

المحاضرة الخامسة: التقنيات البيئية لإدارة ومعالجة النفايات الصلبة

تعد النفايات من المشاكل البيئية المعاصرة التي تواجه معظم دول العالم وذلك لكونها أحد أهم مصادر التلوث في هذه الدول. فتزايد انتشار النفايات الصلبة بأنواعها بصفة عامة تسهم بشكل مباشر في تلوث البيئة وهذا بدوره له آثاراً سلبية على صحة الإنسان وإنتاجيته، فهي تعمل على انتشار الأمراض المعدية وزيادة نسبة الوفيات وانخفاض مستويات الرفاهية.

في الآونة الأخيرة ، ونتيجة للتطور الكبير في مجال الصناعة ومع تزايد استهلاك الإنسان لمختلف المواد المرتبطة بحياته الاجتماعية أصبح المعدل المرتفع لحجم النفايات يمثل مشكلة ذات أبعاد مختلفة يترتب عليها العديد من الآثار الصحية المباشرة، والآثار الاقتصادية المباشرة وغير المباشرة لمختلف دول العالم وخصوصاً في الدول العربية.

ونتيجة لذلك، اتبعت معظم الدول نهجاً خاصاً في إدارة النفايات الصلبة، حتى أصبح موضوع إدارة النفايات علماً وفناً وهو في تطور مستمر؛ مما أدى إلى إبتكار طرق وأساليب إدارية فنية وتقنية واقتصادية تضمن نجاح منظومة إدارة النفايات الصلبة من حيث الجمع والتخلص والمعالجة بطرق تؤمن حماية البيئة والاستفادة من بعض مكوناتها لتحقيق بعض العوائد الاقتصادية.

إدارة النفايات الصلبة

يقصد بإدارة النفايات الصلبة كل العمليات المتعلقة بجمع النفايات وفرزها ونقلها وتخزينها وإزالتها بما في ذلك مراقبة هذه العمليات. وتشكل عمليات جمع ونقل النفايات نسبة عالية من التكاليف الكلية لعملية الإدارة، إذ ترجع الاخطار البيئية والآثار الاقتصادية للنفايات في بعض الحالات إلى سوء إدارتها وقلة الامكانيات المادية والبشرية والمالية.

المبادئ الأساسية لإدارة النفايات الصلبة

لقد ثبت علمياً أن هناك دول تستخدم أحدث الوسائل في جمع ونقل والتخلص من النفايات، ورغم ذلك فشلت في حل هذه المشكلة، ويرجع ذلك إلى سوء إدارة النفايات، وعدم إتباع المبادئ الأساسية والأسس العلمية عند صياغة أي خطة متعلقة بهذا الشأن. ولذلك يجب أن تركز إدارة النفايات الصلبة من الناحية التنظيمية والمؤسسية والتمويلية على المبادئ التالية:-

- الوقاية والتقليل من إنتاج النفايات في المصدر
- تنظيم فرز النفايات وجمعها ونقلها ومعالجتها
- تجميع النفايات لإعادة استعمالها و تدويرها
- المعالجة البيئية العقلانية للنفايات
- إعلام وتوعية المواطنين بالأخطار الناتجة عن النفايات وأثارها على الصحة البيئية ، وكذلك التدابير المتخذة للوقاية من هذه الأخطار والحد منها.
- الاختيارات المتعلقة بأنظمة جمع النفايات الصلبة وفرزها، مع مراعاة الامكانيات الاقتصادية والمالية الضرورية لوضعها حيز التطبيق
- كما يجب أن يتضمن برنامج ادارة النفايات الصلبة الاحكام العامة المتعلقة بانتهاجها، وطريقة التخلص منها، حيث يجب أن يلتزم كل منتج للنفايات الصلبة اتخاذ كل الإجراءات اللازمة لتفادي إنتاجها إلى أقصى قدر ممكن لاسيما من خلال:-
- استخدام تقنيات أكثر و اقل إنتاجا للنفايات الصلبة
- الامتناع عن استعمال المواد التي من شأنها أن شكل خطورة على الإنسان، وفي حالة عدم قدرة منتج النفايات تفادي إنتاجها أو تجميعها، يجب أن يلتزم بإزالة هذه النفايات بطريقة عقلانية بيئية، وذلك من خلال تطبيق التقنيات الحديثة لادارة ومعالجة النفايات.

انواع تقنيات ادارة ومعالجة النفايات

هناك طرق وتقنيات مختلفة تستخدم في العالم للحد من النفايات. وسيتم استعراض جميع التقنيات المستخدمة وتقديمها مع إيجابياتها وسلبياتها والمخاوف البيئية المرتبطة بها.

تعتبر إدارة ومعالجة النفايات الصلبة عملية مركزية ويعتمد هذا في الغالب على الوضع الاقتصادي للدول . تُستخدم تقنيات إدارة ومعالجة النفايات الصلبة التالية بشكل عام وتنقسم إلى نوعين هما التقنيات القديمة والتقنيات الحديثة .

النوع الاول: التقنيات القديمة

وتشمل تقنيات إدارة ومعالجة النفايات الصلبة القديمة الحرق العشوائي المفتوح، الطمر المفتوح، وإلقاء النفايات في البحار والأنهار، وحرث مخلفات المحاصيل مباشرة في الحقول.

1- الحرق العشوائي المفتوح

يعد الحرق المفتوح أحد أكثر الاستراتيجيات شيوعاً لإدارة النفايات الصلبة في الثقافات القديمة والبلدان النامية. يتم ذلك في الغالب في أماكن مفتوحة غير مهيأة وبشكل عشوائي. يعد الحرق المفتوح واحدة من التقنيات الرئيسية التي يتبناها العديد من الناس ويجدونها من أسهل وأسرع الطرق للتخلص من النفايات الصلبة وتقليل حجمها. تساهم عمليات الحرق وبشكل كبير في القضاء على الأمراض والأوبئة المصاحبة لهذه النفايات والقضاء على الحشرات والقوارض الناقلة للأمراض والتي يكثر تواجدها في أماكن تجمع النفايات. من ناحية أخرى فإن المخاوف الرئيسية بشأن الحرق المفتوح هو تأثيره على البيئة وصحة الإنسان. هناك الكثير من الانبعاثات من الحرق المفتوح، وهي سامة جداً لصحة الإنسان. يلعب الحرق المفتوح دوراً مباشراً في تلوث الهواء وتغير المناخ بسبب انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري، كما أن الرماد الناتج عن الاحتراق قد يحتوي على مواد سامة تلحق الضرر بالنبات والتربة والماء.

2- التخلص من النفايات في حفر مفتوحة والدفن العشوائي (الطمر المفتوح)

تتمثل هذه الطريقة بوضع النفايات في حفر أرضية دون إجراء الخطوات اللازمة لمعالجة المواد الكيميائية الخطرة وفصل مكونات النفايات واسترجاع ما يمكن الاستفادة منه. تعتبر طريقة الطمر المفتوح من الطرق السهلة التنفيذ وغير مكلفة ولا تتطلب تقنيات أو معدات خاصة. إلا أنها تعد مخالفة لأسس التنمية المستدامة؛ لأنها تتسبب بشكل مباشر بتلوث المياه والتربة عن طريق تسرب العصارة أو السائل الراشح الناتج عن التحلل اللاهوائي إلى باطن الأرض، والذي يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية، بالإضافة إلى تلوث الهواء عبر إطلاق الغازات الضارة بالبيئة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان. وتسبب تدمير للمناظر الطبيعية وخطر على الصحة العامة من خلال انتشار الحشرات والقوارض والأمراض.

3- إلقاء النفايات في البحار والأنهار

إن إلقاء النفايات الصلبة في الأنهار والبحار ممارسة شائعة، وقد أحدث هذا فوضى في النظم البيئية البحرية والعذبة. وهناك قلق كبير بشأن الملوثات المضافة إلى هذه الأنظمة عن طريق النفايات الصلبة. ويلاحظ هذا في الغالب في البلدان النامية حيث لا تملك السلطات أي آلية للتحقق من تكوين النفايات الصلبة. والمصدر

الوحيد لهذا النوع من الإلقاء هو الأنشطة البشرية. حيث تُجمع النفايات عادةً في أماكن قريبة من مناطق السكن، وتضم النفايات العضوية وغير العضوية، مثل بقايا الطعام، نفايات الصرف الصحي، الحطام، المخلفات الصناعية تتضمنها المعادن الثقيلة والهيدروكربونات من النفط والنترات والفوسفات والأسمدة والمبيدات الحشرية، أو حتى المواد المنزلية ثم تُحمل إلى الأنهار أو البحار أو المحيطات بالقرب من المجتمعات السكنية، حيث يتم التخلص منها عن طريق إلقائها في المياه دون أي تدابير لحمايتها أو معالجتها. تؤثر هذه النفايات الصلبة، عند إلقائها في البحار أو الأنهار، بشكل مباشر على الحياة في أنظمة المياه وتؤدي إلى تلوث المياه بالكائنات الحية الدقيقة الضارة والمواد السامة التي يمكن أن تتراكم في الكائنات البحرية، مما يؤدي إلى تسممها. وهذا يؤثر بدوره على النظام البيئي في البحر أو النهر، ويهدد صحة الأنواع البحرية.

4- الحرث في الحقول

الحرث في الحقول مرتبط بإدارة النفايات في المناطق الريفية وهو أحد الأساليب التقليدية التي كانت تستخدم في إدارة النفايات العضوية، خاصة في المجتمعات الزراعية. هذا الأسلوب يعتمد على إدماج بقايا المحاصيل الزراعية (مثل السيلاج، قش الأرز، أوراق النباتات، وغيرها من النفايات العضوية) في التربة مباشرة بواسطة أدوات الزراعة، وهو يُعدّ من الممارسات البيئية المستدامة التي تساعد في تحسين خصوبة التربة. يجب أن تكون النفايات المضافة في التربة قابلة للتحلل بالضرورة، يتم الحرث في الحقول بعد حصاد المحاصيل. يتم ذلك أيضًا عن طريق جمع النفايات من مناطق أخرى وحرثها في الحقول.

النوع الثاني: التقنيات الحديثة

يتم تطبيق العديد من الاستراتيجيات الحديثة للتعامل مع النفايات الصلبة. وتستخدم هذه التقنيات في الغالب في البلدان المتقدمة في العالم. وتشمل استراتيجيات إدارة النفايات المتقدمة مايلي:

تقنيات الجمع والنقل

تتضمن عملية جمع ونقل النفايات الصلبة البلدية الحديثة العديد من الخطوات الفنية والتقنيات الناشئة في نظام إدارة النفايات المتكامل. يؤدي تداخل تكنولوجيا المعلومات مع نظام إدارة النفايات إلى ظهور العديد من التقنيات المبتكرة في طريق التنمية المستدامة. تتم مناقشة أحدث التقنيات بما في ذلك نظام التجميع تحت الأرض وتكنولوجيا GIS المستندة إلى الويب ونظام مراقبة صناديق النفايات باستخدام GSM وضغطات النفايات

1- نظام التجميع تحت الأرض

التقنيات الجديدة لتخزين النفايات هي أنظمة تخزين تحت الأرض وشبه تحت الأرض. في هذه التقنيات يتم استبدال صناديق النفايات أو الحاويات بنقاط تجميع تحت الأرض. يتضمن ذلك وضع حاوية بلاستيكية في حفر بعمق 2-3 أمتار مع مدخل واحد فقط في البيئة. يتم جمع ونقل النفايات باستخدام أنواع خاصة من الشاحنات. تستخدم هذه الأنواع من الحاويات في العديد من دول العالم منذ سنوات. لديهم نطاق واسع جدًا من التطبيقات من المواد القابلة لإعادة التدوير إلى النفايات العضوية والزيوت. التكنولوجيا مفيدة للمناطق ذات الظروف المناخية الحارة للغاية حيث سيتم تخزين النفايات تحت الأرض في درجات حرارة منخفضة نسبيًا. من ناحية أخرى، تتطلب التكنولوجيا صيانة أقل وهي مقبولة من الناحية الجمالية.

2- تقنية نظم المعلومات الجغرافية المستندة إلى الويب

تقنية نظم المعلومات الجغرافية المستندة إلى الويب (Web GIS) هي تقنية تجمع بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والويب لتوفير خدمات جغرافية على الإنترنت. يتم استخدام هذه التقنية لتحليل وعرض البيانات الجغرافية من خلال الإنترنت، مما يسمح للمستخدمين بالوصول إلى المعلومات الجغرافية من أي مكان وفي أي وقت باستخدام متصفح الإنترنت.

في سياق جمع النفايات، تقوم تقنية نظم المعلومات الجغرافية المستندة إلى الويب بتوفير حل متكامل وفعال للبلديات لإدارة دورة النفايات بشكل شامل. فهي تساعد في تتبع النفايات منذ نقطة الإنتاج (مثل المنازل أو المصانع) حتى محطات إعادة التدوير أو مكبات النفايات. من خلال استخدام هذه الأنظمة، يمكن للبلديات تحسين عدة جوانب من عملية جمع النفايات، مثل:

1. تحسين الكفاءة: يمكن أتمتة وتحسين مختلف مراحل دورة النفايات، مثل جدولة جمع النفايات، تحديد مسارات جمع النفايات الأكثر كفاءة، وتقليل التكاليف المرتبطة بالجوانب اللوجستية.

2. التتبع والمراقبة: يتم تتبع النفايات بشكل كامل من خلال النظام، مما يسهل على البلديات التأكد من فصل النفايات بشكل صحيح وتحقيق أهداف إعادة التدوير.

3. التحليل البيئي: يساعد النظام في تقييم التأثير البيئي لعمليات جمع النفايات (بإتاحة النظام تحليل التأثير البيئي للأنشطة المتعلقة بالنفايات مثل جمعها، نقلها، معالجتها، والتخلص منها). يتم فحص العوامل مثل انبعاثات الغاز، التلوث، التدهور البيئي، واستهلاك الموارد الطبيعية أثناء هذه العمليات، بما

في ذلك تحديد المناطق التي يمكن أن تحقق أفضل نتائج في فصل النفايات (من خلال تحليل البيانات الجغرافية، يمكن تحديد المناطق التي تحتاج إلى تحسين في فصل النفايات بشكل أفضل. على سبيل المثال، يمكن استخدام النظام لتحليل أنماط إنتاج النفايات في مختلف المناطق الجغرافية وتحديد الأماكن التي قد تكون أكثر قدرة على الفصل الفعال للنفايات بناءً على عوامل مثل كثافة السكان، نوع النفايات، ومدى الوعي البيئي في المجتمع).

4. الشهادات والامتنال: يوفر النظام تقارير دقيقة ودليلاً يمكن للبلديات استخدامه لتوثيق وفحص سير العمليات وضمان الامتنال للمعايير البيئية.

من خلال تطبيق هذه التقنية، تمكّنت العديد من الدول مثل إيطاليا من تحسين فعالية جمع النفايات وفصل المصدر لإعادة التدوير، مما أدى إلى زيادة الكفاءة بنسبة تصل إلى 80%.

