الفصل الثالث

المخلفات والنفايات الصلبة

لقد أصبح تأثير تلوث البيئة على المجتمعات البشرية يتزايد بمعدلات إحصائية محدثا تغيرات بيئية وأضرارا صحية، وتمتد تغيرات التأثيرات السلبية للتلوث البيئى مؤثرة على الأشجار والغابات المحيطة بالعالم وعلى جودة ونقاء الماء والهواء وما يترتب على كل هذا من أضرار صحية للمجتمعات البشرية.

كما أصبحت الصناعات المختلفة للأسف الشديد هى المصدر الرئيسى لهذه الملوثات من خلال المخلفات الناتجة عنها كصناعة منتجات البترول، البلاستيك، المبيدات والورق إلخ. وبناء على هذه النشاطات الصناعية المتزايدة على سطح كوكب الأرض منذ عشرات السنين، حيث لا ضوابط أو أحكام تنظم عملية التعامل مع المواد المصنعة أو مخلفاتها؛ لذا ظهر من المشاكل الصحية والبيئية ما لم يستطع أحد أن يخفيه أو يتجاهله واستوجب مواجهته، وأصبحت مشكلة التلوث البيئى منذ بدايات العقد السابع من القرن الماضى مشكلة عالمية تبحث عن حل سواء فى الدول الصناعية المتقدمة أو النامية أو حتى الأقل نموا.

وتعانى كل دول العالم من زيادة كميات المخلفات والنفايات الصلبة يوما بعد يوم، وعلى سبيل المثال لا الحصر فإن الولايات المتحدة التى تعد من أكبر الدول الاستهلاكية فى العالم تبلغ بها كمية المخلفات الصلبة الناتجة من المصانع ومواد البناء ومخلفات المنازل نحو مليون طن فى اليوم أى بمعدل أربعة كيلوجرامات لكل فرد

فى اليوم الواحد وتبلغ كمية النفايات الصلبة التى ترفع يوميا من مدينة القاهرة فى مصر أكثر من ١٠.٠٠٠ طن مخلفات صلبة، بالإضافة إلى ٢٠٠٠ طن مخلفات عمليات البناء.

والنفايات الصلبة هى المواد القابلة للنقل والتى يرغب مالكها بالتخلص منها بحيث يكون جمعها ونقلها ومعالجتها من الدواعى الضرورية للصحة العامة.

الأسباب التى توجب حل مشكلة النفايات الصلبة :

١ـ المشاكل الصحية وتشويه المظهر الجمالى لمناطق وجود هذه النفايات.

٢ـ التزايد المستمر فى كميات النفايات الصلبة نظرا للازدياد المطرد فى عدد السكان.

٣ـ الأضرار الكبيرة الناتجة عن النفايات وتأثيرها المباشر على البيئة بكل أشكالها.

٤ـ إمكانية إعادة الاستفادة من النفايات الصلبة فى حل مشكلة البطالة وذلك عن طريق إقامة صناعات بيئية تعتمد على النفايات كمواد خام.

مصادر المخلفات الصلبة :

١- المخلفات المنزلية الصلبة :

النفايات الصلبة المنزلية هى المخلفات الناتجة عن المنازل والمطاعم والفنادق وغيرها، وهذه النفايات عبارة عن مواد مثل الفضلات الآدمية، الخضار، الفواكه، الورق والبلاستيك ويضاف إلى النفايات الصلبة المنزلية النفايات الصناعية والحرفية والتى يمكن جمعها ومعالجتها مع النفايات الصلبة المنزلية دون أن تشكل خطرا على الصحة العامة. هذا ويجب التخلص من النفايات الصلبة المنزلية بسرعة وذلك لوجود مواد عضوية تتعفن وتتصاعد منها الروائح الكريهة وتسبب تكاثر الحشرات كالذباب والقوارض وغيرها.

٢- النفايات الصناعية الصلبة :

تنتج هذه النفايات عادة من الصناعات الكيمائية وصناعة المعادن والدباغة والجلود وغيرها من الصناعات التى تقذف فى البيئة نفايات ومخلفات خطرة على صحة الإنسان. وتعتبر مصانع الأدوية والمستشفيات، الدهانات، البطاريات، الحديد، الألومنيوم، الدباغة والخميرة منتجا محتملا للنفايات الصناعية الخطرة، ومن أهم أسباب وجود النفايات الصناعية الصلبة ما يلي:

- التطور الصناعى السريع دون الأخذ بعين الاعتبار مشكلة النفايات الناتجة عن الصناعة.
- قلة الوعى والمسئولية لدى بعض أرباب الصناعة الذى يجعلها تتخلص من النفايات الصناعية بطرق غير سليمة.
- عدم التطبيق الصارم للتشريعات والقوانين التى تحمل أصحاب المصانع مسؤولية تحمل تكلفة جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة.

٣- النفايات الزراعية الصلبة :

يقصد بالنفايات الزراعية جميع النفايات أو المخلفات الناتجة عن كافة الأنشطة الزراعية النباتية والحيوانية ونفايات المسالخ، ومن أهم النفايات الزراعية إفرازات الحيوانات وجيف الحيوانات وبقايا الأعلاف، وتختلف كمية ونوعية النفايات الزراعية حسب نوعية الزراعة والطريقة المتبعة فى الإنتاج الزراعي.

٤- النفايات الناجمة عن معالجة مياه الصرف الصحى :

النفايات الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحى يطلق عليها الحمأة، والتى يمكن تعريفها بأنها المواد الصلبة العضوية وغير العضوية والميكروبات الممرضة التى تنتج من معالجة مياه الصرف الصحى فى محطات التنقية، وتتوقف كمية ونوعية الحمأة على درجة كفاءة محطة المعالجة ونوعية مياه الصرف ودرجة تركيز الملوثات بها.

ونظرا لما تتميز به الحمأة من قيمة سمادية عالية فإنها يمكن أن تصبح بعد معالجتها مصدرا هاما من مصادر الثروة تساعد فى رفع كفاءة التربة وزيادة الإنتاج الزراعى وتوفير استهلاك الأسمدة الكيماوية.

طرق معالجة النفايات الصلبة

للمخلفات الخطرة الصلبة أربع صفات أساسية مميزة لها هى الاشتعالية والالكالية والتفاعلية والسمية، بالإضافة إلى عدد من المواصفات الأخرى، ويعتبر القطاع الصناعى أكبر مصدر للمخلفات الخطرة الصلبة ويليه كمصدر هام القطاع الصحى الذى يشمل المستشفيات والعيادات والمعامل الطبية. ولا بد من الإشارة إلى مؤسسات التعليم العالى ومراكز البحث العلمى حيث تسهم كل منها كمصدر من مصادر المخلفات الصلبة الخطرة، ومن أهم طرق معالجة النفايات الصلبة ما يلي:

١- طرق المعالجة التقليدية:

تعتبر عملية نقل النفايات إلى أماكن أخرى أو تغطيتها فى أماكن وجودها من الطرق التقليدية التى تم اللجوء إليها للتخلص من النفايات الصلبة، ولكن للأسف هذين الأسلوبين فى التطهير البيئى لم يلاقيا قبولا من كثيرين وذلك لما ينتج عنهما من أخطار إضافية نتيجة تعرض العاملين عليها المباشر والغير مباشر للنفايات أثناء عملية النقل والتشوين بالإضافة إلى ما تضيفه من تلوث فى مكان جديد.

كما أثارت عملية نقل هذه النفايات من الدول الصناعية المتقدمة إلى الدول النامية والأكثر فقرا حفيظة الكثير من جمعيات حقوق الإنسان والمنظمات العالمية الفاعلة الأخرى.

ومن هنا نهضت جماعات وفرق علمية عدة مهتمة بشئون البيئة فى الجامعات ومعاهد البحوث المختلفة فى العالم للبحث بجد عن وسائل أخرى للتطهير البيئى

للنفايات السامة يتوافر فيها القدرة الكاملة على تدمير الملوثات أو تحويلها من صورتها السامة الخطرة إلى صورة أبسط غير ضارة أو على أقل تقدير لا تتجاوز سميتها الحد المسموح به والمعلن عنه من الهيئات البيئية والصحية العالمية والمحلية.

وكنتيجة لهذا الجهد تم استخدام أسلوبين كان لهما تأثير إيجابى لحد بعيد وذلك إما بالتخلص من النفايات السامة بطريقة الحرق فى محارق خاصة ترتفع فيها درجات الحرارة إلى مستويات مرتفعة جدا أو بالتدمير الكيميائى لهذه الملوثات. وبالرغم من أن هذين الطريقتين كان لهما هذا التأثير الفعال إلا أنهما أحيطوا ببعض العيوب التى أحدت من استخدامهما. فالطريقتين اعتبرتا من التكنولوجيات المعقدة التى تحتاج إلى خبرات خاصة فى إدارتها بالإضافة إلى أسعارها المرتفعة إذا ما أريد تطبيقها على مستويات تطهير بيئى محدودة، كما أن طريقة الحرق لم تلاقى قبولا كبيرا سواء من العاملين عليها أو من السكان المحليين المقيمين بالقرب منها لما ينبعث منها من انبعاثات ضارة وغير مرغوبة، ومن هذا المنطلق ازدادت الحاجة لبديل عن هذه الطرق التقليدية، على أنه يجب أن يتميز بالقدرة على إزالة الملوثات كليا وأن يكون رخيص الثمن ومقبول من العامة والخاصة على حد سواء.

٢- المدافن الصحية:

يعد الدفن أو الطمر الصحى أحد الطرق الحديثة المستخدمة فى معالجة النفايات الصلبة، حيث تحفر فى الأرض حفرة يعتمد عمقها وسعتها على طبيعة وكمية النفايات المتوقعة، وبعد تجهيز هذه الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية بطبقة عازلة من الأسمنت أو معادن الطين أو بنوع خاص من البلاستيك لحماية المياه الجوفية من التلوث، كما وتجهز القاعدة بشبكة صرف للمياه الناتجة عن مياه الأمطار وعمليات تحلل المواد العضوية الموجودة فى النفايات وتوضع فوقها طبقة صلبة من الحصى والرمال لتسهيل عملية دخول المياه إلى شبكة الصرف. وتوزع النفايات على قاعدة الحفرة وترص بنوع خاص من المداخل حيث تصل كمية النفايات الصلبة المضغوطة من ٠.٨ - ١.٠ طن لكل م٢. هذا وتوجد أساليب متعددة للدفن الصحى اعتمادا على مصدر النفايات الصلبة، وأبرز تلك الأساليب ما يلى:

١- دفن النفايات الصلبة الصناعية الخطرة بعد معالجتها للحد من خطورتها.

٢- دفن النفايات المنزلية والصناعية التى يمكن معالجتها مع النفايات المنزلية ودون أن تشكل خطرا على الصحة العامة.

٣- دفن الحمأة فقط، علما بأنه فى بعض الأحيان يتم طمر الحمأة مع النفايات المنزلية، فبعد تجهيز الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية بطبقة عازلة وغير منفذة للمياه، ويمكن أن تكون هذه الطبقة العازلة من الأسمنت أو مادة الإسفلت أو معادن الطين أو أغطية بلاستيكية خاصة لحماية المياه الجوفية من التلوث، وعند استعمال البلاستيك كطبقة عازلة يجب وضع طبقة رملية ناعمة تحتها وفوقها لحمايتها من التمزق، وطبعا لا تتوقع أن تبقى الطبقة العازلة فعالة إلى الأبد، فلكل نوع من المواد المستعملة عمر زمنى محدد، غير أنه يشترط فى الطبقة العازلة أن تبقى فعالة لفترة زمنية كافية.

الشروط الواجب توافرها فى موقع دفن النفايات الصلبة :

١- أن تكون بعيدة عن مصادر المياه الجوفية والسطحية لضمان عدم تسرب المواد الملوثة إلى المصادر المائية.

٢- أن تكون بعيدة عن التجمعات السكانية الحالية والمخطط لها فى المستقبل، هذا وقد أوصت منظمة الصحية العالمية سنة ١٩٧١م بأن لا يقل بعد موقع دفن النفايات الصلبة عن ٢٠٠م عن أقرب تجمع سكنى وتطالب بعض الدول بأن لا تقل المسافة عن ٥٠٠ متر.

٣- أن تكون كمية الأمطار قليلة فى منطقة المدفن.

٤- الأخذ بعين الاعتبار اتجاه الريح السائدة فى المنطقة.

ويجب القيام بعملية ضغط النفايات بكفاءة عالية جدا وذلك للآتى:

١- استيعاب أكبر كمية ممكنة من النفايات الصلبة.

٢- منع وجود فجوات يمكن أن تعيش وتتكاثر بها الحشرات والقوارض.

٣- منع أو الحد من عملية الاشتعال الذاتي.

بعد الانتهاء من عملية ضغط النفايات وعندما يصبح الارتفاع بعد عملية الضغط من ٣٠-٧٠ سم يوضع فوقها طبقة من نفايات الإنشاءات أو أتربة ويتم دكها على طبقة النفايات المضغوطة، وعلى هذه الطبقة توضع طبقة ثانية من النفايات بنفس الطريقة وهكذا حتى يصل ارتفاع الموقع ٣٠-٥٠م ويتقلص ارتفاع الموقع خلال ٢٠ سنة إلى حوالى ٣٠٪ من الارتفاع الأصلي.

مميزات طريقة الدفن الصحى للنفايات الصلبة:

١- انخفاض التكاليف المالية المطلوبة.

٢- القدرة على استيعاب كميات هائلة من النفايات الصلبة.

٣- لا تحتاج إلى تقنية عالية لذلك فهى سهلة التطبيق.

٤- إمكانية الاستفادة من غاز الميثان الناتج عن عملية الطمر فى موقع المدفن الصحي.

٥- تناسب المناطق الصحراوية وشبة الصحراوية.

عيوب المدافن الصحية فى معالجة النفايات السامة الصلبة:

١- إمكانية حدوث فجوات فى مواضع الطمر الصحي.

٢- تسرب الغازات الملوثة للهواء، ومن أهمها غاز الميثان وغاز ثانى أكسيد الكربون والغبار الذى يمكن أن يحمل المواد الكيماوية السامة خصوصا عند هبوب الرياح القوية إلى مسافات بعيدة. وتختلف كمية الغازات الناتجة حسب نوعية وكمية النفايات الصلبة وعموما ينتج الطن الواحد من النفايات الصلبة المنزلية ما يعادل ١٣٠ مترا مكعبا من الغازات.

٣- احتمال تلوث مصادر المياه بالمياه الملوثة الناتجة عن أماكن دفن النفايات وهى عبارة عن مياه صرف ذات تركيزات عالية من الملوثات العضوية وغير العضوية الموجودة والناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة فى النفايات ومياه الأمطار التى تتسرب من مكان الطمر وتغسل فى طريقها الملوثات العضوية وغير العضوية، وتزداد كمية المياه الملوثة فى حالة التخلص من الحمأة بأسلوب الطمر الصحى، ويتراوح لون المياه العادمة الناتجة عن أماكن طمر النفايات الحديثة العهد بين الأخضر والبنى ولها رائحة البيض الفاسد.

٣- المعالجة بالخلط :

الخلط هو استخدام آخر للتطهير الحيوى للبيئة. وفى هذه العملية يتم عادة خلط النفايات بمادة متمددة ذات بنية ثابتة مثل شرائح الخشب، مطحون قوالح الذرة أو قش الأرز أو القمح، وكما هو الحال فى تقنيات التطهير الحيوى الأخرى فلابد من إضافة المواد الغذائية والهواء والكائنات الدقيقة، والأنواع الثلاثة للخلط هي:

١- التصفيف المفتوح.

٢- التصفيف الساكن.

٣- أوعية التفاعل.

وتكمن الفروق بين هذه الأنواع فى كيفية إتمام عملية التهوية، ففى نظام التصفيف المفتوح تكون أكوام الخلط مفتوحة للهواء بينما فى نظام التصفيف الساكن يجبر الهواء ميكانيكيا على الدخول فى أكوام الخلط وعندما تستخدم أوعية التفاعل يتم خلط المكونات لضمان كفاءة التهوية.

٤- الكومبوست أو التخمر العضوى :

الكومبوست أو التخمير هو العملية البيولوجية التى تتحول فيها المخلفات العضوية إلى مادة شبيهة بالتربة العضوية الطبيعية، وتحدث هذه العملية طبيعيا عند

تحلل الأجزاء النباتية الميتة فى التربة الزراعية، والتخمير السريع هو عملية ينتج عنها ما يعرف بالكومبوست، وهو مادة تغذى التربة وتستعمل للاستصلاح الزراعى، وهى خالية من الروائح الكريهة والكائنات الجرثومية المضرة.

كما تشكل تقنية التخمر السريع حلا مثاليا لمشكلة معالجة النفايات الصلبة، لاسيما وأنها تولد الحرارة من تلقاء نفسها ولا تعتمد على طاقة حرارية خارجية. ومن الممكن أن تتم عملية التخمر هوائيا أو لاهوائيا، أى بوجود أو عدم وجود الأكسجين. غير أن للتخمير الهوائى مميزات عديدة أهمها:

١- وجود الأكسجين يساعد على تسريع تفكيك النفايات.

٢- لا يصدر عن التخمر الهوائى أية روائح كريهة.

٣- يتميز التخمر الهوائى بارتفاع شديد للحرارة التى هى ضرورية للقضاء على الجراثيم.

٤-التخمر الهوائى هو أسهل التقنيات تكيفا كونه يعتمد على مبادئ طبيعية، فهو سهل الإدارة والصيانة أكثر من أية معالجة أخرى للنفايات الصلبة.

فوائد الكومبوست ومميزاته :

١- الفوائد الزراعية :

يحتوى الكومبوست على مواد عضوية بما فيها الأزون والفوسفات، كما يحتوى على مواد مغذية ضرورية للنبات. كما يلعب الكومبوست دورا رئيسيا فى المحافظة على نمو دود الأرض ويحتوى أيضا على نسبة عالية من البكتيريا الضرورية لتآكل المواد العضوية المتواجدة فى الطبيعة، بما فيها الأوراق والنبات والجذور الذابلة، إضافة إلى روث الحيوانات والجزئيات الصخرية، لتحويلها إلى غذاء للنبات. ويزيد استخدام الكومبوست من محتوى التربة العضوى كما يقضى على أمراض النبات وعلى الحشرات الضارة، بالإضافة إلى أن له القدرة على الاحتفاظ بالماء، وبالتالى يحافظ على رطوبة التربة ويلغى أو يقلل من الحاجة إلى المبيدات الكيمائية.

٢- الفوائد البيئية:

للكومبوست فوائد بيئية متعددة فهو يمتص الروائح الكريهة ويحلل المركبات العضوية المتطايرة، يمسك المعادن الثقيلة فيمنع انتقالها إلى الينابيع ويحمى النبات من امتصاصها. كما أنه يحلل ويقضى كليا فى بعض الأحيان على المواد الكيميائية السامة فى الأراضى الملوثة، بما فيها المبيدات والمواد النفطية والمركبات الهيدروكربونية.

الكومبوست أيضا يمنع الملوثات فى الأمطار الجارية من الوصول إلى ينابيع المياه، كما يمنع انجراف التربة وتراكم الرمال على مستوى السدود الموازية للبحيرات والأنهار، يمنع انجراف الطبقة العليا من التربة على جوانب الطرق ومنحدرات التلال والملاعب الرياضية. كما يسمح التخمر السريع من خلال معالجة المواد العضوية، بتجنب تكوين غاز الميثان وتسريبه فى المدافن.

٣- الفوائد الاقتصادية:

يوفر استخدام الكومبوست من تكلفة الإنتاج الزراعى من خلال تخفيض الحاجة إلى المياه والأسمدة والمبيدات. كما أنه يعتبر سلعة قابلة للتسويق تشكل بديلا منخفض التكاليف كغطاء للمدافن المقفلة وهو أيضا يعتبر بديل ممتاز للمحسنات الاصطناعية للتربة.

٥- إعادة التدوير:

خاصة لبقايا البلاستيك وخردة الحديد والكرتون وبعضها غير موفق فى بعض المواد الأخرى مثل الزجاج وبقايا الأخشاب والأقمشة وما شابه. وتعتبر طريقة إعادة تدوير المخلفات أحد الأركان الأربعة التى تقوم عليها عملية إدارة المخلفات وهي:

١- التقليل: والمقصود هنا هو تقليل المواد الخام المستخدمة، وبالتالى تقليل كمية المخلفات، ويتم ذلك إما باستخدام مواد خام أقل، أو باستخدام مواد خام

تنتج مخلفات أقل، أو عن طريق الحد من المواد المستخدمة فى عمليات التعبئة والتغليف، مثل: البلاستيك والورق والمعادن، وهذا يستدعى وعيا بيئيا من كل من المستثمر والمنتج؛ فمثلا فى الولايات المتحدة الأمريكية التزم الكثير من منتجى الصابون السائل بتركيزه؛ حتى يتم تعبئته فى عبوات أصغر، أو إنتاج معجون أسنان بدون عبوته الكرتونية الخارجية.

٢- إعادة استخدام المخلفات: وهذا يعنى على سبيل المثال إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية مثلا بعد تعقيمها، وإعادة ملء الزجاجات والبرطمانات بعد استخدامها، هذا الأسلوب يؤدى إلى تقليل حجم المخلفات، ولكنه يستدعى وعيا بيئيا لدى عامة الناس فى كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيكية والورقية والزجاجية والمعدنية قبل التخلص منها، فنجد فى كل من اليابان والولايات المتحدة الأمريكية صناديق قمامة ملونة فى كل منطقة وشارع؛ بحيث يتم إلقاء المخلفات الورقية فى الصناديق الخضراء، والمخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية فى الصناديق الزرقاء، ومخلفات الأطعمة أو ما يطلق عليه المخلفات الحيوية فى الصناديق السوداء.

٣- إعادة التدوير: والمقصود بإعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات؛ لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلى وتشمل:

- إعادة تدوير الورق: تعتبر عملية اقتصادية من الدرجة الأولى؛ وذلك لأنه طبقا لإحصائية وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية فإن إنتاج طن واحد من الورق ١٠٠٪ من مخلفات ورقية سوف يوفر طاقة تقدر بحوالى ٤١٠٠ كيلو وات/ ساعة، وكذلك سيوفر ٢٨ مترا مكعبا من المياه، بالإضافة إلى نقص فى التلوث الهوائى الناتج بمقدار ٢٤ كجم من الملوثات الهوائية. والورق المعاد تدويره يستخدم عادة فى طباعة الجرائد اليومية.

- إعادة تدوير البلاستيك: ينقسم البلاستيك إلى أنواع عديدة يمكن اختصارها فى نوعين رئيسين هما البلاستيك الناشف وأكياس البلاستيك، ويتم قبل إعادة التدوير غسل البلاستيك بمادة الصودا الكاوية المضاف إليها الماء الساخن. وبعد ذلك يتم تكسير البلاستيك الناشف وإعادة استخدامه فى صنع مشابك الغسيل، والشماعات، وخراطيم الكهرباء البلاستيكية، ولا ينصح باستخدام مخلفات البلاستيك فى إنتاج منتجات تتفاعل مع المواد الغذائية. أما بلاستيك الأكياس فيتم إعادة بلورته فى ماكينات البلورة.

- إعادة تدوير المخلفات المعدنية: وهى تتمثل أساسا فى الألومنيوم والصلب؛ حيث يمكن إعادة صهرها فى مسابك الحديد ومسابك الألومنيوم، ويعتبر الصلب من المخلفات التى يمكن إعادة تدويرها بنسبة ١٠٠٪، ولعدد لا نهائى من المرات، وتحتاج عملية إعادة تدوير الصلب لطاقة أقل من الطاقة اللازمة لاستخراجه من السبائك، أما تكاليف إعادة تدوير الألومنيوم فإنها تمثل ٢٠٪ فقط من تكاليف تصنيعه، وتحتاج عملية إعادة تدوير الألومنيوم إلى ٥٪ فقط من الطاقة اللازمة.

- إعادة تدوير الزجاج: صناعة الزجاج من الرمال تعتبر من الصناعات المستهلكة للطاقة بشكل كبير؛ حيث تحتاج عملية التصنيع إلى درجات حرارة تصل إلى 1600° درجة مئوية، أما إعادة تدوير الزجاج فتحتاج إلى طاقة أقل بكثير.

- إعادة تدوير المخلفات الحيوية: وتتمثل المخلفات الحيوية فى بقايا الأطعمة ونواتج تقليم الأشجار والحقول، ويعاد تدوير هذه المخلفات فى وحدات تصنيع السماد العضوى لإنتاج مواد ذات قيمة سمادية عالية.