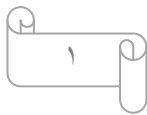
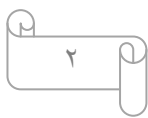


تلوث البيئة وحمايتها







منشورات جامعة طرطوس
كلية الآداب والعلوم الإنسانية

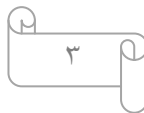
تلوث البيئة وحمايتها

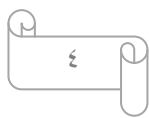
الدكتور محمد محمود سليمان
أستاذ في قسم الجغرافية

٢٠١٧ / ٢٠١٨ م

١٤٣٩ / ١٤٤٠ هـ

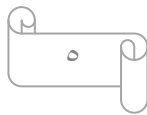
جامعة طرطوس





فهرس الموضوعات

رقم الصفحة	العنوان
٥	فهرس الموضوعات.....
١٠	فهرس الأشكال.....
١١	فهرس الجداول.....
١٣	مقدمة عامة.....
١٥	أهداف المقرر.....
١٧	الفصل الأول - المدخل إلى علم البيئة.....
١٩	تعريف البيئة.....
٢٠	تعريف علم البيئة.....
٢١	تطور الاهتمام بعلم البيئة.....
٢٤	النظام البيئي.....
٢٤	تعريف النظام البيئي.....
٢٥	عناصر النظام البيئي.....
٣٣	توازن النظام البيئي.....
٣٩	سريان وتبادل الطاقة في النظام البيئي.....
٤١	أنواع الأشعة الشمسية.....
٤٧	الفصل الثاني- تلوث البيئة.....
٤٩	تعريف تلوث البيئة.....
٥٠	تلوث البيئة مشكلة عالمية.....
٥٤	مصادر تلوث وتغير البيئة.....
٥٥	مجالات تلوث البيئة.....



٥٧	أهمية ومزايا تقويم الأثر البيئي
٥٨	آثار وعواقب تلوث البيئة
٦٥	الفصل الثالث - تلوث وتغير الغلاف الحيوي
٦٧	تعريف الغلاف الحيوي
٦٩	نشوء الغلاف الحيوي
٧١	تطور الغلاف الحيوي
٧٧	الغلاف الحيوي المعاصر
٨٠	الانتقال من الغلاف الحيوي إلى الغلاف العقلي
٨٤	حماية الغلاف الحيوي
٨٧	الفصل الرابع - الغلاف الجوي
٨٩	تعريف الغلاف الجوي
٨٩	تركيب الغلاف الجوي
٩٠	بنية الغلاف الجوي
٩٢	بعض مكونات الهواء النظيف
٩٢	غاز الأوزون (O_3)
٩٥	الأيونات
١٠٣	أهم الغازات والملوثات في الغلاف الجوي
١١٠	المعادن الثقيلة
١٢٣	الفصل الخامس - تلوث الغلاف الجوي
١٢٥	تعريف تلوث الغلاف الجوي
١٢٧	مصادر تلوث الغلاف الجوي
١٢٧	المصادر الطبيعية لتلوث الغلاف الجوي
١٤٢	المصادر الصناعية (البشرية) لتلوث الغلاف الجوي

الفصل السادس - الظواهر المرتبطة بتلوث الغلاف الجوي ١٦٣

- ١٦٥ تأثير المناخ في النظام البيئي
- ١٦٥ التغيرات المناخية عبر الزمن
- ١٦٧ عامل البيت الزجاجي (الدفيفة)
- ١٦٨ عواقب ظاهرة الدفيفة
- ١٧٠ ثقب طبقة الأوزون
- ١٧٣ الضباب الدخاني (الضبخان)
- ١٧٦ الأمطار الحمضية
- ١٨٠ العلاقة بين العوامل المناخية وتركيز الملوثات
- ١٨٤ أهم العواقب والآثار الناجمة عن تلوث الغلاف الجوي
- ١٨٦ دور علم الجغرافية في حماية الغلاف الجوي من التلوث
- ١٨٩ الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية الغلاف الجوي

الفصل السابع - تلوث وتغير التربة والغلاف الصخري ١٩١

- ١٩٣ الأرض منظومة بيئية
- ١٩٥ تعريف التربة ووظائفها
- ١٩٦ تلوث التربة
- ١٩٧ مصادر تلوث التربة
- ٢٠٨ أسباب ومصادر تخریب وتدهور التربة
- ٢١٢ الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية التربة
- ٢١٢ دور الجغرافية في حماية التربة

الفصل الثامن - الغلاف المائي ٢١٧

- ٢١٩ مصادر المياه وتوزعها في الغلاف المائي
- ٢١٩ أهمية الغلاف المائي

٢٢١	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه.....
٢٢٤	تعريف تلوث المياه ومصادره
٢٣٢	الآثار الناتجة عن تلوث المياه.....
٢٣٤	الإجراءات التي يمكن اتباعها للمحافظة على المياه وحمايتها.....
٢٣٧	الفصل التاسع - التلوث الفيزيائي
٢٣٩	التلوث الفيزيائي شكل من أشكال التلوث البيئي.....
٢٤٠	أنواع وأشكال التلوث الفيزيائي.....
٢٤٠	التلوث الضوضائي (الضجيج).....
٢٥٠	التلوث الإشعاعي كنوع من أنواع التلوث البارامتري
٢٥٦	التلوث الكهرومغناطيسي.....
٢٦١	التلوث الحراري.....
٢٦٢	التلوث الضوئي.....
٢٧٣	الفصل العاشر - التلوث الإلكتروني والتلوث الداخلي
٢٧٥	أولاً - التلوث الإلكتروني
٢٧٥	تعريف النفايات الإلكترونية.....
٢٧٦	مصادر النفايات الإلكترونية
٢٨١	آثار النفايات الإلكترونية
٢٨٥	طرق التعامل مع النفايات الإلكترونية
٢٨٨	ثانياً - التلوث الداخلي
٢٨٩	تعريف التلوث الداخلي.....
٢٩٠	أسباب ومصادر التلوث الداخلي
٢٩٩	إجراءات التخفيف من حدة وآثار التلوث الداخلي.....
٣٠٠	ثالثاً - التلوث البصري (تعريفه ومظاهره وأضراره)

٣٠٢	رابعاً - التلوث الغذائي (تعريفه ومصادره).....
٣٠٧	الفصل الحادي عشر - حماية البيئة من التلوث.....
٣٠٩	تعريف حماية البيئة.....
٣١٠	دور علم الجغرافية في حماية البيئة.....
٣١٢	دور علم الجغرافية في حماية الموارد الطبيعية.....
٣١٤	دور علم الجغرافية في دراسة الكوارث البيئية.....
٣١٥	دور علم الجغرافية في التنبؤ والاستشراف العلمي.....
٣١٦	بعض نشاطات حماية البيئة على المستوى العالمي.....
٣٢١	بعض نشاطات حماية البيئة في الجمهورية العربية السورية.....
٣٢٧	الفصل الثاني عشر - علم البيئة التطبيقي.....
٣٢٩	الجغرافيا التطبيقية: تعريفها - أهميتها - مدى الاستفادة منها.....
٣٣١	تعريف علم البيئة التطبيقي.....
٣٣٢	أهمية الدراسات البيئية التطبيقية.....
٣٣٢	أدوات البحث الميداني (التطبيقي).....
٣٣٤	المصادر الرئيسة للمعلومات البيئية التطبيقية.....
٣٣٦	نماذج مختارة من الدراسات الإيكولوجية التطبيقية.....
٣٣٦	تملح التربة - تدهور الغطاء النباتي.....
٣٣٩	التلوث بالقمامة والنفايات الصلبة (مصادره وآثاره ومعالجته).....
٣٥٣	تلوث مياه الوديان والأنهار الصغيرة في سورية (مصادره وآثاره).....
٣٦٣	قائمة المصطلحات والمفاهيم العلمية الواردة في المقرر.....
٣٧٧	قائمة المراجع والمصادر.....

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
٣٢	شكل يوضح عناصر النظام البيئي	١
٣٩	شكل يوضح العوامل التي تسبب اختلال التوازن البيئي	٢
٥٦	شكل يوضح مصادر تلوث وتغير البيئة	٣
٦٢	شكل يوضح النفقات والخسائر الناتجة عن تلوث البيئة	٤
٧٧	شكل يوضح تطور الحياة منذ ما قبل الكاميري حتى الوقت الحاضر	٥
١٣٥	خريطة تبين توزع الصفائح التكتونية في العالم	٦
١٣٦	خريطة تبين أماكن التوزع الجغرافي للبراكين في العالم	٧
١٧٩	شكل يوضح حساسية الكائنات الحية المائية لزيادة نسبة الحموضة	٨
٢٤٢	شكل يوضح وحدة قياس الصوت	٩
٢٥٥	شكل يبين مصادر التلوث الإشعاعي الذي يتعرض له الإنسان	١٠
٢٧٨	صورة تبين تراكم أجهزة الحاسب التالفة في البيئة	١١
٢٨٣	صورة تبين كيفية العبث بالنفايات الالكترونية	١٢
٢٨٧	شكل يوضح الترتيب الهرمي لمعالجة النفايات والمخلفات الالكترونية	١٣
٣٠١	صورة توضح شكل من أشكال التلوث البصري	١٤

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
٧٤	تطور الحياة منذ ما قبل الكامبري وحتى الوقت الحاضر	١
٨٩	أهم الغازات في الغلاف الجوي	٢
٩٨	تأثير الأيونات السالبة على الإنسان	٣
١١١	بعض المعادن الثقيلة	٤
١٣٤	أهم الغازات المنطلقة من البراكين	٥
١٣٦	أهم البراكين التي ثارت بين عامي ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٥ م	٦
١٤٢	التعرض الإشعاعي من المصادر الطبيعية	٧
١٧١	أهم الغازات التي تدمر الأوزون	٨
١٧٥	أهم حوادث الضبخان في العالم والآثار الناجمة عنها	٩
٢٢٠	توزع المياه في الغلاف المائي	١٠
٢٢٣	مواصفات الماء الصالح للشرب	١١
٢٣١	أهم حوادث ناقلات النفط في العالم	١٢
٢٤٢	شدة بعض الأصوات	١٣
٢٤٨	تأثير الضوضاء في جهاز السمع	١٤
٢٥٩	تغير مستوى الحقل المغناطيسي	١٥

مقدمة عامة

تتعرض الطبيعة إلى تأثيرات سلبية متنوعة، في معظمها ناجمة عن تأثيرات الإنسان أو ما يسمى بالتأثير البشري المفتعل أو المصطنع (الانثروبكي Anthropogy) كتلوث الماء والهواء والتربة، واستنزاف الموارد الطبيعية، فمصادر الطاقة غير المتجددة في تناقص ونضوب، وارتفاع أسعارها يهدد البشر خاصة في الدول الفقيرة، ومشكلات النقل والمواصلات، والإسكان والسكن وتأمينه، وتوفير الخدمات المرتبطة به، أضف إلى ذلك الحروب والتدمير الذي شمل بقاعاً واسعة من العالم، وأساء للبشر والحجر، وترك خلفه من المآسي ما لا يحصى.

عانت البيئة في الفترة الأخيرة وما زالت تعاني من تغيرات شديدة وخطيرة في كثير من الأحيان، وكان النشاط البشري السبب الرئيس في معظمها، هذا التأثير الذي تطور بشكل تدريجي وبطيء عبر الزمن الطويل، ليأخذ الشكل الصاعق والدراماتيكي بعد الثورة الصناعية، ونحن الآن في بداية القرن الحادي والعشرين، فالمشكلة البيئية تشكل أحد أهم التحديات التي تواجه البشرية، وتحتاج إلى مضاعفة الجهود المبذولة على كافة المستويات، وهذا يتطلب تضامناً من مختلف المؤسسات، والفروع العلمية، والجامعات، والجهود الفردية والجماعية العلمية والتربوية، من أجل حل هذه المشكلة أو التخفيف من حدتها، حماية للإنسان والجنس البشري، وحماية لمختلف أشكال الكائنات الحية التي خلقها الله سبحانه وتعالى، انطلاقاً من أهمية كل كائن حي مهما كان بسيطاً وإدراكاً لدوره البيئي الذي نعرفه أو ما زلنا نجهله.

صحيح أنّ حماية البيئة أصبحت الشغل الشاغل للكثير من المجتمعات والمؤسسات والمنظمات الحكومية والدولية والأهلية وغيرها، ولكن برغم تنامي هذا الاهتمام العالمي بالبيئة، نجد أنّ البيئة ليست في أحسن حال، بل إنها تئن وتترنح جراء زيادة الضغط أو العبء البيئي عليها لأسباب مختلفة.

وإذا كانت حماية البيئة هي أسلوب للتعامل مع البيئة يأخذ بالحسبان اتزانها ومحدودية مواردها لكي تبقى المأوى المريح للإنسان، فإنّ مشكلات البيئة تستدعي العمل من أجل إقامة علاقة صداقة وانسجام بين الإنسان والبيئة والتيقن أنه من العبث علاج مشكلات العصر بما في ذلك المشكلات البيئية عن طريق المعارف التقنية فقط، بل لا بد من مشاركة فعالة للعلوم الإنسانية، هذه العلوم التي تثير في الإنسان تفكيراً عميقاً يؤدي به إلى إتباع سياسة أو فلسفة جديدة، تضع الإنسان في مكانه الحقيقي ضمن النظام البيئي، بوصفه أحد العناصر المكونة لهذا النظام، ومن خلال هذه العلوم يتم العمل بشكل إيجابي على تغيير التفكير السلبي والأناني للإنسان، وتغيير سلوكه، وتسليحه بأخلاق بيئية وثقافة بيئية مناسبة وكفيلتين يجعله مشاركاً فاعلاً في حماية البيئة وحماية مكوناتها، هذه المكونات التي تشمل بشكل عام ثلاث مجموعات من الأنظمة هي: النظام البيولوجي، والنظام الاجتماعي، والنظام التقني، وكذلك العلاقات المتبادلة بين هذه الأنظمة.

يتضمن هذا الكتاب اثنا عشر فصلاً تشتمل على معلومات مهمة عن البيئة وعلم البيئة والنظام البيئي وعناصره وتوازنه، وعن تلوث البيئة وتغيرها وأسباب هذا التلوث ومصادره ونتائجه والتغير الذي يشمل الأغلفة الجغرافية الأربعة (الحيوي والجوي والمائي والصخري) إضافة إلى التلوث الفيزيائي (البارامتري) وحماية البيئة ودور الجغرافية في ذلك، وأخيراً فصل عن الجغرافية والإيكولوجيا التطبيقية وأهميتها للباحث الجغرافي وسبل الاستفادة من طرائقها وسبل البحث المختلفة.

أمل أن يكون هذا الكتاب مفيداً ومناسباً للطلاب كمقرر دراسي ولجميع المهتمين بالبيئة وحمايتها والله ولي التوفيق.

أ . د . محمد محمود سليمان

أهداف المقرر:

- ١ - التعريف بالمفاهيم والمصطلحات البيئية كمفهوم البيئة وعلم البيئة، والنظام البيئي والتوازن البيئي، وسريان الطاقة في النظام البيئي.. الخ.
- ٢ - توضيح عناصر النظام البيئي، وبيان مكونات النظم البيئية الطبيعية والبشرية.
- ٣ - تعريف تلوث البيئة، ومصادر وأنواع هذا التلوث والآثار الناجمة عنه.
- ٤ - دراسة نشوء وتطور وتغير المحيط الحيوي (البيوسفير).
- ٥ - دراسة تلوث الهواء والغلاف الغازي (الأتوسفير) ومصادر هذا التلوث وآثاره المختلفة.
- ٦ - دراسة تلوث الغلاف المائي (الهيدروسفير)، وأسباب هذا التلوث ومصادره.
- ٧ - دراسة الغلاف الصخري (الليتوسفير) وتلوث وتدهور التربة وأسبابه ومصادره وآثاره.
- ٨ - دراسة أشكال التلوث الفيزيائي (البارامتري) الضوضائي والإشعاعي والكهرومغناطيسي والحراري والضوئي والتعرف على الأسباب والمصادر المسببة لكل منها، والآثار والعواقب الناتجة عن ذلك.
- ٩ - التعرف على أنواع أخرى من التلوث مثل التلوث الإلكتروني والتلوث الداخلي والبصري وغيره.
- ١٠ - دراسة حماية البيئة، والطرائق والسبل والإجراءات التي تسهم في تحقيق ذلك.
- ١١ - التعرف على مبادئ ومفاهيم أساسية في علم البيئة التطبيقي، وأثر استخدام الإيكولوجية التطبيقية في حماية البيئة.
- ١٢ - التأكيد على أهمية الجغرافية ودورها في التنبؤ والاستشراف للمشكلات البيئية ومواجهتها.

الفصل الأول المدخل إلى علم البيئة

- تعريف البيئة
- تعريف علم البيئة
- تطور علم البيئة
- النظام البيئي
- تعريف النظام البيئي
- توازن النظام البيئي
- سريان وتبادل الطاقة في النظام البيئي

الفصل الأول

المدخل إلى علم البيئة

١ - ١ - تعريف البيئة (Definition Of Environment):

البيئة عبارة عن وسط أو مجال، يشمل مساحة معينة، قد تكون صغيرة أو كبيرة، بكل ما تحويه هذه المساحة من عناصر حية وعناصر غير حية موجودة في هذا الوسط تؤثر فيه وتتأثر به، وتتفاعل معه، وفي الوقت نفسه ترتبط فيما بينها بعلاقات متبادلة، وجميع هذه العلاقات والتأثيرات المتبادلة تتم في إطار نظام بيئي مفتوح تستطيع كل من المادة والطاقة الانتقال بحرية بين عناصره.

وتعرف البيئة بأنها الوسط الذي يحيط بنا كبشر ونحصل منه على حاجتنا المعيشية ومقومات حياتنا، كما توجد في هذا الوسط جميع أنواع الكائنات الحية المتباينة في أنواعها وخصائصها، التي استمدتها من المكونات غير الحية في هذا الوسط من تربة ومناخ وماء وسطح الأرض وغيرها، وجميع هذه العناصر الحية وغير الحية ليست منفصلة وإنما يجمعها كل متكامل في حركة مستمرة ذاتية وتكافلية وتكاملية تشكل بالنتيجة نظاماً بيئياً مستقراً إذا لم يتعرض إلى تدخل وتغيير في مكوناته.

إن كلمة البيئة شائعة الاستخدام إذ يتم التمييز بين البيئة الزراعية، والبيئة الصناعية، والبيئة الاجتماعية والبيئة الثقافية، والبيئة السياسية، ويميز البعض بين نوعين من البيئة هما:

١- البيئة الطبيعية: وهي عبارة عن المظاهر التي لا دخل للإنسان في وجودها أو استخدامها ومن أمثلتها بيئة الصحراء، البيئة البحرية، وبيئة النهر والبحيرة والمياه الجوفية، والبيئة النباتية، والحيوانية.

٢- البيئة المشيدة: وتتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان ومن النظم الاجتماعية والمؤسسات التي أقامها، وتشمل البيئة المشيدة استعمالات الأراضي،

والطرق والجسور والمدارس والمعاهد، والمناطق السكنية، والمناطق الصناعية والمراكز التجارية وغير ذلك.

توجد علاقات وتأثيرات متبادلة بين جميع أنواع البيئات التي تشكل في النهاية بيئة الكرة الأرضية التي تضم مختلف الكائنات الحية والعناصر غير الحية.

١ - ٢ - تعريف علم البيئة Definition OF Ecology :

علم البيئة هو علم العلاقات المختلفة بين الكائنات الحية والبيئة المحيطة بها، يسمى هذا العلم أحيانا بعلم التبيؤ أو الإيكولوجيا، وكلمة إيكولوجيا تعني علم البيت أو المسكن الذي يسكنه الإنسان، وهو مفهوم يدل على أنه دراسة علمية للعلاقات المعقدة القائمة بين مكونات البيئة من كائنات حية مختلفة، بما في ذلك الحيوان والنبات والإنسان، وبين مكونات البيئة غير الحية من تربة وماء وغازات جوية وأشعة كونية وغيرها، وهو تعريف مبسط إذ أن تحديد البيئة ومكوناتها، وتحديد العلاقات المتبادلة فيما بينها ليس بهذه البساطة.

أول من استخدم مصطلح الإيكولوجيا (Ecology) هو عالم البيولوجيا الألماني ارنست هايكل (Ernest Haeckel) ١٨٣٤ - ١٩١٩ ♦

وقد استخدم هايكل مصطلح **Okologie** لأول مرة عام ١٨٦٦ م، وأصل الكلمة مشتق من كلمتين يونانيتين هما كلمتي **Oikos** تعني مسكناً، مأوى، و **Logos** تعني علماً، وتعريف الإيكولوجية الذي وضعه هايكل هو علم يدرس العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبينها وبين المكان الذي توجد فيه، وقد وضع

♦ . إرنست هايكل (Ernst Haeckel) وهو إرنست هاينرش فيليب أوغوست هايكل ١٨٣٤ - ١٩١٩) كان فيلسوفاً وعالم أحياء ألماني، قام باكتشاف الآلاف من أنواع الكائنات الحية، وأول من استخدم مصطلح علم البيئة (Ecology) كان معجباً بأفكار داروين وقد زاره في مرضه عام ١٨٦٢ م، وقام بتقديم و تطوير نظريته حول أصل الإنسان .

هايكل هذا المصطلح بدافع من تأثره المباشر بأفكار تشارلز داروين وأبحاثه عن أصل الأنواع والاصطفاء الطبيعي وغيرها، وقد نشرها في عدة كتب وأبحاث ومقالات عرض فيها أفكاره عن العلاقات الإيكولوجية المعقدة، يرى البعض أنها تشكل الأساس العلمي الأول عن الإيكولوجيا، ومن هذه المؤلفات والأبحاث:

١. أصل الأنواع The Origin Of Species، الذي ألفه عام ١٨٥٩ م.

٢. نشأة الإنسان والانتقاء الجنسي (The Descent of Man Selectionin) (Relation to sex) الذي ألفه عام ١٨٧٩ م.

٣. تاريخ الخلق (The History Creation) ونشره عام ١٨٧٦ م.

وبهذا فإن الإيكولوجيا تعني علم البيت أو علم المأوى، ولكن هايكل سرعان ما أضفى على كلمة إيكولوجيا معنى **بالغ الاتساع ومثيراً للدهشة** فقد رأى أنّ الإيكولوجيا هي مجموع العلاقات الودية أو العدائية التي تربط الحيوان أو النبات ببيئته غير العضوية أو العضوية، بما في ذلك سائر الكائنات الحية، وأضاف قائلاً: إنّ مجموع تلك العلاقات المعقدة هو الذي رأى فيه داروين شروط الصراع من أجل الحياة^١.

١ - ٣ - تطور الاهتمام بعلم البيئة:

لم يكن ظهور مصطلح علم البيئة وتداوله عام ١٨٦٦ وما بعد، نقطة الصفر لبداية الاهتمام بالبيئة، والبحث في خصائصها ثم لاحقاً في مشكلاتها، فقد عرفت البيئة ومكوناتها اهتماماً كبيراً سبق ذلك بكثير وعرفه علماء الحضارات القديمة العربية واليونانية والصينية والروسية والهندية والفارسية وغيرها.

ويمكن القول: إن العلاقة بين الإنسان والبيئة وأثر البيئة على التجمعات البشرية شغلت أذهان الجغرافيين على مر الزمن إذ تغيرت النظرة البحتة لهذه العلاقة على مدى

١. جان ماري بيليت ، عودة الوفاق بين الإنسان والطبيعة ، ترجمة السيد محمد عثمان ، سلسلة عالم

المعرفة ، العدد ١٨٩ ط ٢ ، الكويت ١٩٩٤ م ، ص ٢٣ .

القرون الثلاثة الأخيرة لتستقر في النهاية على مضمون التفاعل العضوي الإيكولوجي بين العنصرين^٢.

ولكن القرن العشرين عرف تطوراً كبيراً ودراماتيكياً في مجال الاهتمام بالبيئة نظراً إلى حدة المشكلات التي عانت منها وخطورة التغيرات التي آلت إليها بخاصة في مجال التلوث البيئي ونتائجه المباشرة التي انعكست على البيئة ومظاهر الحياة المختلفة فيها، وانطلاقاً من ذلك يمكن ذكر عدة محطات أو مراحل لنوعية الاهتمام بعلم البيئة وتطوره - علماً أنه لا يوجد تحديد متفق عليه لهذه المراحل، ولا توجد حدود دقيقة تفصل بين هذه المحطات أو المراحل، ولكنني حاولت تصنيفها إلى عدة مراحل وهي:

أ - المرحلة الأولى أو التمهيدية:

وقد امتدت من ١٨٦٦ إلى الحرب العالمية الأولى ١٩١٤ م، أي منذ إطلاق مصطلح إيكولوجيا من قبل ارنست هايكل، ثم تداوله من قبل عدد محدود من المختصين والأكاديميين مثل (بيير آغيس) في كتابه مفاتيح علم البيئة حيث أكد على أهمية علم البيئة وعرفه بأنه معرفة اقتصاد الطبيعة، وتساءل " لماذا لا يصبح علم البيئة ركيزة من ركائز الفلسفة الإنسانية الحديثة ". والعالم (تنسلي ١٩٠٤ م) الذي عدّ علم البيئة من الدراسات الحديثة، وعموماً فقد تميزت هذه المرحلة بالبحث عن الوحدات الأساسية للحياة النباتية وطورت طرائق مختلفة لتصنيف النباتات، ودراسة انتشار مختلف الكائنات الحية وتوزعها وتعدادها، ودراسة العوامل والعناصر غير الحية الموجودة في البيئة المحيطة، وتأثير هذه العوامل في الكائنات الحية.

ب - المرحلة الثانية (١٩١٤ - ١٩٤٥ م): تشمل الفترة الممتدة بين الحربين العالميتين الأولى والثانية، واهتم علم البيئة في هذه الفترة بالمنهجية العلمية الدقيقة، وشهدت بداية علم البيئة الاعتماد على التجربة والدراسة المخبرية والميدانية للحصول على المعلومات المطلوبة، وتجاوز الاهتمام بالنباتات والكائنات الحية إلى الاهتمام بتلوث المياه

^٢ - يسرى الجوهري، فلسفة الجغرافية، الناشر، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، ٢٠٠١م، ص ٨٢.

والهواء وبيعض التغيرات التي تتعرض لها البيئة، وتوطيد علم البيئة وزيادة الاهتمام به في المحافل العلمية.

ج - المرحلة الثالثة (١٩٤٥ - ١٩٧٥ م): وفي هذه المرحلة تم اكتشاف العديد من القوانين الأساسية في علم البيئة كقانون ليبج الذي وضعه العالم الألماني ليبج* . وبحسب ليبج تتحكم العوامل البيئية في أنماط توزيع الحيوان وغيره من الكائنات الحية، وتختلف قدرة كل نوع من هذه الأنواع على تحمل الظروف البيئية، وهذا الأمر وضحه أيضاً قانون المناعة والقدرة على التكيف الذي وضعه العالم ميدافار عام ١٩٥٣ م.

تعد هذه المرحلة مرحلة التمهيد والمطالبة والاهتمام بالتغيير، وتطور اهتمام العلم في هذه المرحلة بالاتجاه الاجتماعي لدراسة البيئة بسبب تزايد الإحساس بخطورة تلوث البيئة في مختلف المجالات، واتسعت دائرة الاهتمام بالبيئة من قبل الكثير من المختصين في مختلف الفروع العلمية، وقد ركز علم البيئة في هذه المرحلة على دراسة العلاقة المتبادلة بين الجماعات والكائنات الحية وتحليلها، وتوزعها وانتشارها في المدى أو النطاق الإيكولوجي الحيوي، وشهدت هذه المرحلة حركة احتجاج شعبية غاضبة ضد تلوث البيئة والمخاطر التي تتعرض لها خاصة في الستينيات بعد نشر الكاتبة الأمريكية راشيل كارسون كتابها الربيع الصامت، الذي يحذر من مخاطر التلوث البيئي.

د - المرحلة الرابعة (١٩٧٥ - ٢٠٠٠ م):

تشمل الربع الأخير من القرن العشرين، شهدت هذه المرحلة المزيد من الاهتمام بالبيئة، والمزيد من سن القوانين والتشريعات البيئية الوطنية والإقليمية والعالمية، وإعادة التقييم لمجمل النشاطات البيئية، والآثار الناتجة عنها، وتميزت هذه المرحلة بمحاولة علم البيئة بناء صورة متكاملة وواضحة عن المشكلات التي تعاني منها البيئة، وهي مشكلات متنوعة تتعلق بالتلوث البيئي والعواقب الناتجة عنه خاصة ظاهرة الاحتباس الحراري والتغير المناخي، ومشكلات أخرى كثيرة مثل استنزاف الموارد الطبيعية، وتأمين المواد الغذائية

* . يوستوس فون ليبج : عالم ألماني يعد مؤسس علم الكيمياء الزراعية ، وقوانين التغذية المعدنية للنباتات .

ومعالجة العجز المائي والتصحر والفقر وتدهور الأراضي الزراعية وتدمير الغابات وغير ذلك.

هـ- المرحلة المعاصرة ٢٠٠٠ م وحتى الوقت الحاضر:

تمتد في الفترة من بداية القرن الحالي الواحد والعشرين وحتى الآن، وهذه المرحلة يمكن تسميتها بمرحلة العولمة أو العالمية التي تتميز بثورة المعلومات والاتصالات، ويسمى عصر الوسائط المعلوماتية، الإنفوميديا Info media Age حيث الاستخدام الكبير لأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) ومعطيات الاستشعار عن بعد وبنوك المعلومات البيئية، وكذلك استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) *.

عرفت هذه المرحلة المزيد من النضج وتنامي الحركة البيئية وظهور المزيد من الجمعيات والأحزاب البيئية في مختلف مناطق العالم، وركزت أهدافها على حماية البيئة ووقف تلوثها وتخريبها واستنزاف مواردها، ولكن من المفيد التنويه هنا بأن الأسلوب المناسب الذي يمكن تبنيه من أجل حل المشكلات البيئية لا يتعلق فقط بعلم البيئة أو أي علم آخر بمفرده، بل بتضافر جميع العلوم وجهود مختلف العلماء لأن كل علم يملك إسهامات قيمة نحو حماية البيئة وإيجاد الحلول المناسبة للمشكلات التي تتعرض لها.

١ - ٤ - النظام البيئي (Ecosystem):

١ - ٤ - ١ - تعريف النظام البيئي:

النظام البيئي وحدة أو جملة إيكولوجية مكونة من عناصر حية وأخرى غير حية تفاعل بعضها مع بعض خلال تاريخ طويل حتى شكّلت هذا النظام البيئي، أول من استخدم مصطلح (Ecosystem) هو العالم تنسلي عام ١٩٣٥ م. الذي يرى أن

* - GPS)Global Positioning System) نظام ملاحى عالمي تم تأسيسه من قبل القوات الأمريكية، وقام الجغرافيون بالاستفادة منه بتصميم برنامج كمبيوتر، يعرف بنظام الربط الخرائطي (GeoLink) كوسيلة سهلة نسبياً في جمع المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط وتحليلها بالحاسوب .

النظام البيئي هو أي وحدة مهما اختلف حجمها واختلفت حدودها وتضم جميع مكونات البيوسينوز* . وهو جزء رئيس من مكونات البيو جيوسينوز[▲] .

يتألف مصطلح النظام البيئي (Ecosystem) من كلمتين يونانيتين هما Oikos بمعنى بيت أو وسط، و System بمعنى نظام أو جملة، أي أن النظام البيئي أو الجملة البيئية عبارة عن مجمع أو وحدة مساحية تضم الجزء الحي والجزء غير الحي وكافة التفاعلات المختلفة التي تتم في هذا المجمع خاصة من خلال تبادل المادة والطاقة بين هذه العناصر.

وللنظام البيئي الكثير من التعريفات التي أطلقها الكثيرون، من العلماء والمفكرين والمنظمات المهتمة بالبيئة وعلومها، ورغم تعدد هذه التعريفات فقد ركزت على وحدة الجزء الحي والجزء غير الحي من الطبيعة، وتفاعلهما مع بعضهما البعض وما ينجم عن ذلك من تدفق الطاقة وتبادل المواد ضمن حدود هذا النظام.

١ - ٢ - ٤ - عناصر النظام البيئي:

المفهوم الأساسي في الإيكولوجية والمتعلق بتفاعل ديناميكي متبادل بين جميع عناصر النظام الإيكولوجي: النباتات والحيوانات والتربة والماء والبشر والعوامل الجوية والزمان، هو مفهوم لا يتوقف على الحجم إذ ينطبق على قطرة ماء في انعقاف فرع شجرة بقدر ما ينطبق على كوكب الأرض في مجموعته. وفي الدراسات الحديثة للنظم الإيكولوجية يدعم تبويب الأنواع ورسم خرائط أنواع التربة مثلاً بقياسات تدفق الطاقة من الشمس من

* . البيوسينوز (Biosainose) : مصطلح علمي يعني المحيط الحيوي ، ويشمل مجمل الكائنات الحية (النباتات والحيوانات والفطريات والكائنات الحية الدقيقة ، التي تعيش مجتمعة في حدود معينة على اليابس أو في المياه ، وضع هذا المصطلح العالم (Meubios) عام ١٨٧٧ م . والبيوسينوز هو جزء من البيوجيوسينوز .

▲ . البيوجيوسينوز (Biogeosainose) : يشمل إجمالي عناصر البيئة (العناصر الحية ، والعناصر الطبيعية غير الحية) .

خلال النباتات والعواشب إلى اللواحم ثم إلى المتعضيات التي تسبب انحلال الكائنات الميتة، يضاف إلى ذلك دوران المواد المغذية غير العضوية مثل الكربون والنيتروجين والفسفور داخل النظم الإيكولوجية وفيما بينها^٣.

إن هذه المقدمة تبين بوضوح وتركيز شديدين عناصر النظام البيئي والعلاقات والتأثيرات المتبادلة فيما بينها، وآلية عمل هذه العناصر وتفاعلاتها بما يؤدي إلى توازن النظام البيئي أو اختلاله بشكل أو بآخر، كما يتبين مما سبق أن عناصر النظام البيئي تنقسم إلى مجموعتين - حية وغير حية - الحية: تسمى البيوسينوز (المجتمع الحيوي Biosainose) ويمثل مجموع الكائنات الحية من نباتية وحيوانية وبكتيرية وفطرية، وغير الحية تسمى الإيكوتوب (Ecotope) وهو يمثل عناصر المناخ والتربة والمياه وغيرها. وهذه العناصر الحية وغير الحية تتميز بالتوازن والتأثير المتبادل وأي تأثير في أحدها ينتقل بشكل أو بآخر إلى العناصر الأخرى.

١ - ٤ - ٣ - تصنيف عناصر النظام البيئي:

يمكن تصنيف عناصر النظام البيئي في المجموعات التالية:

• مجموعة الكائنات الحية (Biotic Components).

• مجموعة العناصر غير الحية (A biotic Components).

أولاً - مجموعة الكائنات الحية (Biotic Components):

وتشمل الكائنات الحية المنتجة، والكائنات الحية المستهلكة، والكائنات الحية المحللة.

١ - الكائنات الحية المنتجة (Producers):

الكائنات الحية المنتجة، وهي تلك الكائنات التي تصنع غذاءها بنفسها، أي تصنع

ما تحتاج إليه من مواد عضوية من محيطها، وبذلك فهي كائنات حية ذاتية التغذية

^٣ . إيان ج سيمونز ، البيئة والإنسان عبر العصور ، ترجمة السيد محمد عثمان ، سلسلة عالم المعرفة ،

العدد ٢٢٢ ، الكويت ١٩٩٧ م ، ص ٧٦ .

Autotrophic، وأكثر هذه الكائنات وضوحاً هي النباتات الخضراء، ويمكن تقسيم الكائنات الحية ذاتية التغذية إلى قسمين هما:

أ - أنواع ذاتية التغذية الضوئية (Photoautotroph's):

تشمل على النباتات الخضراء المعروفة والطحالب وبعض البكتريا، المحتوية على صبغ الكلوروفيل، وتُكوّن غذاءها من خلال عملية التركيب الضوئي **Photosynthesis**، إذ تقوم النباتات الخضراء من خلال هذه العملية بتحويل الطاقة الشمسية المستمدة في أثناء النهار إلى طاقة كيميائية، تقوم من خلال اتحاد الماء وثنائي أكسيد الكربون H_2O و CO_2 بوجود الضوء بإنتاج مركبات عضوية تحتوي على ثاني أكسيد الكربون والماء، وفي الليل يتم تخليق مواد عضوية أخرى ذات طاقة كبيرة، وهكذا تقوم النباتات الخضراء أثناء عملية التمثيل الضوئي بعملية إنتاج ضخمة توفر من خلالها الغذاء لها ولغيرها من الكائنات الحية.

إن التركيب الضوئي فريد بالنسبة إلى النباتات الخضراء ولبعض الأشنيات الحمراء والبنية وبعض البكتريا، وحتى هذه اللحظة لم يستطع أحد أن يعيد عملية التركيب الضوئي في مختبر، ومن هنا يبدو أن هذه العملية غاية في التعقيد^٤.

وكيمياء التركيب الضوئي معقدة جداً ولكن الناتج النهائي بسيط، تتحد مادتان غير عضويتين، هما ثاني أكسيد الكربون من الجو، والماء من الأرض لصنع مركبات عضوية مشحونة بالطاقة تبني الأنسجة النباتية وتغذي نمو النبات، وتنقل طاقة النبات إلى الكائن الحي الذي يأكله.

ب - الأنواع ذاتية التغذية الكيميائية (Chemoautotroph's):

عبارة عن كائنات دقيقة تستطيع الحصول على الطاقة من أكسدة المواد غير العضوية في غياب الطاقة الضوئية، مثلاً في أعماق المحيطات التي لا يصل إليها ضوء

^٤ - أوين . د . ف ، ما هو علم البيئة ، ترجمة باسل الطباع ، وزارة الثقافة ، دمشق ١٩٧٥ م ، ص ١٧٦ .

الشمس، فيما يعرف بعملية البناء الكيميائي (Chemosynthesis) التي تقابل عملية البناء الضوئي السابق ذكرها.

في الواقع ظهرت مؤخراً دراسات وأبحاث عن أنواع من النباتات يمكن وصفها بالمستهلكة أكثر من كونها منتجة، والأمثلة عنها ليست قليلة منها:

نوع من الأعشاب تسمى (الليموردات) وهي أعشاب صغيرة ضاربة إلى اللون الرمادي تعيش عند أسفل أشجار التنوب وتتغذى على حسابها، وتصطف كالعسكريين وهي سحليات خالية من الكلوروفيل في عداد آخر تطورات عالم النبات وتتميز بالدهاء وتفضل أن تعيش على النفايات أو على بقايا النباتات، أي تعيش على حساب غيرها بدلاً من أن تخضع للقانون الذي يقضي بأن تعيش من خلال التمثيل الضوئي^٥.

كما أن علماء اكتشفوا نباتاً يتغذى على اللحوم، إذ أنّ نباتاً معروفاً بشكله الرقيق يستخدم أوراقه اللزجة تحت الأرض في الإمساك بديدان خيطية قبل أن يلتهمها، ولفت نظر العلماء أن نبات فيلكوكوسيا مينينزيس يشبه نباتات أخرى آكلة للحوم في الشكل والبناء، وعادة تكون الديدان هي التي تعيش على تناول بعض النباتات ولكن هذه المرة حدث العكس والنباتات هي التي قامت بمضغ الديدان المذكورة، والنبات المذكور ينمو في الرمال البيضاء الموجودة في الظل وهو أمر معتاد بالنسبة إلى النباتات التي تتغذى على اللحوم وتنمو في ظروف صعبة وتمتص مواد غذائية من الحيوانات النافقة عبر أسطح أوراقها^٦.

٢ - الكائنات الحية المستهلكة (Consumers):

هي كائنات حية غير ذاتية التغذية ولا تستطيع تكوين غذائها بنفسها، وهي تحصل على غذائها من كائنات حية أخرى، والكائنات المستهلكة منها نباتية التغذية وتشمل الحيوانات التي تتغذى بالنباتات، ومنها لاحمة تشمل الحيوانات التي تتغذى

^٥ . جان ماري بيليت، عودة الوفاق بين الإنسان والطبيعة، مرجع سابق، ص ٢٧٠ .

^٦ . صحيفة الثورة، العدد ١٤٧٤١ تاريخ ١٧ ك٢ / ٢٠١٢ م .

باللحوم، ومنها مشتركة تتغذى على النباتات واللحوم معاً، وتضم هذه المجموعة الكثير من الكائنات الحية بما في ذلك الإنسان، ومن الضروري التنويه هنا إلى وجود صعوبات وتعقيدات في تصنيف الكائنات المستهلكة لأسباب مختلفة منها تنوع أشكال الاستهلاك لنفس الكائن الحي وتداخله.

لا يجب تفسير أي من هذه الفوارق على نحو صارم جداً فيما عدا حالة المنتجين الذين يمكن تحديدهم على نحو موثوق إذ إنهم يتمتعون بقدرة خاصة تمكنهم من خلق مادة عضوية بواسطة عملية التركيب الضوئي، بينما العديد من المستهلكين انتهازيون، ويمكنهم الانتقال بين المستويات الغذائية عند الاقتيات، فالدب الذي يقتات بالسماك ويقتات بثمر العليق، هو مستهلك من الرتبة الثالثة ومن الرتبة الأولى في الوقت نفسه^٧. وتصنف الكائنات الحية المستهلكة بحسب نوع غذائها إلى عدة مستويات غذائية ومنها:

١. الكائنات الحية المستهلكة الأولية من الرتبة الأولى: تشمل الحيوانات النباتية (أكلة العشب - وتسمى العشبيات **Herbivores**) التي تتغذى بالنباتات الخضراء، كما تشمل الكثير من الطيور والثدييات التي تتغذى بالثمار والبذور.

٢. الكائنات الحية المستهلكة من الرتبة الثانية: تشمل الحيوانات التي تتغذى باللحوم (أكلة اللحوم **Carnivores**) كما تشمل بعض أنواع الأسماك التي تتغذى بالبلانكتون.

٣. الكائنات الحية المستهلكة من الرتبة الثالثة: تشمل الكائنات الحية اللاحمة، التي تتغذى بكائنات لاحمة ولكنها أصغر منها مثل الطيور الجارحة كالعقاب والنسر، والأسماك الكبيرة كالقرش وسمك الطون التي تتغذى بأسماك أخرى صغيرة.

٤. الكائنات الحية المستهلكة من الرتبة الرابعة: يتم التمييز هنا بين المستهلكين الذين يقتاتون بالكائنات الحية اللاحمة المفترسة التي تقتل الفريسة قبل أكلها مثل النمر

^٧. أوين . د . ف ، ما هو علم البيئة ، ترجمة باسل الطباع ، مرجع سابق ، ص ١٨٧ .

والسبع، وبين الكائنات الحية اللاحمة التي تقتات بالكائنات الميتة مثل الضبع (قمام الطبيعة).

٥. الكائنات الحية المستهلكة من الرتبة الخامسة: تشمل كافة السوالب والطفيليات والكنسة و القوارت (Omnivores) وهي الكائنات الحية التي تأكل النباتات وتأكل اللحوم أيضاً، مثل الثعلب يأكل الأعشاب ويأكل أيضاً الأرانب التي تتغذى بدورها بالأعشاب، كما يعد الصرصور الأمريكي، وكذلك الإنسان من ضمن هذه المجموعة فالإنسان مستهلك سلمي نباتي ولاحم وأكثر الكائنات الحية قدرة على الإبادة والتأثير في السلسلة الغذائية، وعند الحديث عنه كمستهلك من وجهة نظر الفلسفة البيئية يحتاج الأمر إلى الكثير من التوضيح والتفسير.

٣ - الكائنات الحية المحللة (Decomposers):

تسمى مفسخات أو محلات أو كانسات وهي كائنات حية دقيقة مثل البكتريا وديدان الأرض تقوم بتحليل الأنسجة الميتة وتحويلها إلى مواد قابلة للإذابة في شكل أحماض تعرف بعملية التمدن أو التحول إلى دبال، أي أن هذه الكائنات الحية الدقيقة تعتمد في غذائها على تحليل بقايا الكائنات النباتية والحيوانية وتفكيكها وتحويلها إلى كائنات بسيطة، والكائنات الحية المحللة تعد غير ذاتية التغذية وقد تكون هوائية أو غير هوائية أو كلاهما معا، وهذه الكائنات على درجة كبيرة من الأهمية، ولها دور نفعي كبير فمن دونها سوف تتراكم بقايا الكائنات الحية وسوف تختفي العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات كالأزوت والفوسفات وغيره، وبالتالي سوف تتعرض السلاسل الغذائية كلها إلى التشوش أو الاضطراب والخلل.

الدور النفعي للكائنات الحية المحللة والدقيقة: يتمثل الدور النفعي للكائنات الدقيقة في قدرتها على تدوير (Recycling) المادة العضوية، من خلال قدرتها على التحلل (Decay)، أو التغذية وهضم المادة العضوية، فلولا الميكروبات (خاصةً البكتريا) لما وجد الإنسان مكاناً على الأرض، نتيجة تراكم أجساد الموتى من البشر، وجثث

الحيوانات النافقة، وبقايا النباتات، والمزابل وغير ذلك، إذ إن تحلل المادة العضوية بفعل الفيروسات والبكتريا يحولها إلى المكونات العضوية الأساسية البسيطة، التي بنيت منها في عمليتي الخلق والنمو، وتسهم الفيروسات خاصة في هذا الصدد في عملية الانتخاب الطبيعي (Natural Selection) للكائنات الدقيقة الأخرى، خاصةً البكتريا والفطريات، فتقضي على سلالات منها تاركة السلالات المقاومة للفيروسات، ولبعض الميكروبات أثراً في الاتزان البيئي للغازات المكونة للغلاف الجوي، خاصةً ثبات نسبة النتروجين، ولبعض الميكروبات أهمية في بعض الصناعات الغذائية والبحوث العلمية، وتعد الفيروسات المصدر الرئيسي للقاحات المستخدمة لمقاومة الأمراض الفيروسية.

تؤدي المتعضيات خدمات أساسية للمخلوقات الأخرى، وذلك بتحليلها لنواتج الفضلات وتكوينها المغذيات، كما أن بعضها يستخدم في إنتاج الجبن والخمور، وقد استطاع العلماء استخدام بعضها في تكوين المضادات الحيوية (الصادات) والمستحضرات الصيدلانية الأخرى، كما تستخدم هذه الأيام في أعمال أخرى مثل التحكم بالأوبئة، ومعالجة مياه المجارير، وتفكيك بقع النفط، وبعض هذه المتعضيات تعيش تحت سطح الأرض على أعماق مئات من أو الآلاف منها، وقد اكتشف بعضها في مكامن النفط وفي الصخور المختلفة الرسوبية والنارية وغيرها، والعلماء يواصلون أبحاثهم لكشف المزيد من المعلومات عن هذه المتعضيات وفوائدها.

ثانياً - مجموعة العناصر غير الحية Abiotic Components:

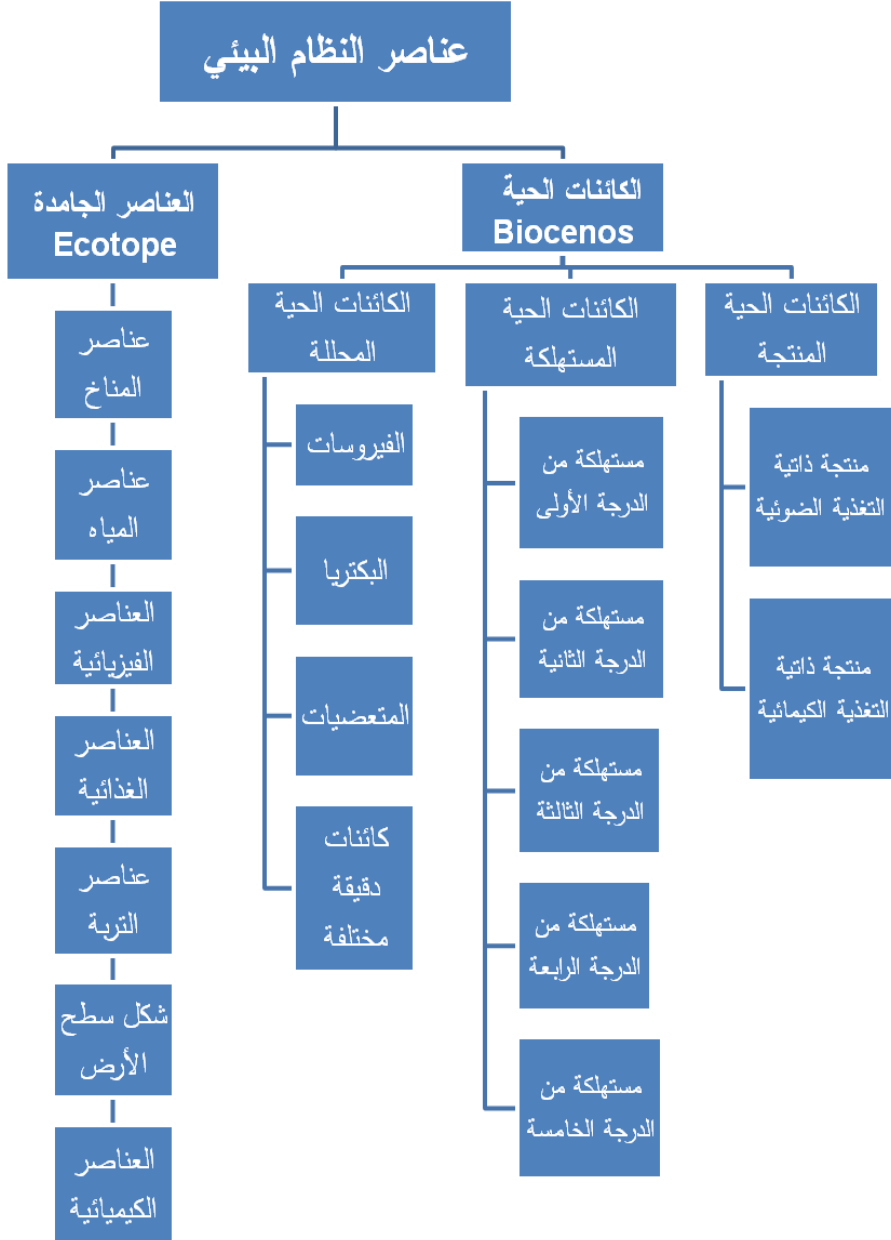
هذه العناصر تشمل الجزء غير الحي في النظام البيئي وتمتاز بخلوها من مظاهر الحياة، ومن أهم هذه العناصر:

1. عناصر المناخ المختلفة، كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء وغيرها.
2. عناصر المياه وخصائصها الكيميائية والفيزيائية.
3. عناصر التربة والجيولوجيا.
4. العناصر الغذائية في الطبيعة مثل الآزوت والفسفور والبوتاسيوم.

٥. العناصر الفيزيائية كالجاذبية والإشعاع.

٦. العناصر الكيميائية مثل الأكسجين والكربون وغيره.

٧. شكل سطح الأرض أو العامل الطبوغرافي (الشكل ١).



الشكل (١) يوضح عناصر النظام البيئي.

١ - ٥ - أهمية تعقيد وغنى النظام البيئي:

عندما يوصف نظام بيئي بأنه معقد، يفهم أنه نظام غني بالكائنات الحية النباتية والحيوانية والدقيقة، من جهة العدد والنوع، أي أنه غني ومتنوع من جهة الكم والكيف، إذ يشكل هذا التنوع كلاً متكاملًا في إطار علاقات بيئية متداخلة ومتشابكة ومتبادلة التأثير والتأثر، ومن المعروف أن العامل الأساسي في سلامة النظام البيئي، أي نظام بيئي، هو تعقيده وغناه، وأنه كلما كان النظام البيئي أكثر تعقيداً وغنى، كان أكثر توازناً واستقراراً، وأكثر قدرة على التكيف مع التغيرات التي يتعرض لها، والعكس صحيح أي أنه كلما كان النظام البيئي بسيطاً وهشاً وفقيراً بالتنوع الحيوي، كان أكثر عرضة للخلل والتدهور، وأقل استقراراً وتوازناً، وغير قادر على التجدد وإعادة التوازن في مدة زمنية محدودة، وقد تطول هذه الفترة جداً، وقد لا يستطيع العودة إلى التوازن مطلقاً.

وهذا بالطبع يرتبط بعوامل كثيرة ومؤثرات مختلفة طبيعية وبشرية وحيوية تؤلف في مجملها عوامل الإخلال بالتوازن البيئي.

تختلف الأنظمة البيئية في مدى تعقيدها وشدها، حيث يميز بين أنظمة بيئية معقدة أو شديدة التعقيد كما هو الحال في الغابات عامة، والغابات الاستوائية والمدارية المطيرة خاصة، إذ تعد الغابات الاستوائية من أغنى وأعقد أنماط النظم البيئية البرية، وبين أنظمة بيئية فقيرة وقليلة التعقيد، كما هو الحال في الأنظمة البيئية للمناطق الجافة والصحراوية، والأنظمة البيئية في المناطق الباردة الفقيرة بالتنوع الحيوي، وتنوع تعقيد النظم البيئية ينطبق على الأنظمة البيئية المائية، سواءً في المياه العذبة أو المالحة، أو المستنقعات وغيرها. والأنظمة البيئية في جميع هذه الأماكن تختلف في تعقيدها لأسباب مختلفة.

١ - ٦ - توازن النظام البيئي:

تقسم النظم البيئية في العالم إلى عدة أنواع بحسب العنصر الأكثر انتشاراً وفعاليةً، إذ يتم التمييز بين نظم بيئية طبيعية مائية أو برية أو برمائية، ونظم بيئية بشرية أو مصطنعة ريفية أو حضرية أو غيرها، وكل نظام بيئي رئيس يضم عدداً من النظم البيئية الفرعية، وفيه

عناصر متنوعة حية وجامدة تتفاعل فيما بينها، والنظم البيئية الطبيعية هي التي حافظت على مكوناتها وتوازنها خلال فترة طويلة من الزمن، والنظام البيئي الطبيعي يعمل بتوازن لأن مصادر الطاقة فيه هي الشمس وهي طاقة نظيفة، ولأن دورة المواد فيه كاملة وتحلل بفعل البكتيريا والكائنات المحللة ولا تدخل فيها مواد سامة أو تتحلل بصعوبة وببطء شديدين، بعكس النظام البيئي البشري أو المصطنع الذي يستخدم الإنسان فيه الوقود الاحفوري ومصادر الطاقة الملوثة للبيئة، ويضيف إليه الكثير من المواد البلاستيكية والكيميائية والإشعاعية التي يصعب تحللها وهضمها واستيعابها في النظام البيئي، ونظراً لزيادة أعداد البشر وزيادة تدخلهم في النظم البيئية فقد أصبحت النظم البيئية الطبيعية المتوازنة نادرة، ولكن تبقى معرفة هذه الأنظمة البيئية - الطبيعية والمتغيرة - ودراسة أسباب ونتائج هذا التغير من الأمور المهمة لمعرفة أسرار البيئة وعناصرها وأهمية هذه العناصر، ودور كل منها في النظام البيئي مما يساعد في حمايته والمحافظة على توازنه.

١ - ٧ - عوامل الإخلال بالتوازن البيئي:

تصنف عوامل الإخلال بالتوازن البيئي بعدة أشكال، فالبعض يحددها بعوامل تلوث البيئة وتدهورها، ويعدد هذه العوامل كتلوث الهواء والماء والتربة والتوسع العمراني والقضاء على الغابات والمراعي وغير ذلك، وهذا صحيح، ولكن هنا سيتم تصنيف هذه العوامل بشكل عام، ومن ثم الحديث عن تفاصيل هذه العوامل المسببة لتلوث وتدهور البيئة وبالتالي اختلال التوازن البيئي، ويمكن تصنيف العوامل المسببة لخلل ما في التوازن البيئي إلى عوامل بشرية وعوامل طبيعية وعوامل حيوية وجغرافية.

١ - ٧ - ١ - العوامل البشرية Humans Factors:

يعد الإنسان أهم عامل في إحداث التغيير البيئي والإخلال الطبيعي، فمنذ وجوده على سطح الأرض وهو يتعامل مع مكونات البيئة سلباً وإيجاباً، وكلما توالى الأعوام ازداد تحكماً وسلطاناً في البيئة، وخاصة بعد أن يسر له التقدم العلمي والتكنولوجي مزيداً من فرص إحداث التغيير في البيئة، وفقاً لازدياد حاجته إلى الغذاء والكساء، وأكبر خطأ

ارتكبه الإنسان هو اعتقاده بأنه يستطيع استبدال العلاقات الطبيعية المعقدة الموجودة بين العوامل البيئية بعوامل اصطناعية، فعارض بذلك القوانين المنظمة للطبيعة، مما ساعد في اخلال التوازن والاستقرار البيئي.

إن المبدأ الإيكولوجي الأساسي الذي تبنى عليه دراسة التأثيرات البشرية في البيئة، هو أن النظم الإيكولوجية الطبيعية خضعت إلى تأثيرات كثيرة على أيدي البشر، وبعض هذه التأثيرات لم يترتب عليها إلا تغيرات بيولوجية وفيزيائية مؤقتة، في حين أسفر بعضها الآخر عن تحولات دائمة، ويتعين على المهتمين والباحثين دراسة كل حالة بمفردها ودراسة الطرق التي استطاع البشر أو يستطيعون بها تغيير الحالة الإيكولوجية عن حالتها السابقة ونتائج ذلك.

أدت الأنشطة البشرية في كثير من الأحيان والأماكن إلى تدمير الكثير من النظم البيئية الطبيعية (التي كانت متوازنة) وتخریبها كالمستنقعات والغابات والمراعي وغيرها وتحويلها إلى نظم بيئية مصطنعة وتخریب توازنها بدرجات متفاوتة، والعوامل البشرية المؤثرة في التوازن البيئي هي تلك العوامل الناجمة عن نشاطات الإنسان المختلفة: الزراعية، والصناعية، والتجارية، وغيرها، في إطار سعي الإنسان لتأمين حاجاته، ولكن الإنسان في كثير من الأحيان يبالغ في استنزاف الموارد الطبيعية ناهيك عن الحروب وعمليات التهجين وتلوث البيئة، وجميع هذه التأثيرات تؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي.

إن العوامل البشرية المسببة للإخلال بالتوازن البيئي كثيرة جداً، يأتي في مقدمها التلوث الذي يحدثه الإنسان في البيئة سواءً تلوث الماء أو الهواء أو الأرض، ناهيك عن الحرق والقطع والرعي الجائر للغابات والمراعي، إضافةً إلى الكوارث التي يكون سببها أو مصدرها الإنسان، وقد تختلف من جهة مستواها، وحجمها، والخسائر الناتجة عنها، سواءً أكانت كوارث صناعية، أم انهياراً للسدود المائية، أو الحرائق، أو التسمم الجماعي، أو

غرق الناقلات والبواخر خاصةً تلك المحملة بالمواد السامة والخطيرة، وكذلك كوارث التفجيرات وحوادث المفاعلات الذرية، والحرائق والكوارث البترولية.

وقس على ذلك تأثير الحروب في البيئة، إذ إن المعارك الحربية ليست إلا التقاء بين قوتين بشريتين في ميدان أو مكان ما، إما أن يكون رقعة من الأرض (على اليابسة) أو مسطحاً مائياً، وإما أن تكون هذه المعارك في الجو، وميدان المعركة ليس إلا مكاناً، يتميز بخصائص طبيعية وبشرية مختلفة، وكثيراً ما تصارعت الأمم لفرض السيطرة على المواد الأولية، وإمدادات الطاقة، والأرض وأحواض الأنهار، والممرات البحرية وغيرها من الموارد البيئية الأساسية أو مقاومة ذلك، ومن المرجح أن تتفاقم هذه النزاعات مع ازدياد شح الموارد واشتداد التنافس عليها.

والأمثلة كثيرة على التأثيرات السلبية التي تسببها الحروب في البيئة، كحرب الخليج الأولى والثانية، واحتلال العراق، وحروب إسرائيل ضد العرب في فلسطين والجولان ولبنان، وكذلك الحرب في فيتنام بين عامي ١٩٦١ و ١٩٧٥ م، حيث شنت الولايات المتحدة على نطاق واسع حرباً كيميائية على الغطاء النباتي، وألقت مبيدات الأعشاب على قرابة ١٠ ٪، من مساحة فيتنام. كما استخدمت الوسائل الميكانيكية والتقنية لإزالة الكثير من الغابات، فضلاً عن حمم القنابل والقذائف التي ألقتها عليها، للقضاء على الثوار الفيتناميين، وجميع هذه الأعمال تركت تأثيراً سلبياً وتغيرات كبيرة في البيئة.

كما أنّ الأزمة السورية الأخيرة، والحرب التي شنت على سورية تركت آثاراً بيئية سلبية متنوعة أصابت معظم مكونات البيئة من تلوث الماء والهواء وتدهور الغطاء النباتي والحيواني والموارد الطبيعية والبشرية أيضاً.

كما أنّ تأثير الإنسان من خلال تنفيذ بعض المشاريع الهندسية الكبرى يترك من دون أدنى شك تأثيرات هائلة في التوازن البيئي، ومن هذه المشاريع المطارات الضخمة، والسدود المائية، والأبراج العملاقة وناطحات السحاب، والقنوات المائية في بحر المانش وقناة السويس وقناة بنما، ويمكن الحديث مطولاً عن تأثير قناة بنما في التوازن البيئي فقد

شكلت من جهة حاجزاً جديداً بين المكونات البيئية الحية التي كانت تنتقل بين الشمال والجنوب، ومن جهة أخرى سمحت بانتقال الأحياء البحرية بين المحيطين الهادي والأطلسي عبر البحر الكاريبي.

ويجب أن لا ننسى التقنيات المعقدة التي يطبقها الإنسان في الهندسة الوراثية، وهي مرتبطة بمجموعة من التجارب التي ظهرت حديثاً في مجال البيولوجيا، وهي التحكم بالجينات والاستنساخ الحيوي وإعادة تركيب الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين (D.N.A) والإمكانات والاحتمالات المتوقعة منها كبيرة جداً، وتثير الكثير من الأسئلة الأخلاقية والبيئية، ويمكن أن تؤثر في البيئة بشكل أو آخر^٨.

ومن الثابت أن مصير الإنسان، مرتبط بالتوازنات البيولوجية وبالسلاسل الغذائية التي تحتويها النظم البيئية، وأن أي إخلال بهذه التوازنات والسلاسل ينعكس مباشرة على حياة الإنسان ولهذا يكمن نفع الإنسان في المحافظة على سلامة النظم البيئية التي تؤمن له حياة أفضل.

١ - ٧ - ٢ - العوامل الطبيعية Factor Naturals:

هي تلك التأثيرات والعوامل التي لا دخل للإنسان - بشكل مباشر فيها، وإنما تنجم عن تغير الظروف الطبيعية، ومنها التغيرات المناخية، أو الكوارث الطبيعية كالزلازل والبراكين والحرائق والعواصف، والأعاصير، والفيضانات وغيرها.

إنّ الكوارث الطبيعية ليست وليدة اليوم وهي معروفة منذ القدم، ولكن يعتقد أنها تزايدت في الفترات الأخيرة وقد شهد القرن العشرين وبدايات هذا القرن حدوث عدد كبير من الكوارث الطبيعية مختلفة الشدة والنوع والتأثير والنتائج، ومن المهم أخذ العبر من الكوارث التي حدثت في الماضي من أجل الوقاية من الكوارث وتدارك مخاطرها والاستعداد لمواجهتها.

^٨. لمزيد من المعلومات يمكن العودة إلى كتاب الهندسة الوراثية والأخلاق، تأليف ناهدة القصمي، سلسلة عالم المعرفة العدد ١٧٤، الكويت ١٩٩٣ ص ٩٠ وغيرها.

١ - ٧ - ٣ - العوامل الجغرافية الحيوية Biogeography Factors:

هذه العوامل يهتم بدراستها علم الجغرافية الحيوية (Biogeography) الذي يدرس أنماط حياة الكائنات المختلفة النباتية والحيوانية والدقيقة (بيوتسنيوز) على سطح الكرة الأرضية، ومعرفة قوانين توزيعها الجغرافي، وتأقلمها مع بيئاتها الطبيعية، وتحديد العلاقة القائمة بينها وبين ظروف المكان الذي توجد فيه، وهنا تكون الدراسة مركبة جغرافية وحيوية^٩.

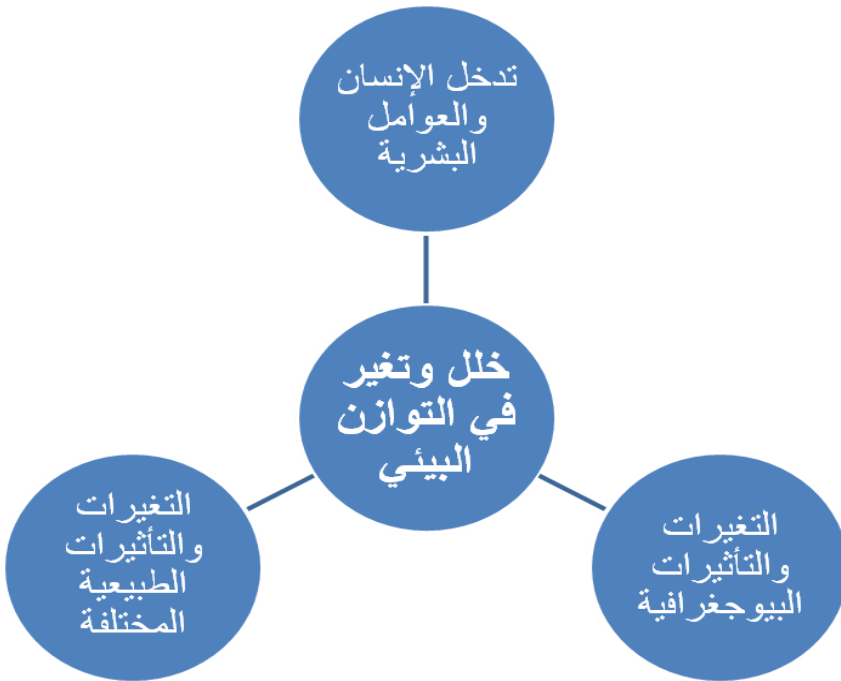
تحدث تأثيرات بيوجغرافية بسبب تغير العلاقات بين الكائنات الحية وزيادة أحدها على حساب الآخر، وكثيراً ما تحدث مثل هذه التأثيرات بسبب نقل كائن حي ما (نبات أو حيوان أو غيره) أو انتقاله إلى بيئة جديدة، قد يكون ذلك ناجحاً وهذا مرهون بعوامل مختلفة ترتبط بتوفر الغذاء و القدرة على التنافس أو التكيف.

إلا أنه في كثير من الحالات يكون غير ذلك، ويكون مدمراً للبيئة الأصلية، ويسبب الإخلال بالتوازن البيئي كله، والأمثلة على ذلك كثيرة منها:

- العلاقة بين طائر السمن ودودة الأرض، وكذلك زراعة نبات الصبار في استراليا.
- وإدخال الإنكليز الأرنب إلى استراليا سنة ١٨٣٧م.
- وكذلك حال النمس الذي أدخل إلى جزر الهند الغربية بهدف القضاء على الفئران ولكن النمس غير عاداته وصار يأكل الدواجن والطيور المنزلية.
- صيد ثعلب البحر في مياه كاليفورنيا، وهذا يعد مثلاً واضحاً يبين آلية التأثيرات الحيوية التي تُحدث خللاً معيناً في التوازن البيئي، فقد تم صيد ثعلب البحر بإفراط من مياه كاليفورنيا طمعاً في فرائها، ولأن ثعلب البحر هذه كانت تتغذى على القنافذ البحرية، فإن الأخيرة تزايدت أعدادها باطرادٍ، ولكونها تتغذى على نوع من الأعشاب البحرية العملاقة التي تشكل غابات كثيفة تحت الماء، اختفت هذه الغابات العشبية

^٩ - Did yw . I . I . Ecological Encyclopedia Dictionary . Kishinev Press
باللغة اروسية 31 p . 1990

البحرية في بطون القنفاذ، وبغياها فقدت الأسماك غذاءها العشي والملاذات التي كانت تضع فيها بيضها، ونفدت الأسماك وأخذ الصيادون يخرجون شباكهم خالية وهذا أدى إلى إغلاق مطاعم الأسماك، ومصانع التعليب، ولم يجد الصيادون ما يفعلونه، وعم البؤس والبطالة شواطئ كاليفورنيا كلها بسبب العبث بعنصر واحد من عناصر البيئة البحرية^{١٠}. (الشكل ٢).



شكل (٢) يبين العوامل التي تسبب اختلال التوازن البيئي.

١ - ٨ - سريان الطاقة في النظام البيئي وتبادلها:

تعد عملية سريان الطاقة في البيئة وتبادلها من الأمور غير الواضحة وصعبة الفهم للكثيرين ويتطلب فهمها معدات وأجهزة خاصة وهي غير ميسرة، ولكن عموماً من المعروف أن الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة والحرارة في النظام البيئي، وهي طاقة

^{١٠}. السيد خالد المطري، الجغرافية الحيوية، الدار السعودية للنشر والتوزيع، ط ٥، الرياض ٢٠٠٦ م، ص ٣٦٨.

منتظمة وتسير باتجاه واحدٍ من خلال المراتب أو السلاسل الغذائية، أي من الطاقة الشمسية - إلى الكائنات المنتجة - ثم إلى الكائنات المستهلكة - ثم إلى الكائنات المفككة والمحللة أخيراً، خاصة عبر عملية التركيب الضوئي في النباتات الخضراء.

تبادل المادة والطاقة وتغيرها وتحولها من شكلٍ إلى آخر في النظام البيئي، هو السبب في استمرار تطوره وديناميكيته، وعملية التركيب الضوئي تعني قيام النباتات بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية، ومادة اليخضور في النباتات هي التي تمتص الطاقة الضوئية، وتحدث عملية التركيب الضوئي حتى عمق حوالي ٢٠٠ متر تحت سطح الماء إذ توجد نباتات أوطحالب تستطيع امتصاص الضوء.

هذه الطاقة تنتقل عبر السلسلة الغذائية، من النباتات التي تشكل الحلقة الأولى في هذه السلسلة إلى بقية الكائنات الحية، ثم إلى المتعضيات أو الرميات التي تحتزن بعضاً من هذه الطاقة إذ يتم إطلاقها من جديد في الأنظمة البيئية الغذائية. وكمية الطاقة المحجوزة في أي مرتبة غذائية ضمن نظام بيئي ما تشكل دلالة على مدى النشاط في ذلك الجزء من النظام أو كميته، وحتى الآن ليس قياس مقدار تدفق أو فقدان الطاقة في كل حلقة غذائية عملية سهلة، وغالبا يتم هذا القياس بشكل نسبي وغير مباشر، وتقدر بما يسمى (السعر الحراري الكالوري (الحررة)/سم^٢ في وحدة الزمن.

الطاقة الشمسية طاقة نظيفة أو من أنظف مصادر الطاقة، ويمكن تصنيف النظم

البيئية من جهة مصادر الطاقة في ثلاثة أصناف هي:

أ - أنظمة بيئية طبيعية، وهي التي تتعرض إلى طاقة شمسية طبيعية ولا تتأثر بنشاطات الإنسان وتأثيراته المختلفة.

ب - أنظمة بيئية غير طبيعية، وهي التي تتغذى بالطاقة الشمسية ولكنها تتأثر ببعض نشاطات الإنسان الذي يقوم باستبدال أنواع من النباتات بأنواع أخرى، أو إضافة عناصر جديدة إلى البيئة كالأسمدة والمبيدات وغيرها مما يؤثر على مصادر الطاقة فيها.

ج - أنظمة بيئية مصطنعة، وهي التي لا تتغذى أو تدار بالطاقة الشمسية بشكل مباشر، وإنما يديرها الإنسان بأنواع أخرى من الطاقة كطاقة الوقود الاحفوري أو النووي.

١ - ٩ - الموازنة الإشعاعية:

يعرف معدل الطاقة الشمسية الذي يصل إلى كل سم^٢ واحد من سطح الأرض في الدقيقة باسم " ثابت الإشعاع الشمسي " ويبلغ حوالي ٢٠٦ سعرة / سم^٢، ويمكن تمثيل الموازنة الإشعاعية للغلاف الجوي في المعادلة السهلة التالية^{١١}:

$$ك = س(غ) + س(ج) + ص(غ) + ص(ج) + [ك(م) + ك(ت) \times (١ - م)] + [ك(م) + ك(ت) \times م]$$

إذ تمثل الرموز المستخدمة في المعادلة ما يلي:

ك = الأشعة الشمسية التي تصل إلى الغلاف الجوي وتساوي ٢٦٣ كيلو لينكلي في السنة.

س(غ) = الأشعة الشمسية التي تعكسها السحب.

س(ج) = الأشعة الشمسية التي يعكسها الغلاف الجوي إلى الأعلى.

ص(غ) = الأشعة الشمسية التي تمتصها السحب.

ص(ج) = الأشعة الشمسية التي تمتصها الغلاف الجوي.

ك(م) = أشعة الشمس المباشرة.

ك(ت) = أشعة الشمس المنتشرة أو المشتتة.

م = معامل انعكاس الأشعة أو الألبيدو (Albedo).

١ - ١٠ - أنواع الأشعة الشمسية:

الشمس هي التي ترسل أشعتها على شكل أمواج كهرومغناطيسية تسير بسرعة الضوء، وتكون أطوال موجاتها مختلفة ومعظمها قصيرة الموجة وذلك بسبب شدة حرارة الشمس، بينما الأشعة المنعكسة التي يطلقها سطح الأرض أو تطلقها المسطحات المائية

^{١١} . سامح غرايبة، يحي الفرخان، المدخل إلى العلوم البيئية ، دار الشروق ، عمان ١٩٩٩ م ، ص ٣٩ .

تكون ذات أمواج طويلة غالباً، الشمس بوصفها المصدر الأساسي للطاقة المتوفرة في النظام البيئي ترسل أشعة على شكل أمواج كهرومغناطيسية مختلفة ويتم تصنيف هذه الأشعة إلى:

١ - الأشعة الشمسية فوق البنفسجية (Ultraviolet Light) وتعرف باسم الأشعة الحيوية وتكون قصيرة الموجة، وموجاتها تقل عن ٣٩٠ ميلي ميكرون، ونسبتها نحو ٧% من إجمالي الأشعة الشمسية، وهي أشعة خطيرة وضارة بالكائنات الحية، ولكن بسبب امتصاص غاز الأوزون (O_3) لها فإن ما يصل منها إلى سطح الأرض لا يشكل إلا جزءاً بسيطاً منها. وتقسم إلى ثلاث فئات (A, B, C) تبعاً لتفاعلها مع جسم الإنسان:

- الفئة A تتشكل من الإشعاعات التي تتراوح أطوال موجاتها بين ٣٩٠ - ٣٢٠ نانومتر، وهي الأقل وضوحاً من حيث تأثيرها على جسم الإنسان، إلا أنه من المعروف أنها تقوي تفاعل الأشعة من فئة B مع الجسم وأنها تسبب الضرر بشكل عام للأنسجة.

- إشعاعات الفئة B بين ٣٢٠ - ٢٨٠ نانومتر، يقوم غاز الأوزون بامتصاص معظمها، وهي التي يستفاد منها عند الذهاب إلى البحر في عملية تلويع البشرة (البرونزاج)، وهي خطيرة على صحة الإنسان والكائنات الحية إذا تم التعرض لها بشكل كبير وغير سليم.

- إشعاعات الفئة C بين ٢٨٠ - ٢٠٠ نانومتر، هي التي تستعمل ضد البكتيريا لتطهير الأماكن المعرضة للعدوى، وتعرض الجلد والعين لهذه الفئة من الأشعة يسبب أحاسيس مزعجة.

أما الأشعة التي يقل طول موجاتها عن ٢٠٠ نانومتر يتم امتصاصها في الغلاف الجوي للأرض لذلك فهي لا تشكل خطراً على صحة الإنسان^{١٢}.

^{١٢} . نزار دندش، التلوث الكهرومغناطيسي وصحة الإنسان : دار المؤلف، بيروت ٢٠٠٤ م. ١٤٢٤ هـ، ص ١٠٢.

٢ - الأشعة الشمسية المرئية (Visible Light)، وتعرف باسم الأشعة الضوئية، وهي ذات موجات متوسطة الطول وتتراوح بين ٣٩٠ - ٧٦٠ ميلي ميكرون، وهي ضرورية للقيام بعملية التركيب الضوئي، وتشكل نحو ٤٢ % من الإشعاع الشمسي.

٣ - الأشعة الشمسية تحت الحمراء (Infrared Light)، وتعرف باسم الأشعة الحرارية، وهي أشعة غير مرئية، ولكن الإنسان يشعر بوجودها بشكل حرارة، وهي ذات موجات طويلة أكبر من ٧٦٠ ميلي ميكرون، وهذه الأشعة تشكل نحو ٥١ % من إجمالي الطاقة الشمسية، وتؤدي إلى رفع درجة حرارة الأرض والغلاف المحيط بها.

١ - ١١ - العوامل المؤثرة في توزيع الأشعة الشمسية:

يختلف مقدار الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض من مكان وزمان لآخر، ويتأثر ذلك بعدة عوامل وهي التي تشكل في معظمها ما يسمى بالعوامل النطاقية^{١٣} أو عوامل تشكل القانون النطاقي ومنها^{١٤}:

- ١ - المسافة بين الشمس والأرض واختلافها بين الصيف والشتاء: حيث إنّ المسافة بين الأرض والشمس تتفاوت بين (١٤٧ - ١٥٢ مليون كم). أي بين ٩٤,٥ مليون ميل في فترة الانقلاب الصيفي (تموز)، و ٩١,٥ ميل في فترة الانقلاب الشتوي (كانون ٢)^{١٤}.
- ٢ - درجة شفافية الجو.
- ٣ - اختلاف طول الليل والنهار في العروض المختلفة والفصول المختلفة.
- ٤ - تغير زاوية سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض من مكان وزمان لآخر

^{١٣} . القانون النطاقي هو نظام التغير القانوني لجميع العناصر والعوامل الجغرافية مع تغير خطوط العرض من خط الاستواء وحتى القطبين ، مروراً بمختلف العروض الجغرافية ، وينطبق هذا التغير على سطح اليابس وكذلك البحار والمحيطات على حدٍ سواء .

^{١٣} . أمين طربوش، أسس التقسيم الإقليمي الطبيعي، جامعة دمشق، ٢٠٠٧-٢٠٠٨ م، ص ٦٨ - ٧٠ بتصرف .

^{١٤} - عبد الملك السيد محمد، أسس الجغرافية المناخية، مكتبة الرشد ناشرون، الرياض ٢٠٠٥ م، ص ٤١ .

٥ - الغلاف الجوي ومركباته التي تحدد العلاقة بين الأرض وغلافها الجوي الذي يعد مصدر القانون النطاقي.

٦ - طبيعة سطح الأرض وما عليه من غطاء نباتي وعمران ومنشآت وغير ذلك.

٧ - العمليات البيولوجية والبيو كيميائية والفيزيائية التي تحدث على سطح الكرة الأرضية، وتعد الطاقة الشمسية من الناحية العملية المنبع الوحيد لهذه العمليات.

٨ - عوامل أو أسباب فلكية وكونية، ولكن تتحدد أشكال ظهوره وطرائقها بالغلاف الجغرافي الذي يقوم بنقل المؤثرات الخارجية وإيصالها كافةً إلى الأرض.

أسئلة للمناقشة:

- ١ - ما هي البيئة Environment، وماذا تعني بالنسبة إليك؟
- ٢ - ما هو تعريف علم البيئة (الإيكولوجيا Ecology)؟ وما الفرق بين البيئة وعلم البيئة؟
- ٣ - متى ظهر مصطلح علم البيئة (الإيكولوجيا Ecology)؟ وما هي أهم مراحل تطوره؟
- ٤ - ماذا يعني النظام البيئي (Ecosystem)؟
- ٥ - يعد وجود الكائنات الحية ذاتية التغذية ضرورة لوجود أي نظام بيئي، ناقش هذه العبارة موضحاً مفهوم النظام البيئي وأنواع الكائنات الحية؟
- ٦ - اشرح المقصود بالتوازن البيئي ودينامية تحقيقه.
- ٧ - وضح أثر العوامل والكوارث الطبيعية في تخريب التوازن البيئي.
- ٩ - اشرح كيف تؤثر العوامل البيوجغرافية والحيوية في تخريب التوازن البيئي، واذكر مثلاً على ذلك.
- ١٠ - بين دور الإنسان والعوامل البشرية في تخريب التوازن البيئي، مستعيناً بالأمثلة المناسبة.
- ١١ - ما هي أهم أنواع الأشعة الشمسية؟
- ١٢ - اشرح الموازنة الإشعاعية للغلاف الجوي.

الفصل الثاني

تلوث البيئة

- تعريف تلوث البيئة
- تلوث البيئة مشكلة عالمية.
- مصادر تلوث البيئة وتغيرها
- مجالات تلوث البيئة
- تقويم الأثر البيئي
- آثار تلوث البيئة ونتائجه

الفصل الثاني

تلوث البيئة

٢ - ١ - تعريف تلوث البيئة Environment pollution:

يعرف التلوث البيئي Environmental pollution بأنه وجود مواد إضافية في البيئة، في الهواء أو الماء أو التربة أو الغذاء أو غيره، وهذه المواد ليست من طبيعة هذه العناصر وتحدث تبديلاً نوعياً أو كيمياً في خواصها، أي أن تلوث البيئة عموماً هو تغير سلبي غير مرغوب فيه يتعرض له عنصر أو أكثر من عناصر البيئة، ويسبب تغيراً نسبياً في خواصها الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية، مما يؤدي إلى حدوث أضرارٍ مختلفة لهذه الخصائص ولعناصر البيئة الحية أو غير الحية، ويسبب خللاً وتشوشاً أو اضطراباً في التوازن والاستقرار البيئي المعروف والمعتاد.

يوجد تعاريف كثيرة توضح المقصود بمفهوم تلوث البيئة، فالبعض يصنف تلوث البيئة إلى **تلوث كمي** و**تلوث كيفي**، ويقصد بالتلوث الكمي تغير النسب الطبيعية المكونة للعنصر أو تبديلها، في الهواء، أو الماء، أو الغذاء، أما التلوث الكيفي أو النوعي فهو إضافة مواد جديدة إلى المواد الطبيعية المكونة للعنصر تسبب تغير صفاته الكيميائية أو الفيزيائية أو غيرها. والبعض الآخر يصنّفه إلى **تلوث مادي** و**تلوث معنوي**، والتلوث المادي هو الغالب عند الحديث عن تلوث البيئة لأنه يعني تغير بعض صفات البيئة وخصائصها، واختلاط أي شيء غريب وليس من صفات المادة بها، أما التلوث المعنوي فيقصد به التلوث الفكري أو الثقافي أو الأخلاقي وما أشبه ذلك، كما أنّ تلوث البيئة يصنّف إلى **تلوث خفي** و**تلوث ظاهر** ملموس... الخ.

التلوث له مظاهر مختلفة، الكثير منها أصبح واضحاً للعيان ويمكن مشاهدته بالعين المجردة، أو الإحساس به بالشم أو الطعم، ولكن بعض أنواع التلوث يمكن وصفه

بالخفي أو غير المحسوس مباشرة وقد يحتاج إلى دراسات دقيقة وتحليلات مخبرية وأجهزة تقنية وحريرات متطورة وغير ذلك للكشف عنه مثل التلوث الإشعاعي والضوضاء الخفية وبعض المواد السامة التي تدخل الماء أو الغذاء أو الهواء ولا يمكن مشاهدتها أو التعرف المباشر إليها.

وفي جميع الحالات فالتلوث سواءً أكان كمياً أو كيفياً، مادياً أو معنوياً، ظاهراً أو خفياً مباشراً أم غير مباشر، فهو شكل من أشكال تغير البيئة وإفسادها، ينجم عنه نتائج وعواقب سلبية على البيئة ومكوناتها الجامدة والحية بشكل مباشر أو غير مباشر.

هذا بالنسبة لتعريف التلوث أما تعريف الملوثات فهي المواد الغازية أو السائلة أو الصلبة، أو البكتيرية أو غيرها، أو هي كل مادة تلحق الضرر بعناصر البيئة غير الحية (الهواء والماء والتربة وغيرها) وبالكائنات الحية بما فيها الإنسان.

هنا لا بدّ من الإشارة أيضاً إلى أن التلوث يمكن أن يكون محلياً (Local) وانتشاره محدداً ومعروفاً في منطقة معينة - مدينة كبيرة أو صغيرة أو منطقة صناعية أو نهر أو بحيرة أو غير ذلك - ولكن التلوث قد يكون واسع المدى وانتشاره وآثاره ذات طابع عالمي وكوني (Global) خصوصاً تلوث الهواء، ومن المعروف أن تلوث البيئة لا يقف عند الحدود السياسية للدول، ويوجد الكثير من العوامل والأسباب التي تجعل من التلوث البيئي مشكلة كونية عالمية ودولية.

٢ - ٢ - تلوث البيئة مشكلة عالمية:

يعد تلوث البيئة مشكلة عالمية لأسباب كثيرة منها:

١ - حركة الرياح والدورة الجوية العامة :

تنقل الرياح الملوثات إلى أماكن بعيدة داخل حدود الدول أو خارجها، وفي مختلف الاتجاهات وطبقات الجو بحسب خصائص الملوثات وكذلك خصائص الرياح والظروف الجوية المرافقة، والأمثلة على ذلك كثيرة، فعندما حدث انفجار مفاعل تشيرنوبل في ٢٦ /

٤ / ١٩٨٦م في اليوم الأول بعد الانفجار تم انطلاق المواد المشعة حتى ارتفاع نحو عشرة آلاف متر، وساعدت الظروف الجوية على انتقال هذه المواد إلى مختلف الاتجاهات، فتحرّكت المواد المشعة العالقة في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي وانسأقت باتجاه الغرب بخاصة باتجاه الدول الاسكندنافية، أما المواد العالقة في الطبقات الأعلى فقد تحرّكت باتجاه الشرق نحو الصين واليابان ووصلت إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وفي اليوم الثاني من الانفجار هبت كتلة الرياح باتجاه الشمال الغربي، وتعرضت كل من تشيكوسلوفاكية وألمانيا وبعد ذلك هولندا وبلجيكا وبريطانية للمواد المشعة، ثم في اليوم الثالث تبدل اتجاه الرياح نحو الجنوب وتعرضت كل من اليونان وتركيا وإيران للمواد المشعة من مفاعل تشرنوبل^{١٥}.

٢ - حركة المياه وجريان مياه الأنهار وروافدها ضمن الأحواض المائية المشتركة:

من المعروف أن الكثير من الأنهار في العالم تجري في أكثر من دولة، وأحياناً في عدة دول، وبعض هذه الدول تلقي في مياه الأنهار مخلفات مختلفة للصرف الصحي المنزلي والصناعي وربما مواد سامة مختلفة، وهذه المخلفات تنتقل من المصدر إلى دولة أخرى يمر بها أو يصل إليها النهر، والأمثلة على هذه الأنهار ونقلها للملوثات أكثر من أن تعد ونذكر منها أنهار: الفرات الذي ينبع من تركيا ويمر في سورية والعراق وينتهي في الخليج العربي، والنيل الذي تتشكل منابعه من البحيرات الاستوائية في أكثر من دولة خاصة تنزانيا ويعبر أوغندا والسودان من جنوبه إلى شماله ثم مصر ليصب في البحر المتوسط، ونهر الدانوب ينبع من سويسرا ويعبر دول النمسا وهنغاريا وصربيا وبلغاريا ورومانيا ويصب في البحر الأسود، وكذلك نهر الراين الذي ينبع من سويسرا ويمر في ألمانيا وفرنسا وهولندا ليصب في بحر الشمال. وبالتأكيد هذه الأنهار تحمل الكثير من الملوثات وتنقلها من بلد لآخر وتسبب أضراراً بيئية وصحية مختلفة.

^{١٥} . محمد محمود سليمان، ناظم أنيس عيسى: البيئة والتلوث، منشورات جامعة دمشق، ١٩٩٩ - ٢٠٠٠م، ص ٩٢.

٣ - حركة مياه البحار والمحيطات العالمية:

تتلقى مياه البحار والمحيطات ملوثات مختلفة من جميع الدول المطلة عليها، وأحياناً غير المطلة عليها من خلال الملوثات الجوية أو تلك التي تنقلها الأنهار وغير ذلك، ومن المعروف أن مياه البحار والمحيطات في حركة دائمة بتأثير الهواء والرياح وكثافة المياه وحركة الأرض وغير ذلك، وأثناء هذه الحركة فإن الأمواج والتيارات المائية تنقل الملوثات بشكل أو بآخر من بلد لبلد ومن مكان لآخر، في ذلك أنواع من الأسماك الضارة التي تنتقل إلى بيئات جديدة غير بيئاتها مثل سمكة البالون وسمكة الأسد وسمكة الشيطان النارية، وكذلك حال قنديل البحر (الميدوزا) وقد يكون له بعض الفوائد للبيئة البحرية إذ تشكل يرقاته غذاءً للأسماك وللسلاحف البحرية، ولكنه يسبب أضراراً ومخاطر صحية لمن يتعرض له أثناء السباحة أو على الشاطئ.

٤ - تصدير الملوثات:

يتم تصدير الكثير من الملوثات كمواد أولية أو مصنعة أو نفايات صناعية مختلفة بشكل علني أو سري وبأساليب وطرائق مختلفة، بما في ذلك تصدير النفايات والمخلفات الخطرة السامة والكيميائية والإشعاعية وغيرها، حيث كثيراً ما تعتمد الدول الصناعية والمتقدمة إلى تصدير مثل هذه النفايات إلى الدول النامية والفقيرة، ويساعدها على ذلك ضعف التشريعات والقوانين والجهل والفقر والفساد في تلك الدول، والأمثلة على ذلك كثيرة.

٥ - خصائص بعض الملوثات:

لكل نوع من الملوثات صفات وخصائص معينة، وبعض هذه الملوثات تنتقل عبر تصدير المواد الغذائية النباتية أو الحيوانية التي تحوي مواد مشعة أو معادن ثقيلة أو فيروسات أو مواد كيميائية معينة أو أي نوع من الملوثات، أو تنتقل من خلال الإنسان نفسه الذي ينقل هذه الملوثات أو آثارها عند الانتقال من بلد لآخر عبر الهجرة أو التحركات البشرية المعروفة، كما أن بعض الملوثات الغازية أو السائلة أو الصلبة تمتاز بزيادة

تركيزها مع الزمن أو بصفتها التراكمية، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون أو مبيد د. د. ت أو غيرها، لذلك عندما تلقى مثل هذه المواد في البيئة فإنها مع الزمن يزداد تركيزها وتراكمها وبالتالي احتمال أن تصبح ذات تأثيرات إقليمية وعالمية وليست محلية فقط.

٦ - نقص الخبرة وضعف التشريعات وضعف الإمكانيات المادية:

كثير من الدول النامية والفقيرة ترغب بحصول مواطنيها على أشكال من الرفاهية وتحسين مستوى المعيشة لهم، وتبرر ذلك بمبررات متنوعة منها أن المهم والملح حالياً تحسين حياة الناس وتأمين العمل والغذاء والدواء والحاجات لهم وأن حل المشكلات البيئية يأتي لاحقاً، فتقوم بإتباع أساليب صناعية وزراعية وخدمية وغيرها تسبب تلوث البيئة المحلية والعالمية، بسبب نقص الخبرة، وعدم الاستفادة من تجارب الدول السبابة في هذه المجالات، وأحياناً عدم رغبة هذه الدول الأخيرة بتقديم الخبرة والمساعدة لأسباب مختلفة، ولكنها قد تبيعها أو تصدر لها آلات صناعية قديمة أو غير فعالة تكنولوجياً، أو مواد صار يحظر استخدامها دولياً، مستغلة فقر هذه الدول وتخلفها وضعف التشريعات وغياب القوانين والجهل الذي تعاني منه في هذه المجالات على الأقل.

٧ - عدم فعالية طرق وأساليب التحكم بمصادر التلوث:

نظراً لعدم إمكانية توقيف أو منع بعض الصناعات لأسباب مختلفة كحاجة الإنسان للمنتج أو عدم وجود بديل أو زيادة تكلفة البديل يتم اللجوء إلى أساليب وإجراءات معينة من قبل الدول والمنشآت الصناعية من أجل تخفيف حجم أو تأثير الملوثات في البيئة، ومن هذه الأساليب زيادة ارتفاع مداخن المصانع، أو تركيب فلاتر ومصافي معينة، أو استبدال مواد أولية صناعية بأخرى، أو زيادة طول مجاري الصرف الصحي لإبعادها عن شواطئ البحار والمحيطات وضياف الأنهار والبحيرات، أو غير ذلك من الطرائق، ولكن هذه الإجراءات في كثير من الأحيان تكون غير فعالة أو أنها تسبب نقل الملوثات من مكان لآخر لجعلها إقليمية أو دولية بدلاً من أن تكون محلية فقط.

٢ - ٣ - مصادر تلوث وتغير البيئة:

إن مصادر تلوث البيئة كثيرة ومتنوعة ويتم تصنيفها بعدة أشكال وتصنيفات بحسب نوع الدراسة، حيث يصنفها البعض إلى:

- ملوثات ذات منشأ طبيعي لا دخل مباشر للإنسان بها ومنها البراكين والزلازل والتسونامي والحرائق والعواصف والسيول والفيضانات وانزلاقات التربة وغيرها من الكوارث الطبيعية.

- ملوثات ذات مصدر بشري مصطنع ناجمة عن نشاطات وأعمال الإنسان المختلفة بشكل مباشر وأحياناً غير مباشر ومنها مخلفات المنازل والصناعة والزراعة والأشعة واحتراق الوقود في مختلف المصادر وغير ذلك من أشكال التلوث. ويصنفها آخرون إلى:

١ - مصادر أو ملوثات انبعاثيه على شكل مواد منبعثة من المداخن مختلفة التركيب والتكوين وتشمل آلاف الأنواع الكيميائية والعضوية والمعدنية والغازية وغيرها.

٢ - مصادر أو ملوثات بارامترية (فيزيائية) مثل التلوث الضوضائي والإشعاعي والكهرومغناطيسي والحراري والضوئي الخ.

٣ - ملوثات وتغيرات ميكروبيولوجية و حيوية ناجمة عن نقل وانتقال كائنات حية من موطنها الأصلي إلى أماكن جديدة، أو القضاء على متطلبات حياتها، أو حدوث عمليات مثل التهجين والاستنساخ والصيد أو التأثير فيها بشكل أو آخر مما يؤدي إلى تخريب النظام البيئي.

٤ - تأثيرات أخرى مختلفة إيجابية أو سلبية مقصودة أو غير مقصودة تتعرض لها البيئة والوسط المحيط وتؤدي إلى تغيير شكل سطح الأرض (اللانداشافت)، كبناء الجسور وشق القنوات واستخراج الثروات الباطنية وحفر الأنفاق وتشديد المنشآت وغير ذلك مما يمكن تصنيفه مع تلوث البيئة وتدهورها.

يمكن التمييز بين نوعين من التأثير في البيئة سواءً أكان من مصادر وأسباب طبيعية أم من مصادر وأسباب بشرية وهما:

- النوع الأول مرتبط بتلوث البيئة من مصادر مختلفة صناعية وزراعية وغيرها أكثرها تأثيراً وخطورة ما يرتبط بحرق الوقود والنفايات الخطيرة.

- النوع الثاني مرتبط بتغير وتدهور البيئة مما يشتمل على استنزاف الموارد الطبيعية وتغيير شكل الأرض والتوسع العمراني ومتطلبات ومنجزات الأنشطة البشرية المختلفة. والشكل رقم (٣) يوضح هذه المصادر .

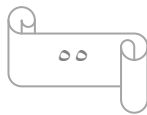
كما أنه يمكن تصنيف مصادر التلوث إلى نمطين رئيسيين هما:

أ - تلوث نقطي المصدر **Point Sources Pollution**: (وهو تلوث غير مستمر مثل مكب قمامة، أو قناة صرف صحي).

ب - تلوث لا نقطي المصدر **Non- Point Sources Pollution** (وهو التلوث المنتشر مثل تلوث الهواء أو التلوث بالمبيدات).

٢ - ٤ - مجالات تلوث البيئة:

مجالات تلوث البيئة متشعبة ومتنوعة جداً تصنّف إلى عدة مجالات تتركز بالدرجة الأولى في تلوث الأغلفة الجغرافية الغازية والحيوي والمائي والأرضي، وهذه الأغلفة ومكوناتها تتداخل وتتفاعل مع بعضها، والكثير من الملوثات تؤثر فيها جميعاً، كالتلوث الإشعاعي، والتلوث بالنفايات الصلبة والقمامة، والتلوث الفيزيائي (البارامتري) بأشكاله المختلفة (الضحيج - الكهرومغناطيسي - الحراري - الضوئي)، أضف إلى ذلك التلوث الإلكتروني، والتلوث البصري، والتلوث الغذائي، والتلوث الداخلي... وأشكال أخرى من التلوث سيتم الحديث عنها أو معظمها تبعاً.





الشكل (٣) يوضح مصادر تلوث وتغير البيئة.

٢ - ٥ - أهمية ومزايا تقويم الأثر البيئي:

حاز تقويم الأثر البيئي على اهتمام متزايد في الفترة الأخيرة لعدة أسباب منها زيادة الوعي البيئي وتطور التعليم البيئي، ولأن تقويم الأثر البيئي يساعد في وضع وتطبيق الخطط البيئية بشكل أفضل، ويساعد في تحقيق التنمية المستدامة المتكاملة (الاجتماعية والاقتصادية والإيكولوجية)، لأن دراسة وتقويم الأثر البيئي تساعد في معرفة الإيجابيات والسلبيات الناجمة عن التدخل في البيئة وعن الأنشطة البشرية المختلفة، وبالتالي معرفة مواطن الخلل لتجاوزها والاستفادة من الدروس والعبر لتلافي ثغراتها، بما يساعد في تحقيق الإدارة البيئية الصحيحة، وتنفيذ التخطيط البيئي السليم كتحديد مواقع المناطق الصناعية، واستعمالات الأراضي، والتوزيع المكاني لمختلف النشاطات البشرية بما يتناسب والظروف البيئية والبشرية وقدرة البيئة على تحمل ما يسمى الضغط أو العبء الإيكولوجي، وتقويم الأثر البيئي يشمل الكثير من النواحي التي تساعد في حماية البيئة وحمايتها مكوناتها على المدى القريب والمتوسط والبعيد الأمد.

ويمكن إجمال مزايا تقويم الأثر البيئي بالآتي^{١٦}:

١. تلافي التأثيرات البيئية السلبية للمشروعات والسياسات والأنشطة المستقبلية.
٢. تهيئة الفرصة أمام متخذ القرار لاستعراض التأثيرات البيئية للنشاط المقترح قبل البت فيه.
٣. تهيئة الفرصة لإنجاح المشروعات (اقتصادياً وبيئياً) عن طريق اقتراح سبل ووسائل فعالة للحد من التأثيرات البيئية السلبية.
٤. يساعد المنظمة على أن تكون ذات سمعة بيئية جيدة أمام جميع زبائنها.
٥. تهيئة الفرصة لمشاركة الجماهير والهيئات غير الحكومية في صنع قرار الموافقة أو عدم الموافقة على المشروعات المقترحة.
٦. تسهيل الحصول على الترخيص من السلطات المختصة.

^{١٦}. محمد ناصر، رعد حسن الصرن، إدارة البيئة، منشورات جامعة دمشق، ٢٠١١-٢٠١٢ م، ص ٣٩٤.

٧. يوفر على المشروع خسائر اقتصادية قد تكون محتملة مستقبلاً، وخاصةً إذا ما تقرر إغلاق المشروع لعدم توافقه بيئياً.

بالطبع يشارك في عملية التقييم أطرافٌ مختلفة وكل طرف له دور معين في ذلك ومن هذه الأطراف: القطاع الحكومي والخاص مثل الشركات والجامعات ومؤسسات الأبحاث... الخ، والوكالات الحكومية ذات الصلة، وكذلك المتأثرون بالمشروع من القطاع العام والخاص كالمنظمات غير الحكومية والمجتمعات المحلية وغيرها.

٢ - ٦ - آثار وعواقب تلوث البيئة:

من المهم معرفة العواقب الناتجة عن تلوث البيئة واستنزاف مواردها وقد أصبح هذا الأمر محور اهتمام الكثير من الدراسات والمنظمات التي تعنى بحماية البيئة ودراسة الأثر البيئي الناجم عن كل نشاط من الأنشطة التنموية المختلفة التي يقوم بها الإنسان في مجال الصناعة أو الزراعة أو الطاقة أو غيرها، وغالباً يتم الحديث في هذا المجال عن الآثار السلبية التي تسبب تغيراً في خصائص النظام البيئي الذي يتعرض لهذا التلوث، وفي الواقع فإن هذه الآثار كثيرة جداً وتشمل مجالات متنوعة تشمل النواحي البيئية الصرفة المتعلقة بالتوازن البيئي الطبيعي والحفاظ على الحياة، وتشمل التأثير على مختلف عناصر البيئة غير الحية كالمناخ والتربة والمياه، وكذلك عناصر البيئة الحية من نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة، وبالتأكيد تشمل كل ما يؤثر سلباً بسبب تلوث البيئة في حياة الإنسان وأوضاعه المادية والصحية والنفسية والمعيشية وغيرها، وسوف يتم الحديث عن هذه العواقب السلبية والأضرار البيئية في المكان المناسب في هذا الكتاب، ويمكن تصنيف النفقات والخسائر الناتجة عن التلوث البيئي كما يلي:

١ - خسائر اجتماعية واقتصادية ناجمة عن التلوث ومنها:

أ- خسائر ناتجة عن زيادة الأمراض والوفيات بسبب تلوث البيئة الذي يؤدي أو يسهم في الإصابة بالأمراض كزيادة أمراض السرطان والوفيات الناتجة عنه وغيره من الأمراض

البيئية، وهذا يسبب تراجع في قوة الدولة وإنهاكها وإنهاك مؤسساتها الطبية وقدرتها الإنتاجية.

ب- خسائر اقتصادية في المنشآت العمرانية التي تحتاج إلى توسيع وصيانة ومرافق لتلبية متطلبات حماية البيئة.

ت- خسائر في المحاصيل الزراعية التي تتعرض للتلوث أو للكوارث البيئية مما يسبب خسائر اقتصادية ومشكلات اجتماعية أقلها الفقر والهجرة واستنزاف الموارد الطبيعية بشكل أكبر بكثير مما يحتمل.

ث- خسائر تتعرض لها الموارد المائية العذبة والمالحة، السطحية والجوفية، بسبب التلوث البيئي من مختلف المصادر المنزلية والصناعية وغيرها، وأصبح واضحاً أن معظم الموارد المائية في العالم تتعرض لأشكال مختلفة من التلوث، وبعض المناطق والدول لا تحتمل أية مشكلات أو مستجدات سلبية في مجال المياه بسبب محدودية مواردها المائية وتزايد عدد السكان ومشكلات أخرى ذات صلة مادية وتقنية وغيرها.

ج- خسائر كبيرة يمكن أن تتعرض لها الموارد النباتية الطبيعية من مراعي وغابات وحراج، وبالتالي تتعرض لها الكائنات الحية التي تعيش عليها أو فيها أو تستفيد منها بسبب فقدانها الموئل البيئي الذي تحتاجه.

ح- الحاجة إلى المزيد من المنشآت الثقافية والمعاهد والمؤسسات ذات الصلة التي تعمل على زيادة الوعي والاهتمام بالمسائل الإيكولوجية والتعريف بخطورة تلوث البيئة.

٢ - نفقات الوقاية الموجهة لمنع حدوث تلوث البيئة:

وهذه النفقات كثيرة جداً وتشمل:

أ- نفقات الأبنية والإدارات المرتبطة بهذا الموضوع مثل الوزارات والهيئات والمديريات والمكاتب المختصة بموضوع البيئة ومعالجة المشكلات البيئية بشكل مباشر أو غير مباشر.

- ب- الرواتب التي يتقاضاها الموظفون والعاملون في مختلف مجالات البيئة لتخفيف ومعالجة الآثار الناتجة عن تلوثها.
- ت- النفقات المالية التي تخصص لعقد الندوات والمؤتمرات المخصصة لحماية البيئة، وهي بلا شك تحتاج إلى نفقات كبيرة وجهد بشري متميز لكي تحقق الغايات التي قامت من أجلها.
- ث- نفقات المعارض التقنية والفنية وغيرها، والتي تتم من أجل عرض تقنيات أو دعايات أو لوحات تسعى للتعريف بالبيئة ومشكلاتها وسبل حلها.
- ج- نفقات طباعة الكتب والنشرات والصحف والإعلانات التي تسعى لزيادة المعرفة البيئية والوعي البيئي، وهي بدورها تعد من أسباب تلوث وتدهور البيئة من خلال المواد الأولية اللازمة لإنتاجها.
- ح- نفقات وسائل الإعلان والإعلام، وهذه كثيرة ومتنوعة من أجهزة إعلام مرئية ومسموعة ومكتوبة، وتحتاج إلى جهد بشري ومخصصات مالية لا يستهان بها.

٣ - نفقات المعالجة الموجهة لمعالجة تلوث البيئة ومنها:

- أ- نفقات الخدمات الطبية وهذه ترتبط بأمور كثيرة جداً مثل تأمين المشافي والمراكز الصحية، والأطباء والعاملين فيها، والأدوية، والتغيب عن العمل وتدني الإنتاج والعدوى وغير ذلك.
- ب- ترميم وصيانة الأبنية التي تتعرض للتلوث وتحتاج إلى صيانة ونظافة وطلاء وغيره.
- ت- خسائر فنية وثقافية وأثرية، وهذه الخسائر لا تقدر بثمن في بعض الحالات حيث يتم تخريب ما بنته الأيدي البشرية عبر آلاف السنين، أو تخريب معلم أو رمز من رموز الحضارة الإنسانية، وتشمل هذه الخسائر المخطوطات والتحف الفنية في المتاحف والمعارض والمعابد.
- ث- تعويضات الدعم الحكومي بسبب انخفاض الإنتاج، وهذا الدعم يختلف من بلد لآخر ومن حالة لأخرى، ولكن الكثير من الدول تحتاج أو تضطر لتقديم الدعم

المادي أو الفني للمنتجين الزراعيين أو الصناعيين أو غيرهم ممن يتعرض لخسائر معينة ناتجة عن مشكلات إيكولوجية، وكذلك الحاجة إلى تقديم منتجات بديلة أو غير ذلك مما يكلف الدولة مبالغ إضافية غير مقررّة.

ج- نفقات تأمين المياه العذبة ومعالجة المياه الملوثة، وهذه النفقات مهمة وذات أثر كبير، وتتجلى في تأمين مخابر ومواد أولية وفنيين ومختصين لدراسة وتقييم وتحليل مصادر المياه العذبة، وحمايتها وحماية منابعها وخزاناتها، وتأمينها لمن يحتاجها في الريف والحضر، وأن تكون نظيفة وآمنة وإلا تكون العواقب وخيمة على مستوى صحة البيئة والإنسان.

ح- نفقات التشجير وإعادة التشجير في حال تعرضت الأشجار للمرض والموت، ناهيك عن ضرورة توفير الأحزمة الخضراء والحدائق والغابات وحمايتها من التعدي والتلوث والمرض وجميع التأثيرات السلبية الأخرى. والشكل (٤) عبارة عن مخطط تقريبي يوضح النفقات والخسائر الاقتصادية والاجتماعية الناتجة عن تلوث البيئة.



شكل (٤) يوضح النفقات والخسائر الناتجة عن تلوث البيئة

أسئلة للمناقشة:

- ١ - بيّن ماذا نقصد بتلوث البيئة ؟
- ٢ - عدد الأسباب التي تجعل من تلوث البيئة مشكلة عالمية ؟
- ٣ - وضع أهم مصادر تلوث وتغير البيئة، وارسم مخططاً يبين ذلك.
- ٤ - اشرح مجالات تلوث البيئة .
- ٥ - وضع أهمية ومزايا تقويم الأثر البيئي.
- ٦ - عدد نفقات الوقاية الموجهة لمنع حدوث تلوث البيئة.
- ٧ - بيّن ما هي نفقات المعالجة الموجهة لمعالجة تلوث البيئة.
- ٨ - وضع ما هي الخسائر الاجتماعية والاقتصادية الناجمة عن تلوث البيئة.
- ٩ - ارسم مخطط يوضح مختلف الخسائر البيئية الناتجة عن التلوث.

الفصل الثالث

تلوث وتغير الغلاف الحيوي (Biosphere)

- تعريف الغلاف الحيوي
- نشوء وتطور الغلاف الحيوي
- تغير الغلاف الحيوي
- مستقبل الغلاف الحيوي
- حماية الغلاف الحيوي.

الفصل الثالث

تلوث وتغير الغلاف الحيوي (Biosphere)

تمهيد:

الغلاف الحيوي البيوسفير هو الغلاف الجغرافي الوحيد الذي يوصف بالحيوي، إذ أنه حتى الآن لا يُعرف بوجود غلاف حيوي في كوكب آخر أو مجرة أخرى مع أن العلماء يبحثون عن ذلك ويتكهنون به باستمرار، إن هذا الغلاف الحيوي أو العضوي بما فيه من نباتات وحيوانات وبشر وكائنات دقيقة، يتعرض للتلوث والتغير، والكثير من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية والدقيقة انقرضت أو أنها مهددة بالانقراض، وذلك لأسباب كثيرة منها استخدام المبيدات والمواد الكيميائية، والصيد الجائر وغيره، ومما لاشك فيه أن انقراض الأنواع وتغير طبيعة حياتها سوف ينعكس سلباً على حياة البشر، ولا بدّ من العمل لحماية التنوع الحيوي والتوازن والاستقرار البيئي.

٣ - ١ - تعريف الغلاف الحيوي:

الغلاف الحيوي (البيو سفير) مفهوم مأخوذ من كلمتين يونانيتين هما (Bio) وتعني حيوي و (Sphaira) وتعني كرة أو غلاف. وقد وضع أولى الأفكار عن البيوسفير كغلاف حيوي، العالم ج. ب. لامارك عام ١٨٠٢ م، كان لامارك من الأوائل الذين اقترحوا نظرية تطور علم الأحياء، وهو مؤسس علم الأحافير (المستحاثات) اللافقارية. وهو علم يبحث في أشكال الحياة في العصور الجيولوجية السالفة كما تمثلها الأحافير أو المستحاثات الحيوانية اللافقارية. ♦

♦ - لامارك ، شيفالييه دو ١٧٤٤ - ١٨٢٩ م ، فرنسي متخصص في علم الأحياء والنبات، أصبح من الأوائل الذين اقترحوا نظرية تطور علم الأحياء ، وُلد لامارك في مدينة بازنزين في مقاطعة بيكاردية ، درس شيفالييه الكهنوت لمدة قصيرة ، وعمل ضابطاً في الجيش، وقد أثرت آراؤه في التطور على الفكر ، وقيل أنه كان أول عالم حاول التنبؤ بالطقس في ال ١٩ . وفي سنواته الأخيرة أصيب لامارك بالعمى التام، ولكنه استمر في عمله بمساعدة الآخرين.

وقد استنتج من دراسته للنبات أن المزروعات والحيوانات تعيّر أشكالها للتلاءم مع بيئتها، وأن هذه التغيّرات تنتقل إلى نسلها. هذا وقد ظهرت قبل ذلك الكثير من النظريات والأفكار التي وضعها العلماء لتفسير نشوء وتطور الحياة على سطح الأرض بدءاً من أفكار أرسطو وهيراقليس مروراً بالعالم لامارك، وداروين، وتمريرها، وميتشورين، وغيرهم. لكن أول من استخدم مفهوم البيوسفير علمياً، هو العالم النمساوي إ. سيوس E.Suess في العام ١٨٧٥ م، والذي اعتبره غلافاً حيوياً قليل السماكة، وأن سماكته تتحدد بشكل سطح الأرض.

ثم ظهرت بعد ذلك تعاريف ومعلومات كثيرة عن البيوسفير، وعن نشوئه وتطوره ومكوناته وعناصره، ومن أبرز الذين اهتموا بدراسة البيوسفير العالم الروسي فرنادسكي Vernadsky ١٨٦٣ - ١٩٤٥ م ♦ الذي درس البيوسفير بشكل مفصل، ووضع في ذلك مؤلفاً باسم البيوسفير، ويرى فرنادسكي أن الغلاف الحيوي (البيوسفير) يشمل أجزاء واسعة من الغلاف الغازي (الامتوسفير) تصل إلى ارتفاع ٢٥ كلم، ويشمل أجزاء من الغلاف الصخري (الليتوسفير)، وكامل الغلاف المائي (الهيدروسفير)، ويمتد نحو ٢ كلم تحت سطح الأرض بما في ذلك تحت أعماق البحار والمحيطات^{١٧}.

ويمكن اعتبار أبسط وأسهل تعريف: إنّ الغلاف الحيوي هو كل مكان أينما كان في الجو أو الماء أو تحت سطح الأرض يوجد فيه أي شكل من أشكال الحياة مهما كانت بسيطة ودقيقة.

♦ - فلاديمير ايفانوفيتش فيرنادسكي : ولد في ١٢ مارس ١٨٦٣ وتوفي في ٦ يناير ١٩٤٥ م ، وهو عالم معادن وكيميائي جيولوجي روسي وسوفيتي ، يعتبر أحد مؤسسي علم الجيوكيمياء ، كما عمل في أوكرانيا حيث أسس الأكاديمية الوطنية للعلوم الأوكرانية. ومن أهم أعماله التي لاقت شهرة كتابه *المجال الحيوي* الذي صدر عام ١٩٢٦ والذي روج بشكل غير مقصود للمصطلح الذي أطلقه إدوارد سيوس عام ١٨٨٥ الذي افترض أن الحياة هي القوة الجيولوجية التي تشكل الأرض، وكان له دوراً وتأثيراً في تطور علم البيئة، وهو أول من استخدم مصطلح Noosphere (النوسفير ، غلاف التفكير) .

¹⁷ - Prokhorov , A , M.Abachidzy , I ,V , Azimov , P, A and others , Biological Encyclopedia , Sovietky Encyclopadia Press , Moscow , 1986 . باللغة الروسية .

من خلال هذا التعريف يظن القارئ للوهلة الأولى باتساع الغلاف الحيوي جداً، ولكنه في واقع الأمر لا يشغل سوى حيزاً يسيراً جداً في الفراغ الكوني. بينما يشكل الكون نظاماً كونياً ليس له حدود أو نهاية في الزمان والمكان، كما أن عمر وحجم الكون خارج إدراك الإنسان العادي، وهذا النظام الكوني اللامتناهي يضم نحو مئة مليار مجرة، وفي كل مجرة نحو مئة مليار نجم، أي أنه يوجد في المجرات عشرة مليارات تريليون من النجوم^{١٨}.

هذا يقودنا إلى أهمية معرفة موقع ومكانة الأرض في الكون، فالأرض ليست مركز الكون كما كان يُعتقد قبل اكتشافات كوبرنيكوس، وليست سوى كوكب صغير من كواكب المجموعة الشمسية التي تنتمي إلى مجرة درب التبانة، وهي بدورها ليست وحيدة أو يتيمة بل تشكل نقطة في كون غني بمليارات المجرات، بل في الفترة الأخيرة ظهرت كتابات وأبحاث واستفسارات عن احتمال وجود حياة خارج كوكب الأرض، أو ربما خارج مجموعتنا الشمسية أو المجرة التي تنتمي إليها، إنها أسئلة كثيرة يضعها العلم بين أيدي العلماء ومن حق الجميع البحث عن إجابات عنها.

٣- ٢ - نشوء الغلاف الحيوي:

وضع العلماء الكثير من النظريات والأفكار لتفسير نشوء وتطور الحياة والغلاف الحيوي، ومن هؤلاء العلماء لامارك، وتشارلز ليل، وألفريد رسل والاس، وداروين، وميتشورين وغيرهم، وقبلهم ولدت أفكار مهمة عن ذلك من قبل بعض فلاسفة اليونان القدماء كأرسطو وغيره، وبحسب نظريات نشوء الكون بما في ذلك نشوء كواكب المجموعة الشمسية فإن كوكب الأرض ظهر منذ نحو ٤.٥ مليار سنة، ويعتقد من خلال ما قدمه علم الأحافير (Fossil)، أن بداية نشوء الحياة على هذا الكوكب حدثت بعد ذلك بنحو مليار سنة، أي منذ نحو ٣.٥ مليار سنة.

يعتقد أن الماء السائل لعب دوراً أساسياً في تنمة التطور الكوني، وحالياً فإن كوكب الأرض هو الكوكب الوحيد الذي يحوي ماءً سائلاً في مجموعتنا الشمسية (كما

^{١٨} كارل ساغان، الكون، عالم المعرفة، العدد ١٧٨، الكويت، تشرين الأول ١٩٩٣، ص ٢٣.

هو معروف حتى الآن) وقد لعب الماء السائل دوراً جوهرياً في ظهور التعقيد الكوني وظهور الحياة، كذلك لعب الكربون دوراً لا يقل أهمية عن ذلك، ومن المرجح أن تكون ظاهرة الحياة في الكون قائمة بشكل أساسي على وجود الماء والكربون.

لقد توقف لويس باستور[♣] عند فكرة أن الحي يولد تلقائياً من المادة، في حين نعرف اليوم أن الساكن يولد الحي تدريجياً عبر مليارات السنين، وكان تشارلز داروين هو الذي أدخل مفهوم الزمن الضروري لتطور الحياة، ثم كسر البيوكيميائي السوفييتي أوبارين[♣]، والإنكليزي هالدين[♥] الحلقة المفرغة بين المادة والحي عندما تحدثا عن الظروف البدئية على الأرض، وفي خمسينات القرن العشرين استعاد الفرنسي تيلار دو شاردن فكرة تطور المادة التي وضعها داروين وتحدث عن " ما قبل الحياة " وهي مرحلة انتقالية بين الجامد الحي، ولكن متى بعثت الحياة وكيف ؟ فلا بد أن بيئة مناسبة كانت ضرورية لتأمين المرحلة الانتقالية إلى الحياة العضوية^{١٩}.

إنّ الحديث عن نشوء وتطور الحياة معقد وطويل ومتشعب، وكانت المرحلة الحاسمة ظهور الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين ال (R N A) وتحوله إلى جزيئات الحمض الريبي النووي ال (D N A) حامل الشيفرة الوراثية للكائنات الحية على الأرض، وهذا التحول يعد الخطوة الأساسية في نشوء الحياة، وقد استغرق نشوء الحامض النووي نحو ألف مليون عام.

♣. لويس باستور (١٨٢٢ - ١٨٩٥) : كيميائي وبيولوجي فرنسي كشف دور الجراثيم في الإصابة بمختلف الأمراض .

♣. أوبارين ، الكسندر (١٨٩٤ - ١٩٨٠) عالم بيوكيميائي سوفييتي ، وله فرضية (نظرية أوبارين ١٩٢٩ م) في تكون الأرض وفي ظهور الحياة عليها (المؤلف) .

♥ . هالدين ، جون سكوت (١٨٦٠ - ١٩٣٦) عالم فيسيولوجيا بريطاني ، درس فيسيولوجيا التنفس والدم .

١٩ . موسى ديب الخوري ، قصة الكون والحياة والإنسان ، وزارة الثقافة ، الهيئة العامة السورية للكتاب ، كتاب شهري للناشئة العدد ١١ ، بدون تاريخ ص ٣٧ - ٦٤ بتصرف .

٣-٣ - تطور الغلاف الحيوي:

تحدثت الكثير من النظريات بما في ذلك نظرية العالم أوبارين عن الظروف البدئية للحياة على سطح الأرض، ففي البداية ومنذ نحو أربعة مليارات سنة، كان يوجد في الغلاف الجوي مزيج من الغازات منها الهيدروجين والميثان والأمونيا وبخار الماء وغاز الكربون وكان خالياً من الأكسجين، وكان الكربون يدخل في تفاعلات مع بخار الماء تحت تأثير الأشعة الشمسية والبرق والعواصف كانت الجزئيات تتكسر وتسقط على سطح الكوكب على شكل أكثر تعقيداً، وفي البحيرات الشاطئية أو الطينية أو المستنقعات تمت عملية بلمرة أو تحول لهذه الجزئيات إلى مركبات عضوية وحموض أمينية وهذا ما أكدته تجارب العالمان الأمريكيان يوري، وستانلي ميلر سنة ١٩٥٣ م، وبالنتيجة تكونت من الماء وغاز الكربون المواد العضوية التي تعد الأساس الأولي لوجود وتطور جميع أشكال الحياة^{٢٠}.

يمكن تصنيف مراحل أو أطوار ظهور الكائنات الحية إلى خمس مراحل تتوزع على خمسة أزمنة جيولوجية وكل زمن ينقسم إلى عدد من العصور والأدوار، وفي كل منها تميزت الحياة بخصائص معينة في ظهورها وتطورها وربما انقراضها وظهور كائنات أخرى في الغلاف الحيوي، وهذه المراحل نعرضها كما يلي:

١ - في خلال الدهر الأركي (ما قبل الكامبري أو البريكامبري) تكونت الحيشيات الغروية ثم الكيسيات البدائية، وسادت الأنواع وحيدة الخلية ثم الكائنات متعددة الخلايا، وكانت الكائنات الحية في البداية لا هوائية ولكن مع تكون الغلاف الجوي الذي يحوي بعض الغازات بما في ذلك الأكسجين، بدأ ظهور النباتات البرية وتكون المركبات العضوية الناتجة عن تحلل هذه النباتات، وكانت الكائنات البدائية بدون هيكل عظمي وكبيرة الحجم وبطيئة الحركة، ومما لا شك فيه أن بدء ظهور النباتات الخضراء وحدوث التركيب الضوئي

^{٢٠}. فياض سكيكر، محمد سليمان، ناظم عيسى: مقدمة في الثقافة البيئية، مطبعة الصفا، دمشق ١٩٩٧، ص ٦٤.

الذي يعتمد على وجود اليخضور، وبدء عملية التنفس التي تعتمد على خضاب الدم كان له أثر كبير في ظهور التنوع الحيوي وتطور الحياة.

٢ - في الحقب الجيولوجي الأول، الباليوزوي (Palaeozoic)، وخلال الدور الكامبري (Cambrian) ظهرت الكائنات من أنواع الجوفمعيويات والمفصليات والرخويات، وفيما بعد تزايدت هذه الكائنات كما ونوعاً، وظهرت الأسماك خاصة في العصر الديفوني الذي يسمى أحياناً عصر الأسماك، ثم ظهرت البرمائيات والحشرات البدائية غير الجنحة ثم النباتات الطحلبية وعاريات البذور ثم بدأ ظهور الزواحف العملاقة.

٣ - في الحقب الجيولوجي الثاني، الميزوزوي (Mesozoic): والذي يسمى أحياناً بزمن الزواحف، وفيه نمت الزواحف وتطورت، وظهرت أولى الديناصورات ثم سادت الأرض منذ نحو ٢٠٠ مليون سنة وكانت هذه الديناصورات متنوعة منها الكبيرة والصغيرة، ومنها العاشبية واللاحمة، والطائرة والراكضة أو القافزة، وكذلك البرية والمائية، وفيه أيضاً انتشرت الحشرات السامة وأسلاف الطيور وأولى أشكال الطيور الحالية وأولى الثدييات، وقد تعرضت الديناصورات للانقراض في أواخر هذا الحقب، في الدور الكريتاسي (أي منذ نحو ٦٥ مليون سنة)، ويعزى ذلك لأسباب مختلفة منها فرضية التصادم (سقوط النيازك على سطح الأرض).

٤ - في الحقب الجيولوجي الثالث الكاينوزوي (Cainozoic)، وهذه الفترة الزمنية تعد زمن الثدييات، وفيه انتشرت الثدييات والحيوانات الوحشية والحيوانات ذات الحوافر، وحدث تطور كبير للنباتات الزهرية والغابات ودخلت الثدييات مرحلة الذروة بظهور الرئيسات (Primates)، التي تعد أجداد القردة والسعادين^{٢١}. كما حدث تطور كبير

^{٢١} . محمد سليمان جغرافية البيئات ، منشورات جامعة دمشق ٢٠١٠ . ٢٠١١ ، ص ٢٣٦

نقلاً عن . Kolocov. o. Khominco . n . p , Environment Conservation , High School Press , Kiev 1986.

للنباتات الزهرية، وفي عصر الميوسين من الحقب الثالث (أي خلال النيوجين الأسفل) ظهرت الحشائش في مناطق واسعة كما انتشرت القروود في أفريقيا.

٥ - وفي نهاية الحقب الثالث (أي خلال الدور الرباعي الأسفل) (البلايوستوسين Pleistocene) الذي يرجع تاريخه إلى نحو ١,٥ مليون سنة ظهر الإنسان البدائي في المرحلة الأولى منه، ومنذ حوالي ١٠٠ ألف سنة ظهر الإنسان العاقل الحديث، وفي العصر الحديث الهولوسين (Holocene) ظهر الإنسان العاقل (Homo Sapiens)، ثم ظهر الإنسان العاقل العاقل (Homo Sapiens Sapiens) وولد المجتمع البشري الحالي. والجدول رقم (١)^{٢٢} والشكل رقم (٥) يبينان تطور الحياة منذ ما قبل الكامبري وحتى الوقت الحاضر .

^{٢٢} أحمد محمد محمد. مظهر بايرلي، الجيولوجيا الفيزيائية ١، منشورات جامعة تشرين، ٢٠٠٤ - ٢٠٠٥.

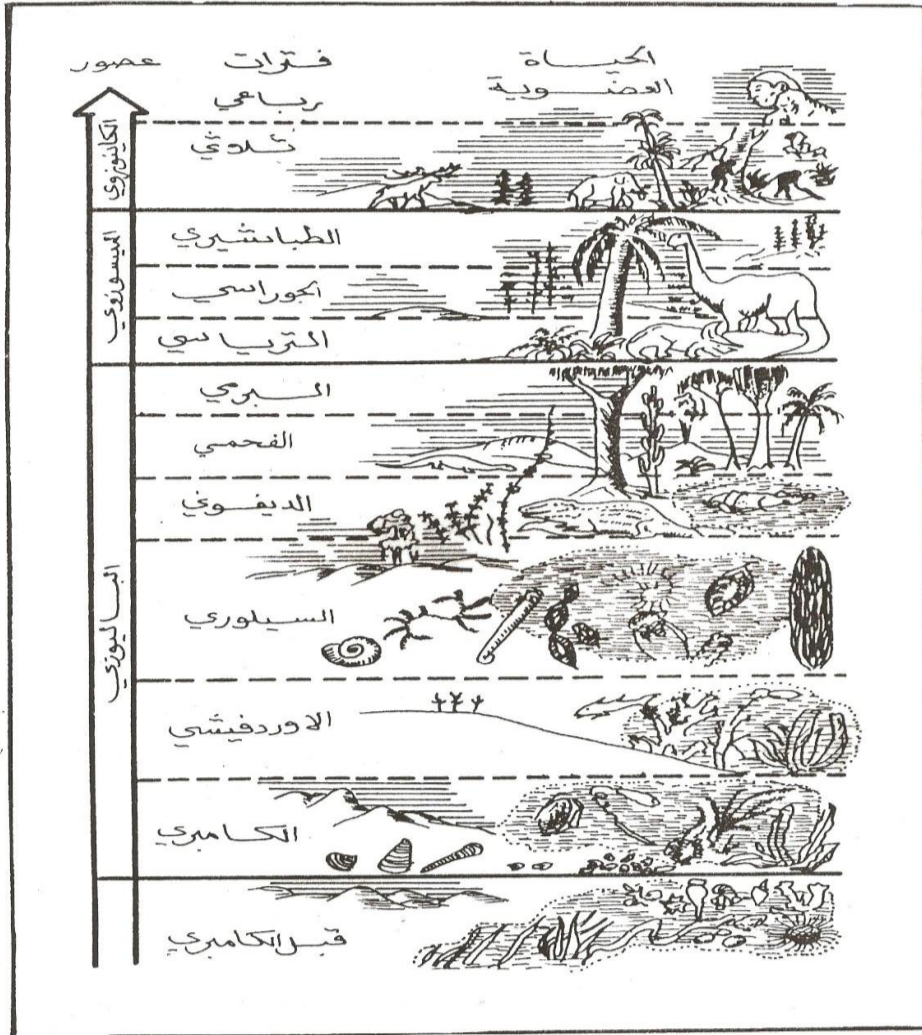
الجدول (١) يبين تطور الحياة منذ ما قبل الكامبري وحتى الوقت الحاضر (مليون سنة).

الدهر Eon	الحقب	الدور ورمزه	العصر ورمزه	العمر*	أهم أنواع الحياة					
دهر الحياة المعروفة (الفاتيروزويك) Phaterozoiek	حقب الحياة الحديثة أو الكينوزوي Cenozoieic	الرباعي (Q)	الهلوسين Q _{IV} البلايستوسين	١.٨	ظهور الإنسان في بداية هذا الدور، تطور العالمين النباتي والحيواني، وانتشار الثدييات والأسماك والطيور					
			الميوسين N ₁							
			البليوسين N ₂							
	الباليوجين (f)	الباليوسين P ₁ الأبوسين P ₂ الأوليغوسين P ₃	الزبدور، وظهور الثدييات مغلفات	٢٣ ١±٢٣	أسلاف الخنازير والقردة، أسلاف الخيول، وانتشار واسع للثدييات الأولية والتموليت					
						حقب الحياة المتوسطة أو الميزوزوي Mesozoic	الكريتاسي (k)	الأعلى k ₂	٦٥ ٥±١٣٠	ازدهرت الزواحف الأرضية والمائية وظهرت مغلفات البذور وانقرضت الأمونيات
								الأدنى k ₁		
	الجوارسي (J)	الأعلى J ₃ المتوسط J ₂ الأدنى J ₁	ازدهرت الزواحف الأرضية والمائية والطيور، حدث تطور كبير للأمونيات والبلمنيات	١٣٠ ٥±٢٠٤						

<p>بداية ظهور الديناصورات، تطور الصنوبريات والمرجانيات السداسية التي حلت محل المرجانيات الرباعية، ظهرت اليلمنيات من رأسيات الأرجل، ازدهرت الأسماك العظمية، ظهرت الثدييات الأولية</p>	<p>٢٠٤ ٢٠٤ ٢٤٨ ١٠٠±</p>	<p>الأعلى T₃</p>	<p>الترياسي (T)</p>	<p>حقب الحياة القديمة أو الميوزويك Paleozoic</p>
		<p>المتوسط T₂</p>		
		<p>الأدنى T₁</p>		
<p>ظهرت وتطورت الصنوبريات، تطورت الزواحف، وكذلك عضديات الأرجل</p>	<p>٢٤٥ ١٠٠±</p>	<p>الأعلى P₂</p>	<p>البرمي (P)</p>	
		<p>الأدنى P₁</p>		
<p>ازدهرت المرجانيات الرباعية، ازدهار وانتشار النباتات القديمة التي تنمو في المستنقعات، تطور الضفادع البرمائية، ظهور الحشرات، تطور عضديات الأرجل والمنخريات وشوكيات الجلد</p>	<p>٢٩٠ ١٠٠±</p>	<p>الأعلى C₃</p>	<p>الكربوني (C)</p>	
		<p>المتوسط C₂</p>		
		<p>الأدنى C₁</p>		
<p>سيطرت خفيات الألقاح الوعائية، ظهور أوائل السرخس، ازدهار الأسماك المدرعة، تطور عضديات الأرجل والمرجانيات</p>	<p>٣٦٠ ١٠٠±</p>	<p>الأعلى D₃</p>	<p>الديفوني (D)</p>	
		<p>المتوسط D₂</p>		
		<p>الأدنى D₁</p>		
<p>تطورت خفيات الألقاح الوعائية التي سكنت اليابسة لأول مرة، وازدهرت فيه بعض أنواع ثلاثيات الفصوص وشوكيات الجلد وظهرت الأسماك ...</p>	<p>٤٠٠ ٧١٤ ١٠٠±</p>	<p>الأعلى S₂</p>	<p>السليوري (S)</p>	

		الأدنى S_1			
ظهرت مجموعة جديدة من اللافقاريات من ثلاثيات الفصوص ورأسيات الأرجل، وعضديات الأرجل، الطحالب، الغرابتوليتات، الأسماك المدرعة	٤١٨ ٢٠±٤٩٥	الأعلى O_3	الأوردوفيسي (O)		
		المتوسط O_2			
		الأدنى O_1			
تطورت الأشنيات والجراثيم، ظهرت النباتات البدائية (خفيات الألقاح الوعائية)، ظهور ثلاثيات الفصوص وبعض الاسفنجيات	٤٩٥ ١٠±٥٧٠	الأعلى ϵ_3	الكامبري (E)		
		المتوسط ϵ_2			
		الأدنى ϵ_1			
أشنيات وجراثيم، بقايا العضويات اللافقارية سيئة الحفظ	٥٧٠ ١٠٠±٢٦٠٠			حقب الحياة الأولى Proterozoic	دهر الحياة الخفية Cryptozoic استمر حوالي 4 مليار سنة
آثار لأشكال عضوية أولية	٢٦٠٠ ١٠٠±٤٥٠٠			حقب فجر الحياة Archeozoic	

*- يقدر العمر بمليون سنة ** - على الخرائط الجيولوجية



الشكل (٥) يوضح تطور الحياة^{٢٣}

٣ - ٤ - الغلاف الحيوي المعاصر:

يقدر عدد الأنواع الحية التي ظهرت خلال التاريخ الطبيعي للأرض ما بين ٥٠٠ مليون إلى مليار نوعاً، أما عدد الأنواع المعاصرة فيصل إلى ١٠٠ مليون نوعاً من مختلف الكائنات الحية النباتية والحيوانية والدقيقة، ولكن المعروف والمدروس من هذه الأنواع أقل

^{٢٣}. محمد سليمان، جغرافية البيئات، مرجع سابق، ص ٢٣٨.

من ذلك بكثير ولا يتجاوز عدة ملايين فقط، وفي ٦٠٠ مليون سنة الأخيرة، تغيرت أشكال الحياة على الأرض عدة مرات، وتدل دراسات علم المستحاثات (الأحافير Fossil) أنّ آخر انقراض جماعي للكائنات الحية البحرية حدث منذ نحو ١٤ مليون سنة. ولكن في هذا العصر الحالي فإن الكرة الأرضية تقع من جديد على حافة انقراض جماعية واسعة المدى (كونية)، ولكنها هذه المرة ناجمة عن نشاطات الإنسان وتأثيراته المختلفة^{٢٤}.

فمع بدايات القرن التاسع عشر انقرضت من على وجه الأرض أكبر الحيوانات الثديية وهي أبقار ستلر، والكثير من الأحياء مهددة بالانقراض ومنها الكركدن (وحيد القرن) الذي بلغ سعر الكيلو غرام من قرونها نحو ٢٥ ألف دولار، ولذلك تم اصطياده بشكل جائر من أجل بيع قرونها وانخفضت أعداد الكركدن في أفريقيا من ١٠٠ ألف إلى ٢٠٠ فقط في الفترة من ١٩٦٠ - ٢٠٠٠م، ومن الأحياء المهددة بالانقراض أيضاً النسر الأمريكي (المسمى نسر كاليفورنيا أو الكندور)، وكذلك الإوز الجبلي في هاواي، وشاهين جزيرة موريس، وحيوان الباندا الجميل الذي يعيش في غابات أشجار الخيزران وغيره^{٢٥}.

مما لا شك فيه أن هذا الوضع يشكل خطراً على مستقبل الجنس البشري نفسه، لأن الانقراض هذه المرة إن حدث لا سمح الله، فسوف يطال الإنسان قبل غيره من الكائنات الحية، خاصة أن الإنسان استطاع في الفترة الأخيرة تغيير الوسط الحيوي، والتأثير على تنوعه الذي تكون خلال ملايين السنين.

يقدر أن الإنسان قضى على نحو ٦٠ ألف نوع من النباتات، و٦ آلاف نوع من الحيوانات، وتسبب في انقراض الكثير من الكائنات الحية الدقيقة، وتقليص مساحة

^{٢٤} . مجلة البيئة والتنمية ، المجلد الثالث ، العدد ١٤ ، بيروت ١٩٩٨ ، ص ٣٠ .

^{٢٥} . ديفيد بورني . تعرف على علم البيئة، ترجمة هاني حداد : وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق ٢٠٠٧ م ، ص ١٥٦ .

الغابات إلى النصف وبحسب معطيات المنظمة العالمية لحماية البيئة (اليونيب UNEP)، فإن الانقراض يهدد الآن نحو ألف نوع من الطيور والحيوانات، ونحو ٢٥ ألف نوع من النباتات^{٢٦}.

بالطبع فإن الانقراض أو التهديد بالانقراض الذي تتعرض له الكائنات الحية البرية والمائية، يشمل مناطق واسعة من العالم، بما في ذلك العالم العربي الذي يعاني من تراجع الذخر الجيني، وتناقص الأنواع النباتية والحيوانية، ومراجعة متأنية للدراسات التاريخية والأثرية، نجد أن العالم العربي كان في الماضي القريب أكثر غنى بالتنوع الحيوي، النباتي والحيواني، وقد تعرضت الكثير من النبات والحيوانات والطيور للانقراض أو هي مهددة بالانقراض، وهذا سينعكس سلباً على حياة الإنسان هنا، وإمكانية حصوله في المستقبل على حاجاته من الثروة الغذائية والدوائية والصحية والجمالية^{٢٧}.

من أشكال التأثير في الغلاف الحيوي تلك الحرائق التي تتعرض لها الغابات والمراعي وغيرها، والحرائق تكون بفعل بشري مقصودة أو غير مقصودة، وقد تحدث لأسباب طبيعية ويمكن أن يزيد تغير المناخ من إمكانية تعرض بعض الغابات والأراضي الحدية للحرائق. تنشأ هذه الحرائق عندما ترتفع درجة الحرارة وينخفض محتوى التربة من الرطوبة، وبشكل رئيسي تحدث معظم حرائق الغابات عند سيادة المحل وموجات الحر والرطوبة الجوية المنخفضة، والرياح العالية السرعة خاصة في أقاليم الغابات الحارة في أستراليا والولايات المتحدة الأمريكية، وقد تعرضت غابات الكثير من الدول لحرائق متنوعة مختلفة الشدة، ومن هذه الدول إندونيسيا وفيتنام والصين واليابان وروسيا والبرتغال ويوغسلافيا اليونان، وتعد الحرائق من الكوارث الخطيرة لما تخلفه من دمار بالمنشآت وخسائر بالغة في الأرواح والممتلكات وفي النظام البيئي ككل.

²⁶ - Edward Wolv, Avoid mass extinction of species ,Word Stat , Moscow, Progress, 1989 , P . 277

^{٢٧} . محمد محمود سليمان، تاريخ نشأة وتطور الغلاف الحيوي، مجلة دراسات تاريخية، جامعة دمشق،

العددان (٧٣ - ٧٤) آذار، حزيران، ٢٠٠١ م، ص ١٦٠١٣ .

٣ - ٥ - الانتقال من الغلاف الحيوي إلى الغلاف العقلي:

أصبح الغلاف الحيوي في الفترة الأخيرة يختلف عما كان عليه في العصور السابقة، بسبب تدخل الإنسان وتأثيره فيه، ويعتقد أن دور الإنسان كعامل تأثير وتغيير فاق في الفترة الأخيرة، دور مختلف الكائنات الحية الأخرى، واتسعت مساحة هذا التأثير عالمياً، بحيث لم تسلم أي منطقة في العالم، برية أم بحرية، من هذا التأثير سواءً أكان شديداً أم بسيطاً، لدرجة أنّ بعضهم استخدم مصطلح البيوسفير التقني، للتعبير عن الغلاف الحيوي في عهد الثورة التقنية العلمية.

وبحسب كاشيلوف، فإن ظهور الإنسان على سطح الأرض يعني خطوة كبيرة في تطورها، وقد أدت نشاطاته المختلفة إلى تسريع جميع عمليات التطور، وتزايدت حدة هذا التسارع مع تطور قوى الإنتاج، وتسليح البشرية بوسائل تقنية جديدة، أضف إلى ذلك تأثيرات الإنسان وأعماله غير المنظمة وغير الموجهة، والتي حملت معها خطراً كبيراً من الصعوبة بمكان تقدير عواقبه، ونتيجة لكل ذلك فمن المحتمل أن يأتي وقت من الأوقات يكون تطور كوكب الأرض ومعه المجتمع البشري موجهاً من قبل العقل^{٢٨}.

وبحسب فيرنادسكي فإن مضمون مفهوم علم البيئة (الإيكولوجيا) سوف يأخذ أبعاد جديدة بما فيها المفهوم الأساسي للمصطلح اليوناني الذي استخدمه ارنت هايدل من oikos بمعنى المسكن و Logos بمعنى علم، بمعنى علم البيت أو المنزل ودور الإنسان في ذلك والذي تحدده عدة أمور منها:

الأمر الأول: أنه يتوجب على البشر معرفة قوانين تطور البيوسفير والأسباب المحتملة لتدهوره وربما تعرضه لكوارث، ومعرفة ما هو المسموح لهم في ذلك، وأين يقع هذا الحد الذي يتوجب على البشر الوقوف عنده وعدم تجاوزه، وهذا يتطلب صياغة استراتيجية واضحة للعلاقة المتبادلة بين الطبيعة والإنسان تكون منسجمة ولا تسبب تعطيل تطور البيوسفير.

٢٨ - Kachilov .M . M ; Development Of Biosphere , Moscow , 1984 . . باللغة الروسية

الأمر الثاني: يكمن في أهمية وضرورة ترسيخ نظام اجتماعي عقلاني قادر على تحقيق لأمر الأول وهذا ينتمي إلى المجال العقلي الإنساني وتطبيقه يحتاج إلى جهود استثنائية من قبل المجتمع.

انطلاقاً من هذا الفهم فإنه يتوجب على الإنسان أن يصمم ويكون وسطاً تقنياً جديداً في المستقبل، ويجب النظر إلى نشاط الإنسان كجزء متكامل في الوسط الحيوي، والنظر إلى التقانة على أنها ليست شيئاً غريباً عن الوسط الحيوي، لكنها مرحلة جديدة من مراحل تطوره²⁹.

إن توجيه تطور الغلاف الحيوي لكوكب الأرض بما فيه الإنسان، هو ما أطلق عليه بعض العلماء، مصطلح الوسط العقلي، أو غلاف التفكير (Noosphere)، ومنهم العالم الفرنسي تيلار دي شاردن، والعالم الروسي فيرنادسكي الذي قال إنّ البيئة الحيوية (البيوسفير) ليست حية فقط بل عاقلة أيضاً.³⁰

وقد رأى فيرنادسكي في بدايات القرن العشرين أنّ البشرية أصبحت قوة بيولوجية فاعلة في تشكيل كوكب الأرض، وإنّه سيأتي وقت يتوجب فيه على البشر أن يأخذوا على عاتقهم مسؤولية التطور اللاحق للطبيعة والإنسان على حدّ سواء، وهذا ما أطلق عليه مفهوم النوسفير، بالتالي، وفقاً لـ فيرنادسكي، النوسفير هو تلك الحالة للبيوسفير التي يأخذ فيها الإنسان على عاتقه المسؤولية عن تطور البيوسفير وليس تطور المجتمع فقط، وأنّ النوسفير ليس سوى حالة معيّنة للبيوسفير يكون للإنسان الدور الموجه فيها.

إنّ فكرة التطور الطبيعي التي جاء بها فيرنادسكي (١٨٦٣-١٩٤٥) تفترض تقسيم المكونات الطبيعية في الكون إلى ثلاثة أقسام وهي:

١. مكونات غير حية مثل الجمادات والمواد الكيماوية والجيولوجية (الليتوسفير).

²⁹ - Astatin. L. P., Blacosklonov. K. N., Nature Conservation, Kolose Press, Moscow, 1984, p. 32. باللغة الروسية.

³⁰ - Mosiiv. N. N, Human Ecology is Eyes Of Mathematics, Efreka Cycle, Moscow, 1988. باللغة الروسية.

٢. المكونات الحية وتشمل كافة الكائنات العضوية من نباتات وحيوانات وبكتيريا وغيرها من الكائنات الموجودة في (البيوسفير).

٣. القسم الثالث ويشمل المرتبة الأعلى فوق هاتين المرتبتين هي (النوسفير) وكلمة النوسفير مأخوذة من كلمة نووس Noos اليونانية وتعني الإدراك الانساني، أي المجال العقلي وفيه يوجد الإنسان المفكر القادر على اكتشاف قوانين الكون واستيعابها ونقلها إلى الآخرين وتحويلها إلى فعل ووسائل وتقنيات تساعد في تغيير طريقة حياته وتغيير البيئة والوسط المحيط به.

هذا يعني أن تطور الغلاف الحيوي يجب أن يخضع للإدارة والتوجيه من قبل عقل الإنسان، من أجل تحسين ظروف هذا الغلاف وإعادة تكوينه، كما أن غلاف التفكير أو الوسط العقلي هذا ليس خارج الوسط الحيوي أو فوقه، ولكنه مرحلة طبيعية من مراحل تطوره، وينتج من هذه الفكرة أن عملية التغيير في الكون وفي غلاف الكرة الأرضية مرت عبر ملايين السنين بعملية تطور موجهة نحو المزيد من التركيز والمزيد من التعقيد.

لأن الفكر الإنساني والإبداع العلمي جزء من عملية التغيير الجيولوجي لكوكب الأرض، هذه الفكرة التي طرحها بشكل علمي دقيق لأول مرة العالم الروسي فيرنادسكي في النصف الأول من القرن العشرين، وأكد على مشاركة مختلف العلوم في تحليل ما سمي بالدور الجيولوجي للإنسان وأن الإنسان ليس مجرد نوع بيولوجي صرف وإنما يمكن اعتباره بمثابة قوة جيولوجية، أو يوازي القوى الجيولوجية المؤثرة في تكوين وتطور الغلاف الحيوي عن طريق العقل والتفكير.

أما دي شاردن فلقد تصور في كتابه (إعجاز الإنسان) بأن النوسفير هو نظام مغلق وكل عنصر فيه " بشكل منفصل " يرى ويشعر ويتمنى ويتألم مثل الجميع ومعهم في نفس الوقت ^{٣١}.

^{٣١} . إبراهيم نحال ، الأنظمة البيئية وعلاقتها بحياة الإنسان ، مجلة العلوم والتكنولوجيا ، العدد الثالث ، معهد الإنماء

العربي ، بيروت ، ١٩٨٤ م ، ص ٣١ .

إنّ الحديث عن النوسفير أو غلاف التفكير، بهذه البساطة لا يعني أنه مكان محدد، أو جزء من مكان محدد، ولكنه يعني الحديث عن عصر كامل هو عصر النوسفير، الذي يعني بأن تطور كوكب الأرض يجب أن يتم بتوجيه من العقل، العقل الذي وهبه الله سبحانه وتعالى للإنسان، خليفته في الأرض الذي ارتضى حمل الأمانة الثقيلة والصعبة التي أبت الجبال حملها.

وهكذا يتسع مفهوم النوسفير ويزداد عمقاً ليشمل مجموعة من المشكلات التي يجب إيجاد الحلول لها، من أجل تحقيق إمكانية التطور الموجه بشكل عقلائي للغلاف الحيوي، والعقل في عصر النوسفير تقع على عاتقه مسؤولية تطور البشرية المقبل، وصيانة وحماية تراثها وحضارتها، وتحديد أهداف هذا التطور والكيفية التي يجب أن يكون عليها، كما أن دخول البشرية في هذا العصر يعني أن تطور الحياة على سطح الأرض قد دخل مرحلة جديدة، أو مسار تاريخي جديد، خط سيره المقبل يجب أن يؤمن الانسجام والتطور المشترك للإنسان والوسط الحيوي الذي يعيش فيه.

ويرى الكثيرون أن الإنسان لازل قادراً على تجاوز الكارثة، أو اللعنة الأبدية كما توصف أحياناً، أو بتعبير آخر فإن الإنسان والبشرية لا زالوا قادرين على تجاوز الحدود التي يبدأ معها طريق لا رجعة عنه، لأنه خارج هذه الحدود يدخل الوسط الحيوي حالة جديدة ليس من السهل التكهن بنتائجها، ولا يستثنى من ذلك احتمال أن يصبح الوسط الحيوي مكاناً لا وجود للإنسان فيه.

يمكن القول في هذا الإطار: بأن الطبيعة وعناصرها المختلفة كانت وستبقى، نسيجاً من التناقضات، وكان الإنسان يتدخل وسيبقى يتدخل في الوسط المحيط به، كي يطويعه لمصلحته الخاصة، كما أن إيجاد علاقة متبادلة ومنسجمة بين الإنسان والطبيعة، والمحافظة على هذه العلاقة بشكل يضمن التطور المشترك للغلاف الحيوي والمجتمع البشري كجزء لا يتجزأ منه، هو الهدف الرئيس لكافة العلوم، خاصة أنه يمكن للغلاف الحيوي

الاستمرار بدون الإنسان، ولكن الإنسان لا يمكنه العيش والتطور خارج أو بدون الغلاف الحيوي.

من كل هذا يبدو واضحاً، لماذا يجب على البشرية أن تكون قادرة الآن وقبل فوات الأوان، على تدارك نتائج أعمالها، وتقدير الحالة التي وصل إليها الغلاف الحيوي، ووقف أو فرملة الأعمال والتأثيرات الخطيرة التي من شأنها عزل إمكانية التطور المقبل للحضارة البشرية وتجميد أو إنهاء هذا التطور.

٣ - ٦ - حماية الغلاف الحيوي:

من المهم جداً العمل بكل السبل من أجل حماية الغلاف الحيوي، نظراً لأهميته ودوره في الحياة بشكل عام، هذه الأهمية النابعة من أهمية مكوناته وعناصره، فالغطاء النباتي والحيواني وكل كائن حي له دور مميز في تطور الحياة واستمرارها، في عملية التركيب الضوئي، في بناء التربة، في امتصاص بعض الملوثات، في الدورات الطبيعية، والسلاسل الغذائية، وغير ذلك من الفوائد. والإجراءات التي يمكن القيام بها لحماية البيوسفير كثيرة، ويمكن تفصيلها وتصنيفها لكل عنصر من عناصر البيوسفير كالهواء وحمايته من مختلف أشكال ومصادر التلوث، والماء وحمايته من التلوث بمختلف أشكاله، وترشيد استغلاله وعدم استنزاف مصادره، والتربة وصيانتها من التلوث والتعرية والتصحر واستخدامها بشكل علمي سليم، والغطاء النباتي والمحافظة على تنوعه وحماية المراعي من الرعي الجائر، والغابات من القطع والحرق والتلوث، والعالم الحيواني من الصيد والأمراض والأوبئة، وغير ذلك من الأمور التي سنشرحها في فصل آخر من هذا الكتاب.

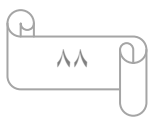
أسئلة للمناقشة:

- س ١ - عرّف الغلاف الحيوي (البيوسفير Biosphere).
- س ٢ - بيّن أهم الأفكار عن نشوء الغلاف الحيوي.
- س ٣ - اشرح أهم معالم تطور الغلاف الحيوي.
- س ٤ - تحدث عن واقع الغلاف الحيوي المعاصر والمخاطر التي تهدده.
- س ٥ - عرّف غلاف التفكير (النوسفير Noosphere).
- س ٦ - اشرح ماذا يعني الانتقال من الغلاف الحيوي (Biosphere) إلى الغلاف العقلي غلاف التفكير (Noosphere) وأهمية ذلك.
- س ٧ - اشرح أهمية حماية الغلاف الحيوي.

الفصل الرابع

الغلاف الجوي (Atmosphere)

- تعريف الغلاف الجوي.
- تركيب وبنية الغلاف الجوي.
- مكونات الهواء العليل (النظيف).
- الأوزون الجوي (تعريفه وميزاته وفوائده).
- الأيونات (تعريفها - فوائدها - تأثيراتها).
- أهم الغازات والملوثات في الغلاف الجوي .



الفصل الرابع

الغلاف الجوي (Atmosphere)

٤ - ١ - تعريف الغلاف الجوي (Atmosphere):

الغلاف الجوي: هو غلاف غازي يحيط بالكرة الأرضية إحاطة تامة من جميع الجهات، ويمتد إلى ارتفاعات غير محددة بدقة وتصل إلى ألف كيلومتر فوق سطح الأرض تقريباً، ومصطلح الغلاف الجوي (Atmosphere) مأخوذ من كلمتين يونانيتين هما Atmos وتعني هواء sphaera وتعني كرة أو غلاف، وتتناقص كثافة الغلاف الجوي كلما زاد الارتفاع بسبب تناقص الغازات الثقيلة والملوثات، ويتميز في الطبقات العليا بالتخلخل، وللغلاف الجوي أهمية كبيرة بالنسبة للبيئة وحياة مختلف الكائنات الحية.

٤ - ٢ - تركيب الغلاف الجوي:

يتركب الغلاف الجوي من خليط من الغازات المتنوعة، مثل النيتروجين والأكسجين والأرغون وثاني وأول أكسيد الكربون وبخار الماء، والنيون والميتان والأوزون، وعدد كبير من الغازات والجزئيات الأخرى، (الجدول ٢).

الجدول (٢) أهم الغازات الموجودة في الغلاف الجوي.

تسلسل	اسم الغاز	الرمز	الوزن الذري	النسبة المئوية %
١	النيتروجين	N ₂	٢٨.٠٢	٧٨.٠
٢	الأكسجين	O ₂	٣٢.٠	٢٠.٠٩
٣	الأرغون	Ar	٣٩.٨٨	٠.٩
٤	ثاني أكسيد الكربون	CO ₂	٤٤.٠	٠.٠٣
٥	النيون	Ne	٢٠.١٨	٠.٠٠١٨
٦	الهليوم	He	٤.٠	٠.٠٠٠٥
٧	الهيدروجين	H ₂	٢.٠٢	٠.٠٠٠٠٥
٨	الأوزون	O ₃	٤٨.٠	٠.٠٠٠٠٦

حيث يظهر من الجدول رقم (٢) أنّ أربعة فقط من الغازات الموجودة في الغلاف الجوي تشكل ما نسبته ٩٩ ٪ من حجم الهواء الجوي، بينما جميع الغازات الأخرى تشكل أقل من واحد ٪، وتسمى بالغازات النادرة .

٤ - ٣ - بنية الغلاف الجوي :

يقسم الغلاف الغازي بحسب بنيته العمودية، الممتد من سطح الأرض وحتى ارتفاع نحو ١٠٠٠ كيلو متر إلى عدد من الطبقات الرئيسية، وعدد من الطبقات الثانوية التي تفصل بينها، ولكل طبقة من هذه الطبقات الرئيسية أو الثانوية، خصائص وميزات سواء من حيث الارتفاع أو درجة الحرارة أو الضغط أو الغازات الموجودة فيها الخ، وأهم هذه الطبقات وخصائصها هي:

(١) - طبقة التروبوسفير (Troposphere):

أهم ميزات هذه الطبقة ما يلي:

- أ- تشكل الجزء الأسفل من الغلاف الجوي، وارتفاعها الوسطي ١٠ - ١٢ كلم.
- ب- تحدث فيها مختلف ظواهر الطقس (النوء)، لذلك تسمى أحيانا بالطبقة النوئية.
- ت- تحوي نحو ٨٠ ٪ من كتلة الجو العامة.
- ث- تنخفض درجات الحرارة فيها مع الارتفاع بمعدل ٦م / كلم، لتصبح ٦٠ تحت الصفر عند سقفها العلوي تقريباً.
- ج- يوجد فيها معظم بخار الماء، وتشكل فيها مختلف أنواع السحب.

(٢) - طبقة الستراتوسفير (Stratosphere):

أهم ميزات هذه الطبقة ما يلي:

- أ- تلي طبقة التروبوسفير في الارتفاع، وترتفع من ٤٠ - ٥٠ كلم عن سطح الأرض.
- ب- يوجد فيها التركيز الأعظمي لغاز الأوزون O_3 ، على ارتفاع نحو ٢٥ كلم.
- ت- درجة الحرارة فيها ثابتة تقريبا وتزداد مع الارتفاع لتبلغ صفر م، عند سقفها العلوي.

(٣) - طبقة الميزوسفير (Mesosphere):

تسمى أحيانا بالطبقة الوسطى، وأهم ميزاتها ما يلي:

- أ- أقصى ارتفاع لها ٧٠ - ٨٠ كلم فوق سطح الأرض.
- ب- فيها تبدأ عملية تأين الهواء، بسبب النشاط الإشعاعي الكوني والأرضي وتتكون أيونات مختلفة ذات شحنات موجبة أو سالبة.
- ت- فيها تحدث ظاهرة الشفق القطبي أو الهالة القطبية Northern Light.
- ث- تتناقص درجات الحرارة مع الارتفاع بشكل كبير لتبلغ عند سقفها العلوي ٩٠ م، تحت الصفر، وهي أقل درجة حرارة معروفة في الغلاف الجوي، ويعتقد أن ذلك بسبب عدم وجود غاز الأوزون، وغياب دوره.
- ج- لها دور مهم في حماية سطح الأرض من الأشعة الكونية الضارة.

٤ - طبقة الترموسفير (Thermosphere طبقة التأين والأثير):

أهم ميزات هذه الطبقة ما يلي:

- أ- هنا تحدث عملية تأين الهواء بشكل كامل، خاصة على ارتفاع بين ١٠٠ - ٣٠٠ كلم، وتحدث عملية التأين بسبب ارتطام الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية بجزيئات الهواء عند هذا الارتفاع.
- ب- لها دور مهم في رد موجات الراديو إلى الأرض، ولذلك تسمى في بعض المراجع طبقة الايونسفير، أو طبقة الأثير أيضاً.
- ت- كثافة الهواء منخفضة، والهواء شديد التخلل.
- ث- ارتفاعها يتجاوز ٥٠٠ كلم.
- ج- ترتفع درجة حرارة هذه الطبقة إلى أكثر من ١٠٠٠ م، عند حافتها العليا.

٥ - طبقة الماغنتوسفير (Magnetosphere الطبقة المغناطيسية):

- يبلغ ارتفاعها نحو ألف كيلومتر فوق سطح الأرض وتكون الجزيئات فيها مشحونة كهربائياً وممغنطة، ولذلك تسمى بالطبقة المغناطيسية، وهي تسهم في حماية الكرة الأرضية من الأشعة الكونية الضارة.

٦ - طبقة الايكزوسفير (Exosphere الطبقة الخارجية):

تقع على ارتفاع فوق ١٠٠٠ كلم، وتسمى بطبقة التشتت، حيث تتبدد وتمتد الجزيئات والغازات في الغلاف الجوي، وأهم الغازات الموجودة فيها الهيدروجين والهليوم. وتوجد عدة طبقات انتقالية فيما بين الطبقات الرئيسية في الغلاف الجوي، ومن هذه الطبقات، طبقة التروبوبوز بين طبقتي التروبوسفير والستراتوسفير، وطبقة الستراتوبوز بين طبقتي الستراتوسفير والميزوسفير، وطبقة الميزوبوز بين طبقتي الميزوسفير والأيونوسفير.

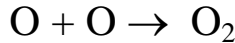
٤ - ٤ - بعض مكونات الهواء النقي أو النظيف:

كان الهواء في الحضارات القديمة يسمى روح الحياة تأكيداً على أهميته، والإنسان لا يستطيع العيش بدون هواء أكثر من ثلاث دقائق، علماً أن الهواء عامة يوجد فيه أنواع مختلفة من الغازات، ولكن الهواء النقي أو العليل يتوفر فقط في الأماكن النظيفة البعيدة عن مصادر التلوث، وأهم مكونات الهواء النظيف والعليل هي غاز الأوزون والأيونات.

٤ - ٤ - ١ - غاز الأوزون (O₃):

غاز الأوزون له لون أزرق خافت أو باهت، وله رائحة مميزة يشعر بها الإنسان عند توافر الأوزون بشكل مناسب في الهواء النظيف (العليل)، ونسبته قليلة في الغلاف الجوي لا تتعدى ٠,٠٠٠٠٠٦% من حجم الهواء الجوي، أو تبلغ نحو (٦ × ١٠) -^٥% من حجم الغلاف الجوي، ومع ذلك فإن هذا الغاز على درجة كبيرة من الأهمية، ويشكل الدرع الواقي للحياة على سطح الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة، وغاز الأوزون ينتشر في كامل الغلاف الجوي، ولكن التركيز الأعظمي له يوجد في طبقة الستراتوسفير خاصة على ارتفاع بين ٢٠ - ٣٠ كلم.

يتكون غاز الأوزون عبر سلسلة من التفاعلات تبدأ من تفكك جزيء الأكسجين O₂ إلى ذرتي أكسجين بامتصاص الأشعة الشمسية فوق البنفسجية UV على الشكل التالي:



وبعدها تقوم كل ذرة من الأوكسجين بالتفاعل مع جزيء الأوكسجين ويتكون الأوزون وذلك على الشكل التالي:



وجزيئات الأوزون بدورها تتفاعل مع ضوء الشمس ويتفكك جزيء الأوزون عندما يمتص الأشعة فوق البنفسجية إلى جزيء أكسجين وذرة أكسجين كما يلي:



ومن المفيد الإشارة إلى أن الأوزون عندما يتوافر في حدوده المناسبة يكون مفيدا وذا تأثير إيجابي على الإنسان والكائنات الحية، وعلى العكس فإن زيادته أو نقصانه لهما تأثير سلبي على البيئة والإنسان، وكميته المناسبة والمثالية للإنسان بحدود ١٥ - ٢٠ ملغ / ٣م، والتركيز المسموح به يصل إلى ١٠٠ ملغ / ٣م.

٤ - ٢ - نتائج تغير نسبة وجود الأوزون في الغلاف الجوي

إنّ تغير نسبة غاز الأوزون في الغلاف الجوب وخاصة بالقرب من سطح الأرض تؤدي إلى جملة من النتائج الإيجابية والسلبية .

فمن فوائد الأوزون عندما يتوفر في حدوده المسموح بها نذكر:

أ - تنبيه وتحفيز عملية التنفس لدى الإنسان.

ب - تحسين عمل القلب والأوعية الدموية.

ج - التخفيف من التعب.

د - رفع الروح المعنوية لدى الإنسان.

هـ - تهدئة الأعصاب وتحسين مزاج الإنسان.

و - زيادة القدرة على النوم.

ز - تحسين الشهية للطعام.

ومن آثار الأوزون في حال زيادته عن الحدود المسموح بها:

باعتبار أن الأوزون غاز يتمتع بدرجة تفاعل كبيرة مع العناصر والمواد المحيطة التي يتعرض لها، لذلك فإنه في حال تفاعله مع أكاسيد النتروجين الناتجة عن احتراق الوقود الحفري وغيره يؤدي إلى زيادة تركيزه عن الحدود المسموح بها، يصبح ضاراً ومن آثاره السلبية نذكر:

أ - يصبح أشبه بالسم ويضر بالشخص الذي يتعرض له.

ب - يسبب حساسية الأجهزة المخاطية، وجهاز التنفس.

ج - يسبب السعال.

د - يحدث تورمات غريبة في أنسجة الرئتين.

هـ - يقلل من عملية التمثيل الضوئي، ويسبب تبقع الأوراق في النباتات.

ز - يسبب تلف المنسوجات، وإزالة الألوان بشكل عام.

ح - يؤثر سلباً في التحف والآثار والأعمال الفنية في حال تعرضها للأوزون.

ط - يعد الأوزون من أهم مكونات الضبخان في المدن ويزيد من حدوته وتكراره.

أيضاً في حال نقص الأوزون عن المعدلات الطبيعية المناسبة، فإنه يؤدي إلى عدد

من النتائج السلبية والضارة، ومن هذه النتائج نذكر:

أ - وصول الأشعة فوق البنفسجية بكميات كبيرة أو غير مناسبة إلى سطح الأرض، وما ينجم عن ذلك من مخاطر مختلفة.

ب - إصابة الإنسان بأمراض مختلفة، كضعف البصر وربما العمى، بسبب ضعف مقاومة العين للإشعاع فوق البنفسجي الضار، وامتصاص القرنية وعدسة للأشعة فوق البنفسجية بأطوال محددة.

ج - إصابة الإنسان بأمراض جلدية مختلفة، بسبب التعرض للأشعة فوق البنفسجية بشكل كبير وغير مناسب، حيث يتعرض الجلد للاحمرار والحروق وتدمير خلايا الجلد، وقد يتحول المرض إلى سرطانات جلدية.

د - نقص الأوزون يؤثر سلباً في الفيتوبلانكتون (العوالق النباتية البحرية).
هـ - يؤدي إلى حدوث أضرار متنوعة في المجتمع النباتي والحيواني، سواءً في اليابسة أو في المياه.

و - نقص الأوزون يؤثر في المناخ العالمي، ويسبب حدوث تغيرات مناخية عالمية. على الرغم من أن تركيز الأوزون في طبقة الأوزون قليل، إلا أنّ هذه الطبقة مهمة بشكل كبير للحياة على الأرض، حيث أنها تتشرب الأشعة فوق البنفسجية الضارة (UV) التي تطلقها الشمس.

تم تصنيفها على حسب طول موجاتها إلى UV-A و UV-B و UV-C حيث تعتبر الأخيرة خطيرة جداً على البشر ويتم تنقيتها بشكل كامل من خلال الأوزون على ارتفاع ٣٥ كيلومتر.

من الممكن أن يؤدي تعرض الجلد للأشعة فوق البنفسجية والتي هي من نوع (UV - B) لاحتراقه، وهذا يظهر على شكل احمرار شديد للجلد؛ والتعرض الشديد له قد يؤدي إلى تغيير في الشفرة الوراثية والتي ينتج عنها سرطان الجلد، مع أن طبقة الأوزون تمنع وصول الأشعة (UV - B) إلا أنّ بعضاً منها يصل إلى سطح الأرض. ومعظم الأشعة (UV - A) تصل إلى سطح الأرض وهي لا تضر بشكل كبير إلا أنّها من الممكن أن تسبب تغيير في الشفرة الوراثية أيضاً.

٤ - ٤ - ٣ - الأيونات:

أ - تعريف الأيونات:

الأيون أو الشاردة أو الشارد (الأيون، من الإنجليزية: ion، من اليونانية: ἰόν يُون بمعنى "أت") هو ذرة مشحونة كهربائياً بعد تفاعل كيميائي، أخذت إلكترونات من ذرة أو من ذرات أو أعطتها إياها. تتكون الأيونات من ذرات عندما تفقد إلكترونات أو تكتسب إلكترونات. ورغم أن تفكك الجزيء يحتاج إلى طاقة من الخارج إلا أن تكون

الأيونات قد تكون أنسب من وجهة اكتمال الغلاف الإلكتروني الخارجي للذرة أو الأيون. تحاول الأيونات بصفة عامة الوصول إلى ما يسمى قاعدة الثمانيات.^{٣٢} تسمى الأيونات سالبة الشحنة أيونات، ويتكون الأيون عندما تكتسب الذرة إلكترونات، بذلك يصبح للذرة شحنة زائدة من الإلكترونات، فتكون سالبة الشحنة.

ب - وجود الأيونات واستخداماتها:

الأيونات هي أساس عمل البطاريات كبطارية السيارة والخلية الضوئية، كما تلعب الشحنات الكهربائية دوراً أساسياً في التمثيل الغذائي في جسم الإنسان وجميع الكائنات الحية ومن ضمنها النباتات. وهي تستخدم في طلاء المعادن بالجلفنة وتنقية المعادن من الشوائب واستخراج الألمونيوم، وتستخدم الأيونات في الفيزياء لإجراء بعض التجارب. ونجدها طبيعياً في الريح الشمسية التي تصل إلى الأرض، وفي الأضواء القطبية وفي البرق، وعندما تتحد الأيونات المختلفة الشحنة ببعضها البعض تصدر أحياناً ضوءاً، مثلما يحدث عند احتكاك الشهب في الغلاف الجوي. ويمكن لأيونات الغازات الحاملة الترابط مع بعضها وتكوين رابطة أيونية، ومن تلك الغازات الهيليوم والنيون والكريبتون، كما تستخدم مركبات الهالوجينيات في توليد وصناعة الليزر .

الذرات تتكون من نوى ذات شحنة موجبة تدور حولها إلكترونات سالبة الشحنة، وعليه، فإن الذرات ذوات شحنات محايدة، وحينما تفقد الذرة إلكترونات، فإنها تصبح موجبة الشحنة، وتسمى أيون موجب، وعندما تكتسب الذرة ذات الشحنة المحايدة إلكترونات، فإنها تصبح سالبة الشحنة وعليه تسمى أيون سالب. فإذا اندمجت تلك الأيونات السالبة أو الموجبة ضمن جزيء، صار ذلك الجزيء أيوناً أيضاً. فإذا تم تضمين تلك الأيونات ضمن مجموعة من الجزيئات مثل الدخان، أو الغبار، أو قطرات الندى، صارت تلك أيونات سالبة، أو موجبة. ولذلك فإن أي قطعة صغيرة تحمل شحنة كهربائية يُشار إليها بأنها أيون.

^{٣٢} - انترنت / من موسوعة ويكيبيديا .

ج - الأيونات السالبة:

إن الأماكن الغنية بالأيونات السالبة هي شواطئ البحار والجبال والأنهار والشلالات والغابات التي تعتبر مناطق جذب سياحية وصحية، ويمكن وصف الأيونات السالبة بأنها فيتامينات الهواء والأيونات السالبة تحسن من الحالة الصحية لمن يتعرض لها، وتساعد في بث الطاقة وتخفيف التوتر والاكئاب بينما العكس تحدته الأيونات الموجبة^{٣٣}.

د - تأثير الأيونات السالبة على الإنسان:

تنشأ في الطبيعة رياح مليئة بالأيونات الموجبة، ولكن في نفس الوقت توجد مواقع فيها تراكيزات عالية من الأيونات السالبة، وتلك تكون بمثابة ملاجئ للحياة. عادة ما نشعر بالبهجة من منظر المياه الجارية بسرعة، ونحس بمنتهى البهجة عند أسفل الشلالات، كما أن رائحة الأمواج التي تتكسر على الصخور تشعرنا بالانتعاش، هذا ويبهجننا أيضاً منظر النوافير في الحدائق العامة وفي المدن، كما وينعشنا دش حمام بعد عناء يوم طويل، أو بعد سفر بالسيارة أو بعد اجتماع عصيب، فكل تلك الأماكن ذات أيونات سالبة مفيدة ومنعشة .

يخلص البرق والمطر الجو من الأيونات الموجبة ويحدث إنتاجاً كبيراً للأيونات السالبة مما يجعل الهواء منعشاً ومنشطاً بعد الأمطار والبرق، ويسود اعتقاد قوي بأن بعض أنواع الرياح مثل رياح الفوهن ورياح الخماسين تكون محملة بالأيونات الموجبة ولها آثار سلبية وتتسبب في زيادة التوتر والعنف وجرائم القتل والانتحار وحوادث السيارات وحتى الخلافات الشخصية والمنزلية . (الجدول رقم ٣).

^{٣٣} - مواقع من الانترنت : بتصرف .

الجدول رقم (٣) تأثير الأيونات السالبة على الإنسان

يتحسن	الأداء الجسدي
تزداد	قوة التحمل
إيجابي	المزاج
تتحسن	ردة الفعل
يتحسن	أيض الفيتامينات
يزول	الألم
يتحسن	الانتباه (السائقون أساساً)
تنزل	الحساسيات
يتحسن	علاج الحروق
يتسرع	التئام الجروح
يتحسن	النوم
يقبل	الإعياء
تتحسن	الحيوية
أسرع	وقت الشفاء
الجهاز التنفسي	
يقبل	ضيق الشعب الهوائية
تتحسن	نفاذية الشعب الهوائية
يزداد	ضغط الأكسجين الجزئي
يقبل	ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي
يزول	احتقان الجهاز التنفسي
٥٦ % شفاء، ٣٤ % تحسن	الربو

يسهل	تسرع التنفس
يسهل	التهاب الجهاز التنفسي

الدم	
تنخفض	نسبة الكوليسترول
تنخفض	نسبة السيروتونين
تنخفض	نسبة السكر (الجلوكوز)
تزداد	نسبة الفيتامينات
يتحسن حمل الأوكسجين	الهيموجلوبين
تقل	حموضة الدم
تقل سرعة الترسب	اختبار سرعة الترسب
تقل	لزوجة الدم
يتحسن أدائه	جهاز المناعة
الجلد	
تلتئم	الجروح والحروق
تتحسن	أمراض الجلد
يسهل	تساقط الشعر

هـ - تأثير الأيونات السالبة في الأمراض التنفسية:

فسر العلماء تأثير الأيونات السالبة في شفاء الأمراض التنفسية بأن الجهاز التنفسي مبطن بأهداب دقيقة تسبح في المخاط، وتتهز تلك الأهداب بمقدار ٨٠٠ مرة في الدقيقة طاردة ما يتجمع من مواد غريبة في الجهاز التنفسي، ولكن الأيونات الموجبة تبطئ من عمل تلك الأهداب بحيث ينخفض اهتزازها إلى ٢٠٠ مرة في الدقيقة، وأن الأيونات

الموجبة تثبط أيضا إنتاج المخاط، لذلك فإن الغبار الذي يدخل الجهاز التنفسي لا يطرد إلى الخارج مما يتسبب في أعراض الالتهاب الرئوي. ويعتقد أنّ تواجد الأيونات السالبة في الهواء، حتى ولو بكميات قليلة، تدمر الجراثيم المحمولة في الهواء والتي هي أهم مصادر انتقال الأمراض التنفسية مثل نزلات البرد والأنفلونزا. ويعتقد بوجود تأثير جيد وإيجابي للأيونات السالبة على الرياضيين حيث إنّ الأيونات السالبة تزيد من نشاطهم وقدرتهم على التحمل.

و - تأثير الأيونات السالبة على الطلاب والمدرسين:

يعتبر هواء غرف وقاعات الدراسة المشبع بالأيونات السالبة والحالي من الملوثات بكل أنواعها (كالغبار والدخان والجراثيم والفيروسات السابجة في الهواء والمكونات العضوية الدقيقة والإشعاعات والأيونات الموجبة التي تصدر من التنفس ومن أجهزة الكمبيوتر... الخ) عاملاً هاماً وأساسياً في تنشيط الطلبة في كافة المراحل الدراسية، وزيادة قدرتهم على الانتباه والتركيز والاستجابة للمدرس والتعاون معه بأعصاب هادئة ومزاج رائع للوصول إلى الفهم وتثبيت المعلومات في الذاكرة للاستفادة منها فيما بعد.

لقد تم دراسة تأثير الأيونات السالبة على الانتباه والتعليم، وبرهنت نتائج تلك الأبحاث أن الأيونات السالبة تزيل الإرهاق وتحسن من التركيز ومن زمن ردة الفعل، كما وبرهنت الدراسات أن العلاج بالأيونات السالبة مفيد جداً خاصة في الأوساط المفعمة بالتوتر ومع الأشخاص القلقين وهم الأكثر استفادة من الجو المفعم بالأيونات السالبة، والأيونات السالبة تزيد من الذكاء والانتباه وتساعد في الحصول على نتائج جيدة في الأعمال والأنشطة البشرية المختلفة.

ز - تأثير الأيونات السالبة على مرضى السرطان:

يعتقد أنّ الأيونات السالبة تساعد في الشفاء من مرض ابيضاض الدم (اللوكيميا أو سرطان الدم)، وتخفف من حالات الحمى والإصابات التي يتعرض لها المريض بعد المعالجة

الكيميائية، وأن تأثير المؤين يقوي جهاز المناعة، ويساعد على الاسترخاء، ويزيل الجراثيم والفيروسات من الوسط المحيط بالمريض.

ح - تأثير الأيونات السالبة على الدجاج والنبات والحيوانات:

تأثير الأيونات السالبة في الكائنات الحية كالنبات والطيور والحيوانات يشبه تأثيرها في الإنسان، فقد زاد وزن الدجاج بمعدل ٥٪ في جو مؤين، بالرغم من انخفاض في استهلاك الغذاء مقداره ٤٪. ولقد زاد وزن الأرنب بمعدل ٢٠٪ عندما وضعت تحت جو سالب الأيونات لمدة ٢٦ يوماً، وكذلك تؤدي إلى إبعاد الجراثيم والفيروسات من محيطها، إنّ نمو النباتات يتحسن في وجود تراكيز قوية من الأيونات، لأن الجراثيم والكائنات الدقيقة الأخرى يتم تدميرها بواسطة تراكيز عالية من الأيونات السالبة في الجو. أن تواجد الأيونات السالبة في الهواء، حتى ولو بكميات قليلة تدمر الجراثيم المحمولة في الهواء والتي هي أهم مصادر انتقال الأمراض التنفسية مثل نزلات البرد والأنفلونزا.

٤ - ٤ - ٤ - أجهزة الأيونات السالبة:

هي أجهزة تعوّض ما فقدته البيئة من الأيونات السالبة التي كانت موجودة في البيئة لتنقية الجو وتحسين وظائف الجسم عموماً وذلك بسبب التلوث الصناعي، لأن الأيونات السالبة تتحد مع المواد الملوثة لإزالتها ولكن التلوث الصناعي كان أكثر منها، وأضعفها أو أزالها من الجو فانتشرت الكثير من الأم-راض مثل الحساسية والرب-و والتعب والقلق والإرهاق، التي أثرت على وظائف جسم الإنسان فأضعفتها.

يعتقد من الناحية الطبية أنّ استعمال أجهزة الأيونات السالبة هو الحل الأمثل لأمراض العصر، والأيونات السالبة تمتلك قدرات طبية واضحة في المساعدة على تقوية مناعة الجسم والمساعدة على الإقلال من أعراض أمراض العصر، وإقلال القلق والكرب والاكتئاب وإقلال الإرهاق الذهني والجسمي وزيادة التركيز، وإقلال أعراض الربو

والحساسية، إضافة إلى أنها تقضي على الفيروسات والبكتيريا في المكان الموجودة فيه فتمنع العدوى ٣٤ .

٤ - ٤ - ٥ - الأيونات الموجبة وأضرارها:

الأيونات الموجبة الشحنة تسمى كاتيونات، ويتكون الكاتيون عندما تفقد ذرة إلكترونات، ونظراً لأن النواة الذرية تحتفظ بعدد البروتونات فيها (في الذرة المتعادلة تتساوى فيها عدد البروتونات وعدد الإلكترونات)، ولذلك يظهر الأيون بأن له شحنة موجبة.

يعتقد أنّ الظروف البيئية المعاصرة بما في ذلك أشكال البناء والتجهيزات التقنية الموجودة فيه تعد بمثابة مصدر للأيونات الموجبة المزعجة، ويوجد العديد من المتغيرات التي تساعد على التراكم الضار للأيونات الموجبة داخل الأبنية الحديثة، أضف إلى ذلك التلوث البيئي الذي يصدر من العديد من الصناعات، وقس على ذلك الازدحام حيث تمثل أوقات الذروة أسوأ الأوقات في المدن. فالكُل ينتقلون بين أماكن سكنهم وأماكن عملهم في جميع مدن العالم، وساعة الذروة هي من الكوابيس التي لا مفر منها. فإن عوادم السيارات والشاحنات تلوث الهواء الخارجي والداخلي، أضف إلى ذلك ملايين الركاب والمسافرين الذين يطلقون أيونات موجبة تصدر من أجسامهم مع كل عملية تنفس (شهيق وزفير)، وبالتالي يمكن فهم ما يعاني منه ركاب الحافلات وقطارات المترو من ضيق خلال ساعة الذروة في المدن.

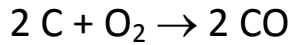
٣٤ . [http : / astore.amazon.com/air ionizer](http://astore.amazon.com/air_ionizer) معلومات من الانترنت ، مأخوذة بتصرف من كتاب معجزة

الأيونات السالبة ، إصدار مؤسسة دار السباع .

٤ - ٥ - أهم الغازات والملوثات في الغلاف الجوي:

كما عرفنا سابقاً فإن الهواء النقي أو النظيف تماماً حالة نادرة الوجود، ودائماً يوجد في الهواء غازات وعناصر مختلفة، وبكميات ونسب مختلفة ثابتة أو متغيرة ويتغير معها تركيب الغلاف الغازي وخصائصه، ويمكن تلخيص أهم الغازات والملوثات الجوية سواءً أكانت من مصادر طبيعية أو بشرية بالشكل التالي:

١. أول أكسيد الكربون CO: وهو غاز سام عديم الرائحة واللون، وتصل كميات كبيرة من أول أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي من المصادر الطبيعية، سواءً من المخلفات العضوية أو من البحار والمحيطات العالمية، وهذه قليلة الخطورة على الغلاف الجوي والبيئة لأنها تتصاعد ببطء وعلى مساحات كبيرة، أما المصادر المفتعلة لهذا الغاز فهي تنتج بشكل رئيسي من الاحتراق غير الكامل للوقود الذي يحتوي على الكربون، في وسائل التدفئة، ووسائل النقل، والصناعات المختلفة، خاصة فوق المدن والمناطق الصناعية، على الشكل التالي:



يقدر أن ثلاثة أرباع انبعاثات أول أكسيد الكربون فوق المدن سببها حرق الوقود في السيارات. بالنسبة لتأثير غاز أول أكسيد الكربون فإنه غاز يتميز بثباته إذ يبقى في الهواء فترة تصل إلى أربعة أشهر، وعندما تكون تراكيزه مرتفعة فإنه يؤثر بشكل ضار على الكائنات الحية من بشر وحيوانات ونباتات، ويسبب تغيرات فيزيولوجية في جسم الإنسان ويجرم أنسجة الجسم من الأكسجين، لأنه يتحد مع الهيموجلوبين، مما يؤدي إلى نقص أكسجين الدم وبالتالي إضعاف قدرة الدم على تزويد الجسم بالأكسجين، ويحدث هذا غالباً في شوارع المدن المزدحمة والملوثة، ويسبب ذلك تأثيرات سلبية في صحة الإنسان (تنفسية وعصبية وقلبية و نفسية وغيرها، على شكل صداع وتعب ودوار رأس وإغماء وغثيان وضيق في التنفس والتهاب أغشية العين

والحلق وغير ذلك) ويزداد تأثير أول أكسيد الكربون لدى الأشخاص الذين لديهم أمراض تنفسية وقلبية ودموية، وأهم التأثيرات التي يحدثها هي:

أ - شعور بالتعب	ز - غثيان وقيء
ب - صعوبة التنفس	ح - انخفاض ضغط الدم.
ج - طنين في الأذن	ي - انخفاض في الحرارة
د- الشعور بالوهن والضعف	ك - ازدياد النبض مع ضعف في إحساسه
هـ- ضعف في السمع	ل - الإغماء وقد يؤدي إلى الوفاة
و - نقص في الرؤية	

٢. ثاني أكسيد الكربون CO_2 : وهو أحد الغازات الرئيسة المكونة للغلاف الجوي، وينتج عن كافة أشكال احتراق الوقود، (احتراق الورق والحطب والفحم وزيت البترول) ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من الوقود من أهم الملوثات التي أدخلها الإنسان إلى الهواء. وكانت نسبته في الغلاف الجوي قليلة (نحو ٠.٠٣ %) أو قرابة (٢٧٠ PPM)، وهي تعادل جزء بالمليون من حجم الهواء. وذلك قبل الثورة الصناعية، ولم تكن نسبته هذه تشكل خطراً بيئياً من وجهة نظر المختصين بدراسة التلوث، ولكن زيادة حرق الوقود الاحفوري من فحم حجري ونفط وغاز في وسائل النقل وفي الصناعة وغيرها خاصة بعد الثورة الصناعية، أدى إلى زيادة نسبته في الغلاف الغازي وتراوحته بين ٣٥٠ - ٤٠٠ PPM (جزء في المليون). مما أثار الكثير من الأسئلة عن دوره في تلوث البيئة وفي ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية وتغير المناخ العالمي وتأثيره في صحة الإنسان حيث تؤدي إلى صعوبة في التنفس والشعور بالاحتقان مع تهيج للأغشية المخاطية والتهاب القصبات الهوائية وتهيج الحلق.

٣. ثاني أكسيد الكبريت (SO_2): يعد هذا الغاز من ملوثات الهواء الخطيرة، وهو غاز عديم اللون وله رائحة واخزة تزداد شدتها كلما زاد تركيزه، وغاز ثاني أكسيد الكبريت ينتج من معامل تكرير البترول، ومن محطات توليد الطاقة، ومصانع الورق والإسمنت والدباغة وغيرها، ومن عمليات حرق الوقود بمختلف أشكاله، ومن مقذوفات البراكين وغيرها، وأكاسيد الكبريت توجد في الجو على شكل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثالث أكسيد الكبريت SO_3 ، ويمكن أن تتحول في الجو بفعل التفاعلات الكيميائية، خاصة في أجواء المدن والمناطق الصناعية الملوثة. والآثار السلبية الناتجة عن ثاني أكسيد الكبريت كثيرة ومنها:

- أ- يُسهم في حدوث ظاهرة الضبخان (اتحاد الضباب مع الدخان) عندما تتوفر الظروف المناسبة لذلك.
- ب- يُعد أحد العناصر التي تسبب حدوث الأمطار الحامضية.
- ت- أحد أسباب تحريش الأغشية المخاطية والتهاب القصبات الهوائية، وضيق التنفس.
- ث- التراكيز العالية منه تسبب تحريش وتشنج الحبال الصوتية وقد تؤدي إلى تشنج مفاجئ واختناق.
- ج- التعرض الطويل لهذا الغاز يؤثر سلباً على حاسة التذوق والشم وإلى التصلب الرئوي.
- ح- يسبب تهيج العيون وكذلك الجلد.
- خ- يؤثر على الجهاز التنفسي للإنسان محدثاً آلام في الصدر.
- د- يؤثر في الحيوانات بشكل مشابه لتأثيره في الإنسان.
- ذ- يلحق الأذى الشديد أحياناً في النباتات والغطاء النباتي، حيث تؤثر في عملية التركيب الضوئي، وتموت بعض خلاياها، وتعرض أوراقها وأغصانها للاصفرار والذبول والموت التدريجي.
- ر- يلحق الأذى بالتربة أيضاً، وذلك بحسب درجة حساسيتها لأكاسيد الكبريت.

ز- يسبب تآكل المعادن، ومواد البناء والأبنية خاصة المشيدة بالرخام والحجر الجيري.
س- يسبب تخریب وتآكل المواد المطاطية والنسيجية وغيرها، ويظهر هذا التأثير جلياً على التحف الفنية والمخطوطات التي تتعرض للتلوث بهذه المواد.

٤. أكاسيد النتروجين (الآزوت) NO_x : يقصد بأكاسيد النتروجين الملوثة للهواء، أول أكسيد النتروجين NO ، وثاني أكسيد النتروجين NO_2 ، وهذه الأكاسيد تتشكل من تفاعل النتروجين الجوي مع الأكسجين في درجات حرارة مرتفعة تنتج من عمليات الاحتراق، كما ينتج عن عمليات النشاط الحيوي كنشاط البكتريا في التربة، وكذلك من حرق النفايات وفضلات الطعام والخشب والوقود الحفري.

يوصف أكسيد النتروجين (الآزوت) N_2O بأنه غاز لا لون له وطعمه حلو ويستعمل رذاذاً يرش على بعض أنواع الطعام، ومخدر في طب الأسنان والعمليات الجراحية^{٣٥}. بينما ثاني أكسيد النتروجين NO_2 يتصف بلونه الأحمر المائل إلى البني وبرائحة خانقة، وينتج عن انقراض شحنات البرق في الجو، وعن أكسدة المواد العضوية، وعن صناعة إطارات السيارات وتكرير النفط ومن عوادم السيارات، وكميات أكاسيد النتروجين المتصاعدة من مصادر طبيعية تفوق الكميات الناتجة عن النشاط البشري^{٣٦}.

يعد ثاني أكسيد النتروجين من الملوثات ذات التأثير السليبي بسبب الكثير من التفاعلات الكيميائية التي يتعرض لها، كتفاعله مع الهيدروكربونات وثاني أكسيد الكبريت والأوزون والأكسجين وغيره (بوجود الأشعة فوق البنفسجية) ونتيجة ذلك تتشكل مواد وملوثات ومركبات عديدة، ويساعد في تشكل الضبخان والمطر الحمضي، وله آثار سلبية كثيرة على صحة الإنسان حيث يسبب حساسية وتهيج الأنف والعيون والمجري التنفسية، كما أنه يسبب أضراراً للنباتات ويعيق نموها، ويسبب تبقع أوراق بعضها كالقطن والفاصوليا والبندورة (الطماطم) والبرتقال وغيرها.

^{٣٥} . محمد العودات ، مشكلات البيئة ، دار الأهالي، ١٩٩٥ م ، ص ٥٩ .

^{٣٦} . محمد عياد مقيلي ، التلوث البيئي ، مرجع سابق ، ص ١٥٦ .

٥. الهيدروكربونات VOCs: وهي عبارة عن مركبات مكونة من الكربون والهيدروجين، وتشكل الهيدروكربونات بشكل رئيسي من عمليات الاحتراق الكامل أو الجزئي غير الكامل للوقود الاحفوري في السيارات وغيرها من وسائل النقل، وفي المصانع والمعامل ومحطات الطاقة، والهيدروكربونات تعد أيضاً من غازات الدفيئة المؤثرة ويرجع ذلك إلى الدور الذي تلعبه في تكوين الأوزون وزيادة فترة بقاء غاز الميثان في الغلاف الجوي، والمواد أو المركبات الهيدروكربونية كثيرة منها الميثان CH_4 ، والإيثان C_2H_2 ، والإيثيلين C_2H_4 ، والبنزوبيرين $C_{20}H_{12}O$ ، والمواد الهيدروكربونية تتفاعل كيميائياً مع غازات و مواد أخرى وينتج عنها مواد وغازات جديدة وربما ضارة، أو لها تأثيرات ضارة بالصحة، والبنزوبيرين يعد الأكثر ضرراً، ويعتقد أنه من المواد المسببة للسرطان.

ومن الجدير بالذكر أنّ غاز الميثان CH_4 هو غاز ليس له رائحة ولا طعم ولا لون، وينطلق غاز الميثان إلى الغلاف الجوي بشكل رئيسي من التحلل اللاهوائي للكتلة الحية Biomass (من المستنقعات ومخلفات الصرف الصحي وبقايا حقول الأرز وغيرها) ومن آبار البترول والغاز الطبيعي ومن رواسب الفحم، وفي الفترة الأخيرة فقد زادت نسبة غاز الميثان في الغلاف الجوي وأن هذه الزيادة تبلغ نحو ١ % سنوياً، ويعد الميثان أحد غازات الدفيئة شديدة الفعالية، حيث يساهم في زيادة ظاهرة الاحتباس الحراري على سطح الأرض.

٦. الجزيئات (المواد العالقة): وهي عبارة عن جسيمات مادية ناعمة (Particulate Matter) مكون من جسيمات بالغة الصغر قد تكون صلبة أو سائلة أو عالقة في الغاز، ومصادر هذه الجسيمات قد تكون ناتجة عن النشاط البشري أو طبيعية حيث تنشأ من البراكين أو العواصف الترابية أو حرائق الغابات والمراعي أو الحياة النباتية أو رذاذ البحر. أما الأنشطة البشرية مثل حرق الوقود الاحفوري في السيارات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والعمليات الصناعية المختلفة، فقد تساعد أيضاً في تكوين كميات كبيرة من الرذاذ المحتوي على الجسيمات

المادية. وبعبارة أخرى هي مواد وجسيمات مختلفة صلبة أو سائلة، تنتج من مصادر مختلفة أرضية أو كونية، بشرية أو طبيعية، عضوية أو غير عضوية ومن هذه الجسيمات:

- أ- جسيمات نباتية مثل غبار الطلع (حبوب اللقاح) وبقايا الخشب والألياف المختلفة، ونواتج حرائق الغابات والنباتات المختلفة من كربون ودخان وغيره.
- ب- جسيمات حيوانية مثل الشعر والصوف وأجنحة وقشور الحشرات والحيوانات.
- ت- جسيمات معدنية مثل بعض أجزاء المعادن كذرات الحديد والألمنيوم والمعادن الثقيلة وكذلك الأملاح وغيرها.
- ث- جسيمات صخرية (حجرية أو ترابية أو غيرها) كجزئيات التربة وغبار الاسمنت والعواصف الغبارية والاسبستوس الصخري والأملاح وغير ذلك.
- ج- جسيمات كيميائية ناجمة بشكل خاص عن الصناعات الكيميائية والغذائية.
- ح- جسيمات كونية ومنها بقايا الغبار الكوني الناتج عن اصطدام واحتراق الشهب والنيازك والمذنبات وغيرها.

إن أنواع وأشكال وأحجام وتأثير الجسيمات التي تصل إلى الغلاف الجوي مختلفة بحسب مصادرها ونشأتها وحركتها وتفاعلاتها ومدة بقاءها في الغلاف الجوي، وهذه الجسيمات أو الجزئيات تشمل:

- ذرات الغبار (Dust): وتتكون من مواد رملية أو ترابية صغيرة الأحجام تتراوح أطوال أقطارها بين ١٠٠ - ٥٠٠ مايكرومتر (مكم) وتقسم ذرات الغبار أو تصنف في عدة أحجام منها الغبار الساقط أو المتساقط، والغبار المعلق، والجزئيات الغبارية المعلقة، وذلك بحسب سرعة ترسب هذه الجزئيات وفترة بقاءها في الغلاف الجوي، وبشكل عام فإن ذرات الغبار لا تبقى طويلاً في الغلاف الجوي إذ سرعان ما ترسب على سطح الأرض بعد فترة من هدوء الرياح، تحت تأثير وزنها وتأثير الجاذبية الأرضية.

- الجسيمات **Aerosols**: تتباين أحجام الجسيمات كثيراً، فتتراوح أطوال أقطارها بين ٠.٠٠٠٠١ و عدة عشرات من الميكرومترات و يناهز بعضها ١٠٠ مكم.
 - الدخان **Fume**: وهي عبارة عن دقائق صلبة، وقطرها أقل من ميكرون واحد.
 - الضباب **Mist**: وهي جزئيات سائلة، ويبلغ قطرها بين ١ - ١٠٠ ميكرون.
 - السخام **Soot**: وهو عبارة عن هباب الفحم، وتكون جزئياته صغيرة ودقيقة جداً.
٧. **الكلوروفلوروكربون**: غاز الكلوروفلوروكربون (ك ف ك CFC) أو ما يسمى الفريون ١١ و ١٢ وهي مادة تستخدم في صناعة الثلاجات والمكيفات، وكسوائل للتبريد، وفي العلب المضغوطة (الآيراسول) التي تحتوي بعض المبيدات الحشرية، وكمادة نافخة في صناعة الاسفنج الصناعي والألياف الصناعية، وكغازات دافعة ومذيبة في علب العطور ومثبت الشعر وتصل نسبة المواد الدافعة في هذه العلب إلى ٨٥ % من محتواها، وهذا الغاز له متوسط عمر طويل، يتراوح بين ٧٥ - ١٠٠ سنة.

إنّ وصول مركبات الكلوروفلوروكربون إلى طبقة الستراتوسفير حيث يوجد غاز الأوزون فإنها تتحلل بفعل الأشعة فوق البنفسجية إلى ذرات الكلور والفلور التي تقوم بمهاجمة الأوزون وتفكيكه، وبذلك تساعد على تحطيم طبقة الأوزون ويقدر أن كل ذرة من الكلوروفلوروكربون، يمكنها تحطيم مائة ألف جزيء من الأوزون قبل أن تفقد فاعليتها، وتتميز غازات الكلوروفلوروكربون عن غيرها من الغازات الملوثة للغلاف الجوي بأنها جميعها من مصادر بشرية صناعية ولا توجد أو تحدث بشكل طبيعي، وهي تسهم بشكل كبير في ظاهرة عامل البيت الزجاجي وارتفاع درجات حرارة الجو القريب من سطح الأرض، ولقد تنبّهت العديد من الدول لخطورة هذه المركبات وبدأت في حظر إنتاجها، واستبدالها بمواد أخرى تسمى aqua sol لا تحتوي على الكلور و الفلور.

٨. المعادن الثقيلة (Heavy metals):

لم يتم تعريفها بشكل مُحدد، إلا أنها بشكل عام عناصر تمتلك خواص فيزيائية مثل الفلزات الانتقالية، وبعض أشباه الفلزات، وجرت محاولات متعددة للوقوف على تعريف مُحدد للمعادن الثقيلة بعضها يعتمد على الكثافة، أو على العدد الذري، أو الوزن الذري، أو على بعض الخصائص الكيميائية ومستوى السُميّة. وفي تقرير تقني اعتبر الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية، مصطلح **المعادن الثقيلة** " مصطلحاً مُضللاً" بسبب التناقض في التعريفات، وعدم وجود "قاعدة علمية متماسكة" يُعتمد عليها عند الاصطلاح، حيث إنّ بعض **المعادن الثقيلة** يمكن أن تكون أخف أو أثقل من الكربون. كما يوجد مصطلح بديل هو **المعادن السامة** (Toxic metals) وهو ما اختلفت فيه الآراء أيضاً نظراً لعدم وجود تعريف دقيق لها. ويوجد تعريف شائع آخر يقوم على أساس وزن المعدن (ومن هنا يأتي اسم **المعادن الثقيلة**) حيث ينطبق على جميع المعادن التي تزن أكثر من ٥٠٠٠ كجم/ م³، مثل الرصاص والزنك والنحاس. والجدول رقم (٤) يبين بعض أنواع المعادن الثقيلة ^{٣٧}.

تحتاج الكائنات الحية إلى كميات مختلفة من " المعادن الثقيلة " مثل الحديد والكوبالت والنحاس والمنغنيز والمولبيدينوم، والزنك والسيلينيوم، حيث يكون استهلاك هذه المعادن ضرورياً وهاماً للمحافظة على عملية التمثيل الغذائي (الأيض) بجسم الكائن الحي. ولكن استهلاك كميات كبيرة منها (التركيزات العالية) يكون ضاراً بل وساماً وينتج عنه ما يُسمى **بالتسمم بالمعادن الثقيلة**.

^{٣٧} - الموسوعة الحرة (ويكيبيديا) بتصرف .

الجدول رقم (٤) بعض المعادن الثقيلة:

الإثريوم (Y)	الكروم (Cr)	الكادميوم (Cd)	البيزموث (Bi)	الباريوم (Ba)	الزرنيخ (As)	ألومنيوم (Al)
الزركونيوم (Zr)	الإيريديوم (Ir)	الإنديوم (In)	الهفنيوم (Hf)	الذهب (Au)	الجاليوم (Ga)	النحاس (Cu)
النيوبيوم (Nb)	النيكل (Ni)	الزئبق (Hg)	المنجنيز (Mn)	الرصاص (Pb)	اللانثانوم (La)	
الفضة (Ag)	الإسكندريوم (Sc)	الروثينيوم (Ru)	الروديوم (Rh)	البلاتينيوم (Pt)	البلاديوم (Pd)	
الفاناديوم (V)	التنجستين (W)	القصدير (Sn)	التاليوم (Ti)	التنتالوم (Ta)	الأسترنثيوم (Sr)	

خصائص بعض المعادن الثقيلة:

١ - الرصاص **Lead**: يستخدم الرصاص ورمزه (Pb) في الكثير من الصناعات والعمليات التي تسبب انطلاقه وتلوث الهواء والبيئة بشكل عام به، ومن هذه الصناعات:

- يستخدم في صناعة مبيدات الحشرات
- في صناعة البطاريات
- في صناعة مواد الطلاء أو الدهانات كمادة ملونة.
- في صناعة الزجاج والإطارات وبعض الأنابيب المعدنية.
- أثناء عمليات حرق النفايات الصلبة خاصة تلك التي تحوي على مواد يدخل الرصاص في تصنيعها.

كما أن المصدر الرئيس للتلوث بالرصاص هو عوادم السيارات، فالرصاص يضاف إلى البنزين من أجل تحسين احتراقه في المحركات وكتم صوتها أو كمضاد للفرقة فيها، ومن أجل رفع الرقم الأوكسيتيني فيها والذي يتراوح بين ٩١ و٩٨ (وقد اتبعت الكثير

من الدول إجراءات مشددة وجيدة لتقليل استخدام الرصاص في البنزين والوصول إلى استخدام بنزين خالي من الرصاص وذو مواصفات احتراق عالية الجودة).

يعد التلوث بالرصاص من الأمور الشائعة خاصةً فوق أجواء المدن المكتظة بالسيارات، وفوق المناطق الصناعية، وبالقرب منها ومن الطرق الدولية التي تعبرها السيارات بكثافة كبيرة، كما أن الرصاص يترسب بشكلٍ أو بآخر على التربة والنباتات وينتقل منهما إلى الحيوانات والبشر عبر السلاسل الغذائية المعروفة.

يتحول الرصاص العضوي المضاف إلى الوقود، في محرك السيارة إلى صورة غير عضوية و يخرج من عوادم السيارات على شكل جزيئات أو أغبرة دقيقة محملة بأملاح الرصاص المختلفة، وتسبب انبعاثات نواتج الاحتراق نحو ٩٧ % من إجمالي كمية الرصاص في الجو، وتكون معظم جزيئاته صغيرة الحجم مما يجعلها سهلة الانتشار، إذ تحمل بالهواء إلى مسافات بعيدة ولا تترسب إلا بعد عدة أيام، ويجمع الخبراء أن وجود الرصاص في البيئة، وفي أجسام الكائنات الحية، يشكل مخاطر بيئية وصحية كبيرة، لأن الرصاص معدن سام ويتراكم في الأنسجة، ويسبب الصداع والضعف العام وآلاماً تشنجية في المعدة، ويؤدي إلى إفراز حمض البوليك وتراكمه في المفاصل والكلية، ويقلل من تكوين الهيموجلوبين في الجسم. ويحل محل الكالسيوم في أنسجة العظام.

أما تأثيراته بعيدة المدى فتنتج من كونه يسبب أمراض التخلف العقلي وشلل المخ وتعاقب النوبات المرضية ومرض الكلية المزمن، وقد يسبب للأطفال انخفاض مستوى الذكاء وبعض حالات التشوه الخلقي وغير ذلك^{٣٨}.

٢ - الزئبق Mercury: لا يعرف من الذي اكتشفه ولكنه كان معروفا لدى قدماء المصريين والصينيين والهندوس والاعريق والرومان، ولقد سمي في الاساطير الرومانية القديمة (بساعي الالهة السريع). وقد ذكره البيروني في كتابه الجماهر في معرفة الجواهر .

^{٣٨}. محمد عبدو العودات ، عبد الله بن يحيى باصهي : التلوث وحماية البيئة، جامعة الملك سعود ، الرياض ط٢،

ظن الكيميائيون القدامى أن الزئبق قادر على تحويل المعادن الزهيدة الثمن إلى ذهب، فأجروا عليه آلاف التجارب منذ أمد بعيد، إلا أن اعتقادهم ذهب أدراج الرياح، وقد اكتشف " أبو بكر الرازي " وجود آثار ضارة للزئبق وذكر في كتابه " الحاوي " لدى إجراءه عدة تجارب على القرودة بهدف دراسة تأثير سمية الزئبق ومركباته قبل أن يقدم على استعماله في صناعة الأدوية.

ومع التقدم العلمي الكبير الذي شهدته البشرية في مجال الصناعة أصبح من المعروف وجود آثار ضارة للزئبق، وأصبح محط دراسات وأبحاث واسعة.

من الناحية الكيميائية الزئبق عنصر كيميائي له الرمز Hg والعدد الذري 80 في الجدول الدوري، وهو سائل فضي، كثافته (١٣.٥٤ غ/سم³ ، يتجمد بلون فضي مائل للزرقة يشبه الرصاص في مظهره وذلك عند (-٣٨.٩ درجة مئوية) ويغلي عند (٣٥٦.٩ درجة مئوية). يوجد خام الزئبق المعروف بالسينابر Cinnabar في عدد قليل من دول العالم، في أمريكا وروسيا والصين وإسبانيا والمكسيك، حيث يوجد على شكل رواسب محصورة نتيجة للأنشطة البركانية.*

١. استعمالات الزئبق :

يستعمل الزئبق على نطاق واسع في الصناعات الكيميائية والتعدينية، فهو يستخدم في استخلاص الذهب من خاماته عن طريق الاتحاد معه وتكوين ما يعرف باسم "الملمغم" أو (الألمغم) Amalgam، ويستخدم في صناعة الأجهزة الكهربائية وفي إنتاج

*. الزئبق الأحمر : هو مادة يعتقد أنها خرافية لا وجود لها، ذاع صيتها منذ الثمانينات من القرن العشرين تعود شهرة هذه المادة إلى المزاعم الافتراضية الكثيرة التي راجت حول استخداماتها الكثيرة في صناعة الأسلحة النووية ، أو القنابل الاندماجية أو الهيدروجينية ، أو استخدام الزئبق الأحمر كطلاء للاختفاء من الرادار ، مزاعم كثيرة راجت حول دخول الزئبق الأحمر في أعمال تخنيط الموميوات المصرية قديماً.

وفي عام ٢٠٠٩ راجت في السعودية إشاعة حول احتواء آلات الخياطة (من علامة سنجر التجارية) على الزئبق الأحمر، وهو ما أدى إلى تدافع البعض لشراء مكائن الخياطة من هذا النوع بأسعار هائلة. وقد تراوحت مبررات الشراء بين مزاعم استخدام الزئبق الأحمر في إنتاج الطاقة النووية وحتى استحضار الجن ، واستخلاص الذهب ، واكتشاف مواقع الكنوز المدفونة.

الكولر والصودا الكاوية بالتحليل الكهربائي لمحلل ملح الطعام، كما يدخل في صناعة المبيدات الحشرية وفي علاج الأسنان، وفي صناعة الورق، ومن أشهر استخداماته دخوله في صناعة أجهزة قياس الحرارة (الترمومترات) وقياس الضغط، ومقاييس الضغط الجوي (البارومترات) كما يدخل في عمل مساحيق كشف البصمات وفي صناعة بعض دهانات الوجه والجلد، وصنع البويا وفي دباغة الجلود والحرير الصناعي، كما يستخدم في المعامل كمادة حفازة catalyst في كثير من التفاعلات الكيميائية.

٢. مصادر التلوث بالزئبق:

يُعَدُّ الزئبق مصدرًا من مصادر تلوث البيئة وهو بدوره ينتج من عدة مصادر منها:

- أ- المخلفات الصناعية الناتجة من الصناعات الكيميائية والبتروولية والتعدينية.
- ب- تُعَدُّ صناعة الكولر من أكثر الصناعات التي تنتج عنها مخلفات الزئبق، حيث تخلف نحو ١٠٠ إلى ٢٠٠ غرام لكل طن ينتج من الصودا الكاوية.
- ت- النفايات التي تصرف في المسطحات المائية بما في ذلك مخلفات المجاري.
- ث- المبيدات الحشرية ومبيدات الفطريات.
- ج- استخراج المعادن من المناجم.
- ح- يصل الزئبق للإنسان عن طريق الطعام الملوث سواء كان أسماكاً أو خضروات وفواكه رُشَّتْ بالمبيدات الحشرية، ويؤثر تأثيراً سلبياً على الحيوانات والطيور.
- خ- استخدام الزئبق في حشو الأسنان بالملمغم المكون من ٥٠ % زئبق.

٣. آثار التلوث بالزئبق:

أقصى نسبة تسمح بها الهيئات الصحية لتركيز الزئبق في الهواء هي ٠.٠٥ مليجرام في كل متر مكعب في الهواء، ومن ثمَّ حينما ترتفع نسبة تركيزه إلى نحو (٢ - ٨) مليجرام في المتر المكعب الواحد.. فإنها تشكل تهديداً خطيراً لصحة الإنسان. أما التركيز في الماء فيكون مناسباً إذا لم يتعدى ٠.٠٠١ مج/ لتر وقد تصل إلى ٠.٠٣ مج/

لتر، ويتميز الزئبق بالصفة التراكمية ويقدر نصف العمر للزئبق في الدماغ ب ٢٣٠ يوم وفي بقية الجسم ٧٠ يوم.

ما زالت الحالة السائلة للزئبق وتأثيرها السام محط تجارب الكيميائيين، ولم تثبت هذه التجارب حتى الآن أن له تأثيراً خطيراً في حالته السائلة ما دام موجوداً في الأوعية التي تحويه، إلا أنه إذا خرج من أوعيته ولامس الجلد فقد يسبب التهابات في أنسجته؛ وذلك لأنه سهل الامتصاص بواسطة الجلد.

كما يؤدي التعرض لأبخرة الزئبق لفترة وجيزة بتركيز بسيط إلى حدوث التهابات في الفم واللثة وفقدان الأسنان، كما يؤدي إلى حالات قلق وإجهاد، كما يؤدي للإنسان لحالة مزاجية سيئة وفقدان الثقة بالنفس والصداع والاكتئاب، أما التعرض لفترات طويلة فإنه يسبب حدوث اضطرابات عقلية وحالة أشبه بالارتجاج في المخ، كما يُحدث تلفاً في النخاع الشوكي وتدميراً لخلايا المخ الحيوية، ولقد أثبت العلم أن مركبات الزئبق مثل (ميثيل الزئبق Methyl Mercury) أشد سمية من الزئبق نفسه سواء كانت مركبات عضوية أو غير عضوية. وميثيل الزئبق هو أحد المركبات العضوية التي لها قدرة كبيرة على الذوبان في الشحم والأعصاب المحيطة.. وينتقل عبر المشيمة إلى الجنين مسبباً تشوهات خلقية وعقلية كما أن أملاحه تفرغ من الكلية والكبد والغشاء المخاطي للمعدة وغدد العرق والغدد اللعابية.

إنّ التعرض للزئبق ومركباته يكون عن طريق التنفس من تلوث الهواء أو عن طريق الشرب من تلوث المياه الجوفية أو مياه الأنهار أو مباشرة عن طريق ملامسة الجلد، دراسات وأبحاث كثيرة على مستوى العالم تطرقت للسمية الشديدة والأضرار التي يسببها معدن الزئبق ومشتقاته للأحياء البرية والبحرية والبيئة، ومن ضمن أضرار هذا المعدن:

أ- مقدراته الكبيرة على قتل الخلايا الحية، وسهولة تراكمه في خلايا الدماغ والأعصاب مسبباً في تدمير تلك الخلايا.

- ب- يضر ويضعف من الجهاز المناعي للإنسان فينتج عن ذلك أمراض الحساسية والربو والكلبي.
- ت- انتقال الزئبق أو مشتقاته عبر المشيمة يسبب في أضرار كبير للجنين كتناقص مقدرة الدم على نقل الأكسجين والمواد الغذائية والفيتامينات والمعادن الأساسية والتي تسبب في تشوهات وإعاقات ذهنية له.
- ث- التسبب في اضطراب للهرمونات وبعض الغدد الصماء، ويسبب أضراراً واضطرابات هرمونية لدى الذكور لخواصه وتأثيراته المشابهة للهرمون الأنثوي الإستروجين.
- ج- يسبب أضراراً للقلب والأوعية الدموية وزيادة في عدد كريات الدم الحمراء وزيادة في ضغط الدم.
- ح- يمنع تصنيع بعض المركبات الأساسية اللازمة لخلايا الجسم مسبباً أضراراً بالكيمياء الحيوية على مستوى الخلية فتتغير تركيبة البروتين المصنع أو تتسبب في حدوث خلل في نقل بعض المركبات كالكالسيوم.
- خ- استخدام الزئبق في علاجات الأسنان، حشو الأسنان بالملغم الذي قد يتسلل من الحشو إلى داخل أنسجة وخلايا الجسم، وقد حدث جدلاً كبيراً حول استخدامه، فالكيميائيون المعارضون يرون أن له أضراراً بالغة على الصحة، ويقولون إن استخدامه في حشو الأسنان قد يسبب شحنات كهربائية ناتجة عن التفاعلات الكيميائية في جسم المريض وتتحج من الرأس إلى الدماغ مباشرة مسببة آثاراً مميتة، أما الموافقون على استخدامه فيرون أن الأبحاث العلمية لم تقدم ما يثبت الضرر بشكل قاطع، وأن الأمر لا يتعدى كونه أمراً معنوياً عند عامة الناس، إلا أنهم لا يغلقون الباب تماماً في وجه احتمال وجود هذه المخاطر^{٣٩}.

^{٣٩} . انترنت . د . تامر عبدالله شراكي ، جامعه ديلاوير سیتی ، (بتصرف من قبل المؤلف) رابط المصدر :

- د- الزئبق قد يسبب تلف الخلايا الطلائية للمعدة يؤدي إلى فقد الطبقة الحامية فيسهل اختراقه ببعض الميكروبات التي قد تسبب قرحة المعدة^{٤٠}.
- ذ- أخيراً يمكن القول: إنّ الزئبق يتميز بأنّ له صفة تراكمية عندما يتركز في أجسام الأسماك والقشريات والرخويات، وفي حال تناولها من قبل الإنسان فإنه يصاب بأمراض خطيرة قد تعرضه للموت وقد سجلت بعض الحوادث الخطيرة نتيجة التسمم بالزئبق ومركباته، منها حادثة التسمم الجماعي سنة ١٩٥٣ التي وقعت في ساحل "خليج ميناماتا Minamata" باليابان، حيث تسمم الآلاف بأكل الأسماك الملوثة بميثيل الزئبق، وسمي بمرض ميناماتا، وهو يصيب الجهاز العصبي للإنسان ويسبب اضطرابات حركية وبصرية والموت بالنتيجة، والحادثة الثانية هي حادثة التسمم الجماعي الذي حدث "بالعراق" سنة ١٩٧١ م حيث أصيب بالتسمم قرابة ٦٥٠٠ شخص، وتوفي ٤٥٩ نتيجة لاستهلاك خبز تمّ رش القمح المصنوع منه بمادة أكسيد الزئبق (ميثيل ميركوري دي سياندياميد) من أجل حمايته من التلف والآفات، وقد قدر بعضهم الخسائر والعواقب بأسوأ من ذلك بكثير، وسجلت حالات فقدان للسمع والعمى عند كثير من الأطفال حديثي الولادة وزيادة وفيات الحوامل^{٤١}.

٣ - الكاديوم **Cadmium**: الكاديوم رمزه Cd وعدده الذري ٤٨، أصل الاسم مشتق من الكلمة اللاتينية كاديا Cadmia، أو من الكلمة اليونانية كالامين Calamine، اكتشف الكاديوم عام ١٨١٧ م من قبل الألماني فريدريك ستروميير. يعتبر الكاديوم معدناً نادراً نسبياً ويوجد بتراكيز منخفضة في القشرة الأرضية (٠,١ - ٠,٥) جزء من مليون، ولا يوجد وحيداً في الطبيعة وإنما مع خامات معدنية

^{٤٠} . انترنت . د . تامر عبدالله شراكي ، (المرجع السابق) .

^{٤١} . محمد محمود سليمان ، ناظم أنيس عيسى : البيئة والتلوث ، مرجع سابق ، ص ٢٣٧ .

أخرى، ويعد منتجاً ثانوياً في عمليات صهر العديد من المعادن الخام الرئيسية كالزنك والرصاص والنحاس.^{٤٢}

وهو عنصر فلزي لين قابل للسحب لونه أزرق يميل إلى البياض، وهو يذوب في الأحماض ولا يذوب في القلويات، والكادميوم المغلي ينتج عنه أبخرة صفراء سامة، يحصل على الكادميوم كمنتج ثانوي من تنقية الخارصين، ويستخدم في صناعة البطاريات خاصة القابلة لإعادة الشحن والمستخدمه في مجالات متعددة، وكذلك في صناعة الأصبغة حيث تعتبر أصبغة الكادميوم ثابتة جداً وذات ألوان براقه، وتستخدم في السيراميك والبورسلان والزجاج والبلاستيك والدهانات.

ويستخدم الكادميوم في تلبس المعادن كالحديد والفولاذ والنحاس والالمنيوم والبراغبي والمعلبات وغيرها من أجل مقاومة التآكل، ويستخدم في الخلائط المعدنية لتحسين قوتها ومتانتها وله استخدامات أخرى متنوعة، كما يوجد في دخان السجائر والبقايا الصناعية والبلاستيك.

توجد ملوثات الكادميوم في الهواء والماء والتربة، وله تأثيرات بيئية وصحية ومخاطر متنوعة، فهو مادة سامة جداً وقد تتراكم على طول السلسلة الغذائية.

يمكن للكادميوم أن يسبب مشاكل صحية حمة كالفشل الكلوي بما في ذلك وجود البروتين والسكر في البول، ويسبب ارتفاع ضغط الدم وتقليل فعالية إنزيمات معينة، وأهم طريق للتعرض للكادميوم هو استنشاقه، واستنشاق الدخان المحتوي على الكادميوم قد يؤدي إلى الالتهاب الرئوي، والوذمة الرئوية، ثم الوفاة، ويؤثر في الهيكل العظمي وفي الجهاز التنفسي، التعرض له قد يسبب السرطان. والكادميوم يشكل خطراً مهنيًا في العمليات الصناعية مثل تصفيح المعادن والأصباغ والبلاستيك والمواد التركيبية الأخرى.

^{٤٢}. التسممات المهنية الناجمة عن الكادميوم ومركباته ، منشورات المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية ، دمشق

يشكل الكادميوم تهديداً بيئياً، وهو موجود في البيئة عند مستويات منخفضة، لكن النشاط البشري زاد من تلك المستويات إلى حد كبير، يمكن للكادميوم أن ينتقل لمسافات بعيدة عن مصدر الانبعاث، وينتج عن احتراق الوقود الطبيعي واحتراق النفايات وفضلات البلديات، وينتقل بصور وأشكال مختلفة، وهو يتراكم بسهولة في العديد من الكائنات الحية، لاسيما الرخويات والقشريات، وتوجد تراكيز أقل في الخضراوات والحبوب والجزور النشوية، ويعتبر الكادميوم مادة مسرطنة، ويمكن أن تسبب أنواعاً متعددة من السرطانات. ولأنه يشبه الزنك في الجدول الدوري، فإنه يحل محل الزنك والكالسيوم والمغنيسيوم وهو أكثر نشاطاً منها ويحدث التعرض البشري - أساساً - نتيجة استهلاك الأغذية الملوثة، والاستنشاق الفاعل والقشري لدخان التبغ، والاستنشاق من قِبَل العاملين في صناعة المعادن غير الحديدية^{٤٣}.

إن التدخلات الرامية إلى الحد من الإطلاق البيئي للكادميوم على الصعيد العالمي، والحد من التعرض المهني والبيئي له تشمل عدد من الإجراءات منها:

- التوسع في إعادة تصنيع الكادميوم.
- التقليل من الانبعاثات والتصريفات الناجمة عن أنشطة من قِبَل التعدين وتدبير النفايات.
- تعزيز أمان ظروف العمل بالنسبة للعاملين الذين يتداولون منتجات تحتوي على الكادميوم.
- التوقف عن التدخين.

٤ - الزرنيخ Arsenic:

الزرنيخ عنصر كيميائي له الرمز As والعدد الذري ٣٣، يعتبر الزرنيخ من أشد المواد سمية، ويستخدم الزرنيخ في مبيدات الطحالب والقوارض والدهانات وورق الحائط وفي صناعة السيراميك والزجاج، ومن أخطر مركبات الزرنيخ سمية (ثالث أكسيد الزرنيخ)

^{٤٣} . من الانترنت ، موسوعة ويكيبيديا (يتصرف) .

وهو مسحوق قابل للذوبان في الماء، والجرعة القاتلة منه تتراوح بين ٦٠ إلى ٢٠ ملغ ويتم امتصاصه عن طريق الأمعاء ببطء حيث تظهر الأعراض بعد فترة زمنية تتراوح من ربع ساعة إلى عدة ساعات.

وهناك صورة أخرى وهي غاز الزرنيخ ويتم امتصاصه عن طريق الاستنشاق إلى الدم مباشرة وتشكل كميات ضئيلة منه في الهواء المحيط خطراً شديداً إذ تؤدي إلى التسمم الحاد في صورة تحلل كريات الدم ويتولد الغاز من معالجة المعادن المحتوية علي شوائب الزرنيخ بالأحماض أثناء تنظيفها.

التلوث بالزرنيخ المزمن ينتج من تلوث المياه الجوفية، تعد المياه الجوفية والتي تحتوي على نسب من الزرنيخ بتراكيز مرتفعة المصدر الأساسي للتسمم بالزرنيخ، وفي دراسة أجريت عام ٢٠٠٧ وجد أن أكثر من ١٣٧ مليون شخص في أكثر من ٧٠ دولة أصيبوا بالتسمم بالزرنيخ والذي مصدره المياه الجوفية، لذلك أوصت منظمة الصحة العالمية بحد أقصاه ٠.٠١ مغ / ل (١٠ أجزاء بكل بليون) من الزرنيخ بمياه الشرب.

اشتهر الزرنيخ علي مدي قرون طويلة بأنه أوسع السموم استخداماً في قتل الآخرين، ويعتقد أنه تم القضاء على الكثير من المشاهير في العالم بهذا السم بخاصة في العصور الوسطى.

أسئلة للمناقشة:

- ١ - عرّف الغلاف الجوي
- ٢ - اشرح تركيب الغلاف الجوي وأهم عناصره
- ٣ - اشرح بنية الغلاف الجوي، ومميزات كل طبقة من طبقاته.
- ٤ - عرّف غاز الأوزون.
- ٥ - ما هي فوائد غاز الأوزون عندما يتوفر في حدوده المسموح بها؟
- ٦ - ما هي آثار ومخاطر غاز الأوزون عندما تزيد معدلاته عن القيم المسموح بها؟
- ٧ - ما هي آثار ومخاطر نقص غاز الأوزون عن معدلاته المناسبة؟
- ٨ - عرّف الأيونات وشرح تأثير الأيونات.
- ٩ - يبيّن تأثيرات الأيونات السالبة في جسم الإنسان.
- ١٠ - يبيّن تأثيرات الأيونات السالبة في جسم الإنسان.
- ١١ - اشرح أول أكسيد الكربون CO كأحد الغازات الموجودة في الغلاف الجوي.
- ١٢ - يعد غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ من الغازات المهمة في الغلاف الجوي، تحدث عنه وبين تغير معدلاته وأثر ذلك.
- ١٣ - تحدث عن الجزيئات (المواد العالقة) في الغلاف الجوي مبيناً مصادرها وآثارها.
- ١٤ - تحدث عن غاز الكلوروفلوروكربون، مبيناً مصادره في الغلاف الجوي وتأثيراته.
- ١٥ - الرصاص أحد المعادن الثقيلة، بين خصائصه واستعمالاته وآثاره البيئية.
- ١٦ - الزئبق أحد المعادن الثقيلة، بين خصائصه واستعمالاته وآثاره البيئية.

الفصل الخامس

تلوث الغلاف الجوي

- ❖ تعريف تلوث الغلاف الجوي
- ❖ المصادر الطبيعية لتلوث الغلاف الجوي
- ❖ المصادر البشرية لتلوث الغلاف الجوي

الفصل الخامس

تلوث الغلاف الجوي

٥ - ١ - تعريف تلوث الغلاف الجوي:

لا يوجد تعريف واحد محدد متفق عليه للتلوث الجوي، وإنما يوجد عدد من التعريفات وهي تتفق في أن تلوث الجو يعني وجود مواد وشوائب وغازات بتراكيز وكميات كبيرة، أكبر من الحد الطبيعي المعروف لفترة طويلة من الزمن، مما يؤدي إلى تأثيرات ونتائج - سلبية غالباً - في التوازن والاستقرار البيئي، وفي المناخ العالمي، وفي صحة وحياة الكائنات الحية المختلفة بما في ذلك الإنسان.

يمكن تعريف تلوث الغلاف الغازي بأنه وجود مواد أو ملوثات غازية أو صلبة أو سائلة أو جزيئية، بكميات وتراكيز أكثر من الحالة الطبيعية، ولفترات طويلة، سواءً أكانت من مصادر ولأسباب طبيعية أو من مصادر ولأسباب بشرية مصطنعة، مما يؤدي إلى حدوث تأثيرات ضارة مباشرة أو غير مباشرة في النظام البيئي، وأضرار بصحة الإنسان والنبات والحيوان والكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي خسائر مادية ومعنوية كبيرة.

علماً أن الغلاف الجوي كغيره من الأغلفة الجغرافية مزود بإمكانية أو آلية طبيعية معينة للتنقية والتنظيف الذاتي تجعله يتخلص من الملوثات التي تدخل إليه بشكل أو بآخر، ولكن ذلك يتم طبعاً في حدود وظروف معينة، ويقوم الغلاف الجوي بالتنقية الذاتية والتخلص من الكثير من الملوثات بعدة طرق منها^{٤٤}:

١. الجاذبية الأرضية: تتسبب قوة الجاذبية الأرضية في ترسيب الكثير من الجزيئات والجسيمات العالقة في الهواء، والتي تترسب بالقرب من المصانع والمحاجر والمناجم وغيرها، وهذا الأمر يرتبط بحجم ووزن الجسيمات، فالكبيرة والثقيلة تسقط بينما

^{٤٤} - محمد عياد مقبلي، التلوث البيئي، دار شموع الثقافة، ليبيا، ٢٠٠٢ م، ص ١٣٠ بتصرف.

الصغيرة والغازية ترتفع نحو الأعلى، ويرتبط ذلك بالظروف المناخية كحركة الرياح والتيارات الهوائية، ودرجات الحرارة، والتساقط وغير ذلك.

٢. هطول الأمطار والثلوج وأشكال التساقط الأخرى، حيث تلتصق بالجزيئات والغازات العالقة في الهواء وتسقطها معها على سطح الأرض، ولذلك فإن هذه الملوثات أو الغازات تحدد صفات الأمطار وخصائصها، كالضباب والأمطار الحامضية التي تتشكل فوق المناطق الملوثة بأكاسيد النتروجين والكبريت والكربون وغيرها.

٣. اعتراض مكونات السطح: تشكل مكونات السطح من مبانٍ وجبال وأشجار وغيرها حواجز تعترض الجسيمات المنقولة وتعرقل حركتها وتقوم بإسقاط الكثير منها، وهذا يرتبط أيضاً بعدد من العوامل والظروف.

٤. الامتصاص: حيث يقوم الغطاء النباتي بامتصاص الكثير من الملوثات وترشيحها، بشكل مباشر أو خلال عملية التركيب الضوئي، ومعروف أن الغابات تمثل رئة الطبيعة، وهي تمتص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، كما أن المسطحات المائية خاصة مياه البحار والمحيطات تمتص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون والنتروجين وتخلص الجو منها.

٥. التفاعل الكيميائي الضوئي: يحدث في الغلاف الجوي تفاعلات كيميائية بين الغازات مع وجود الضوء والأشعة الشمسية لذلك تسمى تفاعلات كيميائية ضوئية، تحدث بين أكاسيد النتروجين والهيدروكربونات مع الأوكسجين، وغيرها من الغازات الموجودة في الغلاف الجوي.

٦. البكتيريا: يوجد في الغلاف الجوي الكثير من أنواع البكتيريا التي تتغذى على الملوثات الجوية، ومنها نوع من البكتيريا تغذى على غاز الأثيلين المنبعث من السيارات.

٥ - ٢ - وحدات قياس التلوث الجوي:

يقاس تلوث الهواء بعدة أشكال منها: الوزن على الحجم (أي الميكروغرام أو المليبي غرام في المتر المكعب من الهواء / مكغ / ٣م أو ملغ / ٣م ، أو تقاس بالوزن على

وحدة المساحة (غرام أو كلغ أو طن) (غ / م^٢، أو طن / كلم^٢، أو كغ أو طن / هكتار الخ...)، أو تقاس بـ جزء في المليون حجماً PPMv وتساوي (١٠^{-٦})، أو جزء في البليون حجماً PPbv وتساوي (١٠^{-٩})، أو جزء في الترليون حجماً PPtv وتساوي (١٠^{-١٢}). *

٥ - ٣ - مصادر تلوث الغلاف الجوي:

تصنف هذه المصادر في نوعين رئيسيين هما المصادر الطبيعية، والمصادر البشرية، وأهم هذه المصادر:

أولاً - المصادر الطبيعية لتلوث الغلاف الجوي:

يحتوي الغلاف الجوي بشكل دائم على بعض المواد الطبيعية، التي تختلف في كميتها وتركيزها، وتشمل جميع مصادر التلوث الناتجة عن ظروف طبيعية لا دخل للإنسان بها، ومنها ما تقذفه البراكين، وما تحدثه الزلازل، وما تسببه العواصف والأعاصير، أضف إلى ذلك غبار الطلع (غبار اللقاح)، والبكتيريا، والأملاح، والمواد المشعة وغيرها:

١ - البكتريا والجراثيم والفيروسات:

تنتشر في الهواء أنواع عديدة من البكتريا والفطريات في حالة ساكنة وتصيب الإنسان إذا وفرت الظروف الملائمة. ومن أجناس البكتريا Streptococcus و Mycobacterium أما الفطريات Candida, Pentium ويعتبر فيروس الأنفلونزا أكثر الفيروسات انتشاراً في الهواء. تستخدم الميكروبات في الحروب الجرثومية لسهولة انتشارها في الهواء وتسبب أمراضاً فتاكة بالإنسان ومن أشهر هذه الميكروبات في وقتنا الحاضر الجمره الخبيثة التي تسببها Bacillus anthrax ويمكن انتشار غيرها عن طريق الهواء مثل الطاعون Pasture plague Upsets والجدري الذي يسببه فيروس Small pox.

* - PPM = Part Per Million
PPb = Part Per Billion
PPt = Part Per Trillion

إن وجود البكتريا والجراثيم والأحياء الدقيقة في الهواء قد يكون عرضياً ونسبياً باختلاف الظروف المناسبة لذلك، وهي توجد على هيئة خلايا حرة أو طليقة أو مختلطة مع الغبار أو غيره، وعموماً فإن البكتريا والجراثيم والفطريات توجد بشكل دائم في البيئة، في الهواء والتربة والماء، وخاصة في الأماكن المغلقة أو الملوثة، وبعضها لها فوائد (الكائنات المحللة، والبكتريا المثبتة للآزوت، أو بكتريا الخميرة). والبكتريا كائنات صغيرة كثيرة الأنواع منها ما يعيش حراً ومنها ما يعيش طفيلياً، وهي من الكائنات وحيدة الخلية، ومن الصعب تصنيفها، ووجود البكتريا والجراثيم يؤدي إلى الإصابة بأمراض بيئية مختلفة منها، الكوليرا والجمرة الخبيثة والطاعون والدرن وغيره^{٤٥}.

كما يوجد أنواع مختلفة مما يمكن تسميته بالفيروسات منها (الرشحيات) وهي عبارة عن كائنات (لا يعرف بالحقيقة إن كانت حية أو غير حية) دقيقة جداً بحيث لا يمكن رؤيتها بأي تكبير بالميكروسكوب الضوئي وتمر من خلال أدق أنواع المرشحات أو المصفيات لذلك أطلق عليها اسم الرواشح أو الرشحيات (فيروسات)، ولا يمكن التعرف عليها إلا من خلال الأعراض المرضية التي تسببها في الخلايا الحية مثل رشح الجدرى والحصبة وذات السحايا والأنفلونزا وحمى الضنك والحمى الصفراء والحمى النزفية. كما يوجد فيروسات تسمى الركتسيا وهي أكبر من الرشحيات وتسبب التيفوس وحمى كيو وحمى الجبال الصخرية النمشية، يليها أنواع من البكتريا وهي صغيرة ومتباينة وكثيرة الأنواع منها ما يعيش حراً ومنها ما يعيش طفيلياً مثل عصيات الطاعون وأنواع أخرى مثل بكتيريا التيفويد والباراتيفويد والسل وغير ذلك^{٤٦}.

يمكن أن يتلوث الهواء بالفيروسات من مصادر بشرية وحيوية مختلفة، خاصة من خلال إفراز هذه الفيروسات من الأشخاص المصابين إلى الهواء أثناء السعال أو العطس أو

^{٤٥} . عبد الفتاح صديق عبد اللاه ، عبد الحميد حسن : أسس الجغرافية الطبية ، دار المعرفة للتنمية البشرية ، ١٤٢٨ هـ

٢٠٠٧ م ، ص ١٩٧ .

^{٤٦} . جليل أبو الحب ، الحشرات الناقلة للأمراض ، عالم المعرفة ، العدد ٥٤ ، الكويت ١٩٨٢ م ، ص ٣٨ .

الكلام، حيث تنتقل إلى الآخرين وقد تصيهم بالعدوى والمرض، ويرتبط ذلك بعدة أمور بيئية وصحية تتعلق بنوعية وكمية وطبيعة الفيروسات، والمكان الذي توجد فيه، هل هو مغلق أو مفتوح، وفترة حضانة الفيروس، ومدى تبادل الهواء، والظروف الجوية من حرارة ورطوبة وغيرها، ونوعية الأشخاص المرضى أو المعافين وقدرتهم المناعية وغير ذلك.

٢ - الحرائق الطبيعية:

برغم الفوائد الكثيرة التي جلبها اكتشاف النار، لأن النار نقلت الإنسان من الحالة الوحشية إلى الحالة الإنسانية، حيث كان يأكل اللحوم نيئة ويعيش في ظلام مطبق، ولكن اكتشاف النار أو - خلقها - حرر الإنسان من الظلام والبرد وأصبح يطبخ ويشوي طعامه، ويشق دروبه، ويكتشف الوسط المجاور له، ويوما بعد يوم ساعدته النار في صنع الأدوات وزراعة الأراضي والدفاع عن نفسه، لدرجة أنه يمكن اعتبار اكتشاف النار أهم وأعظم اكتشاف في تاريخ البشرية وأهم من اكتشاف الطاقة النووية أو الصعود إلى الفضاء لأن اكتشاف النار هو الذي مهد الطريق إلى الكشوف اللاحقة.

ولكن النار ليست فوائد ونعم فحسب، بل فيها الجانب السلبي والأضرار التي جلبتها من ناحية أخرى، فقد شكلت في كثير من الأحيان مصدر قلق وشر وكوارث للبشرية عندما كانت تلتهم الكثير من الغابات والبراري والمراعي وغيرها، وتسبب تلوث الهواء بمخلفاتها، وتدهور التربة بعد القضاء على الغطاء النباتي وبالتالي تغيير في كل أو بعض عناصر النظام البيئي.

بما أن الحديث هنا يدور عن الحرائق الطبيعية أو ذات المنشأ الطبيعي أي بدون تدخل مباشر من قبل الإنسان، وإنما تحدث بشكل طبيعي جراء انطلاق أي شرارة لأي سبب لاسيما في الفصل الحار والجاف، وقد يكون سببها الصواعق، أو شرارة من خطوط نقل الطاقة، أو من وجود زجاج في منطقة تتعرض لأشعة شمسية مركزة قد تشكل بؤرة تصدر شرارة وتسبب في اندلاع حريق، وجميع هذه الحرائق الطبيعية بأشكالها المختلفة شأنها شأن الحرائق المصطنعة تشكل خطراً كبيراً على الأنظمة البيئية الطبيعية، وتؤدي إلى

إطلاق كميات كبيرة من الملوثات، خاصة غاز أول أكسيد الكربون والنيتروجين والميثان والسخام وهباب الفحم والجزيئات الصلبة المختلفة، وحدوث تأثيرات سلبية وتغيرات في المناخ وفي التربة ومكوناتها وفي الغطاء النباتي والتنوع البيولوجي وفي الغلاف المائي وغيره، وينعكس كل ذلك سلباً على حياة الإنسان وغيره من الكائنات الحية.

٣ - التلوث بالأملاح:

هذه الأملاح تتبخر من السبخ والتراب المالحة، ومن البحار والمحيطات وغيرها، وتنقلها الرياح مع بخار الماء وتتركز في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي، وتعد هذه الأملاح من المواد الملوثة للبيئة والضارة، وتزيد من عملية نحت المعادن وخطوط نقل الطاقة المعدنية وتآكلها، و نحت المعادن الموجودة في العمارات والمنشآت المختلفة وتآكلها وصدئها ولاسيما في المناطق الساحلية، والمناطق التي توجد الأملاح في أجوائها، وفي بخار الماء والهواء.

٤ - غبار الطلع:

يكثر غبار الطلع في فترة إزهار الأشجار والنباتات في فصل الربيع غالباً، وتختلف كثافة غبار الطلع والتأثيرات الناتجة عنه باختلاف الغطاء النباتي ونوعيته، وبالطبع فإن لغبار الطلع وظيفة إيجابية مهمة في تلقيح النباتات، ولكنه قد يشكل حالة جوية سديمية تعرف بعبق الشجر، وتؤدي إلى آثار بيئية سلبية، وتأثيرات فيزيولوجية في جسم الإنسان، والتهاب العيون والبلعوم، وبعض الأمراض التحسسية والتنفسية.

٥ - الغبار والعواصف الغبارية:

من المعروف أنه توجد عواصف مطرية وثلجية و ريجية مختلفة ولكن الذي يهمنا هنا هو العواصف الغبارية الرملية والترابية هي جزيئات من التراب والغبار مثارة أو عالقة في الجو يصاحبها رياح شديدة، هذا الغبار الناتج عن عملية حت التربة وتعريتها، ونقلها على شكل عواصف غبارية خاصة في المناطق الصحراوية والجافة وشبه الجافة، وجزيئات الغبار تختلف في نوعها وحجمها وتأثيرها، وهي تنتشر إلى مسافات بعيدة أفقياً وعمودياً،

وتعاني الكثير من المناطق الريفية والحضرية في العالم من ظاهرة الغبار والعواصف الغبارية، خاصة تلك القريبة من الصحاري، أو تقع على حدودها وغالبا ما تحدث على أجزاء من إفريقيا وأستراليا والصين والولايات المتحدة الأمريكية والشرق الأوسط.

من هذه العواصف الرملية عاصفة رملية حدثت في السعودية في صباح ١٠ آذار ٢٠٠٩ م، حيث اجتاحت عاصفة رملية مدينة الرياض، وقد قامت المدارس بعمليات إخلاء سريعة للطلاب نظراً لشدة العاصفة وقوتها، كما استقبلت أقسام الطوارئ في المستشفيات والمراكز الصحية حالات المصابين بالربو والأمراض الأخرى ذات الصلة^{٤٧}.

من المعروف أن جزيئات الغبار يمكن أن تشكل نويات تساعد في تكاثف بخار الماء وحدوث الغيوم والتهطال إذا توافرت الظروف الجوية المناسبة لذلك. ولكن الغبار والعواصف الغبارية تسبب تلوث الهواء، وتؤثر على الصحة والحياة، وتؤدي إلى تدني مدى الرؤية إلى بضعة أمتار مما يؤثر على حركة المرور والتنقل، ويؤدي إلى حدوث نتائج سلبية

كثيرة منها:

- ١ - تغير عامل الشفافية الجوية والنتائج المترتبة على ذلك.
- ٢ - تقليل مدى الرؤية إلى حد كبير أحيانا، وربما انعدامها.
- ٣ - تقليل كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض
- ٤ - التأثير السلبي على طرق السيارات، والخطوط الحديدية، والموانئ الجوية والبحرية.
- ٥ - عرقلة عمليات النقل البري والبحري والجوي، وارتفاع نسبة الحوادث المرورية.
- ٦ - تساعد في حدوث التصحر وزيادة حدته، والتأثير السلبي في الغطاء النباتي والحيواني.
- ٧ - تؤدي إلى إصابة السكان بالأمراض التنفسية، والجسدية، والنفسية، والعصبية وغيرها.
- ٨ - تؤدي إلى خفض القدرة الإنتاجية للأرض والنباتات والحيوانات والبشر أيضاً.

^{٤٧} - شبكة الإنترنت، موقع www.alkhaleej.ae

- ٩ - تسبب تلوث الملابس والمنازل والمتاجر والأسواق والشوارع والسيارات وغيرها.
- ١٠ - قد تؤدي إلى الهجرة من هذه المناطق، وهذا يسبب نتائج سلبية أخرى.
- ١١ - حدوث خسائر اقتصادية كبيرة بشكل مباشر من جراء الغبار والعواصف الغبارية، أو بشكل غير مباشر من جراء الأموال والأعمال المخصصة لمعالجة هذه الظاهرة.
- ١٢ - يؤدي الغبار والعواصف الغبارية إلى التأثير السلبي على كافة الأنظمة الإيكولوجية (البيئية) خاصة المحلية.

إن ذرات الغبار بشكل عام، وأثناء العواصف الغبارية بشكل خاص، تسبب تلوث الهواء، وتؤدي إلى حدوث نتائج سلبية كثيرة منها تعرض الإنسان لأضرار صحية كبيرة، حيث تدخل ذرات الغبار إلى جسم الإنسان عن طريق الأنف أو الفم، وتؤدي إلى إصابة السكان بالأمراض التنفسية، وفي حال دخول ذرات الغبار الصغيرة جداً عبر الجهاز التنفسي فإنها قد تصل إلى الرئة أو إلى الشرايين الدموية وتصيبها بالأذى، وقد تدخل إلى العيون، وبالنتيجة تعرض المصاب للمخاطر الصحية والأمراض الصدرية والتنفسية، والجسدية، والنفسية، والعصبية، وزياد تركيز الجزيئات تعد عاملاً مساعداً على حدوث ظاهرة الضباب الدخاني (الضبخان)، وفي حدوث تأين الهواء، وفي الهواء الملوث يزداد عدد أيونات الهواء الموجبة، وهي تؤثر سلباً في الكائنات الحية.

٦- البراكين:

تعد البراكين من الظواهر الطبيعية الفريدة التي استرعت انتباه الإنسان منذ القدم وهي من الظواهر الطبيعية المروعة، وقد رافقت تكون الأرض وتشكل سطحها، وكان لها دور مهم في تشكيل وتطور القشرة الأرضية، وأغلب أجزاء القشرة الأرضية تأثرت بالعمليات الاندفاعية البركانية، كما أن البراكين أثرت في انتشار الحياة وتوزعها على سطح الأرض.

يمكن تعريف البركان بأنه المكان الذي تخرج أو تنبعث منه المواد المصهورة الحارة مع الأبخرة والغازات المصاحبة لها من أعماق القشرة الأرضية ويحدث ذلك خلال فوهات أو

شقوق وتتراكم المواد المنصهرة أو تنساب حسب نوعها لتشكّل أشكالاً أرضية مختلفة منها الصبات البركانية والتلال المخروطية أو الجبال البركانية العالية.

٦ - ١ - أنواع المواد البركانية:

تطلق البراكين أثناء ثورانها حطام صخري صلب ومواد سائلة ومواد غازية وهي:

أ - الحطام الصخري: ينبثق نتيجة للانفجارات البركانية حطام صخري صلب مختلف الأنواع والأحجام عادة في الفترة الأولى من الثوران البركاني. ويشتمل الحطام الصخري من القشرة المتصلبة التي تنتزع من جدران العنق نتيجة لدفع اللافا والمواد الغازية المنطلقة من الصهير بقوة وعنّف ويتركب الحطام الصخري من مواد تختلف في أحجامها منها الكتل الصخرية، والقذائف والجمر، والرمل والغبار البركاني.

ب - الغازات: تخرج من البراكين أثناء نشاطها غازات بخار الماء، وهو ينبثق بكميات عظيمة مكوناً لسحب هائلة يختلط معه فيها الغبار والغازات الأخرى. وتتكاثف هذه الأبخرة مسببة لأمطار غزيرة تتساقط في محيط البركان. ويصاحب الانفجارات وسقوط الأمطار حدوث أضواء كهربائية تنشأ من احتكاك حبيبات الرماد البركاني ببعضها ونتيجة للاضطرابات الجوية، وعدا الأبخرة المائية الشديدة الحرارة، ينفث البركان غازات متعددة أهمها الهيدروجين والكلورين والكبريت والنترجين والكربون والأوكسجين، بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون وغيره.

ج - اللافا: هي كتل سائلة تلمظها البراكين، وتبلغ درجة حرارتها بين ١٠٠٠ م و ١٢٠٠ م.

تنبثق اللافا من فوهة البركان، كما تطفح من خلال الشقوق والكسور في جوانب المخروط البركاني، تلك الكسور التي تنشأها الانفجارات وضغط كتل الصهير، وتتوقف طبيعة اللافا ومظهرها على التركيب الكيماوي لكتل الصهير الذي تنبعث منه ولذلك تختلف في

مظهرها وخصائصها وهي نوعان لافا خفيفة فاتحة اللون، ولافا ثقيلة داكنة اللون^{٤٨}
(الجدول ٥) .

الجدول (٥) أهم الغازات المنطلقة من البراكين ونسبها المئوية

الرمز	النسبة %	نوع الغاز	تسلسل
H ₂ O	٧٠ %	بخار الماء	١
CO ₂	١٤ %	ثاني أكسيد الكربون	٢
SO ₂	٦.٥ %	ثاني أكسيد الكبريت	٣
N _x	٦ %	النيتروجين	٤

٦ - ٢ - التوزيع الجغرافي للبراكين:

تقسم البراكين إلى عدة أنواع فمنها براكين عنيفة، وأخرى هادئة، أو خامدة، وحاليا فإن معظم البراكين في العالم هي خامدة وبعضها نشط يشور بين الحين والآخر، وتتراوح شدتها بين العنيف والهادئ، ومعظم البراكين توجد في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وأهم مناطق توزع البراكين في العالم هي:

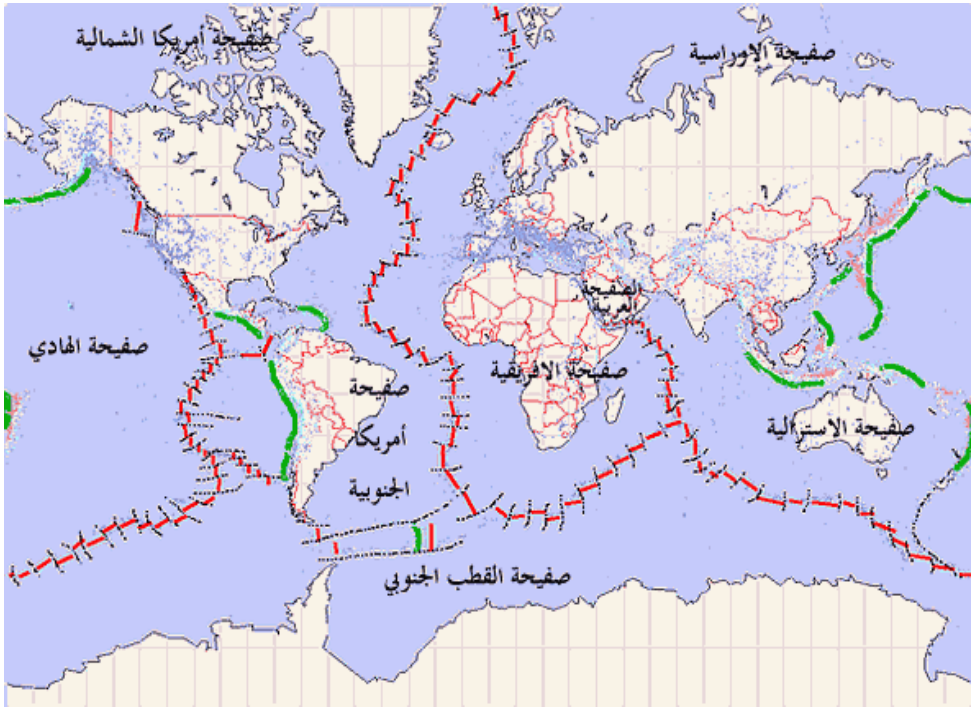
- ١ - براكين حلقة النار وهو النطاق الذي يحيط بسواحل المحيط الهادي، يمتد على السواحل الشرقية من ذلك المحيط فوق مرتفعات جبال الأنديز إلى أمريكا الوسطى والمكسيك، وفوق مرتفعات غربي أمريكا الشمالية إلى جزر الوشيان ومنها إلى سواحل شرق قارة آسيا إلى جزر اليابان والفلبين ثم إلى جزر إندونيسيا ونيوزيلندا.
- ٢ - براكين في المحيط الهادي نفسه، إذ يوجد الكثير من البراكين في المحيط الهادي نفسه وبعضها ضخمة نشأة في قاعه وظهر شامخا فوق مستوى مياهه. ومنها براكين جزر هاواي التي تتركز قواعدها في المحيط على عمق نحو ٥٠٠٠ م، وترتفع فوق سطح مياهه أكثر من ٤٠٠٠ م وبذلك يصل ارتفاعها من قاع المحيط إلى قممها نحو ٩٠٠٠ م.

^{٤٨} . شبكة الإنترنت، موقع earth104.tripod.com تاريخ الدخول ٩ / ١١ / ٢٠١٧ م .

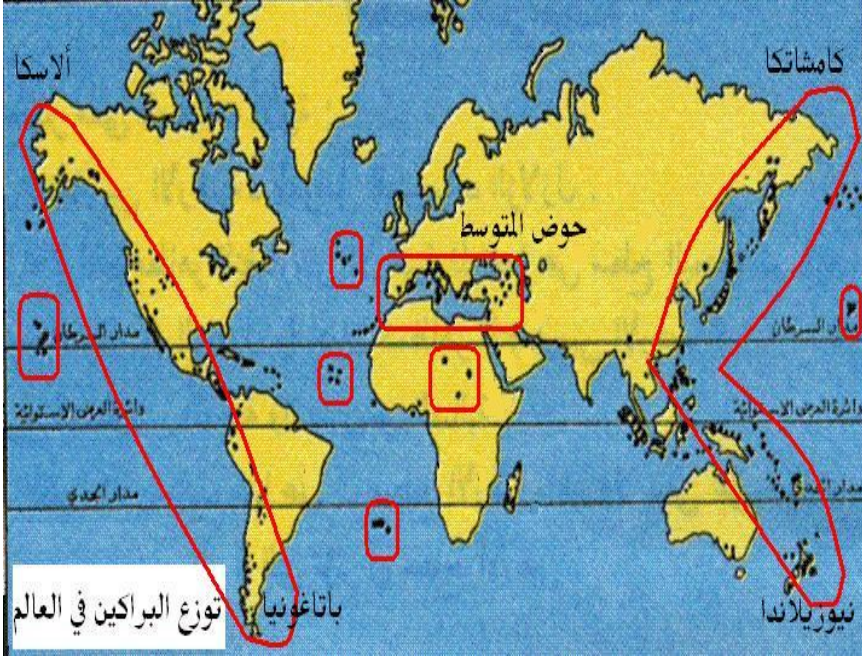
٣ - براكين الحزام المتوسطي، جنوب أوروبا المطل على البحر المتوسط والجزر المتاخمة له، وأشهر البراكين النشطة هنا فيزوف قرب نابولي بإيطاليا، وأتنا بجزر صقلية وأسترومبولي (منارة البحر المتوسط) في جزر ليباري.

٤ - براكين مرتفعات غربي آسيا وأشهرها بركان أرارات.

٥ - براكين نطاق الصدع العربي الأفريقي الممتد في شرق أفريقيا وغرب شبه الجزيرة العربية (منها بركان كلمنجارو). الشكل (٦) والشكل (٧)، والجدول (٦).



الشكل (٦) خريطة تبين توزع الصفائح التكتونية في العالم.



الشكل رقم (٧) خريطة تبين أماكن التوزيع الجغرافي للبراكين في العالم

الجدول (٦) يبين أهم حوادث البراكين بين عامي ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٧م:

الآثار	المكان	اسم البركان	الزمان
	المكسيك	بركان المكسيك	شهر / ٢٠٠٠/١٢
نزوح ٣٠٠ ألف شخص وإلحاق الدمار ب ١٤ قرية	شمال مدينة جاما بالكونغو	بركان نييراجونجو	٢٠٠١/١/١٧
	الإكوادور	بركان الإكوادور	شهر / ٢٠٠١/٨
أحجر نصف مليون شخص على إجلاء منازلهم	شمال مدينة جاما بالكونغو	بركان نييراجونجو	٢٠٠٢
تزامن معه زلزال بقوة ٤,٣ درجة	جزيرة صقليا	بركان جبل اثنا	٢٠٠٢/١١

تعطيل حركة الطيران	آيسلندا	بركان جرمسفتوتن	٢٠٠٤
تكرر انفجاره في الشهر السادس والشهر التاسع من هذا العام	إندونيسيا	بركان ميرابي	٢٠٠٤/١
	السلفادور	بركان ايلاماتيبيك	٢٠٠٥/٩
	كولومبيا	بركان كولومبيا	٢٠٠٥/١١
تعطيل حركة النقل الجوي الخ..	ألاسكا	بركان ألاسكا	٢٠٠٦/٢/١٤
نفوق الماشية وتلوث مصادر المياه وإجلاء بعض السكان	مدينة ليما في البيرو	بركان اوبيناس	٢٠٠٦/٤/٢٤
إجلاء أربعة قرى	الإكوادور	بركان تونجوراهاوار	٢٠٠٦/٧/١٦
	إندونيسيا	بركان ميرابي	٢٠٠٧ / ٧
تكرر انفجاره في الشهر الخامس من هذا العام	تشيلي	بركان تشيلي	٢٠٠٨/١
كان لهذا البركان نشاط كبير خلال المئتي سنة الماضية وفي ٢ يناير ٢٠٠٩ ثار لمدة قصيرة وصعدت منه أبخرة وغازات وصل ارتفاعها إلى نحو ٧ كيلومترات انتشرت وتفرقت فوق الجزء الشمالي من المحيط الهادي.	جزر ألاسكا	كليفلاند	/ ١ / ٢ ٢٠٠٩
تكرر انفجاره في الشهر ١١ عام ٢٠١٠	الفلبين	بركان بولوسان	٢٠٠٩/١٢
مصرع ٢ شخص وتعطل كبير في حركة الطيران وحسائر مادية غطى الرماد الناتج عن الثوران البركاني مساحات واسعة من شمال أوروبا، وأغلقت حوالي ٢٠ دولة مجالها الجوي، وتسبب ذلك بالتأثير على أكثر من 100 ألف مسافر.	آيسلندا	بركان ريكيافيك	بدأ في ٢٠ / ٣ / ثم تجدد في ٢٠١٠/٤/١٤
إجلاء الآلاف	أندونيسيا	بركان ميرابي	٢٠١٠/١١/١
انخفاض درجة الحرارة لتصل إلى ١٠ درجة مئوية	السلفادور	بركان ايلاماتيبيك	٢٠١٠/١٢/٢٨

ذوبان الثلوج وارتفاع مستوى المياه	جزيرة كامتشكا في روسيا	بركان كيزيمفى	٢٠١٠/١٢/١٧
إخلاء المناطق القريبة منه ، وتعطل حركة القطارات والخدمات الجوية في المنطقة	اليابان	بركان شينمو	٢٠١١/١/٢٨
تساقط الرماد على قريتي انفاجاي وايسو	روسيا	بركان كيزيمفى	٢٠١١/١/٢٣
اجلاء بعض المقيمين في المناطق القريبة من البركان	الفلبين	بركان بولوسان	٢٠١١/٢/٢١
اندفاع الحمم الحارقة وسحب الدخان	أندونيسيا	بركان ماندناو	٢٠١١/٣/١١
انبعث عن ثورة البركان كميات ضخمة من ثاني أكسيد الكبريت مما أثر على جودة الهواء في أيسلندا.	ايسلندا	بركان باردربونجا	٢٩ / ٨ / ٢٠١٤ لمدة ستة أشهر
لعدة أيام تصاعد الدخان من البركان في جزيرة بالي السياحية امتد لمئات الأمتار في السماء، ما أجبر الآلاف على الفرار خشية ثوران، وتم إغلاق مطار بالي.	جزيرة بالي اندونيسيا وهو بركان متجدد النشاط يثور بين الحين والآخر	بركان جبل أجونغ في بالي	٣٠ / ١١ / ٢٠١٧ واستمر لعدة أيام

٦ - ٣ - آثار البراكين:

البراكين لها تأثيرات كبيرة في الماضي والحاضر، بالنسبة للأرض والحو والحياة كما ذكرنا سابقاً يمكن إجمال آثار البراكين بالشكل التالي:

أ - تسبب المقذوفات والمواد البركانية تلوث الغلاف الجوي، وتقليل نسبة الشفافية الجوية، وعرقلة وصول الأشعة الشمسية إلى سطح الأرض، وحدوث تغيرات مناخية، وزيادة نسبة الغازات السامة، ونقص الأكسجين مما ينعكس سلباً على حياة الكائنات الحية، وقد يؤدي إلى موتها، خاصة في مناطق ثوران البراكين، وحدوث خسائر اقتصادية وإيكولوجية لا حصر لها.

ب - تؤثر البراكين في تشكيل سطح الكرة الأرضية من جبال مرتفعة وهضاب فسيحة، وصبات أو حرات ممتدة بأشكال وأنواع مختلفة، وحين تجمد وتبرد تلك المقذوفات البركانية

تنشأ في تجاويف فوهاتها ما يسمى بالبحيرات البركانية بخاصة في الجهات المطيرة، أو غير ذلك من الأشكال الجيومورفولوجية.

ج - تؤثر البراكين في النشاط البشري بخاصة في الزراعة بسبب خصوبة التربة البركانية، وهنا يمكن التنويه أنه من الغريب أن الإنسان لم يعزف عن السكن بجوار البراكين حتى يكون بمأمن من أخطارها، بل بالعكس نجده يقطن بالقرب منها، وعلى منحدرات الجبال البركانية، فبركان فيزوف تحيط به القرى والمدن وتغطيه حدائق الفاكهة وبساتين الكروم وجميعها تنتشر على جوانبه حتى قرب قمته، وتقوم الزراعة أيضاً على منحدرات بركان أتنا في جزيرة صقلية حتى ارتفاع ١٢٠٠ م في تربة خصيبة تتكون من البازلت الأسود الذي تدفق فوق المنطقة أثناء العصور التاريخية.

وهذه البراكين لا ترحم إذ تثور من وقت لآخر فتدمر قرية أو أكثر ويمكن للسائر على طول الطريق الرئيسي فوق السفوح السفلى من بركان أتنا في إيطاليا، عند نهاية تدفقات اللافا التي تعد شواهداً أبدية تشير إلى الخطر الدائم المحدق بالمنطقة. وتشتهر جزيرة جاوه الاندونيسية ببراكينها الثائرة النشطة وبراكينها تفوق في الواقع كل براكين العالم في كمية الطفوح و اللواظ التي انبثقت منها منذ عام ١٥٠٠ م ومع هذا نجد الجزيرة تغص بالسكان، فهي أكثر جهات العالم الزراعية سكاناً بالنسبة لمساحتها ويسكنها نحو ١٢٥ مليون شخص ويرجع ذلك كما أسلفنا إلى خصوبة التربة البركانية، وقد أنشئت بها مصلحة للبراكين وظيفتها التنبؤ بحدوث الانفجارات البركانية وتحذير السكان قبل ثوران البراكين مما يقلل من أخطار وقوعها.

د - تلعب البراكين دوراً عظيماً في العمليات الجيولوجية وتعد دراسة البراكين فرع من علوم الجيولوجيا أصبح علماء قائماً بذاته يعرف باسم علم البراكين **Volcanology**، كما أن البراكين يصاحبها تكون معادن وخامات هامة جداً من الناحية الاقتصادية، ودراسة البراكين مهمة في التعرف على مراكز الهزات الأرضية^{٤٩}.

^{٤٩} . شبكة الإنترنت، موقع earth104.tripod.com تاريخ الدخول ٩ / ١١ / ٢٠١٧ /

٦ - ٤ - إمكانية التنبؤ بوقت حدوث النشاطات البركانية:

يتفق التوزيع الجغرافي للبراكين في العالم إلى حد كبير مع التوزيع الجغرافي للزلازل، مع فارق مهم بينهما وهو أن الزلازل تحدث بشكل مفاجئ ولم يتم التمكن من التنبؤ بوقوعها بشكل تام حتى الآن، وعلماء البراكين مازالوا يترثون في تقديم أي تنبؤات أكيدة ودقيقة عن زمان ومكان حدوث الانفجارات البركانية، ولكن يوجد الكثير من الشواهد التي يمكننا الاستدلال منها على احتمال ثوران البراكين وهي:

- ١ - حدوث هزات أرضية أو زلازل قد تسبق ثوران البراكين بساعات أو أيام أحيانا.
 - ٢ - التغيير في مستوى المياه الجوفية، وفي صفات وسلوك الينابيع الحارة والفتوات الأرضية والفتوات والبحيرات البركانية.
 - ٣ - التغيير في قوة واتجاهات المجالات المغناطيسية للأرض.
 - ٤ - زيادة الحرارة المنبعثة في المنطقة ويمكن الاستدلال عليها من التصوير بالأشعة تحت الحمراء.
 - ٥ - التحول في القوى الكهربائية المحلية.
 - ٦ - السلوك المتوتر لدى بعض أنواع الحيوانات.
 - ٧ - تغيير مستوى الأرض وميل التراكيب الجيولوجية نتيجة اندفاع الصحارة من أسفل إلى أعلى، ويمكن أن يستدل على ذلك باستخدام الأقمار الصناعية حيث يمكن بواسطتها استعمال جهاز قياس الميل Tilt meter الذي يدل على ذلك.
- ### ٧ - تأثير الإشعاعي الطبيعي:

أصبح من المعروف أن المواد المشعة موجودة في الطبيعة منذ القدم ومنذ بداية تشكل الكون، ولها مصادر متعددة منها:

أ - الأشعة الكونية الموجودة في الفراغ الكوني:

مصدر هذه الأشعة التفاعلات النووية التي تحدث داخل النجوم في المجرات المحيطة بمجرة درب التبانة، ومن الشمس في المجموعة الشمسية، وتتكون هذه الأشعة من

بروتونات ونيوتات وجسيمات ألفا وغيرها، وهذه الأشعة ذات طاقة اختراق مرتفعة، ولكن من حسن الحظ أن الغلاف الجوي المحيط بالأرض يشكل درعاً واقياً يمتص أو يعكس معظم هذه الأشعة، وتزداد نسبة الأشعة الكونية الواصلة إلى سطح الأرض كلما كان الغلاف الجوي قريباً منها كما هو الحال في المناطق القطبية أو الجبال المرتفعة.

ب - الأشعة الأرضية الموجودة في صخور القشرة الأرضية:

تحتوي صخور القشرة الأرضية على عدد من النظائر المشعة مثل البوتاسيوم ٤٠ والروبيديوم ٨٧ والإندسيوم ١١٥ واليورانيوم ٢٣٨ و٢٣٥، إضافة إلى غاز الرادون المشع، الذي ينتج من اضمحلال عنصر الراديوم المشع من القشرة الأرضية، وهذه الأشعة المختلفة تنتقل إلى التربة ومنها إلى النباتات والحيوانات وأنواع الغذاء، أو تنتقل إلى الماء، أو إلى مواد البناء التي مصدرها صخور القشرة الأرضية التي تحوي مواد مشعة، ومن جميع هذه المصادر تصل إلى جسم الإنسان عن طريق السلسلة الغذائية أو عن طريق التنفس في بعض الحالات، وقد تكون بمعدلات مقبولة وغير خطيرة على صحة الإنسان، وقد تتجاوز المعدلات المقبولة والمناسبة للصحة البشرية، وذلك بحسب عدة عوامل منها نوع وكمية الإشعاع وصحة وعمر الإنسان الخ.

ج - الأشعة الموجودة في جسم الإنسان:

نتيجة لوجود الأشعة الكونية، والأشعة الأرضية في البيئة المحيطة بالإنسان فإنه يتعرض لجرعات إشعاعية داخلية من خلال التنفس وتناول الطعام والشراب، ويؤدي ذلك إلى وجود بعض العناصر المشعة بنسب معينة داخل جسم الإنسان، ولقد تم تحديد ٦ عناصر مشعة رئيسية توجد بصفة دائمة داخل جسم الإنسان وهي البوتاسيوم ٤٠ والريديوم ٨٧ والكربون ١٤ والمهيدروجين ٣ والراديوم ٢٢٦ والثوريوم ٢٣٢، والجدول (٧) يبين التعرض الإشعاعي من المصادر الطبيعية °.

° - عبد الحميد حلمي الجزار ، محمد عبد المنعم صقر : الإشعاع الذري واستخداماته السلمية ، عالم المعرفة ، العدد ٣٧٩ أغسطس ٢٠١١ ، الكويت . ص ٦٠ بتصرف .

الجدول (٧) يبين التعرض الإشعاعي من المصادر الطبيعية

ت	نوع التعرض الإشعاعي	الجرعة السنوية الفعالة (ميلي سيفرت)
١	أشعة كونية	٠.٣٩
٢	أشعة ناتجة من القشرة الأرضية	١.٧٤
٣	جسم الإنسان	٠.١٨٦
	الإجمالي	٢.٣١٦

ثانياً - المصادر البشرية (المصطنعة) الملوثة للغلاف الجوي:

إن المصادر البشرية الملوثة للغلاف الجوي كثيرة ومتنوعة جداً، والسبب المباشر والرئيس لها هو الإنسان والمجتمع البشري وأنشطته المختلفة التي تؤدي إلى إطلاق ملوثات مختلفة تسبب تلوث الهواء، وقد تزايدت هذه المصادر بشكل كبير في الفترة الأخيرة من وسائل النقل المختلفة، والصناعة بمختلف أشكالها، والزراعة ومتطلباتها، والتلوث الإشعاعي وغير ذلك من مصادر وأشكال تلوث الهواء الناجم عن تدخل الإنسان، وسوف نبدأ الحديث عن هذه المصادر من حيث انتهينا في الفقرة السابقة ألا وهي التلوث الإشعاعي:

I. التلوث الإشعاعي **Radiation Pollution**:

يقصد به الإشعاع الذي صنعه الإنسان بدءاً من اكتشافه للمادة المشعة وحتى الآن، حيث استطاع الإنسان تصنيع وإنتاج العديد من المواد المشعة بطرائق وخبرات متنوعة، منها الحصول على بعض العناصر المشعة الاصطناعية عن طريق القيام بتفاعلات نووية خاصة تدعى بتفاعلات الرجم.

واستطاع الإنسان استخدام المواد المشعة في ميادين مختلفة عسكرية وعلمية وصناعية وطبية وغيرها، وقبل الحديث عن مصادر الإشعاع الصناعي سوف أحاول تقديم لمحة موجزة عن الاكتشافات في هذا المجال وعن مكونات الذرة ووحدات قياس الإشعاع.

١ - اكتشاف المواد المشعة:

يعد الإشعاع الذري من الظواهر القديمة التي نشأت مع نشأة الكون، والإشعاع موجود في الطبيعة، وفي محيط الإنسان، وهو جزء لا يتجزأ من الحياة الطبيعية للبشر وغيرهم من الكائنات الحية، التي تحتزن الكثير من الإشعاعات في أجسامها، وكانت المعلومات عن الأشعة قليلة، ولكن الاكتشافات العلمية المتتابعة فتحت المجال لاكتشافات مهمة في مجال الأشعة وبالتالي في استخداماتها المختلفة السلمية وغير السلمية.

يعتبر عام ١٨٩٥ م بداية لعصر جديد من الاكتشافات العلمية، هو عصر الإشعاعات المؤينة، وقد ساهم في ميلاد هذا العصر نخبة كبيرة من العلماء، غير أن الفضل الحقيقي يعود إلى تسعة علماء هم أبرز علماء هذا العصر الجديد وهم^{٥١}:

- ويليام كونراد رونتغن ١٨٤٥ - ١٩٢٣ م.
- أنطوان هنري بيكريل ١٨٢٥ - ١٩٠٨ م.
- بيير كوري ١٨٥٩ - ١٩٠٦ م و ماري كوري ١٨٦٧ - ١٩٣٤ م.
- جوزيف جون تومسون ١٨٥٦ - ١٩٤٠ م.
- إرنست رذرفورد ١٨٧١ - ١٩٣٧ م.
- جيمس شادويك ١٨٩١ - ١٩٧٤ م.
- إنريكو فيرمي ١٩٠١ - ١٩٥٤ م.
- إرنست أورلاندو لورانس ١٩٠١ - ١٩٥٨ م.
- جورج دي هيفيساي ١٨٨٥ - ١٩٦٦ م.

^{٥١} - عبد الحميد حلمي الجزار ، محمد عبد المنعم صقر : الإشعاع الذري واستخداماته السلمية ، عالم المعرفة ، العدد ٣٧٩ ، الكويت ٢٠١١ ، ص ١١ ، بتصرف .

٢ - مكونات الذرة:

الذرة (Atom) هي أصغر بناء تتكون منه المادة، وهي مؤلفة من نواة (Nucleus) ومن عدد من الإلكترونات (Electrons) المحيطة بها، وتتحد بعض الذرات مع ذرات أخرى لتكون الجزيئات، وتسمى الذرة أو Atom وهي كلمة يونانية قديمة معناها الشيء غير القابل للتجزئة.

٣ - أنواع الإشعاع الذري:

يعرّف الإشعاع بأنه طاقة تنطلق على هيئة موجات أو جسيمات من مصدر ما عبر الوسط المحيط بها، سواءً أكان وسطاً مادياً محدداً، أو في الفراغ المحيط، وقد يسبب ذلك تفاعلاً بين هذه الطاقة والوسط المحيط بها الذي يمتصها كلها أو جزءاً منها، وقد لا يحدث مثل هذا التفاعل. والإشعاع نوعان:

الأول؛ إشعاع مؤين وهو إشعاع يسبب تغييراً في تركيب الأنسجة التي تتعرض له، ومنه أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة غاما، والأشعة السينية، والنيوترونات والبروتونات.

الثاني؛ إشعاع غير مؤين وهو إشعاع لا يملك طاقة كافية لإحداث تغيير تركيب في الوسط أو الأجسام التي تستقبله، ولا يسبب تغييراً في تركيب الأنسجة التي تتعرض له، وفي بعض الحالات تكون مفيدة للشخص الذي يتعرض لها، ولكن قد يكون لها تأثيرات ضارة، وهذا ما يعبر عنه أحياناً بالتلوث الكهرومغناطيسي، ومن مصادر وأشكال هذا الإشعاع معظم الأشعة الشمسية، وإشعاع أجهزة الاتصالات اللاسلكية والراديو والمكرويف.

٤ - وحدات قياس الإشعاع والجرعة الإشعاعية:

تنقسم وحدات قياس الإشعاع إلى أربعة أنواع هي ^{٥٢}:

١) وحدات قياس النشاط الإشعاعي (Activity):

وهي وحدات قياس القوة الإشعاعية للعنصر المشع ومنها:

^{٥٢} . عبد الحميد حلمي الجزار ، محمد عبد المنعم صقر : المرجع السابق ، ص ٧٧ بتصرف .

أ - وحدة الكوري (Ci): نسبةً إلى مدام كوري تكريماً لنجاحها في وضع وحدة لقياس النشاط الإشعاعي، ووحدة الكوري تعتبر الوحدة التقليدية لقياس كمية الإشعاع الصادر من العنصر المشع.

ب - البيكرل (Bq): سميت نسبةً للعالم هنري بيكريل الذي اكتشف ظاهرة الإشعاع الطبيعي من خلال اكتشافه للأشعة الصادرة من ملح اليورانيوم، والبيكريل هو الوحدة الدولية لقياس النشاط الإشعاعي.

ج - وحدة زمن نصف العمر (Half Life Time): تختلف المدة التي تحتاجها النظائر المشعة لكي تتحول إلى عناصر غير مشعة، وقد استخدم للتعبير عن ذلك مصطلح زمن نصف العمر أو عمر النصف للعنصر المشع (Half Life Time) وهو الزمن اللازم لكي تفقد المادة نصف نشاطها الإشعاعي المبدئي (أي تفقد ٥٠% من الطاقة الإشعاعية للعنصر المشع)، وهذا يختلف من نظير مشع إلى آخر ويتراوح من ثوان أو دقائق قليلة إلى آلاف وربما ملايين السنين.

٢) وحدات قياس التعرض الإشعاعي:

وهي عبارة عن قياسات فيزيائية لكمية الإشعاع الصادر من العنصر المشع ومنها:

- أشعة رونتجن (R): وتقيس مقدار التعرض الإشعاعي، وهي تصلح لقياس الأشعة السينية وأشعة غاما فقط.

٣) وحدات قياس امتصاص الإشعاع:

وهي وحدات قياس فيزيائية وحيوية معاً لكمية الإشعاع الصادر من العنصر المشع ومقدار تعرض الكائنات الحية ومنها الإنسان لهذا الإشعاع ومدى تأثيرها به، وتشمل وحدة قياس التعرض الإشعاعي ووحدة قياس امتصاص الأشعة ووحدة الجرعة المكافئة ووحدة الجرعة الفعالة وهذه الوحدات هي:

أ - الراد (Rad): وهي اختصار للأحرف الأولى من ثلاث كلمات هي (Radiation, Absorbed, Dose) أي الجرعة الممتصة من الإشعاع، وهذه

الوحدة تصلح لجميع أنواع الأشعة المؤينة، كما تصلح لجميع الأوساط الممتصة كالماء والهواء والمعادن والكائنات الحية والأجسام البشرية وغيرها.

ب - الغراي (Gray): وقد سميت بذلك تكريماً للعالم غراي مصمم هذه الوحدة، وهي وحدة قياس امتصاص الإشعاع في نظام الوحدات العالمي.

ج - وحدات الجرعة الإشعاعية المكافئة (Dose Equivalent):

تستخدم لقياس مقدار التأثير الحيوي للإشعاع لعضو من أعضاء الجسم.

د - وحدات الجرعة الإشعاعية الفعالة (Effective dose equivalent):

تستخدم لتقييم مقدار الخطر المحتمل حدوثه في الجسم كله نتيجة تعرضه للجرعة نفسها التي تعرض لها أحد أعضاء الجسم.

٤) وحدات تحديد مستوى الوقاية الإشعاعية:

تستخدم لتحديد مستوى الوقاية الإشعاعية في كل بلد على حدة، وتعكس هذه الوحدات مقدار التقدم في تلك الدول في مجال تطبيق شروط السلامة الإشعاعية، وتختلف من دولة لأخرى وفقاً للإمكانيات المتاحة لها، ومن هذه الوحدات:

أ - وحدة الجرعة المودعة أو الكامنة: وهي مقدار ما يتعرض له العامل من جرعات إشعاعية لمدة خمسين عاماً متصلة، وتفيد في حساب الحد الآمن للجرعة الإشعاعية المسموح بها سنوياً للعاملين في الإشعاع.

ب - الجرعة الفعالة المجمعة: وهي عبارة عن متوسط الجرعة الفعالة السنوية مضروباً في عدد العاملين في مجال الإشعاع الذري وتعطي هذه الوحدة دلالة على حجم الاستخدام للإشعاع الذري في دولة ما.

٥ - أنواع الإشعاعات الناتجة عن التفكك النووي للنظائر المشعة ^{٥٣}:

أ) أشعة ألفا (α):

^{٥٣} - محمد محمود سليمان، ناظم أنيس عيسى: البيئة والتلوث، مرجع سابق، ص ٨٦ بتصريف.

وهي عبارة عن جسيم يتكون من ٢ من البروتونات و ٢ من النيوترونات، أي أنها ذات شحنة موجبة وكتلة عالية، مما يجعل سرعتها ضعيفة وكذلك قدرتها على اختراق الأجسام حتى أنها عاجزة عن اختراق قفازة ورق أو جلد إنسان، ولكنها تصبح خطيرة إذا تعرض جسم الإنسان لها عن طريق الجروح أو ابتلاعها أو استنشاقها.

ب) أشعة بيتا (β):

يتميز بين نوعين منها: أشعة بيتا السالبة، وأشعة بيتا الموجبة.

أشعة بيتا السالبة هي عبارة عن جسيمات ذات شحنة كهربائية سالبة وكتلة صغيرة ووزن أخف من أشعة ألفا، مما يزيد من قدرتها على اختراق الأجسام النباتية والحيوانية، ويجب على الإنسان الوقاية منها وعدم ابتلاعها أو التعرض لها. أما أشعة بيتا الموجبة أو ما يسمى البوزيترونات، ولها الخصائص الفيزيائية نفسها ولكنها ذات شحنة كهربائية موجبة.

ج) أشعة غاما (γ):

هي أشعة كهرومغناطيسية ذات موجات قصيرة وتردد عال أو طاقة نووية عالية وقدرة كبيرة على اختراق المواد وحتى الجدران البتونية السمكية وسبائك الرصاص، وكذلك اختراق الأجسام الحية وتستخدم في علاج بعض الأورام السرطانية الخبيثة.

د) الأشعة السينية (أشعة X):

هي أشعة كهرومغناطيسية تشبه أشعة غاما، ولكن طاقتها وترددها أقل من أشعة غاما، وقدرتها كبيرة على اختراق الأجسام، ولذلك فإن الأشعة السينية تستخدم في بعض المجالات الطبية كالتصوير الشعاعي والتشخيصي، وفي بعض الصناعات، وينصح باستخدام دروع مصنعة من الرصاص للوقاية من الأشعة السينية.

هـ) البروتونات:

يشكل البروتون نواة ذرة الهيدروجين، وهو جسيم ذو شحنة كهربائية موجبة، ويتم إنتاج البروتونات صناعياً بتأيين ذرات الهيدروجين.

و) النيوترونات:

يشكل النيوترون أحد مكونات النواة، وهو جسيم غير مشحون كهربياً وله نفس كتلة البروتون تقريباً، ويتم إنتاج النيوترونات صناعياً بواسطة بعض التفاعلات النووية.

٦ - مصادر تلوث الهواء بالمواد المشعة:

تقسم مصادر التلوث الإشعاعي إلى قسمين: تلوث إشعاعي ناتج عن الاستخدامات السلمية للإشعاع، وهذا يؤدي إلى حدوث ما يسمى بالتلوث الإشعاعي الفيزيائي (البارامتري) * وتلوث ناتج عن الاستخدامات غير السلمية للمواد المشعة كالأستخدامات العسكرية أو المرتبطة بها بشكلٍ أو آخر، وسوف نركز الحديث هنا عن هذا النوع من التلوث الإشعاعي والذي يسبب تلوث الهواء والغلاف الجوي بالدرجة الأولى، ومن هذه المصادر.

أ - التفجيرات الذرية واختبارات الأسلحة النووية:

كما ذكرنا سابقاً بدأ اكتشاف الذرة والنواة مع بدايات القرن العشرين، ولكن الأفكار المتعلقة بإنتاج أسلحة نووية بدأ قبل الحرب العالمية الثانية في ألمانيا النازية، ولكن بعض العلماء المشتغلين في هذا المجال هربوا إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وهناك استمر الحلم واستمرت التجارب الذرية حتى تمكن روبرت أوبنهايمر من صنع القنبلة الذرية عام ١٩٤٥ م، وتم ضرب اليابان بقنبلتين من هذه القنابل، مما عجل باستسلام اليابان ونهاية الحرب الكونية الثانية، ولكن هذا الأمر دفع إلى مرحلة جديدة من التجارب النووية واختبارات الأسلحة الذرية وتمكن الاتحاد السوفيتي بعد أربع سنوات فقط من صنع القنبلة الذرية على أيدي عدد من العلماء منهم كوتشوف وساخاروف.

بعد ذلك لحقت بهم دول أخرى دخلت النادي النووي وهي انكلترا ثم فرنسا ثم الصين وبعد ذلك باكستان وكوريا الديمقراطية، وبالرغم من توقيع معاهدة دولية عام ١٩٦٣ لحظر التجارب والتفجيرات النووية، فإنه غالباً لم يتم الالتزام بها وأجرت الدول

* - راجع فصل التلوث الفيزيائي (البارامتري).

النووية آلاف الاختبارات والتجارب النووية فوق وتحت سطح الأرض بعضها معروف ومعلن عنه وبعضها يتم بطرق سرية، وينجم عن هذه التجارب مواد المشعة مثل الكربون المشع ١٤، والسيزيوم ١٣٧، والسترونسيوم ٩٠ وغيره، وتشكل الغبار الذري الذي ينطلق إلى الغلاف الجوي بفعل شدة الحرارة التي ترافق الانفجار الذري، وهذا الغبار الذري ينتقل في طبقات الغلاف الجوي بفعل الرياح وحركة الجو العامة، ويسقط على سطح الأرض بأشكال وأماكن مختلفة تبعاً للظروف الجوية ونوع وكمية الإشعاع وغير ذلك من العوامل.

ب - استخدام القنابل الذرية في الحروب:

من المعروف أن الولايات المتحدة الأمريكية استخدمت القنابل الذرية لأول مرة في التاريخ في الحرب العالمية الثانية ١٩٤٥ م، ولحسن الحظ لم يستخدم أحد غيرها القنابل الذرية حتى الوقت الحاضر، فقد ألقت الولايات المتحدة الأمريكية قنبلة ذرية على مدينة هيروشيما اليابانية في ٦ آب ١٩٤٥، ثم بعد ثلاثة أيام ضربت مدينة ناغازاكي بقنبلة ثانية، وأدى ذلك إلى مقتل نحو ٢٠٠ ألف شخص فوراً، وجرح وفقد أكثر من نصف مليون شخص، وحدثت نتائج خطيرة على صحة السكان والبيئة ما زالت تداعياتها مستمرة حتى اليوم.

ج - استخدام نواتج المواد المشعة في الحروب:

أصبح من الثابت والأكيد أن بعض الدول استخدمت أسلحة تقليدية تحتوي على اليورانيوم المنضب، وقد استخدمتها القوات الأمريكية وقوات التحالف الدولي (كما أطلق عليها) في حرب الخليج الثانية (حرب تحرير الكويت من العراق سنة ١٩٩١ م، وأثناء غزو واحتلال العراق من قبل القوات الأمريكية سنة ٢٠٠٣ م، وكذلك استخدمت في حروب حلف الناتو ضد دول البلقان (الاتحاد اليوغسلافي السابق - البوسنة والهرسك وصربيا وغيرها) واستخدمته إسرائيل في حروبها على لبنان خاصة في حرب تموز ٢٠٠٦، وحرب

إسرائيل على قطاع غزة في فلسطين سنة ٢٠٠٨ م حيث استخدمت قنابل الفوسفور الأبيض وغيره*.

كما أن اليورانيوم المستنفد يستخدم في عدة مجالات صناعية أخرى، في الطائرات والسفن، والخطر هنا يكون مؤكداً فقط في حالة حوادث تحطم الطائرات واشتعال النيران فيها حيث يتحول اليورانيوم المستنفد إلى غبار ويصبح مادة إشعاعية سامة وخطيرة.

د - حوادث المفاعلات النووية:

المقصود بهذه الحوادث تلك التي تؤدي إلى حدوث تسرب إشعاعي من المفاعل النووي إلى البيئة المحيطة به أو البعيدة عنه بحسب حجم التسرب وظروفه، وقد يكون الحادث بسيط وتتم السيطرة عليه دون حدوث أضرار تذكر، وربما يقع دون أن ينتشر خبره أو يعلم عنه أحد، وقد يكون الحادث من الخطورة والشدة بمكان بحيث تصعب السيطرة عليه ويؤدي إلى نتائج وآثار خطيرة، وقد أصبح من المعروف الآن أن بعض المفاعلات النووية تتعرض إلى حوادث تسرب للمواد المشعة، أو انفجار أو حرائق أو أعطال مختلفة ومتنوعة في شدتها وفي أسبابها ومصادرها، وفي العواقب والآثار الناجمة عنها. يقدر أن أعداد المفاعلات النووية تزايدت بشكل كبير خاصة في الفترة الأخيرة لأسباب مختلفة، منها ارتفاع أسعار البترول ومصادر الطاقة، وكونها تعد طاقة نظيفة، وحالياً قارب عددها نحو ٥٠٠ مفاعل موزعة على نحو ٣٠ دولة في العالم، وتحتل الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الأولى بعددها، تليها فرنسا ثم اليابان وبعدها روسيا، وصارت الكثير من الدول المتقدمة تنتج أكثر من ٥٠% من الطاقة التي تستهلكها من المحطات النووية. وقد تعرضت بعض المفاعلات النووية لحوادث تسرب إشعاعي متنوعة، وقد أحصي أكثر من ٣٠ حادثاً صغيراً أو كبيراً تعرضت له المفاعلات النووية، وأكثر هذه

*. اليورانيوم المخضب أو المستنفد أو المنضب كما يسمى ، عبارة عن مادة مشعة تنتج من عملية تحويل اليورانيوم الطبيعي لاستخدامه كوقود ذري أو يستخدم في إنتاج الأسلحة الذرية، وفي مضاعفة قوة احتراق الذخائر الحربية لأهدافها .

الحوادث شهرة، الحادث الذي تعرض له مفاعل تشيرنوبل في جمهورية أوكرانيا (في الاتحاد السوفيتي السابق في ٢٦ نيسان ١٩٨٦ م) *.

إضافة إلى حادث مفاعل فوكوشيما باليابان وقع الحادث في ١١ / ٣ / ٢٠١١ م إذ حدث زلزال بلغت شدته ٨.٩ درجة على مقياس ريختر أدى إلى حدوث انفجارات هيدروجينية وقعت في أربعة مفاعلات بمحطة فوكوشيما النووية وذلك في أعقاب الزلزال المدمر وموجات التسونامي مما أسفر عن مقتل ١٠٠٠٠ شخص تأكد وفاتهم فيما اعتبر ١٦٠٠٠ في عداد المفقودين^{٥٤}.

برغم الفوائد المهمة التي تقدمها محطات الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء اللازم للتقدم الصناعي وحياة البشر، فإن تعرض بعض هذه المحطات والمفاعلات الذرية للحوادث والكوارث المختلفة، يسبب تلوثاً خطيراً للبيئة، ويعد من أخطر أشكال التلوث البيئي، نظراً للآثار السلبية الناجمة عنه.

هـ - التخلص من المفاعلات النووية بعد انتهاء العمر الافتراضي لها:

لكل مفاعل نووي متوسط عمر افتراضي، وبعده يحتاج إلى المزيد من الصيانة والإصلاح، ويصبح تشغيله مكلفاً وغير مجدٍ من الناحية الاقتصادية، كما أنه يصبح أكثر عرضة للأعطال والتلف وتسرب المواد المشعة منه، وهذا يتطلب تفكيك المفاعل والتخلص منه بشكل آمن وبدون تلويث للبيئة، وهذا بدوره قد لا يكون ميسراً ويحتاج إلى جهود تقنية جبارة، وقدرات مالية كبيرة.

وقد أعلن مؤخراً أن روسيا ألقت في البحر الأبيض القطبي (الشمالي)، بحطام ١٢ مفاعل نووي بالإضافة إلى كميات كبيرة من نفايات المصانع الحربية، مما تسبب في تلوث هذه المنطقة البحرية الحساسة وأصبحت محظورة ويمنع الدخول إليها بالكامل.

* - لمزيد من المعلومات يمكن العودة لكتاب (جغرافية البيئات) للمؤلف ، ص ٢٧٢ .
54 - www.nctr.pmel.noaa.gov

و - التخلص من الوقود النووي المستنفد:

يعد التخلص من الوقود النووي المستنفد المستعمل في مفاعلات الطاقة النووية أو غيرها، من المشكلات الخطيرة التي تسبب تلوث البيئة، ويتم التخلص من هذا الوقود من قبل الدول المنتجة له بطرق وأشكال مختلفة، فبعضها يقوم بوضعها في حاوية (Container) وتغليفها بالرصاص والصلب وإلقائها في قيعان المحيطات، وبعضها يقوم بتخزينها في أنفاق وكهاريز المناجم، وبعضها الآخر يقوم بدفنها تحت سطح الأرض خاصة في الصحاري والتكوينات الملحية التي تساعد على إبقائها فترة طويلة محمية من التآكل والتخريب.

وفي كل الأحوال فإن تعرض بعض أو كل هذه الحاويات للتلف وحدوث تسرب للمواد المشعة منها أمر وارد ومحتمل، خاصة في حال تعرض المنطقة لكارثة طبيعية معينة كالزلازل أو البراكين أو غيرها، مما يحمل في طياته الكثير من الخطر ويؤدي إلى تلوث البيئة، وتهديد الإنسان وغيره من الكائنات الحية بالخطر.

٧ - استخدامات أخرى للمواد المشعة:

كما تستخدم المواد المشعة في البحوث والتجارب العلمية وفي المجالات الطبية وفي الصناعة والزراعة، من أجل تحسين حياة البشر والاستفادة من النواة والذرة وآلياتها في المجالات المختلفة بما يخدم ذلك، وأخطار المواد المشعة بسبب أعمال إجرامية أو إرهابية مقصودة أو غير مقصودة تتعرض لها المنشآت النووية. وسوف نتحدث عن هذه الأمور والاستخدامات في فصل التلوث الفيزيائي.

II. التلوث الناجم عن الصناعة:

تعد الصناعة من أهم مصادر تلوث الغلاف الغازي، وتختلف الملوثات الناتجة عن الصناعة، من حيث كميتها ونوعيتها ودرجة تأثيرها، باختلاف نوع المنشأة الصناعية والمواد الأولية المستخدمة فيها، والمواد المصنعة، وموقع المنشأة وحجمها، ونوع الآلات التقنية وعمرها وتطورها وصيانتها وغير ذلك، ومن هذه الصناعات الملوثة للغلاف الغازي:

١ - الصناعات التعدينية:

توجد أنواع كثيرة ومتنوعة من هذه الصناعات، وجميعها تؤدي إلى تلوث الهواء والبيئة بملوثات مختلفة، ومن هذه الصناعات مثلاً، صناعة صهر الحديد ويقدر أنّ صناعة طن واحد من الحديد الزهر تطلق إلى الهواء ٤,٥ كلغ من جزيئات الغبار، و٢,٧ كلغ من أكسيد الكبريت، ونصف كلغ من المنغنيز، وكميات أخرى من الفوسفور والزرنيخ والرصاص وغيرها.

الفولاذ هو سبيكة من الحديد يتم الحصول عليه بتنقية الحديد وسبكه بالعناصر الفلزية المختلفة، ولهذا يعد الحديد المادة الأولية لإنتاج الفولاذ، ويوجد آلاف الأنواع من الحديد والفولاذ منها حديد التمساح والحديد المطاوع والحديد الزهر، والحديد الزهر مثلاً هو أي نوع من سبائك الحديد التي تحتوي على نسبة عالية من الكربون حيث تتراوح نسبة الكربون فيه من ٢% إلى ٤% كما يحتوي على السليكون بسنبة من ١% إلى ٣%، يقوم الكربون وعناصر أخرى بتقسية الصلب، ومنع طبقات الحديد في البنية البلورية من الانزلاق فوق بعضها البعض باختلاف العناصر المضافة لسبائك الصلب وشكل وجودها في الصلب (كعناصر ذائبة في المعدن أو كترسبات في المعدن) تختلف خواص السبائك مثل الصلادة والمرونة ومقاومة السبيكة للشد في سبيكة الصلب الناتجة عن تلك الإضافات.

لقد أصبح الحديد الصلب واحد من أكثر المواد استخداماً في العالم، بإنتاج يقدر بـ ١,٣٠٠ مليون طن سنوياً، ويصنع الفولاذ بأشكال وأساليب مختلفة، وتحتل صناعة الفولاذ مرتبة مهمة بين الصناعات العالمية نظراً لدورها المهم في الأنشطة الاقتصادية، في التصنيع والتعدين والإنشاءات والمواصلات والنقل والزراعة والصناعات الحربية، تحتوي

سبائك الصلب على نسب من معادن أخرى مثل النيكل والكروم و الفاناديوم والسيليكون والموليبدنيوم والفسفور والكبريت وغيرها من العناصر الأخرى.^{٥٥}

يعتبر الحديد الصلب من وجهة النظر البيئية مادة غاية في الأهمية حيث يمكن تدويره من الصلب المستهلك بدون فقد في الكفاءة وعدة مرات، حيث يصهر ويعاد كحديد صلب للتصنيع والاستخدام، ولكن إنتاجه من خام الحديد يستهلك طاقة كبيرة إذ يحتاج إلى درجات حرارة تصل إلى نحو ١٥٠٠ درجة مئوية، وأثناء تحضيره يخرج من الفرن العالي غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ وابتكرت منذ سنوات عديدة طرق جديدة لإنتاج الحديد ومنها ما يطبق في الإنتاج الصناعي الحالي وهي تعتمد على الكربون منها أول أكسيد الكربون الذي يستخدم كمادة نهائية لاختزال الحديد. وبذلك تعمل تلك الطرق التكنولوجية الجديدة على المحافظة على البيئة عن طريق تخفيض إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون، إلا أن كفاءة تلك الطرق لخفض كمية ثاني أكسيد الكربون تصل حالياً إلى نحو ٥٠% فقط. ومن جهة أخرى فإن مادة الحديد الصلب نفسها غير ضارة للبيئة وليست ضارة للإنسان أو الحيوان، ولا تحتاج عند استخدامها أو التخلص منها لأي احتياطات تأمين من وجهة المحافظة على البيئة.

٢ - صناعة الإسمنت ومواد البناء^{٥٦} :

تعتبر صناعة الإسمنت من الصناعات التنموية والاستراتيجية وذلك لأنها ترتبط مباشرة بأعمال الإنشاء والتعمير حيث يستخدم الإسمنت كمادة رابط هيدروليكية من مواد البناء والخرسانة، وعادة ما تنشأ معامل الإسمنت بالقرب من مصادر المواد الأولية لتخفيض كلفة نقل هذه المواد. وتصنف صناعة الإسمنت من ضمن الصناعات الثقيلة والخطرة التي تتخوف العديد من المنظومات الدولية البيئية من مخاطرها البيئية والصحية والتي تنتج عن تلوث الهواء خصوصاً عندما تكون بالقرب من المناطق السكنية.

^{٥٥} - الموسوعة العربية العالمية ، النسخة الالكترونية ، الرياض ٢٠٠٤ م (بتصرف) .

^{٥٦} - مجلة بيئتنا - الهيئة العامة للبيئة في سورية ، العدد ، ١٥١ من الانترنت . بتصرف .

مراحل صناعة الإسمنت:

تمر صناعة الإسمنت بالمراحل التالية:

- تستخرج المواد الأولية من المحاجر والمقالع ثم تنقل إلى المصانع بواسطة السيارات أو الأفتشة الناقلة، وتحتوي تلك المواد على مواد قلووية مثل، أكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم، السيليكات والحجر الكلسي الجيري والجص ورمل السيليكات والحجر الكلسي.
- تطحن المواد الأولية بنسب مدروسة حسب تحليلها كيميائياً.
- تحرق المواد الأولية بعد طحنها في أفران دوارة وتتحول إلى كلنكر، ويستعمل في حرق مواد الإسمنت مشتقات النفط والفحم البترولي أو الوقود الكربوني.
- بعد أن يصبح الإسمنت جاهزاً يعبأ بأكياس من الورق أو البلاستيك.

الملوثات الصلبة الناجمة عن صناعة الإسمنت:

هي عبارة عن الجزيئات والدقائق الصلبة الناتجة عن مختلف مراحل العمليات الإنتاجية (التفجير، التعدين، النقل، التكسير، الطحن، الحرق، التبريد، التعبئة) حيث إنّ كل هذه العمليات يتم من خلالها تنعيم المواد ونقلها مما يؤدي إلى انبعاث الغبار، بالإضافة إلى كميات الغبار التي تنطلق من مداخن مصانع الإسمنت وخصوصاً عند ارتفاع نسبة غاز أول أكسيد الكربون في الفرن حيث تفصل الفلاتر الكهربائية مما يؤدي إلى انطلاق الغبار والغازات إلى الجو المحيط. كما أن هناك كميات من الغبار يتم التخلص منها في كثير من مصانع الإسمنت عن طريق المعبر الثانوي بسبب تراكم المواد الخام المستعملة أو نوعية زيت الوقود. وتشمل الجزيئات الصلبة الناتجة عن مختلف مراحل الإنتاج كالغبار والدخان والضباب، ويشكل الغبار المتطاير بعد عملية الحرق ٧٠ - ٨٠ % من الغبار المطروح. ويختلف تأثير الذرات حسب حجم ونوعية الغبار، ويمكن التمييز بين نوعين من الغبار حسب حجم الذرات:

■ الغبار المتراكم، يتكون من ذرات تتجاوز أقطارها ١٠ ميكرون وترسب في المناطق المجاورة لأماكن انبعاثها، وهي ذات تأثير ضعيف على الجهاز التنفسي حيث إن الدفاعات الأنفية توقف جزءاً منها لكنها تؤثر بصورة كبيرة على العيون والمنشآت والأبنية والأشجار.

■ الغبار المعلق، يتكون من ذرات أقطارها أقل من ١٠ ميكرون وهي خفيفة وتبقى معلقة في الهواء لفترات طويلة وترسب ببطء. ويسبب الغبار المعلق أمراض مختلفة للإنسان مثل الربو والتهاب الشعب الهوائية والحساسية، وذلك نتيجة ملامسة ذرات الغبار للجلد والعيون وتوغلها في الجهاز التنفسي. ويرتفع الحد الأعلى للغبار المسموح به بالانبعاث إلى الجو المحيط في عدد من البلدان، وهذا يعود إلى أن مصانع الإسمنت فيها قديمة ولم تكن هناك تشديدات تتعلق بالبيئة.

الملوثات الغازية الناجمة عن صناعة الإسمنت:

تنتج الغازات عن عمليات احتراق الوقود في الأفران، ويستخدم في صناعة الإسمنت (خصوصاً في أوروبا) الوقود الصلب (الفحم الحجري) والوقود السائل (زيت الوقود) والغاز الطبيعي، من أهم الغازات الناتجة عن احتراق هذه الأنواع وتأثيرها على البيئة:

○ - غاز ثاني أكسيد الكربون، وهو غاز ذو تأثير رئيسي على المناخ حيث يؤدي إلى تسخين جو الأرض.

○ - غاز ثاني أكسيد الكبريت، يعتبر من أخطر ملوثات الهواء، حيث يتحول في التفاعلات الكيميائية الضوئية إلى ثالث أكسيد الكبريت ثم يتحول إلى حمض الكبريت (الكبريتوز والكبريتيك) وبوجود الرطوبة يؤدي إلى تشكيل معلقات ثانوية في الهواء تقلل من الرؤية وذات تأثير ضار على الجهاز التنفسي.

○ - أكاسيد النيتروجين، في التراكيز المنخفضة تؤثر أكاسيد النيتروجين مسببة الحساسية الخفيفة وفي التراكيز العالية تؤثر على الرؤية والجهاز التنفسي.

○ - غاز أول أكسيد الكربون، هو غاز شديد السمية، يؤثر على الانسان والحيوان على حد سواء، ففي حالات الإصابة البسيطة يظهر ألم في الرأس مع ضعف وضيق في الصدر وحرارة وقيء، وفي حالات الإصابة المتوسطة يظهر خلل في الحركة ويتلون الوجه بالأزرق وهي من علامات الاحتناق وينخفض الإحساس والإدراك. يعتبر التركيز المميت من هذا الغاز ٢ ملغ/لتر عند التعرض لمدة ساعة وعند ارتفاع التركيز إلى ٥ ملغ/لتر فان التعرض لمدة خمس دقائق تعتبر مميتة.

الضحيج والتلوث الضوضائي الناجم عن صناعة الإسمنت:

يتمثل الضحيج في صناعة الاسمنت بالمواقع التالية:

✓ - مواقع التفجير، يتم إنشاء مصانع الإسمنت غالباً قريبة من مناطق تواجد الحجر الجيري والذي تصل نسبة استعماله في الخلطة الخام إلى ٨٠%، ونظراً للحاجة لهذه الكميات الكبيرة من المواد فإن عمليات التفجير لا بد منها مما يترتب عليه إصدار ضحيج مرتفع يزعج القاطنين في المناطق القريبة، وتزداد الخطورة إذا ترافق ذلك مع وجود اهتزازات مؤثرة قد تعود بالضرر على المباني السكنية إذا كانت قريبة من مناطق التعدين.

✓ - وللحد من تأثير التفجير، يجب اتخاذ الإجراءات اللازمة لضمان بقاء منطقة خالية من السكان في الأراضي المحيطة بمناطق التعدين، تقليص كمية المتفجرات المستعملة في التفجير، استعمال مواد كيميائية صديقة للبيئة بدل المتفجرات.

✓ - ضحيج المعدات والآلات، إنّ استعمال الكسارات والطواحين في صناعة الإسمنت لغايات تكسير المواد الخام وطحنها يترتب عليه انبعاث ضحيج مرتفع ينبغي عدم التعرض له باستمرار ومن الضروري استخدام واقيات الأذن للحد من تأثيرات الصوت والتي قد تؤدي إلى التأثير على المقدرة السمعية للعاملين مع الوقت.

أخيراً يمكن القول: إن صناعة الاسمنت ومواد البناء تعد من الصناعات الملوثة للبيئة ويرافقها انطلاق كثيف للغبار الذي يلوث الهواء والمناطق المحيطة بهذه الصناعة، وهي

تنتشر في معظم دول العالم، ويتسع انتشارها بشكل كبير في الدول النامية، بسبب عزوف الدول المتقدمة عنها، لأنها من الصناعات الملوثة للبيئة، والضارة بصحة الإنسان.

٣ - الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية:

تعريف البتروكيمياويات: البتروكيمياويات هي المواد التي تُصنع من النفط بالأساس ويمكن أن تصنع من مصادر هيدروكربونية أخرى كالفحم أو الغاز الطبيعي أو غيره، وهي من أهم المواد التي تُستخدم في الصناعات هذه الأيام، وتستخدم هذه المواد في صناعة كثير من المنتجات كالمواد المطهرة، مواد التنظيف، الأسمدة، العقاقير، الدهانات، البلاستيك، المنسوجات الاصطناعية، والمطاط الاصطناعي .

تقوم أكبر صناعات البتروكيمياويات في الولايات المتحدة وأوروبا الشرقية، على الرغم من النمو الواضح في الطاقة الإنتاجية في الشرق الأوسط وآسيا. ويوجد حجم كبير من التجارة الإقليمية في مجال البتروكيمياويات من جميع الأنواع، ويصل معدل الإنتاج العالمي من الإيثيلين حوالي ١١٠ مليون طن سنوياً، ومن البروبيلين ٦٥ مليون طن، والمواد العطرية الخام ٧٠ مليون طن.

تعد المواد البتروكيميائية الأولية هي الأساس للصناعات البتروكيميائية، ويُمكن

تقسيمها إلى ثلاث مجموعات رئيسية من حيث تركيبها وهي:

١. مجموعة الأولفينات: تتضمن الأولفينات المهمة كلاً من الإثيلين، والبروبيلين والبوتاديين، ويُعدّ كل من الإثيلين والبروبيلين بمثابة مصادر مهمة للكيميائيات الصناعية ومنتجات البلاستيك، أما البوتاديين فيُستعمل في صنع المطاط الاصطناعي.
٢. المجموعة الأروماتية: وتتضمن المجموعة الأروماتية كلاً من البنزين والتولوين والزيلين يستخدم البنزين في صناعة الأصباغ والمطهرات الاصطناعية، أما التولوين فيُستعمل في صناعة المتفجرات. ويستخدم الزيلين في صنع البلاستيك والمنسوجات الاصطناعية .

٣. لغاز الصناعي: وهو خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين، ويُستخرج منه النشادر والميثانول، ويُستخدم النشادر في صنع الأسمدة والمتفجرات، أما الميثانول فهو مصدر لكيميائيات أخرى .

إنّ الصناعات البتروكيميائية هي صناعات ملوثة للبيئة وللغلاف الجوي بشكل كبير، وينتج عنها ملوثات مختلفة عضوية وغير عضوية مثل، أكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين، وكبريت الهيدروجين، والنشادر والكلور والفلور وغير ذلك من الملوثات، وبعضها ضار وسام وذو رائحة كريهة، يشعر بها الإنسان مباشرة عند اقترابه من هذه المصانع، ولاسيما مصانع تكرير البترول.

III. الزراعة:

تؤدي الزراعة في كثير من مجالاتها والأنشطة المتعلقة بها إلى تلوث الغلاف الجوي، ومثل هذا التلوث ينجم عن استخدام الأسمدة المعدنية النتروجينية والفوسفورية والمركبة، ومن استخدام المبيدات الكيميائية المختلفة ورش المزروعات بها للقضاء على الحشرات والآفات أو الأعشاب الضارة، التي تؤدي إلى تلوث التربة والماء والهواء، كما أن منشآت تربية الحيوانات والطيور والدواجن، وروث هذه الكائنات ومخلفاتها، يؤدي إلى إطلاق غاز النشادر والأمونيا وغيره إلى الغلاف الجوي، كما أن مخلفات المحاصيل الزراعية، وحرق هذه المخلفات، والنفايات المرتبطة بها، والعمليات أو المصانع والمعامل المخصصة لتصنيع هذه المحاصيل الزراعية، سواء في المناطق الزراعية أو القريبة أو البعيدة عنها، جميع هذه الأمور تسبب تلوث الهواء.

IV. الحرائق المفتعلة:

المقصود هنا الحرائق الناجمة عن الإنسان ونشاطاته، سواء بشكل مقصود ولأسباب معينة، أو بشكل غير مقصود، ومن هذه الحرائق بشكل عام حرائق الغابات في مناطق كثيرة من العالم، وخاصة في المناطق الاستوائية، وغابات حوض البحر المتوسط، التي تحرق لأسباب مختلفة، منها تحويل أحشائها إلى وقود الخشب، واستخدامها في التدفئة

والطهي خاصة في الأماكن التي لا تتوفر فيها مصادر أخرى للوقود، أو تحويل أراضي الغابات إلى أراض زراعية، أو مراعي، أو مناطق عمرانية وسكنية، وهذه الحرائق تؤدي إلى إطلاق الكثير من الغازات والملوثات إلى الغلاف الجوي منها غازات أول أكسيد الكربون CO والدخان.

في كثير من الأحيان والأماكن يجري حرق النفايات والقمامة، بشكل خاطئ وفي العراق أو الهواء الطلق، ويؤدي ذلك إلى إطلاق كميات كبيرة من غازات الكربون ($CO - CO_2$) والكبريت والنتروجين، ومن الهيدروكربونات والجزيئات الدقيقة، وهذه المواد تلوث الهواء، ويضاف إليها ما يسببه تخمر القمامة والنفايات الصلبة الذي يسمح بنشاط البكتيريا وتحللها الهوائي أو غير الهوائي، مما يسبب انطلاق غازات مثل النشادر والميثان والكربون والهيدروجين وغيره.

لا يمكن أن ننسى الحرائق التي تتعرض لها آبار البترول والمنشآت البترولية، كما حدث في حرب الخليج الأولى والثانية، واحتلال العراق، وهذه الكوارث النفطية بلا شك ذات تأثير كبير في تلوث الغلاف الجوي، وقد أدت إلى سقوط الأمطار الحمضية السوداء فوق الخليج العربي ووصلت حتى مناطق شرق سورية.

وجميع هذه الحرائق والملوثات تزيد من فاعلية عامل البيت الزجاجي، وتؤثر في مدى الشفافية الجوية، وفي مظاهر الطقس والمناخ، وتؤدي بالنتيجة إلى التأثير السلبي في صحة الإنسان وغيره من الكائنات الحية.

V. وسائل النقل:

- وسائل النقل والمواصلات لها دور إيجابي مفيد ومهم في خدمة البشرية إذ أنها :
- أنها أسهمت في تسريع التطور البشري.
- اختصرت الأزمان والمسافات، ونقلت البشر والبضائع بسرعات قياسية .
- أسهمت في التقليل من تلف المواد الغذائية المنقولة.
- أسهمت في حوار الحضارات، وتبادل الأفكار بين الشعوب.

لكن وسائل النقل بالمقابل تسببت في الكثير من المعاناة والمشكلات البيئية
والبشرية ومن هذه المشكلات:

- تعد المصدر الأول للحوادث التي تسبب وفاة آلاف الأشخاص سنوياً، وإصابة
الآلاف أيضاً بعاهات وتشوهات مختلفة.

- تعد المصدر الأول للتلوث بالضجيج، خاصة في المدن الكبرى والمزدحمة منها على
وجه الخصوص حيث تزيد شدة الضوضاء عن ٨٠ ديسبل.

- تعد من المصادر الهامة لتلوث الهواء والغلاف الجوي، خاصة في المدن.

- يقدر أن نحو ٦٠% من ملوثات الهواء في أجواء المدن سببه وسائل النقل.

- أهم الملوثات والمواد المنطلقة من عوادم السيارات هي: أول وثاني أكسيد الكربون
 $CO - CO_2$ ، وأكاسيد النتروجين NO_2 ، والرصاص ومركبات الهيدروجين، وبخار
الماء، والميتان، والبروبان والايثيلين وغيرها، وبعض هذه الملوثات سامة وخطيرة وتضر
بالبيئة والإنسان.

- تستهلك وسائل النقل الكثير من الأكسجين، وهي تنافس الإنسان وغيره من
الكائنات الحية في ذلك، وذلك بسبب احتراق الوقود في محركاتها وإطلاق الملوثات
خاصة $CO - CO_2$

- تختلف نسب ونوعية الملوثات المنطلقة من عوادم السيارات، باختلاف عوامل
كثيرة ومنها:

أ - نوعية الوقود المستخدم (البنزين، المازوت أو الديزل، الغاز الطبيعي، الوقود الكحولي

ب - نوعية محرك السيارة ونموذجه.

ج - عمر المحرك ونظام عمله.

د - مدى القيام بالصيانة الدورية للمحرك.

هـ - نوعية الطرق ودرجتها.

و - الظروف التضاريسية ومدى مناسبتها لعمل السيارات.

أسئلة للمناقشة:

- ١ - عرّف تلوث الغلاف الجوي.
- ٢ - بيّن ماهي أهم الطرق التي يمكن للغلاف الجوي التخلص من الملوثات والتنقية الذاتية من خلالها.
- ٢ - بيّن ما هي أهم وحدات قياس التلوث الجوي.
- ٣ - عدد المصادر الطبيعية لتلوث الهواء.
- ٤ - اشرح تأثير التلوث بالغبار والعواصف الغبارية على البيئة.
- ٥ - اشرح أنواع المواد البركانية، وبيّن أهم مناطق التوزيع الجغرافي للبراكين.
- ٦ - اشرح آثار البراكين، وبيّن ما هي أهم الدلائل على احتمال حدوث نشاط أو ثوران بركاني.
- ٧ - عدد المصادر البشرية لتلوث الغلاف الجوي وشرح أحدها.
- ٨ - عدد مصادر تلوث الهواء بالمواد المشعة .
- ٩ - اشرح تأثير حوادث المفاعلات النووية في تلوث الهواء.
- ١٠ - اشرح التلوث الناتج عن صناعة الاسمنت.
- ١١ - اشرح التلوث الجوي الناتج عن وسائل النقل.

الفصل السادس

بعض الظواهر المرتبطة بتلوث الغلاف الجوي

- ❖ تأثير المناخ في النظام البيئي
- ❖ التغيرات المناخية عبر الزمن
- ❖ عامل البيت الزجاجي
- ❖ ثقب طبقة الأوزون
- ❖ الضباب الدخاني (الضبخان)
- ❖ الأمطار الحمضية
- ❖ العلاقة بين الظروف الجوية وتركيز الملوثات
- ❖ آثار التلوث الجوي
- ❖ دور علم الجغرافية في حماية الغلاف الجوي من التلوث
- ❖ الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية الغلاف الجوي من التلوث.

الفصل السادس

بعض الظواهر المرتبطة بتلوث الغلاف الجوي

٦ - ١ - تأثير المناخ في النظام البيئي:

المناخ هو نظام تفاعلي يتألف من خمسة عناصر وهي الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الثلجي وسطح الأرض والغلاف الحيوي وتتأثر هذه العناصر بآليات خارجية أهمها الشمس، ويعتبر تأثير الإنسان قوة خارجية أيضاً^{٥٧}.

تعد العوامل المناخية من أكثر العوامل الفيزيائية غير الحية تأثيراً في النظام البيئي من خلال تأثيرها في انتشار الكائنات الحية النباتية والحيوانية وتوزعها، بل وتؤثر في تشكيل سطح الأرض، وفي طبيعة الغطاء النباتي والحيواني، وفي توزيع السكان وأنشطتهم المختلفة. ومن العناصر المناخية المؤثرة في ذلك درجة الحرارة والأمطار والرطوبة النسبية والرياح، فدرجة الحرارة تختلف من مكان إلى آخر على سطح الأرض وذلك بحسب الموقع الجغرافي والفلكي لهذا المكان، وبحسب ما يتلقاه من أشعة الشمس، كما أن أشعة الشمس واختلاف درجات الحرارة، يؤثر في تغير درجة حرارة المحيطات العالمية، و في حركة الرياح، وفي قيم الضغط الجوي، وتنعكس بشكل أو بآخر على ظروف الطقس والمناخ، وهذه العوامل جميعها تؤثر في توزيع النباتات والحيوانات على سطح الكرة الأرضية، وتؤثر في عمليات التركيب الضوئي وفي درجة النتج والتبخر وغير ذلك، والعناصر المناخية لا تؤثر فقط في النبات والحيوان، وإنما في الإنسان أيضاً.

٦ - ٢ - التغيرات المناخية عبر الزمن (أسبابها وآثارها):

خلال المليون سنة الأخيرة كانت هناك فترات جليدية وفترات دافئة بينها، وقد تم تمييز أربع دورات جليدية خلال نصف المليون سنة الأخيرة، بدأ العصر الجليدي منذ ١.٥ مليون سنة، وحدثت فترات تبرد تدريجي، وفترات احترار سريع، وفي ٥٠٠ ألف سنة

^{٥٧} - سعد الدين خرفان: تغير المناخ ومستقبل الطاقة (المشاكل والحلول)، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق ٢٠١٠ م، ص ٧.

الأخيرة كان مناخ العالم في فترة انتقال من الدفء إلى البرد، والعودة ثانية أو العكس بالعكس، وقد تم التعرف على بعض هذه التغيرات بطرق مختلفة منها أخذ عينات لب الجليد من غرينلاند والقطب الجنوبي وغيرها وصلت أعماق هذه العينات إلى قرابة ٣٦٠٠ متر، ومن خلالها يتم التعرف على فترات الدفء وفترات التثليج، وكذلك معرفة مدى تركيز ثاني أكسيد الكربون (جزء بالمليون ppm)، ويعد الاحترار الكوكبي الذي حدث منذ ١٥ ألف سنة، وبلغ ذروته في عصر الهولوسين من الزمن الرابع (الكائينوزوي).^{٥٨}

تأتي معرفتنا بهذه التغيرات المناخية خلال ١٥ ألف سنة الأخيرة مما يسمى

بالسجلات الاستدلالية التي يعاد بناؤها بالاعتماد على طرائق مختلفة منها:

- حلقات نمو الأشجار: وتؤخذ من الأخشاب التي يتم العثور عليها في التفتيات الأثرية أو غيرها، وتقابل كل حلقة من حلقات الشجرة دورة نمو سنوية ويمكن تقدير مدة نمو هذه الشجرة بعدد هذه الحلقات.

- حبوب اللقاح الدقيقة المتحجرة في البرك والمستنقعات القديمة.

- عينات اللب العميقة من الجليديات الدائمة.

- قيعان البحار والمحيطات.^{٥٩}

- تقنية النشاط الإشعاعي الكربون المشع (C 14) لقياس عمر الصخور.

- الفترات الدافئة بعد عصر الجليد:

يختلف الجغرافيون وعلماء الآثار فيما بينهم حول التذبذبات المناخية في العصر

التاريخي، منهم من يرفض الاعتراف بحدوث ذبذبات مناخية وخصوصاً ذبذبات المطر،

ومنهم من يؤكد حدوث هذه الذبذبات أو التآرجحات غير القابلة للتنبؤ.

^{٥٨} - براين فاغان ، الصيف الطويل ، دور المناخ في تغيير الحضارة ، ترجمة د . مصطفى فهمي ، عالم المعرفة العدد

٣٤٠ حزيران ، الكويت ٢٠٠٧ ، ص ٤٦ - ٤٨ بتصرف .

^{٥٩} . أمين طربوش ، شاهر آغا ، الجيولوجيا والجيومورفولوجيا ، منشورات جامعة دمشق ١٩٩٦ - ١٩٩٧ م ص ٢٣ -

٤٢ بتصرف

إن التغيرات المناخية واتجاه المناخ نحو الدفء، ولاحقاً تناقص كميات الأمطار والهطول، في أماكن معينة، أدى بلا شك إلى حدوث ارتباك لدى سكان تلك المناطق، وتغير في أساليب حياتهم الرعوية أو الزراعية، (تلك الأحداث التي توصف أحياناً بأنها كارثة بيئية)، كما حدث مثلاً في بلاد ما بين النهرين دجلة والفرات، وحتى في شبه الجزيرة العربية، والذي أدى إلى انهيار الحضارات وموت المدن وهجرة البشر.

٦ - ٣ - عامل البيت الزجاجي (Green House Effect):

قبل الحديث عن ظاهرة عامل البيت الزجاجي، بمسمياتها المختلفة ومن هذه المسميات: (الاحتباس الحراري، الدفيئة العالمية، الصوبة، الاحترار العالمي، عامل البيت الزجاجي، بيوت الجنة أو الخضراء أو غير ذلك)، لا بدّ من التذكير بأن معظم العلماء والباحثين متفقين حالياً على أن وجود احترار عالمي على مستوى كوكب الأرض، بفعل الإنسان وتأثيراته، هو أمر واقع لا يمكن إنكاره أو تجاهله، وهذا العامل سببه زيادة تركيز بعض الغازات بالقرب من سطح الأرض، وخاصةً غاز ثاني أكسيد الكربون.

لقد اكتشف الفيزيائي البريطاني جون تندرال (١٨٢٠ - ١٨٩٣ م) أن ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو غاز شفاف بالنسبة للضوء، ولكنه غير شفاف بالنسبة للحرارة، أي أنه يسمح للطاقة الشمسية بالوصول إلى سطح الأرض، ولكنه يمنع هذه الطاقة من أن تنعكس أو تشع من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي. وهذه الظاهرة هي ما أطلق عليها لاحقاً مفعول الدفيئة أو عامل البيت الزجاجي **Green House Effect**، ويعني أن الغلاف الجوي له دور يشبه دور البيت الزجاجي، في حبس الحرارة بالقرب من سطح الأرض.

من المعروف أن وجود CO_2 في الجو، وحدوث مفعول الدفيئة، له فوائد ونتائج إيجابية كثيرة، فهو يؤدي إلى زيادة عملية التمثيل الضوئي، وبالتالي زيادة نمو النباتات والمحاصيل الزراعية، وزيادة قدرتها الإنتاجية، كما أنه يفيد في حفظ التوازن الحراري، على سطح الكرة الأرضية.

ولكن مفعول الدفيئة، وزيادة حجز الحرارة ومنع انطلاقها أو عودتها إلى الفضاء يؤدي إلى حدوث الكثير من النتائج السلبية، والأضرار الخطيرة المرتبطة بالتغير المناخي، وعدم الاستقرار وتهديد التوازن البيئي.

مفعول الدفيئة يرتبط إلى حد كبير بكمية غاز CO_2 في الغلاف الجوي، ويقدر أن كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلق إلى الغلاف الجوي تتزايد بمعدلات تصل إلى ٣٠٠٠ مليون طن سنوياً^{٦٠}.

إن النشاط البشري المصطنع من العوامل المؤثرة في دورة ثاني أكسيد الكربون حيث ينتج سنوياً بنتيجة عمليات النشاطات الاقتصادية (١٥ - ٢٥^{١٠}) طن من غاز ثاني أكسيد الكربون في السنة، وتزيد هذه الكمية بمعدل ١٠٠ - ٢٠٠ مرة عن الكمية المتشكلة طبيعياً وباللغة ١٥.٠٠٠×١٠^٩ طن/سنة، وبشكل عادي يتشكل في عملية الدورة البيوكيميائية حوالي ٢٦٧×١٠^٩ طن / السنة من هذا الغاز عن طريق تنفس النباتات والإنسان والكائنات الدقيقة والحيوانات الخ^{٦١}.

٦ - ٤ - عواقب ظاهرة الدفيئة أو الاحتباس الحراري :

كغيرها من الأمور الإشكالية فقد اختلفت الآراء وتضاربت أحياناً في أسباب وعواقب هذه الظاهرة، ورأى بعض المختصين أن الاحتباس الحراري سوف يسبب ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض ما بين (١,١ - ٦,٤ درجة م) في عام ٢١٠٠ بالمقارنة مع عام ١٩٩٠م، وهذا سوف يكون له تداعيات مختلفة منها ذوبان الجليديات، وارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات إلى أكثر من أربعة أمتار خلال القرن الواحد والعشرين، وجعل آخرون الرقم نصف متر فقط، وميز البعض بين ذوبان الجليد الطافي في المحيطين المتجمدين الشمالي والجنوبي، وبين ذوبان القبة الجليدية التي تغطي اليابسة في القارة

^{٦٠} . محمد محمد الشاذلي، علي علي المرسي : علم البيئة العام والتنوع البيولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة ٢٠٠٠ م ،

ص ١٠٨.

^{٦١} - ميلانوف . ي . ف ، ريباتشكوف . أ . م ، الجوانب الجغرافية في حماية الطبيعة ، ترجمة د . أمين طربوش ،

منشورات دار علاء الدين ، دمشق ١٩٩٦ ، ص ٢٢١ .

القطبية الجنوبية والشمالية، لأن ذوبان الجليد الطافي لا يرفع مستوى سطح البحر والمحيطات، باعتبار أن الجليد موجود أصلاً فيها، بينما ذوبان القبة الجليدية في المنطقتين القطبيتين يزيد كمية المياه الموجودة في البحار والمحيطات، ويؤدي إلى رفع مستوى المياه فيها، ولكن هذا الأمر ليس حتمياً أيضاً وذلك لعدة أسباب منها:

١ - لأن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة شدة التبخر، وتشكل الغيوم وهطول الثلوج مما يحدد الكتلة الجليدية.

٢ - بسبب اتساع مساحة الكتلة الجليدية في القارة القطبية الجنوبية، و سماكتها التي تصل إلى ٤ كم، مما يخفف من تأثير ارتفاع درجات الحرارة عليها إلى حدٍ ما.

٣ - لأن ارتفاع درجة حرارة الأرض عملية بطيئة لا تلاحظ بسرعة، ويقدر أن درجة حرارة كوكب الأرض قد تزايدت بمقدار نصف إلى واحد درجة مئوية في القرن العشرين.

مع ذلك فإن هذه الزيادة في حال استمرارها ستؤدي إلى عواقب بيئية خطيرة، وهذه العواقب غير معروفة أو محددة بدقة حتى الآن، وهي مثار جدل ومحط أبحاث الكثير من مراكز البحث العلمي العالمية، ولكن يعتقد أن ارتفاع درجة حرارة الأرض سيؤدي إلى ذوبان الجليديات في المناطق القطبية، وبالتالي ارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات وغرق الكثير من المناطق الساحلية المنخفضة، والقضاء على السكان وعلى الكائنات الحية في هذه المناطق، وكذلك حدوث تغير في ظروف الطقس والمناخ، لأن زيادة درجة الحرارة يسبب ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية وهذا يؤدي إلى زيادة التبخر، وزيادة سرعة الرياح، وقد تتعرض المناطق المطيرة للجفاف، وعلى العكس تتعرض المناطق الجافة للأمطار والأعاصير والفيضانات.

يعتقد أن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو قد يؤدي إلى حدوث تطرف دراماتيكي في حالة الطقس، وحدثت العواصف والأعاصير وتعطيل ملحوظ في الأنظمة البيئية العالمية، مما يسهم في تسريع انتقال الأمراض المعدية كالمالاريا والكوليرا وربما ظهور أمراض وأوبئة جديدة لم تكن معروفة سابقاً، والتغير المناخي يؤدي إلى حدوث

تفاقم في مشكلة نقص المياه في المناطق الجافة وزيادة حدة التصحر، كما هو الحال في منطقة الشرق الأوسط، وكذلك حدوث ضعف وتراجع في القدرة الإنتاجية الزراعية في الكثير من البلدان ولاسيما تلك البلدان الأكثر فقراً في العالم.

إن استمرار زيادة تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وخاصة ثاني أكسيد الكربون سيؤدي ليس فقط إلى حدوث تغيرات مناخية، وإنما إلى حدوث تغيرات في البيئة عامة مثل هطول المزيد من الأمطار في العروض العليا، وتزحزح نطاقات الغابات ذات الأوراق الدائمة الخضرة نحو الشمال، وبالتالي حدوث الفيضانات وزيادة نحت التربة وتعريتها وحدوث خلل معين في جميع الأنظمة الجغرافية الطبيعية.

وفي كل ذلك يجب أن لا نتجاهل مسألة الترابط الوثيق بين الغلاف الجوي والبحار والمحيطات التي تشكل منظومة مترابطة تنظم عملية توزيع غاز ثاني أكسيد الكربون بينهما وتوازن دورة هذا الغاز بشكل عام.

٦ - ٥ - ثقب طبقة الأوزون Ozone Holes:

لقد بينت الكثير من الدراسات والأبحاث أن غاز الأوزون يتعرض للتناقص والتخريب، وأنه يوجد ثقب في طبقة الأوزون Ozone Hole فوق منطقة القطب الجنوبي، ويظهر هذا الثقب في فصل الربيع بشكل خاص، وأنه حدث تناقص لكمية الأوزون فوق القطب الجنوبي، وامتد ذلك التناقص بدرجات ونسب متفاوتة نحو الشمال وحتى خط العرض ٤٥ جنوب خط الاستواء.

ويعتقد العلماء بحدوث تناقص لكمية الأوزون فوق أوروبا وكندا وغيرها، وأن ثقباً مشابهاً يحدث فوق القطب الشمالي في فترات مختلفة من السنة خاصة في الشتاء، وإذا كان غاز الأوزون قد تم اكتشافه نحو عام ١٨٨٠م، وعلم من فوائده ومحاسنه ما علم، فإنه بعد نحو مئة عام فقط تبين وجود ثقب كبير فيه، مما سمح ويسمح للأشعة فوق البنفسجية من المرور والوصول إلى سطح الأرض، وتعرض الكائنات الحية عليها للخطر والمرض.

أما عن أسباب تدمير طبقة الأوزون و حدوث ثقب فيها فإنها لم تتضح بعد بصورة قاطعة العمليات المسببة لذلك، ويعتقد العلماء أن التلوث الصناعي للحجو بغازات مثل أكسيد النتروز والميثان ومركبات الكلوروفلوروكربون والهالونات هي الغازات الرئيسية التي تسبب تدمير الأوزون، فهذه الغازات تستقر لفترات طويلة في طبقة التروبوسفير ثم تنتقل إلى طبقة الستراتوسفير وتتفاعل مع كيميائيات أخرى تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية، وتشكل غازات تسرع عملية تفكك الأوزون بدرجة كبيرة، والجدول (٨) يبين أهم الغازات التي تؤثر في تركيز الأوزون^{٦٢}.

جدول (٨) أهم الغازات التي تدمر غاز الأوزون

اسم الغاز	الصيغة	معدل البقاء في الغلاف الجوي / سنة
كلورفلوروكربون ١١	CFCL ₃	٧٥
كلورفلوروكربون ١٢	CF ₂ CL ₂	١١٠
كلورفلوروكربون ١١٣	C2F ₃ CL ₃	٩٠
الهالون ١٣٠١	CF ₃ Br	١١٠
أكسيد النتروز	N ₂ O	١٥٠
أول أكسيد الكربون	CO	٠.٤
الميثان	CH ₄	١١

كما بينت الكثير من الدراسات أن أسباب تخريب طبقة الأوزون كثيرة ومتعددة، ومن هذه الأسباب^{٦٣}:

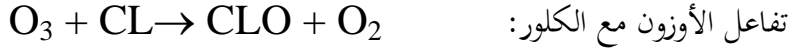
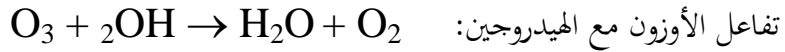
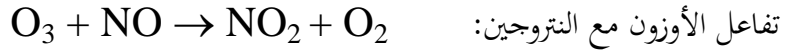
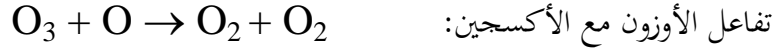
- ١ - التلوث بغاز الكلوروفلوروكربون (ك ف ك CFC) أو ما يسمى الفريون ١١ و ١٢.
- ٢ - الطائرات النفاثة التي تنفث من عوادمها مواد تؤدي إلى تدمير طبقة الأوزون.

^{٦٢} - محمد العودات ، مشكلات البيئة ، مرجع سابق ، ص ٣٨ .

^{٦٣} - محمد محمود محمددين ، طه عثمان الفرا : المدخل إلى علم الجغرافية والبيئة ، دار المريخ ، الرياض ٢٠٠٢ م ، ص ٣٧٩ .

- ٣ - صواريخ الفضاء التي تطلق مواد تساهم في تخریب الأوزون.
- ٤ - تجارب التفجيرات النووية، خاصة التي تجري في الغلاف الجوي.
- ٥ - أكاسيد النتروجين الناتجة من صناعة واستخدام الأسمدة الآزوتية وغيرها من الصناعات.

وكما هو واضح فإن جميع هذه المصادر تتسبب في إطلاق أكاسيد الآزوت والكلور والميتان وبخار الماء وغيره، وهذه المواد وتحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية ($h\nu$) يحدث بينها وبين غاز الأوزون تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تدميره وتخریب طبقتة، ومن هذه التفاعلات نذكر:



وجميع هذه التفاعلات تتم بوجود الأشعة فوق البنفسجية ($h\nu$).

٦ - ٦ - آثار ونتائج تخریب طبقة الأوزون:

تحدثنا في فقرة سابقة عن تأثيرات غاز الأوزون على الإنسان وغيره من الكائنات الحية، إضافة لذلك فقد أصبح من المعروف أن تخریب طبقة الأوزون له انعكاسات سلبية كبيرة على البيئة والوسط المحيط، ومنها تأثيره على المناخ العالمي، لأن للأوزون دور مهم في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات الطاقة الحرارية العالية، وبالتالي فإن الأوزون يلعب دوراً مهماً في تنظيم وصول الحرارة إلى سطح الأرض، وإحداث الدفء (التسخين) في طبقة الستراتوسفير، وهذا الدفء يمثل غطاءً يدعم النظام المناخي للأرض في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي (التربوسفير)، وهذا يعني أن تدهور الأوزون سيؤدي إلى حدوث العكس، ويسبب اختلال التوازن الحراري على الأرض.

أصبح من المعروف أن تخريب طبقة الأوزون له انعكاسات سلبية كبيرة على المناخ العالمي، لأن للأوزون دور مهم في تنظيم الحرارة الواصلة إلى سطح الأرض، وعلى النباتات وخاصة الفيتوبلانكتون أو العوالق النباتية، وعلى المحاصيل الزراعية وتقليل قدرتها الإنتاجية، وعلى الكائنات الحية بما فيها الإنسان وإصابته ببعض الأمراض وأهمها السرطانات، والتهاب وحساسية العيون والأغشية المخاطية، والتأثير السلبي على التحف الفنية والأوابد التاريخية، وعلى البيئة بشكل عام.

لذلك من المهم حماية طبقة الأوزون ويمكن أن يساعد في ذلك: الالتزام بالاتفاقيات الدولية الخاصة بحماية طبقة الأوزون، والتقليل من انبعاث الملوثات المخربة له، وخاصة الكلوروفلوروكربون، واستخدام مواد بديلة عنها لا تسبب مخاطر بيئية محتملة أو ممكنة .

٦ - ٧ - الضبخان (Smog):

- تلوث الغلاف الجوي يسبب الضبخان (Smog):

ظاهرة الضباب الدخاني من الظواهر المرتبطة بتلوث الغلاف الجوي، وهو اتحاد الضباب مع الدخان، وتحدث هذه الظاهرة بسبب زيادة نويات التكاثف في الهواء، مما يزيد من حدوث الغيوم والضباب خاصة في المدن الكبرى والصناعية، وهو ما يمكن تسميته بـ ضبخان المدن Urban Smog، حيث تنطلق المكونات العضوية المتطايرة (VOCS) من مصادر مختلفة كالمصانع ووسائل النقل وغيرها، خاصة من جراء احتراق الوقود وانطلاق أكاسيد النروجين التي تتفاعل مع الأكسجين الموجود في الهواء وتكون



من المعروف أن الظروف الجوية تساعد في حدوث الضبخان وتكرار حدوثه، خاصة في حالة حدوث ركود جوي أو انقلاب حراري، مما يسبب تجمع الملوثات أسفل طبقة الانقلاب الحراري، وعدم حدوث تحرك أو تبادل هوائي فيحدث الضبخان. وتكون الآثار والعواقب الناجمة عنه مختلفة، بحسب مكوناته، والملوثات الموجودة فيه، والتفاعلات التي تحدثها.

الضبخان الناجم عن أكسيد النتروجين مهيج للجهاز التنفسي للإنسان، ويمتص الطاقة الشمسية على هيئة ضوء الشمس، ويتفاعل مع مكونات الهواء، ويؤدي إلى تفاعلات قد تتسبب في زيادة غاز الأوزون بالقرب من سطح الأرض، وهذا يؤدي إلى تدمير الأنسجة البشرية، وحدوث أضرار تنفسية، وحدوث آلام صدرية وغيرها.

أما الضبخان الناجم عن وجود مواد كيميائية فيسبب آلاماً في الرأس، وغثياناً، وتهيج العيون والأنف، والملوثات الناجمة عن حرق الوقود في محركات السيارات تسبب الشعور بالدوخة، والتعب والارتخاء، والصداع، والحناق الصدري الخ، وآثار الضبخان لا تقتصر على الإنسان ولكنها تتعداها إلى الكائنات الحية الأخرى، وإلى المحاصيل الزراعية، وما ينتج عن ذلك من آثار سلبية على البيئة والحياة بشكل عام.

يوجد نوعان من الضبخان هما، الضبخان الصيفي، الذي يحدث في فصل الصيف مثل ضبخان لوس أنجلوس، و الضبخان الشتوي، الذي يحدث في فصل الشتاء، مثل ضبخان لندن.

وحوادث الضبخان كثيرة في العالم، ولكن بعض المناطق أو المدن اشتهرت أكثر من غيرها بحدوث الضبخان، وفي الجدول (٩) تم توضيح أهم هذه الحوادث وأزمان حدوثها وأماكنها والآثار الناجمة عنها.

إن حالة الضبخان تحدث ويتكرر حدوثها في الكثير من مدن العالم الأخرى كطهران وأثينا وسان فرانسيسكو وسيدني ومكسيكو سيتي ومدن أخرى، ولكن أشعة الشمس عند سطوعها تبعثر هذه السحابة الدخانية، ما لم تكن شدة السحابة والظروف المناخية غير مناسبة، وعلى سبيل المثال فإن السحابة الدخانية التي تعرضت لها مدينة القاهرة عام ١٩٩٩ وتكررت عام ٢٠٠٠ م. وسببها الملوثات والدخان والأتربة المثارة،

الجدول (٩) أهم حوادث الضبخان في العالم والآثار الناجمة عنها^{٦٤}.

تسلسل	المكان	الزمن	الآثار والعواقب الناتجة عن الحادثة
١	بلجيكا	١٩٣٠	وفاة ٦٣ شخصاً
٢	دونيورا في أمريكا	١٩٤٨	وفاة ١٧ شخصاً، وإصابة الكثيرين بأمراض مختلفة وغبثان واحتقان والتهاب في العيون وضيق تنفس الخ..
٣	بوزاريكا في المكسيك	١٩٥٠	إصابات تنفسية وأعراض مصاحبة للضبخان أدت إلى وفاة ٢٢ شخصاً.
٤	لندن في انكلترا	١٩٥٢	تناقص مدى الرؤية، ارتفاع الرطوبة النسبية إلى ١٠٠ ٪، انخفاض درجات الحرارة إلى - ١٥ م، سكون جوي تام وهذا أدى إلى وفاة ٤٠٠٠ شخص مباشرة و ٨٠٠٠ خلال شهرين، وإصابة نحو مئة ألف شخص بأمراض تنفسية
٥	اليونان	١٩٥٦	انتشار ضباب أسود، تلوث الآثار التاريخية القديمة في منطقة الأكربول والبارثينون.
٦	طوكيو	١٩٦٦	زيادة الإصابة بالكرب والرشح، وضيق تنفس واختناقات.
٧	نيويورك	١٩٦٦	إصابة ١٠ ٪ من سكان المدينة بإصابات مختلفة كالرشح والسعال وضيق التنفس وغيره.
٨	الروهر في ألمانيا	١٩٦٧	أضرار بالسكان والمباني وتلوث جوي كبير
٩	القاهرة	+١٩٩٩ ٢٠٠٠	حدوث إصابات تنفسية وأضرار صحية مختلفة وأضرار بالسكان والمباني، وتلوث جوي كبير

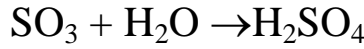
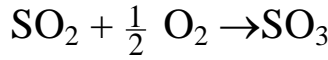
وكذلك حرق المخلفات الزراعية ولاسيما قش الأرز، أو مخلفات زراعة القصب وسط الحقول القريبة من القاهرة، وحرق القمامة. حيث يتولد في منطقة القاهرة الكبرى يومياً ١٢٥٠٠ طن من القمامة، وفيها نحو ١٣٠٠٠٠٠ مركبة تشكل نحو ٤٦ ٪ من إجمالي المركبات في مصر كلها. وطبعاً كل هذه العوامل والأسباب أسهمت في حدوث الضبخان،

^{٦٤}. محمد محمود سليمان ، جغرافية البيئات ، مرجع سابق ، ص ٣٠٦ .

ومن الضروري العمل على التخفيف من وطأة التلوث لكي لا تتكرر هذه الظاهرة،
وتحدث نتائج لا يحمد عقباهما.

٦ - ٨ - ظاهرة الأمطار الحمضية Acid Rains:

ظاهرة المطر الحمضي تعني سقوط أمطار أو ثلوج تحوي مواد حمضية، والمواد الحمضية قد تسقط بشكل جاف من الغلاف الجوي إلى سطح الأرض وإلى المسطحات المائية، والسبب الرئيسي لسقوط الأمطار الحامضية هو تلوث الهواء بغازات ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثاني أكسيد الكربون CO_2 ، ومركبات الكبريت SO_x ومركبات النيتروجين NO_x والأحماض العضوية. وهذه الملوثات تنطلق من المنشآت الصناعية المختلفة خاصة جراء حرق الوقود في هذه المنشآت وغيرها، وعند تكاثف بخار الماء في الجو فإن غاز ثاني أكسيد الكبريت يتفاعل مع الأوكسجين الجوي تحت تأثير الأشعة الشمسية، حيث يتحول إلى ثالث أكسيد الكبريت SO_2 ثم يتفاعل ويؤدي إلى تشكل حمض الكبريت على الشكل التالي:



زيادة حموضة الأمطار أو المياه أو غيرها يعني زيادة معدل الرقم الهيدروجيني أو عامل (PH)، الذي تتراوح قيمته بين صفر و ١٤، وكلما تناقص المعدل عن ٧ يعني زيادة الحموضة، وأكبر من ٧ يعني زيادة القلوية، وأصبح واضحاً أن تأثير الإنسان والنشاطات البشرية المختلفة هي السبب الرئيسي في حدوث الأمطار الحمضية، والتي تؤدي إلى إطلاق كميات كبيرة من الملوثات إلى الغلاف الجوي، الذي يقوم بدور وعاء أو مكان للتفاعل الكيميائي لمجموعة كبيرة من المواد، التي تعاد بالنتيجة إلى التربة أو المياه السطحية.

يعتبر المطر الحامضي من المظاهر الناتجة عن قيام الغلاف الجوي بتنظيف نفسه، وانتشار المطر الحمضي يرتبط إلى حدٍ كبير بالظروف المناخية السائدة، وخاصة اتجاه الرياح

السائدة، التي تنقل أكاسيد الكبريت والنيتروجين وغيرها إلى مسافات كبيرة، وأحيانا كثيرة إلى خارج حدود الدولة المسببة لها، كما هو الحال في الأمطار الحمضية الهاطلة في جنوب شرق كندا ومصدرها الولايات المتحدة، والأمطار الهاطلة في البلدان الاسكندنافية ومصدرها دول أوروبا الغربية الصناعية.

ولا بدّ من الإشارة إلى احتمال سقوط أمطار أو ثلوج لها بعض صفات الأمطار الحمضية أو تحمل خصائص الملوثات الجوية المكانية المباشرة أو غير المباشرة، ومنها مثلاً هطول أمطار سوداء اللون، وقد سقطت مثل هذه الأمطار في المناطق الشرقية من سورية سنة ٢٠٠٤ م عقب ما يسمى بحرب الخليج الثانية والحرائق التي تعرضت لها آبار البترول في العراق والكويت، وفي حالات مشابهة تهطل ثلوج أو أمطار مختلطة بجزئيات الفحم الحجري سوداء اللون في مناطق مناجم الفحم في حوض الدونباس في جمهورية أوكرانيا، كما أنه كثيراً ما تهطل أمطار موحلة مختلفة الألوان فوق المناطق الجافة أو شبه الجافة بسبب جزئيات الغبار والرمال الموجودة في أجواء هذه المناطق، ولا شك أنّ هذه الهطولات تحمل معها مواد وجزئيات مختلفة ولها تأثيرات بيئية متنوعة أيضاً.

٦ - ٩ - الآثار الناتجة عن الأمطار الحمضية:

إن الآثار الناتجة عن الأمطار الحمضية كثيرة ومتنوعة، وتشمل مناطق كثيرة وواسعة من العالم، وتلحق الأذى بالكثير من الأنظمة البيئية ومكوناتها، فالأمطار الحمضية تسبب ظاهرة تآكل البحيرات في كندا والولايات المتحدة والدول الاسكندنافية وغيرها، والكثير من هذه البحيرات أصبحت تعاني من التآكل ومن خلل النظام البيئي فيها، وأصبحت شبه ميتة وخالية من الأسماك ولاسيما الأسماك الصغيرة، ومن الكثير من الكائنات الحية. وتعد الأمطار الحمضية التي تسقط في فصل الربيع (فصل هطول الأمطار والثلوج) مشكلة بيئية خطيرة لأنها تؤدي إلى انتقال سريع وبعيد للمواد الحمضية المتجمعة في مياه الأمطار والثلوج وانتقالها إلى التربة والمياه السطحية والجوفية.

تؤدي الأمطار الحمضية التي تهطل على سطح التربة، إلى تدني القدرة الإنتاجية للتربة، وانخفاض خصوبتها، وإحداث تأثير سلبي في قدرتها على امتصاص المواد المغذية، وعلى سرعة تحلل المواد العضوية وتفتتها، كما أنه في الأوساط الحمضية تنخفض القدرة الإنتاجية للبكتريا المثبتة للآزوت. وبشكل عام فإن زيادة حمض التربة يؤدي إلى تغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وإلى غسل بعض المعادن الثقيلة والمفيدة فيها مثل الكالسيوم والبوتاسيوم وحرمان التربة منها، في حين قد تؤدي إلى زيادة تركيز بعض المواد والمعادن الأخرى السامة والضارة بالتربة مثل الألمنيوم والمنغنيز. مع الإشارة إلى أنه يمكن تعديل حموضة التربة بإضافة كربونات الكالسيوم إليها CaCO_3 مما يساعد في إعادة تحسين خواص التربة وخصوبتها.

وتسبب الأمطار الحمضية، خفض قدرة النباتات على النمو وتعرضها للمرض والموت، والكثير من النباتات والأشجار والغابات في مناطق واسعة من العالم تتعرض للمرض والهلاك، وقد تعرض نحو ١٠٠ ألف هكتار من الغابات دائمة الخضرة في وسط أوروبا للموت كلياً بسبب الأمطار الحمضية، ومما لا شك فيه أن تضرر الغطاء النباتي يسبب خسائر اقتصادية، وإيكولوجية، وصحية، ووراثية جينية، وجمالية وغيرها مما لا يقدر بثمن. كما أن الأمطار الحمضية تسبب تخريش الكثير من الأوابد والمعالم الأثرية والتاريخية والنصب التذكارية وتخریبها، ولاسيما تلك المصنوعة من الرخام أو الحجارة أو المعادن التي تتحرق وتهشم بفعل تأثير المواد الحمضية.

وتؤثر الأمطار الحمضية في النبات والحيوان والإنسان من خلال تناول مياه الشرب أو المواد الغذائية التي تحوي مواد حمضية، وتسبب تهيج الجهاز التنفسي والعيون والجلد، وتسبب ضيق التنفس والربو واحتقان البلعوم وغير ذلك، وكذلك التأثير على الطيور والدواجن وعلى بيوضها المعرضة للتلوث بالأمراض الحمضية، وعلى الكائنات الحية البرية، والشكل (٨) يبين حساسية بعض الكائنات الحية المائية لزيادة نسبة الحموضة.



الشكل (٨) يبين حساسية بعض الكائنات الحية المائية لزيادة نسبة الحموضة.

٦ - ١٠ - العلاقة بين العوامل المناخية وتركيز الملوثات.

أولاً - تأثير العوامل الجوية في مدى تركيز ونقل الملوثات:

- تنبعث الجزيئات والنفائات الصناعية المتطايرة من مصادر مختلفة تصنف إلى:
- مصادر نقطية متباعدة عن بعضها كمصنع الإسمنت أو محطة حرارية أو مصفاة لتكرير البترول أو أي مصنع تصدر عنه جزيئات وملوثات صلبة.
 - مصادر خطية كطرق المواصلات البرية بما في ذلك خطوط السكك الحديدية، أو طرق المواصلات المائية البحرية والنهرية بشكل خاص، وفي جميع هذه المصادر تختلف كمية وحجم ونوعية الملوثات بحسب نوعية الطرق ونوعية الآليات وكثافة المرور .
 - مصادر مساحية مثل المناطق والمدن الصناعية مختلفة الأحجام والمساحات، فقد تكون مناطق صناعية محدودة المساحة ومتواضعة في وجود المعامل والمصانع والورش، وقد تكون مدن صناعية معقدة ذات مساحات واسعة وتنوع صناعي كبير وبالتالي كمية وحجم وتركيز الملوثات كبير، وكل ذلك يرتبط بالخصائص والظروف الجوية.
- تعد الظروف الجوية أحد أهم العوامل المحددة لمقدار تركيز الملوثات في الغلاف الجوي، فقد تنقلها إلى أعلى وبعيداً عن مصدرها، وقد تبقىها في الأسفل، وقد تنقلها إلى الأمام بأشكال مختلفة، والظروف الجوية تلعب دوراً مهماً في تبديد هذه الملوثات ونشرها في الغلاف الجوي، وفي الوقت نفسه فإن هذه الملوثات تؤثر في الظروف والخصائص الجوية وتحديد قيم ومقادير بعض العناصر الجوية وبالتالي التأثير في ظروف المناخ الأصغري (Microclimate) والمناخ العام (Macroclimate) مما يؤكد أهمية التعرف على:

- شدة تركيز الملوثات
- نسبة حجم الملوثات في الغلاف الجوي
- نوعية الملوثات في الغلاف الجوي
- خصائص الملوثات في الغلاف الجوي
- التفاعلات التي تتم في الغلاف الجوي.

• العوامل الجوية المؤثرة في مدى تركيز الملوثات وانتقالها:

يرتبط تركيز الملوثات في الغلاف الجوي بالظروف المناخية والميتورولوجية، حيث تتم عملية أو ظاهرة انتقال الملوثات أو تحولها عبر عدد من العمليات والمراحل والتأثيرات منها:

١ (تأثير درجة الحرارة:

درجة الحرارة من العوامل المؤثرة في مدى انتشار وتركيز الملوثات، لأن ارتفاع درجات الحرارة نهاراً يؤدي إلى زيادة تسخين الهواء الجوي القريب من سطح الأرض، يعقبه حركة تبادل للهواء حيث يصعد الهواء الساخن نحو الأعلى ليحل محله الهواء البارد في إطار حركة الجو العامة وعدم الاستقرار الجوي. وأثناء صعود الهواء الساخن نحو الأعلى فإنه يحمل معه جزيئات التلوث من مصادرها المختلفة (مداخن المصانع وعوادم السيارات وغيرها) ويسهم بالتالي في تنقية الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض من هذه الملوثات، أما عندما تنخفض درجات الحرارة أثناء الليل مثلاً فإنها تؤدي إلى تبرد سطح الأرض والهواء القريب منه، وبالتالي حدوث حالة من الركود الجوي واستقرار جزيئات التلوث بالقرب من مصدر التلوث عند سطح الأرض.

٢ (تأثير عامل الانقلاب الحراري:

ظاهرة الانقلاب الحراري يعني زيادة درجة الحرارة مع الارتفاع بدلاً من تناقصها كما هو معروف، وفي هذه الحالة يصبح الجو مستقراً جداً وتشكل طبقة الانقلاب الحراري حاجزاً يمنع الملوثات من الارتفاع عمودياً نحو الأعلى، وتصبح مجبرة للبقاء أسفل طبقة الانقلاب الحراري وذلك بحسب سرعة واتجاه الرياح السائدة حينها. وهذه الحالة لها تداعيات وتأثيرات سلبية مختلفة، حيث يؤدي استمرار الركود الجوي واستمرار ظاهرة الانقلاب الحراري إلى بقاء جزيئات التلوث أسفل طبقة الانقلاب وبالقرب من سطح الأرض أو تصل إليها، وقد يرافق ذلك حدوث ظاهرة الضبخن أو الضبخان (اتحاد الضباب مع الدخان)، وحدث حالات من ضيق التنفس والاختناق وربما الموت.

٣ (تأثير عامل الرياح:

تعتبر الرياح من أهم العناصر الميترولوجية التي تسهم في نشر وبعثرة الملوثات في الغلاف الجوي و يرتبط تأثير الرياح في مدى انتشار وتركيز الملوثات بعدة أمور منها ما يرتبط بالرياح مثل: سرعتها، وشدتها، وديمومتها، واتجاهها، وهذه العوامل تجذب الملوثات باتجاه الرياح وتخلص منطقة المصدر منها، ويمكن التعرف على اتجاه الرياح السائدة من خلال وردة الرياح للمنطقة مما يساعد في اختيار المواقع المناسبة للمصانع والمعامل ومصادر التلوث المختلفة.

ومنها ما يرتبط بالملوثات نفسها مثل حجمها، ووزنها، ونوعها... الخ. وعادة تأخذ الملوثات في انتشارها ثلاثة حالات:

- البقاء قرب مصدر التلوث: وهذا يحدث عندما تكون الرياح مستقرة وهادئة ويرافقها ضغط جوي مرتفع (انتي تسيكلون).

- الانتشار أفقياً: يحدث عندما تكون الرياح خفيفة، ويرتبط ارتفاعها والمسافة التي تقطعها بشدة الرياح وسرعتها وحجم الملوثات ووزنها.

- الانتشار عمودياً: يحدث عندما تكون الرياح شديدة ودوامية ويرافقها ضغط جوي منخفض (تسيكلون) حيث تصعد جزيئات الملوثات مع الرياح نحو الأعلى في الغلاف الجوي، والدوامات الهوائية تساهم إلى حد كبير في بعثرة الملوثات ونقلها من مكان لآخر.

إنّ انتشار الملوثات من المصدر إلى الغلاف الجوي يتأثر بعدة عوامل منها:

أ - ميزات وخصائص ونوعية الملوثات.

ب - سرعة وشدة الرياح وقدرتها على حمل الملوثات.

ج - تفاعل وتحول الملوثات في الغلاف الجوي.

د - مدى تشكيل الملوثات لنويات التكاثف مما يساعد في تشكل السحب وحدوث التهطل.

هـ- السقوط الرطب للملوثات مع الأمطار أو الثلج أو الندى.

ح - عملية السقوط الجاف لجزيئات التلوث وهذا يرتبط بوزنها وحجمها وسرعة الرياح .

٤ (تأثير عامل الرطوبة والأمطار:

جزيئات التلوث ليست كلها ضرر، بل لها بعض الفوائد، ومن فوائدها أنها تشكل نويات التكاثف في الغلاف الجوي بخاصة في طبقة التروبوسفير القريبة من سطح الأرض، بحيث يتكاثف بخار الماء حول تلك النويات (جزيئات التكاثف) مما يعيق انتشار الملوثات على مساحات واسعة ويساعد أو يشكل أحد شروط حدوث التهطال بشكل أو بآخر، وعند حدوث التهطال فإن هذا التهطال يحمل معه جزيئات التلوث من الغلاف الجوي إلى سطح الأرض ويسهم في تنظيف وتنقية الغلاف الجوي من الملوثات والحد من تلوثه، مع الأخذ بعين الاعتبار ما تتعرض له هذه الملوثات من تفاعلات كيميائية قد تغير خصائصها، وبالتأكيد فإن التهطال (أمطار - ثلوج - ندى) يحمل معه خصائص الملوثات (حامضية - إشعاعية - مواد كيميائية معينة أو غير ذلك) إلى سطح الأرض.

٥ (تأثير عامل الارتفاع وشكل سطح الأرض، هذا الأمر يرتبط بعدة عوامل منها:

أ. ارتفاع المدخنة: حيث إن ارتفاع مصدر التلوث عن مستوى سطح الأرض يؤثر في مدى حمل ونقل جزيئات التلوث، مثل ارتفاع مداخن المعامل والمصانع، لأن ارتفاع المدخنة يؤثر في حركة الملوثات، وتوجد علاقة بين ارتفاع المدخنة والمسافة التي تقطعها الملوثات أثناء انتشارها، وكلما كان ارتفاع المدخنة أكبر تكون المسافة أكبر، لذلك فإن الاشتراطات البيئية العالمية تؤكد على أن يكون ارتفاع المداخن أكثر من ٣٠ متر مما يساعد في إبعاد الملوثات عن مصدر التلوث القريب من المدن أو المناطق السكنية والصناعية أيضاً.

ب - شكل السطح والتضاريس: يؤثر شكل السطح وما عليه من غطاء نباتي أو عمراني في حركة جزيئات التلوث فالسطوح السهلية الفسيحة كالبحار والمحيطات والسهول والمناطق المكشوفة لا تعرقل حركة الملوثات وتسمح لها بالانتقال بحرية تبعاً لظروف أخرى

ذكرت سابقاً كالرياح وغيرها، حيث إنّ وجود مصدر التلوث في مناطق مرتفعة ومكشوفة يساعد في حمل ونقل الملوثات وانتشارها بعيداً أفقياً أو عمودياً، بينما وجود مصدر التلوث في مناطق منخفضة كالوحدات أو الوديان والأماكن المغلقة أو شبه المغلقة يساعد في زيادة تركيز الملوثات بالقرب من مصدرها وعدم انتشارها إلى مسافات بعيدة، وهذا من الأسباب التي تساعد في حدوث حالة الضباب والضبخان وما ينجم عنها.

ثانياً - تأثير الملوثات الموجودة في الغلاف الجوي في العوامل والظروف الجوية:

كما أنّ الظروف والأحوال الجوية تؤثر في مدى تركيز وانتشار جزيئات التلوث والملوثات، فإن هذه الملوثات بدورها تؤثر في الظروف والأحوال الجوية وفي مكونات الغلاف الجوي وتركيب الهواء، وأشكال وأمثلة هذا التأثير كثيرة جداً ويمكن أن نذكر منها: زيادة بعض الغازات مثل (غازات الدفيئة) أول وثاني أكسيد الكربون وغيرها التي تسبب حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري، وتأثير الغبار في الغلاف الجوي حيث يقلل من درجة الشفافية الجوية ويؤثر في الأشعة الشمسية وبعثرتها أو وصولها إلى سطح الأرض، ويشكل نويات التكاثف، وكذلك نشوء ظاهرة الأمطار الحامضية أو الأمطار السوداء، وتفكيك وتخريب غاز الأوزون، وقس على ذلك ظاهرة الضبخان الناجمة عن وجود الملوثات في ظروف جوية معينة، وكل هذا يرتبط بتأثير ونوعية الملوثات الموجودة في الغلاف الجوي أو التي تصل إلى الغلاف الجوي بشكل أو بآخر، وكلل منها تداعياتها وآثارها السلبية على البيئة والكائنات الحية . *

٦ - ١١ - أهم الآثار والعواقب الناجمة عن تلوث الغلاف الجوي:

إن تأثير التلوث في الغلاف الجوي والكائنات الحية يختلف باختلاف عدة أمور منها:

- اختلاف نوعية الملوثات.
- اختلاف التركيب الكيميائي والتفاعلات المشتركة للملوثات.

* - يمكن مراجعة فقرات الأمطار الحامضية، والضبخان، و تلوث الغلاف الجوي بالغبار والعواصف الغبارية في هذا الكتاب .

- اختلاف كمية الملوثات.

- اختلاف مدة بقائها في الجو.

- اختلاف أماكن تركيزها.

ويرتبط بتلوث الغلاف الجوي عدد من الظواهر، مثل ثقب الأوزون، واتحاد الضباب مع الدخان (الضبخان) وعامل البيت الزجاجي (الديفئة) وكذلك الأمطار الحمضية. سوف يتم الحديث عنها لاحقاً.

- تأثير التلوث الجوي في صحة الإنسان:

من المعروف أن الإنسان لا يستطيع العيش من دون هواء أكثر من ثلاث دقائق، وبدون ماء ثلاثة أيام، وبدون طعام ثلاثة أسابيع، ويستنشق الإنسان وسطياً ٣٥ رطلاً من الهواء في اليوم، وهذا يعادل نحو ستة أضعاف ما يستهلكه من طعام وشراب خلال المدة نفسها، وإذا كان الإنسان لا يستطيع العيش من دون الهواء، فهو يحتاج إلى الهواء النظيف، وليس إلى الهواء الملوث.

لأن استنشاق الهواء الملوث بغاز أول أكسيد الكربون CO مثلاً يؤدي إلى تناقص قدرة الدم على نقل الأكسجين في الدورة الدموية، بسبب تكون ما يسمى كروبوكس هيموغلوبين الدم، الذي يسبب تقليل عمليات الأكسدة في أنسجة الجسم. والنتائج الصحية المترتبة على تلوث الهواء كثيرة جداً، وقد أوردنا الحديث عن الكثير منها أثناء الحديث عن الظواهر المرتبطة بتلوث الهواء (عامل البيت الزجاجي، الضبخان، الأمطار الحمضية، غاز الأوزون.... الخ).

- تأثير التلوث الجوي في الغطاء النباتي والحيواني:

يتساقط الكثير من الملوثات الموجودة في الغلاف الجوي على سطح التربة، وعلى النباتات، وفي المياه، سواءً بشكل رطب مع الأمطار والثلوج، أو بشكل جاف بسبب ثقلها وعامل الجاذبية وحركة الرياح، وتنتقل بشكل أو بآخر إلى الحيوانات الأليفة والبرية

والمائية، وذلك بطرق مختلفة ولاسيما عن طريق الطعام والشراب، وتؤثر سلباً في صحتها، وتؤدي إلى موتها أو مرضها وتدني قدرتها الإنتاجية.

تعد الكثير من النباتات حساسة للتلوث الجوي، ويؤثر التلوث الجوي في عملية التركيب الضوئي وعملية النتح النباتي، وقد تتعرض النباتات للتقزم وتغير ألوانها وسقوط أوراقها ومرضها أو تدني قدرتها الإنتاجية بشكل يتناسب مع ما تتعرض له من تلوث في الكم والنوع، مما قد يؤدي إلى موتها بالنتيجة وحدوث خسائر اقتصادية وبيئية كبيرة من جراء ذلك.

- تأثير التلوث الجوي في المعالم الأثرية والتاريخية:

إن الكثير من المعالم والأوابد التاريخية والنصب التذكارية والروائع الفنية والثقافية والدينية، التي صنعتها الأيدي البشرية المبدعة عبر آلاف السنين، لدى مختلف الحضارات، تتعرض للتخريب والتشويه الناجم عن تلوث الهواء بملوثات مختلفة، وبخاصة تلك الملوثات الحمضية، ومن هذه الآثار التي تعرضت للتأثير السليبي نذكر قصر تاج محل في الهند، والنصب التذكارية في أثينا وغيرها من مدن اليونان، والروائع الفنية في مدينة فينيسيا الإيطالية، والكثير من المتاحف ومحتوياتها من اللوحات الفنية واللقى الأثرية والنصب التذكارية وغيرها لم تسلم أيّ منها من التلوث وآثاره السيئة.

٦ - ١٢ - دور الجغرافية في حماية الغلاف الجوي من التلوث:

تدرس الجغرافية تركيب الغلاف الجوي وبنيته العمودية، وأهميته، ومصادر تلوثه ونتائجه، وغير ذلك من التغيرات التي يتعرض لها باعتبار الظروف الجوية أحد أهم العوامل المحددة لمقدار تركيز الملوثات في الغلاف الجوي، كما أن للملوثات دور مهم في تحديد قيم العناصر الجوية، وبالتالي تحديد المعالم المناخية للمناخ الأصغري والمناخ العام.

تهتم الجغرافيا بالغلاف الجوي باعتباره أحد الأغلفة الجغرافية، وهو يتألف من خليط ميكانيكي من الغازات والعناصر الجوية التي تختلف في كميتها ودرجة ثباتها، ويعد

الغلاف الجوي وعناصره من الموارد الطبيعية الأساسية والمتجددة، ومكوناته هي أساس الحياة واستمرارها وتوازنها.

تعد دراسة التلوث الجوي من أهم مجالات البحث الجغرافي، والجغرافي يمكنه القيام بدراسة جوانب متخصصة في موضوع التلوث تعد من صميم الدراسات الجغرافية، ولاسيما الجغرافية التطبيقية، توجد أشكال متعددة لما يمكن أن يسهم به الجغرافي في هذا الصدد، وذلك من خلال دراسته لاتجاهات الرياح وسرعتها، ودراسة التوطن الصناعي، وكثافة المرور، وغير ذلك من الجوانب التي يستطيع الجغرافي أن يسهم بها في دراسة مشكلة تلوث الجو، وتقديم دراسة شمولية متكاملة لأبعاد المشكلة البيئية الناتجة عن تلوث الجو وتغير عناصره.

إن دراسة تلوث الغلاف الجوي باعتباره أحد الأغلفة الجغرافية، ودراسة الآثار الناجمة عن هذا التلوث على الأنظمة الجغرافية المختلفة، وعلى صحة الإنسان باعتباره أحد أهم العناصر الحية في البيئة، وعلى المكونات التاريخية والروائع الفنية والثقافية التي أبدعتها الأيدي البشرية خلال الزمن، ودراسة مصادر الملوثات، سواء تلك المصادر الطبيعية كالحرائق الطبيعية، وثوران البراكين، والزلازل، والأعاصير، والفيضانات، والعواصف الغبارية وغيرها، أو الناجمة عن مصادر بشرية مصطنعة، كوسائل النقل، والصناعة والزراعة، وحرائق الغابات، والملوثات الإشعاعية، وغيرها، وتحديد أماكن انتشارها، وآلية انتقالها وسرعتها.

على سبيل المثال دراسة انتقال الملوثات المسببة للأمطار الحمضية (من الولايات المتحدة الأمريكية إلى كندا، أو من بلدان أوروبا الغربية إلى أوروبا الشرقية والدول الاسكندنافية) أو (انتقال المواد المشعة كما حدث إثر حادثة المفاعل النووي في تشرنوبيل سنة ١٩٨٦ حيث تحركت في معظم الاتجاهات) وأسباب ذلك وتأثيراته الجغرافية والبيئية المختلفة، كل هذا يعد من صميم عمل الباحث الجغرافي.

ومن المهم جداً دراسة مشاكل تلوث الجو من مدخل جغرافي، وذلك لأن تلوث الجو يؤدي من جانب أول إلى تغير جميع عناصر الوسط الطبيعي، ومن جانب آخر فإن طبيعة التلوث وشدته تتعلق بخصائص الظروف الطبيعية^{٦٥}.

كما أن الجغرافية تدرس التغيرات المناخية التي حدثت خلال الأحقاب الجيولوجية المتعاقبة، كارتفاع درجة الحرارة في الهولوسين أو حدوث العصور الجليدية، وكذلك دراسة تلك التغيرات المناخية ذات الصفة الدورية كل ٢٠ أو ٤٠ أو ١٠٠ سنة والتي تمثل انعكاساً لعوامل فلكية معينة.

كما تدرس عواقب زيادة التأثيرات البشرية المصطنعة في مختلف عناصر الغلاف الجوي خاصة الأوزون (O_3) والأيونات، وبالأخص محتوى طبقة التروبوسفير من هذه العناصر، حيث تؤدي إلى خلل في محتوى الهواء من هذه العناصر.

تهتم الجغرافية أيضاً بدراسة درجة الاحترار العالمي (عامل الدفيئة) والتي ازدادت بوضوح في الفترة الأخيرة من القرن العشرين، وكان انبعاث الكربون هو السبب الرئيس في ذلك، حيث إن تركيز أكاسيد الكربون في الغلاف الجوي بلغ أعلى مستوى له، وبالرغم من صعوبة تحديد تأثير ذلك على تغير المناخ العالمي فإن الكثير من العلماء والهيئات العلمية العالمية رأت أن مثل هذا التأثير محتمل بشكل جدي وكبير.

تسهم الجغرافية بشكل كبير في دراسة مصادر وأسباب الاحترار العالمي، ودراسة وتحليل النتائج والآثار المترتبة على ذلك، ومن هذه النتائج مثلاً، احتمال ذوبان الكثير من الجليديات، وارتفاع مستوى مياه البحار بمعدل يتراوح بين ١٥ - ٩٥ سم حتى نهاية القرن الواحد والعشرين، وهذا سيؤدي إلى حدوث طغيان مياه البحار على السواحل مما يجعل ملايين الناس من سكان الجزر البحرية والمناطق المنخفضة لاجئين بيئيين، ويسبب تأثيرات مختلفة في الحياة البرية والمائية.

^{٦٥} . ميلانوف . ي . ف ، ريباتشيكوف . أ . م : الجوانب الجغرافية في حماية الطبيعة ، ترجمة د . أمين طربوش ،

منشورات دار علماء الدين ، دمشق ١٩٩٦ ، ص ٩٥ .

٦- ١٣ - إجراءات حماية الغلاف الجوي:

إن الإجراءات التي يمكن القيام بها من أجل حماية الغلاف الجوي، وتخفيف حدة الآثار السلبية الناتجة عن التلوث كثيرة جداً، وتتعلق بالدول والشعوب والأفراد والمنظمات والجمعيات وهيئات الدولية والإقليمية والمحلية، الرسمية والشعبية، ومستوى وعيها البيئي واهتمامها بالبيئة وحاضرها ومستقبلها، وبالأجيال الحالية والقادمة، مستفيدة من خبرات الأجيال السابقة وتحاربها الإيجابية والسلبية، ومن كل تجربة أو خبرة أو طريقة ناجعة في حماية البيئة حدثت في أي مكان من العالم، وأهم هذه الإجراءات:

١. الموافقة على الاتفاقيات الدولية ذات الصلة بحماية البيئة والغلاف الجوي والتوقيع عليها والمشاركة في تطبيقها.
٢. سن القوانين والتشريعات الصارمة، التي تمنع تلوث البيئة، وتحاسب عليه.
٣. بناء المناطق الصناعية، بعيداً عن المدن والأماكن العمرانية والسكنية، وأخذ كافة الاحتياطات الممكنة لبناء هذه المناطق في الأماكن المناسبة لها.
٤. التقليل ما أمكن من استخدام مصادر الطاقة الملوثة للبيئة (الفحم والبتروال والغاز)، والبحث عن مصادر للطاقة النظيفة، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، والنووية.
٥. استخدام الوسائل التكنولوجية المتطورة لضبط التلوث، والتخفيف من كمية الملوثات المقذوفة من المصانع وغيرها من المصادر الملوثة للهواء.
٦. حماية المساحات الخضراء من القطع والحرق، وإعادة تحريج المناطق المتضررة.
٧. معالجة المخلفات الصلبة والسائلة والغازية بالطرق والأساليب العلمية الصحيحة قبل إطلاقها إلى الغلاف الجوي. وغير ذلك من الإجراءات.

أسئلة للمناقشة:

- ١ - اشرح تأثير المناخ في النظام البيئي.
- ٢ - بيّن ما هي أهم التغيرات المناخية التي حدثت عبر الزمن، وما هي أسبابها؟
- ٣ - بيّن ما هو عامل البيت الزجاجي، وما هي أسباب حدوثه؟
- ٤ - اشرح عواقب ظاهرة عامل البيت الزجاجي (الديئة).
- ٥ - تحدث عن التغيرات التي يتعرض لها غاز الأوزون في الغلاف الجوي.
- ٦ - اشرح الضباب الدخاني (الضبخان) وبين أسبابه وأماكن حدوثه وأثاره.
- ٧ - ما المقصود بالأمطار الحمضية، وأسباب حدوثها، والآثار الناتجة عنها.
- ٨ - اشرح تأثير درجة الحرارة في انتشار جزيئات التلوث.
- ٩ - اشرح تأثير عامل الرياح في مدى انتشار وانتقال جزيئات التلوث.
- ١٠ - عدد العوامل المؤثرة في انتشار الملوثات من المصدر إلى الغلاف الجوي.
- ١١ - اشرح تأثير التهطال في مدى تركيز وانتشار جزيئات التلوث.
- ١٢ - اشرح دور علم الجغرافية في حماية الغلاف الجوي من التلوث.
- ١٣ - عدد أهم اجراءات حماية الغلاف الجوي.

الفصل السابع

تلوث التربة

وتغير الغلاف الصخري (Lithosphere)

- ✗ الأرض منظومة بيئية:
- ✗ تعريف التربة ووظائفها
- ✗ تلوث التربة
- ✗ مصادر وأسباب تلوث التربة
- ✗ مصادر وأسباب تدهور وتخريب التربة
- ✗ حماية التربة
- ✗ دور الجغرافية في حماية التربة

الفصل السابع

تلوث التربة وتغير الغلاف الصخري Lithosphere

٧ - ١ - الأرض منظومة بيئية:

يقع سطح الأرض، الذي تشكل التربة الجزء المهم فيه، في نقطة تلاقي الأغلفة الجغرافية الأربعة (الجوي والحيوي والمائي والصخري) والتربة مكونة من عناصر، ولها صفات متداخلة مع عناصر كل من هذه الأغلفة وتحصل على بعض عناصرها ومقومات وجودها واستمرارها وتطورها من هذه الأغلفة أيضاً، وفي الوقت نفسه تفقد أو تعطي بعض هذه العناصر أثناء الدورات الطبيعية التي تحدث لهذه العناصر، مما يجعل من التربة عنصراً مهماً من عناصر التوازن الإيكولوجي، وفي بقاء الحياة واستمرارها، ولذلك فهي محور اهتمام كثير من العلوم وفي مقدمها علوم البيئة والجغرافية.

كما أن الأرض تؤلف المصدر الرئيسي للثروات الطبيعية التي يحتاجها ويستفيد منها الإنسان وغيره من الكائنات الحية، واليابسة لا تشغل سوى أقل من ٣٠ % من مساحة الكرة الأرضية، القسم الأكبر منها مناطق جليدية أو جبال عالية أو صحاري واسعة يصعب على الإنسان العيش فيها، بينما تكيفت لذلك الكثير من الكائنات الحية التي تأقلمت مع الظروف البيئية بأنواع مختلفة، والإنسان منذ نشأ على هذه الأرض وهو في علاقة وطيدة معها، وقد وصفت أحياناً بالأم أو بالطبيعة الأم، وأصل كلمة الأرض هو جيو (ge)، وهي مأخوذة من كلمة غايا أو جايا (Gaia)، وهي آلهة الأرض عند اليونان (الإغريق) القدماء.

ويشار في الأدبيات البيئية إلى فرضية غايا التي اقترحها عالم الكيمياء الحيوية

جيمس لفلوك وطورها في كتابه Gaia الذي نشر عام ١٩٧٩، وكتابه Ages of Gaia الذي نشر عام ١٩٨٨ وتنص فرضية غايا على أن الأرض كلها، بما فيها من نطاق حيوي وغلاف جوي ومحيطات مائية وتربة والتفاعلات بين أحيائها وجماداتها، يمكن

اعتبارها كائناً حياً أو متعضيةً، وأن الأرض تعمل لغرض محدد من قبيل ترقية الحياة العضوية أو القيم الروحية^{٦٦}.

ثمة علاقة قوية بين شكل سطح الأرض من جبال وهضاب وسهول ووديان، وبين عناصر النظام البيئي من نبات وحيوان وإنسان، كما أن فهم الوضع الجيولوجي والعمليات الجيولوجية كحركة القارات وغيرها يساعد على فهم توزع الكائنات الحية على سطح الكرة الأرضية، وأسباب هذا التوزيع، وكذلك في فهم الكثير من الظواهر البيئية. فالظروف الجيولوجية تؤثر في تنوع النبات والحيوان، وتؤثر في طبيعة التربة لأن التربة تتكون أصلاً من الصخر الأم الذي يحدد التركيب العضوي للتربة، وهكذا فإن نوع الصخر يحدد نوع التربة، ونوع التربة يحدد نوع الغطاء النباتي، والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة تؤثر في نمو النباتات وانتشارها، حيث إن غنى التربة أو فقرها بعنصر أو معدن معين يؤثر في مدى انتشار النباتات المحبة لهذا المعدن والعكس صحيح.

يؤثر شكل سطح الأرض في التوزيع الجغرافي للسكان وفي كثافتهم، وفي طريقة استغلالهم لهذه الأشكال التضاريسية في العمران والزراعة والمواصلات والتعدين والسياحة وغير ذلك، وكل هذه الأمور السابق ذكرها تؤثر على نحو مباشر أو غير مباشر في النظام البيئي وفي استقراره وتوازنه.

الأرض جملة مفتوحة من وجهة نظر الطاقة، لأنها تتلقى الطاقة من الفضاء وتعيد إليه جزءاً من هذه الطاقة عن طريق الإشعاع، ولكن الأرض من جهةٍ أخرى جملة مغلقة فيما يخص المواد الأولية للحياة، ويوجد على الأرض ٩٠ عنصراً كيميائياً طبيعياً، منها ما يزيد قليلاً عن ٢٠ عنصراً ضرورياً للحياة، وهذه العناصر تدور باستمرار عبر المادتين الحية وغير الحية وفقاً للدورات الكيميائية الحيوية الأرضية، وبعض هذه الدورات لا تستغرق أكثر من جزء من الثانية، وبعضها يحتاج إلى ملايين السنين، وفي هذه الدورات ينتقل العنصر عبر الجو والمحيطات والقشرة الأرضية والكائنات الحية^{٦٧}.

^{٦٦} - الفلسفة البيئية، تحرير مايكل زيمرمان، ترجمة معين شفيق رومية، عالم المعرفة، العدد ٣٣٢، مرجع سابق، ص ٣٣٦ .

^{٦٧} - بورني، ديفيد . تعرّف على علم البيئة ، ترجمة هاني حداد ، مرجع سابق ، ص ١٤ .

إن موقع الأرض والميزات التي تتمتع بها هيأت وتهيئ الظروف المناسبة للحياة بكل أشكالها، وحتى الآن لم يكتشف ويتأكد وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي كوكب أو مكان آخر غير كوكب الأرض، وهكذا فإن الكرة الأرضية رغم أنها لا تؤلف سوى ذرة صغيرة في هذا الكون، فإنها هي النظام البيئي الوحيد المعروف حتى الآن المناسب لحياة الكائنات الحية.

٧ - ٢ - تعريف التربة ووظائفها:

تشكل التربة الطبقة السطحية من الأرض، وهي طبقة رقيقة، وتعد وسطاً غير متجانساً وشديد التعقيد وتؤلف خليطاً من المواد الصخرية والمعدنية، والعضوية ومن الماء والهواء، وتشكل الطبقة السطحية الرقيقة من سطح الأرض، ينمو عليها النبات ويحصل منها على حاجته من الماء والعناصر اللازمة لنموه، وتعيش فيها وعليها كائنات حية مختلفة كبيرة وصغيرة ومجهرية، وعليها يعيش الإنسان ويعمر بيته ويشق دروبه ومسارات حياته ويحصل على غذائه وكسائه ودواءه، والتربة تحتاج إلى فترات طويلة من الزمن تقدر بـ ألاف وملايين السنين حتى تتكون عناصرها ويكتمل تركيبها، ويتم ذلك نتيجة علاقات معقدة ومتشابكة وطويلة الأمد بين عناصر الأغلفة الجغرافية، الغازية والحيوية والصخرية والمائي.

وبحسب عالم التربة الروسي دوكوتشايف (Dokochaiv) تعد التربة الجسد الرئيسي للطبيعة، وهي تتكون نتيجة علاقة معقدة ومتبادلة بين خمسة عوامل هي: الصخر الأم، عناصر المناخ، عالم النبات والحيوان، شكل سطح الأرض، الزمن أو عمر المكان ودرجة النضج الذي بلغه^{٦٨}.

٧ - ٢ - ١ - وظائف التربة:

يمكن تلخيص وظائف التربة على النحو التالي:

أ - تؤلف الوسط الذي تنمو فيه النباتات البرية (التي تنمو على اليابسة).

⁶⁸ - Nikitin . D . P . Novikov . Y . V , Environment and Man , High School Press , Moscow , 1980 . p . 267 . باللغة الروسية

- ب - تؤلف الوسط الذي تحصل منه جذور النباتات على حاجتها من الماء والهواء.
- ج - تؤمن المواد المعدنية اللازمة لحياة النبات كالأزوت والفوسفات والبوتاسيوم والحديد وغيره.
- د - تعد المكان المناسب لحياة الكثير من الكائنات الحية الجحرية التي تعيش وتتكاثر في التربة .
- هـ - تعد الوسط المناسب لوجود الكثير من الكائنات الحية الدقيقة، المحللة والمفككة والتي تسهم إسهاماً مهماً في استمرار دورة المواد في السلسلة الغذائية.
- و - تشكل التربة وعناصرها أفضل مكان لحياة الإنسان وتطوره واستمرار حياته.

ورغم أهمية التربة بالنسبة للإنسان وغيره من الكائنات الحية فإن التربة في معظم مناطق العالم تعاني من مشكلات عديدة تتراوح بين العادية والخطيرة جداً، وتنعكس آثارها على العديد من جوانب الحياة، وعلى النظام الإيكولوجي بشكل عام، وفي كل ما سبق ذكره وغيره الكثير مما لم نذكره في هذا السياق تتجلى أهمية الغلاف الصخري والتربة وأهمية دراستها من النواحي البيئية ودراسة المشكلات التي تتعرض لها، والعمل على حمايتها وإنقاذها من هذه المشكلات.

٧ - ٣ - تلوث التربة Soil Pollution:

أصبحت التربة ملوثة ومستنزفة ومريضة في الكثير من مناطق العالم، وتزايدت حدة هذا التلوث والتدهور في الآونة الأخيرة لعدة أسباب وعوامل منها: زيادة عدد السكان، وزيادة حاجتهم لموارد الأرض، وزيادة متطلباتهم من البيئة. واختلفت تأثيراتهم من مكان لآخر ومن فترة لأخرى، فقطعوا أشجار الغابات أو حرقوها، وقاموا بالرعي الجائر والاحتطاب، وحدث التوسع العمراني والحضري على حساب الأرض الريفية والزراعية، وتم تغيير مواصفات الأرض بالمناجم والطرق والجسور والمطارات، وزادت كمية المخلفات والنفايات الملقية والمرمية هنا وهناك، وجميع هذه الأمور والتأثيرات تتفاعل وتؤثر في التربة وعناصرها وخصائصها.

يمكن تعريف تلوث التربة بأنه تغير الخصائص الكيميائية والبيولوجية والحبيبية للتربة، وكذلك تغير خصائص وميزات الكائنات الحية الحيوانية والنباتية والدقيقة التي تعيش فيها أو ترتبط بها، والتربة كغيرها من الموارد الطبيعية، والعناصر البيئية تتعرض للتلوث بأشكال مختلفة، ومن مصادر مختلفة، وقد زادت شدة التلوث الذي تتعرض له التربة في الفترة الأخيرة باعتبارها جزءاً من التلوث البيئي بشكل عام.

٧ - ٤ - مصادر تلوث التربة:

إن أسباب ومصادر تلوث التربة كثيرة ومتنوعة كزيادة استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية، والنفايات الصناعية، والمنزلية، والتجارية، والإشعاعية، التي تنتهي إلى التربة بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر، من الجو أو مع المياه ومن أهم هذه المصادر:

١ - التلوث بالمبيدات الكيميائية:

إلى عهد قريب جداً كان التخلص من الأعشاب الضارة يتم عن طريق التخلص منها يدوياً، ولكن مع بدايات القرن العشرين تم اكتشاف عدد من مبيدات الأعشاب بشكل عام، ثم اكتشاف مبيدات الأعشاب الانتقائية التي تقضي على أنواع معينة من النباتات وتبقي على أنواع أخرى، ومعظم مكونات هذه المبيدات عبارة عن مواد غير عضوية كالتحاس والكبريت وغيره، وفي منتصف القرن العشرين تم اكتشاف مبيدات أعشاب جديدة مكونة من مواد عضوية تستخدم للقضاء على الأعشاب الطفيلية، كما تم استخدام مبيدات عضوية لمكافحة الحشرات ومنها مبيدات د.د.ت (DDT) ومشتقاته من د.د.أي (DDE)، وكذلك ت.د.أي (TDE)، والديلدرين، والكلوردان، الدرين، اندرين وغيره، وكذلك استخدمت مبيدات فوسفورية عضوية وغير عضوية لمكافحة الحشرات مثل الباراثيون، والملاثيون وغيرها.

- أنواع المبيدات الكيميائية وعوامل تأثيرها:

للمبيدات الكيميائية عدة أنواع وتصنيفات بحسب استخدامها ومنها:

١ - المبيدات الحشرية Insectides: تستخدم لمكافحة الحشرات بمختلف أنواعها.

٢ - المبيدات الفطرية **Fungicides**: تستخدم لمكافحة فطريات التربة وتعقيم البذور المخصصة للزراعة، وتحتوي على مركبات الزئبق والنحاس والزنك.

٣ - المبيدات العشبية **Herbicides**: وتستخدم لمكافحة الحشائش والنباتات الضارة.

٤ - مبيدات القوارض **Rodenticides**: تستخدم لمكافحة الفئران والقوارض جميعها.

٥ - مبيدات الديدان **Nematocides**: تستخدم لمكافحة الديدان الضارة الموجودة في التربة أو على النباتات.

يتوقف تأثير هذه المبيدات بأنواعها المختلفة على التربة والنباتات والإنسان وفي البيئة

عامة على عدد من العوامل والخصائص ومنها:

- نوع المبيد والعناصر المكونة له.
- فترة بقاء المبيد في التربة وسرعة تحلله وتفككه.
- كمية الجرعة المضافة أو المستخدمة.
- نوع النبات ومدى كثافته ومقاومته.
- نوع الهدف المستهدف بالمبيد من الحشرات أو القوارض أو غيرها وقدرته على التكيف والمقاومة للمبيد المستخدم.
- نوع التربة وتركيبها الحبيبي ومدى نفاذية وارتباط المبيد بها.
- درجة الحرارة التي لها أكثر من جانب في تبخر المبيد أو في الجفاف أو غير ذلك.
- درجة الرطوبة أو حدوث الهطل مما يسبب تحريك أو نقل المبيدات من مكان لآخر.
- شدة وسرعة واتجاه الرياح التي تعمل على انتشار وانتقال المبيدات.
- مصادر تلوث التربة بالمبيدات الكيميائية:
- تساقط المبيدات على التربة أثناء رش المحاصيل الزراعية بوسائل الرش المختلفة من الأرض أو من الجو بالطائرات كما يتم أحياناً.
- بسبب تساقط أوراق النباتات وثمار الفاكهة أو الخضار المرشوشة بالمبيدات على التربة.

- عن طريق زراعة التربة ببعض أنواع البذور المعالجة بالمبيدات من أجل حفظها وحمايتها من التلف أو من القوارض وغيرها.

- بسبب إضافة بعض أنواع المبيدات إلى التربة للقضاء على أنواع من الأعشاب، حيث يتم أحياناً رش التربة بمبيدات راکدة تستمر فعاليتها فترة من الزمن وتمنع نمو الأعشاب.

- عن طريق الرياح التي تنقل المبيدات أثناء رشها، أو تنقل حبيبات التربة المعالجة بالمبيدات من مكان لآخر.

- من مخلفات الحيوانات وبقايا النباتات التي تحوي على المبيدات.

- أثناء نقل المبيدات واستعمالها بطرق غير سليمة فتتسرب وتلوث التربة.

- أثناء حفظ المبيدات في أماكن غير مناسبة وبطرائق غير صحيحة مما يسبب انسكابها وتلوث التربة.

- أثناء حدوث الكوارث التي تتعرض لها معامل المبيدات الكيميائية، كحادثة بھوبال في الهند ١٩٨٤، وحادثة سيفسيو في شمال إيطاليا ١٩٧٦.

- آثار ونتائج استخدام المبيدات الكيميائية:

تسهم الحشرات والفطريات والآفات والأعشاب الضارة بتراجع الإنتاج الزراعي وفقدان الأرض لخصوبتها وقدرتها الإنتاجية، في وقت يتزايد فيه عدد سكان العالم وتحتاج البشرية إلى المزيد من المحاصيل الزراعية لسد حاجتها من الغذاء، لذلك لجأت الكثير من دول العالم إلى استخدام المبيدات الكيميائية بمختلف أنواعها مما كان له آثار إيجابية كثيرة فساعد على زيادة الإنتاج الزراعي بشكل كبير، وخفف إلى حدٍ كبيرٍ من الخسائر الناجمة عن الأعشاب والآفات الضارة.

لكن زيادة استخدام المبيدات الكيميائية والإسراف في ذلك، سواءً تلك المبيدات التي تستخدم للقضاء على الأعشاب الضارة، أو للقضاء على الفطريات والآفات والحشرات المختلفة، في الزراعة أو في البيئة عموماً، كل ذلك أدى إلى جملة من النتائج السلبية الضارة والخطيرة ويمكن ذكر الكثير من هذه الآثار ومنها:

أ - إن الكثير من المبيدات الكيميائية تتميز بالتحلل والتفكك البطيء وزيادة تركزها وتراكمها في الكائنات الحية خاصة في قمة الهرم الغذائي، وهو ما يسمى بالتركيز الحيوي (Biological Concentration) الذي يؤثر في معظم النباتات والكائنات الحية التي تعيش في التربة أو عليها، كما أن نسبة معينة من المبيدات تتركز داخل النباتات والثمار وتبقى فيها (الأثر المتبقي)، ولا يتم التخلص منه لا بالغسيل ولا بالطبخ، وبالتالي فإنه ينتقل إلى الحيوان والإنسان عبر السلسلة الغذائية.

ب - التأثير السلبي في صحة الإنسان وغيره من الكائنات الحية، لأن الأثر المتبقي من المبيدات يتجمع في أنسجة الحيوانات، وفي النباتات، وقد عثر على الأثر المتبقي من المبيدات الكيميائية في المياه، والحليب، واللحوم، وفي الأسماك والطيور، وفي الخضار والفواكه وفي معظم مكونات السلسلة الغذائية، وبالطبع فإن هذه المبيدات تنتقل إلى جسم الإنسان كما تنتقل إليه بشكل مباشر أثناء رش المبيدات واستخدامها، وقد أدى الاستخدام الواسع للمبيدات إلى ارتفاع نسبة أمراض الإنسان، ومنها أمراض تليف الكبد وأمراض الكلى وحدوث اضطرابات عصبية وأمراض ضغط الدم والسرطانات والحساسية والولادات المشوهة وغيرها.

ج - الكثير من الحشرات أو الأعشاب الضارة تصبح مقاومة للمبيدات التي تستخدم للقضاء عليها، ففي الولايات المتحدة الأمريكية ظهرت في سنة ١٩٤١ أول أنواع الأكاروسات (القمل) المقاومة لـ د. د. ت. وبعد مضي عشر سنوات في أثناء الحرب الكورية، كانت تلك الأنواع قد تكيفت معه إلى درجة أتاحت عزل نوع منه لم يكن لينمو إلا إذا أضيف مركب الـ د. د. ت. للوسط الذي يعيش فيه، مما تطلب استخدام مقادير أكبر من المبيدات التي تراكمت في السلسلة الغذائية^{٦٩}.

د - استمرار استخدام المبيدات بشكل غير صحيح من المحتمل أن يؤدي إلى إبادة الأنواع غير المقاومة، بينما تتكاثر أعداد الحشرات والكائنات المقاومة والمعتمدة.

^{٦٩} - جان ماري بيليت ، عودة الوفاق بين الإنسان والطبيعة ، مرجع سابق ، ص٧٦ بتصرف .

هـ - استخدام المبيدات بشكل غير صحيح يسبب القضاء على بعض الحشرات النافعة والمفيدة في البيئة، وهي تموت مع الحشرات الضارة، والقضاء عليها يعني القضاء على ما يسمى بالعدو الحيوي الذي يسهم في حدوث التوازن البيئي والمحافظة على هذا التوازن.

و - استخدام المبيدات بشكل غير صحيح قد يؤدي إلى ظهور طفرات جينية لدى الكائنات الدقيقة تعرقل مشاركتها في الدورات الطبيعية كدورها في تثبيت الآزوت في التربة أو في تحليل المواد وتفكيكها أو غير ذلك.

- إجراءات الوقاية من آثار المبيدات الكيميائية:

أصبح من الواضح كما بيّنّا آنفاً أن استخدام المبيدات بشكل مكثف وغير سليم يسبب تلوث البيئة والتربة، وفقدان التوازن البيئي الطبيعي الموجود بين الآفات وأعدائها الطبيعيين، وتناقص أعداد الكثير من النباتات والحيوانات، وانقراض بعضها نهائياً أو جعلها على حافة الانقراض، وأضرار كبيرة بجميع مكونات النظام البيئي، ولذلك يجب العمل على الحد من آثارها السلبية باتباع جملة من الإجراءات العلمية الصحيحة أثناء استخدامها ومن هذه الإجراءات:

- أ - الحد من استخدام المبيدات الكيميائية واستخدام أقل كمية ممكنة منها.
- ب - استخدام المبيدات في الأوقات المناسبة، وضمن فترات زمنية مناسبة.
- ج - استخدامها بشكل علمي وصحيح يتناسب مع ظروف الهدف منها كعمر ونمو النبات أو الحشرات أو غيرها.
- د - تطوير وتصنيع أنواع جديدة من المبيدات تكون فعالة ضد الآفات، غير ضارة بالبيئة وعناصرها المفيدة، كالمبيدات العضوية القابلة للتحلل والأمنة بيئياً.
- هـ - اعتماد أساليب المكافحة الحيوية المتنوعة كالعدو الطبيعي والمصائد المختلفة وغيرها، وتشجيع هذا النوع من المكافحة وتطويره دائماً بما يكفل نجاحه في القضاء على الحشرات والآفات باستمرار.
- و - حفظ المبيدات في مكان مناسب وبعيد عن متناول الآخرين.

ز - قراءة التعليمات المكتوبة على عبوات المبيدات أثناء استعمالها وتطبيق هذه التعليمات بشكل صحيح.

ح - عدم قطف وتسويق الخضار والفواكه أثناء فترات منع القطف المحددة لكل نوع من المبيدات.

ط - تخفيف كل مصادر تكاثر الحشرات والآفات والقضاء عليها للتخفيف ما أمكن من استخدام المبيدات الكيميائية.

٢ - التلوث بالمخصبات والأسمدة المعدنية:

أدى اللجوء إلى الزراعة الكثيفة وعدم اتباع الدورة الزراعية الصحيحة وعدم إراحة الأرض إلى تراجع قدرتها الإنتاجية وتملحها وتلوثها وإنهاكها ونقص الكثير من العناصر الضرورية لنمو النباتات مثل البوتاسيوم والفسفور والآزوت التي تحتاجها النباتات بكميات كبيرة، حدث هذا والبشرية تتزايد أعدادها وتتنامى حاجاتها للمزيد من الغذاء والإنتاج، وفي إطار السعي لتحقيق ذلك من خلال زيادة خصوبة التربة والسعي للحصول على إنتاجية عالية من المحصول، وتأمين المواد الغذائية الكافية للأعداد المتزايدة من البشر، تم اللجوء إلى المزيد من تكثيف الزراعة واستخدام المزيد من المخصبات العضوية وغير العضوية كالأسمدة المعدنية والكيميائية، بشكل كبير وفي معظم دول العالم، وفي النصف الثاني من القرن العشرين تضاعف معدل إنتاج واستخدام الأسمدة الكيميائية الآزوتية والفوسفاتية واليوريا والمركبة على مستوى العالم، وتضاعف ذلك عشرات المرات في بعض البلدان مثل هولندا واليابان.

رغم فوائد هذه الأسمدة في زيادة الإنتاج في وحدة المساحة، إلا أنه كان لها تأثيرات ضارة حيث تسببت في تلوث التربة، وتملحها والقضاء على بعض عناصرها، لأن هذه الأسمدة تبقى آثارها في التربة لفترة طويلة من الزمن، وتسبب حدوث عدد من المشكلات البيئية والصحية غير المحسوبة، كتلوث المياه، السطحية والجوفية، بسبب انجراف هذه الأسمدة مع مياه الأمطار والسيول، وحدثت بعض الاضطرابات في وظائف النباتات

وفي نموها، والإضرار بالصحة البشرية لأن بعض الأسمدة مضر للصحة، وقد تشكل ارتباطات فوضوية مع الأمونياك الموجود في البيئة، لأنّ النترات تتفاعل مع العناصر الأخرى وقد تؤدي إلى تسمم الدم وربما الموت، أو تصبح نetro أمين وهي مسرطنة وتؤدي إلى الوفاة أيضاً، وقد تؤثر سلباً على حياة الكائنات الحية التي تعيش تحت التربة.

تختلف حاجة النباتات والأشجار والمحاصيل لكل نوع من أنواع الأسمدة الكيماوية، كما أن لكل نوع من التربة قابلية محدودة لتقبل تلك الأسمدة الكيماوية بحسب تركيب التربة ونوعها وخصائصها وبحسب النباتات التي تنمو عليها، وهذه الأمور يجب أخذها بالحسبان عن استخدام الأسمدة ككل والكيماوية بشكل خاص.

٣ - التلوث من المنشآت الصناعية:

من المعروف أن المصانع والمعامل ومحطات توليد الطاقة وغيرها، تسبب تلوثاً كبيراً للتربة، جراء ما تقذفه هذه المصادر من مخلفات غازية وصلبة وسائلة، ناجمة عن العمليات الصناعية المختلفة، وقد تصل الملوثات والمخلفات من المصادر الصناعية إلى التربة مباشرة، أو من خلال تساقطها من الجو إلى الأرض على شكل جزيئات مختلفة النوع والحجم والتأثير (تساقط جاف) أو تساقط رطب مع الثلوج والأمطار والندى، أو تصل إليها عن طريق مياه الري الملوثة، وأهم الملوثات الناجمة عنها، جزيئات الغبار والغازات المختلفة مثل أكاسيد الكبريت والآزوت، والمواد المشعة، والمعادن الثقيلة كالرصاص والزنك والنيكل والزرنيق والكاديوم، وكذلك التلوث بالمعادن الأخرى كالحديد والنحاس والمنغنيز والألمنيوم وغيره، والتلوث بالمبيدات الكيماوية والأسمدة المعدنية وغير ذلك من مخلفات الصناعة والإنتاج الصناعي، وجميع هذه المواد تسبب تلوث التربة وتدهورها وتقليل خصوبتها وتغيير خصائصها الكيماوية والفيزيائية والحبيبية وغير ذلك، وينتقل التأثير السلبي لهذه الملوثات والمواد الضارة من التربة إلى الكائنات الحية عبر السلاسل الغذائية وتسبب لها الأذى والضرر.

٤ - التلوث الناتج عن وسائل النقل والمواصلات:

تنطلق من عوادم السيارات ووسائل النقل جراء حرق الوقود في محركاتها، الكثير من المواد والغازات الضارة، التي تسقط على سطح التربة بشكل مباشر، خاصة على الأماكن القريبة من الطرق العامة والرئيسية، أو بشكل غير مباشر، جافاً أو رطباً، وتسبب تلوثها بالزيوت المعدنية ومخلفات الوقود الاحفوري الأخرى كالبينزين والمازوت والكيروسين والغاز، والوقود الكحولي مثل الميثانول، وكذلك تلوثها بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والزرنيق، وأكاسيد الكربون والآزوت، أضف إلى ذلك السخام وحزيرات الغبار وغير ذلك من الملوثات التي تسببها وسائل النقل وتصل إلى التربة بشكل أو بآخر، وهذه تسبب بدورها تلوث المحاصيل الزراعية، وقد عثر على بقايا هذه الملوثات في بعض النباتات والمحاصيل الزراعية كالتبغ وغيره، خاصة تلك المزروعة أو التي تنمو بالقرب من الطرق، وتنتقل منها إلى الكائنات الحية والإنسان عبر السلاسل الغذائية المعروفة.

٥ - تلوث التربة بالمواد المشعة:

تلوث التربة بالمواد المشعة من مصادر مختلفة ومنها:

- سقوط المواد المشعة من الغلاف الجوي.
- أثناء نقل النفايات النووية من مكان لآخر وتعرض وسائل النقل للحوادث.
- مخلفات المفاعلات ومحطات توليد الطاقة النووية أو أثناء تفكيكها ونقلها والتخلص منها عند انتهاء عمرها أو تعرضها للعطب وخروجها من التشغيل.
- التفجيرات والتجارب النووية في الجو أو على سطح الأرض.
- استخدام المواد المشعة في المجالات العلمية والطبية.
- جراء طمر ودفن النفايات المشعة.

إن هذه المواد المشعة تصل بشكل أو بآخر إلى التربة وسطح الأرض عاجلاً أو آجلاً، ومنها تنتقل إلى النباتات والحيوانات والبشر عبر السلسلة الغذائية، لأن المواد المشعة تذوب في التربة والماء وتمتصها النباتات، وتتراكم فيها، وتنتقل إلى الإنسان وتصيبه بمخاطر

مختلفة ومتنوعة، وقد تحدثنا عن هذه الآثار والمخاطر على النباتات والحيوانات والبشر بشكل خاص، وعلى الأنظمة الإيكولوجية بشكل عام، وذلك في غير مكان من هذا المقرر.

٦ - تلوث التربة بمخلفات الصرف الصحي:

تشمل هذه الملوثات مخلفات البيوت والأماكن المشابهة من مطاعم ومطابخ وفنادق والأسواق، وكذلك المصانع والمزارع في حال تم صرف مخلفاتها بشكل مشترك في مجاري الصرف الصحي كما يحدث في كثير من الأحيان والبلدان، وهي تحتوي ملوثات ومواد ضارة كثيرة، عضوية وغير عضوية، ومنها: بقايا الطعام ومخلفات الحمامات والمعادن كالرصاص والزرنيق والكاديوم والنحاس، وكذلك الأملاح والمنظفات والمواد الكيميائية والبيولوجية والصناعية والطبية وغيرها.

حيث تلقى هذه المخلفات بدون معالجة أو معالجة جزئية، وتلقى في المنخفضات أو الوديان أو الأنهار المجاورة، وتستخدم أحياناً في سقاية الأراضي الزراعية، خاصة في المناطق الفقيرة بالمياه. وهذه المخلفات تتميز بأنها تشكل بيئات وأوساط ملائمة لنمو البكتريا والجراثيم، وهي بشكل أو آخر تسبب تغييراً في خصائص التربة، وانتشاراً للجراثيم وحدوث التلوث الجرثومي وانتقال الأمراض من التربة إلى الكائنات الحية المختلفة بما فيها الإنسان مباشرةً أو عبر السلاسل والشبكات الغذائية.

٧ - تلوث التربة بنفايات المسالخ والمذابح وتحضير اللحوم:

تسمى الأماكن التي يتم فيها ذبح الحيوانات والطيور وسلخها وتنظيفها وبيعها، بأسماء مختلفة منها: المسالخ والمذابح والمجازر، وفي هذه الأماكن يتم ذبح الحيوانات من أبقار وأغنام وماعز وغيرها، وكذلك الطيور والدجاج والبط والإوز والديك الرومي وغيرها، ويتم التخلص من مخلفات هذه الذبائح ورميها مع القمامة غالباً بدون معالجة تذكر، وتشمل مخلفاتها على الدماء والأحشاء ومحتوياتها وبقايا الجلود والأطراف والريش وغيره، وهذه المخلفات عندما تلقى على التربة في مقابل القمامة والنفايات فإنها تتعرض بسرعة

للفساد وتصبح موطناً لتكاثر الجراثيم والبكتريا والقوارض والحشرات، وبالتالي تشكل خطراً على التربة والإنسان والبيئة بشكل عام.

٨ - تلوث التربة بالكائنات الحية الضارة:

كثيراً ما تتعرض التربة للتلوث بالفيروسات والكائنات الحية الدقيقة الناجمة عن طرح الفضلات والمخلفات الحيوانية والبشرية الطبيعية والصناعية كبقايا الأجبان والألبان، والدواجن والطيور، والأسماك، وبقايا الحيوانات والنباتات المتعفنة في التربة، والري بمياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة جزئياً، كما تنتشر في التربة وفي أماكن مختلفة ولأسباب مختلفة الكثير من الكائنات الحية الدقيقة والجراثيم، التي قد توجد في التربة وتكاثر فيها، أو توجد في أمعاء الإنسان، والحيوان ومنه تنتقل إلى التربة عن طريق البراز والبول والصرف الصحي، ومن التربة إلى النباتات والحيوانات والبشر من جديد، وتؤدي إلى الإصابة بعدد من الأمراض كالتيفوئيد والبلهارسيا والكرزاز ومرض العصبية، وداء النخر العضلي (الغانغرينا) وديدان الاسكاريس والأكياس المائية.

على سبيل المثال فإن الجراثيم المسببة لداء الكزاز، كثيرة الانتشار في الطبيعة وبخاصة في براز الإنسان والحيوانات كالبقر والخيل والكلاب، وعند طرحها في التربة تتحول إلى بذيرات شديدة المقاومة تنتشر في الطبيعة وتلوث التربة والحقول والنباتات، وتكثر بشكل خاص في الترب الكلسية^{٧٠}. كما يعتقد أن داء الأكياس المائية ناتجة عن تبول الكلاب على التربة أو المزروعات ووصولها إلى جسم الإنسان.

٩ - تلوث التربة بالأمطار والمواد الحامضية:

عند تلوث الغلاف الجوي بملوثات مختلفة مثل أكاسيد الآزوت والكبريت فإن هذه الملوثات تتفاعل في الجو وتتحول إلى مواد حامضية تسقط على سطح الكرة الأرضية فوق اليابسة والبحار والمحيطات، ويكون هذا التساقط إما سقوطاً جافاً على شكل مواد صلبة وغازية، وإما سقوطاً رطباً مع مياه الأمطار والثلوج كما ذكرنا سابقاً، وسقوط هذه

^{٧٠} - ميخائيل عيد، علم الجراثيم، منشورات جامعة دمشق ١٩٩١ - ١٩٩٢ ص ٦١ .

المواد الحمضية من الجو إلى سطح الأرض يسبب تلوثاً وتدهوراً للتربة، وتغير في خصائصها، وهذا يرتبط بنوعية التربة وخصائصها فعندما تسقط المواد الحمضية على التربة الكلسية، فإنها تذيب المواد الكلسية فيها، وتحدث تفاعلات مختلفة مع عناصرها ومكوناتها، وأحياناً ينتقل هذا التأثير من التربة إلى المياه السطحية والجوفية، ويسبب تلوثها وتحمضها، مع ما ينجم عن ذلك من آثار مختلفة تتعرض لها البيئة والكائنات الحية.

١٠ - تلوث التربة بالقمامة والنفايات الصلبة المتنوعة:

تشكل هذه النفايات ما يسمى بمكبات القمامة والنفايات الصلبة، وهي عبارة عن خليط متنوع وغير متجانس، ويمكن تصنيفها بحسب مصادرها إلى نفايات منزلية وصناعية وتجارية وطبية وزراعية، ويمكن اعتبار مخلفات الأبنية الناتجة عن عمليات البناء والهدم والترميم من النفايات الصلبة، وتضم مخلفات الإسمنت والرخام والسيراميك والخشب وعلب الدهان والبلاستيك والحديد والأسلاك المعدنية والمسامير.

- كذلك نفايات الخردة مختلفة الأنواع والأحجام والتي تلقى مع النفايات الصلبة، وأحياناً تجمع وتلقى في مكبات خاصة وتضم الأجهزة المنزلية والصناعية التالفة مثل بقايا الأثاث المنزلي كالموبيليا والكراسي والأسرة والأجهزة الكهربائية كالغسالات والبرادات والتلفزيونات والمسجلات وغيرها، وكذلك هياكل وبقايا السيارات والإطارات، ولا ننسى المخلفات النباتية من بقايا تقليم الأشجار والحدائق، والمخلفات الحيوانية والزراعية كبقايا المحاصيل والدبال ومخلفات مزارع الطيور والدواجن، ومخلفات الأسواق التجارية، والنفايات الطبية ومخلفات العمليات الجراحية كالضمد والأفلام والصور الشعاعية.

وبحسب الدراسات والتوقعات فإن حجم النفايات الصلبة في تزايد مستمر ولأسباب كثيرة منها، زيادة عدد السكان، وزيادة النفايات الناتجة عن كل فرد منهم، والعادات الاستهلاكية السلبية وغيرها الكثير، وكمية ونوعية النفايات الصلبة تختلف من بلد لآخر ومن مكان لآخر ضمن البلد الواحد باختلاف عدة أمور منها الوعي البيئي

والاقتصادي ومستوى الدخل والمعيشة والحالة المادية للسكان ووجود القوانين والتعليمات التي تحدد آلية وكيفية التخلص من النفايات ومدى تطبيقها وغير ذلك.

٧ - ٥ - أسباب ومصادر تخریب وتدهور التربة:

تعرض التربة لتأثيرات وتغيرات مختلفة لا يمكن تصنيفها ضمن فقرات تلوث التربة، وإنما هي أشكال أخرى من أشكال التدهور والتغير الذي تتعرض له التربة وله أسباب وأشكال متنوعة نذكر منها:

(١) تخریب التربة بالتعرية والحت:

إن عمليات تعرية التربة ونحتها تعد من المؤثرات الضارة جداً بالتربة والبيئة، حيث تنخفض خصوبة التربة، وتنخفض قدرتها الإنتاجية، وشدة التعرية ترتبط بعدة عوامل جغرافية منها، الوضع والظروف الجيومورفولوجية، والظروف المناخية من رياح وأمطار وحرارة وغيرها، ونوع التربة، وتركيبها، وخصائصها، ومحتواها من المواد العضوية، ولا ننسى دور الإنسان في ذلك، حيث يعد من العوامل المسببة للتعرية عندما يقوم بالرعي الجائر، ويقضي على الغطاء النباتي، ويمارس الزراعة غير الصحيحة وغير ذلك، وعمليات التعرية والنحت لها عدة أنواع بحسب مصادرها وأسبابها، ومن هذه الأنواع:

أ - التعرية الريحية:

تلك التعرية الناجمة عن تأثير الرياح والعواصف الريحية، التي تعري وتذري الطبقة السطحية من التربة، ويمكن أن تحدث هذه الظاهرة في مختلف المناطق ولكنها تشتد في المناطق الجافة وشبه الجافة والمكشوفة، وهي ظاهرة معروفة في الكثير من مناطق العالم، وتسبب نقل ملايين الأطنان من جزيئات التربة من مكان لآخر، خاصة إذا كانت الظروف الأخرى مساعدة لذلك مثل القضاء على الغطاء النباتي، والحرائة غير الصحيحة، والتصحر والجفاف مما يؤدي إلى إثارة الغبار وحركة الرمال والكثبان الرملية.

ب - التعرية المائية:

هي التعرية التي تحدث من جراء عمل المياه، أثناء حدوث التهطال الغزير والمفاجئ خاصة، والفيضانات والسيول وغير ذلك، وأكثر ما تنتشر التعرية المائية في المناطق المكشوفة والسفوح، والمنحدرات الجبلية، والتعرية المائية هي أخطر أنواع التعرية وأكثرها انتشاراً، وهي تسبب غسل التربة وحرمانها من الكثير من العناصر المعدنية المفيدة.

ج - التعرية الميكانيكية:

يمكن أن نضيف نوعاً ثالثاً من أنواع التعرية، وهي التعرية الميكانيكية، التي تتحول بالنتيجة إلى تعرية ريحية أو مائية، والسبب الرئيسي لهذه التعرية حركة الآلات الثقيلة (العملاقة أحياناً)، والآلات الزراعية، ووسائل النقل، المستخدمة في الزراعة والحفر والتنقيب والبحث عن الثروات المعدنية والباطنية واستخراجها، خاصة في المناطق الجافة والصحراوية، مما يؤدي إلى تفتيت جزيئات التربة وتحريكها، واقتلاع جذور النباتات. بشكل عام فإن جميع أنواع التعرية والنحت، الريحية والمائية والميكانيكية، تحدث أضراراً كبيرة بالتربة والنبات والحيوان، وصحة الإنسان والاقتصاد والبيئة.

٢) تخريب التربة بالتملح والتصلب:

إن الكثير من الترب في العالم تتعرض للتملح، وذلك يعود لأسباب متعددة منها، الظروف المناخية، والري غير الصحيح، وعدم توافر نظام مناسب لتصريف المياه الزائدة، ومستوى أو عمق المياه الجوفية. وكثيراً ما يحدث التملح أو عودة التملح عندما يرتفع منسوب المياه الجوفية (خاصة تلك القريبة من سطح الأرض) إلى سطح الأرض بالخاصية الشعرية، ثم تتبخر هذه المياه تاركة الأملاح المذابة على سطح التربة، خاصة أملاح الصوديوم، كما يحدث التملح وإعادة التملح بسبب الري المفرط وغير الصحيح مما يؤدي إلى زيادة تراكم الأملاح على سطح التربة.

كما أن سقاية الأراضي الزراعية بمياه جوفية مالحة ناتجة عن انحلال الأملاح من صخور القشرة الأرضية، أو من تداخل المياه البحرية المالحة مع المياه الجوفية بسبب زيادة

ضخ وسحب المياه الجوفية القريبة من الشواطئ البحرية كما حدث في منطقة دمسرخو شمال مدينة اللاذقية في سورية، ما أدى إلى تملح التربة في تلك المنطقة.

يقدر أن نحو نصف مساحة الأراضي المروية في العالم تعاني من التملح وإعادة التملح، مما ينعكس سلباً على خصوبتها، وقدرتها الإنتاجية، وصلاحيتها للزراعة، وخسائر اقتصادية باهظة. ومن الضروري العمل على حماية التربة من التملح وإعادة التملح عن طريق إتباع أساليب الزراعة والري الصحيحة، كالدورة الزراعية وإراحة الأرض والري بالريذات والتنقيط والري المحوري وعدم الري بالسيح، وإتباع طرق التصريف الصحيحة للمياه الزائدة وشق قنوات مناسبة لذلك.

تعاني التربة من مشكلات أخرى كثيرة، ومنها ظاهرة التصلب، بسبب أساليب الزراعة غير الصحيحة، وخاصة اللجوء إلى فلاحه التربة، أو تحريك بعض الآلات (الثقيلة خاصة) فيها، عندما تكون موحلة أو غدقة مما يؤدي إلى تصلبها وتحولها إلى كتل صلبة، يصعب استصلاحها وحرارتها وتهويتها، وتتحول إلى تربة قاسية متصلبة وغير صالحة للزراعة، وهذه الظاهرة تنتشر في بعض تربة ومناطق العالم.

٣) استنزاف التربة وزراعة المناطق الهامشية:

إن أشكال استنزاف التربة وتخریبها متنوعة وكثيرة جداً، منها القيام بالزراعة الكثيفة واستخدام الأسمدة المعدنية والمبيدات الكيميائية بشكل مفرط، وعدم اتباع الدورات الزراعية الصحيحة، وأحياناً يتم التوسع في زراعة الأراضي الهامشية خاصة في السنوات المطيرة، وهذا التوسع غير المدروس له آثار سلبية كثيرة حيث يسبب القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي وعلى الكثير من الكائنات الحية، وبالتالي تعرية وانجراف التربة وتدهور النظام البيئي فيها.

يعد التوسع العمراني الريفي والحضري على حساب الأراضي الزراعية أو الصالحة للزراعة، وكذلك الإنشاءات الأخرى كالجسور والطرق والمطارات والمناطق الصناعية وغيرها، أضف إلى ذلك إشغال التربة بالنفايات والقمامة الصلبة، ومخلفات الصرف

الصحي، المختلفة الأنواع والمصادر، وتخريب التربة وتجريفها وتدميرها بالحروب المختلفة والمتزايدة، وكل هذه الأمور تسبب استنزافاً للتربة وخروج الكثير من مساحتها من دائرة الترب المنتجة والمفيدة.

٤) تخريب التربة بالتصحّر:

يعد التصحر شكل من أشكال تدهور وتخريب التربة لأنه يخرجها من دائرة الترب المنتجة كلياً أو جزئياً، ويجعلها غير صالحة للاستثمار الناجع والمفيد ومعرضة للحت والانجراف وغير ذلك من أشكال تخرّبها وفسادها، وقد عرّف برنامج الأمم المتحدة للبيئة التصحر بأنه تدهور في فاعلية المناطق الجافة، وشبه الجافة، ودون الرطبة، بتأثير العامل البشري السليبي. ويعد هذا التعريف الصادر عام ١٩٩١ نسخة منقحة عن صيغة التعريف الصادر عام ١٩٧٧ الذي أصدره مؤتمر الأمم المتحدة للتصحّر. وينص هذا التعريف على وصف التصحر، بأنه قصور أو تدهور في البنية البيولوجية الكامنة للأرض، الأمر الذي يؤدي بالضرورة إلى الشكل الصحراوي الذي تتخذه الأرض، وقد يكون التصحر فرض ظروف صحراوية على منطقة ما كانت قبل ذلك قادرة على إعالة الحياة النباتية والحيوانية، وهذا يعني الاتفاق حول اعتبار التصحر عملية تدهور حالة الأراضي مهما كانت الأسباب.

إن طبيعة التصحر يمكن أن تكون معقدة وتحدث نتيجة أسباب وآليات معقدة تتضافر في إحداث عمليات التدهور البيئي، الذي يؤدي بالنتيجة إلى حدوث التصحر، وأسباب التصحر (غالباً يوصف بأن أسبابه طبيعية) والتصحر (التصحّر البشري المصطنع)، تتنوع وتزايد ويشار بإصبع الاتهام إلى الكثير من الأمور والأسباب ومنها: تغير الظروف المناخية وتحول المناخ إلى الجفاف، والتعرية الريحية والمائية، والرعي الجائر، والقطع والحرق والاحتطاب للأشجار والنباتات الخشبية، وغسل التربة وفقدان العناصر المفيدة فيها، جراء السيول والفيضانات، والتملح، وفي كل ذلك يجب ألا ننسى أسلوب الإنسان

المتبع في استغلال الأرض وزراعة الأراضي الهامشية، واستنزاف الموارد الطبيعية وتلوثها، مما ينعكس بالنتيجة على النظام البيئي ويسبب التصحر.

٧ - ٦ - الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية التربة:

حماية التربة تهدف إلى المحافظة على التربة وعناصرها ومكوناتها ومنع تخریبها وتلوثها واستنزافها، والمحافظة على قدرتها الإنتاجية لتأمين الكثير من حاجات الإنسان، والمحافظة على التوازن والاستقرار البيئي بالنتيجة. ومن أهم الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية التربة ما يلي:

١. حماية الغطاء النباتي ومنع الرعي الجائر والقطع والحرق والاحتطاب وغيره.
٢. إراحة الأرض واتباع الدورة الزراعية الصحيحة.
٣. استخدام الأساليب الحديثة في الري، مثل الري بالرش والتنقيط والريزراد.
٤. صرف المياه الزائدة في التربة، لمنع تملحها أو تصلبها.
٥. المحافظة على خصوبة التربة وإضافة المخصبات العضوية والمعدنية بشكل صحيح.
٦. اتباع طريقة الحرثة الموازية لخطوط التسوية (الكتور) وإقامة المدرجات لحماية التربة من الانجراف.
٧. استصلاح الأراضي التي تعرضت للتملح، أو إعادة التملح أو غيره.
٨. زراعة الأحزمة الخضراء بما يساهم في حماية التربة والمحاصيل من التعرية.
٩. حماية التربة من التوسع العمراني الحضري أو الريفي، وتخطيط هذا التوسع في الاتجاه المناسب، بشكل يساعد في المحافظة على التربة الخصبة منها على الخصوص.

٧ - ٧ - دور الجغرافية في حماية التربة من التلوث والتدهور:

إن اهتمام الجغرافية بالغطاء الترابي وبسطح الأرض بشكل عام يختلف عن اهتمام الكثير من العلوم الأخرى، لأن الجغرافية تنظر إلى الأرض نظرة محددة باعتبارها المكان الذي يشكل وطن الإنسان، المكان المؤثر في حياة الإنسان وحياة أجياله، وهو محور اهتمام الجغرافية، ولكن الإنسان بدوره يؤثر في التربة بأشكال مختلفة، فيؤدي إلى تغيير

شكل سطح الأرض، ويتسبب في خفض القدرة الإنتاجية للتربة وتعريضها للتلوث والتدهور والتصحر والاستنزاف فالتربة من جهة تعد قاعدة بيئية للإنتاج وهي من العناصر الضرورية للحياة وشرطاً أساسياً لأي إنتاج غذائي، وهي تؤثر وتتأثر بغيرها من العناصر الطبيعية كالماء والهواء والدورات الطبيعية المختلفة، والتربة من جهة ثانية تعد مجالاً مكانياً لتنظيم الاقتصاد وال عمران (المناطق الوظيفية) فهي المجال الذي تتم فيه معظم الأنشطة البشرية كاستعمالات الأراضي في المناطق الريفية والمدنية والجغرافية تسهم في بحث كيفية تنميتها وتطويرها وفقاً لأسس تنموية سليمة، بالاعتماد على الخرائط التي ترصد واقع استخدام هذه الأراضي في الماضي والحاضر.

لقد تم وضع خرائط استعمالات الأراضي للكثير من المواقع في العالم، سواءً بالاعتماد على الطرق التقليدية القديمة أو باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وذلك بهدف التخطيط السليم لاستخدامات الأرض في المستقبل، ومعرفة الأماكن التي طرأ على منظومتها الطبيعية خلل ما بسبب الاستخدام العشوائي غير المخطط للأراضي^{٧١}.

وعلى ضوء دراسة استعمالات الأراضي في أية منطقة يتم تقويم النتائج المترتبة على ذلك، واقتراح الإجراءات الفعالة من أجل التخطيط السليم لهذه الاستعمالات في المستقبل بحيث يكون هذا الاستخدام أكثر كفاءة للأرض ويساعد في الحصول على إنتاجية جيدة، وعدم حدوث تدهور للتربة وتأثيرات سلبية في البيئة جراء ذلك، وهذا يتطلب دراسة جغرافية دقيقة لطبيعة الأرض وطبيعة التأثير البشري عليها.

التربة من جهة ثالثة تشكل البيئة أو الوسط الضروري للحياة، وهي تشكل وسطاً معيشياً لعدد كبير من الكائنات الحية الدقيقة، والكائنات الحية الأخرى بما في ذلك الإنسان.

^{٧١} - خنساء حسين ملحم، أثر الأنشطة البشرية على استخدامات الأرض، أطروحة علمية أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الجغرافية، جامعة دمشق، ٢٠٠١ - ٢٠٠٢ م، ص ٥ - ٧ بتصرف.

إن أهمية ودور الجغرافية في دراسة العلاقة بين التربة وصحة الإنسان، ودراسة الوضع المعاصر والوضع السابق للتربة والتنبؤ بمدى كفايتها في المستقبل لتأمين الغذاء والكساء والمسكن للأعداد المتزايدة من السكان دور لا يضاهاى لأن معظم التغيرات التي تتعرض لها التربة من تلوث وتدهور مختلف يرتبط بالظروف الجغرافية المختلفة، فإذا علمنا أن مساحة الأراضي في العالم تبلغ نحو ١٣٣٩٢ مليون هكتار ومساحة الأراضي الصالحة للاستغلال تبلغ نحو ٨٦٠٨ مليون هكتار، بينما مساحة الأراضي المزروعة فعلاً فلا تتجاوز ١.٥ مليون هكتار، وكل مولود جديد يحتاج إلى نحو ٠.٥ هكتار لتأمين حاجته من المواد الغذائية، ويحتاج إلى نحو ٨٠٠ متر من أجل السكن والطرق^{٧٢}.

والجغرافية تدرس ما يسمى بالتغذية الاسترجاعية للأرض وهي أن الأرض تعمل وفق نظام ديناميكي مفتوح، لكل فعل فيه رد فعل تلقائي معاكس من أجل استعادة التوازن ضمن المنظومة البيئية وقد تكون التغذية الاسترجاعية مدمرة للمنظومة البيئية، وهي ترتبط بعدة عوامل تعد في صميم الدراسة الجغرافية، ومن هذه العوامل^{٧٣}:

- ١ - النمو السريع للسكان.
 - ٢ - الزراعة التي تتجاوز حدودها المتاحة من قبل البيئة.
 - ٣ - الرعي الجائر.
 - ٤ - الحرق الجائر للأشجار الخشبية من النباتات للحصول على الوقود.
 - ٥ - غياب فترات الراحة، وعدم إتاحة الفرصة للنباتات كي تستعيد نموها.
- مع استمرار زيادة عدد السكان فهذا يعني تناقص حصة الفرد من هذه الأراضي، كما أن التربة تتعرض للتلوث بطرائق وأشكال مختلفة، بسبب زيادة استخدام المبيدات الكيميائية والأسمدة المعدنية، وزيادة الفضلات المنزلية والنفايات الصناعية والمواد الإشعاعية وغيرها، وهذا التلوث يؤدي إلى حدوث عواقب سلبية على الكائنات المختلفة، وإلى

^{٧٢} - سليمان، محمد محمود، ناظم أنيس عيسى، البيئة والتلوث، جامعة دمشق ٩٩ - ٢٠٠٠ م. ص ٢٦٠.

^{٧٣} - حسن عبد العزيز أحمد: الجغرافية التطبيقية، مكتبة الرشد، الرياض ١٤٢٧ هـ / ٢٠٠٦ م، ص ١٣٨.

التأثير في صحة الإنسان وهذا ما يجب أخذه بالحسبان عند القيام بأية دراسة تتعلق بذلك. تعد التربة أو المظهر العام لجزء منها (اللانداشافت) أو المنظر الطبيعي للمكان، مجالاً للسكن والعمل، وأيضاً الراحة وتحدد النشاط للإنسان، لأن طرائق استخدام المكان وتنظيمه هامة جداً، وفترات الراحة والاستحمام لها دور كبير جداً في زيادة القدرة الإنتاجية، وفي نشر المعرفة، وتحسين الحالة الصحية والتقليل من التعرض للمرض، وتخفيف الخسائر الاقتصادية الناجمة عن ذلك، وتحقيق التوازن بين حاجات الإنسان وإمكانات الطبيعة.

أسئلة للمناقشة:

- ١ - ماذا يعني الأرض منظومة بيئية ؟ اشرح ذلك.
- ٢ - عرّف التربة وبين ما هي أهم وظائفها.
- ١ - عرّف تلوث التربة.
- ٢ - عدد مصادر تلوث التربة.
- ٣ - عدد أنواع المبيدات الكيميائية.
- ٤ - اشرح مصادر تلوث التربة بالمبيدات الكيميائية.
- ٥ - عدد أهم إجراءات الوقاية من آثار المبيدات الكيميائية.
- ٦ - تحدث عن تلوث بالمخصبات والأسمدة المعدنية.
- ٧ - عدد أسباب ومصادر تخریب وتدهور التربة، وشرح المقصود باستنزاف التربة وزراعة المناطق الهامشية.
- ٨ - ما هي أهم الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية التربة.
- ٩ - اشرح دور الجغرافية في حماية التربة من التلوث والتدهور .

الفصل الثامن

الغلاف المائي (الهيدروسفير)

- مصادر المياه وتوزعها في الغلاف المائي
- أهمية الغلاف المائي
- خصائص المياه
- مصادر تلوث المياه
- الآثار الناتجة عن تلوث المياه
- الإجراءات التي يمكن اتباعها للمحافظة على المياه وحمايتها

الفصل الثامن

الغلاف المائي (الهيدروسفير (Hydrosphere):

٨ - ١ - مصادر المياه وتوزعها في الغلاف المائي:

إن المصدر الرئيس للمياه في الطبيعة هو الدورة المائية المتجددة، المتمثلة في التبخر والتكاثف والتهطال، ويشغل الماء أكبر حيز في الغلاف الحيوي، وأكبر مادة موجودة فيه، وهذا ما دفع البعض إلى اقتراح تسمية الكرة المائية بدلاً من الكرة الأرضية، وكمية المياه الموجودة في الغلاف المائي تقدر بنحو ١.٥ مليار كلم^٣، ومعظمها يوجد في المحيطات العالمية التي تشغل نحو ٧٢% من مساحة الكرة الأرضية، وفيها نحو ٩٤% من إجمالي المياه الموجودة في الغلاف المائي عامة، وهي مياه مالحة، يليها المياه الجوفية المالحة والعذبة، ومياه الجليديات، والمياه العذبة في كامل الغلاف المائي تتراوح بين ٢-٣% فقط منه، وهي موزعة بشكل غير متساو على سطح الكرة الأرضية، حيث يحتوي نهر الأمازون وحده على ١٠-١٥% من إجمالي المياه العذبة في العالم، وحوض نهر الكونغو- زائير يضم أكثر من ٥٠% من مياه القارة الأفريقية بينما لا يعيش فيه سوى نحو ١٠% من سكانها، وكل هذا يزيد مشكلة نقص المياه حدة وخطورة (الجدول ١٠).

٨ - ٢ - أهمية الغلاف المائي:

يعد الماء أحد أهم الموارد الطبيعية، فهو نبض الحياة على الأرض، وبدون المياه العذبة الصالحة للاستخدامات المختلفة لا يمكن أن يتم أي تطور زراعي، أو صناعي، أو حياة بشرية مستقرة متطورة باستمرار، فالماء يعد من أهم الثروات الطبيعية التي وهبها الله سبحانه وتعالى للبشرية، ويدل على هذه الحقيقة الهامة قوله تعالى: {أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ} (الأنبياء ٣٠).

الجدول (١٠) توزيع المياه في الغلاف المائي^{٧٤}.

تسلسل	نوع المياه	الحجم/ألف كلم ^٣	النسبة %
١	مياه المحيطات العالمية	١٣٧٠٣٢٣	٩٣.٩٦
٢	المياه الجوفية (الباطنية)	٦٠٠٠٠	٤.١٢
٣	المياه الجوفية البينية	٤٠٠٠	٠.٢٧
٤	مياه الجليديات المتجمدة	٢٤٠٠٠	١.٦٥
٥	مياه البحيرات	٢٨٠	٠.٠١٩
٦	مياه التربة	٨٥	٠.٠٠٦
٧	بخار الماء	١٤	٠.٠٠١
٨	مياه الأنهار	١.٢	٠.٠٠٠١
المجموع		١.٤٥٤.٧٠٣	% ١٠٠

والدلائل على أهمية الماء كثيرة جداً ويصعب إحصاؤها، ومن هذه الدلائل:

- ١- ذكر الماء في جميع الكتب السماوية، وفي القرآن الكريم أكثر من (٦٤) آية ذكر فيها الماء مما يدل على أهمية الماء في نشوء وتطور الحياة.
- ٢- الماء هو المادة الوحيدة على سطح الكرة الأرضية، التي تتمتع بالديناميكية، وتوجد بحالات ثلاث (سائلة وغازية وصلبة).
- ٣- ضروري لكافة الكائنات الحية، النبات والحيوان والإنسان.
- ٤- برغم كل التقدم التقني الذي بلغته البشرية فإنه حتى الآن لم يتم التوصل إلى صناعة أو تركيب سائل يشبه الماء الطبيعي في خصائصه، أو يعوض عنه.

^{٧٤} - محمد محمود سليمان ، ناظم أنيس عيسى : البيئة والتلوث ، مرجع سابق ، ص ٢٢٦ .

٥ - الإنسان لا يستطيع العيش من دون ماء أكثر من ثلاثة أيام، وهو يحتاج من ٢ - ٣ لتر ماء للشرب يومياً، ومئات اللترات، بل الآلاف في الاستخدامات المنزلية والصناعية والزراعية وغيرها.

٦ - نقص المياه بنسبة ١٥ % في جسم الإنسان تعرضه للخطر وربما الموت.

٧ - نشأت معظم الحضارات القديمة بجانب مصادر المياه.

٨ - يشكل الماء نحو ٨٠ % من دم الإنسان.

٩ - يشكل الماء نحو ٨٠ % من وزن الكثير من أنواع الخضار والفاكهة.

١٠ - يشكل الماء نحو ٧٠ % من وزن اللحم.

١١ - يشغل نحو ٧٥ % من مساحة الكرة الأرضية.

١٢ - باختصار الماء أرخص موجود وأعلى مفقود.

٨ - ٣ - الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه :

يمكن تعريف الماء بأنه سائل شفاف يتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية، وليس له طعم ولا لون ولا رائحة، عندما يكون نظيفاً، وفي الحالة الطبيعية له، ولكن تغير هذه الصفات، يعني أن الماء تعرض للتلوث، و لتغير خصائصه كلها أو بعضها بشكل أو بآخر، ومن أهم خصائص الماء نذكر:

١ - الخصائص الفيزيائية ومنها:

أ - اللون، المياه النظيفة شفافة لا لون لها.

ب - العكر، أو العكارة، وتتعلق بالمواد العالقة الموجودة في الماء.

ج - الطعم، المياه النظيفة لا طعم لها وقد يتغير طعم الماء بسبب تعرضه لمؤثرات خارجية.

د - الرائحة، المياه النظيفة العادية لا رائحة لها، ووجود الرائحة دليل على التلوث.

هـ - درجة الحرارة، درجة حرارة المياه العادية المقبولة للشرب تتراوح بين ٨ - ١١ م.

٢ - الخصائص أو المؤشرات الكيميائية ومنها: أ - درجة الحموضة، القلوية، وتسمى بالعامل الهيدروجيني، أو (PH)، والرقم الهيدروجيني ينحصر بين (٠ - ١٤) والقياسي

يساوي ٧، أقل من ٧ يعني زيادة الحموضة، وأكثر من ٧ يعني زيادة القلوية. والمياه المفضلة للشرب تكون درجتها من ٧ - ٨.٥.

ب - الأكسجين الحيوي المستهلك ($B O D_5$)، وهو الاحتياج أو الطلب الحيوي للأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة في المياه، ويقاس في درجة حرارة ثابتة هي ٢٠ م°، وخلال خمسة أيام، وتغير كميته يرتبط بعدة عوامل.

ج - الأكسجين الذائب أو المنحل ($D O$)، ووجوده في الماء ضروري لاستمرار حياة الكائنات الحية المائية، ومعدل تركيزه في مياه الأنهار يجب أن لا تقل عن (٥) ملغ في اللتر، و ترتبط مصادره وكميته بعدة عوامل أيضاً.

د - خصائص كيميائية أخرى مثل وجود المعادن كالحديد والنحاس، وعناصر أخرى بكميات ومعدلات محددة لكل منها.

٣ - خصائص المياه الصالحة للشرب:

من أهم خصائص المياه الصالحة للشرب أن يكون:

١ - عديم الطعم والرائحة واللون.

٢ - خالياً من الجراثيم والبكتريا والفطريات والكائنات الدقيقة وغيرها.

٣ - خالياً من المواد الصلبة والعالقة.

٤ - أن تكون درجة الحموضة والقلوية مناسبة.

والجدول (١١) يبين مواصفات الماء الصالح للشرب ^{٧٥}.

٨ - ٤ - استخدامات المياه: إن مجالات استخدام المياه كثيرة ومتنوعة، وهي تختلف من بلد لآخر ومكان لآخر، تبعاً لعدة عوامل منها، مدى توفر المياه، وأنماط التنمية السائدة، الاقتصادية والاجتماعية، ومن هذه المجالات:

أ - في الأغراض المنزلية، كالشرب والطبخ والغسيل الخ، وتقدر نسبتها بنحو ٨ % من المياه العذبة المستهلكة في العالم.

^{٧٥} - سعدي محمد حسانين عيسى، فؤاد عبد الرحيم أحمد: صحة البيئة والغذاء، مكتبة الرشد ناشرون، الرياض ٢٠٠٦ م - ١٤٢٧ هـ، ص ٩٣.

الجدول (١١) مواصفات الماء الصالح للشرب

اسم المادة	الحد المناسب ملغم/ ل	أعلى حد مسموح ملغم/ ل
المواد الصلبة	٥٠٠	١٥٠٠
الحديد	٠.١٠	١.٠
النحاس	٠.٠٥	١.٥
المنجنيز	٠.٠٥	٠.٥٠
الخارصين	٥.٠	١٥.٠
الكالسيوم	٧٥	٢٠٠
المغنسيوم	٣٠	١٥٠
الكبريتات	٢٠٠	٤٠٠
الكلوريدات	٢٠٠	٦٠٠
الأس الهيدروجيني (PH)	٧ - ٨.٥	٩.٢
الفينولات	١٠٠	٠٠
مجموع المواد المسببة للعسر (كربونات الكالسيوم)	---	٥٠٠
البكتريا	أقل من ١ في ملتر	--

- ب - في الزراعة، وتعد الزراعة من أكثر الأنشطة الاقتصادية استهلاكاً للمياه، وتستهلك نحو ٧٠% من إجمالي المياه المستهلكة في مختلف المجالات على مستوى العالم.
- ج - في الصناعة، الماء عنصر ضروري لمعظم أشكال الصناعة، التي لا يمكن أن تقوم وتتطور بدون توافر الماء، والصناعة تستهلك نحو ٢٥% من المياه المستهلكة على مستوى العالم.
- د - في توليد الطاقة، من المحطات الهيدرو - حرارية في السدود المائية .
- هـ - في الصيد النهري والبحري.

- و - وسيلة للنقل عبر الأنهار والبحار والمحيطات.
- ز - في السياحة والاستحمام والرياضة كالتزلج والسباحة وغير ذلك.
- ح - في الاستشفاء والمعالجة الطبية من بعض الأمراض، وبخاصة المياه المعدنية.

٨ - ٥ - تعريف تلوث الماء ومصادره:

تلوث المياه هو أي تغير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، يؤثر سلباً على الكائنات الحية، أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المرجوة منه، في الشرب أو في الاستخدامات المنزلية، أو في الصناعة، أو في الزراعة، أو غيرها، سواءً أكان هذا التلوث من مصادر ولأسباب طبيعية، أم من مصادر ولأسباب بشرية، ويؤثر تلوث الماء تأثيراً كبيراً في حياة الفرد والأسرة والمجتمع، وسائر الكائنات الحية. على الرغم من أهمية المياه، وحاجة كل كائن حي لها، فقد انقضت فترة طويلة من الزمن، والناس لا يباليون ولا يهتمون بهذه الثروة العظيمة، إلى أن وصلت إلى ما هي عليه من هدر وتلوث، مما جعل العالم بأسره يواجه هذه الأيام أزمة العجز المائي الناتج عن نقص المياه من جهة، وتلوثها من جهة أخرى. وتصنف مصادر تلوث المياه إلى مصادر طبيعية، ومصادر بشرية.

٨ - ٥ - ١ - المصادر الطبيعية ومنها:

أ - مياه التهطل الملوثة:

تتلوث مياه التهطل بأشكاله المختلفة المطر والثلج وغيره بسبب تلوث الغلاف الجوي خاصة فوق المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من الجو كل أو معظم الملوثات الموجودة فيه، ومن أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت وذرات الغبار، وغالباً تلوث مياه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع، وإلقاء كميات كبيرة من المخلفات والغازات والأتربة إلى الهواء، وعندما تسقط مياه التهطل الملوثة فإنها تسبب تلوث المسطحات المائية والتربة والنبات والبيئة بشكل عام.

ب - السيول:

تحدث السيول بعد هطول الأمطار أو عقب ذوبان الثلوج، وذلك باختلاف الموقع، ويكون خطر هذه السيول وشدتها أكبر في المناطق الجبلية والمناطق الجافة وشبه الجافة، وهذه السيول تحمل معها الطمي والحصى والمواد العضوية وغير العضوية، وبعض الكائنات الحية أو النباتات العالقة في هذه السيول، مما يؤدي إلى تلوث المياه المعرضة للسيول كالأنهار أو البحيرات أو غيرها من المسطحات والمصادر المائية، وتصبح هذه المياه عكرة وملونة بألوان المجروفات والمواد التي تحملها، وغالبا ما يكون اللون الأحمر الناجم عن التربة التي يشتد تأثير السيول والجريان المائي فيها، بسبب القضاء على الغطاء النباتي وتخريبه، والتلوث بالسيول بالطبع يؤثر سلباً في نوعية المياه وخصائصها ويجعلها غير صالحة لبعض الاستخدامات المعتادة.

ج - البراكين:

تعد البراكين من المصادر الطبيعية لتلوث المياه، عندما تثور في المياه، أو بالقرب من مصادر المياه، وتنتهي الكثير من مقذوفاتها بشكل مباشر أو غير مباشر إلى المسطحات المائية، ومن هذه المقذوفات أكاسيد الكربون والنتروجين والكبريت، والرماد البركاني وغيره، كما يعد الغبار والجزيئات المعلقة في الهواء مصدرا من مصادر تلوث المياه، حيث تنقلها الرياح من مكان لآخر، وتسقط فوق المسطحات المائية، إما بشكل جاف بحسب أنواعها وأحجامها، أو بشكل رطب مع مياه الأمطار أو الثلوج، وتحمل معها هذه الجزيئات والملوثات إلى المياه، كما هو الحال في الأمطار الحمضية مثلاً.

٨ - ٥ - ٢ - المصادر البشرية ومنها:

أ - التلوث بمخلفات الصرف الصحي المنزلي:

ينجم هذا التلوث من صرف المخلفات البشرية إلى المياه عبر شبكة الصرف الصحي، وتشمل مخلفات المنازل والفنادق والمشافي والمطاعم وجميع المؤسسات أو المنشآت المشابهة لها، وهذه المخلفات تحوي بشكل عام مخلفات البشر في الحمامات

ودورات المياه والمطابخ وأعمال الشطف والتنظيف، وما ينتج عنها من غائط وبول وصابون ومنظفات وبقايا الطعام، وأعداد كبيرة من الجراثيم والبكتريا والفيروسات والخمائر والفطور وغيرها. ومعظم هذه المخلفات هي بقايا ومواد عضوية، وبعضها غير عضوية ومعدنية وكيميائية وغيرها، وهذه المواد تختلف في كميتها ونوعها وتأثيرها باختلاف عدة أمور منها، طبيعة حياة السكان، ومستواهم الحضاري، ووعيهم البيئي، ومدى توافر المياه وطرق الاستفادة منها.

من المعروف أن زيادة أعداد السكان، وتحسن مستوى المعيشة، وتوافر شبكات المياه العذبة، ومحاري الصرف الصحي للتخلص من المياه العادمة المنزلية، زاد من كميات المياه المستهلكة والملوثة، التي تلقى إلى المياه والبيئة دون معالجة تذكر، ومما يزيد الأمر سوءاً صرف مياه الصرف الصناعي في نفس شبكات الصرف الصحي، ولا يجري الفصل بين الصرف الصحي المنزلي والصرف الصحي الصناعي، وفي كلا الحالتين فإن هذه المخلفات تسبب أضراراً كبيرة بالمياه وتلوثها، وإصابة الإنسان وغيره من الكائنات الحية بأمراض كثيرة.

ب - التلوث بالمخلفات الصناعية:

تحتاج معظم الصناعات إلى كميات كبيرة من المياه، من أجل تبريد المحركات، وتصنيع المواد الأولية وتحويلها إلى مواد مصنعة، فقد قامت معظم هذه الصناعات بالقرب من مصادر المياه، و بالتالي فإن هذه المصانع تلقي بمخلفاتها إلى هذه المصادر المائية، وتختلف هذه المصانع في مدى حاجتها للمياه، وفي كمية الملوثات الملقية منها إلى المياه أيضاً، باختلاف عدة عوامل منها، نوع الصناعة، ونوع المواد الأولية المستخدمة وكميتها، ونوع المواد المصنعة وكميتها، وأساليب الإنتاج، ومدى اعتماد الدورات الصناعية المغلقة، والاستفادة من التقدم التقني، ووسائل التكنولوجيا النظيفة بيئياً.

أهم الصناعات الملوثة للمياه، صناعة الورق، وصناعة المواد الكيميائية، والبلاستيكية، و تصنيع ودبغ الجلود والفراء والأصواف، والأصباغ والدهانات وغيرها

الكثير، وجل هذه الصناعات تسبب في إلقاء كميات كبيرة من الملوثات العضوية وغير العضوية والمعدنية والكيميائية، والكثير منها مواد سامة وتحتاج إلى فترة طويلة جدا للتحلل والتفكك، وأخطر هذه الملوثات، ما يسمى بالمعادن الثقيلة كالرصاص والزرنيق والكاديوم وغيره. لقد غدت المصادر المائية في الكثير من مناطق العلم تئن تحت وطأة التلوث سواء في العالم المتقدم، أو النامي أو المتخلف، مثل البحر المتوسط، وبحر البلطيق، والبحر الأحمر، والخليج العربي، وقس على ذلك الأنهار الكبيرة والصغيرة في العالم، كنهر الراين الذي تلقى إليه الكثير من المخلفات الصناعية في جميع دول أوروبا الغربية التي يمر بها، ونهر بوتاماك الذي تلقى إليه مخلفات مدينة واشنطن، وكذلك تلوث البحيرات الكبرى في الولايات المتحدة الأمريكية، وحتى بحيرة البايكال في سيبيريا شرق روسيا، وكانت توصف بأنها أعذب بحيرة في العالم لم تخل من التلوث الصناعي، وبخاصة مخلفات صناعة الورق.

ج - التلوث بالمخلفات الزراعية:

إن الكثير من المخلفات الزراعية تصرف إلى شبكات الصرف الصحي أو المنزلي، أو إلى شبكات منفصلة، تنتهي أو تصل في كثير من الأحيان إلى المصادر المائية وتسبب تلوثها، ومثل هذا التلوث ينجم أيضا عن المخصبات والأسمدة المعدنية، كأسمدة اليوريا أو الآزوتية أو الفوسفورية أو المركبة، وكذلك من جراء استخدام الأسمدة العضوية (الدبال) وما فيها من مواد يمكن أن تنتقل إلى المياه، ومن استخدام المبيدات الكيميائية المختلفة ورش المزروعات بها للقضاء على الحشرات والآفات أو الأعشاب الضارة، كما أن منشآت تربية الحيوانات والطيور والدواجن وزرائبها، وما ينتج عنها من روث ومخلفات مختلفة، كل هذه المخلفات والملوثات يمكن أن تنتقل إلى المياه وتسبب تلوثها وتغيير صفاتها وجعلها غير صالحة للكثير من الاستخدامات.

د - تلوث المياه بالمواد المشعة:

مصادر تلوث المياه بالمواد المشعة كثيرة ومتنوعة، وهي نفسها التي تلوث الغلاف الغازي، والتربة والنبات، ومن هذه المصادر نذكر:

- أ - التجارب النووية، ولاسيما في أعماق البحار والمحيطات.
- ب - نفايات مفاعلات الطاقة النووية، ولاسيما السائلة التي تلقى إلى الأنهار أو البحار أو البحيرات.
- ج - النفايات الناجمة عن الكوارث النووية، في المفاعلات الذرية، أو الغواصات النووية أو غيرها.
- د - النفايات التي يمكن أن تتسرب أثناء نقل النفايات النووية، وبخاصة عبر المياه.
- هـ - النفايات التي يمكن أن تتسرب من مستودعات وأماكن تخزين المواد أو النفايات النووية.
- و - دفن النفايات النووية، والتخلص منها بوضعها في حاويات خاصة وإلقائها في أعماق البحار والمحيطات، سواء تمت هذه العملية بشكل علني، أو بشكل سري وهذا ما يحدث غالباً، وتصبح هذه الحاويات بمثابة قنابل موقوتة معرضة للتعطب أو الانفجار في أي لحظة.
- هـ - التلوث الحراري:

يمكن تعريف هذا التلوث بأنه تغيير، أو زيادة درجة حرارة المياه أكثر من الحرارة الطبيعية والمعتادة، مما يؤدي إلى تغيير خصائص المياه، وإحداث تأثيرات سلبية في النظام البيئي لهذه المياه، وأضرار بالكائنات الحية التي تعيش فيها، أو تتغذى أو تشرب منها.

والسبب الرئيسي لهذا التلوث الحراري إلقاء المياه الحارة المستخدمة في تبريد المحطات الحرارية، وتبريد الآلات في المصانع المختلفة القائمة على ضفاف الأنهار والبحيرات، أو على شواطئ البحار والمحيطات، وهذه المحطات والمصانع تحتاج كميات كبيرة من المياه لتبريد آلاتها، ثم تصرفها إلى المصادر المائية وقد ارتفعت درجة حرارتها بشكل كبير، وتظهر المناطق الملوثة حرارياً بشكل واضح بقياس درجة حرارتها، أو من خلال صور الاستشعار عن بعد حيث تظهر على شكل بقع مميزة، أو من خلال تأثيرها في الكائنات الحية وبخاصة الأسماك.

و - التلوث بالمخلفات الطبية السائلة:

المخلفات الطبية السائلة هي مياه الصرف الصحي من المشافي، والمؤسسات والمرافق الطبية، وهذه المخلفات تحوي الكثير من الفيروسات، والمكروبات الممرضة، والسوائل الكيميائية الخطيرة، والمخلفات الدوائية والصيدلانية، والمخلفات المشعة، والمعادن الثقيلة وغيرها، وأخطر هذه المخلفات تلك المستخدمة في علاج أمراض أورام السرطانات، لأن هذه المخلفات قد تسبب إحداث طفرات وتشوهات للكائنات الحية، وحدوث مشكلات في معالجة هذه النفايات.

ولا ننسى أخيراً أن المياه يمكن أن تتلوث بملوثات أخرى كثيرة منها، التلوث بالقمامة والنفايات الصلبة، التي تلتقي في المياه وكثيراً ما نشاهد بالعين المجردة أكياس النايلون، وقطع البلاستيك، والخشب، وبقايا الطعام، والنباتات، وجثث الكائنات الحية النافقة وغيرها تطفو على سطح المياه، بينما ما خفي منها- في الأعماق - أعظم.

ز - تلوث المياه بالنفط:

أصبح النفط عصب الحياة الحديثة، ويستخدم في معظم أنحاء الكرة الأرضية في البر والبحر، ويكاد لا يسلم مكان من وجوده أو من وجود مشتقاته المستخدمة في مجال الطاقة والصناعة، وهي تنتقل بشكل أو بآخر إلى الأنهار والبحيرات، والمسطحات المائية العذبة والمالحة، وتسبب تلوثها بهذا القدر أو ذاك.

يشكل تلوث البحار والمحيطات بالنفط ظاهرة مثيرة للانتباه، ويقدر أن كمية النفط التي تلتقى سنوياً في مياه البحار والمحيطات تبلغ قرابة ١٠ مليون طن، وهذا عائد إلى زيادة كمية النفط المنقول عبر البحار والمحيطات، والمقدر بأكثر من ٣٠٠٠ مليون طن في السنة، حيث إن قرابة ٨٠% من النفط العالمي ينقل عبر البحار والمحيطات في أكثر من ٧٠٠٠ ناقلة، إضافة إلى الأنابيب المارة عبر البحار والمحيطات.

• أسباب تلوث مياه البحار والمحيطات بالنفط:

١ - حوادث ناقلات النفط:

يتجلى خطر حوادث ناقلات النفط من تزايد كمية النفط المنقول فيها، وتزايد حمولتها، فقد كان وسطي حمولة الناقلات منها في خمسينيات القرن العشرين ١٥ ألف طن فقط، أما حالياً فإن متوسط حمولة الكثير من هذه الناقلات يزيد عن ٢٠٠ ألف طن!، أما أسباب هذه الحوادث فمختلفة، وأهمها الجنوح في أماكن ضحلة المياه، والاصطدام، والانفجار، والحرائق، والأعطال الخ.

٢ - حوادث منصات وآبار النفط البحرية:

إن عمليات التنقيب عن البترول واستخراجه من البحار والمحيطات، حيث يقدر البترول المستخرج منها بنحو ١٥ %، من إنتاج النفط العالمي، إضافة إلى عمليات تحميل وتفريغ النفط مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى تسرب النفط، بشكل مباشر أو غير مباشر، ومثل هذه الحوادث التي حصل فيها تسرب النفط من الآبار، أو المنصات البحرية كثيرة، في الخليج العربي، وخليج المكسيك، وبحر الشمال وفي غير مكان من العالم.

٣- تسرب النفط أثناء تنظيف ناقلات النفط:

تحتاج ناقلات النفط الخام للتنظيف والغسيل بين فترة وأخرى لكي لا يتراكم النفط الخام في خزاناتها، ويتم ذلك على مسافات بعيدة أو قريبة في عرض البحار والمحيطات وأحياناً بالقرب من الموانئ، وتلقى مخلفات ونواتج عمليات التنظيف في مياه البحار مما يؤدي إلى تلوثها. والجدول (١٢) أهم حوادث الناقلات التي تسببت في تدفق النفط في مياه البحار^{٧٦}.

^{٧٦} - The State of the Environment , Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) , Paris , 1991 .

الجدول (١٢) يبين أهم حوادث الناقلات التي تسببت في تدفق النفط في مياه البحار

تسلسل	اسم الناقله	مكان التلوث	كمية النفط المتسرب / طن	تاريخ وقوع الحادث
١	توري كانيون	شواطئ فرنسا وبريطانيا	٥٠٠٠٠	مارس ١٩٦٧
٢	سي ستار	خليج عمان	١٢٠٠٠٠	ديسمبر ١٩٧٢
٣	يعقوب مياسك	البرتغال	٨٤٠٠٠	يناير ١٩٧٥
٤	أور كيلوز	اسبانيا	١٠٠٠٠٠	مايو ١٩٧٦
٥	هاويين باتريون	هاواي	٩٩٠٠٠	فبراير ١٩٧٧
٦	أموكو قاديس	فرنسا	٢٢٨٠٠٠	مارس ١٩٧٨
٧	آندي بندنتا	تركيا	٩٥٠٠٠	نوفمبر ١٩٧٩
٨	ارنيس سيرنادا	اليونان	١٠٢٠٠٠	فبراير ١٩٨٠
٩	كاستيللو سولفر	جنوب إفريقيا	٢٥٦٠٠٠	أغسطس ١٩٨٣
١٠	نوبا	إيران	٧١٠٠٠	ديسمبر ١٩٨٥
١١	برير	جزر شيكلاندا البريطانية	٨٥٠٠٠	مارس ١٩٩٣
-	المجموع	-	١٥١٦٠٠٠	-

٤ - تسرب النفط مع مياه الصابورة (مياه التوازن) :

وهي المياه التي تحمل بها الباخرة عندما تكون فارغة من أجل المحافظة على توازنها أثناء عودتها إلى أماكن التحميل، وعند وصولها تلقى هذه المياه بما فيها من مخلفات ونواتج في مياه البحر.

٥ - الانسكاب المتعمد للنفط:

يتعمد صاحب الناقلية أو قبطانها في بعض الحالات، إلى تفريغ حمولة الناقلية لإنقاذها من الغرق هي وطاقمها، وقد تكون الناقلية قديمة وتحتاج إلى صيانة ومصاريف، فيتم إغراقها بحمولتها للحصول على تعويضات ومكاسب من شركات التأمين.

٦ - تسرب النفط من معامل تكرير النفط ومحطات التزود بالوقود وغيرها:

كما هو معروف فإن معظم مخلفات الوقود والزيوت والشحومات التي تنجم من محطات تكرير النفط، أو محطات التزود بالوقود، أو ورش صيانة المحركات وتبديل الزيوت وما شابه تنتقل من مصادرها إلى الوديان والأنهار والمسطحات المائية وتنتقل بشكل أو بآخر إلى مياه البحار والمحيطات وتسبب تلوثها.

٧ - تسرب النفط من أنابيب نقل النفط:

أنابيب نقل النفط الموجودة في اليابسة أو في البحار والمحيطات قد تتعرض للتلف أو العطب والتخريب مما يؤدي إلى انسكاب كميات من النفط الخام أو مشتقاته، وتسبب تلوث المياه بشكل مباشر أو غير مباشر.

٨ - ٦ - الآثار الناتجة عن تلوث المياه عامة:

نستطيع التمييز بين عدة آثار وعواقب ناجمة عن تلوث المياه، وهذه الآثار ترتبط بكل نوع من أنواع التلوث المذكورة سابقا، وبالطبع هذه التأثيرات تنتقل من كائن حي إلى آخر عن طريق السلسلة الغذائية، من التربة إلى النبات ومن النبات إلى الحيوان والإنسان، ومن المياه إلى النباتات المائية (الفيتوبلانكتون)، وإلى الأسماك والرخويات والقشريات، ومنها تنتقل إلى الإنسان الذي يتغذى بها، ويمكن إيجاز تلك الآثار بالأمر التالية.

- إن مخلفات الصرف الصحي المنزلي مثلا، تضر بالكائنات الحية المائية، وتنتقل إلى الإنسان وتسبب له أمراضا مختلفة منها السرطان والكوليرا والتيفوس.
- أما مخلفات الصرف الصناعي والتلوث الصناعي، وبخاصة المعادن الثقيلة التي تعد من أكثر المخلفات الصناعية خطرا بسبب قدرتها الاستقلابية، وزيادة تركيزها في أجسام

الكائنات الحية، ومنها الزئبق، وتناوله من قبل الإنسان يسبب له التسمم والإصابة بمرض ميناماتا - نسبة إلى خليج ميناماتا في اليابان - وهذا المرض يصيب الجهاز العصبي للإنسان ويسبب له اضطرابات عصبية حركية وبصرية، وربما يؤدي إلى وفاته بالنتيجة.

● وتأثير المواد المشعة الموجودة في المياه، ينتقل إلى الكائنات الحية، ومن ثم إلى الإنسان إما عن طريق اللمس والتماس أثناء السباحة أو الصيد في المياه، أو عن طريق التنفس واستنشاق المواد المشعة، أو عن طريق الطعام وتناول لحوم الأسماك والقشريات والرخويات الملوثة بالإشعاع.

● أما التلوث الحراري للمياه فإنه يؤدي إلى نقص كمية الأكسجين الذائب أو المنحل في المياه، وهذا يؤثر سلباً في حياة معظم الكائنات الحية المائية، التي تحتاج إلى فترة معينة للتكيف مع التلوث الحراري، وقد لا تستطيع التكيف فتهاجر أو تموت، وهذا ينطبق على الأسماك التي لا تتحمل درجات حرارة أعلى من ٣٥ م°، وعلى سمك الترويت بالدرجة الأولى الذي لا يستطيع العيش في درجات حرارة أعلى من ٢٥ م°.

وبشكل عام فإن التلوث الحراري للمياه يؤدي إلى حدوث خلل في دورة تكاثر الكائنات الحية، وفي السلسلة الغذائية، وفي توازن واستقرار النظام البيئي المائي.

٨ - ٧ - الآثار أو العواقب الناتجة عن تلوث مياه البحار والمحيطات بالنفط:

وهي عواقب كثيرة وخطيرة ويمكن إجمالها في الأمور التالية:

● عرقلة أو إعاقة مياه البحار والمحيطات عن القيام بدورها في حفظ التوازن البيئي، حيث يشكل النفط طبقة رقيقة فوق سطح المياه، تعيق امتصاص ثاني أكسيد الكربون، وامتصاص الأشعة الشمسية، وتعيق إطلاق الأكسجين والقيام بعملية التركيب الضوئي، مما يؤدي إلى حدوث خلل في التوازن البيئي، وحدوث تغييرات مناخية وغير ذلك.

- النفط الذي يلوث المياه، يعمل في نفس الوقت كمذيب لبعض المواد التي تلقى في المياه مثل المبيدات الكيميائية والمنظفات وغيرها وبالتالي زيادة تركيز هذه الملوثات وزيادة مخاطرها.
- يمكن أن تحدث بعض التفاعلات الكيماضوية لبقعة الزيت الطافية، وذلك بفعل الأشعة الشمسية ووجود الأكسجين والمعادن الثقيلة، مما يؤدي إلى تأكسد هذه المركبات وتغير خصائصها.
- التلوث النفطي، يخرب الحالة البيئية والبيولوجية والجمالية والسياحية للشواطئ، ويعرقل إمكانية الاستفادة منها.
- التلوث النفطي، يعرض الكائنات الحية البحرية، وخاصة الأسماك للهجرة أو المرض أو الموت، وبسبب تعرضها للتلوث فإن تناولها من قبل الإنسان قد يسبب له المرض والأذى.
- يزداد خطر التلوث بالنفط عند اختلاطه مع ملوثات أخرى كمخلفات الصرف الصحي المنزلي والصناعي والتجاري، وكذلك النفايات السامة والمشعة وغيرها، وتتفاعل هذه الملوثات وتؤدي إلى مخاطر وأخطار بيئية وصحية لا يحمد عقبها.

٨ - ٨ - الإجراءات التي يمكن اتباعها للمحافظة على المياه وحمايتها:

تعتمد دول العالم إجراءات و أساليب مختلفة في المحافظة على المياه العذبة وحمايتها من التلوث ومختلف التأثيرات السلبية، من هذه الأساليب:

- أ- بناء محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي (المنزلي والصناعي والطبي ومختلف أشكال وأنواع مياه الصرف الملوثة أياً كان مصدرها).
- ب- عدم صرف مخلفات الجارير ومياه الصرف الصحي إلى المصادر المائية.
- ت- عدم صرف مياه الصرف الصحي الملوثة إلى الوديان والجاري المائية (دائمة الجريان أو مؤقتة الجريان أو الجافة) لأنّ هذه المخلفات سوف تنتقل إلى المياه السطحية أو الجوفية بشكل مباشر أو غير مباشر.

- ث- العمل على اعتماد ما يسمى بالدورات المغلقة في استخدام المياه في الصناعة (أي التكرير وإعادة الاستخدام).
- ج- بناء السدود والخزانات المائية، التي تتيح التحكم بالفيضانات وتخزين المياه لاستخدامها حسب الحاجة وتحقيق منافع عديدة.
- ح- تسعير المياه، وتحديد حاجة الفرد الدنيا من المياه، وفرض ضرائب على المستهلك، وعلى الملوث للمياه بشكل يتناسب مع تأثيره في المياه من ناحية الكم والكيف (الملوث يدفع).
- خ- إتباع أساليب الري السليم والصحيح، كالري بالتنقيط والرش والرذاذ، مما يؤدي إلى توفير الماء بكميات تتراوح بين ٢٥ - ٨٥ ٪ من كمية الاستهلاك.
- د- إعادة استخدام المياه المستعملة في الصناعة أو الزراعة أو الصرف الصحي بعد معالجتها وتخليصها من الملوثات المختلفة التي لحقت بها.
- أخيراً يمكن القول: إن مسألة حماية المياه من التلوث وتوفير المياه الصالحة للشرب والاستخدامات الأخرى أصبحت من التحديات الرئيسية التي تواجه سكان العالم في الريف والمدن، وشبح شح المياه وتلوثها يهدد البشرية جمعاء، ولكن الشعوب الفقيرة هي أكثر من يتأثر بنقص المياه وتلوثها، ويجب إتباع كافة السبل والوسائل الممكنة من أجل حماية المياه من الهدر والتلوث.

أسئلة للمناقشة:

١. تحدث عن مصادر المياه وتوزعها في الغلاف المائي.
٢. عدد سبعة أمور تبين أهمية الماء والغلاف المائي.
٣. تحدث عن الخصائص الفيزيائية للمياه.
٤. تحدث عن الخصائص الكيميائية للمياه .
٥. ما هي خصائص المياه الصالحة للشرب ؟.
٦. عدد المصادر الطبيعية لتلوث المياه.
٧. عدد المصادر البشرية لتلوث المياه.
٨. بين ماهي أهم الآثار الناتجة عن تلوث مياه البحار والمحيطات بالنفط .
٩. عدد الإجراءات التي يمكن اتباعها للمحافظة على المياه وحمايتها.

الفصل التاسع

التلوث الفيزيائي (البارامتري)

✓ التلوث الفيزيائي شكل من أشكال التلوث البيئي

✓ التلوث الضوضائي (الضجيج)

✓ التلوث الإشعاعي

✓ التلوث الكهرومغناطيسي

✓ التلوث الحراري

✓ التلوث الضوئي

الفصل التاسع

التلوث الفيزيائي (البارامتري)

تمهيد:

لا يوجد تفسير لماذا يسمى تلوث بارامتري أو فيزيائي (طبيعي) لأنه تلوث غير طبيعي أو عكس الطبيعي، وهو يعني تغير القيم الفيزيائية (بارامتر) في الطبيعة كتغير الضوء والحرارة والضوضاء والإشعاع الذري والكهرومغناطيسي، وهذه الأشكال من التلوث مصادرها كثيرة في البيئة المحيطة بالإنسان ولكن شدتها وانتشارها وتأثيرها يختلف من مكان لآخر ومن شخص لآخر بحسب الكثير من العوامل والظروف المؤثرة، وعموماً فإن التلوث الفيزيائي له نتائج سلبية وضارة بالحالة الجسدية العضوية والحالة النفسية والعملية وغيرها، والكثير من هذه التأثيرات ونتائجها لم يحسم بعد ويحتاج إلى مزيد من الدراسات.

٩ - ١ - التلوث الفيزيائي شكل من أشكال التلوث البيئي:

يعد التلوث الفيزيائي من أهم عوامل التأثير الضار في البيئة وفي الحضارة المعاصرة، وهو نتاج تقني (بشري) بالدرجة الأولى، ويرتبط بتغير (بارامتر) القيم الفيزيائية في البيئة كالتغير الراديوي والإشعاعي والحراري والضوئي والكهرومغناطيسي والضوضائي، وزيادة تركيز هذه القيم الفيزيائية عن معدلها الطبيعي المسموح به، والذي تأقلمت معه مختلف الكائنات الحية.

في هذا العصر أصبح الإنسان يعاني من بعض أو كل أشكال التلوث الفيزيائي في كل مكان وزمان وأصبح مرغماً شاء أو ألبى بالتعرض لهذا التلوث، وخطر التلوث الفيزيائي على الإنسان لا يقل عن خطر تلوث الهواء أو الماء أو التربة، ولأنه وبحسب تعريف منظمة الصحة العالمية فإن الصحة تشمل النواحي الفيزيولوجية والاجتماعية والروحية وعندما يؤثر التلوث الفيزيائي سلبيًا في أي ناحية من هذه النواحي فإنه يصبح خطراً على البيئة وعناصرها وعلى حياة الإنسان الذي يعد أهم عنصر من عناصر البيئة،

لكل هذا يعتبر التلوث الفيزيائي بمختلف أنواعه شكل من أشكال التلوث البيئي بشكل عام^{٧٧}.

٩ - ٢ - أنواع التلوث الفيزيائي:

٩ - ٢ - ١ - التلوث الضوضائي (الضجيج):

١ - الصوت والضجيج:

أصبح الضجيج السمة المميزة للعصر الحاضر، إذ يصادفه الإنسان أينما كان وعلى مدار الساعة حيث يرافق الإنسان في نومه وقومه، ولكن يجب التمييز بين الصوت وبين الضجيج. فالصوت (Sound) موجة تستطيع التحرك في الأوساط المختلفة، مثل السوائل (كالماء وغيره) والأجسام الصلبة (كالحديد والجران والخشب وغيره) والغازات (كالهواء) والصوت لا ينتشر في الفراغ، والصوت بعكس الضوضاء له صفة الانتظام والتناسق، ويميز الإنسان الصوت بحاسة السمع وهي أحد الحواس الخمسة، والعضو المسؤول عن ذلك هو الأذن، وعندما يصدر الكائن الحي صوتاً يكون عبارة عن نغمة واحدة أو عدة نغمات، وتكون هي وسيلة الاتصال بين من أصدر الصوت وكائن آخر (المتلقي).

ويتم التمييز بين قوة الصوت وتردد الصوت، وأدنى تردد يسمعه الإنسان يتراوح بين ٢٠ و ٢٠٠ هرتز (Hz) وأعلاه بين ١٦٠٠٠ و ٢٠٠٠٠ هرتز، والهرتز وحدة قياس علمية نسبة إلى العالم هنريخ هرتز ١٨٥٧ - ١٨٩٤ م، وهي تساوي عدد الترددات في الثانية، وتتغير سرعة الصوت بتغير صلابة المادة وكثافتها، ولزوجتها، وتأثرها بالمجال المغناطيسي، وعندما تصل الأمواج الصوتية إلى الأذن فإنها تتحول إلى إشارات تنتقل إلى الدماغ، وتسلك طريقها من الأذن الخارجية إلى غشاء الطبل عبر القناة السمعية، ثم إلى الأذن الوسطى ثم إلى الأذن الداخلية التي يوجد فيها السائل البلغمي، ويحدث السمع في الجزء الحلزوني من الأذن الداخلية، إن حركة الصوت الموجية تنتشر في جميع الاتجاهات

^{٧٧} . محمد محمود سليمان ، ناظم أنيس عيسى : البيئة والتلوث ، مرجع سابق ، ص ٢٩ .

وتسمع عند وقوعها على جهاز السمع (الأذن)، وطالما أن مجال السمع يتراوح كما ذكرنا سابقاً بين ٢٠ و ٢٠ ألف هرتز فإن الترددات التي تقل عن ٢٠ هرتز تسمى تحت أو دون صوتية، والأكثر من ٢٠ ألف تسمى فوق الصوتية^{٧٨}.

٢ - تعريف الضوضاء:

الضوضاء شكل من أشكال التلوث الفيزيائي (البارامتري)، وهي عبارة عن أصوات تحدث في البيئة المحيطة بالإنسان وتكون غير منتظمة، ومزعجة ومتداخلة، وغير متناسقة وغير مرغوبة، تسبب عدم الارتياح والانزعاج والضرر الصحي - العضوي والنفسي - للشخص أو الكائن الحي الذي يتعرض لها، وهي بذلك ذات مصادر متنوعة وآثار متعددة وتعد نوعاً من أنواع التلوث البيئي.

تقاس الضوضاء (الأصوات) بوحدة قياس عالمية تسمى ديسبل (DB) وتقاس بأجهزة قياس خاصة، تحمل باليد وتكون مرقمة ومجهزة لاستقبال الأصوات تحديد شدتها، ومنها جهاز الصونومتر، أما الديسبل (Decibel) واختصارها DB وأحياناً تسمى ديسيبيل وات (decibel (dB) والديسبل هي وحدة قياس لوغاريتمية متفق عليها عالمياً وهي تعطي النسبة بين كميتين فيزيائيتين، مثل القدرة أو الشدة وذلك بالنسبة إلى قيمة مرجعية. يستخدم في الصوت وفي الإلكترونيات. تعني هذه الوحدة اللوغاريتمية أنه إذا زادت القدرة أو الشدة إلى الضعف، يزداد الديسبيل بمقدار ٣ وواحد ديسبيل = ١٠/١ bel أي أن وحدة بل أكبر من الديسبيل عشرة مرات، ووحدة "بل" هي وحدة نادرة الاستخدام، وكلمة بل فقد استخدمت لتكريم العالم الأمريكي ألكسندر غراهام بيل على إنجازاته العلمية ومنها اختراع التلفون، والجدول التالي رقم (١٣) يوضح شدة بعض الأصوات (وحدة الديسبيل: (dB)، والشكل رقم (٩) يبين وحدة قياس الصوت.^{٧٩}

^{٧٨} . المرجع السابق ، ص ١٠٢ . ١٠٥٠٠٠ بتصرف .

^{٧٩} . موسوعة ويكيبيديا (بتصرف) . <https://ar.wikipedia.org/wiki/> انترنت

الجدول رقم (١٣) يبين شدة بعض الأصوات dB

مستوى شدة الصوت dB	شدة الصوت $w \setminus m^2$	نوع الصوت
120	1	الصوت المسبب للألم (طائرة نفاثة فوق الرأس)
100	10^{-2}	طائرة عند الإقلاع* ^{٨٠}
90	10^{-3}	ثقابة الصخور (الكومبرس)
80	10^{-4}	صوت دراجة نارية*
70	10^{-5}	طريق كثيف بالمرور*
60	10^{-6}	التخاطب العادي* (أو صوت ماكينة الخياطة)
20	10^{-10}	الهمس المتوسط الارتفاع*
10	10^{-11}	حفيف الشجر*
0	10^{-12}	الصوت المسموع بالكاد



الشكل رقم (٩) يبين وحدة قياس الصوت.

^{٨٠} - عندما يكون الشخص قريباً من مصدر الصوت

٣ - مستويات الضوضاء وتأثير كل منها:

تم التمييز بين عدة مستويات من الضوضاء بحسب علاقتها بالسمع وتأثيرها بالإنسان، وقد ميز غاديك بين أربعة مستويات للضوضاء المؤثرة في الإنسان وهي :

(أ) - ضوضاء شدتها من ٤٠ - ٥٠ ديسبل، وهي تؤدي إلى ردود فعل نفسية بصورة قلق وتوتر بخاصة لدى الأطفال وطلبة المدارس.

(ب) - ضوضاء شدتها ٦٠ - ٨٠ ديسبل، ولها تأثيرات سيئة في الجملة العصبية.

(ج) - ضوضاء شدتها ٩٠ - ١١٠ ديسبل، و تؤدي إلى انخفاض شدة السمع.

(د) - ضوضاء شدتها أكثر من ١٢٠ ديسبل، وتسبب ألاماً للجهاز السمعي وانعكاسات خطيرة على الجهاز القلبي الوعائي^{٨١}.

٤ - مصادر الضوضاء وتشمل:

أ - ضوضاء وسائل النقل البرية تشمل:

- السيارات بمختلف أنواعها العامة والخاصة، الكبيرة والصغيرة.
- القطارات وعربات السكك الحديدية.
- قطارات الأنفاق (المترو).
- الدراجات النارية وغيرها.

تعد السيارات بمختلف أشكالها من أهم وأخطر مصادر الضوضاء، فإذا علمنا أن عدد السيارات الخاصة والعامة في العالم يزيد حالياً عن ٧٠٠ مليون سيارة أدركنا حجم الكارثة التي تعاني منها البيئة والمجتمع البشري، خاصة في المدن إذ تسبب السيارات نحو ٧٥% من الضوضاء في المدن، ويعاني أكثر من ٦٠% من سكان المدن - بالأخص في الأحياء المركزية والشوارع الرئيسية في مدن العالم الكبرى - من التأثيرات السلبية

^{٨١}. محمد عبده العودات ، عبد الله بن يحيى باصهي : التلوث وحماية البيئة ، مرجع سابق ، ص ١٠٥ .

للضوضاء، لأسباب كثيرة منها القضاء على الغطاء الشجري، لأن الأشجار كما هو معروف تخفف كثيراً من شدة الضوضاء.

يقدر أن شدة الضوضاء في بعض مدن الشرق الأوسط تزيد عن ١٠٠ ديسبل، وشدة الضوضاء تتزايد بشكل مستمر ولا توجد أدلة على تراجع أو انخفاض حدتها، بل بالعكس تزداد شدتها وانتشارها لتصل إلى المناطق الريفية والسياحية، وكذلك فإن القطارات وعربات السكك الحديدية كلها تتسبب في المزيد من الضجيج، علماً أن شدة ضوضاء وسائل النقل ترتبط بشكل عام بنوع العربة وعمرها ووزنها وحجمها وحمولتها ونوع الوقود المستخدم فيها وغير ذلك.

ب - ضوضاء وسائل النقل الجوية:

تشمل ضوضاء الطائرات بمختلف أنواعها الحربية والمدنية، خاصة أثناء احتراق حاجز الصوت، وأثناء عمليات الإقلاع والهبوط في المطارات وهذا يرتبط بنوع ونموذج الطائرة ومستوى الطيران ومكان المطار، ونظراً لخطورة ذلك فإن الكثير من دول العالم حددت قوانين ناظمة لبناء المطارات، وبشكل تكون بعيدة عن المدن بمسافة تزيد عن ٣٠ كلم، وتحيط بها أحزمة حماية محددة الاستخدامات، ويوجد فيها أجهزة لقياس شدة الضوضاء، والمشكلة في موقع المطارات هو توسع المدن عمرانياً كما في مدينة دمشق ومدينة جدة. أضف إلى ذلك الضوضاء الناجمة عن إطلاق الصواريخ الحاملة للمركبات الفضائية والأقمار الصناعية، وتبلغ شدة الضوضاء الناجمة عنها ١٥٠ ديسبل.

ج - ضوضاء المنشآت الصناعية:

تعد المنشآت الصناعية من المصادر المهمة للضوضاء وتنجم عن عمل المحركات وحركة الآلات وعمليات الطرق والطحن والضغط والقطع والثقب والتصادم، وأحياناً تزيد شدتها عن ١٠٠ ديسبل، وتشكل خطراً كبيراً خاصة على عمال هذه المنشآت، وقد تم حصر أكثر من ٥٠٠ مهنة في العالم يتعرض أصحابها إلى التلوث الضوضائي.

د - ضوضاء المنزل والجوار:

تنجم هذه الضوضاء عن الأجهزة الكهربائية في المنزل، والتي تغلغت بشكل عاصف في حياة الإنسان مؤخراً، وتختلف شدة الضوضاء الناجمة عنها باختلاف أنواعها وموديلاتها وتصنيعها وفترة استخدامها ووعي سكان المنزل لخطورة الضوضاء الناجمة عنها، كما أن بكاء الأطفال والاحتفالات وربما المشاجرات، وعمليات الإصلاح والترميم وحركة الناس في المحال التجارية والباعة الجوالين والفهم الخاطئ لمعنى الحرية داخل المنزل أوفي الجوار المحيط به.

هـ- الضوضاء الخلفية (الخفية):

تستقبل اذن الإنسان قسماً ضئيلاً من الطيف الواسع للأصوات والواقع بين ١٦ و ٢٠ ألف هرتز، ولكن يوجد أشكال من الضوضاء تسمى الضوضاء الخفية، وهي الضوضاء التي تصل إلى الإنسان أينما كان ومصادرها غير محددة بدقة، ومن أنواعها:

(a) ضوضاء الارتجاج أو الاهتزاز: ومن مصادرها وسائل النقل خاصة قطارات الأنفاق، وكذلك الأجهزة الصناعية والهندسية والكهربائية، ولها على الإنسان تأثيرات سلبية مباشرة أو غير مباشرة، واضحة أو مجهولة.

(b) الضوضاء تحت الصوتية أو دون السمعية: وهي الترددات الصوتية المنخفضة والأدنى من سماع الأذن البشرية (أي دون ٢٠ هرتز)، ولا يمكن سماعها ولكن يمكن تحسسها وتستقبلها الأذن البشرية بشكل ينفذ إلى الجسم ومصادرها متنوعة، إما طبيعية كالزلازل أو العواصف أو الأنواء البحرية، أو صناعية كأجهزة التكييف، ووسائل النقل، والآلات الثقيلة، وهذه الضوضاء تحت الصوتية تؤذي الجسم كله، العين والقفص الصدري، والعمود الفقري، والأذن، والأيدي والأذرع والأصابع، وتسبب الإرهاق العصبي والوهن والتعب خاصة لدى سكان المدن^{٨٢}.

^{٨٢}. ماري كلاروت ، رينيه شوشول : الضوضاء ، ترجمة ناديا الجندي ، بيروت ، ١٩٩١ م ، ص ٣٠ .

(C) الضوضاء فوق الصوتية: وهي الضوضاء الناجمة عن الترددات الصوتية العالية (أكثر من ٢٠ ألف هرتز)، وهي غير مسموعة ولكنها تستطيع أن تخترق وحتى تمزق أنسجة الجسم كما هو الحال في ماكينة حفر الأسنان مثلاً، وعموماً فإن مصادر هذه الضوضاء بالدرجة الأولى الموجات فوق الصوتية المستخدمة في المجالات الطبية (الايكو، الدوبلر الخ..)، أو في المجالات الصناعية، وهذه الضوضاء تؤدي إلى الإصابة بأعراض مختلفة منها الطنين والصداع والتعب والغثيان وغيره^{٨٣}.

٥ - الآثار الناتجة عن الضوضاء :

يجب التمييز بين هنا بين الضوضاء وبين الصوت فالأصوات حاجة ضرورية للإنسان كصوت زقزقة العصفير والشلالات المائية والرياح العادية والموسيقا وغيرها، والإنسان لا يستطيع العيش في عالم خال من الأصوات، والسكون المطبق يعتبر شكلاً من أشكال التعذيب، ولكن الضجيج أمر مختلف وهو ليس شراً معاصراً فقط، ولكن الإنسان ومنذ القدم كان يشتكى من الضوضاء، وقد عدها دانتي في الكوميديا الإلهية من اختراع الشيطان، واستخدمها الصينيون القدماء كوسيلة للإعدام، واستخدمت في الحروب لإخافة الأعداء، واستخدمت من قبل النازية واسرائيل وربما غيرهم كوسيلة لتعذيب المساجين وانتزاع المعلومات منهم.

يقدر أن أكثر من ثلث سكان العالم (أي نحو ٢,٥ مليار نسمة) يعانون من الضوضاء، ويمكن اعتبار الضجيج قرينة من قرائن التخلف يضاف إلى مثلث التخلف الذي تعاني منه (الفقر والجهل والمرض) ليصبح مربع التخلف (الفقر والجهل والمرض والضجيج)، وبين البحث أن هذا التلوث ليس شراً مطلقاً: إنه من صنع الإنسان ويمكنه التخفيف من حدته وآثاره.

ومن الآثار المختلفة للضوضاء يمكن أن نذكر ما يلي:

أ - تأثير الضوضاء في حاسة السمع:

^{٨٣} - محمد محمود سليمان، ناظم عيسى: البيئة والتلوث، مرجع سابق، ص ١٢٣، بتصرف.

تؤثر الضوضاء سلباً في حاسة السمع وهي إحدى الحواس الخمس التي ميز الله سبحانه وتعالى بها الإنسان، ويفضل السمع يصبح الإنسان كائن اجتماعي، ولكن الضوضاء تؤثر في هذه الحاسة وتؤدي بها إلى التشوش أو الضعف أو فقدان المؤقت أو الكلي وهذا يختلف باختلاف عدة عوامل تتعلق بالضوضاء وشدتها من جهة وبالإنسان وعمره وحالته الصحية من جهة أخرى، لأن كل إنسان يستقبل الضوضاء بشكل مختلف باختلاف بنيته الجسدية والروحية وغير ذلك، ويتفق خبراء سلامة وصحة العمل على حد أعلى لتعرض الإنسان لشدة الصوت يبلغ ٨٥ ديسيبل، إذ إن زيادة هذه الشدة لفترة طويلة تقود إلى أضرار في حاسة السمع. والجدول رقم (١٤) يوضح تأثير الضوضاء في جهاز السمع (الأذن)^{٨٤}.

ب - تأثير الضوضاء في الحالة النفسية:

تؤدي الضوضاء إلى تأثيرات نفسية سيئة، منها الاكتئاب والقلق والتوتر وعدم النوم والتشنج والغضب واضطرابات عصبية وفكرية وغيرها وهذا بالطبع يرتبط بشدة الضوضاء ومصدرها وزمن حدوثها ومدتها ونوع المعلومات التي تحملها، وكذلك جنس الإنسان وحالته الصحية، وتؤدي الضوضاء إلى اضطراب النوم وتكرار الاستيقاظ، وتعطيل المشاعر الحساسة والتأمل المريح والتفكير السليم، وتؤثر سلباً في الساعة البيولوجية (الداخلية) في الإنسان.

هذا بالنسبة للضوضاء والضجيج، ويختلف الأمر بالنسبة للأصوات الهادئة والمريحة، حيث إنّ الأصوات التي تصاحب الإنسان طيلة حياته من المهد إلى اللحد لها أهمية كبيرة، وقد لاحظ الناس منذ أقدم الأزمنة هذا الأمر وعزوا للموسيقى قوة سحرية، وكان الأطباء الإغريق يقسمون الألحان من حيث المشاعر التي تولدها لدى الإنسان إلى أربعة أنواع هي: الأول - الفريجي الذي يثير البسالة والشجاعة، والثاني - الليدي الذي يعبر عن الحزن والأسى، والثالث - الأيولي الذي يثير الغبطة، والرابع - الدوركي الذي

⁸⁴ - Kolocov . O . V ; Khominco . N . P ; Environment Conservation , High School Press, Kiev 1986 , P . 131 . (باللغة الروسية)

يشير المهابة والانشرح، وكان يتم علاج بعض الأمراض وفقاً لهذا التقسيم للموسيقا، وقد ثبت بأن أصوات حفيف أوراق الأشجار وتغريد الطيور وخرير مياه الجداول والشلالات وهدير البحار تؤثر بشكل صحي وعلاجي في الجهاز العصبي، ووظائف غدد الإفراز الداخلي، وتعطي طاقة إيجابية للشخص^{٨٥}.

الجدول (١٤) تأثير الضوضاء في جهاز السمع.

ت	شدة الضوضاء (ديسبل)	نوع الصوت	التأثير على جهاز السمع
١	٠	هدوء تام	عتبة السمع
٢	١٠	وشوشة، حفيف أوراق الشجر	تأثير إيجابي ومحبب
٣	٢٠	في منزل مريح	= = =
٤	٣٠	حديث هادئ	معدل شدة الصوت ليلاً
٥	٤٠	حديث عادي	= = = نهاراً
٦	٥٠	حديث في مؤسسة	ضوضاء مرهقة
٧	٦٠	حديث قوي	= =
٨	٧٠	ضوضاء الشارع مع حركة عادية	= =
٩	٨٠	ضوضاء جهاز المخرطة	= =
١٠	٩٠	ضوضاء الأوتوستراد مع حركة كثيفة	تشوش جهاز السمع
١١	١٠٠	ضوضاء في أنفاق المترو أثناء مروره	تشوش جهاز السمع
١٢	١١٠	ضوضاء طائرة نفاثة	تخريب جهاز السمع
١٣	١٢٠	رعد قوي، إطلاق صاروخ	بداية المرض
١٤	١٣٠	ضوضاء موسيقا كهربائية شديدة	تأثير تدميري
١٥	١٤٠	ضوضاء إقلاع طائرة نفاثة	الإحساس بالألم
١٦	١٥٠	ضوضاء إقلاع طائرة نفاثة فوق صوتية	ألم يصعب تحمله

^{٨٥} - إيغور أدايشيف: الإنسان والبيئة، دار مير للطباعة، موسكو ١٩٨٥، ص ١١٨ - ١١٩، بتصرف.

ج - تأثير الضوضاء في الحالة الصحية:

إن أشكال الضوضاء المختلفة كالدق والهدير والصفير والصرير وغيرها تؤثر سلباً في صحة الإنسان، وللضوضاء تأثيرات ذات صفة تراكمية تتجمع في الجسم من يوم لآخر وتضر الأعصاب وترهق الجهاز العصبي، وتؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، وتغير في إيقاع ضربات القلب وانقباض الأوعية الدموية، وتأثيرات سلبية في عملية التنفس بحيث يصبح عميقاً وبطيئاً، وتشننج وتغير في حالة العضلات، واضطراب حركة العين والتوازن ككل، واضطراب عمليات الهضم وإفراز الغدد، وتؤدي في نهاية الأمر إلى اختلال في الصحة والوظائف الفيزيولوجية وفي الساعة البيولوجية في الإنسان وتقد تقصر عمره بالنتيجة.

د - تأثير الضوضاء في القدرة الإنتاجية:

الضوضاء تؤثر سلباً في كفاءة الإنسان وقدرته على العمل والأداء وتؤدي إلى الوقوع في الأخطاء وعدم القدرة على التركيز وسوء القدرة على العمل وتدني الإنتاج، والضوضاء تعيق العمل الفكري أو العضلي، وتعرقل البراعة والمهارة والسرعة في الحركة ونقل الأفكار والمعلومات بشكل صحيح، وتؤدي الضوضاء الشديدة والمتواصلة إلى خفض القدرة الإنتاجية للعامل بمقدار يتراوح بين ٢٠ و ٦٠%، وكل هذا يسبب حدوث خسائر اقتصادية كبيرة.

٦ - الإجراءات التي يمكن القيام بها للحد من التلوث الضوضائي:

في هذا العصر لا يمكن القضاء على الضوضاء؟؟ ولكن يمكن التخفيف من حدتها ومن آثارها السلبية على البيئة والإنسان من خلال القيام بمجموعة من الإجراءات الهندسية والتقنية والتنظيمية والتربوية والإدارية والقانونية وغيرها.
ومن هذه الإجراءات نذكر:

١ - تنظيم حركة المرور ومراقبة عمل وأداء المحركات في السيارات وتحسين أدائها.

٢ - التخطيط العمراني والهندسي الجيد للأبنية والمنشآت المختلفة، وأخذ مسألة الضوضاء بالحسبان، بما في ذلك استخدام أو بناء حواجز الضجيج - الزجاجية أو الإسمنتية أو المعدنية أو غيرها.

٣ - نشر الوعي البيئي والتعريف بأخطار الضوضاء، والاستفادة من الوسائل المتاحة في ذلك.

٤ - توسيع الشوارع، وزيادة المساحات الخضراء لأن الحواجز الشجرية تخفف شدة الضوضاء.

٥ - إجراءات تتعلق بالمطارات وإبعادها عن المدن وتنظيم المناطق المحيطة بها.

٦ - تنظيم مواقع خاصة للمناطق الصناعية والحرف والورش الصناعية وعزل الآلات وتثبيتها.

٧ - إصدار القوانين والتشريعات البيئية المتعلقة بالتلوث الضوضائي..... الخ

٩ - ٢ - ٢ - التلوث الإشعاعي كنوع من أنواع التلوث البارامتري:

تمهيد:

تمّ الحديث سابقاً في فصل تلوث الغلاف الجوي عن التلوث الإشعاعي من المصادر الطبيعية، ثم عن التلوث الإشعاعي من المصادر البشرية، وهنا في هذا الفصل يجري الحديث عن التلوث الإشعاعي كشكل أو نوع من أنواع التلوث البارامتري (الفيزيائي) والحديث عن استخدامات الأشعة في المجالات التي تسبب تلوثاً إشعاعياً فيزيائياً يضر الإنسان ويسبب له الأمراض والأذى.

لقد استخدمت المواد المشعة في مجالات مهمة في حياة الإنسان، في المفاعلات النووية والمختبرات الطبية الإشعاعية، والغواصات النووية وكذلك المحطات الفضائية وفي مجالات الصناعة والزراعة والبحث العلمي وغيره وهذا الاستخدام يمكن أن يؤدي إلى حوادث تسرب إشعاعي وتسبب الكثير من المشكلات الصحية والإيكولوجية.

١) - مصادر التلوث الإشعاعي الناجم عن الاستخدامات السلمية *:

أ - إنتاج الطاقة الكهربائية من المفاعلات النووية ومخاطره:

تعد المفاعلات النووية من المصادر النظيفة للطاقة، وحالياً يقدر أن أكثر من ربع الطاقة الكهربائية المستخدمة في العالم مصدرها محطات الطاقة النووية، ويقدر أن عدد هذه المحطات زاد عن ٥٠٠ محطة في نحو ٤٠ دولة من دول العالم، ولكن هذا النوع هذه المحطات في الحالة العادية ينبعث منها إلى الجو كميات قليلة من الكربون المشع (C-14) واليود المشع (I-131) أما في حالة الحوادث أو الكوارث فالأمر مختلف ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تسرب إشعاعي وتلوث الهواء والماء والتربة والبيئة بشكل عام، وقد جرى الحديث عن ذلك في غير مكان من هذا الكتاب.

ب - استخدام الأشعة في الصناعة وأضرارها:

أصبح مجال استخدام الأشعة الذرية في الصناعة واسعاً للغاية، حيث تستخدم في تحليل الخامات المستخدمة في الإنتاج الصناعي لمعرفة التركيب الكيميائي للخامات وعناصرها، كما تستخدم الأشعة الذرية في تصنيع الحديد والصلب وصناعة الإسمنت والسيراميك والسيارات والطائرات وقياس ورصد ومراقبة سمك الصفائح المعدنية، وفي صناعة المناديل الورقية والمنسوجات والصحف والبلاستيك وأفلام التصوير والأواني الزجاجية وغيرها^{٨٦}. وفي كثير من الحالات يمكن أن يحدث تسرب إشعاعي مختلف نسبياً، ويتأثر به العاملون في هذه المجالات، أو القاطنون بالقرب منها.

* - ملاحظة : تم الحديث عن التلوث الإشعاعي الناجم عن الأنشطة البشرية خاصة في مجال المفاعلات النووية والاستخدامات في الحروب وغيرها ، في فصل تلوث الغلاف الجوي .

^{٨٦} . عبد الحميد حلمي الجزار ، محمد عبد الحميد صقر : الإشعاع الذري واستخداماته السلمية ، مرجع سابق ، ص

ج - استخدام الأشعة في الزراعة وفي حفظ المواد الغذائية :

تستخدم المواد المشعة في الحصول على بذور ذات إنتاجية عالية ومقاومة للأمراض، كما تستخدم في مكافحة الحشرات والآفات الضارة بالمحاصيل الزراعية بخاصة من خلال جعل هذه الحشرات عقيمة وعاجزة عن التكاثر والانتشار. كما أن المواد المشعة صارت تستخدم في حفظ المواد الغذائية النباتية والحيوانية عن طريق تعقيم هذه المنتجات كالخضار والفاكهة واللحوم وغيرها قبل تعليبها حيث يتم تعريضها لجرعة مناسبة من المواد المشعة وهذا ما يسمى الحفظ بالتشعيع، وهذه الطرائق والأساليب قد تسبب تأثيرات ضارة بالصحة البشرية وتحتاج إلى مزيد من الدراسات والبحوث لاستقصاء أية تأثيرات وأخذ الاحتياطات اللازمة والتغلب على أية عقبات أو مشكلات في هذا المجال.

د - استخدام الأشعة في الأبحاث العلمية:

أسهمت الأشعة الذرية بقدر كبير في مجال البحث العلمي ولا يزال نطاق استخدامها يتوسع في هذا المجال ليشمل عدداً كبيراً من جوانب البحث العلمي، ومنها على سبيل المثال استخدامها في الأبحاث الجيولوجية، حيث تدرس طبيعة وتكوين الكرة الأرضية لمعرفة العناصر المكونة لصخورها وتحديد العمر المطلق لها، من خلال معرفة عمر النصف لبعض العناصر المشعة مثل عنصر اليورانيوم ٢٣٨ و الكربون المشع ١٤، وكما هو معروف فإن استخدام المواد المشعة في مجالات البحث العلمي ينطوي على مخاطر وأضرار متنوعة يجب أخذها بالحسبان.

هـ - الأضرار الناتجة عن استخدام الأشعة في المجالات الطبية:

تستخدم المواد المشعة المؤينة والنظائر المشعة في عدة مجالات طبية منها:

١ - استخدام المواد المشعة في مجال التشخيص الطبي:

من أجل معرفة وجود مرض ما وتحديد مكانه وحجمه وغير ذلك يتم استخدام التصوير الطبي الشعاعي، وكذل للكشف عن الأمراض والكسور والإصابات المختلفة،

كما تستخدم في الطب النووي للكشف عن الأورام، أو إجراء التصوير والمسح الإشعاعي لأي عضو من أعضاء الجسم.

عند إجراء صور شعاعية بالأشعة السينية، لأي عضو من جسم الإنسان، فإنه يتعرض للمواد المشعة، ويختلف تأثير ذلك باختلاف الجرعة الإشعاعية، ومدى تكرارها، والعضو الذي يتعرض لها، في الرأس أو الصدر أو غيره، ويقدر أن الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان أثناء إجراء صورة شعاعية واحدة للصدر هي نحو ٢٥ ميلي ريم، وتأثير المواد المشعة لا يشمل المصابين فقط ولكنه يشمل أيضاً الأطباء والفنيين وغيرهم من القائمين بهذه العمليات في حال عدم إتباع الأساليب العلمية الصحيحة.

٢ - استخدام المواد المشعة في مجال العلاج الطبي:

حيث يوجد عدة أشكال للعلاج بالإشعاع منها العلاج الخارجي الذي يتم باستخدام عناصر مشعة محددة وبطرق علمية مدروسة ومحددة من قبل الطبيب المعالج والكادر المختص بذلك الذي يحدد كمية الجرعة المعطاة للمريض وزمن التعرض لها وطريقة إعطائها، بحيث تحقق الحماية والأمان للمريض وللعاملين في هذا المجال.

ومنها العلاج الداخلي للمرض الذي يتم عن طريق حقن المريض بمواد مشعة مثل اليود ١٣١ أو السترنثيوم ٨٩ أو غيرها للمعالجة أو للمسح الإشعاعي (الومضاني) وقد يعطى اليود ١٣١ عن طريق الفم في بعض الحالات لعلاج أمراض الغدة الدرقية.

٣ - استخدام النظائر المشعة في مجالات طبية أخرى:

تستخدم النظائر المشعة بعض التحاليل الطبية المخبرية المناعية للهرمونات أو غيرها، كما تستخدم في صناعة بعض الأمصال الطبية، وفي تعقيم المشافي وغيرها. أخيراً لا بدّ من التنويه بأن المواد المشعة توجد في بعض الأدوات المنزلية الخزفية التي تحوي على اليورانيوم (من المصدر أي من المادة الخام الأولية المأخوذة من صخور القشرة الأرضية التي تحوي عنصر اليورانيوم) كما توجد في كواشف الدخان التي تستخدم للكشف عن الحرائق في الفنادق والمؤسسات والأبنية المختلفة، وقد يحدث تسرب إشعاعي من مصدر

ما بسبب الجهل والعبث بالمواد المشعة لسرقتها أو بيعها (مثل حادثة سرقة مولد سيزيوم من عيادة طبيب في غويانا بالبرازيل سنة ١٩٨٧ وتفكيكه والعبث به).

٢) عواقب استخدام المواد المشعة:

إن المواد المشعة تؤثر سلباً في الخلايا الحية للإنسان وغيره من الكائنات الحية، وقد تكون هذه التأثيرات مباشرة أو غير مباشرة، وقد تكون مبكرة وسريعة وقد تكون متأخرة، وقد تصبح وراثية جينية من خلال تغيير تركيب الكروموزومات (الصبغيات) وإحداث تحولات وراثية جينية في الصفات الوراثية (هذا يرتبط غالباً بالفترة الزمنية بين التعرض للإشعاع وحدوث الحمل).

إن التلوث الإشعاعي يؤدي إلى حدوث تغييرات بيولوجية وكيميائية في الخلايا الحية تؤثر على الأحماض النووية المسؤولة عن الانقسام الخلوي مما يؤدي إلى تلف الخلية أو موتها، والإشعاع يكون تأثيره مباشراً في من يتعرض له، أو غير مباشر على الأجيال، وهو ما يعرف بالتأثير الوراثي^{٨٧}.

يرتبط تأثير المواد المشعة في الكائنات الحية بعدة عوامل منها:

- مدة التعرض للإشعاع.
- نوع الإشعاع.
- كمية أو معدل الجرعة الإشعاعية.
- نوعية الكائن الحي ومقدرته على تحمل المواد المشعة.

إن التلوث الإشعاعي الذي يصيب الإنسان أو غيره من الكائنات الحية، يمكن أن يحدث بسبب التماس المباشر مع المواد المشعة (تلوث خارجي)، أو يحدث بسبب تناول شراب أو طعام ملوث إشعاعياً، أو استنشاق الهواء الملوث إشعاعياً (تلوث داخلي)، وتأتي خطورة المواد المشعة مثل السترونشيوم ٨٩ و ٩٠ واليود والسيزيوم وغيره، كونها تدخل إلى جسم الإنسان من دون شعور منه، كذلك كونها ذات صفة تراكمية،

^{٨٧} . منال جلال محمد عبد الوهاب : أسس الثقافة الصحية ، مكتبة الرشد ، الرياض ، ١٤٢٥ هـ ، ص ٣٦٢ .

حيث تنتقل إلى الإنسان والكائنات الحية النباتية والحيوانية مع زيادة التركيز في كل مرحلة من مراحل انتقالها عبر السلسلة الغذائية، وتسبب أمراضاً مختلفة منها السرطانية والمعوية والجلدية وحدوث خلل في النظام البيئي ككل، والشكل (١٠) يبين مصادر التلوث الإشعاعي الطبيعي والصنعي الذي يتعرض له الإنسان.



شكل (١٠) يبين مصادر التلوث الإشعاعي الطبيعي والصنعي الذي يتعرض له الإنسان.

ز - الإجراءات التي يمكن القيام بها للحماية من التلوث الإشعاعي:

- ١ - التخلص السليم من النفايات المشعة السائلة والصلبة.
- ٢ - تبادل المعلومات بين الدول والمنظمات والهيئات عن المواد المشعة.
- ٣ - تبادل الخبرات الفنية بين دول العالم.
- ٤ - استخدام وسائل تقنية متطورة للكشف عن تسرب المواد المشعة، والإعلان عن ذلك ومكافحته.

٥ - تحديد تراكيز الإشعاع المسموح بها في كل نظام بيئي (ماء، هواء، تربة، غذاء).

٦ - الاستعداد والتدريب لمواجهة أية مخاطر إشعاعية محتملة.

٩ - ٢ - ٣ - التلوث الكهرومغناطيسي:

١ - مصادر وأسباب التلوث الكهرومغناطيسي:

إن مصادر التلوث الكهرومغناطيسي كثيرة جداً والموجات الكهرومغناطيسية الصادرة منها غالباً هي من نوع (جيجا - سيكل) وهي تتم ضمن تردد موجي فوق عالٍ ومن خصائصه سرعة اختراق الأجسام أياً كان نوعها، ومصادر التلوث الكهرومغناطيسي كثيرة جداً ونذكر منها:

أ - الأجهزة والأدوات الكهربائية المنزلية، مثل: التلفاز، الراديو، الحاسوب، الثلاجة، البراد، المايكرويف، الفرن الكهربائي، المكنسة الكهربائية، الغسالة، مجفف الشعر، المكواة، التلفون اللاسلكي، والأجهزة الرقمية المنزلية، وينتج عن كل من هذه الأجهزة المنزلية حقول كهرومغناطيسية، تختلف مساحتها وشدتها وتأثيرها من جهاز لآخر، ومن ظرف وشخص لآخر لأسباب متعددة، ويقل تأثيرها كلما تم الابتعاد عنها.

ب - الحاسوب، والأجهزة الكهربائية الملحقه، في المكاتب، أو غيرها من قاعات التدريب والطباعة والنسخ، وربما قاعات المؤتمرات والمحاضرات وغيرها، وعموماً أصبح الحاسوب والأجهزة المرافقة من طابعة وناسخة وفاكس وأجهزة تصوير وغيرها، واسعة الانتشار في المنزل والمكتب وغيره.

ج - خطوط الكهرباء ووسائل نقل الطاقة، وتشمل خطوط نقل الطاقة ذات التوتر العالي أو المتوسط أو العادي، وكذلك أسلاك نقل الطاقة ضمن الجدران وغيرها، وهذه الخطوط تمتد في كثير من الأحيان فوق البيوت والمناطق السكنية، وينتج عنها حقول مغناطيسية تشد قوتها، ويزداد خطرها كلما اقترب الإنسان منها.

د - الاتصالات اللاسلكية، خاصةً عبر الهاتف الجوال، وموجات البث والإرسال الراديوي والتلفزيوني، التي تبث بواسطة الأقمار الصناعية، ويتم استقبالها من خلال الصحن اللاقطة، وهي أيضاً تسبب موجات كهرومغناطيسية بذبذبات مختلفة وتأثيرات مختلفة أيضاً.

هـ - الأجهزة الطبية، مثل أجهزة التصوير الشعاعي العادي والمرنان المغناطيسي، وأجهزة الإيكو، وتفتيت الحصى، وتصوير وتخطيط القلب، والدماغ وغيره.

و - الأجهزة العسكرية، للتوجيه، والمراقبة، والاتصالات كالرادارات وغيرها.

ز - الأجهزة الرقمية وأنظمة الإدارة والتوجيه الإلكترونية في كثير من الأماكن، مثل المطارات، ومحطات نقل الركاب، والموانئ وغيرها.

ح - الأجهزة والأدوات والمعدات الصناعية مختلفة الحجم والقوة والتأثير، التي توجد في المعامل والمصانع، والورش، وغيرها من المعدات التي ينتج عنها حقول تأثير كهرومغناطيسية مختلفة.

ط - شحنات الكهرباء الساكنة، الناتجة عن السجاد والموكيت والألبسة والحوارب وغيرها، بخاصة تلك المصنعة من خيوط النايلون والخيوط التركيبية .

ي - يوجد مصادر أخرى لها علاقة بالكهرومغناطيسية في الطبيعة مثل الصواعق، وظاهرة الكلف أو البقع الشمسية التي يرافقها تغير في المجالات الكهرومغناطيسية.

٢ - تأثير التلوث الكهرومغناطيسي:

أ - تأثير المجالات الكهرومغناطيسية بشكل عام:

إن معظم المجالات الكهرومغناطيسية السابقة الذكر لها تأثيرات مختلفة ليس على الإنسان والكائنات الحية فقط وإنما على أشياء أخرى وأمور كثيرة تجري في الحياة والطبيعة، ويعتقد أن المجالات الكهرومغناطيسية تؤثر في عمل الخلايا والدماغ وتصيبها بالأذى والأمراض السرطانية والعصبية والدموية، وربما تسبب تشوه الأجنة أو حدوث التخلف العقلي، وغيرها من التأثيرات المعروفة وغير المعروفة^{٨٨}.

فالإنسان ومنذ تكونه جنينا يقع تحت تأثير الإشعاع الكهرومغناطيسي الناجم عن تغير الصفات الكهرومغناطيسية في المنازل، وأماكن العمل وفي البيئة بشكل عام. يعتقد أن المجالات الكهرومغناطيسية تؤثر في عمل الخلايا الدقيقة، وتسبب عدم انتظام في التركيب البيولوجي، وتسبب عدة أمراض سرطانية وعصبية ودموية. إن الجهاز العصبي والقلب والأوعية الدموية هي الأكثر تأثراً بالحقول الكهرومغناطيسية، والقلب يعد جهازاً بيوكهربائياً ذاتي الحركة، ويتفاعل مع الإشارات الكهربائية، وينعكس ذلك بأوجاع الرأس والإرهاق وقلة الانتباه والقلق وربما الاكتئاب، كما أن بعض الدراسات والأبحاث تدرس احتمال تأثير الحقول الكهرومغناطيسية على أجهزة التناسل والإنجاب عند الإنسان، وعلى النساء الحوامل، والتسبب بالإجهاض المفاجئ، أو ولادة أجنة صغيرة أو مشوهة، وتؤثر الحقول الكهرومغناطيسية من جملة ما تؤثر على العينين وأجزائهما المختلفة، كما تسبب الإصابة بأورام خبيثة.

إذا كان الحذر تجاه التلوث الكهرومغناطيسي مطلوب جداً، وأنه تم التأكد من وجود علاقة قوية بين التعرض للتلوث الكهرومغناطيسي وبين الإصابة ببعض الأمراض، فإنه يجب لفت الانتباه إلى أن الاتفاق والإجماع حول نتائج بعض الأبحاث في هذا المجال

^{٨٨} . سمير رضوان : التلوث الخفي من المفاعلات النووية إلى الأجهزة المنزلية ، مجلة العربي ، العدد ٤٠٧ ، الكويت ،

تشرين الأول ١٩٩٢ ، ص ٧٧ - ٨٣ .

ما زال مفقوداً. ولكن من المهم جدا التنويه إلى أن الدراسات بينت أن الحقل المغناطيسية الناتجة عن الأجهزة الكهربائية تنخفض بشكل كبير كلما تم الابتعاد عن الجهاز.

ب - أضرار الحاسب الآلي والأجهزة الكهربائية:

تمتلك جميع المنازل تقريباً أجهزة كهربائية منزلية مثل الأفران الكهربائية، وأجهزة التكييف، وأجهزة التدفئة، وأفران الميكروويف، والأجهزة الصوتية، وأجهزة التلفاز، والحاسبات الآلية.

كل تلك الأجهزة تساهم في تهيئة الراحة لنا، ولكنها في نفس الوقت تخلق مجالات مغناطيسية وتنتج أيونات موجبة. حيث ينتج جهاز التلفاز أو شاشة الحاسب الآلي مليون أيون موجب في الدقيقة. وبما أن تركيز تلك الأيونات على أشده قرب المصدر المنتج، فإن الحاسب الآلي، والذي دائماً ما يكون على بعد حوالي ذراع من المستخدم، أكثر خطورة من التلفاز، والذي عادة ما نشاهده من مسافة أبعد من ذلك. أي أنّ الشحنات الكهربائية تتضاعف بشكل كبير كلما زاد الاقتراب من المصدر، والجدول رقم (١٥) يبين تغير مستوى الحقل المغناطيسي بالمسافة.

الجدول (١٥) يبين تغير مستوى الحقل المغناطيس

اسم الجهاز أو المصدر	المسافة	مستوى الحقل المغناطيسي (ميكرو تسلا) (μt).
تلفزيون	٢.٥ سم	٥٠٠ - ٢٥
تلفزيون	١٠٠ سم	١.٥ - ٠.٥
مكواة الملابس	٢.٥ سم	٣٠٠ - ٨٠
مكواة الملابس	١٠٠ سم	٠.٢ - ٠.١
خط توتر عالٍ	تحت الخط مباشرة	٣٠
خط توتر عالٍ	على بعد ١٥ متر	٦.٥

ج - تأثير الكمبيوتر:

بالنسبة للكمبيوتر فإن استخدامه لفترة طويلة بشكل غير صحي وبدون وسائل حماية يؤدي إلى زيادة احتمال الإصابة بأمراض الجهاز العصبي والجهاز الهرموني، وأمراض القلب، والعيون، والإجهاد الذهني، والقلق، ومشكلات صحية لدى النساء الحوامل وأجنتها، كما أن الكمبيوتر يسبب الإصابة ببعض الأمراض الجلدية الناجمة عن شحن كهربائي لذرات الهواء المحيطة بالكمبيوتر، والتي قد تسبب بعض الحساسية والالتهابات الجلدية، وذبذبات الإشعاع الصادرة من شاشة الكمبيوتر قد تحدث زيادة في النشاط الكهربائي للمخ بسبب إثارة خلايا منقطة-ة الإبصار، وبالتالي قد يصاب المستخدم بنوبات تشنج وإغماء وصرع، كما أنّ الجلوس لفترات طويلة أمام جهاز الكمبيوتر قد يثير عضلات العنق ويسبب انقباضها، مما يؤدي إلى آلام حادة في منقطة-ة العنق ومؤخرة الرأس، الذي يطلق عليه علمياً "ص-داع ال-توت-ر". ولذلك ينصح بالابتعاد عن شاشة الحاسب نحو ٥٠ سم، وعن شاشة التلفاز نحو ٤ متر.

د - تأثير الهاتف الجوال:

إن المعلومات عن تأثير الهاتف الجوال (الموبايل) متضاربة، وهذا يعود لعدة أمور منها دور الشركات المصنعة له والمستفيدة منه، وعدم القدرة أحياناً على حسم نتائج الأبحاث المتعلقة بتأثيراته السلبية، وربما عدم رغبة المستهلك في تصديق تلك النتائج، وهذا الأمر ينطبق على الكثير من الأمور المتعلقة برفاهية الإنسان ووسائل راحته، ولكن بشكل عام فقد تولدت قناعة أكيدة لدى الكثيرين بمخاطر الجوال وتأثيره السلبي الفيزيولوجي والهرموني والعصبي على جسم الإنسان، وبالتالي ضرورة استخدام الجوال بشكل صحي وسليم، ولولا المخاطر الناتجة عنه لما عمدت الشركات المنتجة إلى التنبيهات والتوصيات المعاكسة.

في تقرير نشرته الجمعية البريطانية لأطباء الجلد بين بأن الهواتف النقالة والمصنوع غلافها من مركب النيكل قد تؤدي إلى حدوث أكزيما التماس التحسسية في منطقة

الخدنين وحول الأذن، خاصةً لدى الأشخاص الذين يستخدمون الهاتف النقال لفترات طويلة، كما أشار إلى أن الأشخاص الذين يستخدمون السماعات **Handset** المصنوعة من مادة النيكل والضغط المتكرر على أزرار الهاتف النقال المصنوعة أيضاً من النيكل، يمكن أن يتعرضوا لهذا النوع من التحسس الجلدي، وقد لوحظ أن النساء عرضة أكثر من الرجال للإصابة بتلك الأكريميا الجلدية، خاصةً أمهن قد يتعرضن إلى تأثيرات أخرى لمادة النيكل الموجودة في الحلبي والمجوهرات التي يستخدمونها مثل حلقتان الأذن وغيره.

رغم الفوائد الكثيرة التي يقدمها الجوال، يقدر أنّ للهاتف الجوال تأثير سلبي، ومخاطره الصحية كثيرة جداً، خاصة على الأطفال دون سن ١٢ سنة، ويعتقد أن الجوال يسهم بزيادة أمراض السرطان، التي تزايدت في الفترة الأخيرة، وإذا كان السرطان يصيب الكبار، فإنه بالتأكيد يصيب الأطفال وتظهر نتائجه لاحقاً بالنسبة لهم، كما قد يؤدي الجوال إلى التعرض لمرض الزهايمر، وخطر الجوال أكبر من خطر التدخين، ولذلك ينصح باتباع جملة من المقترحات للتخفيف من الآثار السلبية للجوال ومنها:

- منع الأطفال من استخدام الجوال أو استخدامه مع سماعات ولفترة قصيرة جداً
- إبعاد الجوال عن الجسم أثناء حمله، وأثناء النوم
- إبعاد الجوال عن الوجه عند استخدامه وذلك باستخدام السماعات
- استبدال الأذن أثناء الحديث بالجوال - التكلم لفترة قصيرة ومحدودة بالجوال

٩ - ٢ - ٤ - التلوث الحراري:

المصدر الرئيس لهذا التلوث هو حرق الوقود وخاصة في المحطات الكهرو - حرارية، والتلوث الحراري يؤدي إلى تغير خصائص الوسط المعيشي للكائنات الحية، وقد سبق الحديث عن آثاره في الوسط المائي، لكن هذه الآثار تظهر في أوساط أخرى كالهواء والترربة، ومن المعروف أن لكل كائن حي مدى حرارياً معيناً يستطيع فيه الحياة والنمو والتطور بشكل طبيعي وهذا يندرج على مختلف الكائنات الحية النباتية والحيوانية البرية أو

المائية في المياه العذبة أو المالحة، وكذلك تغير حرارة الغلاف الجوي، وعموماً فإنّ هذا التغير لدرجة حرارة الوسط بشكل كبير قد يؤدي إلى تعرض الكائنات الحية للخطر وهجرتها أو موتها والإخلال بالتوازن البيئي ككل .♦

٩ - ٢ - ٥ - التلوث الضوئي Light Pollution:

أ - تعريف التلوث الضوئي:

يعتبر مصطلح التلوث الضوئي من المصطلحات الحديثة التي لم تكن معروفة أو شائعة في السابق ، وهو أحد أنواع الملوثات البيئية الحديثة التي تعد من صنع الإنسان، بسبب الإسراف الزائد في استعمال الضوء الصناعي داخل و خارج البيوت، و في تحويل ليل المدن إلى نهار صناعي .

يعد التلوث الضوئي من أحدث أنواع التلوث وأقلها انتشاراً بين الملوثات الأخرى وهو ناتج عن الإضاءة غير الطبيعية، من المعروف أن الضوء ينتقل على هيئة موجات ضوئية كهرومغناطيسية مثله مثل الصوت وتختلف أطوال موجات الضوء المرئي بحسب لون وشدة ومصدر الضوء ويعد من العوامل الفيزيائية المهمة للكائنات الحية ويفضله تستطيع الكائنات رؤية الأشياء وتمييزها.

عموماً ينجم التلوث الضوئي عن الضوء الشديد المبهر كالضوء الناتج أجهزة لحام المعادن و أنوار السيارات المبهرة و الأنوار متعددة الألوان وسريعة التغير كالتى تستخدم في الحفلات. إذا كانت أضواء الليل تقلل الحوادث وتحد من الجرائم ولكن لهذا الأمان ثمناً باهظاً، وهو زيادة مشكلة التلوث الضوئي، كما يسميها العلماء، ففي السماء نجد غطاءً يرتقالياً معلقاً فوق المدن في جميع أنحاء العالم، تسببت في وجوده مصابيح الشوارع، التي تصب أضواءها في السماء، فتتناثر عن طريق الملوثات التي يحملها الهواء.

مع اكتشاف المصباح الكهربائي بدأ الخلل في ميزان التعاقب الدوري لليل و النهار فمنذ مدة تزيد عن القرن والإنسان يستخدم كميات متزايدة من الضوء الكهربائي،

♦ - ملاحظة : جرى الحديث عن التلوث الحراري والآثار الناجمة عنه في غير مكان في هذا الكتاب عند الحديث عن تلوث المياه ، أو الهواء ، أو التلوث الداخلي أو غيره .

ليهزم بها الظلام، وليحوّل الليل إلى نهار، و تفاقم هذا الخلل حتى وصل ذروته في عصرنا الحديث بعد أن أصر الإنسان على إنارة كافة البيوت و التجمعات السكنية بشكل مبالغ فيه ، وقد وصفت الكثير من المدن بأنها لا تنام ، النور يبقى فيها ليل نهار.

بعد عقود من الاستعمال الجاهل للإنارة الصناعية، ظهر للإنسان أن الإنارة الكهربائية بالرغم من كل ما لها من منافع إلا أنها لا تخلو من المساوىء، وظهر مصطلح التلوث الضوئي((Light Pollution) لوصف الآثار السلبية المترتبة على أنواع الإنارة الاصطناعية علي الإنسان و بيئته.

إن التلوث الضوئي عموماً ينجم عن الأضواء والإنارة الشديدة التي تلف المدن والأحياء السكنية، والمنشآت الاقتصادية، بخاصة في المدن الكبرى، وهذا من شأنه أن يشكل عبر الأف-ق طبقة سميكة من الضوء والنور الساطع .

ب - أسباب التلوث الضوئي:

إن أسباب التلوث كثيرة فمع تطور الإنسان وتقدمه يزداد ظهور هذا التلوث وهذا التلوث اسمه يدل عليه فهو التلوث الناتج عن الإضاءة الكثيفة والشديدة، ومن أسبابه:

- تطور المدن وازدهارها والنمو الديموغرافي الكبير وتحسين ظروف الحياة والتنمية الاجتماعية والاقتصادية وزيادة حاجتها للإضاءة.

- تطور إنشاء شبكات خطوط نقل الطاقة الكهربائية لاستخدامها في إضاءة المدن وكل التجمعات السكانية والاقتصادية والمناطق التجارية لجلب المستثمرين ولتحقيق الرفاهية و لرفع مستوى المعيشة و لإرضاء الناس وغير ذلك.

- التوسع العمراني العشوائي وما يرافقه من عشوائية في الإضاءة، وسياسة ارتجالية وضعف التخطيط البيئي السائد في كثير من بلدان لعالم.

- التبذير الكبير في استعمال الطاقة الكهربائية وما ينجم عنه من خسائر مادية، وأضرار بيئية، وهذا يختلف من دولة لأخرى ومكان لآخر.

- تطور صناعة المصابيح والأضواء عالية الكثافة والساطعة التي تستخدم في إضاءة المراكز التجارية والأسواق والمعارض واللوحات الإعلانية والمرورية والدعائية وأضواء الأبراج والبنائات العالية وغيرها.

ج - أنواع التلوث الضوئي :

هناك ثلاثة أنواع رئيسية للتلوث الضوئي و هي:

١- الوهج **Non-cutoff lights**: عبارة عن وهج قوي على شكل دوائر ضوئية، يسبب صعوبة الرؤية ويؤثر على جودتها في حال وجود إضاءة مبهرة قوية من إنارة غير مغطاة بعاكس.

٢- تلوث السماء بالضوء: **sky glow** أحد أسوأ أنواع التلوث الضوئي وهو منتشر في كل شارع، فهناك نحو ٥٠% من الإضاءة تذهب لهذا النوع، وسبب ذلك هو عدم تغطية مصادر الإضاءة بعواكس فيصعد الضوء عالياً إلى السماء بدلا من أن ينير الطريق.

٣- الضوء المتعددي: المقصود بذلك أن يتعدى الضوء الغرض المقصود - مثل إنارة الطريق - فينير المباني و المنازل المجاورة.

د - آثار التلوث الضوئي: إن للتلوث الضوئي الكثير من الآثار والتداعيات والمخاطر السلبية على البيئة والإنسان والحيوان والنبات ومنها:

- تأثيرات التلوث الضوئي في حياة الإنسان:

● يحدث التلوث الضوئي بسبب تغير المعدل الطبيعي للإضاءة التي اعتادت عليها الكائنات الحية بما في ذلك الإنسان، وقد أثبتت الأبحاث العلمية أن التعرض للضوء سواء الطبيعي أو الصناعي يزيد من نشاط الإنسان، وهذا من فوائد الضوء، ولكن الإضاءة الشديدة وغير المعتادة تؤثر على العينين وتؤدي إلى إجهادهما، وقد تسبب زغللة البصر والعمى المؤقت.

● أثبتت الأبحاث العلمية الحديثة أن زيادة فترة التعرض للضوء لها أضرار على الإنسان ، ويوجد الكثير من الناس لا يستطيعون الخلود للراحة أو النوم مع الضوء الباهر.

- التلوث الضوئي يجرم الكثير من البشر من رؤية النجوم والكواكب المضيئة في السماء بعد أن حج-ب-ها الضوء الاصطناعي الذي أغرقت به المدن والقرى.
- التلوث الضوئي يفقد الطبيعة جمالياتها الهادئة البسيطة، ومن المعروف أهمية الطبيعة وأهمية الإضاءة الطبيعية في جماليات البيئة التي تؤثر في الفنانين والأدباء والشعراء الذين كثيراً ما كانوا يتغنون بالليل والنجوم وأصبح الكثير منهم لا يستمتع بذلك.
- مشكلة التلوث الضوئي مزعجة وضارة بهواة وعلماء الفلك، وهم لا يعرفون كيف يمكن التكيف معها ونتيجة تأثيره على علم الفلك فقد سموه العمى الضوئي فهو يحجب الرؤية، وقد اضطر الفلكيون على مغادرة المدن، وحرّم هواة الفلك أساساً والراصدون و المصورون المحترفون من ممارسة هوايتهم المفضلة، ذلك أن تلك الممارسة أصبحت تتطلب التنقل بعيداً خارج المدن والتجمعات السكانية لتفادي الإنارة الشديدة خاصة لعلماء الفلك وهواة التصوير الفلكي.
- حرمان سكان المدن الصناعية وأماكن التلوث الضوئي من الاستمتاع بجغرافية الليل ورؤية السماء التي تعج بعوالم التأمل والتعلم .
- أهمية سماء الليل كمصدر للأساطير، والحكايات، والمعتقدات، وهي مصدر أيضاً لتاريخ طويل من المفاهيم الفلسفية والعلمية عن الحياة والكون الذي تطور فيه الإنسان، وهذه السماء هي التي ساهمت في تكوين شخصية فردية قوية تفكر في أسئلة هوية الفرد والجماعة الكون، والتلوث الضوئي يجرم الإنسان من هذه الميزة.
- يعتقد أن الأضواء الساطعة تنبعث منها مواد مُشعة نسبياً تؤثر على المرأة الحامل سلباً، بالإضافة إلى تأثيرها على وظائف أعضاء الجسم، فتزداد ضربات القلب والنبض، ويحدث ضيق في التنفس، وصداع ينتهي بعدم التركيز الطبيعي للإنسان.
- التلوث الضوئي يؤثر في الإيقاع النفسي، خاصة لمرضى " الرهاب " أو الخوف المرضي المعروف علمياً باسم **Anxiety** حيثُ تتزعزع مشاعر الهدوء والطمأنينة بالنسبة للمصابين بهذا المرض، خاصة كبار السن.

- التلوث الضوئي يسبب الكثير من الأضرار الصحية مثل: زيادة نوبات الصداع، والشعور بالإرهاق، والتعرض لدرجات مختلفة من التوتر، وبالتالي زيادة ضغط الدم وزيادة ضربات القلب وزيادة الإحساس بالقلق.
- الإضاءة المفرطة تعتبر عاملاً مباشراً ومهماً، يسبب التعرض لنوبات الصداع النصفي الحاد، ولا تتوقف العلاقة بين الصداع وبين الإضاءة على درجة الشدة بل أيضاً على نوع الطيف الضوئي المستخدم.
- يعتقد أن التلوث الضوئي يسبب تثبيط جهاز المناعة لأن الضوء يؤثر على جهاز المناعة من خلال تأثيره على العين ثم المخ ثم الغدة الصنوبرية ، وكذلك من خلال نفاذية الضوء لسطح الجلد، حيث كلما زاد الطول الموجي زادت درجة النفاذية عبر النسيج البصري و النسيج الجلدي ^{٨٩}.
- يعتقد أنّ الطيف المنظور من الضوء له تأثير ضار على الجلد حيث يؤدي إلى احمرار الجلد و تبقعه و التدمير الحراري لخلايا الجلد، ومثل هذا الضرر ينتج أيضاً من الأشعة فوق البنفسجية على الجلد التي يتعرض الإنسان لها نهاراً في ضوء الشمس.
- بعكس التلوث الضوئي فإنّ تعرض الجلد لفترات من الظلام يقوى من مناعة الجسم لأنّ الخلايا الليمفاوية في الدّم تنتج هرمون الميلاتونين Melatonin الذي يقوم بتنشيط المناعة و يقوي الجسم من الإصابة بكثير من الأمراض، إن إفراز هذا الهرمون يبدأ مع بداية الظلام ويكون إفرازه بسيطاً ويزداد مع الوقت إلى أن يصل الإفراز ذروته حتى يحين موعد الصباح وتشرق شمس يوم جديد فيتناقص الإفراز بشكل حاد. مما يعني أن التعرض للتلوث الضوئي يقلل من هذا الهرمون وقد يسبب الإصابة ببعض الأمراض.
- من الطبيعي أن مشكلة التلوث الضوئي تتفاقم يوماً بعد يوم، وتم نقل عدد من المرصد الفلكية إلى مناطق بعيدة لتلافي هذه المشكلة، وبدون فائدة أحياناً لأنّ

⁸⁹ - [http://www. flashxaddictingxgames.com](http://www.flashxaddictingxgames.com)

الأضواء لاحقتها، فقرب لوس أنجلوس هجر مرصد ويلسون تلسكوباته البصرية عام ١٩٨٥م، لأن أضواء السماء صارت مضاعفة خمس مرات عن الوضع الطبيعي، وقد أعيد افتتاح هذا المرصد عام ١٩٩٣م، واكتفى برصد الشمس والكواكب القريبة، لأنّ التلوث الضوئي جعل رصد الأجرام السماوية أمراً صعباً جداً^{٩٠}.

- تأثير التلوث الضوئي في الكائنات الحية غير الإنسان:

بدأت الكلفة البيئية للأضواء الاصطناعية تلفت الانتباه منذ ثمانينيات وتسعينيات القرن العشرين، فقد أظهر علماء البيئة كيف أن الضوء الليلي والتلوث الضوئي يؤثر سلباً في حياة الكثير من الكائنات الحية بسبب عجزها عن التكيف مع الإضاءة الساطعة أو غير المعتادة ويمكن تقديم بعض الأمثلة عن ذلك منها:

- **هياج أنواع حيوانية بعينها** من تلك المعادية للضوء، وبعضها (من الحشرات والهائمات الطائرة) ممن يجذبه الضوء يظل هائماً حتى الاستنزاف والموت، والإضاءة المستمرة (نهاراً وليلاً) قد تؤدي إلى اختلال النظام السلوكي للكائنات الحية الليلية التي لا تجد فرصة للنوم أو الراحة أو التوالد، ومن ثم تتعرض للانقراض واختلال النظام البيئي لحياتها، والنظام البيئي عامةً.
- **العديد من أنواع الأسماك والكائنات البحرية** تفقد حياتها وحياتها صغارها بسبب التلوث الضوئي سواء الموجودة بالقرب من شواطئ المسطحات المائية العملاقة كالمحيطات والبحار المفتوحة أو تلك الأضواء الموجودة تحت سطح الماء في القاع لدواعي التنقيب عن ثروات طبيعية، أو انتشار حطام سفينة أو طائرة استقرت بسبب الحوادث في مملكة الكائنات البحرية.

- يوجد أنواع من الكائنات البحرية مثل ثعبان البحر وأنواع من السلاحف البرمائية والحوت الأزرق جميعها تأخذ في الدوران بسرعة عالية حول البقع الضوئية في قاع البحار حتى يحدث لها نوع من الدوار الحاد يتسبب في موتها⁹¹.
- كما أن السلاحف البحرية ضخمة الرأس هجرت أعشاشها التي تفرخ فيها على الشواطئ في ولاية فلوريدا الأمريكية، وكثير من الحيوانات الليلية توقفت عن البحث عن غذائها ليلاً.
- هناك كائنات أخرى لها قصص مأساوية وهي **طيور البطريق** حيث إن تعرض فراخها لتلوث ضوئي يسبب لها الموت سريعاً، لأنها اعتادت أن تعيش في ظروف ظلام طبيعية تفرضها المناطق الثلجية القطبية التي بدأ الإنسان الوصول إليها وتغيير قوانين الطبيعة فيها.
- **الطيور المهاجرة** فهي تخضع في رحلتها لنظام معين يشبه البوصلة الطبيعية فهي تعتمد في هجرتها على تحديدات في ذاكرتها أو فطرتها تحدد اتجاه الطيران لهجرة هذه الأسراب من الطيور، وهي تفقد فاعليتها بالأضواء الساطعة فوق المدن الكبيرة والقارات وفوق المسطحات المائية فتكون النتيجة نفوق أسراب هائلة من الطيور المهاجرة، كما حدث في عام ١٩٤٥م عندما اصطدم نحو خمسين ألف طير مهاجر في قاعدة وارنر روبنز الجوية في جورجيا قد لحقوا بالشعاع الناتج منها، ويقدر أن عدد الضحايا من الطيور التي تسقط جراء الأضواء الخادعة بنحو ١٠٠ مليون سنوياً. وهذا كله يترتب عليه انقراض بعض الأنواع، وتدهور التنوع الحيوي واختلال التوازن البيئي.
- التلوث الضوئي أيضا **يصمت حناجر الطيور المغردة** مثل ما يعرف بـ "الطيور السوداء" ذات الحنجرة الرائعة التي تصدر نغمات طبيعية مغردة وطيور "العندليب" التي لها القدرة على تنعيم الصوت الموسيقي الطبيعي الصادر من حنجرتها الواسعة

⁹¹ - <http://nationalgeographic.com>

فهذان الطائران لا يغردان إلا وسط الظلام فالأضواء الشرسة الصاخبة تحرس أصوات هذه الطيور للأبد وتنتهي حياتها بعيدا عن الطبيعة والفطرة التي خلقت عليها.

■ تتأثر أيضاً **مملكة الحشرات** بالتلوث الضوئي، فبعض الحشرات تعيش في الظلام النسبي لاصطياد الحشرات الأخرى، وبعض من النباتات التي تقتات عليها، فالضوء نذير بالخطر لكل ما تأكله الحشرات، بحيث تهرب فرائسها، وبالتالي تنقرض الحشرات مثل أنواع من النمل المتسلق والفراشات كبيرة الحجم، أيضاً تقل نسبة تكاثرها الذي يتم في الظلام الهادئ فمصايح الإنارة في الشوارع تثير الحشرات الليلية التي إما تقضي الليل كله وهي تدور حول الضوء إلى أن تموت نتيجة الإرهاق، أو تُلتهمهم في نهاية المطاف، خاصة من قبل الخفافيش التي اعتادت على اقتناص الفريسة حول المصايح.

هـ - كيفية الحد من التلوث الضوئي ومعالجته :

تعاني دول كثيرة من مشكلة التلوث الضوئي ، الناتجة عن شدة الإضاءة فيها حيث يتشكل حول المدن وهج الإضاءة الساطعة والشديدة وتكون على شكل حلقات دائرية برتقالية اللون تتواجد حول المدينة، وتختلف شدة التلوث الضوئي من بلد لآخر ودولة لأخرى، ومن أكثر الدول التي تتعرض للتلوث الضوئي تأتي المملكة العربية السعودية في مقدمة هذه الدول، بسبب شدة الإنارة التي تتعرض لها المدن والشوارع السعودية ليلاً. وتأتي إسبانية أيضاً في قائمة أكثر الدول تلوثاً بالضوء، فقد أظهر تقرير نشرت نتائجه مؤخراً أن التلوث الضوئي يحول دون رؤية ٩٠ % من سكان المدن الإسبانية للنجوم، في حين تصل هذه النسبة إلى ٨٠ % في الضواحي، و ٥٠ % في المناطق الريفية^{٩٢}.

ويمكن القول إن الحال نفسه يتكرر في العديد من مدن العالم الكبرى والصغرى، وهو ما يجعل من كثير من السكان يعانون من التلوث الضوئي.

⁹² - <http://www.darksky.org>

وقد تنبّهت الكثير من دول العالم إلى مخاطر التلوث الضوئيّ مثل كندا، بولندا، تشيلي، ليتوانيا، بريطانيا، أمريكا، وغيرها، وعمدت إلى سن القوانين و التشريعات التي من شأنها أن تحمي الإنسان وبيئته من أضرار الإضاءة الليلية الزائدة ، وتهدف هذه التشريعات إلى عدم التبذير في استهلاك الكهرباء ليلا والتقليل من الهالة الضوئية المنطلقة من المدن والمصادر المختلفة، كما ظهرت بعض المنظمات والجمعيات تهدف إلى إنقاذ الليل وتهتم بهذا النوع من التلوث.

ومن أهم هذه الجمعيات: جمعية السماء المظلمة التي سعت لجعل الحكومة البريطانية تضيف التلوث الضوئي إلى قائمة الملوثات البيئية، وتعمل لإصدار قانون يعاقب من يزعم جيرانه بأضواء منزله الباهرة. وفي اسبانية تم العمل ضمن مشروع " ياكو " الوطني من أجل إيجاد مقياس لقياس مستوى التلوث الضوئي وإعداد أطلس بالمناطق الملوثة. كما أقيمت أول محمية للنجوم في كندا لمكافحة التلوث الضوئي حيث انشأ مرصد فضائي كندي محمية نجوم تمتد على ٥٥٠٠ كلم مربع لمحاربة التلوث الضوئي والاستمرار في دراسة النجوم، ما دفع مراصد أخرى إلى تبني الفكرة نفسها .

و - الإجراءات التي يمكن القيام بها للتخفيف من حدة التلوث الضوئي:

توجد إجراءات كثيرة يمكن اعتمادها والقيام بها في سبيل التخفيف من حدة التلوث الضوئي ومنها:

- (١) عدم التبذير في استهلاك الكهرباء ليلا.
- (٢) التقليل من الهالة الضوئية المنطلقة من المدن ، و منع مصابيح الإنارة العمومية التي تنطلق أشعته إلى الأعلى ، واستعمال مصابيح فيها سقف يعكس الضوء نحو الأسفل ممّا يساهم في اقتصاد الطاقة وتقليل هالة الضوء المنطلقة نحو الفضاء.
- (٣) العمل على تحديد نسبة درجة الإنارة المسموح بها ولا يمكن تجاوزها.
- (٤) الاستفادة من التقدم التقني ووضع حساسات في الإنارة تفيد في اقتصاد الطاقة حيث تطفأ إذا لم يكن أحد بجوارها.

٥) استخدام أنواع من الإنارة الأقل إصداراً للوهج، أو إنارة مغطاة لمنع الوهج و تلوث السماء وإعادة توجيه الإنارة للأسفل.

٦) تجنب الأرضيات العاكسة والإنارة القوية واستخدام مرشحات الضوء عند اللزوم.

٧) تصميم أنواع وأشكال الإنارة بشكل مناسب من جميع النواحي الجمالية والاقتصادية والبيئية.

مما سبق يتبين وجود مخاطر متنوعة يسببها التلوث الفيزيائي بمختلف أنواعه، كما يتبين ضعف الوعي بمخاطر هذا التلوث خاصة في الدول النامية ومنها الدول العربية، ودراسة مصادر وآثار ونتائج هذا التلوث بمختلف أشكاله في هذه البلدان لا يزال ضعيفاً.

أسئلة للمناقشة:

- ١ . يعد التلوث الفيزيائي شكل من أشكال التلوث البيئي، وضح ذلك.
- ٢ . ما هي أهم أشكال التلوث الفيزيائي، عددها.
- ٣ . عرّف الضوضاء، وعدد مصادرها.
- ٤ . تحدث عن الآثار السمعية الناجمة عن التلوث الضوضائي.
- ٥ . عدد الإجراءات التي يمكن القيام بها للحد من التلوث الضوضائي.
- ٦ . عدد مصادر التلوث الإشعاعي الناجم عن الاستخدامات السلمية.
- ٧ . يرتبط تأثير المواد المشعة في الكائنات الحية بعدة عوامل عددها.
- ٨ . اشرح مصادر وأسباب التلوث الكهرومغناطيسي.
- ٩ . تحدث عن التأثيرات السلبية للهاتف الجوال.
- ١٠ . عرّف التلوث الضوئي.
- ١١ . عدد أسباب التلوث الضوئي.
- ١٢ . ما هي أنواع التلوث الضوئي .
- ١٣ . اشرح أهم تأثيرات التلوث الضوئي على الإنسان.
- ١٤ . تحدث عن تأثير التلوث الضوئي في الكائنات الحية غير الإنسان.
- ١٥ . بيّن كيف يمكن الحد من التلوث الضوئي و معالجته .
- ١٦ . عدد الإجراءات التي يمكن القيام بها للتخفيف من حدة التلوث الضوئي.

الفصل العاشر

التلوث الإلكتروني والتلوث الداخلي

أولاً - التلوث الإلكتروني

- تعريف النفايات الإلكترونية
- مصادر النفايات الإلكترونية

- المكونات الخطرة في الأجهزة الإلكترونية

- مشكلة النفايات الإلكترونية

- آثار النفايات الإلكترونية

- التخلص من النفايات الإلكترونية

ثانياً - التلوث الداخلي

- ❖ تعريف التلوث الداخلي

- ❖ أسباب ومصادر التلوث الداخلي

- ❖ الإجراءات التي يمكن إتباعها لتخفيف حدة وآثار التلوث الداخلي

ثالثاً - التلوث البصري (تعريفه - مظهره - أضراره)

رابعاً - التلوث الغذائي (تعريفه ومصادره)

الفصل العاشر

التلوث الإلكتروني والتلوث الداخلي

أولاً - التلوث الإلكتروني:

المقدمة:

التلوث الإلكتروني نوع جديد من أنواع التلوث أطلق عليه مفهوم التلوث الإلكتروني، وأسباب ومصادر هذا التلوث هي النفايات الإلكترونية التي تزايدت كميتها بشكل كبير في البيئة، وذلك يعود إلى زيادة المواد والأجهزة الإلكترونية التي يتم استخدامها ثم تتعرض للتلف أو ينتهي عمرها أو تصبح قديمة وتظهر موديلات جديدة منها، ولذلك يتم التخلص منها بأشكال مختلفة ولكنها تبقى في البيئة وتسبب تلوثاً من نوع جديد لم يكن في الحسبان.

في غمرة التسارع الهائل في إبداعات العقل البشري الذي لا يتوقف لحظة واحدة، وبالتزامن مع ثورة الاتصالات الإلكترونية في العقد الأخير من القرن العشرين أضحى صناعة الإلكترونيات من أسرع الصناعات نمواً في العالم ، وهذه الزيادة المصحوبة بالنمو السريع للتكنولوجيا أدت إلى قصر عمر المنتج وبالتالي الحاجة للاستغناء عنه وامتلاك آخر جديد متوافق مع التطورات الحديثة ، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه ما هو مصير هذه الأجهزة الإلكترونية بعد أن تصبح غير قابلة للاستخدام أو يتم استبدالها بالأحدث والأكثر تطوراً؟.

١٠ - ١ - تعريف النفايات الإلكترونية:

النفايات الإلكترونية هي النواتج التي تتكون جراء استخدام المستهلك للأجهزة الإلكترونية وتشمل جميع الأجهزة تلك تشترك في صفتين تجعلها من النفايات الإلكترونية، الأولى أنها تمتلك إما لوحة الكترونية والثانية أنه يوجد فيها أنبوب الأشعة الكاثودية، وهذا

الأخير يحتوي على نسب من الرصاص بمستويات تؤدي إلى زيادة الخواص السمية وبالتالي تنتج نفايات خطرة .

ويمكن تعريف النفايات الإلكترونية بأنها نوع من التلوث البيئي يطلق عليه (الخطر المخفي) فالكثير من أنواع التلوث الناتج من مخلفات المصانع كالمواد الصلبة أو السائلة أو الغازية السامة المنبعثة من المصانع يمكن تحديدها من خلال الرؤية أو الرائحة ولكن الأشد خطورة والتي لا يمكن تحديدها هي النفايات الإلكترونية، وهذه النفايات تسمى الإلكترونيات المستهلكة وتشمل:

- أجهزة الحاسوب بمختلف أنواعها، التليفزيونات، التليفونات بأنواعها (اللاسلكي، المحمول) ماكينات التصوير، ماكينات الطباعة، ماكينات الفاكس، أجهزة التسجيل ومجسمات الصوت، أجهزة التحكم أجهزة نقل واستقبال الإشارة (الريسيفر)، البطاريات بأشكالها وأنواعها، شرائط ممغنطة ومدجة CD وأقراص دوارة، زيوت وأحبار طباعة.

١٠ - ٢ - مصادر النفايات الإلكترونية:

إنّ مصادر النفايات الإلكترونية كثيرة ومتنوعة وتشمل: ^{٩٣}

(١) مخلفات عمليات التصنيع والإنتاج:

تستخدم في إنتاج هذه الأجهزة مواد كثيرة منها مواد بلاستيكية وزجاجية ومعدنية، ومطاط وخلافه بالإضافة إلى الزيوت والشحوم والأحبار. تحتوي هذه المواد على عناصر عديدة منها المعادن الثقيلة (مثل الرصاص، والكاديوم، الكروم، النيكل، الزنك) وعناصر ثمينة (مثل الذهب والفضة) وبالتالي تمثل مخلفات عمليات التصنيع والإنتاج نوعاً هاماً من المخلفات لاحتوائها على مواد خطرة.

(٢) مخلفات الاستخدام وتشمل ما يلي:

أ) تمثل مستلزمات استخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بشكل عام وأجهزة المعلومات والاتصالات بشكل خاص مصدراً هاماً للمخلفات مثل البطاريات وكروت الشحن،

^{٩٣} - <http://env-gro.com>

والشرائط الممغنطة، وأحبار الطباعة.

ب) الأجهزة المنتهية الصلاحية غير الصالحة للاستخدام.

ج) الأجهزة أو بعض أجزائها التي تعرضت لتلف أو لكسور أو أعطال يستحيل بعدها استخدامها.

٣) تقادم الأجهزة أو بعض أجزائها:

إن جميع الأجهزة الكهربائية والالكترونية وملحقاتها ومستلزمات تشغيلها تصبح مخلفات نتيجة لعدم مناسبتها ومواكبتها للتطور التكنولوجي واحتياجات العصر، وظهور أنواع أكثر حداثة وتطوراً.

إن النفايات الالكترونية بشكل عام تمثل نسبة صغيرة قد لا تزيد عن (٢%) من إجمالي المخلفات في أي دولة ولكنها نسبة ملموسة ومهمة.

٤) النفايات الحاسوبية:

بلغ عدد الحواسيب الشخصية على مستوى العالم قرابة مليار جهاز بحلول عام ٢٠١٤، وكذلك تم إنتاج نحو مليار جهاز ترانزستور (وهي أجهزة التحويل الثنائي المتناهية الصغر التي تستخدم في الشرائح الدقيقة) وجميع هذه الأجهزة وغيرها سوف يصبح أغلبها في عداد النفايات الالكترونية، مما يتطلب التخطيط المستقبلي لكيفية التخلص من هذا الكم المتراكم من أجهزة الحاسوب. والشكل رقم (١١) صورة تبين تراكم النفايات وأجهزة الحاسب التالفة في البيئة.

٥) نفايات الهواتف المحمولة:

كان استخدام الهواتف المحمول في العالم يتضاعف كل عشرين شهر خلال التسعينيات من القرن العشرين، ويتجاوز عدد تلك الهواتف عدد خطوط الهواتف الثابتة وهو مليار خط. وهذا الازدياد في أعداد مشتركي الهواتف المحمولة التي تتحول بعد عامين على الأكثر إلى أجهزة تالفة بسبب ظهور موديلات جديدة، ينذر بزيادة كمية النفايات الإلكترونية على المستوى المحلي من أجهزة الهواتف المحمولة وغيرها.



الشكل (١١) صورة تبين تراكم اجهزة الحاسب والنفايات الالكترونية النافثة.

وبحسب الاتحاد الدولي لمشغلي الهواتف النقالة أن عدد الاشتراكات في خطوط الهاتف المحمولة بلغ ٣,٩ مليار خط هاتف عام ٢٠٠٨م وارتفع إلى ٥,٦ مليار في العام ٢٠١٣ م، وبالتالي فإن عدد البطاريات المستخدمة لتلك التلفونات تبلغ ضعف عدد التلفونات وهو ما ينذر بكارثة بيئية ناتجة عن سوء التخلص من نفاياتها^{٩٤}.

يمكن القول: إنّ جميع الأجهزة الكهربائية والالكترونية عامةً وأجهزة الاتصالات

والمعلومات خاصةً ومستلزماتها تصبح نفايات في الحالات الآتية:

١- تقادم هذه الأجهزة نتيجة ظهور أنواع أكثر تطور وحداثة.

٢- تلف أو كسر أو حدوث أعطال للأجهزة أو بعض أجزائها.

٣- انتهاء عمرها الافتراضي (الإنتاجي).

^{٩٤} - مواقع انترنت .

١٠ - ٣ - المكونات الخطرة في الأجهزة الإلكترونية:

من المعروف أن النفايات الإلكترونية تحتوي على كميات كبيرة من المكونات السامة الضارة. فهي تحتوي على أكثر من ١٠٠٠ مادة بكميات متفاوتة، مختلطة أو ممتزجة بالمكونات المختلفة للأجهزة، وفيما يلي نذكر بعض هذه المكونات الخطرة ومحتوياتها:

✓ **الشاشة الزجاجية:** لأجهزة التلفزيون والكمبيوتر تحتوي على CRT (Cathode Ray tubes) وأجزاء أخرى معاونة. تحتوي هذه CRTs على مادة الرصاص بنسب متفاوتة حسب نوع الشاشة.

فمثلاً في الشاشات الزجاجية العادية Monochrome تحتوي على ٢-٣ % رصاص بينما في الشاشات الملونة Colored تصل نسبة الرصاص في بعض أجزاءها إلى حوالي ٨٥ % مما يمثل خطورة إذا تم التخلص منها بالطمر لاحتمال حدوث تسريب لمادة الرصاص الخطرة إلى المياه الجوفية. في المتوسط تحتوي كل وحدة CRT على رطل رصاص (الرطل يعادل ٤٥٣ غرام).

✓ **لوحات الدارات :** تحتوي على مواد بلاستيكية ونحاس، كما تحتوي معظمها على كميات صغيرة من الكروم والرصاص والنيكل والزنك .

✓ **المكثفات Capacitors** خاصة القديمة منها، تحتوي على مادة البولي كلورينات وفينولات PCBs الخطرة.

✓ **مادة البروميد :** تستخدم في أجهزة التلفزيون والكمبيوتر مواد مثبطة للهب تحتوي على مادة البروميد، وذلك بغرض تقليل فرصة حدوث اشتعال. وهذه المواد لها تأثيرات صحية وبيئية مما حدا ببعض الحكومات إلى إصدار تشريعات لحظر بيع أي منتجات كهربائية جديدة تحتوي على مواد برومينية معينة.

✓ **مادة الزئبق:** تحتوي بعض الأجهزة الطبية مثل أجهزة قياس الحرارة والضغط، والتليفونات المحمولة، البطاريات، مفاتيح الكهرباء، وأجهزة الاستشعار وفي شاشات العرض الحديثة والمسطحة، وغيرها من مكونات الأجهزة التي تحتوي على مادة الزئبق.

✓ **عناصر ثمينة:** إن شبكات الدوائر في بعض الأجهزة تحتوي على الذهب أو الفضة، وهذه تمثل مصدراً لعائد اقتصادي إذا أمكن استرجاعها.

✓ **الرصاص:** يتركز في الأجهزة الإلكترونية على كل من لوحات التحكم والشاشات وبطاريات الحواسيب ولوحات الطابعات.

✓ **الكاديوم:** يتركز على مقاومات الشرائح والمكثفات وفي أنابيب أشعة الكاثود.

✓ **الكروم:** تحتوي الأدوات البلاستيكية على عنصر الكروم الموجود في مكونات الحاسوب و ٢٦% من هذه المواد البلاستيكية تحوي على مركب PVC متعدد كلوريد الفينيل.

✓ **البريليوم:** يدخل في مكونات الحاسوب وخاصة في اللوحة الأم والمقايض.

✓ **الباريوم:** يستخدم لحماية مستخدمي الحاسبات الآلية من الإشعاعات.

✓ **المواد الكيماوية المثبطة للهب المعالج للبروم:** إن اللهب البرومي ينتج عن حرق لوحات دارات الطابعات والأغطية البلاستيكية.

✓ **الأحبار:** تحتوي النفايات الإلكترونية على الأحبار الملونة والسوداء وتتكون هذه الأحبار من أخطر العناصر هو الكربون وتحتوي على المعادن الثقيلة.

١٠ - ٤. مشكلة النفايات الإلكترونية:

يشهد العالم في وقتنا الحالي صراعاً حميماً لزيادة الإنتاج والإنتاجية ومن علامات هذا التسابق إنتاج الآلات القابلة للتلف وهناك موقفان متضاران من هذه المسألة:

١. ضرورة الوعي بخطورة هذه المواد ونعمل على إيجاد الحلول الكفيلة بتجديدها وصياغة استراتيجية دولية لذلك وهذا يتطلب تدخل كل الأطراف المعنية ويستوجب قدراً عالياً من المسؤولية.

٢. أو اعتبار أنه كلما علت جبال النفايات فهذا يعني أن الإنسانية بحير مادامت هذه الفوضى تتأتى من زيادة في الاستهلاك وهو معيار لصحة اقتصاد ما.

١٠ - ٥ - آثار النفايات الإلكترونية:

١٠ - ٥ - ١ - آثار النفايات الإلكترونية على الصحة:

تحتوي النفايات الإلكترونية على كميات كبيرة من المكونات السامة والضارة (أكثر من ١٠٠٠ مادة) ومنها الرصاص والكاديوم والزرنيق والكروم والبريليوم والباريوم والأحبار وغيرها.

يعتقد أن هذه النفايات تؤثر سلباً في الإنسان وكل منها له تأثيرات محددة وعموماً فإن هذه النفايات عند طرحها في البيئة المحيطة بالإنسان تسبب له أورام في المخ وضعف في عضلات الجسم وإصابة القلب والكبد والطحال بأمراض مزمنة، وتسبب تشوهات الأجنة. وأمراض الجهاز التنفسي والسرطان وتأثيرات سمية وتأثيرات مباشرة وخطيرة على الجهاز العصبي والدورة الدموية والكلى وجهاز المناعة وغير ذلك.

فالرصاص والزرنيق من السموم الفتاكة المتلفة للجهاز العصبي خاصة عند الأطفال، ويقدر أن ٢٢% من الاستهلاك العالمي للزرنيق يستخدم في صنع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ويكون تأثيره أشد ما يمكن على الجنين في حال تعرض الأم له. والكاديوم مادة سامة في لوحات الدوائر وقد صنف كسبب محتمل للسرطان عند الإنسان، كما أنه يحدث تلفاً رئوياً عند حرقه واستنشاقه، وتشكل خرطوشة الحبر البلاستيكية في طابعة الحاسوب إحدى مصادر النفايات الخطرة، فالمكون الرئيسي للحبر الأسود صباغ يعرف باسم الكربون الأسود واستنشاقه يسبب تهيج مجرى التنفس وقد صنفته الوكالة الدولية لأبحاث السرطان بأنه مادة مسرطنة كما تشير بعض الدراسات إلى أن الأحبار الأزرق والأحمر والأصفر تحتوي على معادن ثقيلة.

يستخدم الفوسفور طلاء للجزء الداخلي من اللوحة الأمامية لأنبوب الأشعة المهبطية وهو عنصر مساعد على سطوع الصور المعروضة على الشاشة ويحتوي طلاء الفوسفور على معادن ثقيلة سامة^{٩٥}.

كما أن ثلاثي الكلور يشل الجهاز المناعي ويسبب انهيار الجهاز العصبي المركزي، وإحراق النفايات الالكترونية يساهم في زيادة انبعاثات غاز الديوكسين حسب ما أكدته الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC) بأنه يؤثر أيضاً في الهرمونات البشرية وعمل الكروموسومات ويضعف الغدد الصماء مسبباً العديد من المشاكل الطبية كالضعف في كل من الجهاز التناسلي و المناعي.

إن إنتاج رقاقة سليكون واحدة بطول ٢٠ سم يعني ما معدله ١٧ ألف لتر من المياه العادمة و ١٢ كغم من المواد الكيميائية و ٠.٨٢ متر مكعب من الغازات الخطرة و ٤ كغم من النفايات الخطرة. وتشمل هذه المواد الكيميائية والغازات إيثر الغليكول الذي صنفته وكالة حماية البيئة الأمريكية بأنه "سم خطير" للجهاز التناسلي، وغاز الأرسين الزرنيخي شديد السمية.

- بعض التأثيرات المحددة لمكونات الأجهزة الإلكترونية على صحة الإنسان:

الباريوم: إن التعرض للباريوم لفترة قصيرة يسبب أورام في المخ وضعف في عضلات الجسم ويعمل على إصابة القلب والكبد والطحال بأمراض مزمنة.

الكروم: يخترق الخلايا بسهولة ويعمل على تحطيم الحامض النووي ويسبب تشوهات الأجنة.

الأحبار: تتكون من الكربون المسبب لأمراض الجهاز التنفسي والسرطان.

الفوسفور: لها تأثيرات سمية.

الرصاص: له تأثيرات مباشرة وخطيرة على الجهاز العصبي والدورة الدموية والكلى وجهاز المناعة لدى الجسم البشري فضلاً عن أثره السلبي على النمو العقلي للأطفال.

الكاديوم: يظهر تأثيره عند ترسبه في الكلى والجهاز البولي.

البريليوم: يؤدي التعرض له لأورام المخ وضعف عضلات الجسم ويعمل على إصابة القلب والكبد والطحال بأمراض مزمنة. كما أن تعرض العمال له بشكل مستمر ومباشر يؤدي إلى الإصابة بالأمراض الجلدية المزمنة.

الزئبق: من العناصر السامة والتي تعمل على تدمير الأعضاء الداخلية للإنسان خاصة المخ ويؤثر على الأجنة و إذا تم التخلص من النفايات في الماء فإن الزئبق يختلط بالماء ويتركز في الأسماك التي تنتقل للإنسان بصورة أكثر خطورة. هذه المخاطر تصيب من يتعامل مع هذه المكونات عند عملية إعادة تدوير الحواسيب والمعدات الالكترونية الأخرى أو عند إلقاء هذه النفايات في مكبات القمامة لغرض التخلص منها والشكل (١٢) صورة توضح ذلك.



الشكل (١٢) صورة تبين كيفية العبث بالنفايات الالكترونية

١٠ - ٥ - ٢ - الآثار البيئية:

إن خطر النفايات الإلكترونية لا يتهدد الإنسان فحسب ، بل يتعداه إلى البيئة بكل مكوناتها من نبات وحيوان وطيور وهواء سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على المدى القصير المنظور أو المدى الطويل غير المنظور وينبع خطر النفايات الإلكترونية من المواد الكيميائية الداخلة في العملية الصناعية لتلك النفايات. حيث إن أكثر من ٧٠% من المعادن الثقيلة بما فيها الزئبق والكاديوم والقصدير التي توجد في مطامر النفايات تأتي

من النفايات الإلكترونية، حيث تعمل هذه المعادن والمكونات الإلكترونية السامة الأخرى على تلويث المياه الجوفية، وعند حرق هذه النفايات الشديدة السمية ينتج غاز ثنائي أكسيد الكربون وأكاسيد الحديد والنحاس الثنائية مما يؤدي إلى تلوث الهواء وعند تعرض هذه الغازات إلى الرطوبة و الأمطار تتكون الأمطار الحامضية مما يؤدي إلى تلوث المياه والترية.

تبلغ خطورة النفايات في إمكانية تآكلها طبقات المياه الجوفية أو تطايرها في الهواء فتلوثه بالغازات السامة كالكالورفيلور مما يؤثر على طبقات الجو ويزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري وبالأخص أن هذه المخلفات الإلكترونية يمكن أن تختلط بالمخلفات العادية وتنشر مادة الديوكسين وهي من المواد الخطرة على التربة وتهدد صحة النباتات وتؤثر على معدل النمو ونسبة المحصول مما يهدد الأرض بالبور.

لقد ثبت مؤخراً أن وادي السيليكون في سان فرانسيسكو، مهد صناعة البرمجيات والتقنيات الحديثة في الولايات المتحدة قد أصبح بقعة ملوثة بيئياً بسبب التكنولوجيا المتقدمة. وتضم مقاطعة سانتا كلارا المعروفة بوادي السيليكون ٢٩ موقعاً صناعياً ضخماً شديد التلوث وهي تخضع حالياً لمشروع تنظيف بيئي مكثف بإشراف وكالة حماية البيئة الأمريكية. وقد تم اكتشاف أكثر من ١٠٠ مادة ملوثة في المياه الجوفية في منطقة الوادي ومن أكثرها انتشاراً الإثيلين الثلاثي الكلور.^{٩٦}

١٠ - ٥ - ٣ - الآثار الاقتصادية:

يعد تصدير المخلفات الإلكترونية أسلوب من أساليب التخلص منها ويكون لذلك انعكسات اقتصادية: فتقوم بعض الدول، مثل ألمانيا وأمريكا، بتصدير المخلفات الإلكترونية إلى دول أخرى مثل دول آسيا لإعادة التدوير، حيث العمالة أرخص كثيراً في آسيا والقوانين أكثر مرونة. وهنا تكمن الخطورة التي لا يمكن تجاهل تأثيرها ليس فقط على

^{٩٦} - الحوار المتعدد - العدد: ٧٢٦ - ٢٠٠٤ / ١ / ٢٧ من الموقع:

<http://www.thirdpower.org/read-70446.html>

الدول النامية بل على البيئة والصحة العالمية ككل فقد أصبحنا في العصر الحالي في ظل العولمة التجارية نبادل السلع والمنتجات بين الدول المتقدمة والنامية على حد سواء.

تشير إحدى التقارير، إلى أن تكلفة إعادة تدوير بعض مكونات أجهزة الحاسبات والتلفزيون (الشاشات) في أمريكا تبلغ عشرة أمثال تكلفة شحن هذه المخلفات إلى دول آسيا. ولذلك تسهم الولايات المتحدة الأمريكية بشكل خاص بجانب الدول الاقتصادية الكبرى الأخرى في تصدير هذه النفايات إلى الدول الآسيوية النامية، ويعد الاتجار في هذه النفايات الإلكترونية بمثابة تصدير للأذى حيث إنّ هناك الكثير من قطاعات إعادة التصنيع الإلكتروني (إعادة التدوير) تحاول أن تسوغ قيامها بهذا العمل مدعية أنها تسعى إلى تحسين الوضع المعاشي والاقتصادي للأفراد في هذه الدول الفقيرة وتتم عمليات إعادة التدوير بمراحل متفاوتة تتمثل في الفرز والتفكيك والصهر بصورة عشوائية غير مدروسة وعادة ما تشكل خطورة كبيرة.

تخضع عملية تصدير هذه المخلفات إلى القوانين الوطنية لدول الاستيراد والتصدير وأيضاً إلى الاتفاقيات الدولية ذات العلاقة ومن أهمها اتفاقية بازل بشأن حركة المخلفات الخطرة بين الحدود والتخلص منها. ووفقاً لهذه الاتفاقية فإن مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية المحتوية على CRTs والمفاتيح الزئبقية والمكثفات والمحولات المحتوية على مادة PCB أو الملوثة بعناصر ثقيلة منصوص عليها وينسب تكسبها الصفات الخطرة، تقع ضمن القائمة (أ) تحت رقم A 1180 الخاصة بالمخلفات المصنفة كمخلفات خطرة وتخضع لإجراءات التحكم في عمليات الاستيراد والتصدير.

١٠ - ٦ - طرق التعامل مع النفايات الإلكترونية:

لتحقيق الإدارة الآمنة للنفايات الإلكترونية وتلافي التأثيرات البيئية والصحية لعمليات التخلص غير المنظم في مواقع التفريغ أو الردم الصحي لهذه المخلفات الصلبة، أو بالحرق، فإن الاتجاه المناسب يستند إلى تطبيق مبدأ "الخفض وإعادة الاستخدام والتدوير والاسترجاع" من خلال إجراءات وأنشطة فنية متطورة وتكنولوجيا نظيفة أثناء مرحلة

التصنيع والإنتاج، وأخرى بعد استخدام الأجهزة. ويدعم هذه الأنشطة إطار من التشريعات الملائمة والمساندة لسياسات محددة ومتفق عليها ومنها^{٩٧}:
أ - أنشطة مرحلة التصنيع والإنتاج: تخفيض خطورة وكمية المخلفات.
ب - أنشطة ما بعد استخدام الأجهزة: اختيار بدائل عمليات المعالجة والتخلص منها.
ج - إعادة الاستخدام، ويمثل أفضل الخيارات عندما يكون بالإمكان إجراء ذلك.
د - إعادة التدوير واسترجاع المواد النافعة والطاقة.
هـ - التخلص النهائي من نواتج المعالجة.

و - في حالة عدم توفر البدائل سالفة الذكر، يتم التخلص من الأجهزة نفسها ومستلزماتها إما بالحرق أو بالردم المحكوم، على أن يتم اختيار المواقع والتكنولوجيا المناسبة بما يخفف الآثار السلبية المحتمل حدوثها، والشكل (١٣) يوضح الترتيب الهرمي لمعالجة مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية

١٠ - ٧ - حلول مبتكرة لتحقيق الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الإلكترونية.^{٩٨}

يؤدي التوسع السريع في التجارة الدولية والتحويلات الجوهرية في مواقع الأسواق والإنتاج على المستوى العالمي إلى تغيير عمليات نقل المنتجات ككل بما فيها النفايات الإلكترونية والكهربائية وهنا يمكن ذكر الملاحظات الآتية:

أ) أهمية استحداث حلول مبتكرة من خلال اتفاقية بازل لتحقيق الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الإلكترونية من خلال التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود.

ب) تتعرض صحة البشر للخطر وتلوث البيئة عندما تدار النفايات بطريقة غير سليمة نتيجة للمكونات الخطرة في المعدات الإلكترونية.

⁹⁷ <http://env-gro.com/vb/search.php?search>

⁹⁸ - مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود / نرويجي، ٢٧ تشرين الثاني/نوفمبر - ١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٦ / البند ٤ من جدول الأعمال المؤقت UNEP/CHW.8/1 .



الشكل (١٣) الترتيب الهرمي لمعالجة مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية .

ج) توفير فرص اقتصادية عندما يتم تداول النفايات بصورة سليمة نظراً لفرص إعادة استخدام وإصلاح أو تجديد المعدات المستعملة واسترجاع المكونات القيمة من المعدات التالفة.

د) اتفاقية بازل هي الصك العالمي الوحيد الساري الذي يراقب عمليات نقل النفايات الإلكترونية والكهربائية الخطرة عبر الحدود ويوفر قاعدة عالمية لإدارة هذه النفايات بطريقة تحمي صحة البشر والبيئة.

هـ) التنفيذ الفعال لهذه الاتفاقية يوفر آلية لمنع ومكافحة الاتجار غير المشروع بالنفايات الإلكترونية.

و) توفر اتفاقية بازل إطاراً فريداً للتعاون الدولي، وقوة دفع أساسية لتحقيق تكافؤ الفرص فيما بين البلدان بشأن إدارة النفايات الإلكترونية، ومساعدة المنتجين والصانعين العاملين في هذا المجال.

ز) تحسين عمليات التتبع والتنبؤ والشفافية في تجارة المنتجات أو المعدات المستعملة والتالفة.

ح) تشمل الإدارة السليمة بيئياً صون الموارد وإعادة استخدامها واسترجاع المواد وكفاءة استخدام الطاقة.

ي) وضع سياسة اقتصادية تهدف إلى الحد من كمية النفايات الخطرة، وتحسين عمليات التخلص منها، ووضع تدابير للقضاء على المكونات الخطرة في المنتجات الإلكترونية، وفرز النفايات عند المصدر، والترويج لأفضل الممارسات في مجالات التفكيك وإعادة التدوير والاسترجاع والجمع وغير ذلك.

ثانياً - التلوث الداخلي (شكل من أشكال تلوث البيئة) :

مقدمة:

نادراً ما يتم التركيز على موضوع التلوث الداخلي أي تلوث الأماكن المغلقة أو شبه المغلقة التي يختلف عددها وكثافتها ونوع الخدمات الموجودة فيها من بلد لآخر، ومن هذه الأماكن المكاتب والمنازل والمسارح والصالات والفنادق وغيرها، والتلوث الداخلي مركب وتتشترك به مؤثرات كثيرة داخلية وخارجية، والتلوث الداخلي يعد مصدراً من مصادر تلوث البيئة ويترك آثاراً مختلفة ويسبب الأذى والضرر لمن يتعرض له، وتنعكس هذه الآثار في صحته الجسدية والنفسية عاجلاً أو آجلاً، كتعرضه للأمراض التنفسية والتحسسية والقلبية والجلدية وبعض هذه الأمراض قد يكون مميتاً وقتالاً.

يقضي معظم الناس فترات زمنية طويلة في بيئات مغلقة، داخل البيت أو المكتب، أو أماكن العمل أو غير ذلك، وكثيراً ما يظن البعض أن كلمة أو تعبير البيئة،

تعني البيئة الطبيعية (الخارجية) فقط، وما تضمه من مراعي وغابات وأنهار وبحار وغيرها. ولكن البيئة تعني وتضم بعداً آخرًا، وهو البيئة المصطنعة التي شيدها وصنعها الإنسان عبر الزمن بما في ذلك المدن والأرياف، والأبنية والمساكن والمصانع، فكل مكان هو نظام بيئي (Ecosystem). وفي الفترة الأخيرة تطور وتزايد اهتمام علم البيئة (Ecology) بالبيئة البشرية، وبالأمكنة والأبنية التي يعيش ويعمل بها هؤلاء البشر، هذه الأمكنة التي أضحت تعاني من مخاطر جمة، والكثير منها أصبحت ملوثة ومريضة، تنقل التلوث والمرض لمن يعيش فيها. إن هذه الظاهرة تسمى ظاهرة المبني المريض، وعندما يكون مبنى ما مريضاً، تظهر على العاملين فيه عدداً من العوارض، منها التهابات في الجهاز التنفسي، وتهيج العينين، والأنف، والحنجرة، وفي الغالب شكاوى من عوارض تشبه عوارض الأنفلونزا أو حمى القش، كما يمكن أن يعاني من مشاكل أخرى أيضاً كالصداع، والغثيان، والتعب، والنظر المشوش، والحساسية الجلدية^{٩٩}.

١ - تعريف التلوث الداخلي:

التلوث الداخلي، هو التلوث الذي تتعرض له الأماكن الداخلية المغلقة، ويعني وجود مواد كيميائية، أو فيزيائية، أو بيولوجية، داخل المكان المغلق أو شبه المغلق (بناء، منزل، مكتب، قاعة محاضرات، مسرح، صالة عرض أو بيع أو غير ذلك) أو دخول هذه المواد إلى هذا المكان من مصادر مختلفة، وبطرق وأشكال مختلفة، بشكل مباشر أو غير مباشر، وتكون هذه المواد ضارة، وغير مرغوب بها، وتزيد عن الحد المسموح به عالمياً، وتؤدي إلى تغير نوعية الهواء الداخلي، وتغير بعض خصائصه ومواصفاته، مما ينعكس سلباً على صحة العاملين أو القاطنين فيه.

إن موضوع التلوث الداخلي، أصبح من المواضيع التي تلقى اهتماماً عالمياً متزايداً وعلى كافة المستويات، بعد أن كان الاهتمام مركزاً على ظاهرة التلوث الخارجي الشديد الذي لم يترك مجالاً للناس للاهتمام الكافي بمسألة التلوث الداخلي، وكانوا يهربون إلى

^{٩٩} - بريستون غرالا : كيف تعمل البيئة ، الدار العربية للعلوم ، بيروت ١٩٩٨ م - ١٤١٩ هـ ، ص ١٨١ .

بيوتهم لتجنب الهواء الخارجي الملوث والضار بالصحة، دون أن يفكروا أو يهتموا بوجود ملوثات في بيوتهم ومكاتبهم وأماكن عملهم وغيرها.

إننا نعيش اليوم في عصر يتزايد فيه الاهتمام بتلوث الهواء الداخلي، وهذا الاهتمام يعود بالدرجة الأولى إلى الأخطار الناتجة عنه على الصحة البشرية وهي أخطر مما يُظن للوهلة الأولى.

ففي الكثير من البلدان بخاصة النامية منها، غالبا ما تعتمد التدفئة المنزلية فيها، وكذلك الطبخ على حرق الفحم والخشب والوقود، الذي يؤدي إلى تلوث الهواء الداخلي والخارجي في آن معا، خاصة التلوث بغاز أول أكسيد الكربون، الذي يتحد مع هيموغلوبين الدم ويحل محل الأكسجين فيه، ويؤدي ذلك إلى إصابة الإنسان بأعراض مختلفة منها: الصداع والدوار والغثيان والقيء وخفقان القلب وضعف في العضلات وتشنجات وصعوبة في التنفس والشعور بالكسل وغير ذلك، وطبعاً هذا التأثير يختلف باختلاف عمر وجنس الإنسان وحالته الصحية.

٢ - أسباب ومصادر التلوث الداخلي:

إن مصادر تلوث الهواء الداخلي أصبحت كثيرة جدا، إن الأماكن المغلقة أو المزدحمة سيئة التهوية تتعرض إلى عدد من التغيرات البيئية ومنها: ارتفاع درجة الحرارة فيها، زيادة نسبة الرطوبة، زيادة تركيز البكتريا والجراثيم، زيادة حدة الروائح الكريهة وغير ذلك، وربما من المفيد التنويه بصعوبة تحديد درجة التلوث الداخلي، ودراسة مصادره وضبطه، خاصة التلوث المنزلي، لصعوبات متنوعة منها، صعوبة الدخول إلى البيوت ومعاينة ودراسة مصادر التلوث فيها؟ ولكن بشكل عام يمكن إجمال هذه المصادر على الشكل التالي:

١) التلوث من مصادر خارجية، ومن مصادر هذا التلوث:

أ - دخول الهواء الملوث المحمل بالغبار والجزيئات الصلبة، ومختلف أنواع الملوثات، عبر الأبواب والنوافذ والشقوق وغيرها.

ب - دخول الملوثات مع الملابس والأحذية والسجاد والأثاث وغيره .

ج - دخول الملوثات مع مختلف أنواع التموينات المنزلية والأطعمة والمواد الغذائية من خضار وفواكه.

د - غاز أناييب البوتوغاز: في بعض الدول والمناطق توجد شبكة لتمديدات الغاز تصل إلى مختلف المباني، وهذه قد تسبب تلوثاً خارجياً وقد يكون داخلياً، بحسب مصدره ولذلك يجب التأكد دائماً من سلامة تمديدات الغاز، وأنبوبة الغاز، ومفاتيح الغاز والتعامل الصحيح معها.

ويجب أن نشير إلى وجود أنواع من التلوث ذات مصدر خارجي وداخلي في آن معاً، وهذا يعود إلى خصائص المكان (المنزل - الفندق - النادي - المطعم... الخ) وموقعه، وتصميمه، والمواد المحيطة به، أو الداخلة في بنائه الخ.. ومن هذا التلوث، التلوث بالحرير الصخري (الأسبستوس)، الذي يستخدم أحياناً لعزل أناييب الماء، أو في صناعة السقوف والجدران والبلاط.

وكذلك بعض العناصر والغازات المشعة، مثل غاز الرادون، الذي يمكن أن يوجد في الصخور والتربة التي يبنى عليها المنزل، ويتسرب من الشقوق والفتحات إلى داخل المنزل، وهو غاز ليس له رائحة، ولكن له نشاط إشعاعي، والحرير الصخري والرادون كلاهما يمكن أن يؤدي إلى الإصابة بسرطان الرئة، وذكرت دراسات أخرى العديد من مواد التلوث الداخلي التي تعد عوامل خطر شديد لمرض سرطان الرئة وأمراض التهاب المجاري التنفسية وغير ذلك من الأمراض ومن هذه المواد الحرير الصخري والملوثات الناتجة عن احتراق الوقود مثل ثاني أكسيد الكبريت.

٢ - التلوث من مصادر داخلية، ومن أشكال ومصادره نذكر:

أ - أجهزة التدفئة والتبريد المركزية والعادية :

يوجد أدلة أكيدة على وجود مشاكل عديدة تتعلق بالتلوث الداخلي تؤدي إلى الإصابة بعدة أمراض مميتة وقاتلة في كثير من الأحيان. ومن المعروف أن الهواء بعد دخوله

مكيف التبريد ينخفض محتواه من الأوزون بمقدار ٣٠٠ - ٥٠٠ مرة، ويؤدي إلى زيادة ترسب الكريات الحمراء في الدم بنسبة تصل إلى ٨٧%^{١٠٠}.

ولهذا فإن الأشخاص الذين يعيشون أو يعملون لساعات طويلة في أماكن مكيفة، قد يتعرضون للإصابة بأمراض مختلفة، منها التهابات الجهاز التنفسي (بسبب فيروس المكيف)، ومنها ما يسمى بأمراض التحشد في الدول الغنية والناجمة بالدرجة الأولى عن أجهزة تبريد الهواء، ففي عام ١٩٧٦ وقعت ١٨٢ حالة التهاب الرئة بين عدد من الأمريكيين كانوا محتشدين لحضور مؤتمر في فندق في مدينة فيلادلفيا، وفيما بعد عرف سبب المرض بأنه مرض بكتيري يدعى التهاب الرئة التحشدي.

إن التهاب الرئة التحشدي نال في الفترة الأخيرة المزيد من الاهتمام لأنه يمكن أن يكون حاداً وتنتج عنه وفيات عالية بين الكهول، تظهر أعراض المرض على شكل غثيان وتقيؤ وألم في البطن، أو تظهر علامات اضطراب في النظام العصبي المركزي كفقدان الذاكرة أو التشوش أو الركود الدماغي أو غير ذلك.

ومن الأمراض التحشدية الأخرى مرض يسمى بالحمى البوننية وهي عبارة عن رد فعل تحسسي للكائن العضوي، وقد بينت الدراسات أن الموطن الطبيعي لأمراض التهاب الرئة التحشدي هو الماء الداخل إلى الأبنية عبر شبكات تمديد المياه حيث تتعايش مع العضويات الصغيرة الأخرى كالعفن والبكتيريا وغيرها وإذا كانت الشروط ملائمة لنمو البكتيريا فإنها سوف تتكاثر، ويتبع ذلك انتشارها في رذاذ الجو الداخلي مما يعرض السكان للخطر.

وقد أظهرت دراسة أجريت منذ نحو عشرين عاماً في فنادق ومشافي إنكلترا وويلز، أن مرض ذات الرئة التحشدي واسع الانتشار إذ وجد في ٥٣% من الفنادق وفي ٧٠% من المشافي وسببه الرئيسي شبكات المياه الحارة، وقد لوحظ توافق طردي بين

¹⁰⁰ - Astatin. L. P., Blacosklonov .K. N , Nature Conservation , Kolose Press , Moscow, 1984 ,p . 70 . . باللغة الروسية .

وجود البكتيريا وحجم البناء، كما أن أبراج التبريد في المباني التي يوجد فيها أنظمة تبريد مغلقة كانت مرتعاً لهذا الميكروب العضوي^{١٠١}.

ب - البكتيريا:

يكون الهواء العادي عادةً نظيفاً بفعل التنقية الذاتية والدورة الجوية العامة، ولكن في بعض الحالات وخاصة في الأماكن المغلقة، فإن الهواء يحتوي على عدد من البكتيريا والجراثيم والأحياء الدقيقة، ومن بين الأنواع المختلفة للأحياء الدقيقة التي توجد بالهواء تعتبر البكتيريا في العادة هي الأكثر عدداً كما توجد جراثيم الفطريات بدرجة أكبر من الخمائر ولكن أعداد وأنواع الميكروبات الموجودة في الهواء تتوقف بدرجة كبيرة على مصادر التلوث والفرص المتاحة للخلايا والجراثيم في أن يحملها الهواء^{١٠٢}.

وهذا يعني وجود مجموعة من العوامل والأسباب المرضية التي يجب أخذها بعين الاعتبار دائماً، والعمل على مكافحتها والوقاية منها، لأن خطر التلوث الداخلي في تزايد مستمر والجهل به يزيد في تفاقم هذه المشكلة وإصابة الإنسان بأمراض مختلفة بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر.

ج - القوارض والحيوانات والطيور المنزلية:

في الآونة الأخيرة نشر تقرير يقول بأن الاحتفاظ بالطيور في المنزل له علاقة بزيادة خطر الإصابة بالسرطان الرئوي، وأصبح من المعروف أن الحيوانات والطيور التي تربي في المنازل أو المزارع يمكن أن تنقل بعض أمراضها إلى الإنسان، وبعضها يعرف باسم الأمراض المشتركة (بين الحيوان والإنسان)، والقوارض خاصةً الجرذان قد تسبب الإصابة بمرض الطاعون، وهناك مشكلة أخرى جديدة بالاهتمام، ألا وهي مشكلة التحسس من ملوثات الهواء الداخلي، إذ أن اضطرابات التحسس مثل الربو هي إحدى أعم الأشكال المسببة لاعتلال الصحة والناجمة عن التعرض لملوثات الهواء الداخلي، حيث إنها تتولد من العفن

^{١٠١} - ليسلي . ج . ب ، لونو . ف . و : تلوث الجو الداخلي ، المشاكل والأولويات ، ترجمة محمد أحمد حنونة ، منشورات وزارة الثقافة ، دمشق ١٩٩٧ ، ص ٣١ . بتصرف .

^{١٠٢} - سعدية محمد حسنين عيسى ، فؤاد عبد الرحيم أحمد ، صحة البيئة والغذاء : مكتبة الرشد ناشرون ، ١٤٢٧ هـ - ٢٠٠٦ م ، ص ٨٦ .

والفطور والقشور المنسلخة من جلود الحيوانات وعتث غبار المنازل، وكذلك غبار الخضار والعوامل الكيماوية وغيرها.

د - الحشرات المختلفة:

كالبعوض والذباب والبق والنمل والصراصير والسوس وغيرها، ومعظم هذه الحشرات تنتشر في مختلف مناطق العالم وخصوصا في البلاد الحارة والدافئة، وهي تنقل الأمراض والأوبئة إلى الإنسان سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، ومعظمها تتكاثر بسرعة مذهلة، وتسبب تلوث المنزل والطعام والشراب، وهذه الحشرات تعيش غالباً في الفراغات والشقوق، وفي القمامة والنفايات المنزلية وغيرها، خاصة في البيوت والأحياء الفقيرة التي لا تتوفر فيها النظافة أو وسائل التخلص من القمامة، وانعدام نظم الصرف الصحي الصحيحة، ولذلك من المهم العمل على نظافة هذه الأماكن الداخلية، وجعل جدرانها ملساء ونظيفة، واستخدام كافة السبل الصحيحة للقضاء على هذه الحشرات ومكافحتها

هـ - القمامة والفضلات:

إن القمامة والفضلات الناتجة عن الفرد، تختلف من حيث النوع والكم من بلد إلى آخر، ومن حي إلى آخر، وحتى من شخص لآخر، تبعاً لاختلاف القوة الشرائية، وأسلوب الحياة، والوعي البيئي، وغير ذلك، وفضلات الطعام غالباً تتراوح بين ١ - ٣ كغ يوميا للفرد، أما النفايات الأخرى فهي مكونة من بقايا كل من: الزجاج والمعادن والخشب والملابس وأكياس النايلون والورق وغيرها، ومقدار وخطر التلوث الداخلي الناجم عنها، يرتبط بعدة عوامل، أهمها طريقة التخلص من هذه النفايات وجمعها ومعالجتها.

و - التدخين ودخان التبغ:

دخان السجائر هو أحد أكبر الملوثات الداخلية وخاصة في المباني المغلقة حيث لا يتبدد الدخان، ويقدر أن دخان السجائر يحتوي أكثر من ٤٠٠٠ مادة أو مكون، منها الفورمالديهايد، والأمونيا، والتوليويين، وثاني أكسيد الكبريت، والفينول، ومواد سامة أخرى محدثة للسرطان، خاصة سرطان الرئة، كما أن الدخان يسبب مشكلات على

صعيد التنفس، وقد يكون عاملاً من عوامل الذبحة القلبية، ويزيد من خطر إصابة الأطفال بذات الرئة والتهاب الشعب التنفسية^{١٠٣}.

لقد نشرت دراسات كثيرة أرجعت الأمراض التنفسية لدى الأطفال إلى عادات التدخين لدى أهلهم، ومن المعروف أن التدخين في الأماكن المغلقة يؤدي إلى تلوث الهواء بغازات الكربون والآزوت، ويؤثر التدخين سلباً على كل من يتعرض له. لقد بينت الدراسات أن كيميائى الدخان الناجم عن احتراق التبغ معقدة للغاية، والتدخين في مختلف هذه المراحل يؤثر سلباً على المدخن وعلى غير المدخن الذي يتعرض للتدخين بشكل مباشر أو غير مباشر، وتوجد عدة طرائق لقياس مدى هذا التأثير في كل مكان من الأمكنة الداخلية التي تتعرض للتدخين.

لقد توصل الكثيرون إلى استنتاجات محددة بأن التدخين متلف للصحة، ويؤدي إلى تهيج العيون، وتهيج الغشاء المخاطي، وتشنج الشعب التنفسية، وحدوث التهاب الأذن بشكل متكرر لدى الأطفال، وحدوث أمراض عصبية وسلوكية وغيرها الكثير من الآثار السلبية.

إن التدخين من العوامل المسببة لتصلب الشرايين، وارتفاع الضغط الشرياني، وحدوث سرطانات الرئة والمعدة والمري، وحدوث القرحة المعدية والتهاب الأمعاء، والتدخين يسبب تبقع الأسنان واصفرارها، والتأثير السلبي في الحليمات الذوقية في اللسان، ونقص الشهية إلى الطعام واضطرابها، ويضر بالمرأة الحامل المدخنة وبجنينها، وقد يؤدي إلى الإجهاض، أو ولادة أجنة مريضة أو صغيرة، أو وفاة الأطفال في الشهر الأول بعد ولادتهم، ويمتد تأثير تدخين الأم أثناء الحمل إلى طفلها بعد ولادته ويؤثر في سلوكه لاحقاً كميله إلى الغضب والعصاب وغير ذلك، وبمعكس ما يظن أو يتوهم البعض فإن التدخين يؤثر سلباً في الحالة النفسية والعصبية للإنسان.

^{١٠٣} - بريستون غرالا : كيف تعمل البيئة ، الدار العربية للعلوم ، مرجع سابق ، ص ١٨٣ .

ولا ننسى أن التدخين لا يؤثر في المدخن فقط، وإنما يؤثر في المحيطين به، وهؤلاء يطلق عليهم اسم المدخنين السلبيين الذين يتأثرون بالرغم منهم بالدخان والتدخين. وبالطبع فإن تدخين النارجيلة له نفس العواقب والآثار السلبية التي ذكرناها سابقاً. وبحسب البنك الدولي فإن نحو ثلاثة ملايين إنسان يموتون سنوياً بسبب أمراض تتعلق بالتدخين، ويتوقع أن يرتفع الرقم إلى عشرة ملايين بحلول عام ٢٠٢٥ م، وإن استهلاك التبغ يسجل ارتفاعاً في البلدان النامية، وانخفاضاً في معظم الدول المتقدمة، وأن الشركات المصنعة والمصدرة للدخان هي شركات غربية، والمستوردون والمستهلكون هم من الدول النامية!؟.

ز - الأثاث المنزلي:

إن الكثير من المواد الموجودة داخل المنزل، تسبب التلوث، ومنه التلوث بغاز الفورمالديهايد المنبعث من السجاد المصنع من مواد اصطناعية، ومن مواد العزل والستائر والمبيليا، وقد يصدر هذا الغاز عن التنجيد والمواد المنزلية الأخرى، وهو يسبب تهيج العيون والأنف والحنجرة، ويمكن أن يسبب السعال، والطفرة الجلدية والحساسية. ومن الملوثات أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والآزوت والهيدروكربونات، التي يمكن أن تسبب التسمم وربما الموت، أضف إلى ذلك المعادن الثقيلة. والربو مرض يبدو أنه يتزايد على نطاق واسع في العالم، ويوجد تقارير عالمية تشير إلى تضاعف حالات الربو في الأقطار الغنية والفقيرة على حد سواء، وإذا كانت أسبابها غير واضحة تماماً فإن أهم هذه الأسباب هو غبار العث داخل المنازل والمكاتب. لقد أشارت الدراسات الكثيرة إلى أن هناك تزايد في الأمراض التنفسية لدى الأطفال المعرضين إلى ثاني أكسيد الآزوت المتولد في البيت من أفران الغاز وحرق الوقود، كما أن المصدر الآخر والمهم لأكاسيد الآزوت هو دخان التبغ.

ح - المواد الغذائية والتموينات:

يعد تلوث الغذاء أحد أشكال التلوث الداخلي الذي يتعرض له المنزل، ومصادر هذا التلوث كثيرة ومتنوعة منها تلوث الغذاء خارج المنزل سواء أكان هذا التلوث من مصادر بشرية أو مصادر طبيعية كالتلوث بالمبيدات والمخصبات الكيميائية، والنفايات الصلبة والمشعة ومن المعادن الثقيلة وغيرها، وقد يكون هذا التلوث داخل المنزل أو المطبخ أو المطعم.

إن الغذاء يمكن أن يتلوث من مصادر كثيرة وبأشكال مختلفة منها التلوث بالكائنات الحية الممرضة مثل بكتيريا الكوليرا والسل وبيوض ديدان الاسكاريس والديدان الشريطية، والسالمونيلا التي تسبب مرض الحمى التيفية، وكذلك يمكن أن يتلوث الغذاء بوحيدات الخلية، و جراثيم تحلل وتحول المواد الغذائية بوساطة الأحياء الدقيقة التي تؤدي إلى فساد هذه المواد الغذائية كفساد الحليب ومشتقاته وفساد الفواكه والأطعمة المختلفة وتناول هذه المواد الغذائية يؤدي إلى حدوث التسمم الغذائي، ولذلك يجب اتباع الأساليب الصحية في شراء وحفظ وتناول المواد الغذائية سواءً المعلبات أو الخضار والفاكهة، أو اللحوم، أو الحليب ومشتقاته، أو غير ذلك.

ط - المنظفات والمبيدات والمواد الكيميائية:

إن الأشخاص الأكثر عرضة لسموم المبيدات والمنظفات في المنازل أولئك الذين لا ينتبهون إلى التعليمات والتحذيرات الموجودة على العبوات، وغالباً هم من كبار السن غير المتعلمين، والخادمات، والأمهات اللواتي يتصفن باللامبالاة، إضافة إلى الأطفال، يمكن القول بأن الكثير من المواد السامة والخطرة يمكن أن توجد في المنزل لاستعمالها في مجالات مختلفة، ومنها مثلاً النشادر والصودا التي تستعمل للتنظيف، وكذلك المبيدات الحشرية التي تستخدم لمكافحة القوارض والحشرات وغيرها، وهي تحوي الكثير من المواد الكيميائية والسامة مثل الزرنيخ والسيانيد وغيره.

وعندما يتم ابتلاع بعضا من هذه المواد، فإنها تسبب حرق الفم والمري والمعدة، وعند استنشاقها تسبب تهيج الأنف والحلق وربما العيون، وعند ملامستها قد تؤدي إلى التهابات جلدية .

إن المنظفات الشائعة الاستعمال، عبارة عن مزيج معقد من المركبات والمواد الكيميائية التي تحوي جميعها خواص وعوامل فعالة سطحياً، وقلويات ومواد لإزالة قساوة المياه، وإزالة الصدأ، والتلوث الناتج عن استخدام هذه المنظفات يرتبط بلا شك بخصائص ونوعية المواد الداخلة في تركيب هذه المنظفات، والمنظفات تؤدي ظاهرياً إلى عمل حضاري مفيد، ولكنها تؤدي من جهة أخرى إلى إحداث تلوث بيئي كبير ناجم عن هذه المنظفات^{١٠٤}.

ولذلك فمن المهم جداً الاستخدام السليم والصحيح والرشيد للمنظفات والمبيدات والأدوية والمساحيق وأدوات التجميل وغيرها، من حيث الكم والكيف، ووضعها في مكان مناسب في المنزل بعيداً عن متناول الأطفال وغيرهم، لكي لا تتحول إلى خطر وشر كبير، مع السعي باستمرار للعمل على استخدام مواد كاشطة بديلة ما أمكن ذلك، كالرمل الناعم، أو الخفاف والرماد البركاني بعد معالجته وتحضيره لذلك.

ك - التلوث الكهرومغناطيسي:

وهو شكل من أشكال التلوث الداخلي وقد تم الحديث عنه في فصل التلوث الفيزيائي (البارامتري)، ومن المعروف أنّ مصادر التلوث الكهرومغناطيسي داخل الأبنية كثيرة جداً، وهذه المصادر لها مساحة كهربية مغناطيسية، ويتراوح مدى الذبذبات المستعملة في هذه الأجهزة من ٥٠ هرتز في خطوط نقل الطاقة الكهربائية إلى ١٠٠٠ ميغا هرتز تقريباً في الهاتف النقال*.

^{١٠٤}. أحمد الشلاح ، فؤاد الصالح : التلوث البيئي والأمن الصناعي ، جامعة دمشق ١٩٨٩-١٩٩٠ ، ص ٢١٢ .

* - الميغا هرتز تساوي مليون هرتز .

ويعتقد أن المجالات الكهرومغناطيسية تؤثر في عمل الخلايا والدماغ وتصيبها بالأذى والأمراض السرطانية والعصبية والدموية، وربما تسبب تشوه الأجنة أو حدوث التخلف العقلي، وغير ذلك من التأثيرات المعروفة وغير المعروفة^{١٠٥}.

٣ - الإجراءات التي يمكن اتباعها لتخفيف حدة وآثار التلوث الداخلي:

إن الإنسان سواء أكان صغيراً أو كبيراً ذكراً أو أنثى هو الضحية الأولى للتلوث الداخلي الذي يتجلى على شكل أمراض جسدية أو نفسية أو عصبية. أمام كل ذلك يتضح مدى أهمية الاهتمام بالتلوث الداخلي ومكافحة هذا التلوث وإتباع كافة الإجراءات المساعدة في ذلك، ومن هذه الإجراءات:

(١) تخطيط المدن، بشكل صحيح وصحي ومناسب، بما في ذلك وجود الشوارع الواسعة المعبدة التي تسمح بدخول الهواء والشمس، وتوفير الحدائق والملاعب بمساحات مناسبة، وكذلك الساحات، والبنية التحتية الكاملة والمناسبة بجميع عناصرها ومكوناتها.

(٢) الاهتمام بالعوامل الهندسية، والصحية، والبيئية، أثناء بناء المبنى (المنزل أو المكتب) أو غيره من الأماكن المغلقة، وهذا يشمل تخطيط الموقع والأساس، والجدران، والحجرات، والحمامات والمطبخ وغيره، لأن هذه العوامل تؤثر تأثيراً كبيراً في المستوى الصحي للمكان وساكنيه.

(٣) اختيار الموقع المناسب لذلك الذي يوفر معظم المتطلبات الصحية الأساسية، ويأخذ بعين الاعتبار بعض الأمور الهامة مثل اتجاه الرياح السائدة، وخصائص التهوية، والتعرض لأشعة الشمس، لأن هذه الأشعة تساعد في القضاء على الفطريات وعلى الحشرات والميكروبات والجراثيم.

(٤) يجب أن يتم تعريض المكان بشكل مستمر إلى التهوية الجيدة، وخاصة تعريض المطبخ، لذلك بشكل متكرر ومناسب، واستخدام ساحبات الهواء فيه، منعا لتراكم وتركيز الغازات الناتجة عن الطبخ وحرق الوقود في المنزل ككل.

^{١٠٥} . سمير رضوان : التلوث الخفي من المفاعلات النووية إلى الأجهزة المنزلية ، مرجع سابق ، ص ٧٧ - ٨٣ .

- ٥) استخدام مصادر طاقة نظيفة من الناحية البيئية، مثل استخدام مصادر الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والغاز، بدلا من استخدام وقود الخشب والفحم أو غيره، من مصادر الوقود المسبب للتلوث الشديد في البيئة الداخلية والخارجية على حد سواء.
- ٦) الاهتمام بشكل رئيسي بنظافة الغذاء، والماء المستخدم، والتأكد من صحته وسلامته، وغلي المياه التي يشك في نظافتها قبل استخدامها وخاصة في غذاء الأطفال.
- ٧) استخدام وحفظ المنظفات والمواد الكيميائية في المنزل بشكل صحيح.
- ٨) التخلص السليم من النفايات والقمامة والفضلات المنزلية، وفي ذلك حماية للجميع من التلوث الداخلي ومخاطره.
- ٩) مراقبة الحشرات ومكافحتها.
- ١٠) حماية المكان من التلوث البارامتري (الكهرومغناطيسي، والإشعاعي، والحراري، والضوضاء، والضوئي وغيره).
- ١١) إبعاد المناطق الصناعية ومصادر التلوث المختلفة عن المناطق السكنية.

ثالثاً - التلوث البصري Visual pollution:

١ - تعريف التلوث البصري:

التلوث البصري مصطلح يطلق على العناصر البصرية غير الجذابة، وهي المناظر الطبيعية، أو أي شيء آخر يريد الشخص أن ينظر إليها، أو بمعنى آخر هو تشويه لأي منظر تقع عليه عين الإنسان يشعر عند النظر إليه بعدم الارتياح، ويمكننا وصفه أيضاً بأنه نوع من أنواع انعدام التذوق الفني، أو اختفاء الصورة الجمالية لكل شيء يحيط بنا، والتلوث البصري يشمل جميع عناصر البيئة التي يجدها المجتمع غير مناسبة أو غير مقبولة، فالتلوث البصري هو قيمة متغيرة للبيئة تعتمد على الخلفية الثقافية للشخص والمجتمع الذي يتعرض لهذه الظاهرة، والتلوث البصري له أسباب ومصادر كثيرة منها الإهمال وسوء الاستعمال وأشكال السلوك الفردي والاجتماعي غير السليم وغير الرشيد.

٢ - بعض مظاهر التلوث البصري :

- سوء التخطيط العمراني لبعض الأبنية سواء من حيث الفراغات أو شكل بنائها.
 - أعمدة الإنارة في الشوارع ذات ارتفاعات عالية لا تتناسب مع الشوارع.
 - صناديق القمامة بأشكالها التي تبعث علي التشاؤم.
 - اختلاف دهان واجهات المباني.
 - أجهزة التكييف في الواجهات.
 - مخلفات القمامة والنفايات الصلبة الملقية بشكل عشوائي.
 - المباني المهدامة القديمة والمهجورة وسط الأحياء الجديدة والمنظمة.
 - اللافتات ولوحات الإعلانات المعلقة في الشوارع بألوانها المتضاربة.
 - الكتابات والرسوم المختلفة وخاصة السيئة وغير الأخلاقية على الجدران وغيرها.
- الشكل رقم (١٤) .



الشكل رقم (١٤) صورة تبين التلوث البصري في أحد الشوارع.

٣ - أضرار ومخاطر التلوث البصري:

يؤثر التلوث البصري بشكل سلبي على نفسية الانسان، وقد يجعله يشعر بالضجر والانعراج والقلق وقد لا يعلم السبب في ذلك، وعلى العكس فإن الإنسان الذي يعيش في بيئة جميلة ونظيفة تتمتع بالجمال لا يشعر بهذا الانزعاج، وتختلف أفكاره وطرق تعامله وسلوكه عمن يسكنون في تلك الاماكن التي تكثر بها القمامة والمناظر المؤذية للعين، و ذلك ليس مجرد افتراض بل إنّ الابحاث أثبتت أنّ الانفعالات التي تنتج عن رؤية مؤثر بصري سلبي هي انفعالات سلبية وترفع مستوى ضربات القلب وسرعة الانفعال، وعلى العكس تؤدي رؤية مؤثر بصري إيجابي بالشعور بالجمال الذي يقلل من الإحساس بالآلام الجسم أو مفاصله ويؤدي إلى الشعور بالراحة والهدوء النفسي.

كما أنّ المناظر الطبيعية الجميلة من غابات وشلالات و مزروعات وغيرها لها تأثير إيجابي على الصحة النفسية ويساعد الانسان على الاسترخاء و الإحساس بالهدوء والراحة وزيادة القدرة على العطاء والإنتاج والانسجام، فالجمال هو الإدراك للعلاقات المرحة التي يستجيب لها الإنسان في شتى العناصر سواء أكانت متوفرة في الطبيعة أو كانت من صنع الإنسان، وأن الإدراك البصري يعنى كيفية تمييز واكتشاف جميع التفاصيل لعناصر البيئة المحيطة بنا..... الخ.

رابعاً - التلوث الغذائي:

١ - تعريف تلوث الغذاء:

يحتاج جسم الإنسان إلى مواد غذائية لبناء خلاياه ومدّه بالطاقة اللازمة له وتوفر له البروتينات والمعادن والكربوهيدرات وغيرها مما يحتاجه الجسم، وهذه المواد الغذائية منها نباتية ومنها حيوانية يحصل الجسم عليها بعدة أشكال، ولكن هذا الغذاء يمكن أن يتعرض للتلوث.

يمكن تعريف تلوث الغذاء بأنه احتواء الغذاء على جراثيم أو فيروسات أو مبيدات أو مواد مشعة أو معادن ثقيلة كالزئبق والكادميوم والرصاص، بمعدلات تزيد عن المعدلات الطبيعية

والمسموح بها وتؤدي إلى تغيير لون أو طعم أو رائحة الغذاء أو فساده بشكل أو آخر، بحيث يصبح هذا الغذاء مصدراً للخطر والمرض بدلاً من كونه نقيضاً لذلك، والأمثلة عن تلوث الغذاء لا تعد ولا تحصى، وأحياناً يكون هذا التلوث غريباً ومبهماً إلى أن تتكشف خيوطه ومصادره وأسبابه.

٢ - مصادر تلوث الغذاء:

تتنوع مصادر تلوث الغذاء ومن أكثر هذه المصادر انتشاراً التلوث بالأحياء الدقيقة مثل بكتيريا المكورات العنقودية التي تنتقل إلى الغذاء عن طريق الأشخاص المرضى أو حاملتي المرض الذين يتعاملون مع الغذاء، وكذلك التسمم بمادة الاكرواتوكسين التي تنجم عن فطر ينمو على بعض أنواع بذور الحبوب والبقول، وكذلك التلوث الناجم عن الحشرات مثل الصراصير والذباب وهي تحط على القاذورات والأوساخ وبعدها على الغذاء المكشوف، وقس على ذلك الفئران والقوارض التي تسبب تلوث الغذاء، كما أن الحيوانات مثل الكلاب تسبب التلوث والإصابة بالأكياس المائية للإنسان والحيوان.

وكذلك التلوث بالمبيدات الكيميائية، وبالمعادن الثقيلة ومن ذلك التلوث الغذائي الذي نجم عن تناول الأسماك التي تم صيدها من خليج مينا ماتا في اليابان، وتبين لاحقاً أنها ملوثة بمعدن الزئبق وهو أحد المعادن الثقيلة، وقد أطلق على المرض الذي سببته اسم مرض مينا ماتا. كما أن تلوث الغذاء بالكادميوم يسبب مرض أطلق عليه اسم مرض (إيتاي إيتاي) نسبة إلى مقاطعة في اليابان تعرضت لهذا المرض، وكان سببه إلقاء الكادميوم من المصانع والمناجم إلى الأنهار، ثم جرى سقاية المزروعات وخاصة الأرز بهذه المياه الملوثة، وبالنتيجة وصل الكادميوم إلى جسم الإنسان عن طريق تناول الأسماك والأرز الملوثة، كما أن التلوث بالرصاص يسبب أمراضاً كثيرة، حتى إنه وبحسب بعض الدراسات فإن التسمم بالرصاص كان السبب في انهيار الإمبراطورية الرومانية في أواخر القرن الخامس الميلادي.

وقد وصل الرصاص إلى أجسام طبقة الأغنياء وقادة الإمبراطورية بعدة طرق منها تناول الأطعمة الغنية بالبهارات وكان التجار يضيفون الرصاص إلى الفلفل الأسود لزيادة وزنه، كما كان يتم طهي الطعام وحفظه في أوان مطلية بالرصاص، وكذلك كان يتم إعداد وحفظ النبيذ والخمور في مثل هذه الأواني، وهذا أدى إلى إصابة طبقة الأغنياء والنبلاء بالكثير من الأمراض كالنسيان وبطء الكلام والاضطرابات المعوية وغيرها من المشكلات الناجمة عن التسمم بالرصاص^{١٠٦}.

من الواضح أن الغذاء يتعرض للتلوث من مصادر بيئية متنوعة من الهواء والماء والتربة أو النبات أو الحيوان، أو من العمليات الصناعية والمواد الحافظة والملونة والمنعشة، أو أثناء عمليات حفظ الغذاء، وكذلك من الإنسان نفسه الذي قد يكون مريضاً أو حاملاً للجراثيم الممرضة وتنتقل من للغذاء أثناء إعداده أو نقله أو غير ذلك، ومما يفاقم مشكلة تلوث الغذاء نقص الرقابة الصحية، ونقص الوعي الصحي، ونقص التشريعات و ضعف القوانين المنظمة لآلية التعامل مع المواد الغذائية كجمعها وتصنيعها وحفظها ونقلها وبيعها، ونظراً لأهمية سلامة الغذاء، وخطورة التلوث الغذائي فقد تضاعف الاهتمام به كثيراً في الآونة الأخيرة، على كافة المستويات الفردية والشعبية والرسمية في معظم دول العالم. إضافة لأشكال التلوث سابقة الذكر يمكن الإشارة إلى وجود أنواع أخرى من التلوث منها ما يسمى التلوث الفكري، والتلوث الثقافي، والتلوث الأخلاقي، وغير ذلك من أشكال التلوث المادي والمعنوي.

^{١٠٦} . محمد عياد مقيلي ، التلوث البيئي ، مرجع سابق ، ص ٦٩ بتصرف .

أسئلة للمناقشة:

- س ١ _ عرّف النفايات الإلكترونية.
- س ٢ _ عدد مصادر النفايات الإلكترونية.
- س ٣ _ عدد أهم المكونات الخطرة في الأجهزة الإلكترونية وشرحها باختصار.
- س ٤ _ اشرح تأثير النفايات الإلكترونية على صحة الإنسان مع ذكر بعض الأمثلة .
- س ٥ _ اشرح الآثار البيئية للنفايات الإلكترونية.
- س ٦ _ اشرح الآثار الاقتصادية للنفايات الإلكترونية.
- س ٧ _ اشرح البدائل الآمنة للتخلص من النفايات الإلكترونية.
- س ٨ _ عرّف التلوث الداخلي.
- س ٩ _ اشرح المصادر الخارجية للتلوث الداخلي.
- س ١٠ _ عدد المصادر الداخلية للتلوث الداخلي.
- س ١١ _ ناقش موضوع التلوث الداخلي الناجم عن أجهزة التدفئة والتكييف المركزية.
- س ١٢ _ عدد الإجراءات التي يمكن اتباعها لتخفيف حدة التلوث الداخلي .
- س ١٣ - ما هو التلوث البصري عرّفه وعدد مظاهره.
- س ١٤ - اشرح أضرار ومخاطر التلوث البصري.
- س ١٥ - عرّف التلوث الغذائي.
- س ١٦ - اشرح مصادر تلوث الغذاء ودعّم اجابتك بالأمثلة.

الفصل الحادي عشر حماية البيئة من التلوث

- ◆ تعريف حماية البيئة
- ◆ دور الجغرافية في حماية البيئة
- ◆ دور الجغرافية في حماية الموارد الطبيعية
- ◆ دور الجغرافية في دراسة الكوارث البيئية (الطبيعية والبشرية)
- ◆ دور الجغرافية في التنبؤ والاستشراف
- ◆ نشاطات حماية البيئة على المستوى العالمي
- ◆ نشاطات حماية البيئة في الجمهورية العربية السورية

الفصل الحادي عشر

حماية البيئة من التلوث

مقدمة:

تعرضت البيئة وعناصرها المختلفة عبر الزمن إلى جملة من التغيرات والتأثيرات المختلفة ولكنها كانت في حدود مقبولة، وفي الفترة الأخيرة فقد زادت حدة هذه التأثيرات وصارت شديدة وخطيرة في كثير من الأماكن، وكان النشاط البشري السبب الرئيس في معظمها، وفي بداية القرن الحادي والعشرين فإن مشكلة تلوث البيئة وتدهورها تشكل أحد أهم المعضلات التي تواجه البشرية، وتحتاج إلى مضاعفة الجهود الفردية والجماعية من النواحي العلمية والإنسانية والأخلاقية، من أجل حل هذه المشكلة وحماية البيئة وعناصرها المختلفة الحية والجمادة، إن فهم العلاقات المتبادلة بين جميع هذه العناصر، وفهم ومعرفة آلية عملها وتطورها يعد الطريق الصحيح لحمايتها والعيش فيها بشكل منسجم ومتوازن.

١١ - ١ - تعريف حماية البيئة:

لا يوجد تعريف محدد لمفهوم حماية البيئة، ويمكن القول أنّ حماية البيئة عبارة عن مجموعة من الإجراءات التنظيمية (العلمية والتقنية والاقتصادية والإدارية والقانونية والتربوية والأخلاقية وغيرها) التي تقوم بها الحكومات والجهات الرسمية والأهلية بهدف حماية البيئة واستغلال مواردها الطبيعية والبشرية بشكل عقلاني ومنظم، يضمن للأجيال الحالية والمقبلة تأمين حاجاتها المادية والروحية الآن وفي المستقبل وحماية البيئة هي سياسة وفلسفة إدارة البيئة، من أجل المحافظة على الموارد الطبيعية من التدهور والاستنزاف والتدمير، لكي تضمن موارد كافية لمصلحة الأجيال في الحاضر والمستقبل، وهذه الحماية تشمل ثلاثة أجزاء هي^{١٠٧}:

^{١٠٧}. علي ، علي البنا ، المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية ، مرجع سابق ، ص ١٧٨ .

١ - حماية النباتات والحيوانات والموارد البيئية، والمناطق الحضرية، والمواقع التاريخية من التلوث والاستنزاف والاستخدام غير العاقل.

٢ - استغلال الموارد الطبيعية بما يكفل دوام عطائها لتأمين حاجات الإنسان المتزايدة، ليس في الوقت الحاضر فقط، وإنما للأجيال القادمة.

٣- تطبيق برامج تحسين البيئة وصيانة الموارد اعتماداً على التخطيط البيئي.

١١ - ٢ - دور علم الجغرافية في حماية البيئة:

يمتلك علم الجغرافية الحديث مقدرة علمية هائلة تعطي له دوراً مهماً في مجال حماية البيئة وعناصرها المختلفة، لا يقل بأي شكل من الأشكال عن دور العلوم الأخرى وإسهامها في التطور العلمي بما يساعد في إيجاد ظروف طبيعة مناسبة لحياة الإنسان وحماية الوسط الذي يعيش فيه.

ويعتقد الجغرافي الروسي " باراسوف " أن كل مختص في حقل حماية الموارد الطبيعية يجب أن يكون ملماً إماماً تاماً بالعلوم الجغرافية " وإذا كانت مشكلة حماية الطبيعة مرتبطة كلياً بمعرفة العلاقة بين الإنسان والطبيعة، فإن دراسة هذه العلاقة تقع أساساً على عاتق الجغرافيين الذين يتعاملون مع هذه المسألة بنظرة شمولية تفهم دور جميع العناصر في البيئة ^{١٠٨}.

تولي الجغرافية أهمية خاصة لدراسة التغير الذي يتعرض له النظام الجغرافي، وشدة هذا التغير وسرعته ومقياسه، ودراسة عواقب التأثير البشري المصطنع، ومعرفة مصادر الملوثات ونوعيتها وتركيبها وانتقالها، خاصة أن العلاقة بين الإنسان والبيئة هي علاقة قديمة جداً، وهذه العلاقة كانت دائماً في الماضي والحاضر محور اهتمام علم الجغرافية، وفي الفترة الأخيرة أخذت هذه العلاقة أشكالاً جديدة وأكثر تعقيداً بسبب زيادة حدة التلوث البيئي في البر والبحر والجو، وزيادة استنزاف الموارد الطبيعية، وزيادة عدد السكان أو ما

^{١٠٨}. الصديق محمد العاقل ، محمد عياد مقيلي ، علي عبد الكريم علي ، تلوث البيئة الطبيعية ، منشورات الجامعة

المفتوحة ، ليبيا ، ١٩٩٠ ، ص ٣٧ .

يسمى بالانفجار السكاني الديموغرافي، ومشكلات الجوع وسوء التغذية ونقص الماء الصالح للشرب للعدد الأكبر من سكان العالم وغير ذلك من مظاهر هذه المشكلة. والجغرافية يمكنها أن تساعد في تقديم الحلول المناسبة للكثير من هذه المشكلات البيئية المعاصرة خاصة تلك المشكلات التي يتعرض لها الغلاف الجغرافي (Geosphere) لأن تلك المشكلات لا يمكن حلها إلا من خلال دراسة العلاقات المتبادلة المباشرة وغير المباشرة بين مختلف عناصر الغلاف الجغرافي وأخذها بالحسبان. وبحسب الجغرافي الروسي (ل. ن. كاربوف) فإن مساهمة الجغرافية في حل المشكلات البيئية يمكن أن تتم من خلال الأمور التالية¹⁰⁹ :

١ - إيجاد الحل للمشكلات العالمية يشكل محور اهتمام فروع علمية مختلفة، وقبل اتخاذ قرارات محددة بهذا الشأن يجب القيام بأبحاث مختلفة تشارك فيها الكثير من العلوم، وكون الجغرافية أحد أهم العلوم التركيبية (التي تجمع ما بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية)، فإنها تستطيع أن تقدم خبرة وأساساً علمياً منهجياً لدراسة هذه المشكلات العالمية.

٢ - وضع قاعدة بيانات، تضم المعلومات المطلوبة والمتوافرة عن المشكلات العالمية تعتمد على أبحاث علم الجغرافية كسجلات المسح الجغرافي، والخرائط، والمعلومات المحددة الدقيقة التي تنطوي تحت إطار الأبحاث الجغرافية، ويمكن توسيعها بحسب ما يتطلبه حل تلك المسائل.

٣ - أي من المشكلات العالمية تملك بدون شك مواصفات إقليمية، والجغرافية تقدم الخبرة المطلوبة لدراسة العمليات الطبيعية والبشرية، وتحليل العلاقات المتبادلة بين مختلف العناصر ضمن الإقليم وبينه وبين الأقاليم الأخرى.

يعد الغلاف الجغرافي للأرض منظومة شاملة ومتكاملة، يشمل ثلاث مجموعات من المنظومات الفرعية هي: المنظومة البيولوجية، والمنظومة الاجتماعية، والمنظومة التقنية، وتوجد علاقات وتأثيرات متبادلة بين هذه المنظومات، وهي تعد موضوعات تدرسها

¹⁰⁹ - Geography Science And Art . p.145 .op .Cit

العلوم المختلفة: العلوم البيولوجية، والعلوم الاجتماعية، والعلوم الاقتصادية والعلوم التكنولوجية، وتمثل مجتمعة ثلاثة نماذج للأنظمة البيئية المكانية وهي: نموذج أو نظام بيئي (جغرافي) ونموذج أو نظام بيئي اجتماعي - اقتصادي، ونموذج أو نظام بيئي هندسي، مما أدى إلى ظهور ثلاث اتجاهات إيكولوجية - جغرافية تعتمد على عدد من الفروع العلمية القديمة والحديثة، التي تبحث في اتجاهات مختلفة، من أجل التوصل إلى نظام معرفي متكامل عن العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية، بما في ذلك الإنسان والمجتمع البشري، وعلاقتها مع الوسط الجغرافي الطبيعي¹¹⁰.

كما أن تلوث البيئة وسرعة التغير الذي تتعرض له يتطلب المزيد من الاهتمام ليس فقط بمسألة حماية البيئة وإنما بمسألة التنبؤ حول وضعها في المستقبل القريب أو البعيد، ويعد الدور الجغرافي في حل هذه المسألة على جانب كبير من الأهمية، حيث إن الدراسات الجغرافية تشير إلى التغيرات المحتملة التي قد تصيب الأنظمة البيئية (الجغرافية) خاصة تلك التغيرات أو الأزمات وشيكة الحدوث، والعمل بفعالية من أجل توجيهها وإدارتها والتخفيف ما أمكن من الآثار السلبية أو غير المرغوبة الناتجة عنها.

١١ - ٣ - دور علم الجغرافية في حماية الموارد الطبيعية:

من المهم جداً للجغرافيين، وللجغرافية المعاصرة، أن تشارك غيرها من العلوم ذلك الاهتمام المتزايد والمتطور بالمفاهيم البيولوجية والإيكولوجية، التي لها علاقة قوية بالموارد الحية المتجددة في الطبيعة، كالهواء والماء والتربة والموارد النباتية والحيوانية وغيرها ونظمها الإيكولوجية، والتي بدون معرفتها وتفهمها، يصعب تفهم خصائص الموارد الطبيعية ككل، وما يمكن أن ينتاب نظمها الإيكولوجية من خلل أو تدهور، ومن المهم الإشارة إلى أنّ الموارد الطبيعية لا يمكن أن توجد خارج الطبيعة نفسها وأن ظروفها جغرافية وبيئية معينة تحدد كميتها ونوعيتها، ولذلك فإن حماية هذه الموارد من الضياع يتطلب دراسة متكاملة للظروف الجغرافية والبيئية للمنطقة التي توجد فيها.

¹¹⁰ - Smirnov , L.E , Geographical - Ecological Problems And Cartography Are
باللغة الروسية 50. p , 1990 , Cycle , 7 , N 3 , Geography Magazine , Leningrad University

يسهم علم الجغرافية في دراسة طبيعة العلاقات المتبادلة بين المجتمع البشري والطبيعة وهي علاقات معقدة للغاية، وجميع عناصر الغلاف الجغرافي تؤثر وتتأثر ببعضها البعض، لذلك من الضروري زيادة الاهتمام بالموارد الطبيعية والموارد البشرية والعمل على حمايتها من منطلق بيئي اقتصادي واجتماعي يهدف إلى توفير الظروف الملائمة لاستمرار التطور البشري، وأن تكون الحماية شاملة ومتكاملة ويشترك فيها الأفراد والمجتمع والمؤسسات الحكومية والأهلية والمنظمات الشعبية وغيرها.

إن الجغرافية بوصفها علماً تركيبياً، شمولياً لها أهمية كبيرة ودوراً طليعياً كانت وما زالت تؤديه في حماية الموارد الطبيعية والبشرية والمحافظة على التوازن والاستقرار البيئي، ويتجلى ذلك في الأمور الآتية:

١. مكافحة تعطيل الأنظمة البيئية الطبيعية، وإيجاد الحلول للكثير من المشكلات التي تعاني منها البيئة، سواء تلك المشكلات التي تتعلق بتلوث الماء والهواء والتربة، واستنزاف الموارد الطبيعية، وتدهور الوسط الحيوي النباتي والحيواني.
٢. مكافحة تعطيل الأنظمة البيئية الاجتماعية، وحل المشكلات المتعلقة بها كالانفجار السكاني والجوع والفقر والجريمة والمخدرات وغير ذلك.
٣. تطوير أساليب وطرائق كمية مختلفة لدراسة الأنظمة الجغرافية الطبيعية والبشرية، ودراسة العلاقات المتشابكة فيما بينها عن طريق استخدام طرائق الرصد والمراقبة (Monitoring) أي القيام برصد جيو إيكولوجي شامل للنظام الجغرافي والتغيرات التي يتعرض لها.
٤. القيام بعمليات التنبؤ لمعرفة آفاق المستقبل والتغيرات المحتملة والاستعداد لمواجهةها.
٥. الكشف عن الموارد الطبيعية الكامنة وتقديرها والاستفادة المستدامة منها.
٦. الكشف عن الموارد البشرية وتطويرها ودراسة سبل استثمارها بالشكل السليم (الاستثمار في الإنسان) باعتباره أهم مورد وطني واقتصادي مستدام.

٧. الإسهام بفعالية في تحقيق وتنفيذ مختلف أشكال التخطيط المكاني (الإقليمي والبيئي والحضري والريفي والسياحي وغيره).

٨. على الجغرافيين الاهتمام بحقيقة أن مشكلات الوسط المحيط يمكن النظر إليها من وجهات نظر مختلفة، وبالتالي فإن طرائق حلها مختلفة أيضاً.

٩. من أجل تحقيق الكثير مما سبق ذكره يفضل أن يكون للجغرافيين وجود في أي مشروع، وفي أية لجنة وطنية أو إقليمية أو عالمية، تعمل من أجل حماية البيئة وحل المشكلات التي تعاني منها.

١١ - ٤ - دور علم الجغرافية في دراسة الكوارث البيئية :

من أهم وظائف الجغرافية توضيح ودراسة الضائقات أو الكوارث الإيكولوجية ومدى انتشارها وتوزعها ونتائجها، واقتراح الإجراءات العلمية الضرورية للتخفيف من حدتها وللمحافظة على الاستقرار البيئي والانتقال إلى حدوث تطور بيئي متوازن على المستوى الكوني، عبر فهم آلية العمليات التي تجري في الطبيعة وانعكاس ذلك على التجمعات البشرية وردود الأفعال المختلفة تجاه ذلك.

يسهم علم الجغرافية في تسليط الضوء على الوضع الصحي والإنساني والبيئي الذي يعاني منه العديد من سكان العالم بسبب الكوارث الطبيعية كالزلازل والأعاصير، والفيضانات، أو الكوارث البشرية كالصراعات والحروب، وما تسببه هذه الكوارث من آثار مدمرة على الإنسان والبيئة. ومما لا شك فيه أن دور الجغرافية والجغرافيين في دراسة مثل هذه الأزمات والمشكلات الإيكولوجية العالمية واقتراح الحلول المناسبة لها، يمكن أن يكون كبيراً من منطلق أن مشكلات البيئة، ظهرت لأن العمليات الاجتماعية الاقتصادية لم تتطور بالشكل الذي يأخذ بالحسبان خصائص الوسط المحيط والتفاعلات التي تجري فيه والضغط البشري المصطنع الذي يقع عليه.

وتقدم الجغرافية تصوراً محدداً لمسألة الأمن البيئي الوطني والإقليمي والعالمي، وتأثير انتقال الملوثات عبر الحدود، واستغلال الموارد الطبيعية على المستوى الإقليمي والعالمي،

ومدى كفاية هذه الموارد في تأمين حاجات البشرية الآن وفي المستقبل، وقد تم التعرض لمعظم هذه المواضيع في هذا الكتاب.

١١-٥ - دور الجغرافية في التنبؤ العلمي :

إن التنبؤ والاستشراف له أهمية قصوى بالنسبة للجغرافيين، لأنه يساعدهم في تقديم تصورات معينة لمستقبل أية مشكلة تواجههم، والجغرافي يستطيع عن طريق استخدام المعطيات المختلفة المتوافرة تطوير أساليب علمية للتنبؤ بالمشكلات التي تتعرض لها البيئة، والعواقب الناتجة عن ذلك، واقتراح الحلول المناسبة للحد من هذه المشكلات وأخطارها. من المفترض أن تأخذ مثل هذه الدراسات الطابع الهرمي، أي تبدأ من مستوى الأقاليم ثم الدول والقارات وأخيراً العالم، وإن أية مشكلة عالمية لا يمكن إيجاد حل مناسب لها من دون تحضير أولي أو تمهيدي على مستوى الإقليم، والبحث عن طرائق متخصصة لحل هذه المشكلة في الظروف المحلية الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية، وهذه الإجراءات تعد جزءاً مهماً من عملية التنظيم المكاني الذي يعد من أهم وظائف الجغرافية المعاصرة.

إن الباحث الجغرافي يريد أن يتنبأ مثلاً بظاهرة التحضر، أو التصحر، أو التلوث، أو غير ذلك من الظواهر البيئية الحضرية، أو الريفية، أو الطبيعية لمعالجتها والتخطيط لها قبل حدوثها^{١١١}.

من جهة أخرى دفعت التغيرات المناخية العالمية ومشكلة ثقب الأوزون والتصحر والأعاصير المدمرة العلماء من مختلف أقطار العالم إلى البحث عن أي وسائل حديثة لمساعدتهم في أبحاثهم ومساعدتهم لمساعدة الناس في الكوكب. وفي هذا الإطار تمكنت أنظمة المعلومات المبنية على تكنولوجيا الاتصالات والكمبيوتر والأنظمة الرقمية والبرامج التطبيقية من ممارسة دور متزايد وخصوصاً في مجال رصد نتائج التغيرات المناخية وتحديد معالم تغير الطبيعة في الكوكب، لكن الدور الأكبر الذي يوليه العلماء اهتماماً خاصاً لدى

^{١١١} . صفوح خير ، الجغرافية ، موضوعها ومناهجها وأهدافها ، دمشق ، دار الفكر ٢٠٠٠ م ، ص ٣٧٧ .

الأنظمة المعلوماتية هو رصد العواصف وتوقعها، فالعواصف تهدد البشر وتتسبب بحصول الوفيات والتشرد والأمراض وسواها من التأثيرات غير المرغوبة. ونتيجة للتطور الهائل في مجال الكمبيوتر وبرامجه فقد بات ممكناً اليوم توقع حصول العواصف أو بالأحرى حركة العواصف وتشكلها قبل أيام من حصولها. وساهم هذا التطور في مساعدة السكان من جهة، وتسهيل حركة النقل الجوية، البرية، والبحرية من جهة أخرى.

١١ - ٦ - بعض نشاطات حماية البيئة على المستوى العالمي:

شهدت العقود الأخيرة من القرن العشرين وبدايات القرن الواحد والعشرين توجهاً منظماً نحو حماية البيئة، ونشوء مؤسسات لمعالجة المشكلات البيئية على الصعيد الدولي، وانعقدت لهذه الغاية سلسلة مؤتمرات، نجم عنها اتفاقيات دولية برعاية الأمم المتحدة وتعد سورية من البلدان التي وقعت على العديد من هذه الاتفاقيات، ومن هذه النشاطات والمؤتمرات نذكر:

١ - مؤتمر استكهولم: هو أول مؤتمر عالمي للبيئة عُقد في استوكهولم في الفترة من ٥ إلى ١٦ حزيران ١٩٧٢، في مدينة استكهولم في السويد بحضور ممثلي ١١٥ دولة، وأعتبر صباح يوم الخامس من حزيران يوم البيئة العالمي. كانت أهداف المؤتمر ترمي إلى إطلاق مجموعة من النشاطات المنسقة دولياً، وزيادة المعرفة، وحماية البيئة والموارد، واتخاذ التدابير في حقول التعليم والتدريب والتوعية الشعبية والمساعدة التقنية للبلدان النامية، وتسليط الضوء على النشاطات الصناعية التي تؤدي إلى تلوث الهواء، والتغيرات الناجمة عن ذلك، وأدى المؤتمر إلى إنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

وقد شهدت السنوات اللاحقة للمؤتمر عدداً من الاتفاقيات والإجراءات على المستوى الدولي والمحلي، كانت جميعها تهدف إلى حماية البيئة من التلوث ومنها:

- أ- برنامج المناخ العالمي، تتعاون على تنفيذه المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة واليونسكو والفاو ومنظمة الصحة العالمية .
- ب- اتفاقية حماية البيئة البحرية ومواردها من التلوث والاستغلال المفرط، لاسيما تلوث السواحل بالنفايات الصناعية كالكلور والنظائر المشعة، التي تفتك بالأسماك.
- ت- اتفاقية حماية البحر الأبيض المتوسط من التلوث. أقرتها دول المتوسط، وصدقتها المجموعة الاقتصادية الأوروبية في العام ١٩٧٦. وكذلك تم الشروع في تنفيذ خطط مماثلة في البحر الكاريبي وبحار شرق آسيا، والبحر الأحمر.
- ث- ضمان الإدارة البيئية الصحيحة للموارد المائية. ولهذا الغاية عقدت اتفاقيات بين البلدان التي تتقاسم أحواض الأنهار والبحيرات (النيل - الدانوب - الأمازون).
- ج- اعتماد مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر ١٩٧٧. خطة عمل لمكافحة التصحر ترمي إلى ضمان إدارة سليمة للأرض والموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة.
- كان من أهم إنجازات مؤتمر استكهولم، خلق وعي بيئي، وتقوية الشعور بالمسؤولية في سلوك الأفراد والمؤسسات والمجتمعات، تجاه البيئة، مما أدى إلى إشاعة الفاعلية الشعبية، فتكونت أكثر من ٢٢٣٠ منظمة بيئية غير حكومية في البلدان النامية و ١٣٠٠٠ منظمة في البلدان المتقدمة، وعقد أكثر من ٣٠ اتفاقاً دولياً وإقليمياً لحماية البيئة.^{١١٢}
- ٢ - مؤتمر نيروبي ١٩٨٢: بعد مضي عشر سنوات على مؤتمر استكهولم، عقد المؤتمر الدولي الثاني للبيئة في نيروبي عاصمة كينيا في الفترة بين ١٠ إلى ١٨ أيار ١٩٨٢، وجرى استعراض المتغيرات البيئية، خاصة استمرار ارتفاع عدد سكان العالم في البلدان النامية، وشدد المؤتمر على أهمية التخفيف من حدة النزاعات الدولية وانعكاساتها الخطيرة على شعوب العالم، وكذلك التنبيه والتحذير من سياسات سباق التسلح العالمي، وتبنى المؤتمر

^{١١٢} . الموسوعة العربية الكبرى، دمشق، منشورات الهيئة العامة للموسوعة العربية الكبرى، بإشراف رئاسة الجمهورية

العربية السورية ، بتصرف .

مقررات مؤتمر استكهولم السابق في مجالات مختلفة كمحاربة الفقر والتصحر ومساعدة الدول النامية وغير ذلك.

٣ - اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية (١٩٨٧): أنشئت في عام ١٩٨٣، أعدت تقريراً استغرق أربع سنوات وقدم إلى الجمعية العامة في عام ١٩٨٧ حمل عنوان "مستقبلنا المشترك"، ويُعرف أيضاً باسم تقرير برونتلاند تضمن تطويراً لموضوع التنمية المستدامة.

٤ - مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (١٩٩٢):

عُقد في البرازيل بمدينة ريو دي جانيرو في الفترة ٣ إلى ١٤ حزيران ١٩٩٢ بحضور ١٥٠ من رؤساء الدول والحكومات أو ممثلهم، عُرف وقتها باسم قمة الأرض، أُطلق عليه بعد ذلك اسم مؤتمر ريو، أدى إلى إنشاء لجنة التنمية المستدامة، وكانت غايته وضع استراتيجية عالمية تلتزم بموجبها الدول جميعها بحل مشكلة تلوث البيئة، واختلال التوازن البيئي ومخاطره الحاضرة والمستقبلية على البشرية، وتحديد الالتزامات والتعهدات الواجبة في ضوء المقترحات والتوصيات التي تقدمت بها هيئة الأمم المتحدة.

وتركزت المشكلة حول تحديد أسباب التلوث واستمرار تدفق الغازات في الغلاف الجوي، وتبين أن المسؤول الأول عن التلوث هو الدول الصناعية الكبرى، فالولايات المتحدة التي يبلغ عدد سكانها ٤٪ من سكان الأرض، تسهم في نسبة ٢٥٪ من التلوث، والدول الأوروبية الصناعية بنسبة ١٣٪، كذلك فإن هذه الدول التي يبلغ عدد سكانها ٢٠٪ من سكان العالم، يستهلكون ٨٠٪ من موارد الأرض، في حين يحصل ٨٠٪ من سكان العالم على ٢٠٪ من موارد الأرض.

برز التناقض بين مواقف البلدان النامية والدول الصناعية، حول الإسهام في الإقلال من التلوث ومواجهة مخاطره، ونجح المؤتمر في الخروج ببعض القرارات التي التزمتها الدول، ووقعت وثيقة سميت ميثاق الأرض، وكان من أهم ما تضمنته من التزامات:

أ- تعهد الدول الصناعية بتقديم مساعدات للدول النامية تبلغ ٧ بالألف من الناتج القومي الإجمالي لها.

ب- تقديم تعهدات ملزمة من الدول، لاسيما الصناعية منها، بشأن انبعاث الغازات الضارة.

ت- حل مشكلة التناقض بين مجتمعات الدول الصناعية والدول النامية، وهي المشكلة الناجمة عن اختلال معدلات النمو واستهلاك الموارد الطبيعية، وذلك بالاتجاه نحو العدالة بين مجتمعات هذه الدول الصناعية بتقديم تقنيات البيئة إلى الدول النامية.

ث- تحقيق تحولات في العقلية الاقتصادية للحكومات والشركات، لتكون سلامة البيئة عنصراً في القرار الاقتصادي.

ج- الاتفاق على تقليص تلوث الهواء الكوني إلى مستويات ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٠٠.

٥- دورة الجمعية العامة الاستثنائية للبيئة (مؤتمر قمة الأرض الثانية (نيويورك):

عُقدت في نيويورك في الفترة من ٢٣ إلى ٢٧ حزيران ١٩٩٧ واستعرض المؤتمر تنفيذ جدول أعمال القرن ٢١ الذي أقره مؤتمر قمة الأرض ١٩٩٢، كشفت هذه الدورة عن خلافات تبلورت في موقفين متباينين:

أ- تناقض بين موقف البلدان النامية من جهة، والبلدان الصناعية من جهة أخرى بعدم وفاء الدول الصناعية بتعهداتها المتعلقة بمساعدة البلدان النامية، التي اتفق عليها في مؤتمر قمة الأرض الأولى.

ب- تناقض بين الدول الأوروبية الصناعية من جهة، والولايات المتحدة من جهة أخرى يتعلق بعدم قبول الولايات المتحدة، تعيين مواعيد محددة لتقليص حجم الغازات المنبعثة، بذريعة تمويل تكاليف الإجراءات العملية لتنفيذ هذه العمليات، وإحجام الاحتكارات الرأسمالية الصناعية عن تقليص أرباحها، وتخصيص جزء منها لمصلحة مشروعات حماية البيئة. وقد خرج المؤتمر بوثيقة تتضمن عدة توصيات ركزت على دعوة الدول المتقدمة صناعياً، إلى تنفيذ التزاماتها البيئية، والتحذير من نقص المياه

العذبة لنحو خمس سكان الأرض، والدعوة إلى التخلص بأقصى سرعة من إضافة الرصاص إلى البنزين.

لا بدّ من الإشارة إلى معظم بنود هذه المؤتمرات العالمية بقيت دون تنفيذ لأسباب مختلفة تتعلق بالصراعات والنزاعات الدولية والإقليمية، وضعف قدرة هيئة الأمم المتحدة على الحركة والتنفيذ.^{١١٣}

٦- مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة (٢٠٠٢):

عُقد في مدينة جوهانسبرغ في جنوب أفريقيا، في الفترة من ٢٦ آب إلى ٤ أيلول ٢٠٠٢ م، استعرض التقدم الذي أحرز في تنفيذ جدول أعمال القرن ٢١ منذ اعتماده عام ١٩٩٢ وشملت الوثيقة الختامية إعلان جوهانسبرغ بشأن التنمية المستدامة.

٧ - مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (٢٠١٢):

٨ عُقد في ريو دي جانيرو في الفترة ٢٠ إلى ٢٢ حزيران ٢٠١٢، وأصدر وثيقة ختامية تشمل الوثيقة المعنونة "المستقبل الذي نصبو إليه".

٩ - مؤتمر باريس ٢٠١٥: عقد في باريس عام ٢٠١٥، وأبرز ما جاء فيه هو مطالبة الدول الفقيرة الدول الغنية بأن تلتزم بتقديم تعهد لتمويل خطواتها القائمة لمكافحة ارتفاع درجات الحرارة، وقد طالبت الدول الفقيرة الدول الغنية بهذا المطلب كثيراً، لأن هذا هو سبيل الدول الفقيرة إلى تطوير أساليبها في إنتاج الطاقة، والذي يجب أن توجه له الدول الغنية كل اهتمامها، لأن الدول الفقيرة إذ تطلب التمويل فإنها تطلب لتخفيض نسبة التلوث الناتجة منها باستخدام البدائل النظيفة، وبالتالي فإنها تطلب طلب يصب في مصلحة الدول الغنية وسكانها أيضاً وليس لمصلحتها فقط، بل هو مطلب ضروري.

^{١١٣} . لمزيد من المعلومات يمكن العودة إلى مراجع منها : برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠٠٩) وكتاب محمد ناصر ، رعد حسن الصرن : إدارة البيئة ، منشورات جامعة دمشق ٢٠١١-٢٠١٢ ص ٣٢٣-٣٥٤ .

١١ - ٧ - نشاطات حماية البيئة في الجمهورية العربية السورية:

أولت الجمهورية العربية السورية اهتماماً كبيراً بالبيئة بمختلف الجوانب المتعلقة بها، وصدرت جملة من القوانين والمراسيم الناظمة لعمل الجهات ذات الصلة والهادفة لحماية البيئة ومكوناتها المختلفة،

وقد صدر في سورية العديد من القوانين والتشريعات التي تهتم بالحفاظ على

البيئة والتنوع الحيوي وحماية الأنواع من الانقراض كان أهمها:

- المرسوم التشريعي رقم ٣٠ لعام ١٩٦٤ لتنظيم صيد الأحياء المائية.
- القانون رقم ٧ لعام ١٩٦٦ لتنظيم استغلال أراضي الغابات.
- المرسوم التشريعي رقم ١٥٦ لعام ١٩٧٠ لتنظيم صيد الحيوانات البرية والطيور .
- القانون رقم ٢٤٧ لعام ١٩٧٩ لتنظيم استيراد وتصدير الثروة الحيوانية.
- المرسوم التشريعي رقم ١١ لعام ١٩٩١ بإحداث الهيئة العامة لشؤون البيئة.
- القرار رقم ٤٠ لعام ١٩٩٤ لمنع الصيد لخمس سنوات تم تجديده عدة مرات لاحقاً.
- القانون رقم ٨٧ لعام ١٩٩٤ ينظم استغلال الحراج.
- القرار رقم ٣٨ لعام ١٩٩٤ ينظم حقوق الانتفاع بالأحطاب والأخشاب.
- القانون رقم ٥٠ لعام ٢٠٠٢ م (قانون البيئة).

ويعد صدور هذا القانون (قانون البيئة) رقم ٥٠ لعام ٢٠٠٢ م، والتعليمات

التنفيذية له أحد نتائج الاستراتيجية الوطنية في إطار حماية البيئة السورية.

انسجماً مع التوجه العالمي نحو إدراك المشكلات البيئية وشعوراً من الجمهورية

العربية السورية بمسؤولياتها تجاه سلامة البيئة المحلية والعالمية، فقد صدر المرسوم التشريعي

رقم ١ لعام ١٩٩١. تضمن المرسوم عدد من الأمور المهمة منها: تحديدا مفهوم البيئة،

وتلوث البيئة، وحدد المرسوم القصد من حماية البيئة، وقد أحدث المرسوم الهيئة العامة

لشؤون البيئة التي تتمتع بالشخصية الاعتبارية والاستقلال المالي والإداري، وأناط بها

العديد من المهام المتعلقة بالبيئة.

ثم كان قانون البيئة رقم ٥٠ لعام ٢٠٠٢ م الذي أقره مجلس الشعب بجلسته المنعقدة بتاريخ ٢٦ / ٦ / ٢٠٠٢ م، وأصدره السيد الرئيس بشار الأسد بتاريخ ٨ / ٧ / ٢٠٠٢ م، تتويجاً لجميع هذه القرارات والقوانين والمراسيم، وقد اشتمل القانون على ٣٧ مادة وجملة من القرارات والتعليمات التنفيذية تضمنت تعاريف منها: البيئة، تلوث البيئة، حماية البيئة، الهيئة العامة لشؤون البيئة، وتحديد أهدافها ومهامها وإدارتها، وكذلك مجلس حماية البيئة وتشكيله ومهامه وغير ذلك من المواضيع التي اشتملها القانون^{١١٤}.

تهدف الهيئة العامة لشؤون البيئة إلى إرساء القواعد الأساسية لسلامة البيئة وحمايتها من التلوث وتتولى في سبيل ذلك جملة من المهام بالتنسيق والتعاون مع الجهات العامة المختصة ومن هذه المهام نذكر:

- ١ - حصر المشكلات البيئية القائمة، والمشاركة في البحوث والدراسات العلمية اللازمة لمعالجتها والسعي إلى الحد من ظهور مشكلات بيئية أخرى في المستقبل.
- ٢- وضع السياسة العامة لحماية البيئة وإعداد الاستراتيجية الوطنية اللازمة لذلك وتطويرها ووضع الخطط والبرامج لتنفيذها ضمن إطار السياسة العامة للدولة.
- ٣ - تنمية الوعي البيئي العام، بمختلف الوسائل للتعريف بأهمية الحفاظ على البيئة وسلامة وصحة مواردها البيئية .
- ٤- قياس عناصر البيئة ومتابعته، وإعداد المواصفات والمعايير القياسية لعناصر البيئة ووضع الأسس والإجراءات اللازمة لتقييم الأثر البيئي.
- ٥- إجراء البحوث والدراسات المتعلقة بشؤون البيئة ودعمها وتقييم الأخطار الناتجة عن استعمال مختلف المواد التي تهدد سلامة البيئة.

^{١١٤}. قانون البيئة رقم ٥٠ لعام ٢٠٠٢ والتعليمات التنفيذية الصادرة حتى ٣٠ حزيران ٢٠٠٣ م، منشورات وزارة الدولة لشؤون البيئة .

٦- وضع التعليمات والشروط والمواصفات البيئية اللازمة للمشاريع الزراعية والتجارية والصناعية والإسكانية والتنمية وغيرها وما يتعلق بها من خدمات للتقيد بها واعتمادها كجزء من الشروط المسبقة لترخيص أي منها أو تحديد ترخيصها.

٧- وضع أسس تداول المواد الضارة والخطرة على البيئة وتصنيفها وتخزينها ونقلها وإتلافها.

٨- العمل على إنشاء شبكات الرصد البيئي وتشغيلها.

٩- تعمل الهيئة على تدعيم العلاقات بين سورية والدول والهيئات والمنظمات الدولية والإقليمية في الأمور والشؤون والاتفاقات المتعلقة بالمحافظة على البيئة.

وقد أناط المرسوم تنفيذ هذه المهام بالوزير الذي يتولى متابعتها ومراقبتها والاستعانة بلجان استشارية فنية، والتنسيق مع الجهات المعنية الأخرى.

كما أحدث المرسوم مجلس حماية البيئة، برئاسة نائب رئيس مجلس الوزراء لشؤون الخدمات، ويضم نحو ٢٥ عضواً (الوزراء والمديرون ورؤساء بعض النقابات والهيئات ذات الصلة)، وحدد صلاحيات ومهام هذا المجلس، وأصدر مجلس حماية البيئة (التعليمات التنفيذية للقانون رقم ٥٠ حتى ٣٠ حزيران ٢٠٠٣ م ومنها:

١ - تحديد المعايير الوطنية لجودة الهواء.

٢ - الحدود القصوى لمؤشرات التلوث من الصرف الصناعي إلى البيئة المائية.

٣ - الحدود القصوى لمؤشرات تلوث الهواء عند المصدر.

٤ - تصنيف النفايات الصناعية الصلبة الخطرة طبقاً لتركيز المكونات الخطرة في هذه النفايات.

٥ - المعايير الفنية الواجب توفرها في المخابر المعتمدة للاختبارات البيئية، وقائمة المخابر المعتمدة لذلك، ونظام تراخيص المواد المستنفدة لطبقة الأوزون.

٦ - الحدود القصوى المسموح بها للضجيج.

كما أنه من المهم الإشارة إلى إصدار قانون نظافة وجمالية الوحدات الإدارية (القانون رقم ٤٩ لعام ٢٠٠٤) الذي يعد من القوانين المهمة في مجال حماية البيئة وقد تضمنت نصوص هذا القانون ثمانية فصول وهي: تعاريف عامة، تحديد النفايات البلدية، والنفايات الصناعية، والنفايات السامة والخطرة، والنفايات الطبية، والعقوبات وأخيراً أحكام عامة، وفي هذا القانون تحديد جيد لمختلف الحقوق والواجبات والعقوبات التي من شأنها حماية البيئة، وطبعاً يمكن في حال وجود ثغرات أو نواقص في نص القانون تعديله بما يناسب ذلك ولكن المشكلة الرئيسة في التنفيذ والتطبيق وليس في النص.

كما أنّ سورية شاركت في الكثير من المؤتمرات الدولية ووافقت أو وقعت أو صادقت على معظم الاتفاقات الدولية المتعلقة بالبيئة ♦.

وفيما يلي نذكر بعض هذه المشاركات والاتفاقات:

أ - اتفاقية بازل حول ضبط حركة النفايات الخطرة عبر الحدود: ودخلت حيز التنفيذ ١٩٩٢م.

ب - اتفاقية حماية البحر المتوسط من التلوث (اتفاقية برشلونة): وقعتها سورية، وشاركت في بروتوكول حماية البحر المتوسط من التلوث الناجم عن مصادر برية، وتم اعتماده ٢٠٠٥ م.

ج - اتفاقية التنوع الحيوي: وسورية طرف في الاتفاقية منذ ١٩٩٦، وقامت بتحضير خطة عمل حول التنوع الحيوي في سورية.

د - اتفاقية التجارة العالمية بالأنواع المهددة بالانقراض: وسورية طرف فيها منذ عام ٢٠٠٣ م. ❁

♦ - ملاحظة: فيما يخص الاتفاقات الدولية يشار إلى أنها تمر بعدة مراحل فبعض الدول تشارك في الحضور ولكنها قد لا توافق وقد توافق ولا توقع وقد توقع ولا تطبق... الخ.

هـ - اتفاقية حفظ الأنواع المهاجرة من الطيور البرية (اتفاقية بون ١٩٨٣) وسورية طرف فيها منذ عام ٢٠٠٣ م، وكذلك في اتفاقيات أخرى ذات صلة مثل الحفاظ على الطيور المائية المهاجرة.

و - اتفاقية مكافحة التصحر: وقعتها سورية عام ١٩٩٤، ودخلت حيز التنفيذ عام ١٩٩٧ م.

ز - الاتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن: وسورية طرف فيها وفي كافة التعديلات والبروتوكولات ذات الصلة بمنع تلوث البيئة البحرية من السفن.

ح - المعاهدة الدولية حول الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (٢٠٠٤):

ط - اتفاقية رامسار (RAMSAR) لحماية الأراضي الرطبة: باعتبارها نظم بيئية مهمة للحفاظ على التنوع الحيوي، صادقت عليها سورية ودخلت حيز التنفيذ ١٩٩٨ م.

ي - اتفاقية الأمم المتحدة المتعلقة بتغير المناخ: انضمت سورية إليها عام ١٩٩٦ م، ووقعت بروتوكول كيوتو الخاص بذلك ودخل حيز التنفيذ عام ٢٠٠٦ م.

* - اتفاقية السايثس (CITES) هي اختصار للاسم المطول: اتفاقية الاتجار الدولي بالحيوانات والنباتات المهددة بالانقراض (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) وعليه فقد جاءت اتفاقية الـ (CITES) معبرة عن روح التعاون هذه، فهي اليوم تقدم درجات متباينة من حماية ما يربو على الـ ٣٠ ألف نوع من النباتات والحيوانات (حوالي ٥٠٠٠ نوع من أنواع الحيوانات و٢٥٠٠٠ نوع من النباتات) سواء تم الاتجار بها باعتبارها أنواعاً حية أو كانت فرواً أو أعشاباً مجففة، ويوجد عدة ملاحق لهذه الاتفاقية تتضمن الأنواع المهددة بالانقراض من النباتات والحيوانات ويمنع الاتجار بها .

أسئلة للمناقشة:

- س ١ - عرّف مفهوم حماية البيئة.
- س ٢ - ما هي الأمور التي تبين دور الجغرافية في حماية الموارد الطبيعية ؟ عددها.
- س ٣ - بيّن كيف للجغرافية (بحسب الجغرافي الروسي كاربوف) أن تسهم في حل المشكلات البيئية ؟
- س ٤ - اشرح كيف يمكن لعلم الجغرافية المساهمة في حل المشكلات البيئية عن طريق التنبؤ، وما أهمية ذلك ؟
- س ٥ - حدّد متى عقد مؤتمر استكهولم للبيئة، وما أهميته ؟
- س ٦ - كشف مؤتمر قمة الأرض الثانية ١٩٩٧ م عن وجود تباين بين الدول، ما هو هذا التباين، اشرحه ؟
- س ٧ - عدد خمسة من الاتفاقات الدولية لحماية البيئة.
- س ٨ - ماذا تعني اتفاقية رامسار (RAMSAR) وبماذا تهتم.
- س ٩ - متى صدر قانون البيئة السوري رقم ٥٠، وما هي أهميته ؟

الفصل الثاني عشر

علم البيئة التطبيقي

(الإيكولوجيا التطبيقية - العملية)

- الجغرافيا التطبيقية .
- تعريف علم البيئة التطبيقي .
- أهمية الدراسات البيئية التطبيقية .
- أدوات البحث الميداني (التطبيقي) .
- خطوات الدراسة الميدانية التطبيقية .
- المصادر الرئيسة للمعلومات البيئية التطبيقية .
- نماذج مختارة من الدراسات الإيكولوجية التطبيقية .
- تملح التربة، وتدهور الغطاء النباتي .
- التلوث بالقمامة والنفايات الصلبة (مصادره وآثاره ومعالجته) .
- تلوث مياه الوديان والأنهار الصغيرة في سورية (مصادره وآثاره) .

الفصل الثاني عشر

علم البيئة التطبيقي

(الإيكولوجيا التطبيقية - العملية)

١٢ - ١ - تعريف الجغرافيا التطبيقية:

الجغرافيا التطبيقية مصطلح يلفه الغموض والاختلاف وتعدد وجهات النظر، على الأقل بسبب اختلاف الجغرافيين في تعريف تخصصاتهم الفرعية في الجغرافيا، واعتبار الجغرافية بأنها علم تركيبى وتطبيقي في آنٍ معاً، ولذلك يوجد أكثر من تعريف لهذا المصطلح، ومن تعاريف الجغرافيا التطبيقية: أنها المعرفة العملية المفيدة في الحياة اليومية، أو الضرورية لفهم العالم فهماً يساعد في تحسين نوعية الحياة.

يعد الكتاب الذي قام بتحريره جون فريزر (١٩٨٢) أول كتاب تضمن أوسع المناقشات حول طبيعة الجغرافية التطبيقية والأمثلة التطبيقية لها، وقد وصف فريزر العلاقة بين الجغرافية الأساسية والجغرافية التطبيقية مميّزاً بينهما بقوله: الجغرافية التطبيقية تستخدم مبادئ وطرق الجغرافية البحتة (الأساسية) ولكنها تختلف عن الثانية في أنها تقوم بتحليل وتقييم أداء وفعالية العالم الحقيقي وكذلك التخطيط، كما أنها تسعى لتحقيق ومعالجة الحقائق البيئية المكانية. ورأى أنّ الجغرافية التطبيقية تربط عام الفكر بعالم القرار، أي أنها في جوهرها تستفيد من المعرفة الجغرافية في سياق أو بيئة صنع القرار^{١١٥}.

وقد عرفها آخرون بأنها وجهة نظر علمية أو ذهنية، وأن هدفها الأساسي هو التأثير في المستقبل وركزت معظم تعاريف الجغرافية التطبيقية على أنها تعني استخدام الطرق الجغرافية ونظريتها في حل المشكلات.

^{١١٥} . حسن عبد العزيز أحمد ، الجغرافية التطبيقية ، مكتبة الرشد . ناشرون ، الرياض ، ٢٠٠٥ م ص ٢٠ بتصرف .

١٢ - ٢ - أهمية ومجالات الجغرافية التطبيقية:

كثيراً ما يقال بأن الجغرافيا كلها علم تطبيقي، يعتمد على الملاحظة والتجربة، والمسح والدراسة الميدانية، ولكن ليس جميع الجغرافيين وغيرهم متفقين حول ذلك، ويرى البعض أن الجغرافيا التطبيقية بقيت محصورة في بعض فروع الجغرافيا، خاصة في مجال علم الخرائط (الكارتوغرافيا) ونظم المعلومات الجغرافية، والجغرافيا الاقتصادية، والتخطيط الإقليمي والبيئي، وإدارة البيئة.

يمكن القول: بأن الجغرافيا التطبيقية رغم إرهاباتها وبداياها المبكرة، فهي فرع علمي حديث نسبياً، وقد ظهر بشكل رسمي وفعال في النصف الثاني من القرن العشرين. ولم يكن هذا الظهور والتأثير الذي أبدته الجغرافيا التطبيقية إلا تأكيداً على أهميتها ودورها في حل المشكلات التي تعاني منها البشرية، وموائلها (الطبيعة) وتوطيد العلاقة الإيجابية بين الإنسان والبيئة.

أما مجالات الجغرافية التطبيقية كثيرة ومتنوعة وهي تساعد الجغرافيين في تدعيم مهاراتهم العلمية والفنية التي يمكن أن تساعدهم في المنافسة ودخول سوق العمل، وتشمل هذه المهارات معرفة طرق وبرامج الإحصاء والبرمجة الحاسوبية ونظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط وغير ذلك، ويمكن اعتبار الدراسات البيئية الميدانية أحد هذه الأشكال والمجالات.

يعد تفسير العلاقات والتأثيرات المتبادلة والارتباطات البيئية - البشرية الذي يعبر عنه مكانياً من المواضيع المهمة في الجغرافية التطبيقية، وجميع هذه الارتباطات والعلاقات والتأثيرات تحدث داخل إقليم أو مكان محدد، وهذا المكان أو الحيز الجغرافي المكاني هو مجال علم البيئة بالدرجة الأولى وهذا يؤكد مجالات الدراسة المشتركة بين علمي الجغرافية والبيئة بما في ذلك المجالات التطبيقية^{١١٦}.

^{١١٦}. محمد محمود سليمان، جغرافية البيئات، مرجع سابق، ص ٣٥-٤٥.

صار علم البيئة من العلوم واسعة الانتشار وله أهمية خاصة ومميزة من النواحي النظرية والتطبيقية، بسبب تشعب المشكلات الإيكولوجية في أسبابها ونتائجها وآثارها على البيئة ومختلف عناصرها الجامدة والحية بما في ذلك المجتمع البشري، الذي يعد مسبباً للكثير من المشكلات الإيكولوجية وفي نفس الوقت يحصد نتائج أعماله بشكل مباشر أو غير مباشر وبأشكال مختلفة.

والدراسة الإيكولوجية التطبيقية تساعد في التعرف على جل هذه الأمور والوصول إلى استنتاجات متعلقة بها، وتفيد الدراسة الميدانية التطبيقية في التعرف على المشكلات والتغيرات التي تتعرض لها الطبيعة، أو التنبؤ بمحدوثها والاستعداد لإيجاد الحلول المناسبة لها، وقد تم الحديث عن الكثير من هذه المشكلات في الفصول السابقة من هذا الكتاب.

١٢ - ٣ - تعريف علم البيئة التطبيقي:

علم البيئة التطبيقي هو استخدام الدراسات البيئية لتحقيق أهداف عملية، وتساعد هذه الدراسات في الحفاظ على الموارد الطبيعية وإدارتها، وعلى حماية البيئة، ويعمل علماء البيئة التطبيقيون مع العلماء في مختلف المجالات لمحاولة حل المشكلات التي تُعنى بصحة الناس ورفاهيتهم .

يهتم الكثير من علماء البيئة بالمعدلات التي يستنزف بها الناس الموارد الطبيعية غير المتجددة مثل الفحم الحجري، والغاز، والنفط والتلوث الذي ينتج عن استخدامها الواسع. ويعتقد الكثير من علماء البيئة أنه إذا استمر تعداد السكان في النمو، فإن هناك مشكلات مثل: نضوب الوقود، وتلوث الهواء والماء، وتدمير الغابات، والتكدس السكاني، والفقر، واضطراب المناخ وكلها سوف تزداد سوءاً أيضاً.

نظراً لتشعب المشكلات البيئية وزيادة حدتها في مختلف بلدان ومناطق العالم وخاصة في البلدان المتخلفة وضعيفة النمو أو النامية بما في ذلك سورية فإن ميدان الدراسات الإيكولوجية التطبيقية واسع ومهم جداً وتساعد في إيجاد الحلول المناسبة للكثير

من المشكلات البيئية الناشئة في مجالات استنزاف الموارد الطبيعية، وفي الزراعة والصناعة والنقل والطاقة والتوسع العمراني وإعادة الاعمار مما يسمح بحل هذه المشكلات وحماية البيئة وعناصرها المختلفة، وهذا ما يمكن وصفه بالانتقال من علم البيئة الكلاسيكي النظري إلى علم البيئة التطبيقي.

١٢-٤ - أهمية الدراسات البيئية (الإيكولوجية) التطبيقية:

تعد الدراسات الميدانية من الأمور الهامة والحيوية في الجغرافيا التطبيقية بشكل عام، وفي دراسة تلوث البيئة بشكل خاص، لأن الدراسات الميدانية تعتبر:

- توثيق للواقع البيئي الطبيعي في فترات معينة.
- الدراسات الميدانية تفيد في عمليات المقارنة للتغيرات البيئية .
- كشف طبيعة المشكلة البيئية، ومعرفة الكثير من جوانبها الهامة.
- التأكد من مدى صحة المعلومات المتوفرة أو التي يملكها الباحث.
- تطوير المهارات البحثية المتنوعة بما يساعد في دراسة البيئة وحمايتها.
- القدرة على تطبيق الاستبيانات البحثية المناسبة للحصول على المعلومات ذات الصلة.

١٢ - ٥ - أدوات البحث الميداني (التطبيقي):

إن الأجهزة والأدوات التي يمكن الاستفادة منها في البحث الميداني في مجال الإيكولوجيا بشكل عام وتلوث البيئة بشكل خاص كثيرة ومتنوعة منها:

- الخرائط: خريطة أو مجموعة خرائط بمقاييس مختلفة لمنطقة الدراسة، تساعد في تحديد موقع منطقة البحث، وتهدى الباحث لبعض المعلومات عن المنطقة.
- دفتر لتدوين المعلومات والملاحظات التي يراها الباحث.
- آلة تصوير عادية (كميرا)، وإن أمكن كاميرا فيديو لتصوير الحالة، أو المظاهر المهمة.
- جهاز GPS إن أمكن للاستفادة منه في بعض الأمور مثل تحديد الموقع والارتفاع ودرجة الحرارة.
- أية أوراق أو كراسات أو استبيانات، أو أدوات مفيدة لهذه الدراسة الميدانية.

- أجهزة ووسائل أخذ العينات من الوسط البيئي (الماء - الهواء - التربة) وحفظها في عبوات مناسبة.

- أجهزة قياس الناقلية الكهربائية، والحرارة، ودرجة PH وغير ذلك.

- إذا كان البحث يحتاج للمبيت، أو البقاء لفترة ما فيجب أخذ الاحتياطات اللازمة لذلك.

- موافقة الجهات الرسمية وأصحاب العلاقة إذا لزم الأمر (مثل القسم، والجامعة، والمحافظة، وغيرها).

١٢ - ٦ - خطوات الدراسة الميدانية:

تتحدد الكثير من خطوات الدراسة الميدانية، انطلاقاً من أهداف الدراسة الميدانية

المطلوب القيام بها، ويمكن ذكر بعض هذه الخطوات ومنها:

- تدوين الملاحظات الوصفية، بحيث يدون الباحث الملاحظات الوصفية للموقع بشكل كامل ومتكامل، لأنه مع مرور الوقت قد ينسى الباحث الكثير من الأمور والتفاصيل التي يحتاجها.

- القيام بزيارة الموقع في فترات وأوقات مختلفة بما يخدم الدراسة ويحقق شروطها ونجاحها.

- القيام بزيارة المؤسسات أو الأشخاص أو المصادر التي لها علاقة بالدراسة وتفيد في تقديم معلومات عنها، أو تسهيلات لإنجاحها.

- تسجيل بعض الظواهر الهامة الموجودة في منطقة الدراسة، وإن أمكن تنزيلها على خرائط ذات مقاييس مناسبة.

- توثيق الظاهرة بالصور الفوتوغرافية والفيديو، وإن أمكن الحصول على صور جوية وصور فضائية عنها يتم تحليلها وتفسيرها ومقارنتها وتحديد سبل وطرائق توظيفها في الدراسة.

- إجراء مقابلات شخصية مع بعض اللذين لهم علاقة بالموضوع المدروس، وتوثيق تلك المقابلات.

- إعداد استبيان مناسب في حالة تطلبت الدراسة ذلك، ويمكن أن يكون الاستبيان شامل، أو بنظام العينة العشوائية أو غير ذلك وبالشكل الذي يساعد في تحسين ونجاح الدراسة.

١٢ - ٧ - توجيهات عامة للباحث الميداني:

- الاستفادة من الوقت، وجميع الفرص المتاحة للحصول على أية معلومة تفيد في الدراسة.

- تنظيم الوقت والموائمة بين الأعمال العلمية الميدانية والمكتبية بشكل جيد ومناسب.

- أن يكون لديه مخطط واضح ومتطور باستمرار بما يخدم اكتمال الدراسة.

- تقسيم أو تجزئة المشكلة التي يدرسها إلى أقسام، وإيجاد الحلول المناسبة لكل قسم أو جزء من أجزاء المشكلة ليصار إلى حل متكامل لها بالنتيجة.

- أن يتميز بالمثابرة والجد والتواضع في العمل.

- أن يقوم بتوثيق المعلومات والبيانات بشكل صحيح ودقيق.

١٢ - ٨ - المصادر الرئيسة للمعلومات البيئية التطبيقية:

أ - مراكز الرصد:

تعمل اليوم حول العالم عشرات الشبكات المؤلفة من الأقمار الاصطناعية ومراصد للفضاء الداخلي للأرض مع رادارات ومراكز التدقيق بالحرارة وأجهزة موزعة على الطائرات، إضافة إلى مراكز ومحطات الرصد المناخية الموزعة في مختلف مناطق العالم. مهمات هذه المنظومات تتنوع بتنوع اهتماماتها، فهناك العسكري، والخاص بالمناخ، وغيرها محدد مثلاً بمراقبة ذوبان الثلوج في القطبين. لكن المهم في كل هذه الشبكات الخدمة التي تقدمها للبشر. ولولا وجود هذه الشبكات لربما حصلت كوارث كبرى وأدت إلى وفاة الآلاف من البشر. ويكفي أن نعلم أن مراكز رصد العواصف في الولايات المتحدة الأمريكية استطاعت ومنذ أعوام أن تحذر سكان الولايات من الأعاصير المحتملة أو المتنقلة وتوجيههم إلى الأماكن الأكثر أمناً.

ب _ المتنبئ الرقمي:

في كل هذه الشبكات ثمة دور محوري متمم لجهاز الكمبيوتر وشبكات الاتصالات. فالحاسب هو المؤهل الوحيد لاستقبال المعلومات الهائلة من كل مراكز الرصد والمراقبة الجوية في العالم عبر الأقمار الاصطناعية. ويشهد الكمبيوتر الموجود في مبنى (طقس العالم) على أهمية المعلوماتية في معالجة البيانات التي تأتي من مئات المصادر، وعلى فاعلية أنظمة المعلومات في تقديم تقارير دقيقة تنبأ بالأحوال الجوية حول العالم.

ج _ تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS):

هذه التقنيات تساعد الطالب والباحث في فهم وتحليل الأنماط المكانية لسطح الأرض وتوقعها في نصوص وخرائط غرضية مناسبة، وتستخدم في مجال الطرق، والموارد الطبيعية، واستخدامات الأراضي، وهي تتيح بالتالي فهم النظام البيئي والتغيرات الطبيعية والبشرية التي يتعرض لها، ويمكن استخدام تقنيات ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إدخال البيانات المتعلقة بتلوث البيئة وتحليل هذه البيانات ومعالجتها للمساعدة في إدارة المشكلات البيئية وإيجاد الحلول المناسبة لها.

ففي مجال دراسة تعرية التربة مثلاً تعتمد معظم النماذج الإقليمية للتعرية على توضيح العوامل المسببة الرئيسية، ولكن هذه العوامل متغيرة حسب الزمان والمكان مما يجعل عملية رصدها شديدة الصعوبة، ويتم تقديرها عادة من خلال بعض الوسائل غير المباشرة مثل البيانات المناخية التي تبقى تجريبية وتحتاج إلى خرائط أساس عالية الجودة، لذلك تعتبر تقنيات الاستشعار عن بعد بديلاً مناسباً لهذه الوسائل لأنها تزود بمعلومات عن الموقع ضمن فواصل زمنية محددة^{١١٧}.

يتم استخدام الاستشعار عن بعد في بعض الأحيان كأداة رئيسية مثلاً عند رسم خريطة للغطاء الأرضي، وتتيح البيانات الفضائية توصيف ووضع خرائط لعوامل التعرية

^{١١٧} . مراقبة وتقييم عمليات تدهور الأراضي . طرق مختارة ودراسة حالات خاصة مجموعة من المؤلفين . أكساد (المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة) ٢٠١٠ ، ص ٤٠ . بتصرف .

(الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي، طبيعة الصخور والمناخ... الخ) لمناطق كبيرة، إضافة لعوامل أخرى مثل طول الأنحدار واتجاهه وشدته، وكثافة المسيلات المائية، وإعداد نموذج الارتفاع الأرضي الرقمي DEM باستخدام GIS. إضافة إلى أنّ الـ GIS أداة هامة لمعالجة وتحليل وتقييم البيانات المكانية وإعداد التقارير الخاصة بها.

تطورت تقنيات الاستشعار الفضائية كثيراً مع مطلع القرن الـ ٢١ على مستوى الدقة الطيفية والمكانية، حيث وجدت علاقة تفاعل بين الإشعاعات الكهرومغناطيسية المرئية وخصائص التربة (القوام، البناء، الرطوبة، خشونة السطح، المحتوى العضوي) وقد أثبتت هذه العلاقة فاعليتها في كشف المناطق المتدهورة، كما يمكن استخدام سلسلة طويلة من صور القرينة النباتية NDVI [♦] لمعرفة تغيرات الغطاء النباتي، والذي يعكس تأثيرات النشاطات البشرية والظروف الديموغرافية وطبيعة عمليات التعرية. ويمكن من خلال ما سبق دراسة حالات محددة لتدهور التربة ووضع خرائط وصور وغيرها مما يوضح ذلك.

١٢ - ٩ - نماذج مختارة من الدراسات الإيكولوجية التطبيقية:

أولاً - دراسة وتقييم ظاهرة ملوحة التربة:

تعد ظاهرة الملوحة التي تتعرض لها التربة من أكثر وأخطر عمليات تدهور التربة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، أو المناطق الساحلية التي تستخدم في سقايتها المياه الجوفية وعند استنزاف هذه المياه تتداخل معها مياه البحر المالحة، ومن أجل دراسة هذه الظاهرة فإنه لا بدّ من القيام بعدة خطوات وإجراءات نظرية وتطبيقية منها:

- تعريف تملح التربة، وأصل الأملاح ومصادرها.
- طريقة التملح المنتشرة في مكان الدراسة.

♦ - NDVI / Normalized Difference Vegetation Index

- قياس درجة التملح بطرق مختلفة منها: بيانات ما يسمى بالمستشعرات الجوية المأخوذة بالتصوير الجوي والاستشعار عن بعد التي تستخدم أجهزة وكاميرات مختلفة ومتجددة، وكذلك يمكن اعتماد طريقة الناقلية الكهربائية، أو درجة الحموضة PH أو غير ذلك.
- وضع خرائط تحدد أماكن توزع الترب المتأثرة بالملوحة.
- تقييم خطر الملوحة وتأثير الملوحة على خصائص التربة.
- تأثير التملح على الوضع الاقتصادي وإنتاجية التربة.
- تأثير التملح على الأوضاع الاجتماعية (حسب نوع ومخطط الدراسة).
- تأهيل الأراضي المملحة أو التي تتعرض للتملح وعودة التملح.

ثانياً - دراسة حالة تدهور وتراجع الغطاء النباتي والمراعي:

توجد عوامل كثيرة تسبب تراجع الغطاء النباتي وتدهوره مثل العوامل الطبيعية الناتجة عن الجفاف وقلة الهطل والحرائق الطبيعية والحش والانبجاف، وكذلك العوامل والتأثيرات البشرية كالرعي الجائر والحرائق والقطع والأمراض وغيرها، وبالتأكيد جميع هذه التأثيرات تنعكس على الوضع البيئي والاقتصادي والاجتماعي، ويعد تدهور الغطاء النباتي من الأمور الخطيرة التي تتعرض لها البيئة في مناطق كثيرة من العالم، ويتم سعي حثيث من أجل دراسة هذه المشكلة وحماية الغطاء النباتي بمختلف أشكاله - الطبيعي والمزروع - ويستخدم في ذلك العديد من الطرق والوسائل لوصف الغطاء النباتي والتغير الذي يتعرض له مثل استخدام معطيات وصور الاستشعار عن بعد الملتقطة بواسطة الأقمار الصناعية المتنوعة ومختلفة الدقة وقدرة التمييز المكانية، وفي الفترة الأخيرة يتم الحصول على هذه المعطيات والبيانات من عدد من المستشعرات والأقمار التي تم إطلاقها في أواخر القرن العشرين وبدايات القرن الواحد والعشرين ومنها: AVHRR و Spot و VEGETATION و MERIS ♥، وأخيراً MODIS ويتم تجميع هذه البيانات من الأقمار الصناعية للأرصاد الجوية NOAA، أو معطيات Land Sat أو غيرها.

♥ - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

يمكن باستخدام معطيات وبيانات أجهزة الاستشعار عن بعد السابقة وصف الغطاء النباتي بالاعتماد على قرائن نباتية طيفية مثل: القرينة النباتية أو ما يسمى الاتجاه العام لدليل الاختلافات الخضرية الطبيعية (NDVI) المشتقة من بيانات ومعطيات الأقمار الصناعية والمستشعرات السابقة الذكر.^{١١٨}

ولأن قرينة ودليل NDVI تُعطي معلومات موثوقة عن ديناميكية الغطاء النباتي لأنه الأقل تأثراً بزاوية ارتفاع الشمس والإضاءة، لذا تم استخدام قرينة NDVI لرصد مناطق التصحر، وللتحقق من ديناميكية التوزع المكاني للغطاء الأخضر فقد تم اعتماده في دراسات كثيرة منها دراسة التصحر في ناحية الخفصة في محافظة حلب^{١١٩}.

في هذه الدراسة تمت دراسة العلاقة بين دليلي الهطل (*TRMM) و(NDVI) وتبين وجود ارتباط إيجابي بينهما في عدة قرى في منطقة الدراسة، بينما وجدت حالة معاكسة في قرى أخرى أي هناك ارتباط سلبي قوي. ويرجع هذا لاستجابة الغطاء النباتي لكمية الهطل في الحالة الأولى، بينما يكون تأثيره منخفضاً في الحالة المعاكسة. إذا كانت المناطق ذات ارتباط إيجابي ذو دلالة معنوية فهذا يدل على وجود تأثيرات مناخية، بينما يُشير الارتباط السلبي ذو الدلالة المعنوية إلى أن المناطق خاضعة للتأثيرات البشرية أكثر من خضوعها للتأثيرات المناخية.

يُعدُّ تدهور الغطاء النباتي على المدى الطويل مفيداً لمراقبة التصحر بالاستناد إلى دليل NDVI حيث يشير الاتجاه المتزايد أو المتناقص لـ NDVI إلى ظاهرة التصحر كنتيجة مشتركة للتأثيرات المناخية والبشرية. وقد تم استخدام خريطة الارتباط هذه وخريطة الاتجاه العام في سبيل اكتشاف المناطق الخاضعة للتأثيرات المناخية المؤدية إلى ظاهرة

^{١١٨} . مراقبة وتقييم عمليات تدهور الأراضي ، مرجع سابق ، ص ١٥٩ . بتصرف .

^{١١٩} - عائدة خيرو : التصحر في ناحية الخفصة بمحافظة حلب ، رسالة ماجستير غير منشورة ، بإشراف أ . د . محمد سليمان ، قسم الجغرافية ، جامعة دمشق ، ٢٠١٢ م .

* - TRMM : بيانات نتاج لأول قمر صناعي أُطلق لقياس التساقط بأنواعه المختلفة، وهو نتاج تعاونٍ بحثي بين الولايات المتحدة (NASA) واليابان (NASDA) National Space Development Agency

التصحّر، حيث تشير المناطق ذات الارتباط الايجابي والاتجاه المتناقص لـ NDVI إلى تدهور في الغطاء النباتي نتيجةً للتأثيرات المناخية، إضافةً إلى ذلك تُلاحظ التأثيرات البشرية المؤدية للتصحّر في المناطق ذات الارتباط السلبي والاتجاه المتناقص لـ NDVI.

ثالثاً - التلوّث بالقمامة والنفايات الصلبة :♦

١ - تعريف النفايات الصلبة:

النفايات هي مادة يتم التخلص منها لأنها أصبحت بالية أو مستنفدة أو لم تبقى حاجة لها، وتعرف معظم النفايات التي تنتجها المنازل والشركات والمصانع بالنفايات الصلبة، تتضمن النفايات الصلبة المواد العضوية وغير العضوية. وتتألف النفايات العضوية من فضلات الأطعمة والنفايات الزراعية من المحاصيل أو تربية الحيوان ونفايات الحدائق، ومن ضمن النفايات غير العضوية مواد التغليف الفارغة من كل الأنواع، والأواني المتكسرة، وقطع الأثاث بالإضافة إلى المواد الناتجة عن عملية التصنيع والبناء، وهذه النفايات هي تلك الموجودة في المناطق السكنية والتجارية والزراعية، أما النفايات الصناعية والطبية والكيميائية والنووية فهي تعتبر من النفايات الخطرة، ولا تعد نفايات عادية أو قمامة، ومع ذلك فإن الكثير منها غالباً ما تلقى في حاويات النفاية المنزلية ومكبات القمامة البلدية.

٢ - مصادر النفايات الصلبة:

مصادر النفايات الصلبة كثيرة ومتنوعة وهي تختلف في الزمان والمكان، حيث تختلف من مكان لآخر ومن فصل لآخر، وهي نفايات منزلية وصناعية وزراعية وإلكترونية وهذه بدورها تصنف في عدة أنواع بحسب خصائصها ومن هذه النفايات نذكر:

أ - القمامة والنفايات الصلبة المنزلية:

♦ ملاحظة : تعد هذه المعلومات معطيات عامة (حالة دراسية) يمكن الاستفادة منها لدراسة حالات محددة مثل :
معمل وادي الهداة للقمامة في محافظة طرطوس . أو مطمر دير بعلبة في محافظة حمص ، أو معمل نجها في ريف دمشق أو غير ذلك ، بما في ذلك اقتراح أماكن مناسبة وحلول مبتكرة في هذا المجال .

يقصد بها تلك القمامة والمخلفات الناجمة عن المنازل والمطابخ والمطاعم والفنادق والأماكن المشابهة، وهذه النفايات عبارة عن بقايا الطعام ومن بقايا الخضراوات والفاكهة إضافة إلى المنسوجات والألبسة التالفة والورق والبلاستيك والزجاج المحطم والخشب والبطاريات وبقايا المعادن وعلب المنظفات والعطورات وكل المواد التالفة التي يتم التخلص منها في المنزل.

ب - النفايات الصلبة الصناعية:

تتكون النفايات الصناعية من بقايا المواد الخام الأولية المستخدمة في الصناعة، وبقايا المواد المصنعة، وينتج عن الصناعات الكيماوية وصناعة المعادن ودباغة الجلود وغيرها من الصناعات نفايات قد تكون خطيرة على البيئة وعلى صحة وسلامة الإنسان، ولعل من أهم أسباب مشاكل النفايات الصلبة الصناعية ما يلي:

- الانتشار الصناعي السريع دون الاخذ بعين الاعتبار مشكلة النفايات الناتجة عن الصناعة.
- قلة الوعي والمسؤولية لدى بعض أرباب الصناعة الذي يجعلها تتخلص من النفايات الصناعية بطرق غير سليمة.
- عدم وجود تشريعات تحمّل أصحاب الصناعة مسؤولية كلفة جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة .

ج - النفايات الصلبة الزراعية:

يقصد بالنفايات الزراعية جمع النفايات او المخلفات الناتجة عن كافة الانشطة الزراعية النباتية والحيوانية ونفايات المسالخ. ومن أهم النفايات إفرازات الحيوانات وجيف الحيوانات وبقايا الأعلاف. وتختلف كمية ونوعية النفايات الزراعية حسب نوعية الزراعة والطريقة المتبعة في الانتاج الزراعي، ففي الزراعة المكثفة أو العمودية التي تتبع في دول أوروبا وبعض المناطق العربية كمنطقة الأغوار في الأردن والساحل السوري، فإنه يستغل كل متر مربع في التربة الزراعية أو حظيرة الحيوانات لزيادة كمية الإنتاج الحيواني والنباتي مما

يؤدي الى إنتاج كميات كبيرة من النفايات وتلويث مصادره المياه، وعموماً يمكن تخفيف الأضرار الناتجة عن هذه النفايات الزراعية إذا ما أعيدت إلى دورتها الطبيعية، وتم التخلص منها بشكل صحيح.

د - النفايات الصلبة الناجمة عن الحمأة:

يقصد بالحمأة تلك المواد الصلبة العضوية وغير العضوية التي تنتج من معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة وأحواض الترقيد حيث تتراكم هذه الحمأة، وتتوقف كمية ونوعية الحمأة عموماً على درجة كفاءة محطة المعالجة ونوعية المياه العادمة ودرجة تركيز الملوثات فيها، وتتميز هذه الحمأة بقيمة عالية يمكنها أن تصبح بعد معالجتها مصدراً هاماً من مصادر الثروة تستخدم في تسميد التربة وتساعد في زيادة الإنتاج الزراعي والتوفير في استهلاك الأسمدة الكيماوية.

كما يوجد أنواع أخرى من النفايات الصلبة كالنفايات التجارية الناتجة عن عمليات التغليف والتعليب في المحلات التجارية وما ينجم عنها من ورق وكرتون وأكياس نايلون وغيرها. وكذلك النفايات الخطرة الكيماوية والطبية الناجمة عن الصناعات الكيماوية وعن المشافي والمراكز الصحية، ونفايات التعدين من المناجم ومواقع الثروات الباطنية وغيرها.

٣ - جمع القمامة والنفايات الصلبة ونقلها:

تشمل عملية جمع القمامة والنفايات الصلبة ونقلها جميع العمليات التي تبدأ من مكان إنتاجها وحتى تصل إلى مكان المعالجة والتخلص النهائي منها، ويوجد طرائق كثيرة للتخلص من النفايات ومعالجتها، ولكن ثمة طريقة فعالة لإدارة القمامة والنفايات الصلبة تبدأ بفرز النفايات في المنزل، وفي المجتمعات المتقدمة تعتمد جميع المنازل مبدأ التقليل من النفايات وإعادة الاستخدام والتدوير، ويرتكز هذا النظام أو الطريقة على فرز القمامة في المنزل قبل جمعها، حيث يتم فصل المواد العضوية عن المواد غير العضوية كالورق والكرتون وبقايا البلاستيك والزجاج والأقمشة والنفايات الخطرة غير الصناعية التي مصدرها المنازل

والشركات التجارية وغيرها، وفصل كل من هذه المواد وجمعها على انفراد بما يضمن نقاء المواد المراد إعادة تدويرها، وتحسين فرص رواجها في الأسواق والاستفادة منها. ودراسة عمليات جمع القمامة والنفايات الصلبة ونقلها تشمل عدة أمور منها: العمالة وكلفتها، ونوعية الحاويات وسعتها وميزاتها، ووسائل النقل وعددها ونوعها وسعتها، وطبيعة أماكن التجميع وخصائصها التضاريسية والطبوغرافية، وكذلك المسافة بين أماكن التجميع والترحيل، الفرعية أو الثانوية والرئيسية وأماكن التصنيع والتخلص النهائي من هذه النفايات، وفي كل من هذه الأمور يوجد تفصيلات كثيرة تختلف من دولة لأخرى ومكان لآخر يجب أخذها بالحسبان.

٤ - إدارة القمامة والنفايات الصلبة.

تتفاقم المشكلات الناتجة عن القمامة والنفايات الصلبة عاماً بعد آخر بتضافر وتفاعل عدد من العوامل، منها النمو السكاني المتسارع، وزيادة التمدن والهجرة إلى المدن، وزيادة الاستهلاك المنزلي، والتقدم التكنولوجي السريع، الذي وفر مجموعة من أسباب زيادة النفايات كتصنيع البلاستيك والمعلبات وغيرها، إضافة إلى العادات الاستهلاكية التي تشجع استخدام السلع غير القابلة لإعادة الاستخدام وترمى بعد كل استعمال، بدلا من السلع والمواد التي يمكن استبدالها أو استخدامها بشكل متكرر.

لذلك تزداد حدة وخطر المشكلات المرتبطة بإدارة النفايات الصلبة والتخلص منها خاصة بسبب سوء معالجة هذه النفايات، وبسبب التخلص منها بطرائق غير صحيحة وغير سليمة من النواحي البيئية والصحية. والواقع أن الزيادة المستمرة لكمية النفايات تزيد الوضع سوءاً، وتؤدي في كثير من الأحيان إلى تلوث الهواء والماء والترربة بسبب الطرق الرديئة المستخدمة في عمليات جمع النفايات والتخلص منها، لذلك فالحاجة ملحة لإدارة النفايات الصلبة، بشكل جيد وسليم.

تحتاج عمليات إدارة النفايات الصلبة دراسة مختلف أشكال التأثيرات والمراحل والبيانات ذات الصلة وتشمل فيما تشمل الأمور التالية التي من الضروري معرفتها وتحديدتها وهي:

- ١) تعريف القمامة والنفايات الصلبة .
 - ٢) تحديد مصادر القمامة والنفايات الصلبة.
 - ٣) تحديد أنواع القمامة والنفايات الصلبة.
 - ٤) تحديد كميتها وأحجامها .
 - ٥) تحديد طرائق ووسائل جمعها .
 - ٦) تحديد طرائق ووسائل وأساليب نقلها.
 - ٧) دراسة مراحل التخلص منها وتشمل جملة من العمليات تبدأ في المنزل أو المكان الأولي وتنتهي في مرحلة التخلص منها بشكل نهائي مروراً بعمليات التجميع والترحيل والفرز والتصنيع، والتخلص النهائي من بقايا هذه النفايات.
 - ٨) كما أنّ إدارة النفايات الصلبة تتطلب دراسة المواد المصنعة للإنتاج من حيث:
 - أ - خصائصها الاقتصادية ومردودها.
 - ب - المجالات المستخدمة فيها.
 - ج - الآثار الناتجة عن عمليات التصنيع والتخلص من النفايات وتشمل:
 - د - الآثار الإيجابية (البيئية والاقتصادية والاجتماعية والصحية والجمالية وغيرها)
 - هـ - الآثار السلبية (على التربة، والمياه السطحية والجوفية والهواء، والإنسان).
 - و - تحديد أهم المشكلات الناجمة وطرق معالجتها.
- ٥ - معالجة القمامة والنفايات الصلبة:**

تتطلب عمليات معالجة النفايات الصلبة الكثير من الأمور منها معرفة كمية النفايات ووزنها، ونوعيتها، ويتم التخلص من النفايات بطرق مختلفة منها:

١ - الطريقة العشوائية: حيث تلقى النفايات في العراء على سطح الأرض وقد تحرق أو تُقَلَّب بالآلات الثقيلة، وهي طريقة سيئة وغير مسموح بها ولها نتائج سلبية كثيرة ولكنها منتشرة في سورية ومناطق كثيرة من العالم.

٢ - طريقة رمي النفايات في البحار والمحيطات: حيث تقوم بعض الدول برمي النفايات بشكل عشوائي مباشرة في مياه البحار المجاورة، أو تنقل بالسفن إلى مسافات بعيدة أو قريبة من شاطئ الدولة وتلقى هناك، وقد تكون معلنة أو سرية خاصة عند التخلص من النفايات الصناعية والخطرة والسامة وغيرها، وعموماً تعد طرق سيئة وسلبية وممنوعة دولياً ومؤذية للنظام البيئي ككل.

٣ - طريقة الطمر الصحي: حيث يتم تجهيز حفر وأماكن مناسبة يتم عزلها بطبقة عازلة ومبطنة من الإسمنت والبلاستيك ومجهزة بشبكة صرف خاصة للتخلص من العصارة الناجمة عن النفايات، وقد تشتمل على عدة طبقات يتم رصها تباعاً، والطبقة السطحية تستخدم كحداائق بشكل رئيسي وتخطط وتجهز لذلك، كما هو الحال في مطمر دير بعلبة في حمص مثلاً أو مطامر أخرى كثيرة، وهذه الطريقة بعض السلبيات وكثير من الإيجابيات والمزايا.

٤ - طريقة الحرق في محارق خاصة: حيث يتم حرق القمامة في محارق خاصة بحرق النفايات، وتحويل النفايات إلى مصادر للطاقة والوقود يستفاد منها، ويتم التخلص من بقايا عملية الحرق بطرائق ووسائل علمية صحيحة وهذه الطريقة فوائد كثيرة من تحويل النفايات إلى طاقة يمكن الاستفادة منها، وحماية التربة والهواء والماء من التلوث، وخفض حجم النفايات إلى درجة كبيرة، ومنع انتشار الروائح والبكتريا، ولكن لها بعض الآثار السلبية أيضاً منها تكلفتها العالية في البناء والتشغيل والصيانة، و مشكلة التخلص من بعض النفايات المتبقية الصلبة والغازية وغير ذلك.

٥ - طريقة التحلل الحراري: تشبه طريقة الحرق حيث يتم تحليل النفايات بدرجات حرارة مرتفعة تصل إلى أكثر من ١٥٠٠ م، وتعد طريقة مكلفة وما زالت في طور التجربة.

٦ - تدوير النفايات الصلبة: وهذه الطريقة تم الاهتمام بها جداً في الفترة الأخيرة لأسباب مختلفة بيئية واقتصادية، وتعني إعادة الاستفادة من النفايات بعد تصنيعها لنفس الغرض الأصلي ومن أمثلة ذلك: تدوير الزجاج، وتدوير الورق، وتدوير البلاستيك وغير ذلك.

٧ - إعادة استخدام النفايات الصلبة: يوجد توجه عالمي نحو إعادة استخدام بعض النفايات الصلبة، أي إعادة استخدام المنتج لأكثر من مرة لنفس الغرض دون إعادة تصنيع، مثل استخدام العبوات الزجاجية المستخدمة في تعبئة الحليب والألبان وكذلك المشروبات الغازية وغيرها حيث تستخدم أكثر من مرة بعد تنظيفها.

٨ - من المفيد هنا التأكيد على أهمية الإدارة المتكاملة للنفايات، والحد من إنتاجها، وتغيير العادات الاستهلاكية، وفرز النفايات، واستمرار البحوث العلمية التي يمكن أن تساعد في حسن التعامل معها والتخلص الآمن منها.

٦ - تأثير النفايات الصلبة في البيئة:

أصبح واضحاً أنّ القمامة والنفايات الصلبة بمختلف أنواعها وأشكالها وخصائصها تؤثر سلباً في الكثير من عناصر البيئة الحية والجامدة وفي العلاقة والتأثيرات المتبادلة بين هذه العناصر، فهي عامل من عوامل تلوث الهواء والتربة والمياه السطحية والجوفية، ومياه الشواطئ والموارد البحرية كالشروة السمكية ورمال الشاطئ وغيرها، وقس على ذلك تأثيرها السليبي في الغطاء النباتي والحيواني والكائنات الدقيقة والإنسان وفي مجمل النظام البيئي، وبالتأكيد فإن الإدارة السليمة والصحيحة للقمامة والنفايات الصلبة تساعد في حل هذه المشكلات أو الحد منها على الأقل، ومن أشكال هذه التأثيرات على سبيل المثال لا الحصر:

أ- تأثيراتها الصحية:

تعد تجمعات أكياس القمامة بين الحارات والأزقة وعلى أبواب المنازل أهم عامل لجذب الحشرات والقوارض وتكاثر الجراثيم وبالتالي انتقال الأمراض وانتشارها بين السكان. أما المكبات الكبيرة فهي عبارة عن مستوطنات لأنواع أكثر خطورة من الحشرات والجراثيم، وموئلاً وملجأً لجميع الحيوانات الشاردة كالقطط والكلاب التي تنشر الأمراض من هذه المكبات المجاورة للمدن إلى المدن القريبة منها ليلاً ونهاراً. هذا بالإضافة إلى الإصابة بالحوادث والجروح بسبب وجود الأدوات الحادة والزجاج المتكسر والإصابة

بأمراض الجهاز التنفسي وأمراض العيون والجلد، والاسهالات نتيجة انتشار الجراثيم وبعض الأمراض التي تنتقل من الحيوانات للإنسان مثل مرض الكيس المائي الذي يسببه إلقاء فضلات الذبائح المصابة قرب أماكن الذبح.

ب - تأثيراتها النفسية:

تعد القمامة والنفايات من عناصر الأذى النفسي وتخدش الذوق والشم والنظر وتسبب التلوث البصري الذي يعاني منه الكثير من التجمعات السكنية الكبيرة ، فلا يكاد يخلو شارع من شوارع وأزقة الأحياء المتوسطة والفقيرة من وجود ما يؤذي النظر من كميات القمامة المتراكمة والمبعثرة هنا وهناك. ناهيك عن المكبات الصغيرة " الفرعية " التي تنتشر على أطراف وداخل بعض الأحياء الشعبية الكثيفة السكان وذات المستوى المعيشي المتدني نسبياً، مسببة الضرر البيئي الصحي والنفسي والبصري.

أخيراً يجب التذكير أنّ النفايات الصلبة والقمامة هي نتاج بشري، وهي من صنع الإنسان، لأن الطبيعة لا تنتج نفايات وإنما تعيد تدويرها والتخلص منها في حدود معينة لأنها نظام مغلق أو مقفل إلى حد ما حيث تستخدم فيه المواد المختلفة بكثافة وعلى نحو متكرر، أما النشاطات البشرية فتشكل نظاماً في غاية التبديد تدخل فيه موارد الطاقة والموارد الطبيعية التي يتم استخدامها ومن ثم رميها أو تبديدها أو التخلص منها على شكل نفايات أو تلوث. إن التحدي الكبير الذي يواجه المجتمع اليوم هو جعل النظام المنتج للنفايات يشبه الطبيعة، أي جعله نظاماً مغلقاً، لأن من شأن ذلك التخفيف من حجم النفايات والتلوث الناتج عنها، وتوفير الطاقة وتخفيف التكاليف الإجمالية اللازمة لمعالجة النفايات والتخلص منها، وبالتالي تعزيز التنمية المستدامة لهذا المجتمع. ولكي يتم ذلك لا بد من تضافر عنصرين أساسيين، فينبغي أولاً اعتماد نمط حياة يفضي إلى كفاية بيئية ويخفف من الآثار السلبية ويحول دون إنتاج كميات كبيرة من النفايات في المصدر، بدلاً من الاضطرار إلى إيجاد سبل وطرائق مناسبة للتخلص منها لاحقاً، ولا بد ثانياً من

معالجة النفايات والقمامة باعتبارها مادة أولية يمكن الاستفادة منها كما هي المواد الأخرى في الطبيعة، بدلا من اعتبارها شئاً ينبغي التخلص منه.

ج - تسبب تلوث المياه:

تعد مكبات النفايات العشوائية وغير السليمة أينما كانت أحد مصادر تلوث المياه السطحية والجوفية ، حيث إنّ تراكم النفايات وارتصاصها يؤدي لإنتاج " عصارات القمامة" وبكميات كبيرة ، وعند عدم توفر التصريف الصحي والمعزول لها فإنها بالطبع تنتقل إلى المياه السطحية وسوف ترتشح نحو طبقة المياه الجوفية مسببة تلوثها.

د - تسبب تلوث الهواء ومصدر للروائح الكريهة:

عندما تحرق النفايات في المكبات فإنها تسبب تلوثاً كبيراً للهواء نتيجة الغازات المعروفة الناتجة عن الاحتراق وخاصة احتراق المواد العضوية وهذه الغازات تسبب الأمراض الكثيرة وحالات الاختناق.

تعد أيضاً هذه التجمعات مصدراً للروائح الكريهة والمؤذية ، ومصدراً لأنواع عديدة من الغازات السامة الناتجة عن عمليات التخمر الطبيعي، أهمها غاز الميثان الذي قد يسبب انفجارات في أماكن تجمعها إن لم تتوفر المنافذ الصحية والمناسبة له. بالإضافة لغازات أخرى تلوث وتضر بهواء البيئة المحيطة وتنتشر مع الهواء إلى مسافات بعيدة.

هـ- القضاء على المساحات الخضراء:

إن هذه المساحات الكبيرة والمتزايدة التي تستخدم كأماكن لتجميع القمامة والنفايات الصلبة ، تسبب تغيراً معيناً في استخدامات الأراضي، وقد تكون على حساب المساحات الخضراء والمزارع التي من المفترض أن تكون هي ما يزين ويحيط بالمدن وليس تلال النفايات المرعجة والضارة.

و - ظاهرة نبش القمامة :

كما أن لهذه النفايات أيضاً تأثيرات من نوع آخر ، فمثلاً هي المسبب الرئيس بالإضافة للفقر الشديد وارتفاع البطالة لتطور ظاهرة نبش القمامة ، والتي أصبحت في

بعض المدن ، تتسم بالتنظيم والإدارة من قبل من يعملون بها. وهي من الظواهر غير الحضارية وغير الصحية ولها آثارها السلبية غير المحسوسة في المدى القريب، ويمكن أن تؤدي إلى الإصابة بأمراض خطيرة وبائية أو غير وبائية، نتيجة للاحتكاك أو التعامل مع هذه النفايات بشكل مباشر أو غير مباشر، وقد تكون خطيرة كيميائية أو طبية أو إشعاعية أو غير ذلك.

٧ - أساليب التخلص من النفايات:

أ - مكبات النفايات:

المكب هو موقع يستعمل للتخلص من النفايات يفتقر إلى مواصفات السلامة. وبالتالي يشكل تهديدا للبيئة والصحة العامة. لا تزال بعض المناطق تتخلص من النفايات برمبها في البحر وأودية والأنهار وآبار المياه المهجورة أ، على جوانب الطرق وهذا يجذب الجرذان والذباب ويدمر مواطن الحيوانات البرية ويهدد سلامة إمدادات مياه الشرب. وفي هذه الحالات تجرف الأمطار المواد الكيميائية السامة من أكياس النفايات وتتسرب هذه المياه الملوثة إلى طبقة المياه الجوفية أو تصب في كتل المياه السطحية. أما الغاز الحيوي (الميثان) الذي يتولد في المكبات الكبيرة نتيجة تعفن المواد العضوية تحت ظروف انعدام الهواء فقد يسبب حدوث انفجارات غازية أو يتسرب ويلوث هواء المناطق القريبة، أما حرق النفايات في المناطق الريفية خلال أشهر الصيف الحارة والجافة، فقد يؤدي إلى اشتعال الحرائق في الغابات وإلى زيادة تلوث الهواء، وتهدد النفايات التي تطرح في البحار حياة الكائنات التي تعيش فيها فعلى سبيل المثال ، تموت السلاحف البحرية نتيجة ابتلاعها لأكياس النايلون اعتقادا منها أنها أسماك هلامية.

ب - الطمر الصحي:

يعد الطمر الصحي إحدى الطرق الحديثة لمعالجة النفايات الصلبة، حيث تحفر في الأرض حفرة يعتمد عمقها وسعتها على طبيعة وكمية النفايات المتوقعة، وفي بعض الأحيان تستعمل مقالع الحجر المهجورة لطرر النفايات إذا توافرت فيها الشروط الصحية

والبيئة المطلوبة، بحيث توفر تلك المقالع تكاليف الحفريات، وبعد تجهيز الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية بطبقة عازلة من الاسمنت او معادن الطين او بنوع خاص من البلاستيك لحماية المياه الجوفية من التلوث، كما وتجهز القاعدة بشبكة صرف للمياه الناتجة عن مياه الامطار وعمليات تحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات ويوضع فوقها طبقة صلبة من الحصى والرمال لتسهيل عملية دخول المياه الى شبكة الصرف. وتوزع النفايات على قاعدة الحفرة وترص بنوع خاص من المداحل حيث تصل كمية النفايات الصلبة المضغوطة من ٠.٨ - ١.٠ طن لكل م^٢.

أهم الشروط التي يجب توافرها عند اختيار موقع طمر النفايات ما يلي:

١- ان تكون بعيدة عن المصادر المائية الجوفية والسطحية لضمان عدم تسرب الملوثة الى المصادر المائية.

٢- ان تكون بعيدة عن التجمعات السكانية الحالية والمخطط لها في المستقبل، وقد أوصت منظمة الصحة العالمية سنة ١٩٧١م بأن لا يقل بعد موقع طمر النفايات الصلبة عن ٢٠٠م عن أقرب تجمع سكاني، ويفضل أن لا تقل المسافة عن ٥٠٠م.

٣- ان تكون كمية التساقط (أمطار، ثلوج) قليلة في المنطقة.

٤- الأخذ بعين الاعتبار اتجاه الرياح السائدة في المنطقة.

٥ - الأخذ بعين الاعتبار الوضع الجيولوجي للمنطقة كوجود التشققات والفوالق وغيرها.

يجب القيام بعملية ضغط النفايات بكفاءة عالية جدا وذلك من أجل :

١- استيعاب أكبر كمية ممكنة من النفايات الصلبة.

٢- منع تواجد فحوات يمكن ان تعيش وتتكاثر بها الحشرات والقوارض.

٣- منع او الحد من عملية الاشتعال الذاتي.

بعد الانتهاء من عملية ضغط النفايات وعندما يصبح الارتفاع بعد عملية الضغط من

٣٠-٧٠ سم يوضع فوقها طبقة من نفايات الانشاءات او أتربة ويتم دكها على طبقة

النفايات المضغوطة، وعلى هذه الطبقة توضع طبقة ثانية من النفايات بنفس الطريقة

وهكذا حتى يصل ارتفاع الموقع ٣٠ - ٥٠ م ويتقلص ارتفاع الموقع خلال ٢٠ سنة الى حوالي ٣٠ % من الارتفاع الأصلي ومن أهم المزايا الايجابية لهذه الطريقة ما يلي:

- ١- قلة التكلفة الاقتصادية.

- ٢- إمكانية استيعاب كميات هائلة من النفايات الصلبة.

- ٣- سهولة تطبيق هذه الطريقة نظرا لأنها لا تحتاج الى تقنية عالية.

- ٤- تعد هذه الطريقة مكملة للطرائق الحديثة (الحرق، التحلل الحراري، التحلل الحيوي) والتي ينتج عنها مواد غير قابلة للمعالجة والتي لا بد من التخلص منها.

- ٥- إعادة زراعة المنطقة بالأشجار الحرجية.

- ٦- إمكانية الاستفادة من غاز الميثان في موقع الطمر الصحي.

ج - التخمير:

التخمير هو عملية طبيعية لعملية التدوير ، تُحلل من خلالها الجراثيم والكائنات الحية المجهرية النفايات العضوية مثل فضلات الطعام ونفايات البساتين ، وينتج عنها كميات جيدة من السماد الطبيعي الذي يستعمل فيما بعد من اجل زيادة خصوبة التربة وتحسين بنيتها وزيادة انتاجيتها وإرجاع المغذيات إلى التربة. وهي عملية بسيطة بإمكان كل شخص أن يقوم بها في حديقته أو حتى على شرفة منزله.

د - إعادة التدوير:

يعني مفهوم إعادة التدوير، فرز المواد من أكداس النفايات التي تنتجها إلى فئات ومن ثم إعادة تصنيع هذه المواد إلى منتجات جديدة يمكن تسويقها من جديد. إن عملية إعادة التدوير تخفض استهلاك الطاقة الكهربائية والمياه وتخفض درجة التدهور البيئي الذي يحدث نتيجة استخراج المواد الأولية من المناجم وآبار النفط أو قطع الأشجار. كما أن إنشاء مصانع محلية لإعادة التدوير تخفف الحاجة إلى نقل المواد عبر مسافات طويلة. وتخفيض درجة الاعتماد على الدول التي تزود المواد الأولية كما أنها تخلق فرص عمل إضافية لسكان المحليين.

يمكن إعادة تدوير المعادن والورق والبلاستيك والزجاج، وبما أن بعض الأشياء تتكون من عدة مواد فإن إعادة تدويرها يعد عملية صعبة ومكلفة، أما المواد العضوية فيمكن إعادة تدويرها من خلال عملية طبيعية تعرف بالتخمير.

إن استخدام بعض مواد القمامة ذات القيمة الاقتصادية «الورق والكرتون والزجاج والمعادن والبلاستيك» كمواد خام في إنتاج سلع جديدة ليس بالضرورة أن تكون مماثلة لتلك التي نتجت عنها النفايات فعلى سبيل المثال يمكن استخدام الفضة المستخلصة من صناعة التصوير في إنتاج طلاء المعادن كما يمكن استعمال العلب البلاستيكية في تصنيع الأنابيب أو المواسير، ولكن هذا العمل يتطلب وعياً بيئياً عالياً المستوى لدى مواطني البلدات من أجل عملية الفرز كما يتطلب تسويقاً للمواد المسترجعة وبيعها إلى مؤسسة أو شركة تستعمل هذه المواد وتحولها إلى منتجات مفيدة، وفي مثل هذه الحالة يجب العمل على تنمية الشعور بالمسؤولية تجاه هذه النفايات وأهميتها وفائدتها، وهي مسألة صعبة التحقيق في المجتمعات الفقيرة والمتخلفة وضعيفة الوعي البيئي، فغالباً ما تلحظ الناس يرمون أعقاب السجائر في الطريق مثلاً حتى وإن كانوا في سياراتهم وغالباً ما تشاهد أفراداً كثيراً يرمون علب المشروبات الغازية في الحدايق أو على الرصيف في حين سلة القمامة لا تبعد عنهم بضعة أمتار وأحياناً أقل بكثير وتكبر المشكلة إذا ما وصلت إلى العرف العام الذي يتعامل مع النفايات والعاملين على جمعها معاملة مبنية على مفاهيم العيب والدونية غالباً.

رغم تلك النظرة إلى النفايات ومؤسساتها تبقى مسألة جمع القمامة من الأحياء السكنية من المتطلبات الصحية الأساسية وهي أول خطوة في إدارة الفضلات الصلبة وتمثل عملية نقلها حلقة الوصل بين الجمع والمعالجة، ويجب أن يكون نظام جمع ونقل القمامة سريعاً لأن لتراكمها أضراراً صحية واجتماعية واقتصادية حيث يجب ألا تتجاوز فترة بقاء القمامة ثلاثة أيام في الفصل البارد ويوماً واحداً في الفصول الدافئة.

٨ - الحل الأمثل لحل مشكلة النفايات الصلبة:

تختلف طرق التعامل مع النفايات ومعالجتها ولكن الأكثر ربحية ونتيجة تلك العاملة على الاستفادة من مراحل عملية التحويل البيولوجي للكتلة الحيوية من خلال عملية الهضم اللاهوائي لتحويل الكتلة الحيوية إلى غاز طبيعي تعتمد اعتماداً كلياً على النفايات السائلة الموجودة في مياه المجاري والنفايات الصلبة. من الممكن حل مشكلة النفايات الصلبة الى أبعد الحدود وجعلها مصدر ثروة تساهم في الدخل الوطني وتأمين فرص عمل وتقليل استيراد بعض المواد الخام من الخارج عن طريق إنشاء مؤسسة خاصة أو عامة للنفايات قادرة على استيعاب أسلوب المعالجة المتكامل للنفايات **Integrated solid Waste Management** والذي يعتمد على:

أ - الحد من إنتاج النفايات بإتباع طرق سهلة، وتعتمد هذه الطريقة على رفع مستوى وعي المواطن والمجتمع.

ب - إعادة الاستفادة من المخلفات مثل إعادة الاستعمال لإحدى المواد عدة مرات لنفس الغرض أو إعادة الاستفادة من المواد عن طريق استعمالها في أغراض جديدة مثل استعمال فضلات البلاستيك في العزل أو إعادة الاستفادة من المواد بعد إعادة تصنيعها مثل الورق والزجاج والمعادن.

ج - استعمال المحارق الحديثة والقادرة على السيطرة على التلوث الهوائي لحرق النفايات الواجب حرقها.

د - استعمال طريقة الطمر الصحي كطريقة لا يمكن الاستغناء عنها وذلك لظمر النفايات غير القابلة للحرق أو إعادة الاستفادة بالإضافة الى المواد الناتجة عن المحارق.

هـ - معالجة النفايات الصلبة الخطرة وطمرها بالأماكن المخصصة لها.

و - تنظيم برامج توعية وإعلام لمختلف قطاعات المجتمع.

ز - البحث والتطوير والتدريب.

وهناك أنواع أخرى من طرق معالجة النفايات نوجز منها:

١- المحارق: وهي تعتمد على توليد طاقة وحرق تلك النفايات وهي عالية الكلفة.

٢- استخدام الغاز الحيوي CH4 لمعالجة تلك النفايات (طريقة التحلل الحراري).
٣- طريقة الكومبوسيت Composite أو التخمر العضوي وتعتمد لاستخراج بعض
الاسمدة الزراعية.

٤- اعادة التدوير Recycling وخاصة بقايا البلاستيك وخرقة الحديد والكرتون
والزجاج وبقايا الأخشاب والاقمشة وما شابه.

٥- المعالجة الكيماوية وهي معالجة المخلفات الخطرة في احدى المراحل للتخلص من
خطورتها قبل طمرها. وللتخلص من مشكلة النفايات يجب الاهتمام بالكثير من الأمور
منها:

- إقامة برامج متكاملة لنشر الوعي البيئي والتربية البيئية بين مختلف شرائح المواطنين
صغاراً وكباراً بطرق مقبولة وبسيطة ومشجعة.
- وضع قوانين وتشريعات بيئية جديدة وتفعيل القديمة وتطبيقها بشكل صارم وملزم.
- الاستفادة من الخبرات المتقدمة في هذا المجال بما في ذلك الشركات الخاصة ذات الخبرة
في التعامل مع النفايات الصلبة وعمليات فرزها ومعالجتها والتخلص منها.
- العمل على توطيد وتفعيل اهتمام المجتمع المحلي لإيجاد وسائل وطرق يتعاون من
خلالها السكان لتنظيم التخلص من النفايات في حال تقصير الجهات المسؤولة.
- الاستفادة من بعض أنواع النفايات في صناعة تحف ولوحات وأشياء مفيدة، مثلاً
يمكن استخدام البراميل والخزانات لزراعة الورود والشجيرات وتوزيعها بشكل منسق
وجميل في منصفات الشوارع وغيرها من الأماكن المناسبة.

رابعاً - تلوث مياه الوديان والأنهار الصغيرة في سورية:

١ - تعريف الأنهار الصغيرة:

إن الأنهار الصغيرة دائمة الجريان تتراوح أطوالها عادة من بضعة كيلو مترات إلى
بضعة عشرات الكيلومترات، ومساحة حوض كل منها لا تتجاوز ٢٠٠٠ كم^٢. وهذه
الأنهار هي من أكثر الأشكال المائية انتشاراً على سطح اليابسة، وهي تغطي

مساحات واسعة من الجبال والهضاب والسهول، ومعظم الأنهار الصغيرة تشكل الجزء العلوي وتنتهي مياهها بشكل مباشر إلى مياه الأنهار الكبيرة ضمن نظام الجريان النهري وهي بهذا تشكل عنصراً أساسياً في المحيط الحيوي، الذي توجد فيه الكائنات الحية النباتية والحيوانية والدقيقة التي تقطن مجتمعة في حدود موطن المعيشة المتجانس على اليابسة أو في المياه^{١٢٠} .

تعد الأنهار الصغيرة من الموارد الطبيعية الهامة، وقد لعبت وتلعب دوراً حاسماً في تطور وتوازن النظام الجغرافي (الطبيعي والاجتماعي) وعلى ضفاف الأنهار الصغيرة عاش في الماضي ويعيش الآن أكبر عدد من السكان سواءً في الريف أو في المدن، وهؤلاء منذ أقدم العصور يستخدمون مياهها لتأمين حاجاتهم من مياه الشرب والغسيل والسقاية والاستحمام والسياحة والصيد والاستخدامات الأخرى.

إن الأنهار الصغيرة من العوامل الهامة والمؤثرة في عمليات انجراف التربة ونقل الطمي والرسوبيات، وهي تؤثر وتتأثر بالعوامل المناخية والبيولوجية والجيولوجية والجيومورفولوجية وغيرها، وتلعب دوراً مهماً في حياة كل إنسان وكل مجتمع وفي حياة الكثير من الكائنات الحية، وهي تؤثر في المنظومة البيئية ككل، لذلك فليس من قبيل المصادفة أن تلقى المشكلات التي تعاني منها هذه الأنهار كالاستنزاف والجفاف والتلوث المزيد من الاهتمام من قبل قطاع واسع جداً من العلماء والمختصين وسكان المدن والأرياف المستفيدين منها بشكل مباشر أو غير مباشر^{١٢١} .

٢ - تلوث الأنهار الصغيرة في سورية :

تعاني جميع الأنهار الكبيرة والمتوسطة والصغيرة في سورية بدون استثناء من التلوث، خاصة التلوث الناتج عن إلقاء مخلفات الصرف الصحي بشكل مباشر وبدون معالجة إلى هذه الأنهار أو إلى الوديان أو المناطق المنخفضة القريبة من التجمعات

¹²⁰ -The Restoration Of Rivers and Streams , Theories and Experience , Edited by James A .Gore. University of Tulsa . . بتصرف . ص ٥ . باللغة الروسية ١٩٨٩ ص ٥ .

^{١٢١} - محمد محمود سليمان ، جغرافية البيئات ، مرجع سابق ص ١٣٥ .

السكانية الكبيرة أو الصغيرة التي يوجد فيها شبكات صرف صحي، أو تنتقل بشكل غير مباشر إلى المسطحات المائية وإلى المياه الجوفية في حالات أخرى.

خاصة وأنه لا يوجد في سورية سوى عدد محدود من محطات المعالجة، ومن المعروف أن جميع المدن ومعظم التجمعات السكنية يوجد فيها شبكات للصرف الصحي (المنزلي والصناعي والزراعي) وغالباً لا توجد شبكات صرف صحي منفصلة مخصصة للمصانع والمعامل والمزارع وما في عدادها، والكثير منها لا تقوم بمعالجة المخلفات السائلة قبل صرفها إلى شبكات الصرف الصحي بشكل مباشر أو غير مباشر (سري أو علني) وهذا يعني أن أكثر من ٩٠% من مخلفات الصرف الصحي في سورية تنتهي إلى المسطحات المائية، وهي تلقى عادة إلى الأنهار والوديان أو المنخفضات المجاورة، أما القرى والمزارع التي لا يوجد فيها شبكات صرف صحي حتى الآن فهي تعتمد على الحفر الفنية المنزلية، وهذه ذات عواقب إيكولوجية لا تقل خطورة عن الأولى.

وقد تمّ الاهتمام وعلى مدى سنوات بهذه المسألة من خلال الاستبيانات، وحلقات البحث العملية للطلاب، وأثناء تنفيذ المعسكرات الجغرافية العلمية الطوعية، والدراسة الميدانية، والمشاهدة المباشرة لمختلف مناطق القطر وتبين لنا أن هذه المسألة على درجة كبيرة من الخطورة وأنها لا تلقى الاهتمام الكافي والمناسب، سواءً من قبل الحكومة والمؤسسات الرسمية، أو من قبل المختصين، أو المؤسسات الأهلية، أو من قبل السكان المحليين، مع أن الجميع ينتظرون الفرج لما لهذه المشكلة من عواقب سلبية بيئية وصحية واقتصادية واجتماعية ونفسية... !

تعاني جميع الأحواض النهرية في سورية من التلوث من مختلف المصادر، خاصة من شبكات الصرف الصحي التي تنتهي إليها بدون معالجة تذكر، وهذا التلوث تزداد حدته يوماً بعد يوم، ويمكن اعتبار جميع الأنهار في عداد ذلك ولكن سوف يتم تحديد بعض من هذه الأنهار والوديان على سبيل الذكر لا الحصر:

● **نهر بردى والوديان الصابة إليه**، اعتباراً من سهل الزبداني حيث تنتهي مخلفات الصرف الصحي للتجمعات السكانية والمنشآت المختلفة في الزبداني وبلودان ومضايا وعين الفيحة وجميع القرى الواقعة على جانبي نهر بردى قبل مدينة دمشق وبعد مدينة دمشق حتى بحيرة العتيبة إلى هذا النهر، فمثلاً في قرية النشابية التي تقع قبيل بحيرة العتيبة يتم صرف النفايات السائلة المنزلية والصناعية (معامل دباغة الجلود، معامل الدهانات، محطات غسيل وتشحيم السيارات، معمل لصناعة الألبان، معمل لصناعة البراميل، وأخيراً الشركة الوطنية لتصنيع الألمنيوم وهي شركة خاصة) إلى نهر بردى وفروعه، علماً أن شركة صناعة الألمنيوم تملك محطة معالجة لمعالجة النواتج الحمضية والقلوية ومعادلتها حتى تصبح قيمة ال PH تساوي ٧، ثم صرف هذه المياه أو إعادة استعمالها، ولكن كون التكلفة المادية لتشغيل المحطة كبيرة بالمقارنة مع عدم تشغيلها وصرف المخلفات بدون معالجة، فإن شركة الألمنيوم (وفي غياب الرقابة المسؤولة والفعالة) لا تقوم بتشغيل المحطة وإنما تقوم بتجميع المخلفات في حفر خاصة ثم يتم التخلص منها بطرق ملتوية ؟.

● **ومصير نهر الأعوج والوديان المنتهية إليه**، الوديان والمسيلات الموجودة في محافظة القنيطرة، وريف دمشق لا يختلف عن مصير نهر بردى حيث التلوث بمخلفات الصرف الصحي وغيره من قرى بيت جن ونبع بيت جن وحمور، ومن قطنا ومعضية الشام وغيرها جميعها تنتهي بشكل أو بآخر إلى نهر الأعوج وفروعه وصولاً إلى التقائه بنهر بردى.

● كما أن شبكة الصرف الصحي لمدينتي الرحيبة والضمير تنتهي إلى الوديان والمسيلات المجاورة، وأهمها **وادي عصيفير** ذو الأهمية الجيومورفولوجية والاقتصادية، خاصة في تصريف مياه الفيضانات في بعض المواسم.

● **كذلك الحال في المنطقة الجنوبية الغربية من سورية** في محافظتي درعا والسويداء، حيث تنتهي مخلفات الصرف الصحي إلى الوديان والمنخفضات القريبة، ثم تنتهي إلى

بعض بحيرات السدود كسد الأصلحة وغيره ثم تنتهي إلى وادي نهر اليرموك. وهنا تزداد المشكلة تعقيداً بسبب طبيعة الصخور البازلتية القاسية في بعض الأماكن حيث يصعب حفر قنوات ومجري شبكات الصرف الصحي فيها مما يجعل مخلفات الصرف الصحي هذه تطفو على السطح في كثير من الأحيان.

- وتصب شبكة الصرف الصحي لمدينة السويداء في مكان منخفض يقع على بعد نحو ١٠ كم غرب المدينة بالقرب من قرية التعلة.
- وفي مدينة درعا والتجمعات السكانية التابعة لها تكرر نفس الحالة، فالصرف الصحي في بلدة الشيخ مسكين ينتهي إلى وادي أبو اللبن، وفي الصنمين إلى وادي العرام، وفي نوى إلى وادي المسيل المجاور ثم إلى بحرة عشترة المغلقة، وتستخدم هذه المياه كما هو الحال في معظم الأماكن في سقاية المزروعات والاستخدامات الأخرى.
- وفي المنطقة الوسطى يعاني نهر العاصي وروافده ومختلف الوديان والمسيلات التابعة لهذا الحوض من التلوث من مختلف المصادر.
- وفي المنطقة الشمالية يتعرض نهر قويق ونهر عفرين ونهر الأسود وروافدهما للتلوث وخاصة بالصرف الصحي المنزلي والصناعي لا سيما مخلفات معاصر الزيتون التي ازداد انتشارها في الفترة الأخيرة، ففي دراسة ميدانية لوادي نهر عفرين تمتد من مدينة عفرين وحتى الحدود التركية السورية بطول نحو ٣٠ كم، وبعرض ١ - ٢ كم وشملت الدراسة نحو ١٦ تجمعاً سكنياً تبدأ من عفرين وتنتهي في قرية ملا خليل مروراً بعدة قرى منها قرية عين دارة الأثرية، وقد تبين وجود تراكم للنفايات والقمامة المختلفة بجانب سرير النهر يمكن أن تنتقل إلى النهر بسرعة نتيجة التأثيرات البشرية أو الطبيعية، كما تبين أن شبكات الصرف الصحي في هذه التجمعات تنتهي إلى مجرى النهر وتؤدي إلى تلوثه وتعكر وتلون مياهه، التي تستخدم في الري وسقاية الحيوانات، وتؤدي إلى مخاطر بيئية وصحية مختلفة.

- وفي المنطقة الشرقية تعاني من التلوث أنهار الفرات وروافده البليخ والخابور وجفجغ، والوديان المنتهية إليها، مع ما يترتب على ذلك من عواقب سلبية.
- وفي حوض الساحل تعاني جميع الأنهار من التلوث بدءاً من نهر الكبير الشمالي في الشمال، وانتهاءً بنهر الكبير الجنوبي في الجنوب بالقرب من الحدود السورية اللبنانية مروراً بجميع الأنهار والمسيلات والوديان الموجودة في حوض الساحل، كما هو الحال في نهر الغمقة مثلاً الذي يتعرض للتلوث الناتج بشكل رئيسي من شبكات الصرف الصحي المنزلي، ومن مخلفات معاصر الزيتون (مياه الجفت) ومن النفايات الصلبة والقمامة والنفايات الأخرى الزراعية أو الصناعية أو غيرها.

إذا أخذنا بعين الاعتبار أن الجريان المائي في النهر يتوقف لفترة طويلة من السنة، فهذا يعني تحول مياه الصرف الصحي المنزلي مضافاً إليها الملوثات الأخرى المختلفة إلى مستنقعات آسنة ذات عواقب إيكولوجية مختلفة، تعيق عملية التنقية الذاتية، ويؤدي هذا التلوث إلى بروز الكثير من المخاطر البيئية نذكر منها:

- ١ - الحد من قدرة النهر على القيام بالتنقية الذاتية، أو القضاء نهائياً على هذه القدرة.
- ٢ - تلوث التربة وتملحها وتغير نفاذيتها نتيجة سقايتها بهذه المياه الملوثة.
- ٣ - تلوث النباتات البرية والمائية التي يصل إليها تأثير هذه المياه الملوثة.
- ٤ - تلوث السلاسل الغذائية وانتقالها إلى مختلف الكائنات الحية بما في ذلك الإنسان.
- ٥ - انتشار الروائح الكريهة.
- ٦ - خسائر سياحية كبيرة كون حوض النهر ككل توجد فيه المواقع التاريخية والطبيعية الجميلة ذات الأهمية الاقتصادية والسياحية المميزة.
- ٧ - انتشار بعض الأمراض مثل حبة حلب (الشمانيا) التي يزداد انتشارها في المنطقة وفي الساحل السوري ككل.

- ٨ - انتشار الحشرات والبعوض والذباب خاصة في فصل الصيف الجاف مما يؤدي إلى نتائج وخيمة، صحية ونفسية واجتماعية وغيرها.
- ٩ - تلوث المياه الجوفية، جراء انتقال وترشيح المياه الملوثة إليها خاصة أن التربة والصخور هي من الأنواع ذات النفوذية المتوسطة.
- ١٠ - حدوث تفاعلات بيوكيميائية مختلفة في المياه والتربة تؤدي إلى نتائج وتعقيدات جيو - إيكولوجية غير محددة.

٣ - مصادر تلوث الأنهار الصغيرة في سورية: تقسم إلى نوعين رئيسيين من المصادر:

- **المصادر الطبيعية:** لا دخل مباشر للإنسان في حدوثها، وهي خارجة عن إرادته وتمثل بالسيول والملوثات المنتشرة في الهواء والتي تسقط بشكل جاف أو سائل وتنتهي إلى مياه الأنهار الصغيرة.

- **المصادر البشرية:** التي يكون سببها المباشر الإنسان وأعماله المختلفة ومنها:

- المخلفات الناجمة عن الصرف الصحي المنزلي.
 - المخلفات الناجمة عن الصرف الصناعي.
 - مخلفات ونواتج عصر الزيتون (ماء الجفت).
 - المخلفات الناجمة عن الصرف المنشآت الزراعية.
 - الملوثات التي تسقط مع مياه الأمطار والثلوج.
 - المبيدات والأسمدة والملوثات الكيميائية التي ترش على المزروعات والاستعمالات الأخرى، وتنتقل بشكل أو بآخر إلى الأنهار الصغيرة.
 - التلوث بالمواد النفطية والدهون والزيوت من مصادر مختلفة أهمها محطات الوقود وغسيل وتشحيم السيارات وغير ذلك.
- أخيراً يمكن القول: إنّ مشكلة التلوث الناجم عن الصرف الصحي بمختلف أشكاله يعود إلى عدة أسباب منها: عدم وجود شبكات صرف منفصلة (منزلية - صناعية - طبية... الخ) وعدم وجود محطات لمعالجة هذه المخلفات بشكل صحيح ومتكامل، وإن

وجدت محطات فهي غالباً عبارة عن أحواض تجميع وترقيد للملوثات ومعالجتها بطرق ومراحل أولية وتمهيدية، وبالطبع فإن النتائج والتأثيرات السلبية الناجمة عن التلوث بالصرف الصحي خطيرة وكثيرة جداً على المستوى البيئي والاقتصادي والصحي وتحتاج إلى معالجة وجهود متكاملة لحلها وتحقيق التنمية المستدامة في سورية كلها.

الإجراءات التي يمكن اتباعها لحماية الأنهار الصغيرة في سورية من التلوث:

- ١ - تنفيذ وتطبيق القوانين البيئية السورية بما يؤدي إلى حماية البيئة ككل وحماية الأنهار الصغيرة أيضاً.
- ٢ - دراسة العوامل الجغرافية الطبيعية و البشرية و البيئية التي أدت إلى حدوث جفاف دائم أو مؤقت للنهر.
- ٣ - دراسة سبل وطرائق تجديد النهر وإعادته إلى وضعه الطبيعي السابق.
- ٤ - تجميع مياه الصرف الصحي المنزلي في أماكن مناسبة وإنشاء محطات معالجة لتنقيتها قبل صرفها إلى النهر. ثم استخدامها للغايات المرجوة بعد تنقيتها. خاصة أنه يوجد العديد من أشكال المعالجة المنتشرة في العالم (الميكانيكية، والكيميائية، والبيولوجية)، ويمكن اختيار الطريقة المثلى والمناسبة لكل حالة.
- ٥ - إنشاء نظام صرف صحي منزلي جيد ومناسب، يمنع تسرب المياه الملوثة وانتقالها إلى البيئة المحيطة.
- ٦ - فصل المخلفات الصناعية المختلفة عن شبكة الصرف الصحي المنزلي، ومراقبة ذلك بشكل صارم ومعاينة المخالفين.
- ٧ - وضع خطة استراتيجية بيئية متكاملة لاستغلال مياه النهر، والأنهار الأخرى التي تعاني من زيادة الضغط البيئي عليها، وتحسين هذه الخطة باستمرار.
- ٨ - إجراء تنظيف مستمر ومتكرر لأجزاء النهر التي تعاني من تلوث بالنفايات الصلبة المختلفة التي تشوه منظر النهر، وتقلل من قيمته الاقتصادية والجمالية والسياحية وغيرها.

- ٩ - تشجير ضفاف النهر والاهتمام بحمايته من الانجراف والتعرية مختلفة المنشأ والمصادر، وحماية الغطاء النباتي في حوض النهر بشكل عام، خاصة الغابات دائمة الخضرة المنتشرة في مناطق متفرقة من الحوض.
- ١٠ - القيام بإجراء اختبارات وتحليل دورية لمياه الصرف الملقية إلى النهر، وإنشاء نظام رصد ومراقبة لرصد ومعرفة كافة التغيرات البيئية التي يتعرض لها النهر، والتنبؤ بالتغيرات المحتملة، واتخاذ التدابير الممكنة لمعالجتها والتقليل من أخطارها.
- ١١ - زيادة الوعي البيئي المحلي، وتوعيته بالمخاطر الناجمة عن التلوث بشكل عام، وعن التلوث بالصرف الصحي بشكل خاص، وتوعيته بأهمية المصادر المائية، وأهمية النظام البيئي النهري، ودوره في حماية واستقرار النظام البيئي ككل.
- ١٢ - بناء السدود في الأماكن المناسبة بعد إجراء الدراسات المناسبة، لا سيما السد المزمع قيامه في المجرى الأوسط بالقرب من قرية ضهر مطرو، نظراً للدور الهيدرولوجي والاقتصادي والسياحي الذي يمكن أن يؤديه هذا السد.

أسئلة للمناقشة:

- س ١ _ عرّف الجغرافية التطبيقية.
- س ٢ _ اشرح أهمية ومجالات الجغرافية التطبيقية.
- س ٣ _ عرّف علم البيئة التطبيقي.
- س ٤ _ اشرح أهمية الدراسات البيئية التطبيقية.
- س ٥ _ بيّن ما هي المصادر الرئيسية للمعلومات البيئية التطبيقية.
- س ٦ _ اشرح كيف يمكن الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد في الدراسات البيئية التطبيقية.
- س ٧ _ عرّف النفايات الصلبة وعدد مصادرها.
- س ٨ _ عدد أهم طرق معالجة النفايات الصلبة.
- س ٩ _ اشرح التأثيرات النفسية الناتجة عن التلوث بالنفايات الصلبة.
- س ١٠ _ عرّف الأنهار الصغيرة.
- س ١١ _ عدد المصادر البشرية لتلوث الأنهار الصغيرة.
- س ١٢ _ عدد الإجراءات التي يمكن القيام بها لحماية الأنهار الصغيرة في سورية من التلوث.

قائمة المصطلحات والمفاهيم العلمية الواردة في المقرر
مرتبة حسب حروف المعجم إنكليزي عربي

A

Abiotic	غير حية
Abiotic Components	مكونات غير حية
Absolute Humidity	الرطوبة المطلقة
Accumulated Temperature	الحرارة المتراكمة
Acidic	حمضي
Acidification	تحميض
Acidity	حموضة
Acid Rain	مطر حمضي
Acid Soils	ترب حمضية
Activity	فعالية
Adaptation	تكيف
Aerosols	هباء أو جزيئات سائلة أو صلبة عالقة في الهواء
Agro system	نظام بيئي زراعي
Air Contamination	تلوث الهواء
Air Pollution	تلوث الهواء
Air Instability	عدم استقرار الهواء
Albedo	الإشعاع المنعكس (ألبيدو)
Alkaline Soils	ترب قلوية
Amphibian	البرمائيات
Anaerobic Analysis	تحليل لا هوائي

Annual Range of Temperature	المدى الحراري السنوي
Anthropogenic	الأنثروبوكن (التأثير البشري المفتعل)
Arid	قاحل - جاف
Aridity Index	قرينة الجفاف
Association	عشيرة - مجتمع
Aurora	الشفق القطبي
Auto ecology	علم البيئة الذاتية
Autotrophic Organisms	كائنات ذاتية التغذية

B

Back Ground Noise	الضوضاء الخلفية
Ballast	مياه التوازن (الصابورة)
Bio Ceinose	بيوسينوز (المحيط النشوء حيوي)
Bioclimatology	علم المناخ الحيوي
Bio eco amplitude	المدى الإيكولوجي الحيوي
Bio geo ceinose	بيوجيوسينوز (محيط النشوء حيوي)
Biological control	مكافحة أو مراقبة بيولوجية
Biological Desert	صحراء بيولوجية
Biomass	الكتلة الحيوية
Biomes	النطاقات أو المجموع البيئية
Bio Oxygen Demand	الأكسجين الحيوي المستهلك
Biosphere	الغلاف الحيوي (البيوسفير)
Biotic	حيوي
Community Biotic	مجتمع حيوي

Components Biotic	مكونات حية
Biotic Factors	العوامل الحيوية
Bryophytes	الطحالب

C

Calcareous Soil	ترب كلسية
Capillarity	الخاصية الشعرية
Gaia	غايا (آلهة الأرض عند اليونان القدماء)
Carbohydrates	كربوهيدرات
Carbox Hemoglobin	كاربوكس هيموغلوبين
Carnivores	آكلات اللحوم
Climatic Change	التغير المناخي
Chalk and Limestone Soils	ترب جيرية وكلسية
Chemical Oxygen Demond	الأكسجين المستهلك كيميائيا
Chemical Pollutants	ملوثات كيميائية
Chemoautotrophy	تغذية ذاتية كيميائية
Chlorophyll	اليخضور (الكلوروفيل)
Chlorofloruocarbon (C.F.C)	كلوروفلوروكربون
Climax	الأوج (الذروة)
Commensalisms	معايشة (تعایش)
Community	مجتمع - جماعة
Conditioning	تكيف
Conservation	صيانة
Consumer	مستهلك

Consumers Heterotrophic	كائنات مستهلكة للغذاء
Contaminated air	هواء ملوث
Contamination	تلوث
Cosmic ray	أشعة كونية
Corrosion of metals	تآكل المعادن

D

Daily Range of Temperature	المدى الحراري اليومي
Decibel (db)	ديسبل (وحدة قياس شدة الضجيج)
Decomposers	كائنات مفككة
Deficiency	نقص - عجز
Deformation	تشويه
Degradation	تدهور
DE oxygenation	استنفاد أو نقص الأكسجين
Desertification	التصحّر
Desert Soils	ترب صحراوية
Detergents	المنظفات
Dissolved oxygen	الأكسجين الذائب أو المنحل
Diversity	التنوع
Dominant	سائد
Drip irrigation	الري بالتنقيط
Drizzle	الرذاذ
Dunes	كتبان رملية
Dust	رماد، غبار

Dust Storm	عاصفة ترابية
Dystrophication	تسريع النمو (الحيوي)

E

Eco – Crisis	أزمة بيئية
Eco development	التنمية البيئية (الإيكولوجية)
Ecology	علم البيئة (الإيكولوجيا)
Ecological Amplitude	المدى الإيكولوجي
Ecological Niche	العش البيئي
Ecological pyramid	الهرم البيئي
Ecosystem	النظام البيئي
Ecotype	الموقع الأيكي (نمط بيئي)
Emission	انبعاث
Endangered	مهدد بالانقراض
Endemic	متوطن
Energy cycle	دورة الطاقة
Energy flow	سريان الطاقة
Environment	البيئة (الوسط المحيط)
Environmental Impact Assessment	تقييم المردودات البيئية
Environment Management	إدارة البيئة
Environmental Movement	الحركة البيئية
Environmental Pollution	التلوث البيئي
Environmental Security	الأمن البيئي
Ephemeral vegetation	نباتات حولية

Erosion	التعرية
Eutrophication	مياه المجاري (الصرف الصحي)
Evolution	التطور
Extinction	الانقراض

F

Fauna	العالم الحيواني
Feed web	الشبكة الغذائية
Fermentation	التخمير
Fertilizer	السماذ
Final Sedimentation	ترسيب نهائي
Flora	العالم النباتي
Flouro Carbon	الفلوروكربون
Food Chain	السلسلة الغذائية
Food Pyramid	الهرم الغذائي
Forecast	التنبؤ
Fossil Water	مياه جوفية حفريّة
Fume	دخان
Fungi	فطريات
Fungicides	مبيدات فطرية

G

Gamma Rays	أشعة غاما
Garbage	النفايات أو القمامة
Genetic injury	خلل جيني (وراثي)

Genofond	احتياطي أو ذخيرة وراثية
Geoecology	الجيوايكولوجيا (علم بيئة قشرة الأرض)
Geosystem	الجيوسستم (النظام الجغرافي)
Global Warming	الاحترار العالمي
Green House Effect	عامل البيت الزجاجي

H

Half _ Life	عمر النصف
Halophytes	نباتات ملحية
Haze	سديم
Heat Latent	الحرارة الكامنة
Heat Balance	توازن حراري
Hemoglobin	هيموغلوبين
Herbicide	مبيد أعشاب
Herbivores	آكلات الأعشاب
Heterotrophic	غير ذاتي التغذية
Heterotrophic Organisms	كائنات غير ذاتية التغذية
Human Ecology	علم البيئة البشرية
Hydrocarbons	هيدروكربونات
Hydroelectric Energy	الطاقة الكهرومائية
Hydrophytes	نباتات مائية

I

Immigration	هجرة
Indirect	غير مباشر

Industrial pollutants	الملوثات الصناعية
Industrial wastes	النفايات الصناعية
Infection	تلوث، فساد
Info media Age	الوسائط المعلوماتية
Infrared Radiation	الأشعة تحت الحمراء
Infrasonic	تحت أو دون الصوتية
Insecticide	مبيد حشرات
Instability	عدم استقرار
Introduction	تأقلم
Ionization	التأين
Ionosphere	الطبقة المتأينة من الغلاف الجوي
Irradiation	الإشعاع

L

Landscape	اللانديسكيب (منظر سطح الأرض)
Life forms	أشكال الحياة
Limit	حد

M

Mammalians	الثدييات
Manufacture	إنتاج، صنع
Marine Ecology	علم البيئة البحرية
Marine Pollution	تلوث بحري
Marine Reserve	محمية بحرية
Marshes	المستنقعات

Micro organisms	كائنات دقيقة
Metabolism	الأيض
Methyl mercury	ميثيل الزئبق
Micro climate	المناخ الأصغري
Mist	الشابورة (الضباب)
Mites	الحشرات
Monitor	الرصد والمراقبة

N

Natural pollutants	ملوثات طبيعية
Natural resources	موارد طبيعية
National Park	منتزه قومي
Nature Reserve	محمية طبيعية
Niche ecologic	العش البيئي
Nitrification	النترجة
Nitrogen cycle	دورة النروجين
Nitrogen fixing bacteria	بكتريا مثبتة للنروجين
Noosphere	غلاف التفكير أو الوسط العقلي

O

Octane number	الرقم الأوكتيني
Offal	نفايات أو فضلات
Omnivores	القوارض
Organic matter	مادة عضوية
Over exploitation	استثمار جائر

Over grazing	الرعي الجائر
Over Fishing	الصيد المفرط
Oxidation	أكسدة
Oxygen cycle	دورة الأوكسجين
Ozonosphere	غلاف الأوزون
Ozone layer	طبقة الأوزون
Ozone Depletion	تآكل الأوزون
Ozone Hole	ثقب الأوزون

P

Parasite	طفيلي
Parasitism	تطفل
Particulates	جزيئات (عوالق دقيقة)
Pedosphere	القشرة الأرضية
PotentialHydrogen (PH)	الرقم الهيدروجيني (معامل الحموضة)
Photochemical Reaction	تفاعلات كيميائية ضوئية
Phytoplankton	الطافيات النباتية
Photosynthesis	التركيب الضوئي
Phytocenose	المجتمع النباتي (فيتوسينوز)
Phytophages	أكلات النباتات
Phytoplankton	العوالق النباتية
Plankton	الطافيات (البلانكتون)
Plant community	مجتمع (عشيرة نباتية)
Plant Ecology	علم البيئة النباتية

Poisoning	سمومية
Pollution	تلوث
P.P.M	جزء في المليون
Precipitation	التساقط
Precitacidin	ترسب
Preservation	حفظ
Preliminary treatment	معالجة تمهيدية
Priory consumers	مستهلكات أولية
Processing	معالجة
Producers	كائنات منتجة
Protection	حماية
Purification	تنقية
Putrefaction	فساد (تعفن)

R

Radiation	إشعاع
Radiation Balance	التوازن الإشعاعي
Radical	أساس، جذر
Radioactivity	نشاط إشعاعي
Radiology pollution	تلوث إشعاعي
Rain erosion	تعرية مطرية
Reactor	مفاعل
Reforming	إعادة تشكيل، إصلاح
Regeneration	تجديد

Relative Humidity	الرطوبة النسبية
Remote Sensing	استشعار عن بعد
Renewable Resource	مورد متجدد
Resource Management	إدارة الموارد
Reptilians	الزواحف
Resonance	الطنين

S

Safety	السلامة، الأمن
Saline soil	ترب ملحية
Salinization	تملح
Sandy Soils	ترب رملية
Sand Storm	عاصفة رملية
Sedimentation	ترسيب
Semi desert	شبه صحراء
Semi-Arid	شبه جاف
Short – Wave Radiation	الإشعاع قصير الموجة
Sludge	حمأة
Smog	اتحاد الضباب والدخان (الضبخان)
Soil conservation	صيانة التربة
Soil pollution	تلوث التربة
Solid wastes	مخلفات صلبة
Soot	سخام (هباب)
Souring	تحميض

Specimen	عينة
Sprinkler Irrigation	ري بالرش أو الرذاذ
Stability	استقرار، ثبات
Storm	عاصفة
Stress	إجهاد، جهد
Structure	بنية
Surrounding	محيط، وسط
Suspended particles	جزيئات معلقة
Suspended Solids	مواد صلبة معلقة
Sustainable Development	التنمية المستدامة
Symbiosis	تعايش
Synecology	علم البيئة الاجتماعية

T

Taiga	التايغا (الغابات المخروطية)
Tannery	دباغة
Temperature Inversion	الانقلاب الحراري
Thermal Pollution	التلوث الحراري
Term	حد
Tertiary consumer	مستهلك ثالثي (من الدرجة الثالثة)
Toxicity	سمية
Transpiration	نتح
Transparent	شفافية
Treatment	معالجة

Trophic Level	مستوى غذائي
Turbidity	عكارة

U

Ultraviolet Rays	الأشعة فوق البنفسجية
Ultra Sonic	فوق صوتي
Unstable	غير مستقر، غير ثابت

V

Vegetation cover	غطاء نباتي
Vibration	اهتزاز، ارتجاج

W

Warming	تسخين
Waste	نفايات، فضلات
Waste disposal	التخلص من النفايات
Water Deficit	العجز المائي
Water desalination	تحلية المياه
Water pollution	تلوث المياه
Wetlands	الأراضي الرطبة

Z

Zone	نطاق
Zooplankton	البلانكتون الحيواني
Zymolysis	تخمير

قائمة المراجع والمصادر

أولاً - الكتب باللغة العربية:

١. أبو الحب، جليل: الحشرات الناقلة للأمراض، عالم المعرفة، العدد ٥٤، الكويت ١٩٨٢م.
٢. أحمد، حسن عبد العزيز: الجغرافية التطبيقية، مكتبة الرشد، الرياض ٢٠٠٦ م.
٣. أداباشيف، إيغور: الإنسان والبيئة، دار مير للطباعة، موسكو ١٩٨٥.
٤. أوين. د. ف: ما هو علم البيئة، ترجمة باسل الطباع، وزارة الثقافة، دمشق ١٩٧٥ م.
٥. الأنصاري، فاضل: الجغرافية البشرية، جامعة دمشق، ١٩٧٨.
٦. إيست، جوردن: الجغرافية توجه التاريخ، ترجمة د. جمال الدين الديناصوري، دار الحداثة للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت ط ٢، ١٩٨٢.
٧. برينتس، بورهارد: نشوء الحضارات القديمة، ترجمة جبرائيل يوسف كباس، دمشق، الأجدية للنشر، ١٩٨٩ م.
٨. البناء، علي علي: المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية، نماذج دراسية في الجغرافية التطبيقية، دار الفكر العربي، القاهرة ٢٠٠٠ م.
٩. بوخريص، مختار، مقالات ومقولات في التربية البيئية، جمعية حماية الطبيعة والبيئة بالقيروان، تونس، ١٩٩٤ م.
١٠. بورني، ديفيد: تعرّف على علم البيئة، ترجمة هاني حداد: وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق ٢٠٠٧ م.
١١. بيتر، هاجيت: الجغرافية تركيبية جديدة، ترجمة محمد السيد غلاب، الناشر مؤسسة شباب الجامعة، القاهرة ١٩٩٦ م.
١٢. بيليت، جان ماري: عودة الوفاق بين الإنسان والطبيعة، ترجمة السيد محمد عثمان، سلسلة عالم المعرفة، العدد ١٨٩ ط ٢، الكويت ١٩٩٤ م.

١٣. التسمات المهنية الناجمة عن الكادميوم ومركباته: مجموعة من المؤلفين، منشورات المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية، دمشق ٢٠١٠ م .
١٤. تويني، ارنولد: تاريخ البشرية، الجزء الأول، ترجمة د. نقولا زيادة، الأهلية للنشر والتوزيع، بيروت ١٩٨٨ .
١٥. جاموس، بسام: الجرف الأحمر قرية من الألف العاشر قبل الميلاد، مجلة الحوليات الأثرية العربية السورية، تصدر عن وزارة الثقافة، العدد ٤٤، دمشق ٢٠٠١ م .
١٦. الجديد حول الشرق القديم: مجموعة من المؤلفين، ترجمة جابر أبي جابر، خيرى الضامن، دار التقدم، موسكو ١٩٨٨ م .
١٧. الجزائر، عبد الحميد حلمي: محمد عبد المنعم صقر: الإشعاع الذري واستخداماته السلمية، عالم المعرفة، العدد ٣٧٩ أغسطس، الكويت ٢٠١١ .
١٨. الجوهري، يسرى: فلسفة الجغرافية، الناشر، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، ٢٠٠١ م .
١٩. حرفان، سعد الدين: تغير المناخ ومستقبل الطاقة (المشاكل والحلول)، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق ٢٠١٠ م .
٢٠. الخوري، موسى ديب: قصة الكون والحياة والإنسان، وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، كتاب شهري للناشئة العدد ١١، بدون تاريخ .
٢١. خير، صفوح: الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها، دمشق دار الفكر ٢٠٠٠ م .
٢٢. دندش، نزار: التلوث الكهرومغناطيسي وصحة الإنسان: دار المؤلف، بيروت ٢٠٠٤ م .
٢٣. داود، أحمد: تاريخ سورية الحضاري القديم، المركز ١، دار المستقبل، دمشق ١٩٩٤ .
٢٤. دوفوماس، إتيان: بنية ومورفولوجية الشرق الأدنى، ترجمة د. عبد الرحمن حميدة، جامعة دمشق ١٩٨٤ - ١٩٨٥ م .

٢٥. الذنون، عبد الحكيم: الذاكرة الأولى، الجزء الثاني، التاريخ القديم لبلاد الشام، مؤسسة نينوى للثقافة والإعلام، دمشق ١٩٩٨.
٢٦. ساغان، كارل: الكون، عالم المعرفة، العدد ١٧٨، الكويت، تشرين الأول ١٩٩٣.
٢٧. سليمان محمد: سكيكر فياض، عيسى ناظم: مقدمة في الثقافة البيئية، مطبعة الصفا، دمشق ١٩٩٧.
٢٨. سليمان، محمد محمود: ناظم أنيس عيسى: البيئة والتلوث، منشورات جامعة دمشق، ١٩٩٩ - ٢٠٠٠ م.
٢٩. سليمان، محمد محمود: الجغرافية والبيئة، منشورات وزارة الثقافة، دمشق ٢٠٠٩ م.
٣٠. سليمان، محمد محمود: جغرافية البيئات، جامعة دمشق ٢٠١٠ - ٢٠١١ م.
٣١. سيمونز، إيان ج، البيئة والإنسان عبر العصور، ترجمة السيد محمد عثمان، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٢٢، الكويت ١٩٩٧ م.
٣٢. الشاذلي محمد محمد، علي علي المرسي: علم البيئة العام والتنوع البيولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة ٢٠٠٠ م.
٣٣. الشلاح أحمد، الصالح فؤاد: التلوث البيئي والأمن الصناعي، جامعة دمشق ١٩٨٩.
٣٤. طربوش، أمين: شاهر جمال آغا، الجيولوجيا والجيومورفولوجيا: منشورات جامعة دمشق ١٩٩٦ - ١٩٩٧ م.
٣٥. طربوش، أمين: أسس التقسيم الإقليمي الطبيعي، منشورات جامعة دمشق، ٢٠٠٧ م - ٢٠٠٨ م.
٣٦. طلاس، مصطفى، سورية الطبيعية: دراسة جيوبوليتيكية جيو تاريخية، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق ٢٠٠١ م.
٣٧. عبد السلام، عادل: جغرافية سورية العامة، جامعة دمشق، ١٩٨٩ - ١٩٩٠ م.
٣٨. عبد الملك السيد محمد، أسس الجغرافية المناخية: مكتبة الرشد ناشرون، الرياض ٢٠٠٥ م.

٣٩. عبد اللاه، عبد الفتاح صديق: حسن عبد الحميد: أسس الجغرافية الطبية، دار المعرفة للتنمية البشرية، ١٤٢٨ هـ - ٢٠٠٧ م.
٤٠. عبد الوهاب، منال جلال محمد: أسس الثقافة الصحية، مكتبة الرشد، الرياض، ١٤٢٥ هـ .
٤١. العودات، محمد: مشكلات البيئة، دار الأهالي، ١٩٩٥ م .
٤٢. العودات، محمد عبدو، عبد الله بن يحيى باصهي: التلوث وحماية البيئة، جامعة الملك سعود، الرياض ط٢، ١٩٩٣ م / ١٤١٣ هـ .
٤٣. عيد، ميخائيل، علم الجراثيم: منشورات جامعة دمشق ١٩٩١ - ١٩٩٢ م.
٤٤. عيسى، سعدية محمد حسانين، فؤاد عبد الرحيم أحمد: صحة البيئة والغذاء، مكتبة الرشد ناشرون، الرياض ٢٠٠٦ م - ١٤٢٧ هـ .
٤٥. غرالا، بريستون: كيف تعمل البيئة، الدار العربية للعلوم، بيروت ١٩٩٨ م .
٤٦. غرايبة سامح، الفرحان يحيى، المدخل إلى العلوم البيئية: دار الشروق، عمان ١٩٩٩ .
٤٧. فاغان، براين، الصيف الطويل: دور المناخ في تغيير الحضارة، ترجمة د. مصطفى فهمي، عالم المعرفة العدد ٣٤٠ حزيران، الكويت ٢٠٠٧ م .
٤٨. الفلسفة البيئية: تحرير مايكل زيمرمان، ترجمة معين شفيق رومية، عالم المعرفة، العدد ٣٣٢، الكويت ٢٠٠٦ م.
٤٩. القصمي، ناهدة: الهندسة الوراثية والأخلاق، سلسلة عالم المعرفة العدد ١٧٤، الكويت ١٩٩٣ م .
٥٠. كلاربت ماري، رينيه شوشول: الضوضاء، ترجمة ناديا الجندي، بيروت ١٩٩١ م .
٥١. كوفان، جاك، القرى الأولى في بلاد الشام: ترجمة الياس مرقص، دار الحصاد للنشر والتوزيع، دمشق ١٩٩٥ .
٥٢. ليسلي. ج. ب، لونو. ف. و: تلوث الجو الداخلي، المشاكل والأولويات، ترجمة محمد أحمد حنونة، منشورات وزارة الثقافة، دمشق ١٩٩٧ .

٥٣. محمد محمد، أحمد؛ بايرلي مظهر: الجيولوجيا الفيزيائية ١، منشورات جامعة تشرين ٢٠٠٤ - ٢٠٠٥ م.
٥٤. محمد، محمد محمود، طه عثمان الفرا: المدخل إلى علم الجغرافية والبيئة، دار المريخ، الرياض ٢٠٠٢ م.
٥٥. محيسن، سلطان: بلاد الشام في عصور ما قبل التاريخ، الصيادون الأوائل، دار الأجدية للنشر، دمشق ١٩٨٩.
٥٦. محيسن، سلطان: بلاد الشام في عصور ما قبل التاريخ - المزارعون الأوائل، الأجدية للنشر، دمشق ١٩٩٤ م.
٥٧. مراقبة وتقييم عمليات تدهور الأراضي - طرق مختارة ودراسة حالات خاصة - أكساد (المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة) ٢٠١٠ م.
٥٨. المطري، السيد خالد: الجغرافية الحيوية، الدار السعودية للنشر والتوزيع، طه، الرياض ٢٠٠٦ م.
٥٩. مقيلي، محمد عياد، التلوث البيئي، دار شموع الثقافة، ليبيا، ٢٠٠٢ م.
٦٠. من أجل البقاء أحياء، دراسات في شؤون البيئة العالمية، ترجمة د. سعد الدين خرفان، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق ١٩٨٨ م.
٦١. ميلانوف. ي. ف، ريباتشكوف. أ. م، الجوانب الجغرافية في حماية الطبيعة، ترجمة د. أمين طربوش، منشورات دار علاء الدين، دمشق ١٩٩٦ م.
٦٢. ناصر، محمد، رعد حسن الصرن: إدارة البيئة، منشورات جامعة دمشق، ٢٠١١ - ٢٠١٢ م.

ثانياً - المجالات والرسائل الجامعية:

٦٣. رضوان، سمير: التلوث الخفي من المفاعلات النووية إلى الأجهزة المنزلية، مجلة العربي، العدد ٤٠٧، الكويت، تشرين الأول ١٩٩٢.

٦٤. سليمان، محمد محمود، تاريخ نشأة وتطور الغلاف الحيوي: مجلة دراسات تاريخية، جامعة دمشق، العددان (٧٣ - ٧٤) آذار، حزيران، ٢٠٠١ م.
٦٥. سنلافل، بول: التغيرات المناخية وتطور المجتمعات البشرية في بلاد الشام ما بين ١٨٠٠٠ - ٦٠٠٠ قبل الميلاد، تعريب يسرى الكحك، الحوليات الأثرية العربية السورية، تصدر عن وزارة الثقافة، دمشق ١٩٩٩، العدد ٤٣ .
٦٦. سوليكي، رالف: ملاحظات حول الظروف البيئية والمناخية في ملجأ يبرود رقم ١ خلال فترة الاستيطان الموسمي، مجلة الحوليات الأثرية العربية السورية، تصدرها وزارة الثقافة، دمشق ٢٠٠١ م، العدد ٤٤ .
٦٧. الشمراي، صالح علي عبد الرحمن، استعمالات الأراضي في المدن السعودية دراسة تحليلية ومقارنة، سلسلة بحوث العلوم الاجتماعية (١٢) جامعة أم القرى، ١٤١٠ هـ، ١٩٩٠ م.
٦٨. عبد السلام، عادل: الموقع الجغرافي لحلب وبيئتها الطبيعية، مجلة الحوليات الأثرية العربية السورية، تصدر عن وزارة الثقافة، العدد ٤٣، دمشق ١٩٩٩ م.
٦٩. الفتوى، حسن أمين، هل يحقق التخطيط البيئي الأمن الغذائي العربي: مجلة الجغرافي العربي، العدد التاسع، بغداد ٢٠٠٢ م.
٧٠. الفتوى، حسن أمين، تخطيط النظم البيئية التقنية الاقتصادية في الحوض النهري لتحقيق الأمن المائي العربي: ندوة الجامعات في مواجهة مشكلة نقص الموارد المائية في الوطن العربي، جامعة قار يونس، الجماهيرية العربية الليبية، ٩ - ١١ / ١٠ / ٢٠٠٠ م.
٧١. ليك. أ. ج، كونوي. ب. أ. ر، صيد الغزلان في العصر الحجري في سورية، مجلة العلوم الأمريكية المترجمة، المجلد ٤، العدد ٣، ١٩٨٨ .
٧٢. ليكي. م، وولكر. أ: مستحاثات بشرية من أفريقيا ترجع إلى نحو أربعة ملايين سنة، مجلة العلوم الأمريكية المترجمة، المجلد ١٣، العدد ١١، تشرين الثاني ١٩٩٧ .

٧٣. مجلة البيئة والتنمية، المجلد الثالث، العدد ١٤، بيروت ١٩٩٨.
٧٤. مجلة الحوار المتمدن - العدد: ٧٢٦ - ٢٠٠٤ م.
٧٥. محمد خير، عائدة: التصحر في ناحية الخفصة بمحافظة حلب، رسالة ماجستير غير منشورة، بإشراف: د. محمد سليمان، قسم الجغرافية جامعة دمشق، ٢٠١٢ م.
٧٦. ملحم، خنساء حسين: أثر الأنشطة البشرية على استخدامات الأرض، أطروحة علمية أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الجغرافية بجامعة دمشق، ٢٠٠١-٢٠٠٢ م.
٧٧. مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود/ نيروبي، ٢٧ تشرين الثاني/نوفمبر ١ كانون الأول ٢٠٠٦ م.
٧٨. مور. أ. م. ت.: قرية زراعية سورية على نهر الفرات سبقت العصر الحجري الحديث. مجلة العلوم الأمريكية المترجمة، المجلد ٦، العدد ١٠، ١٩٨٩ م.
٧٩. ميغيل موليست، العصر الحجري في الألف التاسع والثامن في شمال سورية، نتائج التنقيبات في تل حالولة (وادي الفرات، سورية)، تعريب: بسام جاموس وعادلة طالبة، مجلة الحوليات الأثرية العربية السورية، تصدر عن وزارة الثقافة، العدد ٤٣، دمشق ١٩٩٩ .
٨٠. نحال، إبراهيم: الأنظمة البيئية وعلاقتها بحياة الإنسان، مجلة العلوم والتكنولوجيا، العدد الثالث، معهد الإنماء العربي، بيروت، ١٩٨٤ م.

ثالثاً - المراجع باللغة الروسية:

1. Astatin. L.P., Blacosklonov.K. N , Nature Conservation , Kolose Press , Moscow, 1984 .
2. Did yw. I. I. Ecological Encyclopedia Dictionary. Kishinev Press 1990.
3. Geography Science And Art ,Opinion Scientists .USSR And USA , Progress Press , Moscow 1989.
4. Hilary French , Protecting the Planet In The Age Of Globalization.W.W. NORTON & COMPANY , New York London , 2000.

5. Israel , U. A , Ecology and Control of the State of the natural Environment , Moscow , Hydrometeo press , 1984.
6. Kachilov.M. M ; Development Of Biosphere , Moscow , 1984.
7. Kolocov. o. Khominco. N. P , Environment Conservation , High School Press , Kiev 1986.
8. Kislov, A.V ,Surkova ,G.V , Assessment of contribution of visible Evaroration from Caspian Sea Surface and level changes during Holocene and late Pleistocene. Moscow University Magazine , Cycle 5 , Geography , N^o. 2 , 1996.
9. Nikitin. D. P. Novikov. Y. V , Environment and Man , High School Press , Moscow , 1980.
10. Prokhorov , A , M.Abachidzy , I ,V , Azimov , P, A and anothers , Biological Encyclopedia , Sovietcky Encyclopadia Press , Moscow , 1986.
11. Reimers. F, Nature Management , Moscow , Mysl Press.1990 .
12. Smirnov , L.E , Geographical - Ecological Problems And Cartography Are Considered , Geology – Geography Magazine ,Leningrad University , Cycle ,7 ,N^o. 3 , 1990.

رابعاً- المراجع باللغة الانكليزية

1. Arnab Kundu., Dipanuita Dutta , Monitoring desertification risk through climate change and human interference using Remote sensing and GIS techniques. International journal of geomatics and geociences, 2011, 2 (1), 21-33.
2. Edward Wolv, Avoid mass extinction of species ,Word Stat , Moscow, Progress, 1989.
3. The State of the Environment , Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) , Paris , 1991.

خامساً - مواقع انترنت متنوعة .

أعضاء اللجنة العلمية

الدكتور ياسر المحمد

أستاذ في قسم الجغرافية بجامعة طرطوس، اختصاص هيدروجيولوجيا.

الدكتور سمير جرجور

أستاذ مساعد في قسم الجغرافية بجامعة طرطوس، اختصاص بيئات نباتية.

الدكتور يوسف العلي

أستاذ مساعد في قسم الجغرافية بجامعة طرطوس، اختصاص هيدرولوجيا.

المدقق اللغوي

الدكتورة خديجة حسين

عضو هيئة فنية، قسم اللغة العربية بجامعة طرطوس.

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات