الإدارة البيئية
الجوهر والمفاهيم الأساسية

تأليف
هشام الزيات

© جميع حقوق الطبع محفوظة لمؤسسة زايد الدولية للبيئة

فهرس

مقدمة iv
الإنسان، التكنولوجيا، والبيئة 1
تطور الفكر والعمل البيئي 3
قضايا البيئة العالمية 8
أدوات السياسة البيئية 29
التخطيط البيئي 41
تقييم الأثر البيئي 48
أساليب منع التلوث والإنتاج الأنظف 54
إعادة الاستفادة من النفايات 56
إدارة النفايات 60
تقييم وإدارة المخاطر البيئية 67
التدقيق البيئي 70
المحاسبة البيئية 76
نظم الإدارة البيئية 84
الإيكولوجيا الصناعية 89
تغير المناخ - من جديد 93

مقدمة

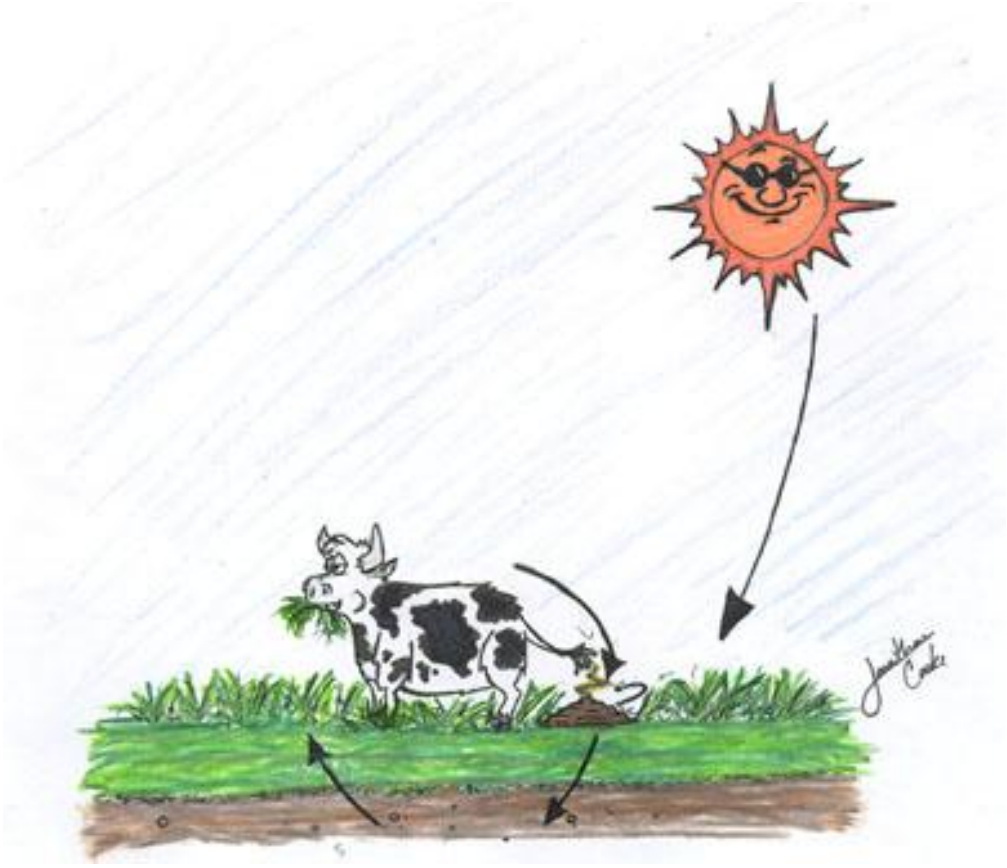
الإدارة البيئية ***environmental management*** هي فرع من فروع العلم الحديثة نسبيا، ولذلك مازال يحيط بمفهوم هذا العلم الكثير من الخلط والالتباس في المعنى. وحتى المتخصصون في الدراسات البيئية أنفسهم يستخدمون هذه التسمية بمفاهيم عديدة تختلف كثيرا أو قليلا عن بعضها البعض. والإدارة البيئية، بالمفهوم الذي يعتمده هذا الكتاب، **لا** تعني "إدارة البيئة"، وإنما تعني إدارة أنشطة الإنسان بالصورة التي تحمي البيئة من الآثار الضارة لهذه الأنشطة عليها. وتهدف الإدارة البيئية ـ كما سنرى في هذا الكتاب ـ إلى جعل أنشطة الإنسان الصناعية، الزراعية، السياحية، وغيرها من الأنشطة البشرية غير ضارة أو أقل ضررا بسلامة البيئية التي يعيش الإنسان بها ويعتمد في جميع أنشطته عليها.

يهدف هذا الكتاب إلى تعريف أصحاب القرار في الهيئات الحكومية والشركات الخاصة والمهتمين من عامة الجمهور بأهداف الإدارة البيئية ومفاهيمها الأساسية وأدواتها الهامة. ولذلك، حرص المؤلف على أن يتصف الكتاب بالسمات التالية: (1) محتوى موجز يركز على تبيان "جوهر" الإدارة البيئية؛ (2) لغة بسيطة يسهل فهمها على غير المتخصصين في علوم الإدارة أو البيئة؛ (3) رسوم وجداول توضيحية للجوانب والتفاصيل الفنية، وأمثلة حقيقية على تطبيقات المفاهيم النظرية.

يمكن تقسيم هذا الكتاب إلى ثلاثة أجزاء رئيسية: الجزء الأول يتناول طبيعة المشكلات البيئية، الثاني يركز على جوانب الإدارة البيئة على مستوى الدولة، والثالث يتناول أهم أدوات الإدارة البيئية الهامة للمنشآت الإنتاجية. وفي جميع هذه الأجزاء، حاول المؤلف التركيز على القضايا التي تهم البلاد العربية، والاستعانة قدر الممكن بالأمثلة والمعلومات المتوفرة عن الإدارة البيئية في هذه الدول.

الإنسان، التكنولوجيا، والبيئة

من نافل القول أن صحة وسلامة الإنسان ترتبط بسلامة البيئة التي يحي بها؛ فهو يتنفس هواءها، ويشرب من مياهها، ويأكل من نباتاتها وحيواناتها. يطلق علماء البيئة على الكائنات الحية الموجودة بالبيئة اسم *المكون الحي biotic component*، وعلى الهواء، الماء، والتربة اسم *المكون اللاحي abiotic component*. ترتبط هذه المكونات ببعضها البعض في شبكة من العلاقات مكونة ما يسمى *النظام البيئي أو المنظومة البيئية ecosystem* (إطار 1).



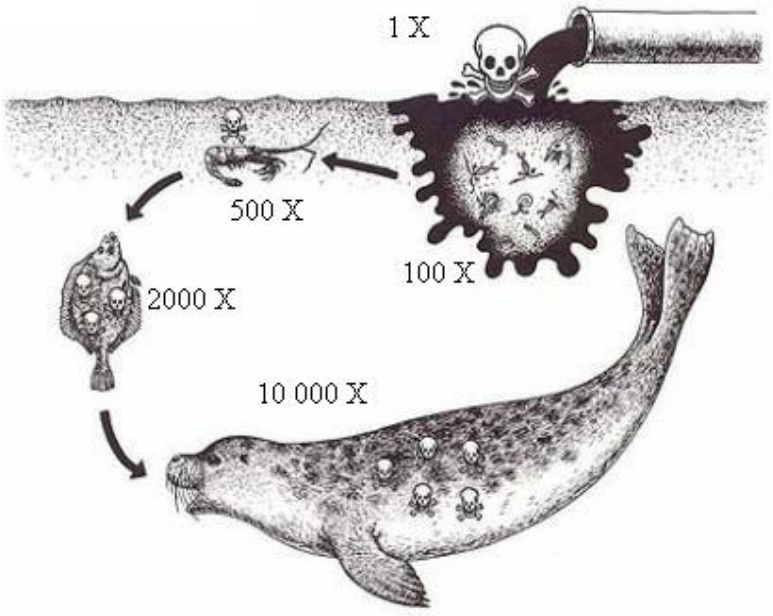
إطار 1: المنظومة البيئية.

يحتاج الكائن الحي ـ سواء كان حيوانا أو نباتا ـ للاستمرار في الحياة والنمو إلى شيئين رئيسيين يستمدهما من غذائه: المواد الأساسية التي يكون منها أنسجته، والطاقة اللازمة لعمليات البناء. في الأنظمة البيئية تحي النباتات وتنمو معتمدة على المياه والأملاح الموجودة في التربة، وعلى ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء، وعلى الطاقة التي تستمدها من ضوء الشمس. تشكل النباتات غذاء *الحيوانات العاشِبَة herbivores* مثل البقر والأغنام. أما *الحيوانات اللاحْمَة carnivores*، مثل الأسود والذئاب، فهي تتغذى على غيرها من الحيوانات. وعندما تموت هذه النباتات والحيوانات، تقوم مجموعة من الكائنات الصغيرة والدقيقة الموجودة بالتربة بتحليل أجسام هذه النباتات والحيوانات الميتة إلى عناصرها الكيميائية البسيطة، لتستخدمها النباتات الحية في نموها من جديد.

يتميز الإنسان عن غيره من مكونات البيئة بقدرته على التفكير، البحث، والاختراع. وكلما زاد رصيد الإنسان من التكنولوجيا، كلما زادت قدرته على إحداث التغيير في بيئته. يمكننا أن نتخيل أن الإنسان البدائي، الذي كان يعيش على جمع الثمار وقنص الحيوانات، لم يكن يختلف كثيرا عن الحيوان في تأثيره على بيئته المحيطة. ولابد أن اكتشاف الإنسان لإشعال النار ثم بعد ذلك لزراعة النباتات قد زادا كثيرا

من قدرته على تغيير البيئة؛ حيث بدأ يزيل أجزاء متزايدة من الأحراش والغابات لاستخدام أراضيها في زراعة ما يحب من محاصيل. وفي العصر الحالي، يستطيع الإنسان التغيير من شكل الأرض لأزمنة مديدة بفضل اكتشافه لأسرار الطاقة. لم يكن هذا التغيير دوما ايجابيا؛ فالزيادة الكبيرة التي استطاع الإنسان أن يحققها في الإنتاج الزراعي ثم الصناعي صاحبها أيضا تلوثا للبيئة واستنزافا للموارد.

باعتبار أن الإنسان جزء لا يتجزأ من النظام البيئي فإن أي تغيير يحدثه في أي مكون من مكونات هذا النظام يعود ليؤثر في النهاية على الإنسان نفسه (إطار 2).



إطار 2: التراكم الأحيائي والتكبير الأحيائي للملوثات.

يتراكم الكثير من الملوثات السامة في أجسام الكائنات الحية. يحدث هذا *التراكم الأحيائي* ***bioaccumulation*** نتيجة لعجز أجهزة الإخراج في هذه الكائنات عن إزالة هذه السموم بنفس المعدل الذي تدخل به إلى أجسام الكائنات. على سبيل المثال، إذا كان تركيز مادة سامة في مياه الصرف هو X 1، نجد تركيز هذه المادة قد تضاعف مئات المرات في الكائنات البحرية الصغيرة، آلاف المرات في الأسماك الصغيرة، وعشرات الآلاف في الكائنات البحرية الكبيرة وفي الطيور التي تتغذى على الأسماك. يطلق على هذا التزايد في تركيز المواد السامة بأجسام الكائنات الحية من خلال الغذاء الذي تتناوله اسم *التكبير الأحيائي* ***biomagnification***.

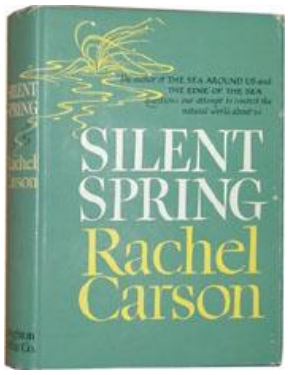
أظهرت إحدى الدراسات عن التكبير الأحيائي لمبيد الدي دي تي DDT في بحيرة كاريبا Lake Kariba بتنزانيا الآتي: كان تركيز المبيد في مياه البحيرة أقل من 0,002 جزء في المليون (ج ف م)؛ تركيزه في رواسب البحيرة 0,4 ج ف م؛ في الطحالب 2,5 ج ف م؛ في المحار 10 ج ف م؛ في الأسماك الصغيرة 2-6 ج ف م؛ في الأسماك المفترسة والطيور البحرية التي تتغذى على الأسماك 5-10 ج ف م؛ وفي تماسيح النيل 34 ج ف م.

تطور الفكر والعمل البيئي

من الصعب تحديد تاريخ بداية اهتمام الإنسان بتأثيراته على البيئة. فقدرة الإنسان على تغيير بيئته المحيطة قديمة قدم الإنسان نفسه. وبمرور الزمن تزداد معارف الإنسان بالقوانين الحاكمة للظواهر الطبيعية، وتزداد اكتشافاته واختراعاته، ومن ثم قدراته على التغيير في البيئة ـ ليس فقط في بيئته المحيطة ولكن في البيئة العالمية برمتها. تتطور هذه المعارف والاكتشافات والاختراعات على شكل طفرات أو ثورات: الثورة الخضراء، الثورة الصناعية، عصر المعلومات، عصر *تكنولوجيا النانو nanotechnology*. وربما يكون الإنسان القديم قد استعمل هو أيضا مصطلحات من هذا القبيل، مثل "عصر النار" أو "ثورة العجلات الدوارة". على كل حال، من أقدم الأمثلة المعروفة لمشاكل التلوث الكبيرة في العصر الحديث مشكلة "ضبخان[1] لندن London Smog" الشهير في 1952، والذي يقال أنه كان سببا في وفاة نحو 4000 شخصا.

ولادة الحركة البيئية الحديثة

يعود ما نشهده من اهتمام معاصر بالبيئة إلى بدايات الستينيات من القرن العشرين حين بدأت الحركة البيئية في الغرب تأخذ شكلا منظما. وقد ساعدت كتابات بعض العلماء الأمريكيين، وبخاصة كتاب "الربيع الصامت Silent Spring"[2] الشهير لعالمة التاريخ الطبيعي natural history راتشل كارسون Rachel Carson، على زيادة وعي واهتمام الجمهور في الغرب بمشاكل التلوث. يتحدث كتاب الربيع الصامت عن التأثيرات الخطيرة للمبيدات على البيئة، وبخاصة على الطيور.



وصفت كارسون في كتابها كيف أن الكيماويات السامة، مثل مبيد الـ *دي دي تي DDT*، تدخل إلى *السلسلة الغذائية food chain* وتتراكم في الأنسجة الدهنية للحيوانات (وبخاصة الطيور التي تتغذى على الحشرات) والإنسان ـ ومن هنا جاء عنوان هذا الكتاب (لا طيور لتصدح في الربيع). ورغم النقد والهجوم على كارسون، ومحاولات شركات الكيماويات منع نشر الكتاب، أيد العديد من العلماء المرموقين في الولايات المتحدة ما أوردته كارسون في كتابها. ونتيجة لصدور *الربيع الصامت*، والضجة التي سببها، أمر الرئيس الأمريكي في ذاك الوقت، جون كندي John Kennedy، بتشكيل لجنة علمية لفحص الكتاب. وقد أقرت تلك اللجنة بصحة ما ورد فيه، مما أدى إلى تشديد فوري للقوانين المنظمة لاستخدام المبيدات وإلى حظر استخدام مبيد الـ DDT في الولايات المتحدة. ولذلك، يعتبر كثير من المؤرخين عام 1962 هو تاريخ ميلاد الحركة البيئية الحديثة.

دخول الساحة الدولية

شهد عام 1971 ظهورا لما يعرف بجمعيات الضغط البيئية ذات الطبيعة الدولية، مثل "السلام الأخضر Green Peace" و"أصدقاء الأرض Friends of the Earth". وقد بدأت هذه الجمعيات الدولية تنظم

---

[1] *الضبخان* أو الضباب الدخاني يقصد به الضباب المحمل بالأدخنة.

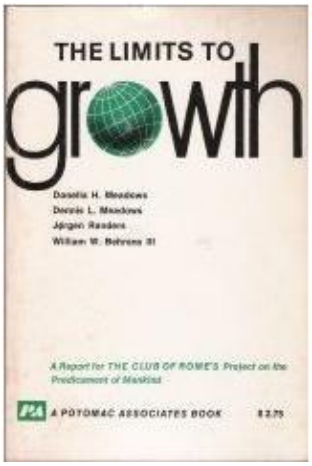
[2] نشر هذا الكتاب لأول مرة في سبتمبر 1962، وكثيرا ما ينسب إليه الفضل في الإسهام في انطلاقة الحركة البيئية في الولايات المتحدة والغرب عموما. تسمية الكتاب مستوحاة من بيت في قصيدة "الجميلة بلا رحمة La belle Dame sans Merci" للشاعر جون كيتس John (1819) Keats ـ يقول البيت "تلاشت الأعشاب من البحيرة، وتوقفت الطيور عن الغناء The sedge has withered from the lake, And no birds sing".

"حملات بحرية" من أجل المحافظة على الأنواع المهددة بالانقراض مثل حيوانات الباندا Panda والنمور، وضد الاتجار في عاج الفيل، قرون الكركدن (وحيد القرن)، وفراء الفقمة (عجل البحر).

شهد عام 1972 انعقاد أول مؤتمر للأمم المتحدة عن البيئة في ستوكهولم Stockholm عاصمة السويد (مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة البشرية UN Conference on the Human Environment).[3] كانت الدول الصناعية المتقدمة هي من دعت إلى هذا المؤتمر لمناقشة التأثيرات البيئية للتصنيع؛ كانت السويد مثلا مهتمة بمشكلة *المطر الحمضي acid rain*، واليابان بتلوث بحارها بالنفايات الصناعية السامة (مثل مركبات الزئبق). وفي سبيل التحضير لهذا المؤتمر، عقدت حلقة مناقشة دولية بين خبراء من أنحاء العالم في يونيو 1971 بمدينة فونكس Founex السويسرية. لم تكن مشاكل التلوث من بين أولويات دول العالم النامي المثقل بمشاكل الفقر والتنمية. وقد عبرت عن ذلك ببلاغة رئيسة وزراء الهند السابقة، إنديرا غاندي Indira Ghandi، حينما قالت إن "الفقر هو أكبر ملوث Poverty is the greatest polluter". ظهر هذا التباين في الاهتمامات بين العالمين بوضوح أثناء الإعداد للمؤتمر. ولجذب اهتمام الدول النامية، تم العمل على توسعة مفهوم المشاكل البيئية ليشمل أيضا بعض المشاكل التي تعاني منها هذه الدول بسبب الفقر ونقص التنمية. وقد دعا التقرير الصادر عن اجتماع فونكس إلي السعي لتحقيق التكامل بين البيئة واستراتيجيات التنمية. يشير التقرير إلى أنه بينما ينبع الاهتمام بالبيئة من أنماط الإنتاج والاستهلاك في الدول الصناعية، فإن الكثير من المشاكل البيئية في العالم تنتج من الفقر ونقص التنمية. لقد كان هذا الإقرار ضروريا لإقناع كثير من الدول النامية بالمشاركة في مؤتمر ستوكهولم.

كان مؤتمر ستوكهولم بمثابة أول اعتراف دولي بالقضايا البيئية. وقد أدى إلى إنشاء العديد من هيئات حماية البيئة الوطنية، وإلى إنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة UN Environment Programme (UNEP)، ومقره نيروبي بكينيا. واختيار إحدى مدن العالم النامي مقرا للبرنامج يبدو كما لو أنه إشارة إلى ارتباط البيئة بالتنمية فيما كان يسمى حينئذ بالعالم الثالث.

نظرية حدود النمو



في 1972، وبعد انعقاد مؤتمر ستوكهولم ببضعة شهور، صدر كتاب بعنوان "حدود النمو Limits to Growth" سيصبح واحدا من معالم الفكر البيئي الشهيرة.[4] يحاول هذا الكتاب توقع عواقب النمو السريع في كل من سكان العالم ومعدلات التصنيع في ظل محدودية الموارد الطبيعية. وقد أثار هذا الكتاب فور صدوره الكثير من الجدل في الأوساط السياسية والأكاديمية. وبغض النظر عن هذا الجدل، فإن الخلاصة الأساسية للكتاب، وكما يوحي بذلك عنوانه،[5] يمكن تلخيصها في الآتي: إذا لم تتغير اتجاهات النمو الحالية في السكان، التصنيع، التلوث، إنتاج الغذاء، واستنفاد الموارد فإننا سنصل إلى أقصى "حدود النمو" على هذا الكوكب في غضون ما يقرب من مئة عاما، والنتيجة الأكثر احتمالا لهذا الوضع هو حدوث انحدار فجائي غير محكوم في كل من السكان والقدرة الصناعية.

---

[3] وافقت الجمعية العمومية للأمم المتحدة على تنظيم هذا المؤتمر بمبادرة من السويد. انعقد المؤتمر في الفترة 5-16 يونيو، وشارك فيه ممثلين لـ 113 دولة.

[4] تُرجم هذا الكتاب إلى 30 لغة وبيع منه أكثر من 30 مليون نسخة.

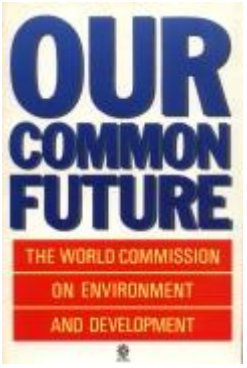
[5] العنوان الكامل للكتاب هو "حدود النمو: تقرير لمشروع نادي روما عن أزمة الإنسانية Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind". نادي روما هو "معهد للسياسات policy institute" أو "مستودع للفكر think tank" تأسس في إبريل 1968 بواسطة الصناعي الإيطالي Aurelio Peccei والعالم الأسكتلاندي ألكسندر كنج Alexander King. يهتم هذا المنتدى بالبحث في العديد من القضايا العالمية.

من ضمن الحجج التي يستخدمها المنتقدون لدراسة *حدود النمو* للتدليل على عدم دقتها أن ما توقعته الدراسة من استنفاد لبعض الموارد والخامات لم يثبت صحتها بعد مرور أكثر من ثلاثين عاما عليها الآن. يرد أصحاب الدراسة على ذلك بأن "الهدف من *حدود النمو* لم يكن حساب توقعات محددة، وإنما استكشاف التفاعلات بين *النمو المطرد* *exponential growth* [للسكان والاستهلاك]، من ناحية، والموارد المحدودة، من ناحية أخرى. ولأن حجم الموارد ليس معروفا، فإن السلوك العام هو فقط ما يمكن استكشافه". وبغض النظر عن الجدل الدائر حول دقة أو صحة هذا التقرير، فأنه نجح في لفت انتباه العالم إلى قضية استنفاد *الموارد غير المتجددة* *nonrenewable resources*، وإلى الأهمية الاقتصادية للمحافظة على البيئة والموارد الطبيعية.

توحيد الهدف: التنمية المستدامة

بعد مرور عقد من الزمن على انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة الأول عن البيئة، انعقد المؤتمر الثاني في إحدى مدن العالم النامي (نيروبي، كينيا). كانت الحرب الباردة في ذروتها، والعالم منقسم ومشتت. لذلك، لم تكن هذه القمة فعالة، ونادرا ما يشار إليها عند الحديث على التطورات الدولية في مجال حماية البيئة.

في 1983، تشكلت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية World Commission on Environment and Development (WCED) بقرار من الجمعية العمومية للأمم المتحدة.[6] ترئست هذه اللجنة جرو هالم برنتلان[7] Gro Harlem Brundtland، رئيسة وزراء النرويج في ذاك الوقت.



في 1987، نشرت مطبعة جامعة أكسفورد Oxford University Press تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية World Commission on Environment and Development (WCED)، والذي حمل عنوانا جذابا: *مستقبلنا المشترك* *Our Common Future*.[8] يُعرف هذا التقرير اختصارا باسم *تقرير برنتلان* *Brundtland Report*، على اسم رئيس اللجنة. يحاول هذا التقرير الإجابة على السؤال الصعب: كيف يمكن تحقيق التنمية دون الإضرار بالبيئة، أو ما بات يعرف بعد نشر التقرير بـ *التنمية المستدامة* *sustainable development*؟

يعرف التقرير التنمية المستدامة (أي القابلة للاستمرار) بأنها **"التنمية التي تقابل احتياجات الأجيال الحالية دون المساومة على قدرة الأجيال القادمة على مقابلة احتياجاتها"**.

وقد لاقى مفهوم التنمية المستدامة قبولا عالميا وانتشارا واسعا منذ نشر التقرير، كما ظهرت عدة تسميات مشتقة منه مثل الزراعة المستدامة sustainable agriculture، الإنتاج المستدام sustainable production، المجتمع المستدام sustainable society، الاستدامة sustainability، وغيرها.

---

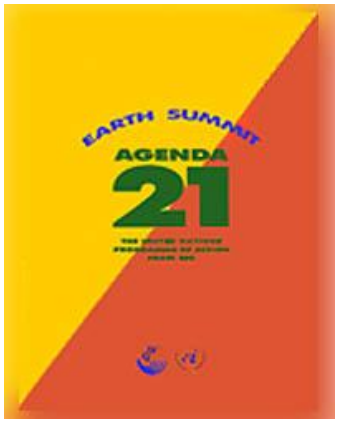
[6] تشكلت هذه اللجنة في 1983 بقرار من الجمعية العمومية للأمم المتحدة لوضع رؤية عالمية لقضايا البيئة والتنمية (General Assembly Resolution A/38/161 - "Process of preparation of the Environmental Perspective to the Year 2000 and Beyond").

[7] اختير الهجاء العربي بحيث يعطي النطق الأقرب للاسم في النرويجية. وجرو هالم برنتلان Gro Harlem Brundtland هي أول سيدة تتولى منصب رئاسة الوزراء في النرويج.

[8] نشرت سلسلة عالم المعرفة الترجمة العربية من التقرير في 1989 (العدد 142).

تعبئة الجهود

في 1992، انعقد مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة والتنمية UN Conference on Environment and Development في ريو دى جانيرو Rio de Janeiro بالبرازيل. وقد أكد هذا المؤتمر، كما قد يوحي عنوانه، على ارتباط المشاكل البيئية بقضايا الاقتصاد والعدالة الاجتماعية. و تعتبر قمة ريو Rio Summit (قمة الأرض الثالثة) من أهم مؤتمرات الأمم المتحدة عن البيئة؛ فقد نتج عن هذا المؤتمر جدول أعمال القرن Agenda 21، اتفاقية الأمم المتحدة عن التنوع الأحيائي[9] UN Convention on Biological Diversity، ميثاق عمل الأمم المتحدة حول تغير المناخ UN Framework Convention on Climate Change، إعلان ريو حول البيئة والتنمية Rio Declaration on Environment and Development، وبيان مبادئ للإدارة المستدامة للغابات Statement of Principles for Sustainable Management of Forests.



جدول أعمال القرن 21 هو خطة شاملة للعمل على المستويات العالمية، القومية، والمحلية لمنظمات الأمم المتحدة، الحكومات، والمجموعات الرئيسية في كل المجالات التي فيها يؤثر الإنسان على البيئة. ويعتبر جدول الأعمال هذا إنجازا تاريخيا هاما من حيث أنه أدمج الاهتمامات البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية في إطار واحد للسياسات. يحتوي جدول الأعمال 21 على مجموعة واسعة النطاق من توصيات العمل: أكثر من 2500 توصية، بما في ذلك مقترحات مفصلة لكيفية الحد من أنماط الاستهلاك المبذّرة، مكافحة الفقر، حماية الغلاف الجوي والمحيطات *والتنوع الأحيائي biological diversity*، وتشجيع الزراعة المستدامة.[10]

أما إعلان ريو، فهو وثيقة قصيرة تتضمن المبادئ الأساسية التي تحكم جهود الأمم المتحدة لتحقيق التنمية المستدامة (32 مبدأ).[11] يمكن اعتبار بعض هذه المبادئ بمثابة إقرار لمجموعة جديدة من حقوق الإنسان (فيما يعرف في لغة القانون الدولي بالجيل الثالث من حقوق الإنسان)، مثل الحق في التنمية المستدامة (المبدأ رقم 3).

الشراكة من أجل التنمية المستدامة

في 2002، انعقدت قمة الأرض الرابعة بمدينة جوهانسبرج Johannesburg (جنوب إفريقيا)، وقد حملت عنوان مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة World Summit on Sustainable Development.[12] تميزت قمة جوهانسبرج بمشاركة كبيرة من الساسة، رجال الأعمال، والجمعيات غير الحكومية، كما حظيت بدعاية وتغطية إعلامية واسعتين. حددت الأمم المتحدة لهذه القمة خمسة مجالات للتركيز عليها، هي المياه والصرف الصحي، الطاقة، الصحة، الزراعة، والتنوع البيولوجي. وبعكس القمم السابقة التي كانت تسود فيها اهتمامات كل من الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة، كان صوت الدول النامية مسموعا في جوهانسبرج، مطالبا بأخذ اهتماماتها بعين الاعتبار.

---

[9] التنوع الحيوي أو الأحيائي أو البيولوجي هي ثلاث ترجمات متداولة للمصطلح الإنجليزي biological diversity.

[10] يمكن الحصول على النسخة العربية من الأجندة 21 من موقع الوْب التالي:
http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/agenda21/index.html

[11] يمكن الحصول على النسخة الإنجليزية من إعلان ريو من موقع الوْب التالي:
http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm

[12] يمكن الحصول على تفاصيل قمة جوهانسبرج باللغة العربية من موقع الوْب التالي:

وقد وصفت كثير من الجمعيات غير الحكومية nongovernmental organizations (NGOs) هذه القمة بالفاشلة أو المخيبة للآمال - ربما في مقارنة بينها وبين سابقتها (قمة ريو) التي شهدت إقرار عدة اتفاقات دولية بيئية، ووضعت هدف التنمية المستدامة على الخريطة الدولية. كما اشتكى أنصار البيئة من أن القمة قد اُختطفت من قبل الشركات الكبرى. وقد اتهموا الولايات المتحدة، اليابان، وشركات البترول بالعمل على إحباط أي جهود لزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية، من أجل الحفاظ على مصالحها الاقتصادية الخاصة.

من الظلم وصف قمة جوهانسبرج بالفاشلة فقط لأنها لم تحظى بتلك الإثارة التي صاحبت قمة ريو التي سبقتها بعقد من الزمن. فالتفاوض من أجل اتفاقيات جديدة، وهو ما كان المهمة الأساسية لقمة ريو، أسهل بكثير من تطبيق هذه الاتفاقيات على أرض الواقع في المصانع، المزارع، والحقول. كما أن طلبات جمعيات أنصار البيئة كثيرا ما تتجاهل أحوال وأولويات الناس على أرض الواقع، وبخاصة في دول العالم النامي.

على كل حال، لم تخلو قمة جوهانسبرج من الإنجازات: العمل على خفض نسبة السكان ممن لا يتمتعون بصرف صحي إلى النصف بحلول 2015؛ استعادة عافية المصايد والوصول بمحصولها إلى المستويات المستدامة بحلول 2015؛ منع ممارسات الصيد المدمِرة، وإنشاء شبكة ممثلة من المحميات البحرية بحلول 2012؛ الحد من فقدان التنوع الأحيائي بحلول 2010؛ والسعي إلى إنتاج واستخدام الكيماويات بالطرق التي لا تضر بالصحة والبيئة بحلول 2020. غير أن أكثر ما ميز هذه القمة هو إطلاق 280 مبادرة شراكة partnership بين مختلف أنواع المنظمات: الحكومات الوطنية، المؤسسات الدولية، مجتمع الأعمال، مجموعات العمل، المنظمات غير الحكومية، وغيرها من المنظمات المهتمة بأنشطة التنمية المستدامة.

تختلف مبادرات الشراكة هذه عن الأساليب المتبعة سابقا في مجال العمل البيئي الدولي، والتي تتمثل أساسا في عقد اتفاقات بين حكومات الدول. من الأمثلة على هذا النوع الموسع من الشراكات ما أعلن عنه في القمة من (1) إنشاء شراكة من أجل الوقود والمركبات النظيفة تضم الأمم المتحدة، حكومات وطنية، منظمات غير حكومية، والقطاع الخاص؛ و(2) مبادرة الاتحاد الأوربي المسماة "مياه من أجل الحياة" التي ستشمل فئات متنوعة من الشركاء للمساعدة في توفير المياه النظيفة والصرف الصحي في إفريقيا وأسيا الوسطى.

---

http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/summit/

قضايا البيئة العالمية

تهدف الإدارة البيئية، كما سبق الذكر، إلى منع أو الحد من آثار أنشطة الإنسان على *البيئة البيوفيزيقية*[13] *biophysical environment* (تمييزا لها عن ما يسمى بالبيئة الاجتماعية، الاقتصادية، وغيرها من البيئات). يستعرض هذا الباب بعض أهم هذه الآثار على البيئة العالمية.

استنزاف حزام الأوزون Ozone Layer Depletion

تتغير درجة حرارة الغلاف الجوي بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، تارة بالنقص، وتارة أخرى بالزيادة. وبناء على هذه التغيرات يقسم علماء الأرصاد الجوية الغلاف الجوي إلى عدة طبقات. أقرب هذه الطبقات إلى مستوى سطح البحر تسمى *التروبوسفير troposphere*، والطبقة التي تليها *الستراتوسفير stratosphere*.

الأوزون ozone ليس من الغازات المتواجدة بوفرة في الغلاف الجوي. وبعكس غازات الجو الأخرى، والتي يقل تركيزها تدريجيا مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، نجد أن الأوزون يتواجد في أعلى تركيزاته على ارتفاعات ما بين 10-50 كيلومترا فوق مستوى سطح البحر (أي خلال الستراتوسفير). تعتبر الزيادة في تركيز الأوزون الموجود قريبا من الأرض (في التروبوسفير) تلوثا يضر بالإنسان وغيره من الكائنات الحية. وعلى العكس تماما من ذلك، فإن الأوزون المتواجد في الستراتوسفير له أهمية قصوى للحياة على الأرض؛ إذ يعمل هذا الأوزون على حماية الكائنات الحية من *الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet (UV) radiation* الضارة (راجع إطار 3).

يتكون الأوزون بصفة مستمرة في الستراتوسفير من خلال التفاعلين الكيميائيين التاليين. أولا، تتسبب الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الأقصر نسبيا (180-240 نانومتر)[14] في انشطار جزيئات من الأكسجين (O_2) مكونة *الأكسجين الذري* النشط (O). ثانيا، ترتبط ذرات الأكسجين النشطة (O) بجزيئات من الأكسجين (O_2) مكونة جزيئات الأوزون (O_3).

$$O_2 + UV\ (180\text{-}240\ nm) \rightarrow O + O$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

وينشطر الأوزون بصفة مستمرة أيضا، وبفعل الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الأطول نسبيا (200-320 نانومتر)، مرة أخرى إلى جزيئات وذرات الأكسجين.

$$O_3 + UV\ (200\text{-}320\ nm) \rightarrow O_2 + O$$

يؤدي التوازن بين معدلات كل من تكون وتحلل الأوزون إلى الحفاظ على مستواه ثابتا في الستراتوسفير.

$$O_3 \leftrightarrow O_2 + O$$

---

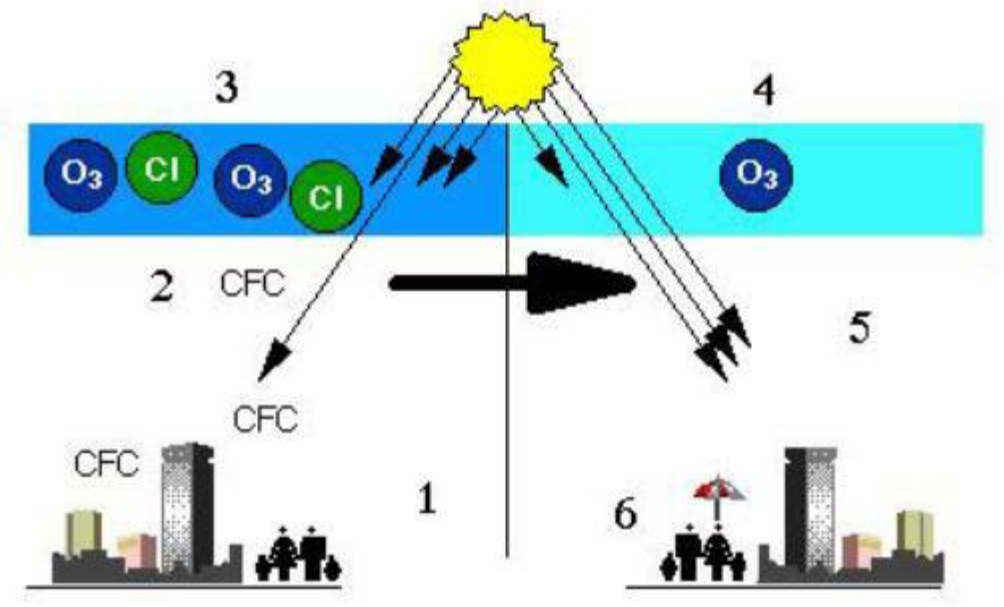
[13] البيوفيزيقية أو الحيوطبيعية مصطلح مركب من صفتين: "البيو" أو "الحيو" للإشارة إلى الكئنات الحية (الإنسان والحيوان والنبات)، و"الفيزيقية" أو "الطبيعية" للإشارة إلى المكونات الطبيعية غير الحية (الهواء والماء والتربة).

[14] النانومتر nanometer هو واحد في البليون من المتر.

هذا الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية خلال عمليات تكون وتحلل الأوزون في الستراتوسفير يمنع وصول الجزء الضار منها إلى سطح الأرض (شكل 1). ولذلك يسمى أوزون الستراتوسفير مجازا بـ *حزام* أو *طبقة الأوزون ozone layer*.

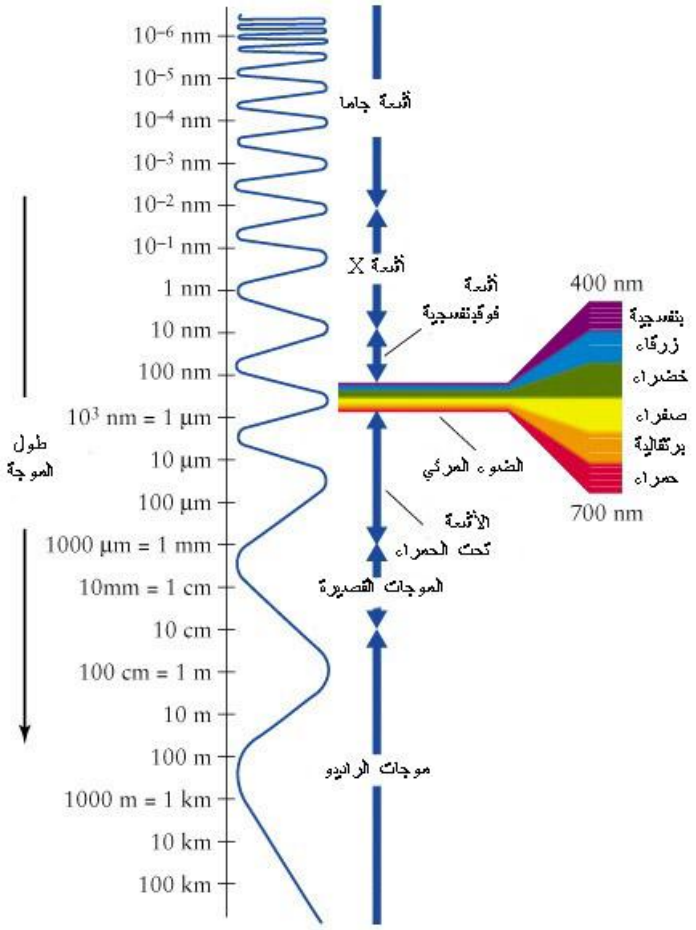
تتسبب الأشعة فوق البنفسجية في إعطاب المواد الكيميائية المكونة للخلايا والأنسجة الحية. والتعرض لمستويات عالية من هذه الأشعة يزيد من مخاطر الإصابة بسرطان الجلد في الإنسان والحيوان، كما يؤثر على عملية *البناء الضوئي photosynthesis* في النباتات.

تمت ملاحظة الانخفاض في تركيز أوزون الستراتوسفير لأول مرة فوق القطب الجنوبي في عام 1982. وبينت الدراسات اللاحقة أن انخفاضا حادا في مستويات الأوزون قد بدأ يحدث في العام 1970. تزامن هذا الانخفاض مع زيادة مستويات مركبات *الكلوروفلوروكربون chlorofluorocarbons (CFCs)* في الغلاف الجوي. يُجمع غالبية العلماء حاليا على مسئولية هذه المركبات في تآكل حزام الأوزون. تستخدم مركبات الكلوروفلوروكربون كمواد مبرِدة refrigerants في صناعات الثلاجات والمكيفات وكمواد دافعة propellants في عبوات الإيروسولات aerosols (مثل تلك المستخدمة في صناعات الروائح والمبيدات). وهناك مواد أخرى غير مركبات الكلوروفلوروكربون وجد أن لها نفس التأثير على حزام الأوزون. من أمثلة هذه المركبات *أكاسيد النتروجين nitrogen oxides*، والتي تتكون أثناء احتراق *الوقود الحفري* أو *الأحفوري fossil fuel* (مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي).



1. تتبعث جزيئات الكلوروفلوروكربون.
2. ترتفع جزيئات الكلوروفلوروكربون في الجو.
3. تطلق الأشعة البنفسجية أيونات الكلور من جزيئات الكلوروفلوروكربون.
4. تكسر أيونات الكلور جزيئات الأوزون.
5. الانخفاض في تركيز الأوزون يؤدي إلى وصول كمية أكبر من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض.
6. كمية أكبر من الأشعة فوق البنفسجية تعني إصابات أكثر بسرطان الجلد ومشاكل صحية أخرى.

شكل1 : عملية تآكل حزام الأوزون.



إطار 3: أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية وأطوال موجاتها.

تنتقل الطاقة خلال الوسائط أو الفراغ من خلال ما يعرف بـ *الإشعاع الكهرومغناطيسي* *electromagnetic radiation*. تسمي عملية انتقال الطاقة هذه بـ "الإشعاع" لأن الطاقة تنتقل (تُشَع) في جميع الاتجاهات، ويوصف هذا الإشعاع بـ "الكهرومغناطيسي" لأنه يكون مصحوبا دائما بمجالين، أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي. ينتشر الإشعاع الكهرومغناطيسي على شكل *موجات* *waves*. تختلف خصائص الأشعة الكهرومغناطيسية باختلاف أطوال موجاتها، وكلما قصر *طول الموجة* *wavelength* كلما زادت قدرة الأشعة على النفاذ وزاد ضررها على الإنسان والكائنات الحية الأخرى. يقسم العلماء الأشعة الكهرومغناطيسية وفقا لأطوال موجاتها تنازليا إلى الأنواع التالية: *موجات الراديو* *radio waves*، *الموجات القصيرة* *microwaves*، *الأشعة تحت الحمراء* *infrared radiation (IR)*، *الضوء المرئي* *visible light*، *الأشعة فوق البنفسجية* أو *الفوقبنفسجية* *ultraviolet radiation (UV)*، *أشعة إكس* *X rays*، *وأشعة جاما* *gamma rays*.

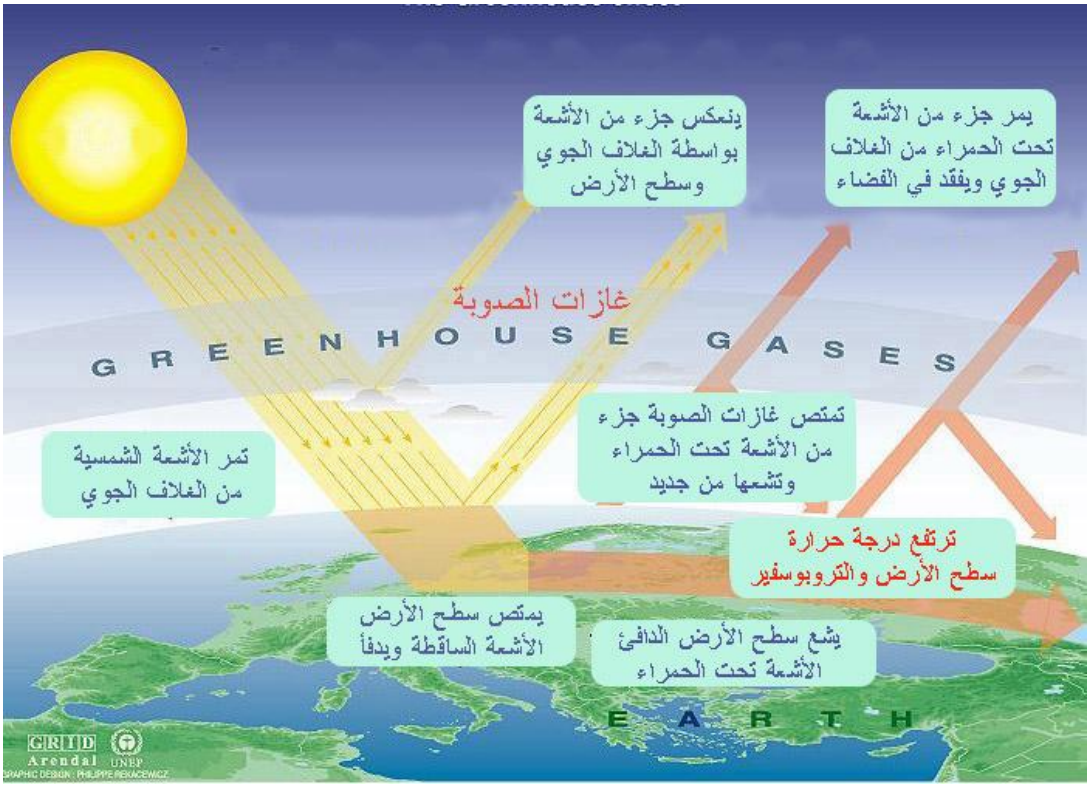
الاحترار العالمي *Global warming*

يتراوح متوسط درجة الحرارة على سطح الأرض ما بين 15,0-15,5 °م. وتتوقف هذه الدرجة على عدة عوامل، ولكنها أساسا هي محصلة التفاعل بين ما يصل إلى الأرض من *أشعة شمسية solar radiation* وبين ما يوجد في الغلاف الجوي من مركبات متنوعة تحتفظ بـ *الأشعة الحرارية heat radiation*. تقع معظم الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض في مدى *الضوء المرئي visible light* (0,4-0,7 ميكرومتر).[15] تمر هذه الأشعة من الغلاف الجوي وتصل لسطح الأرض ومعها بعض الأشعة فوق البنفسجية (الأقل من 0,4 ميكرومتر) وبعض *الأشعة تحت الحمراء*[16] *infrared radiation* (الأعلى قليلا من 0,7 ميكرومتر). ترفع هذه الأشعة من درجة حرارة سطح الأرض. وعندما يسخن سطح الأرض، يقوم بدوره ببث حرارته على شكل موجات تحت حمراء (موجات طويلة) في الغلاف الجوي. يهرب نحو 70% من هذه الأشعة الحرارية في الفضاء الخارجي، ويُمتص بعضها بواسطة بعض الغازات الموجودة في الغلاف الجوي، مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. ولأن مثل هذه الغازات تحجز الأشعة الحرارية (الأشعة تحت الحمراء) في التروبوسفير مثلما يحدث بداخل الصوبة الزجاجية (أو الدفيئة) greenhouse يطلق على هذا التأثير اسم *تأثير الصوبة greenhouse effect*، وعلى هذه الغازات اسم *غازات الصوبة greenhouse gases*. ويعتبر الميثان، أكاسيد النتروجين، الأوزون، والمركبات الكلوروفلوروكربونية من ضمن غازات الصوبة (شكل 2).

تؤدي أنشطة الإنسان المختلفة إلى زيادة نسبة غازات الصوبة في الغلاف الجوي. فاحتراق الوقود الحفري ينتج عنه أكاسيد الكربون والنتروجين. كما ينتج عن إزالة مساحات كبيرة من الغابات زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون بالجو؛ فنحن نعرف أن النباتات الخضراء تستهلك ثاني أكسيد الكربون الجوي أثناء عملية البناء الضوئي وتُخرج الأكسجين.

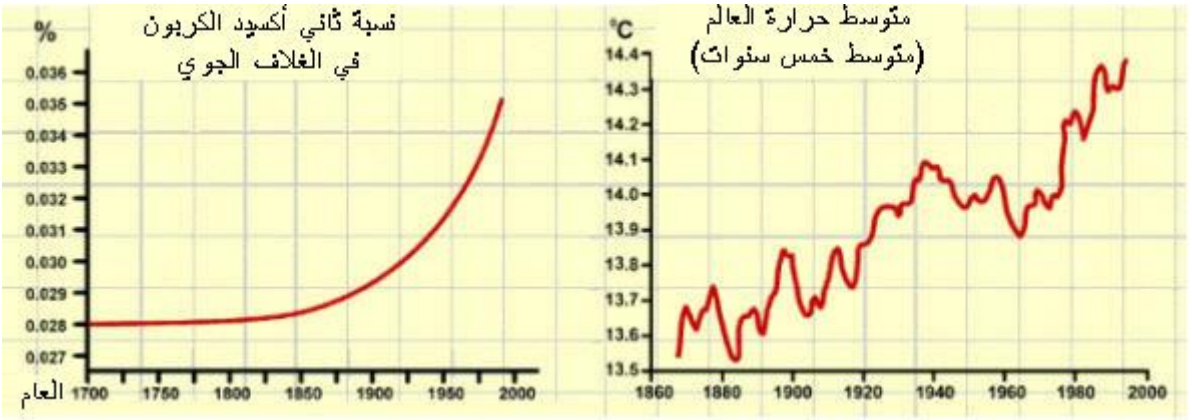
[15] الميكرومتر micrometer هو وحدة لقياس الطول تساوي واحد في المليون من المتر.

[16] الأشعة تحت الحمراء هي أشعة حرارية، وهي نوع الأشعة التي تعتمد عليها أجهزة الرؤية الليلية.



شكل2 : عملية الاحترار العالمي بفعل غازات الصوبة.

وقد بينت الأبحاث وجود زيادة بالفعل في متوسط درجة حرارة العالم، وأن هذه الزيادة تلازمت مع زيادة نسبة غازات الصوبة في الجو (شكل 3). بلغ متوسط هذه الحرارة 15 °م خلال الفترة من 1950 إلى 1980. وتشير التوقعات العلمية إلى إمكانية حدوث زيادة مقدارها 1,5-4,5 °م في متوسط حرارة العالم بحلول الأعوام 2060-2080.



شكل3 : الارتباط بين ارتفاع حرارة العالم وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

الآثار المترتبة على هذا الارتفاع في درجة حرارة لازالت غير معروفة جيدا. من بين أهم الآثار المتوقعة انصهار الغطاء الجليدي القطبي وارتفاع منسوب سطح البحر. وقد بلغ الارتفاع في درجة الحرارة خلال الـ 100 سنة الماضية مقدار درجة واحدة مئوية، صاحبه ارتفاع في منسوب البحر بمقدار 10 سنتيمترات. ويتوقع العلماء مزيدا من الارتفاع في منسوب سطح البحر بمقدار يتراوح ما بين 30-350 سم بحلول عام 2100.

تقوم أبو ظبي بإنشاء أول مدينة في العالم خالية من الانبعاثات الكربونية المسببة للاحترار العالمي. تتميز هذه المدينة الخضراء التي ستشيد على مساحة قدرها ستة كيلومترات في قلب أبوظبي بتصميمها الفريد الذي يجمع بين مقومات التخطيط التقليدي للمدن المحاطة بسور والتقنيات الحديثة من أجل ضمان انعدام الانبعاثات الكربونية والنفايات. وستعمل هذه المدينة، واسمها «مصدر»، بشكل كامل باستخدام الطاقات المتجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية.

التصحر Desertification

العامل المناخي الرئيس الذي يؤثر على نمو النباتات، ومن ثم يحدد شكل الغطاء النباتي في منطقة ما هو تساقط الأمطار rainfall. وبناء على المعدل السنوي لتساقط الأمطار يمكن التمييز بين ستة نطاقات مناخية (جدول 1).

جدول1 : النطاقات المناخية الرئيسية.

النطاق المناخي	معدل الأمطار السنوي (مليمتر)	الفترة الرطبة (بالشهور)	الغطاء النباتي
صحراء	أقل من 100	1-0	قليل أو منعدم
جاف	400-100	3-1	بعض الأعشاب، بعض الحشائش
شبه جاف	600-400	4-3	أعشاب وشجيرات، حشائش
تحت رطب	1200-600	6-4	شجيرات وأشجار، حشائش
عالي الرطوبة	1500-1200	9-6	غابات وأحراش
رطب	أكثر من 1500	12-9	غابات استوائية مطيرة

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة: www.fao.org/docrep/S2022E/s2022e06.htm

لا تستطيع معظم النباتات أن تنمو ـ دون ري ـ في المناطق التي يقل فيها معدل هطول الأمطار السنوي عن 100 مليمتر. *الصحراء desert* هي منطقة تعاني من الجفاف الشديد (معدل هطول الأمطار السنوي أقل من 100 مليمتر)، ومن ثم تكاد تخلو من أي غطاء نباتي. أما *التصحر desertification*[17] فيشير إلى مشكلة تدهور إنتاجية الأراضي، التي لم تكن أصلا بصحراء، حتى تصبح أشبه ما يكون بالصحاري القاحلة. تظهر هذه المشكلة في المناطق الجافة arid، شبه الجافة semi-arid، وأحيانا تحت الرطبة sub-humid، وهي مناطق تشكل نحو 40% من مساحة اليابسة.

يعتقد العلماء أن السبب الرئيس وراء زيادة معدلات التصحر هو سوء استخدام الإنسان للأراضي في هذه المناطق، من خلال *الرعي الجائر over-grazing*، *الزراعة الجائرة over-cultivation*، *إزالة الأحراش deforestation*، وممارسات الري السيئة في هذه الأراضي شحيحة الإنتاج أصلا. يساعد في ذلك العوامل الطبيعية مثل الجفاف المتكرر، السيول، وتحرك الكثبان الرملية. يُقدر أن نحو 70% من الأراضي الجافة drylands قد تعرضت سلفا للتدهور. تقع هذه الأراضي في *سفانا Savannas* إفريقيا *والسهول العظمى Great Plains وبوامب Pampas* أمريكا الجنوبية *وسهوب Steppes* جنوب شرق أوروبا وأسيا. ووفقا لتقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة في عام 1992 فإن نحو 3590 مليون هكتار hectare (8870 مليون اكر acre) أو نحو 35.9 كيلومتر مربع (13.9 مليون ميل مربع) قد تأثرت على مستوى العالم، معظمها على شكل تدهور في الغطاء النباتي في الأراضي المستخدمة في الرعي.

[17] تمت صياغة هذا المصطلح لأول مرة في عام 1949 بواسطة خبير غابات فرنسي كان يعمل في إفريقيا الغربية. وقد استخدمه لوصف الإزالة التدريجية للغابات في المناطق الرطبة على أطراف الصحراء الكبرى حتى تختفي الأشجار تماما، وتصبح المنطقة أشبه ما تكون بالصحراء.

شكل4 : مرعى يتعرض للرعي الجائر في منطقة بجنوب شرق فرنسا (لاحظ زوال الغطاء النباتي وتعري التربة).

لكل نظام بيئي سواء كان مرعى، بحيرة، أو غابة قدرة على إعالة عدد محدود من الحيوانات التي تعيش في هذا النظام. يطلق على هذه القدرة اسم *سعة الحمل* (أو *الاحتمال*) *carrying capacity*. فإذا زادت أعداد الحيوانات عن سعة احتمال النظام البيئي الذي تعيش به، أخذ هذا النظام في الانهيار. ويحدث الرعي الجائر عندما يتم تربية أعداد كبيرة من الحيوانات في منطقة ما بأكثر من سعة احتمال المراعي في هذه المنطقة، فلا يتمكن النظام البيئي لهذه المراعي من تجديد الغطاء النباتي الذي قضت عليه الحيوانات (شكل 4). وباختفاء الغطاء النباتي، تتعرى التربة من تحته، وتصبح عرضة لأن تزرها الرياح أو يجرفها السيل، ولا يبقى بعد ذلك سوى أرض جدباء. تستخدم ظاهرة الرعي الجائر كمثال نموذجي لما يسمى بـ*مأساة المشاع*[18] *tragedy of commons* (شكل 5).

[18] "مأساة المشاع Tragedy of Commons" هي مقالة مؤثرة كتبها جرت هاردن Garrett Hardin، ونشرت لأول مرة في مجلة *العلم Science* في عام 1968. تتحدث هذه المقالة عن الفكرة التالية: إن الأفراد الذين يشتركون في الاستفادة من مورد محدود، مثل قطعة من أراضي الرعي، قد يتسببوا في تدمير هذا المورد المشترك على المدى الطويل لو عمل كل واحد منهم ـ مستقلا عن الآخرين ـ على تعظيم منفعته الشخصية من هذا المورد على المدى القصير.

شكل5 : كاريكاتير يوضح منشأ "مأساة المشاع".

تحدث الزراعة الجائرة عندما تقل الفترات التي تترك فيها الأرض دون زراعة ("مُراحة") حتى تستعيد خصوبتها، أو نتيجة لاستخدام الأساليب الميكانيكية التي قد تؤذي التربة. و"كرة التراب Dust Bowl" سيئة الصيت التي حدثت في "السهول العظمي Great Plains" بالولايات المتحدة في ثلاثينيات القرن العشرين هي مثال واضح على كيفية تسبب الزراعة الجائرة في حدوث تعرية واسعة المدى للتربة (شكل 6). كانت نفس أساليب الحرث العميق المناسبة لأجواء أوربا الغربية الرطبة تستخدم لحرث هذه الأراضي شبه الجافة من أجل زراعة الحبوب. وعندما ضرب الجفاف في عام 1931 منطقة السهول العظمى، تسببت الرياح الشديدة في تعرية التربة على نطاق شاسع مسببة عاصفة ترابية هائلة لم يسبق لها مثيل.

شكل6 : عاصفة التراب وهي تقترب من ستراتفورد بتكساس Stratford, Texas (الصورة مأخوذة في 18 أبريل 1935).

التملح salinization هو من أهم أسباب تدهور الأراضي الزراعية المروية في المناطق الجافة. فيقدر أن نحو نصف الأراضي الزراعية بالعراق، ثلثها في مصر وباكستان وسوريا، وخمسها في الولايات المتحدة وأستراليا قد تأثرت بالتملح. تسبب زيادة نسبة الأملاح في التربة انخفاض المحصول، والزيادة الكبيرة قد تسبب في النهاية موت النباتات. يعتقد العلماء أن الإسراف في الري وغياب الصرف الجيد هما من أهم العوامل المسئولة عن تملح الأراضي المروية في المناطق الجافة.

عمليات قطع الأشجار وإزالة الغابات تساهم أيضا في انتشار التصحر. وهي عمليات تجرى لأغراض متنوعة مثل توفير الأرض للزراعة والرعي أو المواد الخام لصناعات الورق والأخشاب. ومازال الحطب يستخدم كوقود أساسي في المناطق النائية بالعالم النامي (شكل 7). لقد أدى جمع الحطب من المناطق المجاورة للمدن الرئيسية في منطقة "الساحل Sahel"، مثل "دكار Dakar" في السنغال و"أواجادوجو Ouagadougou" في بوركينا فاسو، إلى اختفاء شبه تام للأشجار في هذه المناطق. كما تمتد المناطق الخالية من الأشجار حول "الخرطوم" عاصمة السودان لمسافة تصل إلى 90 كيلومترا.

شكل7 : تجارة الحطب بالقرب من "نيامي Niamey"، النيجر.

ينتج عن انتشار التصحر عواقب سلبية عديدة:

- انخفاض في قدرة الأرض على استعادة خصوبتها عند التعرض لاضطرابات مناخية؛
- انخفاض إنتاجية التربة؛
- تغير الغطاء النباتي، كأن تختفي النباتات الصالحة للأكل، وتحل محلها نباتات أخرى لا تؤكل؛
- زيادة مناسيب الفيضانات، انخفاض نوعية المياه، زيادة معدلات الترسب في الأنهار والبحيرات، *وإطماء siltation* خزانات المياه والقنوات المائية؛
- زيادة المشاكل الصحية المصاحبة للعواصف الترابية، مثل عدوى العيون، مشاكل التنفس والحساسية، والضغط النفسي؛
- انخفاض الإنتاج الغذائي؛
- وفقدان مصادر الرزق، مما يدفع بالإنسان إلى الهجرة والرحيل عن موطنه.

ربما كان التصحر من أولى المشاكل البيئية التي حظيت بالاهتمام العالمي؛ فقد عقد أول مؤتمر للأمم المتحدة عن التصحر في نيروبي عام 1977. ومنذ ذلك الحين، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UN Environment Programme (UNEP) يتولى مسئولية تنسيق الجهود العالمية من أجل مكافحة التصحر. وفي ديسمبر 1996، دخلت حيز التنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر UN Convention to Combat Desertification (UNCCD). وحتى الآن، أُقرت هذه الاتفاقية من قبل 179 دولة.

إزالة الغابات Deforestation

لجأ الإنسان منذ القدم إلى إزالة الغابات والأحراش لأغراض عديدة، أهمها استخدام أراضي هذه الغابات لزراعة ما يرغب به الإنسان من محاصيل. من أقدم الطرق التي استخدمها الإنسان لهذا الغرض ما يعرف باسم *القطع والحرق slash and burn* (شكل 8). تاريخيا مارس الإنسان القطع والحرق بمعظم أنحاء العالم. وفي حين توقفت هذه الممارسة في كل من أوروبا وأمريكا الشمالية منذ نحو قرن من الزمن، نجد أنها مازالت تمارس حتى اليوم في مناطق عديدة من العالم النامي.

في هذه الطريقة، يتم قطع الأشجار والشجيرات في منطقة ما، وتترك لتجف. أما الأشجار الضخمة، فتترك قائمة حتى تموت بعد أن يتم نزع حلقة كاملة من لحائها. وبعد مضي فترة من الوقت (من أسبوع لبضعة شهور)، يتم حرق بقايا الأحراش الجافة. تزرع الأرض لبضعة مواسم قليلة (مابين سنة وخمسة سنوات في العادة)، ثم تهجر بعد ذلك بسبب انخفاض خصوبتها وإنتاجيتها.

شكل8 : ممارسة القطع والحرق في فنلندا في 1892.

عادة ما توسم زراعة القطع والحرق في الوقت الحالي بأنها مدمِرة بيئيا. ربما لم تكن كذلك لو أنها كانت تمارس بواسطة مجتمعات صغيرة تعيش بين مساحات كبيرة من الغابات، بحيث يتاح الوقت الكافي للأراضي المنهكة من الزراعة كي تستعيد خصوبتها قبل أن يتم قطع أشجارها وحرقها، ثم زراعتها من جديد. وهذه ظروف من الصعب ـ أن لم يكن من المستحيل ـ توفرها في الوقت الحالي في ضوء الكثافة السكانية العالية في تلك المناطق التي مازال يمارس فيها هذا النوع من الزراعة.

زراعة القطع والحرق ليست هي السبب الوحيد المسئول عن إزالة الغابات وأراضي الأشجار، والتي مازالت تجرى إلى اليوم في كل من الدول النامية والدول الصناعية على حد سواء، ولأسباب متنوعة (شكل 9). يقدر أن نحو نصف ما يقطع من أخشاب على مستوى العالم يستخدم كحطب أو فحم نباتي، أغلبها في الدول النامية. تحدث إزالة الغابات ـ أو كانت تحدث في الماضي ـ في الدول التي توصف حاليا بالصناعية لأسباب لا تختلف في الحقيقة كثيرا عن أسبابها في العالم النامي. فهي مازالت تتم، على سبيل المثال، أيضا من أجل الحصول على الوقود ـ ليس على شكل حطب وفحم نباتي، وإنما فحم وبترول. وبشكل عام، يقدر أن نحو 45% من غابات العالم الأصلية قد اختفت من الوجود.

شكل9 : إزالة غابات الأمازون في البرازيل.

ينتج عن إزالة الغابات الآثار السلبية التالية:

- تعرية التربة: خصوصا إذا كانت الغابات تقع على منحدرات مرتفعة. وهذا بدوره يؤدي إلى انخفاض خصوبة التربة بهذه الأماكن، وإلى إطماء المجاري المائية، فتنخفض جودة مياه الشرب، وتضطرب الحياة المائية.

- فقدان التنوع البيولوجي: الغابات الطبيعية، وخصوصا الاستوائية منها، هي مخزون ضخم من الأنواع النباتية والحيوانية.

- التصحر: كما سبق ذكره تحت مشكلة التصحر.

- زيادة ثاني أكسيد الكربون بالجو: من المعروف أن النباتات الخضراء تستخدم ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو أثناء قيامها بعملية البناء الضوئي. وعليه، من المتوقع أن تؤدي إزالة مساحات كبيرة من الغابات إلى زيادة نسبة هذا الغاز (وهو من غازات الصوبة) في الغلاف الجوي.

وقد أنشئت الأمم المتحدة منتدى الأمم المتحدة عن الغابات لتحقيق قدر من الإجماع بين مختلف الدول حول القضايا المعقدة المرتبطة بالغابات.

المطر الحمضي Acid rain

تقاس حموضة أو قلوية المحاليل والسوائل بمقياس يسمى *رقم الحموضة* (أو *الأس الهيدروجيني*) *pH*. يأخذ هذا المقياس قيم تتراوح مابين الصفر للمحاليل الأعلى حمضية والـ 14 للمحاليل الأعلى قلوية.[19] أما رقم الحموضة 7 فيدل على تعادل المحلول (أي لا هو حمضي ولا قلوي)، وهو رقم حموضة الماء المكرر distilled water (أي المنزوع منه الأملاح).

يتراوح رقم الحموضة لمياه الأمطار في المناطق غير الملوثة ما بين 5,6-5,7؛ فمياه المطر هي بطبيعتها حمضية نوعا ما. لاحظ العلماء زيادة كبيرة في حموضة مياه الأمطار في المناطق الصناعية الملوثة عنها في المناطق غير الملوثة. أرجع العلماء هذه الحموضة الزائدة إلى انبعاثات أكاسيد النتروجين والكبريت (بالإضافة إلى أكاسيد الكربون، والتي هي بطبيعتها ضعيفة الحموضة) في المناطق الصناعية.

لأكاسيد النتروجين، الكبريت، والكربون مصادر طبيعية وأخرى من صنع الإنسان. من أمثلة المصادر الطبيعية انفجارات البراكين والنباتات المتحللة. كما تُنتَج هذه الأكاسيد من احتراق الوقود الحفري، مثل الفحم، البترول، والغاز الطبيعي. يقدر أن نحو 3/2 ثاني أكسيد الكبريت ونحو 4/1 أكاسيد النتروجين في الولايات المتحدة يأتي من محطات توليد الكهرباء التي تعتمد على الوقود الحفري.

يتكون المطر الحمضي عندما تتفاعل هذه الغازات مع الماء، الأكسجين، وكيماويات أخرى في الجو مكونة العديد من المركبات الحمضية. في المناطق الرطبة، تسقط هذه المركبات الحمضية على شكل مطر أو ثلج أو ندى فيما يعرف بـ *التساقط الرطب wet deposition*. أما في المناطق الجافة، فقد ترتبط هذه المركبات الحمضية بحبيبات الأتربة والدخان، وتسقط ملتصقة بأسطح الأشياء الموجودة على الأرض فيما يعرف بـ *التساقط الجاف dry deposition*.

---

[19] رقم الحموضة هو *مقياس لوغاريتمي logarithmic scale*؛ أي أن المادة التي يكون درجة حموضتها 5 تكون أكثر حمضية بعشرة أضعاف من المادة التي رقم حموضتها 6.

يستخدم مصطلح المطر الحمضي، بمفهومه الواسع، للدلالة على التساقط، سواء كان رطبا أو جافا، الذي يحتوي على كميات زائدة من أحماض النتريك والكبريتيك nitric and sulfuric acids (عندما يقل رقم حموضة التساقط عن 5,6).

للمطر الحمضي آثار ضارة على الحياة المائية والغابات والأبنية والممتلكات وصحة الإنسان (شكل 10). تتركز المشاكل الناتجة عن المطر الحمضي في المناطق الصناعية في شمال أوروبا وأمريكا الشمالية، مثل الدول الاسكندنافية وكندا وشمال الولايات المتحدة الأمريكية.

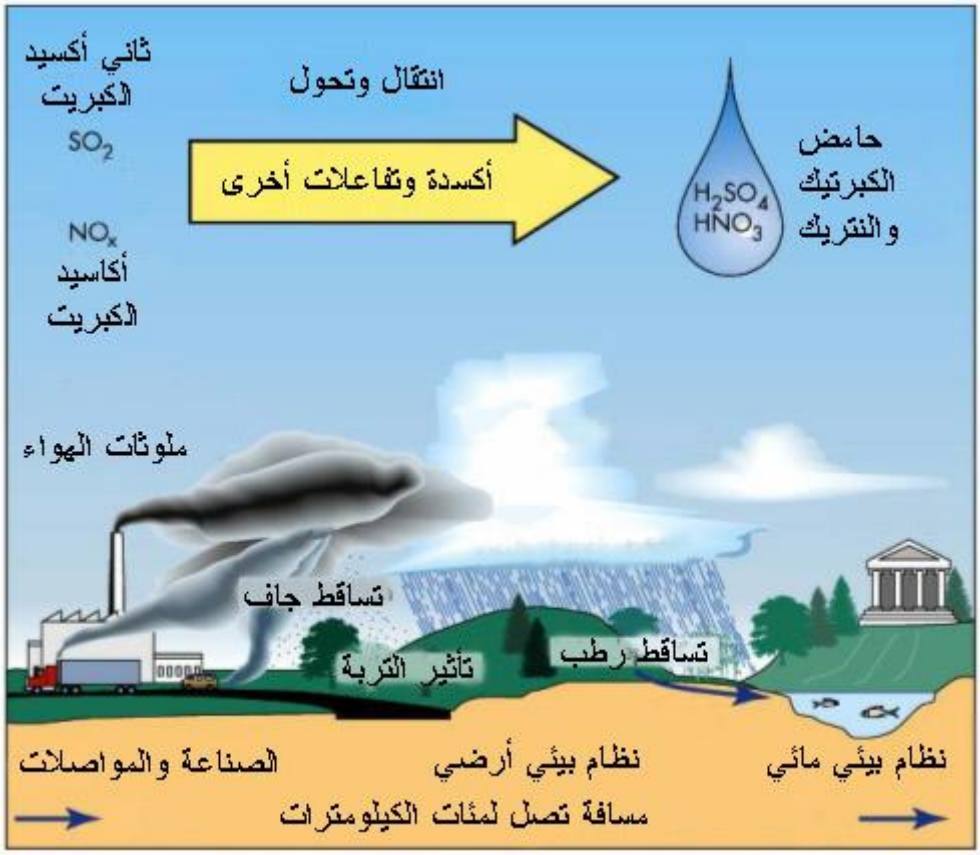
يتراوح رقم الحموضة الأمثل لمعظم الكائنات المائية ما بين 6,5-8,2، والزيادة الشديدة في حموضة (أو قلوية) المياه تجعلها مميتة لهذه الكائنات. من أكثر الكائنات المائية تأثرا بزيادة الحموضة *الرخويات mollusks* و*القشريات crustaceans*. تتوقف قدرة المطر الحمضي على خفض حموضة البحيرات والمجاري المائية على عوامل عدة، منها درجة الحموضة الطبيعية لمياه البحيرة، وقدرة الجسم المائي والتربة المحيطة به على مقاومة التغير في مستوى الحموضة (فيما يعرف باسم *السعة التخفيفية buffering capacity*). وقد انخفض رقم الحموضة في بعض البحيرات بالمناطق الشمالية الشرقية بالولايات المتحدة، حيث تقل القدرة التخفيفية لهذه البحيرات، إلى ما دون الخمسة ($pH<5$)، وهو مستوى مميت لأنواع هامة من الأسماك.

لاحظ علماء ومراقبو الغابات على مدي سنين انخفاض نمو بعض الغابات وسقوط أوراق أشجارها بعد تحولها إلى اللون البني دونما سبب واضح. وفي بعض الأحيان كانت تموت أشجار وحتى مساحات كاملة من الغابات. وبالبحث، أدرك العلماء أن المطر الحمضي هو المسئول عن مثل هذه الأضرار. يظهر هذا التأثير في أوضح صوره بغابات أمريكا الشمالية، خاصة المرتفعة منها.

يؤدي المطر الحمضي إلى *ارتشاح leaching* العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات من التربة. تحصل النباتات على تلك العناصر الغذائية، مثل الكالسيوم calcium (Ca)، الماغنسيوم magnesium (Mg)، والبوتاسيوم potassium (K)، من الطبقة السطحية من التربة الرطبة، حيث تكون *أيونات ions* هذه العناصر ملتصقة بأسطح حبيبات التربة. عندما يسقط المطر الحمضي على التربة، تحل أيونات الهيدروجين الموجود في جزيئات حمضي الكبريتيك والنتريك محل أيونات العناصر الغذائية، مسببة ارتشاح هذه العناصر إلى ما*تحت التربة sub-soil* بعيدا عن متناول جذور النباتات.

يساهم المطر الحمضي كذلك في تآكل المعادن وتدهور الأبنية والممتلكات. ويعمل التساقط الجاف للمواد الحمضية على تشويه النصب التذكارية والمعالم التاريخية.

الآثار الضارة للمطر الحمضي على صحة الإنسان ليست مباشرة. ولكن الملوثات المسئولة عن تكوين المطر الحمضي ـ أي أكاسيد الكبريت والنتروجين ـ تضر فعلا بصحة الإنسان. فهذه الغازات تتفاعل في الجو مكونة حبيبات دقيقة من الكبريتات والنترات. وقد وجدت دراسات علمية كثيرة ارتباطا بين المستويات المرتفعة من الحبيبات الدقيقة في الجو، من ناحية، وزيادة المرض والوفاة المبكرة من مشاكل الرئة والقلب، مثل الالتهاب الشعبي bronchitis والربو asthma، من ناحية أخرى.



شكل10 : عملية تكون المطر الحمضي.

المفهوم الاقتصادي للتلوث والتدهور البيئي

التخصيص الكفء للموارد *efficient resource allocation* هو أحد أهم اهتمامات علم الاقتصاد ـ بل يكاد يكون الاهتمام الرئيس لهذا العلم كما يتضح من التعريف التالي له: علم الاقتصاد يدور حول أساليب حل *المشكلة الاقتصادية* *economic problem*. تنشأ هذه "المشكلة الاقتصادية" لأن الموارد المتاحة (طبيعية وبشرية) هي بطبيعتها محدودة وغير كافية لإشباع احتياجات الإنسان المتعددة ورغباته المتجددة. تتلخص هذه المشكلة ببساطة إذا في السؤال التالي: كيف يمكننا إشباع احتياجات إنسانية غير محدودة من خلال موارد (طبيعية وبشرية) محدودة؟ ولذلك، فإن من أهم الأسئلة التي يحاول علم الاقتصاد الإجابة عليها هي ما الذي يجب إنتاجه، وما هو التخصيص (أي التوزيع على الاستخدامات المختلفة) الأمثل لعوامل الإنتاج (مثل رأس المال والعمالة).

ينظر الاقتصاديون إلى المشاكل البيئية من نفس المنظور تقريبا: منظور التخصيص الكفء للموارد. يمكن تلخيص هذا المنظور كما يلي. تسعى المجتمعات الإنسانية دائما إلى العيش في مستويات أعلى من الرخاء والرفاهية. ولذلك، فهي توسع وتطور دائما من عملياتها الإنتاجية. لكن هذا التوسيع والتطوير يصاحبه دائما في نفس الوقت آثارا جانبية سلبية مثل التلوث وغيره من صور التدهور البيئي الأخرى. هذا يعني صعوبة ـ إن لم يكن استحالة ـ الوصول بمستويات التلوث والتدهور البيئي إلى الصفر، لأن ذلك سيعني في الوقت ذاته الوصول بمستويات الرفاهية أيضا إلى الصفر. يصبح السؤال الآن من وجهة نظر علم الاقتصاد هو ما التوازن الذي يرغب فيه المجتمع ما بين مستوى الرفاهية، من ناحية، ونوعية البيئة، من ناحية أخرى، وكيف يمكن تحقيق هذا التوازن على أرض الواقع بأقل تكلفة ممكنة على المجتمع ككل.

الكفاءة الاقتصادية

يستخدم الاقتصاديون مفهوم *الكفاءة الاقتصادية* *economic efficiency* للتعبير عن مدى الكفاءة في استخدام الموارد المتاحة لإنتاج ما يرغب فيه المجتمع من سلع وخدمات. ويعتبر نظاما ما غير كفء اقتصاديا إذا كان هناك بديلا له يستطيع أن يحقق نفس الهدف أو النتيجة ـ ولكن باستخدام أقل للموارد المتاحة (أي بتكلفة أقل على المجتمع ككل). في المقابل، يتمتع النظام بالكفاءة الاقتصادية إذا تحققت فيه الشروط التالية:

- لا يمكن تحسين الوضع الاقتصادي لأحد أفراد المجتمع من دون التأثير سلبيا على وضع فرد آخر.
- لا يمكن الحصول على مزيد من *المخرجات* *outputs* (السلع والخدمات) من دون زيادة كمية *المدخلات* *inputs* (الموارد أو عوامل الإنتاج).
- يتم إنتاج السلع والخدمات بأقل تكلفة ممكنة للوحدة المنتَجة.

يفرق البعض بين *الكفاءة التكنولوجية* *technological efficiency* والكفاءة الاقتصادية؛ على أساس أن الأولى تتحقق عندما لا يمكن زيادة المخرجات من دون زيادة في المدخلات، وتتحقق الثانية عندما تكون *تكلفة* الحصول على ناتج معين هي أقل ما يمكن. تحقيق الكفاءة التكنولوجية لا يضمن بالضرورة تحقيق الكفاءة الاقتصادية، بينما الكفاءة الاقتصادية تتضمن في مفهومها الكفاءة التكنولوجية.

ويُعتقد بوجه عام أن *اقتصاديات السوق* *market economies* (كما هو الحال في الدول الرأسمالية) هي أكثر كفاءة من غيرها من الاقتصاديات غير الحرة (كما كان عليه الحال في الدول الشيوعية سابقا).

إخفاقات السوق

كون اقتصاديات السوق هي الأكفأ مقارنة بغيرها من الاقتصاديات غير الحرة لا يعني أنها ـ أي اقتصاديات السوق ـ تنجح دائما في تخصيص موارد المجتمع بكفاءة اقتصادية. يستخدم الاقتصاديون مصطلح *إخفاقات السوق* *market failures* للإشارة إلى فشل *قوى السوق*[20] *market forces* في تخصيص موارد المجتمع النادرة بالشكل الذي يحقق أكبر قدر من *الرفاهية* *welfare* لهذا المجتمع. من أهم صور هذا الإخفاق التي تهمنا في مجال الإدارة البيئية ما يعرف بـ*الخارجيات* *externalities*، وما يعرف بـ*الممتلكات المشاع* *common properties*.

الخارجيات ـ يقصد بها الأنشطة الاقتصادية التي لا يتحمل كافة تكاليفها، أو لا يحصد جميع منافعها، المنتجون أو المستهلكون في سوق ما. على سبيل المثال، كانت المنشآت الصناعية تلوث البيئة المحيطة، وهو ما يشكل تكلفة على جميع أفراد المجتمع، دون أن تتحمل هذه المنشآت أي تكلفة مقابل هذا التلويث.[21] وكمثال على النوع الثاني من الخارجيات، لدينا التحصين بالأمصال ضد الأمراض المعدية (مثل أنفلونزا الخنازير). فعندما يفعل ذلك الكثير من الأفراد، فأنهم يحققون في الحقيقة نفعا عاما لبقية المجتمع (أي لمن لم يقم بشراء وتناول هذه الأمصال)، ولكنهم لا يحصلون على أي عائد مادي لأنفسهم في مقابل هذا النفع العام (المتمثل في انخفاض فرصة انتشار العدوى بين أفراد المجتمع). يسمى النوع الأول من الأنشطة *الخارجيات السلبية* *negative externalities*، ويسمى الثاني *الخارجيات الايجابية* *positive externalities*.

الممتلكات المشاع ـ يقصد بالممتلكات المشاع الموارد التي يستطيع أن يستخدمها عدد غير محدود من الأفراد دون مقابل، كما هو الحال في معظم المراعي والمصايد الطبيعية. ويُعتقد أن هذه الموارد يساء استخدامها بسبب شيوع ملكيتها وحرية استغلالها ـ كما هو الحال في الرعي الجائر الذي يؤدي إلى تدهور الكثير من مراعي الأراضي الجافة.

ويعتقد البعض أن إخفاقات السوق هي في أساسها مشكلة خاصة بحقوق الملكية property rights، كما عبر عن ذلك كل من هيو جرافل Hugh Gravelle وراي ريز Ray Rees:

> السوق هو المؤسسة التي من خلالها يتبادل الناس والمنشآت ليس فقط السلع ولكن أيضا *حقوق* استخدامها بطرق معينة ولفترات محددة من الوقت [...] الأسواق هي المؤسسات التي تنظم *تبادل التحكم* في السلع، حيث تعرف طبيعة هذا التحكم من خلال حقوق الملكية التي تلحق بهذه السلع.[22]

بشكل عام، تنشأ إخفاقات السوق عندما لا تعكس أسعار السوق *القيمة الحقيقية*[23] للسلع المتداولة فيه. وبسبب هذه الإخفاقات، فإن ما يتم إنتاجه في السوق الحر (أو التنافسي competitive) من سلع وخدمات يكون أكثر أو أقل مما يجب لو أخذنا بعين الاعتبار التكاليف والمنافع الحقيقية المترتبة على هذا الإنتاج. ففي حالة وجود *تكاليف خارجية* *external costs* مثل التلوث، تكون السلع التي تنتج في

---

[20] للسوق قوى خفية تتمثل أساسا في تأثير عمليات الطلب والعرض على أسعار وكميات السلع والخدمات المتاحة في السوق. وبشكل عام، تؤدي زيادة الطلب على السلع والخدمات إلى زيادة كمية وسعر المعروض منها. تؤدي هذه الزيادة من المعروض بدورها إلى انخفاض الأسعار، ومن ثم، الكميات المعروضة. ويحدث التوازن عندما تتساوى الكميات المعروضة بالكميات المطلوبة، والأسعار المعروضة بالأسعار المطلوبة.

[21] إذا تسبب مصنع للجلود على سبيل المثال في تلوث النهر المجاور، فإن أصحاب المصنع وعملائه ليس هم وحدهم من يتحمل تكلفة التلوث (وهو الواجب)، وإنما الذي يتحملها في النهاية هم الناس الراغبون في استخدام هذا النهر لأغراض بديلة (كمصدر لمياه الشرب مثلا)، لأنهم سيضطرون لمعالجة مياه هذا النهر من التلوث أولا.

[22] أنظر المرجع التالي:

H. Gravelle and R. Rees (2004). *Microeconomics*, pp. 314–346. Essex, England: Prentice Hall.

[23] يقصد بالقيمة الحقيقية محصلة جميع التكاليف والمنافع سواء كانت اقتصادية (أي لها سعر في السوق) أو اجتماعية (ليس لها سعر أو سوق).

السوق أكبر مما يجب لأن المنتجين (أو المشترين) لا يتحملون في هذه الحالة *التكلفة الاجتماعية* للتلوث *social cost of pollution*.[24] وفي حالة وجود منافع خارجية، كما في حالة الخدمات والسلع المرتبطة بالتعليم والصحة، فإن ما يتم إنتاجه من هذه الخدمات والسلع يكون أقل مما يجب لأن منافعها الخارجية على الغير لا تدخل في حسابات المنتجين والمشتريين لهذه الخدمات أو السلع.

تستدعي إخفاقات السوق التدخل الحكومي بشكل من الأشكال ـ وهنا ينشأ مأزق فلسفي ـ إن صح التعبير؛ فغالبية الاقتصاديين لا يرحبون عادة بالتدخل الحكومي في *آليات (عمل) السوق* *market mechanisms*.

لماذا يحدث التدهور البيئي اقتصاديا

التدهور البيئي من وجهة نظر الاقتصاديين هو صورة من صور إخفاقات السوق. فالتلوث يحدث لأن تكلفته الاجتماعية هي *خارجة* *externality* عن (أو *خارجية* *external* بالنسبة إلى) حسابات المنشآت الملوِثة، ولأن عناصر البيئة الطبيعية من هواء وماء وتربة هي *موارد متاحة للجميع* *open-access resources*، وليست ملكا لأحد. من هذا المنظور، يحدث التصحر لأن مربيي الماشية يستغلون المراعي الطبيعية بأكثر مما يجب لتحقيق الربح الشخصي السريع، حتى ولو أدى ذلك إلى استنزاف خصوبة هذه المراعي وتدهورها على المدى البعيد. وحل المشكلات البيئية من وجهة النظر الاقتصادية يتمثل في معالجة إخفاقات السوق التي تسببت في ظهور هذه المشكلات. سيتم تناول الوسائل القانونية والاقتصادية لعلاج المشكلات البيئية بشكل أكثر تفصيلا في الجزء الخاص بأدوات السياسة البيئية.

التلوث الأمثل!

يقول الاقتصاديون لكي يعمل أي نظام اقتصادي لا بد من استخراج الموارد (المواد الخام ومصادر الطاقة) من البيئة، وتجهيزها وتحويلها إلى منتجات. تبدأ هذه العملية باستخراج الموارد، والتي قد تكون بطبيعتها مستنفدة exhaustible (قد لا تتكون مجددا في المدى المنظور) أو متجددة renewable (تتكون أو تنمو من جديد). وتنتهي العملية بصرف النفايات الناتجة من عمليات الاستخراج، التصنيع، والاستهلاك في البيئة أيضا، وهو ما يسبب تلوثها. فقط في العالم المثالي يمكن أن يكون لدينا بيئة خالية تماما من التلوث. النقيض الآخر هو أن نعيش في مجتمع لا يكترث إطلاقا بمكافحة التلوث. أما العالم الحقيقي فهو يقع بين هذين النقيضين، حيث يكون هناك نوع من التوازن بين التكاليف والمنافع الاجتماعية المترتبة على خفض التلوث.

تظهر الدراسات أنه بعد خفض كميات كبيرة من التلوث، يصبح تحقيق المزيد من الخفض عملية جد مكلفة؛ هناك نقطة بعدها تصبح تكاليف خفض التلوث أعلى بكثير من الزيادة في المنافع الاجتماعية الناتجة من هذا الخفض، وعما يرغب الناس في تحمل أو دفع تكلفته. ومهمة الاقتصاديين هنا هي تحديد هذا *المستوى "الامثل" من التلوث* *optimal pollution level*. ويحاول الاقتصاديون قياس منافع مكافحة التلوث من خلال تقدير قيمة الانخفاض الناتج في الأضرار التي يسببها التلوث على الصحة، الممتلكات، والموارد الزراعية والطبيعية.

---

[24] الذين يتحملون التكاليف في هذه الحالة هم الراغبون في استخدام الموارد البيئية (مياه النهر مثلا) لأغراض أخرى غير تلك التي سببت التلوث (للشرب مثلا). ولذلك تكون أسعار السلع التي تسبب إنتاجها في حدوث التلوث أقل مما يجب، وتكون تكلفة الاستخدامات البديلة (كمصدر لمياه الشرب) للموارد البيئية الملوِثة (النهر في هذه الحالة) أعلى مما يجب.

السكان والبيئة

موضوع *السكان population* هو من المواضيع الشائكة التي تثير الجدل والخلاف. هناك من يعتبر النمو السكاني "التهديد رقم واحد" للبيئة العالمية. والكثير منا قد كبر وهو يسمع أن ستة بلايين من البشر هو أكثر مما يجب، وأن النمو السكاني المطرد يتهدد سلامة البيئة. هنا، يوجه اللوم عادة إلى الدول الفقيرة، حيث يتزايد السكان ويزداد التدهور البيئي باطراد. في المقابل، هناك من يرد على ذلك بالقول أن معدلات الإنتاج والاستهلاك العالية في الدول الغنية هي أيضا تضر بالبيئة وتستنزف مواردها. ويضيف البعض، أن الفقراء يعانون من الجوع ليس بسبب زيادة السكان وشح الغذاء، وإنما لأنهم لا يقدرون على دفع ثمن هذا الغذاء. قد يكون الغذاء بالفعل قليلا، ولكنه في الوقت ذاته هو تجارة دولية. إنها السياسات الاقتصادية والسياسة الدولية هي التي تؤدي إلى الفقر والجوع، وليس ندرة الغذاء بسبب *النمو السكاني الزائد overpopulation*. سنحاول في هذا الجزء من الكتاب، ودونما الخوض في متاهات مثل تلك المجادلات، دراسة العلاقة بين السكان والبيئة بشكل موضوعي وبأسلوب علمي.

يمكن التعبير عن الأثر البيئي (**ث**) لأي مجتمع سكاني من خلال محصلة ثلاثة خصائص: حجم *السكان* (**ج**) *population size*، *مستوى ترف أو استهلاك الفرد* (**س**) *per-capita consumption*، *والضرر البيئي* (**ض**) *environmental damage* الذي تسببه التقنيات المستخدمة في توفير كل وحدة من الأشياء التي يستهلكها الفرد:

ث = ج س ض

الأثر البيئي لمجتمع سكاني	=	عدد أفراد المجتمع السكاني	x	مقدار ما يستهلكه الفرد من موارد	x	الضرر البيئي الناتج عن كل وحدة استهلاكية

هذه العوامل الثلاثة ليست مستقلة عن بعضها البعض؛ على سبيل المثال، *أثر الفرد* على البيئة (**ض**) *per-capita impact* هو أعلى في المجتمعات الفقيرة جدا (أي عندما تكون قيمة **س** صغيرة جدا) وفي المجتمعات المترفة (أي عندما تكون قيمة **س** كبيرة جدا).

يصبح السؤال الآن: متى يكون لدينا مشكلة زيادة سكانية، وما هو المعدل الأمثل لنمو السكان؟

المفهوم البيئي لسعة الحمل

يستخدم علماء الإيكولوجيا[25] ecology مصطلح *سعة الحمل أو الاحتمال carrying capacity* للتعبير عن العدد الأقصى من أحد أنواع species الكائنات الحية الذي تستطيع أن تعوله منطقة محددة دون حدوث تدهور لهذه القدرة في المستقبل أو الأمد البعيد. تعتبر سعة الحمل قياسا لكمية الموارد المتجددة renewable resources الموجودة في بيئة ما بواسطة عدد الكائنات الحية التي تستطيع أن تعولها هذه الموارد. تتوقف هذه السعة على خصائص كل من المنطقة والكائن الحي؛ المناطق الكبيرة أو الغنية تتمتع بسعات حمل عالية، وتستطيع منطقة ما إعالة عدد من الكائنات ذات الاحتياجات الغذائية القليلة (السحالي مثلا) أكبر من العدد الذي تستطيع إعالته من الكائنات ذات الاحتياجات الغذائية الكبيرة.

عمليا، يصعب تقدير سعة الحمل في منطقة واحدة ولكائن واحد. وبالطبع سيكون الأمر من الصعوبة بمكان عندما يتعلق بتقدير سعة الحمل من الجنس البشري ولكوكب الأرض برمته ـ إن أمكن ذلك أصلا.

---

[25] تستخدم كلمة *الإيكولوجيا* (وتعني حرفيا علم البيئة) *ecology* للإشارة إلى ذاك الفرع من *البيولوجيا* (علم الأحياء) *biology* الذي يهتم بدراسة العلاقات بين مختلف الكائنات الحية والعلاقات بين هذه الكائنات والبيئة التي تعيش فيها، أما تعبير *العلم أو العلوم البيئية environmental science(s)* فيستخدم للإشارة إلى مجموعة العلوم التي تهتم بدراسة تأثير الإنسان على البيئة.

تختلف أنماط الاستهلاك كثيرا بين مجتمع وآخر ومن فرد لآخر داخل نفس المجتمع، كما أن التطور التكنولوجي يغير من كميات وأنواع الموارد اللازمة لمقابلة الاحتياجات الاستهلاكية للسكان. ولذلك تختلف سعة الحمل باختلاف ثقافة المجتمع ومستوى التنمية فيه. هنا، يفرق البعض بين ما يسمى سعة الحمل *البيوفيزيقية biophysical* وسعات الحمل *الاجتماعية social*. تشير الأولى إلى أقصى حجم من السكان تستطيع البيئة البيوفيزيقية إعالته في ظل مستوي معين من التطور التكنولوجي (أي باعتبار المجتمعات البشرية كما لو أنها مزارع من الحيوانات أو تجمعات من الآليين robots)، وتشير الثانية إلى الحدود القصوى maxima التي يمكن إعالتها في ظل مختلف أنظمة البشر الاجتماعية. ولذلك، تكون سعات الحمل الاجتماعية دائما أقل من سعة الحمل البيوفيزيقية في ظل أي مستوى من التطور التكنولوجي. وقد استطاع الإنسان ببراعته التكنولوجية أن يزيد كثيرا من سعات الحمل البيوفيزيقية والاجتماعية، ومازالت هناك فرص للمزيد.

من غير الممكن حاليا تقدير سعات حمل الأرض للجنس البشري على وجه الدقة. غير أن هناك علماء كثر يعتقدون أننا قد تجاوزنا بالفعل سعة الحمل الاجتماعية الحالية، وأننا باستنفادنا لأرصدة *رأس المال الطبيعي natural capital* (مثل التربة والمياه الجوفية والتنوع البيولوجي) إنما نخفض كذلك من سعات الحمل البيوفيزيقية المستقبلية.

ماذا يحدث عندما يتجاوز سكان منطقة ما سعة حملها؟ المثال الكلاسيكي على ذلك هو ما حدث للـ 29 من حيوانات الرنة التي تم إدخالها إلى جزيرة سان ماتيو St. Matthew Island. فبعد أن تكاثرت الرنة بسرعة في البداية حتى وصلت أعدادها إلى 6000، وأخذت تدمر *قاعدة الموارد resource base* التي تعيش عليها، بدأت أعدادها في الانخفاض حتى وصلت إلى أقل من 50 حيوانا.[26]

النمو السكاني المستدام

العملية المستدامة sustainable هي العملية التي تستطيع الاستمرار دون أن تفقد خواصها الهامة. والاستدامة sustainability تضمن بقاء المجتمع السكاني ضمن *الحدود الإيكولوجية ecological limits* (سعات الحمل). يعرف تقرير برنتلان (Brundtland 1987: 43) التنمية المستدامة على أنها "التنمية التي تقابل احتياجات الأجيال الحالية دون المساومة على قدرة الأجيال القادمة على مقابلة احتياجاتها". يتضمن هذا التعريف التزاما أخلاقيا من جانب الأجيال الحالية بتسليم الأجيال القادمة الثروات الطبيعية غير منقوصة.

يؤدي النمو السكاني الزائد (عن سعة الحمل) إلى تدهور الأنظمة البيئية. في المقابل يستطيع الإنسان من خلال براعته العلمية والتكنولوجية رفع سعات الحمل لهذه الأنظمة.[27] هل يمكن لهذه البراعة التكنولوجية أن تمكن الكوكب من استيعاب أكثر من مليون شخصا جديدا ينضمون أسبوعيا إلى سكان الأرض؟ لا أحد يعتقد في ذلك، ويحذر أغلب العلماء من أننا إن لم نحد من الزيادة السكانية بأنفسنا، ستتكفل المجاعات والحروب وغيرها من الكوارث الطبيعية أو البشرية بفعل ذلك. من ناحية أخرى، يعتقد بعض العلماء بعدم إمكانية تحقيق خفض مؤثر في حجم السكان إلا على المدى البعيد، وأن معالجة المشكلات البيئية في الأمد القريب يتطلب العمل على خفض آثار الإنسان السلبية على البيئة بشكل سريع من خلال تحسين التكنولوجيات وربما التغيير في أنماط الحياة.

---

[26] زيادة الوفيات وانخفاض الخصوبة والهجرة هي من ضمن العوامل التي تعمل على الحفاظ على أعداد الحيوانات ضمن سعة حمل النظام البيئي.

[27] التقدم التكنولوجي يؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد كما يخلق بدائل جديدة للموارد المستهلكة.

أدوات السياسة البيئية

يقصد بـ *أدوات السياسة البيئية* *environmental policy instruments* الوسائل والأساليب التي تلجأ إليها الحكومات لتنفيذ سياساتها البيئية.[28] *والسياسات البيئية* *environmental policies* هي ببساطة الإجراءات والترتيبات التي تتخذها الحكومات من أجل حماية البيئة والموارد الطبيعية. من أكثر أدوات *السياسة العامة* *public policy* استخداما في مواجهة المشاكل البيئية ما يلي:

- الأدوات القانونية
- الأدوات الاقتصادية
- حقوق الملكية
- المعلومات والتعليم والتوعية
- الاستثمار العام المباشر

ولكل مجموعة من هذه الأدوات مزاياها وحدودها. وفي الواقع، عادة ما يتم الاعتماد على توليفة من الأدوات المختلفة لمواجهة مشكلة بيئية معينة (إطار 4). كما أن تنفيذ كل وسيلة أو أداة من هذه الأدوات يحتاج إلى الأدوات الأخرى. على سبيل المثال، فرض ضريبة على نشاط ما وفقا لحجم التلوث الناتج منه (وهو ما يعتبر أداة اقتصادية) يستلزم قوانين تشرع ذلك وتنظمه. كما أن تنفيذ القوانين البيئية بأقل تكلفة ممكنة يستلزم الاستعانة بالوسائل الاقتصادية.

الأدوات القانونية Regulatory instruments

ويقصد بها سن القوانين البيئية. وتعرف أيضا باسم *الأمر والرقابة* *command and control*. وهي من أكثر الأدوات شيوعا في الإدارة البيئية.

وتأخذ القوانين البيئية الأشكال التالية:

- ***مقاييس للجودة quality standards***: كأن ينص القانون على وجوب أن لا يزيد تركيز الأتربة العالقة في الجو عن 230 ميكروجرام[29] في المتر المكعب.
- ***حدود للانبعاثات emission limits***: كأن ينص القانون على أن أقصى تركيز من الزئبق يسمح بانبعاثه في عوادم المصانع هو 15 ميكروجرام في المتر المكعب.
- ***محظورات واشتراطات bans and requirements***: كأن ينص القانون على منع اصطياد الأنواع المهددة بالانقراض من الغزال الصحراوي، أو أن يشترط ضرورة إجراء أصحاب المشروعات المزمع إنشائها لدراسات عن الآثار البيئية المتوقعة من تلك المشروعات قبل السماح بإنشائها.

---

[28] في اللغة الإنجليزية هناك فرق في المعنى الاصطلاحي بين كلمة politics، ويقصد بها الشؤون السياسية، وكلمة policy، ويقصد بها التوجه العام.

[29] الميكروجرام هو واحد على المليون من الجرام.

- ***تقسيم للأراضي land zoning***: كأن يحدد القانون المناطق التي يسمح فيها بإنشاء المصانع، وتلك التي تعتبر محميات طبيعية.

استخدام الأدوات القانونية في الإدارة البيئية له ضروراته ومزاياه، وأيضا عيوبه أو حدوده. *سن* قوانين جديدة ليس بالأمر الصعب أو المكلف في حد ذاته. وإذا ما تم تطبيق القوانين البيئية والالتزام بها أمكننا الوصول إلى نوعية البيئة المرجوة. ولكن *فرض* تلك القوانين هو بالفعل صعب ومكلف؛ فضمان التزام الأفراد والمؤسسات بالقوانين البيئية يعني ضرورة توافر مفتشين مؤهلين وأجهزة ومعامل للرصد والتحليل، ومتابعة دورية للمؤسسات المختلفة. على الجانب الآخر، فإن كثرة القوانين دون القدرة على فرضها أو الالتزام بها تقوض من هيبة وسلطة القانون بوجه عام.

على المستوى الدولي تأخذ الأدوات القانونية عادة شكل *المعاهدات treaties والاتفاقات conventions والبروتوكولات protocols* الدولية. وفيما يلي بعض الأمثلة على هذه المعاهدات والاتفاقات:

- معاهدة حظر اختبارات الأسلحة النووية في الغلاف الجوي، الفضاء الخارجي، وتحت الماء (1964/1/10)

Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and Under Water (10/1/1964)

- اتفاقية فيينا لحماية حزام الأوزون (1988/5/9)

Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer (9/5/1988)

- بروتوكول كيوتو لاتفاقية الأمم المتحدة عن تغير المناخ (2005/1/12)

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (12/1/2005)

الأدوات الاقتصادية Economic instruments

يعيب الاقتصاديون على الأدوات القانونية أنها *غير فعالة اقتصاديا economically inefficient*. ويقصدون بذلك أن نفس الأهداف البيئية المرجوة يمكن تحقيقها، وبتكلفة أقل على المجتمع، بالاعتماد على ما يسمى بـ *قوى* أو *آليات السوق market forces* or *mechanisms*. ولذلك، تعرف أيضا هذه المجموعة من الأدوات بـ *الحوافز الاقتصادية economic incentives* أو *الأدوات المعتمدة على السوق market-based instruments*. تأخذ الأدوات أو الحوافز الاقتصادية أشكالا مختلفة:

- ***الضرائب Taxes*** - المثال المشهور لهذه النوعية من الضرائب هو *ضريبة الكربون carbon tax* التي تفرضها بعض الدول الأوربية، مثل انجلترا، على أنواع الوقود الحفري المستخدمة في وسائل المواصلات. يتم تحديد قيمة الضريبة الخاصة بكل نوع وفقا لكميات ثاني أكسيد الكربون، وغيره من غازات الصوبة، التي تنتج من احتراق هذه الأنواع.

- ***الرسوم Charges*** - في مصر والولايات المتحدة تدفع المنشآت الصناعية رسوما مقابل الحق في التخلص من مياه الصرف الصناعي في شبكات الصرف الصحي.

- ***الإعانات المالية Financial assistance*** - على سبيل المثال يقدم "مشروع خفض التلوث البيئي Environmental Pollution Abatement Project (EPAP)" في مصر منحا وقروضا ميسرة للشركات الراغبة في الحد من التلوث الناتج من أنشطتها الإنتاجية.

- ***التصاريح القابلة للمتاجرة Tradable permits*** - وهي تصاريح تصدرها الحكومات وتعطي المنشآت التي تشتريها الحق في صرف قدر محدد من النفايات والملوثات في البيئة (حق التلويث). كما يمكن تداول هذه التصاريح بالبيع والشراء في سوق حرة. من الأمثلة على هذه الوسيلة برنامج المتاجرة في انبعاثات الهواء لولاية متشيجان الأمريكية Michigan's Air Emissions Trading Program.

حقوق الملكية Property rights

تعتبر البيئة من الناحية الاقتصادية من *الموارد المشاع ملكيتها common-property resources* أو *المتاحة للجميع open-access resources*. ويقال أن الموارد التي يملكها الجميع لا يملكها أحد، ومن ثم لا يهتم بصونها أحد. ويعتقد بعض المتخصصين في الاقتصاد البيئي والسياسة البيئية في نظرية جرت هاردن Garrett Hardin الشهيرة عن "مأساة المشاع tragedy of commons"، أي أن الموارد المتاحة للجميع - دون قيود - يستغلها الفرد بشكل أقسى مما لو كانت تخصه لوحده، مما قد يؤدي إلى تدهورها السريع. ومن ثم، يعتبرون أن تحديد حقوق الملكية والانتفاع لمثل هذه الموارد يمكن أن يؤدي إلى حمايتها من التدهور.[30] هذه النظرية هي محل جدل واختلاف بين العلماء. وقد بين أوستروم Ostrom (1990)[31] كيف أن الأفراد الذين يستخدمون الموارد المشاع ملكيتها يعملون على إقامة *قواعد عرفية* أو *أعراف* للحد من المخاطر التي تتحدث عنها "مأساة المشاع". ويعتبر القانون الأمريكي الذي يعرف باسم "قانون حماة أنهر الولايات المتحدة US River Keepers Law" واحد من أولى الأمثلة على تطبيق أساليب تحديد حقوق الملكية؛ حيث يعطي هذا القانون المواطنين الذين يعيشون أسفل النهر الحق في إنهاء مصادر التلوث أعلى النهر بأنفسهم إذا لم تقم الحكومة بذلك.

قد تتضمن هذه الأداة توضيح الحقوق في المياه للحفاظ عليها؛ تقرير الحقوق في الصرف والانبعاثات لمكافحة التلوث؛ و/أو تثبيت ملكية الأراضي لتشجيع الاستثمار في الإسكان. يتطلب عادة البدء في برامج تسوية ملكية الأراضي إرادة سياسية لإقرار إصلاحات في أوضاع الأراضي، ولمراجعة القوانين القائمة. علاوة على ذلك، من المهم فهم الأعراف القائمة المتعلقة بملكية الأراضي، وإدماجها ضمن الأنظمة الحديثة المتبعة في تسجيل الملكية. كما يجب أن تحمي هذه البرامج حقوق الفقراء الذين ربما كانوا يعتمدون على الأراضي العامة في سد الكثير من احتياجاتهم الأساسية.

المعلومات، التعليم، والتوعية Information, education, and awareness raising

المشاكل البيئية معقدة بطبيعتها، ومازالت أسبابها غير مفهومة جيدا، كما وأن حلولها تتطلب مشاركة الجميع كأفراد ومؤسسات ومنظمات. ولذلك، لابد وأن تكون الأدوات الخاصة بالمعلومات والتعليم والتوعية جزءا أساسيا من أي سياسة بيئية فعالة. تندرج تحت هذه المجموعة من الأدوات كل من الآتي:

- قواعد البيانات البيئية؛
- حملات التوعية؛

[30] لاحظ ما في هذه النظرية من مضامين مضادة للفكر الشيوعي.

[31] أنظر:

E. Ostrom (1990). *Governing the Commons*. Cambridge: Cambridge University Press.

- مشاركة الجمهور في *التقييم البيئي*؛[32]
- التقارير الدورية عن حالة البيئة؛
- الأبحاث والدراسات؛
- تدريب المتخصصين؛
- وتقديم الدعم الفني للمنشآت.

ومزايا هذه المجموعة من الأدوات غنية عن التعريف، حتى وإن كانت لا تظهر إلا على المدى الطويل.

الاستثمار العام المباشر Direct public investment

يتضمن هذا الأسلوب الاستثمار العام المباشر لإدارة النفايات، مكافحة التلوث، أو حماية الموارد. وبسبب الأعباء المالية الكبيرة لهذا الأسلوب، لا يتم اللجوء إليه إلا عندما تعجز الأدوات الأخرى عن حل المشكلة. وفي حالة الاحتياج إلى الاستثمار المباشر، لا بد من وجود خطة للتعرف على مصادر التمويل الممكنة، ولتعبئة الموارد المطلوبة. من الوسائل الفعالة في هذا الصدد، مناقشة التدابير البيئية المطلوبة مع الوزارات المركزية، بنوك التنمية الوطنية، وهيئات التنمية الدولية.

فلسفة أدوات السياسة الاقتصادية

يمكن النظر إلى أدوات السياسة البيئية باعتبار أنها الوسائل والأساليب المختلفة لتغيير السلوك. فإذا كانت الأدوات القانونية تتبع أساليب الترهيب (العصا)، فإن الأدوات الاقتصادية تعتمد أساليب الترغيب (الجزرة). أما الأدوات الخاصة بتوفير المعلومات والتعليم والتوعية فتعتمد أساليب الإقناع (القلب).

[32] انظر الفصل الخامس.

إطار 4: سلة الأدوات المقترحة لمكافحة تلوث الهواء في مصر.

تُرجع خطة العمل البيئي المصرية مشكلة تلوث الهواء في المدن الكبرى إلى المصادر التالية: الأعداد الهائلة من السيارات والمركبات؛ محطات توليد الكهرباء؛ والمنشآت الصناعية. توصي الخطة باتباع خليط من الأدوات القانونية وتلك المعتمدة على آليات السوق لضمان النجاح في التأثير على سلوك كل هذه الجهات.

لتخفيض التلوث من المركبات الآلية، توصي الخطة بالإجراءات التالية:

- الإلغاء التدريجي لدعم المحروقات بحلول 1995؛
- فرض ضريبة على المحروقات، واستخدام عوائد هذه الضريبة في تحسين وسائل النقل العام أو مقابل خفض *الضرائب المضرة distorting taxes* (مثل الضرائب على قطع غيار السيارات)؛
- فرض ضرائب أعلى على البنزين المضاف إليه الرصاص مقابل ضرائب أقل على الخالي من الرصاص لتشجيع التحول إلى الأخير؛
- سن قوانين تلزم مصافي البترول بخفض نسبة الرصاص في ما تنتجه من بنزين بالإضافة إلى إنتاج بنزين خالي من الرصاص؛
- وتحسين إدارة المرور والنقل العام.

لخفض التلوث من المصادر الصناعية، توصي الخطة بالآتي:

- إلزام المصانع الموجودة في مناطق حضرية باستخدام وقود لا تزيد نسبة الكبريت فيه عن 1%؛
- فرض ضرائب على نسبة الكبريت في الوقود لتشجيع إزالة الكبريت من المحروقات desulphurization of fuels؛
- وضع مقاييس قانونية لنوعية الهواء؛
- حظر إقامة الصناعات الملوِثة بالقرب من المناطق السكنية؛
- وتوعية الجمهور بمشاكل التلوث.

حماية البيئة على المستوى العالمي

لا ترتبط المشاكل البيئية بالحدود السياسية للدول؛ فالتلوث الناشئ في بلد ما قد ينتقل إلى، ويؤثر على، البلاد المجاورة. كما أن تآكل حزام الأوزون، التغيرات المناخية، التصحر، وغيرها من المشكلات البيئية هي نتيجة لأنشطة الإنسان في أنحاء العالم. وعليه، يتطلب حل الكثير من المشاكل البيئية التعاون بين مختلف دول العالم. الجزء التالي يلقى الضوء على أهم الجهود العالمية في سبيل حل بعض المشكلات البيئية العالمية.

بروتوكول مونتريال

بروتوكول مونتريال حول المواد التي تستنفد حزام الأوزون *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer* هو إحدى الاتفاقيات الدولية لحماية حزام الأوزون. يحدد هذا البروتوكول، والذي بدأ توقيعه في 16 سبتمبر 1987، ودخل حيز التنفيذ في 1 يناير 1989، جدولا زمنيا للإلغاء التدريجي لإنتاج الكيماويات المسئولة عن استنفاد حزام الأوزون.[33] وقد أجريت سبعة تعديلات على البروتوكول حتى الآن: في 1990 (لندن)، 1991 (نيروبي)، 1992 (كوبنهاجن)، 1993

[33] أنظر إطار 5 لمعرفة معاني المصطلحات القانونية المستخدمة في هذا الجزء.

(بانكوك)، 1995 (فيينا)، 1997 (مونتريال)، و1999 (بكين). يتوقع أن يؤدي الالتزام بهذا البروتوكول إلى إصلاح حزام الأوزون بحلول العام 2050. ونتيجة للقبول الواسع الذي حظي به هذا البروتوكول، كثيرا ما يتم تقديمه كنموذج للتعاون الدولي الناجح.

تدور هذه الاتفاقية حول سبع مجموعات من *المركبات الهيدروكربونية المهلجنة halogenated hydrocarbons* التي تبين أن لها دور في استنفاد الأوزون. جميع هذه المواد تحتوي على الكلور أو الفلور في تركيبها الكيميائي (المواد التي تحتوي البروم يعتقد بأنها لا تضر بالأوزون). يستثني البروتوكول "الاستخدامات الضرورية" لهذه المواد حينما لا يتوفر لها بدائل (مثل استخدامها في البخاخات التي يستخدمها مرضى الربو، واستخدام الهالون Halon في أنظمة إطفاء الحرائق في الغواصات والطائرات).

تضمنت هذه الاتفاقية إنشاء ما يعرف باسم *الصندوق متعدد الأطراف لتنفيذ بروتوكول مونتريال Multilateral Fund for the Implementation of Montreal Protocol*. يقدم هذا الصندوق الأموال لمساعدة الدول النامية في التوقف عن استخدام *المواد المستنفدة للأوزون ozone-depleting substances*. يمكن استخدام هذه الأموال على سبيل المثال في استبدال العمليات التصنيعية، التدريب، ودفع الرسوم المستحقة مقابل استخدام التكنولوجيات الجديدة وبراءات الاختراع.

في الوقت الحالي فإن جميع دول العالم، باستثناء تيمور الشرقية، هي مصدقة على بروتوكول مونتريال. ويبلغ عدد الدول الموقعة على آخر تعديل لها (تعديل بكين) 154 دولة. ورغم وجود بعض التقارير عن محاولات فردية للتحايل على الحظر الذي يفرضه البروتوكول، فإن مستوى الالتزام به هو عالي بشكل عام. ووفقا لما ورد في أحدث تقييم علمي (2006) "فإن البروتوكول يعمل: هناك دليل واضح على انخفاض حمل المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي، وبعض الإشارات الأولى عن استعادة الأوزون الجوي".[34]

ميثاق عمل الأمم المتحدة حول تغير المناخ

ميثاق عمل الأمم المتحدة حول تغير المناخ[35] *UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)* هو إحدى الاتفاقات البيئية الدولية التي صيغت خلال مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة والتنمية United Nations Conference on Environment and Development، المعروف باسم قمة الأرض Earth Summit، الذي عقد في ريو دي جانيرو Rio de Janeiro بالبرازيل في الفترة من 3-14 يونيو 1992. يهدف هذا الاتفاق إلى تثبيت تركيزات غازات الصوبة في الغلاف الجوي عند المستويات التي تمنع التأثير الخطر على نظام المناخ.

لم يفرض هذا الاتفاق على الدول المشاركة فيه حدودا إجبارية بالنسبة لانبعاثات غازات الصوبة، وترك ذلك ليتم فيما بعد من خلال ملاحق لهذا الاتفاق (تعرف هذه الملاحق في مصطلحات الأمم المتحدة باسم *البروتوكولات Protocols*). من أهم هذه الملاحق *بروتوكول كيوتو Kyoto Protocol*، الذي أصبح أكثر شهرة من الميثاق نفسه.

بدأ التوقيع على ميثاق العمل هذا في 9 مايو 1992، ودخل حيز التنفيذ في 21 مارس 1994، وذلك بعد أن تم التصديق عليه من قبل 50 دولة. هدف الميثاق كما ورد في بيانه هو "*تثبيت stabilization*

---

[34] أنظر المرجع التالي:

Scientific Assessment of Ozone Depletion (2006):
http://www.esrl.noaa.gov/csd/assessments/2006/report.htm

[35] الترجمة الرسمية لهذا الاتفاق هي *اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ*.

تركيزات غازات الصوبة في الغلاف الجوي عند مستوى منخفض لمنع *التداخل الخطر بفعل الإنسان* *dangerous anthropogenic interference* مع نظام المناخ". يقر هذا الاتفاق مبدأ "المسئوليات المشتركة ولكن بتمايز common but differentiated responsibilities"؛ فقد أقرت الأطراف عليه بالآتي:

- النصيب الأكبر من انبعاثات غازات الصوبة حاليا وتاريخيا مصدره الدول المتقدمة؛
- مازالت *انبعاثات هذه الغازات بالنسبة للفرد* *per-capita emissions* في الدول النامية منخفضة نسبيا؛
- وسوف تزداد انبعاثات هذه الغازات في الدول النامية لمقابلة احتياجاتها التنموية.

يقسم الميثاق الأطراف الموقعة عليه إلى ثلاث مجموعات:

1. دول الملحق I، وهي الدول الصناعية/المتقدمة؛
2. الدول النامية؛
3. ودول الملحق II، وهي مجموعة تحتية من دول الملحق I تضم الدول المتقدمة المستعدة للمساعدة في دفع تكاليف الخفض في الدول النامية.

وقد وافقت الدول المتقدمة/الصناعية الموقعة على العمل طوعا على خفض تركيزات غازات الصوبة في الجو بهدف تثبيتها عند مستويات 1990 بحلول 2000. وكانت من أولى إنجازات الاتفاق إنشاء *حسابات قومية* *national accounts* ترصد الزيادة أو النقص في الانبعاثات من غازات الصوبة في كل دولة.

منذ دخول الاتفاق حيز التنفيذ في 21 مارس 1994 وأطرافه تجتمع سنويا، فيما يسمى مؤتمر الأطراف Conference of Parties (COP)، لتقييم مدى التقدم في التعامل مع مشكلة تغير المناخ. بدأت أطراف الميثاق منذ منتصف التسعينات في التفاوض حول فرض إجراءات ملزمة على الدول المتقدمة لخفض انبعاثاتها من غازات الصوبة في الجو. وبعد مفاوضات مكثفة، أُقرت هذه الالتزامات في *المؤتمر الثالث للأطراف COP-3* في ديسمبر 1997 بمدينة كيوتو Kyoto اليابانية - من خلال البروتوكول الشهير المسمى باسم المدينة: بروتوكول كيوتو.

بروتوكول كيوتو

بروتوكول كيوتو *Protocol Kyoto* هو الاتفاق الملحق بميثاق عمل الأمم المتحدة حول تغير المناخ (UNFCCC) الذي ينشئ التزامات قانونية على أطراف ميثاق العمل، وأساسا الدول الصناعية (ما يعرف في الميثاق بدول الملحق I). وقد ذاع صيت هذا البرتوكول بعد أن امتنع الرئيس الأمريكي الأسبق جورج بوش عن عرض هذا البرتوكول على الكونجرس الأمريكي للتصديق عليه.[36]

بدأت المفاوضات حول البروتوكول في كيوتو باليابان في ديسمبر 1997، وفتح باب التوقيع عليه في الفترة من 16 مارس 1998 إلى 15 مارس 1999. وفقا للبند 25 من البروتوكول فإنه يدخل حيز التنفيذ "في اليوم التاسع عشر بعد التاريخ الذي يضع فيه ما يفيد التصديق أو القبول أو الموافقة ما لا يقل عن 55 من أطراف ميثاق العمل، على أن تشمل أطرافا من الملحق I لا يقل إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المسئولة عنها في 1990 عن نسبة 55%". وقد تحقق الشرط الأول حينما صادقت

[36] الولايات المتحدة وقعت بروتوكول كيوتو ولكنها لم تصدق عليه.

أيسلندا على البروتوكول في 23 مايو 2002. وتحقق الشرط الثاني بتصديق روسيا على البروتوكول في 18 نوفمبر 2004. وبذلك، دخل بروتوكول كيوتو حيز التنفيذ في 16 فبراير 2005.

يفرض البرتوكول على دول الملحق I الالتزام بخفض الانبعاثات من ستة أنواع من غازات الصوبة بخمسة في المائة على الأقل دون مستويات 1990، وذلك خلال الفترة 2008-2012. هذه الأنواع هي ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide، الميثان methane، أكسيد النتروجين nitrous oxide، سادس فلوريد الكبريت sulfur hexafluoride، ومجموعة الغازات الهيدروفلوروكربونية والبيرفلوروكربونية hydrofluorocarbons and perfluorocarbons.

يقر بروتوكول كيوتو مجموعة من المبادئ الهامة فيما يتعلق بالتعامل مع المشاكل البيئية العالمية:

- يحمّل البروتوكول الدول الصناعية العبء الأكبر في خفض تركيزات غازات الصوبة في الجو، كما يحملها مسئولية حماية الدول النامية من آثار التغييرات المناخية المترتبة على وجود هذه الغازات.

- ينشئ البروتوكول على الدول الصناعية تعهدات ملزمة قانونيا بخفض الانبعاثات من غازات الصوبة، كما يشجع الدول النامية على العمل على تحقيق نفس الهدف أيضا.

- من أجل تحقيق أهداف البروتوكول، ستكون الدول الصناعية مطالبة بالتعاون مع بعضها البعض، وبمساعدة الدول النامية في الحصول على التكنولوجيات الأنسب بيئيا.

- ينص البروتوكول على الآليات التنفيذية التي تضمن التنفيذ الفعال للبروتوكول وتحقيق أهدافه.

لتخفيض تكلفة الخفض على دول الملحق I، أنشأ البروتوكول ثلاثة آليات رئيسية: *المتاجرة في الانبعاثات emissions trading*، *آلية التنمية النظيفة clean development mechanism*، *والتنفيذ المشترك joint implementation*.

المتاجرة في الانبعاثات ـ تقوم الدولة المطالَبة بالخفض بتخصيص كمية الانبعاثات المسموح بها على منشآتها الوطنية المختلفة. يكون ذلك من خلال إصدار ما يعرف باسم *تصاريح الانبعاثات emissions permits*. تحدد هذه التصاريح لمن يمتلكها كميات غازات الصوبة التي يستطيع التخلص منها. يتم تحديد كمية الانبعاثات المسموح بها من خلال وحدات تعرف باسم *حصص* أو *مخصصات الكربون carbon credits/allowances* (كأن تعطي الحصة الواحدة لمن يمتلكها الحق في صرف طن متري واحد من ثاني أكسيد الكربون أو ما يعادله من غازات الصوبة الأخرى). وتستطيع المنشآت أن تبيع حصصها التي لم تستخدمها للمنشآت التي ترغب في زيادة مخصصاتها من (حقها في التلويث بـ) انبعاثات غازات الصوبة. بدأ الاتحاد الأوربي في استخدام هذه الآلية بين أعضائه منذ 2005 من خلال ما يعرف باسم *نظام المتاجرة في الانبعاثات للاتحاد الأوروبي European Union Emission Trading System (EU ETS)*.

آلية التنمية النظيفة ـ يسمح بروتوكول كيوتو للدول المطالَبة بخفض انبعاثاتها من غازات الصوبة الحصول على مخصصات إضافية في حالة الاستثمار في مشاريع تخفض من الانبعاثات في الدول النامية، وذلك بعد موافقة *المجلس التنفيذي لآلية التنمية النظيفة CDM Executive Board (CDM EB)* على تلك المشروعات.

التنفيذ المشترك ـ يسمح بند التنفيذ المشترك بتحويل المخصصات فيما بين دول الملحق I. وبالفعل، يتم حاليا تداول هذه المخصصات بين عدة دول فيما بات يعرف بـ*أسواق الكربون carbon markets*.

ومن أجل مراقبة تنفيذ الأطراف لبنود الاتفاقية، أنشئ ما يسمى *فرع الإلزام Enforcement Branch*. وإذا ما قرر فرع الإلزام أن دولة ما من دول الملحق I لم تلتزم بالحدود المسموح بها من الانبعاثات، تصبح تلك الدولة مطالبة بخفض الفارق زائد 30% إضافية. كما يتم تعليق حق هذه الدولة في إجراء *تحويلات transfers* تحت *برنامج المتاجرة في الانبعاثات emissions trading program*.

في أكتوبر 2009، وصل عدد الأطراف المصدقة على بروتوكول كيوتو إلى 184 دولة، إضافة إلى منظمة إقليمية واحدة هي الاتحاد الأوروبي.

نلاحظ ـ على عكس ما حصل بالنسبة لمشكلة استنفاد الأوزون ـ أن المجتمع الدولي استغرق وقتا طويلا للاتفاق على الإجراءات اللازمة لمواجهة مشكلة تغير المناخ. يرجع ذلك إلى الأسباب التالية:

- الأسباب الفعلية لتغير المناخ غير مفهومة جيدا، كما أن التوقعات حول آثار هذا التغير متباينة وغير مؤكدة؛
- الحلول المقترحة تتطلب تغيرات واسعة المدى ومكلفة اقتصاديا؛
- كما أن خطط العمل المقترحة من الأمم المتحدة ربما تعتبر ماسة بسيادة الدول.

وقد كانت هذه بعض الأسباب التي اعتمدت عليها الإدارة الأمريكية في عهد الرئيس جورج بوش في تبرير امتناعها عن عرض بروتوكول مونتريال للتصديق عليه من قبل الكونجرس.

اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر

اسم الاتفاقية الكامل هو طويل بشكل ملحوظ، ولذلك نكتفي بهذا الاسم المختصر: *اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر UN Convention to Combat Desertification*. تم قبول هذه الاتفاقية في 17 يونيو 1994، افتتحت للتوقيع في باريس في أكتوبر من نفس العام، ودخلت حيز التنفيذ في 26 ديسمبر 1996.

هدف الاتفاقية كما ورد فيها هو "مكافحة التصحر وتخفيف تأثيرات *الجفاف drought* في الدول التي تعاني من الجفاف أو التصحر الشديد، وبخاصة في أفريقيا". وتدعو الاتفاقية إلى إجراءات وأفعال تتضمن التعاون الدولي والشراكة من أجل تحقيق هذا الهدف. تركز هذه الإجراءات على تحسين إنتاجية الأرض، إعادة تأهيل الأراضي المتضررة، والإدارة المستدامة للموارد الأرضية والمائية. كما يجب أن تحول هذه الإجراءات دون حدوث العواقب طويلة الأمد للتصحر، بما فيها الهجرات الجماعية، فقدان الأنواع، وتغير المناخ.

تدعو الاتفاقية الدول المتقدمة إلى ما يلي:

- تدعيم جهود الدول المتأثرة الأطراف في الاتفاقية؛
- توفير "الموارد المالية الكبيرة" لمساعدة أطراف الاتفاقية من الدول النامية؛
- تشجيع تعبئة الموارد المالية من جميع المصادر الرسمية والخاصة بالقدر الكافي وفي الوقت المناسب؛
- وتسهيل الحصول على المعرفة والتكنولوجيات الملائمة.

أما الدول المتأثرة بالتصحر فهي مطالبة بالآتي:

- إعطاء الأولوية لمكافحة التصحر والجفاف من خلال تخصيص الموارد المناسبة وفقا لإمكانيات كل بلد؛
- وضع استراتيجيات لمكافحة التصحر والجفاف؛
- مواجهة الأسباب الحقيقية وراء المشكلة، مع إعطاء أهمية خاصة للعوامل الاقتصادية والاجتماعية ذات الصلة؛
- رفع وعي المجتمعات المحلية، وتشجيع مشاركتها في أعمال مكافحة التصحر والجفاف؛
- وتهيئة البيئة المساعدة من خلال وضع القوانين، السياسات، والبرامج المناسبة.

كما تسعى الاتفاقية إلى زيادة فاعلية المساعدات الممنوحة لمكافحة التصحر من خلال التنسيق بين جهود المانحين، وتشجيع الدول المتأثرة على إشراك الناس في خطط العمل القومية. ويعتقد المسئولون عن صياغة الاتفاقية أن السكان المحليين، وهم عادة من الفقراء، يعرفون أكثر من غيرهم عن الأرض التي يعيشون عليها ويعملون بها، ومن ثم فهم أفضل من يساهم في مكافحة تصحرها.

وفقا للاتفاقية فإن خطط العمل أو الاستراتيجيات التي تضعها الدول المتأثرة يجب أن تتوفر بها الملامح التالية:

- تحدد أدوار كل من الحكومة، المجتمعات المحلية، ومستخدمي الأراضي؛
- تحدد الموارد المتاحة؛
- تتضمن استراتيجيات بعيدة المدى؛
- تقترح إجراءات احترازية؛
- تسمح بالتعديل في ضوء الظروف المستجدة؛
- تعزز من القدرات الوطنية في مجال الأرصاد الجوية وعلوم المياه؛
- تشجع التعاون والتنسيق بين المؤسسات والسياسات؛
- تسهل حصول الناس المحليين على المعلومات والتكنولوجيات المناسبة؛
- تشجع على المشاركة الفعالة على المستويات المحلية، القومية، والإقليمية؛
- وتستلزم المراجعة المنتظمة والتقييم الدوري للتقدم في التنفيذ.

كما تشجع الاتفاقية على أن تتضمن خطط العمل إجراءات مناسبة للحد من آثار الجفاف:

- إنشاء أو تقوية أنظمة للإنذار المبكر وآليات لمساعدة الإفراد النازحين بسبب مشاكل الجفاف؛
- تحسين الاستعداد لمواجهة موجات الجفاف، بما في ذلك وضع خطط للطوارئ؛

- أنشاء وتعزيز أنظمة الأمن الغذائي؛
- وتطوير برامج مستدامة لري المحاصيل وروي الماشية.

تتضمن الاتفاقية أربعة ملاحق تبين كيفية تنفيذها في الأقاليم المختلفة: أفريقيا، أسيا، أمريكا اللاتينية والكاريبي، وشمال المتوسط.

وكغيرها من اتفاقيات الأمم المتحدة السابقة، أنشئت اتفاقية التصحر *مؤتمرا للأطراف Conference of Parties (COP)* لمراجعة تنفيذ الاتفاقية وعمل مؤسساتها. ويجب على جميع الأطراف موافاة المؤتمر بتقارير عن ما تم إنجازه لتنفيذ الاتفاقية. كما يتولى مؤتمر الأطراف إنشاء ما يلزم من هيئات مساعدة أو ملاحق للاتفاقية، ويعمل على تسهيل تبادل الخبرات بين الأطراف.

إطار 5: مَسْرد ببعض المصطلحات المستخدمة في الاتفاقات الدولية.

اتفاقية convention: اتفاق ملزم بين الدول. تستخدم عادة للاتفاقات الرسمية بين عدد كبير من الأطراف.

معاهدة treaty: اتفاق دولي بين الدول في صورة مكتوبة يحكمه القانون الدولي.

طرف party: الدولة المشاركة في اتفاقية دولية.

بروتوكول protocol: أداة قانونية دولية تكون ملحقة أو مرتبطة باتفاقية دولية أخرى.

تاريخ القبول date of adoption: عندما توافق الدول المشاركة في المفاوضات حول اتفاقية جديدة على صورتها النهائية.

تاريخ التوقيع date of signature: عندما تعبر الدول عن موافقتها باتفاقية دولية، وعلى أن تصبح ملتزمة قانونيا بها، بالتوقيع على الوثائق الخاصة بهذه الاتفاقية.

تاريخ التصديق date of ratification: عندما تعلن الدول بشكل رسمي ونهائي (حسب القوانين والإجراءات المتبعة في كل بلد) موافقتها على الالتزام باتفاقية دولية.

تاريخ الدخول حيز التنفيذ date of entry into force: عندما تصبح الاتفاقية واجبة التنفيذ من قبل الدول التي وافقت على الانضمام إليها. وقد يرتبط ذلك بتوقيع عدد معين من الدول عليها، كأن يتضمن نص الاتفاقية عبارة تقول "تدخل هذه الاتفاقية حيز التنفيذ عندما يوقع عليها 50 دولة".

التخطيط البيئي

الكثير من الدول تدمج الآن الاهتمامات البيئية ضمن خططها القومية للتنمية، إدراكا منها لما تشكله الأضرار البيئية من تهديد لأفاق التنمية ولرفاهية المواطنين. وخلال العقدين الماضيين، وضعت الكثير من الدول النامية خططا أو استراتيجيات تحدد فيها مشاكلها البيئية ذات الأولوية والإجراءات المطلوب اتخاذها للتعامل مع هذه المشكلات.

نناقش في هذا الجزء العناصر الضرورية لنجاح هذه الخطط أو الاستراتيجيات، وهي مستخلصة من دراسة للبنك الدولي أجريت على 33 خطة واستراتيجية بيئية، ونشرت نتائجها في عام 1995.[37]

عناصر الاستراتيجية القومية البيئية

تحدد دراسة البنك الدولي ثلاثة عناصر حاسمة في الاستراتيجية الناجحة:

- تحديد المشاكل ذات الأولوية؛
- تقرير الإجراءات ذات الأولوية؛
- وضمان التنفيذ الفعال.

تحديد المشاكل ذات الأولوية

الموارد المتاحة لتنفيذ أي خطة هي بطبيعتها محدودة، ولذلك يجب أن يتم تحديد المشاكل البيئية ذات الأولوية في الاستراتيجية البيئية من أجل التخصيص الأفضل لتلك الموارد المحدودة. يشمل تحديد المشاكل ذات الأولوية كل ما يلي: (1) استخدام معايير اختيار شفافة، مثل الآثار على الصحة العامة، الإنتاجية الاقتصادية، وسلامة النظم البيئية؛ (2) إعطاء وزن لأراء الخبراء؛ و(3) الاستماع لاهتمامات عامة الجمهور.

من الطرق الواعدة المستخدمة في المقارنة بين المشاكل طريقة تعتمد على تقدير تكاليف الأضرار ماليا (ضمن ما يعرف بالمحاسبة البيئية التي سنناقشها في فصل خاص).

تحتوي الاستراتيجية القومية البيئية في المتوسط على ست مشاكل رئيسية. من أكثر المشاكل ذكرا في الاستراتيجيات التي تناولتها دراسة البنك الدولي مشكلة تدهور الأراضي والقضايا الحضرية. يلخص جدول 2 المشاكل البيئية الرئيسية التي حددتها هذه الاستراتيجيات القومية.

---

[37] أنظر المرجعين التاليين:

Lampietti and Subramanian (1995); Margulis and Bernstein (1995).

جدول2 : المشاكل البيئية الأكثر ورودا في الاستراتيجيات البيئية.

المنطقة (عدد الاستراتيجيات المفحوصة)	المشاكل البيئية الرئيسية
إفريقيا (14)	تدهور الأراضي والتعرية
جنوب آسيا (5)	تدهور الأراضي والقضايا الحضرية
شرق آسيا & الهادي (4)	إزالة الغابات والقضايا الحضرية
الشرق المتوسط & شمال إفريقيا (2)	موارد المياه، القضايا الحضرية، التلوث الصناعي، والتراث الثقافي
أمريكا اللاتينية & الكاريبي (1)	غير متاحة
أوروبا الوسطى & الشرقية (7)	التلوث الصناعي

فقدان التنوع الحيوي والحياة البرية. ترجع أهمية هذه المشكلة إلى أهمية التنوع الحيوي والحياة البرية كمصدر جذب سياحي وكمستودع لمواد علاجية جديدة. تم تحديد هذه المشكلة في 60% من استراتيجيات دول جنوب آسيا و43% من الدول الأفريقية.

إزالة الغابات. وهي من ضمن أسباب المشكلة السابقة. تم ذكر هذه المشكلة في جميع دول شرق آسيا، 80% من دول جنوب آسيا، و 71% من الدول الأفريقية. تساهم إزالة الغابات في تدهور الأراضي، الفيضانات والجفاف، وإطماء خزانات وقنوات المياه.

تدهور الأراضي والتعرية. ذكرت مشكلة تدهور الأراضي وتعرية التربة في كل دول جنوب آسيا، 93% من البلاد الأفريقية، و75% من دول شرق آسيا والمحيط الهادي. يرد ذكر تدهور الأراضي وإزالة الغابات كثيرا لكون الأراضي والغابات مصدرا هاما لـ *رأس المال الطبيعي natural capital*.

المشاكل البيئية البحرية والساحلية. وردت كمشكلة رئيسية في جميع البلاد الجزر عدا مدغشقر. ترتبط هذه المشاكل في العادة بتنمية المناطق الساحلية لأغراض السياحة وبالاستغلال الجائر للمصايد.

موارد المياه. تشمل مشاكل ندرة المياه وتلوثها. هناك قدر من التشابك بين هذه المشاكل وتلك المتعلقة بالظروف الصحية العامة. ندرة المياه هي مشكلة ذات أسبقية في دول مصر وتونس وقبرص التي تعاني من شح المياه. أما تلوث المياه من مصادر غير صناعية فيرد ذكره كثيرا في استراتيجيات دول إفريقيا وجنوب آسيا. يحدث هذا التلوث من مصادر متنوعة، خاصة من الاستخدام الزائد للأسمدة والمبيدات.

القضايا الحضرية. يرتبط بالتمدد الحضري مجموعة من المشاكل البيئية مثل النفايات البلدية municipal waste، المجاري، وتلوث الهواء بعوادم السيارات. هذه المجموعة الأسرع تزايدا من المشاكل ورد ذكرها كمشاكل ذات أسبقية في جميع دول جنوب آسيا وشرق آسيا & المحيط الهادي، وهذا ليس مستغربا في ضوء النمو الاقتصادي الكبير الذي تشهده هذه المناطق. يشكل التلوث من عوادم السيارات مشكلة حادة بشكل خاص في مصر وجنوب آسيا، ويسبب إشعال الفحم بالمنازل مشاكل كبيرة في الصين ودول أوروبا الوسطى & الشرقية.

التلوث الصناعي. ورد ذكر التلوث الصناعي، والذي يشمل تلوث الهواء، تلوث المياه، والنفايات الخطرة، في 64% من الاستراتيجيات البيئية. وتركز التشيك وسلوفاكيا على مشكلة تلوث الغذاء. يرتبط التلوث الصناعي في الهند بالصناعات الصغيرة الحجم. تشكل النفايات الخطرة مشكلة رئيسية في أوروبا الوسطى & الشرقية، حيث تعاني خمسة من تلك الدول السبعة التي شملتها الدراسة من تلوث التربة والمياه بالنفايات.

التراث الثقافي. فقدان التراث الثقافي مشكلة ذات أهمية خاصة في مصر، تونس، بتسوانا، لسوتو، نبال، وقبرص. ترتبط هذه المشكلة بحركة السياحة في هذه الدول، كما يؤدي النمو الحضري إلى حدوث تغييرات في البنية الطبيعية والاجتماعية-الاقتصادية للأحياء التاريخية.

تقرير الإجراءات ذات الأولوية

تتضمن هذه الخطوة تشخيص الأسباب الكامنة وراء المشاكل البيئية وإيجاد الحلول الفعالة والممكنة لهذه المشاكل.

تشخيص الأسباب الكامنة. لابد من فهم الأسباب الحقيقية للمشكلات البيئية حتى يمكن وضع الحلول الملائمة لهذه المشكلات. غالبية المشاكل البيئية تنشأ من تفاعل نوعين من العوامل: (1) عوامل ضغط pressure factors، مثل النمو السكاني، الفقر، والأنشطة الاقتصادية؛ و(2) عوامل تمكين enabling factors، ويقصد بها إخفاقات الأسواق، الحكومات، والمؤسسات التي تمكن عوامل الضغط من إحداث الضرر. التشخيص الدقيق للأسباب هو أمر حاسم في إيجاد العلاج الناجع للمشكلات.

تربط الاستراتيجية المصرية بشكل واضح بين أسباب المشكلات البيئية والإجراءات المقترحة لحل هذه المشكلات. على سبيل المثال، تقترح هذه الخطة رفع الدعم تدريجيا من على أنواع الوقود الحفري، والذي يشجع على الاستهلاك المفرط للوقود ومن ثم زيادة انبعاثات ملوثات الهواء. تتبع استراتيجيات اليمن وأوروبا الوسطى & الشرقية أسلوبا مشابها.

إيجاد الحلول الفعالة والممكنة. المشكلات البيئية عديدة، بينما الموارد المتاحة للتعامل معها هي بطبيعتها محدودة. ولذلك لابد من *تخصيص* هذه الموارد بالشكل الذي يحقق أفضل استفادة ممكنة. يتبع المحللون عدة طرق لتحديد أولويات الإجراءات والحلول المقترحة، أهمها طريقتان: (1) *تحليل التكاليف والمنافع cost-benefit analysis*؛ و(2) *تحليل الكلفة والفعالية cost-effectiveness analysis*.

تحليل التكاليف والمنافع الكمي هو الوسيلة الأمثل نظريا ـ ولكنها الأصعب عمليا. في هذه الطريقة يتم المقارنة بين البدائل المختلفة بناء على قيمة التكاليف والمنافع المتوقعة لكل بديل.[38] عمليا يصعب تقدير الكثير من التكاليف/المنافع البيئية والاجتماعية ماليا (مثل تلك الخاصة بفقدان الحياة البرية، تدمير جمال الطبيعة، تحطيم الصلات الاجتماعية، الخ). ولذلك ليس مفاجئا أن لا نجد أمثلة جيدة لاستراتيجيات بيئية اتبعت هذا التحليل بشكل شامل. في محاولة لإجراء تحليل التكاليف والمنافع في ظل غياب التقديرات المالية للكثير من التكاليف/المنافع البيئية، استخدمت استراتيجية سيراليون ما يمكن تسميته بتحليل *التكاليف والمنافع غير النقدي* أو *الوصفي non-monetary or qualitative cost-benefit analysis*. فقد استعانت هذه الاستراتيجية بفريق من الخبراء من تخصصات متنوعة لترتيب التكاليف والمنافع المختلفة على مقياس من ثلاث نقاط: منخفضة ـ متوسطة ـ مرتفعة (إطار 6).

[38] القيمة الحالية للتكاليف والمنافع المستقبلية (أنظر الجزء الخاص بالمحاسبة البيئية).

عادة ما يكون تقدير تكاليف إجراءات حماية البيئة المقترحة أقل صعوبة من تقدير المنافع المترتبة على تنفيذ هذه الإجراءات. على سبيل المثال، يمكن خفض التلوث الصناعي من خلال تنفيذ إجراءات تكنولوجية محددة، مثل استبدال الوحدات المتهالكة أو التقنيات القديمة ومعالجة النفايات الخطرة. وبينما يسهل عادة تقدير تكاليف تنفيذ هذه الإجراءات، يصعب في المقابل تحديد المنافع البيئية المترتبة على خفض التلوث، فضلا عن تقدير قيمتها المالية. بسبب هذه الصعوبات، يلجأ المخططون إلى أسلوب بديل من أجل تحديد أولويات العمل البيئي، هذا الأسلوب هو *تحليل الكلفة والفعالية*. يهتم هذا التحليل بالإجابة على السؤال التالي: لتحقيق هدف ما، أي الوسائل هي الأقل كلفة؟ تقدم لنا استراتيجية بولندا مثالا جيدا على استخدام تحليل الكلفة والفعالية في التخطيط البيئي. عند إعداد برنامج عمل لمكافحة تلوث الهواء في أنحاء بولندا، أجريت دراسة للمقارنة بين تكاليف الأدوات المختلفة التي يمكنها تحقيق الخفض المنشود في مستويات الملوثات التالية: الأتربة، ثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النتروجين. وقد خلصت هذه الدراسة إلى أن الاعتماد على رسوم التلوث pollution charges، مقارنة مع استخدام الأدوات القانونية regulatory instruments، من شأنه أن يقلل من القيمة الحالية لتكاليف المكافحة بنسبة 54% (ما يعادل نحو سبعة ملايين دولارا أمريكيا) خلال فترة 24 عاما.

الاختيار الأنسب من بين الإجراءات المقترحة لا يتم فقط وفقا لفعالية هذه الإجراءات، ولكن أيضا وفقا لإمكانية تطبيقها من الناحية المالية، الإدارية، والسياسية. على سبيل المثال، تقوم الكثير من الدول النامية بسن العديد من تشريعات حماية البيئة دونما اعتبار لما يحتاجه التنفيذ الفعال لهذه القوانين من إمكانيات مالية وفنية قد لا تكون متاحة في هذه الدول. وقد يحدث التعارض أحيانا بين الاعتبارات البيئية والاعتبارات الاجتماعية-الاقتصادية. في المكسيك، على سبيل المثال، كانت الضرائب على ملكية السيارات القديمة (والأكثر تلويثا) أقل منها على السيارات الحديثة. ففي حين كانت هذه السياسة تراعي

إطار 6: حساب أولوية المشاكل البيئية في سيراليون.

استخدم الخبراء في سيراليون ثلاثة مستويات (منخفضة، متوسطة، مرتفعة) وثلاثة معايير لتحديد أولوية المشاكل البيئية. أما الثلاثة معايير فكانت الأهمية البيئية، منافع التدخل المحتملة، تكاليف التدخل المحتملة. تم بعد ذلك حساب درجة الأولوية لكل مشكلة بيئية عن طريق ضرب الأهمية البيئية في الفرق بين المنافع والتكاليف.

المشكلة	الأهمية البيئية	منافع التدخل	تكاليف التدخل	درجة الأولوية
تلوث المياه	مرتفعة	مرتفعة	متوسطة	مرتفعة
توفر المياه	مرتفعة	مرتفعة	منخفضة	مرتفعة
الظروف المعيشية				
• في المدن	مرتفعة	مرتفعة	متوسطة	مرتفعة
• في الريف	متوسطة	متوسطة	متوسطة	منخفضة
تدهور الأراضي	مرتفعة	مرتفعة	متوسطة	مرتفعة
إزالة الغابات	متوسطة	مرتفعة	منخفضة	مرتفعة
تدهور الغابات	متوسطة	متوسطة	منخفضة	متوسطة
فقدان التنوع الحيوي	منخفضة	مرتفعة	منخفضة	متوسطة
فقد المانغروف	منخفضة	مرتفعة	منخفضة	متوسطة
التلوث من التعدين	منخفضة	منخفضة	منخفضة	منخفضة
تدهور الأراضي من التعدين	مرتفعة	مرتفعة	متوسطة	مرتفعة

الفقراء إلا أنها شجعت في الوقت ذاته على انتشار السيارات القديمة، ومن ثم زادت من مشكلة تلوث الهواء. مثال آخر من مصر، منعت المحافظات الكبرى الترخيص للسيارات القديمة بالعمل كسيارات أجرة. وقد أدى هذا الإجراء إلى زيادة نسبة البطالة بين السائقين المهنيين. على كل حال، تستطيع هذه التحليلات المقارنة أن توفر البلايين من الدولارات لخزائن الدول. في النهاية، يجب أن لا ننسى أن التخطيط البيئي هو عملية سياسية تتأثر بالكثير من العوامل وتوازن بين العديد من الاعتبارات.

ضمان التنفيذ الفعال

إعداد الاستراتيجيات البيئية على أساس من التحليل الدقيق والتحديد الجيد للأولويات لا يضمن في حد ذاته التنفيذ الفعال لهذه الاستراتيجيات. تظهر التجربة أن توفر التزام حقيقي من الحكومات وقدرات جيدة في المؤسسات هو أمر حيوي لنجاح تنفيذ هذه الاستراتيجيات. للعوامل الخمسة التالية أهمية خاصة في ضمان التنفيذ الفعال للاستراتيجيات البيئية: (1) التناغم بين الأهداف البيئية والأهداف التنموية العامة؛ (2) إشراك أصحاب الشأن الأساسيين؛ (3) تحسين أداء المؤسسات؛ (4) تعبئة الموارد المالية؛ و(5) المتابعة والتقييم.

التناغم بين الأهداف البيئية والأهداف التنموية العامة

قد تبدو إجراءات حماية البيئة على إنها معوقات للتنمية إذا ما تم إقرارها بمعزل عن الواقع الاجتماعي-الاقتصادي وعن أهداف عملية التنمية. يمكن أن يحدث هذا إذا ما قامت الجهات البيئية بتحديد الأهداف البيئية دون استشارة الهيئات الحكومية الأخرى أو عامة الجمهور. في بولندا على سبيل المثال، تم تحديد بعض المواصفات البيئية عند مستويات مبالغ فيها مما جعل الالتزام بها أمرا غير ممكنا من الناحية الاقتصادية، ولم ينجح هذا الإجراء في تحقيق الغرض منه. لتجنب أوضاع مماثلة، من المهم أن يتم صياغة الأهداف البيئية بشكل واقعي وأن يتم ربطها، إن أمكن ذلك، ببعض المنافع الاقتصادية مثل انخفاض التكلفة أو زيادة الإنتاجية. لا تتمتع أي استراتيجية بيئية بالفاعلية إذا ما تجاهلت المشاكل الاجتماعية-الاقتصادية الخطيرة مثل تدني إنتاجية الصناعة أو زيادة البطالة.

إشراك أصحاب الشأن الأساسيين

الاستراتيجيات البيئية التي يشترك في صياغتها مجموعة واسعة من أصحاب الشأن من القطاع العام والخاص وعامة الجمهور تكون فرصتها أكبر في النجاح؛ عندما يشعر الإنسان بأنه شريك فعلي في مشروع عادة ما يكون أكثر حرصا على نجاح هذا المشروع. تحقق *المشاركة participation* في صياغة الاستراتيجيات البيئية المنافع التالية:

- قاعدة عريضة من المعارف والآراء في القضايا، المقايضات، والخيارات في الوقت المحدود المتاح؛
- فهم ونقاش أوسع للقضايا المختلف عليها داخل وبين الجماعات المختلفة؛
- إمكانية التعامل مع المسائل الشائكة ـ مثل الأمور التي من شأنها تغيير القيم، أنماط الحياة، أو الظروف المحلية والأمور التي قد تسبب الفقر أو مشاكل أخرى يصعب اكتشافها من الوهلة الأولى؛
- تحديد أهداف واقعية تحظى بقبول الأطراف المحلية؛

- ومصداقية سياسية أعلى من تلك الخاصة بالاستراتيجيات التي يقوم بصياغتها فقط الفنيون والموظفون الحكوميون.

تحسين أداء المؤسسات

لا يمكن ترجمة السياسات والإجراءات المصاغة جيدا إلى ممارسة فعلية إذا لم يكن هناك إطار قانوني واضح ومؤسسات قادرة على تنفيذ هذه السياسات والإجراءات. يتضمن تحسين أداء المؤسسات النقاط التالية: (1) تحديد واضح لمسئوليات المؤسسات المختلفة؛ (2) وجود قوانين شفافة ومتسقة؛ و(3) ضمان مقدرة المؤسسات على التنفيذ.

تتعلق المشاكل البيئية عادة بالعديد من القطاعات الاقتصادية (صناعة، زراعة، سياحة، الخ)، ولذلك يتطلب التنفيذ الفعال للاستراتيجيات البيئية وجود تحديد واضح للمسئوليات، وآلية للتنسيق بين الوزارات والهيئات الحكومية المختلفة. كما يجب أن تكون القوانين البيئة واقعية، واضحة، ومتسقة مع بعضها ومع القوانين والسياسات الأخرى.

يفتقر الكثير من المؤسسات في الدول النامية إلى الموارد، الحوافز، والكوادر المدربة اللازمة للقيام بمهام الإدارة البيئية بشكل ملائم. في بعض الحالات، يعكس مثل هذا الضعف المؤسسي غيابا للالتزام السياسي بالأهداف البيئية. إحدى الطرق المفيدة لخلق هذه الإرادة السياسية هي تقوية الفئات المهمشة وتشجيع مشاركتهم من خلال التعليم البيئي والتوعية وتفويض المسئوليات التشريعية والإدارية.

تعبئة الموارد المالية

يمكن تنفيذ العديد من التحسينات البيئية بالقليل من التكاليف المالية، أو بدون تكلفة أحيانا، من خلال إلغاء السياسات المخطئة مثل دعم الوقود الحفري. يجب اتباع هذه الفرص أولا. مع ذلك، تحتاج التحسينات البيئية في الكثير من الحالات لاستثمارات جديدة. يمكن تعبئة الدعم المالي لهذه التحسينات من مصادر داخلية وخارجية. قامت عدة دول مثل مصر، الصين، إندونيسيا، اليابان، كوريا، وبولندا بإنشاء صناديق بيئية تمول من عائدات رسوم التلوث والضرائب والمخالفات البيئية لتساعد في تمويل التحسينات البيئية. وهناك مشاريع ممولة من الخارج تدعم تنفيذ الاستراتيجيات البيئية في عدة بلدان، مثل مدغشقر، موريشيوس، غانا، وسريلانكا.

المتابعة والتقييم

التنفيذ الفعال يتطلب المتابعة المستمرة لفهم ما الذي يعمل وما لا يعمل في الاستراتيجيات قيد التنفيذ. علاوة على ذلك، قد تظهر أولويات جديدة نتيجة لتوفر معلومات جديدة أو حدوث تغير في الظروف البيئية والمؤسسية. كما قد تؤثر التغيرات في الهياكل الحكومية أو القدرات المؤسسية على فعالية السياسات المختارة. في جميع هذه الحالات، يجب تحديث، تنقيح، أو تعديل الاستراتيجيات لمواكبة المستجدات. على سبيل المثال، بينت المراجعة التي أجريت في 1991-1992 للاستراتيجية الأولية لبلغاريا الآتي: رغم ظهور تحسن في نوعية البيئة خلال الثلاث للأربع سنوات الأخيرة، لم يكن تنفيذ الاستراتيجية البيئية هو السبب الرئيس أو الوحيد وراء هذا التحسن؛ فقد ساهم هبوط النشاط الاقتصادي خلال تلك الفترة في ظهور هذا التحسن، ولم يتم تنفيذ الاستراتيجية البيئية إلا جزئيا فقط. ومع ذلك، فقد حدث تقدم ملحوظ فيما يتعلق بتطوير التشريعات والقوانين البيئية، تقوية المؤسسات البيئية، الرصد البيئي، وإنشاء آليات لتمويل حماية البيئة. وقد تم تحديث الاستراتيجية بناء على نتائج هذه المراجعة.

كيف يمكن قياس مدى التقدم أو النجاح في تنفيذ الاستراتيجية؟ *مؤشرات الأداء performance indicators* هي إحدى الطرق المستخدمة لهذا الغرض. على سبيل المثال، يمكن مقارنة تركيزات

الجسيمات العالقة بهواء المناطق الصناعية بالمستويات التي توصي بها منظمة الصحة العالمية. تعتمد بعض هذه المؤشرات على البيانات الإحصائية التي يتم جمعها بصفة منتظمة عن الموارد، مثل مساحات الغابات أو أحجام الثروة السمكية. قد يلزم في حالات أخرى، كما هو الحال في تلوث الهواء بالمدن، إنشاء أنظمة رصد خاصة. وقد بدأت بعض الدول في إنشاء نظم خاصة للمعلومات البيئية. في شيلي، على سبيل المثال، توجد بالبنك المركزي وحدة خاصة بالمحاسبة البيئية تسعى إلى استخدام أساليب ومبادئ *محاسبة الموارد resource accounting* من أجل قياس التغيرات في عديد من موارد الدولة الرئيسية، ومنها المعادن، المصايد، والغابات.[39]

[39] انظر الفصل الحادي عشر عن المحاسبة البيئية.

تقييم الأثر البيئي

تتطلب قوانين معظم الدول حاليا من أصحاب المشروعات المزمع إنشائها إجراء دراسة عن الآثار البيئية المتوقعة لتلك المشروعات، وتقديم هذه الدراسة للجهات المختصة بالموافقة على إنشاء المشروعات. تعرف هذه الدراسة باسم *تقييم الأثر البيئي* *environmental impact assessment (EIA)*. يُأمل أن تساعد هذه الدراسة في جعل المشروعات الجديدة أخف وطأة على البيئة وأكثر نفعا للمجتمعات المحلية.

عملية تقييم الأثر البيئي

تحدد قوانين كل بلد الإجراءات التفصيلية التي يجب أن تمر بها عملية تقييم الأثر البيئي. وبصفة عامة هناك مجموعة من الخطوات أو المراحل الرئيسية لهذه العملية (شكل 11).

الفرز Screening

تبدأ عملية التقييم بمرحلة *الفرز screening*. في هذه المرحلة يتم تصنيف المشروعات وفقا لدرجة تأثيرها المتوقع على البيئة. وعادة ما يتم تصنيف المشروعات في ثلاثة أقسام. الأول يشمل المشروعات المتوقع أن يكون لها آثار هامة على البيئة، ومن ثم تتطلب دراسة معمقة لتلك الآثار. الثاني يضم المشروعات المعفاة من عملية تقييم الأثر البيئي، وهي المشروعات التي لا يُتوقع أن يكون لها آثار سلبية كبيرة على البيئة. القسم الأخير يشمل المشروعات الواقعة بين المجموعتين السابقتين والتي تحتاج لتقييم موجه لبعض النقاط الهامة والمحدودة. وغني عن الذكر، أن الهدف من الفرز هو زيادة فاعلية عملية التقييم بحيث يتم تركيز الجهود والموارد على المشروعات المتوقع أن تكون آثارها البيئية كبيرة وهامة.

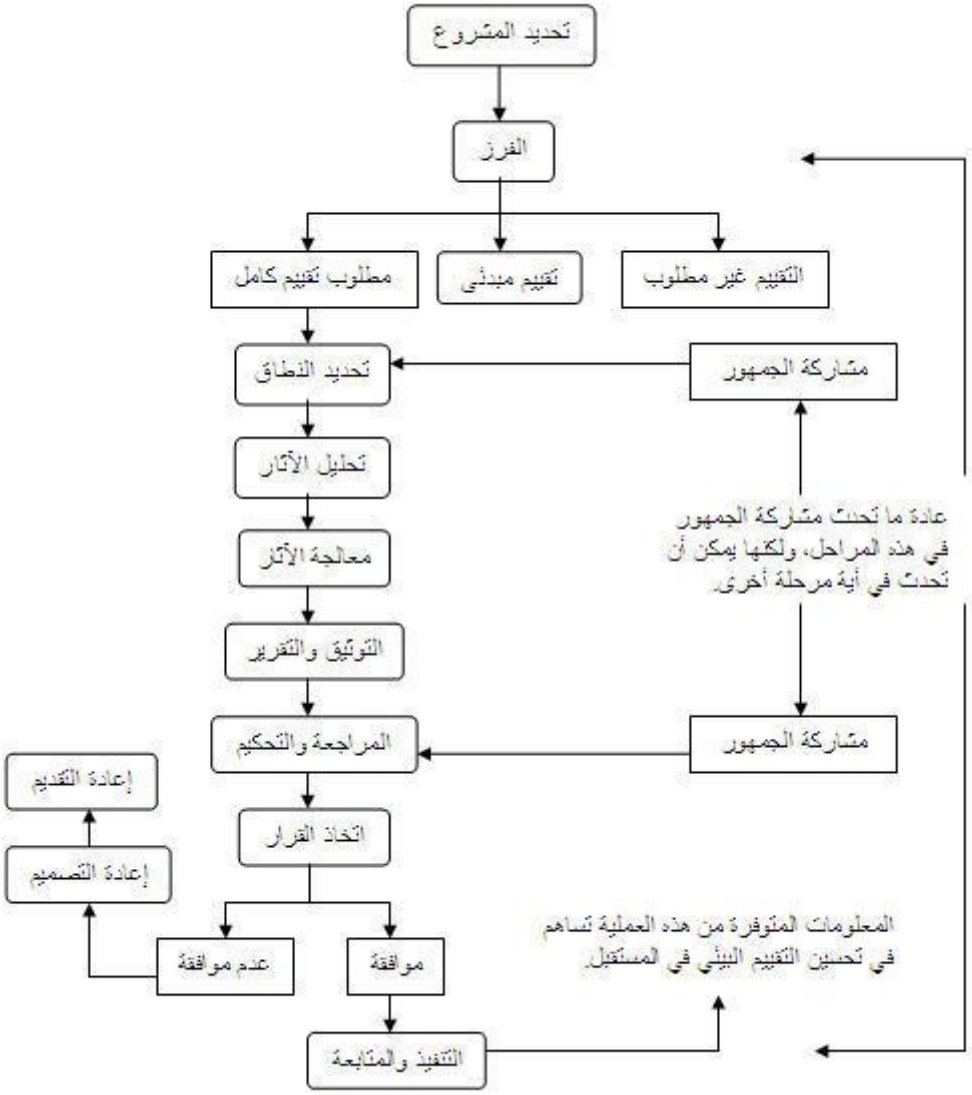
يتولى الفرز المؤسسة العامة المناط بها إدارة عملية تقييم الأثر البيئي. وعادة ما يتم الفرز من خلال إصدار قائمة بالمشروعات التي تحتاج لتقييم بيئي كامل، وأخرى بالمشروعات المعفاة. أما المجموعة الثالثة من المشروعات فقد توضع في قائمة خاصة، وقد تعرض على فريق من المحكمين لتحديد مستوى التقييم المطلوب لكل مشروع على حده.

تحديد النطاق Scoping

الخطوة التالية بالنسبة للمشروعات المطلوب لها تقييم كامل هي ما يعرف بـ *تحديد النطاق* (نطاق الدراسة) *scoping*. في هذه المرحلة يتم تحديد الجوانب الأكثر أهمية المطلوب دراستها. ويجب تحديد هذه الأولويات بالتشاور مع المتخصصين العلميين، الفنيين، المجتمعات المحلية، الجمعيات الأهلية، وأصحاب المشروع. ودراسات التقييم التي تغفل الآثار الهامة، مثلما هي الدراسات "الموسوعية" التي تتناول كل الأمور الهامة وغير الهامة، هي نوعية سيئة من الدراسات.

توقع الآثار وتقييمها Impact prediction and evaluation

في هذه المرحلة يتم تحديد الآثار البيئية المتوقع حدوثها نتيجة للمشروع، حجم هذه الآثار، وأهميتها. وهنا يجب التمييز بين مقدار الأثر أو حجمه وبين أهميته؛ قد تكون الآثار المتوقعة صغيرة في المقدار أو الحجم ولكنها مع ذلك في غاية الأهمية. تختلف أهمية الآثار البيئية من مكان لآخر ومن مجتمع لمجتمع.



شكل11 : عملية تقييم الأثر البيني.

ويجب أن يشمل التقييم، بجانب *الآثار المباشرة direct impacts*، كل من *الآثار غير المباشرة indirect impacts* و*الآثار التراكمية cumulative impacts*. من الأمثلة على الآثار المباشرة زيادة انبعاثات الجسيمات العالقة في الهواء نتيجة لتشغيل محطة جديدة لتوليد الطاقة. ويقصد بالآثار غير المباشرة (وتسمى أيضا *الآثار الثانوية secondary impacts*) التغيرات التي تترتب أيضا على إنشاء أو تشغيل المشروع ولكنها لا تحدث بالسرعة أو في المحيط الضيق للمشروع كما هو الحال بالنسبة للآثار المباشرة. من أمثلة هذه النوعية من الآثار زيادة معدلات الإصابة بالبلهارسيا بين المزارعين المصريين بعد إنشاء السد العالي. أما الآثار التراكمية فتشير إلى التغيرات التي يسببها المشروع والتي قد لا تكون في حد ذاتها خطيرة على صحة الإنسان أو سلامة البيئة، ولكنها تصبح خطيرة عند إضافتها إلى التغيرات التي أحدثتها مشروعات مجاورة أخرى حديثة الإنشاء أو تلك المتوقع حدوثها من مشروعات تحت الإنشاء.

معالجة الآثار Impact mitigation

يَتبَع تقييم الآثار، تحديد الإجراءات التي سيتم اتخاذها من أجل التخفيف من الآثار البيئية السلبية المتوقعة من المشروع. وقد يكون ذلك من خلال بعض التعديلات في تصميم المشروع أو في أسلوب تشغيله. ولذلك، من الأفضل أن تبدأ دراسة التقييم البيئي في مرحلة مبكرة من تخطيط المشروع. وقد تأخذ هذه الإجراءات شكل التعويضات المباشرة. وقد يتم زيادة الآثار الايجابية للمشروع للتعويض عن آثاره الضارة، كأن يتم، مثلا، زيادة فرص العمل بالمشروع لأهالي المناطق المتضررة من إنشائه.

التوثيق والتقرير Documentation and reporting

تُعرض نتائج دراسة تقييم الأثر البيئي على الجهات المعنية في أشكال مختلفة: تقارير، رسوم، عروض، أو غيرها. التقرير الذي يجب على صاحب المشروع بحكم القانون تسليمه للجهة صاحبة القرار يعرف عادة باسم *بيان الأثر البيئي environmental impact statement (EIS)*. والغرض الرئيس من تقرير أو بيان الأثر البيئي هو إيضاح الآثار المحتملة للمشروع المقترح والإجراءات الواجب اتّباعها لمعالجة أو التقليل من الآثار السلبية. يجب أن يحتوي البيان البيئي على المعلومات التي تحتاجها عدة جهات:

- صاحب المشروع لكي ينفذ مشروعه بطريقة مسئولة بيئيا واجتماعيا؛
- الجهات المسئولة لكي تتخذ القرار السليم فيما يتعلق بالمشروع المقترح، بما في ذلك الشروط التي يلزم تحققها للموافقة على إنشاء المشروع؛
- وعامة الجمهور من أجل أن يفهموا المشروع المقترح وآثاره المحتملة على الناس والبيئة.

وبيان الأثر البيئي المفيد هو ذاك الذي تتوفر فيه الملامح التالية:

- أن يكون صاحب المشروع قادرا على الالتزام بالإجراءات التي يوصي بها التقرير من أجل أن يكون المشروع سليم من الناحية البيئية؛
- أن يوفر التقرير المعلومات التي تحتاجها الجهة صاحبة القرار لاتخاذ القرار السليم؛
- أن يكون سهل الفهم لعامة الجمهور، وأن يوصل لهم الأمور الفنية بطريقة مبسطة وشاملة في نفس الوقت.

يجب أن يحتوي عادة تقرير أو بيان الأثر البيئي على المكونات الأساسية التالية:

- ملخص تنفيذي ـ غالبا ما يكون هذا الملخص هو الجزء الوحيد في التقرير الذي يقرأه متخذ القرار وعامة الجمهور. ولذلك، يجب أن يشرح الملخص التنفيذي بإيجاز وبلغة بسيطة مجمل نتيجة دراسة التقييم البيئي؛
- وصف للمشروع؛
- وصف للبيئة المتأثرة بالمشروع؛
- بدائل المشروع، ولماذا وقع الاختيار على البديل المختار؛

- الآثار الهامة المتوقعة من المشروع؛
- الإجراءات التلطيفية المزمع تنفيذها للتخفيف من الآثار السلبية للمشروع؛
- وخطة للإدارة البيئية للمشروع فيما بعد إقامته وتشغيله.

المراجعة والتحكيم Review

الهدف من المراجعة (مراجعة بيان الأثر البيئي) هو ضمان جودة وكفاية المعلومات المتحصل عليها من دراسة التقييم. كما توفر هذه المرحلة الفرصة الأخيرة ـ وغالبا الأهم ـ لمشاركة الجمهور. تختلف الجهة المسئولة عن إجراء المراجعة والتحكيم من بلد لآخر. يفضل عادة أن يقوم بالمراجعة جهة ثالثة مستقلة عن الجهة صاحبة المشروع وعن الجهة التي بيدها القرار بالموافقة على أو رفض إقامة المشروع.

تتناول المراجعة الشاملة لتقرير الأثر البيئي الكثير من الأمور التالية أو جميعها:

- هل يغطي التقرير البنود المتفق عليها في عملية تحديد النطاق؟
- هل يوفر كل جزء من الأجزاء الأساسية للتقرير المعلومات الضرورية لمتخذي القرار؟
- هل المعلومات الواردة في التقرير صحيحة، دقيقة، وسليمة من الناحية الفنية؟
- هل تم مراعاة وجهات نظر واهتمامات الأطراف المتأثرة والمعنية بالمشروع؟
- هل يقدم التقرير بيان شامل ومرضي بالنتائج المحورية، مثل الآثار الهامة والإجراءات التلطيفية الضرورية؟
- هل يوفر التقرير كافة المعلومات المطلوبة في عملية اتخاذ القرار؟ وهذا هو الجانب الأهم في عملية المراجعة والذي سيحدد ما إذا كان سيتم قبول هذا التقرير، كما هو أو بعد بعض التعديلات الطفيفة، أم رفضه.

وأياً كان النظام المتبع في المراجعة، يجب ضمان الموضوعية في التحكيم. ومن شأن تحديد معايير محددة للتحكيم وإشراك الجمهور وخبراء مستقلين أن يزيد من موضوعية المراجعة والتحكيم.

عادة ما يتم طلب ملحوظات الجمهور مكتوبة خلال فترة محددة. وقد تعقد، خاصة في حالة المشروعات الكبيرة، جلسات استماع لعامة الجمهور public hearings.

اتخاذ القرار Decision making

الهدف الأساسي من عملية تقييم الأثر البيئي برمتها هو إدماج الاعتبارات البيئية في عملية اتخاذ القرار. كما إنها تدعم مشاركة الجمهور، أو ما يسمى *الاتجاه التشاركي participatory approach*، في اتخاذ القرار. في غالبية المشروعات يكون هناك العديد من المسئولين عن اتخاذ القرار. على سبيل المثال، إذا كان المشروع هو إنشاء محطة لتوليد الكهرباء بتمويل من جهة دولية ستشمل قائمة متخذي القرار كل من الآتي:

- الجهة الدولية المانحة، والتي سترغب في أن تتأكد من توافق المشروع مع اشتراطاتها المتعلقة بتقييم الأثر البيئي؛
- الجهات الحكومية المسئولة عن منح التراخيص مثل الترخيص بتمهيد الأرض واستيراد الأجهزة والمعدات؛
- والرئيس التنفيذي أو المدير المسئول عن إنشاء المشروع.

ويجب إدراك أن القرار المتخذ في النهاية هو قرار سياسي مبني على اعتبارات متعددة (اقتصادية، اجتماعية، وسياسية) وليست بيئية فقط، وأن نتائج تقييم الأثر البيئي للمشروع هي جزء فقط ـ رغم أهميته ـ من الاعتبارات التي تؤثر في عملية اتخاذ القرار. من أهم العوامل التي تؤثر عادة في اتخاذ القرار ما يلي:

- وجود آثار بيئية هامة للمشروع؛
- نتائج الجدوى الاقتصادية والأهمية الاجتماعية للمشروع؛
- والضغوط والاعتبارات السياسية.

في الممارسة، نادرا ما تؤدي عملية تقييم الأثر البيئي إلى رفض المشروع المزمع إنشائه ـ حتى ولو كانت له آثار بيئية هامة. ومع ذلك، يجب على المسئولين ـ كحد أدنى ـ وضع نتائج التقييم البيئي في الاعتبار عند اتخاذ القرار.

والواقع أن المسئولين عن اتخاذ القرارات، خاصة بالنسبة للمشروعات الكبيرة، لا يكون لديهم الوقت لقراءة كامل تقرير الأثر البيئي، فيما عدا الملخص التنفيذي وتوصيات فريق المراجعة والتحكيم، ويعتمدون في الغالب على التشاور مع مستشاريهم ومساعديهم. ولذلك يُأمل أن يؤدي التدريب الجيد لهؤلاء المستشارين على الممارسات الجيدة في تقييم الأثر البيئي إلى زيادة فعالية هذه الأداة وأثرها في عملية اتخاذ القرار.

يأخذ القرار المبني على تقرير الأثر البيئي شكلا من الأشكال التالية:

- يتم الموافقة على المشروع المطروح كما هو؛
- يتم الموافقة على المشروع بشرط إجراء بعض التعديلات عليه ـ كثرت أو قلت؛
- أو يتم رفض المشروع اعتمادا على التقييم البيئي.

وتسمح معظم نظم تقييم الأثر البيئي لصاحب المشروع ولعامة الجمهور الطعن في القرارات المعتمدة على التقييم البيئي.

التنفيذ والمتابعة Implementation and follow-up

لا تنتهي عملية التقييم البيئي بالموافقة على المشروع، وإنما تستمر طوال "حياة المشروع". يطلق على المراحل التي تلي الموافقة على المشروع اسم *التنفيذ والمتابعة implementation and follow-up*. تتلخص الأهداف المحورية من التنفيذ والمتابعة فيما يلي:

- التأكد من تنفيذ الاشتراطات المصاحبة للموافقة على المشروع؛
- التحقق من أن الآثار الفعلية للمشروع هي ضمن الحدود المتوقعة أو المسموح بها؛
- التعامل مع الآثار أو التغيرات غير المتوقعة؛
- ضمان تحقيق أعظم منفعة بيئية من المشروع من خلال اتباع أفضل الممارسات؛
- والتعلم من الخبرات السابقة من أجل تحسين فعالية التقييم البيئي مستقبلا.

التقييم البيئي الاستراتيجي Strategic environmental assessment

تاريخيا بدأ تطبيق مفهوم التقييم البيئي على "مستوى المشروع project level". والاتجاه السائد الآن هو ضرورة العمل على تطبيق نفس المفهوم على المستويات الأعلى أيضا: مستويات البرامج programs، الخطط plans، والسياسات policies.

أساليب منع التلوث والإنتاج الأنظف

في بداية الاهتمام بحماية البيئة، كان التركيز على كيفية التخلص من و"معالجة" صور النفايات والتلوث القائمة والتخفيف من آثارها السلبية على الإنسان والبيئة. وعكست التكنولوجيات البيئية الشائعة في ذاك الوقت هذا الاتجاه، فكانت تدور في معظمها حول ما يلي:

- أنظمة معالجة الصرف الصحي والصناعي؛
- مرسبات الأتربة ومرشحات الملوثات الغازية؛
- مدافن ومحارق النفايات؛
- وحواجز الضوضاء.

ولكن سرعان ما أدرك المهتمون بحماية البيئة قصور هذه الأساليب، وضرورة العمل بمبدأ "الوقاية خير من العلاج". فبدأ الترويج لما بات يعرف بأساليب *منع التلوث* *pollution prevention* *والإنتاج الأنظف* *cleaner production*. وعلى عكس الأساليب القديمة والتي كانت تتعامل مع النفايات والملوثات بعد أن تصبح أمرا واقعا ـ ولذا يطلق عليها الآن اسم أساليب *نهاية الأنبوب* أو *طرف الماسورة* *end-of-pipe* ـ تهدف أساليب منع التلوث والإنتاج الأنظف إلى منع أو الحد من تولد المخلفات والملوثات أصلا.

تتباين أساليب منع التلوث في المنشآت الصناعية في بساطتها أو صعوبة تطبيقها من "الصيانة والترتيب" إلى تغيير التقنية المستخدمة في عملية التصنيع. وبصفة عامة، تأخذ هذه الأساليب شكلا من الأشكال التالية:

- ***الصيانة والترتيب*** ***Maintenance and housekeeping*** ـ صيانة الأجهزة والمحافظة على المخزون من الأمور التي تقلل من الفاقد والتلوث بشكل كبير. ويقدر أن ما بين 25-50% من المخلفات يعود سببه إلى التشغيل السيئ والصيانة السيئة. إذا تم، على سبيل المثال، الاحتفاظ بمخزون من المواد بأكبر من المطلوب، قد تنتهي صلاحية هذه المواد قبل استخدامها، وتصبح بالتالي نوعا من المخلفات. كما أن سوء الصيانة يعني أن التشغيل لن يكون بالكفاءة المثلى، وهذا أيضا يعني تبديد للطاقة والموارد وزيادة غير ضرورية للتلوث والنفايات.

- ***تعديل/استبدال المواد*** ***Material modification/substitution*** ـ تغيير الوقود المستخدم من المازوت إلى الغاز الطبيعي، على سبيل المثال، ينتج عنه انخفاض في انبعاثات ملوثات الهواء الرئيسية (الأتربة وأكاسيد الكربون والكبريت والنتروجين). مثال آخر، تقوم بعض مصانع الأثاث باستبدال الدهانات التي كانت تستخدمها بأنواع جديدة تحتوي على كميات اقل من المذيبات العضوية الخطرة toxic organic solvents.

- ***تعديل/استبدال المعدات*** ***Equipment modification/substitution*** ـ عادة ما ينتج عن *أتمتة*[40] *automation* عمليات التصنيع انخفاض الفاقد، ومن ثم انخفاض التلوث وتعرض العاملين للمواد الضارة. ولتوضيح الفكرة سنأخذ ـ كمثال ـ عملية استبدال معدات تعبئة المبيدات السائلة في إحدى الشركات المصرية. كانت عملية التعبئة بالطريقة القديمة تتم كالآتي: (1) تأتي

[40] الأَتْمَتَة: جَعْل عملية ما آلية أو تشغيل جهاز ما آليا دون تدخل من الإنسان.

العبوات الفارغة إلى وحدة التعبئة على سير نقال conveyor belt؛ (2) يدخل العامل طرف موزع المبيد في فوهة العبوة الفارغة، ينتظر حتى تمتلئ العبوة بالمبيد ثم يخرج الموزع من العبوة الممتلئة، ويقوم بغلق العبوة بغطائها؛ (3) تنتقل العبوة على سير نقال إلى عامل آخر، يقوم هذا العامل بلصق ورقة ببيانات المبيد على العبوة، ثم يلبس العبوة في كم (كيس) من البلاستك *المنكمش حراريا heat-shrinking*؛ (4) تُدخل العبوة المغلفة بالبلاستك إلى فرن منخفض الحرارة حتى ينكمش الغلاف البلاستيكي بإحكام حول العبوة. في هذه الطريقة، كانت تتساقط بعض قطرات المبيد حول فوهة العبوة، وعند تسخين العبوة تتصاعد أبخرة هذه القطرات السامة. في الأجهزة الجديدة تتم عملية التعبئة بأكملها آليا داخل وحدة مغلقة. كذلك، تم الاستغناء عن عملية التغليف بالبلاستك المنكمش حراريا، واستعيض عنها بإغلاق العبوات بما يعرف بالأغطية *المحكمة حراريا heat-sealed* واستخدام بطاقات بيانات مقاومة للبلل.

- ***تعديل/استبدال العمليات Process modification/substitution*** - على سبيل المثال، قامت أحدى شركات المبيدات المصرية بتعديل عملية طحن الكبريت بحيث تتم في جو جامل من النتروجين بدلا من ثاني أكسيد الكربون الذي كان يستخدم سابقا، وكانت طريقة توليده في المصنع تتسبب في تلوث الهواء بالأدخنة ـ داخل وحول المصنع.

- ***استبدال التقنيات Technology substitution*** - يمكن تصنيع بعض المنتجات بأكثر من طريقة، وبالتالي يمكن منع بعض أنواع التلوث باستخدام طريقة أو تقنية التصنيع الأقل تلويثا. على سبيل المثال، يمكن تصنيع الكلور والصودا الكاوية بثلاثة تقنيات مختلفة: تقنية الخلية الزئبقية mercury-cell technology، وتقنية الخلية الغشائية membrane-cell technology، وتقنية الخلية ذات الحاجز diaphragm-cell technology. وتتحول مصانع الكيماويات بازدياد نحو استخدام الخلايا الغشائية لأنها تعتبر الطريقة الأفضل بيئيا لإنتاج الكلور،[41] وهو ما حدث في إحدى شركات صناعة الكيماويات في مدينة الإسكندرية المصرية في العام 1993 بسبب مستويات الزئبق المرتفعة في المصنع القديم الذي كان يستخدم تقنية الخلية الزئبقية.

[41] لمزيد من المعلومات عن طرق إنتاج الكلور، أنظر موقع الوب التالي: www.eurochlor.org/makingchlorine

إعادة الاستفادة من النفايات

يمكن تقليل حجم النفايات التي تلقى بالبيئة من خلال إما إعادة استخدامها reuse إن أمكن، سواء في نفس استخداماتها القديمة أو في استخدامات أخرى جديدة، أو إعادة تدويرها.

يقصد بـ *إعادة التدوير* (أو *التدوير* اختصارا) *recycling* استخدام المخلفات في تصنيع منتجات جديدة. والتدوير هو في الحقيقة ظاهرة طبيعية وأساس عمل الأنظمة البيئية. فمخلفات كائن حي أو عملية حيوية تستخدم كغذاء لكائن آخر أو كمدخلات لعملية أخرى. على سبيل المثال، ما يتخلف عن الحيوانات الكبيرة "تتغذى" عليه الكائنات الصغيرة والدقيقة الموجودة بالتربة وتحوله إلى عناصر بسيطة تمتصها النباتات وتستخدمها في نموها. والتدوير معروف منذ القدم في جميع المجتمعات تقريبا.

يستخدم التدوير في المجتمعات المعاصرة لأسباب متباينة. ففي الدول الغنية والصناعية يستخدم التدوير أساسا للحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية. وفي الدول الفقيرة والنامية يستخدم التدوير كمصدر للمواد الخام الرخيصة، ويعمل به غالبا الفقراء. وأغلب عمليات التدوير في الدول الفقيرة تتم بأساليب غير آمنة، وتشكل مخاطر عديدة على الصحة العامة.

التدوير الذي نقصده هنا هو النوع الأول، أي التدوير الذي يتم بالأساليب الحديثة والسليمة صحيا وبيئيا. يجرى هذا التدوير للأغراض التالية:

- منع إهدار المواد النافعة واستنزاف الموارد الطبيعية؛
- خفض استهلاك الطاقة؛
- منع التلوث من خلال تقليل الاحتياج إلى مدافن أو محارق النفايات.

تضم المواد التي يمكن إعادة تدويرها أنواعا كثيرة، مثل الزجاج، الورق، المعادن، البلاستك، والمنسوجات. من صور التدوير الأخرى استخلاص بعض المواد من المنتجات المستهلكة (مثل الذهب من مكونات أجهزة الكمبيوتر، والرصاص من بطاريات السيارات) وإنتاج السماد أو الغاز الحيوي من النفايات العضوية. يتطلب التدوير وجود أنظمة لجمع *المواد القابلة للتدوير recyclables*، فرزها، وتجهيزها للتصنيع.

الجمع

توجد حاليا ثلاثة أنظمة رئيسية للجمع: *الجمع من الأرصفة curbside collection*، و*مراكز الإلقاء drop-off centers*، و*مراكز استعادة الرهن pay-back centers*. مراكز الإلقاء تتطلب أن يجلب صاحب النفايات المواد القابلة للتدوير إلى محطة مركزية للتجميع أو إلى مصنع إعادة التجهيز نفسه، وهي من أسهل طرق الجمع تنفيذا ولكن لا يمكن ضمان إقبال كافي من الناس على استخدامها. أما في مراكز استعادة الرهن، فيتم شراء[42] المواد القابلة للتدوير بعد تنظيفها، الأمر الذي يعطي الناس حافزا ماديا لاستخدامها.

[42] غالبا ما يتم إضافة رسم بسيط على سعر المنتج الأصلي عند الشراء مقابل عبوة المنتج القابلة للتدوير، ويسترد المستهلك قيمة هذا الرسم عند إعادته للعبوة الفارغة.

يأخذ الجمع من الأرصفة ثلاثة أشكال رئيسية: جمع النفايات مختلطة، جمع المواد القابلة للتدوير ممتزجة، والفرز من المصدر. في الطريقة الأولى، يتم جمع النفايات مختلطة (القابلة للتدوير مع بقية النفايات)، ويتم فصل القابلة للتدوير عن غيرها وفرزها حسب أنواعها في محطات فرز مركزية. يعيب هذه الطريقة أن كميات كبيرة من المواد القابلة للتدوير تكون متسخة بدرجة لا تسمح بإعادة تجهيزها. في الطريقة الثانية، يتم جمع المواد القابلة للتدوير ممتزجة مع بعضها ولكن بصورة منفصلة عن بقية النفايات. تقلل هذه الطريقة من الحاجة إلى التنظيف بعد الجمع، ولكنها تحتاج لدراية الجمهور بماهية الأصناف القابلة للتدوير. في الطريقة الثالثة، يتم جمع الأنواع المختلفة من المواد القابلة للتدوير بعد تنظيفها كل على حدا. تتطلب هذه الطريقة أقل قدر من الفرز بعد الجمع وتوفر أنقى المواد القابلة للتدوير. لكنها في المقابل تحتاج وعيا عاليا من الجمهور، كما أن جمع أصناف المواد القابلة للتدوير كل على حدا يزيد من تكلفة عملية الجمع.

الفرز

بعد وصول النفايات المختلطة إلى مركز التجميع يتم فرز المواد القابلة للتدوير إلى أصنافها المختلفة. يتم الفرز على عدة مراحل، بعضها يتم يدويا والبعض الآخر آليا.

بداية، يتم تفريغ حمولة شاحنة النفايات وفردها على سير نقال conveyor belt. تزال قطع الكرتون والبلاستيك الكبيرة يدويا حتى لا تنحشر لاحقا في الآلات المستخدمة وتعطلها.

بعد ذلك، يتم آليا فصل المواد الأخف مثل البلاستك والورق عن المواد الأثقل مثل المعادن والزجاج. يستبعد الكرتون من خليط الورق، وتجمع أنواع البلاستك الأكثر شيوعا مثل ترفثالات البولي إيثيلين polyethylene terephthalate (PET/PETE) والبولي إيثيلين عالي الكثافة high-density polyethylene (HDPE).[43] يتم هذا الفرز في العادة يدويا، ولكنه أصبح يتم آليا في بعض مراكز الفرز باستخدام وسائل *التحليل الطيفي spectroscopic analysis*.

بواسطة مغناطيس قوي يتم فصل المعادن الحديدية، مثل الحديد، الصلب، والصلب المطلي بالقصدير (العلب الصفيح). أما المعادن غير الحديدية، مثل الألمونيوم، فيتم طردها باستخدام ما يسمى بـ *تيار ادي المغناطيسي magnetic eddy current*.[44]

[43] الـ PET والـ HDPE هما نوعان شائعان من البلاستيك القابل للتدوير. ولذلك توضع علامات مميزة على العبوات المصنوعة من هذين النوعين من البلاستك لتساعد في عملية الفرز (شكل 12).

[44] تعتمد هذه الطريقة على تدوير مغناطيس قوي وبسرعة حول خليط المواد القابلة للتدوير. يتولد عن ذلك تيار مغناطيسي داخل العبوة المعدنية (تيار ادي) مقاوما للمجال المغناطيسي الدوار مما يؤدي إلى "لفظ" العبوات المعدنية من الخليط.

شكل12 : بعض الرموز الدالة على أنواع البلاستيك القابلة للتدوير.

أخيرا، يتم فرز الزجاج يدويا حسب لونه، وعادة ما يفرز إلى ثلاثة مجموعات: الأخضر والكهرماني (الأصفر العنبري) وغير الملون.

اقتصاديات التدوير

يوجد بعض الجدل والاختلاف حول الجدوى الاقتصادية والبيئية من التدوير. يعدد أنصار التدوير مزاياه التالية:

- خفض تلوث الهواء من محارق النفايات؛
- خفض تلوث المياه الجوفية من مدافن النفايات؛
- وخفض في استهلاك الطاقة والموارد.

ووفقا لدراسة أجرتها جامعة الدنمرك التكنولوجية في عام 2007، كان التدوير في 83% من الحالات هو الطريقة الأكفأ للتخلص من النفايات المنزلية. في حين تظهر دراسة سابقة لمعهد التقييم البيئي الدنمركي في عام 2004 أن *الترميد*[45] *incineration* كان هو الطريقة الأكفأ للتخلص من علب المشروبات.

يحتاج التدوير لكي يكون مجديا اقتصاديا وفعالا بيئيا إلى توافر بعض الظروف، مثل توافر مصدر ملائم للمواد القابلة للتدوير، نظام لاستخلاص هذه المواد من النفايات، مصانع قريبة لإعادة تجهيز المواد القابلة للتدوير، ووجود طلب على المنتجات المصنعة من المواد المعاد تدويرها. حاليا تقدم الحكومات

[45] الترميد هو حرق النفايات على درجات حرارة عالية لتصبح رماد.

الدعم المالي للمنشآت التي تساهم في عمليات التدوير لأنها مازالت غير مربحة بدون هذا الدعم، وهو ما دفع بعض الاقتصاديين من دعاة السوق الحر إلى مهاجمة فكرة التدوير.

إدارة النفايات

يستخدم البعض كلمة *النفايات* *waste* وكلمة *الملوثات* *pollutants* على أنهما نفس الشيء، ويفرق البعض الآخر بينهما. وقد جرى العرف على استخدام كلمة النفايات للإشارة إلى المخلفات الصلبة وشبه الصلبة والمخلفات السائلة من المواد الخطرة المخزنة في حاويات صلبة، وعلى استخدام كلمة الملوثات عند الإشارة إلى ملوثات الهواء والمياه. أما كلمة *مياه الصرف* *wastewater*، فتستخدم عادة للإشارة إلى المخلفات السائلة.

تقسم النفايات (أو المخلفات) إلى قسمين رئيسيين: *النفايات الصلبة* *solid waste* و*النفايات الخطرة* *hazardous waste*. تشير النفايات الصلبة، وتسمى أيضا بـ *النفايات البلدية* *municipal waste*، عادة إلى خليط نفايات المنازل والمؤسسات التجارية والصناعية غير السائلة أو غير الخطرة. أما النفايات الخطرة فتعّرف بأنها النفايات أو خليط النفايات التي تشكل خطرا قويا، في الوقت الراهن أو المستقبل، على الحياة البشرية، الحيوانية، أو النباتية، ولذلك يجب التعامل معها أو التخلص منها وفقا لاحتياطات وإجراءات خاصة.

شكل13 : بعض الرموز الدالة على نوعية المواد الخطرة.

لتعريف النفايات الخطرة أهمية خاصة لأن له تداعيات قانونية؛ فالقوانين البيئية في معظم البلاد تحرم على المنشآت الصناعية التخلص من النفايات الخطرة بخلطها مع النفايات الصلبة. وفيما يلي بعض الخصائص التي تجعل النفايات خطرة: أن تكون مميتة lethal، أو معدية infectious، أو أكّالة corrosive، أو سريعة الاشتعال flammable، أو مسرطنة (محدثة للسرطان) carcinogenic (شكل 13). من أمثلة المواد التي تعتبر نفاياتها خطرة كل من المبيدات pesticides، الأسبستوس، المذيبات solvents، والبطاريات (شكل 14).

شكل14 : أمثلة مختلفة للنفايات الخطرة.

أولويات إدارة النفايات

يوضح الشكل رقم 15 ما بات يعرف باسم *أولويات إدارة المخلفات waste-management hierarchy*. وكما يُظهر الشكل فإن أساليب منع التلوث والإنتاج الأنظف هي مفضلة على أساليب نهاية الأنبوب (أو طرف الماسورة).

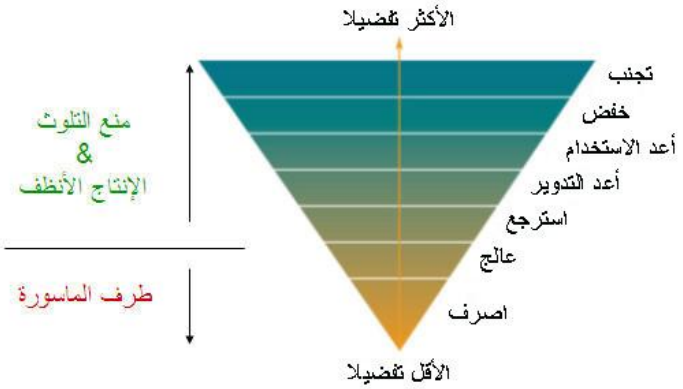
أولا ـ أساليب منع التلوث وتشمل الآتي:

- ***المنع أو الخفض من المصدر source reduction*** ـ أي منع نشوء النفايات من الأصل أو الحد منها، وذلك من خلال أساليب منع التلوث والإنتاج الأنظف التي سبق الحديث عنها.
- ***إعادة الاستخدام، التدوير، والاستعادة*** ـ أي الاستفادة من النفايات كموارد ومصادر للمواد الخام أو الطاقة.

ثانيا ـ أساليب نهاية الأنبوب وتضم ما يلي:

- ***المعالجة treatment*** ـ تهدف عملية المعالجة إلى تقليل الأثر الضار للمخلفات والملوثات على صحة الإنسان وسلامة البيئة عند صرفها أو التخلص منها، ويتم ذلك بأساليب متعددة، منها خفض حجمها أو تركيزها أو تأثيرها الضار.
- ***الصرف disposal*** ـ سيتبقى غالبا في النهاية كمية من النفايات (لم يمكن منع تكونها بأساليب منع التلوث أو الاستفادة منها بإعادة الاستخدام والتدوير). هذه يجب التخلص منها بالطرق الآمنة بيئيا. يتم ذلك عادة من خلال واحدة من الطريقتين الأكثر شيوعا في صرف النفايات: إما بدفنها فيما يسمى بـ *المدافن الصحية sanitary landfills* أو بحرقها فيما يعرف بـ *المُرَمِّدات*[46] أو *محارق النفايات incinerators*.

[46] محارق شديدة الحرارة تحول النفايات إلى رماد.



شكل:15 أولويات إدارة النفايات

إدارة النفايات البلدية

يقصد بالنفايات البلدية نفايات المنازل أساسا بالإضافة إلى نفايات المحلات التجارية في منطقة ما. تكون هذه النفايات بشكل عام في صورة صلبة أو شبه صلبة، ويستبعد منها عادة النفايات الصناعية الخطرة. تقسم محتويات النفايات البلدية إلى الأصناف التالية:

- النفايات *القابلة للتحلل بيولوجيا biodegradable*: مثل بقايا الأطعمة، نفايات الحدائق، والورق المستعمل (وهي أيضا قابلة للتدوير).
- المواد القابلة للتدوير: مثل الورق، الزجاج، العبوات المعدنية، وبعض أنواع البلاستك.
- النفايات الخاملة: مثل مخلفات البناء والهدم والأتربة.
- النفايات المركبة: مثل اللعب البلاستيكية والأقمشة البالية.
- النفايات المنزلية الخطرة: مثل عبوات المبيدات المنزلية، اللمبات العادية والفلوريسنت، والبطاريات.

يقصد بإدارة النفايات عمليات جمع، نقل، تجهيز، تدوير، وصرف النفايات. تمر النفايات الصلبة بالمراحل التالية:

- النشوء: تنشأ النفايات عندما تعتبر بعض المواد غير ذات قيمة ويتم التخلص منها أو تجميعها بغرض التخلص منها.
- التجهيز: جميع العمليات التي تتم على النفايات قبل جمعها ونقلها إلى مراكز المعالجة أو مواقع الدفن، مثل الفرز من المصدر والتعبئة. وفي أنظمة إدارة المخلفات الصلبة الحديثة توجد ثلاثة طرق لفرز النفايات من المصدر: صناديق الأرصفة curbside bins، ومراكز الإلقاء drop-off centers، ومراكز استعادة الرهن pay-back centers.
- الجمع: ويشمل جمع النفايات الصلبة والمواد القابلة للتدوير ونقلها إلى الأماكن التي ستتم فيها معالجتها أو التخلص منها.
- المعالجة: تتم معالجة النفايات التي سبق فرزها من المصدر، وفرز ومعالجة النفايات المختلطة، في مراكز استعادة المواد material recovery facilities (MRFs) والمرمدات ومواقع

التخلص من النفايات. تقوم مراكز استعادة المواد بفرز النفايات، وبتجهيز المواد القابلة للتدوير وإرسالها إلى مراكز التدوير، وبالتخلص الأمن من النفايات التي لا يمكن الاستفادة منها.

- الصرف: ينتهي مصير النفايات في النهاية بدفنها في الأرض. ومدافن النفايات الحديثة هي إنشاءات هندسية مصممة للتخلص من النفايات بدفنها في الأرض دون أن يؤدي ذلك إلى مخاطر ملموسة على صحة الإنسان وسلامة البيئة (مثل تكاثر الفئران أو تلوث المياه الجوفية).

إدارة النفايات الخطرة

يتم التعامل مع النفايات الخطرة بخمس طرق مختلفة:

- التدوير recycling - يمكن تدوير الكثير من النفايات الخطرة. على سبيل المثال يمكن استعادة المعادن الثقيلة من نفايات بطاريات الرصاص وألواح الدوائر الإلكترونية.

- المعادلة neutralization - ويقصد بها معالجة النفايات الخطرة بحيث يتم إزالة الخاصية التي تجعل هذه النفايات خطرة. يمكن على سبيل المثال إضافة مواد قلوية إلى النفايات الحمضية الأكالة corrosive acidic waste فتصبح متعادلة وغير أكالة.

- الترميد والتحويل إلى طاقة incineration and waste-to-energy - يمكن تدمير بعض النفايات الخطرة بحرقها على درجات حرارة عالية (ترميدها). على سبيل المثال، تُستخدم كثير من أفران الأسمنت في حرق الزيوت والمذيبات المستعملة. كما يمكن أحيانا توليد الطاقة من احتراق بعض النفايات الخطرة.

- العزل في مدافن النفايات الخطرة sequestering in hazardous waste landfills - يتم عزل معظم أنواع النفايات الخطرة في مدافن محكمة ذات مواصفات خاصة.

- الحَلّ الحراري pyrolysis - يتم تكسير بعض النفايات العضوية الخطرة بتعريضها إلى حرارة عالية في جو خامل خالي تقريبا من الأكسجين لمنع احتراقها. تجرى عملية الحل الحراري عادة تحت ضغط عالي في أوعية محكمة الإغلاق. تفضل هذه الطريقة على الترميد في بعض الحالات مثل تكسير النفايات العضوية المركزة، المبيدات، وغيرها من المواد العضوية صعبة التحلل.

معالجة مياه الصرف

تنتج المخلفات السائلة (وتسمى عادة بـ *مياه الصرف* أو *المياه العادمة* *wastewater*) عن مختلف أنشطة الإنسان. يتم التمييز عادة بين نوعان من مياه الصرف: المنزلي (أو المجاري sewage) والصناعي.

تنتج مياه المجاري من المساكن، المستشفيات، المنشآت التجارية والصناعية، وغيرها من المنشآت. يتكون الصرف الصحي أساسا من المخلفات السائلة من دورات المياه والمطابخ التي يتم صرفها على شبكات المجاري. أما مياه الصرف الصناعي، فيقصد بها تحديدا المخلفات السائلة الناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة في المنشآت الصناعية (والزراعية أيضا). عادة ما يتم صرف مياه الصرف الصناعي على المسطحات المائية المجاورة، مثل الأنهار وقنوات الصرف الزراعي والبحيرات والبحار. في بعض الأماكن، تصرف بعض المنشآت الصناعية مخلفاتها السائلة على شبكة الصرف الصحي (المجاري).

الهدف الأساسي من عملية معالجة مياه الصرف ـ المنزلي أو الصناعي ـ هو التمكن من صرف هذه المخلفات دون أن يشكل ذلك خطرا على صحة الإنسان أو سلامة البيئة. وقد يكون من بين أهداف المعالجة إعادة استخدام المياه المنقاة و/أو الاستفادة من المواد الصلبة المزالة خلال عملية المعالجة.

تمتلك الأنظمة البيئية الطبيعية، مثل البحيرات والأنهار وغيرها، قدرات ذاتية على معالجة النفايات التي تُلقى بها، ولكنها تعجز عن ذلك إذا تعدت كمية النفايات حدود هذه القدرات.

ينتج من عمليات المعالجة مكونان رئيسيان: *دَفْق effluent* (الجزء السائل) و*حمأة sludge* (المواد الصلبة المترسبة خلال المعالجة). يصرف الدفق المعالَج عادة على المسطحات المائية المجاورة أو يضخ في الأرض. وقد يعاد استخدام مياه الدفق المنقاة جيدا في الري أو التصنيع. أما الحمأة فعادة ما تدفن بالأرض أو في مدافن النفايات، وقد تستخدم أحيانا في تصنيع *الدبال compost* (السماد العضوي) أو تخصيب التربة.

معالجة مياه الصرف الصحي

المعالجة المبدئية Pre-/preliminary treatment ـ تزال في هذه المرحلة الأشياء الكبيرة العالقة بمياه الصرف، مثل العلب، ثمار الفاكهة، الخرق، الفوط الصحية، الشحوم، الدهون، الزيوت، الحجارة، والرمال. إزالة هذه الأشياء هي هامة للمحافظة على سلامة المعدات المستخدمة في عمليات المعالجة اللاحقة وعلى كفاءة هذه العمليات.

المعالجة الأولية Primary treatment ـ تمر مياه الصرف في أحواض ضخمة، تعرف بـ *أحواض الترسيب sedimentation tanks*، فتترسب منها المواد الصلبة العالقة إلى القاع مكونة ما يعرف بـ *الحمأة sludge*، كما يطفو على السطح طبقة من الزيوت والشحوم تسمى *الغثاء scum*. يتم إزالة الحمأة والغثاء ليتم معالجتهما والتخلص منهما بالدفن أو الترميد. تسمى مياه الصرف بعد المعالجة الأولية بـ *الدفق الأولي primary effluent*.

المعالجة الثانوية Secondary treatment ـ في هذه المرحلة يتم تنقية الدفق الأولى من الملوثات العضوية الذائبة والغروية القابلة للتحلل حيويا biodegradable والتي لم يتم التخلص منها في المعالجة الأولية. تعتمد فكرة المعالجة الثانوية على تنشيط الكائنات الدقيقة، خاصة البكتريا، الموجودة في مياه الصرف ورفع قدرتها على تحليل المواد العضوية إلى مواد غير عضوية (أساسا إلى ثاني أكسيد الكربون CO_2 وأمونيا NH_3 وماء H_2O). ولأن هذه الكائنات الدقيقة تحتاج إلى الأكسجين (الهواء) في عمليات التحليل، تسمى هذه العمليات بعمليات *المعالجة البيولوجية الهوائية aerobic biological treatment*.[47] تتم المعالجة الهوائية بطرق أو تصميمات مختلفة، لكنها لا تختلف فيما بينها إلا في أسلوب تعريض مياه الصرف للكائنات الدقيقة، وفي طريقة إمدادها بالأكسجين (الهواء). "تتغذى" هذه الكائنات على المواد العضوية الموجودة في الدفق وتتكاثر في العدد. تتجمع خلاياها المتنامية مكونة مع المواد العضوية صعبة التحلل كتلا صلبة تسمى *الحمأة الثانوية* أو *البيولوجية secondary/biological sludge*. بعد انتهاء فترة المعالجة الثانوية، يتم ترسيب أو فصل هذه الحمأة عن الجزء السائل (والذي يطلق عليه اسم *الدفق الثانوي secondary effluent*) وتضم عادة إلى الحمأة الأولية ليتم معالجتهما معا بعد ذلك.

المعالجة المتقدمة Advanced treatment ـ تمر مياه الصرف الصحي بمراحل المعالجة المتقدمة عندما يكون من الضروري تنقيتها من بعض الملوثات التي لا يتم إزالتها عادة في مرحلتي المعالجة

[47] تمييزا لها عن نوع آخر من عمليات التحليل التي لا تحتاج فيها الكائنات الدقيقة إلى وجود الأكسجين، وتعرف باسم *المعالجة اللاهوائية anaerobic treatment*.

الأولية والثانوية، مثل الفوسفور، النتروجين، المعادن الثقيلة، وبعض المواد العضوية العصية على *التحليل/التكسير الحيوي biodegradation*. ولأن إزالة هذه المواد تجرى عادة بعد مرحلتي المعالجة الأولية والثانوية، يسمى هذا النوع من المعالجة أحيانا بـ *المعالجة الثالثية tertiary treatment* - وإن كانت بعض عمليات المعالجة المتقدمة تتم أحيانا خلال المرحلتين الأولية والثانوية.

التطهير Disinfection - الغرض من التطهير هو القضاء على أكبر عدد من الكائنات الدقيقة الموجودة بمياه الصرف والتي قد تسبب خطرا على الصحة العامة إذا ما انتشرت بالبيئة التي ستستقبل مياه الصرف المعالجة. يتم التطهير عادة بإضافة الكلور، وأحيانا يستخدم الأوزون أو الأشعة فوق البنفسجية. تتوقف كفاءة التطهير على عدة عوامل مثل رقم الحموضة، فترة التعريض، محتوى المياه من المواد العضوية، ودرجة حرارة الدفق.

معالجة الحمأة والتخلص منها Sludge treatment and disposal - يتم معالجة الحمأة الناتجة من عمليات معالجة مياه الصرف والتخلص منها بطريقة سليمة بيئيا. قد تقتصر المعالجة على تقليل حجم الحمأة وأعداد الميكروبات المسببة للأمراض الموجودة بها، فيتم تخفيفها ودفنها بالأرض أو في مدافن النفايات. وقد تتم المعالجة بغرض الاستفادة من الحمأة في التسميد أو توليد الطاقة. من طرق معالجة الحمأة الأكثر شيوعا *الهضم اللاهوائي anaerobic digestion*، *الهضم الهوائي aerobic digestion*، والكمر *composting*.

الهضم اللاهوائي - يتم تحليل الحمأة بفعل الكائنات الدقيقة في غياب الأكسجين. ينتج عن الهضم اللاهوائي *الغاز الحيوي biogas*، والذي يمكن أن يستخدم في توليد الكهرباء أو في التدفئة. يناسب الهضم اللاهوائي الأحجام الكبيرة من الحمأة كما هو الحال في محطات التنقية بالمدن الكبيرة.

الهضم الهوائي - في وجود الأكسجين، تقوم أنواع من البكتريا باستهلاك المواد العضوية وتحولها إلى ثاني أكسيد الكربون. تكون تكلفة الهضم الهوائي مرتفعة نسبيا بسبب الطاقة المطلوبة لإمداد العملية بالأكسجين.

الكمر - في وجود الأكسجين أيضا، تقوم أنواع من البكتريا والخمائر بتحويل الحمأة إلى *دبال*[48] *humus* يستخدم في تخصيب التربة. يستخدم الكمر عادة مع الكميات الصغيرة نسبيا من الحمأة.

استخدام مياه الصرف الصحي في الري

من الناحية التقنية يمكن معالجة مياه الصرف إلى الدرجة التي تسمح باستخدامها في ري الحدائق والأراضي الزراعية. ولكن تكاليف المعالجة المرتفعة، بالإضافة لعوامل أخرى، قد تجعل هذا الاستخدام غير مجدي من الناحية الاقتصادية. تتوقف النوعية المطلوبة في مياه الصرف لاستخدامها في الري، وبالتالي مستوى وتكلفة المعالجة، على عدة عوامل مثل نوعية الزراعات أو المحاصيل التي ستروى بهذه المياه، خصائص التربة المروية، وأنظمة الري المستخدمة. ويمكن خفض مستوى المعالجة المطلوبة، ومن ثم تكاليفها، من خلال تحديد نوعية المحاصيل المروية وأنظمة الري المستخدمة بما يدني من المخاطر على الصحة العامة. المعالجة الأنسب لمياه الصرف بغرض استخدامها في الري - خصوصا في الدول النامية - هي تلك التي تحقق مواصفات الجودة المطلوبة بتكلفة منخفضة وبأقل متطلبات التشغيل والصيانة. في الكثير من الدول الصناعية، لا يسمح بالري بمياه الصرف إلا بعد معالجتها معالجة أولية على الأقل.

[48] الدبال هو مادة عضوية في مرحلة متوسطة من التحلل وثابتة نسبيا في التربة.

معالجة مياه الصرف الصناعي

تختلف الطرق المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصناعي باختلاف طبيعة هذه المياه وما تحويه من كيماويات، وهي تشمل واحدة أو أكثر من المعالجات التالية:

إزالة المواد الصلبة ـ يمكن إزالة معظم المواد الصلبة من مياه الصرف الصناعي بأساليب *الترسيب precipitation*. وفي حالة المواد الدقيقة أو الخفيفة قد يلزم استخدام طرق *الترشيح filtration*، أو إضافة بعض المواد ـ مثل الشابة ـ التي تعمل على *تجمع flocculation* هذه الملوثات.

إزالة الزيوت والشحوم ـ يمكن استعادة كثير من الزيوت بواسطة أدوات تعمل على كشطها من على سطح مياه الصرف. أما الزيوت الممتزجة جيدا مع المياه فتحتاج لوسائل إضافية لجعلها تطفو على السطح بحيث يمكن كشطها.

إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل حيويا ـ عادة يمكن معالجة المواد العضوية النباتية أو الحيوانية الموجودة في مياه الصرف الصناعي بنفس أساليب معالجة مياه الصرف الصحي. أما إذا وجدت هذه المواد بتركيزات عالية، كما في حالة المخلفات التي تحتوي على كميات كبيرة من الدم أو اللبن، فقد تحتاج معالجتها إلى ترتيبات خاصة. كذلك فإن وجود المنظفات، المطهرات، المبيدات، والمضادات الحيوية بمياه الصرف الصناعي قد تسبب تأثيرا سلبيا على كفاءة عمليات المعالجة (نتيجة لأثرها السام على الكائنات الدقيقة التي تقوم بعمليات المعالجة البيولوجية).

معالجة المركبات العضوية الأخرى ـ قد تتواجد في مياه الصرف الصناعي أنواع متعددة من المواد العضوية المخلقة synthetic organic materials مثل المذيبات، الدهانات، المركبات الصيدلانية، المبيدات، وغيرها. من الصعب معالجة هذه المواد، وكل نوع منها له طريقة معالجة خاصة به.

معالجة الأحماض والقلويات ـ عادة ما يتم معالجة الأحماض والقلويات الموجودة في الصرف الصناعي من خلال *المعادلة الكيميائية chemical neutralization*.[49] ينتج عن تفاعلات المعادلة رواسب تعتبر بمثابة مخلفات صلبة، وهي قد تكون سامة أحيانا. كما قد يتولد أحيانا من عمليات المعادلة بعض الغازات. وفي أغلب الأحوال، يَتبَع عمليات المعادلة أنواع أخرى من المعالجات.

معالجة المواد السامة ـ كثيرا ما يحتوي الصرف الصناعي على مواد سامة عضوية وغير عضوية (مثل معادن الزنك، الفضة، والكادميوم). من الصعب معالجة هذه المواد بطرق المعالجة البيولوجية (الطرق المستخدمة في معالجة الصرف الصحي) إلا إذا كانت تركيزاتها صغيرة. يمكن في أغلب الأحيان ترسيب المعادن من مياه الصرف الصناعي عن طريق ضبط رقم حموضة مياه الصرف أو بإضافة بعض الكيماويات. ويصعب أيضا معالجة الكثير منها، وفي هذه الحالة يتم تركيزها والتخلص منها في مدافن النفايات.

[49] المعادلة هي تفاعل كيميائي بين حامض وقلوي ينتج عنه ملح وماء.

تقييم وإدارة المخاطر البيئية

قد يكون من الضروري أن نفرق هنا بين الاستخدام الاصطلاحي لبعض الكلمات المتشابهة في معناها اللغوي، وهي التأثير effect، *الأثر impact*، الخطر hazard، *والمخاطرة risk*. كلمة التأثير تستخدم عادة للإشارة إلى فعل الظواهر الطبيعية، مثل الحرارة والرطوبة، على الأشياء. كلمة الأثر تستخدم كثيرا في الإدارة البيئية للدلالة على "تأثير" مختلف أنشطة الإنسان (تحديدا) على أي من مكونات البيئة الطبيعية. الخطر هو تأثير ضار، والمخاطرة هي تحديدا *احتمالية likeliness* حدوث هذا الخطر.

تقييم المخاطر البيئية environmental risk assessment هي وسيلة من الوسائل أو الأدوات المستخدمة في مجال الإدارة البيئية لتحديد طبيعة وحجم المخاطر المحتملة على صحة الإنسان وسلامة البيئة نتيجة لوجود مشكلة بيئية معينة (وجود تلوث بمادة سامة مثلا).

تمر عملية إدارة المخاطر بثلاثة مراحل أساسية: *إدراك المخاطر risk perception*، *تقييم المخاطر risk assessment*، *وإدارة المخاطر risk management*.

إدراك المخاطر

الإحساس بالخطر هو شعور إنساني. ولذلك تختلف نوعية المخاطر التي يكترث لها الإنسان من وقت لآخر، ومن فرد لفرد، وبين مجتمع وآخر. وتؤثر عوامل عديدة على إدراك المخاطر مثل المستوى التعليمي، الحالة الاقتصادية، المعتقدات الدينية، وغيرها. عادة ما يتقبل الناس المخاطر التي يصاحبها بعض المنافع وكذلك المخاطر التي تكون من اختيارهم الحر.

تقييم المخاطر

يرجع البعض نشأة أساليب تقييم المخاطر إلى الدراسات التي أجريت في منتصف القرن السادس عشر عن كيفية تجنب الخسائر في ألعاب القمار. على كل حال، تستخدم هذه الأساليب الآن في العديد من المجالات المالية، الصحية، والبيئية. تحاول عملية تقييم المخاطر البيئية الإجابة على الأسئلة التالية:

- ما هي الأضرار التي يمكن أن تحدث؟
- ما هو احتمال حدوث هذه الأضرار؟
- بعد كم من الوقت يتوقع حدوثها؟
- ما مدى أهمية هذه الأضرار؟

في الجزء التالي سنوضح، على سبيل المثال، كيف يتم تقدير *مخاطرة* الإصابة بالسرطان نتيجة لوجود نسب محددة من مركب البنزين benzene بمياه الشرب في مدينة ما.

بشكل عام، يتوقف مقدار المخاطر الصحية والبيئية نتيجة لوجود الكيماويات بالبيئة على العوامل التالية:

- تركيز المادة الكيميائية في الوسط البيئي (الماء، الهواء، أو التربة)؛
- مدى تعرض الكائن الحي (الإنسان، الحيوان، أو النبات) للوسط الملَوث بهذه المادة؛

- ودرجة سمية المادة الكيميائية.

ولذلك تمر عملية تقييم المخاطر بأربع مراحل أساسية:

جمع البيانات Data collection - في البداية يتم تجميع المعلومات الضرورية مثل ماهية الأخطار البيئية في المنطقة المعنية، تركيزات الملوثات الخطرة، والظروف البيئية الخاصة بهذه المنطقة. لنفرض أننا نريد أن نحدد المخاطرة بالإصابة بالسرطان المتوقعة نتيجة لوجود نسب من البنزين في مياه الشرب بإحدى المدن. ولنفرض أن البيانات التي جمعناها تقول أن نسبة وجود البنزين في مياه الشرب في هذه المدينة لا تتعدى الحد الأعلى المسموح به قانونيا (وليكن 0,005 مليجرام في اللتر).

تقييم السمية Toxicity assessment - تحدد درجة السمية من خلال العلاقة الرياضية التي تربط بين الجرعة التي يتعرض لها الكائن الحي من المادة السامة والأثر السام لهذه الجرعة على الكائن الحي. يتم عادة تحديد هذه العلاقة من خلال بعض الاختبارات المعملية على حيوانات التجارب. من العلاقة الرياضية التي تربط بين جرعة المادة *المسرطنة* (المسببة للسرطان) ***carcinogenic*** واحتمال الإصابة بالسرطان يتم حساب ما يعرف باسم *ميل القدرة المسرطنة* ***carcinogenic potency slope (CPS)*** (وهو يعني احتمال حدوث السرطان نتيجة لتناول مليجرام من المادة المسرطنة يوميا لكل كيلوجرام من وزن الجسم). قيمة الـ CPS لمادة البنزين تساوي 0,029 كجم.يوم.مجم$^{-1}$.

تقييم التعرض Exposure assessment - في هذه الخطوة يتم تحديد المقدار الذي يتعرض له الكائن الحي من المادة الكيميائية نتيجة لوجودها في الوسط البيئي. ببعض الحسابات البسيطة نجد أن مقدار ما يدخل إلى جسم الإنسان يوميا من البنزين (بسبب تواجده في مياه الشرب بالحد الأعلى المسموح به) هو 1,43 X 10^{-4} مليجرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم.

تحديد المخاطرة Risk characterization - من البيانات السابقة يتم تحديد مقدار المخاطرة على شكل *احتمال probability*. في مثالنا الافتراضي، نجد أن **المخاطرة** (احتمال الإصابة بالسرطان) خلال عمر الإنسان (70 عام في المتوسط) نتيجة لوجود البنزين في مياه الشرب بهذه المدينة تحديدا هي **10X5,5^{-6}**. فإذا كان عدد سكان المدينة المعنية هو اثنان مليون نسمة، يمكن حساب عدد الأشخاص المعرضين للإصابة بالسرطان (بسبب هذه النسبة من البنزين في مياه الشرب) كالآتي:

عدد الأشخاص المعرضين للإصابة = المخاطرة X إجمالي عدد السكان

= (10X2^{6}) X (10X5,5^{-6}) = 11 شخص

ويصبح السؤال الآن، هل هذه المخاطرة صغيرة ومقبولة أم أن المجتمع المعني لا يعتبرها كذلك مما يستلزم العمل على خفضها؟ المخاطرة المحسوبة في المثال السابق تقع في الأغلب ضمن النوع الأول. أما إذا كانت المخاطرة كبيرة بدرجة لا يتقبلها المجتمع، هنا يأتي دور إدارة المخاطر.

إدارة المخاطر

في حين يهدف تقييم المخاطر إلى تحديد طبيعة وحجم المخاطر البيئية، فإن إدارة المخاطر تهتم بالإجراءات التي يلزم اتخاذها لحماية صحة الإنسان وسلامة البيئة من هذه المخاطر. من أمثلة هذه الإجراءات تحديد كمية المواد التي يمكن للشركات صرفها على النهر، تحديد أنواع النفايات التي يلزم معاملتها كنفايات خطرة، وضع المواصفات القانونية لجودة الهواء المحيط، وتقرير المستويات المسموح بها من المواد الكيميائية بمياه الشرب.

وعلى العكس من التقييم الذي هو دراسة "علمية" في الأساس، فإن إدارة المخاطر هي في جوهرها عملية لاتخاذ القرار تؤخذ بعين الاعتبار، بالإضافة إلى المعلومات العلمية التي يقدمها تقييم المخاطر، العديد من العوامل الأخرى ـ اقتصادية، اجتماعية، وسياسية.

تخفيض المخاطر يعني عادة زيادة التكاليف على المجتمع. ولذلك، لا تهدف إدارة المخاطر في الأساس إلى الوصول بقيمة المخاطر إلى الصفر وإنما إلى جعلها مقبولة للمجتمع. يتم ذلك من خلال الأساليب التالية:

- تغيير في البيئة ـ أي التخفيض من مصدر المخاطر.
- تقليل في التعرض ـ إذا كان التخفيض من مصدر المخاطر غير ممكنا أو مكلفا، يمكن بديلا عن ذلك التقليل من تعرض الإنسان أو الكائنات الحية الأخرى لهذه المصادر.
- التعويض ـ أحيانا يتم تقديم التعويض المالي للفئات الأكثر تعرضا للمخاطر.

التدقيق البيئي

التدقيق البيئي environmental auditing هو عملية التحقق من أن الأداء البيئي للمنشأة أو نظام الإدارة البيئية بها يتوافق مع بعض المعايير المرجعية. بدأت ممارسة التدقيق البيئي في السبعينيات في الولايات المتحدة عندما قامت مجموعة قليلة من الشركات الصناعية بمبادرات ذاتية بتطوير برامج للتدقيق البيئي ضمن إدارتها الداخلية من أجل تقييم أوضاع بعض وحداتها العاملة.[50]

يعتبر التدقيق البيئي الآن من أهم أدوات الإدارة البيئية المستخدمة دوليا. وقد أصدرت الأيزو في 1996 ثلاث مواصفات قياسية خاصة بالتدقيق البيئي: *الأيزو 14010: إرشادات للتدقيق البيئي ـ الإجراءات العامة*، *الأيزو 14011: إرشادات للتدقيق البيئي ـ إجراءات التدقيق ـ تدقيق نظم الإدارة البيئية*، *الأيزو 14012: إرشادات للتدقيق البيئي ـ معايير التأهيل للمدققين البيئيين*.

يجرى التدقيق البيئي لأغراض وعلى مستويات مختلفة:

بالنسبة للأغراض أو المرجعيات:

- القوانين واللوائح الملزمة
- السياسات والمواصفات الداخلية
- مواصفات الصناعة
- المواصفات القياسية (مثل مواصفات الأيزو)

بالنسبة لموضوعات التدقيق:

- النفايات الصلبة، النفايات السامة، ملوثات الهواء، الصرف الصناعي، الخ
- الأداء البيئي، نظام الإدارة البيئية

بالنسبة لنطاق أو مستوى التدقيق:

- نطاق محدود مثل قسم واحد أو وحدة بعينها
- نطاق واسع مثل عدة وحدات أو المنشأة برمتها

---

[50] أنظر المرجع التالي:

J. L. Greno, G. Hedstrom, and M. A. DiBerto (1987). *Environmental Auditing: Fundamentals and Techniques* (2nd Edition). Cambridge, MA, USA: Arthur D. Little, Inc.

عملية التدقيق البيئـي

تمر عملية التدقيق البيئي بثلاث مراحل أو خطوات أساسية:

مرحلة التخطيط

- اختيار الوحدة أو الوحدات محل التدقيق
- تحديد أهداف التدقيق
- تحديد نطاق التدقيق
- اختيار معايير التدقيق
- اختيار فريق التدقيق
- إعداد خطة التدقيق
- التواصل مع العميل
- تجهيز متطلبات التدقيق

مرحلة التدقيق

- اجتماع افتتاحي
- زيارة الموقع
- جمع المعلومات
- تقييم أولي للأدلة
- اجتماع ختامي

مرحلة ما بعد التدقيق

- تقييم نهائي للأدلة
- إعداد مسودة التقرير
- كتابة الصورة النهائية من تقرير التدقيق وتوزيعه

يحتوي تقرير التدقيق بشكل عام على العناصر الرئيسية التالية:

- بيان واضح بنتائج التدقيق؛
- وصف للإجراءات التصحيحية الواجب اتخذها وكيفية تنفيذ هذه الإجراءات؛

- تحديد المسئولين على تنفيذ الإجراءات التصحيحية؛
- التواريخ المحددة لدخول الإجراءات التصحيحية حيز التنفيذ؛
- التكاليف المتوقعة للإجراءات التصحيحية، والمكاسب البيئية والاقتصادية المتوقعة من تطبيق هذه الإجراءات.

هناك محاولات هامة حاليا لضبط ممارسة التدقيق البيئي. على سبيل المثال وضعت الجمعية الكندية للتدقيق البيئي Canadian Environmental Auditing Association (EAA) نظاما اختياريا لاعتماد المدققين البيئيين. ورغم أن الاعتماد ليس إجباريا، فإنه يشير إلى أن معارف وخبرات "المدقق المعتمد certified environmental auditor" قد تمت مراجعتها وقبولها من قبل نظراء له. كما يجب على المدقق الراغب في نيل اعتماد الجمعية أن يتعهد بالتالي:

- يكون أمينا ونزيها، وأن يؤدي الخدمات المهنية بكل استقامة وبالعناية الواجبة؛
- يكون مؤهَلا ويمتلك المهارات، المعارف، والخبرات المطلوبة لأداء الخدمات التي يتولاها؛
- يسعى باستمرار لصون وتحسين المعارف والمهارات المهنية؛
- يخدم العميل بضمير، إتقان، وكفاءة؛
- يحفظ سرية وخصوصية جميع المعلومات الخاصة بأعمال وشئون العميل التي يتحصل عليها من خلال العلاقة المهنية ـ باستثناء ما يلزمه القانون، وألا يستخدمها من أجل الكسب الشخصي؛
- يظل متحررا من أي تأثير، مصلحة، أو علاقة قد تعيب حكمه، استقلاله، أو موضوعيته أثناء تقديم الخدمات المهنية؛
- يلتزم بالتواصل الأمين، الدقيق، والمستقيم في أداء الواجبات المهنية؛
- لا يرتبط بصله بأي تقرير، بيان، أو عرض يعرف أنه زائف أو مضلل؛
- لا يعلن عن نفسه بشكل مضلل أو مهين للمهنة؛
- يتصرف مع غيره من المدققين المهنيين بكياسة وحسن نية، وأن يسعى طوال الوقت إلى تحسين الاحترام العام للمهنة.

مثال على التدقيق البيئي على مستوى منشأة الأعمال

تم إجراء تدقيق بيئي شامل لأحد مصانع الزيوت والصابون بمدينة طنطا المصرية. أقيم هذا المصنع في 1934. إنتاج المصنع السنوي وقت إجراء التدقيق كان كالتالي: 18000 طنا من زيت الطعام (مستخرج من بذور القطن، عباد الشمس، وفول الصويا)، 12000 طنا من السمن النباتي (من زيت النخيل وزيوت أخرى)، 9000 طنا من الجلسرين glycerine، و48000 طنا من علف الحيوانات.

هدفَ هذا التدقيق إلى التعرف على الفرص المتاحة لخفض النفايات، زيادة الكفاءة، والتخفيف من التلوث. لغرض التحليل، قُسّمت العملية الإنتاجية بالمصنع إلى أربعة أقسام رئيسية:

- عمليات إنتاج الزيوت والدهون؛
- عمليات إنتاج العلف؛
- عمليات إنتاج الصابون والجلسرين؛
- وخدمات المرافق.

إنتاج الزيوت والدهون

يمكن تقسيم عملية إنتاج الزيوت إلى ثلاث مراحل: استلام وتجهيز البذور، استخراج الزيوت، وتكرير وتعبئة الزيوت.

تجهيز البذور. ويشمل تنقية البذور من الشوائب، إزالة الزغب من بذور القطن، التقشير، الجَرش، الترقيق، والطهي.

استخراج الزيوت. يتم استخراج الزيوت من البذور المجهزة عن طريق خلط هذه البذور بالهكسان hexane (مذيب عضوي). يُذيب الهكسان الزيوت الموجودة في أنسجة البذور مكونا محلولا خليطا من المذيب العضوي والزيوت يعرف باسم *المزيج miscella*. يفصل هذا المزيج عن بقايا البذور، والتي تسمى في هذه الحالة بـ *جريش* أو *كعكة البذور seed meal/cake* بواسطة *التقطير distillation*، يتم فصل الهكسان عن الزيوت، ويعاد استخدامه في عملية الاستخلاص من جديد. تترك الزيوت المفصولة لتبرد، ثم ترسل بعد ذلك إلى وحدات التكرير. أما جريش البذور فينقل إلى وحدات إنتاج العلف.

تكرير الزيوت. من خلال عمليات التكرير يتم إزالة الصموغ gums، الشموع waxes، الألوان، والروائح غير المرغوبة من الزيوت المستخلصة وكذلك معادلة الحمضية في هذه الزيوت. بعد عملية التكرير تصبح الزيوت مناسبة للاستخدام وجاهزة للتعبئة.

إنتاج العلف

تتم عملية إنتاج العلف كالتالي:

التركيب. يضاف إلى جريش البذور الناتج من عمليات استخلاص الزيوت المكونات التالية: الردة، الذرة، الجير، دبس السكر molasses، ومكونات ثانوية أخرى. يتم بعد ذلك طهي الخليط باستخدام البخار لضبط محتواه من الرطوبة.

التشكيل والتعبئة. يتم ضغط خليط العلف على شكل أقراص أو مكعبات ويترك ليبرد في الهواء، وبعد ذلك يتم تعبئته في أجوال.

إنتاج الصابون والجلسرين

يتم إنتاج الصابون والجلسرين من خلال عملية *التصبين saponification* المعروفة. العملية التصنيعية المتبعة هي *عملية الدفعات batch process* التقليدية. القلوي المستخدم في عملية التصبين هو الصودا الكاوية، والتسخين يتم بواسطة البخار.

المرافق

تضم مرافق المصنع الآتي: الغلايات، أبراج التبريد، محطات الضخ، محول قوى، مولدات قوى احتياطية، ومنشآت التخزين والصيانة.

استهلاك الطاقة والمياه

يستخدم المصنع كل من المازوت fuel oil والسولار diesel لتوليد البخار في الغلايات. يستهلك المصنع سنويا في المتوسط 15000 طنا من المازوت، 600 طنا من السولار، 10,5 مليون كيلووات ساعة من الكهرباء.

يستهلك المصنع يوميا الكميات التالية من المياه: 1800 مترا مكعبا لمياه التصنيع process water، 15000 مترا مكعبا لمياه التبريد والتفريغ cooling and vacuum water، و 35 مترا مكعبا لمياه الشرب. يحصل المصنع على المياه المستخدمة في العمليات الإنتاجية من أبار مياه جوفية داخل المصنع، أما مياه الشرب فيحصل عليها من شبكة المياه العمومية.

الصرف الصناعي

يتخلف عن العملية الإنتاجية نحو 16000 مترا مكعبا يوميا من مياه الصرف الصناعي. تشمل هذه الكمية المياه المستعملة في التصنيع، التبريد، والتفريغ، فوائض الغلايات، والأبخرة المكثفة. تصرف هذه المياه على أحد المصارف الزراعية القريبة.

أوصى تقرير التدقيق البيئي بتنفيذ الإجراءات التالية لتحسين الأداء البيئي للمصنع:

تحسين إجراءات التحميل والتفريغ

يفقد الكثير من الزيوت والمواد الدهنية أثناء عمليات تحميل وتفريغ المفاعلات والمصافي. يمكن منع أغلب هذا الفقد من خلال تنظيم عمليات التحميل والتفريغ.

تكلفة التنفيذ: لا شيء

التوفير السنوي المتوقع: 206280 جنيه مصري

استعادة الزيوت والشحوم والمواد الدهنية

يمكن استعادة بعضا من الزيوت والمواد الدهنية المفقودة مع المياه المستعملة في تكرير الزيوت والشحوم من خلال تركيب أجهزة فصل على خطوط التكرير.

تكلفة التنفيذ: 273647 جنيه مصري

التوفير السنوي المتوقع: 203220 جنيه مصري

استعادة مكونات الأعلاف

يحدث تطاير كثيف في وحدة إنتاج العلف عند تحميل وتفريغ المواد الخام. يمكن وقف هذا التطاير من خلال تركيب أجهزة شفط تعمل على تجميع المواد المتطايرة وتعيدها مرة أخري إلى مدخل المواد الخام.

تكلفة التنفيذ: 127600 جنيه مصري

التوفير السنوي المتوقع: 107520 جنيه مصري

إعادة استخدام مياه التبريد

يمكن توفير كميات كبيرة من المياه من خلال فصل مسارات مياه التبريد ومياه التفريغ ومياه التصنيع عن بعضها البعض، وإعادة استخدام مياه التبريد من خلال تمريرها في دوائر مغلقة.

تكلفة التنفيذ: 220000 جنيه مصري

التوفير السنوي المتوقع: 120000 جنيه مصري

وقد أدى تنفيذ الإجراءات السابقة إلى المنافع البيئية والاقتصادية التالية:

- انخفاض استهلاك المياه بنسبة 23%؛
- انخفاض النفقات الرأسمالية لمعالجة مياه الصرف بمقدار 500000 جنيها مصريا؛
- تحسين ظروف العمل في وحدات إنتاج العلف والأحماض الدهنية؛
- خفض تركيزات الزيوت والشحوم في مياه الصرف بنسبة 99%؛
- وخفض حمل مياه الصرف من المواد العضوية بنحو 85%.

يلخص جدول 3 المنافع الاقتصادية المترتبة على تنفيذ هذه الإجراءات. وقد أدى الاستثمار في هذه التحسينات بتكلفة إجمالية قدرها 621247 جنيها مصريا إلى تحقيق توفير سنوي قدره 637020 جنيها مصريا وإلى خفض النفقات الرأسمالية لمحطة معالجة الصرف الصناعي للمصنع بمقدار 500000 جنيها مصريا.

جدول3 : ملخص التكاليف والمنافع للإجراءات المقترحة.

الإجراءات	**التكلفة الرأسمالية (جنيه مصري)**	**التوفير السنوي (جنيه مصري)**	**فترة الاسترداد (سنة)**
تحسين إجراءات التحميل والتفريغ	لاشيء	206280	فورية
استعادة الزيوت والشحوم والمواد الدهنية	273647	203220	1,3
استعادة مكونات الأعلاف	127600	107520	1,2
إعادة استخدام مياه التبريد	220000	120000	1,8
المجموع	**621247**	**637020**	**1**

المحاسبة البيئية

يستخدم مصطلح *المحاسبة البيئية* *environmental accounting* بمفهومه الواسع للإشارة إلى الأساليب المختلفة التي تستخدم في توفير المعلومات عن الأداء البيئي للمنظمة أو الدولة.

يمكن إجراء المحاسبة البيئية على مستويات مختلفة: مستوى المنشأة، المستوى الإقليمي، والمستوى القومي.

المحاسبة البيئية على المستوى القومي

تقيس جميع الحكومات حول العالم النشاط الاقتصادي لدولها أو أقاليمها بصفة دورية. يطلق على الوسائل والمبادئ المحاسبية المتبعة في قياس النشاط الاقتصادي للدولة أو الإقليم اسم *نظم الحسابات القومية* *systems of national accounts* (راجع إطار 7). يستخرج من هذه الحسابات القومية مجموعة من *المؤشرات الاقتصادية* *economic indicators* التي تدل على حالة الاقتصاد في هذه الدولة أو ذاك الإقليم. من أشهر هذه المؤشرات *إجمالي الناتج القومي* *Gross Domestic Product (GDP)*.

مع تزايد اهتمام الجماهير والحكومات بموضوع البيئة، بدأت الانتقادات توجه إلى نظام الحسابات القومية المتبع دوليا لعجزه عن إظهار الأداء البيئي أو الدور الاقتصادي للبيئة في الحسابات القومية. من الانتقادات التي توجه كثيرا لهذا النظام عجزه عن تبيان تكاليف حماية البيئة على المستوى القومي. في النظام الحالي، الأموال المصروفة، مثلا، على إقامة أجهزة لمكافحة تلوث الهواء على مداخن المصانع تؤدي إلى زيادة إجمالي الناتج القومي، رغم كون هذه النفقات غير منتجة اقتصاديا ـ يحاجج بعض الاقتصاديين. كما أن السلع والخدمات البيئية التي ليس لها سعر سوقي، مثل مياه الري وكلأ المراعي الطبيعية، لا تدخل في حسابات الدخل القومي رغم قيمتها الاقتصادية. من المشكلات الأخرى التي تذكر أن *استهلاك رأس المال المصنع* *depreciation manufactured capital* و*رأس المال الطبيعي* *natural capital* يتم التعامل معهما في حسابات الدخل القومي بصورتين مختلفتين؛ فبينما يتم خفض قيمة *رأس المال العيني* *physical capital*، مثل المباني والماكينات، مع تقادمها وفقا لمبادئ محاسبية متفق عليها، يتم حساب استهلاك رأس المال الطبيعي، مثل المخزون الطبيعي من النفط، باعتباره *دخل* *income*.

يأخذ تطبيق مبادئ المحاسبة البيئية على المستوى القومي صورا مختلفة أهمها ما يلي:

حسابات الموارد الطبيعية Natural resource accounts. تشتمل هذه الحسابات على بيانات عن أرصدة الموارد الطبيعية وعن ما يحدث فيها من تغيرات بفعل العمليات الطبيعية أو أنشطة الإنسان. تتناول هذه الحسابات عادة الأراضي الزراعية، المصايد، الغابات، المعادن، البترول، والمياه. تحتوي هذه الحسابات في بعض البلاد أحيانا على تقديرات مالية لمثل هذه الموارد. يواجه عملية *تثمين* *valuation* الموارد الطبيعية كثيرا من الصعوبات الفنية، خاصة بالنسبة للموارد التي ليس لها سوق non-marketed.

محاسبة الانبعاثات Emissions accounting. تحدد هذه الحسابات الملوثات المنبعثة من قطاعات الاقتصاد المختلفة. وإذا أمكن تقييم هذه الانبعاثات ماليا، يمكن عندئذ استخدام هذه الحسابات في تحديد تكلفة التلوث، ومن ثم المقارنة بين تكاليف ومنافع حماية البيئة.

تفصيل الحسابات القومية Disaggregating national accounts. في هذه الطريقة يتم إظهار النفقات المرتبطة بحماية البيئة في بند خاص بحسابات الدخل القومي، على أساس أن توفر مثل هذه البيانات سوف يمكن مع مرور الوقت من ملاحظة العلاقة بين السياسات البيئة المتبعة وتكاليف حماية البيئة، ومن متابعة التطورات في صناعة حماية البيئة.

تثمين السلع والخدمات البيئية Valuation of non-marketed environmental goods and services. يَحصل الاقتصاد القومي على سلع وخدمات "مجانية" من البيئة. يحاجج البعض بضرورة إيجاد قيم مالية لهذه السلع والخدمات البيئية واعتبارها في حسابات الدخل القومي كي يمكننا المفاضلة بين الأهداف الاقتصادية والأهداف البيئية للسياسات المختلفة، وإلا أصبحت هذه الحسابات تعكس فقط تكاليف حماية البيئة دون المنافع العائدة منها. في المقابل، لا يرى البعض الآخر جدوى كبيرة في ذلك على أساس أن صعوبة توحيد طرق التثمين لا يسمح بمقارنة هذه الحسابات بين الدول أو القطاعات الاقتصادية المختلفة.

حاولت إحدى الدراسات المنشورة في مجلة *Nature* الشهيرة تقدير السلع والخدمات التي توفرها الأنظمة البيئية لرفاهية الإنسان، مع استبعاد أنواع الوقود والمعادن غير المتجددة. قدرت الدراسة أن قيمة هذه السلع والخدمات تتراوح ما بين 16-54 تريليون (10^{12}) دولار أمريكي سنويا، بمتوسط قدره 33 تريليون دولار.

إجمالي الناتج القومي المعدل بيئيا Environmentally adjusted GDP. ويسمى أيضا بـ*إجمالي الناتج القومي الأخضر Green GDP*. رغم عيوبه المعروفة، ظل إجمالي الناتج القومي على مدار الخمسين عاما الماضية يعتبر هو المؤشر الرئيس على أداء الاقتصاد القومي. من الناحية البيئية لا يعتبر إجمالي الناتج القومي مؤشرا جيدا على سلامة الاقتصاد القومي للأسباب التالية:

- تكاليف إصلاح الأضرار ترفع من قيمة إجمالي الناتج القومي ـ تعمل *التكاليف المباشرة direct cost* المترتبة على الحوادث والأضرار البيئية على زيادة قيمة إجمالي الناتج القومي؛
- الاستغلال الجائر للموارد يزيد في المدى القصير من قيمة إجمالي الناتج القومي، الأمر الذي يجعل السياسات التي تشجع استنزاف الموارد تبدو وكأنها مفيدة؛
- التكاليف الاجتماعية للتدهور البيئي لا تظهر في الحسابات القومية، ومن ثم لا تؤثر على قيمة إجمالي الناتج القومي.

تبلغ قيمة إجمالي الناتج العالمي global GDP (مجموع قيم إجمالي الناتج القومي لدول العالم) نحو 18 تريليون دولار أمريكي سنويا. بمقارنة هذه القيمة بالقيمة التي قدرتها الدراسة السابقة للسلع والخدمات التي توفرها الأنظمة البيئية (33 تريليون دولار في المتوسط) يتبين مدى عجز مؤشر إجمالي الناتج القومي في التعبير عن السلع والخدمات التي تقدمها البيئة الطبيعية للاقتصادات القومية.

هذا القصور في مؤشر إجمالي الناتج القومي التقليدي حدا ببعض الاقتصاديين إلى محاولة تعديل هذا المؤشر كي يعكس أيضا الأداء البيئي للاقتصاد القومي. غير أن غياب الأساليب الموحدة لحساب إجمالي الناتج القومي الأخضر يجعل من غير المجدي المقارنة بين الدول المختلفة بناء على هذا المؤشر. علاوة على ذلك، لا يفيد إجمالي الناتج الأخضر متخذي القرار بشيء فيما يتعلق بأسباب المشاكل البيئية أو حلولها.

إطار 7: ماهية المحاسبة وأنواعها.

يقع على عاتق *المحاسبة accounting* قياس النشاط الاقتصادي للمنشأة أو الدولة، ومن ثم توفير المعلومات اللازمة لاتخاذ القرارات الاقتصادية المناسبة. ولأن الأنشطة الاقتصادية تتنوع، وتتباين المعلومات المرتبطة بهذه الأنشطة، تنقسم المحاسبة إلى عدة أنواع أو فروع. هناك *محاسبة الدخل القومي national income accounting* مقابل *محاسبة الشركات corporate accounting*، وهناك التمايز الشائع بين ما يعرف بـ *المحاسبة الإدارية management accounting* وما يعرف بـ *المحاسبة المالية financial accounting*.

تختص محاسبة الدخل القومي بالمبادئ والطرق المستخدمة في قياس الدخل والناتج القومي (الخاص بدولة أو منطقة ما). يتم قياس النشاط الاقتصادي القومي من خلال ثلاث طرق رئيسية: (1) على أساس القيمة النقدية للإنتاج الإجمالي من السلع والخدمات خلال فترة محددة (سنة في العادة)، (2) على أساس إجمالي الدخول الناتجة (الإيجارات، المرتبات، الأجور، الفوائد، والأرباح) من النشاط الاقتصادي، أو (3) على أساس مجموع النفقات (مع التمييز بين النفقات على الاستهلاك والنفقات التي تضيف إلى رصيد رأس المال ـ أي الاستثمار).

أما محاسبة الشركات فتهتم بقياس النشاط الاقتصادي على مستوى المنشأة الربحية (الشركة أو مجموعة الشركات). عادة ما يتم التميز داخل محاسبة الشركات بين نوعين أساسيين من المحاسبة: المحاسبة الإدارية والمحاسبة المالية.

تهتم المحاسبة الإدارية بتوفير المعلومات التي تحتاجها الإدارة داخل المنشأة. من أهم وأقدم المجالات التي تهتم بها المحاسبة الإدارية *محاسبة التكاليف cost accounting*، والتي تسعى إلى التقدير الدقيق لتكاليف السلع المنتجة، سواء كانت فعلية أو محتملة، من أجل مراقبة هذه التكاليف والمساعدة في القرارات الخاصة بالسعر والإنتاج والاستثمار. ولأن المعلومات التي توفرها المحاسبة الإدارية هي للاستخدام الداخلي فقط، كان من الطبيعي أن تتمتع هذه المحاسبة بقدر كبير من المرونة والحرية بعيدا عن التنظيم القانوني أو التوحيد القياسي.

في المقابل تهدف المحاسبة المالية إلى توفير المعلومات الثقة للأطراف الخارجية المهتمة بتقييم الأداء الاقتصادي للمنشأة أو الشركة، وبخاصة الممولين (أي المؤتمنين وأصحاب الأسهم). يتم ذلك من خلال تقارير دورية (سنوية أو ربع سنوية). و*كشف الميزانية العمومية balance sheet* و*بيان الأرباح والخسائر profit and loss statement* هما من أشهر الأمثلة على التقارير التي تنتجها المحاسبة المالية لاستخدام الأطراف الخارجية. وعلى عكس الحسابات الإدارية، يخضع شكل ومضمون التقارير المالية للرقابة والتحديد من قبل جهات خارجية يحددها القانون.

المحاسبة البيئية على مستوى المنشأة

تعتمد إدارة الأعمال (التخطيط، التنظيم، التوجيه، والرقابة)، ومن ضمنها الإدارة البيئية، على توفر المعلومات الدقيقة والثقة. يحتاج المديرون كي يقوموا بعملهم إلى نظام لجمع، تصنيف، معالجة، وتحليل البيانات، وهذا هو دور *المحاسبة* في المنظمات.

المحاسبة البيئية هي هذا الجزء من نظام المعلومات المختص بجمع وتحليل البيانات، متابعة الأداء، ودعم اتخاذ القرار و*المساءلة*[51] *accountability* فيما يتعلق بالتكاليف والمخاطر البيئية. تتعامل المحاسبة البيئية في ثلاثة أنواع من البيانات: بيانات مالية financial، بيانات كمية غير مالية quantitative non-financial، وبيانات وصفية qualitative. على سبيل المثال تستعين المحاسبة البيئية بالبيانات التالية عند تعاملها مع موضوع التخلص من النفايات: تكاليف التخلص من النفايات (بيانات مالية)، وزن المخلفات (بيانات كمية غير مالية)، وأسلوب تخزين النفايات (بيانات وصفية).

يعود تزايد اهتمام قطاع الأعمال بالمحاسبة البيئية إلى ثلاثة عوامل رئيسة:

نمو التكاليف البيئية. مع تزايد اهتمام الجماهير والحكومات بجودة البيئة تجد منشآت الأعمال نفسها مطالبة بتحمل أنواع متزايدة من التكاليف. ووفقا لجهاز حماية البيئة الأمريكي US Environmental Protection Agency (US EPA) فإن الهدف الرئيس من المحاسبة البيئية هو "لفت انتباه أصحاب الشأن stakeholders في المنظمة إلى التكاليف البيئة بهدف حفزهم على إيجاد طرق لخفض أو تجنب تلك التكاليف مع تحسين نوعية البيئة في نفس الوقت".

متطلبات المساءلة. تسن معظم الحكومات قوانين تلزم منشآت الأعمال بإظهار حسن إدارتها. تساعد المحاسبة البيئية في ذلك من خلال تقديم المعلومات الدقيقة والمنظمة التي تتوافق مع متطلبات الجهات التنظيمية.

الطلب المتزايد على المعلومات. يوما بعد يوم، يتزايد اهتمام الجمهور بالقضايا البيئية، وخاصة بأنشطة الشركات المسببة للتلوث. وعليه يجد المدراء أنفسهم مطالبين بتقديم التقارير والمعلومات إلى مجموعات متنوعة من المهتمين بالعواقب البيئية لأنشطة الشركات التي يتولون إدارتها (الموظفون، المجتمعات المجاورة، الجمعيات البيئية، الممولين، السلطات القانونية، وغيرهم). ولذلك يتزايد اهتمام منشآت الأعمال بالمحاسبة البيئية كوسيلة ضرورية لتوفير المعلومات المطلوبة.

بالإضافة إلى مقابلة هذا الاحتياج المتزايد للمعلومات البيئية والإدارية يمكن للإدارة البيئية أن تكون مفيدة للشركات من عدة جوانب أخرى:

- تشجيع الإدارة الرشيدة، من المنظور الاقتصادي ومن ناحية الأداء البيئي؛
- خفض التكاليف البيئية واكتشاف فرص الأعمال الجديدة؛
- زيادة ربحية الشركات، لأنها تمكن من وضع سياسة تسعير تأخذ بعين الاعتبار جميع التكاليف، بما فيها التكاليف البيئية؛
- المساعدة في إدماج الإدارة البيئية في مجمل العمليات الإدارية للشركة؛

[51] المساءلة هي الالتزام الواقع على المديرين، بحكم القانون أو التعاقد، أن يبرهنوا على قيامهم بإدارة الموارد التي في عهدتهم وفقا للشروط المتفق عليها صراحة أو ضمنا.

- ورفع مستوى الوعي البيئي والشعور بالمسئولية بين المدراء.

يميز المحاسبون دائما بين نوعين من المحاسبة: *المحاسبة المالية* financial accounting *والمحاسبة الإدارية* management accounting. الهدف من المحاسبة المالية هو تعريف الأطراف الخارجية، مثل المستثمرين، البنوك المقرضة، وأصحاب الأسهم، بالوضع المالي للشركة أو منشأة الأعمال. يتم ذلك من خلال مجموعة محددة من التقارير أو البيانات المالية financial statements، والتي يتم تحديد محتواها، أشكالها، وأساليب إعدادها وفقا لمجموعة من القواعد القانونية الملزمة والمبادئ المحاسبية المتفق عليها.

أما الغرض من المحاسبة الإدارية فهو مساعدة المدراء على تأدية رسالة الشركة أو المنشأة بالشكل الأكفأ. ولذلك، تهتم المحاسبة المالية بالمعلومات التي تهم المستخدمين في داخل الشركة، أي المعلومات التي تساعد في اتخاذ القرارات سواء كانت خاصة بالتخطيط، الاستثمار، الإنتاج، أو أي من العمليات الإدارية الأخرى. ولأن "الإدارة تدير ما تستطيع قياسه"، كان من الطبيعي أن يكون *قياس الأداء* performance measurement، ابتكار *المؤشرات* indicators لقياس هذا الأداء، والرقابة على هذه المؤشرات هي من أهم وظائف المحاسبة الإدارية. وفي حين تتعامل المحاسبة المالية مع البيانات المالية أساسا، تتعامل المحاسبة الإدارية مع أنواع متباينة من البيانات: مالية، كمية، ونوعية.

المحاسبة المالية البيئية

بدأت القوانين واللوائح في بعض الدول تلزم منشآت الأعمال بالإفصاح عن وضعها البيئي فيما تصدره من بيانات مالية. على سبيل المثال، يجب أن تتضمن البيانات المالية لبعض الشركات الكندية معلومات عن تكاليف تنظيف وإصلاح المواقع الملوثة. كما تفرض بعض وكالات الأوراق المالية متطلبات مشابهة على التقارير التي تقدمها الشركات للمستثمرين وجهات التمويل.

> *الالتزام بالقوانين البيئية الخاصة بالتلوث سوف يتطلب استثمارا يعادل 57 مليون دولار خلال الفترة من 1994 إلى 1996. يتضمن هذا التقدير استثمارات قيمتها 27 مليون خاصة بالصرف الصناعي، 15 مليون لإدارة النفايات الصلبة، و نحو 15 مليون لمكافحة الانبعاثات الجوية.* — من البيانات المالية لشركة Donohue الكندية عن العام 1993

المحاسبة الإدارية البيئية

توفر المحاسبة الإدارية البيئية المعلومات التي تساعد في اتخاذ القرارات التي تؤثر على الأداء البيئي لمنشأة الأعمال. وتركز المحاسبة الإدارية البيئية على موضوعين أساسيين: (1) حساب التكاليف البيئية و(2) تقييم الاستثمارات البيئية.

التكاليف البيئية إما أن تكون *داخلية* internal أو *خارجية* external بالنسبة للمنشأة. يقصد بالتكاليف الخارجية (الخارجيات السلبية negative externalities) تلك الأضرار البيئية والاجتماعية التي تتسبب فيها المنشأة دون أن تتحمل المنشأة المتسببة تكاليف هذه الأضرار. ومن ثم، لا تؤخذ التكاليف الخارجية في الحسبان عند تحديد أسعار ما تنتجه المنشأة من سلع أو خدمات.

أما التكاليف الداخلية فيمكن تقسيمها إلى عدة أنواع:

تكاليف مباشرة direct. هي التكاليف التي يمكن بسهولة تخصيصها أو ربطها بقسم من أقسام الشركة أو بسلعة منتجة. مثال: تكاليف أجهزة مكافحة التلوث.

تكاليف غير مباشرة indirect. هي المصروفات التي لا يمكن تحديدها أو تخصيصها لأقسام أو نشاطات أو منتجات بعينها، ولذلك يتم إجمالها في حسابات الأعباء العامة overheads (على سبيل المثال توضع تكاليف استهلاك الطاقة والمياه مع الإيجارات ومصاريف صيانة المباني). ولذلك، توصف هذه التكاليف بأنها "محتجبة hidden".

تكاليف معنوية intangible. مثل التكاليف المرتبطة بسمعة وصورة المنشأة، إنتاجية العاملين، وغيرها من التكاليف التي يصعب قياسها كميا.

تكاليف محتملة contingent. هي التكاليف التي قد تتحملها الشركة في المستقبل نتيجة لبعض الأحداث. من الأمثلة على هذه التكاليف الغرامات والتعويضات التي قد تضطر الشركة إلى دفعها في حالة وقوع مخالفات أو حوادث بيئية بها.

في سلسلة من الدراسات لمعهد الموارد الدولية عن المحاسبة المالية، تراوحت التكاليف الداخلية البيئية للشركات فيما بين 3,2-22 % من تكاليف التشغيل.

ولحساب التكلفة البيئية الكلية لإحدى السلع والخدمات، لابد من تحديد وقياس التكاليف المرتبطة بتلك السلعة أو الخدمة طوال دورة حياتها. تعرف *دورة حياة المنتج أو السلعة -product/service life cycle* بأنها المراحل التي تمر بها السلعة أو الخدمة منذ ابتكارها وحتى صرفها. يمكن تقسيم دورة حياة المنتَج إلى خمس مراحل: البحث والتطوير، الإمداد، التشغيل، التوزيع، الاستخدام.

فيما يلي عرض موجز لبعض من الطرق المستخدمة في المحاسبة البيئية.

المحاسبة وفق النشاط

تساهم المنتجات (سلع وخدمات) المختلفة في إجمالي التكاليف البيئية بدرجات متباينة. *المحاسبة وفق النشاط activity-based accounting* هي أسلوب مستحدث لتتبع تكاليف أنشطة الشركة ونسبتها إلى منتج معين بدلا من نسبتها إلى أحد الأقسام أو إجمالها فيما يعرف بالأعباء العامة كما هو الحال في طرق المحاسبة التقليدية. في هذا النوع من المحاسبة، يتم تحديد الأنشطة المطلوبة لإنتاج سلعة أو خدمة ما، حساب تكاليف هذه الأنشطة، ثم تقدير إجمالي التكاليف البيئية المرتبطة بإنتاج هذه السلعة أو تلك الخدمة. تسمح المحاسبة وفق النشاط بنسبة التكاليف البيئية "المحتجبة" (مثل تكاليف استهلاك الطاقة أو التخلص من النفايات) إلى السلعة أو الخدمة المسئولة عن هذه التكاليف. يمكن لهذه المعلومات مساعدة المدراء في تعديل أو إلغاء الأنشطة التي تتسبب في أكبر التكاليف البيئية.

تقدير تكاليف الجودة

في هذا النوع من تقدير التكاليف يتم تحديد وقياس ثلاثة أنواع من التكاليف:

تكاليف الوقاية: التكاليف الخاصة بمنع أو الحد من الأضرار البيئية مثل تكاليف أجهزة منع ومكافحة التلوث.

تكاليف التقييم: التكاليف المرتبطة بتحديد مصادر الأضرار البيئية مثل تكاليف *التدقيق البيئي* وتكاليف *تقييم المخاطر البيئية*.

تكاليف الإخفاق: التكاليف المترتبة على الأضرار البيئية الناتجة عن أنشطة الشركة مثل الغرامات والتعويضات البيئية.

الغرض من تقدير تكاليف الجودة هو إظهار تكاليف الإخفاقات البيئية بشكل جلي لدفع المدراء إلى العمل على منعها أو الحد منها.

محاسبة التكاليف البيئية الكاملة

تعتمد الأنشطة الإنتاجية على الموارد البيئة وتؤثر عليها. في الوقت الراهن لا تتحمل المنشآت الإنتاجية كافة التكاليف المرتبطة باستخدام هذه الموارد. *محاسبة التكاليف البيئية الكاملة* ***full environmental cost accounting*** هي محاولة رائدة لحساب التكاليف البيئية للمنتجات (أو الخدمات) كاملة بما فيها *التكاليف الخارجية*، والاستفادة من هذه الحسابات عند اتخاذ القرارات الإدارية. يحاول هذا النوع من المحاسبة تقدير التكاليف البيئية المرتبطة بمنتج معين طوال دورة حياة هذا المنتج (من المهد إلى اللحد).

تحليل وتقييم الاستثمارات

يستخدم المحاسبون والاقتصاديون عدة وسائل لتقييم المشروعات الاستثمارية، مثل حساب *فترة استرداد رأس المال* ***payback period*** *ونسبة العائد* أو *المردود* ***rate of return*** وتحليل *حركة النقد المختصم* ***discounted cash flow***.

فترة استرداد رأس المال. يقصد بها المدة الزمنية التي خلالها يستطيع المشروع أن يغطي *مصاريفه الاستثمارية* ***capital costs*** (مصاريف الإنشاء والتجهيز). يعتمد التقييم في هذه الطريقة على السرعة التي يغطي بها المشروع تكاليفه؛ والاستثمار في المشروعات ذات فترات الاسترداد القصيرة هو بالطبع مفضل عليه في ذات الفترات الطويلة.

نسبة العائد. وهي النسبة بين الأرباح الناتجة من الاستثمار ومصاريف هذا الاستثمار، أي ربحية الوحدة من رأس المال المستثمر.

حركة النقد المختصم. الاستثمار هو في جوهره استغناء عن منافع آنية انتظارا لمنافع مستقبلية أكبر. وتفضل غالبية الناس الاستفادة العاجلة مما يوفره المال من منافع. ولذلك، تعتبر *القيمة الحالية* ***present value*** لمبلغ معين من المال أعلى من قيمته المستقبلية. تعتمد أساليب حركة النقد المختصم على هذه الفكرة، حيث يتم تقييم المشروعات الاستثمارية بناء على القيم الحالية لتكاليف ومنافع هذه المشروعات.

الطرق السابقة وضعت أساسا من أجل تقييم الاستثمارات من الناحية الاقتصادية، وهي لا تناسب كثيرا الاستثمارات البيئية، فالتكاليف والمنافع البيئية هي في غالبية الأحيان طويلة الأجل ويصعب تثمينها (التعبير عن قيمتها بوحدات نقدية). ولذلك، يسعى المحاسبون والاقتصاديون البيئيون إلى ابتكار وسائل تقييم أكثر ملاءمة للاستثمارات البيئية. الجزء التالي يتناول في إيجاز اثنين من هذه الطرق: (1) *تقييم التكاليف الكلية* ***total cost assessment*** و(2) *تقييم المعايير المتعددة* ***multiple criteria assessment***.

تقييم التكاليف الكلية هو إحدى طرق تقييم الاستثمارات البيئية التي تحاول تلافي أوجه القصور في الطرق التقليدية، من خلال ما يلي:

- اعتبار نطاق أوسع من التكاليف يشمل التكاليف غير المباشرة indirect وغير الملموسة intangible الأقل وضوحا؛
- تخصيص أكثر تفصيلا للتكاليف يُظهر مصادر التكاليف البيئية التي تُحجب عادة في طرق التقييم التقليدية وراء ما يسمى *مصاريف الأعباء العامة* ***overheads***؛

- تقييم للاستثمار على مدى زمني أبعد يسمح بإدراك منافع الاستثمارات البيئية كاملة (جزء كبير منها لا يتحقق إلا بعد انقضاء العامين إلي الثلاثة أعوام الأولى للمشروع الاستثماري)؛

- واستخدام المؤشرات التي تظهر *الربحية بعيدة الأمد long-term profitability*، مثل مؤشر *صافي القيمة الحالية*[52] *net present value (NPV)* ومؤشر *قيمة الخيارات option value*، والتي تعكس القيمة الحقيقية لتكاليف الاستثمارات أو منافعها.

لطريقة التقييم المستخدمة أهمية كبرى في اتخاذ القرارات المتعلقة بالاستثمارات الرأسمالية، فالمشروعات التي تبدو وكأنها استثمارات ضعيفة وفقا لطرق التقييم التقليدية قد تصبح قوية ومنافسة إذا ما تم تحديد عوائدها الحقيقية باستخدام طرق المحاسبة البيئية. على سبيل المثال، قد لا يبدو استبدال إحدى الوحدات الإنتاجية استثمارا واعدا إذا ما اقتصر التقييم على التكاليف المباشرة مثل تكاليف العمالة والمواد الخام. فإذا ما أدخلنا في التحليل كافة التكاليف البيئية المرتبطة باستمرار العمل بالوحدة الإنتاجية القائمة (مثل تكاليف التخلص من النفايات ودفع الغرامات ونقص إنتاجية العاملين) انقلب الحال واتضحت أهمية هذا الاستثمار.

عملية تقييم الاستثمارات هي في جوهرها مقارنة بين تكاليف ومنافع الفرص (البدائل) الاستثمارية المتاحة. في طرق التقييم التقليدية تجرى المقارنة بين القيم المالية لهذه التكاليف والمنافع (أو ما يطلق عليه اصطلاحا *حركة النقد cash flow*). يصعب تطبيق هذه الطرق على الاستثمارات البيئية لأن التكاليف والمنافع المتوقعة من هذه الاستثمارات غالبا ما تكون *غير ملموسة intangible*، *وصفية qualitative*، و*غير مسوَّقة unmarketed*. للتغلب على هذه الصعوبات يستخدم المحاسبون في تقييم الاستثمارات البيئية طريقة وصفية تعرف باسم *تقييم المعايير المتعددة*، حيث تتم المقارنة بين البدائل الاستثمارية على أساس معايير ومقاييس متعددة.

مثال لتطبيقات المحاسبة البيئية على مستوى المنشأة

الأحبار هي مادة خام أساسية في أعمال الطباعة، كما أنها مخلف رئيسي من هذه الأعمال. من أجل تقليل التكاليف الخاصة بالتخلص من الأحبار المستعملة، طورت إحدى الشركات متوسطة الحجم في كاليفورنيا وسيلة لإعادة تدوير الأحبار التي تستعملها. تعتمد هذه الطريقة على خلط الأحبار المستعملة من ألوان مختلفة مع أحبار جديدة، ثم تصفية هذا الخليط لإزالة الشوائب منه. النتيجة هي حبر أسود يصلح للاستخدام من جديد في عمليات الطباعة. يوضح الجدول التالي التحليل المالي لهذا المشروع.

تكلفة الحبر الجديد (دولار/رطل)	1,50 دولار
تكلفة التخلص من الحبر المستعمل (دولار/رطل)	0,72 دولار
التوفير المتحقق (دولار/رطل)	2,22 دولار
كمية الحبر المستعمل شهريا	200 رطل
التوفير الشهري	444 دولار
تكلفة ماكينة إعادة التدوير	5900 دولار
فترة استرداد التكلفة	13,3 شهر

[52] صافي القيمة الحالية هو إجمالي القيم الحالية للإيرادات المتوقعة من الاستثمار مطروحا منها القيم الحالية لتكاليفه المتوقعة.

نظم الإدارة البيئية

قد تدير الشركات والمنظمات شئونها البيئية كيفما اتفق، ولكن الأفضل أن تديرها وفقا لأسلوب منظم. في الحالة الثانية يكون لدينا ما يسمى *نظم الإدارة البيئية* *environmental management systems (EMSs)*. وقد أخذت المنظمات القومية والدولية للمواصفات تهتم بتحديد المواصفات القياسية لنظم الإدارة البيئية الفعالة بداية من التسعينات. من أولى هذه المواصفات المواصفة البريطانية المعروفة اختصارا باسم BS 7750 التي أصدرها *معهد المواصفات البريطانية* *British Standards Institute* في 1994. كما نشر مجلس المواصفات الكندي Canadian Standards Council المواصفة الكندية Z750 في العام نفسه. وتم نشر *نظام الإدارة والتدقيق البيئي* *Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)* للإتحاد الأوروبي في عام 1994 أيضا. وفي 1996، نشرت *المنظمة الدولية للتوصيف القياسي* *International Organization for Standardization (ISO)* المواصفة الدولية الشهيرة لنظم الإدارة البيئية: *الأيزو ISO 14001*.

تُعرّف وثيقة الأيزو 14001 (جزء 3.5) نظام الإدارة البيئية على أنه "هو الجزء من مجمل نظام الإدارة الذي يشمل الهيكل التنظيمي، التخطيط، الأنشطة، المسئوليات، الإجراءات، العمليات، والموارد الخاصة بتطوير، تنفيذ، إنجاز، مراجعة، وصيانة السياسة البيئية". ويقصد بالسياسة هنا الأهداف والغايات.

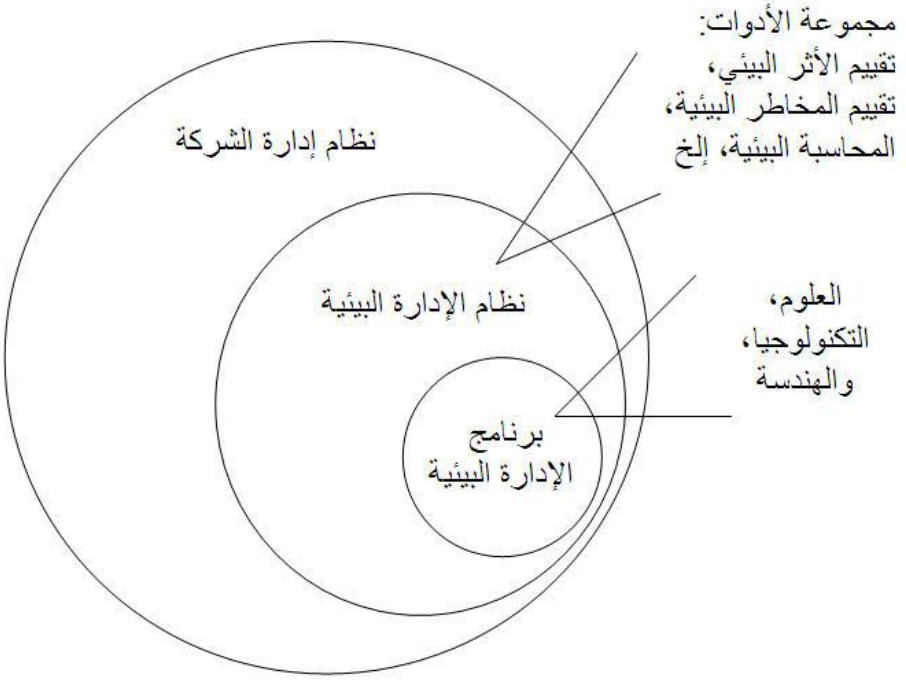
ربما كان من المفيد هنا لإيضاح المقصود بنظام الإدارة البيئية الاستعانة بالتعريف الذي وضعة ديكسون ثومبسون Dixon Thompson:

> نظام الإدارة البيئية هو جزء متكامل مع مجمل نظام إدارة المنظمة مصمم لتحسين الأداء البيئي من خلال:
>
> - وضع الغايات والأهداف (السياسة)؛
> - تحديد، توفير، وتنظيم الناس، المهارات، المعارف، التكنولوجيا، التمويل، والموارد الأخرى اللازمة لتحقيق الغايات والأهداف؛
> - تحديد وتقييم خيارات الوصول إلى الأهداف؛
> - تقييم المخاطر والأولويات؛
> - تنفيذ المجموعة المختارة من الخيارات؛
> - مراجعة الأداء من أجل التعديلات الضرورية؛
> - وتطبيق أدوات الإدارة البيئية [مثل *تقييم الأثر البيئي*، *تقييم المخاطر البيئية*، *والتدقيق البيئي*] حسب الحاجة.[53]

ويجب التمييز هنا بين أدوار الإدارة البيئية (السابق ذكرها) وأدوار العلوم والتكنولوجيات البيئية المختصة بالنواحي الفنية اللازمة لتحقيق الأهداف الإدارية، مثل تقنيات منع التلوث وترشيد الطاقة. يطلق البعض على هذه الجوانب والتفاصيل الفنية اسم *برنامج الإدارة البيئية* *environmental management program* (شكل 16).

---

[53] أنظر المرجع التالي:
Dixon Thompson (2002). *Tools for Environmental Management: A Practical Introduction and Guide* , p 20. Calgary, Alberta, Canada: University of Calgary Press.



شكل16 : تكامل برنامج الإدارة البيئية ونظام الإدارة البيئية مع نظام الإدارة العام للشركة.

مواصفات الأيزو 14001 لنظم الإدارة البيئية

كجزء من الاستعداد لمؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة والتنمية (البرازيل 1992)، المشهور بقمة الأرض، طلب من الأيزو تشكيل مجموعة دولية من الخبراء لوضع توصيات حول المواصفات القياسية للجودة البيئية. وبعد مرور خمس سنوات من هذا الطلب ظهرت النسخة الأولى من الأيزو 14001.

الأيزو 14001 هو مواصفة دولية للنظام الفعال للإدارة البيئية. وقد تم تصميم هذه المواصفة بحيث تصلح للتطبيق على مستوى العالم، وبغض النظر عن حجم أو طبيعة أو نشاط المنظمة المعنية. ويشير مصطلح الأيزو 14000 إلى سلسلة من الوثائق التي أصدرتها الأيزو بخصوص نظم الإدارة البيئية، وهي تشمل وثيقة مواصفات واحدة (رقم 14001) وعدد متنامي من *الوثائق المرشدة* *guidance documents* (جدول 4).

جدول4 : سلسلة مواصفات الأيزو 14000.

المواضيع	وثائق الأيزو 14000
مواصفة نظام الإدارة البيئية	14001
إرشادات لنظام الإدارة البيئية	14004
إرشادات للتدقيق البيئي	14010، 14011، 14012، 14015 (أصبحت فيما بعد سلسلة الأيزو 19000)
إرشادات للتصنيف البيئي environmental labeling	14020، 14021، 14024، 14025
تقييم الأداء البيئي	14031، 14032
تقييم دورة الحياة	14040، 14041، 14042، 14043، 14049
المصطلحات والتعاريف	14050
إرشادات للجوانب البيئية في المواصفات القياسية للمنتجات	14061

هناك الكثير من اللبس حول مفهوم مواصفات الأيزو 14000 وطبيعتها - حتى بين المتخصصين في المجالات البيئية. هذه المواصفة، وغيرها من مواصفات الأيزو (مثل الأيزو 9000 لنظم إدارة الجودة)، تحدد مواصفات أو متطلبات أنظمة الإدارة البيئية الجيدة، كما تعطي بعض الإرشادات حول الممارسات الجيدة في الإدارة البيئية. ولكنها لا تحدد مستويات الأداء البيئي environmental performance، وليس ذلك من أهدافها.[54] فالهدف من الأيزو 14001 هو توفير إطار عمل لـ"مقاربة استراتيجية كلية holistic strategic approach" للسياسات والخطط والإجراءات البيئية. الفلسفة التي تقوم عليها هذه المواصفة هي أن متطلبات نظام الإدارة البيئية الفعال واحدة، بغض النظر عن نشاط أو حجم المنظمة.

تعرف منظمة الأيزو نظام الإدارة البيئية المعتمد على مواصفة الأيزو 14001 على النحو التالي:

إنه أداة إدارية تمكن المنظمات أيا كان حجمها أو نوعها من الآتي:

- تحديد ومراقبة الآثار البيئية لأنشطتها ومنتجاتها وخدماتها؛
- تحسين أدائها البيئي باستمرار؛
- وتنفيذ مقاربة منظمة لوضع الغايات والأهداف البيئية، لتحقيق هذه الأهداف، ولإظهار أنها قد تحققت.

من المهم إدراك أن الأيزو 14001 هي مواصفة دولية ذات طبيعة اختيارية ويمكن تطبيقها بقدر كبير من الحرية. تستطيع المنشآت التي يستوفي نظام إدارتها البيئية متطلبات الأيزو 14001 أن تعلن بنفسها أنها كذلك (فيما يعرف بإمكانية *الإعلان الذاتي self-declaration*)، دون الحاجة إلى توثيق هكذا إعلان من أي جهة رسمية. وتوجد بعض المنظمات الاستشارية الخاصة والحكومية التي تقدم المساعدة الفنية للمنشآت الراغبة في تعديل أنظمة إدارتها البيئية بحيث تتوافق مع متطلبات الأيزو 14001. تعرف هذه المنظمات الاستشارية باسم *هيئات التوثيق certification bodies*. عادة ما تقوم هذه

[54] لكن يفترض أن تطبيق نظام إدارة بيئية فعال سيؤدي غالبا إلى تحسين الأداء البيئي.

الهيئات بمنح المنظمات المتوافقة شهادات تفيد بذلك (مواصفة الأيزو 14001 نفسها لا تشترط المراجعة أو التوثيق من قبل أي جهة خارجية). وقد تتطلب الإجراءات المعمول بها في بعض الدول من المنشآت الراغبة في إعلان توافقها مع الأيزو 14001 أن تقوم بتسجيل ذلك لدى الجهات المختصة، وقد تتضمن شروط *التسجيل registration* المراجعة من قبل *مدقق معتمد certified auditor*.

الأيزو هي منظمة دولية لوضع المواصفات القياسية الدولية، وليست هيئة رقابية أو جهة توثيق؛ ولذلك هي غير معنية بمراقبة المنشآت التي تعلن عن توافقها مع مواصفات الأيزو ـ وبالطبع لا تعتمد أو تنفي هكذا إعلان، كما إنها غير معنية كذلك باعتماد هيئات التوثيق. خلاصة الأمر أن الأيزو 14000 هي مواصفات وإرشادات اختيارية تتبعها المنشآت الراغبة في تحسين إدارتها البيئية وليست شهادات تمنح كدعاية لهذه المنشآت.

على كل حال، يحقق التوافق مع الأيزو 14001 للشركات المنافع التالية:

- يوفر ضمانة للإدارة بأنها تسيطر على العمليات والأنشطة المؤثرة على البيئة؛
- يؤكد لموظفيها وعملائها وللمجتمع أن المنشأة تتحمل مسئولياتها البيئية؛
- يساعد المنشأة في التوافق مع القوانين البيئية؛
- ويساعد المنشأة في مفاوضاتها مع السلطات القضائية أو الموردين.

العناصر الضرورية لنظام الإدارة البيئية الفعال

يتضمن نظام الإدارة البيئية الفعال أربعة عناصر ضرورية: (1) التخطيط؛ (2) التنفيذ والتشغيل؛ (3) التدقيق؛ و(4) التعديل.

التخطيط ـ يقصد بالتخطيط عملية وضع الغايات والأهداف. يتم تحديد الأهداف المرجوة من نظام الإدارة البيئية من خلال أسلوبين متداخلين: (1) تقييم الاحتياجات؛ و(2) تحليل الفجوة بين المرغوب والموجود.

في تقييم الاحتياجات، يجب الإجابة على ثلاثة أسئلة:

1. لما الحاجة إلى نظام للإدارة البيئية؟
2. ما هي القضايا الرئيسية التي يحتاج نظام الإدارة البيئية التعامل معها؟
3. ما هي المبادرات أو الأنظمة الخاصة بالإدارة البيئية الموجودة بالفعل في المنظمة (الممارسات الحالية)؟

في تحليل الفجوة يتم المقارنة بين النظام القائم وبين المواصفات القياسية للنظام الفعال (مواصفة الأيزو 14001 على سبيل المثال) لتحديد ما هي العناصر الموجودة أصلا و ما هي الأجزاء الناقصة (الفجوة).

التنفيذ ـ التنفيذ هو تفعيل الخطة، ورغم أهمية التخطيط الجيد، فإن الخطط المصممة جيدا لا تضمن في حد ذاتها التنفيذ الفعال. من خبرة المؤلف يبدو أن التزام الإدارة العليا هو أحد أهم ـ إن لم يكن أهم ـ عوامل التنفيذ الفعال لخطط المنشأة البيئية في الدول النامية.

التغذية الاسترجاعية ـ إذا لم يكن هناك نظام للرصد، المتابعة، والتصحيح، فما الذي يضمن تحقيق أهداف الخطط البيئية؟ وهناك قول مأثور في الإدارة يقول "ما لا يتم قياسه لا يتم إنجازه". ولذلك فإن القياس والمتابعة مطلوبان من أجل الآتي:

- تقييم الأداء البيئي للمنشأة؛
- اكتشاف فرص التحسين وإعادة صياغة الأولويات؛
- تقييم فعالية نظام الإدارة البيئية نفسه، ومن ثم تحسينه؛
- ضمان التزام الأفراد بالمسئوليات المكلفين بها؛
- وتوثيق جهود المنشأة في مواجهة المشاكل البيئية.

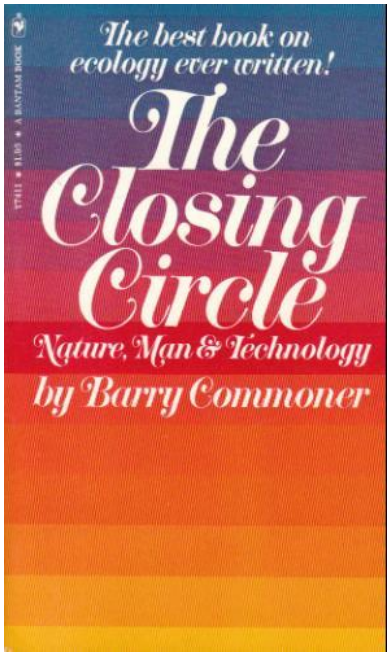
وتنص مواصفة الأيزو 14001 على مسئولية الإدارة العليا في مراجعة نظام الإدارة البيئية بصفة دورية.

الإيكولوجيا الصناعية

الإيكولوجيا الصناعية *industrial ecology* هي فرع حديث من *الدراسات البينية*[55] *interdisciplinary studies*. تقوم فكرة الإيكولوجيا الصناعية على ضرورة إعادة تصميم الأنظمة الإنتاجية بحيث تعمل بنفس أسس عمل الأنظمة البيئية (إطار 8). إعادة التدوير هي مثال واضح على هذه الفكرة. ففي الأنظمة البيئية لا تتراكم مخلفات الكائنات الحية، لأن مخلفات كائن ما تعتبر غذاء لكائن آخر. تقوم صناعة إعادة التدوير على نفس الفكرة، حيث تستخدم النفايات الناتجة من صناعة (أو نشاط بشري) ما كمواد خام تستخدم في "تغذية" صناعة أو عدة صناعات أخرى. وكلمة "الصناعية" هنا لا تشير فقط إلى المنشآت الصناعية وإنما تشير بصورة أشمل إلى الكيفية التي يستخدم بها الإنسان الموارد الطبيعية في إنتاج ما يلزمه من سلع وخدمات. أما كلمة "الإيكولوجيا" فتشير إلى فكرة إدماج المبادئ التي تعمل بها الأنظمة الإيكولوجية (البيئية الطبيعية) في تصميم أنظمة الإنسان الإنتاجية.

بدأ الاهتمام بالإيكولوجيا الصناعية يتزايد مع مطلع التسعينيات بعد أن نشرت *مجلة العلوم* *Scientific American* الأمريكية الشهيرة في 1989 مقالة لروبرت فروش Robert Frosch ونيكولاس جالوبولوس Nicholas Gallopoulos بعنوان "استراتيجيات للتصنيع Strategies for Manufacturing" يتحدثان فيها عن الفكرة الأساسية للإيكولوجيا الصناعية:[56]

لماذا لا يكون لدينا نظام صناعي يتصرف مثل النظام البيئي، حيث مخلفات نوع ما قد تكون موردا لنوع آخر؟ لماذا لا تكون مخرجات إحدى الصناعات هي المدخلات لصناعة أخرى، ومن ثم نخفض من استهلاك المواد الخام والتلوث، ونوفر في معالجة النفايات؟



لم يكن فروش وجالوبولوس هما أول من تحدث عن هذه الفكرة؛ فقد سبقهما في ذلك عالم الإيكولوجيا الأمريكي باري كومونر Barry Commoner في كتابه *الدائرة المغلقة: الطبيعة، الإنسان & التكنولوجيا* *Closing Circle: Nature, Man & Technology*، والذي صدرت طبعته الأولى في أكتوبر 1971. يتحدث كومونر في كتابه هذا عن الفرق بين الطريقة التي تعمل بها الأنظمة البيئية الطبيعية (تعمل في دوائر مغلقة) وتلك التي تعمل بها أنظمة الإنسان التكنولوجية (كانت تعمل في خطوط مستقيمة). ولذلك يعتبر كومنور - في رأي المؤلف - هو مؤسس مجال الإيكولوجيا الصناعية. وعلى كل حال فإن الأفكار الجيدة هي عادة، كما يقول المرحوم الأستاذ الدكتور أسامة الخولي، أفكار قديمة.

صدرت أول دورية علمية مُحكّمة عن الإيكولوجيا الصناعية في 1997، وهي *مجلة الإيكولوجيا الصناعية* *Journal of Industrial Ecology*. وصدرت دورية أخرى، هي *التقدم في الإيكولوجيا الصناعية* *Progress in Industrial Ecology*، في 2004. من الموضوعات الرئيسية التي تبحث فيها الإيكولوجيا الصناعية ما يلي:

---

[55] الدراسات البينية هي الدراسات التي تجمع بين عديد من فروع العلم المتخصصة (الكيمياء أو الاقتصاد مثلا).

[56] أنظر المرجع التالي:
R. A. Frosch and N. E. Gallopoulos (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American* 261(3): 144-152.

- *الأيض الصناعي* ***industrial metabolism*** - مسار المواد والطاقة منذ أن كانت موارد طبيعية إلى أن تحولت إلى صورة منتجات مصنعة ونواتج ثانوية أو نفايات؛

- *خفض التمدي* ***dematerialization*** - خفض كميات المواد اللازمة لإنتاج السلع والخدمات التي يحتاجها المجتمع؛

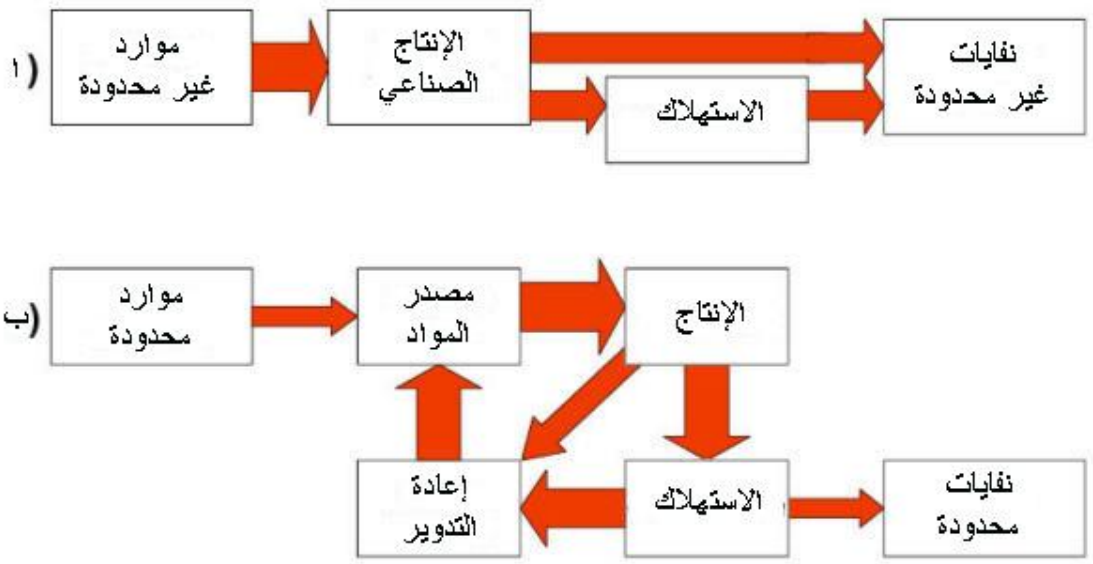
- *تقييم دورة الحياة* ***life-cycle assessment*** - فحص وتقييم للآثار البيئية التي يسببها المنتج طوال دورة حياته (من المهد إلى اللحد). وتقييم دورة الحياة هو جزء من مواصفات الأيزو 14000؛

- *التصميم البيئي* ***eco-design*** - أساليب التصميم التي تسعى إلى خفض الآثار البيئية السلبية للمنتجات طوال دورة حياتها؛

- *رعاية المنتج* ***product stewardship*** - حيث تتمحور حماية البيئة حول المنتج نفسه، وكل من له صلة بهذا المنتج مطالب بتحمل المسئولية في خفض آثاره السلبية على البيئة؛

- *الساحات الصناعية البيئية* ***eco-industrial parks*** (*التكافل الصناعي* ***industrial symbiosis***) - هي تجمعات من الوحدات الإنتاجية التي تتعاون مع بعضها البعض ومع المجتمعات المحلية من أجل خفض النفايات والتلوث، استخدام الموارد بكفاءة، والمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة من خلال العمل على زيادة الكسب الاقتصادي وتحسين نوعية البيئة في الوقت ذاته؛

- *والكفاءة البيئية* ***eco-efficiency*** - تم صياغة هذا المصطلح من قبل *مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة* ***World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*** في تقريره المنشور في 1992 باسم "تغيير المسار Changing Course". يشير هذا المصطلح إلى مفهوم إنتاج المزيد من السلع والخدمات بأقل استهلاك للموارد الطبيعية وأقل توليد للنفايات والتلوث.



إطار 8: الفرق بين أسلوب الإنتاج التقليدي وأسلوب الإيكولوجيا الصناعية.

أحد أهم أهداف الإيكولوجيا الصناعية هو تغيير أسلوب الصناعة التقليدي الذي يستهلك المواد الخام وينتج النفايات (ا) ليصبح نظاما مغلقا يتم فيه إعادة الاستفادة من النفايات كمصدر للطاقة والمواد الخام (ب).

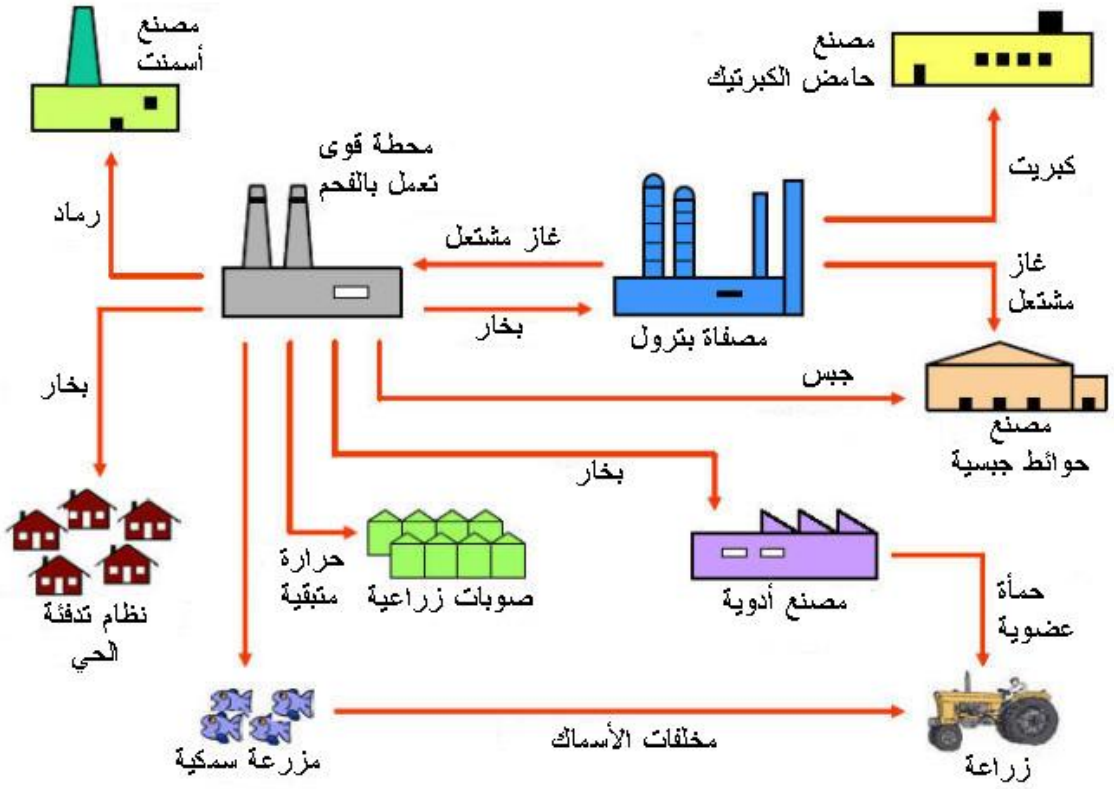
أحد أشهر الأمثلة على تطبيقات أفكار الإيكولوجيا الصناعية هو "الساحة الصناعية industrial park" الموجودة بمدينة كالندبورج Kalundborg الدنماركية. في هذه الساحة ترتبط عدة وحدات ببعضها البعض بحيث تصبح النواتج الثانوية لإحدى الوحدات بمثابة موارد مفيدة لوحدات أخرى (شكل 17). تشمل هذه الوحدات محطة لتوليد الطاقة، مصفاة بترول، مصنعا للأدوية، ورشة لتصنيع ألواح الجبس (الأجص)، مصنعا للإنزيمات، وبلدية كالندبورج نفسها. المواد التي يتم تبادلها بين هذه الوحدات تشمل البخار، الحرارة، الرماد، الجبس، الكبريت، والحمأة العضوية.

يستفاد من الحرارة المتبقية (البخار الساخن) من محطة توليد الطاقة (تعمل بالفحم) في تدفئة المنازل والصوبات الزراعية وفي عمليات التصنيع في مصانع الساحة، وتستعمل بعض مياه التبريد من المحطة في تدفئة مياه مزرعة سمكية مجاورة.

ينتج نحو 200 ألف طنا من الجبس سنويا عن العملية الكيميائية المستخدمة في *إزالة ثاني أكسيد الكبريت desulphurization* من عوادم (انبعاثات) المحطة. يباع هذا الجبس إلى شركة تصنع ألواح الجبس plasterboards التي تستخدم في أعمال البناء.

ينتج أيضا نحو 30 ألف طنا من الرماد سنويا عن عملية إزالة الرماد من انبعاثات المحطة. يستخدم هذا الرماد في صناعة الأسمنت كـ *عامل مازج cement-blending agent*.

يعتمد مصنع الإنزيمات في إنتاجه على *تخمير fermentation* مواد نباتية مثل دقيق البطاطس ونشا الذرة. ينتج عن عملية التخمر نحو 150 ألف مترا مكعبا من المواد العضوية الصلبة ونحو 90 ألف مترا مكعبا من النفايات العضوية السائلة في كل عام. تحتوي هذه المواد على النتروجين، الفسفور، والكالسيوم، ويستخدمها المزارعون المحليون بعد معالجتها في تسميد حقولهم.



شكل17 : مسارات المواد والطاقة في الساحة الايكولوجية-الصناعية بمدينة كالندبورج النرويجية.

يتخلف عن عملية إنتاج الأنسولين في مصنع الأدوية كميات من الخمائر yeasts. تستخدم هذه الخمائر (الغنية بالبروتين) في تغذية الخنازير، بعد أن يضاف إليها الماء والسكر وبعض أنواع البكتريا كي تقبل علي تناولها الخنازير.

يوفر تبادل المواد بين الوحدات الصناعية في كالندبورج مزايا عديدة. من خلال التدوير تصبح النواتج الثانوية لإحدى المصانع موارد هامة لمصانع أخرى. يؤدي هذا إلى التقليل من استهلاك الموارد الطبيعية (مثل المياه، الفحم، البترول، الجبس، الأسمدة، وغيرها). كما يخفض من عبء التلوث، بمياه الصرف الصناعي، ثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، وغيرها. ويؤدي أيضا إلى ترشيد أفضل في استخدام مصادر الطاقة من خلال الاستفادة من الحرارة المتبقية عن عمليات التصنيع في التدفئة بدلا من ضياعها دون فائدة.

تغير المناخ - من جديد

تحتل قضية تغير المناخ climate change الصدارة في قائمة الاهتمامات البيئية العالمية. ومع اقتراب موعد انعقاد مؤتمر كوبنهاجن في ديسمبر المقبل (2009)، عادت قضية تغير المناخ تحظى باهتمام الإعلام من جديد. وقد شهدت الفترة الأخيرة كثيرا من الأنشطة والجدل وحتى تغيرا في المواقف فيما يتعلق بهذه القضية. سنحاول في هذا الجزء استعراض أهم هذه التطورات وتقديم موجز غير متحيز للآراء المختلفة حول هذه القضية.

تأثيرات تغير المناخ

في العام 2007، أصدرت *اللجنة البينحكومية لتغير المناخ* *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* تقريرها التقييمي الرابع الذي أكد على حقيقة المشكلة: "سخونة منظومة المناخ أمر بين، كما يتضح الآن من المشاهدات الخاصة بزيادة المتوسط العالمي لدرجتي حرارة الهواء والمحيط، الأنصهار واسع المدى للثلج والجليد، وارتفاع المتوسط العالمي لمستوى البحر."

تقدر اللجنة أن الزيادة في المتوسط العالمي للحرارة سوف تكون في نطاق الـ 1,1 إلى 6,4 °م بحلول العام 2100.

ربما يتساءل الكثيرون، وما المشكلة في زيادة متوسط درجة حرارة الأرض بمقدار درجتين أو ثلاثة إذا كانت حرارة الطقس قد تتغير بما يزيد عن العشر درجات بين ليلة وضحاها؟ يرد العالم البريطاني روبرت إم ماي Robert M. May، "هناك فرق هائل بين التذبذبات اليومية والمتوسطات العالمية على مدار السنة. فالفرق في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بين اليوم وعمق العصر الجليدي الأخير[57] هو فقط خمس درجات مئوية."[58]

التأثيرات على الأنظمة الفيزيقية

ترتفع درجات الحرارة المتوسطة لسطح الأرض بمعدل أسرع من درجات حرارة سطح المحيط. القطب الشمالي هو المنطقة ذات معدل السخونة الأسرع (2-3 أضعاف المعدل العالمي). على العكس من ذلك، لم ترتفع درجات حرارة سطح القطب الجنوبي بشكل مؤثر.[59]

مع زيادة درجة حرارة سطح اليابسة والمحيط يزداد البخر وترتفع الرطوبة في الغلاف الجوي. لقد أصبحت العواصف المصحوبة بالتساقط precipitation تحدث بصورة أكثر تكرارا وعنفا عن ذي قبل. ليس هناك على ما يبدو زيادة في معدلات الأحداث الشديدة مثل الأعاصير، ولكن هناك ما يدل على

---

[57] يعتقد العلماء أن نهاية العصر الجليدي الأخير حدثت قبل 10 آلاف سنة (المؤلف). وقد تم تصوير هجرة الحيوانات القديمة إلى الجنوب بسبب حلول العصر الجليدي الأخير في فيلم الرسوم المتحركة "العصر الجليدي".

[58] انظر المرجع التالي:

The Britannica Guide to Climate Change, p. IX.

[59] القطبان الشمالي والجنوبي عالمان من الجليد ولكنهما متمايزان في بعض النواحي: القطب الشمالي يقع داخل محيط متجمد تحيطه اليابسة. بينما القطب الجنوبي هو قارة من اليابسة يغطيها الجليد ويحدها المحيط. يشتهر القطب الجنوبي بطيور البطاريق كبيرة الحجم نسبيا والغير قادرة على الطيران. أما طيور القطب الشمالي فهي تتميز بصغر الحجم والقدرة على الطيران.

زيادة في قوة العواصف ومدتها منذ العام 1972 تتناسب مع الزيادة في حرارة المحيطات. وقد أدت الزيادة في مدى انصهار الجليد أثناء الربيع وفي العواصف المحملة بالتساقط الكثيف إلى مزيد من الفيضانات في بعض المناطق. والارتفاع في درجة حرارة الأرض يمكن أن يعني أيضا جفافا أكثر سرعة، وقد عانت بعض المناطق من فترات أكثر من الجفاف.

لقد أمكن منذ سبعينيات القرن الماضي رصد التغيرات الحادثة في الغطاء الجليدي وتراكمات الثلوج على مستوى العالم من خلال صور الأقمار الاصطناعية satellites imagery. وقد زادت معدلات انصهار طبقات الثلوج snow packs وجليد البحر sea ice والمثالج[60] glaciers في العقود الحديثة. كما بدأت أصقاع permafrost النصف الشمالي من الأرض في الانصهار، وتتناقص كتلة ألواح الجليد بجرينلاند Greenland والقطب الجنوبي. أما أكثر مظاهر تغير المناخ وضوحا فكانت في تقلص مساحة الغطاء الجليدي بالقطب الشمالي في الصيف.

أشارت الـ IPCC إلى ارتفاع المتوسط العالمي لمنسوب البحر بنحو 17 سم خلال القرن العشرين، وكان معدل الارتفاع في النصف الثاني من القرن أسرع منه في النصف الأول. يعود هذا الارتفاع في مستوى البحر إلى انصهار الجليد الأرضي وتمدد المحيطات نتيجة لارتفاع درجة حرارتها (لا ينتج عن انصهار جليد البحر ارتفاعا في منسوب البحر لأن الجليد المنصهر يحل محل الجليد الطافي). مع أن هذا الارتفاع هو صغير نسبيا، فإن السجلات التاريخية تشير إلى بقاء منسوب البحر دون تغير خلال الـ 2000 سنة الخالية.

شكل18 : بحيرات على سطح المثلجات في جرينلند Greenland يعتقد بتكونها نتيجة للاحترار العالمي .

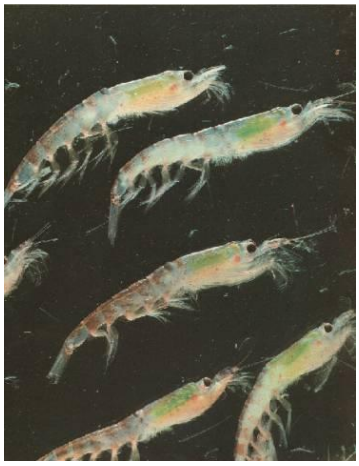
التأثيرات على الأنظمة البيولوجية

[60] **المثْلَجَة** أو النهر الجليدي هي كتلة ضخمة من الجليد، تتدفَّق ببطء على اليابسة. وتتشكل المثالج في المناطق القطبيَّة الباردة، وكذلك في الجبال العالية، حيث تساعد درجات الحرارة المنخفضة بهذه الأماكن، على تكوُّن الثلج بكميات هائلة، ثم يتحول هذا الثلج إلى جليد. يتراوح سمك معظم المثالج بين 100 إلى 3000 م.

لقد صاحبت تغيرات المناخ هذه تغيرات في عالم الحياة. ووفقا للتقرير الرابع، "هناك شواهد من جميع القارات ومعظم المحيطات تدل على تأثر نظم طبيعية كثيرة بتغيرات المناخ الإقليمية، وخاصة بارتفاع متوسطات الحرارة." تحركت مواطن بعض النباتات والحيوانات باتجاه القطب (ناحية الشمال في نصف الكرة الشمالي، وناحية الجنوب في نصف الكرة الجنوبي)، وانتقل البعض منها إلى أعلى المنحدرات التي يتواجد عليها وحيث يزداد المناخ برودة. لقد لوحظ، على سبيل المثال، زحفا للغابات الباردة boreal forests تجاه مناطق *التندرا القطبشمالية arctic tundra* بمعدل يبلغ 12 كم في العام.

وفي المناطق المدارية العليا والمتوسطة high and medium latitudes بشكل عام، أصبح الربيع يحل مبكرا عن ذي قبل، كما طال فيها موسم النمو. تشمل التغيرات الأخرى التي وردت في التقرير التبكير في كل من الآتي: إنتاج أوراق الشجر، وفقس البيض في الطيور، والصحوة من *الكمون hibernation* في الثدييات.

يعتقد أيضا بوجود دور لتغيرات المناخ في تناقص أعداد بعض الأنواع ومن ثم اندثارها نتيجة لتناقص الظروف الملائمة لهذه الأنواع، وتأثر أنماط تكاثرها، وتوفر الظروف الأكثر ملاءمة لنمو وتكاثر الأنواع المنافسة. الأنواع المعرضة بشكل خاص لهذا التأثير هي بالطبع الأنواع المتواجدة في مناطق محدودة والتي لا تتمتع بقدرة عالية على التأقلم.



انتقلت كذلك بعض المنظومات البيئية المائية والبحرية تجاه القطب نتيجة على ما يبدو لزيادة حرارة المياه، وفقدان الغطاء الجليدي، والتغيرات في دوران المياه وكيميائها. من الأمثلة على الكائنات المتأثرة الطحالب، *والعوالق plankton*، والأسماك في مناطق وبحيرات المدارات العليا high latitudes. يعتقد بوجود ارتباط بين سخونة المحيطات الجنوبية وانخفاض أعداد قشريات الكريل[61] Krill crustaceans بها، وبوجود ارتباط بين انخفاض أعداد هذه القشريات وانخفاض أعداد الطيور البحرية وعجول البحر (حيوانات الفقمة) في هذه المنطقة. كما يعتقد بتأثر الأنواع التي تعتمد على جليد البحر القطبشمالي مثل الدب القطبي وأنواع عدة من طيور وعجول البحر.

[61] الكريل هي قشريات شبيهة بالجمبري (القريدس) يتراوح طولها بين 1-6 سم. يعيش الكريل في المحيطات. تتغذى الكريل أساسا على العوالق النباتية phytoplankton، وتتغذى عليها الحيتان، عجول البحر، البطاريق، والأسماك. يحتوي زيت الكريل الموجود طبيعيا بأجسام الكريل على الأحماض الدهنية من نوع أومجا-3 omega-3 fatty acids، ولذلك يستخرج منها ويباع في الأسواق كمكمل غذائي nutritional supplement شائع الاستخدام.

تظهر صور الأقمار الاصطناعية لمستويات اليخضور chlorophyll، المأخوذة للنباتات البحرية، انخفاضا قدره 6% في الإنتاج الأولي primary production (مقدار الكتلة الحيوية biomass التي تنتجها عمليات البناء الضوئي في النباتات الخضراء) للمحيطات منذ بدايات الثمانيات.

أدت الزيادة في مستويات ثاني أكسيد الكربون الذائب في مياه البحر إلى ارتفاع متوسط درجة حموضته. هناك ما يشير إلى أن هذه الحموضة الزائدة تزيد من حدة مشكلة *الابيضاض المرجاني coral bleaching* (ابيضاض لون الشعاب المرجانية نتيجة لطرد *الطحالب وحيدة الخلية unicellular algae* من على أسطحها أو موت هذه الطحالب أو فقدانها لصبغتها الداخلية) الحادثة أصلا بسبب ارتفاع حرارة المحيطات.

شكل19 : شعاب مرجانية تعاني من الابيضاض المرجاني.

التأثيرات على المجتمعات البشرية

بدأت تأثيرات تغير المناخ على المجتمعات البشرية في الانكشاف. يتوقع أن تزداد المشاكل المتعلقة بإمدادات المياه نتيجة لتقلص المثلجات وطبقات الثلوج، الزيادة في معدلات البخر وحدة موجات الجفاف، وتسرب مياه البحر المالحة إلى الأراضي الواطئة.

لتغيرات المناخ آثار مختلطة على الزراعة والحراجة forestry. سيكون لطول موسم النمو في المناطق المدارية آثارا ايجابية على المحاصيل. في المقابل، سيتعرض الإنتاج الزراعي لتأثيرات أخرى سلبية،

مثل موجات الحرارة والجفاف والفيضانات. وقد بدأ الإنتاج الزراعي في المناطق المدارية المنخفضة يتأثر بالفعل سلبيا بتغيرات المناخ. وقد منيت منطقة الساحل Sahel بخسائر زراعية بسبب موجات الجفاف الأكثر حدة وتكرارا. ويتوقع أن تستمر إنتاجية المحاصيل الزراعية في الانخفاض خلال العقود القادمة بسبب تغير المناخ.

في حين تستفيد الغابات من طول موسم النمو قد تتأثر سلبيا في نفس الوقت بفعل عوامل أخرى. على سبيل المثال، تعرضت الغابات في المناطق من كولومبيا البريطانية British Columbia (كندا) وحتى ألاسكا Alaska إلى هجمات من الخنافس القاتلة للأشجار، والتي تكاثرت مع سخونة المناخ. وتزيد الأشجار الميتة بدورها من مخاطر اندلاع حرائق الغابات.

المدن والإنشاءات الساحلية، خاصة في مناطق الدلتا الواطئة، هي عرضة لأخطار العواصف البحرية. وارتفاع منسوب البحر يمكن أن يزيد من الأضرار التي قد تتعرض لها هذه المناطق بسبب الظروف المناخية السيئة.

قد يكون لتغير المناخ تأثيراته السيئة على صحة الإنسان. هناك أدلة على اتساع المناطق التي ينتشر بها البعوض وغيره من ناقلات الأمراض، وإن كانت لا توجد أدلة واضحة على وجود زيادة مقابلة في معدلات الإصابة بالأمراض التي تنقلها هذه الحشرات. قد تنخفض الإصابات والوفيات من الصقيع، ولكن تلك المرتبطة بالحرارة سوف تفوقها في الوزن.[62] التأثير الأسوأ لتغير المناخ سيكون واضحا في المناطق الفقيرة التي تعاني أصلا من المجاعة وسوء التغذية.

تغير المناخ وتداخل العلم بالسياسة والاقتصاد

رغم دخول بروتوكول كيوتو حيز التنفيذ من الناحية القانونية في 16 فبراير 2005، لم يحظى هذا البروتوكول أبدا برضا وقبول جميع الدول الصناعية الغنية الموقعة عليه حتى اليوم. فبعد توقيع الولايات المتحدة على البروتوكول في 12 نوفمبر 1998، أعلن الرئيس الأمريكي في مارس 2001 رفضه عرض البروتوكول على الكونجرس للتصديق عليه بحجة أنه يفرض على الدول الصناعية دون غيرها خفض انبعاثات الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري، مما يحدث تفاوتا في المنافسة بين دول الشمال ودول الجنوب، وبأن التزام بلاده بهذا الاتفاق من شأنه أن "يخرب الاقتصاد [الأمريكي] wreck the economy".

جددت الولايات المتحدة معارضتها لبروتوكول كيوتو خلال مؤتمر مراكش[63] في نهاية أكتوبر 2001. في هذا المؤتمر، تحدث المفاوض الأمريكي هارلان واتسون Harlan Watson للمرة الأولى علنا في جلسة عامة للمؤتمر وقال إن مكافحة تغييرات المناخ يجب أن "ترتكز أولا على العلم، وثانيا على تشجيع الاختراعات التكنولوجية، وثالثا الاستفادة من قوى السوق، ورابعا أن تتضمن مشاركة شاملة، وخامسا أن تضمن النمو الاقتصادي والازدهار في العالم أجمع." كانت الخارجية الأمريكية قد أعلنت

---

[62] سجلت في أوروبا 35 ألف حالة وفاة زيادة عن المعتاد بسبب موجة الحر الشديد في عام 2003.

[63] الاسم الرسمي لمؤتمر مراكش هو *المؤتمر السابع لأطراف ميثاق عمل الأمم المتحدة حول تغير المناخ Seventh Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change*.

في رسالة إلى السيناتور جون كيري في 26 أكتوبر 2001 أن الولايات المتحدة لن تقدم أي خطة مضادة لبروتوكول كيوتو في المستقبل القريب، وأن المندوبين الأمريكيين سوف يشاركون "بطريقة بناءة" في مفاوضات مراكش وأنهم "لن يمنعوا الدول الأخرى من متابعة تطبيق بروتوكول كيوتو طالما أن المصالح القومية المشروعة للولايات المتحدة غير مهددة."[64] وقد ظلت الولايات المتحدة محافظة على موقفها المعارض للبروتوكول إلى اليوم.

استمرت الدول الأطراف في *ميثاق عمل الأمم المتحدة حول تغير المناخ* في الاجتماع سنويا من خلال ما يعرف بـ *مؤتمرات الأطراف Conferences of Parties (COP)*، واستمر الجدل يدور بين الدول الغنية والدول النامية حول تحمل المسئوليات ـ يخفت أحيانا ليرتفع في حدته من جديد.

في يناير 2007، تسلم الكوري الجنوبي بان كي - مون Ban Ki-moon أمانه الأمم المتحدة من خلفه كوفي عنان Kofi Annan. من بداية تولية منصب الأمين العام للأمم المتحدة، حدد كي ـ مون (المعروف عنه صداقته القديمة للولايات المتحدة وإعجابه بالأمريكيين) الاحترار العالمي باعتباره من القضايا الرئيسية لإدارته. وفي اجتماعه بالرئيس الأمريكي الأسبق في يناير بالبيت الأبيض، حث بان بوش Bush على اتخاذ خطوات لكبح انبعاثات غازات الصوبة (أو الدفيئة) في الجو. وفي خطابه أمام الجمعية العمومية في مارس 2007، أكد بان من جديد على اهتمامه بمشكلة الاحترار العالمي.

انعقد *المؤتمر الثالث عشر للأطراف COP-13* في نهاية 2007 في مدينة بالي Bali بإندونيسيا. حضر المؤتمر أكثر من 10 آلاف مشارك يضموا ممثلين لأكثر من 180 دولة ومراقبين من المنظمات *البينحكومية intergovernmental والغيرحكومية nongovernmental* والإعلام. تمخض هذا المؤتمر عن اتفاق نهائي أطلق علية اسم "خارطة بالي للطريق Bali Roadmap". تحدد خارطة بالي للطريق الخطوط العريضة لعملية تفاوضية جديدة تنتهي في 2009 لتفضي إلى اتفاق دولي بشأن تغير المناخ لما بعد كيوتو (أي لما بعد انتهاء العمل بالمرحلة الأولى من بروتوكول كيوتو بحلول العام 2013). تضمنت خارطة الطريق قرارا بإنشاء *صندوق التكيف Adaptation Fund* (لتقديم المساعدات للدول النامية الأكثر تضررا من تغير المناخ) بالإضافة إلى قرارات أخرى تتعلق بنقل التكنولوجيا النظيفة clean-technology transfer والحد من إزالة الغابات deforestation.

تبلور خلال مؤتمر بالي اتجاهان أو موقفان معاكسان: موقف الولايات المتحدة وموقف الدول النامية. وقد بدت الولايات المتحدة في هذا المؤتمر وكأنها هي فقط من يحول دون التوصل إلى اتفاق دولي ملزم بشأن تغير المناخ. أصرت الولايات المتحدة على ضرورة أن تشارك الدول النامية ـ ربما في إشارة ضمنية إلى الصين المتعاظمة في اقوتها الاقتصادية ـ بشكل أكبر في تحمل أعباء الحد من الانبعاثات المسببة للاحترار العالمي. في المقابل اتهمت مجموعة السبع وسبعين[65] *G-77* الولايات المتحدة بمحاولة التنصل من مسئولياتها التاريخية ـ كدولة صناعية كبرى ـ عن تغيرات المناخ.

> وجدت حكومة الولايات المتحدة نفسها معزولة في الجلسة النهائية، وقد أصر دوربيانسكي[66] Dobriansky على أن توضع وسائل *التخفيف*[67] *mitigation* في العالم النامي من ضمن الأولويات "لأن الدول النامية أطلقت بيانات ولكن ما من التزامات. هذا هو ما نريده."

---

[64] الجزيرة نت في 2001/11/2.

[65] مجموعة السبع وسبعين هي أكبر تنظيم لحكومات الدول النامية داخل الأمم المتحدة. تشكلت هذه المجموعة في 15 يونيو 1964، وتضم حاليا 130 دولة. مهمة هذا التكتل هي تزويد دول الجنوب بالوسائل للتعبير عن مصالحها الاقتصادية المشتركة وتعزيزها، وتحسين قدرتها المشتركة على التفاوض في القضايا الاقتصادية الدولية الكبرى ضمن منظومة الأمم المتحدة، وتطوير التعاون من أجل التنمية بين الجنوب والشمال.

[66] بولا دوبريانسكي Paula Dobriansky رئيسة الوفد الأمريكي في المؤتمر.

[67] المقصود في الأغلب هنا هو إجراءات التخفيف من آثار الأنشطة الصناعية في الدول النامية على تغير المناخ.

...

قال السفير الباكستاني منير أكرم، رئيس مجموعة السبع وسبعين، للصحفيين: "لقد خضنا، نحن الدول النامية، معركة في هذا المؤتمر لحماية مصالحنا المشروعة. كان علينا أن نحارب على كل شبر من الأرض لتأمين أهدافنا."

وألمح حتى أن التهديدات قد مورست "بما فيها العقوبات التجارية". لم يوضح أكرم، ولكن بعض المصادر الدبلوماسية الأوربية المشاركة في المفاوضات كشفت أن مندوبي الولايات المتحدة طرحوا في وقت من الأوقات قضايا مثل "الحكم الرشيد" في العالم النامي كأحد الشروط لمشاركة واشنطن في خارطة بالي للطريق Bali Roadmap.

ـ ماروان ماكان ـ ماركر Marwaan Macan-Marker، الولايات المتحدة تقاد إلى الإجماع، إنتر برس سرفيس Inter Press Service، 15 ديسمبر 2007

انعقد *المؤتمر الرابع عشر للأطراف COP-14* في 12 ديسمبر 2008 بمدينة بوزنان Poznań البولندية بحضور نحو 11500 مشارك. كانت المهمة الرئيسية للمؤتمر مناقشة اتفاقية دولية بديلة للعمل بها بحلول العام 2013، على أمل أن يتم اعتمادها في مؤتمر الأطراف التالي، *المؤتمر الخامس عشر COP-15*، والذي سيعقد في ديسمبر 2009 بالعاصمة الدنمركية كوبنهاجن Copenhagen. وكما هو الحال مع أي من مؤتمرات الأمم المتحدة عن البيئة، سنجد دائما من هو يعتبر المؤتمر نجاحا مهما ومن يعتبره فشلا ذريعا. تلخص الـ*بي بي سي BBC* النتائج الرئيسية لـ*مؤتمر بوزنان* في الآتي:

- الاتفاق على إدارة *صندوق الأمم المتحدة للتكيف UN Adaptation Fund* (وهو الصندوق المسئول عن تقديم المساعدات للدول النامية الأكثر تضررا من تغير المناخ)؛
- يمكن توزيع الأموال الآن من خلال فرض ضريبة بنسبة 2% على *تجارة الكربون carbon trading* تحت مظلة *آلية التنمية النظيفة clean development mechanism* (راجع الفصل 4).
- التقدم فيما يتعلق بكيفية نقل التكنولوجيا الصديقة للبيئة إلى الدول النامية؛
- الاتفاق على ضرورة الحد من إزالة الغابات؛
- وإدراك أن الوضع قد أصبح ملحا.

وقد لخص السكرتير التنفيذي للاتفاقية الإطارية UNFCCC Executive Secretary، الهولندي إيفو دى بوير Yvo de Boer، نتائج المؤتمر باللغة الدبلوماسية المعتادة كالتالي:[68]

> كان القصد أن يكون هذا مؤتمرا لذوي الياقات الزرقاء وأن يقدم نتائج عملية على الطريق إلى كوبنهاجن، وقد كان. وكما أشار الوزراء،[69] لقد اتفقنا على برنامج عالمي للعام القادم، مما سيؤدي إلي مفاوضات مكثفة. لقد تمكنا من افتتاح صندوق التكيف Adaptation Fund، وهو أمر ذو أهمية كبرى للدول النامية. أعطى الوزراء التوجيه السياسي حول رؤيتهم المشتركة لكيفية العمل معا نحو كوبنهاجن. لقد أحرزنا تقدما ـ تقدما هاما ـ في خفض الانبعاثات من إزالة الغابات... في الوقت نفسه، يجب القول أيضا أن هذا المؤتمر سبب بعض المرارة؛ فقد ثبت استحالة جمع موارد إضافية من أجل التكيف.

ما مصدر هذه "المرارة bitterness" التي أشار إليها دى بوير؟ عندما أتى الدور على مناقشة صندوق التكيف، طالب مندوبو عديد من الدول بزيادة موارد الصندوق (تبلغ الآن نحو 60 مليون دولار) عن طريق رفع نسبة *الضريبة الخاصة special levy* على المتاجرة في الكربون من 2% إلى 3%. وقد رفضت الدول الصناعية الكبرى الموافقة على ذلك، رغم إقرارها بالحاجة إلى بلايين الدولارات من أجل إنجاز المهمة. جاء الرفض هذه المرة من قبل الاتحاد الأوربي، اليابان، كندا، أستراليا، وروسيا.[70]

في يناير 2009، تغيرت الإدارة الأمريكية: رحل جورج دبليو بوش وأتى باراك أوباما Barak Obama. كان أوباما قد تعهد خلال حملته الانتخابية بخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 80% بحلول 2050 وباستثمار 150 بليون دولارا في التقنيات الموفرة للطاقة. ورغم أن الرئيس الأمريكي الجديد كان قد أكد التزام بلاده بمواجهة مشكلة تغير المناخ في أكثر من مناسبة، بقى موقف الولايات المتحدة من بروتوكول كيوتو دون تغير يذكر.

مع اقتراب موعد انعقاد مؤتمر كوبنهاجن في ديسمبر 2009،[71] تسارعت وتيرة المحادثات الدولية حول تغير المناخ. وفي 22 سبتمبر 2009، شارك نحو مئة من قادة العالم في قمة للمناخ بمقر الأمم المتحدة في نيويورك كان قد دعا إليها بان كي مون "لحشد العزيمة السياسية وتقوية الزخم من أجل اتفاق عادل وفعال وطموح حول مشكلة المناخ في مؤتمر كوبنهاجن في ديسمبر."[72]

---

[68] يمكن الاستماع إلى كلمة السكرتير التنفيذي باللغة الإنجليزية في الموقع التالي:
http://www.globalissues.org/article/771/cop14-poznan-climate-conference

[69] المقصود هنا وزراء البيئة المؤتمرون في بوزنان.

[70] ربما كانت الأزمة المالية العالمية وراء هذا التغير في موقف الدول الأوربية.

[71] وهو الموعد المحدد كي تتفق فيه الدول الأطراف على اتفاقية ملزمة جديدة تحل محل بروتوكول كيوتو بحلول 2013.

[72] قال بان كي مون أثناء إطلاق "أسبوع المناخ" في نيويورك قبل يوم من انعقاد القمة "إن هدف القمة هو أن يحشد الزعماء الزخم السياسي الذي يمكن أن يسرع من مسار المفاوضات" (الجزيرة نت في 2009/9/22).

شكل20 : بان يخاطب قمة المناخ في نيويورك (وكالة الصحافة الفرنسية).

تحدث الرئيس الأمريكي باراك أوباما في هذه القمة ودعا الدول النامية للقيام بدورها للحد من الانبعاثات الغازية ومواجهة ظاهرة التغير المناخي والانحباس الحراري، معلنا أن بلاده تلتزم بالعمل في هذا الاتجاه وتعمل على عدد من الخطط الهادفة إلى تقليص فاتورة الطاقة وتطوير مختلف أنواع الطاقة المتجددة. وأشار الرئيس الأمريكي إلى أن الجهود المبذولة لمواجهة التغير المناخي جاءت في "في الوقت الأكثر سوءا" بسبب الأزمة المالية العالمية والركود الاقتصادي الذي خلفته.[73]

وقد أكد الرئيس الصيني هو جينتاو بدوره على التزام بلاده بمكافحة تغير المناخ وبالعمل على خفض انبعاثات غازات الدفيئة وعلى رأسها ثاني أكسيد الكربون.

قال الأمين العام للأمم المتحدة في تصريحات صحفية بعد انتهاء القمة، والتي استمرت يوما واحدا، أنها شهدت "تصميم قادة العالم على التعامل مع هذا التحدي" للتوصل لاتفاق عالمي "شامل" خلال مؤتمر كوبنهاجن. وأضاف إن معظم الدول المشاركة وافقت على هدف الحيلولة دون ارتفاع درجة حرارة الأرض أكثر من درجتين مئويتين بحلول عام 2050، لكن يبقى الاتفاق حول الأهداف التي من المقرر أن تضطلع بها كل دولة.

ولكنه أشار في الوقت نفسه إلى أن الدول الصناعية قد حددت لنفسها أهدافا "غير ملائمة"، حيث تعهدت بخفض انبعاثاتها من الغازات المسببة لظاهرة الانحباس الحراري بواقع 20% من مستويات 1990 بحلول عام 2020، وأنه يجب أن يتفقوا على خفض معدلات الانبعاثات بنسبة 25-40% بحلول ذلك الموعد.[74]

لا تزال الصورة غير واضحة حتى اللحظة (قبل أقل من شهر من انعقاد المؤتمر)؛ ففي حين يتمسك بان كي مون بتفاؤله وبإمكانية التوصل إلى اتفاق حول تغير المناخ خلال مؤتمر كوبنهاجن في ديسمبر، يرى إيفو دى بوير صعوبة ذلك. وقد حدد بان كي مون أربعة عناصر أساسية يجب الاتفاق عليها لنجاح مؤتمر كوبنهاجن: 1. أهداف طموحة لخفض الانبعاثات من قبل الدول الغنية، 2. إطار تكيف قوي لمساعدة الدول الفقيرة في خفض الانبعاثات؛ 3. دعم مالي وتكنولوجي جوهري للدول النامية؛ و4. إطار حكم عالمي لإدارة الثلاثة عناصر السابقة.[75]

---

[73] المصدر السابق.

[74] الجزيرة نت في 2009/9/23.

[75] الجزيرة نت في 2009/10/28.

وقد فشلت الجولة الأخيرة من المحادثات التي تراعها الأمم المتحدة، والتي استضافتها مدينة برشلونة لمدة خمسة أيام، في توحيد المواقف قبل انعقاد مؤتمر كوبنهاجن (7-18 ديسمبر 2009)، والذي يفترض أن يضع اتفاقية جديدة لمواجهة مشكلة تغير المناخ. واكتفت الدول المشاركة في الاجتماع بالدعوة للعمل سريعا من أجل التوصل إلى معاهدة جديدة تحل محل بروتوكول كيوتو، التي ينتهي العمل بها بعد ثلاث سنوات، للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري وتداعياتها السلبية على الكرة الأرضية.

وأشار مشاركون في المباحثات إلى استمرار الخلافات بين الدول الغنية من ناحية والدول النامية، وبخاصة الصين والهند، من ناحية أخرى حول نسب الخفض (خفض الانبعاثات من غازات الصوبة) التي يتعين على كل دولة الالتزام بها. وقد نقل عن وزير البيئة النمساوي قوله إن محادثات برشلونة كانت "مضيعة للوقت، ولم يتم التوصل فيها إلى أي شيء جديد". واتهمت منظمة *السلام الأخضر Green Peace* الدول الكبرى بالتراجع عن تعهداتها السابقة.

شكل21 : ناشطون يحتجون أمام مقر المحادثات في برشلونة (الفرنسية).

من جانبه قال إيفو دى بوير إن نحو أربعين رئيس دولة، بينهم عدد من الرؤساء الأفارقة، يعتزمون المشاركة في مؤتمر كوبنهاجن، والتي ستعكس برأي دى بوير "حضورا قويا لدول الشمال والجنوب".[76]

[76] الجزيرة نت في 2009/11/6.

المراجع

مراجع باللغة العربية

أسامة الخولي (2002). *البيئة وقضايا التنمية والتصنيع: دراسات حول الواقع البيئي في الوطن العربي والدول النامية*. سلسلة عالم المعرفة، العدد 285. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

اللجنة العالمية للبيئة والتنمية (1989). *مستقبلنا المشترك* (ترجمة محمد كامل عارف). سلسلة عالم المعرفة، العدد 142. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

ترافس واجنر (1997). *البيئة من حولنا: دليل لفهم التلوث وآثاره* (ترجمة محمد صابر). القاهرة، مصر: الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية.

ستيفن شميد هايني (1996). *تغيير المسار: منظور عالمي للأعمال التجارية والصناعية حول التنمية والبيئة* (ترجمة علي حسين حجاج). عمان، الأردن: دار البشير.

مراجع بالإنجليزية

C. J. Barrow (2006). *Environmental Management for Sustainable Development* (2nd Edition). London, UK: Routledge.

Environment Canada (1997). *Introductory Guide to Environmental Accounting*. Montreal, Quebec, Canada: Environment Canada.

M. L. Davis (2004). *Principles of Environmental Engineering and Science* (International Edition). Boston, MA, USA: McGraw Hill.

J. A. Lampietti and U. Subramanian (1995). *Taking Stock of National Strategies*. Washington, DC, USA: World Bank.

S. Margulis and J. Bernstein (1995). *National Environmental Strategies: Learning from Experience*. Washington, DC, USA: World Bank.

D. Thompson (2006). *Tools for Environmental Management: Practical Introduction and Guide*. Calgary, Alberta, Canada: University of Calgary Press.