بسم الله الرحمن الرحيم

التلوث البحري
ما يحتاج الجميع إلى معرفته

تأليف

Judith S. Weis

ترجمة

د. سطام عبد الكريم المدني

الأستاذ المشارك بقسم الجيولوجيا
كلية العلوم – جامعة الملك سعود

أ. د. عبد الباسط صبري السروجي

الأستاذ بقسم الجيولوجيا
كلية العلوم – جامعة الملك سعود
كلية العلوم – جامعة الزقازيق

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤١هـ (٢٠١٩م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ويس، جوديث إس.

التلوث البحري: ما يحتاج الجميع إلى معرفته / جوديث إس ويس؛ سطام عبدالكريم المدني؛ عبدالباسط صبري السروجي - الرياض، ١٤٤١هـ.

٢٥٦ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٤ - ٨١٨ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- التلوث البحري ٢- البيئة البحرية أ. المدني، سطام عبد الكريم (مترجم)

ب. السروجي، عبد الباسط صبري (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٣٦٣,٧٣٩٤ ١٤٤١/٣٤٦٠

رقم الإيداع: ١٤٤١/٣٤٦٠

ردمك: ٤ - ٨١٨ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Marine Pollution: What Everyone Needs To Know
By: Judith S. Wise
© Oxford University Press; 1 edition (November 3, 2014).

وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثالث للعام الدراسي ١٤٤٠/ ١٤٤١هـ، المعقود بتاريخ ١/ ٢/ ١٤٤١هـ، الموافق ٣٠/ ٩/ ٢٠١٩م.

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

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجمَين

تطل الدول الناطقة بالعربية على مسطحات مائية (محيطات أو بحار أو أنهار أو خلجان أو بحيرات). والجدير بالذكر أن دراسات تقييم الأثر البيئي على البيئات الساحلية بمناطق كثيرة في العالم تؤكد زيادة في تركيزات الكثير من العناصر السامة مثل الرصاص، والكادميوم، والنيكل، والكوبلت، والزئبق، والزنك وغيرها في رواسب ومياه هياكل الكائنات البحرية. وقد أُرجعت هذه المستويات المرتفعة من الملوثات إلى النمو المطَّرد في الإنشاءات على سواحل البحار (مطارات وقرى سياحية ومنتجعات ومحطات تحلية مياه) مواكبة للنمو السكاني المتزايد على هذه السواحل، كذلك نتيجة للردم المتزايد لحدائق المنجروف وللصرف الصحي والملوثات النفطية وغيرها.

يهتم كتاب "التلوث البحري" بتلوث البيئات البحرية بالفلزات، والنفط والكيماويات ذات الصلة والحطام، والصرف الصحي، ومخلفات الصناعة، والمبيدات. كما يهتم الكتاب بالتغيرات المناخية وتحمض البحار والتراكم البيولوجي وعلاج مشكلة التلوث البحري عموما. وقد عُرض الكتاب بطريقة أسئلة وأجوبة غطت ما يدور في ذهن من يفكر في موضوع تلوث البحار بطريقة شيقة لا تدعو للملل. ولقد كان الدافع وراء ترجمة هذا الكتاب هو احتياج المكتبة العربية إلى الكتب العلمية باللغة العربية حيث إنها القاعدة السليمة في تأصيل العلوم والمعرفة في الوطن العربي. أضف إلى ذلك أهمية الكتاب لرفع وعي السكان بخطورة تلوث البحار، وللباحثين وللطلاب في قطاع العلوم البيئة عموماً. وقد آثرنا أن نكتب باللغة الإنجليزية، جنباً إلى جنب، مع الترجمة للعربية كلاً من أسماء الأنواع والأجناس والمركبات الكيميائية، والأمراض، والمصطلحات العلمية عمومًا والمتبوعة باختصارات عند كتابتها لأول مرة، وذلك لسهولة التعرف عليها وتتبعها في المراجع العلمية أو عبر المواقع الإلكترونية.

نؤكد على سعادتنا البالغة بإضافة هذا الكتاب إلى رصيد أعمالنا، ولا يفوتنا في هذا المقام أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان لمركز الترجمة بجامعة الملك سعود والقائمين عليه، على ثقتهم مع دعواتي للمركز بمزيدٍ من التقدم في مهمته التنويرية السامية. وأخيراً نسأل الله العلي القدير أن يجد القارئ المتخصص الكتاب مفيداً في بحوثه وكتاباته، وأن يجده القارئ غير المتخصص شيقاً وممتعاً وكاشفاً. فالبحار وتلوثها مجال يستهوي الجميع، خاصة إذا تعلقت بما نأكل ونشرب. والله من وراء القصد وهو يهدي إلى سواء السبيل.

المترجمان

مقدمة المؤلف

رُوع كثير من الناس في جميع أنحاء العالم، على مدى أشهر عديدة في عام ٢٠١٠م، بسبب قراءة تقارير يومية عن الحجم الهائل من النفط المتدفق من جهاز الحفر العميق في خليج المكسيك. وعلى نحو مماثل، ركز الناس على قراءة الأخبار ومشاهدة صور الطيور وثعالب البحر المغطاة بالنفط في خليج الأمير وليام، بألاسكا على شاشات التلفزيون بعد التسرب الناتج عن حادثة اكسون فالديز في عام ١٩٨٩م. ولحسن الحظ، تعد هذه الأحداث المأساوية الكبيرة نادرة الحدوث. أيضاً، قد يدرك الناس التلوث البحري من خلال بعض أحداث أصغر مثل قتل الأسماك في منطقة محلية، أو وجود الحطام أو الأعشاب البحرية المتناثرة على الشاطئ، أو تغير لون المياه نتيجة الازدهار الطحلبي. وهناك العديد من أنواع التلوث البحري التي لا تعطي إشارات يمكن رؤيتها ويتم اكتشافها فقط من خلال التحليل الكيميائي المعقد. في هذه الحالة، ما لا تعرفه يمكن أن يضرنا أحيانًا، وإذا لم يضرك، فقد يضر الكائنات البحرية.

تتعرض البيئة البحرية للهجوم بسبب الصيد الجائر وتسبب فقدان مواطن المعيشة الطبيعية وإحداث التلوث. تشمل الأنواع الجديدة من الملوثات (الملوثات الناشئة المثيرة للقلق)، والتي تضم كلاً من الملوثات الجديدة والملوثات القديمة التي لم يسبق لأحد أن اهتم بها من قبل. وتشمل الأدوية التي تم تصميمها ليكون لها آثار قليلة للغاية على الجسم. وقد سمع الناس عن الأحجام الهائلة من الحطام البحري، ومعظمه من البلاستيك، أُلقى على الشواطئ وتم تجميعه في بقع نفايات كبيرة في المحيطات. تصدر الحطام البحري العناوين الرئيسة في مارس وأبريل ٢٠١٤م عندما اكتشفت فرق

البحث والتفتيش التي تبحث عن رحلة الخطوط الجوية الماليزية رقم ٣٧٠ المفقودة أن المحيط مليء بالقمامة. وعندما كانت السفن في طريقها لاسترداد البقايا التي رصدتها الطائرات، تبين أنها ليست حطاماً من الطائرة المفقودة، ولكنها نفايات تدور في المحيط.

إن الوعي الجديد بالآثار الضارة للضوضاء الصاخبة التي تشكل مصدر قلق كبير على الحيوانات البحرية، وخاصة الثدييات، لأنها قد ترتبط بحوادث الحيتان على الشواطئ. ولقد كان هناك اهتمام متزايد في السنوات الأخيرة بتأثيرات تحمض المحيطات، بسبب ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وإذا كان البعض يهتم بضعف تكوين القشرة، فإن البعض الآخر يكتشف تأثيرات تحمض المحيطات على علم وظائف الأعضاء والسلوك أيضاً. ولعل أكثر أنواع التلوث انتشاراً وخطورة في جميع أنحاء العالم هو التشبع الغذائي بسبب المغذيات الزائدة، التي تحفز تكاثر الطحالب وتقلل من مستوى الأكسجين. وتتزايد المناطق الغنية بالمغذيات و"المناطق الميتة" في جميع أنحاء العالم، كما أن هناك أيضاً بعض الأخبار السارة حول حظر العديد من الملوثات العضوية الثابتة ولم يعد يتم تصنيعها (على الرغم من استمرارها في الرواسب وتراكمها في الحياة البحرية). أيضاً، انخفضت وتيرة تسرب النفط في العقود القليلة الماضية. وبالإضافة إلى هذا الانخفاض في مدخلات بعض الملوثات التاريخية، بدأت الجهود في إزالة الرواسب شديدة التلوث من بعض الأماكن الساخنة السامة في مصبات الأنهار في الولايات المتحدة تحت رعاية برنامج الدعم.

يعد هذا الكتاب، مثله مثل غيره في سلسلة "ما يحتاج الجميع إلى معرفته"، مخصص للجمهور العام، بما في ذلك صناع السياسة وعلماء الطبيعة وعلماء البيئة والطلاب والعلماء في المجالات الأخرى. وآمل أن يساعد على فهم الموضوع ويحفز بشكل كبير الاهتمام به، كما أتمنى أن يساعد جمهوراً أكثر تعليماً على الإجراءات القوية للحد من التلوث البحري. في هذا الكتاب، أقوم بتغطية الأنواع المرئية وغير المرئية للتلوث البحري، من أين تأتي، وماذا تفعل، وكيف يمكننا تقليلها. تم تنظيم فصول الكتاب حسب نوع التلوث. بالإضافة إلى أنواع التلوث المعتادة، هناك فصل يتناول الأنواع الغازية، لا يعد دائماً نوعاً من التلوث، تحت فئة التلوث الحيوي. لدي أيضاً فصل حول تغير المناخ، يشمل الاحترار العالمي، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتحمض المحيطات والتأثيرات على الحياة البحرية. وقد أُدرجت ضمن كل فصل أسئلة ربما فكر القراء فيها، بما في ذلك التأثيرات المحتملة للملوثات على

صحتنا، والعديد من الأسئلة التي ربما لم تكن قد تساءلت عنها، بما في ذلك مواضيع مثل مصير الملوثات الكيميائية في البيئة البحرية، ما تأثير الملوثات على الكائنات البحرية، وكيف تتأقلم الكائنات البحرية مع أنواع مختلفة من الملوثات. آمل أن تكون الإجابات في كلتا الحالتين مثيرة للاهتمام ومفيدة. وربما سوف يحفزك ذلك على التفكير في أسئلة إضافية ترغب في معرفتها. يغطي الفصل الأخير آفاق المستقبل، ويشمل أقسامًا تتعلق بالقوانين الدولية والوطنية التي تنظم التلوث، وكيف يمكن للولايات والبلديات تقليل التلوث، والخطوات التي يمكن للأفراد القيام بها لتليل التلوث. وقد تم تقديم عدد كبير من الاقتراحات حول كيفية قيامك بإحداث فرق في الحد من التلوث البحري.

المؤلف

المحتويات

مقدمة المترجمين ..... هـ

مقدمة المؤلف ..... ز

شكر وتقدير ..... ك

الفصل الأول: مقدمة عن البيئة البحرية والتلوث ١

ما البيئة البحرية؟ ١

ما هي بعض أساسيات الأنظمة البيئية البحرية والشبكات الغذائية؟ ١

لماذا الاهتمام بشأن البحار والمحيطات؟ ٣

ما الملوث الطبيعي؟ هل يوجد فرق بين الملوث الطبيعي وغير الطبيعي المخلق كيميائياً ٤

ما المصادر الرئيسة للتلوث في البيئة البحرية؟ ٤

ما الطرق الرئيسة لدخول الملوثات ذات الأصل البري إلى البيئة البحرية؟ ٥

ما ملوثات الغلاف الجوي التي تدخل إلى المحيط؟ ٧

هل تسبب الأشياء الموجودة في مياه البحار التلوث؟ ٧

كيف يسبب الاستزراع المائي التلوث؟ ٨

ماذا يحدث للملوثات بمجرد وصولها إلى المياه؟ ٩

كيف تصل المواد الكيميائية إلى الحيوانات البحرية؟ ٩
ما السمية؟ ١١
ما الآثار التي يمكن أن تسببها الملوثات إلى جانب قتل الكائنات الحية؟ ١٢
كيف يتم قياس درجة السمية؟ ١٣
كيف يمكن استخدام الدراسات الميدانية لفهم السمية؟ ١٤
لماذا تكون بعض الأنواع أكثر حساسية للتلوث عن غيرها؟ ١٥
ما القوانين التي تنظم التلوث البحري؟ ١٥
لماذا لا تزال بعض الملوثات التي تم حظرها تمثل مشكلة؟ ١٧
ما مدى انتشار التلوث البحري وشدته حول العالم؟ ١٨

الفصل الثاني: المغذيات ١٩
لماذا تعد المغذيات ملوثات، وهي مطلوبة للحياة؟ ١٩
ما مصادر المغذيات؟ ١٩
كيف تعمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي؟ ٢١
ما الصرف الصحي المشترك؟ ٢٣
ما عمليات تغذية الحيوان المركزة؟ ٢٤
ما الآثار المترتبة على المغذيات الزائدة، أو ما الإثراء أو التشبع الغذائي؟ ٢٤
ما الآثار التي تظهر على الأعشاب البحرية؟ ٢٥
ما الآثار التي تظهر في الشعاب المرجانية؟ ٢٦
ما المنطقة الميتة؟ ٢٧
هل تسبب الزيادة في المغذيات ضرراً للمستنقعات المالحة؟ ٢٩
ما مدى انتشار الإثراء أو التشبع الغذائي؟ ٢٩

ما الازدهار الطحلبي الضار؟ ٣٠
ما هي بعض أنواع الطحالب الضارة؟ ٣١
ما مدى انتشار وجود الطحالب الضارة؟ ٣٣
ما الذي يمكن عمله لتقليل الجريان السطحي من المزارع؟ ٣٤
ما الذي يمكننا عمله لتقليل جريان المياه من المدن والضواحي؟ ٣٦
ما الذي يمكن عمله بشأن تجاوز الصرف الصحي المشترك؟ ٣٧
ما التقنيات التي يمكن أن تقلل من آثار التشبع الغذائي في الماء؟ ٣٧
ما التنبؤات المستقبلية للتشبع الغذائي؟ ٣٨

الفصل الثالث: الحطام البحري ٤١
لماذا يكون الحطام البحري وفيراً جداً؟ ٤١
من أين يأتي الحطام البحري؟ ٤١
ما المكونات الرئيسة للحطام؟ ٤٢
ماذا يحدث للمواد البلاستيكية؟ هل تتحلل؟ ٤٣
كيف يقاس الحطام في المحيط؟ ٤٤
ما الكمية الموجودة هناك؟ ٤٤
لماذا يتجمع الحطام في بقع كبيرة بوسط المحيط؟ ٤٥
أين يتراكم الحطام غير البقع الكبيرة؟ ٤٦
القمامة بشعة في شكلها، لكن هل تضر الحياة البحرية؟ ٤٧
ما المشاكل الناجمة عن معدات الصيد المهجورة؟ ٥٢
ما أكبر قطع القمامة البحرية؟ ٥٣
هل يسبب الحطام البحري ضرراً للبشر؟ ٥٤

ما الذي يمكن عمله حيال ذلك؟ هل يمكن أن تكون التنظيفات فعالة؟..... ٥٥
ماذا عن التعليم العام؟ ٥٦
هل هناك قوانين لتقليل النفايات البحرية؟ ٥٧
هل يمكن للتقنيات الجديدة أن تقلل من مشاكل الحطام البحري؟..... ٥٩

الفصل الرابع: النفط والمواد الكيميائية المرتبطة..... ٦١
ما مكونات النفط؟..... ٦١
ما الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات ٦٢
ما المصادر الرئيسة للنفط في المحيط؟ ٦٣
ماذا يحدث للنفط بعد تسربه؟..... ٦٤
ماذا جرى في حادثة إكسون فالديز؟..... ٦٤
ما أسباب الحادث؟..... ٦٥
ما الإجراءات التي اتخذت بعد حادثة التسرب لحماية الشواطئ؟ ٦٦
كيف تم تنظيف التسرب؟ ٦٦
هل كانت هناك بعض التغييرات السياسية الناتجة لمنع الانسكابات المستقبلية؟ ٦٧
ماذا حدث في كارثة انفجار البئر في خليج المكسيك؟ ٦٨
ما الاستجابات التي تم اتخاذها؟..... ٦٨
لماذا كان استخدام المشتتات مثيراً للجدل؟ ٦٨
ماذا حدث للنفط ومشتقاته؟ ٦٩
ما التأثيرات العامة على بيئة الخليج؟ ٧٠
ماذا يحدث عندما يصل النفط إلى الشواطئ؟ ٧١
كيف يضر النفط الطيور البحرية والثدييات؟..... ٧٢

ما أنواع التأثيرات السامة التي يسببها النفط للحيوانات البحرية الأخرى؟..... ٧٢
كم تدوم آثار انسكاب النفط؟ ٧٥
هل يمكن إعادة تأهيل الطيور وثعالب البحر الملوثة بالنفط؟..... ٧٦
كيف يمكن تنظيف الانسكابات النفطية؟ ٧٧
ما الاتجاهات في التسربات النفطية على مدى عقود؟ ٧٨

الفصل الخامس: الفلزات..... **٧٩**
ما المصادر الرئيسة للتلوث بالفلزات؟ ٧٩
ما هي بعض المواقع عالية التلوث بالزئبق؟..... ٨١
كيف يؤثر الشكل الكيميائي للفلزات على سميتها؟ ٨٢
أين تتركز الفلزات في البيئة؟..... ٨٣
ما التأثيرات السامة للفلزات المختلفة؟..... ٨٥
ما الذي يمكن أن تقوم به الكائنات الحية للدفاع عن نفسها ضد سمية الفلزات؟..... ٨٩
هل تمثل مستويات الفلزات المرتفعة في المأكولات البحرية خطراً على البشر؟..... ٨٩
ما الاتجاهات في التلوث الفلزي؟ ٩٠
ما الذي يمكن عمله لتقليل التلوث الفلزي؟..... ٩٠
ما التوهين الطبيعي؟ ٩١
ما التغطية؟ ٩١
ما التصريف المائي المحكم؟..... ٩٢
ما العلاج الحيوي للفلزات؟..... ٩٢
ماذا عن إزالة الملوثات بواسطة النبات؟..... ٩٣

الفصل السادس: المبيدات والكيماويات العضوية الصناعية ٩٧
ما مصادر المبيدات الحشرية في البيئة البحرية؟ ٩٧
ماذا يحدث لهذه المواد الكيميائية بعد دخولها المياه؟ ٩٧
ما أهمية كتاب "الربيع الصامت"؟ ١٠٠
ما هي بعض أحدث أنواع المبيدات؟ ١٠٠
ما مبيدات "الجيل الثالث"؟ ١٠١
كيف يتم تنظيم المبيدات؟ ١٠٣
ما الإدارة المتكاملة للآفات؟ ١٠٣
ما آثار المبيدات الحشرية على الكائنات غير المستهدفة؟ ١٠٤
ما اضطراب الغدد الصماء؟ ١٠٥
ما المؤشرات الحيوية؟ ١٠٦
ما أنواع التأثيرات المنتجة على مستوى السكان؟ ١٠٦
ما التأثيرات التي تنتج على مستوى المجتمع؟ ١٠٧
ما الذي يمكن أن تفعله الكائنات البحرية للدفاع عن نفسها ضد التأثيرات السامة؟ ١٠٨
ما الاتجاهات في تلوث مبيدات الآفات؟ ١٠٨
ما مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور؟ ١٠٨
كيف يدخل ثنائي الفينيل متعدد الكلور إلى البيئة البحرية؟ ١١٠
ما الديوكسينات؟ ١١٢
كيف تدخل الديوكسينات في البيئة البحرية؟ ١١٣
ما آثار الديوكسينات؟ ١١٤
هل يمكن أن تشكل مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور أو الديوكسينات خطرًا على الأشخاص الذين يتناولون المأكولات البحرية؟ ١١٤

ما الذي يمكن عمله بشأن التلوث الكيميائي العضوي؟ ١١٥

الفصل السابع: الاهتمامات المستجدة ١١٧
ما أنواع الملوثات الأخرى التي بدأنا نتعرف عليها؟ ١١٧
لماذا تعد المستحضرات الصيدلانية ومنتجات العناية الشخصية مصدر قلق؟ ١١٧
ما الذي يمكن عمله بشأن المستحضرات الصيدلانية ومنتجات العناية الشخصية؟ ١٢١
ما الإيثرات ثنائية الفينيل المتعددة البروم ولماذا تعد مصدر قلق في البيئة البحرية؟ ١٢١
ما مشكلة المركبات المعالجة بالفلور؟ ١٢٣
ما مصدرالقلق حول الكيلفينول؟ ١٢٤
ما الجسيمات النانوية وما القلق بشأنها؟ ١٢٤
هل الأنظمة الحالية كافية للحماية من الإضرار بالحياة البحرية والحياة البرية والبشر بهذه المواد الكيميائية الجديدة؟ هل هناك أي تحسينات تقنية؟ ١٢٦
ما التلوث الضوضائي؟ ١٢٧
ما أنواع الضوضاء التي تحدث في المحيط؟ ١٢٧
ما الآثار التي تنتج عن التلوث الضوضائي؟ ١٢٨
ما الذي يمكن عمله بشأن التلوث الضوضائي؟ ١٣٠
هل هناك مخاوف بشأن النشاط الإشعاعي في البيئة البحرية؟ ١٣٣
ما التلوث الضوئي؟ ١٣٤
ما الذي يمكن عمله بشأن التلوث الضوئي؟ ١٣٥

الفصل الثامن: التراكم الحيوي والتعاظم الحيوي ١٣٧
ما التراكم الحيوي وما التعاظم الحيوي؟ ١٣٧

ماذا يحدث للفلز بمجرد دخوله للكائن الحي؟..... ١٣٨
أين وكيف يتم تخزين الفلزات في الكائنات؟..... ١٣٨
كيف يتم تناول الملوثات العضوية من قبل الكائنات الحية؟ ١٣٩
كيف تقوم الكائنات الحية بهضم الملوثات العضوية؟..... ١٤٠
ما الكائنات البحرية الحارسة للتراكم والتعاظم الحيوي للمواد الكيميائية؟ ١٤١
ما مشكلات السلامة بالنسبة للبشر الذين يستهلكون المأكولات البحرية التي قد تكون ملوثة؟ ١٤٢
ما مرض ميناماتا؟..... ١٤٣
هل هناك أي مخاوف بشأن التلوث بالزئبق في الأغذية البحرية اليوم؟..... ١٤٤
هل يتواجد تلوث فلزي في مكملات الكالسيوم المشتقة من أصداف المحار؟ ١٤٦
ما المشاكل التي قد تنتج عن تناول المأكولات البحرية التي تحتوي على ملوثات عضوية؟ .. ١٤٦
هل يمكن العثور على الديوكسين في المأكولات البحرية؟ ١٤٩
هل يمكن العثور على ملوثات في مكملات زيت السمك؟..... ١٥٠
كيف يمكن أن يتسبب تناول الأسماك أو الأصداف البحرية التي جمعت سموم الطحالب الضارة في حدوث المرض؟ ١٥٠
ما الشلل الناتج عن تسمم المحار؟ ١٥١
ما الإسهال الناتج عن تسمم الأصداف البحرية؟..... ١٥١
ما التسمم العصبي الناتج عن تسمم المحار؟ ١٥٢
ما فقد الذاكرة الناتج عن تسمم الأصداف البحرية؟..... ١٥٣
ما تسمم سيجواتيرا؟..... ١٥٣
كيف يمكن الحد من حالات التسمم بالسموم البحرية؟ ١٥٥

الفصل التاسع: تغير المناخ وتحمض المحيط ١٥٧
ما الذي يسبب الاحترار العالمي أو تغير المناخ؟ ١٥٧
ما المشاكل التي تحدث أو يتوقع حدوثها في البيئة البحرية بسبب تغير المناخ؟ ١٥٧
لماذا تعد الشعاب المرجانية سريعة التأثر بشكل خاص؟ ١٥٨
ماذا يحدث في المناطق القطبية؟ ١٦٠
هل يؤثر تغير المناخ على توزيع الأنواع؟ ١٦١
هل يؤثر تغير المناخ على تربية الأحياء المائية؟ ١٦٢
هل يؤثر تغير المناخ على حجم الحيوانات؟ ١٦٣
هل يؤثر تغير المناخ على تفاعلات المفترس/ الفريسة؟ ١٦٣
ما الآثار المترتبة عن ارتفاع مستوى سطح البحر؟ ١٦٤
لماذا يرتفع مستوى سطح البحر أسرع مما كان متوقعاً؟ ١٦٥
ما الذي يمكن عمله بشأن ارتفاع مستوى سطح البحر؟ ١٦٦
ما الرقم الهيدروجيني؟ ١٦٧
ما المقصود بتحمض المحيطات؟ ١٦٧
ما الآثار التي تنتج عن تحمض المحيطات؟ ١٦٨
ألم تتغير درجة الحموضة في المحيطات في الماضي؟ لماذا يعد هذا مختلفاً؟ هل ستتمكن الكائنات البحرية من التكيف؟ ١٦٩
ما أكثر الأنواع تهدداً بتحمض المحيطات؟ ١٧٠
كيف يمكن للكائنات الحية أن تحمي نفسها من آثار الاحتباس الحراري والتحمض؟ ١٧٤
ما الآثار الاقتصادية التي يمكن أن تنتج عن تحمّض المحيطات؟ ١٧٥
ما الذي يمكننا القيام به للتخفيف من آثار تحمض المحيطات؟ ١٧٦

الفصل العاشر: التلوث الحيوي ١٧٩
من أين يأتي التلوث الجرثومي؟ ١٧٩
كيف يتم اكتشاف التلوث الجرثومي؟ ١٨٠
أي نوع من الأمراض قد تنتج عن التعرض للتلوث الجرثومي؟ ١٨٠
كيف يمكن للأشخاص معرفة ما إذا كانت السباحة آمنة في شاطئهم المفضل؟ ١٨١
ما الأنواع الغازية؟ ١٨٢
كيف تصل الأنواع الغازية إلى مواقع جديدة؟ ١٨٢
ما هي بعض الأسماك البحرية الغازية وما الأذى الذي تسببه؟ ١٨٥
ما هي بعض الهلاميات الغازية وما الأضرار التي تسببها؟ ١٨٦
ما هي بعض السرطانات البحرية الغازية وما الضرر الذي تسببه؟ ١٨٨
ما هي بعض الكائنات الغازية المثبتة وما الضرر الذي تسببه؟ ١٩٠
ما هي بعض الأعشاب البحرية الغازية وما الضرر الذي تسببه؟ ١٩١
ما هي بعض نباتات المستنقعات المالحة الغازية وما الضرر الذي تسببه؟ ١٩٢
هل يمكن أن تقدم الأنواع الغريبة بعض النفع؟ ١٩٣
ما الذي يمكن فعله لمنع وصول الأنواع الغازية الجديدة؟ ١٩٤
ما الذي يمكن عمله بعد وصول أنواع غازية؟ ١٩٦
ما الذي يمكن عمله بعد أن أصبحت الأنواع وفيرة؟ ١٩٧
هل يمكن التحكم في الأنواع الغازية عن طريق أكلها؟ ١٩٩

الفصل الحادي عشر: تنظيم وتخفيض التلوث ٢٠١
ما مؤشر صحة المحيطات؟ ٢٠١
ما قانون البحار؟ ٢٠٣

ما اتفاقية ماربول ٢٠٣
ما اتفاقية لندن؟ ٢٠٤
ما القوانين الوطنية في الولايات المتحدة التي تروج للمياه النظيفة؟ ٢٠٤
ما دور الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة؟ ٢٠٨
كيف ينظم الاتحاد الأوروبي التلوث البحري؟ ٢٠٩
ما هي بعض قصص النجاح؟ ٢١٠
كيف يمكننا تقليل التلوث من تربية الأحياء المائية؟ ٢١٢
ما "الكيمياء الخضراء"؟ ٢١٣
وبما أن تغير المناخ يشكل تهديداً كبيراً، فهل توجد أي سياسات وطنية ودولية فعالة للحد منه؟ ٢١٤
ما الخطوات التي يمكن للحكومات المحلية وحكومات الولايات اتخاذها للحد من التلوث؟ ..٢١٥
ما الإجراءات التي يمكن للأفراد اتخاذها للحد من التلوث البحري؟ ٢١٩
ما الحالة العامة والاتجاهات المتعلقة بالتلوث البحري؟ ٢٢١
المراجع **٢٢٥**
ثبت المصطلحات **٢٣٥**
أولاً: عربي-إنجليزي ٢٣٥
ثانياً: إنجليزي-عربي ٢٤٣
كشاف الموضوعات **٢٥١**