بسم الله الرحمن الرحيم

الترب الحضرية الملوثة

تأليف

Prof. Helmut Meuser

ترجمة

أ.د. عبدالله سليمان الفراج **أ.د. محمد إبراهيم الوابل**

أ.د. عادل ربيع عثمان **أ.د. محمد حمزة السعيد**

قسم علوم التربة – كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر

KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ⓒ دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٣٩هـ، ٢٠١٨م.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ميوسر، هيلموت

التربة الحضرية الملوثة. / هيلموت ميوسر؛ عبدالله سليمان الفراج. - الرياض، ١٤٣٩هـ

٤٩٨ ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٩-٦٦٠-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- تلوث البيئة. أ. الفراج، عبدالله سليمان (مترجم) ب. العنوان

ديوي ٦١٤,٧ ١٤٣٩/٨٢٢٥

رقم الإيداع: ١٤٣٩/٨٢٢٥

ردمك: ٩-٦٦٠-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Contaminated Urban Soils
By: Helmut Meuser.
© Springer Science+Business Media B.V. 2010.

وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه العاشر للعام الدراسي ١٤٣٨/١٤٣٩هـ المعقود بتاريخ ١٢/٥/١٤٣٩هـ الموافق ٢٩/١/٢٠١٨م.

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

تقديم المترجمين

يمثل التلوث البيئي هاجساً مؤرقاً لدى متخذي القرار، وتحدياً حقيقياً أمام الباحثين والمخططين، وعبئاً يثقل كاهل الدول والمجتمعات. فقد تجاوز التلوث البيئي وصفه بأنه مشكلة علمية يتحدث حولها المختصون في قاعات الدرس أو المختبرات العلمية، لما يسببه من مشكلات صحية للسكان، وتهديداً للكائنات الحية، وتدميراً للمصادر الطبيعية للحياة (الهواء، والماء، والتربة، والطاقة). ولم تعد المشكلات البيئية محلية، بل أصبحت قضية تتنادى لها الدول، فوسائل نقل التلوث سواء بواسطة الرياح أو المياه الجارية أو المياه الإقليمية جعلته عابراً للقارات.

تتسم المدن بأنها مظنة التلوث، حيث تضم مصادر متعددة للتلوث مثل الحركة المرورية للمركبات، وخدمات البنية التحتية للمدينة، والنفايات البلدية، ونفايات المستشفيات والمراكز الصحية والمختبرات العلمية، والصرف الصحي، وعمليات الإنشاء، وورش الصناعات الخفيفة، وورش تصليح المعدات والمركبات، ومحطات الوقود، ... إلخ. يزيد الأمر سوءاً وجود أخطاء في التخطيط الحضري، والسماح بإنشاء مدن صناعية أو مصانع أو مناطق تعدينية أو مطارات، أو غيرها من المنشآت التي تُصنف من حيث الأثر البيئي بأنها من الفئة الثانية بل والثالثة أحياناً، قرب المدن. أو السماح بتخطيط مناطق حضرية للسكن قرب تلك المنشآت المصنفة من الفئة الثالثة. وقد يكون ذلك في زمن سابق، ويحتاج إلى تصحيح. ويعتبر تلوث الترب في المدن، من المسائل المؤرقة، حيث تماس التربة مع الإنسان، فمياه الشرب تُنقل بواسطة أنابيب في التربة، والحدائق العامة وبعض المنتجات الزراعية تتأثر بالتربة، كما تتأثر جودة هواء المدينة بتلوث التربة لما تسببه الأعمال الإنشائية والرياح من إثارة للتربة وانتشار العوالق في الهواء بما تحمله من ملوثات، يتعرض لها السكان عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع أو الادمصاص على الجلد، كما يمكن لتلك العوالق الترسب في مصادر المياه أو الثمار.

كتاب "الترب الحضرية الملوثة"، أحد إصدارات دار النشر العالمية المتميزة سبرنقر، ويحمل الإصدار رقم (١٨) من سلسلة التلوث البيئي. يمثل الكتاب كنزاً معرفياً للباحثين والمختصين. يميز الكتاب مؤلفه بروفسيور هيلمت ميزور، فله خبرة علمية وعملية في مجال تلوث ترب الحضرية وإعادة تأهيلها، وقد امتدت خبرته الواسعة في بلده ألمانيا وبعض الدول الأوروبية، لتشمل دولاً آسيوية مثل الهند والصين ودولاً عربية مثل سوريا، بالإضافة إلى اطلاعه الواسع على الأبحاث العلمية في هذا المجال، والذي انعكس في غزارة الاستشهاد في الكتاب بعدد كبير من الأبحاث العلمية على مستوى واسع من البلدان. وتُعد ترجمة كتاب "الترب الحضرية الملوثة" إلى اللغة العربية، مطلباً ملحاً لتوفير مادة علمية ثرية، وتقديم خبرات عملية وبيانات واسعة النطاق للباحثين والمختصين والدارسين باللغة العربية في مجال علوم التربة، وعلم البيئة، والعمارة والهندسة المدنية، والجغرافيا والتخطيط الحضري، والصحة البيئية، وإدارة النفايات.

وإذ يقدم المترجمون هذا الكتاب، يسألون المولى عز وجل أن ينفع به طلاب العلم والباحثين، وأن يجدوا فيه بغيتهم، وشحذاً لهممهم لمزيد من البحث والدراسة، ويفتح لهم آفاق البحث العلمي. كما نأمل أن يساعد الكتاب متخذي القرار والعاملين في أمانات المدن وهيئات التطوير والتخطيط الحضري في إدراك العلاقات المتشابكة والمتشعبة بين التلوث البيئي ومصادرها المحتملة في المدن، وطرق تقليل مخاطرها، وتحييد آثارها، وإعادة تأهيل المناطق الملوثة.

وعلى أهمية محتويات الكتاب، فإن المترجمين يرون أن غياب مقاييس تلوث التربة في جميع الدول العربية، يُبرزُ الأهمية الكبرى للفصل السابع (تقييم الترب في المناطق الحضرية)، والذي تناول المعايير لجودة التربة، ثم استعرض العديد من مقاييس تلوث التربة لعدد من البلدان المتقدمة. وإذ يقدم المترجمون هذا السفر باللغة العربية، يحدوهم الأمل أن تتضافر الجهود للعمل على إنشاء مقاييس لتلوث التربة تناسب المنطقة العربية.

قبل الختام، يود المترجمون شكر طلاب مقرر "الترب الحضرية" في مرحلة الدكتواره بقسم علوم التربة الذين قدموا قراءة تشاركية للكتاب أثناء فترة إعداده للنشر، فكانت ملاحظاتهم القيمة إضافة نوعية لمشروع الترجمة.

ختاماً، يتوجه المترجمون بالشكر الجزيل لمركز الترجمة بجامعة الملك سعود، على موافقته على مشروع ترجمة الكتاب، والحصول على الإذن بالترجمة من الناشر. وكذلك شكر دار جامعة الملك سعود للنشر، لما قدموه من تدقيق لغوي وإخراج فني للكتاب. ونهدي هذا العمل لجامعة الملك سعود التي أضاءت شعلة العلم التجريبي في صحراء المملكة العربية السعودية منذ عام ١٣٧٧ (١٩٥٧م) وما زالت رائدة فيه.

المترجمون

المحررون

Brain J. Alloway, *Department of Soil Science, The University of Reading, U.K.*
Jack T. Trevors, *School of Environmental Sciences, University of Guelph, Ontario, Canada*

هيئة التحرير

I. Colbeck, *Interdisciplinary Centre for Environment and Society, Department of Biological Sciences, University of Essex, Colchester, U.K.*
R.L. Crawford, *Food Research Center (FRC) 204, University of Idaho, Moscow, Idaho, U.S.A*
W. Salomons, GKSS Research Center, Geesthacht, Germany

تمهيد

يعيش أكثر من ٥٠٪ من سكان العالم في المدن، وما زال معدل الهجرة من الريف مستمراً بالزيادة، وهو ما يمثل خطراً في الدول النامية، ويسبب تقليصاً للأراضي الريفية في البلدان المتقدمة. لذا أصبحت البيئة الحضرية في غاية الأهمية بالنسبة لصحة الإنسان. في القرون السابقة، كان مستوى تلوث التربة بسبب التحضر واتساع المدن منخفضاً نسبياً. ولكن مع الثورة الصناعية، زادت نسبة التلوث وتسارع معدله وتعددت أنواعه. ومع القيود على التوسع في تطوير أراضٍ جديدة للاستخدامات الحضرية في العديد من الدول، أصبح من الضروري الاستفادة من (إعادة استعمال) المواقع المطورة سابقاً (الأراضي البنية براونفيلد –Brownfield–) والتعامل مع الملوثات التي تصاحبها. لذا فإن الحاجة ماسة لفهم تنوع وخصائص التربة في المناطق الحضرية، وتقييم المخاطر المحتملة للملوثات فيها، وابتكار الوسائل اللازمة لإعادة تأهيل تلك المواقع و/ أو تقليل المخاطر.

مؤلف كتاب "الترب الحضرية الملوثة" Helmut Meuser، أستاذ وقاية وإعادة تأهيل الترب في جامعة العلوم التطبيقية، أوسنابروك، بألمانيا. ويعد المؤلف أحد الخبراء المميزين في أوروبا في مجال التلوث في الترب الحضرية. ولديه خبرة طويلة في البحث العلمي في برلين وايسين وأوسنابروك ومناطق أخرى في ألمانيا بالإضافة إلى دول أخرى. وضع المؤلف خبرته الواسعة في هذا الكتاب، فقدم استعراضاً شاملاً لتلوث التربة الحضرية. ومن إيجابيات الكتاب المميزة، اشتماله على بيانات واسعة ومعلومات أكثر تفصيلاً حصل عليها المؤلف من دراسات في المناطق الحضرية في جميع أنحاء العالم، وعلى نطاق واسع من حيث اختلاف الظروف المناخية والتربة وأنواع الصناعات أو التنمية السكانية.

يبدأ الكتاب في إعطاء نبذة موجزة عن الأسس الجغرافية للتوسع الحضري. ثم غطى بالتفصيل أسباب ومصادر أنواع الملوثات التي وُجِدَت في ترب المدن. وقد شمل ذلك العناصر الثقيلة والملوثات العضوية في الغبار الناجم عن الانبعاثات الصناعية والطرق والسكك الحديدية ومواقع البناء وأعمال الحفر لخطوط الأنابيب وفيضانات الأنهار والمصادر الزراعية والمواقع المهجورة ومواقع الحوادث وأنواع الردم المختلفة.

ركز المؤلف بشكل خاص على المواد من صنع الإنسان (Technogenic)، وهي التي تمثل –مع الغبار المترسب– أهم مصادر الملوثات في البيئة الحضرية. تشمل تلك المواد مخلفات البناء والهدم (مثل الخرسانة والطوب والأسفلت والفولاذ –الصلب–)، والخبث –البرادة– ورماد الفحم ومخلفات التعدين، ومخلفات البلدية الصلبة والحمأة. وقد تناول كل ذلك بالتفصيل. إن توفير مفتاح لتحديد تلك المواد في مواقع العمل الميداني، سيكون مفيداً جداً على وجه الخصوص للمساحين والمخططين ومهندسي البناء ومختصي الصحة البيئية في تقييم المواقع المطورة سابقاً (الأراضي البنية). تناول الكتاب خصائص واحتمال التلوث بتلك المواد بالتفصيل، ثم تصنيف الترب المتأثرة بالنشاط البشري. حيث توجد ترب "Anthrosols" وهي التي تطورت من الترب المزروعة طبيعياً، وترب "Technosols" التي تكونت من المواد المترسبة. وبعد مناقشة منشأ وتصنيف الترب الحضرية ومكوناتها، تناول الكتاب خصائص الترب الفيزيائية والكيميائية التي تؤثر في احتمال تلوثها، خاصة حركة وتيسر العناصر الثقيلة والملوثات العضوية. تشمل الخصائص الفيزيائية السطح والتعرية والانكماش والانضغاط والإثراء والحركة للماء الأرضي والهبوط للتربة. بينما تشمل الخصائص الكيميائية التركيز الكلي للملوثات، ودرجة الحموضة، ومحتوى الكربون والنشاط الحيوي، والقوام وارتباط المركبات والمواد المغذية. وتعتبر العمليات البيدوجينية مثل تكون الدبال والتجوية والقلب (الإثارة) والتجمع والأكسدة والاختزال مؤثرةً على سلوك الملوثات.

ختم المؤلف الكتاب بفصل رئيس عن تقييم المخاطر التي تشكلها التربة الحضرية، وفصل أخر وقصير حول التوقعات المستقبلية للترب الحضرية الملوثة. ومن أهم أجزاء فصل تقييم المخاطر، مجموعة المقاييس لجودة التربة المستخدمة في بلدان مختلفة والقيم التي تستدعي إزالة للوصول إلى تركيزات آمنة للعديد من أكثر الملوثات أهمية. حيث توفر تلك المقاييس دليلا لمستويات التركيز التي

تعتبر خطرة لبعض استخدامات الأراضي في المناطق الحضرية، وفي بعض البلدان تشكل تلك القواعد أساس اللوائح التنظيمية لإزالة التلوث. ومن المرجح توسيع مقاييس الجودة تلك لتشمل المزيد من المواد الخطرة جدا، وتعديل المستويات القصوى الآمنة في ضوء التطورات في مجال بحوث السمية. ويؤكد الفصل الأخير "آفاق المستقبل للترب الحضرية الملوثة" على الحاجة إلى بذل مزيد من الاهتمام تجاه هذا الموضوع، خاصة مع زيادة الأراضي الحضرية المحتمل تلوثها مع الوقت وتسارع وتيرة التحضر. تكمن أكبر المخاطر في تلوث المواقع الصناعية المهجورة، ولكن يمكن أن تشكل ترب الحدائق وحدائق المجتمع (allotment) (Anthrosols) خطرا على الصحة بسبب تلوثها على المدى الطويل بواسطة إضافة مواد مختلفة عن طريق ترسب الغبار المحمل بالملوثات.

يقدم هذا الكتاب مراجعة شاملة وموجزة جدا حول الترب الملوثة في المناطق الحضرية. وقد اتسم الكتاب بأنه عالمي النطاق، حيث اشتمل على أمثلة من الولايات المتحدة الأمريكية، والصين، والهند، وألمانيا، وهولندا، والمملكة المتحدة، وفرنسا، وغيرها من البلدان. وهو ما يجعله ذا أهمية خاصة للمهنيين العاملين في مجال التخطيط الحضري والبناء والصحة البيئية في هذه البلدان وغيرها. وبالمثل، صُمِمَ ليكون مرجعاً لمقررات الدراسات العليا في الجامعات في جميع أنحاء العالم في العلوم البيئية، الجغرافيا الحضرية، هندسة المناظر الطبيعية، إدارة النفايات، البيئة وعلوم التربة. ومن مزايا الكتاب المهمة، أنه احتوى من الموضوعات ما تفرق في عدة كتب، مع تغطية شاملة لتلك الموضوعات، لذا فيوصى به سواء لطلاب الدراسات العليا أو المحاضرين والعاملين من المختصين والباحثين في مجال الأراضي الملوثة.

المحرر

شكر

أود أن أعرب عن امتناني للأستاذ الدكتور ب ألوي، جامعة ريدينج، الذي اقترح كتابة هذا الكتاب، وقدم لي تعديلات مفيدة. وأود أيضا أن أشكر السيد آلان هوغ م.أ (Alan Hogg M.A.)، جامعة العلوم التطبيقية أوسنابروك، للتصحيح اللغوي والقراءة وشكري لزوجتي كريستيان (Christiane) لتحرير النص كاملاً.

الاختصارات

AC	التهوية (تهوية التربة)
ADI	المسموح تناوله يوميا
Ag	فضة
AMD	صرف حمض المناجم
As	الزرنيخ
ASM	منجم حرفي صغير
Au	ذهب
AWC	المحتوى المائي الميسر
Ba	باريوم
BCR	البروتوكول المرجعي للمكتب المجتمعي التابع للهيئة الأوروبية
Be	بريليوم
BTEX	بنزين، تولين، إثيل بنزين، زايلين
Br	بروميد
C	كربون
Ca	كالسيوم

Cd	كاديوم
CEC	السعة التبادلية الكاتيونية
CEC_{eff}	السعة التبادلية الكاتيونية الفعالة
CEC_{pot}	السعة التبادلية الكاتيونية العظمى
Cl	كلوريد
CN	سيانيد
Co	كوبالت
Cr	كروم
Cs	سيزيوم
Cu	نحاس
DDT	ثنائي الكلور ثنائي الفينيل ثلاثي كلو الإيثيل
DHA	نشاط الديهيدروجنيز
DM	المادة الجافة
DOC	الكربون العضوي الذائب
DTPA	ثنائي الإيثلين ثلاثي الأمين خماسي حمض الخل
EC	التوصيل الكهربائي
EDTA	ثنائي أمين الإيثلين رباعي حمض الخل
Eh	جهد الأكسدة والاختزال
EPA	وكالة حماية البيئية الأمريكية
F	فلور
Fe	حديد
H	هيدروجين
HCB	سداسي كلوروبنزين
Hg	زئبق

I	يود
K	بوتاسيوم
K_{oc}	ثابت فرندليش
Mg	مغنسيوم
Mn	منجنيز
MSW	نفايات بلدية صلبة
N	نيتروجين
Na	صوديوم
Ni	نيكل
O	أكسجين
P	فسفور
PAH	الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات
PAH_{EPA}	الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (قائمة وكالة حماية البيئة).
Pb	رصاص
PCB	ثنائي فينيل متعدد الكلور
PCDD	ديكوسين ثنائي البنزبن متعدد الكلورة
PCDF	ثنائي بنزوفيوران متعدد الكلور
PCE	رباعي كلورو إيثلين
PCP	خماسي كلورو فينول
PM	الجسيمات العالقة
Pt	بلاتينيوم
qCO_2	حاصل التمثيل الغذائي
Ra	رادون

Rh	روديوم
S	كبريت
Sb	أنتيمون
Se	سيلينيوم
SIR	ركيزة متأثر بالتنفس
Sn	قصدير
TE	مكافئ السمية
Te هكذا وردت، والصواب (Tc)	تكنيشيوم
TC	الكربون الكلي
TCDD	رباعي كلورو ثنائي البنزين متعدد الديوكسينات
TCE	ثلاثي كلور الإيثلين
TIC	الكربون غير العضوي الكلي
TOC	الكربون العضوي الكلي
Tl	ثاليوم
TPH	الهيدروكربونات البترولية الكلية
TPV	الحجم الكلي للفراغات

المحتويات

تقديم المترجمين ..... هـ
المحررون ..... ط
تمهيد ..... ك
شكر ..... س
الاختصارات ..... ف

الفصل الأول: مقدمة ١
المراجع ٤

الفصل الثاني: أسس جغرافية ٥
(١ , ٢) تعريفات ٥
(٢ , ٢) التطور التاريخي للتوسع الحضري ٧
(٣ , ٢) عمليات التوسع الحضري الحالية ١٥
(٤ , ٢) تخطيط المدن وأثره في التلوث ٢٣
المراجع ٣٦

الفصل الثالث: أسباب تلوث التربة في المناطق الحضرية ٣٧
(١ , ٣) نظرة عامة ٣٨

(٢ , ٣) التلوث المنتشر ٣٨
(١ , ٢ , ٣) المهد الصخري ومادة الأصل ٣٨
(٢ , ٢ , ٣) ترسب الغبار ٤١
(٣ , ٣) التلوث الخطي ٥٩
(١ , ٣ , ٣) الحركة المرورية ٥٩
(٢ , ٣ , ٣) شبكات الأنابيب ٦٩
(٣ , ٣ , ٣) الفيضانات في السهول الفيضية ٧٠
(٤ , ٣) تأثير الزراعة والبستنة ٨٢
(١ , ٤ , ٣) التسميد ٨٢
(٢ , ٤ , ٣) استخدام حمأة الصرف الصحي والمياه العادمة ٨٧
(٣ , ٤ , ٣) استخدام المبيدات ٩٤
(٥ , ٣) التأثير الحضري ٩٧
(١ , ٥ , ٣) الأراضي المهجورة ٩٧
(٢ , ٥ , ٣) مواقع حوادث التلوث ١١١
(٣ , ٥ , ٣) الرواسب والردم ١١٥
(٦ , ٣) ماهية تلوث التربة ١١٩
المراجع ١٢٢

الفصل الرابع: ركائز من صنع البشر ١٢٧
(١ , ٤) المنشأ ١٢٧
(١ , ١ , ٤) أنقاض البناء ومخلفات الإنشاء والهدم ١٢٨
(٢ , ١ , ٤) الخبث والرماد ١٣٠
(٣ , ١ , ٤) نفايات التعدين ١٣١
(٤ , ١ , ٤) النفايات البلدية الصلبة ١٣٢
(٥ , ١ , ٤) الحمأة ١٣٤

(٦ , ١ , ٤) تنظيف الركائز ١٣٤
(٢ , ٤) الخصائص ١٣٦
(١ , ٢ , ٤) الرصد في أثناء العمل الميداني ١٣٦
(٢ , ٢ , ٤) الخواص الكيميائية ١٣٦
(٣ , ٢ , ٤) الخواص الفيزيائية ١٤١
(٤ , ٢ , ٤) الخصائص البيولوجية ١٤١
(٣ , ٤) التلوث المحتمل ١٤٣
(١ , ٣ , ٤) تأثير القوام ١٤٣
(٢ , ٣ , ٤) اختلافات الركيزة ١٤٥
(٤ , ٤) التوزيع ١٥٥
المراجع ١٦٠

الفصل الخامس: ترب الانثروبوجينيك (متأثرة بالنشاط البشري)..... ١٦٣
(١ , ٥) تعريفات..... ١٦٤
(٢ , ٥) الترب الصناعية ١٦٥
(٣ , ٥) الترب المزروعة (انثروسولز) ١٧٠
(١ , ٣ , ٥) ترب البلاجن..... ١٧٠
(٢ , ٣ , ٥) ترب الحدائق ١٧٤
(٣ , ٣ , ٥) ترب المقابر ١٨٣
(٤ , ٥) ترب تكنوسولز ١٨٤
(١ , ٤ , ٥) ترب المناطق الحضرية المبنية ١٨٤
(٢ , ٤ , ٥) ترب المرادم..... ١٩٥
(٣ , ٤ , ٥) ترب المخلفات الصناعية ٢١٢
(٤ , ٤ , ٥) ترب التعدين ٢٢٣
(٥ , ٤ , ٥) حقول الحمأة ٢٣٨

المراجع ٢٥٤

الفصل السادس: تأثير التلوث على خصائص التربة ٢٥٩
(١ , ٦) الخصائص الفيزيائية ٢٥٩
(١ , ١ , ٦) التغطية (الأسطح المرصوفة) ٢٥٩
(٢ , ١ , ٦) التعرية والهبوط (الانكماش) ٢٦٦
(٣ , ١ , ٦) الانضغاط ٢٦٨
(٤ , ١ , ٦) وفرة السكيلتون ٢٧٣
(٥ , ١ , ٦) تغير مستوى الماء الأرضي ٢٧٦
(٦ , ١ , ٦) الهبوط ٢٧٧
(٢ , ٦) الخصائص الكيميائية ٢٨٢
(١ , ٢ , ٦) التركيز الكلي: اعتبارات منهجية ٢٨٢
(٢ , ٢ , ٦) قيم الرقم الهيدروجيني ٢٩١
(٣ , ٢ , ٦) محتوى الكربون والنشاط البيولوجي ٢٩٣
(٤ , ٢ , ٦) القوام والمواد اللاحمة ٢٩٨
(٥ , ٢ , ٦) العناصر الغذائية ٣٠١
(٣ , ٦) العمليات البيدوجينية ٣١٠
(١ , ٣ , ٦) تكون الدبال وخلط المكونات ٣١١
(٢ , ٣ , ٦) التجوية الفيزيائية ٣١٤
(٣ , ٣ , ٦) التجوية الكيميائية ٣١٧
(٤ , ٣ , ٦) التجمع ٣١٩
(٥ , ٣ , ٦) ملامح ظروف الاختزال ٣٢٠
المراجع ٣٢٢

الفصل السابع: تقييم الترب الحضرية ٣٢٧
(١ , ٧) التصنيف ٣٢٧

(٢ , ٧) التقييم الوظيفي للتربة ٣٣٢
(١ , ٢ , ٧) دور العائل ٣٣٤
(٢ , ٢ , ٧) دور التربة في الدورات الإيكولوجية ٣٣٨
(٣ , ٢ , ٧) دور التربة مرشح ومنظم ووسط انتقال للملوثات ٣٤١
(٤ , ٢ , ٧) وظائف أرشيفية ٣٤٤
(٥ , ٢ , ٧) وظائف الاستخدام ٣٤٥
(٣ , ٧) مسارات تقييم التربة ٣٤٦
(١ , ٣ , ٧) مخطط تقييم المخاطر ٣٤٦
(٢ , ٣ , ٧) حسابات تقييم المخاطر ٣٥١
(٣ , ٣ , ٧) المسارات الرئيسة ٣٥٦
(٤ , ٧) التقييم على أساس مقاييس الجودة ٣٦٨
(١ , ٤ , ٧) تعاريف ٣٦٨
(٢ , ٤ , ٧) قوانين ومقاييس الجودة المنشورة ٣٦٩
المراجع ٣٩٥

الفصل الثامن:(الاستشراف) النظرة المستقبلية ٣٩٧
ملحق ٤٠٧
ثبت المصطلحات ٤١٣
أولاً: عربي – إنجليزي ٤١٣
ثانياً: إنجليزي- عربي ٤٥٣
الكشاف الجغرافي ٤٩٥