الباب الثاني

طاقة الكتلة الإحيائية

الكتلة الإحيائية

يقصد بالكتلة الإحيائية ما يتم تجميعه من مخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار، ومخلفات المحاصيل، وقطع الخشب، وغيرها من المخلفات الأخرى ويمكن الاستفادة من المخلفات من خلال إجراءات إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام وهو ما يمكن أن يؤدي إلي تقليل حجم المخلفات والقمامة ويقصد بتدوير المخلفات إعادة استخدامها لإنتاج منتجات أخري أقل جودة من المنتج الأصلي، في حين يُقصد بإعادة الاستخدام، مثلا إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها .

وهناك العديد من الأنماط المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح بين الحطب التقليدي المستخدم في الطهي في الريف إلي الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية التي تنتج من الكتلة الحيوية المزروعة لهذا الغرض بالذات ويمكن للمخلفات الزراعية مثل الروث أن تستخدم كوقود حيوي، ويمكن توليد الطاقة بالاعتماد علي عملية التخمر وتستخدم الصين هذه التقنية منذ أكثر من ٢٠ عام ويوجد بها نحو ١٠ ملايين جهاز لإنتاج الغاز الحيوي من النفايات الحيوانية .

ويعرف التخمر في الكتلة الإحيائية بأنه تغير تُحدثه كائنات دقيقة في مركبات عضوية لتنتج مواد أبسط تركيباً من المواد الصلبة، ويمكن للإنسان أن يتحكم في هذا التغير ليحصل من الكتلة الحيوية علي مواد صلبه وسائلة نافعة وعلي غازات تستخدم كوقود، مثلما يحدث في تخمير النفايات البشرية والحيوانية للحصول علي الغاز الحيوي (غاز الميثان)، ومن ثم استخدام خطوط وشبكات من الأنابيب لتوزيعه علي مناطق الاستهلاك مع إمكان تنفيذ نفس الإجراء مع المخلفات الحيوانية الناتجة

من الأبقار والجاموس والأغنام والطيور، إلا أن الميثان الناتج غالبا ما يستخدم داخل المزرعة لأن الإنتاج محدوداً.

ومن أمثلة الوقود الحيوي محصول قصب السكر، حيث يمكن استخدام السكر أو ما يتخلف من القصب بعد عصره ،وهو مفيد للغاية كوقود وعلف ومادة للبناء وتستخدم مصانع تكرير السكر هذا التفل كمصدر للطاقة الحرارية خلال عملية إنتاج قصب السكر وقد اشتهرت البرازيل بتحويلها جزء من منتجات السكر إلي كحول لاستخدامه كوقود للسيارات، وتوجد الآن نحو ستة ملايين سيارة تعمل بوقود يحتوي علي ٢٥% من ذلك الكحول .

وفكرة عمل الكتلة الإحيائية بسيطة جدا، حيث يتم تجميع المخلفات ونقلها من المصانع والمزارع إلي محطة الكتلة الإحيائية، لتوضع في محارق بغرض إنتاج حرارة تكفي لتسخين المياه داخل الغلايات ومن ثم تحويله إلي بخار يوجه إلي توربينات .

ومن مزايا استخدم الكتلة الإحيائية أنها لا تؤدي إلي زيادة في الاحتباس الحراري، حيث أن النباتات تمتص ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو وعندما يتم حرقها فإنها تخرج نفس القدر الذي تم امتصاصه، لذا فإن الاهتمام بزراعة النباتات يؤدي إلي غلق دورة الكربون من خلال امتصاص الكربون الناتج من عمليات الحرق، لذا تشترط العديد من الدول علي مالكي الغابات أن يقوموا بزراعة عدد من الأشجار يساوي عدد الأشجار التي يتم قطعها سنوياً، للمحافظة علي الغطاء النباتي الأخضر وبالتالي عدم زيادة معدلات ثاني أكسيد الكربون في البيئة، حيث أن الكربون أحد العناصر التي تؤدي إلي ما يعرف بالاحتباس الحراري

العالمي لذا فإن استخدام الكتلة الإحيائية في إنتاج الطاقة يعتبر استخدام صديق للبيئة، لإمكانية إعادة تدويرها، وأيضاً أحد مصادر الطاقة المتجددة لأن النباتات المكونة للكتلة الإحيائية يمكن أن تُزرع وتنمو بشكل مستمر .

أنواع الكتلة الحيوية المستخدمة كوقود

يتم تصنيفها على عدة أنواع، مثل النفايات الحيوانية والخشبية والعشبية ، كما أن الكتلة الحيوية ليس لها تأثير مباشر على قيمتها بوصفها مصدر للطاقة .

هناك العديد من الأنماط المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح بين الحطب التقليدي المستخدم في الطهي بطريقة بعيدة كل البعد عن الكفاءة، إلى الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية التي تنتج من الكتل الحيوية المزروعة لهذا الغرض بالذات ويمكن للمخلفات الزراعية، مثل الروث، أن تستخدم كوقود حيوي وفي بعض البلدان الأوروبية، كفرنسا وألمانيا، فإن النفايات الحيوانية تتحول شيئاً فشيئاً إلى مشكلة بيئية غير أن بالإمكان استخدام هذه النفايات في توليد الطاقة بالاعتماد على عمليات التخمير وتستخدم الصين هذه التقنية منذ أكثر من٢٠ عاماً. وهناك نحو١٠ ملايين من أجهزة إنتاج الغاز الحيوي المعتمدة على النفايات الحيوانية أهم المواد العضوية المستخدمة في أنتاج البيوجاز .

مخلفات آدمية : مثل : القمامة – أغذية تالفة – المجارى – وغيرها .

مخلفات حيوانية : مثل : روث الماشية والأغنام – سبلة الدواجن والأرانب – وغيرها .

مخلفات نباتية : مثل : أحطاب وقش الأرز – عروش الخضر – أوراق وفروع الفاكهة – وغيرها .

مخلفات صناعية :مثل : مخلفات مصانع السكر والعصير – منتجات الألبان وحفظ الأغذية – وغيرها .

مخلفات مائية :مثل : الحشائش الطافية – ومنها (ورد النيل) – وغيرها

أنواع المخمرات المستخدمة

* المخمرات التقليدية (المخمر الهندي – المخمر الصينى) .

* المخمرات الصناعية (المخمرات الأفقية – المخمرات الرئيسية) .

استخدامات الغاز الناتج

– الطهى، الإنارة باستخدام مصباح (الكلوب) ، إدارة مضخات الري، توليد الكهرباء .

العائد الصحى والبيئى

* القضاء على الذباب داخل الحظيرة ومسبباته المرضية للإنسان والحيوان .

* توفير جو صحى بالمطبخ للطهى والحظيرة لحلب الألبان (بدون تلوث) .

* الحفاظ على مياه الشرب الجوفية نتيجة توصيل المرحاض بوحدة البيوجاز ومعالجة مخلفاته والحد من تلوث مياه الترع نتيجة تعديل الحظائر وبقاء الحيوانات فى بيئية نظيفة .

العائد الاقتصادي

* توفير عمالة فى تتريب وقطع الحظائر التقليدية .

* توفير سماد عضوي جيد .

* زيادة تصدير الخضر والفاكهة نتيجة الزراعة العضوية

* توفير منظومة غاز يستخدم لجميع الأغراض ما يعادل عدد ٢ أنبوبة بوتاجاز شهرياً للوحدة ١٠ م^{٣} .

عائد الحصول علي سماد عضوي من البيوجاز

* غني بالمادة العضوية والعناصر السمادية الصغري والكبري ومنظمات النمو .

* خالي من بذور الحشائش والنيماتودا .

* آمن للتداول من الناحية الصحية .

* زيادة العائد المادي بنسبة ٢٧ % من العائد الكلي لإنتاجية الفدان نتيجة استخدام سماد البيوجاز .

العائد الاجتماعي

* تحرير المرأة الريفية من كثير من الجهد مثل جمع واستخدام الحطب في الطهي.

* تسهيل الطهي وتوفير الوقت .

* ارتفاع مستوي النظافة والصحة العامة لأفراد الأسرة (قلة أمراض الصدر وحساسية العيون والجلد) .

أهمية طاقة الكتلة الحيوية

في محاولة لاستغلال الموارد بدأت اجتهادات نحو استغلال المخلفات التي تنتج في بيئة الإنسان مثل المخلفات الحيوانية والمحاصيل الزراعية بصفة عامة ومخلفات الإنسان هذا الاستغلال يوجه بالدرجة الأولى نحو إيجاد مصدر بديل للطاقة التقليدية غير المتجددة وإيجاد وقود نظيف للطهي والإنارة وحتى لإدارة المحركات بالإضافة إلى استخدام مخلفات التحويل وهى مخلفات المخلفات – كسماد عضوي أعلى في كفاءته وأغنى في محتواه الآزوتى وأفضل من الناحية الصحية لقلة محتواه من البكتيريا الممرضة والطفيليات إذا ما قورن بالأسمدة العضوية الأخرى .

لذلك كان التوجه نحو بذل مزيد من الاجتهادات لتوفير الوحدات الملائمة التي يمكنها تحويل المخلفات إلى وقود نافع يخفف العبء على مخزون البترول ويحمى البيئة من الآثار الضارة للمخلفات ويوفر مصدر قريب داخل المزرعة يمكن للمزارع بشكل مستمر أن يغذى المصدر بالمخلفات ويحصل منه على طاقة مستمرة متواصلة وبالنظر مرة ثانية إلى تكاليف إنتاج الطاقة من مخلفات المزرعة نجد أن التكلفة تأخذ مسلكا تصاعديا وفي العمليات التالية يتم استغلال جميع المخلفات التي كانت تهمل أو كان يتم استخدامها استخدام تقليدى باتباع تكنولوجيا جديدة في إنتاج طاقة غير تقليدية وسماد عضوي غنى وتوجد أنظمة كثيرة لاستغلال المخلفات العضوية نعرض منها ما يلي :

نظام الوحدة الهندية

أ- حجرة الخلط والشحن – نسبة المخلفات: الماء بنسبة ١ :١-٣ .

وتتكون من :

١- حجرة الخلط :انحدار عكسي بأرضية الحجرة لمنع نزول وتسرب .

٢- الرمل .

٣- ماسورة الشحن بقطر ١٠ سم على الأقل .

٤- نهاية الماسورة مقطوع عموديا للإقلال من فقد الغاز .

١- المخمر(بحجم ٥٠ ضعف حجم الشحن اليومي)

٢- حائط المخمر(أرضية من الأسمنت أو طبقة الفخار- طبقة من الأسمنت غير منفذة للماء فوق الأرضية والجوانب كلها-امتداد أعلى حجرة الهضم كحافة بدوران حجرة الهضم لمنع فقد الغاز .

ب- خزان الغاز المعدني (له حلقات من أعلى لإمكان رفعه منها ومدهون بدهان مقاوم للصدأ) .

١- مقياس مبين لمستوى الماء يوضح ضغط الغاز داخل الخزان (ضغط عمود الماء بـــ مم) .

٢- جوانب خزان الغاز العائم في الماء المعرضة للصدأ .

٣- مكان تكون الطبقة المتماسكة للمواد العضوية التي تمنع نفاذ الغاز لأعلى ويتجمع في الخزان .

٤- أعمدة مثبتة داخل خزان الغاز العائم تقـــوم بتكســـير الطبقـــة المتماسكة في المواد العضوية .

٥- عامود في وســـط خزان الغاز يعمل كدليل لمنع احتكاك الخزان بمباني الوحدة .

ج- فتحة الخروج (وهى ماسورة الشحن للخروج إذا زاد مستواه) .

١- ماسورة الخروج بقطر ١٠ سم الأقل تبدأ من ارتفاع ٥٠- ٨٠ سم من أرضية المخمر .

٢- حوض تجميع الرواسب التي تخرج مع السوائل الزائدة .

د- ماسورة الغاز(وهى إما بلاستيك أو كاوتشوك لتسمح بحرية حركة خزان الغاز) :

١- فتحة خروج الغاز وعليها البلف الرئيسي .

٢- مصيدة الماء المكثف في أقصى انخفاض لخط الغاز .

٣- خط الغاز للتوزيع على أماكن استهلاكه .

ويجب أن تكون فتحة الدخول (الشحن) أعلى من فتحة الخروج بحوالي ٥٠ سم

عند إضافة المخلفات المختلطة بالماء تخرج كمية مساوية لها تماما من فتحة الخروج ولكنها خالية من المواد العضوية الغير متحللة وعند التشغيل يملأ المخمر حتى يبدأ خروج السائل من فتحة الخروج ويحدد مستوى هذه الفتحة طاقة وحدة البيوجاز فكلما انخفض مستوى هذه الفتحة تقل كمية المواد التي تشحن بالوحدة وتتوقف مدة التخمير اللازمة على حجم المخمر ومعدل الإضافة اليومي .

يتجمع الغاز في خزان عائم حيث يرتفع هذا الخزان بقدر كمية الغاز المتولد في المخمر وينخفض كلما استهلك الغاز ويقدر ضغط الغاز بمعرفة وزن الخزان وذلك أكثر دقة من حجم الغاز الناتج ويمكن تنظيم ضغط الغاز بسهولة بوضع أثقال أو أحجار فوق خزان الغاز فيبقى الضغط ثابت دائما – خرطوم خط خروج الغاز مرن(بلاستيك – كاوتشوك) ومتصل بخزان الغازويوجد تصميمات أخرى عديدة لوحدة (جوبر) النظام الهندي ولكن الفكرة الأساسية واحدة في كل منها وهى استخدام خزان الغاز العائم .

العوامل التي تؤثر على إنتاج الغاز الحيوي:

تتحدد قدر وحدة إنتاج الغاز الحيوي حسب عوامل البيئة والتصميم التي تؤثر على تغذية الوحدة وعلى أدائها وبالتالي على جودة الغاز الناتج ومن أهم هذا العوامل :

١- درجة الحرارة:يوجد مجالين من درجات الحرارة يعمل عندها النظام : مدى الميزوفيل ويقع بين درجتى حرارة ٢٥- ٣٨ درجة مئوية ومدى الثرموفيل

ويقع بين حرارة ٥٠-٥٥ درجة مئوية وأعلى نسبة إنتاج غاز حيوي تتم عندما تكون الحرارة من ٣٥ إلى ٥٥ درجة مئوية ويمكن القول أن إنتاج الغاز يتم عند حرارة ٣٥ إلي ٣٧ درجة مئوية يبدأ في الانخفاض بانخفاض درجة الحرارة عن ٢٠ درجة مئوية ويتوقف إنتاج الغاز في الوحدات المنزلية عندما تصل الحرارة إلى درجة ١٠ درجة مئوية ولتلافي التأثير الضار لانخفاض درجات الحرارة في الشتاء يتم إنشاء وحدات البيوجاز تحت سطح الأرض للاستفادة من ثبات درجة الحرارة بزيادة العمق مع احتياج هذه الظروف إلى وجود تسخين خارجي .

٢- درجة الحموضة : فحفظ درجة الحموضة حول درجة التعادل هي من أهم الشروط عند تشغيل مخمرات البيوجاز وتعتبر أفضل درجة حموضة هي ٦-٨ . (p^H)

٣- نسبة (C/N) الكربون / النيتروجين :

الدرجة المثلى المطلوبة (١:٣٠) وهناك مخلفات غنية بالآزوت وأخرى غنية بالكربون لذا يجب معادلة هذه النسب بخلط المخلفات ببعضها أو كمر الأحطاب قبل وضعها في المخمر لرفع نسبة الكربون بها .

٤- نسبة المواد الصلبة في مخلوط التخمير يجب أن تتراوح النسبة مابين (٥-١٠%) من مخلوط التخمير بذلك تختلف نسبة خلط المخلفات بالماء تبعا لنسبة الرطوبة في المخلفات .

وينتج عن تقليب المواد المتخمرة تكسير طبقات الخبث التي تطفو على السطح حتى لا تعوق تصاعد الغاز لأعلى كذلك يعمل التقليب على رفع درجة الحرارة للمواد المتخمرة ويحتوى الغاز الحيوي على تركيز مرتفع من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) (٢٧-٤٣)% والتخلص منه يكتسب أهمية خاصة عند إنتاج واستخدام

الغاز الحيوي على نظام الوحدات الكبيرة لإنتاج البيوجاز من حمأة مجارى المدن تنتج عشرات الآلاف من الأمتار المكعبة من الغاز الحيوي يومياً وتحتاج في تخزينها إلى حيز مرتفع التكاليف كما يستخدم في ضخ الغاز الحيوي مضخات رافعة كل ذلك يجعل التخلص من الكربون أمر ذو أهمية اقتصادية كما أنه في الأهمية بمكان التخلص منه إذا ما استلزم الأمر ضغط الغاز الحيوي في أسطوانات واستخدامها في تشغيل السيارات .

وأبسط طريقة للتخلص منه هي تمرير الغاز الحيوي الناتج في إناء خاص يحتوى على ماء جير وبالتالى نجد أن الكربون الموجود مع الميثان يتفاعل مع ماء الجير ويكون كربونات الكالسيوم التي تترسب ويخرج غاز الميثان نقياً .

معايير استخدامات الغاز الحيوي:

من الأمور الأساسية لاستخدام مصدر من مصادر الطاقة أن نلم بالمعايير الفنية والاقتصادية وهى :-

أ) تحديد الحجم المناسب للوحدة الأساسية للغاز الحيوي .

١- الطاقة المستفادة من الوحدة معبرا عنها بحرارة الميثان.

٢- حجم الغاز الحيوي الناتج حيث يتأثر الحجم الناتج بظروف التخمير وخصائص الفضلات المعاملة ويحسب هذا الحجم من العلاقة .

٣- حجم السائل في الوحدة : يعتمد حجم السائل بالهاضم على كثافة وخصائص المادة الجافة .

٤- حجم الوحدة:يتحدد حجم الوحدة بالمعدلات التي يتم بها إضافة المادة الجافة الجديدة وبالزمن اللازم لإتمام عمليات التخمر واستخلاص أعلى كمية من الغاز الحيوي وعلى الرغم من أهمية وجدوى استخدام الكتلة الحيوية في الحصول على

الطاقة والأسمدة العضوية في المجال الزراعي إلا أنه لم تلقى قبول حتى الآن في مصر ويرجع السبب في ذلك إلى :

١- توفر بدائل من الطاقات التقليدية بأسعار مدعومة .

٢- قلة الوعي عند المزارعين بأهمية وجدوى الاستفادة من الكتلة الحيوية .

٣- عدم معرفة المزارعين بالأضرار الصحية التي تنجم عن عدم استغلال هذه الكتلة بالطرق العلمية .

٤- قلة الوعي عن آثار التلوث البيئي عند عدم استخدام الطرق العلمية .

٥- النواحي الاجتماعية والعادات والتقاليد عند الفلاحين .

٦- النواحي الاقتصادية مقارنة بالأسعار المدعمة .

٧- عدم وجود رقابة على المزارعين في كيفية التخلص من المخلفات العضوية.

٨- صعوبة تجميع وكبس المخلفات الزراعية .

٩- صغر الحيازات مع ارتفاع تكاليف الآلات .

أنواع الوقود الحيوي وأجياله : الغاز الحيوي _ الايثانول _ الديزل الحيوي .

أجيال الوقود الحيوي:

الجيل الأول للوقود الحيوي .:الزيوت النباتية ، الديزل الحيوي .

الكحول الحيوي -الغاز الحيوي_ الغاز الصناعي _ الوقود الحيوي الصلب .

الجيل الثاني للوقود الحيوي -:

المخلفات الحيوية كالقش والأخشاب -محاصيل غير غذائية

- محاصيل متخصصة في الطاقة الحيوية وتتضمن :

الوقود الحيوي السليليلوزي – الهيدروجين الحيوي – الميثان الحيوي – ثنائي ميثيل الفوران /ثنائي ميثل الفوران الحيوي– ديزل الهيدروجين الحيوي .

الجيل الثالث للوقود الحيوي

• وقود الخلايا النباتية وتتميز بما يلي:

تضاعف معدل سريع للنمو في اليوم وتعيش في المياه المالحة والساحلية يمكن زراعتها في الأراضي الهامشية ويمكنها استغلال العناصر من المياه المعالجة وتثبيت ثاني أكسيد الكربون .

يمكن زراعتها بأوعية لها نواتج ثانوية ذات قيمة عالية .

الجيل الرابع للوقود الحيوي:يعتمد على تحويل الزيت النباتي والديزل الحيوي الى البنزين.

إعادة التدوير

أدرك الإنسان مدى إساءته لاستخدام عناصر الكون المختلفة حوله، فكانت الدعوة إلى يوم الأرض عام ١٩٧٠ ومنذ ذلك الحين تعالت صيحات المدافعين عن البيئة، وظهرت أحزاب الخضر في كثير من البلاد، وتشكل عند الكثيرين وعي بيئي ورغبة حقيقية في وقف نزيف الموارد، وظهر جيل يعرف مفردات جديدة مثل: النظام البيئي والاحتباس الحراري، وتأثير الصوبة وثقب الأوزون، وإعادة تدوير المخلفات، وتعلق الكثيرون بهذا التعبير الأخير رغبة في التكفير عن الذنب في حق كوكبنا المسكين .

والتدوير هي عملية إعادة تصنيع واستخدام المخلفات،سواء المنزلية أم الصناعية أم الزراعية، وذلك لتقليل تأثير هذه المخلفات وتراكمها على البيئة، وتتم هذه العملية عن طريق تصنيف وفصل المخلفات على أساس المواد الخام الموجودة بها ثم إعادة تصنيع كل مادة على حدة .

وبدأت فكرة إعادة التدوير أثناء الحرب العالمية الأولى والثانية، حيث كانت الدول تعانى من نقص شديد في بعض المواد الأساسية مثل المطاط، مما دفعها إلى تجميع تلك المواد من المخلفات لإعادة استخدامها وبعد سنوات أصبحت عملية إعادة التدوير من أهم أساليب إدارة التخلص من المخلفات؛ ذلك للفوائد البيئية العديدة لهذه العملية .

ولسنوات عديدة كانت إعادة التدوير المباشر عن طريق منتجي مواد المخلفات (الخردة) هو الشكل الأساسي لإعادة التدوير، ولكن مع بداية التسعينيات بدأ التركيز على إعادة التدوير غير المباشر أي تصنيع مواد المخلفات لإنتاج منتجات أخرى تعتمد على نفس المادة الخام مثل: إعادة تدوير الزجاج والورق والبلاستيك والألمونيوم وغيرها من المواد التي يتم الآن إعادة تدويرها .

وقد وجد رجال الصناعة أنه إذا تم أخذ برامج إعادة التدوير بمأخذ الجد من الممكن أن تساعد في تخفيض تكلفة المواد الخام وتكلفة التشغيل، كما تحسن صورتهم كمتهمين دائمين بتلويث البيئة ورغم إيمان البعض أن إعادة تدوير المخلفات هو قمة المدنية فإنه بعد مرور عشر سنوات على تطبيق الفكرة بدأ الكثير من الناس في الدول المطبقة لإعادة التدوير في التساؤل بشكل واسع عن مدى فاعلية تلك العملية، وهل هي أفضل الوسائل للتخلص من المخلفات؟ فقد اكتشفوا مع الوقت أن تكلفة إعادة التشغيل عالية بالمقارنة بمميزاتها والعائد منها فالمنتج المعاد

تدويره عادة أقل في الجودة من المنتج الأساسي المستخدم لأول مرة، كما أنه لا يستخدم في نفس أغراض المنتج الأساسي، ورغم هذا فإن تكلفة تصنيعه أعلى من تكلفة تصنيع المنتج الأساسي من مواده الأولية مما يجعل عملية إعادة التدوير غير منطقية اقتصاديا بل إهداراً للطاقة؛ لذلك أصبح هناك سؤال حائر !

إذا كانت إعادة التدوير أسلوبًا غير فعال للتخلص من المخلفات فما هو الأسلوب الأفضل للتخلص منها ؟

وبالطبع فإن الجواب الوحيد في يد العلماء حيث يجب البحث عن أسلوب آخر للتخلص من المخلفات وفي نفس الوقت عدم إهدار المواد الخام غير المتجددة الموجودة بها، وقد بدأ بالفعل ظهور بعض الأفكار مثل استخدام الزجاج المجروش الموجود في المخلفات كبديل للرمل في عمليات رصف الشوارع أو محاولة استخدام المخلفات في توليد طاقة نظيفة .

وتعتبر إعادة تدوير المخلفات أحد الأركان الأربعة التي تقوم عليها عملية إدارة المخلفات أو ما يعرف بالقاعدة الذهبية التي يجب زيادة الوعي بها، وهي :

١- التقليل: والمقصود هنا هو تقليل المواد الخام المستخدمة، وبالتالي تقليل المخلفات، ويتم ذلك إما باستخدام مواد خام أقل أو باستخدام مواد خام تنتج مخلفات أقل أو عن طريق الحدّ من المواد المستخدمة في عمليات التعبئة والتغليف، مثل البلاستيك والورق والمعادن، وهذا يستدعي وعياً بيئيًّا من كل من المستثمر والمنتج؛ فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية التزم الكثير من منتجي الصابون السائل بتركيزه ؛ حتى يتم تعبئته في عبوّات أصغر، أو إنتاج معجون أسنان بدون عبوته الكرتونية الخارجية .

٢ – إعادة استخدام المخلفات:وهذا يعني – مثلاً – إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها، وإعادة ملء الزجاجات والبرطمانات بعد استخدامها، هذا الأسلوب يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات، ولكنه يستدعي وعيًا بيئيًّا لدى عامة الناس في كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيك والورق والزجاج والمعدن قبل التخلص منها، فنجد في كل من اليابان والولايات المتحدة الأمريكية صناديق قمامة ملونة في كل منطقة وشارع؛ بحيث يتم إلقاء مخلفات الورق في الصناديق الخضراء، والمخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية في الصناديق الزرقاء، ومخلفات الأطعمة أو ما يطلق عليه المخلفات الحيوية في الصناديق السوداء .

٣ – إعادة التدوير: والمقصود بإعادة التدوير إعادة استخدام المخلفات؛ لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي .

٤ – الاسترجاع الحراري: وتستخدم تكنولوجيا الاسترجاع الحراري في الكثير من الدول، خاصة اليابان؛ للتخلص الآمن من المخلفات الصلبة، والمخلفات الخطرة صلبة وسائلة، ومخلفات المستشفيات، والحمأة الناتجة من الصرف الصحي والصناعي ، عن طريق حرق هذه المخلفات تحت ظروف تشغيل معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق، وذلك للتحكم في الانبعاثات ومدى مطابقتها لقوانين البيئة وتتميز هذه الطريقة بالتخلص من ٩٠ % من المواد الصلبة، وتحويلها إلى طاقة حرارية يمكن استغلالها في العمليات الصناعية أو توليد البخار أو الطاقة الكهربية .

١– إعادة تدوير الورق: تعتبر عملية اقتصادية من الدرجة الأولى؛ فطبقًا لإحصائية وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية فإن إنتاج طن واحد من الورق ١٠٠% من مخلفات ورقية سوف يوفر (٤١٠٠ كيلو وات/ساعة) من الطاقة، وسيوفر ٢٨ مترًا مكعبًا من المياه، بالإضافة إلى نقص في تلوث الهواء

الناتج بمقدار ٢٤ كجم من ملوثات الهواء وبالرغم من ذلك، فإنه يتم في الولايات المتحدة الأمريكية إعادة تدوير ٢٠٩ طنًّا ورقيًّا سنويًّا فقط مقابل ٥٢٤ طنًّا من الورق يتم التخلص منها دون إعادة تدوير والورق المعاد تدويره فإنه يستخدم في طباعة الجرائد اليومية .

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

٣- إعادة تدوير المخلفات المعدنية: وتتمثل أساساً في الألمونيوم والصلب؛ حيث يمكن إعادة صهرها في مسابك الحديد والألمونيوم، ويعتبر الصلب من المخلفات التي يمكن إعادة تدويرها بنسبة ١٠٠%، ولعدد لا نهائي من المرات، وتحتاج عملية إعادة تدوير الصلب لطاقة أقل من الطاقة اللازمة لاستخراجه من السبائك، أما تكاليف إعادة تدوير الألمونيوم فإنها تمثل ٢٠% فقط من تكاليف تصنيعه، وتحتاج عملية إعادة تدوير الألمونيوم إلى ٥% فقط من الطاقة اللازمة .

٥ - إعادة تدوير الزجاج: صناعة الزجاج من الرمال تعتبر من الصناعات المستهلكة للطاقة بشكل كبير؛ حيث تحتاج عملية التصنيع إلى درجات حرارة تصل إلى ١٦٠٠ درجة مئوية، أما إعادة تدوير الزجاج فتحتاج إلى طاقة أقل بكثير.

٦ - إعادة تدوير المخلفات الحيوية: وتتمثل المخلفات الحيوية في بقايا الأطعمة ونواتج تقليم الأشجار والحقول، ويُعاد تدوير هذه المخلفات في وحدات تصنيع السماد العضوي لإنتاج مواد ذات قيمة سمادية عالية، ويتم ذلك بعدة طرق :

أ- المعالجة بالتخمر الهوائي طريقة الكمر: وتعتمد هذه الطريقة على عوامل كثيرة، منها الرطوبة، ونسبة الكربون إلى النيتروجين، وطريقة تكسير المخلفات، ومنها أساليب كثيرة مثل: الكمر بتيّارات الهواء الطبيعي وطريقة الكمر بالهواء القصري، وطريقة الكمر الطبيعي .

ب - عملية التخمر اللاهوائي (البيوجاز): وتتميز هذه الطريقة بإنتاج غاز البيوجاز (الغاز الحيوي) أثناء عملية التحلل اللاهوائي، بالإضافة إلى الماء الناتج ولقد تطورت وحدات البيوجاز في العشرين سنة الماضية بدرجة كبيرة، فوصل عدد وحداتها في الصين إلى ٧ ملايين وحدة، وفي الهند ١٢٠ ألف وحدة، وفي كوريا الجنوبية ٥٠ ألف وحدة، وتعتبر تكنولوجيا البيوجاز من التكنولوجيات الاقتصادية؛ حيث يولد المتر المكعب الواحد من غاز البيوجاز ١٢٥ كيلو وات/ساعة، وهي طاقة كافية لتشغيل موتور قوته حصان واحد لمدة ساعتين، هذا فضلاً عن الآثار البيئية الإيجابية؛ حيث يتم إبادة قدر كبير من الطفيليات والميكروبات المرضية أثناء عملية التخمر اللاهوائي .

ج- عملية التخمر بالديدان: في هذه الطريقة تقوم الديدان بدور هام في تحويل المخلفات العضوية إلى سماد عضوي بجودة عالية تحت ظروف ملائمة من الرطوبة والحرارة والتهوية، ووجد أن سماد الديدان ذو كفاءة عالية وخال من بذور الحشائش، ومفكك وخفيف الوزن، ويمكن استخدامه كتربة صناعية في المشاتل، كما أن العملية ذاتها غير ملوثة للبيئة واقتصادية وغير مستهلكة للطاقة .

***