون وجود جزء «أمامي» في صدفتها . وقد شاهد المؤلف ألوفًا من قنافذ البحر تتحرك عبر القاع في خليج رملي ضحل في جزيرة كوزومل Cozumel Island قبالة الساحل الشرقي للمكسيك .



(شكل ١٩ - ٤) زنابق البحر من المغتذيات بالترشيح . ونرى في هذه الصورة جزءًا من أحد أذرعها يبين مدى مساحة السطح الذي تلتقط منه الهائمات والتي تمكنها من التقاطها كثرة النتوءات الجانبية .

وعندما ألقي الطعام في طريق سيرها، فإن القنافذ غيرت اتجاه حركتها دون أن تدير أجسامها مما يدل على أنه ليس لها طرف أمامي خاص . وهذه القدرة على مواجهة البيئة من جميع الجوانب على حد سواء تعد ميزة كبرى للتماثل الشعاعي .

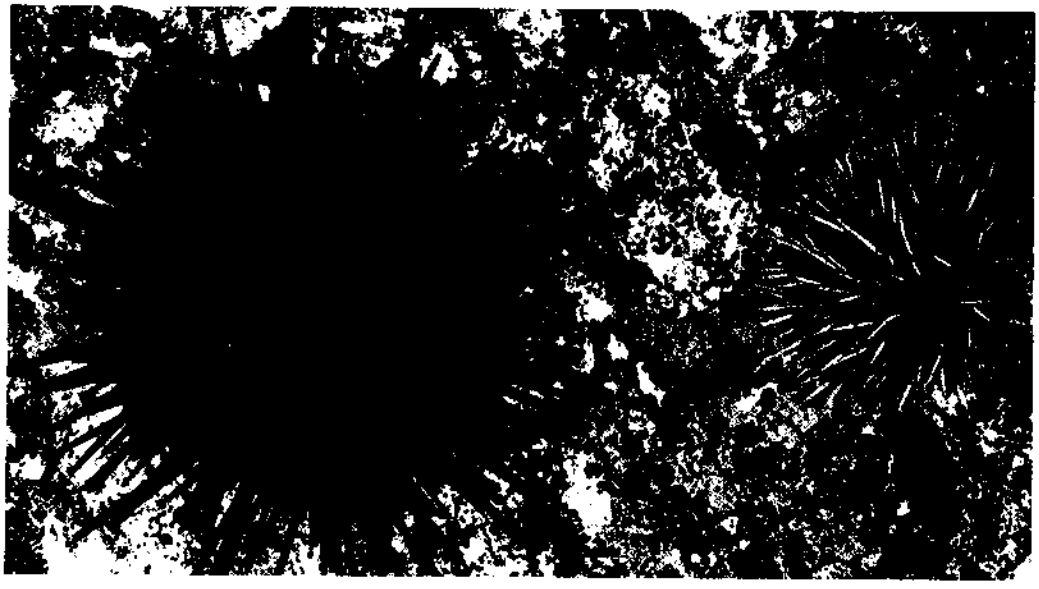
ويوجد فم قنافذ البحر ودولارات الرمل أسفل bottom الحيوان وفي وسطه . وتتوافق أجزاء الفم معًا وتضمها سلسلة من أجزاء جيرية لتكون بنية من السهل تمييزها . وكان أرسطو أيام الأغريق قد شبه هذه البنية بالمصباح ، وما تزال تسمى حتى يومنا هذا مصباح أرسطو Aristotl's Lantern ، ونظرًا لأن الأسنان لا تهضم بسهولة فإنها كثيرًا ما يتم العثور عليها في مَعدَات الحيوانات ويُستفاد منها في تحديد نوع الطعام الذي تأكله الحيوانات، وكذلك في التعرف على بعض المفترسات من القنافذ . أما بقية الجهاز الهضمي فيتكون من أمعاء طويلة نسبيًا مع وجود جزء معدي أعرض ، ويوجد الشرج على الجانب العلوي ويستثنى من ذلك القنفذ القلبي heart urchin حيث يوجد الشرج قرب الحد بين الجانبين الظهري والبطني مقابل الفم . وأكثر الأشياء غرابة في الجهاز الهضمي وجود أنبوب يسمى الممصّ siphon يبدأ بالقرب من الفم ، ويتفرع من الأمعاء ويتجاوز المعدة ويدخل الأمعاء مرة أخرى مارًا بالمعدة . ويبدو أن وظيفته هي أن يعمل على استمرار سريان الماء خلال الأمعاء دون أن يسبب إرباكًا كبيرًا لهضم المواد في منطقة المعدة .

وجهازها الوعائي المائي يشبه الجهاز الوعائي المائي الموجود في نجوم البحر . وتستخدم الأقدام الأنبوبية في التحرك بالإضافة إلى الأشواك spines . وتتصل الأشواك بألياف عضلية ويمكن للقنافذ أن تحركها كما تشاء . وتعتمد القنافذ في تحركها على مجموعة مركبة من الأشواك المتحركة والأقدام الأنبوبية .

والجنسان منفصلان . ويعتبر البيض الذي تضعه قنافذ البحر الكبيرة طعامًا شهيًا . ويوجد هذا البيض في أمشاين wedges تشبه فصوص البرتقالة . وهي تمثل أحد عناصر صناعة الصيد التجاري في كثير من أنحاء العالم . ويشتد الإقبال على هذا البيض بصفة خاصة في إيطاليا واليابان .

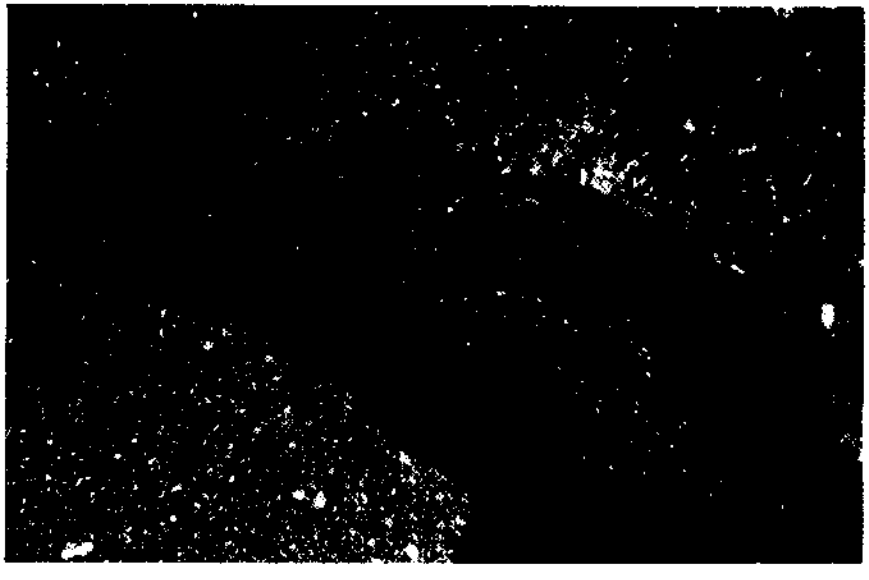
(شكل ١٩ - ٥) يوجد فم قنفذ البحر على جانبه السفلي ويحتوي على خمس أسنان صغيرة وقد شاعت تسمية أجزاء الفم «بمصباح أرسطو» .

وزنابق البحر لها ملاقط pedicellariae ذات ثلاثة فكوك إضافة إلى أشكال أخرى عديدة، توجد كلها في الفرد الواحد في نفس الوقت . ومهمة هذه الفكوك الصغيرة تنظيف السطح الخارجي للقنفذ وحمايته من أعدائه . وفي بعض أنواع القنافذ تكون الملاقط سامة . وهذه الأشواك والملاقط تضفي على قنافذ البحر حماية جيدة . أما دولارات الرمل فإنها تحمي نفسها بالحفر تحت الرمال ، بينما تحفر القنافذ القلبية لنفسها حفراً تحت الطين . وكثير من دولارات الرمل لها ثقوب - تكون كبيرة جداً في بعض الأحيان - تمتد مباشرة خلال الدرقة test . وهذه الثقوب تقوي الدرقة ، إذ إنها تمكنها من الصمود بدرجة عالية أمام الأمواج المتكسرة على الشاطئ . والأشكال العامة لهذه المجموعة كلها متشابهة ، وتعد دولارات الرمل والقنافذ القلبية صورة محورة إلى حد ما من قنافذ البحر . فنجد كلاً من القنفذ القلبي بدرقته المفلطحة قليلا ، ودولار الرمل بدرقته



(شكل ١٩ – ٦) يتم التعرف على قنافذ البحر كمجموعة خاصة بجسمها المستدير الذي تبرز منه أشواك عديدة .

المفلطحة تمامًا ، يشبه قنفذ بحر وطأته أقدام شخص ضخم الجثة . وكل شكل منكيف مع بيئته بدرجة ما . فالشكل المفلطح لدولار الرمل يتيح له أن يحمي نفسه في الرمل وأن



(شكل ١٩ – ٧) خيار البحر بجلده الخشن وشكل جسمه القابل للتغير . وهو ينتشر في شتى أنحاء العالم بأشكال متنوعة .

يوجه نفسه بما يتوافق مع حركة وتمور أمواج الشاطئ بحيث يقل تعرضه للسحب من الماء إلى أقل حد ممكن . أما القنفذ القلبي heart urchin فإنه بدرقته المستطيلة وفمه الموجود في طرفها وشرجه في الطرف الآخر ، يمكنه أن يزحف خلال الوحل وأن يبتلع المادة العضوية من الوحل أثناء سيره . ويمر الوحل خلال الجسم ويخرج من الشرج . وحتى الأشواك نجدها كلها في الخلف متجهة نحو الشرج لكي يقل السحب الذي يتعرض له الحيوان أثناء تحركه خلال الوحل . ورغم أن القنافذ القلبية لا توجد في البيئات الطينية ، فإنها تتكيف على أفضل وجه مع الطبقات التحتية من النوع الطيني . أما قنافذ البحر ذات الأشواك الكبيرة فإنها تبقى بأجسامها المستديرة في الشقوق طلبًا للحماية في نطاق أمواج الشاطئ ، ولكنها تتجول بحُريَّة عبر القاع حيث لا توجد متاعب بالنسبة لها من جراء أمواج الشاطئ، كما أن أشواكها الطويلة الحادة التي تتشعع في جميع الاتجاهات توفر لها حماية جيدة من كل الأضرار تقريبًا .

طائفة خيار البحر Class Holothuroidea

لا يعرف الشخص العادي خيار البحر sea cucumbers ، في أغلب الأحيان ، مثل معرفته بنجوم البحر وقنافذ البحر ، وذلك لأن خيار البحر لا يعيش عادة في نطاق المد والجزر وليست له أصداف مما يغري بجمعه . ورغم أن بعض أشكال خيار البحر تستخدم طعامًا ، إلا أنه ليس مما يؤكل عادة . وكذلك فإن شكله لا يغري معظم الناس بالإمساك به . وبالتالي فإن الغواصين لا يعترضونه عادة عند مشاهدته باستمرار .

ويتميز خيار البحر – كما هو حال بقية الشعبة التي ينتمي إليها – بمناطق يمكن التعرف عليها في جسمه المستطيل والذي يشبه كثيرًا خيارة كبيرة . وتمتد المناطق الخمسة من الفم في طرف الجسم إلى الشرج في طرفه الآخر . وبصفة عامة فإن الأقدام الأنبوبية على أقسام البطن الثلاثة تستخدم في الحركة ولها كؤوس شفاطة (ماصَّة) suction cups كتلك الموجودة عند نجمة البحر . وقد توجد أيضا أقدام أنبوبية على امتداد قسمي الظهر ، ولكنها تستخدم عادة في التنفس أو اللمس . وعلى عكس القنفذيات البحرية والنجميات ، نجد خيارة البحر لا توجد لديها ملاقط ولا أشواك ، ولكن لديها لوامس tentacles من نوع الأقدام الأنبوبية الموجودة حول الفم في الأحياء الأخرى . وجسم خيارة البحر جلدي متين

مرن وقابل للتمدد أو الانكماش تبعًا لاستعمال خمس عضلات تمتد من الفم إلى الشرج . عندما تتعرض خيارة البحر لما يقلق راحتها فإنها تنكمش إلى أصغر ما يمكنها من التقلص الانكماش وتصبح صلبة جدًا . أما في حالة الاسترخاء فإن جسمها يكون طويلاً ولينًا . وتوجد عظيمات ossicles صغيرة من الكلسيوم مغروزة في الجلد تجعل الحيوان يتصلب عندما ينتصب بشدة . ونظرًا لأن هذه العظيمات تتنوع أشكالها في الأجزاء المختلفة من نفس الحيوان ، فإنه من الصعب استخدامها سمة من سمات التعريف إلا من جانب الخبير المتمكّن .

وعملية التنفس في هذه الطائفة مثيرة للاهتمام . إن أكثرية خيار البحر تتنفس من خلال الشجرة التنفسية respiratory tree ، وهي عضو متفرع يتألف من أنابيب كثيرة . وتأخذ منطقة المستقيم rectal area والمذرق cloaca في التمدد والتقلص لامتصاص الماء داخل الشرج ودفعه في أنابيب الشجرة التنفسية . ويتم استخلاص الأكسجين . ويسمح لبعض الماء بالمرور خلال الأنابيب إلى الجسم مما يساعد على إضفاء شكل وهيئة على الجسم باستخدام ضغط الماء .

وهذه الكائنات لديها قدرة على إخراج أحشائها مما قد يسبب الفزع لمن يقوم بجمعها دون أن تساوره أية شكوك إزاءها . وعندما تسوء الأحوال - مثلما يحدث عندما يتم الإمساك بها بعنف أو عندما تترك في مياه بدأت تأسن - فإن أكثريتها لديها القدرة على أن تخرج جزءًا كبيرًا من أحشائها ، عن طريق الشرج في بعض الأنواع ، أو عن طريق الفم في بعض الأنواع الأخرى . بل إن أنواعًا أخرى تتقلص بعنف وتحطم جسمها إلى قطع عديدة ، أو تمزق جلدها وتخرج بعض أعضائها . وكلها لديها القدرة على تجديد أعضائها المفقودة . وقد أمسك المؤلف في المياه الواقعة أمام جزيرة كوزوميل Island of Cozumel بواحدة منها ، يزيد طولها على ثلاثة أقدام كانت ملتصقة من أحد طرفيها بالشعاب المرجانية وانتزعها بعنف . حدث ذلك أثناء رحلة غوص ليلية ، وكان الحيوان قد تمدد إلى الخارج من أجل الاغتذاء . وعندما تم إمساكها بعنف ، أخرجت أمعاءها ، والتي كانت على شكل كتلة خيطية كانت شديدة اللزوجة . وقد التصقت بكلتا يدي الغواص ، وعندما حضر زميله لمساعدته في التخلص منها ، التصقت به أيضا . ولم يتمكنا من إزالة الخيوط

اللزجة إلا بعد خروجهما من الماء . ولاشك أن هذا النمط من الوقاية سوف يثني أي مهاجم عن الإعتداء عليها ، بل وقد يؤدى إلى قتل أي سرطان أو سمكة تقع في هذا الشراك . ولا حاجة بنا إلى القول بأن الغواصين اللذين تعرضا للحادث المشار إليه آنفًا لم يكررا مثل هذه المحاولة مطلقا .

وهناك أنواع تصلح للاستعمال كغذاء بعد اتخاذ إجراءات عديدة نوعا ما ، ومثال ذلك خيار البحر المجفف trepang الذي يتم تحضيره بغلي خيار البحر عدة مرات وتجفيفه لكي يستخدم بعد ذلك في صنع الحساء . ومعظم خيار البحر لديه العضلات الخمسة الطويلة التي يمكن نزعها بعد سلخها وتجفيفها أو استخدامها في صنع حساء الشودر chowder الذي يصنع من السمك والبطاطس والبصل .

أسئلة للمراجعة

١ – ما هو الجهاز الوعائي المائي ، وكيف يعمل بصفة عامة ؟

٢ – في أي شيء تستخدم الملاقط pedicellariae ؟

٣ – لماذا تعتبر نجمة البحر التي تُسمى ملكة الأشواك Crown of Thorns ذات أهمية كبيرة ؟

٤ – كيف تتغذى النجمة السلِّية basket star ؟

٥ – هناك جلد شوكية واحدة فقط تُستخدم بأي كمية طعامًا للبشر . ما هو هذا النوع ، وأي جزء منها هو الذي يؤكل ؟

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

الفصـــل العشـــرون

شعب لافقارية متنوعة
Miscellaneous Invertebrate Phyla

تعريف المصطلحات

الطرف المقابل للفم : طرف الحيوان البعيد عن الفم . **Aboral end**

المطروح : لفظ يُستعمل للدلالة على النفايات الصلبة التي تخلفها بعض الحيوانات . **Casting**

نصل الطحلب البني العملاق (الكلب) : الجزء الشبيه بورق الشجر من الطحالب البنية العملاقة . **Kelp frond**

حاملات اللوامس : لوامس هدبية جوفاء توجد في الفورونيات phoronida ، وذراعيات الأقدام (المسرجيات) ، Brachiopoda والحيوانات الحزازية Bryozoa . **Lophophores**

تناسل الصغار : مصطلح يُستعمل للدلالة على التكاثر في طور اليرقانة دون أن تبلغ الطور التام للنمو . **Paedogenesis**

عديدات الأشواك : رتبة من الديدان الحلقية annelid worms واسعة الانتشار وشائعة جداً . **Polychaeta**

هناك شعب كثيرة رغم أنها لا تقل أهمية في كثير من النواحي عن الشعب التي وصفناها بشيء من التفصيل ، إلا أنها ليست على نفس الدرجة من الأهمية بالنسبة للطالب المبتديء لأسباب عديدة ، وفي مقدمة هذه الأسباب تأثيرها النسبي ، وإمكانية رؤيتها

والوصول إليها في نطاق البيئة ، إضافة إلى قيود الزمن وضيق الحيز المتاح لنا في هذا الكتاب . فهذه الحيوانات مهمة ، ولكن لا نتعرض لها بالتفصيل في كتابنا بسبب ضيق المساحة .

شعبة حاملات الأمشاط Ctenophora

تشبه حاملات الأمشاط في كثير من النواحي اللاسعات من قناديل البحر (jellyfish) cnidarians ، وتختلف عنها في أنها لا تحتوي على الخلايا اللاسعة nematocysts ، أو على جهاز هضمي أكثر تطوراً . ولكنها تحتوي بالفعل على ثماني صفائح أو صفوف من الهدبيات تمتد من الطرف المقابل للفم حتى الطرف الفمي . وهذه الأهداب التي تشبه المشط هي التي تستمد منها اسمها الشائع وهو الهلاميات المشطية comb jellies . ويتحرك الحيوان عادة في اتجاه الطرف المقابل للفم رغم أن أغلبية أفراده تستطيع التحرك أيضا في اتجاه الفم لو أرادت ذلك . وتنقسم المجموعة إلى طائفتين : طائفة ذات لوامس (وهي عبارة عن لامسين طويلين يمتدان من أكياس قرب الفم) ، وطائفة بدون لوامس . وهذه الحيوانات كلها تقريبًا بحرية (محيطية) pelagic وتشكل جزءاً من الهائمات الحيوانية . وهي من اللواحم (*) carnivorous وتأكل الكائنات الهائمة الأخرى . ومن صورها الشائعة أمام الساحل الغربي للولايات المتحدة كشمش البحر *(Pleurobrachia)* sea gooseberry ، وزهرية البحر sea vase *(Beroe)* ، بينما ينتشر على الساحل الشرقي نوع كبير الحجم وشديد التألق *(Mnemiopsis)* . وجميع حاملات الأمشاط خنثوية hermaphroditic ، وهي تفرز بيضها ومَنِيَّها عن طريق الفم بصفة عامة .

شعبة المفلطحات Platyhelminthes

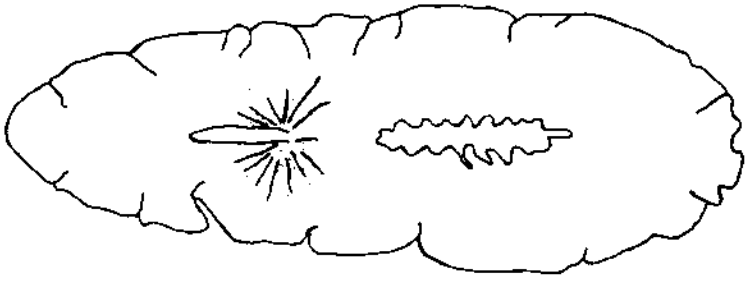
تضم هذه الشعبة المجموعة المعروفة باسم الديدان المفلطحة flat worms . وتشمل الديدان المفلطحة الديدان الاكليدية flukes ، والدودة الشريطية tapeworms التي تتطفل على الحيوانات البحرية والبرية ولكنها لا تدخل ضمن نطاق هذا الكتاب . والديدان المفلطحة التي تعيش طليقة free-living من طائفة المهتزات class Turbellaria هي التي

(*) اللواحم : التي تتغذى باللحوم .

نجدها عندما نقلب الصخور . وهي ديدان صغيرة ومفلطحة بفتحة فم واحدة وليس لها شرج كما هو حال اللاسعات والهلاميات المشطية . وهي تلتصق بقطعة كبيرة من اللحم ، وتفرز عصارات هضمية عن طريق بلعوم طويل وتخرج بلعومها فوق سطحها وتحلل جزءاً منها يمكنها عندئذ أن تستوعبه في جهازها . وهذه القدرة تمكنها من الاغتذاء من قطع كبيرة من اللحوم الميتة ولا تضطر للإمساك بكائنات أصغر منها حجمًا . وهناك رتبة من هذه الشعبة ، وهي رتبة اللاجوفيات Acoela ينبت في جسمها نبات طحلبي ، وتستعمل الغذاء الذي ينتجه هذا النبات في غذائها . وقد بلغ هذا التكافل symbiosis في المعيشة حدًا جعل الدودة تفقد معظم جهازها الهضمي من جراء عدم الاستعمال . ويوجد فم الديدان المفلطحة عادة على الجانب السفلي وفي وسط الجسم ، وليس في طرفه كما هو الحال في معظم الحيوانات الأخرى . أما الأنواع السابحة الكبيرة والتي يصل طولها إلى ١٥ أو ١٨ سنتيمترًا ، فإنها تنتمي إلى رتبة كثيرات الفروع order polycladida . ومن أجمل المناظر التي يمكن مشاهدتها رؤية هذه الديدان كثيرة الفروع أثناء سباحتها ، لأن أجسامها المتموجة بالإضافة إلى ألوانها الزاهية تحدث مشاهد متغيرة مختلفة الألوان خلال حركتها في الماء .

مجموعة الخيطيات (النيماتودا) Nematoda

تعتبر الديدان الأسطوانية أو الخيطيات round worms أكثر الحيوانات المتعددة الخلايا عددًا في البيئة القاعية (بيئة قاع المحيط) . ومعظم هذه الديدان مجهرية ، كما أن نسبة كبيرة منها طفيلية . وهي ديدان ناعمة نحيلة لها قناة هضمية كاملة وهي عبارة عن فم وشرج تصل بينهما أمعاء مستقيمة . وهي معروفة بتطفلها النوعي على كل أنواع الكائنات ، ولذلك ليس هناك حيوان أو أرض أو بحر في مأمن من هذه الطفيليات . وهناك أنواع خيطية معينة تتطفل على أعضاء معينة من أنواع معينة للحيوانات والنباتات الحاضنة (العائلة) host . أما في الإنسان ، فإن القلة المعروفة منها هي الدودة الدبوسية pinworm والدودة الشصية hookworm والشعرية (الترخينة) trichina . وفيها الجنسان منفصلان وتنتج عدة ألوف من البيض . ومن أطول أنواع الخيطيات نوع يصل طوله إلى ٦ أقدام ويمكن أن نجده في الضُّحْمة sunfish التي تعيش في المحيط وتسمى مولامولا (Mola mola)



(شكل ٢٠ - ٢) من الصعب للغاية التعرف على الديدان المفلطحة . ويعتمد في تشريحها على الملامح الداخلية إلى حد كبير .

(شكل ٢٠ - ٣) بعض الديدان المفلطحة تسبح سباحة جيدة بتمويج حواف أجسامها كما يبدو في هذه الصورة (صورة التقطتها فكتوريا فون زوديك) .

وهو يعيش في لحمها وليس في أمعائها . وعلى الرغم من أن الخيطيات ذات أهمية كبرى بلا شك في النظام البيئي العام ، فإنه لا يجري دراستها بنفس الحماس الذي تتم به دراسة كثير من المجموعات الأخرى ، وبالتالي لم يتم وصفها وتعريفها كما ينبغي .

شعبة الديدان الساحلية (النيَمْرتيّات) Nemertea

النيمرتيّات يقال لها الديدان الشريطية ribbon worms . والبعض منها قد يزيد طوله على ثلاثة أمتار عندما يمتد ، ولكنها ليست كبيرة عندما تتمطط stretched out . وكثير منها لديها القدرة على التمدد والإنكماش ويمكنها أن تغير طولها حسبما تتطلبه الضرورة . وقد حدث في مياه القطب الجنوبي أن نصبت شباك لصيد السمك مصنوعة من نسيج معدني ذي عيون صغيرة ، ومع ذلك فإن عيون الشبكة الصغيرة لم تمنع هذه الحيوانات من الوصول إلى طعم الأسماك bait داخل الشبكة . فعندما اقتربت الديدان من السلك كان طولها حوالي ٣٠ سنتيمترًا وقطرها حوالي ٣ سنتيمترات ، ثم أخذت تحشر نفسها خلال عين الشبكة السلكية ذات الربع بوصة وتستعيد شكلها داخل الشبكة . وفي مرات عديدة عندما تم جذب الشبكة ، كانت في منتصف المسافة خلال السلك مع وجود انتفاخ كبير في كلا الجانبين . والخاصية البارزة التي تميزها عن صور الكائنات الأخرى هي خرطومها proboscis . ويتخذ الخرطوم أشكالاً متعددة ، بل قد يتخذ شكل إبرة (حمة) dart سامّة ، وإن كانت وظيفته الأساسية واحدة في جميع الأنواع . ويتصل الخرطوم بكيس مملوء بسائل ، ويمتد الخرطوم عندما يتم الضغط على الكيس بفعل تقلص عضلي . ويبلغ طول الخرطوم في بعض الحالات كل طول الدودة النيمرتيّة . ويستخدم هذا الخرطوم في الإمساك بالغذاء . هذا وقد تحورت أشكال أجسام بعض الصور العالقة من الديدان الساحلية (النيمرتيّات) لتتمكن من العوم في البيئة البحرية العميقة .

غير أن معظمها قاعية وتحتاج إلى المياه الباردة لكي تكون في حالة جيدة . وتفيض مياه القطبين الجنوبي والشمالي بهذه الديدان . وعلى الرغم من أن معظم هذه المجموعة تعيش طليقة ، فإنه توجد فئة قليلة من الأنواع الطفيلية تعيش عادة في المحار الملزمي clams . وهذه الأنواع المتطفلة فقدت خرطومها القابل للتمدد وأصبحت تستخدم قرصًا ماصًا sucker في الالتصاق بحاضنها (عائلها) .

شعبة المزماريّات Sipunculoidea

هذه الديدان السمينة fleshy ، والتي تُسمى ديدان الفول السوداني peanut ، كلها

ديدان قاعية وكلها بحرية . ولا يوجد منها سوى نحو ٢٥٠ نوعًا فقط . ويتراوح حجمها من ٢٥ , ٠ سم إلى نحو ٥٠ سنتيمتراً . وهي تعيش في أجحار burrows وقد تكيَّفت تكيفًا جيدًا مع هذا النوع من المأوى . والطرف الخلفي للجسم أكبر من القسم الأمامي وهو أشبه ما يكون بالمرساة anchor التي لا يمكن جذبها من الجحر . وإذا تعرضت لأي تحرش فإنها تقلب طرفها الأمامي داخل جسمها ، وبذلك تحمي طرفها الأمامي . ولها فم تحيط به عادة حلقة من اللوامس . وهذه اللوامس ذات فروع كثيفة في بعض الأنواع ، ولكنها تكاد تكون غير موجودة في عدد قليل من الأنواع . وهي تستخدم هذه اللوامس في التغذية . ويوجد الشرج بعيداً عن الفم مسافة تقرب من ثلث طول الجسم . وهذه الهيئة الجسمية أنسب ماتكون بالنسبة لحيوان يعيش في جحر . فالفضلات يتم إخراجها خارج الجحر بدلاً من إفرازاها في قاع الجحر حيث يصبح من الضروري شطف الجحر بماء دافق . والمثال الشائع لهذه المجموعة هو جنس المزمريات *Sipunculus* spp. الذي يوجد في كاليفورنيا وفلوريدا وأوروبا واليابان . ويتراوح طولها من ١٥ – ٢٥ سنتيمتراً ، ويتم إخراجها عادة بالحفر في الرمال حيث تعيش . وعندما تستثار ، فإنها تضغط نفسها إلى أبعد حد مع قلب طرفها الأمامي إلى الداخل ويصبح شكلها أشبه مايكون بالفول السوداني . ومن هنا جاء اسمها الشائع دودة الفول السوداني peanut worm .

شعبة أشباه أفعويات الذيل Echiuroidea

تشبه أشباه أفعويات الذيل – في كثير من النواحي – ديدان الفول السوداني التي وصفناها آنفاً . وتختلف عنها في أن الشرج يوجد في الطرف المقابل للفم من الحيوان ، وهذا يتطلب أن تكون الأمعاء مستقيمة تمتد بطول الجسم كله ، في حين أن ديدان الفول السوداني لها أمعاء ملتفة يبلغ طولها ثلث طول الجسم فقط . ولابد من تنظيف الجحر من الفضلات بشطفه بماء دافق . ويتحقق لها ذلك بعمل جحر على شكل حرف يو (U) ودفق الماء خلال الجحر بإحداث تقلصات لجسمها .

(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 .

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

والبعض من هذه الديدان المغرفية Spoon Worms، وهو الاسم الذي يطلق على أشباه أفعويات الذيل Echiuroidea ، " تغزل " spin أو - بعبارة أدق - تفرز شبكة مخاطية على نمط بيت العنكبوت على مدخل جحرها . وعندما يدفق الماء خلال الجحر تحتجز جسيمات صغيرة من الغذاء في الشبكة . وعندما تتجمع المادة الغذائية في الشبكة

تمتصها الدودة وتهضمها . وقد استمدت هذه الدودة اسم الدودة المغرفيةSpoon Worm من شكل خرطومها الذي يشبه الملعقة أو المغرفة والموجود في معظم المجموعة . وهناك نوع منها تم العثور عليه في المياه الساحلية لليابان له خرطوم يزيد طوله عند امتداده على ١٢٥ سم في حين أن طول الجسم لا يتجاوز ٣٨ سم . وهناك جنس منها لوحظ أنه يمتص الماء عن طريق الشرج داخل أمعاء تلتف جيئة وذهابا عدة مرات داخل الجسم، وتحتفظ بالماء إلى أن يتم استخلاص الأكسجين منه ثم تطلقه . ومعظم هذه المجموعة - وربما هذا الجنس أيضا - تحصل على ماتحتاجه من أكسجين عن طريق الجلد . كما أن جحرها الذي يأخذ شكل حرف يو (U) يعتبر مكاناً ملائماً تماماً لمعيشة حيوانات أخرى صغيرة ، وكثير من هذه الحيوانات يقيم في الجحر مع الدودة المغرفية . ومن هذه الحيوانات الشائعة السرطان البسلي pea crab ، سمك القوبيون goby fish ، بالإضافة إلى نوع من المحار الملزمي clam إذا شئنا أن نكتفي ببعض الأمثلة . وهذه الكائنات المعايشة commensal للدودة المغرفية تستفيد من دوران الماء والحماية ولا تلحق أي أذى بالدودة .

شعبة هُلبيات الفَك Chaetognatha

أفراد هذه الشعبة ديدان معقدة نوعاً ما ، نادراً مايزيد طولها على ٥ر٢ سم ويقضون حياتهم ككائنات هائمة في عرض المحيط pelagic . وهي كائنات شفافة ومن الصعب للغاية مشاهدتها في عينة من الماء بدون الاستعانة بمجهر (ميكروسكوب) . ولها هلبيات bristles صلبة حول الفم ، وقد استمدت اسمها من هذه الخاصية وهو chaetognath ومعناها «الفك ذو الشعر» hairy jaw . وهذه الديدان الصغيرة الشفافة تغتذي بضراوة وتهاجم الكائنات الهائمة الأخرى إلى حد تعتبر معه من أكبر المفترسات للهائمات الصغيرة . كما أن هيئتها المستقيمة نسبيًا وسرعتها في الماء هما السبب في الاسم الشائع الذي يطلق عليها وهو الدودة السهمية arrow worm . ومع أنها تتغذى على افتراس الكائنات الأصغر منها حجمًا ، فإن الكائنات الأكبر حجمًا تمسك بها وتلتهمها . وهذه الديدان منتشرة جداً في الهائمات ، وتشكل جزءاً رئيسيًا في دورة الطاقة . وكذلك فإن الديدان السهمية حساسة أيضا لأدنى تغيير يطرأ على مياه المحيط . ونظرًا لأنها كنوع من الكائنات - تنجذب نحو أو تبتعد عن الأحوال المختلفة التي تحدث بصورة طبيعية في الماء ،

فإنها كثيراً ما تكون مفيدة ككائنات دالة indicator organisms في التعرف على أحوال معينة في المحيط .

مجموعة الفورونيات Phoronida

هذه الديدان لا يزيد طولها عادة على ٢٥ سنتيمتراً ، وتعيش في أجحار في الشاطئ الوحلي mud flats كقاعدة عامة ، ولا يزيد عدد أنواعها على نحو ١٥ نوعًا فقط . وتتميز بخاصية طريفة ، وهي حاملات اللوامس lophophores . وحامل اللوامس عبارة عن عرف ridge بلوامس هدبية جوفاء توجد حول الفم . وهذه الخاصية توجد أيضا في شعبتين أخريين وهما عضديات الأرجل والحيوانات الحزازية .

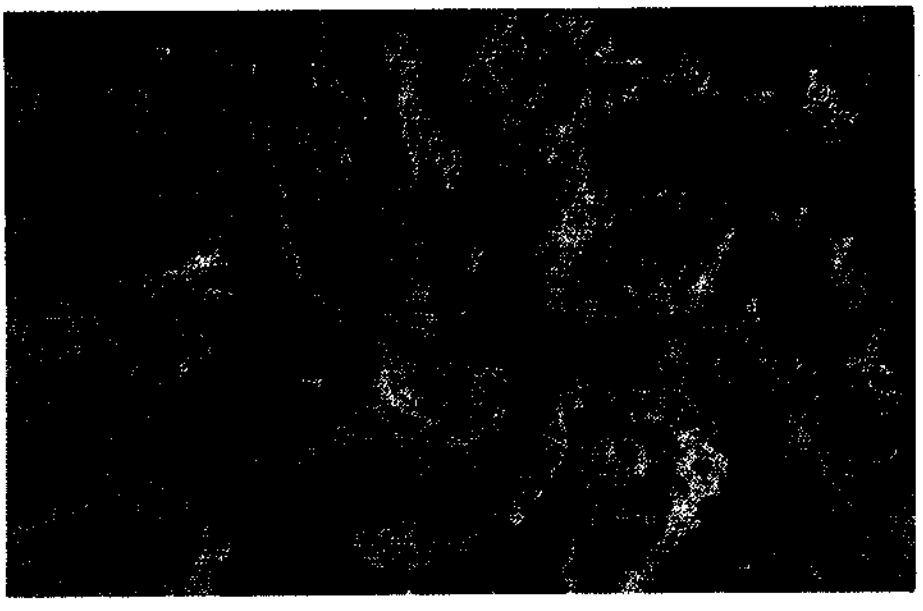
عضديات الأرجل Brachiopoda

يطلق على هذه الحيوانات الصغيرة الضعيفة ذات الأصداف اسم الصدفة القنديلية lamp shells ، ومن السهل الخلط بينها وبين الرخويات لأن صدفتيهما تشبهان شكل الرخوي العادي ذي المصراعين . وصدفة عضدي الأرجل brachiopod صدفة ظهرية بطنية dorsoventral (علوية وسفلية)، بينما أصداف الرخويات ذات المصراعين جانبية lat-eral (جانب أيسر وجانب أيمن) . وتعيش عضديات الأرجل ملتصقة بالطبقة التحتية إما بإفرازات لاحمة ملاطية cement فوق الصدفة مباشرة أو بوساطة عنق stalk متدل من طرف الصدفة . وقد تم التعرف على حوالي ٣٠,٠٠٠ نوع من عضديات الأرجل توجد كلها الآن - باستثناء حوالي ٣٠٠٠ نوع - على هيئة أحافير fossils . وهذه الأحافير مفيدة بالنسبة للجيولوجيين في تحديد الأزمنة الجيولوجية المختلفة . ويتميز حامل اللوامس فيها بأنه كبير بلولب مزدوج double - spiraled في معظم الأنواع ويُستخدم في اقتناص الغذاء .

شعبة الحيوانات الحَزازِيّة Bryozoa

الحزازيات هي المجموعة الثالثة التي لها حاملات لوامس lophophores ، وتعد في الوقت الراهن أهم من المجموعتين الأخريين نظراً لأعدادها الكبيرة وعادتها في تكوين قشرة صلدة en-crusting . ورغم أنها شائعة جداً ويشاهدها كل من يتسكع على الشواطئ beachcomber تقريبا

فإنها كثيراً ما تغيب عن ملاحظة المُشَاهد العابر بسبب صغر حجمها عادة .



(شكل ٢٠ - ٦) تتخذ الحزازيات أشكالاً عديدة تتراوح بين المستعمرات الرقيقة للغاية كتلك التي تظهر في هذه الصورة، والمستعمرات الصلدة القوية داخل نطاق تصادم الموج .

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

وقد تم تقسيم هذه الشعبة إلى شعبتين مستقلتين : خارجيات الشرج Ectoprocta ، وداخليات الشرج Endoprocta . ويعتمد هذا التقسيم أساسًا على موضع الشرج : فإذا كان يوجد خارج حامل اللوامس يكون الحيوان خارجي الشرج ، أما إذا كان الشرج داخل حامل اللوامس ، فإنه يكون داخلي الشرج . وكثيرا ما تسمى هذه المجموعات الحيوانات الحزازية أو الطحلبية moss animals . فهي تنمو فوق أي شئ تقريبا بأشكال وصور مختلفة ابتداءً من قشرة صلبة لا يزيد سمكها عن ملليمتر واحد تغطي نصل الطحلب البني العملاق والذي يطلق عليه كلب kelp إلى مستعمرة مستقلة تشبه المرجان إذا كانت صلبة ، أو تشبه الطحالب إذا كانت رخوة لينة . ويوجد منها ما يزيد على ٤٠٠٠ نوع ، كلها ذات أشكال مختلفة وغالبيتها تكون قشرة فوق طبقة تحتية أخرى . وإذا أخضعنا أي عينة قاعية منها للفحص، فمن المحتمل أن يظهر لنا شكل من أشكال الحزازيات ذوات الشرج الخارجي يعيش في مكان ما فوقها . أما ذوات الشرج الداخلي فإنها أقل كثيراً في عدد أنواعها ولا توجد بمثل هذه الكثرة . ولابد أن يكون المرء من علماء الأحياء ذوي الاطلاع الواسع لكي يفرق بين النوعين لأنه من الصعب تمييز الفروق التكوينية الداخلية رغم أنها واضحة لا لبس فيها .

ومعظم أفراد مجموعة الحزازيات تعيش في مستعمرات ولذلك توجد أعداد كبيرة منها عادة في أي وقت . وكل فرد منها له قناته الهضمية وأنبوب على شكل حرف يو (U) ، وهو غير مرتبط بالقناة الأخرى ، كما هو حال الحيوانات الهيدرية Hydrozoa . فالحيوانات الهيدرية حيوانات مستقلة بالفعل تعيش في مستعمرة تشبه إلى حد كبير مستعمرات المرجان ، بل قد يحسبها المرء مرجانيات في بعض الأحيان نتيجة لأوجه التشابه بين المجموعتين . وجميع الحزازيات تغتذي بالترشيح filter feeders ولها لوامس صغيرة تغطيها أهداب ومخاط حول الفم ، وتعمل الأهداب على تكوين تيار من الماء يسحق جسيمات مجهرية ويدفعها إلى داخل الشبكة المخاطية حيث يتم حبسها . وتحتاج الحزازيات إلى طبقة تحتية لكي تعيش عليها ، وهي تحاول العيش فوق أي شيء تقريبًا : الصخور ، القحلة (عشب بني عملاق - كلب - kelp) ، أصداف السراطين ، المحار الملزمي ، عضديات الأرجل ، الركائز ، النفايات التي طرحت في البحر لتوها ، وحتى جسم دودة المزماريات . ونظراً لأنها قادرة على التكاثر بالتبرعم budding ، فإنه من الممكن أن يبدأ تكوين مستعمرة منها بسرعة . فعن طريق التبرعم يمكن لعدد قليل من الأفراد إنتاج عدد كبير وجديد منها ، تنبثق منها أعداد جديدة ، وتنتشر المستعمرة بسرعة نسبيا . كما تتكاثر جنسيا أيضا ،

وهذه اليرقات التي تتوالد جنسيًا هي التي تنضم إلى الهائمات فترة من الوقت ثم تستقر فوق شيء ما لكي تبدأ في تكوين مستعمرة جديدة من خلال عملية التبرعم .

وهذه الكائنات تعتبر حيوانات طريفة في دراستها في حجرة الدراسة . فهي صغيرة جداً إلى حد أنه لا يمكن أن ترى الشئ الكثير منها بدون الاستعانة بمجهر ، وإن كانت كبيرة لدرجة أنك يمكن أن تشاهد كل شئ يتعلق بها باستعمال مجهر عادي . ويمكن جمع الحزازيات من أي مكان تقريبًا توجد فيه مياه ملحة .

طائفة الدوارات Rotifera

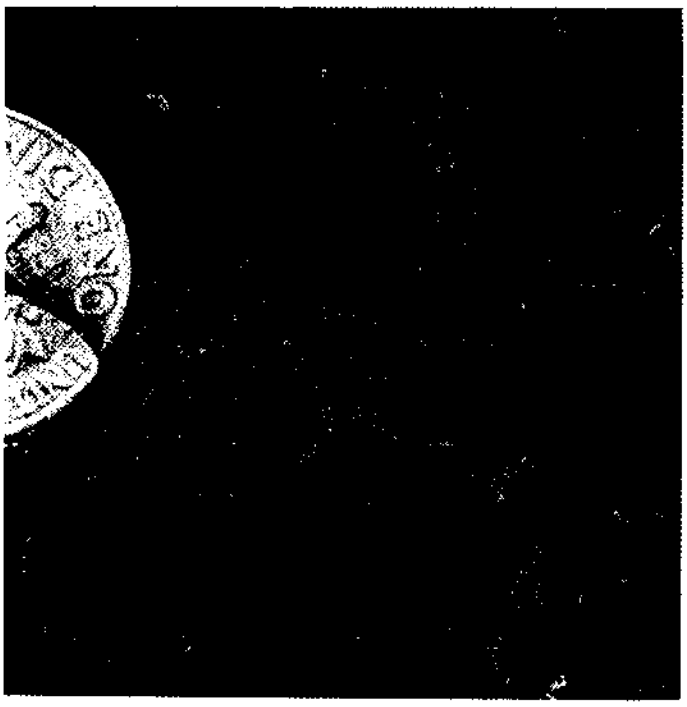
لا تعد العجليات كائنات بحرية مهمة على وجه الخصوص . وهي في الأغلب من ساكنات المياه العذبة . وهي تستثير الاهتمام لأن شكل جسمها يشبه كثيراً يرقة دولابية trochophore larva . وطور اليرقة الدولابية هو أحد الأطوار التي تمر بها كل من الرخويات والديدان الحلقية annelids ، خلال نموها من البيضة إلى البلوغ . ويعتبر وجود طور مشترك في تطور نوعين مختلفين من الحيوانات دليلاً على أن كلا النوعين ينحدر من سلف مشترك . وعلى ذلك فإن العجليات قد تشترك في هذا السَّلَف المشترك مع الديدان الحلقية والرخويات ، أو ربما كانت العجلة تمثل صورة يرقانية تكيَّفت مع بيئة مختلفة بعدم النمو إلى طور البلوغ . ولكي يتحقق لها ذلك لابد أن تصبح اليرقة ناضجة جنسيًا وهي ما تزال في الطور الدولابي trochophore stage . ورغم أن هذا مجرد افتراض فإنه يبدو أنه كان هناك سلف مشترك لهذه الكائنات الثلاثة .

الحلقيات Annelida

الحلقيات معروفة جيداً للجميع لأن دودة الأرض earthworm العادية ودودة الصيد fishing worm من الحلقيات . وأبرز الخصائص المرئية لهذه المجموعة هي الحلقات التي تحيط بالجسم والتي تعطى الدودة شكلا مشدفًا (مقسمًا) ولذلك تسمى الديدان المشدفة (المجزأة) segmented worms . والواقع أن هذه الديدان مقسمة داخليًا على النحو الذي يجعل كثيرا من أعضائها مكررة في كل شُدفة (قسم) . ولا يعنينا منها سوى المجموعتين الرئيستين من الحلقيات البحرية إحداهما طائفة العلقيات Hirudinea (أو العلقات leaches) وهي نادرة جداً بحيث نكتفي بالقول بأنها توجد على نطاق واسع جداً ، ولكنها لا توجد بأعداد كبيرة في أي مكان . فهي شائعة جداً فوق أسماك القرش sharks والشفنين البحري rays . أما المجموعة الأخرى وهي طائفة عديدات

الأشواك Polychaeta وتشمل أغلبية الديدان البحرية المشدفة، وهي أكثر من ٥٠٠٠ نوع .

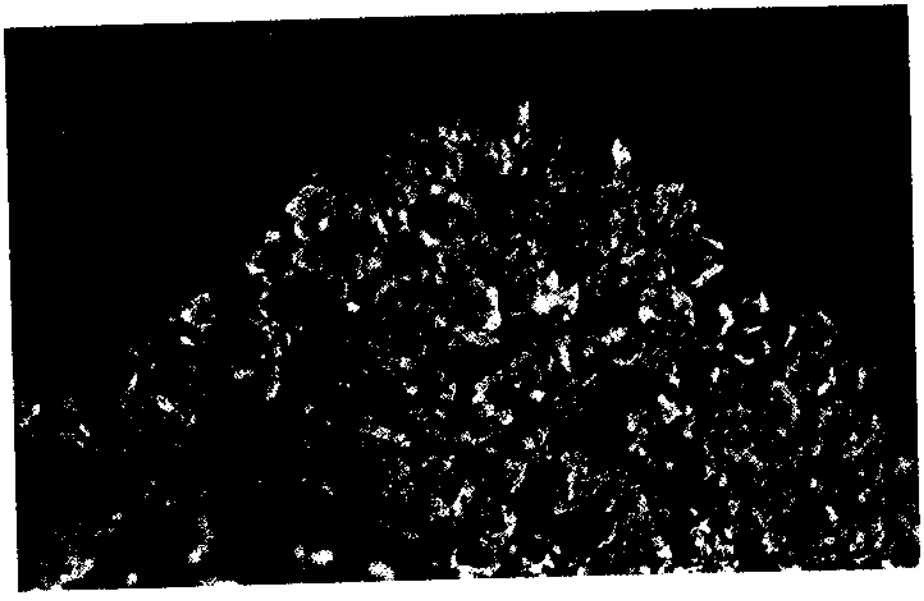
وتوجد أفراد من عديدات الأشواك في جميع البيئات . ولطائفة عديدات الأشواك يرقة **دولابية** trochophore larva تعوم مع الهائمات ويظن في بعض الأحيان أنها من العجليات roti-fer كما ذكرنا آنفا . وتعتبر فصيلة شبيهات السرخس Tomopteridae من عديدات الأشواك **الهائمة** تمامًا ، وإن كانت أكثرية هذه الطائفة قاعية benthic . وهي تقطن الرسوبيات الضحلة **والعميقة** على السواء ، ويمكن العثور عليها دائمًا تقريبًا إذا تم إقتلاع حفنة من الطحالب البحرية **دون** إحكام القبضة عليها وفحص هذه الحفنة . وتوجد منحجرة (في أجحار) burrowers في **الرمل** والوحل ، طليقات السباحة وزاحفة ، وتعيش في أنابيب تكوِّنها من المواد المختلفة . وهذه المجموعة كبيرة جدًا وقد حدثت فيها كثير من صور التكيُّف الخاص بها مثل بناء الأعشاش بحشائش البحر ، وإقامة أنابيب من الكالسيوم الصلب لتعيش فيها ، وأنابيب مخاطية جلدية ، **وأنابيب** رملية هشة وأعشاش للتغذية بالترشيح ، وتكوُّنُ فكوك قوية للإمساك بالفريسة . وهي طائفة منوعة للغاية بحيث يمكن أن نجد فيها أية تحويرات إذا بحثنا عنها جيداً .



(شكل ٢٠ – ٨) هناك أنواع كثيرة من الديدان الحلقية توجد في جميع أنحاء المحيطات . ومن السهولة بمكان رؤية التجزؤ الذي يعتبر من خصائصها المميزة .

ومن أبرز التحويرات اللافتة للنظر ما نجده في أفراد هذه المجموعة التي يُطلق عليها عادة اس
نافضات الريش feather - duster . فالأنواع التي يُطلق عليها هذا الاسم تعيش في أنبوب تكو
بنفسها . وهذا الأنبوب يكون من الجير عادة ، وله رأس حادة عند مدخله في كثير من الأحيان
لإبعاد الحيوانات الأخرى عن الأنبوب أثناء وجود الحيوان فيه . وعندما تخرج نافضات الري
وتغتذي ، فإن لها شبكة خيشومية ترتبط بأهداب تبدو كأنها منفضة أو منفضتان من منافض الريش
عتيقة الطراز تتدلى من طرف الأنبوب . وهي تنسحب عائدة داخل الأنبوب بسرعة شديدة عند
أول بادرة للخطر . والبعض منها حساس للضوء، وينسحب إذا مَرَّ فوقه ظل أو خيال ، وأيا ما
كان السبب فإنها عندما تنسحب تفعل ذلك بسرعة تامة بحيث يتعذر رؤيتها عادة ، فهي تبدو
أمامك في ثانية ، وفي الجزء التالي من الثانية تكون قد اختفت . وهي من الكائنات المفضلة عند
هواة التصوير تحت الماء نظراً لتكوينها الدقيق وتنوع ألوانها ، كما أنها تمثل تحديا للمصورين قبل
ارتدادها داخل الأنبوب .

وتتغذى منافض الريش على الهائمات حيث تستخدم المنفضة الخيشومية في ترشيح الماء . وفئة
أخرى تستخدم أنابيبها كقناة للماء لتوجيه الماء عبر أجسامها أو خلال كتلة من المخاط للإمساك
بقطع الحتات detritus المختلفة التي تتخذها طعاماً لها . أما النمط الثالث الرئيسي في التغذية فهو
الافتراس . فهذه الكائنات المفترسة لها أسنان توجد أحياناً فوق خرطوم يمكن أن يمتد مسافة قصيرة



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

لاقتناص أية كائنات أخرى . وكلها ذوات فكوك خطافية للامساك بالفريسة ومعظمها يلتهم أي شئ يمكنها اقتناصه . وأكثرية الحلقيات المفترسة لا تحتجر ، وإنما تعيش في المنطقة المحمية لاقتناص أية كائنات أخرى . وكلها ذوات فكوك خطافية للإمساك بالفريسة ، ومعظمها يلتهم أي من الصدوع والأعشاب البحرية seaweed والصخور . ويبدو أن كثيراً من الأنواع التي تحتجر تتشارك في أجحارها مع كائنات أخرى (طفيلية guest) غالبًا ما تكون من السرطانات الصغيرة المختلفة والأربيان والديدان الأخرى . وفي بعض الحالات يكون الحلقي هو المتطفل visitor ويعيش فوق أو مع عائل host من نوعه مثل خيار البحر ونجمة البحر .

أما عادات السُّرُوْ (السَّرْء) ، أو إنتاج البيوض أو وضعها ، أو إطلاق الحيوانات المنوية spawning ، فإنها عادات متنوعة للغاية قدر تنوع الأفراد في هذه المجموعة . وهناك حلقية معينة مشهورة بطريقة توالدها breeding وهي دودة بالولو palolo worm التي تعيش في المحيط الباسفيكي الجنوبي . فهذه الدودة دقيقة جداً في اختيار الشهر وموعد ظهور القمر ومستوى المد والجزر ، بحيث يمكن التنبؤ بموعد توالدها على نحو شبيه بالطريقة التي نتنبأ بها بالهجرة الجماعية run لسمك الجرنيون grunion وهو نوع من السمك الحساس أو الهف (سمك فضي الجنبين silversides) إلى جنوب كاليفورنيا(*). ودودة البالولو تعتبر طعامًا شهيًا ويجمعها السكان المحلّيون في ساموا Samoa وفيجي Fiji من أجل الغذاء ويسهل جمعها في الليالي التي تضع فيها بيضها لأنها تصعد إلى سطح الماء بالآلاف لكي تسبح في كتل كبيرة ، مما يضمن وجود تركيز كاف من المني في المياه لضمان التلقيح . والدودة السابحة على السطح ليست هي الدودة بأكملها ، وإنما هي الجزء التناسلي الذي انفصل عن الجسم الرئيسي لكي يصعد إلى سطح الماء . والواقع أن الحلقيات حيوانات مثيرة للاهتمام بالفعل ، لأنها تضم كثيراً من أنماط الحياة والأشكال الجسدية والعلاقات النوعية المتداخلة والتي مازلنا في حاجة إلى مزيد من البحوث لكي نفهم هذه الشعبة حق الفهم .

شعبة النصفحبليات (ذوات المص التنفسي) Enteropneusta (Hemichordata)

تضم هذه الشعبة الصغيرة أقل من مائة نوع . وهي من ساكنات الوحل في الأغلب ونادراً ما تُرى خارج أجحارها . وهناك جنسان شائعان في كل من الساحلين الشرقي

(*) يشتهر سمك جرنيون grunion الذي يوجد على ساحل كاليفورنيا بالانتظام في القدوم إلى الشاطئ لوضع البيض عندما يكتمل القمر بدراً تقريبًا .

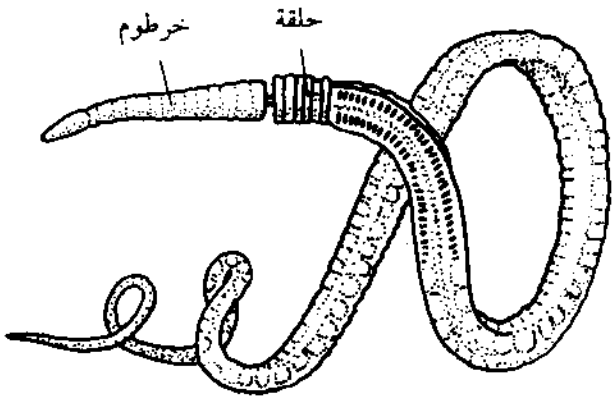
(شكل ٢٠ - ١٠) دودة شجرة عيد الميلاد Christmas tree worm حلقية جميلة تستطيع أن تنكمش وتنسحب داخل أنبوبتها في جزء من الثانية . وهي تتغذى بالانتشار على شكل مروحة واقتناص الهائمات .

والغربي لأمريكا الشمالية ، وهما : اللسان البلوطي Balanoglossus ، وكيسيَّات اللسان Saccoglossus . وقد أطلقت عليها هذه الأسماء بسبب شكل رأسها ، فهي تسمى ديدان بلوطية اللسان acorn tongue worms ، وديدان كيسية اللسان bag tongue worms (balano : بلوط ، sacco : كيس ، glossus : لسان) . وهي لا تشاهد عادة بسبب عادتها في التحجر وطبيعتها الضعيفة التي تجعل من الصعب عليها أن تخرج من جحرها دون أن تتحطم . وغالبية هذه المجموعة زاهية الألوان ، فبعضها برتقالي والبعض الآخر أحمر ، أو أصفر أو يجمع بين عدة ألوان . ويوجد حول «عنقها» ما يشبه الطوق كما أن

خرطومها الذي يشبه الرأس ، شكله على هيئة بلوطة acorn . وعندما تحتجر فإنها تمتص الوحل خلال الفم وبذلك تفتح طريقها خلال الوحل أو الرمل بحيث يحدد الطوق الموجود حول الرقبة قطر الجحر . وتكوِّن المادة اللزجة slime التي تفرزها حول الجسد غلافًا للجحر يلصق ذرات الرمل أو الطين معًا . أما الطين الذي تبتلعه عن طريق الفم فيتم تصفية الماء منه فوق الخياشيم من أجل التنفس وهضم المادة العضوية للاغتذاء بها . أما الباقي فإنها تدفعه خارج الجحر للتخلص منه . وبقدر ما وصل إلى علمنا ، فإن هذه الكائنات تسكن المياه الضحلة أساسًا ، ولا يوجد منها سوى أنواع قليلة يتم جلبها من مياه عميقة تصل إلى ٥٠٠ متر أو أكثر .

شعبة الحبليات (كورداتا) : طائفة الذيل حبليات (الغلاليات) Chordata : Class Uro-chordata

تُعدُّ طائفة الغلاليات (ذوات الغلالة) tunicates مجموعة جديرة بالاهتمام لعدة أسباب . فعندما تكون في طور اليرقة فإنها تحتوي على حبل ظهري notochord يدل على وجود علاقة مباشرة مع الكائنات العليا . وبسبب هذا الحبل الظهري تم تصنيفها طائفةً من شعبة الحبليات منذ سنوات طويلة . غير أن بعض الباحثين في السنوات الأخيرة فصلوا الغلاليات إلى شعبة خاصة بهم ، بينما يعتبرها باحثون آخرون شعيبة subphylum . فهي مجموعة من الصعب تعريفها .



(شكل ٢٠ - ١١) الدودة الأطومية كائن طليق الحركة يعيش في نطاق المد والجزر وتحته .

ويوجد في غلالتها tunic أو «جلدها» الخارجي مادة من نوع السليولوز يندر وجودها

للغاية في عالم الحيوان ولكنها شائعة في التركيب العام لمعظم النباتات . وهذه المجموعة شائعة جداً وتنمو في معظم مناطق المد الممتدة من القطب الشمالي للقطب الجنوبي ، كما يتم جلبها في عينات الرواسب التي ترفع من القاع . وهذه العناصر الثلاثة تجعلها مجموعة ذات جاذبية خاصة لعلماء الأحياء .

إن الكائنات العليا في الحياة الحيوانية ، وهي الفقاريات vertebrates ، تبدأ في طور اليرقة بتكوين حبل ظهري يتطور مع نموها لطور البلوغ إلى عمود فقاري vertebral column الذي نطلق عليه العظم الظهري backbone . ونجد في الغلاليات tunicates أن الحبل الظهري موجود في اليرقة ولكنه لا يتطور مطلقًا ، وإما أن يصبح عضواً ضامراً rudimentary في الفرد البالغ أو يختفي تمامًا .

وتبدو يرقة الغلاليات عمومًا كأنها كائن سابح على شكل أبي ذنبة tadpole يمتد فيه الحبل الظهري على امتداد الذيل . والصورة الشائعة للغلالة الملتصقة أو الجالسة sessile تكون لها مثل هذه اليرقة وعندما تصبح جاهزة للالتصاق بطبقة تحتية ، فإن الغدد اللاصقة على الطرف الأمامي تلتصق بوساطة مخاط لاصق (مادة رغوية) . ويوجد الفم قرب نقطة الالتصاق أول الأمر ولكنه ينتقل بعيداً عنها من جراء النمو السريع الذي يحدث للجزء الواقع بين الفم ونقطة الالتصاق . ويتم طرح معظم الذيل ، وما يبقى منه يتم استيعابه داخل الجسم . والنتيجة هي أن يصبح لدينا حيوان ملتصق يتجه فمه نحو البحر من الطبقة التحتية ولا يوجد حبل ظهري في الحيوان . وتنمو الغلالة من القاعدة وتغطي الحيوان بجلد متين يشبه الجلد المدبوغ ويتكون من التونيسين tunicin وهي مادة سليولوزية (تنتمي إلى السليلولوز) وهي السبب في الاسم الذي أطلق عليها وهو الغلاليات tunicate .

وكثيراً ما يطلق اسم نفاثات (أو بخاخات) البحر sea squirts على الغلاليات (الجالسة) أو الزقيات Ascidiacea ، فعندما تنكشف عند انحسار المد (الجزر) فإن من عادتها أن تقلص جسدها الذي يشبه الكيس وتنفث دفقًا من الماء . وإذا ما استثيرت فإنها تنفث الماء في الغالب . والأفراد البالغة لها فتحتان في الغلالة tunic : فتحة شهيقية incurrent opening ، وفتحة إخراجية excurrent opening . وتستطيع أن تنفث الماء من أي من الفتحتين أو منهما معا . والزقيات إما متفردة solitary (بسيطة simple) أو مستعمرة أو متجمعة معًا وترتبط بغلالة مشتركة (مركبة

compound) . وفي الغلاليات المركبة ليس من النادر أن يكون لكل فرد ممصَّه الشهيقي الخاص به وان يطرد الماء في تجويف إخراجي للمستعمرة بأكملها . وتتكاثر مجموعات المستعمرة لا جنسيًا asexually عن طريق التبرعم budding لتكوين المستعمرة ، وإن كانت تستطيع التكاثر أيضا جنسيًا عن طريق اليرقات طليقة السباحة لتكوين مستعمرات جديدة .

وهناك طائفتان أخريان من الغلاليات ، تعيش كلتاهما في عرض البحر open sea ككائنات هائمة عندما تصل إلى طور البلوغ . وقد استمدت طائفة اليرقانيات class Larva-cea اسمها من كونها لا تتجاوز مطلقًا في تطورها مرحلة يرقة أبي ذنيبة tadpole . وهي تتكاثر جنسيًا من الشكل اليرقاني مباشرة ، وهي ظاهرة بيولوجية تسمى «تناسل الصغار» pedogenesis . وهي خنثوية hermaphroditic حيث ينضج المني أولا ثم ينضج البيض بعد ذلك ، وبهذا تستطيع أن تلقح بيضها بنفسها . واليرقانيات كائنات هائمة شائعة جدًا ، ولها غطاء مخاطي فوق الرأس لاصطياد الكائنات الطافية الأخرى التي تلتهمها وتتغذى عليها . أما طائفة المزهرات class Thaliacea فهي أيضا مجموعة تعيش في البحار المفتوحة pelagic وتختلف عن الزقيات ascidians في أن لها غلالة شفافة كما أنها هي نفسها شفافة transpar-ent . وإضافة إلى ذلك فإن الممصَّين الشهيقي (الإدخالي) والإخراجي موجودان في طرفي الجسم المتقابلين . وكثيرا ما تسمى المزهرات سالبيات salps . وتكون مستعمرة في الجزء الأول من دورة حياتها وتوجد في أشكال متجمعة aggregate ، بمعنى أنها توجد في سلاسل من عدة مئات ، ثم تنطلق حرة عندما يكتمل نضجها ، ومن بينها رتبة تسمى متلألئات الأجسام Pyrosomida وهي تشكل مستعمرات طوال دورة حياتها كلها وتتشارك في ثقب اخراجي مشترك pore ، بينما تأخذ شكل أنبوب يصل طوله إلى ٦٠ سنتيمترا . وهذا الجنس من متلألئات الأجسام Pyrosoma والشديد التألق ، يعتبر نموذجًا واسع الانتشار لهذا النوع من السالبيات salp . وتتنوع عملية التكاثر في هذه الطائفة تنوعًا شديدًا ، ولو أردنا تقديم وصف تفصيلي فإن ذلك قد يستغرق عدة صفحات . وتتراوح عملية التكاثر بين إفراز المني والبيض على نحو طليق في الماء إلى الاحتفاظ ببيضة واحدة ملتصقة بالوالد بواسطة نسيج يشبه المشيمة في الثدييات . وفي بعض الحالات يحدث أيضا تعاقب بين الأجيال مثلما يحدث في كثير من النباتات ، بانتاج جيل جنسي يعقبه جيل لا جنسي ، ثم العودة إلى جيل جنسي مرة أخرى .

الحبليات (كورداتا) : طائفة الرأسحبليات Chordata : Class Cephalochordata

أفراد هذه المجموعة كائنات صغيرة تشبه الأسماك وتسمى الرُّمَيْحات lancelets . وهي نادراً ما تشاهد ، وتوجد في المناطق الرملية الضحلة وفي الأجحار تحت الرمل . وهي بحكم هيئتها وتركيبها ، تعتبر ذات أهمية سلفية بالنسبة للفقاريات الراقية ، ويعدها كثير من الباحثين أنها تختلف اختلافا كبيراً يستوجب تصنيفها في شعيبة subphylum خاصة بها . ولها حبل ظهري notochord يمثل هيكل الدعامة الرئيسية للأفراد البالغة ، وفوقه حبل عصبي ظهري dorsal nerve cord كالذي يوجد في المجموعات العليا من الحيوانات . كما يوجد لديها شقوق خيشومية gill slits كتلك التي نجدها إما عاملة ذات وظيفة functional ، أو أثرية أي ليس لها وظيفة vestigial في مجاميع الحيوانات الراقية . ونظراً لانتشار التلوث فقد أخذت تزداد يومًا بعد يوم صعوبة العثور عليها في السنوات الأخيرة . ومأواها يكون عادة في مناطق الخلجان الهادئة . ولأن البشر تعودوا طرح الملوثات المختلفة في المياه التي تصب في معظم الخلجان في العالم ، فإن هذه الملوثات تترشح في الرمال ، ولما كانت الرميحات شديدة الحساسية لبيئتها وطاقة تحملها محدودة جداً ، فإنها لا يمكنها الصمود والبقاء في هذه البيئات .

أسئلة للمراجعة

١ – هناك شعبة معروفة جيداً بكونها طفيلية ، فما هي هذه الشعبة ؟

٢ – عادة ما تُستخدم الدودة السهمية كائنا دليليًا . أين توجد هذه الدودة ؟

٣ – ما هي الشعبة التي تكوِّن قشرة صلدة encrusts حول الكائنات الأخرى ، وكثيراً ما تمضي دون أن تستلفت الأنظار ؟

٤ – ما هي الطائفة التي تنتمي إليها معظم الحلقيات البحرية ؟

٥ – ما هو الشئ غير العادي للغاية بالنسبة لجلد الغلاليات ؟

الفصل الواحد والعشرون

الحبليات (كورداتا) : الأسماك
Chordata : Fish

تعريف المصطلحات

صَعَاد : أسماك تضع بيضها في المياه العذبة ويكتمل نموها في الماء الملح ، مثل السلمون . **Anadromous**

الأسماك الغضروفية : طائفة تضم أسماك القرش والشفنين البحري rays . **Chondrichthyes**

عديمة الفكوك : طائفة تضم الجَلكيَّات lampreys والجِرِّيث hag-fish . **Agnatha**

خط جانبي : عضو حسي خاص يلتقط ويحدد موقع الاهتزازات منخفضة التردد مثل سباحة السمك ، وهو فعال جدًا في معظم أسماك القرش المحيطية . **Lateral line**

الأسماك العظمية : طائفة تضم الأسماك التي لها عظم . **Osteichthyes**

مَتَنفس : **فوهة تنفسية . فتحة تنفسية** : في أعلى رأس أسماك القرش والشفنين البحري ، تُستخدم في إدخال الماء من أجل التنفس في القاطنات السفلية bottom dwellers . **Spiracle**

مثانة العَوْم (كيس العوم) : تجويف مليء بالغاز يوجد في معظم الأسماك العظمية ، ولكنه غير موجود في أسماك القرش والشفنين البحري rays ؛ يعمل كأداة للتحكم في قابلية الحيوان للطفو لكي يبقى طافيًا في الماء بشكل متعادل فلا **Swim bladder**

يغوص أو يطفو على السطح .

تحظى شعبة الحبليات باهتمام واسع النطاق لدرجة أنه ألفت كثير من الكتب عن كل طائفة من طوائف هذه الشعبة ، كما ألفت كتب كثيرة عن بضعة أنواع من طائفة واحدة من هذه الطوائف . وسنعرض المجموعات الرئيسية منها حتى يتعرف عليها الطلاب كطوائف مستقلة ، ويُلِّموا ببعض الفروق وطرق التكيف الموجودة في كل طائفة . وكما هو الحال في الشعب الأخرى ، فإن لدينا طرقا مختلفة لتصنيف هذه الحيوانات ، وقد اخترنا من هذه الطرقُ ما يبدو أقلها تعقيداً (بالنسبة للمؤلف شخصيًا على الأقل) . وتنقسم الشعبة إلى طوائف ، وسنتناول في هذا الفصل الطوائف التي تعيش في الماء فقط : عديمة الفكوك Agnatha (الجَلكَيَّات lampreys والجرِّيث hagfish) ، والأسماك الغضروفية Chondrichthyes (القرش sharks والشفنين البحري rays) ، والأسماك العظمية Osteichthyes (أي الأسماك ذات العظام الحقيقية) . أما طوائف الحبليات التي لا يوجد منها سوى عدد قليل من الأنواع البحرية فسوف نتناولها في الفصل التالي ، وهي : الزواحف reptilia (أفاعي البحر sea snakes وسلاحف البحر sea turtles) ، الطيور aves (الطيور البحرية sea birds ، والطيور المخوضة shore birds) ، والثدييات mammals (الثدييات البحرية) . ونظرًا لأن كلاً من هذه المجموعات توجد لها دراسة جيدة في الكتب المتخصصة والتي يمكن الحصول عليها من أي مكتبة فإننا سنكتفي في هذا المقام بالتعريف بكل طائفة منها .

عديمة الفكوك Agnatha (رتبة دائريات الفم Order Cyclostomata)

تتميز رتبة دائريات الفم بأنها متطاولة ونحيلة (ثعبانية الشكل eel shaped) ويتم التعرف عليها بسهولة نظرًا لعدم وجود الفكين . والنوعان الرئيسيان من هذه الطائفة هما الجلكيَّات lampreys والجرِّيث hagfish . وتوجد الجلكيات في بحيرات وقنوات المياه العذبة كما توجد في الماء الملح . وقد أصبحت تمثل مشكلة كبرى في منطقة البحيرات العظمى Great Lakes حيث تتغذى على الأسماك وتقضي عليها . أما الجرِّيث فلا يوجد إلا في الماء الملح فقط ويتغذى على الأسماك الميتة أساسا .

(شكل ٢١ - ١) ثعبان السمك (موراي الأنقليس) moray eel من الأسماك الشائعة التي تستوطن المياه الضحلة .

وقد أجريت دراسات عديدة على الجلكيَّات بسبب آثارها المدمرة على الأسماك في البحيرات العظمى ، كما جربت طرق كثيرة للقضاء عليها . والأنواع الموجودة منها في منطقة البحيرات العظمى طفيلية وتلتصق بالأسماك باستخدام فَمها في عملية المصّ . ولها أسنان صغيرة وكثيرة توجد في حلقات حول الفم ، وفي مقدورها أن تحركها للخلف وللأمام لحفر ثقب في جانب السمكة ، ثم تمتص الدم من السمكة إلى أن تموت أو تصاب بالهزال فتموت بعد أن تتركها الجلكيَّة . وتعوم الجلكية البالغة نحو أعالي النهر وتضع البيض في طبقات الجدول gravel beds الموجودة في المجاري المائية . وتختلف اليرقات عن الأفراد البالغة ، وهي تقضي عدة سنوات في المجرى المائي حيث لا تحدث ضررًا كبيرًا . وعندما يكتمل نموها ، فإنها تعود سابحة إلى المحيط . وتتمثل المشكلة في البحيرات العظمى في أن الجلكيَّات أصبحت تتوطن في البحيرات . وبدلا

من أن تنتقل إلى المحيط فإنها تبقى في البحيرات وتتغذى على ما يوجد بها من أسماك محدودة في كميتها .

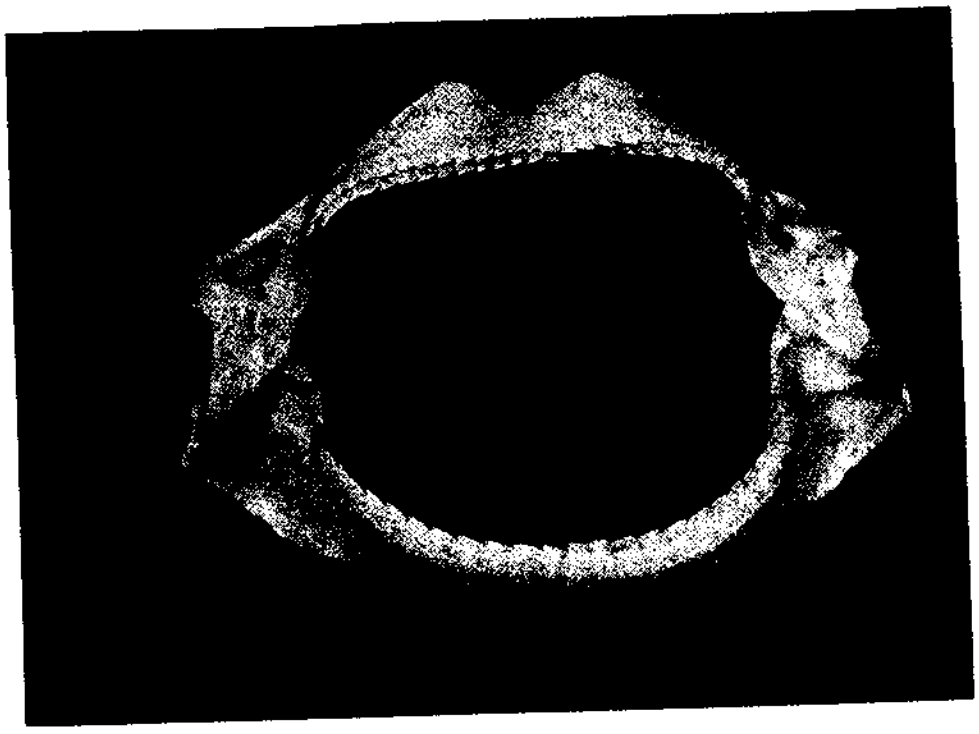
وتعيش الجرِّيث hagfish في المياه العميقة التي يزيد عمقها على ١٠٠ متر عادة ، وتتغذى على المواد الميتة ، ولها فم مستدير ، ولكن لها لوامس (مجسات) حسية لينة بدلاً من الأسنان الموجودة لدى الجلكيَّات . وتستطيع الجريث إنتاج مخاط slime من أجسامها ، ولذلك فإنه من الصعب للغاية الإمساك بها بسبب هذه المادة الغروية . كما أنها تسمى أيضا الأنقليس المخاطي slime eels وهو اسم على مسمى بالفعل . وطريقة تكاثرها جديرة بالاهتمام لأنها تختلف عن الفقاريات الأخرى من حيث أنها خنثوية وظيفيًا ، فهي تنتج إما المني أو البيض في الموسم الواحد فقط ، ولكنها تستطيع إنتاج المني في سنة والبيض في السنة التالية .

(شكل ٢١ – ٢) توجد عيون القرش أبو مطرقة hammarhead shark على أطراف امتدادات عريضة من الرأس .

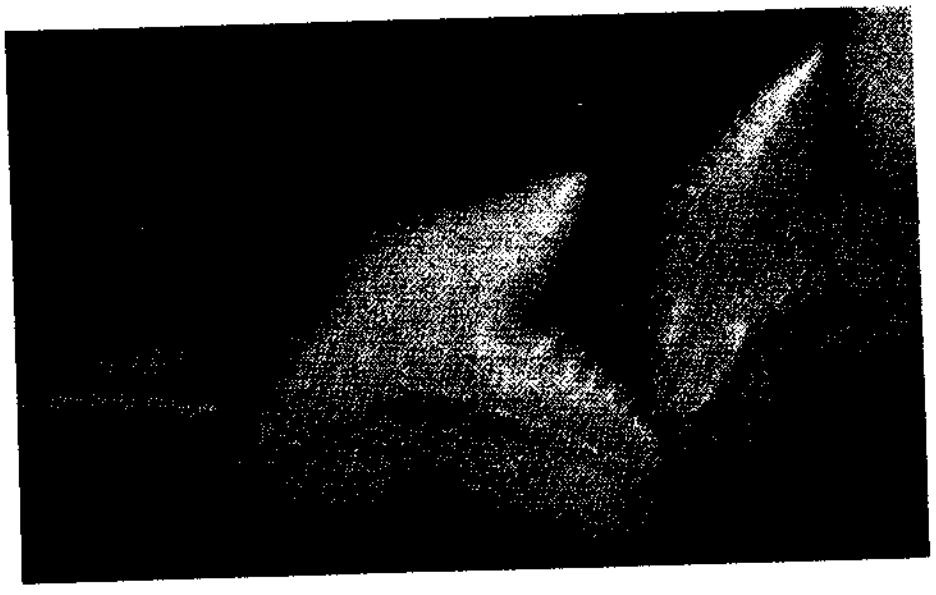
طائفة الأسماك الغضروفية Class Chondrichthyes

نضم طائفة الأسماك الغضروفية القرش والشفنين البحري والخرافيات chimaeras . ورغم أن هذه الأنواع الثلاثة تبدو مختلفة عن بعضها البعض اختلافا كبيراً بصفة عامة ، فإن هناك ملامح كثيرة مشتركة تجمع بينها . فأي منها ليس له أي عظم حقيقي ، وبدلاً من ذلك يتكون هيكلها من الغضروف cartilage ولها فكوك قوية ، ويوجد الفم على الجانب السفلي من الجسم بينما توجد العينان في الجزء العلوي ، ولذلك لا يمكنها أن ترى شيئا يدخل فمها عند الاغتذاء . وعند بعض أسماك القرش حل لهذه المشكلة وهي تحديد المكان الذي تضع فيه الفم بأن تلمس غذاءها بأنفها أولا لكي تتعرف على موضع تهتدي به قبل أن تضع فمها عليه . ولابد أن تكون المدة التي تفصل بين اللمس بالأنف والعض بالأسنان مجرد جزء من الثانية . والطائفة كلها ذات جلد خشن ، ومعظمها جلده خشن الملمس مثل ورق السنفرة . وهذا الجلد الخشن raspy إنما هو نتيجة لما يوجد في جلدها من حراشف قرصية placoid scales تشبه الأسنان الصغيرة . وبعض أسماك القرش الكبيرة التي لها جلد خشن يتم تجفيفه واستعماله ورقًا للسنفرة . ومن السهل التفرقة بين الذكر والأنثى في هذه المجموعة . فالذكر له مجموعة من المشابك claspers تمتد من منطقة الزعنفة الحوضية pelvic fin قرب المذرق cloaca . وتأخذ هذه المشابك شكل اصبعين وهما ينقلان المني من الذكر إلى مذرق الأنثى . والتلقيح داخلي عادة . وتضع إناث بعض الأنواع بيضًا يتميز قليل منه بشكله الغريب ، وكثيراً ما يوجد على الشاطئ . أما الإناث الأخريات فإنهن يحتفظن بالبيض في أجسامهن إلى أن يفقس . هذا ولا يتم تغذية أجنة القروش المحتجزة أثناء عملية النمو عن طريق أداة اتصال مع الأم مثلما يحدث مع الثدييات من خلال مشيمة ، لأن الأم تحتجز البيض في جزء من قناة المبيض oviduct لحمايته أثناء نموه . ويتم نقل الأكسجين عادة بين الأم والجنين النامي ، ولكن دون تغذيته .

ومن أبرز الملامح التي يسهل التعرف عليها في هذه المجموعة الشقوق الخيشومية الخارجية external gill slits . ويوجد لديها عادة خمسة أزواج من الخياشيم ، وإن كانت هناك أنواع قليلة منها لديها ستة أو سبعة أزواج ، في حين أن الخرافيات chimaeras



(شكل ٢١ - ٣) القرش لديه عدة صفوف من الأسنان وكلما تحطمت سن انتقل سن جديد ليحل محله .



(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 .

عندها ثلاثة أزواج فقط . وهذا العدد له فائدته في تمييزها عن الأسماك العظمية التي لها فتحة خيشومية خارجية واحدة فقط . ولدى الخرافيات غشاء يغطي الشقوق الخيشومية .

قد يختلط الأمر على الشخص العادي لأنها تبدو لأول وهلة وكأنها ذات شق خيشومي واحد فقط مثل الأسماك العظمية .

وأسماك القرش معروفة جيداً بسبب الشهرة التي أضفاها عليها الكُتَّاب الذين يعتمدون على الإثارة في الترويج لكتبهم أو أفلامهم السينمائية . وقد أحدثت هذه القصص والروايات خوفًا غير حقيقي من أسماك القرش . فمن بين مئات الأنواع الموجودة من القرش ، لا يوجد في الواقع سوى عدد قليل جداً منها يشكل خطراً على الإنسان ، وهذه الفئة القليلة لا يُعزى إليها سوى عدد قليل من الهجمات التي تقع سنويًا رغم أن أسماك القرش تتعرض لملايين البشر أثناء ممارستهم للسباحة والغوص . والواقع أن الكلاب تقتل عددا أكبر مما تقتله أسماك القرش كل سنة من البشر . إن الروايات الخيالية عن أسماك القرش ممتعة في قراءتها ، ولكن يجب ألا ندعها تفسد عقلانية القارئ .

وتتميز القروش بالرشاقة في سباحتها ، كما أن مشاهدتها تحت الماء متعة للعين . والجزء العلوي من زعنفة الذيل أطول من جزئه السفلي ، وهي خاصية جيدة للتعرف على هذه المجموعة . والاستثناء الوحيد من الذيل غير المتساوي هو القرش الأبيض white shark الذي يتميز بأن زعنفة ذيله مستوية كما هو حال معظم الأسماك العظمية . كما أن درجة حرارة جسمه الداخلية أعلى بضع درجات من درجة حرارة المياه التي يعيش فيها مما يجعله ثابت الحرارة warm blooded . ونظراً لأن القرش الأبيض أيضه (استقلابه) مرتفع ، فإنه يغتذي مرات عديدة أكثر مما تغتذي القروش الأخرى ، وهو يستحق الشهرة التي لحقت به وهي أنه يحاول أن يأكل كل ما يصادفه في طريقه . والقرش الأبيض سمكة نادرة ، ولكنها تعيش في نطاق واسع ، وقد وردت أنباء عن ظهورها في معظم بحار العالم في وقت أو آخر . وهي أكثر انتشاراً في المياه أمام سواحل أستراليا وفي المحيط الهندي .

ويعتقد كثيرون أن أسماك القرش لابد لها من الاستقرار في العوم لكي تتنفس . وهذا غير صحيح ، وإن كان من الصحيح أنه لابد لها من مواصلة السباحة لكي لا تغوص sink ، فليس لديها مثانة عوم swim bladder كتلك الموجودة لدى السمكة العظمية ، تعمل كأداة تعويض الطفو buoyancy compensator ، ومن ثم فإن وسيلتها الوحيدة لتفادي الغوص إلى القاع هي أن تستمر في السباحة . وقد ترتب على هذه الحالة وجود مجموعتين

متميزتين ، إحداهما ساكنات القاع ، وجماعة عرض البحر ، أو الفئة القاعية benthic والفئة البحرية pelagic . وقد تكيفت القروش القاعية مع الحركة المستمرة خلال الماء وأصبحت تعتمد بالفعل اعتماداً كبيراً على مرور الماء في الفم وخروجه فوق الخياشيم من أجل التنفس . وكثير من القروش التي ترقد فوق القاع ، تدفن نفسها تحت الرمل أو الوحل وتأخذ الماء من خلال ثقبين في أعلى الرأس يسميان المتنفسان spiracles فيدخل الماء في المتنفس ويخرج فوق الخياشيم . ويتحقق ذلك بعملية منفاخية bellows action تتمثل في إغلاق الخياشيم وتوسيع منطقة الزور ، وإغلاق المتنفس وتقلص منطقة الزور لدفع الماء إلى الخارج فوق الخياشيم . ونظراً لأن المتنفس يوجد فوق قمة الرأس مباشرة ، فإنه في وسع أنواع كثيرة أن تظل مدفونة بالكامل في طبقة تحتية لينة دون أن يكتشف أمرها .

وقد تكيفت أسماك الشفنين البحري rays وأصبحت تفعل نفس الشيء . وهي تشبه القروش في معظم النواحي فيما عدا شكل الجسم ، لأن جسم الشفنين البحري صار مفلطحًا . وكثير من الأسماك مفلطحة مثل الهلبوت halibuts وسمك الترس (المربع) flounders ، وإن كانت معظم الأسماك العظمية مفلطحة جانبيًا ، جنبا لجنب . أما الشفنين فإنه مفلطح من أعلاه إلى أسفله أو ظهري بطني . وهذا الجسم المفلطح هو الشكل الأمثل للاختفاء فوق القاع واستخراج السرطانات والحيوانات ذات الأصداف للاغتذاء عليها . ولأسماك القرش والشفنين البحري أمعاء مختلفة عن أمعاء الأسماك العظمية من حيث أنها كبيرة في قطرها وقصيرة ، وتحتوي على غشاء حلزوني sprial membrane يجعل الغذاء يدور ويدور أثناء مروره خلال الأمعاء مما يؤخره فترة كافية لهضمه وامتصاصه كما أن لها أيضا كبداً كبيراً للغاية يساعد في الهضم بإفراز مادة الصفراء bile ، كما أنه يخزن قدراً كبيراً من المواد المغذية المهضومة .

وكما هو الحال بالنسبة لأي مجموعة كبيرة من الكائنات ، فإن الأسماك الغضروفية Chondrichthyes قد ظهرت عليها كثير من التحويرات الفريدة . فأسماك الشفنين البحري لديها وسائل عديدة للحماية ، وقد تكونت لدى البعض من هذه الأسماك إبرة stinger كبيرة أشبه بالسِّنّ توجد فوق ذيلها ، يمكنها إثارتها وتحريكها واستخدامها في حماية ظهرها عندما تدفن نفسها في الرمل . وهناك نوع آخر من الشفنين البحري لديه نوع

من البطاريات يمكنه أن يصدر صدمة كهربية قوية إذا تعرضت للمس .

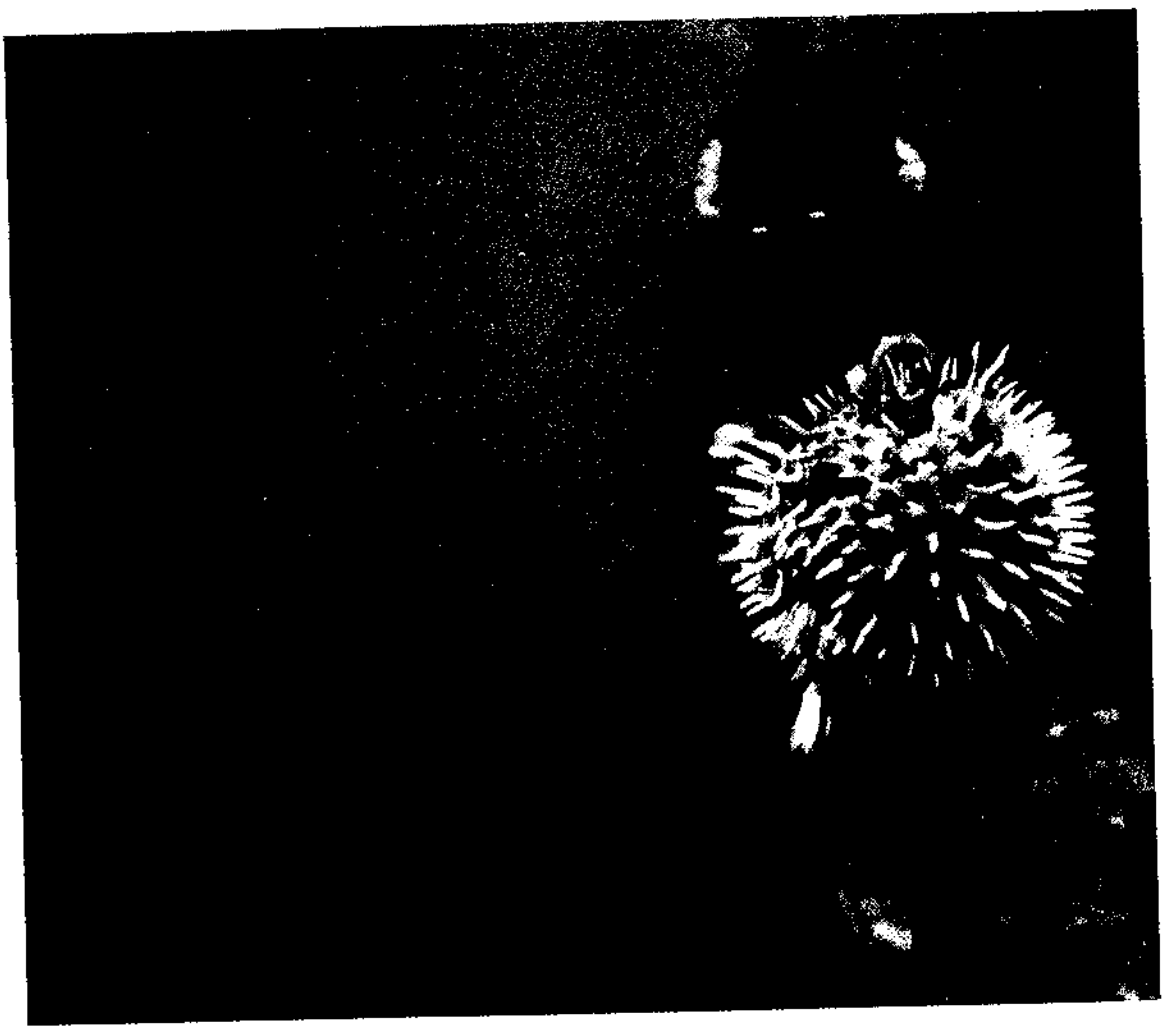
وقد تكّون لدى أسماك القرش المحيطية (أي التي تعيش في عرض البحر) pelagic عضو شديد الفعالية للغاية تستخدمه في تحديد مكان الغذاء يسمى الخط الجانبي lateral line . ويمتد هذا الخط الجانبي من رأس القرش حتى ذيله على امتداد الجانب الظهري ، ويزدوج هذا الخط بحيث يوجد خط على كل جانب من جانبي القرش . ومثلما يحدث معنا عندما نرى صورتين للشئ ، فنرى إحداهما بإحدى العينين والثانية بالعين الأخرى ، ويقوم المخ بعملية تثليث triangulate لكي يعطينا المسافة بيننا وبين الشيء الذي نراه ، كذلك يقوم الخط الجانبي بالتثليث لكي يبين للقرش المسافة التي توجد عندها الفريسة . والفرق بيننا وبين القرش هو أن عيني الإنسان لا تبعد إحداهما عن الأخرى أكثر من بوصة أو بوصتين ، أما الخط الجانبي في سمكة القرش فإنه قد يمتد طوله عدة أقدام ، مما يجعله يعطي تحديدا أكثر دقة للموقع . ويستطيع القرش أن يشن هجوما دقيقا على فريسته حتى لو كان الظلام حالكا . وهذا الخط الجانبي حساس للاهتزازات المنخفضة الترددات كتلك الاهتزازات التي تصدر عن ذيل سمكة عائمة مثلا . فاذا كانت السمكة مصابة بأذى وتصارع في عومها فإن القرش يستطيع التعرف على هذه الحالة من نمط الاهتزازات الصادرة عن تحركاتها ويستجيب لذلك عادة بالسير خلف الحيوان الذي يشق طريقه بصعوبة أو بجهد كبير . ويستجيب الحيوان المفترس بسرعة مع الفريسة الجريحة لأنه يكون من السهل عليه الإمساك بها . ويوجد نظام الخط الجانبي في معظم أنواع السمك ، وإن كان النظام الخاص بالقروش المحيطية شديد الفعالية . وهذا الخط الجانبي يمكن ملاحظته لأنه يحتوي على ثقوب في الجلد أو حراشيف أنبوبية tube scales خاصة - في الأسماك العظمية - تمتد بطول الخط . وهذه الثقوب والحراشيف الأنبوبية تسمح بدخول الماء داخل ميزاب groove موجود في الجلد ويحتوي على أعضاء حسية sensory organs . وتوجد الأعضاء الحسية للخط الجانبي نامية على سطح الجلد في معظم الأسماك الجنينية em-bryonic fish ، وعندما يكتمل نمو السمكة يبرز ميزاب على امتداد جانب السمكة وتهبط أعضاء الحس إلى أسفل وتختفي تحت الغطاء الحرشفي ، ولا تنكشف إلا من خلال الثقوب في هذا الغطاء الحرشفي أو من خلال أنابيب تتصل بالسطح . وفي الأنواع الأكثر بدائية

مثل خرافيات الشكل chimaeras والقرش المغضن (المهدب) frilled shark توجد أعضاء الحس في ميازيب مفتوحة . ويبدو أن هذا الجهاز يجمع بين صفات السمع واللمس . ولا يوجد لدى الإنسان جهاز يشبهه .

(شكل ٢١ - ٥) صيد الأسماك أحد الاستعمالات المهمة للبحر وتنفق ملايين الدولارات على هواية صيد السمك التي تشكل جزءًا كبيرًا من اقتصاديات السياحة .

وتوجد أسماك الشفنين البحري rays عادة باعتبارها كائنات قاعية ، أما أسماك القرش فإنها تعتبر عمومًا من أسماك البحار المفتوحة pelagic وإن كانت هناك استثناءات في معظم المناطق ، خاصة بالنسبة للقروش التي تقطن القاع . وأكبر أنواع الشفنين هو شيطان البحر manta ويبلغ عرض جسمه ثمانية أمتار . أما أكبر نوعين من أنواع القرش وهما القرش المتشمس (المصطلي بالشمس) basking shark والقرش الحوتي whale shark ، وكلاهما يصل طوله إلى نحو ١٥ متراً . وهذه الأنواع الثلاثة الضخمة تتغذى على الهائمات .

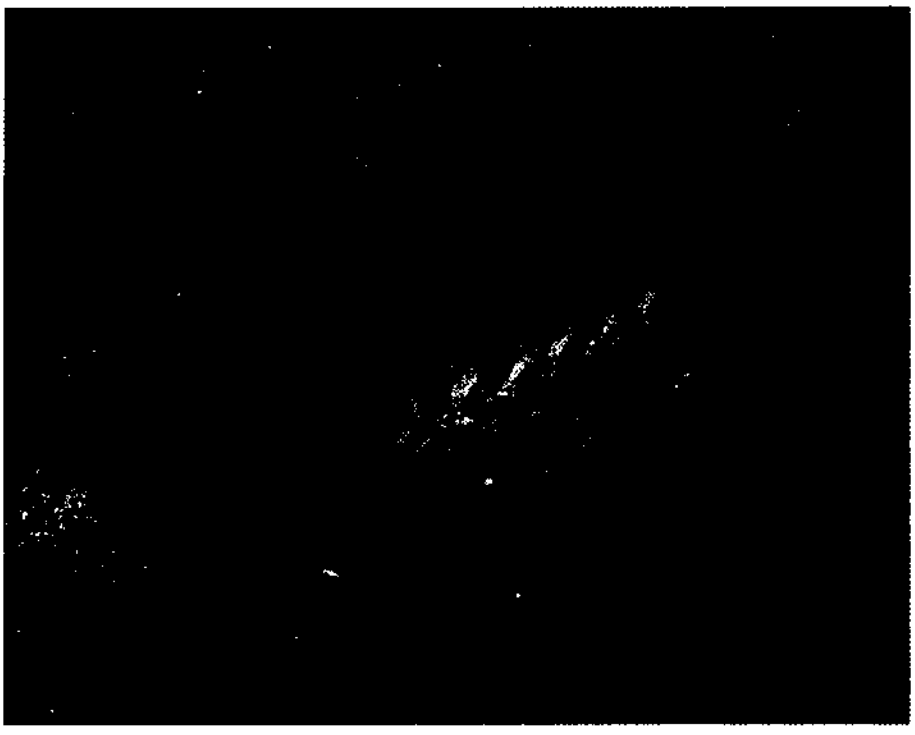
وبذلك ينتقل الغذاء أو سلسلة الطاقة إلى طبقة القاع ، فيتوافر المزيد من الغذاء في أحيان كثيرة ، ولا يحتاج إلى طاقة كبيرة للاستفادة منه في الغذاء . والمعروف أن أكبر الحيتان ، وهو الحوت الأزرق ، يغتذي هو أيضا على الهائمات . ولعله يأتي حين من الدهر يكتسب فيه الإنسان ، بضغط الحاجة والضرورة ، مهارة كافية للاستفادة من هذا المصدر الهائل من مصادر الغذاء والذي تتغذى عليه هذه الحيوانات البحرية الضخمة منذ آلاف السنين .



(شكل ٢١ - ٦) تعد السمكة النافخة puffer fish من الأنواع المثيرة للاهتمام ، فهي تملأ نفسها بالماء وتمد شوكات تجعل من المستحيل ابتلاعها من قبل سمكة كبيرة . والاسم الشائع لها هو قنفذ البحر porcupine fish .

طائفة الأسماك العظمية Class Osteichthyes

تسمى هذه الطائفة بالأسماك العظمية بسبب المادة العظمية التي تتكون منها هياكلها . وهي تشمل معظم الأسماك المألوفة لنا : القاروس bass ، القد (الغادس) cod ، الفرخ perch ، والتونة tuna ، الهلبوت halibut ، السردين sardines . . . إلخ . وإضافة إلى هيكلها العظمي ، فإنها تتميز أيضا بخصائص أخرى من السهل التعرف عليها : فلها شق



(شكل ٢١ - ٧) تبقى سمكة القحلة (الكلْب) Kelp fish بالقرب من أعشاب القحلة (الكلْب) الضخمة للاحتماء بها ، ويصبح من الصعب رؤيتها نظراً لأن هيئة جسمها ولونها يشبهان كثيراً أعشاب القحلة .

خيشومي واحد في كل جانب ، ويوجد الفم عادة في مقدمة الجسم (وليس على الجانب السفلي) ، وزعنفة ذيلها جُزآها العلوي والسفلي متساويان في الحجم تقريبا . وفي داخل جسمها نجد أمعاء السمكة العظمية عبارة عن أنبوب طويل ونحيل ملفوف (ملتف) يشبه أمعاء الإنسان ، بدلاً من الأمعاء الكبيرة القصيرة ذات الصمام الحلزوني spiral valve كأمعاء القرش . وكلا النوعين من الأمعاء يوفر مساحة كافية لهضم الغذاء

امتصاصه . وعلى عكس القرش والشفنين ، تقوم الأسماك العظمية بتلقيح البيض خارجيا . وتفرز الأنثى عادة أعدادا كبيرة من البيض وتضعها في الماء ، ويضع الذكر المني - الذي يسمى اللَّقْح milt - في الماء . وينتشر اللقح ويلقح البيض عند التلامس . وتختلف أنماط التوالد عند الأنواع المختلفة من الأسماك . فالبعض منها تتجمع معا في قطعان schools في موسم التوالد ، وبذلك ينتشر البيض والمني في نفس المنطقة . والواقع أن قلة منهم تتجمع أزواجا ، وأقل من ذلك من يستطيعون التلقيح الذاتي . ورغم أن ذلك قد يبدو لنا طريقة عشوائية للتلقيح ، إلا أنها فعالة جدا في الواقع . فسمك البلايس plaice يفرز ما يتراوح بين ٢٥٠,٠٠٠ - ٥٠٠,٠٠٠ بيضة في الموسم الواحد ، وعندما تجمع عينات منه نجد أن عدد البيض غير الملقح قليل جدًا . وبعض الأسماك مثل السلمون والجلكا أو الجلكي lampreys تسمى صعاد anadro-mous ومعناها أنها تترك المحيط وتضع بيضها في مجاري الماء العذب . وهذه المرحلة في الصعود إلى الأنهار ، والتغيرات التنفسية التي تتعرض لها الأسماك في الماء العذب ، إضافة إلى الجهد العام الذي تتطلبه الرحلة وعملية التوالد نفسها ، تنطوي على مشقة أكبر مما تستطيع أن تحتمله بعض الأنواع ، ولذلك فإنها تموت بعد التوالد . وهناك أنواع أخرى مثل أنقليس (ثعبان) الماء العذب الأوربي تقضي حياتها بعد البلوغ في الماء العذب وتهاجر إلى البحر لتتوالد فيه ، على العكس تماما مما يفعل سمك السلمون salmon . ومن الأطعمة الشهية المترفة في نيوزيلندا يرقة طولها بوصتان لسمكة من هذا النوع تسمى البَلَم white bait ويتم صيدها بشباك تمسك باليد عندما تصعد النهر ، فيتجمع الناس على الشواطئ حيث تصب الأنهار مياهها داخل البحر لصيد البلم ، على نحو ما يفعله الناس في جنوب كاليفورنيا حيث يتجمعون على الشواطئ لصيد سمك الجرنيون grun-ion .

ونظرًا لأن طرق التكاثر عند الأسماك العظمية تنتج ألوفا من البيض ، فقد أتيحت لهذه الأسماك فرصة ممتازة للخضوع لتكيفات مع البيئة وإحداث تغيرات نوعية عبر آلاف السنين لتصير حسنة التكيف مع كثير من المواطن البيئية . وسنذكر فيما يلي بضعة أنماط من التكيف النوعي لايضاح التباين والاختلاف الشديد في هذه المجموعة .

فالأسماك المفلطحة مثل سمك موسى sole والهلبوت halibut وسمك الترس (المربع) flounder ، يتم فقسها وهي تبدو على هيئة الأسماك «العادية» . وعندما تنمو تطرأ عليها تغيرات من بينها انتقال إحدى العينين إلى الجانب الآخر من الجسم بحيث تصبح العينان كلتاهما على نفس الجانب . ثم تكيف السمكة نفسها بحيث تصبح العينان فوق الرأس وتبدو مفلطحة كأنها سمكة شفنين . والفرق بينهما أن «الرأس» هو في الواقع جانب السمكة ، وأن أسفلها هو في حقيقته الجانب الآخر .

أما أسماك فرس البحر sea horses والسمك الأنبوبي (أبو زمارة) pipe fish ، فيوجد لدى الذكر جيب للحضن brood pouch تضع فيه الأنثى بيضها . فالذكر هو الذي يرعى البيض وعندما يفقس يسبح الصغار خارج الجيب .

واللَّشَك (الريمورا) remora سمكة تكون لها في أعلى رأسها قرص ماص . وهي تلتصق بالأسماك الكبيرة الحجم لتركب عليها بالمجان ثم تقتات على بقايا الغذاء التي تتخلف بعد أن تأكل السمكة الكبيرة طعامها . وتلتصق أسماك اللشك في الأغلب بالأقراش الكبيرة . وقد حدث ذات مرة عندما كان المؤلف في رحلة غوص أن حاولت سمكة لشك أن تلتصق برجله وكان من الصعب إبعادها . وسمكة المولا مولا Mola mola، أو الضُّخْمة sun fish التي تعيش في المحيط ، تعتبر ضعيفة في السباحة ويزيد وزنها على ٢٠٠٠ رطل . ويبدو شكلها أشبه بفرخ perch قُطع القسم الخاص بالذيل من جسمه . وهي تقتات أساسًا على قنديل البحر ، وتنجرف مع التيار . ويقال إنها أكبر الكائنات في الهائمات الحيوانية . ونتيجة لبطء سرعتها في التحرك خلال الماء (حوالي ٣ أميال في الساعة على أقصى تقدير) وكبر حجمها بين الهائمات فقد أصبحت موطنًا أو عائلا لعدد كبير للغاية من الكائنات الطفيلية . وكثيرًا ما يصطادها علماء الأحياء الذين يدرسون الطفيليات ، ولكن لحمها ليس طيب المذاق .

وأسماك الجرنيون grunions مشهورة على امتداد ساحل كاليفورنيا الجنوبية نظرًا لأنها تخرج إلى الشاطئ من أجل التوالد . ففي أثناء أعلى المدود القافزة spring tides التي تحدث فيما بين شهري أبريل وأغسطس تنجرف السمكة مع التيار إلى الشاطئ . وتظل الإناث تحفر في الرمال بأذيالها إلى أن تنطمر كلها ولا يبقى ظاهرًا سوى رأسها ، وتضع

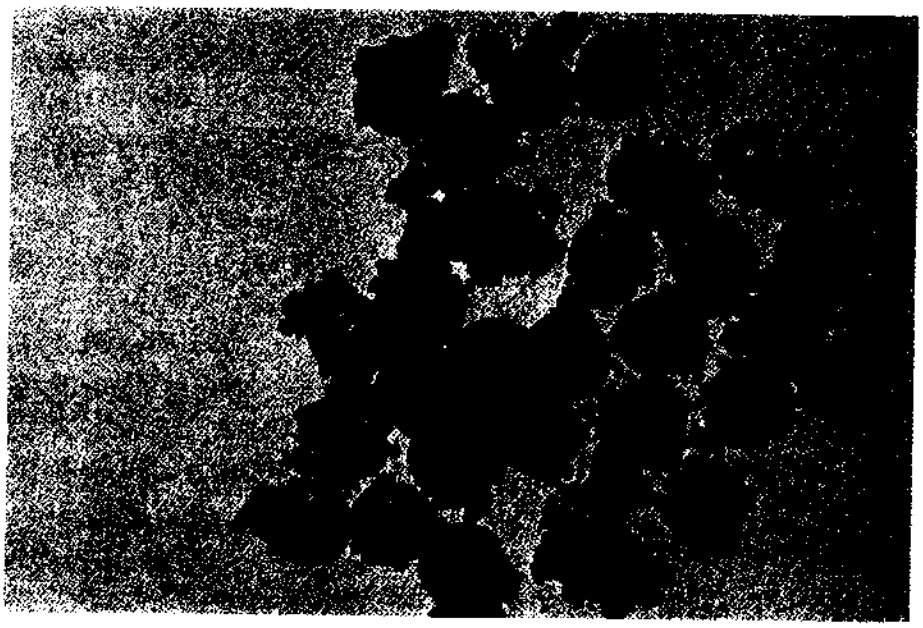
(شكل ٢١ - ٨) سمكة قاروس royal gramma صغيرة تتعلق مقلوبة رأسًا على عقب تحت صخرة . وكثير من الأسماك الصغيرة التي تعيش في الشعاب توجه نفسها نحو أقرب جزء من الشعب بدلا من الشد بجاذبية الأرض .

(شكل ٢١ - ٩) غواص يطعم بعض صغار أسماك الشعاب قطعه من الخبز . ويتغلب السمك على خوفه من الإنسان عندما يرى الطعام .

بيضها . وتلف الذكور أجسامها حول الإناث وتضع اللقح milt . وينساب اللقح - وهو سائل دسم (قشدي اللون creamy) - فوق جسم الأنثى ويلقح البيض . ثم يرجع كل من الذكر والأنثى بعد ذلك إلى البحر مع أول موجة متكسرة breaker . ويفقس البيض المدفون في الرمال ، إلى أن يجرفه بعد أسبوعين المد القافز التالي إلى البحر .

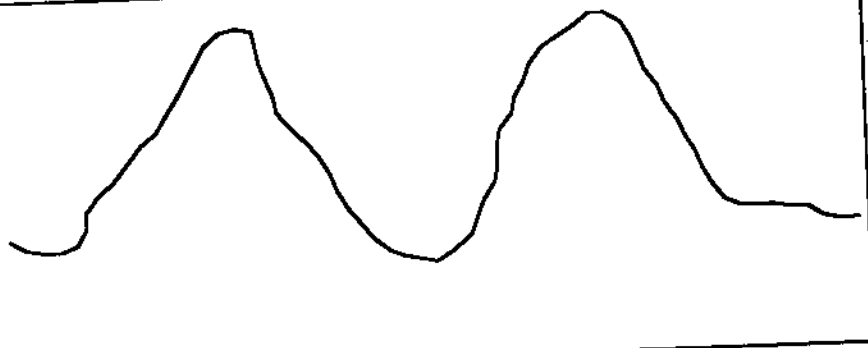
وبعض أسماك المياه العميقة التي تعيش في أماكن لا يوجد بها ضوء ، لديها طريقة لإنتاج ضوء بارد cold light بتأثير فعل جرثومي (بكتيري) bacterial action أو باستخدام أنزيم معين . ومن هذه الأنواع التي لديها مصدر للضوء البارد تحت كل عين من عيونها ، نوع يستطيع أيضا حبس الضوء بوساطة غشاء قابل للتحريك . فبوسعه إضاءة «مصابيحه الأمامية» head light أو إغلاقها حسبما يشاء .

وكثير من أنواع قنديل البحر المختلفة ، ومن بينها الهدريات المستعمرة التي تسمى



(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 .

البارجة البرتغالية Portuguese man - of - war ، تعيش في كنفها سمكة صغيرة معينة طلبًا للحماية . وحتى خيار البحر لا يخلو من مثل هذا الطفيلي ، إذ إن هناك سمكة صغيرة تدخل في إست خيار البحر ، داخلة بذيلها أولاً لتحتمي فيه أثناء النهار . وفي الليل تخرج

وجه القمر	البدر	الربع الأول	غرة القمر (الهلال)	الربع الثالث
المد العالي الليلي				
موقع الشمس و القمر والأرض في كل وجه من أوجه القمر	الشمس الأرض القمر	الشمس الأرض . . . القمر	الشمس القمر الأرض	الشمس القمر . . . الأرض
علاقة الجرنيون بأوجه القمر	البـــــدر : البيضة من الشهر السابق تخرج من الرمل الربع الأول : ينمو البيض ويدفن في أعماق بعيدة عن هذه النقطة الهـــــلال : يخرج البيض مرة أخرى من الرمل الربع الثالث : البيض ينمو			

الجرنيون من الأسماك المثيرة للاهتمام ، والتي توجد قبالة ساحل كاليفورنيا وباجا كاليفورنيا . فهو يضع بيضه على الرمال أثناء المدود القافزة حيث ينمو البيض خارج المياه ، ويفقس البيض في المد القافز التالي ، وتعود يرقات الجرنيون إلى البحر .

(شكل ٢١ ـ ١١) العلاقة بين سلوك سمك الجرنيون والشمس والقمر ، والمد والجزر على الأرض .

السمكة لتقتات ثم تعود للاحتماء به في اليوم التالي .

وتوجد سمكة في المحيط الهندي تعيش فوقها مستعمرة من أشباه الهدريات . وأشباه الهدريات هذه تحمي السمكة بأن تجعلها تبدو أشبه بصخرة تغطيها كائنات تعيش فوقها . وعندما تسبح السمكة فإنها تنقل أشباه الهدريات خلال الماء حيث تستطيع أن تقتات بسهولة أكبر ، وتلك علاقة تكافلية symbiotic حقيقية .

وكذلك حدثت تغيرات فريدة لبعض أسماك المياه العذبة ، مثل القدرة على تنفس الهواء والبقاء خارج الماء فترات طويلة ، وتسلق الأشجار ، واصطياد الحشرات بإخراجها من الشجيرات بنفث الماء عليها . . . إن الأسماك العظمية مجموعة من الكائنات جديرة بالاهتمام والتأمل بالفعل . ولو تمعن المرء في أبحاثه بدقة ، فإن من المحتمل أن يجد في هذه المجموعة كل ما يمكن تصوره

تقريبًا من التحويرات والتغيرات في أسلوب معيشة هذه الكائنات أو في شكل أجسامها .

(شكل ٢١ - ١٢) الإسقلبين sculpin من الأسماك العظمية النموذجية ، وتعيش في برك المد . وتوضح لنا هذه الصورة لماذا يتعذر رؤية الإسقلبين في بركة المد أو أثناء الغطس ، فهذه الأسماك تمتزج مع البيئة المحيطة بها امتزاجا تاما يجعل المشاهد لا يشعر بوجودها مالم تتحرك . وكثير من هذه الأسماك حجمه صغير جدًا ولا تلحظه العين مطلقا .

أسئلة للمراجعة

١ - ما هي الفروق بين الجرِّيث hagfish والجَلَكيَّات lampreys ؟

٢ - كيف تميز بين الذكر والأنثى من أسماك القرش ؟

٣ - كيف يؤدي الخط الجانبي lateral line وظيفته ؟

٤ - كيف يختلف تلقيح البيض عند أسماك القرش والأسماك العظمية ؟

٥ - اشرح كيف يستفيد علماء الأحياء عمومًا من أسماك المولا مولا Mola mola أو ضُحْمة المحيط ocean sunfish ؟

الفصـــل الثاني والعشـــرون

الحبليات (كورداتا)

الزواحف Reptiles ، الطيور Birds ، الثدييات Mammals

تعريف المصطلحات

Baleen whales **حيتان بلينية** : حيتان تغتذي بالترشيح .

Carnivora **رتبة اللواحم** : رتبة تضم الفقمة (عجل البحر) seal وأسد البحر sea lion . . . إلخ .

Cetacea **رتبة الحوتيات** : رتبة تضم الحيتان وخنازير البحر (الدلافين) porpoises .

Chelonidae **فصيلة اللجثيات** : فصيلة السلاحف البحرية (سلاحف البحر) .

Hydrophiidae **فصيلة حيَّات الماء** : فصيلة أفاعي البحر sea snakes .

Larus **لاروس** : اسم الجنس للنورس gulls .

Pack ice **جليد مرصرص . رصيص جليدي** : جليد بحري يتكون في كتلة من جراء تكسر الأجزاء المتجمدة التي تجمدت فوق سطح البحر .

Sirenia **رتبة الخيلانيات** : رتبة من الثدييات البحرية غير معروفة على نطاق واسع تضم خراف البحر manatees ، وبقر البحر sea cows والأطوميات (الأطم) dugongs .

Squamata **رتبة الحرشفيات** : رتبة أفاعي البحر .

الحيوانات التي نتحدث عنها في هذا الفصل عبارة عن أقسام في طوائف هي حيوانات برية أساسًا . والأنواع التي تعودت على الحياة في البيئة البحرية تمثل الشواذ في طائفتها ولا تمثل أسلوب المعيشة العادي للطائفة . فكل طائفة فيها بضعة أنواع على الأقل هجرت التنافس الذي تفرضه عليها بيئتها الجافة إلى البحر حيث يوجد الطعام بوفرة أكبر ، وحيث درجة الحرارة أكثر استقرارًا . وهذه الحيوانات كلها يجمع بينها صفة مشتركة ، وهي : أنها لم تنشأ في البحر ، فهي حيوانات برية حقيقية تكيفت عبر آلاف السنين مع الحياة في بيئة مائية .

طائفة الزواحف Class Reptilia

نحن نفترض عادة - دون تفكير - أن مجموعة ما من الحيوانات سوف تنمو وتنتشر بمرور الزمن . غير أننا إذا أمعنَّا التفكير في الأمر فسوف يتضح لنا أن ذلك لا يمكن أن يحدث على المدى الطويل لآلاف السنين . فعندما تنمو وتتعاظم مجموعة ما من الحيوانات ، فإنه يتعين على مجموعة أخرى - بصفة عامة - أن تتقلص وتتناقص لكي تفسح لها المجال ، ولكي تترك الطعام للمجموعة الجديدة الأفضل تكيُّفًا مع البيئة . وهذا ما حدث مع الزواحف . فقد تطورت الزواحف كمجموعة جديدة من الحيوانات البرية من البرمائيات amphibians . ولقد تكيفت تكيفًا جيدًا للغاية مع البيئة البحرية الجديدة وانتشرت على نطاق واسع في جميع بقاع الأرض باستثناء المناطق شديدة البرودة . وكانت هي النوع السائد من الحيوانات على اليابسة طوال ١٥٠ مليون سنة . وعندما بدأت الثدييات في الظهور سرعان ما تفوقت الزواحف في المنافسة ، والأنواع القليلة الموجودة حاليًا هي كل ما تبقى من ذلك العصر الساحر : عصر الزواحف Age of Reptiles . ومن بين الأنواع التي بقيت وأصبحت جزءًا من عالمنا ، لدينا ثلاثة أنواع من الزواحف تضم أنواعا بحرية . فالأفاعي snakes والسلاحف turtles والسحالي (العظاءات) lizards يوجد أفراد من جماعتها طرأ تغير طفيف على شكلها مكَّنها من أن تعيش في المياه الملحة . وقد حدث هذا التكيف بالنسبة للتماسيح crocodiles ، ولكنه لم يكن على نفس المستوى الجيد الذي بلغه تكيف الأنواع الثلاثة الأخرى ، حيث إن التماسيح تفضل الماء الزعاق* brackish على ماء

* ما تتراوح قيمة ملوحته بين ٥٠ و ٠ و ١٧,٠٠٠ جزء في الألف .

البحر . وتتألف غالبية الزواحف التي هجرت اليابسة وعادت من جديد إلى البحر الذي خرجت منه أسلافها من قبل وهي البرمائيات ، تتألف من : سلاحف البحر sea turtles من فصيلة اللجئيات Chelonidae ، وأفاعي البحر من فصيلة حيّات الماء Hydrophiidae ، والأغوانة البحرية (العظاية . العيدشون) marine iguana من فصيلة الأغوانيات (العيدشونيات) Iguanidae .

سلاحف البحر ، اللجئيات : Sea Turtles , Chelonidae

تتميز السلاحف بأنها تحتفظ بنفس الشكل العام أو هيئة الجسم العامة أكثر من مائة مليون سنة ، وفقًا لما نعرفه من تاريخ حفرياتنا . فصدفتها الصلبة تحميها من بيئتها حماية جيدة ، وقد ساعدت على بقائها . والأنواع البرية منها ثقيلة الوزن وبطيئة الحركة بسبب الجاذبية الأرضية gravity والقيود المفروضة على حركتها من جراء الصدفة الثقيلة الصلبة . أما في البحر فإن هذه القيود تخف حدتها بدرجة كبيرة .

إن الطفو في الماء يقلل من وزن الصدفة ، فلا تكون السلحفاة مضطرة لرفع جسمها عن الأرض ، وإنما تستطيع أن تتحرك خلال البيئة بدلاً من أن تتحرك فوقها . وقد تحورت الأقدام إلى مجاذيف عريضة paddles واستطالت بعض الشيء لكي تعطي لسلاحف البحر قدرة كبيرة على الحركة وسرعة غير عادية تحت الماء . وهي تستطيع السباحة بنفس السرعة التي تسبح بها كثير من الأسماك . ورغم أنها حيوانات بحرية فعلا ، فإنها ما تزال تتنفس الهواء وتضع بيضها على اليابسة . ومنذ أن ظهر البشر على الأرض ، أصبحت هاتان السمتان سببًا في تدمير سلاحف البحر ، فعندما تصعد إلى سطح الماء من أجل التنفس يطعنها البشر ليتخذوا منها طعامًا . وعندما تضع بيضها على الشاطئ يجمعه البشر من أجل الغذاء . ولم يدرك الناس إلا منذ عهد قريب فقط أن السلاحف قد تلحق بما سبقها من حيوانات منقرضة إذا لم يتم حمايتها من المفترسين الجدد لها ، وهم البشر . وقد صدرت قوانين لحماية السلاحف ، وتشير الدلائل إلى أن البشر قد تصرفوا هذه المرة في الوقت المناسب لعمل الخير وإنقاذ السلاحف .

وقد طرأت على السلاحف البحرية عدة تحورات (تغيرات) نوعية فريدة تمكنّها من

العيش في البحر . إن السلاحف لا تستطيع عادة توسعة رئتها إلى مدى كبير بسبب صدفتها الصلبة ، وهذا الهواء المحدود الذي يمكنها أن تتنفسه يحد من فترة بقائها تحت الماء ، ولتعويض ذلك نجد الجزء السفلي من سلحفاة البحر يدور على محور بطريقة تسمح بالفعل بتمدد الرئة تمددًا كبيرًا مما يتيح للسلحفاة أن تستوعب مقدارًا كبيرًا من الهواء لكي تبقى فترة أطول تحت الماء . ولكي يزداد الوقت الذي تقضيه السلحفاة تحت الماء أكثر من ذلك ، فإن المذْرق cloaca ، أو الحجيرة الشرجية anal chamber ، قد أصبحت وعائية بدرجة كبيرة حيث يوجد بها كثير من الأوعية الدموية . وتستطيع السلحفاة بدفع الماء إلى الداخل وطرده إلى الخارج من خلال عملية تشبه عمل المنفاخ bellows action ، أن تطرد ثاني أكسيد الكربون CO_2 وتمتص الأكسجين O_2 بكميات تكفيها لأن تبقى تحت الماء ساعات طوال إذا كانت في حالة سكون وغير متحركة .

وأكثر السلاحف انتشارًا هي السلحفاة الخضراء green turtle وتوجد في المياه الشاطئية الضحلة في معظم البحار الدافئة في العالم . ويصل وزنها إلى حوالي ٥٠٠ رطل ، وهي النوع الذي يُتخذ طعاما في أغلب الأحيان . وقد امتدت إليها الحماية الآن في معظم المناطق ، مثلما شملت الأنواع الأخرى من السلاحف .

أما سلحفاة البحر hawksbill turtle فلا يصل حجمها الى حجم السلحفاة الخضراء . إذ لا يزيد وزنها على ٢٠٠ رطل ، كما أنها لا تعيش في إقليم أو مجال شاسع مثل الذي تعيش فيه السلحفاة الخضراء . وهي أيضا سلحفاة ساحلية ، توجد أساسا في الكاريبي وخليج المكسيك ومنطقة الأندوباسيفيك - Indo-Pacific ، كما يوجد قليل منها على امتداد ساحل باجا كاليفورنيا . وقد لوحظ أنها تلتهم البارجة البرتغالية Portuguese man of - war - وتحمي عيونها من الخلايا اللاسعة بأن تبقي عليها مغلقة . وهي تأكل في العادة النباتات وكل الحيوانات التي تصادفها أو تستطيع الإمساك بها .

والسلحفاة البحرية ضخمة الرأس Loggerhead turtle قد يصل وزنها إلى ٩٠٠ رطل ، ونوجد في الأغلب في المياه الباردة أكثر مما يوجد أي نوع آخر منها . وهي أكثر انتشارًا في البحار الدافئة ، فقد سجل وجودها أيضا في نوفا سكوتيا Nova Scotia وفي جنوب كاليفورنيا . وعلى خلاف النوعين السابقين فإن هذه السلحفاة تتغذى أساسًا على

اللحوم وتطوف بحثًا عن الطعام فوق الرف القاري وتقتات غالبًا على اللافقاريات . ورغم أنها ليست من الحيوانات التي تعيش في البحار المفتوحة ، فإنها توجد في الأغلب بعيداً عن الشاطئ بمسافات أبعد مما توجد فيها السلحفاة الخضراء وسلحفاة البحر .

(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 ، تربي فيها السلاحف مثلما يربي المزارعون الثيران الصغيرة . وتباع السلاحف للمطاعم .

والسلحفاة ريدلي ridley turtle هي أصغر السلاحف البحرية وأقلها شهرة . ولا يزيد طولها على نحو قدمين فقط ورغم أنها توجد على امتداد الساحل الشرقي للولايات المتحدة والساحل الغربي لأمريكا الجنوبية والمكسيك فإنها لا توجد عادة في البحر الكاريبي . ويبدو أنها تقتات على النبات والحيوان وتعيش بالقرب من الشاطئ في مناطق المستنقعات .

ولعل السلاحف جلدية الظهر leatherback turtles هي الأكثر ندرة بين أفراد هذه المجموعة ، كما أنها أكثرها تكيفا مع حياتها البحرية ، فهي تسبح بسرعة أكبر وتنمو بدرجة أكبر من أي فئة من الفئات التي تضمها مجموعتها (يزيد وزنها على ١٠٠٠ رطل) . والواقع أن هذه السلحفاة العملاقة كائن من كائنات عرض المحيط open-ocean وتنتقل في معظم البحار الدافئة والمعتدلة . ولها صدفة تشبه الجلد ، ولذا فإنها أكثر مرونة بدرجة كبيرة من غيرها من السلاحف . وهي لا تشاهد كثيراً ، وإنما يراها ركاب السفن وليس العلماء ، ومن ثم فإن معلوماتنا عنها شحيحة . وإن كان من المعروف أنها تصدر أصواتًا عندما يتحرش بها أحد ، بل إنها كثيراً ما تطلق صيحات ضد من يتعرض لها .

(شكل ٢٢ - ٢) الكركر suka من الطيور اللاحمة الكبيرة التي توجد في منطقة القطب الجنوبي والأطلنطي الشمالي . وتوجد عدة أنواع من هذا الطائر .

أفاعي البحر (رتبة الحرشفيات Order Squamata)

هناك عدد من الكائنات البحرية تربطها كلها صلة بالأفاعي البرية من نوع الكوبرا . والسم الذي تفرزه شديد السمية للغاية ، وإن كانت تتغذى على الأسماك ولا تهاجم البشر . وكثيراً ما يشاهدها الغواصون عندما يغوصون داخل النطاق الذي تعيش فيه .

(شكل ٢٢ - ٣) المؤلف في زيارة لمجموعة من طيور البطريق المسمى أدلاي Adelie .

وتوجد هذه الأنواع في المنطقة الممتدة من باجا كاليفورنيا جنوبا حتى أكوادور وعبر المحيط الهادي حتى أفريقيا . والنوع الموجود منها أمام باجا كاليفورنيا بالقرب من الولايات المتحدة يطلق عليه اسم الأفعى البحرية ذات البطن الأصفر ، أو صفراء البطن - yellow bellied . وتعيش الأفاعي البحرية كل حياتها في البحر ، وليس هناك سوى نوع واحد فقط يخرج من البحر ليضع البيض على الشاطئ . وغالبًا ما تشاهد عند سطح الماء وهي تستنشق الهواء ، كما أنها قد تتجمع أحيانًا في أسراب أو قطعان schools يمتد طولها بضعة أميال ، ومن المفترض أنها تفعل ذلك من أجل التوالد .

الأغوانات البحرية Marine Iguanas

لا توجد الأغوانات البحرية إلا في جزر جلاباجوس Galapagos Islands فقط . وهي تعيش على اليابسة ولكنها تتغذى في البحر ، وتقتات على الطحالب أساسًا . وهي تجيد السباحة ويمكنها البقاء تحت الماء عدة دقائق .

طائفة الطيور Class Aves

إن التنوع الكبير الذي تتميز به طائفة الطيور ، والفروق والاختلافات الموجودة بين طيور

منطقة ما عن طيور منطقة أخرى avifauna تجعل من العسير التوسع في الحديث عن هذه الطائفة في هذا المقام ، وسنكتفي بضرب بضعة أمثلة للتغييرات التي طرأت عليها لتتكيف مع حياة البحر . وهناك العديد من الكتب والأدلة التي تُعرِّف بطيور منطقة معينة ، ويحسن الاستعانة بدليل من هذا النوع للتعرف على الأنواع المحلية في منطقتك أو في المناطق التي تسافر إليها .

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

جميع الطيور البحرية تستخدم البحر في الغذاء وتستخدم اليابسة في التوالد . ولعل أفضل الطيور تكيفا مع هذا النمط من الحياة هي طيور البطريق penguins ، فقد نجح طائر البطريق في حياته البحرية نجاحا فائقا جعله يفقد قدرته على الطيران ، وأصبح جناحاه أشبه بالمجذافين ، ولذلك فقد أصبح يجيد السباحة . ومع اتقانه للسباحة فإنك تراه في مياه القطب الجنوبي وهو يقفز خارجًا من الماء كأنه خنزير البحر porpoise . وقد تصادف للمؤلف أثناء الاحتفال بالسنة الجيوفيزيائية الدولية International Jeophysical Year أن كان في بحر روس Ross sea في القطب الجنوبي ، وكان من أجمل الأوقات عندما كنا نخلو من العمل أن نمضي الوقت في مشاهدة طيور البطريق . وقد انتقل أحد أعضاء البعثة إلى مستعمرة للبطريق حيث تتخذ الطيور أوكارها (مواكنها) nesting ، وعاش هناك ١٨ شهرًا ، وكانت المعلومات التي جمعها عن أسلوب معيشتها وبيئتها الأساسية خير معين في فهم هذه الطيور المائية .

ويستخدم البطريق جناحيه في الحركة تحت الماء . وبينما تسبح معظم الطيور بأقدامها وتوجه حركتها بأجنحتها ، نجد البطريق يستخدم جناحيه اللذين تكونت فيهما عضلات خاصة ، لكي يسبح بنفس الطريقة التي يطير بها في الهواء ، ويستخدم قدميه في توجيه الحركة . ويعود البطريق المسمى أدلاي Adelie إلى نفس المكان الذي بنى فيه عُشَّه أو موضع توالده rookery كل سنة . وإذا ظل جليد البحر متجمدًا من الشتاء السابق ، فإن البطريق لايجد مفرا حينئذ من أن يمشي حتى مكان العش فوق الجليد . ومن المعروف أن طيور البطريق تعود إلى مواطنها بعد أن تقطع مسافة تزيد على ٣٢ كيلو مترًا . أما البطريق الإمبراطوري emperor penguin كبير الحجم فإنه يبني عُشَّه فوق الجليد مباشرة ويوفر الدفء لبيضه بأن يحمله فوق قمة قدمه ويُغَطّيه بالزغب (صغار الريش) . ومع أن درجة الحرارة قد تنخفض إلى – ٤٥° س ، فإن البيض لا يتلف ويظل صالحًا للفقس .

والنورس (زمج الماء) gulls هو أشهر الطيور البحرية المعروفة للناس . وطيور النورس من آكلات الجيف scavengers ، التي تنظف شواطئنا وتأكل أي سمكة ميتة أو جريحة تعثر عليها ، أو أي أسماك حية يمكنها الإمساك بها . وطيور النورس أليفة في معظم المناطق وتسمح للناس بالاقتراب منها إلى مسافة أقدام قليلة . ومن أجمل الأوقات الممتعة على

الشاطئ مراقبة هذا الطائر وهو يبحث عن الطعام. والمجال الذي ترتع فيه طيور النورس هو العالم كله . ويضم الجنس زمج الماء *Larus* أنواعًا عديدة ، يمكن للمرء أن يصادف واحدًا أو أكثر من هذه الأنواع في أي مكان نذهب إليه ، حتى في البحيرات التي تبعد عدة أميال عن البحر . وتحظى طيور النورس بالحماية في ولاية أوتا Utah . ويعزى إلى هذا الطائر الفضل في القضاء على الجدجد (صرّار الليل) crickets وإنقاذ المحاصيل من ضرره في المنطقة الواقعة حول بحيرة Great Salt Lake .

والبجعة pelican من أكبر الطيور البحرية ، ويسهل التعرف عليها من منقارها الطويل ، وتستطيع أن تمسك بأسماك قد يبلغ وزن الواحدة منها عدة أرطال بالانقضاض من الهواء والدخول إلى سطح الماء واختطاف إحدى الأسماك على غرة . ويبدو البجع أشبه بطائرة لا يمكن السيطرة عليها مطلقا عندما يشق طريقه داخل مياه البحر ، ومن المدهش دائمًا أن تراه ينفض الماء عن جسمه ويطير مبتعدًا لكي يعود إلى الانقضاض من جديد . ومن عادة البجع أن يطير على ارتفاع منخفض جدًا أمام موجة بعيدة المنشأ swell أو موجة عادية wave ويركب فوق تيار الهواء الصاعد الذي تحدثه الموجة . ويمكنه أن يحلّق أو يحوم مسافات طويلة بهذه الطريقة على ارتفاع بوصات قليلة فوق الماء دون أن يحرك أجنحته .

أما الفرقاط frigatebird فهو طائر غير عادي لأنه طائر بحري يعيش ويتغذى فوق عرض البحر (البحر المكشوف) ، ومع ذلك فإنه لا يستطيع العوم . إن الزيت الذي يوجد على ريش معظم الطيور المائية ليحول دون تشربه للماء - لا وجود له في ريش الفرقاط . وهو يطير فوق الماء ويلتقط طعامه من فوق سطح الماء ، ولكنه لو هبط فوق الماء لكان مصيره الغرق .

وطائر النوء Wilson's petrel طائر صغير يقطع مسافة تقرب من ٣٢٠٠٠ كيلو مترًا كل سنة لكي يبني لنفسه عُشًّا في القطب الجنوبي حيث يحل فصل الصيف في شهر ديسمبر ، ويقضي شهر أغسطس بعيدًا عن ساحل الخليج Gulf Coast . وتسعى طيور النوء لكي تبقى في موسم صيفي طوال العام . وقد شاهد المؤلف مستعمرات كبيرة من هذه الطيور تعيش في أوكارها فوق الجبال الجليدية (المثلجات) icebergs في بحر روس Ross Sea في القطب الجنوبي ، ثم شاهدها بعد ذلك خلال نفس العام في فلوريدا . وتعتبر هجرتها

(شكل ٢٢ - ٥) طيور النورس (زمج الماء) أوسع طيور الشاطئ انتشارا تبني أعشاشها في الجزر الساحلية أو أي منطقة منعزلة .

من أطول الهجرات في عالم الطيور . وهذا فضلا عن الاعتقاد السائد من أنها من أوفر الطيور عددا في العالم .

طائفة الثدييات Class Mammalia

تضم هذه الطائفة معظم ما يعتبره البشر الكائنات العليا higher forms of life . ولعل السبب في ذلك يرجع إلى أن البشر أنفسهم من أفراد هذه الطائفة . والثدييات البحرية معروفة للكافة من خلال التليفزيون ووسائل الإعلام الأخرى . وتضم رتبة الحوتيات Ceta-cea (الحيتان whales ، وخنازير البحر porpoises) ورتبة اللواحم Carnivora (الحيوانات على شاكلة عجل البحر seal) ، ورتبة الخيلانيات Sirenia (خرفان البحر manatees ، وأبقار البحر sea cows ، والأطوميات dugongs) . وهذه الحيوانات كلها من الحيوانات الحارة الدم - warm blooded حيث تكون درجة حرارة أجسامها أعلى من درجات الحرارة في البحر المحيط بها . ويترتب على ذلك مشكلة تتعلق بفقد الحرارة ولابد من ايجاد حل

(شكل ٢٢ - ٦) الغاق cormorant من الطيور الكبيرة الحجم التي تشاهد في كثير من المناطق الساحلية عادة .

لها ، وقد طرأت عليها تغييرات تشريحية عديدة يبدو أنها تؤدي مهمة تنظيم حرارة الجسم بدرجة كافية . إن شكل الثدييات يجعل نسبة المساحة الداخلية لحجم الجسم إلى السطح كبيرة . فهي مستديرة في مقطعها المستعرض ، وكلما ازداد حجمها زاد احتفاظها بالحرارة نتيجة لزيادة نسبة المساحة الداخلية للحجم إلى السطح . ومن الجدير بالملاحظة أن جميع الثدييات البحرية أكبر حجما بصفة عامة من معظم الثدييات البرية . وهناك تحويرات أخرى تتضح عند فحص عينة منها . ومن هذه التحويرات على سبيل المثال ، وجود طبقة دهنية تحت الجلد سميكة للمحافظة على الحرارة وخفض دوران الدم إلى مناطق الجلد حيث يمكن أن تتبدد الحرارة بسبب برودة الماء .

ولقد كانت قدرة هذه الثدييات على الغوص إلى أعماق بعيدة موضع حيرة للعلماء . فلم ندرك السبب في أنها لا تصاب بداء الصندوق (داء الغواصين "bends") مثلما يحدث للإنسان عندما يغوص مدة طويلة ثم يصعد مباشرة إلى سطح الماء . وكذلك لم نستطع أن نعرف كيف يمكنها أن تحبس أنفاسها هذه المدة الطويلة دون أن تترتب على ذلك آثار ضارة

تلحق بنسيج المخ . وقد تم التوصل إلى الأجوبة عن معظم هذه الأسئلة في السنوات الأخيرة عن طريق البحوث . فقد عرفنا الشئ الكثير بعد صيد هذه الحيوانات ووضعها في بعض الحدائق من نوع "Sea World Park" ، وحدائق الحيوانات المائية المختلفة التي تُسمى "marineland" . فلقد كانت هذه الحدائق الترويحية المقامة تحت الماء بمثابة مختبرات يُجري فيها العلماء الدراسات البحرية التي لم تسنح لهم الفرصة لإجرائها من قبل . وقد تبين للعلماء أن الحيتان لا تصاب بداء الصندوق لأنها عندما تغطس تزفر الهواء بدلاً من أن تستنشقه مثلما نفعل نحن البشر ، ويترتب على ذلك أنها لا يمكن أن تمتص أي نتروجين فائض ، فلا يوجد أي نتروجين لكي تمتصه لأنه لا يوجد هواء تقريبًا في رئتها .

(شكل ٢٢ – ٧) : دولفين قاروري الأنف bottlenosed dolphin وهو من الثدييات البحرية ، وهذا الدولفين معروف لعامة الناس منذ عهد أساطير الأغريق حتى برامج التليفزيون التي نشاهدها في عصرنا الحاضر .

وقد طرأت على جسمها تغييرات كثيرة من أجل المحافظة على الأكسجين وتحمل مقادير كبيرة من النفايات التي تفرزها مثل حمض اللاكتيك (اللبن) lactic acid الذي ينتج من نشاط العضلات وثاني أكسيد الكربون . ويمكن أن نسوق بعض الأمثلة لهذه التغييرات منها إبطاء ضربات القلب ، خفض تدفق الدم إلى جميع الأعضاء وأجزاء الجسم التي لا تعد حيوية بالنسبة لحياتها ، ارتفاع شديد للغاية في تعداد الهيموجلوبين في الدم والميوجلوبين في الألياف العضلية وكلاهما يحتفظ بمستويات عالية من الأكسجين ، وتحمل شديد جدًا للمنتجات الجانبية لعملية الاستقلاب (الأيض) metabolism على نحو ما أشرنا إليه من قبل .

رتبة الحوتيات : الحيتان ، خنازير البحر ، الدلافين Order Cetacea : Whales , Por-poises , and Dolphins

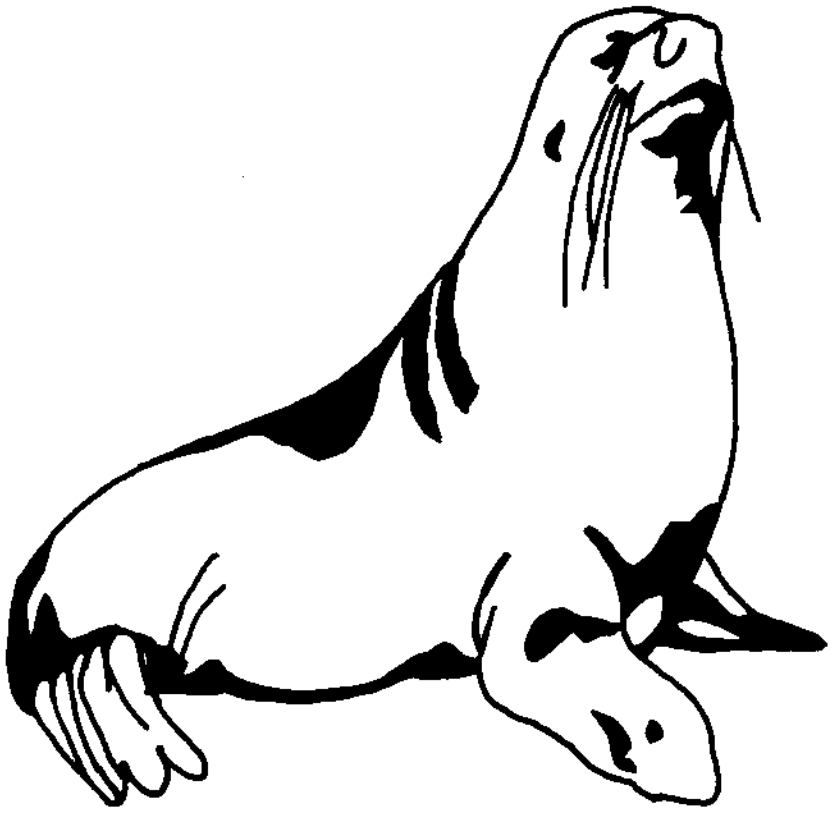
تتنقل هذه الحيوانات البديعة وتجول خلال محيطات الكرة الأرضية عبر أقاليم ومجالات شاسعة تمتد من المناطق القطبية حتى المنطقة المدارية . ومعظم هذه الحيوانات يقضي فصل الشتاء في المياه الدافئة حيث تلد صغارها ، ثم تعود في الربيع إلى المياه القطبية الباردة ، حيث تفطم صغارها . وتكون المياه القطبية في فصل الربيع غنية جدًا بالهائمات القشرية التي تسمى كريل krill وهي بذلك تصبح مرتعًا مثاليًا لتغذية هذه الحيوانات البحرية العملاقة التي تتغذى بالترشيح .

ويعتبر الحوت الأزرق blue whale أضخم حيوان عاش على ظهر الأرض . ويبلغ طول الحوت الأزرق الصغير عند مولده ثمانية أمتار ، أما الحوت البالغ الذي يبلغ وزنه ١٥٠ طنًا فإن طوله يقرب من ٣٠ مترًا . وتتغذى هذه الحيتان على الكائنات الهائمة لكونها من آكلات العشب أكثر من كونها حيوانية ، وبذلك فإنها تعمل على حفظ الطاقة . أما حوت العنبر sperm whale فهو مثال للحوت المفترس الذي يقتات على الحبَّار squid والأسماك . ولابد له من أن يتحرك بسرعة أكبر وأن يكون أكثر رشاقة في حركته من الحوت الأزرق لكي يتمكن من اقتناص طعامه . وهو حيوان ضخم ، ولكن طوله لا يتجاوز نصف طول الحوت الأزرق ، ويبلغ وزنه ثلث وزن هذا الحوت . وأصغر منه الحوت المسمى بالسفَّاح killer whale ، والذي ينمو بحيث يبلغ طوله ثمانية أو تسعة

أمتار . وكان المعتقد حتى عهد قريب أنه سفَّاح وحشي ، أما بعد أن أتيحت الفرصة للبشر لصيد هذا النوع من الحيتان والتعامل معها ، فقد وجدنا أنها حيوانات ذكية جداً ولا يبدو أنها تشكل أي خطر على الإنسان على الإطلاق . وبعد أن شاع الغوص باستعمال رداء الغوص (سكوبا) كما هو الحال الآن فلم يكن هناك مفر من أن يحدث اللقاء وجهًا لوجه مع الحيتان . وعندما تم مثل هذا اللقاء فقد سبحت الحيتان صاعدة ونظرت إلى الغواص ثم مضت إلى حال سبيلها ، ولكن الغواص لا يكون بمثل هذا الهدوء عندما يلتقي بالحيتان . ولكن على أي حال لم يتعرض الحوت بأذى لأي إنسان حتى الآن .

وهناك فرق أساسي في شكل الجسم بين الحوتيات والأسماك ويتمثل في الذيل . فذيل الحيوان أفقي ، كما أن حركته في العوم تكون صعوداً ونزولاً أساسا وتقترن بشئ من الحركة الدورانية . أما ذيل السمكة فرأسي ، وحركتها في العوم تكون من جانب لآخر . ويستطيع الحوت أن يسبح بسرعة ١٠ عقدات فترات طويلة من الزمن ، وقد تصل سرعته إلى ٢٠ عقدة لفترات قصيرة . وتستطيع الأسماك أن تسبح بسرعة أكبر من ذلك ، ولكنها لا تسبح غالبًا إلى هذا الحد فترة طويلة من الزمن . ويبدو أن الحيتان تتحرك بثبات على طريق هجرتها عندما تسبح .

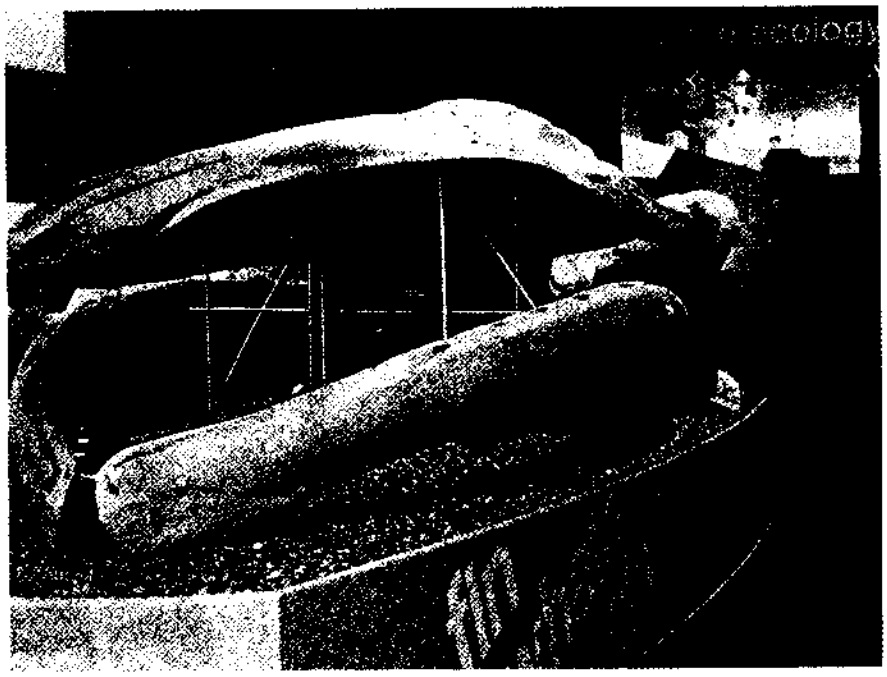
وتنقسم الحيتان وخنازير البحر إلى رتيبتين suborders تبعًا لما إذا كانت لها أسنان أم لا . فالحيتان التي ليس لها أسنان تسمى الحيتان البلينية baleen whales (رتيبة الحيتان البلينية suborder Mysticeti) وهي المغتذيات بالترشيح . ويدخل ضمن هذه المجموعة عدد من الحيتان من بينها الحوت الأزرق blue whale ، الحوت الأحدب humpback ، وحوت كاليفورنيا الرمادي California gray whale . ويُسمَّي الحوَّاتون (صائدو الحيتان whalers) الحوت الرمادي وأقاربه الأقربين من فصيلة الحويتات Balaenidae «الحيتان الحقيقية» . ومصدر هذا الاسم أنها لم تغرق عندما قتلت بالحربون harpoon (رمح لصيد الحيتان) فهي «الحيتان الحقيقية» التي أمكن إحضارها ، لأنها لم تُفقد بالغرق عندما قُتلت . وقد صدر قانون لحماية الحوت الرمادي منذ بضع سنين عندما أوشكت الحيتان الرمادية على الانقراض من جراء إفراط الصيادين في صيدها ، وقد كانت استجابتها جيدة لهذه الحماية حيث زاد عدد أفرادها مرة أخرى زيادة كبيرة .



(شكل ٢٢ – ٨) عجل بحر ذو فراء fur seal ، وهو حيوان ثديِّي بحري من رتبة زعنفيات الأقدام Pinnipedia ويتغذى على الأسماك فقط .

أما الحيتان ذوات الأسنان فإنها من رتيبة الحوتيات السنِّية Odontoceti . وتتميز هذه المجموعة بنَيْسَم (منخر) blowhole واحد ، أو فتحة أنفية واَحدة ، فوق أعلى الرأس حيث يوجد للمغتذيات بالترشيح فتحتان أنفيتان . كما تستخدم هذه المجموعة أيضا نوعًا من السونار sonar أو عضواً لكشف مواقع الأجسام عن طريق تحديد مكان الصدى والتوجه إليه واكتشاف الغذاء في الماء . وعندما توضع هذه الحيوانات في أحواض فإنها تستطيع السباحة خلال الأطواق وتؤدي بعض الألعاب حتى عندما تكون عيونها مغطاة . وتسمى الحيتان ذوات الخطم الحيتان قارورية الأنف bottlenose ، وهي تنمو بدرجة كبيرة حيث يصل طولها إلى ٣٢ متراً في الأنواع التي تعيش في الباسفيكي الشمالي .

والدولفين قارورى الأنف هو النوع الشائع منها والذي يوجد في بعض الحدائق المائية مثل عالم البحار Sea World في سان ديجو San Diego بكاليفورنيا وغيرها من الحدائق أو



(شكل ٢٢ - ٩) هذه الجمجمة لحوت زعنفي معروضة في متحف ، تمثل نموذجًا للمعروضات البديعة التي يتاح للجمهور مشاهدتها في كثير من المدن .

حدائق الحيوان المائية . وتوجد خنازير البحر porpoises في جميع البحار وحتى في الأنهار . ومن المعروف أنها تصعد عدة مئات من الأميال في أعالي نهري الأمازون Amazon، واليانزي Yanzi . ويستعمل معظم الناس اسمي خنزير البحر porpoise والدولفين dolphin بالتبادل ، ولكن اسم خنزير البحر يعني بصفة عامة الكائنات قصيرة الأنف والتي لها خطم (أنف مستطيل snout) مستدير بدلاً من الأنف المحدد الواضح الذي تتميز به الأنواع قارورية الأنف bottlenose . وأكبر الحيتان ذوات الأسنان هو حوت العنبر sperm whale الذي اكتسب شهرة واسعة بسبب رواية موبي ديك Moby Dick . ويستطيع هذا الحوت أن يغوص - بقدر ما وصل إليه علمنا - إلى عمق لا يستطيع أن يبلغه أي حيوان ثديي آخر ، ويزيد هذا العمق على نصف الميل . ويعتبر حوت العنبر والحوت الرمادي من أكثر الأنواع المهددة بخطر الانقراض إذا لم نتوقف عن صيدهما .

(شكل ٢٢ - ١٠) يبين أسد البحر sea lion في هذه الصورة الشكل الانسيابي الذي تتميز به الثدييات الغوّاصة . أما تيار الفقاقيع الذي يتدفق فوق ظهره فقد زفره الحيوان لكي يتمكن من الهبوط بسهولة أكبر .

رتبة اللواحم Order Carnivora : القضاعة (ثعلب الماء) Sea Otter ، عجل البحر Seal ، أسد البحر Sea lion ، وفيل البحر (الفظ) Walrus

هذه الحيوانات معروفة جيدا لدى الناس بسبب طريقة معيشتها التي تتخذ من الشاطئ قاعدة لنشاطها . وهي توجد بشكل أو بآخر على جميع شواطئ العالم تقريبًا وفي جميع حدائق الحيوان ، كما أنها تؤدي بعض الألعاب والحركات في التليفزيون وفي السينما وأيضا على المسرح في النوادي الليلية وفي السيرك . وأشهرها في أداء الحركات هو أسد البحر الكاليفورني California Sea lion ، فهذا الحيوان له زعانف flippers كبيرة ويستطيع أن يمشي متهاديًا على الأرض على نحو أفضل مما تستطيعه معظم الثدييات البحرية الأخرى . وهذه الأنواع «ذات الأذنين eared » تضم عجول البحر ذات الفراء fur seals التي تعيش في جزر بريبلوف Pribilof Islands الواقعة قبالة ألاسكا Alaska ، والتي بدأتْ تتوالد في جزيرة سان ميجول San Miguel Island أمام سواحل وسط كاليفورنيا ، كما

تتوالد في جزيرة سان ميجول San Miguel Island أمام سواحل وسط كاليفورنيا ، كما تضم أيضا عجل البحر الجنوبي ذا الفراء والذي يوجد حول القطب على كتل اليابسة القريبة من الدائرة القطبية الجنوبية Antaractic (أمريكا الجنوبية ، أفريقيا ، نيوزيلندا . . . إلخ) .

وعجول البحر الشعرية ليس لها زعانف أمامية كبيرة وهي تسير بطريقة خرقاء للغاية فوق اليابسة ، وكذلك تنقصها الأذن الخارجية التي تتميز بها أسود البحر . وأكبر حيوانات هذه المجموعة هو الفقمات (عجول البحر) الفيلية elephant seal والتي قد يصل طولها إلى ستة أمتار . وكما هو حال أسود البحر ، يوجد نوع واحد على الأقل من عجول البحر يعيش في المياه العذبة ، وهو أصغر أفراد هذه المجموعة إذ يبلغ طوله حوالي متر واحد ، ولا يوجد إلا في بحيرة بيكل في سيبيريا Lake Baikal , Siberia . وأكثر أنواع عجل البحر شيوعا هو عجل البحر المرفئي harbor seal ، ويوجد في معظم أنحاء العالم . وهو صغير وحيوان ودود وكثيراً ما يقترب منه الناس بسهولة . أما عجل البحر (الفقمة) آكل السرطان crabeater seal فإنه يتغذى بالترشيح بطريقة تشبه إلى حد كبير طريقة اغتذاء الحيتان البلينية ، وهو من حيوانات عرض البحر أو حيوانات الجليد الحزميّ السالك open pack ice أكثر من غيره من الكائنات الأخرى . وهناك فقمات (عجول بحر) ويدل Weddell seals في القطب الجنوبي تزحف فوق الطوف الجليدي ice floes لتلد صغارها ، أو للبحث عن شدوخ (شقوق) في الحيود الضغطية pressure ridges في الجليد . وتصعد من تحت الجليد على بعد أميال من عرض البحر ، لكي تلد صغارها في مكان لا تتعرض فيه للإيذاء . ويحدث في السنوات التي تتجمد فيها المياه بسرعة أن يحال بين بعض هذه الحيوانات والعودة إلى البحر عندما تتجمد مياه البحر كلها . ويشتهر وادي تايلور الجاف Taylor Dry Valley في القطب الجنوبي بالفقمات (عجول البحر) الموجودة فيه ، والتي مات بعضها منذ ألفي سنة . ومن المعتقد أنها زحفت إلى أعلى الوادي عندما حدث تجمد سريع أعاقها عن العودة إلى البحر .

أما فيل البحر (الفظ) warlus فإنه يندرج في مجموعة منفصلة لأن له زعانف مثل أسد البحر ، ولكنه ليس له أذنان مثل عجل البحر (الفقمة) . ولفيل البحر أيضا أنياب من العاج . وفيل البحر يتغذى من القاع ، فهو يحفر في الطمي بأنيابه بحثًا عن المحار ليأكله .

وهذه الأنياب العاجية ذات قيمة مادية ، وقد قتل الصيادون أكثرية الأفيال البحرية ، فأصبحت نادرة الآن ، وإن كان قد صدر قانون بحمايتها وربما تتكاثر من جديد .

وتختلف القضاعات (ثعالب الماء) sea otters اختلافا بينًا من حيث إن لها أرجلاً ذات أصابع في مقدمتها ، وأقدام خلفية مكففة تسبح بها . وهي تكاد تشبه ابن عرس (العرسة) weasel . وقد انقرضت تقريبا من جراء الإفراط في صيدها ، وإن كانت قد عادت إلى الظهور مرة أخرى بشكل واضح ، وهي كثيرة النسل نوعا ما . وتوجد ثعالب الماء على الساحل الغربي جنوبًا حتى وسط كاليفورنيا حيث قضت على مواطن أذن البحر abalone بأن التهمتها . ويمكن مشاهدتها من على الشاطئ وهي تسبح على ظهرها وقد حملت أذن بحر أو قنفذ بحر فوق معدتها وراحت تمزقه إربًا بأرجلها الأمامية وتأكله . ويُقبل الصيادون على صيدها بسبب فرائها الثمين الذي تزين به المعاطف والشيلان .

رتبة الخيلانيات Order Sirenia

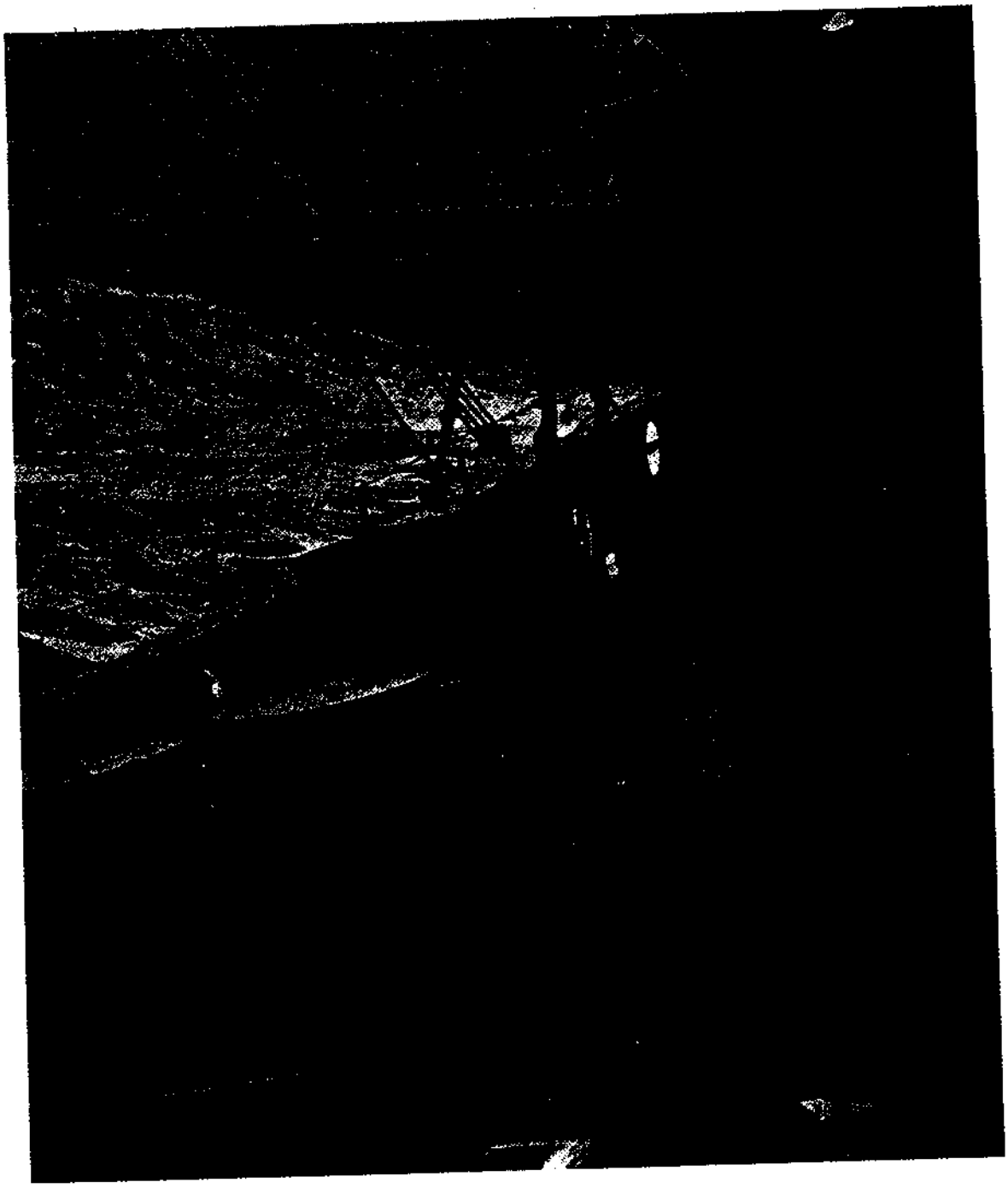
خرفان البحر Manatees ، أبقار البحر Sea Cows ، والأطوميات Dugongs

هذه الحيوانات لا يرها الناس كثيرًا ، وهي تعيش أساسًا في المناطق الضحلة . وبخاصة في الأماكن التي تتدفق فيها المياه العذبة . وهي تأكل النباتات . وقد انقرضت الأطوميات تقريبًا أو تضاءل عددها بشدة على الأقل نتيجة الإقبال عليها بسبب لحمها . وهي حيوانات آسيوية أو أفريقية في مرعاها ولا توجد في أمريكا الشمالية أو أمريكا الجنوبية .

وتوجد خرفان البحر في المنطقة العامة التي تضم فلوريدا ومنطقة الكاريبي إضافة إلى الساحل الغربي لوسط أفريقيا . وقد تمتع المؤلف بالسباحة جنبًا إلى جنب مع هذه الثدييات الضخمة ووجد أنها هادئة تماما ولا يبدو عليها الخوف . والعامل الأكبر في خفض عدد أفراد مجموعة هذا الحيوان - كما هو الحال بالنسبة لكثير من الحيوانات الأخرى - هو تدمير بيئتها مع تزايد البشر .

وشاهد المؤلف في خليج سباستيان Sebastian Inlet على الساحل الشرقي لفلوريدا عددًا من خرفان البحر ترفع رؤوسها خارج الماء لتتغذى من أشجار القرام (المنجروف) mangrove المتدلية فوق الماء . ويؤدي اشتداد حركة النقل بالزوارق في المناطق المأهولة إلى

إحداث إصابات كثيرة وموت خرفان البحر التي كثيراً ما تجرحها أرياش رفاصات الزوارق العابرة ، ويرجع السبب في معظم الحوادث التي تصيبها إلى الزوارق التي تنطلق بسرعة فائقة وقائدي المراكب ممن تنقصهم الفطنة والذكاء .



(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 .

وقد اكتشف وجود أبقار البحر sea cow في عام ١٧٤١م وتم القضاء عليها قضاءً تامًا بحلول عام ١٧٦٨م. وعندما اكتشفت تلك الأبقار كانت مواطنها في عدة جزر في منطقة الباسفيكي الشمالي . وقد قتلها الصيادون طلبًا لجلودها ولحومها وزيوتها ، ولم يعد لها وجود الآن .

رتبة اللواحم Order Carnivora

تقضي بعض الحيوانات مثل الدب القطبي polar bear وقتًا طويلا في البحر بقدر ما تقضيه كثير مما يسمى بالكائنات البحرية marine forms . ويسبح الدب القطبي ويغوص بحثًا عن الغذاء ، ويوجد غالبًا على بعد ١٥ كم من أقرب شاطئ أو طوف جليدي ice floe، وقد شوهدت بعض الدببة على مسافات تصل إلى ١٥٠كم بعيداً عن الشاطئ .

أسئلة للمراجعة

١ - اذكر بعض التحويرات التي طرأت على سلاحف البحر لكي تتمكن من الحياة في بيئة بحرية ؟

٢ - كيف تختلف طيور البطريق عن معظم الطيور المائية الأخرى ؟

٣ - كيف تحل الثدييات البحرية مشكلة فقد الحرارة وتحافظ على درجة حرارة أجسامها؟

٤ - تنقسم الحينان إلى مجموعتين رئيسيتين . اذكر خصائص كل منهما ؟

٥ - لماذا يدرج فيل البحر في مجموعة مستقلة ؟

مراجع مختارة

Ambrose, W.G. 1984. "Influence of Residents on the Development of a Marine Soft-Bottom Community." *Journal of Marine Research.* **42**:636-654.

Amos, W.H. 1969. *Life in Bays.* National Audubon Society, Nature Program. Garden City, NY: Doubleday.

Barrington, E.J.W. 1979. *Invertebrate Structure and Function.* 2nd ed., New York: John Wiley & Sons.

Bates, M. 1960. *The Forest and the Sea.* New York: Signet Science Library Book.

Beebe, W. 1928. *Beneath Tropic Seas.* New York: Putnam's.

Berrill, N.J. 1966. *The Life of the Ocean.* New York: McGraw-Hill.

Brown, Jr., F.A.; Hastings, J.W.; and **Palmer, J.D.** 1970. *The Biological Clock: Two Views.* New York: Academic Press.

Carson, R. 1951. *The Sea Around US.* Boston: Houghton Mifflin; New York: Oxford University Press, 1961.

Chaplin, C.G. 1972. *Fishwatcher's Guide to West Atlantic Coral Reefs.* Valley Forge, PA: Harrowood Books.

Caker, R.E. 1962. *This Great and Wide Sea.* New York: Harper & Row (Torchbook).

Daugherty, A.E. 1972. *Marine Mammals.* Sacramento, CA: Department of Fish and Game.

Dawson, E.Y. 1944. *The Marine Algae of the Gulf of California.* Los Angeles: University of Southern California Press.

Detwyler, T .R. 1971. *Man's Impact on Environment.* New York: McGraw-Hill.

Edwards, C.E. 1971. *Persistent Pesticides in the Environment.* Cleveland, OH: Chemical Rubber Company Press.

Fell, B. 1975. *Introduction to Marine Biology.* New York: Harper & Row.

Fretter, V. and **Graham, A.** 1976. *A Functional Anatomy of Invertebrates.* New York: Academic Press.

Fry, D.H., Jr. 1973. *Anadromous Fish of California.* Sacramento, CA: Department of Fish and Game.

Furlong, M. and **Pill, V.** 1970. *Starfish.* Edmonds, WA: Ellison Industries.

Gilmartin, M. 1958. "Some Observations on the Lagoon Plankton of Eniwetok Atoll." *Pacific Science.* **12**:313-316.

Gotshall, D.W. 1977. *Fishwatchers' Guide.* Monterey, CA: Sea Challlengers.

Gotshall, D.W. 1982. *Marine Animals of Baja California.* Monterey, CA: Sea Challengers-Western Marine Enterprises.

Halstead, B.W. 1959. *Dangerous Marine Animals.* Cambridge, MD: Cornell Maritime Press.

Harrison, Peter. 1983. *Seabirds: An Identification Guide.* Boston: Houghton Mifflin.

Hay, J. 1965. *The Run.* Garden City, NY: Doubleday.

Herald, E.S. 1961. *Living Fishes of the World.* Garden City, NY: Doubleday.

Hill, M.M. 1963. *The Sea.* Vols. I and II. New York: Interscience Publishers, John Wiley & Sons.

Hood, D.W. (ed.) 1971. *Impingement of Man on the Oceans.* New York: Interscience Publishers, John Wiley & Sons.

Idyll, C.P. 1971. *Abyss: The Deep Sea and the Creatures That Live in It.* New York: Crowell.

Idyll, C.P. 1972. *Exploring the Ocean World: A History of Oceanography,* rev. ed. New York: Crowell.

Jackson, S.W. 1971. *Man and the Environment.* Dubuque, IA: Wm. C. Brown Company.

Johnson, M.E. and **Snook, H.J.** 1935. *Seashore Animals of the Pacific Coast.* New York: MacMillan.

Keen, A.M. 1971. *Sea Shells of Tropical West America.* Stanford, CA: Stanford University Press.

Kelley, D.W. 1966. *Ecological Studies of the Sacramento-San Joaquin Estuary.* Califomia Fish & Game, Fisheries Bull. No. 133.

Kirpichnikov, V.S. 1981. *Genetic Bases of Fish Selection.* New York: Springer-Verlag.

Lanting, F. and **Stegner, P.** 1985. *Islands of the West.* San Francisco: Sierra Club Books.

Lewis, J.R. 1964. *The Ecology of Rocky Shores.* London: English University Press.

MacGinitie, G.E. and **MacGinitie, N.** 1949. *Natural History of Marine Animals.* New York: MacGraw-Hill.

Marchant, J. and **Prater, T.** 1986. *Shorebirds: An Identification Guide.* Boston: Houghton Mifflin.

Meske, C. 1985. *Fish Aquuculture.* New York: Pergamon Press.

Newell, N.D. 1972. "The Evolution of Reefs." *Scientific American.* **228**(6):54-69.
North, W.J. 1963. *Ecology of the Rocky Seashore Environment in Southern California and Possible Influences of Discharged Wastes.* Internal Conference Water Pollution 7(6/7):721-736.
Parrott, A.W. 1957. *Sea Anglers' Fishes of New Zealand.* London: Hodder and Stoughton.
Peterson, R.T. 1961. *A Field Guide to Western Birds.* Boston: Houghton Mifflin.
Peterson, R.T. 1980. *A Field Guide to the Birds East of the Rockies.* 4th ed. Boston: Houghton Mifflin.
Pirie, R.G. 1977. *Oceanogruphy.* 2nd ed. New York: Oxford Press.
Potter, V.R. 1971. *Bioethics: Bridge to the Future.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
Reise, Karsten. 1985. *Tidal Flat Ecology.* New York: Springer-Verlag.
Ricketts, E. and **Calvin, J.** 1968. *Between Pacific Tides.* 4th ed. revised by J. Hedgpeth. Stanford, CA: Stanford University Press.
Schultz, G.A. 1969. *The Marine Isopod Crustaceans.* Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
Sea Frontiers – International Oceanographic Foundation. Miami, FL.
Siegfried, W.R. ***et al.*** 1983. *Antartic Nutrient Cycles and Food Webs.* New York: Springer-Verlag.
Smith, H.W. 1961. *From Fish to Philosopher.* Garden City, NY: Doubleday.
Storer, T.I. 1972. *General Zoology.* New York: McGraw-Hill.
Sumich, J.L. 1976. *An Introduction to the Biology of Marine Life.* Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
Tait, R.V. 1981. *Elements of Marine Ecology.* Boston: Butterworth.
Thiruvathukal, J.B. and **McCormick, J.M.** 1976. *Elements of Oceanography.* Philadelphia: W.B. Saunders.
Thorson, G. 1971. *Life in the Sea.* New York: McGraw-Hill.
Villee, C.A. ***et al.*** 1984. *General Zoology.* 6th ed. New York: Saunders College Publishing.
Vogt, F. 1982. *Fish Farming: Its Possible Future Structure.* Proceedings 2nd International Seminar on Energy Conservation and Renewable Energies in the Bio-Industries. New York: Pergamon Press.

المعاجم المستخدمة في الترجمة

* **معجم البيولوجيا في علوم الأحياء والزراعة** ، الجزء الأول ، القاهرة : مجْمع اللغة العربية ، ١٩٨٤ م .

* **معجم البيولوجيا في علوم الأحياء والزراعة** ، الجزء الثاني ، القاهرة : مجْمع اللغة العربية ، ١٩٨٨ م .

* **معجم المصطلحات الطبية** ، الجزء الأول ، القاهرة : مجمع اللغة العربية ، ١٩٩٠ م .

* **معجم المصطلحات الطبية** ، الجزءالثاني ، القاهرة : مجمع اللغة العربية ، ١٩٩٠ م .

* **المعجم الموحد للمصطلحات العلمية في مراحل التعليم العام** ، (مطبوعات المجمع العلمي العراقي) ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، نسخة من تصوير اللجنة الوطنية السعودية للتربية والثقافية والعلوم ، الرياض : وزارة المعارف ، ١٤٠٣ هـ / ١٩٨٣ م :

المجلد (٢) : معجم مصطلحات الفيزياء .

المجلد (٣) : معجم مصطلحات الكيمياء .

المجلد (٤) : معجم مصطلحات علم الحيوان .

المجلد (٥) : معجم مصطلحات علم النباتات .

المجلد (٦) : معجم مصطلحات الجيولوجيا .

* **معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية** ، الطبعة الرابعة ، أحمد شفيق الخطيب ، بيروت : مكتبة لبنان ، ١٩٧٧ م .

* **معجم المصطلحات الجغرافية** ، يوسف توني ، القاهرة : دار الفكر العربي ، ١٩٧٧ م .

* **المورد** ، منير البعلبكي ، الطبعة العشرون ، بيروت : دار العلم للملايين ، ١٩٨٦ م .

* **معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا** ، أربعة أجزاء . بيروت : لبنان : معهد الإنماء العربي ، ١٩٧٨ م .

* **معجم الشهابي في مصطلحات العلوم الزراعية** ، وضع وتحقيق الأمير مصطفى الشهابي ، إعداد : أحمد شفيق الخطيب ، بيروت : مكتبة لبنان ١٩٨٢ م ، .

* **موسوعة أبو خطوة لعلوم الأحياء والكيمياء الحيوية** ، أحمد نبيل أبو خطوة ، جدة : شركة دار القبلة للثقافة الإسلامية ، ١٩٩٢ م .

* **قاموس علم النبات المصور** : أحمد شفيق الخطيب ، بيروت - لبنان : مكتبة لبنان ، ١٩٨٦م .

*Webster's New Geographical Dictionary. 1980.

*McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms. Second Edition. 1978.

*Webster's Ninth New Collegiate Dictionary. 1986.

الملاحق

- ثبت المصطلحات
  - عربي - إنجليزي
  - إنجليزي - عربي
- كشاف الموضوعات

ثبت المصطلحات

عربي - إنجليزي

- أ -

إبرة (حمة)	Dart
إبرة (زباني)	Stinger
أبواغ حيوانية	Zoospores
أبو ذنبية(شرغوف الضفدع)(يرقة الشرغوف)	Tadpole
أثرية(ليس لها وظيفة)	Vestigial
أجار	Agar
أجراف الشاطئ	Cliffs
أجسام جولجي	Golgi bodies
الأجهزة العضوية	Organ system
أحادي المجموعة الكروموسومية(مفردة الصبغيات)	Haploid
أحاديات الصفيحة	Monoplacophora
أحافير	Fossils
أحياء القاع العميق	Bathybenthic
أخطبوط	Octopus
أذن البحر	Abalone
أرتيميا (روبيان الماء المالح)	*Artemia*
أرجل كاذبة (مزاحف)	Pseudopoida = false feet
أرسطو	Aristotle
أركا	Arca
أرنب البحر	Sea hare
أسد البحر	Sea lion
أسفين	Wedge
أسقلويات صخرية	Rock scallops
أسكوفيلم (طحلب بني)	Aschophyllum
أسماك السالبا	Salps
الأسماك العظمية	Osteichthyes
الأسماك الغضروفية	Chondrichthyes
أسماك جنينية	Embryonic fish
أسماك كانيكتايد	Channichthyid
الأسموزية(ظاهرة التناضح)	Osmosis
أشباه أفعويات الذيل	Echiuroidea
أشباه العيينات	Euglenoids
أشباه النجميات	Stelleroidea
أشكال قاعية	Benthic forms
أشكال متجمعة	Aggregate forms
أشنة	Lichen
أشواك	Spines
أصداف زيتونية	Olive shells
أصداف سنِّية	Tooth shells
أصداف فقَاعية	Bubble shells
أطوم أوزي (الكثمليات)	*Chthamalus*
أطوم الأوز البحري	Goosenecked barnacle
أطوم بلوطي	Acorn barnacle
أطوم بلوطي	*Balanus* (see: Acorn barnacle)
الأطوم (البرنقيل)	Barnacles
الأطوميات (الأطم)	Dugongs
أعضاء حسية	Sensory organs
أعناق (انظر : جذع)	Stalks

الأغوانيات (العيدشونيات)	Iguanidae
أفاعي البحر	Sea snakes
أفعى	Snake
أقدام أنبوبية	Tube feet
آكلات اللحوم	Meat eaters
أكمايا (جنس من البطلينوس)	*Acmaea*
أكياس لاسعة	Nemotocysts
ألياف	Fibres
ألياف حريرية	Byssal threads
الأماكن الشاطئية	Inshore
أمبولة . (حبابة)	Ampulla
أمشاج	Gametes
أمواج سنامية أو تسونامية	Tsunamis
أمواج كبيرة	Seas
أمواج مد جزرية	Tidal waves
أنسجة	Tissues
أنقليس الأطلنطي الشمالي	*Anguilla*
الأنقليس المخاطي	Slime eel
الأنواع البحرية الشاطئية	Neritic species
أنواع متوطنة	Endemic species
أهداب	Cilia
أوردة	Veins
أوركستيا (من متساويات الأرجل)	*Orchestia*
أوريليا « أحد أجناس قنديل البحر »	*Aurelia*
أوزون	Ozone
أوكار (مواكن الطيور)	Nesting
أولفا (طحلب)	*Ulva*
أوليات (حيوانات أولية)	Protozoa
إيزونوس (من ديدان الشاطئ الحقيقية)	*Euzonus*
ايسينيا (عشب بني عملاق)	*Eisenia*

أيض . (عملية الاستقلاب)	Metabolism
ابن عرس (العرسة)	Weasel
اجريجيا (طحلب)	*Egregia*
أخصائي بعلم الأنسجة	Histologist
الأربيان المسدسي	Pistol shrimp
إسفنج زجاجي	Glass sponge
إسفنجين	Spongin
إسقلبين (سمكة)	Sculpin
الأسقلوب (المحار المروحي)	Scallop
اسم العائلة	Family name
اسم ملتن (من اللغة اللاتينية)	Latinized
أغوانات بحرية . (عظاية)	Marine iguana
اكليل الجبل الكاذب	Marsh rosemary
الجينات	Alginates
إنتاج الغذاء الأولي	Primary production
انتصاف . (انقسام اختزالي أو منصف)	Meiosis
إنتوفيسالس (طحلب)	*Entophysalis*
إنتيرومورفا (طحلب)	*Enteromorpha*
انثوبليرا (من الشقار)	*Anthopleura*
انجراف بطئ	Slow drift
انحدار (تدرج) حراري	Thermocline
اندوكلاديا (طحلب)	*Endocladia*
إنزيمات	Enzymes
انسلاخ	Molt
انقسام خلوي	Cell division
انقسام سيتوبلازمي	Cytokinesis
انقسام غير مباشر (انقسام فتيلي)	Mitosis
انهيالات أرضية	Landslides
إيمريته أنالوجا	*Emerita analoga*

إيمريته (سرطان بحري)	*Emerita*
إيمريته تالبويدا	*Emerita talpoida*

- ب -

بؤرة البصر	Eye spot
الباديات الحقيقية	Euphausiacea
الباديات الحقيقية	Euphausiid crustacean
بانوب (نوع من المحار)	Panope
بانوليروس (كركند شوكي)	*Panulirus*
بتر ذاتي	Autotomy
بجعة	Pelican
بحر القطب الجنوبي	Antarctic sea
بحر جليدي	Ice, sea
بحري	Marine
براغيث الشاطئ	Beach fleas
براغيث الماء	Water fleas
براكيترشيا (طحلب)	*Brachytrichia*
برك المد جزر	Tide pools
البرمائيات	Amphibians
بروتوبلازم (جبلة)	Protoplasm
البزاقات	Slugs
البشرة	Epidermis
البشروس	Flamingo
البطريق الإمبراطوري	Emperor penguin
بطلينوس	Limpet
البطنقدميات	Gastropoda
بطنقدميات	Gastropods
بقرة البحر	Sea cow
بلاجي (غمري . بحري عميق)	Pelagic
بلح البحر (الميدية)	Mussels
بلح البحر (ميديات بحرية)	Sea mussels
بلوطة	Acorn
بنائية الألواح	Plate tectonics
بنصة البحر (ثالوث البحر . زهرة الثالوث)	Sea pansy
البورتينيات	Portunidae
بوستلسيا (طحلب)	*Postelsia*
بوغ (جرثومة)	Spore
البوغيات (الجرثوميات)	Sporozoa
بولياسيبس (أطوم . برنقيل)	Pollicipes
بوليب المرجان	Polyp
بيئة دقيقة (بيئة موضعية)	Microenvironment
بيدك (محار حفار)	Piddocks
بيزاستر (من نجوم البحر)	Pisaster
بيوضي	Oviparous

- ت -

تأثير	Impact
تأثير الموج	Wave impact
تأمور	Pericardium
تاجيلوس (نوع من المحار)	*Tagelus* spp.
تالوس (نبات)	*Thallus*
التبرعم	Budding
تتراكليتشيا (أطوم أحمر كبير الحجم)	*Tetraclitia*
تجاويف دموية	Hemocoel
تجزؤ	Segmentation
تجويف تأموري	Pericardial cavity
تحور	Metamorphosis
تخليق كيميائي (تمثيل كيميائي)	Chemosynthesis
ترويح	Recreation

البتريديات (اللازهريات الوعائية)	Pteridophyta
تريزوس (من المحار)	*Tresus*
تشابه وظيفي	Analogy
تشريح شامل (كُلّي)	Gross anatomy
تَطبُّق ـ (تكوين طبقات)	Stratifying
تطفل	Parasitism
تطور	Evolution
تعاقب	Succession
تعاقب الأجيال	Alternation of generations
تعايش (متبادل المنافع)	Mutualism
تعدد الأشكال	Polymorphism
تعرض	Exposure
تعرية جليدية	Scouring
تِفْلا (محار ملزمي سميك الأصداف)	*Tivella* (pismo clam)
تكاثر لاجنسي	Asexual reproduction
تكافؤ	Valence
تكافل	Symbiosis
تكافلي	Symbiotic
تكوين	Genesis
تكوين الحيوانات المنوية (أنطاف)	Spermatogenesis
تكيُّس	Encyst
تلقيح بيني (التناسل فيما بين الأنواع)	Interbreeding
تماثل (تناظر تركيبي)	Homology
التمثيل الضوئي	Photosynthesis
تمساح	Crocodile
التمنطق (تقسيم النطاقات)	Zonation
تناسل الصغار	Paedogenesis (pedogenesis)
تولد الأمشاج	Gametogenesis
التونة	*Tuna*
تيار	Current
تيار الانجراف	Drift
تيار الخليج	Gulf stream
تيار الرياح الغربية	West wind drift
تيار بيرو	Peru current
تيار صاعد من المياه العميقة (تيار رأسي)	Upwelling
تيار محلي	Local current
تيار معاكس	Counter current
تيارات رأسية بيروفية	Peruvian upwelling
تيارات شاطئية	Alongshore currents
تيجولا (القوقعة ذات العمامة السوداء)	*Tegula* (black turban snail)
تيطس (أرنب البحر)	*Tethys*
تيلاميا (طحلب)	*Tellamia*

- ث -

الثدييات	Mammalia
ثدييات	Mammals
ثعلب البحر (ثعلب الماء ـ قضاعة)	Sea otter
ثنائي الفرع	Biramous
ثنائي المجموعة الكروموسومية (مزدوج الصغيات)	Diploid
ثنائية العصب (انظر : متعددات الصفائح)	Amphineura (see: polyplacophora)

- ج -

جابر (محار يسمى Tresus)	Gaper (Tresus)
الجاذبية الأرضية	Gravity
جالسة (ملتصقة)	Sessile
جانبي	Lateral
جبال جليدية (مثلجات)	Icebergs
جبال وسط الأطلنطي	Mid-Atlantic ridge
جدار خلوي	Cell wall

الجدجد (صرّار الليل)	Cricket
جذريات الأرجل	Rhizopods
جذور دعامية	Strut roots
جراد البحر (الكركند)	Lobster
الجرّيث	Hagfish
الجزر الواطئة مقابل فلوريدا	Florida keys
جزر محاقي (تربيعي)	Neap tide
جزيرة حاجزة	Barrier island
جزيرة حلقية مرجانية	Atoll
جلد مدبوغ	Leather
الجلدشوكيات	Echinodermata
الجلكيّات	Lampreys
جليد مرصوص (رصيص جليدي)	Pack ice
الجليد الحزمي السالك	Open pack ice
جماعة الذروة (مجتمع الذروة)	Climax community
جنبة	Bush
جنس	Genus
جنس المزماريات	Sipunculus
جنين	Embryo
الجهاز الإخراجي	Excretory system
الجهاز التناسلي	Reproductive system
الجهاز التنفسي	Respiratory system
الجهاز الجلدي	Integumentary
جهاز الدورة الدموية	Circulatory system
الجهاز العصبي	Nervous system
الجهاز العضلي	Muscular system
جهاز الغدد الصماء	Endocrine system
جهاز وعائي مائي	Water vascular system
الجورجونيات (المرجان القربي)	Gorgonians
جوينات	Inlets
جيليديوم (طحلب)	Gelidium
جينات (مورثات)	Genes
جيودك (محار يسمى Panope)	Geoduck
جيولوجيا الأعماق البحرية	Submarine geology

- ح -

حار الدم (ثابت الحرارة)	Warm blooded
الحافة القارية	Continental edge
حاملات الألوان	Chromatophores
حاملات اللوامس	Lophophores
حاملات الممصّ	Siphonophores
الحبار (السبيدج)	Squid
حبل ظهري	Notochord
حبل عصبي ظهري	Dorsal nerve cord
الحبليات	Chordata
حتات (فتات)	Detritus
حجيرة شرجية	Anal chamber
حد أمثل	Optimum
الحد الأقصى للمحصول المستديم	Maximum sustainable harvest
حدبة	Umbo
حديقة حيوانات مائية	Marineland
حراشف قرصية	Placoid scales
حراشيف أنبوبية	Tube scales
الحربون (رمح لصيد الحيتان)	Harpoon
الحرشفيات	Squamata
حَرْف	Ridge
الحزازيات القائمة	Mosses
حزازيات حيوانية	Bryozoans
حساء الشودر	Chowder
حشائش بحرية	Sea grass

حشائش ثعبان البحر (عشبة الأنقليس)	Eel grass
حشرة	Insect
حطام الصخور	Debris
حلزون مخروطي	Conus
الحلقيات	Annelida
الحمار القبان	Pill bug (sow bug)
حمض اللاكتيك (اللبن)	Lactic acid
حوائل الأمواج الصخرية	Rock jetties
حوَّات (صياد الحيتان)	Whaler
الحوت الأحدب	Humpback
الحوت الأزرق	Blue whale
الحوت الرمادي	Gray whale
الحوت السفاح	Killer whale
حوت العنبر	Sperm whale
حوت بليني	Balcen whale
حوت كاليفورنيا الرمادي	California gray whale
الحوتيات	Balaenidae
الحوتيات	Cetacea
الحوتيات السنِّية	Odontoceti
حوض سفن	Dock
حول قطبي	Circumpolar
حويصلات التوازن	Statocysts
حويصلات الطفو	Flotation bladders
الحياة الفطرية	Wildlife
الحياة القاعية	Benthic life
حيات الماء	Hydrophiidae
الحيتان البيلينية	Mysticeti
حيتان بيلينية	Whalebone whales
حيوان اللؤلؤ	Nautilus
حيوان اللؤلؤ الورقي	Paper nautilus
حيوان ليلي	Nocturnal
حيوان منوي	Sperm
حيوانات البحر العميق المفترسة	Pelagic predators
الحيوانات الراقية	Higher animals
حيوانات تعيش تحت القاع (الفونا التحتية)	Infauna
حيوانات حزازية أو طحلبية	Moss animals
حيوانات زهرية	Anthozoans
حيوانات مفترسة	Predators
حيوانات نباتية	Plantamals

- خ -

خارجيات الشرج	Ectoprocta
خانق (واد ضيق)	Canyon
خبير بعلم الخلايا	Cytologist
الخث (الطرب)	Peat
الخرافيات	Chimaeras
الخرشنة (طائر مائي شبيه بالنورس)	Terns
خرطوم	Proboscis
خروف البحر	Manatea
خس بحري	Sea lettuce
خشن	Raspy
خضراء مصفرة (طحالب)	Yellow-green
خط زبد أمواج الشاطئ (خط تصادم الموج)	Surf line
خطم (أنف مستطيل)	Snout
خطوط العرض المعتدلة	Mid-latitudes
خُطَيم	Rostrum
خلايا البشرة	Epidermal cells
خلايا جسدية	Somatic cells
خلايا جنسية	Sex cells

خلايا مطوقة	Choanocytes = collar cells	Dendroponna
خلية	Cell	Lipid
خلية أميبية	Amoebocyte	Rotifera
خلية بدائية النواة	Prokaryotic cell	Earthworm
خلية جرثومية (تناسلية)	Germ cell	*Turbellaria*
خلية حقيقية النواة	Eukaryotic cell	Pinworm
خلية مسامية	Pore cell	Ship worm
خليج	Bay	*Teredo*
خنثوي	Hermaphroditic	*Trichina*
خنزير البحر	Porpoise	Fishing worm
خيار البحر	Sea cucumber	Peanut worm
خيار البحر المجفف	Trepang	Palolo worm
خياريات البحر	Holothuroidea	Acorn worm
خياشيم مشطية	Ctenidia	Arrow worm
خيشوميات الأرجل	Branchiopoda	Christmas tree worm
الخيلانيات	Sirenia	Tapeworm
		Hookworm
		Segmented worm
		Spoon worm
		Energy cycle
		Sand dollars
		Beam clam (Donax)
		Donax
		Diatoms
		Round worms
		Flukes
		Annelid worms
		Blood worms
		Ribbon worms
		Flat worms

دندروبوما (قوقعة أنبوبية)
دهنيات
الدوارات
دودة الأرض
دودة التربيلاريا
الدودة الدبوسية
دودة السفن
دودة السفن (دودة الخشب)
الدودة الشعرية (الترخينة)
دودة الصيد
دودة الفول السوداني
دودة بالولو
دودة بلوطية
دودة سهمية
دودة شجرة عيد الميلاد
دودة شريطية
دودة شصية
دودة مشدفة (مقسمة إلى حلقات)
دودة مغرفية
دورة الطاقة
دولارات البحر الرملية
دوناكس
دوناكس(بطلينوس . محار ملزمي)
دياتومات
ديدان أسطوانية(خيطيات)
الديدان الكبدية
ديدان حلقية
ديدان دموية
ديدان شريطية
ديدان مفلطحة

- د -

د.ن.ا (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين)	DNA (Deoxyribonuclei acid)
داء الصندوق (داء الغَّواصين)	Bends
دائريات الفم	Cyclostomata
دائم التغيير (ديناميكي)	Dynamic
داخل الزبد	Insurf
داخليات الشرج	Endoprocta
دب قطبي	Polar bear
درجة الحرارة	Temperature
درع (درقة)	Lorica
درع(درقة)(قشرة كلسية)(زَبَل)	Carapace
الدلو الكباش	Orange peel grab

- ذ -

ذات تناظر جانبي	Bilaterally symmetrical	
ذات وظيفة	Functional	
ذاتي التغذية	Autotrophic	
ذراعيات الأقدام(المرجانيات)	Brachiopoda	
الذرب (المهذار)	Whelks	
ذوات الفلقتين	Dictoyledonae	
ذوات المصراعين	Bivalvia	
الذيل حبليات	Urochordata	

- ر -

ر . ن . ا (حمض نووي ريبوزي)	RNA (Ribonucleic acid)	
رئة	Lung	
الرأسحبليات	Cephalochordata	
رأسيات الأرجل	Cephalopoda	
رئويات	Pulmonata	
رباعي	Tetrad	
رتبة	Order	
رتبة الحوتيات (رتبة تضم الحيتان وخنازير البحر)	Cetacea-porpoises	
رتبة متلألئات الأجسام	Pyrosomida	
رتيبة (تحت رتبة)	Suborder	
الرخويات	Mullusca	
رداء الغوص	Scuba (self-contained underwater breathing apparatus)	
رصيف بحري	Pier	
رفوف قارية	Continental land shelves	
ركائز	Piling	
رمث	Raft	
رمل	Sand	
رميحات	Lancelets	
رواسب الصلصال الأحمر	Red clay sediments	
روبيان	Prawn	
روبيان الماء الأجاج	Brine shrimp	
روبيان حقيقي (أربيان)	Shrimp	
روستر (سمكة)	Rooster	
ريبوسومات	Ribosomes	
ريشة البحر (حيوان زهري يسمى Stylatula)	Sea pen	
ريشة	Pinnule	

- ز -

زبد الموج (رياضة ركوب زبد الموج)	Surf	
زحزحات	Shifts	
زراعة البحار	Farming of the sea	
الزراعة المائية	Aquaculture	
زعاق (ماء شبه مالح)	Brackish	
زعنفة	Flipper	
زعنفة حوضية	Pelvic fin	
زعنفيات الأقدام	Pinnipedia	
الزقيات	Ascidiacea	
زقيات	Ascidians	
زنابق البحر	Sea lilies	
الزنبقيات	Crinoidea	
زنبور البحر	Sea wasp	
إزهرار	Bloom	
الزهريات (الحيوانات الزهرية)	Anthozoa	
زهرية البحر	Sea vase (Beroe)	
الزواحف	Reptilia	
زورق قطر	Tugboat	

زورقيات الأرجل	Scaphopoda	السرطان الناسك	Hermit crab
زوزانثلا (طحالب مجهرية تكافلية)	Zooxanthellae	سرطان بسلي	Pea crab
الزوستيرة (عشبة الانقليس)	*Zostera*	سرطان بورسلاني	Porcelain, crab
زيجوت (لاقحة)	Zygote	سرطان جوز الهند	Coconut, crab
		سرطان حدوة الحصان(ملك السرطانات)	Horseshoe (King crab)
	– س –	سرطان حقيقي	True, crab
سابيدرس	Sapidus	سرطان رملي	Sand, crab
ساحل محمي	Protected coast	سرطان صخري	Stone, crab
ساحل مكشوف	Open coast	سرطان عنكبوتي	Spider, crab
سارجسام (عنَب البحر)	*Sargassum*	سرطان محتجر	Crab, fiddler
ساكنات الرمل	Arenicola	سرطان ناسك	Hermit, crab
ساكنات الرمل	Sand dwellers	سعفات سرخسية	Frunds
ساكنات الطين	Mud dwellers	سلحفاة	Turtle
السبر بالصدى	Echo sounding	سلحفاة البحر	Hawksbill turtle
ستايلاتولا (اسم الحيوان الزهري Sea Pen)	*Stylatulu*	السلحفاة الخضراء	Green turtle
سحالي (عظاءات)	Lizards	سلحفاة بحرية	Sea turtle
سحب (مقارمة)	Drag	سلحفاة بحرية ضخمة الرأس	Loggerhead turtle
السرؤ (السرء)	Spawning	سلحفاة جلدية الظهر	Leather back turtle
سرخس	Ferns	السلحفاة ريدلي	Ridley turtle
سرخس	Tomopteridae	سلسلة الغذاء	Food chain
سرطان	Cancer	سلمون	*Oncorphynchus*
سرطان	Crab	سليكا	Silica
السرطان الأزرق	Blue crab	سليلوز	Cellulose
السرطان الخلد	Mole crab	سم (توكسين)	Toxin
سرطان الشاطئ	Shore, crab	سمك آنبوبي (أبو زمارة)	Pipe fish
سرطان الشاطئ المخطط	Striped shore crab	سمك البلايس	Plaice
السرطان الشبحي	Ghost crab (Decapoda)	سمك الترس	Flounders
السرطان العائم (سابح)	Swimming crab	سمك السردين	Sardine
السرطان المحتجر	Fiddler crab	سمك السلمون	Salmon
السرطان المزخرف	Decorator crab	السمك السنجابي	Squirrelfish

السمك الطيار	Flying fish	شبيكة السيتوبلازم الداخلي
سمك القرش	Shark	شجرة تنفسية
سمك القوبيون	Goby fish	شدة الضوء
سمك المحيط الأزرق	Ocean blue fish	الشعاعيات
سمك جرانيون	Grunion	الشعب الحاجز الكبير
سمك فضي الجنبين	Silversides	شعب حاجز
سمك موسى	Sole	شعب حافي
سمكة الشمس	*Mola mola*	شعب مرجانية
سمكة الصابوغة	*Clupea*/white bait	شعبة (جمعها شعب)
سمكة الفاروس	Royal gramma	شعبية (تحت شعبة)
سمكة القحلة	Kelp fish	شقائق البحر (الشقار)
السمكة النافخة	Puffer fish	شفاف
سمين	Fleshy	الشفنين البحري
ستريول (مريكيز)	Centroiles	شفوق خيشومية
سوابح (سابحات)	Nekton	شقوق خيشومية خارجية
السوطيات	Flagellata	شقيق النعمان (زهر البحر)
سوطيات	Flagellates	شواطئ صخرية
سوطيات دوارة ثنائية الأسواط	Dinoflagellates	شوفان بحري
سونار (جهاز السبر بالصدى)	Sonar	شوكيات الجوف
سويقة	Stipe	شويكات
السياميات	Cyamus	شيطان البحر
السيبيا	Cuttlefish	
سيتوبلازم	Cytoplasm	
سيفون (ممصّ)	Siphon	صافي الإنتاجية
سيفيات الذيل	Xiphosurida	صبغ أحمر
		صخور
– ش –		صدريات الصدفة
الشائكات	Acantharia	صدع (شق)
شاذات الذيل (أنومورا)	Anomura	صدفة (قشرة)
شاطئ مغمور	Submerged beach	صدفة ريشية (صدفة مروحية)

Endoplasmic recticulum	
Respiratory tree	
Light intensity	
Radiata (Radiolaria)	
Great barrier reef	
Barrier reef	
Fringing reef	
Coral reef	
Phylum (P. Phyla)	
Subphylum	
Anemone	
Transparent	
Rays	
Gill silts	
External gill silts	
Sea anemone	
Rocky shores	
Sea oats	
Coelacanth	
Spicules	
Manta	
– ص –	
Net productivity	
Red pigment	
Rock	
Thoracostraca	
Crevice	
Shell	
Penshell	

صدفة قنديلية	Lamp shell
الصرف السطحي (المياه الجارية على السطح)	Runoff
صرف صحي	Sewage
صعاد	Anadromous
الصفراء	Bile
صفيحة	Plate
صلصال أحمر	Red clay
صمام حلزوني	Spiral valve
الصيد التجاري	Commercial fishing
الصيد الجائر	Overfishing
صيد السمك بالحربة	Spearfishing

- ض -

ضامر	Rudimentary
الضحمة (*Mola mola*)	Sun fish
الضغط الأسموزي (التناضحي)	Osmotic pressure
ضوء بارد	Cold light
ضوئي	Photic

- ط -

طائر البطريق	Penguin
طائر البطريق الصغير	Adélie penguin
طائر النوء	Wilson's petrel
طائر بحري	Sea bird
طائفة	Class
طائفة النجميات	Asteroidea
طاقة أحيائية	Biotic potential
طبقات اللابة	Lava beds
طبقات جرثومية	Germ layers
طبقة تحتية	Substrata
طحالب	Algae
الطحالب البررية	Pyrrophyta
الطحالب البنية	Phaeophyta
الطحالب البنية الذهبية	Golden brown algae
الطحالب الحمراء	Rhodophyta
الطحالب الخضراء	Chlorophyta
الطحالب الذهبية	Chrysophyta
طحالب بنية	Brown algae
طحالب كلسية	Calcareous algae
طحالب مخاطية	Myxophyceans
طحالب مرجانية	Corraline algae
الطرف المقابل للفم	Aboral end
طُعم	Bait
طفيلي	Guest
طفيليات	Parasitic
طلاء سام ضد نمو الحشف	Poisonous antifouling paint
طمي	Silt
الطور الانتهائي (في انقسام الخلية)	Telephase
الطور البوغي (الطور الجرثومي)	Sporophyte
طور التغذية (لاحقة)	Trochotrophic
الطور التمهيدي (في انقسام الخلية)	Prophase
الطور الدولابي	Trochopore stage
الطور المشيجي	Gametophyte
الطور الانفصالي (في انقسام الخلية)	Anaphase
الطور الوسيط (الاستوائي) في انقسام الخلية	Metaphase
طوف جليدي	Ice floe
طول الموجة	Length of wave
طويئفة (تحت طائفة)	Subclass
طين	Mud
الطيور	Aves

الطيور المخوضة	Shore birds	Age of Reptiles
طيور منطقة ما (فونا الطيور)	Avifauna	Glacial periods
		Adductor muscles

- ظ -

الظهارة	Epithelium	Organ
ظهري بطني	Dorsoventral	Organelles

- ع -

عائل (حاضن)	Host	Backbone
عاريات الخياشيم	Nudibranch	Ossicles
عامل الطفو	Buoyancy factor	Nodule
عجل البحر (الفقمة)	Seal (Weddell seals)	Ganglia
عجل البحر آكل السرطان	Crabeater seal	Leaches
عجل البحر الفيلي	Elephant seal	Hirudinea
عجل البحر المرفئي	Harbor seal	Subtidal biology
عجل البحر ذوالفراء	Fur seal	Histology
العجليات	Rotifer	Nomenclature
عديد التسكر	Polysaccharide	Taxonomy
عديدات الأشواك	Polychaeta	Physiology
عديمات الألواح	Aplacophora	Microbiologists
عُرض المحيط	Open ocean	Geophysicists
عرق اللؤلؤ (أم اللآلئ)	Mother-of-pearl	Bellow's action
عش (موضع توالد . مستعمرة)	Rookery	Vertebral column
عشب إسفنجي	Sponge weed	Sea spider
عشب البحر	Sea weed	Spider
عشب البحر البني النجيلي العملاق	Palm kelp (*Eisenia*)	
عشب الزبد	Surf grass	
عشب السلحفاة	Turtle grass	
عشب خروف البحر	Manatec grass	
عشريات الأرجل	Decopoda	

عصر الزواحف		
عصور جليدية		
عضلات مقربة		
عضو		
عضيات (جزيئات عضوية)		
العظم الظهري		
عظيمات		
عقيدة		
عقد عصبية		
العلقات		
العلقيات		
علم أحياء (بيولوجية) منطقة المد والجزر التحتية		
علم الأنسجة		
علم التسمية الاصطلاحية		
علم التصنيف		
علم وظائف الأعضاء		
علماء الأحياء الدقيقة		
علماء الجيوفيزياء		
عمل المنفاخ		
عمود فقاري		
عناكب البحر		
عنكبوت		

- غ -

الغاق (طائر)		Cormorant
غثاء جيري (غرين)		Calcareous ooze
غدة أسمنتية		Cement gland
غذائي		Alimentary
غرين (أو رزغ أو طرين) سليكوني		Siliceous ooze
غرين (رزغ الشعاعيات)		Radiolarian-ooze

غرين (رزغ) . جلوبيجريني	Globigerina-ooze
غرين (رزغ ـ ردغة الأعماق)	Ooze
غشاء	Film
غشاء حلزوني	Spiral membrane
غشاء خلوي	Cell membrane
غشاء شبه نفاذ	Semipermeable membrane
غضروف	Cartilage
غطاء	Operculum
غطاء جليدي	Icecap
غلاف	Case
غلاف الأرض . (بُرنس)	Mantle
غلاف كيتيني	Chitinous
غلاف كيتيني كاذب	Pseudochitinous
غلالة (جلد خارجي)	Tunic
الغلاليات	Tunicates
غواصات	Submersibles
غير ذاتي التغذية	Hetrotrophic
غير وعائي	Non-vascular

- ف -

فأسيات الأرجل	Pelecypoda
فالونيا (طحلب)	*Valonia*
فتحة تنفسية	Spircale
فتحة شهيقية	Incurrent opening
فترة الحضانة	Incubation
الفترة الموجية	Period of wave
فجوة (حويصلة)	Vacuole
الفراغ الجوفي (المعي)	Enteron
الفرخ (سمك)	Perch
فرس البحر (سمك)	Sea horse
فرس النبي (السرعوفة . الراهبة)	Praying mantis
الفرقاط (طائر بحري)	Frigate bird
فصيلة اللجنيات	Chelonidae
فصيلة (عائلة)	Family
فطر حقيقي	True fungi
الفطريات	Fungi
فطريات عفن	Molds
الفقاريات	Vertebrates
فلسبار	Feldspar
فلورا قاعية	Epiflora
الفليجار	Veliger
الفورونيات (ديدان بحرية)	Phoronida
فوق عائلة	Superfamily
فونا قاعية	Epifauna
فويهة	Osculum
فيريكاريا (أشنات)	Verricaria
فيساليا (البارجة البرتغالية)	*Physalia* (Portuguese man of-war)
فيل البحر (الفظ)	*Walrus*
فيلوسبادكس (حشائش زبد الموج)	*Phyllospadix*
فيوكس (طحلب بني)	*Fucus*

- ق -

قاروري الأنف	Bottlenose
القاروس	Bass
القاروس (الدلو المحاري)	Clamshell
قاطنات القاع	Bottom dwellers
قاع المحيط	Ocean floor
قاع المحيط العميق	Deep ocean floor
قاعدة الجليد	Ice, foot
قاعي	Benthic

القد (غادس)	Cod	قنفذ البحر
قدرة تجددية	Regenerative powers	القنفذ القلبي
قدم عضلي بطني	Ventral muscular	قنوات برعمية أنبوبية
قدم مشقوقة	Split foot	
قرار الموجة	Trough	قوارير نانسن
القرش الحوتي	Whale shark	القوافع
القرش المتشمس	Basking shark	قوافع مخروطية (حلزونيات)
القرش أبو مطرقة	Hammerhead shark	قوة الطرد المركزية
القرش الأبيض	White shark	قوة كوريولي
القرش المغضن (المهدب)	Frilled shark	قوقعة
قرون استشعار	Antennae	قوقعة . صدفة . درقة . درع
قرين استشعار	Antennules	قوقعة أرضية
قسم	Division	قوقعة أنبوبية (من الرخويات)
قشرة الصدفة	Periostracum	قوقعة ذات عمامة سوداء
قشرة صلدة	Encrust	
القشريات	Crustacea	
القشريات مجذافية الأرجل	Copepod crustaceans	
قصافة	Snapper	
قصيرات الأنف	Brachyrhncha	
قصيرات الذيل	Brachyura	
قضيب	Penis	
قطيع مائي . مجموعة . سرب	School	
قَمَّام (يتغذى على الجيف)	Scavenger	
قمل البحر	Sea lice	
قمل الحوت	Whale louse	
قمل الشاطئ	Shore louse (*Ligia*)	
القناة الحجرية	Stone canal	
قناة المبيض	Oviduct	
قناة حلقية	Ring canal	
قنافذ البحر	Echinoidea	

Sea urchin (Porcupine fish)	قنفذ البحر	Cod
Heart urchin	القنفذ القلبي	Regenerative powers
Stolon canals	قنوات برعمية أنبوبية	Ventral muscular
Nansen reversing water bottles	قوارير نانسن	Split foot
Conchs	القوافع	Trough
Cone shells	قوافع مخروطية (حلزونيات)	Whale shark
Centrifugal force	قوة الطرد المركزية	Basking shark
Coriolis force	قوة كوريولي	Hammerhead shark
Snail	قوقعة	White shark
Test	قوقعة . صدفة . درقة . درع	Frilled shark
Land snail	قوقعة أرضية	Antennae
Tube snail	قوقعة أنبوبية (من الرخويات)	Antennules
Black turban snail	قوقعة ذات عمامة سوداء	Division
		Periostracum
	– ك –	Encrust
		Crustacea
Scyphozoa	الكأسيات . القدحيات(الحيونات القدحية)	Copepod crustaceans
Indicator organism	كائن حي دالٌ	Snapper
Saprobic	كائن رمِّي (نباتات رمِّية)	Brachyrhncha
Mature organism	كائن عضوي مكتمل النمو	Brachyura
Higher forms of life	الكائنات العليا	Penis
Benthic organisms	الكائنات القاعية	School
Marine forms	كائنات بحرية	Scavenger
Callinectes	كالينكتس (أحد أجناس السرطان الأزرق)	Sea lice
Strontium sulfate	كبريتات السترنشيوم	Whale louse
Hydrogen sulfide	كبريتيدالهيدروجين	Shore louse (*Ligia*)
Biomass	كتلة حيوية	Stone canal
Density	كثافة	Oviduct
Sand dunes	كثبان رملية	Ring canal
Dredge	الكراءة	Echinoidea

كراسوستيريا (محار)	Crassostrea	
الكركر (من اللواحم)	Suka	
الكركن « وحش خرافي »	Kraken	
كروماتيد	Chromatid	
كروموسوم (صبغي)	Chromosome	
الكريل (هائمات قشرية)	Krill	
كشمش البحر	Sea gooseberry	
كلب . عشب بني عملاق . قحلة	Kelp	
كليوات	Nephridia	
كوروشيو (التيار الياباني)	Kuroshio	
الكولبومينيا (طحالب صغيرة)	Colpomenia	
كيتونات (مدرعات)	Chitons	
كيتين	Chitin	
كيس حضانة	Brood pouch	

- ل -

اللؤلؤ المستنبت	Cultured pearl	
لؤلؤة بذرية	Seed pearl	
لابة مسحوقة	Pulverized lava	
اللاتيميريات	Latimeria	
لاجنسيًا	Asexually	
اللاجوفيات	Acoela	
لاجون . بحيرة شاطئية . هور	Lagoon	
اللاسعات (اللواسع)	Cnidaria	
اللافكيات	Agnatha	
لامناريا (طحلب صفيحي)	*Laminaria*	
لاهوائي	Anaerobic	
لباد الماء	Water felt	
اللشك (سمكة)	*Remora*	
اللقح	Milt	
اللواحم	Carnivora	
لوامس	Tentacles	
لورنسيا (طحلب)	*Laurencia*	
لوليجو (من الحبار)	*Loligo*	
الليتورينة (الشاطئيات)	*Littorina*	
ليكية (ليكا) . قملة الشاطئ	*Ligia*	
لينات الصدفة	Malacostrace	

- م -

مادة جسيمية	Particulate matter	
مادة لاحمة	Cement	
ماكروسستس (طحلب بني عملاق)	Macrocystic	
ماكريل (سمك) . الأسقمري	Mackerel	
ماكوما (من المنخريات)	Macoma	
مبكر الذكورة	Protandric	
متباين الشكل	Heteromorphic	
متسكع على الشاطئ	Beachcomber	
متطفل	Visitor	
متطور	Evolving	
متعددات الصفائح	Polyplacophora	
متغاير الخواص	Heterogeneous	
متكافل	Symbiont	
متلألئات الأجسام	Pyrosoma	
متماثل الشكل	Isomorphic	
مثانة العوم (كيس العوم)	Swim bladder	
مثبت (ماسك جذري)	Holdfast	
مجاذيف	Paddles	
مجتمع الكائنات	Population	
مجموعة حيوانية (فونا)	Fauna	
مجنحات الأقدام	Pteropods	

مجنحات القدم (زعنفيات القدم)	Pteropoda	مرفأ للزوارق	Boat harbor
المحار الحفار	Boring clam	مركبات ثابتة مائيا	Water-stable compounds
محار اللؤلؤ	Pearl oyster	مرو . كوارتز	Quartz
المحار المألوف (الأسترية)	Oyster	مروحة البحر	Sea fan
المحار الملزمي(محار سميك الأصداف)	Pismo clam	مزدوجات الأرجل	Amphipoda
المحار المنطوي (يسمى *Tagelus*)	Jacknife clam	المزماريات	Sipunculoidea
محار ملزمي	Clam	المزهرات	Thaliacea
محاريات	Shellfish	مسام (ثقب)	Pore
محطات المعالجة	Treatment plants	المساميات . المثبات . الإسفنجيات	Porifera
مخاط	Slime	مستعمرة	Colony
المخروطيات	Consus	مستنقعات المنجروف	Mangrove swamps
المد الأحمر	Red tide	مشبك	Clasper
المد القافز (المد الأعلى)	Spring tide	المشطيات	Ctenophora
مد جزري	Tidal	مشطيات الخياشم	Pectibranchiata
المد والجزر	Tides	مصاريع (صمّامات)	Valves
المدوسة (قنديل البحر)	Jelly fish	مصاصة	Sucker
مذرة	Pitchfork	مصبات الأنهار	Estuaries
مذرق	Cloaca	مصباح أرسطو	Aristotle's lantern
مرئ	Gullet	المصغاة	Madreporite
مرابي المحار	Oyster beds	مضايق جوان دي فوكا	Straits of Juan de Fuca
مراقد بيئية	Environmental niches	مضايق جورجيا	Strait of Georgia
مربى مائي (حوض تربية المائيات)	Aquarium	المطروح	Casting
مرجان	Coral . Corallium	معايش	Commensal
المرجان الصخري	Stony corals	معايشة	Commensalism
المرجان الصلد	Hard corals	معمل تفريز الخشب	Mill
مرجان لين	Soft coral	معويات الأرجل (سرعوف البحر)	Stomatopoda
مرجان مسحوق	Pulverized coral	المعيزيات	Caprellids
المرجانيات	Corallinaceae	مغتذيات بالترشيح	Filter feeders
مرحلة الأيض	Metabolic stage	المغتذيات على الحثات	Detritus feeders
مرساة	Anchor	المغتذيات على الرواسب	Deposit feeders

مغزل	Spindle	المنطقة الشاطئية الضحلة
مغمور (غاطس)	Submersed	منطقة المحيط
مفتات (مكشطة)	Radula	منطقة انتقالية
المفصل الرزي	Hinge joint	منطقة مكشوفة
المفصليات	Arthropoda	منطقة هبوب
مقارمة . تحمل . احتمال	Tolerance	منكشف صخري
الملاح مع الرياح	Sailor by the wind	موانع الأمواج الاصطناعية
ملاقط	Pedicellariae	موجة المياه الضحلة
ملك الأشواك	Crown of thorns	موجة المياه العميقة
ممص شهيقي	Incurrent siphon	موجة طويلة (موجة بعيدة المنشأ)
الممصّات	Suctoria	موجة عادية
مملكة الأوليات (البروتستا)	Kingdom Protista	موجة متكسرة
مملكة البدائيات (المونيرا)	Monera	موجة متكسرة غامرة
مملكة الفراديات (المونيرا)	Kingdom of Monera	موجة متكسرة متمورة
مملكة الفطريات	Kingdom fungi	موجة متكسرة ناشرة
مملكة النبات	Kingdom plantae	موجة متوسطة
من كائنات الأخدود القاعي	Hadobenthic	موارى الأنفليس
منارة	Lighthouse	موطن (موئل)
مناسل	Gonads	موقف خاضع للتحكم
منافذ حرمائية عميقة	Hydrothermal vents	المياه الساحلية
المنتجات الأولية	Primary producers	ميتو كوندريا (السبحيات)
منتجات ثانوية	Secondary producers	ميدوسة
منجرفات	Orifters	ميدية (بلح البحر)
المنجروف (القرام)	Mangrove	ميزاب
المنحدر القاري	Continental slope	الميزاب الحركي
المنخربات	Astrorhiza. Foraminifera	ميناء لليخوت
منطقة اقتصادية خاصة بأمريكا	Eez (Exclusive Economic Zone)	
منطقة التقارب القطبي الجنوبي	Antarctic convergence	
منطقة التقارب شبه المداري	Subtropical convergence	

Neritic zones	المنطقة الشاطئية الضحلة	
Oceanic region	منطقة المحيط	
Transition area	منطقة انتقالية	
Exposed area	منطقة مكشوفة	
Fetch	منطقة هبوب	
Outcropping	منكشف صخري	
Jetties	موانع الأمواج الاصطناعية	
Shallow water wave	موجة المياه الضحلة	
Deep water wave	موجة المياه العميقة	
Swell	موجة طويلة (موجة بعيدة المنشأ)	
Wave	موجة عادية	
Breaker	موجة متكسرة	
Plunging breaker	موجة متكسرة غامرة	
Surging breaker	موجة متكسرة متمورة	
Spilling breaker	موجة متكسرة ناشرة	
Intermediate wave	موجة متوسطة	
Moray eel	موارى الأنفليس	
Habitat	موطن (موئل)	
Controlled situation	موقف خاضع للتحكم	
Offshore	المياه الساحلية	
Mitochondria	ميتو كوندريا (السبحيات)	
Medusa	ميدوسة	
Mytilus	ميدية (بلح البحر)	
Groove	ميزاب	
Ambulacral groove	الميزاب الحركي	
Marina	ميناء لليخوت	

– ن –

Ridged	ناتئ	
Feather-duster	نافضات الريش	

نبات بذري	Seed plant	
نبات وعائي	Vascular	
نباتات أرضية	Land plants	
النباتات البذرية	Spermatophyta	
نباتات بحرية	Marine plants	
نجم	Aster	
نجم البحر	Starfish	
النجم الرملي	Sand star	
نجمة سلية	Basket star	
نجوم البحر	Sea stars	
نجوم البحر الثعبانية	Ophiuroidea. Serpent stars	
النجوم الهشة	Brinle stars	
نجوم ريشية	Feather stars	
نسيج متوسط	Mesenchyme	
نشا فلوريدي	Floridean starch	
نشوء بويضي	Oagenesis	
النصفحبليات	Enteropneusta (Hémichordata)	
نصل	Blade	
نصل الطحلب البني العملاق (الكلب)	Kelp frond	
نطاط الرمل	Sand hopper	
نطاط الشاطئ	Beach hopper	
نطاق (منطقة)	Zone	
نطاق الأطوم	Barnacle zone	
نطاق الأعماق السحيقة	Hadopelagic zone	
النطاق البحري الأوسط	Mesopelagic zone	
النطاق البحري السطحي	Epipelagic zone	
النطاق البحري العميق	Bathypelagic zone	
النطاق البحري الغوري	Abyssopelagic zone	
النطاق الساحلي الأوسط	Mid-littoral zone	
النطاق الشاطئي	Littoral zone	
النطاق الشاطئي السفلي		Low littoral zone
النطاق الضوئي الحقيقي		Euphotic zone
نطاق القاع الغوري		Abyssobenthic zone
النطاق اللاضوئي		Aphotic zone
النطاق تحت الشاطئ		Sublittoral zone
نطاق تصادم الموج		Surf zone
نطاق خندقي (أخدودي)		Hadal zone
نطاق ضعيف الضوء		Dysphotic
نطاقات البحر العميق		Pelagic zones
نطاقات المد والجزر الساحلية		Intertidal zones
نظام التسمية الثنائية		Binominal nomenclature
النظام الطبيعي (كتاب)		Systema Naturae
نظرية الخلية		Cell theory
نَفاثات (بخّاخات) البحر		Sea squirts
نفايات عضوية		Organic waste
نفايات مشعة		Radioactive waste
النقاب		Limulus
نقص البروتين		Protein deficiency
نقل		Transportation
النكات (طائر)		Avocat
نواة		Nucleous
النوارس		Gulls
نوع		Species
نوية		Nucleolus
نويع (تحت نوع)		Subspecies
نيسم . منخر		Blowhole
النيماتودا . الخيطيات . الديدان المستديرة		Nematoda
نيوبيلينا (رخويات)		Neopilina

- هـ -

هائمات	Plankton

هائمات تامة	Holoplankton
هائمات حيوانية (بلانكتون حيواني)	Zooplankton
هائمات دقيقة	Microplankton
هائمات فائقة الدقة	Ultraplankton
هائمات كبيرة	Macroplankton
هائمات مؤقتة أو عارضة	Meroplankton
هائمات مجهرية	Nanoplankton
هائمات نباتية	Phytoplankton
هاليميدا (طحلب أخضر متكلّس)	Halimeda
هاليوتيس (قوقعة أذنية)	Haliotis
الهدبيات	Ciliata
هضم خارج الخلية	Extracellular digestion
هلام وسطي (دبق متوسط)	Mesoglea
الهلاميات المشطية (قناديل البحر المشطية)	Comb jellies
هلب	Setae
الهلبوت	Halibut
هلبيات	Bristles
هلبيات الفك	Chaetognatha
هواة ركوب متن الأمواج المتكسرة (الركمجة)	Surfer
هوماروس (كركند أمريكي)	Homarus
هيدريات	Hydroids
الهيدريات (الحيوانات الهيدرية)	Hydrozoa
الهيكل العظمي	Skeletal system
هيكل خارجي	Exoskeleton
هيكل سيلكوني	Siliceous skeleton
هيكل كلسي	Calcareous skeleton

- و -

وحدة ضغط جوي	Atmosphere
وحيدات الفلقة	Monocotyledonae
ودعة (صدفة صفراء)	Cowrie
وراثي	Genetic
الونكة (البرونق)	Periwinkle (Littorina)

- ي -

اليابسة (البر)	Mainland
يثلث	Triangulate
اليرقانيات	Larvacea
يرقة	Larva
يرقة ثنائية الريشة	Bipinnaria larva
يرقة دولابية	Trochophore larva
يغوص	Sink
ينحجر	Burrow

ثبت المصطلحات
إنجليزي - عربي

- A -

Abalone	أذن البحر	
Aboral end	الطرف المقابل للفم	
Abyssobenthic zone	نطاق القاع الغوري	
Abyssopelagic zone	النطاق البحري الغوري	
Acantharia	الشائكات	
Acmacea	أكمايا (جنس من البطليوس)	
Acoela	اللاجوفيات	
Acorn	بلوطة	
Acorn barnacle	أطوم بلوطي	
Acorn worm	دودة بلوطية	
Adductor muscles	عضلات مقربة	
Adélie penguin	طائر البطريق الصغير	
Agar	أجار	
Age of Reptiles	عصر الزواحف	
Aggregate forms	أشكال متجمعة	
Agnatha	اللافكيات	
Algae	طحالب	
Alginates	ألجينات	
Alimentary	غذائي	
Alongshore currents	تيارات شاطئية	
Alternation of generations	تعاقب الأجيال	
Ambulacral groove	الميزاب الحركي	
Amoebocyte	خلية أميبية	
Amphibians	البرمائيات	
Amphineura (see: poly-placophora)	ثنائية العصب (انظر متعددات الصفائح)	
Amphipoda	مزدوجات الأرجل	
Ampulla	أمبولة . (حُبَابة)	
Anadromous	صعاد	
Anaerobic	لاهوائي	
Anal chamber	حجيرة شرجية	
Analogy	تشابه وظيفي	
Anaphase	الطور الانفصالي (في انقسام الخلية)	
Anchor	مرساة	
Anemone	شقائق البحر (الشقار)	
Anguilla	أنقليس الأطلنطي الشمالي	
Annelida	الحلقيات	
Annelid worms	ديدان حلقية	
Anomura	شاذات الذيل (أنومورا)	
Antarctic convergence	منطقة التقارب القطبي الجنوبي	
Antarctic sea	بحر القطب الجنوبي	
Antennae	قرون استشعار	
Antennules	قرين استشعار	
Anthopleura	انثوبليرا (من الشقار)	
Anthozoa	الزهريات (الحيوانات الزهرية)	
Anthozoans	حيوانات زهرية	
Aphotic zone	النطاق اللاضوئي	
Aplacophora	عديمات الألواح	
Aquaculture	الزراعة المائية	

Aquarium	مربى مائي (حوض تربية المائيات)
Aristotle	أرسطو
Arca	أركا
Arenicola	ساكنات الرمل
Aristotle's lantern	مصباح أرسطو
Arrow worm	دردة سهمية
Artemia	أرتيميا (روبيان الماء المالح)
Arthropoda	المفصليات
Aschophyllum	أسكوفيلم (طحلب بني)
Ascidiacea	الزقيات
Ascidians	زقيات
Asexual reproduction	تكاثر لاجنسي
Asexually	لاجنسيا
Aster	نجم
Asteroidea	طائفة النجميات
Astrorhiza	المنخربات
Atmosphere	وحدة ضغط جوي
Atoll	جزيرة حلقية مرجانية
Aurelia	أوريليا «أحد أجناس قنديل البحر»
Autotomy	بتر ذاتي
Autotrophic	ذاتي التغذية
Aves	الطيور
Avifauna	طيور منطقة ما (فونا الطيور)
Avocat	النكات (طائر)

– B –

Backbone	العظم الظهري
Bait	طُعم
Balaenidae	الحوتيات
Balanus (see : Acorn barnacle)	أطوم بلوطي
Baleen whale	حوت بلبني
Barnacle zone	نطاق الأطوم
Barnacles	الأطوم . البرنقيل
Barrier island	جزيرة حاجزة
Barrier reef	شعب حاجز
Basket star	نجمة سَلية
Basking shark	القرش المتشمس
Bass	القاروس
Bathybenthic	أحياء القاع العميق
Bathypelagic zone	النطاق البحري العميق
Bay	خليج
Beach fleas	براغيث الشاطئ
Beach hopper	نطاط الشاطئ
Beachcomber	متسكع على الشاطئ
clam (Donax)	دوناكس
Bellow's action	عمل المنفاخ
Bends	داء الصندوق (داء الغواصين)
Benthic	قاعي
Benthic forms	أشكال قاعية
Benthic life	الحياة القاعية
Benthic organisms	الكائنات القاعية
Bipinnaria larva	يرقة ثنائية الريشة
Bilaterally symmetrical	ذات تناظر جانبي
Bile	الصفراء
Binominal nomenclature	نظام التسمية الثنائية
Biomass	كتلة حيوية
Biotic potential	طاقة أحيائية
Bipinnaria larva	يرقة ثنائية الريشة
Biramous	ثنائي الفرع
Bivalvia	ذوات المصراعين
Black turban snail	قوقعة ذات عمامة سوداء

Blade	نصل
Blood worms	ديدان دموية
Bloom	ازهرار
Blowhole	نيسم . منخر
Blue crab	السرطان الأزرق
Blue whale	الحوت الأزرق
Boat harbor	مرفأ للزوارق
Boring clam	المحار الحفار
Bottlenose	قاروري الأنف
Bottom dwellers	قاطنات القاع
Brachiopoda	ذراعيات الأقدام (المرجانيات)
Brachyrhncha	قصيرات الأنف
Brachytrichia	براكيترشيا (طحلب)
Brachyura	قصيرات الذيل
Brackish	زعاق (ماء شبه مالح)
Branchiopoda	خيشوميات الأرجل
Breaker	موجة متكسرة
Brine shrimp	روبيان الماء الأجاج
Bristles	هلبيات
Brittle stars	النجوم الهشة
Brood pouch	كيس حضانة
Brown algae	طحالب بنية
Bryozoans	حزازيات حيوانية
Bubble shells	أصداف فقاعية
Budding	التبرعم
Buoyancy factor	عامل الطفو
Burrow	بنحجر
Bush	جنبة
Byssal threads	ألياف حريرية

– C –

Calcareous algae	طحالب كلسيَّة
Calcareous ooze	غرين . غثاء جيري
Calcareous skeleton	هيكل كلسي
Califomia gray whale	حوت كاليفورنيا الرمادي
Callinectes	كالينكتس (أحد أجناس السرطان الأزرق)
Cancer	سرطان
Canyon	خانق (واد ضيق)
Carapace	درع . درقة . قشرة كلسية . زبل
Carnivora	اللواحم
Cartilage	غضروف
Caprellids	المعيزيات
Case	غلاف
Casting	المطروح
Cell	خلية
Cell division	انقسام خلوي
Cell membrane	غشاء خلوي
Cell theory	نظرية الخلية
Cell wall	جدار خلوي
Cellulose	سلبلوز
Cement	مادة لاحمة
Cement gland	غدة أسمنتية
Centrifugal force	قوة الطرد المركزية
Centroiles	سنتريول (مريكيز)
Cephalopoda	رأسيات الأرجل
Cephalochordata	الرأسحبليات
Cetacea	الحوتيات
Cetacea-porpoises	رتبة الحوتيات(رتبة تضم الحيتان وخنازير البحر)
Chaetognatha	هلبيات الفك
Channichthyid	أسماك كانيكتايد

Chimaeras		
Chitin		
Chitinous		
Chitons		
Chlarophyta		
Choanocytes=collar cells		
Chondrichthyes		
Chordata		
Christmas tree worm		
Chromatid		
Chromatophores		
Chromosome		
Chowder		
Chrysophyta		
Chthamalus		
Cilia		
Ciliata		
Circulatory system		
Circumpolar		
Clam		
Clamshell		
Clasper		
Class		
Cliffs		
Climax community		
Cloaca		
Clupea/white bait		
Cnidaria		

Cod	فصيلة اللجنيات	القُد (غادس)
Coelacanth	تخلبق كيميائي (تمثيل كيميائي)	شوكيات الجوف
Cold light	الخرافيات	ضوء بارد
Colony	كيتين	مستعمرة
Colpomenia	غلاف كيتيني	الكولبومينيا (طحالب صغيرة)
Comb jellies	كيتونات (مدرعات)	الهلاميات المشطية (قناديل البحر المشطية)
Commensal	الطحالب الخضراء	معايش
Commensalism	خلايا مطوقة	معايشة
Commercial fishing	الأسماك الغضروفية	الصيد التجاري
Conchs	الحبليات	القواقع
Cone shells	دودة شجرة عيد الميلاد	قواقع مخروطية (حلزونات)
Consus	كروماتيد	المخروطيات
Continental edge	حاملات الألوان	الحافة القارية
Continental land shelves	كروموسوم (صبغي)	رفوف قارية
Continental slope	حساء الشودر	المنحدر القاري
Controlled situation	الطحالب الذهبية	موقف خاضع للتحكم
Conus	أطوم أوزي (الكثمليات)	حلزون مخروطي
Copepod crustaceans	أهداب	القشريات مجدافية الأرجل
Coral	الهدبيات	مرجان
Coral reefs	جهاز الدورة الدموية	شعب مرجانية
Corallinaceae	حول قطبي	المرجانيات
Corallium	محار ملزمي	المرجان
Coriolis force	القاروس (الدلو المحاري)	قوة كوريولي
Cormorant	مشبك	الغاق (طائر)
Corraline algae	طائفة	طحالب مرجانية
Counter current	أجراف الشاطئ	تيار معاكس
Cowrie	جماعة الذروة (مجتمع الذروة)	ودعة (صدفة صفراء)
Crab	مذرق	سرطان
Crab , coconut	سمكة الصابوغة	سرطان جوز الهند
crab , decorator	اللاسعات (اللواسع)	السرطان المزخرف

Crab, fiddler	سرطان محتجر
Crab, ghost (Dcyphoda)	سرطان شبحي
Crab, hermit	سرطان ناسك
Crab, pea	سرطان بسلي
Crab, porcelain	سرطان بورسلاني
Crab, sand	سرطان رملي
Crab, shore	سرطان الشاطئ
Crab, spider	سرطان عنكبوتي
Crab, stone	سرطان صخري
Crab, swimming	سرطان سابح
Crab, true	سرطان حقيقي
Crabeater seal	عجل البحر آكل السرطان
Crassostrea	كراسوستريا (محار)
Crevice	صدع (شق)
Cricket	الجدجد (صرار الليل)
Crinoidea	الزنبقيات
Crocodile	تمساح
Crown of thorns	ملك الأشواك
Crustacea	القشريات
Ctenidia	خياشيم مشطية
Ctenophora	المشطيات
Cultured pearl	اللؤلؤ المستنبت
Current	تيار
Cuttlefish	السيبيا
Cyamus	السيامبات
Cyclostomata	دائريات الفم
Cytokinesis	انقسام سيتوبلازمي
Cytologist	خبير بعلم الخلايا
Cytoplasm	سيتوبلازم

– D –

Dart	إبرة (حمة)
Debris	حطام الصخور
Decopoda	عشريات الأرجل
Decorator crab	السرطان المزخرف
Deep ocean floor	قاع المحيط العميق
Deep water wave	موجة المياه العميقة
Dendropoma	دندروبوما (قوقعة أنبوبية)
Density	كثافة
Deposit feeders	المغتذيات على الرواسب
Detritus	حتات (فتات)
Detritus feeders	المغتذيات على الحتات
Diatoms	دياتومات
Dictoyledonae	ذوات الفلقتين
Dinoflagellates	سوطيات دوارة ثنائية الأسواط
Diploid	ثنائي المجموعة الكروموسومية (مزدوج الصبغات)
Division	قسم
DNA (Deoxyribonucleic acid)	د.ن.ا (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين)
Dock	حوض سفن
Donax	دوناكس . بطلينوس . محار ملزمي
Dorsal nerve cord	حبل عصبي ظهري
Dorsoventral	ظهري بطني
Drag	سحب (مقاومة)
Dredge	الكراءة
Drift	تيار الانجراف
Drifters	منجرفات
Dugongs	الأطوميات (الأطم)
Dynamic	دائم التغير (ديناميكي)

Dysphotic	نطاق ضعيف الضوء	
	– E –	
Earthworm	دودة الأرض	
Echinodermata	الجلدشوكيات	
Echinoidea	قنافذ البحر	
Echiuroidea	أشباه أفعويات الذيل	
Echo sounding	السبر بالصدى	
Ectoprocta	خارجيات الشرج	
Eel grass	حشائش ثعبان البحر (عشبة الأنقليس)	
Eez (Exclusive Economic Zone)	منطقة اقتصادية خاصة بأمريكا	
Egregia	اجريجيا (طحلب)	
Eisenia	أيسينيا (عشب بنّي عملاق)	
Elephant seal	عجل البحر الفيلي	
Embryo	جنين	
Embryonic fish	أسماك جنينية	
Emerita	ايمريتة (سرطان بحري)	
Emerita analoga	ايمريتة أنالوجا	
Emerita talpoida	ايمريتة تالبويدا	
Emperor penguin	البطريق الإمبراطوري	
Encrust	قشرة صلدة	
Encyst	تكيُّس	
Endemic species	أنواع متوطنة	
Endocladia	اندوكلاديا (طحلب)	
Endocrine	جهاز الغدد الصماء	
Endoplasmic recticulum	شبيكة السيتوبلازم الداخلي	
Endoprocta	داخليات الشرج	
Energy cycle	دورة الطاقة	
Enteromorpha	انتيرومورفا (طحلب)	
Enteron	الفراغ الجوفي (المعي)	
Enteropneusta (Hemichordata)	النصفحبليات	
Entophysalis	انتوفيسالس (طحلب)	
Environmental niches	مراقد بيئية	
Enzymes	إنزيمات	
Epidermal cells	خلايا البشرة	
Epidermis	البشرة	
Epifauna	فونا قاعية	
Epiflora	فلورا قاعية	
Epipelagic zone	النطاق البحري السطحي	
Epithelium	الظهارة	
Estuaries	مصبات الأنهار	
Euglenoids	أشباه العينات	
Eukaryotic cell	خلية حقيقية النواة	
Euphausiacea (Euphausiid crustacean)	الباديات الحقيقية	
Euphotic zone	النطاق الضوئي الحقيقي	
Euzonus	إيزونوس (من ديدان الشاطئ الحقيقية)	
Evolution	تطور	
Evolving	متطور	
Excretory system	الجهاز الإخراجي	
Exoskeleton	هيكل خارجي	
Exposed area	منطقة مكشوفة	
Exposure	تعرض	
External gill silts	شقوق خيشومية خارجية	
Extracellular digestion	هضم خارج الخلية	
Eye spot	بؤرة البصر	
	– F –	
Family	فصيلة (عائلة)	
Family name	اسم العائلة	
Farming of the sea	زراعة البحار	
Fauna	مجموعة حيوانية (فونا)	
Feather stars	نجوم ريشية	

ذات وظيفة	*Functional*	نافضات الريش
الفطريات	Fungi	فلسبار
عجل البحر ذوالفراء	Fur seal	سرخس
		منطقة هبوب

– G –

أمشاج	Gametes	ألياف
تولد الأمشاج	Gametogenesis	السرطان المحتجر
الطور المشيجي	Gametophyte	غشاء
عقد عصبية	Ganglia	مغتذيات بالترشيح
جابر (محار يسمى Tresus)	Gaper (Tresus)	دودة الصبد
البطنقدميات	Gastropoda	السوطيات
بطنقدميات	Gastropods	سوطيات
جليديوم (طحلب)	*Gelidium*	البشروس
جينات . (مورثات)	Genes	ديدان مفلطحة
تكوين	Genesis	سمين
وراثي	Genetic	زعنفة
جنس	Genus	الجزر الواطئة مقابل فلوريدا
جيودك (محار يسمى Panope)	Geoduck	نشا فلوريدي
علماء الجيوفيزياء	Geophysicists	حويصلات الطنو
خلية جرثومية (تناسلية)	Germ cell	سمك النرس
طبقات جرثومية	Germ layers	الديدان الكبدية
السرطان الشبحي	Ghost crab	السمك الطيار
شقوق خيشومية	Gill silts	سلسلة الغذاء
عصور جليدية	Glacial periods	قاعدة الجليد
إسفنج زجاجي	Glass sponge	المنخربات
غرين (رزغ) جلوبيجربني	Globigerina-ooze	أحافير
سمك القوبيون	Goby fish	القرقاط (طائر بحري)
الطحالب البنية الذهبية	Golden brown algae	القرش المغضن (المهدب)
أجسام جولجي	Golgi bodies	شعب حافي
مناسل	Gonads	سعفات سرخسية
أطوم الأوز البحري	Goosenecked barnacle	فيوكس (طحلب بني)

Feather-duster	
Feldspar	
Ferns	
Fetch	
Fibres	
Fiddler crab	
Film	
Filter feeders	
Fishing worm	
Flagellata	
Flagellates	
Flamingo	
Flat worms	
Fleshy	
Flipper	
Florida keys	
Floridean starch	
Flotation bladders	
Flounders	
Flukes	
Flying fish	
Food chain	
Foot. ice	
Foraminifera	
Fossils	
Frigate bird	
Frilled shark	
Fringing reef	
Fronds	
Fucus	

Gorgonians	الجورجونيات (المرجان القربي)
Gravity	الجاذبية الأرضية
Gray whale	الحوت الرمادي
Great barrier reef	الشعب الحاجز الكبير
Green turtle	السلحفاة الخضراء
Groove	ميزاب
Gross anatomy	تشريح شامل (كلي)
Grunion	سمك جرانيون
Guest	طفيلي
Gulf stream	تيار الخليج
Gullet	مرئ
Gulls	النوارس

– H –

Habitat	موطن . (موئل)
Hadal zone	نطاق خندقي (أخدودي)
Hadobenthic	من كائنات الأخدود القاعي
Hadopelagic zone	نطاق الأعماق السحيقة
Hagfish	الجرّيث
Halibut	الهلبوت
Halimeda	هاليميدا (طحلب أخضر متكلّس)
Haliotis	هاليوتيس (قوقعة أذنية)
Hammerhead shark	القرش أبو مطرقة
Haploid	أحادي المجموعة الكروموسومية (مفردة الصبغيات)
Harbor seal	عجل البحر المرفئي
Hard corals	المرجان الصلد
Harpoon	الحربون (رمح لصيد الحيتان)
Hawksbill turtle	سلحفاة البحر
Heart urchin	القنفذ القلبي
Hemichordata	النصفحبليات
Hemocoel	تجاويف دموية
Hermaphroditic	خنثوي
Hermit crab	السرطان الناسك
Heterogeneous	متغاير الخواص
Heteromorphic	متباين الشكل
Heterotrophic	غير ذاتي التغذية
Higher animals	الحيوانات الراقية
Higher forms of life	الكائنات العليا
Hirudinea	العلقيات
Hinge joint	المفصل الرزي
Histologist	أخصائي بعلم الأنسجة
Histology	علم الأنسجة
Holdfast	مثبت (ماسك جذري)
Holoplankton	هائمات تامة
Holothuroidea	خياريات البحر
Homarus	هوماروس (كركن أمريكي)
Homology	تماثل (تناظر تركيبي)
Hookworm	دودة شصية
Horseshoe (King crab)	سرطان حدوة الحصان (ملك السرطانات)
Host	عائل (حاضن)
Humpback	الحوت الأحدب
Hydrogen sulfide	كبريتيد الهيدروجين
Hydroids	هيدريات
Hydrophiidae	حيات الماء
Hydrothermal vents	منافذ حرمائية عميقة
Hydrozoa	الهيدريات (الحيوانات الهيدرية)

– I –

Ice floe	طوف جليدي
Ice, sea	بحر جليدي
Icebergs	جبال جليدية (مثلجات)
Icecap	غطاء جليدي

Iguanidae	الأغوانيات (العيدشونيات)
Impact	تأثير
Incubation	فترة الحضانة
Incurrent opening	فتحة شهيقية
Incurrent siphon	سيفون شهيقي
Indicator organism	كائن حي دال
Infauna	حيوانات تعيش تحت القاع (الفونا التحتية)
Inlets	جوبنات
Insect	حشرة
Inshore	الأماكن الشاطئية
Insurf	داخل الزبد
Integumentary system	الجهاز الجلدي
Interbreeding	تلقيح بيني (التناسل فيما بين الأنواع)
Intermediate wave	موجة متوسطة
Intertidal zones	نطاقات المد والجزر الساحلية
Isomorphic	متماثل الشكل

– J –

Jacknife clam	المحار المنطوي (يسمى *Tagelus*)
Jelly fish	المدوسة (قنديل البحر)
Jetties	موانع الأمواج الاصطناعية

– K –

Kraken	الكركن « وحش خرافي »
Kelp	كلب (عشب بُني عملاق) . فحلة .
Kelp fish	سمكة الفحلة
Kelp frond	نصل الطحلب البني العملاق (الكلب)
Killer whale	الحوت السفاح
Kingdom fungi	مملكة الفطريات
Kingdom of Monera	مملكة الفراديات (المونيرا)
Kingdom plantae	مملكة النبات
Kingdom protista	مملكة الأوليات (البروتستا)
Krill	الكريل (هائمات قشرية)
Kuroshio	كوروشيو (التيار الياباني)

– L –

Lactic acid	حامض اللاكتيك (اللبن)
Lagoon	لاجون (بحيرة شاطئية) . هور
Laminaria	لامناريا (طحلب صفيحي)
Lamp shell	صدفة قنديلية
Lampreys	الجلكيَّات
Lancelets	رميحات
Land plants	نباتات أرضية
Land snail	قوقعة أرضية
Landslides	انهيالات أرضية
Larva	يرقة
Larvacea	اليرقانيات
Lateral	جانبي
Latimeria	اللاتيميريات
Latinized	اسم ملتن
Laurencia	لورنسيا (طحلب)
Lava beds	طبقات اللابة
Leaches	العلقات
Leather	جلد مدبوغ
Leather back turtle	سلحفاة جلدية الظهر
Length of wave	طول الموجة
Lichen	أشنة
Light intensity	شدة الضوء
Lighthouse	منارة
Ligia	ليكية (ليكا) . قملة الشاطئ
Limpet	بطلينوس
Limulus	النقاب
Lipid	دهنيات

Littoral zone	Marine iguana	أغوانة بحرية (عظاية)
Littorina	Marine plants	نباتات بحرية
Lizards	Marineland	حديقة حيوانات مائية
Lobster	Marsh rosemary	إكليل الجبل الكاذب
Local current	Mature organism	كائن عضوي مكتمل النمو
Loggerhead turtle	Maximum sustainable harvest	الحد الأقصى للمحصول المستديم
Loligo	Meat eaters	أكلات اللحوم
Lophophores	Medusa	ميدوسة
Lorica	Meiosis	انتصاف . (انقسام اختزالي أو منصف)
Low littoral zone	Meroplankton	هائمات مؤقتة أو عارضة
Lung	Mesenchyme	نسيج متوسط
	Mesoglea	هلام وسطي (دبق متوسط)
– M –	Mesopelagic zone	النطاق البحري الأوسط
Mackerel	Metabolic stage	مرحلة الأيض
Macoma	Metabolism	الأيض (عملية الاستقلاب)
Macrocystic	Metamorphosis	تحور
Macroplankton	Metaphase	الطور الوسيط (الاستوائي) في انقسام الخلية
Madreporite	Microbiologists	علماء الأحياء الدقيقة
Mainland	Microenvironment	بيئة دقيقة (بيئة موضعية)
Malacostrace	Microplankton	هائمات دقيقة
Mammalia	Mid-Atlantic ridge	جبال وسط الأطلنطي
Mammals	Mid-latitudes	خطوط العرض المعتدلة
Manatea	Mid-littoral zone	النطاق الساحلي الأوسط
Manatee grass	Mill	معمل تفريز الخشب
Mangrove	Milt	اللقح
Mangrove swamps	Mitochondria	ميتوكوندريا (السبحات)
Manta	Mitosis	انقسام غير مباشر (انقسام فتيلي)
Mantle	*Mola mola*	سمكة الشمس
Marina	Mole crab	السرطان الخلد
Marine		
Marine forms		

النطاق الشاطئي	
الليتورينة (الشاطئيات)	
سحالي (عظاءات)	
جراد البحر (الكركند)	
تيار محلي	
سلحفاة بحرية ضخمة الرأس	
لوليجو (من الحبّار)	
حاملات اللوامس	
دُرع (درقة)	
النطاق الشاطئي السفلي	
رئة	
ماكريل (سمك (الأسقمري)	
ماكوما (من المنخربات)	
ماكروسستس (طحلب بني عملاق)	
هائمات كبيرة	
المصفاة	
اليابسة (البر)	
لبنات الصدفة	
الثدييات	
ثدييات	
خروف البحر	
عشب خروف البحر	
النجروف (القرام)	
مستنقعات المنجروف	
شيطان البحر	
غلاف الأرض . بُرنُس	
ميناء لليخوت	
بحري	
كائنات بحرية	

Molds	فطريات عفن
Molt	انسلاخ
Monera	مملكة البدائيات (المونيرا)
Monocotyledonae	وحيدات الفلقة
Monoplacophora	أحاديات الصفيحة
Moray eel	موراي الأنقليس
Moss animals	حيوانات حزازية أو طحلبية
Mosses	الحزازيات القائمة
Mother-of-pearl	عرق اللؤلؤ (أم اللآلئ)
Mud	طين
Mud dwellers	ساكنات الطين
Mullusca	الرخويات
Muscular System	الجهاز العضلي
Mussels	بلح البحر (الميدية)
Mutualism	تعايش متبادل المنافع
Mysticeti	الحيتان البيلينية
Mytilus	ميدية (بلح البحر)
Myxophyceans	طحالب مخاطية

– N –

Nanoplankton	هائمات مجهرية
Nansen reversing water bottles	قوارير نانسن
Nautilus	حيوان اللؤلؤ
Neap tide	جزر محاقي (تربيعي)
Nekton	سوابح (سابحات)
Nematoda	النيماتودا (الخيطيات) . الديدان المستديرة
Nemotocysts	أكياس لاسعة
Neopilina	نيوبيلينا (رخويات)
Nephridia	كليوات
Neritic species	الأنواع البحرية الشاطئية
Neritic zones	المنطقة الشاطئية الضحلة
Nervous system	الجهاز العصبي
Nesting	أوكار (مواكن الطيور)
Net productivity	صافي الإنتاجية
Nocturnal	حيوان ليلي
Nodule	عقيدة
Nomenclature	علم التسمية الاصطلاحية
Non-vascular	غير وعائي
Notochord	حبل ظهري
Nucleolus	نوية
Nucleous	نواة
Nudibranch	عاريات الخياشيم

– O –

Oagenesis	نشوء بويضي
Ocean blue fish	سمك المحيط الأزرق
Ocean floor	قاع المحيط
Oceanic region	منطقة المحيط
Octopus	أخطبوط
Odontoceti	الحوتيات السنّية
Offshore	المياه الساحليّة
Olive shells	أصداف زيتونية
Oncorphynchus	سلمون
Ooze	غرين (رزغ . ردغة الأعماق)
Open coast	ساحل مكشوف
Open ocean	عرض المحيط
Open pack ice	الجليد الحزمي السالك
Operculum	غطاء
Ophiuroidea	نجوم البحر الثعبانية
Optimum	حد أمثل
Orange peel grab	الدلو الكباش

Order	رتبة	Peanut worm	دودة الفول السوداني
Organ	عضو	Pearl oyster	محار اللؤلؤ
Organ system	الأجهزة العضوية	Peat	الخث (الطرب)
Organelles	عضيات (جزئيات عضوية)	Pectibranchiata	مشطيات الخياشيم
Organic waste	نفايات عضوية	Pedicellariae	ملاقط
Osculum	فوهة	Pelagic	بلاجي (غمري) . بحري عميق
Osmosis	الأسموزية (ظاهرة التناضح)	Pelagic predators	حيوانات البحر العميق المفترسة
Osmotic pressure	الضغط الأسموزي (التناضحي)	Pelagic zones	نطاقات البحر العميق
Ossicles	عظميات	Pelecypoda	فأسيات الأرجل
Osteichthyes	الأسماك العظمية	Pelican	بجعة
Outcropping	منكشف صخري	Pelvic fin	زعنفة حوضية
Overfishing	الصيد الجائر	Penguin	طائر البطريق
Oviduct	قناة المبيض	Penis	قضيب
Oviparous	بيوضي	Penshell	صدفة ريشية (صدفة مروحية)
Oyster	المحار المألوف (الاسترية)	Perch	الفرخ (سمك)
Oyster beds	مرابي المحار	Pericardial cavity	تجويف تأموري
Ozone	أوزون	Pericardium	تأمور
		Period of wave	الفترة الموجية
– P –		Periostracum	قشرة الصدفة
Pack ice	جليد مرصوص (رصيص جليدي)	Periwinkle (*Littorina*)	الونكة (البرونق)
Paddles	مجاذيف	Peru current	تيار بيرو
Paedogenesis (pedogenesis)	تناسل الصغار	Peruvian upwelling	تيارات رأسية بيروفية
Palm kelp (*Eisenia*)	عشب البحر البني النجيلي العملاق	Phaeophyta	الطحالب البنية
Palolo worm	دودة بالولو	Phoronida	الفورونيات (ديدان بحرية)
Panope	بانوب (نوع من المحار)	Photic	ضوئي
Panulirus	بانوليروس (كركند شوكي)	Photosynthesis	التمثيل الضوئي
Paper nautilus	حيوان اللؤلؤ الورقي	*Phyllospadix*	فيلوسبادكس (حشائش زبد البحر)
Parasitic	طفيليات	Phylum (P. Phyla)	شعبة (جمعها شُعَب)
Parasitism	تطفل	*Physalia* (Portuguese man- of-war)	فيسالية (البارجة البرتغالية)
Particulate matter	مادة جسيمية		

قنفذ البحر	Porcupine fish	
مسام (ثقب)	Pore	
خلية مسامية	Pore cell	
المساميات . المثقبات . الإسفنجيات	Porifera	
خنزير البحر	Porpoise	
البورتينيات	Portunidae	
بوستلسيا (طحلب)	*Postelsia*	
روبيان	Prawn	
فرس النبي (السرعوفة . الراهبة)	Praying mantis	
حيوانات مفترسة	Predators	
المنتجات الأولية	Primary producers	
إنتاج الغذاء الأولى	Primary production	
خرطوم	Proboscis	
خلية بدائية النواة	Prokaryotic cell	
الطور التمهيدي (في انقسام الخلية)	Prophase	
مبكر الذكورة	Protandric	
ساحل محمي	Protected coast	
نقص البروتين	Protein deficiency	
بروتوبلازم (جبلة)	Protoplasm	
أوليات (حيوانات أولية)	Protozoa	
غلاف كيتيني كاذب	Pseudochitinous	
أرجل كاذبة (مزاحف)	Pseudopoida=false feet	
التريديات (اللازهريات الوعائية)	Pteridophyta	
مجنحات القدم (زعنفيات القدم)	Pteropoda	
مجنحات الأقدام	Pteropods	
السمكة النافخة	Puffer fish	
رئويات	Pulmonata	
مرجان مسحوق	Pulverized coral	
لابة مسحوقة	Pulverized lava	
منلألئات الأجسام	Pyrosoma	
علم وظائف الأعضاء	Physiology	
هائمات نباتية	Phytoplankton	
بيلك (محار حفار)	Piddocks	
رصيف بحري	Pier	
ركائز	Piling	
الحمار القبان	Pill bug (sow bug)	
زعنفيات الأقدام	Pinnipedia	
رُيشة	Pinnule	
الدودة الدبوسية	Pinworm	
سمك أنبوبي (أبو زمارة)	Pipe fish	
بيزاستر (من نجوم البحر)	Pisaster	
المحار الملزمي (محار سميك الأصداف)	Pismo clam	
الأربيان المسدسي	Pistol shrimp	
مذرة	Pitchfork	
حراشف قرصية	Placoid scales	
سمك البلايس	Plaice	
هائمات	Plankton	
حيوانات نباتية	Plantamals	
صفيحة	Plate	
بنائية الألواح	Plate tectonics	
موجة متكسرة غامرة	Plunging breaker	
طلاء سام ضد نموالحشف	Poisonous antifouling paint	
دب قطبي	Polar bear	
بوليسايبس (أطوم . برنقيل)	*Pollicipes*	
عديدات الأشواك	Polychaeta	
تعدد الأشكال	Polymorphism	
بوليب المرجان	Polyp	
متعددات الصفائح	Polyplacophora	
عديد التسكر	Polysaccharide	
مجتمع الكائنات	Population	

Pyrosomida		
Pyrrophyta		
– Q –		
Quartz		
– R –		
Radiata		
Radioactive waste		
Radiolaria		
Radiolarian-ooze		
Radula		
Raft		
Raspy		
Rays		
Recreation		
Red clay		
Red clay sediments		
Red pigment		
Red tide		
Regenerative powers		
Remora		
Reproductive system		
Reptilia		
Respiratory tree		
Respiratory system		
Rhizopods		
Rhodophyta		
Ribbon worms		
Ribosomes		
Ridge		
Ridged		
Ridley turtle	السلحفاة ريدلي	رتبة متلألئات الأجسام
Ring canal	قناة حلقية	الطحالب البروية
RNA (Ribonucleic acid)	ر.ن.ا (حمض نووي ريبوزي)	
Rock	صخور	مرو . (كوارتز)
Rock jetties	حوائل الأمواج الصخرية	
Rock scallops	أسقلوبات صخرية	الشعاعيات
Rocky shores	شواطئ صخرية	نفايات مشعة
Rookery	عش (موضع توالد) . مستعمرة	الشعاعيات
Rooster	روستر (سمكة)	غربن (رزغ الشعاعيات)
Rostrum	خطيم	مفتات (مكنشطة)
Rotifer	العجليات	رمث
Rotifera	الدوارات	خشن
Round worms	ديدان أسطوانية (خيطيات)	الشفنين البحري
Royal gramma	سمكة الفارس	ترويح
Rudimentary	ضامر	صلصال أحمر
Runoff	الصرف السطحي (المياه الجارية على السطح)	رواسب الصلصال الأحمر
– S –		صبغ أحمر
Sailor by the wind	الملاح مع الرياح	المد الأحمر
Salmon	سمك السلمون	قدرة تجددية
Salps	أسماك السالبا	اللشك (سمكة)
Sand	رمل	الجهاز التناسلي
Sand dollars	دولارات البحر الرملية	الزواحف
Sand dunes	كثبان رملية	شجرة تنفسية
Sand dwellers	ساكنات الرمل	الجهاز التنفسي
Sand hopper	نطاط الرمل	جنديات الأرجل
Sand star	النجم الرملي	الطحالب الحمراء
Sapidus	سابيدوس	ديدان شريطية
Saprobic	كائن رمي (نباتات مترممة)	ريبوسومات
Sardine	سمك السردين	حرف
Sargassum	سارجسام	ناتئ

Seas	أمواج كبيرة
Sea snakes	أفاعي البحر
Sea spider	عناكب البحر
Sea squirts	نفاثات (بخاخات البحر)
Sea stars	نجوم البحر .
Sea turtle	سلحفاة بحرية
Sea vase (Beroe)	زهرية البحر
Sea weed	عشب البحر
Secondary producers	مُنتجات ثانوية
Seed pearl	لؤلؤة بذرية
Seed plant	نبات بذري
Segmentation	تجزؤ
Segmented worm	دودة مشدَّفة (مقسمة إلى حلقات)
Semipermeable membrane	غشاء شبه نفاذ
Sensory organs	أعضاء حسية
Serpent stars	نجوم البحر الثعبانية
Sessile	جالسة (ملتصقة)
Setae	هلب
Sewage	صرف صحي
Sex cells	خلايا جنسية
Shallow water wave	موجة المياه الضحلة
Shark	سمك القرش
Shell	صدفة (قشرة)
Shellfish	محاريات
Shifts	زحزحات
Ship worm	دودة السفن
Shore birds	الطيور المخوضة
Shore louse (*Ligia*)	قمل الشاطئ
Shrimp	روبيان حقيقي (إربيان)
Silica	سليكا

Scallop	الأسقلوب (المحار المروحي)
Scaphopoda	زورقيات الأرجل
Scavenger	قمَّام (يتغذى على الجيف)
School	قطيع مائي . مجموعة . سرب
Scouring	تعرية جليدية
Scuba (self-contained underwater breathing apparatus)	رداء الغوص
Sculpin	أسقلبين (سمكة)
Scyphozoa	الكأسيات (القدحيات . الحيوانات القدحية)
Sea anemone	شقيق النعمان (زهر البحر)
Sea bird	طائر بحري
Sea cow	بقرة البحر
Sea cucumber	خيار البحر
Sea fan	مروحة البحر
Sea gooseberry	كشمش البحر
Sea grass	حشائش بحرية
Sea hare	أرنب البحر
Sea horse	فرس البحر (سمك)
Seal	عجل البحر (الفقمة)
Sea lettuce	خس بحري
Sea lice	قمل البحر
Sea lilies	زنابق البحر
Sea lion	أسد البحر
Sea mussels	بلح البحر (ميديات بحرية)
Sea oats	شوفان بحري
Sea otter	ثعلب البحر (ثعلب الماء) . قضاعة
Sea pansy	بنصة البحر (ثالوث البحر) . زهرة الثالوث
Sea pen	ريشة البحر (حيوان زهري يسمى *Stylatula*)
Sea urchin	قنفذ البحر
Sea wasp	زنبور البحر

Siliceous ooze	غرين أو رزغ أو طرين سليكوني	Spicules
Siliceous skeleton	هيكل سليكوني	Spider
Silt	طمي	Spider crab
Silversides	سمك فضي الجنبين	Spilling breaker
Sink	يغوص	Spindle
Siphon	سيفون (ممّص)	Spines
Siphonophores	حاملات الممّص	Spiral membrane
Sipunculoidea	المزماريات	Spiral valve
Sipunculus	جنس المزماريات	Spircale
Sirenia	الخيلانيات	Split foot
Skeletal system	الهيكل العظمي	Sponge weed
Slime	مخاط	Spongin
Slime eel	الأنقليس المخاطي	Spoon worm
Slow drift	انجراف بطيء	Spore
Slugs	البزاقات	Sporophyte
Snail	قوقعة	Sporozoa
Snake	أفعى	Spring tide
Snapper	قصافة	Squamata
Snout	خطم (أنف مستطيل)	Squid
Soft coral	مرجان لين	Squirrelfish
Sole	سمك موسى	Starfish
Somatic cells	خلايا جسدية	Stalks
Sonar	سونار (جهاز السبر بالصدى)	Statocysts
Spawning	السرؤ (السرء)	Stelleroidea
Spearfishing	صيد السمك بالحربة	Stinger
Species	نوع	Stipe
Sperm	حيوان منوي	Stolon canals
Spermatogenesis	تكوين الحيوانات المنوية (أنطاف)	Stomatopoda
Spermatophyta	النباتات البذرية	Stone canal
Sperm whale	حوت العنبر	Stony corals

شويكات	Spicules
عنكبوت	Spider
سرطان عنكبوتي	Spider crab
موجة متكسرة ناشرة	Spilling breaker
مغزل	Spindle
أشواك	Spines
غشاء حلزوني	Spiral membrane
صمّام حلزوني	Spiral valve
فتحة تنفسية	Spircale
قدم مشقوقة	Split foot
عشب إسفنجي	Sponge weed
إسفنجين	Spongin
دودة مغرفية	Spoon worm
بوغ (جرثومة)	Spore
الطور البوغي (الطور الجرثومي)	Sporophyte
البوغات (الجرثوميات)	Sporozoa
المد القافز (المد الأعلى)	Spring tide
الحرشفيات	Squamata
الحيّار (السيدج)	Squid
السمك السنجابي	Squirrelfish
نجم البحر	Starfish
أعناق (انظر جذع)	Stalks
حويصلات التوازن	Statocysts
أشباه النجميات	Stelleroidea
إبرة (زباني)	Stinger
سويقة	Stipe
قنوات برعمية أنبوبية	Stolon canals
معويات الأرجل (سرعوف البحر)	Stomatopoda
القناة الحجرية	Stone canal
المرجان الصخري	Stony corals

Strait of Georgia	مضيق جورجيا	
Straits of Juan de Fuca	مضايق جوان دي فوكا	
Stratifying	تطبق (تكوين طبقات)	
Striped shore crab	سرطان الشاطئ المخطط	
Strontium sulfate	كبريتات السترنشيوم	
Strut roots	جذور دعامية	
Stylatula	ستايلاتولا (اسم الحيوان الزهري Sea Pen)	
Subclass	طويئفة (تحت طائفة)	
Sublittoral zone	النطاق تحت الشاطئي	
Submarine geology	جيولوجيا الأعماق البحرية	
Submersed	مغمور (غاطس)	
Submersibles	غواصات	
Submerged beach	شاطئ مغمور	
Suborder	رتيبة (تحت رتبة)	
Subphylum	شعيبة (تحت شعبة)	
Subspecies	نويع (تحت نوع)	
Substrata	طبقة تحتية	
Subtidal biology	علم أحياء (بيولوجية) منطقة المد والجزر التحتية	
Subtropical convergence	منطقة التقارب شبه المداري	
Succession	تعاقب	
Sucker	مصّاصة	
Suctoria	المَمصّات	
Suka	الكركر (من اللواحم)	
Sun fish (*Mola mola*)	الضحمة	
Superfamily	فوق عائلة	
Surf	زبد الموج (رياضة ركوب زبد الموج)	
Surfer	هواة ركوب متن الأمواج المتكسرة (الركمجة)	
Surf grass	عشب الزبد	
Surf line	خط زبد أمواج الشاطئ (خط تصادم الموج)	
Surf zone	نطاق تصادم الموج	
Surging breaker	موجة متكسرة متمورة	
Swell	موجة طويلة (موجة بعيدة المنشأ)	
Swim bladder	مثانة العوم (كيس العوم)	
Swimming crab	السرطان العائم	
Symbiont	متكافل	
Symbiotic	تكافلي	
Symbiosis	تكافل	
Systema Naturae	النظام الطبيعي (عنوان كتاب)	

– T –

Tadpole	أبو ذنيبة . شرغوف الضفدع . يرقة الشرغوف	
Tagelus spp.	تاجيلوس (نوع من المحار)	
Tapeworm	دودة شريطية	
Taxonomy	علم التصنيف	
Tegula (black turban snail)	تيجولا (القوقعة ذات العمامة السوداء)	
Telephase	الطور الانتهائي (في انقسام الخلية)	
Tellamia	تيلاميا (طحلب)	
Temperature	درجة الحرارة	
Tentacles	لوامس	
Teredo	دودة السفن (دودة الخشب)	
Terns	الخرشنة (طائر مائي شبيه بالنورس)	
Test	قوقعة (صدفة) . درقة . درع	
Tetrad	رباعيّ	
Tethys	تيطس (أرنب البحر)	
Tetraclitia	تتراكليتشيا (أطوم أحمر كبير الحجم)	
Thallus	تالوس (نبات)	
Thaliacea	المزهرات	
Thermocline	انحدار (تدرج) حراري	
Thoracostraca	صدريات الصدفة	
Tidal	مد جزري	

Tidal waves	أمواج مدّ جزرية
Tide pools	برك المد جزر
Tides	المد والجزر
Tissues	أنسجة
Tivella (pismo clam)	تفيلا (محار ملزمي سميك الأصداف)
Tolerance	مقاومة (تحمل . احتمال)
Tomopteridae	سرخس
Tooth shells	أصداف سنّية
Toxin	سم . (توكسين)
Transition area	منطقة انتقالية
Transparent	شفاف
Transportation	نقل
Treatment plants	محطات المعالجة
Trepang	خيار البحر المجفف
Tresus	تريزوس (من المحار)
Triangulate	ينلث
Trichina	الدودة الشعرية (الترخينة)
Trochophore larva	يرقة دولابية
Trochophore stage	الطور الدولابي
Trochotrophic	طور التغذية (لاحقة)
Trough	قرار الوجة
True fungi	فطر حقيقي
Tsunamis	أمواج سنامية أو تسونامية
Tube feet	أقدام أنبوبية
Tube scales	حراشيف أنبوبية
Tube snail	قوقعة أنبوبية (من الرخويات)
Tugboat	زورق قطر
Tuna	التونة
Tunic	غلالة (جلد خارجي)
Tunicates	الغلاليات
Turbellaria	دودة التربيلاريا
Turtle	سلحفاة
Turtle grass	عشب السلحفاة

– U –

Ultraplankton	هائمات فائقة الدقة
Ulva	أولفا (طحالب)
Umbo	حدبة
Upwelling	تيار صاعد من المياه العميقة
Urochordata	الذيل حبليات (الغلاليات)

– V –

Vacuole	فجوة (حويصلة)
Valence	تكافؤ
Valonia	فالونيا (طحلب)
Valves	مصاريع (صمّامات)
Vascular	نبات وعائي
Veins	أوردة
Veliger	الفليجار
Ventral muscular	قدم عضلي بطني
Verricaria	فيريكاريا (أشنات)
Vertebral column	عمود فقاري
Vertebrates	الفقاريات
Vestigial	أثرية (ليس لها وظيفة)
Visitor	متطفل

– W –

Walrus	فيل البحر (الفظ)
Warm blooded	حار الدم (ثابت الحرارة)
Water felt	لباد الماء
Water fleas	براغيث الماء
Water-stable compounds	مركبات ثابتة مائياً
Water vascular system	جهاز وعائي مائي

Wave	موجة عادية
Wave impact	تأثير الموج
Weasel	ابن عرس (العرسة)
Weddell seals	عجل البحر (فقمة)
Wedge	أسفين
West wind drift	تيار الرياح الغربية
Whalebone whales	حيتان بلينية
Whaler	حوّات (صياد الحيتان)
Whale louse	قمل الحوت
Whale shark	القرش الحوتي
Whelks	الذرب (المهذار)
White shark	القرش الأبيض
Wildlife	الحياة الفطرية
Wilson's petrel	طائر النوء

– X –

Xiphosurida	سيفيات الذيل

– Y –

Yellow-green	الخضراء المصفرة (طحالب)

– Z –

Zonation	التمنطق (تقسيم النطاقات)
Zone	نطاق (منطقة)
Zooplankton	هائمات حيوانية (بلانكتون حيواني)
Zoospores	أبواغ حيوانية
Zooxanthellae	زوزانثلا (طحالب مجهرية تكافلية)
Zostera	الزوستيرة (عشبة الأنقليس)
Zygote	زيجوت (لاقحة)

-أ-

أجار ٢٠٥ ، ٢١٣

أجسام جولجي ٨٤ ، ٨٧

أحادي المجموعة الكروموسومية (مفردة الصبغيات) ٨٤ ، ٩٤

أخطبوط ٢٥٣

أذن البحر ١٣ ، ٢٣ ، ٣٧ ، ١٤٧ ، ٢٦٤

أرتيميا (روبيان الماء المالح) ٢٨٢

أرجل كاذبة (مزاحف) ٢١٧ ، ٢٢١

أرسطو ١٨٨

إسفنجيين ٢٢٩

أسماك السالبا ٣٣٩

الأسماك العظمية ٣٤١ ، ٢٥٢

الأسماك الغضروفية ٣٤١ ، ٣٤٥

الأسموزية (ظاهرة التناضح) ٤١

أسود البحر ٣٥٩ ، ٣٧٦

أشباه أفعويات الذيل ٣٢٦

أشنة ٢٠٥ ، ٢٠٩

أصداف زيتونية ٢٦٠

أطوم أرزي (الكثمليات) ١٣١ ، ١٧٤

أطوم بلوطي ٢٧ ، ٣١ ، ١٣١ ، ١٨١

الأطوم (البرنقيل) ٢٧٨

الأطوميات (الأطم) ٣٦٩ ، ٣٧٨

الأغوانات البحرية ٣٦٥

أفاعي البحر ٣٤٢ ، ٣٥٩ ، ٣٦٤

أفيال البحر ٣٧٦

أقدام أنبوبية ٣٠٢ ، ٣٠٣ ، ٣٠٩

اكتوكاريس ٢١١

أكياس لاسعة ٢٣٥ ، ٢٣٧

امرلا (ح

أمشاج ٨٤

أمواج ٤٩

أجزاء

أنواع تسونامية ٥٢

أمواج سنامية أو تسونامية ٥٢

إنتاجية ٧٦

انتصاف (انقسام اختزالي أو منصف) ٨٥, ٩٥

انحدار (تدرج) حراري ٦١

انقسام خلوي : ٩٠

اختزالي ٩٥

غير مباشر ٩١

انقسام سيتوبلازمي ٨٤ ، ٩٢

انقسام غير مباشر (انقسام فتيلي) ٨٥ ، ٩١

أنقليس الأطلنطي الشمالي ٢٧

أنواع متوطنة ١٤٩ ، ١٥٠

أوريللا ؛ أحد أجناس قنديل البحر ٢٤٩

أرزون ٢٠٦

أولفا (طحلب) ١٧٨

أوليات (حيوانات أولية) ٢٨ ، ٣١ ، ٢٠٧

أيسينيا (عشب بنّي عملاق) ٢٧ ، ٣٧

ايمرتية (سرطان بحري) ٢٧ ، ٣٧ ، ١٣١ ، ١٣٦ ، ٢٧٥ ، ٢٩٨

-ب-

البادبات الحقيقية ٢٨٧

البارجة البرتغالية ٢٣٧ ، ٢٤٧

بانوب (نوع من المحار) ١٣٢ ، ١٣٩

بانوليروس (كركن شوكي) ٢٩٠

البجع ٣٦٨
براغيث الشاطئ ٢٨٤
البرونستا (الطلائيات) ٢٠٧
بروتوبلازم (جبلة) ٨٥ ، ٨٦
بزاقات البحر ٢٦١
البطنقدميات ٢٥٣ ، ٢٥٦
بقرة البحر ٣٦٩ ، ٣٧٨
بكتوجونيدا (طائفة من العناكب البحرية) ٢٧٦
بلاجي (أوقيانوسي) . بحري عميق ٧٣
بنائية الألواح ٦٥
بنايز (اسم الجنس للرويبان التجاري) ٢٧٦ ، ٢٨٩
البوغيات (الجرثوميات) ٢١٨
بيلك (محار حفار) ٢٥٤
بيزاستر (من نجوم البحر) ١٦٨

- ت -

تراكليتشيا (أطوم أحمر كبير الحجم) ١٣٢
تحت مملكة النباتات الوعائية ٢١٤
تخليق كيميائي (تمثيل كيميائي) ٧٣
تريزومس (من المحار) ١٣٢
تطور ٣٠
تعاقب ٢٣
تعاقب الأجيال ٢١١ ، ٢٤٨
تعدد الأشكال ٢٣٥ ، ٢٤٧
تفيلا (محار ملزمي سميك الأصداف) ١٣٢ ، ١٣٨
تكافل ٣٣
تكوين البويضات ٨٥ ، ٩٦
تكوين الحيوانات المنوية (أنطاف) ٨٥ ، ٩٦
تلوث :
إشعاعي ١٠
حراري ١٧
عضوي ٥ ، ٨
كيميائي ٩
التمثيل الضوئي
التمنطق المدجزري ١٠٩
تناسل الصغار ٣٢١ ، ٣٣٩
تناظر شعاعي ٣٠٢
تنتنيدز (فصيلة من الهدبيات) ٢١٧ ، ٢١٩
توموتريدا (من السراخس) ٣٣٣
تيارات : ٥٣
شاطئية ٩٩
مد جزرية ٥٧
محلية ٥٦
محيطية ٥٣ ، ١٥٠ ، ١٦٨
التيار الاستوائي الشمالي ٥٦
تيار الخليج ٥٤
تيار الرياح الغربية ٥٤
التيار الياباني ٥٥
تيار صاعد من المياه العميقة ٥٧
تيار كالفورنيا ٥٧
تيجولا (القوقعة ذات العمامة السوداء) ١٨١
تيطس (أرنب البحر) ٢٥٤

- ث -

ثالومس ٢٠٦ ، ٢١٠
الثديات ٣٦٩
ثعلب البحر (ثعلب الماء) . قُضَاعة ٣٧٦ ، ٣٧٨
ثنائي المجموعة الكروموسومية (مزدوج الصبغيات) ٨٤ ، ٨٩

ثنائية العصب (انظر متعددات الصفائح) ٢٥٦

-ج-

جبال جليدية (مثلجات) ١٥٠
جدار خلوي ٨٣
جذريات الأرجل ٢١٧
جراد البحر (الكركند) ١٣ ، ٢٩٠
جُريبل (من متساويات الأرجل) ٢٨٤
الجَّريث ٣٤٢
جزر حاجزة ١٠٢
جزيرة فانكوفر ١٧٦
الجلكيات ٣٤٢
جلوبيجربني ٢٢٢
جليد بحري ١١٥
جماعة الذروة (مجتمع الذروة) ٢٧ ، ٣٢
جنس فليلا ٢٤٦
جهاز وعائي مائي ٣٠٢
الجورجونيات (المرجان القربي) ٢٣٥ ، ٢٤٣
جونيالاكس (من ثنائية الأسواط) ٢١٩
جينات (مورثات) ٨٤

-ح-

حاملات الألوان ٢٥٣ ، ٢٧١
الحبّار (السبيدج) ٢٧٠
حتات (فتات) ٧٣
الحد الأقصى للمحصول المستديم ٥ ، ١٦
حراشف قرصية ٣٤٥
الحرشفيات ٣٥٩
حرازيات حيوانية ٣٢١ ، ٣٢٩
حشائش بحرية ٢١٠
حشائش ثعبان البحر ٢١٤
حلزون مخروطي ٢٤٣
الحلقيات ٢٣٢
حوت : ٣٥٩ ، ٣٦٩
أزرق ١٥ ، ٣٧٢
حقيقي ٣٧٢
قاتل ٣٧٢
فاروري الأنف ٣٧٤
العنبر ٣٧٢
حوت بلبني ٣٧٣
الحوتيات ٣٥٩
حيات الماء ٣٥٩
حيوان اللؤلؤ ٢٧٠
حيوانات حزازية أو طحلبية ٣٣١

-خ-

الخرافيات ٣٤٥
خرطوم ٣٢٥
خروف البحر ٣٦٩
خط جانبي ٣٤١
خلايا البشرة ٢٢٧
خلايا طرفية ٧٣
خلايا مطوقة ٢٢٧
خلفيات الخياشم ٢٨٢
خلية
حقيقية النواة ٨٧ ، ٨٤
بدائية النواة ٨٥ ، ٨٧ ، ٢٠٧
خلية أميبية ٢٢٧
خلية بدائية النواة ٨٥
خلية جرثومية (تناسلية) ٨٤
خلية جسدية ٨٥

خشوي ٢٢٧
خنزير البحر ٣٧٥
خيار البحر ٣١٦
خيار البحر المجفف ٣١٦
خياريات البحر ٣١٦
خيشوميات الأرجل ٢٨٢
الخيلانيات ٣٥٩

-د-

د.ن.ا (الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين) ٨٤، ٨٨
دائريات الفم ٣٤٢
دب قطبي ٣٨٠
درْع (درقة) ٢١٧، ٢١٩
الدوارات ٣٢٢
دودة بالولو ٣٢٥
دودة بلوطية ٣٣٦
دودة السفن (دودة الخشب) ٢٥٤
دودة سهمية ٣٢٨
دودة الفول السوداني ٣٢٦
دود نافضات الريش ٣٣٤
دودة مُشدفة (مقسمة إلى حلقات) ٣٣٢
دودة مغرفية ٣٢٧
دولارات البحر الرملية ٣١١
دولفين ٣٧٢
دوناكس (بطلنيوس). محار ملزمي ١٣١
دياتوم ٢٧، ٣١، ١٢٨
ديدان شريطية ٣٣٤
ديدان لسانية ٣٣٦

-ذ-

ذؤابيات الأرجل ٢٦١
ذاتي التغذية ٧٣، ٨٠
ذراعيات الأقدام (المرجانيات)
ذوات المصراعين ٢٥٣
الذيل حبليات ٣٣٧

-ر-

ر.ن.ا (حمض نووي ريبوزي) ٨٥
الرأسجليات ٣٤٠
رأسيات الأرجل ٢٥٣
رف قاري ٦٦
رميحات ٣٤٠
رربيان الماء الأجاج ٢٨٢
روبيان حقيقي (إربيان) ٢٨٨
ريشة البحر (حيوان زهري يسمى Stylatula) ٢٤٢

-ز-

الزقيات ٣٣٨
زنابق البحر ٣١١
الزنبقيات ٣١١
إزهرار ١١٩
الزهريات (الحيوانات الزهرية) ٢٣٥
الزواحف ٣٦٠
زورقيات الأرجل ٢٥٤، ٢٧٤
زوكزانثللي (طحالب مجهرية تكافلية) ١٥٧، ١٥٩، ٢١٨، ٢٢١
الزوستيرة (عشبة الأنقليس) ١٣٢، ١٣٧، ٢٠٦، ٢١٤، ٢٧٦
زيجوت (لاقحة) ٨١، ٩٦

-س-

سارجسام (عَنَب البحر) ٢٠٦، ٢١١

سرطانات ٢٩٢
السرطان الشاطئي المخطط
السرطان الشبحي ٢٩٥
سرغوف البحر ٢٨٧
سلاحف : ٣٥٩
جلدية الظهر ٣٦٤
خضراء ٣٦٢
سلحفاة ريدلي ٣٦٣
ضخمة الرأس ٣٦٢
منقار الصقر ٣٦٢
سلمون ٢٨
سليلوز ٨٣ ، ٨٦
سمك الترس ٣٥٤
سمك جرانيون ٣٥٤
سمك السلمون ٢٨
سمكة الشمس ٢٤٩ ، ٣٥٤
سنتريول (مريكيز) ٨٣
السوطيات ٢٢٣
سوطيات دَّرارة ثنائية الأسواط ٢٠٧ ، ٢١٧ ، ٢٢٠ ، ٢٢٤
سويقة ٢٠٦ ، ٢١١
سيتوبلازم ٨٤
سيفيات الذيل ٢٧٦

- ش -

شبكة صيد في القاع (نزول) ٢٠٣
شجرة تنفسية ٣٠١
الشعاعيات ٢٢٠ ، ٢٤٤
الشُعْب الحاجز الكبير ٣٥٠
الشفنين البحري ٣٥٠
شقائق البحر (الشقار) ٢٣٥ ، ٢٣٦
شويكات ٢٢٨

- ص -

صدفة قنديلية ٣٢٩
الصدفيات ٣٠١
صعاد ٣٤١
صلصال أحمر ١٠ ، ٧٠

- ط -

طائر النوء ٣٦٨
طائفة اللحميات ٣٧٦
طائفة النجميات ٣٠١ ، ٣٠٥
طبقة تحتية : ٩٩ ، ١٠٦
ركائز ١٠٨
رمل ١٠٦
طمي ١٠٦
طحالب ٢٧ ، ٣٨ ، ٢٠٥
طحالب بنية ٢٠٦ ، ٢١١
الطحالب البروية ٢٠٨
الطحالب البنية ٢١١
الطحالب البنية الذهبية ٢٠٨
طحالب حمراء ٢١٢
الطحالب الحمراء ٢١٢
طحالب خضراء ٢٠٥
الطحالب الخضراء ٢١٠
طحالب خضراء مزرقة ٢٠٧
الطحالب الخضراء الصفرة ٢٠٨
الطحالب الذهبية ٢٠٨
طحالب مخاطية ١٣٢
الطور البوغي (الطور الجرثومي)
الطور المشيجي ٢٠٥ ، ٢١١ ، ٢١٣

الطيور ٣٦٥
طيور البطريق ٣٦٥

-ع-

عاريات الخياشيم ٢٥٤ ، ٢٦٢
عجل البحر (الفقمة) ٣٥٩
عديدات الأشواك ٣٢١ ، ٣٣٣
عشب إسفنجي ٢١٠
عشب البحر البني النجيلي العملاق (أيسنيا) ٢٧ ، ٣٧
عشب السلحفاة ٢١٢
عشب خروف البحر ٢١٢
عشريات الأرجل ٢٨٨
عظيمات ٣٠١
عُقَيدة ٥ ، ١٧ ، ١٩
العلقيات ٣٣٢
علم التصنيف ١٨٧
عناكب البحر ٢٧٦

-غ-

غرين (الشعاعيات) ٢١٧
غرين جلوبيجريني ٢١٧
غرين : ٤٥
جلوبيجريني ٢١٧
جيري ٧٠ ، ١٤٤
سليكوني ٧٠ ، ١٤٤
شعاعي ٢١٧
غشاء حلزوني ٣٤٨
غشاء خلوي ٨٣
غشاء شبه نفاذ ٤٢
غطاء ٢٥٤ ، ٢٥٩
غلاف الأرض (رداء) . برُنس ٢٥٥
غير ذاتي التغذية ٧٣ ، ٨٠

-ف-

فأسيات الأرجل ٢٥٣
فتحة تنفسية ٣٤١
فرس البحر (سمك) ٣٥٤
الفرفاط (طائر بحري) ٣٦٨
فصيلة اللجنيات ٣٥٩ ، ٣٦١
الفطريات ٢٠٩
الفورونيات (ديدان بحرية) ٣٢٩
فويهة ٢٢٧
فيساليا (البارجة البرتغالية) ٢٣٧
فيوكس (طحلب بني) ١٧٤ ، ٢١١

-ق-

قاعي ٥
القرش أبو مطرقة ٣٤٤
القرش الأبيض ٣٤٧
قشرة الصدفة ٢٥٤
القشريات ٢٧٥
قصيرات الذيل ٢٩٢
قمل الشاطئ ٢٨ ، ٤٣ ، ١٧٢ ، ٨٠ ، ٢٧٥ ، ٢٨٥
القناة الحجرية ٣٠٣
قناة حلقية ٣٠٣
قناة شعاعية ٣٠٣
قنافذ البحر ٣٠١ ، ٣١١
قوقعة (صدفة درقة . درع) ٣٠١ ، ٣٠٤ ، ٣١١

-ك-

كاراجينان ٢١٣
الكاسيات (القدحيات . الحيوانات القدحية) ٢٣٥ ، ٢٣٧

كالكتس (أحد أجناس السرطان الأزرق) ٢٧٥ ، ٢٩٣
كبريتيد الهيدروجين ٧١ ، ٧٤
كثافة الماء ٦١
كثبان رملية ١٠١
الكركند وحش خرافي ٢٧٢
كروماتيد ٨٣ ، ٩٢
كروموسوم (صبغي) ٨٣
الكريل (هائمات قشرية) ١٤٩ ، ٢٨٧
كلوروفيل ٢٠٦
كوديوم (طحلب بني) ٢١٠

-ل-

اللاتيميريات ١٣٢ ، ١٤٦
لاروس (اسم الجنس للنورس) ٣٥٩ ، ٣٦٨
اللافكيات ٣٤١ ، ٣٤٢
اللشك (سمكة) ٢٥٤
اللقح ٣٥٣
اللواحم ٣٥٩ ، ٣٦٩
لوليجو (من الحبار) ٢٥٣
الليتورينة (الشاطئيات) ٢٨ ، ٤٣ ، ١٣٢ ، ١٤٢ ، ١٧٢ ، ٢٦٥
ليكية (ليكا) (قملة الشاطئ)
لينات الصدفة ٢٨٢
لينيوس (واضع نظام التسمية العلمية) ١٨٧ ، ١٨٨

-م-

ماكروسستس (طحلب بني عملاق) ٢٠٥ ، ٢١١
متعددات الصفائح ٢٥٤ ، ٢٥٦
مثانة العوم (كيس العوم) ٣٤١
مثبت (ماسك جذري) ٢٠٥ ، ٢١١
مجنحات القدم (زعنفيات القدم) ٢٥٤
مجذافيات الأرجل
محار اللؤلؤ ٢٦٩
محطات الطاقة : ٢٢
جزيرة الثلاثة أميال ٢٢
شرنوبيل ٢٢
مخطط انسياب الطاقة
المد الأحمر ٢١٧
المد والجزر : ٤٦
قافز ٤٦
محاقي ٤٥
المدوسة (قنديل البحر) ٢٤٧
مزدوجات الأرجل : ٢٨٤
قمل الشاطئ (أنظر لجيا Ligia)
المعيزيات ٢٨٦
نطاط الرمل (انظر متساوي الأقدام Isopods) ٢٨٣
المزماريات ٣٢٥
المزهرات ٣٣٨
مستورات الخياشم
مشبك ٢٤٥
مصبات الأنهار ١٠٣
مصباح أرسطو ٣٠١ ، ٣٠٩ ، ٣١٣
المصفاة ٣٠٣
مضايق جوان دي فوكا ١٧٧
مضيق الملكة شارلوت ١٧٧
المطروح ٣٢١
معادن : ١٨
حديد ١٨
ذهب ١٨
زيت ١٩
عقيدات ١٩

ماس ١٨
معويات الأرجل (سُرعُف البحر) ٢٨٧
المعيزيات ٢٨٦
المفصل
المفصل الوزي
ملافط ٣٠١ ، ٣٠٦ ، ٣١٤
ملك الأشواك ٣٠٧
الممَصَّات ٢١٨
مملكة البدائيات (المونيرا) ٢٠٧
متساريات الأرجل ٢٨٢
مجدافيات الأرجل
منافذ حرمائية عميقة ١٤٤
المنتجات الأرلية ٧٤
المنجروف (القرام) ١٥٧ ، ١٦٢
المنخربات ٢٢١
منطقة اقتصادية خاصة بأمريكا ٤٥ ، ٦٨
المنطقة الشاطئية الضحلة ٤٥ ، ٦٨ ، ٩٩ ، ١١٣
منطقة هبوب ٤٥
موراي الأنقليس ٣٤٤
ميدوسة ٢٤٧
ميدية (بلح البحر) ٢٨ ، ٣٢ ، ١٧٤ ، ١٨١
الميزاب الحركي ٣٠٦

- ن -

نباتات ثالوسية ٢١٠
نجمة سَلَّية ٣١٠
نجوم البحر الثعبانية ٣٠١ ، ٣٠٩
نجوم ريشية ٣١١
النجوم الهشة ٣١٠
النصفحبليات ٣٣٥
نطاط الرمل (انظر متساويات الأقدام) ٢٨٤
نطاق الأعماق السحيقة ١٠٠
النطاق البحري السطحي ١٠٠ ، ١١٥
النطاق البحري العميق ١٠٠
النطاق البحري الغوري ١٠٠
النطاق الضوئي الحقيقي ٧٣ ، ١٠٠
النطاق اللاضوئي ١٠٠ ، ١١٤
نطاق تصادم الموج
نطاق ضعيف الضوء ١٠٠ ، ١١٤
نظام التسمية الثنائية ١٨٧
نظرية الخلية ٨٦
نفاثات (بخاخات البحر) ٣٣٨
نفايات عضوية ٥
نفايات مشعة ١٠
النقاب ٢٧٧
النوارس ٣٥٩ ، ٣٦٧
النوارس البحرية ٣٥٩ ، ٣٦٧
نيربوسستس (طحلب بني عملاق) ٢١١
نيميرتيا (ديدان ساحليه) ٣٢٥

- هـ -

هائمات : ٩٩
هائمات تامة ١١٩
هائمات حيوانية ١٢٠
هائمات دقيقة ١١٩
هائمات سوابح ١١٩
هائمات صغيرة ١١٩
هائمات فائقة الدقة ١٢٠
هائمات كبيرة ١١٩

الأستاذ الدكتور عبد الكريم محمد علي خفاجي

أستاذ الأحياء البحرية

- ولد ونشأ في مكة المكرمة عام ١٩٤٦م - ١٣٦٦هـ.
- تلقى تعليمه الإبتدائي والمتوسطة والثانوي وحصل على شهادة اتمام الدراسة الثانوية من المدرسة العزيزية بمكة المكرمة عام ١٩٦٦م.
- حصل على درجة البكالوريوس من كلية العلوم بجامعة الملك سعود (الرياض) بتقدير جيد جداً مع مرتبة الشرف في عام ١٩٧٠م.
- عين معيداً بقسم النبات خلال الفترة من ١٩٧٠ وحتى ١٩٧٢م.
- إبتعث للدراسة في المملكة المتحدة عام ١٩٧٢م.
- حصل على درجة الماجستير من جامعة ليفربول عام ١٩٧٥م في تخصص الطحالب البحرية.
- حصل على درجة الدكتوراه من جامعة جلاسجو عام ١٩٧٨م في نفس التخصص السابق.
- عمل مدرساً بكلية العلوم ثم أستاذاً مساعداً خلال الفترة من ١٩٧٨ وحتى ١٩٨٠م.
- انتقل بعدها للعمل بجامعة الملك عبد العزيز وعمل بها وكيلاً لكلية علوم البحار ثم عميداً للكلية خلال الفترة ١٩٨٨ وحتى ١٩٩٤م.
- رقي إلى درجة أستاذ مشارك عام ١٩٨٥م.
- يعمل حالياً أستاذاً للأحياء البحرية بكلية علوم البحار منذ عام ١٩٩٢م.
- نشر العديد من الأبحاث العلمية في عدد كبير من المجلات والدوريات العلمية.

ISBN : 9960 - 06 - 201 - 5