بسم الله الرحمن الرحيم

التقنية الحيوية البيئية

تأليف

Monika Jain

ترجمـــة

أ.د. عبدالوهاب رجب هاشم بن صادق

أستاذ التلوّث الميكروبي البيئي

كلية العلوم – جامعة الملك سعود

د. خالد عبدالله علي عبدالرحيم

أستاذ مساعد ميكروبيولوجيا جزيئية

كلية العلوم – جامعة الملك سعود

دار جـــامـــعـــة الملك سعود للنشر

KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

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

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

جاين ، مونيكا

التقنية الحيوية البيئية./ مونيكا جاين؛ عبدالوهاب رجب هاشم بن صادق ؛ خالد عبدالله علي عبدالرحيم .- الرياض، ١٤٣٩هـ

٣٠٧ ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٥-٦٠٠-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- تلوث البيئة ٢- التقنية الحيوية أ. بن صادق، عبدالوهاب رجب هاشم (مترجم)

ب. عبدالرحيم، خالد عبدالله علي(مترجم) ج. العنوان

ديوي ٦٠٠ ١٤٣٩/٦٠٠

رقم الإيداع: ١٤٣٩/٦٠٠

ردمك: ٥-٦٠٠-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Environmental Biotechnology
By: Monika
© ALPHA SCIENCE INTERATIONAL LTD 2014
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السابع عشر للعام الدراسي ١٤٣٧/١٤٣٨هـ المعقود بتاريخ ١٩/ ٨/ ١٤٣٨هـ الموافق ١٥/ ٥/ ٢٠١٧م.

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

نبذة المترجمين

الأستاذ الدكتور/ عبد الوهاب رجب هاشم بن صادق

- عمل مدرساً مساعداً ثم أستاذاً مشاركاً ولا يزال على رأس العمل بوظيفة أستاذ بكلية العلوم بجامعة الملك سعود – الرياض – المملكة العربية السعودية.
- يقوم بتدريس بعض مقررات درجة البكالوريوس والدراسات العليا بالإضافة إلى الإشراف على الرسائل العلمية ومناقشتها وتحكيم الكتب العلمية وتقويم أبحاث الترقية العلمية داخل وخارج المملكة العربية السعودية.
- نشر أكثر من (٧٤) بحثاً في مجال الأحياء الدقيقة والتلوث البيئي والتحليل الميكروبي والمعدني للماء والتربة ومخلفات الصرف الصحي بالإضافة إلى المعالجة البيولوجية للتلوث النفطي والدراسات الخاصة بالتحليل المعدني للشعر والأظافر والدم للإنسان.
- من مؤلفاته العلمية كتاب (التجارب العلمية في أسس الأحياء الدقيقة) وكتاب (التجارب العملية في علم الأحياء الدقيقة التعديني) وكتاب (التلوث البيئي) وكتاب (الأمن البيئي) وكتاب (ميكروبيولوجيا التعدين) وكتاب (المدخل إلى التقنية الحيوية الفطرية- مترجم) وكتاب (الهضم الحيوي والاستصلاح الحيوي – مترجم) وكتاب (جرائم البيئة وسبل مواجهتها) وكتاب (الكائنات الحية الدقيقة والبيئة) وكتاب (تقييم السلامة الميكروبية لماء الشرب: عمليات التحسين والطرق – مترجم) وكتاب (تقنية النانو – الإنسان – البيئة) وكتاب (التقنية الحيوية البيئية – مترجم) .
- شارك في العديد من المجالات الخاصة بخدمة الجامعة والمجتمع وتقديم المحاضرات والندوات

العلمية عن التلوث البيئي والتقييم والتأهيل والاستثمار البيئي في وسائل الإعلام المختلفة والقطاعات العسكرية والمدنية.

- أستاذ متعاون – جامعة سانديا جو الحكومية للعام الجامعي (١٩٩٣-١٩٩٤م).
- عضو مجلس إدارة نادي الشباب الرياض (١٤١٠-١٤١٢هـ).
- أستاذ زائر – جامعة تينيسي – الولايات المتحدة الأمريكية - للعام الجامعي (١٩٩٩–٢٠٠٠م).
- أستاذ زائر – جامعة جنت – بلجيكا – للعام الجامعي (٢٠٠٤ – ٢٠٠٥م).
- أستاذ زائر - جامعة كولومبيا البريطانية - فانكوفر – كندا – للعام الجامعي (٢٠١٠ – ٢٠١١م) .
- رئيس اللجنة العلمية لمؤتمر الخليج الخامس للمياه – الدوحة – قطر (مارس-٢٠٠١م).
- ضمن قائمة الخبراء للمكتب الإقليمي لغرب آسيا – برنامج الأمم المتحدة للبيئة والأمانة العامة لدول الخليج العربي – شؤون الإنسان والبيئة.
- مستشار غير متفرغ – الإدارة العامة للدفاع المدني (١٤١٤هـ).
- مستشار غير متفرغ - شركة فاما القابضة (١٤٢٢هـ).
- مستشار غير متفرغ - وزارة الشئون البلدية والقروية (١٤٢٣هـ).
- عضو اللجنة الاستشارية لمعرض ومؤتمر الشرق الأوسط لتكنولوجيا المياه – البحرين (٢٠٠٣م – ٢٠٠٤م).
- مستشار غير متفرغ – مكتب العطشيان للدراسات الاستشارية البيئية (١٤٢٤-١٤٢٥هـ).
- المشرف العلمي – ندوة الإرهاب البيولوجي – جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية (محرم ١٤٢٦هـ) .
- مستشار غير متفرغ بمكتب معالي وزير المياه والكهرباء (١٤٢٩ - ١٤٣٤هـ).
- مستشار غير متفرغ - معهد الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء (٣٥-١٤٣٦هـ) .
- عضوية لجان التحكيم لجائزة الدولة التشجيعية لدولة قطر لعام ٢٠١٥/٢٠١٦م في مجال (العلوم البحثية والتطبيقية -علوم الأرض والبيئة).

الدكتور خالد عبد الله علي عبد الرحيم

- أستاذ مساعد الأحياء الدقيقة – قسم النبات والأحياء الدقيقة، كلية العلوم – جامعة الملك سعود حتى تاريخه.
- أستاذ مشارك الأحياء الدقيقة – قسم النبات، كلية العلوم – جامعة سوهاج (معار إلى جامعة الملك سعود).
- عضو مجلس الاعتماد الأكاديمي – كلية العلوم – جامعة الملك سعود – الرياض (حتى تاريخه).
- عضو مجلس قسم النبات والأحياء الدقيقة – كلية العلوم – جامعة الملك سعود – الرياض (حتى تاريخه).
- منسق الاعتماد الأكاديمي لقسم النبات والأحياء الدقيقة – كلية العلوم جامعة الملك سعود (حتى تاريخه).
- مراجع خارجي بالهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد – التعليم قبل الجامعي – مصر.
- مراجع داخلي بوحدة توكيد الجودة والتأهيل للاعتماد بكلية العلوم جامعة سوهاج حتى ٢٠١٢ وحتى حصول الكلية على الاعتماد الأكاديمي.
- منسق التعاون البحثي مع الاتحاد الأوروبي FP7 لصالح جامعة سوهاج في الفترة من١٩/ ٠١/ ٢٠٠٩ حتى ٢٠١٢.
- مدير وحدة التدريب وتنمية الموارد البشرية وفعالية إدارة الجودة بكلية العلوم – جامعة سوهاج حتى ٢٠١٢.
- منسق لجنة ضبط الجودة والمتابعة – مشروع تطوير نظم الامتحانات بجامعة سوهاج حتى ٢٠١٢.
- نائب مدير المعمل المركزي للهندسة الوراثية – جامعة سوهاج حتى ٢٠١٢ .
- نائب المدير التنفيذي لمشروع تطوير المعمل المركزي للهندسة الوراثية LAB.SOH-04 وتأهيله للاعتماد الدولي (ISO 17025) .
- عضو لجنة إعداد قاعدة بيانات لجامعة سوهاج والمشكلة من قبل السيد الأستاذ رئيس الجامعة وبرئاسته في الفترة من ٢٠٠٧ –٢٠٠٨.

- منسق الأنشطة الطلابية بالكلية وذلك ضمن مشروع الأنشطة الطلابية التابع لوزارة التعليم العالي في الفترة من ٢٠٠٦ –٢٠٠٧.
- معيد بقسم علم النبات – كلية العلوم بسوهاج في الفترة من ١٩٩٢ إلى ١٩٩٨ .
- مدرس مساعد بقسم علم النبات – كلية العلوم بسوهاج في الفترة من ١٩٩٨ إلى ٢٠٠٥ .
- مدرس بقسم علم النبات – كلية العلوم بسوهاج في الفترة من ٢٠٠٥ حتى تاريخه.

الخبرات البحثية والأكاديمية:

- نشر عدداً من الأبحاث في مجال البكتريا الطبية وتلوث البيئة.
- الكشف عن الفيروسات بال PCR الكيفي والكمي.
- تعريف البكتيريا بالطرق التقليدية.
- اختبار حساسية البكتيريا للمضادات الحيوية ومقاومتها للعناصر الثقيلة.
- عزل ووصف البلازميدات من البكتيريا المختلفة وتحديد دور الجينات المحمولة عليها.
- استخلاص وفصل الحامض النووي من الكائنات المختلفة.
- تعريف وتصنيف البكتيريا والكائنات الدقيقة باستخدام تقنيات البصمة الجينية مثل ال PCR وال AFLP بالإضافة إلى مقارنة جينات ال 16S RNA و IST.
- دراسات في تقنية النانو.
- التحكيم في عدد من المجلات العلمية المصنفة (ISI)

مقدمة المترجمين

عند النظر لمتطلبات المكتبات العربية من الكتب المؤلفة أو المترجمة في مجال تطبيقات التقنية الحيوية البيئية نجد أنها تفتقر تماما لمثل هذه الكتب، من هنا جاءت هذه الخطوة لترجمة كتاب (التقنية الحيوية البيئية) وذلك لسد النقص الواضح في المكتبات العربية لمثل هذا الكتاب المتخصص وذو العلاقة الوثيقة بالمشكلات البيئية في الوطن العربي ومنطقة الخليج العربي على وجه الخصوص.

تعرضت منطقة الخليج العربي مؤخراً للعديد من المآزق والمشكلات البيئية وفي مقدمتها حروب الخليج، ولا تزال تعاني من مختلف الملوثات البيئية ومنها التلوّث المائي والهوائي والنفطي والتلوّث من مخلفات الصرف الصحي والعناصر المعدنية الثقيلة إلى غير ذلك من الملوثات البيئية والتي لا يمكن حصرها بأي حال.

يناقش هذا الكتاب بفصوله الاثني عشر مواضيع ذات علاقة وثيقة جدا بالمشكلات البيئية الموجودة في منطقة الخليج العربي ومنها الأسس العامة للمشكلات البيئية وتطبيقات التقنية الحيوية البيئية والتلوّث الهوائي وإدارته من خلال التقنية الحيوية البيئية وإدارة مياه الصرف الصحي والماء الأرضي والاستصلاح الحيوي وإدارة النفايات الصلبة ومشكلات التغيّر المناخي والمبيدات الحيوية وإدارة مكافحة الآفات والوقود الحيوي والاستشعار الحيوي والتصفية الحيوية والبلاستيك المتحلّل حيويا والأسمدة الحيوية.

لا شك في أن ترجمة مثل هذا الكتاب يعد مكسباً من المكاسب الحقيقية في الجوانب التطبيقية لمخرجات التقنية الحيوية البيئية ولإثراء مناهجنا الجامعية، لكن مع شديد الأسف لا تزال مناهجنا ومقرراتنا الجامعية في منطقة الخليج العربي بعيدة كل البعد عن مجال تطبيقات التقنية الحيوية البيئية ولا تلبي متطلبات سوق العمل والواقع الفعلي لحل مشكلاتنا البيئية، فنحن في منطقة الخليج العربي في حاجة ماسة للعديد من المقررات ومنها على سبيل المثال التقنية الحيوية التطبيقية الصناعية

والزراعية والهندسية والصحية والصيدلانية والتقنية الحيوية التعدينية بالإضافة إلى مقررات تطبيقية لمعالجة مشكلات التلوّث النفطي ومشتقاته.

المترجمان

مقدمة المؤلف

تم استخدام عمليات التقنية الحيوية بغرض حماية البيئة من خلال العديد من التطبيقات تقريبا منذ قرن تقريبا، كما أنه وغالباً قد تم إطلاق أكثر من مصطلح للتقنية الحيوية.

تم تطوير محطات معالجة مخلفات الصرف الصحي البلدية وكذلك مرشحات لتنقية غازات المدينة خلال مطلع هذا القرن. التقنية الحيوية البيئية عبارة عن جميع تطبيقات التقنية الحيوية التي تُستخدم لحل المشكلات البيئية، والهدف الأساسي لهذا العلم هو خفض معدلات التلوّث من خلال عمليات الاستصلاح الحيوي والمعالجة الحيوية أو المساعدة في استخدام الإنسان للمصادر الطبيعية بطرق لا تتسبب في التلوث.

تطوير تقنية حيوية متقدمة يكون مرتبطاً بتأسيس أنظمة أو أقلمة وتهيئة لوائح وأنظمة للتعامل مع الكائنات الحية الدقيقة المعدلة وراثيا. وفي جميع الأحوال، تشمل جوانب لإدارة المصادر الطبيعية، معالجة النفايات والسيطرة على التلوّث. ويعد الهضم الحيوي والتحوّل الحيوي والتراكم الحيوي للملوثات مثل المركبات العضوية والمعادن والنفط والهيدروكربونات والأصباغ والمنظفات هي المجالات الرئيسية لفهم خفض التلوّث البيئي.

كما تشمل التقنية الحيوية البيئية أيضًا إدارة الطاقة من خلال إنتاج الطاقة غير التقليدية والطاقة غير المسببة للتلوث مثل الميثانول الحيوي والغاز الحيوي والهيدروجين الحيوي.

التطبيقات الزراعية لإنتاج الأسمدة الحيوية، مبيدات الآفات الحيوية، استعادة الموارد من المخلفات السامة وغير السامة خلال عمليات التقنية الحيوية وكذلك استخدام أجهزة الاستشعار البيولوجية كمؤشرات لمراقبة التلوّث بالإضافة إلى العديد من القضايا الأخرى ذات الصلة تعد أيضا جوانباً هامة للتقنية الحيوية البيئية.

التعدين الحيوي يعد عملية استعادة لبعض الخامات بتكلفة اقتصادية وكذلك لخفض المشكلات البيئية بالمقارنة بالطرق التجارية التقليدية للتعدين. وعلى أي حال، فهو يعد حقلاً متعدد التخصصات يشمل التعدين والهندسة الكيميائية والميكروبيولوجي والبيولوجيا الجزيئية، كما أن له تطبيقات عملية هائلة.

في دولة مثل الهند فإن التعدين الحيوي يعد ذا أهمية وطنية عالية، حيث إنه جهد تعديني كبير وغير مستغل. من خلال التطبيقات الحيوية وإنزيمات المفاعلات الحيوية أمكن تطوير نظام متقدم للنفايات الصناعية ومخلفات الطعام ومكوناتها كما أمكن التخلص من هذه النفايات خلال نظام الصرف الصحي بدلا من التخلص منها في صورة صلبة، وعليه فإن المخلفات يمكن أن تتحوّل إلى وقود حيوي لتشغيل المحركات.

هذا الكتاب «التقنية الحيوية البيئية» تم كتابته ليلبي احتياجات الطلاب في جميع المراحل الجامعية بالإضافة إلى أعضاء هيئة التدريس في مختلف الجامعات، كما أنه يقدم تعريفاً لعمليات التقنية الحيوية واستخداماتها للحد من التلوّث، وهضم المركبات الصناعية الحيوية وإنتاج البلاستيك القابل للتحلل، والتعدين الحيوي والاستخلاص الحيوي، كما يتضمن أيضا طرقاً مختلفة لإدارة المخلفات الصلبة والنفايات المشعة.

وعليه، فقد حاولت جعل هذا الكتاب مناسباً للطالب وشاملاً من جميع النواحي، وربما تكون هناك بعض الأخطاء غير المقصودة نتيجة السهو، لكن أي ملاحظات أو انتقادات بناءة من القرَاء سوف تكون موضع التقدير والاحترام.

مونيكا جاين

شكر

بداية أتوجه لله عز وجل بالشكر أن أعطاني القوة لإتمام هذا الكتاب. كما أنه من الإجلال أن أشكر الذين سهّلوا لي تجهيز هذا الكتاب. وأقدم عميق امتناني لزوجي (ديفيندرا) الذي شجعني ووجهني وساعدني من البداية وحتى النهاية مما مكنني لتأليف هذا الكتاب.

كما أتقدم بالشكر لوالداي (ريجندران وشاردا) Rajendran and Sharda اللذان شجعاني على كتابة هذا الكتاب، كما أشكر أخي (روهيت) الذي كان يدفعني ويشجعني دائماً لإتمام هذا العمل، والشكر موصول لأصدقائي وزملائي الذين ساعدوني بطرق متعددة.

وفي النهاية أقدم تحياتي إلى جميع من قام بدعمي بأي صورة خلال إكمالي لهذا الكتاب.

مونيكا جاين

المحتويات

نبذة المترجمين ..... هـ
مقدمة المترجمين ..... ط
مقدمة المؤلف ..... س
شكر ..... م
الفصل الأول: البيئة : مفاهيم أساسية وقضايا ١
عناصر البيئة ٣
البيئة الطبيعية ٣
الإنسان والبيئة الطبيعية ٤
المصادر الطبيعية ٥
أنواع المصادر الطبيعية ٦
المصادر الطبيعية حسب المنشأ ٦
المصادر الطبيعية حسب درجة التطور ٦
المصادر الطبيعية حسب التجديد ٧
الحفاظ على البيئة الطبيعية ٧
تقييم الأثر البيئي ١٠
تقييم الأثر البيئي في الهند ١١
مميزات وعيوب تقييم الأثر البيئي ١٣
الفصل الثاني: التقنية الحيوية البيئية ١٥
مجالات التقنية الحيوية البيئية ١٥
التقنية الحيوية والسيطرة على التلوّث ١٧

إدارة مياه الصرف ١٨
معالجة الماء الخام بواسطة التقنية الحيوية ٢٠
التقنية الحيوية في إدارة النفايات الصلبة ٢١
أنواع النفايات ٢٢
وسائل إدارة النفايات ٢٣
المعالجة الفيزيائية ٢٤
المعالجة الحيوية ٢٤
إنتاج الوقود الحيوي ٢٤
البلاستيك القابل للتحلّل الحيوي ٢٥
المبيدات الحيوية ٢٧
التحلّل الحيوي للمركبات الغريبة ٢٨
مستقبل التقنية الحيوية البيئية ٢٨
الفصل الثالث: تلوّث الهواء وإدارته من خلال التقنية الحيوية ٣١
تلوّث الهواء ٣٣
مسببات تلوّث الهواء ٣٣
الانبعاثات الصناعية ٣٤
تأثيرات الهواء الملوث ٤١
تأثيرات في غير الأنظمة الحيوية ٤١
دور التقنية الحيوية في مراقبة تلوّث الهواء ٤٣
استخدام المرشحات الحيوية في مراقبة تلوث الهواء ٤٤
المرشحات الحيوية ٤٤
العوامل المؤثرة في المرشحات الحيوية ٤٦
المتطلبات الأساسية لتصميم أجهزة الغسيل الحيوي ٥١
الفصل الرابع: إدارة مياه الصرف ٥٥
تلوّث المياه ٥٥
مصادر تلوّث المياه ٥٦
صرف المياه البلدية ٥٦
الملوثات الزراعية ٥٧

النفايات الصناعية السائلة 57
الخزن تحت الأرضي والتسرب الأنبوبي ٥٨
المصادر الجوية ٥٨
مكونات مياه الصرف ٥٨
دورة الماء والتلوّث ٦٠
تأثيرات التلوّث المائي ٦٠
التأثيرات على صحة الإنسان ٦٢
الازدهار (الإثراء) ٦٢
مؤشرات جودة مياه الصرف ٦٣
الأوكسجيني الحيوي الممتص ٦٤
إدارة مياه الصرف ٦٥
التخلص من مياه الصرف ٦٥
التخلص السطحي من مياه الصرف ٦٦
الحاجة لمعالجة مياه الصرف الصحي ٦٧
الطرق الفيزيائية لمعالجة مياه الصرف الصحي ٦٧
الطرق الكيميائية لمعالجة مياه الصرف الصحي ٦٨
الطرق الهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحي ٧١
المعالجة الحيوية اللاهوائية ٧١
مرشحات التقاطر ٧١
مميزات مرشحات التقاطر ٧٣
عيوب نظام مرشحات التقاطر ٧٣
الملامسات الدورية الحيوية ٧٤
مميزات الملامسات الدورية الحيوية ٧٥
عيوب طريقة الملامسات الدورية الحيوية ٧٥
طريقة الحمأة النشطة ٧٥
الطرق اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحي ٧٩
أنواع مفاعلات الأغشية الحيوية ٨٨
معالجة مياه الصرف المتقدمة/ الثلاثية ٨٩

المراجع ٩١
الفصل الخامس: الاستصلاح الحيوي ٩٥
الاستصلاح الحيوي في الموقع ٩٦
أنواع الاستصلاح الحيوي في الموقع ٩٨
الاستصلاح الحيوي الجوهري ٩٨
الاستصلاح الحيوي في الموقع المهندَس ٩٨
التنفيس الحيوي ٩٩
التنفيس الحيوي المشارك في التمثيل الغذائي ١٠١
الاستصلاح الحيوي خارج الموقع ١٠٥
الاستصلاح الحيوي للطور الصلب ١٠٥
الطمر الصحي ١٠٦
التكويم الحيوي ١٠٩
تكوين السماد العضوي (الكومبوست) ١١١
الاستصلاح الحيوي للهيدروكربونات النفطية ١١٤
الميكروبات المهندسة وراثيا ١١٦
الاستصلاح الحيوي النباتي ١١٨
المراجع ١٢١
الفصل السادس: إدارة المخلفات الصلبة ١٢٥
أنواع المخلفات الصلبة ١٢٦
التسلسل الهرمي لإدارة النفايات المستديمة ١٢٨
إدارة النفايات الصلبة ١٣٠
المراجع ١٤٥
الفصل السابع: المشكلات البيئية العالمية ١٤٧
تأثير البيوت المحمية ١٤٩
مسببات تأثيرات البيوت المحمية ١٥٠
غازات البيوت المحمية ١٥١
آثار الاحتباس الحراري ١٥٤
الخطوات الوقائية لخفض الاحتباس الحراري ١٦٢

التقنية الحيوية : مقدم الحلول للتغير المناخي ١٦٣
التقنية الحيوية وانبعاث ثاني أكسيد الكربون ١٦٤
الأمطار الحمضية..... ١٦٦
آثار الأمطار الحمضية ١٦٨
طرق الوقاية من الأمطار الحمضية ١٧٣
الأوزون كحاجز طبيعي للشمس ١٧٦
مسببات نقص الأوزون ١٧٧
التأثيرات على البرمائيات ١٨١
تآكل الأوزون والاحتباس الحراري ١٨٢
إدارة النفايات المشعة ١٨٣
أنواع المواد المشعة ١٨٤
المراجع ١٨٩
الفصل الثامن: مبيدات الآفات الحيوية والإدارة المتكاملة للآفات ١٩١
تأثير استخدام المبيدات ١٩٢
تأثيرات المبيدات على الهواء ١٩٢
تأثيرات المبيدات على الماء..... ١٩٣
تأثيرات المبيدات على التربة ١٩٤
تأثيرات المبيدات على النباتات ١٩٤
تأثيرات المبيدات على الحيوانات..... ١٩٤
تأثيرات المبيدات على الإنسان..... ١٩٥
مبيدات الآفات الحيوية ١٩٦
مميزات مبيدات الآفات الحيوية ١٩٦
مرونة العمل والحصاد ١٩٧
أنواع المبيدات الحيوية ٢٠١
الإدارة المتكاملة للآفات ٢٠٩
المراجع ٢١٢
الفصل التاسع: الوقود الحيوي وأجهزة الاستشعار الحيوي..... ٢١٥
الطاقة الحيوية من الكتلة الحيوية ٢١٦

الوقود الحيوي ٢١٧
القوة الحيوية ٢١٨
المنتجات الحيوية ٢١٩
مصادر الكتلة الحيوية..... ٢٢٠
الإيثانول الحيوي ٢٢١
مقارنة بين الإيثانول والديزل الحيوي..... ٢٢٦
الطحالب كمصدر للوقود الحيوي ٢٢٧
طرق الاستخلاص..... ٢٢٧
طرق إنتاج وقود الديزل الحيوي من الطحالب ٢٢٨
ترقية الغاز الحيوي ٢٣٣
فوائد الطاقة الحيوية ٢٣٤
الفوائد الاقتصادية ٢٣٤
الفوائد البيئية ٢٣٤
مستقبل الطاقة الحيوية..... ٢٣٥
أجهزة الاستشعار الحيوية..... ٢٣٥
أنواع أجهزة الاستشعار الحيوي..... ٢٣٧
تطبيقات أجهزة الاستشعار الحيوي ٢٣٨
المراجع ٢٣٩
الفصل العاشر: التعدين الحيوي والتصفية الحيوية ٢٤١
عمليات التعدين ٢٤١
تقنيات التعدين ٢٤٢
التأثيرات البيئية للتعدين..... ٢٤٣
التعدين الحيوي والتصفية الحيوية (الرشح) ٢٤٤
الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في التصفية الحيوية..... ٢٤٦
كيمياء التصفية الميكروبية..... ٢٤٨
أنواع التعدين الحيوي ٢٤٩
أمثلة على الاستخلاص والرشح الحيوي ٢٥٣
المراجع ٢٥٥

الفصل الحادي عشر: البلاستيك القابل للتحلّل حيويا ٢٥٩
التأثير البيئي للبلاستيك ٢٦٠
المشكلة العالمية ٢٦١
التأثير على صحة الإنسان ٢٦٢
البلاستيك القابل للتحلّل حيوياً ٢٦٣
إمكان إنتاج البلاستيك من النشا ٢٦٤
البلاستيك من السليلوز ٢٦٥
البلاستيك من الكيتين ٢٦٧
البلاستيك القابل للتحلل حيويا والمنتج من الكائنات الحية الدقيقة ٢٦٨
البلاستيك التقليدي مقابل البلاستيك القابل للتحلل حيويا ٢٧١
التكلفة الإنتاجية ومجال البلاستيك القابل للتحلل حيويا ٢٧٢
النباتات المعدلة وراثيا لإنتاج بولي هيدروكسي الكانيوات ٢٧٢
مستقبل البلاستيك القابل للتحلل حيوياً ٢٧٣
المراجع ٢٧٤
الفصل الثاني عشر: الأسمدة الحيوية ٢٧٧
أنواع المخصبات ٢٧٨
الأسمدة البسيطة ٢٧٨
الأسمدة المركبة ٢٧٨
الأسمدة الكيميائية ٢٧٩
تأثيرات الأسمدة على البيئة ٢٨٠
تلوّث المياه الجوفية ٢٨٠
التشبع الغذائي (الازدهار) ٢٨٠
حامضية التربة ٢٨١
تراكم العناصر المعدنية الثقيلة ٢٨١
الغلاف الجوي ٢٨١
الأسمدة الحيوية ٢٨٢
أنواع الأسمدة الحيوية ٢٨٣
القيود في تقنية الأسمدة الحيوية ٢٩٢

القيود التقنية ٢٩٢
قيود البنية التحتية ٢٩٢
قيود تمويلية ومالية..... ٢٩٣
قيود بيئية..... ٢٩٣
قيود الجودة والموارد البشرية ٢٩٣
المراجع ٢٩٤
ثبت المصطلحات ٢٩٧
أولاً: عربي – إنجليزي ٢٩٧
ثانياً: إنجليزي – عربي ٣٠١
كشاف الموضوعات ٣٠٥