بسم الله الرحمن الرحيم

قياس ملوثات البيئة

تأليف

د. أكرم عبدالمنعم حسين علي
أستاذ البيئة النباتية المشارك

أ. د. محمد بن ناصر اليمني
أستاذ البيئة النباتية

كلية العلوم – جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٠هـ (٢٠٠٩م)

تم تأليف هذا الكتاب بدعم من مركز بحوث كلية العلوم برقم Bot/2006/08/B

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

علي، أكرم عبدالمنعم حسين

قياس ملوثات البيئة/ أكرم عبدالمنعم حسين علي؛ محمد ناصر اليمني.- الرياض، ١٤٣٠هـ.

١٥٨ ص. ١٧ ×٢٤سم.

ردمك: ٠-٤١٥-٥٥ -٩٩٦٠- ٩٧٨

١ـ تلوث البيئة ٢ـ حماية البيئة أ. اليمني، محمد ناصر (مؤلف مشارك)

ب ـ العنوان

ديوي ٦١٤,٧ ١٤٣٠/١٧٠

رقم الإيداع: ١٤٣٠/١٧٠

ردمك: ٠-٤١٥-٥٥ -٩٩٦٠- ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره، بعد اطلاعه على تقارير المحكمين ـ في اجتماعه الحادي والعشرين للعام الدراسي ١٤٢٨/١٤٢٩هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٩/٧/٦هـ الموافق ٢٠٠٨/٧/٩م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٠هـ

المقدمة

إن التقدم الاقتصادي والصناعي والتقني الذي يعيشه العالم اليوم يعتبر نتيجة مباشرة لبراعة العلماء في تسخير أنواع الطاقة المتاحة واستبدال القوة العضلية بالقوة الميكانيكية (قوة الآلة) فاستعمال الإنسان لمصادر الطاقة له عواقب بيئية مهمة تؤثر في الحياة العامة والخاصة لكل الأحياء، وهذه العواقب لا يمكن احتواؤها الآن في داخل الحدود الدولية وحيث إن التلوث الصادر في مكان ما من عالمنا الصغير قد تجني عواقبه في مكان آخر يبعد آلاف الأميال عنه. لقد أصبح التلوث البيئي ظاهرة عالمية واكبت التقدم التقني حتى أنها شملت الدول النامية والمتقدمة مع اختلاف نوعية ودرجات التلوث.

وقد يكون التلوث نتيجة للتدهور الناجم عن العوامل الاقتصادية والاجتماعية. وهذا النوع من التلوث له أسباب عديدة لعل من أهمها شيوع حالة الفقر وعدم كفاية البنية الأساسية، وكذلك تفشي الجهل والمرض وعدم اتخاذ الاحتياطات المناسبة في مجالات الصحة والأمن الغذائي. وتعتبر مشكلة التلوث البيئي من أهم مشاكل الإنسان مع البيئة في نشاطه المستمر للاستثمار والإنتاج، وتنعكس مشاكله على نوعية الاستثمارات والتنمية.

ويعرف التلوث "بأنه كل عملية تؤدي إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو التربة بشكل كمي يعمل على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها للاستعمالات المختلفة وفقدانها لبعض خواصها أو يؤثر على استقرار استخدام تلك الموارد.

في بداية الحديث عن قياس ملوثات البيئة قد يتساءل المرء هل هناك من طريقة واحدة يمكن استخدامها للدلالة على تلوث الهواء بشكل عام؟ والجواب عن ذلك نعم ولا. أما نعم ولكن بتحفظ ، فمثلا الهواء الطبيعي يحتوى على أيونات سالبة وأخرى موجبة وعندما تزداد الملوثات في الهواء سواءً كانت غازية أو جسيمات فإن دقائق هذه الملوثات تتحد مع الأيونات السالبة. وهذا يعنى أنه كلما زاد تلوث الهواء كلما نقصت الأيونات السالبة, وعندما يكون الهواء نقياً تماماً فإن الأيونات السالبة قد تصل إلى ٤٠٠٠ أيون سالب في المتر المكعب من الهواء. ويدل تركيز الأيونات السالبة على درجة تلوث الهواء بشكل عام. وفي الوقت الحاضر هناك طرق عديدة للتعبير عن حجم الملوثات سواء أكانت في الهواء أو الماء أو التربة. وهذا الكتاب يتعرض لبعض الطرق المستخدمة لقياس تلك الملوثات البيئية.

المؤلفان

تمهيد

التلوث هو ذلك التأثير الذي يصيب كافة مكونات البيئة، فيؤثر فيها، ويغير من صفاتها وخواصها بما قد يؤدي إلى إتلافها أو هلاكها. قد نتج عن التلوث الصادر في مكان ما من عالمنا الصغير عواقبه في مكان آخر يبعد عنه آلاف الأميال. ولقد أصبح التلوث البيئي ظاهرة عالمية واكبت التقدم العلمي والتقني، حيث يعتبر مشكلة من أهم مشاكل الإنسان مع البيئة نتيجة نشاطه المستمر للاستثمار والإنتاج. وتنعكس مشكلة التلوث البيئي بشكل حاد على حركة الاستثمارات والتنمية سواء في الدول النامية أو المتقدمة على السواء. ويعتبر التلوث من أهم الظواهر البيئية المميزة للعصر الحديث. وفي الحقيقة، فإن التلوث يتسع مفهومه من تلوث الهواء والتربة والمياه إلى التلوث الناجم عن الضوضاء والإشعاع.

يعرف تلوث الهواء بأنه إدخال لأي مادة في تركيبة الهواء في الغلاف الجوي بصورة مباشر أو غير مباشر بالكمية التي تؤثر على نوعية وتركيز مكونات ذلك الغلاف بحيث ينجم عن ذلك آثار ضارة على الإنسان، والبيئة والأنظمة البيئية ومواد التشييد والموارد الطبيعية وعلى إمكان الانتفاع من البيئة.

الهواء الجوي غير الملوث الذي نستنشقه والموجود على ارتفاع سبعة أميال من سطح الأرض عبارة عن مزيج من عناصر رئيسية بنسب ثابتة هي النيتروجين بنسبة ٧٨,٠٨٤٪ والأوكسجين بنسبة ٢٠,٩٥٪ وثاني أكسيد الكربون بنسبة ٠,٠٣١٪ وغاز الأرجون بنسبة ٠,٩٤٣٪. كما يحتوى الهواء على نسب ضئيلة من الهيدروجين وبخار

الماء والهليوم والنيون والنشادر والأوزون وأول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وجسيمات الغبار ودقائق لأملاح عضوية وغير عضوية. ويمتاز الهواء النقي بأنه عديم اللون والرائحة ويكاد تركيبه متماثلا في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي Troposphere المحيطة بالكرة الأرضية، إلا أن هذا التركيب يصبح عرضة للتغير في حالات الإخلال بالأنظمة البيئية من قبل مصادر طبيعية أو محدثة بسبب نشاط الإنسان التخريبي.

يتحول الهواء إلى الصورة الملوثة عندما يحدث له تغير في نسب مكوناته الطبيعية خلال فترة زمنية قصيرة (تأثير حاد) Acute effect أو طويلة (تأثير مزمن) Chronic effect تؤدي إلى ضرر أو إتلاف بالمكونات الحية للبيئة أو الممتلكات الاقتصادية. وتختلف هذه الملوثات في تركيزها ونوعيتها وتركيبها الكيميائي باختلاف مصادرها المختلفة وتشتمل هذه المصادر على:

١- الغازات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، غازات أكاسيد النيتروجين NO_x (N_2O، NO أو NO_2)، غاز الأوزون (O_3)، غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، غاز النشادر (NH_3) وغيرها أخرى.

٢- الغبار ومنه العالق والمتساقط.

٣- الملوثات الأخرى مثل المبيدات على اختلاف أنواعها، والمواد المشعة، والمطر الحمضي.

٤- الضوضاء.

والتربة إحدى مكونات البيئة غير الحية التي شملها التلوث. ويمكن تعريف تلوث التربة بأنه التأثير الذي يغير من صفاتها وخواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تؤثر سلباً (بصورة مباشرة أو غير مباشرة) على من يعيش فوق سطحها من إنسان وحيوان ونبات. ويمكن أن يحدث التلوث للتربة بصورة فورية أو تدريجية اعتمادا على ما يأتي: نوع التلوث، صفات التربة، الظروف المناخية والعوامل

الطبيعية. فعلى سبيل المثال، قد يحدث التلوث الفوري بسبب الكوارث الطبيعية مثل البراكين والزلازل بينما يحدث التلوث التدريجي بسبب استخدام المبيدات مثلا على مدى سنين تزيد أو تقل حسب نوع التربة (طينية أم رملية) حتى تصل إلى تراكيز ضارة بالبيئة. والملوثات التي تختلط بالتربة تفقدها خصوبتها، وتؤثر تأثيرا سيئا فيها، حيث تتسبب في قتل البكتيريا المسئولة عن تحليل المواد العضوية الموجودة بالتربة وتثبيت عنصر النتروجين بها وغيرها من الصور. ومن مظاهر تلوث التربة وفسادها ارتفاع نسبة الأملاح فيها عن المعدلات الطبيعية، حيث يؤثر ذلك سلبا على نمو النبات وتكاثره. ومع مضي الزمن تضعف قدرة النباتات على المقاومة فتموت، ومع زيادة حدة ملوحة التربة (تملحها) يزداد اختفاء النباتات، وتتحول الأرض إلى مناطق جرداء وتشيع فيها المظاهر الصحراوية. ويرجع السبب في تملح التربة إلى سوء استخدام الأراضي الزراعية، وإلى الممارسات الخاطئة في عمليات الري والصرف. كما أن العديد من الأسمدة الكيماوية التي تضاف إلى التربة بقصد زيادة خصوبتها تؤثر على النباتات المزروعة وتلوثها، وتشتمل على:

١- المواد والعناصر السامة منها الأملاح والعناصر الثقيلة والكاتيونات والأنيونات.

٢- الكتلة الميكروبية الكلية والنشطة.

والمياه إحدى مكونات البيئة التي شملها التلوث. ويمكن تعريف تلوث الماء بأنه تلك المواد الدخيلة على المكونات الطبيعية للماء بكميات كبيرة أو بشكل يعيق استعمال الماء للأغراض المختلفة كالشرب والري والتبريد. تشمل هذه الملوثات المصادر التي تصب في المسطحات المائية عن طريق منافذ محددة المواقع، لذا يسهل التحكم في هذا النوع من المصادر حيث يمكن قياس كميات المخلفات المتدفقة منها وتحديد خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، وبالتالي تحديد مقدار التلوث الناتج عن

ذلك. وتشمل أيضا المخلفات الناتجة عن الصناعة والمخلفات الناتجة عن الصرف الصحي. وتنتج هذه الملوثات أيضاً عن مصادر منتشرة بحيث لا يمكن التحكم فيها مباشرة. وتشمل النفايات الناتجة عن النشاط الزراعي أو التي تقذفها مياه السيول وتلقي بها في المسطحات المائية. وتعد الحوادث التي تتعرض لها الشاحنات وأنابيب نقل السوائل الخطرة والتي تؤدي إلى تسرب الملوثات المختلفة ووصولها إلى المسطحات المائية خير مثال لمصادر التلوث غير المحددة، كغرق ناقلات البترول العملاقة أو تسرب النفط منها إلى المياه، وتؤثر هذه الملوثات على ما يلي:

١- الخواص الفيزيائية للمياه مثل اللون، الرائحة، الطعم، الكثافة، درجة الحرارة، التوصيل الكهربي، درجة العكارة، اللزوجة.

٢- الخواص الكيميائية للمياه مثل درجة الأس الهيدروجيني، الحموضة، القلوية، العسرة.

٣- محتوى المياه من الأنيونات، الكاتيونات، العناصر الثقيلة، المنظفات، مخلفات المجاري، المركبات غير العضوية، الأكسجين، الكتلة الميكروبية الكلية والنشطة.

المحتويات

المقدمة ..... هـ

تمهيد ..... ز

الباب الأول: قياس تلوث الهواء

Air Pollution Measurements

الفصل الأول: قياس تلوث الهواء بالغازات Gases.....٣

مقدمة ٣

١- غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide [CO_2] ٤

مقدمة ٤

الأدوات والمواد المستخدمة ٤

طرق القياس ٤

٢- ثاني أكسيد الكبريت Sulphur Dioxide [SO_2] ٥

مقدمة ٥

الأدوات والمواد المستخدمة ٦

طرق القياس ٨

٣- غازات أكاسيد النيتروجين Nitrogen Oxides [NO_x] ٩

مقدمة ٩

الأدوات والمواد المستخدمة ١٠

طرق القياس ١٢

٤- غاز الأوزون Ozone [O_3] ١٤

مقدمة ١٤
الأدوات والمواد المستخدمة ١٥
طرق القياس ١٥
٥- غاز كبريتيد الهيدروجين Hydrogen Sulfide [H_2S] ١٦
مقدمة ١٦
الأدوات والمواد المستخدمة ١٧
طرق القياس ١٨
٦- غاز النشادر Ammonia [NH_3] ١٩
مقدمة ١٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٢٠
طرق القياس ٢٠
الفصل الثاني: قياس تلوث الهواء بالغبار Dust ٢١
مقدمة ٢١
١- الغبار العالق Suspended Dust ٢٢
مقدمة ٢٢
الأدوات والمواد المستخدمة ٢٢
طرق القياس ٢٢
٢- الغبار الساقط Dust-fall ٢٣
مقدمة ٢٣
الأدوات والمواد المستخدمة ٢٣
طرق القياس ٢٣
الفصل الثالث: قياس تلوث الهواء بالملوثات الأخرى ٢٥
١- المبيدات الحشرية Pesticides ٢٥
مقدمة ٢٥

طرق القياس ٢٦
٢- المواد المشعة Radiant Materials ٢٦
مقدمة ٢٦
الأدوات والمواد المستخدمة ٢٧
طرق القياس ٢٧
٣- المطر الحمضي Acid rain ٢٨
مقدمة ٢٨
الأدوات والمواد المستخدمة ٢٩
طرق القياس ٢٩
٤- الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms ٣٠
مقدمة ٣٠
الأدوات والمواد المستخدمة ٣٠
طرق القياس ٣٠
الفصل الرابع: قياس تلوث الهواء بالضوضاء Noise ٣٣
مقدمة ٣٣
الأدوات والمواد المستخدمة ٣٤
طرق القياس ٣٤

الباب الثاني: قياس تلوث التربة

Soil Pollution Measurements

الفصل الخامس: قياس تلوث التربة بالمواد والعناصر السامة ٣٧
١- الأملاح الذائبة الكلية Total Salts ٣٧
مقدمة ٣٧
الأدوات والمواد المستخدمة ٣٨
طرق القياس ٣٨

٢- العناصر الثقيلة Heavy Metals ٣٨
مقدمة ٣٨
(أ) الألمونيوم ٣٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٣٩
طرق القياس ٤٠
(ب) النحاس ٤٠
الأدوات والمواد المستخدمة ٤٠
طرق القياس ٤١
(جـ) الزنك ٤١
الأدوات والمواد المستخدمة ٤١
طرق القياس ٤٢
٣- الكاتيونات Cations ٤٢
مقدمة ٤٢
الأدوات والمواد المستخدمة ٤٣
طرق القياس ٤٤
٤- الأنيونات Anions ٤٥
مقدمة ٤٥
(أ) النيترات [NO_3^{-2}] ٤٦
الأدوات والمواد المستخدمة ٤٦
طرق القياس ٤٦
(ب) الكلوريدات [CL^-] ٤٧
الأدوات والمواد المستخدمة ٤٧
طرق القياس ٤٧
(جـ) الكبريتات [SO_4^-] ٤٨

الأدوات والمواد المستخدمة ٤٨
طرق القياس ٤٨
(د) الكربونات [CO_3^-] والبيكربونات [HCO_3^-] ٤٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٤٩
طرق القياس ٤٩
الفصل السادس: قياس تلوث التربة بالميكروبات ٥١
مقدمة ٥١
١- الكتلة الميكروبية الكلية Total Microbial Biomass ٥١
الأدوات والمواد المستخدمة ٥١
طرق القياس ٥٢
٢- الكتلة الميكروبية النشطة Active Microbial Biomass ٥٣
الأدوات والمواد المستخدمة ٥٣
طرق القياس ٥٣

الباب الثالث: قياس تلوث المياه
Water Pollution Measurements

الفصل السابع: قياس تلوث المياه فيزيائياً ٥٧
١- لون المياه الملوثة Color ٥٧
مقدمة ٥٧
الأدوات والمواد المستخدمة ٥٧
طرق القياس ٥٨
٢- رائحة وطعم المياه الملوثة Odor and Taste ٥٨
مقدمة ٥٨
الأدوات والمواد المستخدمة ٥٨
طرق القياس ٥٨

٣- درجة حرارة المياه الملوثة Temperature ٥٩
مقدمة ٥٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٦٠
طرق القياس ٦٠
٤- التوصيل الكهربي للمياه الملوثة Electric Conductivity ٦٠
مقدمة ٦٠
الأدوات والمواد المستخدمة ٦١
طرق القياس ٦١
٥- درجة عكارة المياه الملوثة Turbidity ٦١
مقدمة ٦١
الأدوات والمواد المستخدمة ٦٢
طرق القياس ٦٢
الفصل الثامن: قياس تلوث المياه كيميائياً ٦٥
١- درجة الأس الهيدروجيني للمياه الملوثة pH ٦٥
مقدمة ٦٥
الأدوات والمواد المستخدمة ٦٥
طرق القياس ٦٦
٢- حموضة المياه الملوثة Acidity ٦٦
مقدمة ٦٦
الأدوات والمواد المستخدمة ٦٧
طرق القياس ٦٧
٣- قلوية المياه الملوثة Alkalinity ٦٨
مقدمة ٦٨
الأدوات والمواد المستخدمة ٦٨

طرق القياس ٦٨
٤- عسرة المياه الملوثة Hardness ٦٩
مقدمة ٦٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٧٠
طرق القياس ٧٠
٥- الأنيونات في المياه الملوثة Anions ٧١
(أ) النيترات (NO_3^{-2}) Nitrates ٧١
مقدمة ٧١
الأدوات والمواد المستخدمة ٧٢
طرق القياس ٧٢
(ب) النيتريت (NO_2) Nitrite ٧٣
مقدمة ٧٣
الأدوات والمواد المستخدمة ٧٤
طرق القياس ٧٤
(جـ) الكلوريدات (Cl^-) Chlorides ٧٥
مقدمة ٧٥
الأدوات والمواد المستخدمة ٧٦
طرق القياس ٧٦
(د) الفوسفات (PO_X^{-2}) Phosphates ٧٧
الأدوات والمواد المستخدمة ٧٨
طرق القياس ٧٩
(هـ) الكبريتات [SO_4^{-2}] Sulphates ٨٠
الأدوات والمواد المستخدمة ٨١
طرق القياس ٨١

٦- العناصر الثقيلة في المياه الملوثة Heavy Metals ٨٢
(أ) الرصاص Lead ٨٢
الأدوات والمواد المستخدمة ٨٣
طرق القياس ٨٤
(ب) الزئبق Mercury ٨٥
الأدوات والمواد المستخدمة ٨٥
طرق القياس ٨٦
(جـ) الكادميوم Cadmium ٨٦
الأدوات والمواد المستخدمة ٨٧
طرق القياس ٨٨
(د) الماغنيسيوم Magnesium ٨٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٨٩
طرق القياس ٩٠
٧- المنظفات في المياه الملوثة Detergents ٩٠
مقدمة ٩٠
الأدوات والمواد المستخدمة ٩١
طرق القياس ٩٢
٨- مخلفات المجارى في المياه الملوثة Sewage ٩٣
مقدمة ٩٣
الأدوات والمواد المستخدمة ٩٤
طرق القياس ٩٤
٩- بعض المواد الكيميائية في المياه الملوثة Some Chemical Compounds ٩٤
مقدمة ٩٤
(أ) الترسيبات العالقة Suspended Precipitations ٩٥

الأدوات والمواد المستخدمة ٩٦
طرق القياس ٩٦
(ب) المواد القابلة للأكسدة Oxidized Compounds ٩٦
الأدوات والمواد المستخدمة ٩٧
طرق القياس ٩٧
(جـ) المعادن العالقة Suspended Metals ٩٨
الأدوات والمواد المستخدمة ٩٨
طرق القياس ٩٨
(د) المعادن الكلية الذائبة Total Dissolved Metals ٩٩
الأدوات والمواد المستخدمة ٩٩
طرق القياس ٩٩
١٠- نسبة الأكسجين في المياه الملوثة Oxygen Percentage ١٠٠
(أ) الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen ١٠٠
مقدمة ١٠٠
الأدوات والمواد المستخدمة ١٠٢
طرق القياس ١٠٢
(ب) الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand (BOD) ١٠٣
مقدمة ١٠٣
الأدوات والمواد المستخدمة ١٠٤
طرق القياس ١٠٤
(جـ) الأكسجين الكيميائى المستهلك Chemical Oxygen Demand (COD)... ١٠٥
مقدمة ١٠٥
الأدوات والمواد المستخدمة ١٠٥
طرق القياس ١٠٦

١١- الغازات في المياه الملوثة Gases ١٠٧
(أ) النشادر [NH_3] ١٠٧
الأدوات والمواد المستخدمة ١٠٧
طرق القياس ١٠٧
(ب) ثاني أكسيد الكربون [CO_2] ١٠٨
مقدمة ١٠٨
الأدوات والمواد المستخدمة ١٠٩
طرق القياس ١٠٩
١٢- نسب الزيوت والشحوم للمياه الملوثة Oil and Grease ١٠٩
مقدمة ١٠٩
الأدوات والمواد المستخدمة ١١٠
طرق القياس ١١١
١٣- المحتوى الميكروبي للمياه الملوثة Microbial Biomass ١١٢
مقدمة ١١٢
(ا) الكتلة الميكروبية الكلية Total Microbial Biomass ١١٣
الأدوات والمواد المستخدمة ١١٣
طرق القياس ١١٣
(ب) الكتلة الميكروبية النشطة Active Microbial Biomass ١١٤
الأدوات والمواد المستخدمة ١١٤
طرق القياس ١١٥
الملحق رقم (١): المواد الكيميائية ١١٧
الملحق رقم (٢): اشتراطات السلامة في المختبرات الكيميائية ١٢٣

المراجع

أولاً: المراجع العربية ١٣٧

ثانياً: المراجع الأجنبية ١٣٧

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي – إنجليزي ١٤١

ثانياً: إنجليزي – عربي ١٤٨

كشاف الموضوعات ١٥٥