نشرة

البيئة البحرية

THE MARINE ENVIRONMENT

تصدر عن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية – العدد ١٢٧ / يناير – مارس ٢٠٢١

الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة

الصيد الشبحي

اقرأ في هذا العدد

٤ الاجتماع الرابع والثلاثون للجنة التنفيذية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

٥ الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة

١٤ التلوث البحري بالمخلفات البلاستيكية (٧)

٢٠ سؤال في البيئة البحرية: ما هي ظاهرة الصيد الشبحي؟

٢٤ الهواء والتلوث (٣)

٣١ مكتبة البيئة: الحياة الخفية للجليد: رسائل من عالم يختفي

٣٥ من هنا وهناك: اكتشاف سمكة قرش تعيش بلا جلد!

نشرة
البيئة البحرية

نشرة دورية تصدر عن سكرتارية المنظمة وهي لا تعبر بالضرورة عن رأي المنظمة أو الدول الأعضاء

****

هيئة استشارية
د. حسن محمدي
كابتن. عبدالمنعم الجناحي
د. علي عبدالله
د. وحيد مفضل

****

التحرير والمادة العلمية
د. محمد عبدالقادر الفقي

****

الإشراف الفني
عبدالقادر بشير احمد

****

خدمات إدارية وفنية
هناء العارف
زبيدة آغا
عنان راج

****

منطقة غرناطة - قطعة: ٣ قسيمة ٩٠٠٠٢٠
شارع جمال عبدالناصر
ص.ب: ٢٦٣٨٨ الصفاة ١٣١٢٤
دولة الكويت
تليفون: ٢٤٨٦١٤٤٢ / ٢٢٠٩٣٩٣٩ (٩٦٥)
فاكس: ٢٤٨٦١٦٦٨ - ٢٤٨٦٤٢١٢ (٩٦٥)
www.ropme.org
E-mail: ropme@ropme.org
facebook.com/ropme.org
twitter.com/ropme
www.memac-rsa.org
E-Mail: memac@batelco.com.bh

الافتتاحية

الشواطئ ليست مجرد رمال ناعمة يؤمها المصطافون، وليست مجرد نطاق من الأرض في حالة عناق دائم مع البحر. إنها عالم بل عوالم من الجمال الأخاذ والتاريخ الحافل بذكريات لا تحصى للبشر وطيور البحر وثدييات وأصدافه. وهي مجتمع فريد من نوعه، ينبض بحياة ثرية، وألق ورونق دائمين متلازمين! فلكل حبة رمل في الشاطئ قصة ربما تبدأ بداياتها قبل ظهور الجنس البشري في كوكبنا المائي. من أين جاءت هذه الحبّة الصغيرة، وكيف تشكّلت واستدارت، وكيف رحلت إلى موضعها الذي توجد به؟ وما هي الكائنات البحرية التي أزاحتها من موقعها لتبني عشًّا لها، أو لتضع بيضها، أو لتربّي صغارها؟

الشواطئ هي اللسان الذي يتحدث به البر إلى البحر، وهي المأوى الذي تقصده أمواج البحر لتفرغ عنده متاعبها، وتلقي عنده حِملها.

وعلى مر الزمان كانت الشواطئ جنات وافرة، تزينها أشجار القرم (المانجروف)، وتقيم فيها السلاحف البحرية أعراسها، وتصعد إليها الثدييات البحرية لترضع صغارها أو لتأخذ قيلولة فوق أعشابها، ويسكن في رحابها السرطان الناسك بعد أن يجد في حوافّها صدفة تحميه من بطش المفترسات!

ولكن الشواطئ اليوم لم تعد كما كانت بالأمس. فقد طالتها يد الإنسان بالتغيير والتدمير. لقد جاء الإنسان بجرّافاته ومعدّاته ومَرْكباته، فراح يخرّب ويجرّف، ويطمر ويبدل ويشوّه، ويقتطع من البحر مساحات، ليشيد فيها الفنادق والمنتجعات، والأبراج والعمارات، ومراكز الترفيه والشاليهات والاستراحات، غير آبه بما فيها من أعشاب ونباتات، وطيور بحرية وحيوانات!

ولأن الشواطئ والبيئة الساحلية يقعان في جسد واحد، فإن ما يزعج الشاطئ يزعج البيئة الساحلية أيضا. ومعظم النفايات التي يلقيها المرء على الشاطئ، أو التي تصل إلى ما قبل خط التماس البحري باليابسة، تشقّ مسارها إلى البحر حتى تجد في مياهه مستقرها ومستودعها! وتكون لذلك نتائج كارثية، تبدأ من تغير خصائص المياه، وتنتهي بنفوق الأحياء البحرية، بل وانقراض العديد من الأنواع البحرية النادرة.

وللتوعية بأخطار المشكلات الناجمة عما أحدثه الإنسان المعاصر من تعديات على الشواطئ، فقد قامت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية باختيار شعار ليوم البيئة الإقليمي لعام ٢٠٢١، ينص على أن: (التعدي على الشواطئ تدمير للبيئة الساحلية)، مستهدفة بذلك تعريف الجمهور في الدول الأعضاء بالمنظمة بمشكلة التعدي على الشواطئ، وبيان أخطارها وآثارها، وسبل الحد منها، وتركيز الأضواء على الدور الذي تضطلع به المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية والدول الأعضاء فيها للمحافظة على سلامة الشواطئ والبيئة الساحلية بمنطقة عمل المنظمة. ومن الجدير بالذكر أن المنظمة تقوم بجهود كبيرة ومستمرة من أجل حماية شواطئ المنطقة البحرية وبيئتها الساحلية من التعديات عليها ومن كافة الملوثات التي تهدد سلامة النظم الإيكولوجية الشاطئية والساحلية. وفي هذا السياق بادرت المنظمة بتبني وتشغيل برنامج تنفيذي لرصد الملوثات الأرضية، وقياس نسبة الملوثات في العينات الشاطئية. وتقوم المنظمة كذلك برصد وقياس درجة التلوث البحري من البحر من خلال تنظيم رحلات بحثية بحرية لجمع عينات حقلية من سطح المياه والقاع وخلافه، وتحليلها معمليا لتحديد مكوناتها ودرجة التلوث إذا ما وجدت. ولا ننسى دور المنظمة في وضع الحلول اللازمة والكفيلة بالحدّ من التلوث الساحلي، سواء من خلال سن التشريعات ذات الصلة، أو تنظيم الحملات الدعائية والتوعوية بوسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروءة، وتنظيم ورش العمل، أو الاهتمام بتدريب الكوادر الفنية المتخصصة في صيانة الموارد المائية ومكافحة التلوث البحري، أو الرصد البيئي.

ويبقى عليك - عزيزي القارئ - أن تسهم بدورك في الحفاظ على سلامة الشواطئ بعدم إلقاء النفايات بها على الأقل. والله الموفق.

أسرة التحرير

الاجتماع الرابع والثلاثون للجنة التنفيذية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

الاعضاء المشاركون في الاجتماع

عُقِد صباح الاثنين الموافق ١٥ فبراير ٢٠٢١ الاجتماع الرابع والثلاثون للجنة التنفيذية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية عبر منصة زووم للاتصال المرئي والسمعي (أون لاين)، وبمشاركة أعضاء اللجنة المكونة من كل من الدكتور محمد مبارك بن دينة رئيس اللجنة التنفيذية والمبعوث الخاص لشؤون المناخ والرئيس التنفيذي للمجلس الأعلى للبيئة في مملكة البحرين رئيس الاجتماع، والدكتور أحمد رضا لاهي جانزاده نائب مدير إدارة البيئة في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، والدكتور أسامة إبراهيم فقيها وكيل وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية.

كما شارك في هذا الاجتماع الدكتور حسن محمدي منسق المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، والدكتور جاسم بشارة كبير مستشاري المنظمة، والكابتن عبد المنعم الجناحي مدير مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (ميماك) التابع للمنظمة.

وقد ناقش الاجتماع الإجراءات الواجب اتباعها في حالة خلو منصب الأمين التنفيذي للمنظمة والرغبة في تعيين أمين جديد، وكذلك المعايير الواجب توافرها في المرشح لهذا المنصب. وقد أسفر هذا النقاش عن اعتماد إجراءات وخطوات الترشيح، حيث تمت الموافقة على فتح باب الترشيح لهذه الوظيفة، تبعا للشروط والمعايير المعتمدة من قبل اللجنة التنفيذية للمنظمة. كما وافقت اللجنة على تعيين الدكتور جاسم بشارة كبير الاستشاريين بالمنظمة قائما بأعمال الأمين التنفيذي للمنظمة لحين تعيين أمين تنفيذي دائم للمنظمة.

الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة

ثراء لافت رغم الظروف البيئية المعاكسة

بقلم: د. وحيد محمد مفضل – خبير بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

مقدمة

تطل المنطقة البحرية للمنظمة - كما هو معلوم - على ثلاثة بحار مختلفة، تعدُّ في مجملها امتدادا طبيعيا وجغرافيا للمحيط الهندي، وهي المنطقة الداخلية لبحر المنظمة في الشمال، يليها بحر عمان، ثم بحر العرب الذي يمتد غربا بطول السواحل العمانية الجنوبية حتى حدود السواحل الصومالية.

وهذه البحار، والمنطقة البحرية للمنظمة عموما، تجمعها أكثر من سمة بيئية مشتركة، مثل قلة عدد الأنهار والروافد التي تصب فيها، وضعف تساقطات الأمطار السنوية، وضحالة مناسيب الأعماق مقارنة بالبحار الأخرى، ووقوعها ضمن المنطقة الجافة شبه الاستوائية، ومن ثم تعرضّها لدرجة حرارة مرتفعة ودرجة بخر عالية.

لكن وعلى الرغم من قسوة وصعوبة الظروف البيئية والأحوال المناخية المعرضّة لها البحار الثلاثة، إلا إنها

طائر النكات

طائر الزقزاق

تحظى - مع ذلك - بتنوع كبير في المواطن البيئية والموائل البيولوجية الساحلية والبحرية، خاصة من الشعاب المرجانية وغابات القرم والإسفنجيات والأعشاب البحرية والثدييات والطيور وغيرها.

وفي هذا تشير نتائج الدراسات البحرية إلى أن المنطقة ككل تحظى بوجود نحو ٤٦٥ نوعا من الأسماك، و٦٠ نوعا من الطيور البحرية، أهمها طائر النكات والزقزاق والبلشون والنحام، وهذا فضلا عن عدد كبير من الكائنات البحرية الأخرى المستوطنة مثل السلاحف التي تشمل خمسة أنواع، وحيوان الأطوم (عروس البحر) الذي ينتشر بشكل كثيف وبأعداد كبيرة قرب سواحل أبو ظبي وخليج سلوى. كما تحظى شواطئ المنطقة بتجمعات ثرية من نبات القرم (المانجروف) المقاوم للملوحة، ومهاد الحشائش البحرية، وموائل الأعشاب البحرية، ومساحات شاسعة وممتدة من الشعاب المرجانية بنوعيها الغض والصلب.

وإذا ما تحدثنا عن توزيع الشعاب المرجانية في المنطقة، وهو موضوع هذا المقال، فإنه يجدر أولا الإشارة إلى أهمية هذا الموئل المعطاء وإنتاجيته العالية التي لا تضاهى، بل يمكن القول بأن الشعاب المرجانية هي واحدة من أهم الموائل البيولوجية البحرية على كوكب الأرض، وهذا إن لم تكن أهمها على الإطلاق، ذلك أنها ليست مجرد كائنات بحرية بديعة، تحظى بجمال فطري لافت، وتنمو تارة في هيئة صخرية وتارة أخرى في صورة غضة، بل هي مجتمع متكامل، لآلاف الكائنات البحرية الأخرى، التي لولا البيئة المعيشية التي توفرها صخور المرجان وشقائقه، لما استقرت أو نمت في أي منطقة بحرية.

وأهمية الشعاب المرجانية لا تنحصر فقط في مجرد كونها حدائق غناء تحت الماء، لكنها تكمن في قدرتها على توفير المأوى والملاذ لأكثر من ربع أنواع الكائنات البحرية المعروفة، وفي إسهامها في حماية الشواطئ والمنشآت الساحلية من خطر النحر والتآكل، ومن الأثر الهدمي للأمواج العاتية والعواصف الهوجاء، التي تجرف رمال الشواطئ وتسبب تآكلها وتدمير المرافق والمنشآت الساحلية.

كما تعدُّ الشعاب المرجانية من أكثر الموائل إنتاجية بالنسبة لمصائد الأسماك. وفي هذا تشير بعض التقديرات إلى أن ربع الثروة السمكية المنتجة في الدول النامية تستخرج من هذا الموئل المعطاء، على ما يعنيه هذا من دعم حرفة الصيد، وتوفير الملايين من فرص العمل للصيادين في هذه الدول. كما تسهم الشعاب المرجانية أيضا - بألوانها الجذابة وجمالها الخلاب - في دعم وتنشيط وتنمية السياحة في أكثر من ١٠٠ دولة على مستوى العالم، وهى التى أنعم الله عليها - دون غيرها - بهذه الثروة. لذا فإن عدد الأشخاص المستفيدين من الخدمات والمنتجات التي تقدمها بيئة الشعاب يقدر بأكثر من ٥٠٠ مليون شخص حول العالم.

بيئة الشعاب المرجانية

تنمو الشعاب المرجانية بصفة عامة في المناطق الضحلة الخاصة بالبحار الاستوائية الدافئة بين خطي عرض ٢٥ درجة شمالاً و٢٥ درجة جنوبًا. وهي تحتاج إلى ظروف إيكولوجية وبيئية مواتية لكي تستطيع النمو والحياة، لعل أبرزها نقاء المياه وارتفاع درجة صفائها وشفافيتها مع خلوها من التلوث وعدم احتوائها على رواسب أو عكارة، وضحالة العمق حتى يسهل اختراق ضوء الشمس ونفاذه إلى الشعاب الموجودة على القاع. كما تحتاج الشعاب إلى درجة ثابتة من الملوحة ودرجة حرارة مياه

المرجان المخي

مستقرة ما بين ٢٥ إلى ٢٨ درجة مئوية، وإن كان بإمكانها أن توجد في مياه تتراوح درجة حرارتها ما بين ٢٢ إلى ٣٢ درجة مئوية، وهو الحد الأقصى لتحمّلها.

وتنمو الشعاب رأسيا ببطء شديد بمعدل يتراوح من ٢,٠ إلى ٧,٠ سنتيمترات في السنة، لكنها تعدُّ مع ذلك من أكثر الموائل والنظم البحرية البيولوجية ثراء وإنتاجية. وفي ذلك تقدر إنتاجية الشعاب المرجانية السليمة بنحو ٣٥ طنا من الأسماك في السنة لكل كيلومتر مربع. ويقدر إجمالي المساحة السطحية للشعاب المرجانية المنتشرة في بحار ومحيطات العالم المختلفة بنحو ٦٦٠ ألف كيلومتر مربع، أي ما يعادل نحو ٢,٠ ٪ من مساحة البحار والمحيطات.

وهناك نوعان أساسيان من المرجان بشكل عام: المرجان الصلب وتتكون معظم أجزائه من هيكل صخري من الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم)، ويوجد في أشكال عديدة مختلفة، فمنها الشجري والنجمي والمخي وغير ذلك. وهذا النوع يُعدُّ الأساس في تكوين وبناء "الشعاب" المرجانية الصخرية المعروفة. أما النوع الآخر فهو المرجان الرخو، الذي يشبه في هيئته العامة النبات، حيث يتكون بالكامل من جسم رخو وزوائد مرنة. وهذا النوع لا يستطيع بناء هيكل صخري، وهو بذلك لا يُسهم في بناء "شعاب" أو يستطيع تكوين صخور مرجانية، كما أنه لا يحتوي - في أغلب الأحوال - على طحلب "الزوزانثيللي"، الذي يعيش داخل بوليب وزوائد المرجان الصلب في علاقة تكافلية، ويكسبه ألوانه المميزة.

وبالنظر إلى المتطلبات والظروف البيئية والإيكولوجية اللازمة لنمو المرجان، فإن نمو ووجود الشعاب على مستوى العالم ينحصر في المناطق الضحلة القريبة من سواحل وجزر المحيطين الهندي والهادي والبحر الأحمر والمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية التي تضم المنطقة البحرية الداخلية وخليج عمان وجزءا من بحر العرب. كما توجد الشعاب المرجانية في البحر الكاريبي وبالقرب من خليج المكسيك والسواحل المطلة على الهند الغربية.

الشعاب المرجانية موطن معيشي عالي الإنتاجية، وذو ثراء وبهاء تحت الماء

توزيع الشعاب في المنطقة البحرية للمنظمة

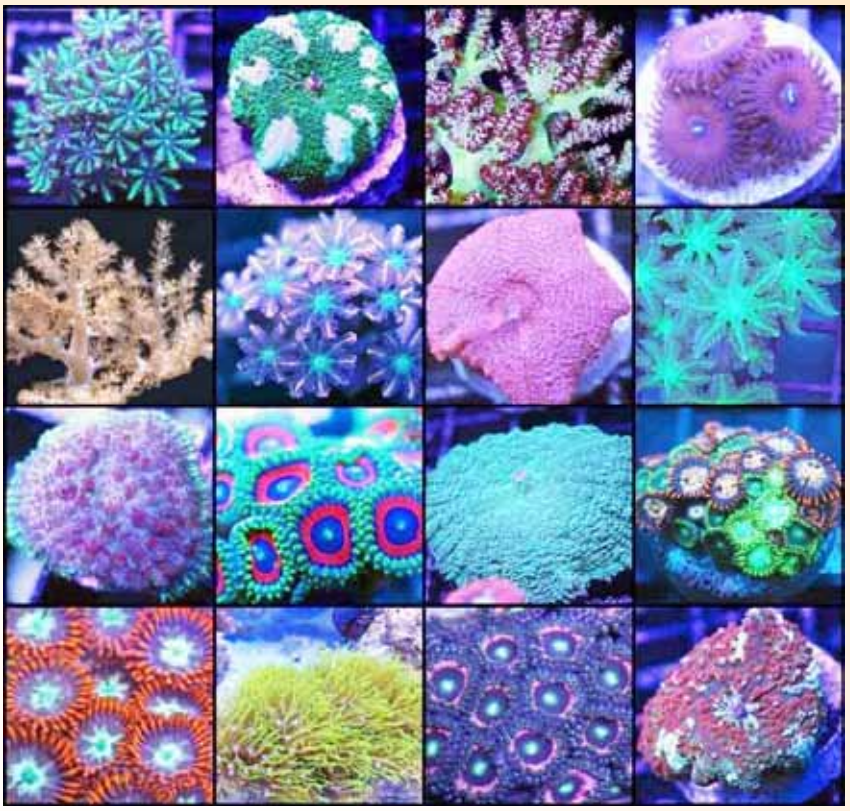
تحظى المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، بثراء لافت من الشعاب المرجانية، وهذا رغم قسوة العوامل الطبيعية السائدة والظروف البيئية المعاكسة، سواء أكان هذا ممثلاً في القيظ الشديد وارتفاع متوسط درجة حرارة المياه على مدار السنة، أم في زيادة نسبة الملوحة في كافة أرجاء المنطقة البحرية للمنظمة أو غير ذلك.

وفي هذا تشير المسوحات الميدانية والدراسات الحقلية إلى وجود ما لا يقل عن ٦٠ نوعًا بالمنطقة الداخلية

من أنواع المرجان الصلب

للمنظمة وحدها، تصنف ١٠ أنواع منها على أنها مستوطنة Endemic، ولا توجد بأي منطقة أخرى من العالم. وتتركز معظم الشعاب في المنطقة البحرية للمنظمة - بصفة خاصة - قرب السواحل والمناطق البحرية التابعة لكل من مملكة البحرين والجمهورية الإسلامية الإيرانية ودولة الكويت وسلطنة عمان والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة.

ويبلغ عدد أنواع الشعاب المتاحة بالسواحل الشرقية للمملكة العربية السعودية ٥٠ نوعا، في حين يقل هذا العدد إلى ٣٤ نوعا في سواحل



أنواع المرجان الرخو

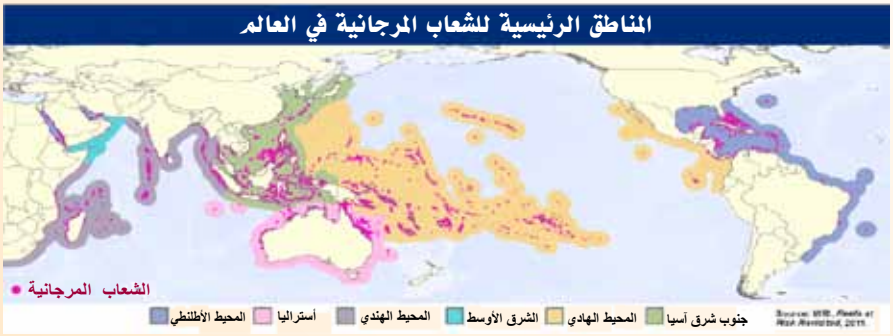
الإمارات العربية المتحدة، وإلى ٣١ نوعا في مملكة البحرين، و٢٦ نوعا في دولة الكويت، و١٩ نوعا في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، و٨ أنواع في دولة قطر، وهذا فضلا عن اكتشاف وجود شعب مرجانية محدودة الامتداد والمساحة في حيز المياه الإقليمية العراقية القريبة من مصب شط العرب.

وتعدُّ دولة الإمارات العربية المتحدة من أكثر دول المنطقة ثراءً بالشعاب المرجانية، حيث يبلغ إجمالي مساحة الشعاب المرجانية بها نحو ١٢٠٠ كيلومتر مربع، تتوزع على امتداد ٦٥٠ كيلومترا في السواحل الغربية لهذه الدولة، إضافة إلى ٩٠ كيلومترا أخرى في السواحل الشرقية للإمارات الواقعة في خليج عمان. وتتميز مناطق جبل علي بدبي، وجزر دلما وياسات بأبو ظبي، وصير أبو نوير بالشارقة، بكثافة عالية وتنوع هائل من المرجانيات الصخرية والرخوة.

وتتميز أيضًا السواحل الشرقية والشمالية لدولة قطر، بثراء لافت وكثافة عالية من الشعاب المرجانية، في حين تفتقر السواحل الغربية لهذا الثراء، وهذا بسبب ارتفاع نسبة الملوحة ودرجة الحرارة في تلك المنطقة عن مثيلتها من المناطق الأخرى للمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة. وقد تم تسجيل ما يقرب من ١٨ نوعًا من المرجانيات الصخرية والرخوة بهذه السواحل، وتعدُّ فشت الديبل وفشت العديد، إضافة لجزيرة حالول، المناطق الأكثر ثراء وكثافة بالشعاب المرجانية في دولة قطر.

وبالنسبة لدولة الكويت، فإن معظم الشعاب المرجانية المتاحة بها توجد في الأجزاء البحرية الجنوبية من بحر الكويت، وبشكل خاص حول جزر كبر، وقاروه، وأم المرادم. وتعدُّ جزيرة قاروه - رغم صغر حجمها - هي الأكثر تنوعا بالشعاب؛ حيث يوجد على بعد ٥٠ مترا من الجزيرة مسطح كبير تنتشر به شعاب ثرية وكبيرة من النوع الصفائحي أو الطاولة وأيضا من النوع الغصني. كما توجد الشعاب في هيئة قطع ومستعمرات مرجانية مغمورة ومتناثرة. كما توجد في عمق البحر بجانب الجزر المرجانية الثلاث السابقة، أو بالقرب من الساحل الرئيسي أمام سواحل الجليعة وبنيدر ورأس الزور والخيران بساحل الكويت الجنوبي. ولعل من أبرز وأشهر هذه القطع: مديرة وأم العيش (صخرة تايلور) وقطعة عريفجان وسلامة وبنيدر ورأس الزور والبنية، وهذا فضلا عن بعض قطع أخرى أصغر حجما وأقل ثراء توجد أمام سواحل البدع والفنيطيس ورأس الحمارة. وجميع هذه الشعاب توجد عند أعماق ضحلة نسبيا، لا تتجاوز ١٥ مترا على أقصى تقدير. وتتميز مناطق الشعاب المرجانية في دولة الكويت - على وجه الخصوص - بكونها أكثر الشعاب بعدا نحو الشمال في العالم بالنسبة لخطوط العرض، مما يجعل لها أهمية عالمية.

وإذا ما انتقلنا للساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية، فإن الشعاب المرجانية توجد على هذا الساحل بالقرب من رأس الخفجي



أماكن وجود وتوزيع الشعاب المرجانية على مستوى العالم

المرجان الغصني

والسفانية والجبيل. كما توجد شعاب أخرى ثرية في محيط الجزر البحرية التابعة للمملكة العربية السعودية الموجودة بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة، خاصة جزر كاران وكرين وجنا والجريد.

وتظهر الشعاب المرجانية في مملكة البحرين في أجزاء متفرقة من سواحلها الشمالية والشمالية الشرقية، خاصة عند فشت العظم وفشت الجارم. وقد تم التعرف في البحرين على ٣١ نوعًا من المرجان، تنتمي إلى ١٩ جنسًا. وينتشر المرجان من نوع Acropora valenciennesi (الغصني) خاصة في فشت الأدهم ومناطق الشعاب المرجانية الشمالية الأخرى، في حين ينتشر المرجان من نوع Porites compressa وبعض

المرجان الأصبعي (Porites compressa)

الأنواع المرجانية الأخرى عند عمق ٥ - ١٠ أمتار.

وتتوزع الشعاب في سلطنة عمان في خمس مناطق ومستوطنات بحرية، هي جزيرة مسندم المطلة على مضيق هرمز وجزر الحلانيات الخمس (السودة، الطيور، الحاسكية، القبلية، والحلانية)، وجزر الديمانيات القريبة من ساحل مسقط، وكذلك في المضيق الواقع غرب جزيرة مصيرة وجنوبها، وهذا فضلا عن وجودها أيضا في الخلجان المحمية على طول سواحل منطقة ظفار في الجنوب. وتعدّ أنواع المرجان ذي الشكل القرنبيطي والمنضدي والشجيري الرخو وزهرة الربيع والقنفذي والمرجان المخي من أكثر الأنواع انتشارا بسواحل سلطنة عمان.

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية، تتركز الشعاب المرجانية المتاحة حول الجزر الموجودة في محيط مضيق هرمز وكذلك حول جزر فارور وسيري وفارسي، كما توجد حول بقية الجزر الإيرانية المتراصة

المرجان القرنبيطي

بطول الساحل الإيراني، خاصة هرمز ولرك وكيش ولافان ونايبند وخرج وخارجو. وتعدّ جزر خرج وخارجو ونايبند ولرك وكيش هي الأكثر ثراء بمستوطنات الشعاب المرجانية. وقد تم تسجيل نحو ١٩ نوعا من الشعاب المرجانية في المناطق الساحلية المحيطة بجزيرة هرمز، وقد وُجِدَ أن هذه الأنواع تتشابه إلى حد كبير مع الأنواع الموجودة في الجانب الغربي من مضيق هرمز بجزيرة مسندم التابعة لسلطنة عمان.

جدول رقم (١) توزيع الشعاب المرجانية في العالم العربي والمساحة التي تحظى بها كل دولة.

الترتيب	الدولة	مساحة الشعاب (كم٢)	النسبة المئوية لإجمالي مساحة العالم
١	المملكة العربية السعودية	٦,٦٦٠	٪ ٣٤,٢
٢	مصر	٣,٨٠٠	٪ ٣٤,١
٣	إريتريا	٣,٢٦٠	٪ ١٥,١
٤	السودان	٢,٧٢٠	٪ ٩٦,٠
٥	الإمارات العربية المتحدة	١,١٩٠	٪ ٤٢,٠
٦	دولة قطر	٧٠٠	٪ ٢٥,٠
٧	اليمن	٧٠٠	٪ ٢٥,٠
٨	مملكة البحرين	٥٧٠	٪ ٢٠,٠
٩	سلطنة عمان	٥٣٠	٪ ١٩,٠
١٠	جيبوتي	٤٥٠	٪ ١٦,٠
١١	دولة الكويت	١١٠	٪ ٤,٠
١٢	المملكة الأردنية الهاشمية	أقل من ٥٠	
١٣	الأراضي الفلسطينية المحتلة	أقل من ١٠	

المصدر: أطلس العالم للشعاب المرجانية (٢٠٠١)

هل تعلم؟

★ عندما تختار السمكة الملائكية angelfish شريكًا لها، فهذا يعني أنها تختار زوجا لها مدى الحياة! فإذا مات أحد الزوجين، فلن يتكاثر الآخر مع أي رفيق آخر طوال حياته أبدًا.

★ تقدِّر بعض الدراسات أن عدد البشر الذين يعتمدون بشكل أساسي على المأكولات البحرية كمصدر رئيسي للبروتين يتعدَّى المليار نسمة، وهو عدد قابل للازدياد.

★ إن الجهاز الهضمي لخيار البحر sea cucumber ينظف المحيط، حيث يتغذى هذا الحيوان البحري على أي شيء يلتصق بالرمل الموجود في قاع المحيط. وبعد أن يستخلص خيار البحر غذاءه العالق أو الملتصق بحبيبات الرمل، فإنه يقوم بإخراج ذلك الرمل نظيفًا ومرتبًا.

★ عندما يتزاوج ذكر الأخطبوط octopus مع أنثاه، فإنه يفقد - عقب ذلك - ذاكرته بشكل مزمن. لذلك فإنه يستمر في السباحة طوال حياته دون أية قدرة على تذكر شيء من حياته الماضية.

★ على الرغم من أن الألماس نادر جدا على كوكبنا الأرضي إلا أنه وفير على بعض الكواكب الأخرى، مثل زحل والمشتري. فمثلاً تمطر السماء على كوكب زحل وحده ١٠٠٠ طن من الألماس يوميًّا، وذلك بسبب تحوّل غاز الميثان إلى كربون ثم إلى الألماس، بسبب وجود الحرارة والضغط المناسبين على ذلك الكوكب.

★ إن أحصنة البحر seahorses هي الحيوانات الوحيدة التي لم تلدها أية أم على وجه الأرض. فذكور هذا النوع الفريد من الأحياء البحرية هو الذي يحمل أبناءه ويلدهم.

★ المياه العذبة الموجودة في البحيرات والأنهار والبرك والجداول المائية لا تمثل سوى ٠,٣٪ من مصادر المياه العذبة.

★ أن هناك روابط مباشرة بين الضوضاء والصحة، بما في ذلك الأمراض المرتبطة بالإجهاد وارتفاع ضغط الدم والتدخل الكلامي وفقدان السمع. فعلى سبيل المثال، وجدت دراسة أجراها فريق منظمة الصحة العالمية المعني بأثر ضوضاء البيئة على الأمراض أن التلوث بالضوضاء قد يسهم في مئات الآلاف من الوفيات كل عام عن طريق زيادة معدلات الإصابة بأمراض القلب التاجية.

★ إذا رأيت الأرض من القمر فستجد أن لها هلالا وبدرا، بل ويتكرر ذلك مرتين في الشهر الواحد.

★ يتم الاستزراع البحري عن طريق نصب هياكل قفصية الشكل في البحر بالقرب من الشواطئ وتثبيتها إلى القاع على عمق يتجاوز عشرة أمتار مع فوهة علوية تسهل من عملية الوصول إلى الأسماك والاعتناء بها. ويُستخدم هذا النوع لتربية الأسماك البحرية حيث يوفر لها بيئة قريبة من تلك التي يمكنها العيش فيها.

★ تنام السّلحفاة البحرية من ٤ إلى ٧ ساعات، تتخللها فترة استيقاظ، حيث تسبح خلالها إلى سطح البحر؛ لتأخذ الاكسيجين ثم تعود إلى القاع لمواصلة النوم. ويمكن لبعض أنواع السلاحف أن تبقى تحت سطح الماء لمدة ٣٠ دقيقة، في حين يمكن لبعض الأنواع البقاء لمدة ٦ أشهر.

★ تتبول أم الروبيان (الكركند) lobster من خلال فتحات urine nozzles تقع في الوجه أسفل العين، وتتبول هذه المخلوقات البحرية على بعضها باعتبار أن ذلك يُعَدُّ وسيلة تسمح لأفراد هذا النوع بالتواصل معا. والتبوّل على كركند آخريمثل رسالة ضرورية للتنبيه على أهمية الحذر للبقاء على قيد الحياة.

★ إن ما يقرب من خمسة ملايين طن من النفط المنتج في العالم سنويًا ينتهي بها المطاف في المحيط.

الهندسة الخضراء
green engineering

هي المبادئ والقيم والتوجهات الصديقة للبيئة المصاحبة لممارسات الهندسة والتكنولوجيا، بهدف تحسين جودة البيئة المحلية والعالمية، وذلك بتصميم العمليات والمنتجات والأنظمة التي تحافظ على المصادر الطبيعية، وتقلل التأثيرات البيئية السلبية إلى أدنى حد ممكن. وقد عرفت وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA الهندسة الخضراء بأنها: "تصميم وتسويق واستعمال العمليات والمنتجات الفعالة من الناحيتين الاقتصادية والفنية، وفي الوقت نفسه تقليل توليد النفايات من المصدر، والحد من الأخطار على صحة الإنسان والبيئة".

والهندسة الخضراء ليست تخصصاً قائماً بذاته، لكنها منهج يساعد المهندسين على تطبيق الاستدامة في كل أنشطة الهندسة بمختلف تخصصاتها الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية والكيميائية والصناعية والنووية والمعمارية والمدنية والحيوية. ويطبق مفهوم الهندسة الخضراء على العديد من المنتجات في حياتنا؛ مثل المباني والسيارات والمواد الكيميائية والمعدات، والأجهزة الإلكترونية والكهربائية، والتجهيزات المنزلية ومحطات معالجة المياه والمياه العادمة، والمشروعات الهندسية، وعمليات التصنيع.

انبعاثات صفرية
zero emissions

عدم انطلاق أية انبعاثات من محرك أو آلة أو أي مصدر آخر للطاقة، بحيث لا ينتج أي غاز أو غازات ضارة في البيئة.

خفض مصادر التلوث

هو أية عمليات يتم اتخاذها بحيث يؤدي القيام بها إلى خفض كمية المواد الخطرة أو الملوثات أو أي ملوث يُدخل المخلفات أو أية انبعاثات فى البيئة، وذلك قبل معالجتها بالتدوير أو التخلص منها؛ مما يؤدي إلى تقليل خطورة هذه المواد على الصحة العامة أو الإضرار بالبيئة. ويتضمن هذا المصطلح: المعدات والتقنيات المتطورة والعمليات أو إجراءات التطوير أو إعادة صياغة أو إعادة تصميم المنتجات أو استبدال المواد الخام وتحسين أسلوب الصيانة والتدريب أو إجراءات التفتيش.

عنفات (توربينات الرياح)
wind turbine

محرك أو آلة، عادة ما يتم تثبيته أو تثبيتها على عمود، لالتقاط طاقة الرياح وتحويلها إلى طاقة كهربائية، تستخدم لتشغيل الآلات مباشرة لأغراض مثل طحن الحبوب أو ضخ المياه. ويتم تصنيع عنفات الهواء بشكل واسع وبأنواع مختلفة من التوربينات العمودية والأفقية المحور. وتستخدم العنفات الصغيرة لتطبيقات مثل شحن البطاريات أو كطاقة احتياطية أو لإبحار القوارب الصغيرة. أما الشبكات الكبيرة من العنفات المتصلة فقد أصبحت مصدرًا كبيرًا لإنتاج الطاقة الكهربائية التي تخدم المباني التجارية.

ويمكن لكبرى عنفات الرياح أن تولد ما يصل إلى قوة ٦ ميجاوات.

طاقة الرياح
wind energy

هي حصاد الطاقة الحركية للرياح وتحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال استخدام عنفات الرياح. وهي تُعَدُّ أحد أنواع الطاقة الكهروميكانيكية. كما تُعَدُّ أحد أنواع الطاقة المتجددة التي انتشر استخدامها كبديل للوقود الأحفوري. وتتسم طاقة الرياح بكونها طاقة وفيرة وقابلة للتجدد، وتوجد في جميع المناطق، إلا أن وفرتها تختلف من موقع إلى آخر. وهي طاقة نظيفة لا تنتج عنها انبعاثات مثل غازات الدفيئة (غازات الاحتباس الحراري) في أثناء تشغيلها، وهي تحتاج إلى مساحات متفاوتة على حسب حجم المحطة ونوع الأبراج المستخدمة. وبحسب إحصاءات عام ٢٠١٣، فإن الدانمارك هي أكثر دول العالم استخداماً لطاقة الرياح، فهي تولد أكثر من ثلث احتياجاتها من الكهرباء من الرياح. كذلك هناك ٨٣ بلدًا في جميع أنحاء العالم تستخدم طاقة الرياح لتعزيز شبكات الكهرباء لديها. وقد ازدادت قدرة طاقة الرياح بسرعة إلى ٣٣٦ جيجاوات في يونيو ٢٠١٤، لذلك فإن طاقة الرياح سجلت نحو ٤ ٪ من إجمالي استهلاك الكهرباء في جميع أنحاء العالم، وهذه النسبة في زيادة مستمرة.

التلوث البحرى بالمخلفات البلاستيكية (٧)

التأثير الكيميائي للمواد البلاستيكية على الأحياء البحرية

تُعَدُّ المواد البلاستيكية خاملة كيميائيا. وبسبب بنياتها الجزيئية الكبيرة، فإنها لا تتفاعل مع غشاء خلية الكائن الحي، ولا تخترقها. ومع ذلك، فإن معظم المواد البلاستيكية ليست نقية. فإلى جانب تركيبتها البوليمرية، فإنها تتكون من مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية التي تسهم جميعها في تحقيق خواص معينة للدائن البلاستيكية التي تحتوي على هذه المواد. وتسمى تلك المواد الكيميائية بالمواد المضافة additives. وغالبا ما تكون هذه المواد المضافة ذات أحجام جزيئية صغيرة، كما أنها لا تكون مرتبطة كيميائيًا بالبوليمر البلاستيكي، ومن ثم فإنها تتسم بقدرتها على النفاذ والارتشاح leaching من هذا البوليمر.

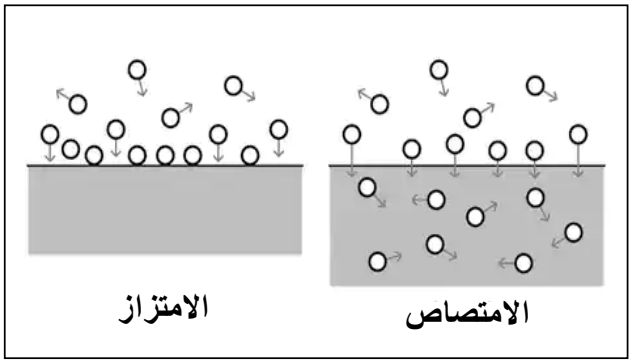
ولكون المواد المضافة للبلاستيك من الدهون liphophilic، فإنها تخترق أغشية الخلايا الحية، وتتفاعل كيميائيا معها، وتحدث بها تأثيرات سامة.

وعلاوة على ذلك، فإن المخلفات البلاستيكية التي تصل إلى البيئة البحرية لا تحتوي فقط على مواد مضافة، ولكنها تحتوي أيضًا على مواد كيميائية (ملوثات) تمتزها من مياه البحر المحيطة. (والامتزاز adsorption هو ظاهرةٌ سطحيةٌ تُشير إلى قدرة المواد الصلبة أو السائلة

نماذج لبعض المواد المضافة للبلاستيك

على جذب أو سحب جزيئات الغازات أو المحاليل السائلة إلى سطحها لتُصبح على تماس مباشر معها. وهو غير الامتصاص الذي يتمثل في قدرة المواد الصلبة أو السائلة على جذب جزيئات الغازات أو المحاليل السائلة إلى داخلها). وإلى جانب ذلك، يتسم سطح المادة البلاستيكية بخاصية النفور من الماء hydrophobic، ولهذه السمة أهمية بالنسبة لمختلف الملوثات التي تنفر من الماء، والتي يتم تناولها من مياه البحر المحيطة، ومن ثم فإن هذه الملوثات تتراكم على المخلفات البلاستيكية أو في داخلها. ولهذه الآلية أهمية كبيرة بالنسبة للمخلفات أو الدقائق البلاستيكية الصغيرة الحجم؛ لأن الكائنات الحية تهضمها بسهولة، كما أنها تشكل منفذا لدخول المواد الكيميائية إلى جسم الكائن الحي.

وخلاصة الأمر في هذه المسألة أن المخلفات البلاستيكية الموجودة في البيئة البحرية يمكن أن تحتوي على نوعين من الملوثات السامة المحتملة: المواد المضافة، والكيماويات النافرة من الماء التي يتم امتزازها من مياه البحر المحيطة بها.

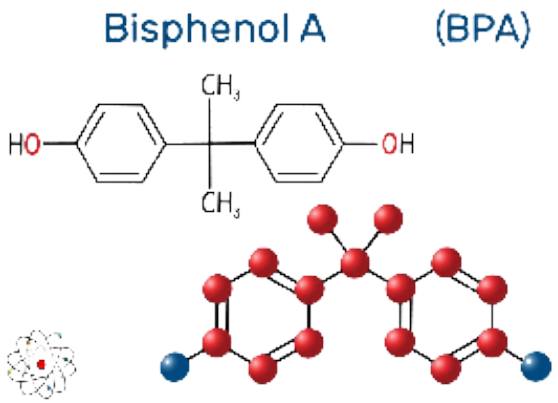


شكل رقم (١): الفرق بين الامتزاز والامتصاص

المواد المضافة السامة: الفثالات والبيسفينول أ

يؤدي إطلاق المواد المضافة إلى البيئة البحرية إلى تغيير خصائص البوليمرات البلاستيكية، والتأثير سلبا على الكائنات الحية الموجودة في البحر. ويُعَدُّ البيسفينول (أ) Bisphenol A (BPA) مونومر بناء constructive monomer يستخدم في البولي كربونات polycarbonate، وكمادة ملدنة plasticizer ومثبتة stabilizer ومضادة للأكسدة antioxidant في المواد البلاستيكية الأخرى مثل كلوريد بولي الفينيل (PVC). وهناك العديد من الدراسات التي تتناول ارتشاح البيسفينول (أ) من البولي كربونات أو البلاستيك ودخوله إلى البيئة المائية. وقد أوضح (ساجيكي) Sajiki و (يونيكيوبو) Yonekubo في دراسة لهما نشرت في عام ٢٠٠٣ م أن مادة البيسفينول (أ) ترتشح بسهولة من الأنابيب البلاستيكية المصنوعة من البولي كربونات في مياه البحر عند درجة حرارة ٣٧ مئوية. ويعتمد معدل الارتشاح على درجة حرارة مياه البحر المحيطة، التي يمكن أن تكون مصدر قلق على طول شواطئ البحار الاستوائية في فصل الصيف.

أما الفثالات Phthalates فهي مجموعة من المواد الكيميائية التي تستخدم على نطاق واسع كمادة ملدنة، وبخاصة في صناعة كلوريد بولي الفينيل (PVC). وقد تبين أن الفثالات والبيسفينول (أ) يسببان اضطرابات في الغدد الصماء endocrine، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تعطل عمل نظم الهرمونات بالكائنات الحية، ولهذا فإن الفثالات والبيسفينول (أ) يمثلان مصدر قلق كبير للبيئيين بسبب وجودهما في كل مكان في البيئة من حولنا وفي أجسام البشر. ويمكن أن تتسرب الفثالات والبيسفينول (أ) إلى البيئة البحرية، مما يقلل من مرونة البلاستيك، ويؤثر على تكاثر مجموعة متنوعة من الأحياء البحرية، ويضعف نموها، ويحدث انحرافات وتغيرات وراثية فيها.



التركيب الكيميائي للبيسفينول (أ)

تحذير من الفثالات

وفي دراسة نشرت في عام ٢٠٠٩، تم فحص آثار الفثالات والبيسفينول (أ) على عدة أنواع من الأسماك والقشريات والبرمائيات؛ وأوضحت النتائج أن هاتين المادتين تؤثران على تطور وتكاثر مجموعة واسعة من الأنواع الحية. وأشار مؤلفو هذه الدراسة إلى أن وجود الفثالات والبيسفينول (أ) بتراكيز منخفضة يؤدي إلى حدوث تغيرات في أعداد نسل هذه الأنواع، وإلى إخفاق عمليات فقس بيضها، ووقوع اضطرابات في نمو يرقات كل من الرخويات molluscs والقشريات crustaceans والبرمائيات. أما الأسماك فقد تأثرت أنواعها بجرعات عالية نسبيًا من الفثالات والبيسفينول (أ). ولعل هذا يوضح مدى حساسية بعض الأنواع البحرية لهاتين المادتين.

علامة توضع على المنتجات البلاستيكية الخالية من البيسفينول (أ)

لعب أطفال بلاستيكية تحتوي على الفثالات

المواد المضافة السامة: مثبطات اللهب

توجد مثبطات اللهب flame retardants في صورة مواد مضافة في العديد من المنتجات البلاستيكية الشائعة. وغالبية هذه المثبطات عبارة عن جزيئات مُبَرْوَمَة brominated molecules (أي تحتوي على ذرات من البروم bromine فيها)، وعادة ما يشار إليها باسم مثبطات اللهب المُبَرْوَمَة (BFRs). وتستخدم هذه المثبطات على نطاق واسع في المنتجات البلاستيكية؛ لأنها تؤثر على خواص تلك المنتجات بطريقة بسيطة، وهي فعالة جدا في منع حدوث الاشتعال. ومع ذلك، فهذه المثبطات موجودة أيضًا كملوثات في كل مكان تقريبًا في بيئة العالم: في الهواء، والأنهار، والمياه وحتى مناطق القطب الشمالي.

إشارة تحذيرية من مثبطات اللهب المحتوية على البروم

وتتراكم مثبطات اللهب المُبَرْوَمَة أحيائيًا في شبكة الأغذية البحرية، بما في ذلك محار بلح البحر الأزرق blue mussels والحيتان البيضاء belugas التي تعيش في المناطق التابعة لكندا في القطب الشمالي. وتسبب بعض المثبطات آثارًا سلبية على القدرة التناسلية للأحياء البحرية، فضلا عن كونها مسرطنة، وهي تعطل أنظمة الغدد الصماء، وتسبب تأثيرات سمية عصبية على الثدييات والأحياء المائية.

محار بلح البحر الأزرق

الحوت الأبيض belugas

امتزاز المخلفات البلاستيكية للملوثات

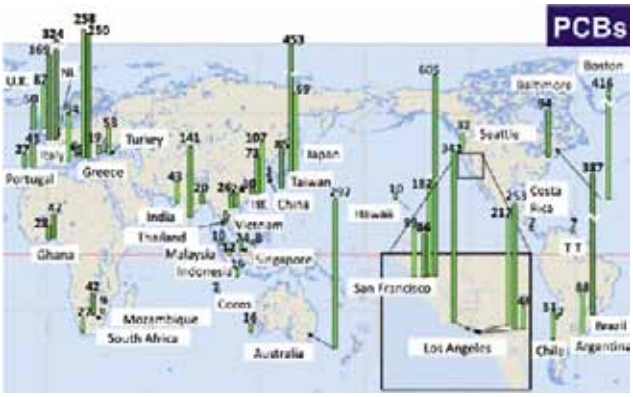
في البيئة البحرية، يتم دراسة امتزاز الملوثات بواسطة بوليمرات المخلفات البلاستيكية ذات الأحجام المتوسطة mesoplastic أو الدقيقة (الميكروية) microplastic. ويقلل الامتزاز من انتقال الملوثات وانتشارها. وتتسم الملوثات العضوية النافرة من الماء بقدرة كبيرة على الانجذاب إلى اللدائن البلاستيكية مثل البولي إيثيلين والبولي بروبيلين وكلوريد بولي الفينيل PVC، مقارنة بقدرتها على الانجذاب إلى الرواسب الطبيعية.

وتمثل مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCBs) Polychlorinated biphenyls مجموعة من المركبات العضوية التي كانت تستخدم في السابق كموائع عازلة insulating fluids ومبردات coolants، وكمواد مضافة للبلاستيك لتلدين وثبات كلوريد بولي الفينيل، وكمثبطات للهب (قبل استخدام مثبطات اللهب المُبْرُومَة) وكمكونات للعناصر الإلكترونية، وغير ذلك.

إشارة تحذيرية من مثبطات اللهب المحتوية على البروم

وعلى الرغم من حظر مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور منذ عام ١٩٧٧ في الولايات المتحدة الأمريكية، ومنذ عام ١٩٨٥ في هولندا، فقد انتشرت هذه المركبات في جميع أنحاء البيئة عن طريق التسرب leakage والإغراق dumping والارتشاح leaching ، ولذلك، فإنها موجودة في البيئة البحرية في جميع أنحاء العالم.

ويبين الشكل رقم (٢) تراكيز ثنائي الفينيل متعدد الكلور في كريات بلاستيكية plastic pellets جرفتها الأمواج إلى الشاطئ.



شكل رقم (٢): تركيز ثنائي الفينيل متعدد الكلور في كريات بلاستيكية جرفتها الأمواج إلى الشاطئ

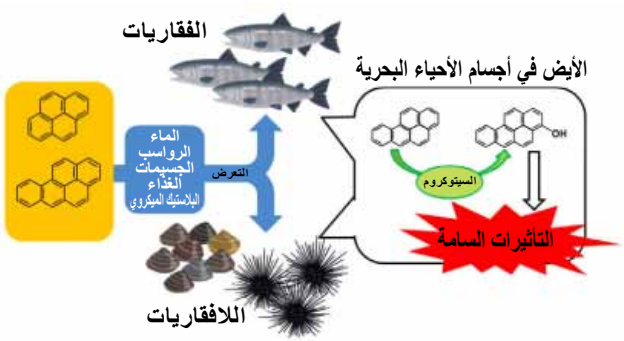
وقد كانت أعلى تراكيز للبلاستيك في العينات التي أخذت من مياه البحر على طول سواحل الولايات المتحدة الأمريكية، ثم سواحل اليابان وأوروبا. وتنجم هذه الاختلافات عن التباين في استخدام ثنائي الفينيل متعدد الكلور وإنتاجه. فالولايات المتحدة الأمريكية وحدها أنتجت أكثر من نصف إجمالي الإنتاج العالمي من مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور، في حين لم تسهم

تجذب الكريات البلاستيكية المواد السامة من مياه البحر إلى سطحها

دول أفريقيا وأستراليا وآسيا المدارية إلا بكميات ضئيلة من ذلك الإنتاج. وفي عام ٢٠٠١، أظهرت نتائج دراسة أجريت حول امتزاز الكريات البلاستيكية للمواد السامة على طول الساحل الياباني أن هذه الكريات تمتص مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور من مياه البحر المحيطة. وفي تجربة ميدانية استمرت ٦ أيام، أُستخدمت كريات بولي بروبيلين polypropylene بكر virgin، ولوحظ حدوث زيادة في تركيز ثنائي الفينيل متعدد الكلور على سطوحها طوال التجربة. وعلاوة على ذلك، لوحظ أن لدى المواد البلاستيكية المختلفة قدرات مختلفة على امتزاز الملوثات؛ وأن حبيبات البولي إيثيلين تقوم بامتزاز مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور بشكل يفوق امتزاز حبيبات البولي بروبيلين لها بأربعة أضعاف.

وبالإضافة إلى مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور، تمتص الكريات البلاستيكية أيضًا مواد كيميائية أخرى، بما في ذلك مبيدات كيميائية مثل سداسي كلورو حلقي الهكسان hexachlorocyclohexane (HCH)، وثنائي كلورو ثنائي الفينيل ثلاثي كلورو الإيثان dichloride diphenyl trichlorethane (د. د. ت) (DDT)، كما أنها تمتص الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHs) التي تنتج في أثناء حرق الوقود الأحفوري (من فحم ونفط وغاز). والعديد من هذه الملوثات عبارة عن مواد مسرطنة، وهي تسبب حدوث طفرات وراثية mutagenic، وتشوهات teratogenic في المواليد. ويمكن أن يؤدي امتزاز البلاستيك للملوثات أيضًا إلى تقليل التحلل الحيوي biodegradation لهذه الملوثات. وبناء على ذلك، فإن المواد البلاستيكية لا تمتز الملوثات وتنقلها فحسب، بل قد تزيد من ثباتها البيئي environmental persistency.

ومن الجدير بالذكر أن المنظمة الدولية لرصد الكريات البلاستيكية International Pellet Watch (IPW) تعنى بدراسة ورصد الملوثات العضوية الثابتة Persistent Organic Pollutants. وهي عبارة عن برنامج عالمي يقوم



التأثيرات السامة للهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات

باستخدام حبيبات راتنج بلاستيكية لرصد تراكيز الملوثات في الكريات البلاستيكية التي تجلبها الأمواج إلى الشاطئ. وتقوم هذه المنظمة بالاستفادة من البيانات المتعلقة بأنواع وتراكيز المواد الكيميائية الموجودة في هذه الكريات، وذلك لحساب تراكيز الملوثات في الماء. ويعدُّ أسلوب أخذ العينات هذا أقل تكلفة نسبيًا مقارنة بالطرق المتبعة في مراقبة عينات المياه والرواسب والأحياء البحرية، ويمكن استخدام نتائج هذا البرنامج لعمل خرائط مثل تلك الموجودة في الشكل رقم (٢).

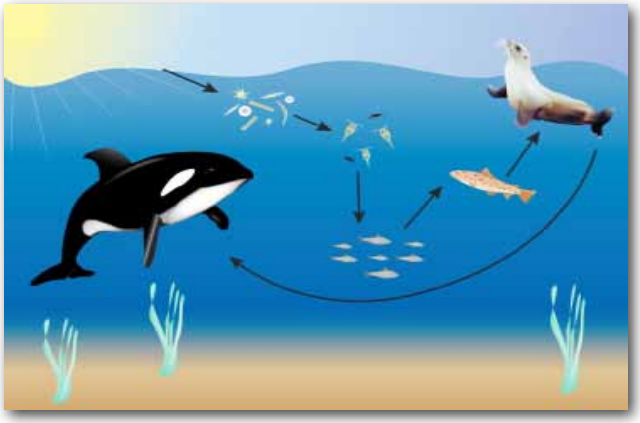
كيف تلوثت مياه البحر بمادة د. د. ت

كريات بلاستيكية جرفتها الأمواج إلى الشاطئ

انتقال الملوثات من البلاستيك إلى الأحياء البحرية

إن الملوثات التي توجد في معظم الأحياء البحرية تنتقل إليها من خلال تناول هذه الأحياء للمخلفات البلاستيكية، إذ يمكن أن تنتقل هذه الملوثات مع الأغذية المهضومة إلى أنسجة هذه الأحياء، حيث قد تتراكم المواد السامة toxicants حيويا في تلك الأنسجة، ليزداد تركيزها يوما بعد يوم. وقد تزيد تراكيز المواد السامة أيضًا من خلال انتقالها عبر شبكة الغذاء food web.

وتتعرض الكائنات ذات المستوى الغذائي الأعلى لتراكيز عالية من الملوثات من خلال تناولها لفرائسها. ومع ذلك، فقد وجد بعض الباحثين أن بعض الملوثات، مثل الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات PAHs، تتزايد أحيائيًا biomagnify بدرجة أقل مع زيادة مستوى تناول بعض الأحياء البحرية لغذائها. وعلى الرغم من ذلك، توجد هذه الملوثات في الكائنات البحرية الموجودة في أعلى السلسلة الغذائية. وأظهرت نتائج دراسة أجريت في عام ١٩٨٨ وجود علاقة إيجابية بين تناول البلاستيك وبين تركيز ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) في دهون وبيض ٢٠ طائرا من إناث جلم الماء الكبير great shearwaters. وقد أثبتت نتائج تجربة تغذوية feeding أجريت عام ٢٠٠٨ أن مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور قد تم انتقالها من البلاستيك الملوث إلى صغار طيور جلم الماء الكبير. فقد وُجد أن أنسجة أجسام الفراخ الصغار لهذه الطيور، التي كانت تتغذى على أسماك محتوية على كريات البولي إيثيلين الملوثة بثنائي الفينيل متعدد الكلور، كانت تحتوي على بقايا ثنائي الفينيل متعدد الكلور بمقدار أعلى بثلاثة أضعاف من قيمته للمجموعة الضابطة. وقد أثبتت هذه



شبكة غذائية بحرية

جلم الماء الكبير

النتائج أن الملوثات العضوية الثابتة (بما في ذلك مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور PCBs) تنتقل إلى الكائنات الحية عن طريق البلاستيك. ورغم ذلك، فإن بعض الدراسات الحديثة تقول إن مسار وصول هذه الملوثات إلى هذه الأحياء من خلال البلاستيك محدود نسبيا مقارنة بالمسارات الأخرى التي تسلكها تلك الملوثات إلى أنسجة تلك الأحياء.

الدب القطبي

ومع ذلك، ووفقًا لبعض الدراسات، يمكن أن يكون لابتلاع البلاستيك دور مهمّ في تراكم الملوثات في أجسام الكائنات البحرية. وفي السنوات الأخيرة، حظيت جزيئات البلاستيك الدقيقة باهتمام متزايد؛ لأن الكائنات الحية البحرية تهضمها بسهولة، ومن ثم فإنها تشكل طريقا لدخول المواد الكيميائية التي تمتزها هذه المواد إلى أجسام تلك الكائنات الحية، بما في ذلك أجسام الأنواع المختلفة من العوالق البحرية. ونظرًا لأن العوالق البحرية تشكل أساس كل شبكة غذائية food web، فإن أي تهديد لهذه العوالق يمكن أن تكون له آثار خطيرة. وينتشر انتقال الملوثات داخل الشبكات الغذائية في كل مكان في شبكة الأغذية البحرية، وقد يؤثر ذلك حتى على أنواع الأحياء غير البحرية مثل الدببة القطبية.

ما هي ظاهرة الصيد الشبحي؟

هل سمعت عن الصيد الشبحي ghost fishing؟

بالطبع؛ فاسم الصيد الشبحي تقشعر منه الأبدان. فالأشباح لفظة يكفي أن يسمعها الكثيرون فتمتلئ قلوبهم بالرعب. ويزيد الطين بلة أن الاسم يوحي بأن الأشباح هي التي تمارس عملية الصيد، وأن لا شيء يثنيها عن غايتها! والحقيقة هي أن الصيد الشبحي شيء واقع ومخيف. وتحدث ظاهرة الصيد الشبحي عندما يقوم أحدهم بإلقاء معدات الصيد القديمة أو المعطوبة في البيئة البحرية، أو يفقدها لسبب ما في مياه المحيطات، أو يستغني عنها فيتركها تهيم على وجهها تتجاذبها الأمواج والتيارات البحرية؛ لتسير في البحر على غير هدى حتى يستقر بها الترحال في القاع أو في مكان مظلم لا تُرَى فيه، بحيث تصبح شَرَكًا تقع فيه الأسماك أو الأحياء البحرية الأخرى، وتقتل كل ما يعلق بها دون تمييز.

ولأن لغة الأرقام أصدق أنباءً وإنباءً من الكتب، فإن الإحصائيات تخبرنا عن أن ما لا يقل عن ٦٤٠ ٠٠٠ طن من معدات الصيد تفقد أو تلقى في المحيطات كل عام. وتقدر منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (اليونيب) أن عُشر مجموع النفايات الموجودة في غياهب المحيطات يتألف من تلك المعدات الشبحية.

وقتل الأسماك والأنواع الأخرى من الثدييات البحرية، مثل الحيتان، والدلافين، وعجول البحر، والسلاحف (المهدد بعضها فعلًا بالانقراض)، هو أحد الآثار المدمرة العديدة لمعدات الصيد الشبحية. ومن المؤسف، أن القتل الشبحي غير الرحيم ليس هو المشكلة الوحيدة الناجمة عن تلك المعدات، إذ يمكن لمعدات الصيد المهملة أيضًا أن تغير بيئات قاع البحار والبيئات البحرية؛ كما يمكن لها أن تسبب مشكلات لحركة الملاحة عندما تشتبك مراوح السفن بها، وتؤدي في أسوأ الحالات إلى انقلاب السفن وحدوث وفيات. ويمكن لمعدات الصيد الشبحية أن تُطرَح على الشواطئ كقمامة، لتصبح خطرا على الطيور والأنواع الساحلية الأخرى، وخطرًا على صحة وسلامة رواد الشواطئ. وتبذل البلدان حول العالم جهودا كبيرة لتحسين إدارة الأرصدة السمكية، ويمكن أن تقوَّض هذه الجهود بشكل كبير إذا استمرت آثار الصيد الشبحي في الزيادة. ويقول العالمون ببواطن الأمور إن هناك العديد من الطرق المختلفة التي يمكن أن تنتهي بها معدات الصيد في البيئة البحرية. فالعواصف أو الأحوال الجوية السيئة يمكن أن تدفع بهذه المعدات من على أسطح زوارق الصيد إلى الماء. ويمكن أن تتسبب البيئة البحرية نفسها في إتلاف معدات الصيد، أو تؤدي إلى تشابكها مع أجسام أخرى في المحيطات؛ بحيث يصبح من الصعب جدا استرجاعها. وقد تكون بعض معدات الصيد غير واضحة الملكية، أي لا يعرف لها صاحب أو مالك يمكن الرجوع إليه بشأنها، ومن ثم يتم التخلي عنها دون الخوف من أية عواقب. وفي بعض الأحيان، قد لا تكون هناك مرافق كافية في الموانئ لكي تتخلص القوارب من معدات الصيد المتهالكة أو المتقادمة. كما يمكن أيضا إغراق معدات الصيد في البحر عمدًا كجزء من عمليات الصيد غير القانوني، أو ببساطة نتيجة للحوادث والأخطاء البشرية.

وتُعَدُّ شباك الصيد الخيشومية، ومعدات الصيد الوعائي، والشُرُك، والفخاخ، أبرز معدّات الصيد الشبحي، في حين تؤدي خيوط قصبات الصيد الطويلة إلى إعاقة حركة الكائنات البحرية الحيّة وهلاكها. وتضرّ شباك الصيد بالجرّ بمواطن البيئات البحرية. واليوم، تُعَدُّ شباك القاع الخيشومية أكثر معدات الصيد إثارةً للمشكلات، إذ تشتبك أطرافها بقاع البحر، وتطفو الشبكة فوق السطح بواسطة عوّامات لتشكّل ما يشبه «جدارًا بحريًّا عموديًّا» يمتد لمسافات تتراوح بين ٦٠٠ و ١٠٠٠٠ متر طولًا. وفي حالة فقد أو نبذ هذا النوع من الشِباك، من الممكن أن تستمر عمليات «الصيد الشبحي» لسنواتٍ، لقتل الأسماك والأحياء البحرية بلا طائل.

وتمثل الشُرُك والفخاخ الوعائية عاملًا آخر رئيسيًّا وراء ظاهرة الصيد الشبحي. ففي خليج «تشيزابيك» بالمياه الساحلية للولايات المتحدة يُقدَّر أن نحو ١٥٠٠٠٠ شرك وعائي لسرطان البحر تُفقَد كل عام من مجموع نصف مليون وحدة مستخدمة سنويًا. وفي جزيرة «جودالوب» الكاريبية وحدها تسبّب الزوبعة الواحدة فقد معدل مقداره ٢٠٠٠٠ من تلك الشُرُك سنويًا، أي بنسبة ٥٠ في المائة من المجموع المستخدم، وتواصِل تلك المعدات عمليات الصيد الشبحي بلا طائل لفتراتٍ طويلة من الزمن. وهو الأمر الذي يتطلب اتخاذ إجراءات عاجلة لوقف هذه الظاهرة.

من شكوى الشاطئ

ما كان فؤادي مثل الأفئدة المملوءة
بالغلظةِ صخريًّا!
كيف وقد أُتْرِعَ بالرحمة، بات لكلِّ
الأحياءِ ملاذًا/ مأوى ذهبيًّا
يا لتلطّفهِ، وتخوّفه، إن أمسى العالم
مِنْ حولي بتلوّثهِ مهمومًا وشقيًّا

مِنْ سحق الأمواج دقائقَ رملي الفضيِّ
تكوّن هذَا الصّرحُ - المغنمُ
وتعانق في ساحةِ صبري البرّان، فلا
تعجبْ، فأنا في مملكتي المعلَمُ
وعلى ربَواتي هبطت مِنْ علياءِ
الأفلاكِ إلى البحرِ لواسعُهُ والأنجمُ

أستقبلُ إشعاعاتِ الطُّهرِ مِنَ الشمسِ
فأنفثها في الأصدافِ،
احيلُ الكلْسَ/ المَرْوَ سناءً بلّوريًّا،
وضياءً فوسفوريًّا
امتلئُ سنابلَ/ شوفانًا بحريًّا...

هذي قنبرة الماء تحجُّ إليَّ لتنهل مِنْ
أثماري/
وتخوض مع الخوّاضات لتبلو
أسراري
أرأيت البلشون الأبيض يبحث في رملي
عن دودتهِ/ حبّتهِ؟
ما أجمل أن تقتسمَ الأحياءُ بساطي
المرجانيَّ،
وأن تتنفسَ أرياحَ البحرِ/ العبَقَ
اليوديَّ،
وأن تنعمَ بالرزقِ يساق إليها في
المدِّ الليليِّ
لكنّي اليوم كئيبٌ وحزينٌ، أتميزُ
غيظا، وأعاني مِنَ فيضِ القهرِ

فكم أتلقَّى زَبَدَ الموجِ الملتاث بألوان
الشرِّ القادمِ مِنْ أعماقِ البحرِ،
وأقطارِ البرِّ
وكم أتجرّع ما يجلبُه معهُ مِنْ كدَرِ
ماءُ النهرِ، وأحماضُ القَطْرِ
وما تسقطُهُ الأجواءُ الحُبْلى
بالقطران/ بكل دخانِ البلدانِ،
وما تجلبه الريحُ الغادرةُ إليَّ
- صباحًا ومساءَ - مِنْ عَيْثِ
البركان،
كأنّ الموتَ بحقّيَ أصبحَ أمرًا
مقضيًا

وأكادُ أمزّق مِنْ كمدٍ إرَبا
فالحماةُ تكسوني دَنَسًا، تسقيني
رِجْزًا/ نفطًا،
تملأ خط الساحلِ قارًا/ نارًا، غضبا
والبطلينوسُ يعاني الآهات، ولا يتخذُ
إلى الماءِ طريقًا سَرَبا
والغاباتُ الأسمنتيّةُ تُحْدِقُ بي،
وتصبُّ عليَّ مزابلَها وعوادمَها،
تطمسُ ما شكلتُ، وتنحرني
ما عادتُ أسماكُ الأمسِ لتتّبع لنا - أو
تَتْبَعَ في مرقدنا سَبَبا!

من ينقذني من هذا الشرِّ، ويكسوني
طُهْرا؟

كاريكاتير بيئي

بدون تعليق

الحقوني! عالجوني من الحمّى

الهواء والتلوث (٣)

تناولنا في العدد السابق (١٢٦) من هذه النشرة المصادر الطبيعية لتلوث الهواء، مثل الغبار والحرائق والزراعة والبراكين. وفي هذا العدد نواصل دراستنا عن هذا النوع من التلوث، حيث سنفصل الحديث عن المصادر البشرية لتلوث الهواء.

ثانيًا: المصادر غير الطبيعية لتلوث الهواء

وهي تعني جميع المصادر الصناعية أو الناجمة عن الأنشطة البشرية، التي تؤدي إلى تلوث الهواء، وهي تتضمن ما يلي:

١- احتراق الوقود الأحفوري وانبعاثات السيارات

يؤدي احتراق الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز الطبيعي) في أفران المصانع ومحركات السيارات ووسائل النقل التي تعمل بالجازولين أو السولار أو الديزل إلى انبعاث أدخنة وغازات تلوث الهواء، لعل أهمها: أكاسيد كل من الكربون والنيتروجين والكبريت، فضلًا عن المركبات العضوية، والرصاص، والجسيمات الدقيقة، وهو الأمر الذي يضر بالبيئة نتيجة تلوث الهواء فيها. كما يؤثر على جودة الهواء. ويؤدي احتراق الوقود الأحفوري إلى إطلاق ملوثات عديدة في الغلاف الجوي، فمثلًا، يتسبب انبعاث غازيْ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وأكسيد النيتروجين (NO_2) في الهواء من حرق الوقود الأحفوري في حدوث ظاهرتي الأمطار الحمضية، والضباب الدخاني، وتفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري، وغيرها من المشكلات البيئية.

ويعد استهلاك الجازولين في محركات السيارات مصدرا رئيسيا من مصادر ملوثات الهواء المختلفة مثل المركبات العضوية المتطايرة والجسيمات. ووفقا لوكالة حماية البيئة الأمريكية، تُعَدُّ انبعاثات السيارات هي المصدر رقم واحد لأول أكسيد الكربون والرصاص وأكاسيد النيتروجين، والمركبات العضوية المتطايرة في الجو. وفي حين أن انبعاثات السيارة الواحدة عادة ما تكون منخفضة، إلا أنه بالنظر إلى وجود ملايين السيارات في المناطق الحضرية بالمدن الكبرى، فإن ذلك يؤدي إلى خروج كمية هائلة جدا من الانبعاثات الضارة بكوكب الأرض. ولهذا السبب، قررت وكالة حماية البيئة أن قيادة السيارات الخاصة هي بالفعل أهم أسباب تلوث الهواء الجوي في عالم اليوم.

٢- الصناعة

تعَدُّ الصناعة السبب رقم ٢ من أسباب التلوث بالرصاص والكبريت في الهواء الجوي بعد انبعاثات السيارات. كما أنها هي المصدر رقم ٣ الأكثر شيوعًا لأكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة، التي تنتج جميعها من مختلف العمليات الصناعية، مثل التعدين وإنتاج النفط والغاز والصناعات الكيميائية وصناعة الأسمنت، ومصافي النفط، وغيرها.

٣- الغبار والأتربة الناجمة عن الأنشطة البشرية

ينطلق الغبار والأتربة والملوثات الجسيمية إلى الغلاف الجوي للأرض من عدة مصادر غير طبيعية، لعل أهمها هو عمليات البناء، وقيادة السيارات على الطرق غير المعبّدة أو المعبدة، وألياف النسيج، والألياف الورقية، والأتربة الناتجة عن عمليات التحجير واستخراج المعادن، والسفع الرملي sand blasting، وغيرها.

ويُعَدُّ الغبار المصدر رقم (١) للجسيمات الدقيقة في الهواء.

كما ينبعث إلى الهواء كثير من الملوثات الجسيمية من العديد من المصادر الصناعية. ويُعَدُّ احتراق الوقود من النفط والفحم الحجري وفحم الخشب النباتي من المصادر الأساسية لتلوث الهواء بالجسيمات الهيدروكربونية وبالألياف المعدنية. كما يُعَدُّ استخدام مبيدات الحشرات والقوارض والأعشاب الضارة من أهم مصادر تلوث الهواء بالجسيمات الكيميائية الفعالة شديدة الخطورة. وتشكل مصانع الأسمنت ومحطات تصنيع الحجر الجيري وحجر الرمل مصدرًا لتلوث الهواء بالجسيمات خاصة إذا كانت تلك المصانع لا تستخدم مرشحات لحجز الجسيمات. كما أنّ استخدام مواد التنظيف المختلفة يؤدي إلى انطلاق كميات كبيرة منها على شكل رغوة أو جسيمات.

وتنطلق إلى الهواء أيضًا ألياف غير معدنية مثل ألياف السيليولوز التي تنجم من العمل في المناجر، والألياف القطنية التي تتطاير من مصانع الغزل والنسيج والملابس، هذا بالإضافة إلى الألياف المعدنية التي تنطلق من ورش تصليح السيارات وصناعة الألمونيوم ومن استخدام فرامل السيارات. كما تسهم الصناعات الغذائية المختلفة في تلوث الهواء بجسيمات دقيقة متعددة. وبالإضافة إلى ما سبق فإنّ وجود ملوثات أولية غازية في الهواء يؤدي إلى تكوين جسيمات صلبة أو سائلة، حيث تتكون جسيمات الكبريت من أكاسيد الكبريت الغازية، وجسيمات النترات من أكاسيد النيتروجين، ويتكون رذاذ الأحماض من أكاسيد الكبريت والنيتروجين.

وعادة ما تنتج جسيمات الغبار العالقة التي لا يزيد قطرها على ٢,٥ ميكرومتر من احتراق الوقود في محركات السيارات، ومحطات توليد الكهرباء، والمصانع، وحرق الأخشاب.

أما الجسيمات الأكبر من ٢,٥ ميكرومتر فتنتج عادة من حركة السيارات على الطرق غير المعبدة، والكسارات المستخدمة في المحاجر والمناجم وبعض المصانع.

ويمكن تصنيف جسيمات الغبار الملوثة للهواء تبعًا لطبيعتها إلى الأنواع التالية:

أ- جسيمات الغبار، وهى مواد دقيقة صلبة، وغالبًا ما تكون خاملة كيميائيًّا.

ب- جسيمات السناج أو السخام، وهي عبارة عن تجمّع لذرات الكربون المنبعثة من احتراق الوقود والمواد العضوية.

ج- جسيمات الرماد، وهي جسيمات تنطلق مع غازات المداخن، وقد تحمل معها وقودًا غير كامل الاحتراق.

د- جسيمات الأبخرة، وهي تنتج عن طريق التكثيف أو التفاعلات الكيميائية، ويكون قطرها غالبًا أقل من ميكرومتر واحد.

هـ- جسيمات الرذاذ، وهي تتكون من سوائل عالقة في الهواء ولا يزيد قطرها على ٢ ميكرومتر.

و- جسيمات المرذذات (الإيروسولات) Aerosols، وهي عبارة عن دقائق صلبة أو سائلة متناهية الصغر لا تتراكم أبدًا، ويكون قطرها غالبًا أقل من ميكرومتر واحد.

٤- المذيبات العضوية

تعدُّ هذه المذيبات المصدر رقم ٢ للمركبات العضوية المتطايرة في الهواء الجوي، بعد انبعاثات السيارات، وتأتي أسباب تلوث الهواء المتعلقة باستخدام المذيبات من عمليات مثل التنظيف الجاف وإزالة الشحوم وطلاء الأسطح.

٥- الأنشطة المتعلقة بالزراعة

وهي تتمثل في استعمال الأسمدة، والمبيدات الحشرية الضارة، الأمر الذي يؤدي إلى تلوث الهواء، والتأثير على تركيبته الطبيعية. كما أنها تتمثل في إشعال الحرائق عمدًا في بعض المحاصيل للتخلص من بعض أنواع النباتات. كما تتمثل في إضرام النار في الغابات من أجل تحويل أراضيها إلى أماكن زراعية. وتعَدُّ هذه الحرائق مصدرًا مشتركًا لمعظم ملوثات الهواء، وخاصة الجسيمات. وتدخل المركبات العضوية المتطايرة الغلاف الجوي نتيجة لعمليات زراعية، مثل الغبار الناتج من المحاصيل والماشية والمخلفات الحيوانية.

٦- النشاط الإشعاعي

على الرغم من أن التلوث الإشعاعي قد لا يكون النوع الأكثر شيوعا من ملوثات الغلاف الجوي، لكنه بالتأكيد من بين الأنواع الأكثر تدميرا، وهذا هو السبب في اعتبار محطات الطاقة النووية خطرة جدا من قبل العديد من العلماء، ذلك أن حصول نشاط إشعاعي واحد كفيل بتلويث الهواء، وإحداث كوارث صحية كما حدث في حالة انفجار مفاعل تشيرنوبل عام ١٩٨٦، وكارثة فوكوشيما النووية في اليابان عام ٢٠١١. فقد أثبتت هاتان الكارثتان أن وقوع حادثة إشعاعية واحدة يمكن أن يسبب تلوثًا هوائيا واسع النطاق بشكل هائل. فمثلاً، بعد وقوع كارثة فوكوشيما، تم إخلاء منطقة بمساحة قُدِّرَت بنحو ٢٠ كيلومترًا مربعًا حول المفاعل المتضرر، بسبب مخاوف من تسرب الغازات المشعة إلى الغلاف الجوي، وحُظرت مبيعات المواد الغذائية في المنطقة.

وأيضًا، تسببت كارثة تشيرنوبل النووية في انبعاث الكثير جدا من الإشعاعات، حتى أن السماح بعمل جولات

في منطقة المفاعل لا تتم إلا بموافقة وزارة حالات الطوارئ في أوكرانيا منذ عام ٢٠١١.

٧- التخلص من النفايات

يُصنف التخلص من النفايات من قبل وكالة حماية البيئة كنشاط "متنوع" يسبب تلوث الهواء بشكل أقل

حدة من العوامل السابقة، ويمكن دمج هذا العامل مع عوامل أخرى مثل انبعاثات الأبخرة والروائح من محطات الغاز والمصادر المتعلقة باستخدام الجازولين كوقود.

٨- التلوث الداخلي

يحدث تلوث الهواء داخل المباني (المنازل والفنادق والمدارس والمرافق) من جراء الأنشطة البشرية المختلفة، مثل استخدام غاز الطهي في المطابخ، واستعمال المرذذات

(علب المبيدات الحشرية)، والمنظفات، والمذيبات، والكلور، وغير ذلك من الكيماويات التي تستعمل داخل المنشآت السكنية والتجارية.

المشكلات البيئية المرتبطة بتلوث الهواء

يُعَدُّ تلوث الهواء مشكلة بيئية كبرى في عالم اليوم، إذ إنه يتسبب في الإضرار بكوكب الأرض وأنظمته البيئية بشكل عام. كما أنه يؤدي إلى حدوث عدد من المشكلات البيئية الكبرى التي تتضمن ما يلي:

أولا: الاحترار العالمي:

أثبتت معظم الدراسات العلمية الحديثة التي أجريت عن تلوث الهواء أن ملوثات الهواء تتسبب في ارتفاع معدل درجات الحرارة على سطح الأرض بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تغير طويل الأجل في مناخ كوكب الأرض، والذي من شأنه - في النهاية - أن يضر بالحياة على سطح الكرة الأرضية.

ثانيا: تدمير الحياة البرية

إن حرائق الغابات التي يتسبب فيها الإنسان لا تلوث الهواء فقط بالدخان والجسيمات الدقيقة، وإنما تؤدي هذه الحرائق أيضا إلى تدمير الحياة البرية في أماكن الغابات.

ثالثًا: تكوّن الضبخان:

الضبخان هو خليط من الدخان والضباب يتكون فوق المدن والمناطق الصناعية. وهذا المصطلح نحت من كلمتي (ضباب) و(دخان)، وهو مقابل لكلمة smog الإنجليزية التي نحتت من كلمتي smoke و fog.

وكان سبب تكوّن الضبخان قديما هو احتراق الفحم بكميات كبيرة. وكان ينتج من اختلاط الدخان بغاز ثاني أكسيد الكبريت. أما حاليًا فتسببه الانبعاثات وغازات العادم الصادرة من أفران المصانع ومحركات السيارات والمركبات والشاحنات ومحطات توليد الكهرباء والمصانع. وتتمثل الانبعاثات المسببة له في الملوثات الهيدروكربونية وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين التي عند تعرضها لأشعة الشمس تتحول إلى ملوثات مؤكسدة مثل غاز الأوزون.

وفي وجود الضبخان يكون لون الهواء بنيًا، وله رائحة كريهة، ويرتبط حدوثه بارتفاع درجات حرارة الجو.

وثمة نوعان من الضبخان:

الأول: الضباب الضوئي الكيميائي، وهو يتكون عندما تتأكسد الهيدروكربونات التي لم تحترق احتراقًا تامًا والصادرة عن عوادم السيارات في ظل وجود الأكسيجين

الحر، مكوّنةً ألدهيدات أو كيتونات. كما أن المركبات الهيدروكربونية تتفاعل مع شقوق الهيدروكسيل والأكسيجين وأكاسيد النيتروجين لتنتج مركب بيروكسي أسيل نيترات PAN، الذي يُعَدّ من أهم مصادر الضباب الدخاني. ونظرًا لاحتواء الخليط الغازي السام على غاز ثاني أكسيد النيتروجين الذي يمتص الأشعة فوق البنفسجية، فإنه يتفكك إلى أكسيد النيتريك وأكسيجين ذري، وهذا الأخير يتفاعل مع جزيئات الأكسيجين ليتكوّن الأوزون، الذي يدخل في سلسلة من التفاعلات مع الهيدروكربونات النشطة والموجودة في الخليط. ونتيجة لهذا التفاعل الكيميائي الضوئي يتكون الضباب الدخاني الذي يبقى معلقًا في الهواء، ويغلف جو المدن.

والنوع الآخر: مزيج من الملوثات التي تتكون من مركبات عضوية غير مستقرة (من الأصباغ والمذيبات والمبيدات والكيماويات الأخرى)، فضلًا عن الجازولين وبعض الأنواع الأخرى من البتروكيماويات والمذيبات التي تتبخر مباشرة إلى الغلاف الجوي لتزيد من كميات الأوزون.

ويمكن لهذا النوع من التلوث الهوائي أن يتكون في مختلف المناخات، إلا أنه يكون أسوأ في الأجواء الدافئة المشمسة التي يكون فيها الهواء في الطبقات العليا دافئًا بحيث يحول دون الدوران الأفقي للرياح. وهو يشيع في الأحواض الجيولوجية التي تحيط بها تلال أو جبال.

ويمثل الضبخان مشكلة بيئية كبرى، حيث تعاني منه مدن كثيرة، مثل: لندن، ونيويورك، والقاهرة، ولوس أنجلوس، وساو باولو، ومكسيكو سيتي، ودلهي، وسانتياجو، وهيوستن، وتورنتو، وأثينا، وبكين، وهونج كونج، وسيول، ومدينة الجزائر، بالإضافة إلى منطقة حوض الرور.

ومنذ أواخر القرن التاسع عشر الميلادي كان الضبخان معلَمًا من معالم الحياة في لندن. وفي عام ١٩٥٢ تسببت موجة الضبخان الكبرى التي اجتاحت العاصمة البريطانية في إظلام سماء المدينة وموت ١٢٠٠٠ شخص. وفي البداية ألقت الحكومة باللوم على وباء الزكام بدلا من الاعتراف بأن السبب الحقيقي هو الدخان الناجم من احتراق الفحم.

رابعًا: الأمطار الحامضية

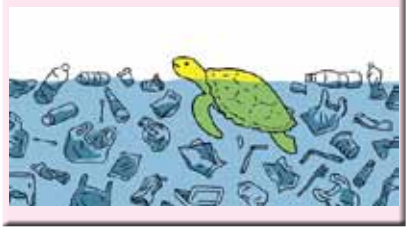
يؤدي تلوث الهواء بأكسيد النيتريك وثاني أكسيد النيتروجين إلى تكوين الأمطار الحمضية. فحين يتفاعل ثاني أكسيد النيتروجين مع الرطوبة يتكوّن حمض النيتريك HNO_3 وحمض النيتروز HNO_2 اللذان يسهمان في تكوين الأمطار الحامضية بالإضافة إلى أكاسيد الكربون وأكاسيد الكبريت.

أرقام لها دلالات

تقدر كمية الأملاح الذائبة في مياه المحيطات والبحار بما يمكن أن يغطي سطح القارات بطبقة من الملح سمكها ١٥٠ مترًا. وتمثل الكلوريات ٨٩٪ من نسبة الأملاح بالبحار، في حين تمثل كربونات الكالسيوم نحو ٩٪ من نسبة الأملاح بالأنهار.

تبلغ نسبة المياه العذبة نحو ٢,٨ ٪ من مجموع المياه الموجودة على كوكبنا، في حين تمثل المياه المالحة ما نسبته ٩٧ ٪. ويكون أكثر من نصف المياه العذبة مجمدًا، والبقية موجودة في جوف الأرض، بل إن ما نستطيع الوصول إليه من المياه العذبة هو ٠,٠٣ ٪ فقط. ووفقا لتقدير (وست) Wust، تبلغ كمية المياه المتبخرة من المحيطات والبحار ٣٣٤ ألف كيلومتر مكعب سنويًا، بمعدل بخر سنوي قدره ٩٣ سنتيمترا. وتستهلك الزراعة ٧٠ ٪ من المياه العذبة، وهذه النسبة ترتفع إلى ٩٠ ٪ في البلاد النامية.

تتحلل المناديل في الطبيعة بعد ٣ أشهر، ويتحلل البلاستيك في الطبيعة من ١٠٠ عام إلى ١٠٠٠ عام، أما العلك فيتحلل بعد ٥ سنوات، وعلب المشروبات الغازية تتحلل بعد ٢٠٠ عام.



تنتج المصانع الموجودة حول العالم زهاء ٤٠٠ مليون طن من النفايات سنويًا، وهي ترمى في البحار وعلى اليابس.

إن أكثر من ٧٠٠ مليون شخص حول العالم لا تتوافر لديهم مياه نظيفة صالحة للشرب، وأكثر من ٢ مليار يعانون من مشكلات في الصرف الصحي. ويموت من ٦ الى ٨ مليون شخص سنويًا بسبب الأمراض المنتقلة عن طريق المياه والكوارث.

إن ١٠ ٪ من مساحة سطح الأرض صالحة للزراعة. ومن أجل هذا بدأ الإنسان في قطع الغابات لتحويل أراضيها إلى مزارع. وفي خلال الـ ٥٠ سنة الماضية تم القضاء على نصف الغابات الموجودة على الأرض، ويقول العلماء إنه إذا استمر الحال كما هو عليه سوف تزول الغابات خلال ٣٥ عامًا.

يعيش سمك السلور Catfish في قاع المياه المظلمة الغائمة، ولذلك لا يكون لحاسة البصر لديه أهمية عالية. وبدلاً من ذلك، فإن هذه الأسماك تمتلك حاسة تذوق مذهلة حتى تتمكن من العثور على الطعام بسهولة عن طريق أخذ عينات من المياه المحيطة بها. وتوجد براعم التذوق في جميع أنحاء جسم تلك الأسماك، ويبلغ مجموعها نحو ٢٥٠,٠٠٠ برعم، وهو عدد مذهل بالنسبة إلى أصغر أسماك السلور التي لا يزيد طولها على ١٥ سنتيمترا فقط.

إن ٧٨٪ من الثدييات البحرية مهددة بالوفيات العرضية، مثل الوقوع في شباك الصيد.

تتراوح النسبة بين الجزء البارز من الجبل الجليدي إلى الجزء الغاطس منه بين ١: ٤ و ١: ٨,٢.

قالت شركة فورد موتور إن ٧٥ ٪ من كل مرْكبة قابلة لإعادة التدوير.

على مدار الـ ٢٠٠ سنة الماضية، أضفنا نحو ٢,٣ مليار طن من غاز ثاني أكسيد الكربون للجو، نصف هذه الكمية أُضيفت فقط خلال الفترة من ٣٥ الى ٥٠ عامًا مضى.

سوف ينتهي النفط بعد ٤٥ عامًا، مع العلم أن نصف النفط في العالم تستهلكه السيارات.

تسبب الإنسان في تدمير ٢٧ ٪ من الشعاب المرجانية، التي تعَدُّ مأوى لـ ٢٥ ٪ من الكائنات البحرية.

إن كمية الخبز الذي يلقى في سلال المهملات سنويًّا من الفرنسيين هي ٤٠٠ ألف طن.

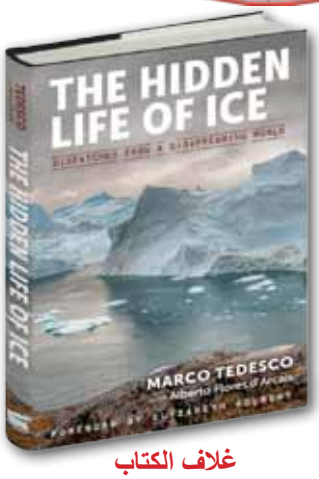
يزيد عدد سكان كوكبنا بمعدل ٧٧ مليون شخص في السنة. ويسكن نصف سكان الأرض - أي نحو ٣ مليار و٥٠٠ مليون نسمة - في ١ ٪ من مساحة سطح الأرض, فيما نسميه بالمدن التي تشكل ١ ٪ من سطح الأرض.

وفقًا لوكالة حماية البيئة (EPA)، فإن ٤٤ ٪ من الأميال التي يتم تقييمها في مجرى النهر و ٦٤٪ من البحيرات و ٣٠ ٪ من مناطق الخلجان ومصبات الأنهار ليست نظيفة بما يكفي للصيد والسباحة.

تستغرق عملية تحلل الزجاجات المصنوعة في عصرنا أكثر من ٤٠٠٠ عام.

يمكن أن تصبح الأرض ملوثة بالقمامة المنزلية والنفايات الصناعية. وتتكون مكبات النفايات من ٣٥ ٪ من مواد التغليف. ووفقًا لوكالة حماية البيئة الأمريكية، أنتج الأمريكيون في عام ٢٠١٤ نحو ٢٥٨ مليون طن من النفايات الصلبة. وقد تم جمع ما يزيد قليلًا عن نصف النفايات – ١٣٦ مليون طن – في مدافن النفايات. فقط نحو ٣٤ في المائة تمت إعادة تدويرها أو تحويلها إلى سماد.

الحياة الخفية للجليد: رسائل من عالم يختفي



غلاف الكتاب

قليلة هي كتب الثقافة العلمية التي تعنى بالقضايا المستحدثة في مجال البيئة القطبية وعلاقتها بالتغيرات المناخية. وكتاب (The Hidden Life of Ice; Dispatches from a Disappearing World) - الذي نعرض له هنا - هو أحد الكتب التي تندرج تحت هذه القائمة من الكتب. وقد كُتب هذا المرجع العلمي أساسًا باللغة الإيطالية، حيث ألّفه أحد المتخصصين والخبراء العالميين الرواد في مجال جليد المناطق القطبية والتغير المناخي، وهو: ماركو تيديسكو Marco Tedesco، الأستاذ والباحث في مرصد لامونت دوهرتي للأرض Lamont-Doherty Earth Observatory بجامعة كولومبيا ومؤسس ومدير مختبر عمليات الغلاف الجليدي Cryospheric Processes Laboratory بمركز جودارد لرحلات الفضاء التابع لوكالة الفضاء والطيران (ناسا) NASA Goddard Space Flight Center. وقد شارك معه في إعداد الكتاب الصحفي ألبرتو فلوريس داركيس Alberto Flores d'Arcais. وقامت بالتقديم لهذا المؤلّف: إليزابيث كولبير Elizabeth Kolbert مؤلفة كتاب «الانقراض السادس» التي فازت بسببه بجائزة بوليتزر للخيال العام Pulitzer Prize for general nonfiction في عام ٢٠١٥. كما قامت الكاتبة دينيس موير Denise Muir بترجمته إلى الإنجليزية، ونشرته دار (The Experiment) في أغسطس من عام ٢٠٢٠.

ويقع كتاب (الحياة الخفية للجليد: رسائل من عالم يختفي) في ١٦٠ صفحة، ويضم أحد عشر فصلا، تتحدث عن أصل الجليد وتاريخه السري في المناطق القطبية الشمالية (مع التركيز على جرينلاند)، ومستقبله الرهيب. والسكان القدامى الذين عاشوا في هذه المناطق، وأبرز الأحياء التي استوطنت (جرينلاند) في العصور الجيولوجية القديمة (كالجمل القطبي polar camel) الذي انقرض منذ زمن طويل، والحكايات الملحمية لمستكشفي القطب الشمالي العظماء (رجالًا، وربما من المستغرب، من النساء)، والأساطير السائدة بين السكان المحليين (الفايكنج وشعب الإنويت Inuit) ومعاناتهم مع الطقس الشديد البرودة جدا. ويخبرنا عن ملابسهم وثقافتهم، وممارساتهم الدينية،

انفجار تونجوسكا

وتقاليدهم الموسيقية. كما يتحدث الكتاب عن تأثير الاصطدام النيزكي الضخم (المعروف بانفجار تونجوسكا Tunguska) الذي حدث في يوم ٣٠ يونيو عام ١٩٠٨ بالقرب من نهر تونجوسكا في سيبيريا. وأسهب المؤلف وزملاؤه في رصد التأثيرات المحتملة لظاهرتي الاحترار العالمي والاحتباس الحراري والعوامل المناخية الطبيعية الأخرى على الجليد الموجود في المناطق القطبية.

ويتسم الكتاب بكونه قصيرًا ورائعًا وجذابا للقارئ العادي، من خلال أناقة أسلوبه وبساطة كلماته وشاعرية تعابيره، واستقصائه النزيه لقضية التغير المناخي في عالم متغير. وهو يمثل رسالة تحذيرية لمن يعنون بأمر البيئة البحرية وتأثير التغير المناخي عليها. كما أنه يقدم للقارئ حكايات مثيرة للاهتمام حول الجرف الجليدي في (جرينلاند) من وجهة نظر علمية تمامًا. ويؤكد على أن (جرينلاند) تعَدّ واحدة من أقل أجزاء العالم شهرة وأقلها سكانا، وهي مكان فريد على الأرض يمكن من خلاله البحث عن مستقبل كوكبنا والتشكيك في تاريخه.

ويحتوي الكتاب أيضا على بعض المناقشات حول أدوات القياس العلمية التي تستخدم في منطقة القطب الشمالي، ويركز الأضواء على بعض التقاليد الشعبية المتبعة بين السكان القلائل الذين عاشوا في هذه المنطقة، وبعض الأوصاف العامة لما يمكن مشاهدته هناك، مثل الكائنات الحية الدقيقة الغريبة التي يمكن أن تعيش في درجات حرارة متجمدة في ثقوب كريوكونيت cryoconite، التي تُعَدُّ المكان الوحيد الذي تنمو فيه الحياة في الفضاء الجليدي، كما أن الكتاب يوفر معلومات ثمينة حول كل من الهاوية الجليدية، والجبال الجليدية، والبحيرات الجليدية أيضًا، وحول تغير المناخ عبر العصور الجيولوجية.

أكثر الأماكن تعرضًا للخطر

بالنسبة لمعظمنا، فإن القطب الشمالي هو منطقة شاسعة وغريبة. ولكن بالنسبة للمؤلف (ماركو تيديسكو)، الخبير العالمي الرائد في مجال تدهور الجليد في القطب الشمالي وتغير المناخ، فإن هذا المكان هو مجال عمله ومختبره بل مختبر الباحثين في مجال انصهار الجليد القطبي. وفضلا عن ذلك، فهو أجمل الأماكن وأكثرها تعرضًا للخطر على وجه الأرض، حيث يحدث للرف الجليدي هناك تغييرات دراماتيكية شديدة التأثير على المناخ العالمي، وعلى مستقبل الحياة على كوكبنا الأرضي. ويرى مؤلفو الكتاب أن ما يحدث لحركة الصفائح الجليدية في (جرينلاند)، والتغييرات التي تطرأ عليها، يمكن تطبيقه - على وجه التحديد - على الوضع الذي يحدث في الأجزاء الأخرى من الأرض الأكثر برودة، مثل القطب الشمالي. فنحن كبشر مرتبطون ارتباطا وثيقًا بالثلج والجليد في جرينلاند، حتى ولو كنا نعيش في المناطق الاستوائية؛ لأنه عندما يذوب هذا الجليد، يتغير كل منا، بل ويتغير ما حولنا في كل مكان. ومما يبرهن على ذلك، أن (جرينلاند) كانت هي نقطة الصفر للتغيير الكبير الذي اجتاح عالمنا خلال عصر الأنثروبوسين.

ويقول علماء المناخ والجليديات إن العالم يتجه نحو موسم خال من الجليد في المحيط المتجمد الشمالي، وذلك مع تراجع رقعة الجليد هناك. ويتوقع بعضهم أنه بحلول عام ٢٠٥٠، سوف يكون القطب الشمالي خاليًا من الجليد في بعض فصول الصيف.

وقد تراجعت رقعة الطوف الجليدي الصيفي في المنطقة القطبية الشمالية في العام الماضي إلى ثاني أدنى مستوى لها على الإطلاق بعد عام ٢٠١٢. والطوف الجليدي هو الجليد الذي يتشكل على الماء. وفي كل سنة، يذوب جزء من هذا

الجليد خلال موسم الصيف، ولكنه يعود إلى التشكل مرة ثانية - بصورة طبيعية - في فصل الشتاءً. لكن مع التغير المناخي، يسجل ذوبان متزايد لهذا الجليد صيفا، كما أن مساحته خلال الشتاء تتقلص أيضا. وتقوم أقمار اصطناعية بتسجيل مساحة رقعة الجليد هذه بدقة كبيرة منذ عام ١٩٧٩، وتظهر هذه القياسات منحى واضحا في انحسار ذلك الجليد. وبوجه عام، يشهد الجليد البحري للقطب الشمالي اتجاهًا نحو الانكماش بشكل عام؛ لأن استمرار الذوبان يؤدي إلى مزيد من الانكماش في الغطاء الجليدي. ويحذر خبراء البيئة من أن زيادة انصهار الجليد تسهم في ارتفاع معدل درجة حرارة المحيطات. ووفقًا للتقارير العلمية، فإن (جرينلاند) فقدت ٥٣٢ مليار طن مترٍ من الجليد خلال صيف العام الماضي (٢٠٢٠ م). وفي العموم، تشهد (جرينلاند) معدلات ارتفاع في درجات الحرارة بوتيرة أسرع بمقدار مرتين مقارنة مع باقي أنحاء العالم، مما يجعل هذه الجزيرة عرضة للاختفاء في وقت قريب جدًا.

وباختصار، يمكن القول بأن كتاب (الحياة الخفية للجليد) هو عبارة عن رؤية فريدة لماضي الغطاء الجليدي في منطقة القطب الشمالي وحاضره ومستقبله، كما أنه يعرض للتحديات التي تواجهها الجبال والأنهار الجليدية، وتلك التي يواجهها أيضًا المستكشفون والسكان المحليون الذين يعيشون حياة الخيام في واحدة من أقسى الأماكن على كوكب الأرض. ويمكن وصف الكتاب أيضا بأنه مذكرات رحلة ملحمية قام بها المؤلف الأساسي (ماركو تيديسكو) إلى (جرينلاند)، ونتاج قياسات علمية مهمة للغاية أجراها هو وزملاؤه لفهم التغييرات الدراماتيكية الجارية على الغطاء الجليدي القطبي. إنه قصة علمية جميلة للوقت الذي أمضاه المؤلف في دراسة الجليد، وتجربة شخصية له عن الواقع المأساوي لأزمة بيئية في مكان ترتفع فيه درجات الحرارة بمعدل يبلغ ضعف متوسط المعدل السائد في بقية كوكبنا الأرضي.

ومما تجدر بنا الإشارة إليه، أن هذا الكتاب قد حفل ببعض الصور التوضيحية، التي تتيح للقارئ إلقاء نظرة على بعض المواقع التي ورد ذكرها في ثناياه. ولعل أبرز وأهم ما في هذا الكتاب أن مؤلفه الأساسي قد نجح في المزج بين العلم والثقافة والتاريخ وبين تجاربه الشخصية. فبالكتاب قدر لا بأس به من تاريخ اكتشاف (جرينلاند) واستيطانها؛ وبه أيضا معلومات مفيدة حول الممر الشمالي الغربي، وانقراض الأحياء التي عاشت في البيئة القطبية؛ ونشأة الكون. وبه - كذلك - بعض النتف المقتبسة من علم الفلك والفيزياء والأرصاد الجوية والجيولوجيا، والهيدرولوجيا، وعلم الجليديات.

مستكشفات غاطسة

من رأسيات الأرجل

تمثل المحيطات أكبر موائل الأرض، وهي موطن لمجموعة كبيرة من الكائنات الحية.

وإضافة إلى اكتشاف هذا التنوع الثري، يتيح لنا استكشاف الأعماق كشف الستار عن عالم آخر. وعلى عمق سنتيمترات قليلة تحت الأمواج تتفتح الشعاب المرجانية، وترعى الأسماك، وتصطاد رأسيات الأرجل Cephalopods وتتعارك القشريات Crustaceans. ولكن قليلا منا أتيحت لهم الفرصة للتوغل إلى أعمق من ذلك، حيث يكون الضغط من الشدة بحيث لا تتحمله أجسامنا غير المحمية، كما يتلاشى الضوء مما يترك المياه حالكة السواد.

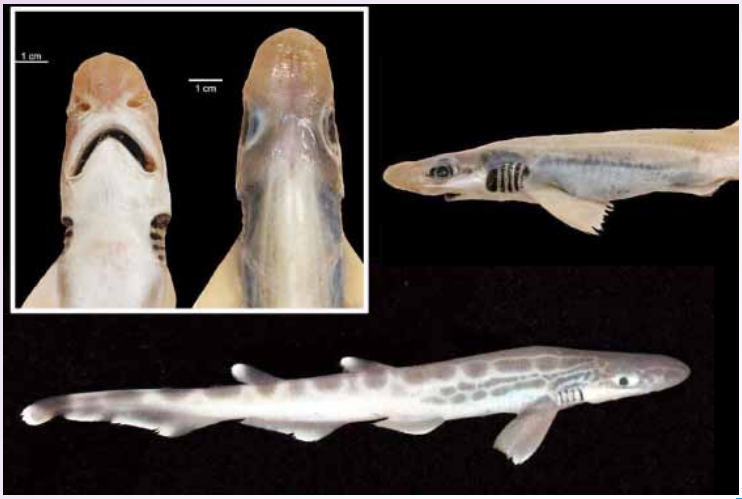
وفي هذه الأعماق السحيقة، تبدأ مخلوقات شديدة الغرابة بالظهور. أولا سمك أبو سيف، ثم سمك أبو الشص Angler Fish، ثم الحبار العملاق المراوغ. حتى وقت قريب، لم يكن باستطاعة الشخص العادي إلا أن يحلم برؤية هذه المشاهد بنفسه. ولكن هناك الآن بعض المركبات المذهلة التي فتحت إمكانات أعماق المحيطات الزرقاء. نحن نعيش عصر الغواصات الخاصة التي لا تسمح للمدنيين بالتعرف على الأعماق في أوقات فراغهم فحسب، بل تمكنهم من القيام بذلك في رفاهية.

ترافق هذه المركبات المأهولة إلى مواقع الغطس سفن أخرى، ولكن بمجرد أن تُطلق تحت الماء فإنها تكون قادرة على التجول بشكل مستقل.

وتقدم العديد من الشركات التي تبيع هذه التقنيات أيضا تدريبا تجريبيًا؛ مما يعني أن المشغل الخاص يمكنه التحكم الكامل في مركبته الجديدة. والمجموعة المتنوعة المتوفرة بالفعل مذهلة. وهي تتضمن: طرادات المتعة، ومركبات الأبحاث الأكثر صلابة، وحتى الغواصة التي قد تصل إلى أعمق نقطة في قاع المحيط.

سمك أبو الشص

اكتشاف سمكة قرش تعيش بلا جلد!



قال باحثون في علم الحياة البحرية إنهم اكتشفوا للمرة الأولى وجود سمكة قرش تعيش في مياه جزيرة سردينيا في البحر الأبيض المتوسط بدون طبقة الجلد السميكة المعروفة لدى هذه الأنواع.

ويشير الباحثون إلى أن تركيبة الجلد تلعب دورًا دفاعيًا وميكانيكيًا للحفاظ على حياة الأسماك، مثل فرز المواد المخاطية التي تُعد خط الدفاع الأول في جهاز المناعة، بمنعها للميكروبات من تكوين مستعمرات على أجسام الأسماك لما تحتويه من بروتينات مضادة للبكتيريا.

كما يحتوي جلد أسماك القرش على تكوين فريد يشبه الأسنان الجلدية، وهو ما تستخدمه الأسماك كحاجز ميكانيكي قوي يحميها من هجمات الحيوانات المفترسة، ويمنحها وقاية من الطفيليات.

واكتشف الباحثون أن جسم السمكة الغريبة يعاني من نقص شديد في جميع الهياكل والأنسجة المكونة للجلد، وهو لذلك يفتقر إلى الدور الوقائي الذي يوفره الجلد لمثل هذه الأنواع.

ويدرس الباحثون عددًا من العوامل التي يُرجح أن تكون سببًا في ظهور سمكة القرش بشكلها النادر للغاية، من بينها التعرض المستمر للمواد الكيميائية الملوثة، أو ارتفاع درجة حرارة المحيط نتيجة تغيرات المناخ.

إنزيم معدّل يعيد تدوير القوارير البلاستيكية في ساعات

ابتكر العلماء إنزيما بكتيريا معدلاً يمكنه تحليل القوارير البلاستيكية لتدويرها في ساعات. ويقوم هذا الإنزيم بتفكيك تلك القوارير إلى كتل بناء كيميائية تستخدم في صنع قوارير بلاستيكية جديدة عالية الجودة. وعادة ما تنتج تقنيات إعادة التدوير المتبعة حاليا بلاستيكا يناسب إنتاج الملابس والسجاد فقط.

والشركة التي تقف وراء هذا الابتكار اسمها "كاربيوس" Carbios، ومقرها فرنسا. وأوضحت أنها تهدف إلى اعتماد الإنزيم في إعادة التدوير المستعملة في المصانع خلال ٥ سنوات، لافتة إلى أنها أسست شراكة مع شركات عالمية مثل "بيبسي" و"لوريال"، وفق ما نقلت صحيفة "ذا جارديان" البريطانية.

وكشف العلماء عن الإنزيم الجديد في بحث نشرته مجلة "نيتشر" Nature في أبريل ٢٠٢٠. إذ بدأت العملية بفحص مائة ألف من الكائنات الحية الدقيقة، بينها حشرة أوراق السماد، حيث اكتشف الإنزيم للمرة الأولى عام ٢٠١٢.

حلل العلماء الإنزيم، وأدخلوا تعديلات لتحسين قدرته على تفكيك بلاستيك "بي إيه تي" PET الذي تصنع منه زجاجات المشروبات. وجعلوه مستقرا عند درجة حرارة ٧٢ مئوية التي تعدّ الأقرب للحرارة المثالية اللازمة للتحلل السريع.

وقد استخدم الفريق الإنزيم المعدل لتحليل طن من نفايات القوارير البلاستيكية التي تفككت بنسبة ٩٠ في المائة في غضون ١٠ ساعات، ثم استخدموا المادة لتكوين قوارير بلاستيكية جديدة.

التعدي على الشواطئ .... تدمير للبيئة الساحلية

Beaches Infringements .... Destruction of the Coastal Environment

دستکاری در سواحل .... تخریب محیط زیست ساحلی

يوم البيئة الإقليمي
24 أبريل 2021

المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية
Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME)
سازمان منطقه ای حمایت محیط زیست دریائی