الفصل الرابع

التأهيل البيئي للنفايات وإستثمارها

تعد النفايات والمخلفات في الوقت الحالي من أهم المشكلات البيئية التي تواجه القائمين في مجال الحفاظ على البيئة، كما أنها ثروة مهدرة وتنتظر المستثمرين وتحتاج في الوقت الحالي إلى المزيد من الدراسات في مجال الجدوى الاقتصادية والمجالات المختلفة الاستثمار كما أنها معين لاينضب أو يتوقف. وحسب إحصائيات وزارة الشؤون البلدية والقروية فإنه يتم جمع حوالي ٤,٧ مليون طن من النفايات سنوياً وأشار تحليل تلك النفايات إلى ارتفاع نسبةبقايا الطعام وورق الكرتون والتغليف وخردوات الحديد، وأن اثنين وعشرين في المائة منها في مدينة الرياض ومحافظة جدة (جريدة الرياض، ١٤١٦هـ). ولا يستفاد في الوقت الحالي من تلك النفايات إلا بنسبة ضئيلة والتي تحتوي على العديد من المكونات المختلفة مثل: فضلات الطعام والبلاستيك والمطاط والجلود والمعادن والأخشاب وورق الكرتون والزجاج ومخلفات المسالخ والدواجن والأسماك. كما تحدث مخلفات الصرف الصحي العديد من الأضرارالصحية وتُتكلف المبالغ الباهظة لمعالجتهاوالتخلص منها. ونتيجة للدراسات الخاصة بالإدارة والتنمية والصحة والجدوى الاقتصادية أمكن الاستفادة من النفايات والمخلفات في العديد من الدول المتقدمة في حين لاتزال العديد من الدول العربية تتبع الطرق التقليدية مثل الحرق والدفن.

ولابد من إلقاء الضوء على النفايات والمخلفات في الوطن العربي ثم في المملكة العربية السعودية وعلى المشكلات البيئية الناتجة عن التلوث الميكروبي ودور

الاستثمار في زيادة رأس المال والحفاظ على النظام البيئي مع التنويه بالطرق الحديثة في هذا المجال.

النفايات عبارة عن مايتم التخلص منه من بقايا المنازل والمدارس والجامعات والمعاهد والمستشفيات والأسواق، بالإضافة إلى نفايات المطابع والمزارع ونفايات المصانع وهذه تشمل نتيجة الفرز: فضلات الطعام والبلاستيك والمطاط والجلود والأخشاب والورق والمعادن والنسيج والزجاج ونفايات المسالخ والدواجن والأسماك والمركبات الكيميائية المختلفة كما تشمل أيضًا مخلفات الصرف الصحي (Sewage)والمتكونة من المياه الملوثة والمادة الصلبة التي يطلق عليهاالحمأة (Sludge). كما أن هناك مخلفات البناء والهدم ومخلفات التعدين، حيث قدرت كمية نفايات البناء والهدم لأمانات وبلديات مدن المملكة العربية السعودية لعام ١٤١٤هـ حوالي ١٧٦٧١ طن (الحماد، ١٤١٨هـ). ويؤدي تراكمها وعدم الاستفادة منها بالإضافة إلى اتباع الطرق التقليدية إلى إلحاق العديد من الأضرار الصحية والبيئية والاقتصادية بالنظام البيئي. وعليه لابد من وضع الأسس العلمية الصحيحة للحد من تلك المشكلات المختلفة والاستفادة من تلك الموارد المهدرة بواسطة الطرق الحديثة المتبعة في العديد من الدول المتقدمة. وسبل الاستفادة من النفايات عديدة ومنها تصنيع الأسمدة والمخصبات الزراعية وإنتاج المركبات المواد الكيميائية مثل: السكاكر والأحماض العضوية والبروتين وعلف الحيوانات وإنتاج الطاقة الحرارية والاستفادة من نفايات الورق والحديد والألومنيوم والبلاستيك (الناطور، ١٩٨٧م؛ ابن صادق، أ١٤١٩هـ؛ Wainwright, 1992).

ويتم الإستفادة من النفايات إقتصاديًا وبيئيًاعن طريق ثلاث محاور رئيسة:

١- إدارة النفايات (Waste management): ويتضمن العمل على تقديم الدراسات الخاصة بالإدارة والتنمية والتخطيط والجدوى الاقتصادية والأضرارالبيئية.

٢- الحد من النفايات (Waste reduction): ويهدف إلى اتباع الطرق العلمية للحد من تراكم النفايات مثل الرسوم والأنظمة التشريعية للحماية البيئية.

٣- إعادة التدوير (Recycling): والمقصود به الاستفادة من النفايات بعد جمعها وفرزها وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة عالية بعد إدخال بعض التحسينات والإضافات (آل سعود، ١٤١٩هـ).

وعليه يمكن من خلال تلك المحاور وضع الأسس العلمية للإستفادة من النفايات لا التخلص منها والتي تعتبر في الوقت الحالي من أهم المشكلات البيئية التي تواجه القائمين في مجال الحفاظ على البيئة لزيادة عدد السكان وقلة الطرق المستخدمة حاليًا وعجزها عن مواجهة المستجدات الحالية وما يضاف للنظام البيئي باستمرار.

ويتم جمع حوالي ٤,٧ مليون طن من النفايات سنويًافي المملكة العربية السعودية (جريدة الرياض، ١٤١٦هـ) ولاتتم الإستفادة إلا بنسبة ضئيلة جداً منها. كما أن جمعها والتخلص منها يتم بطرق تقليدية قديمة وبتكلفة باهظة. وقد كشفت دراسة علمية أن ٩٩٪ مما تستورده المملكة العربية السعودية من ورق ينتهي إلى النفايات كمخلفات ورقية فيما يتم الإحتفاظ بحوالي ١٪ من الورق على هيئة كتب ووثائق وصكوك ومخطوطات. وأوضحت تلك الدراسة أن نسبة تدوير الورق لاتتجاوز (٦٪) في حين تتجاوز هذه النسبة في بعض الدول مثل أمريكا واليابان ٤٠-٥٥٪. وتبلغ نسبة المخلفات الورقية حوالي مليون طن سنوياً كما تقدر خسارة الإقتصاد السعودي من النفايات الورقية بحوالي مليار ريال سنوياً. وتصل نسبة المخلفات الورقية في المنازل إلى ٣٢٪ من حجم النفايات. كما أشارت الدراسة إلى أن حجم الورق المستورد خلال عام ١٤١٦هـ بلغ ٥٣٤ ألف طن وبقيمة إجمالية بلغت ٢٢٩٥ مليون ريال (صحيفة رسالة الجامعة، ١٤١٩هـ). كما قُدّر ما جُمع من محافظة الطائف خلال ثلاث سنوات من نفايات ١,٠٧٥,٦١٨ طن إضافة إلى ٣٨٣ هيكلاً للسيارات التالفة (عكاظ، ١٤١٩هـ).

وفي دراسة نشرتها جامعة الدول العربية أن الدول العربية تخسر سنويًا أكثر من ١٥٠ مليار دولارلعدم الإستفادة من نفاياتها والتي تدفن أو تحرق. كما لوحظ أن التعامل غير العلمي مع النفايات يجعل الدول العربية غير قادرة على جمع أكثر من ٥٠٪ من نفاياتها. وعليه فإن تلك الموارد البيئية المهدرة في الوطن العربي تحتاج في الوقت الحالي إلى المزيد من الدراسات، والتلوث الميكروبي يكلف الدول العربية ٣,٣ مليار دولار، كما يبلغ وزن القمامة المنزلية التي تلقى في الدول

العربية حوالي ٩٠ مليون طن سنويًا بالإضافة إلى ٢,٢ مليار طن من المخلفات الحيوانية وحوالي ١٧٠ مليون طن من المخلفات الزراعية وحوالي ١٨,٨ مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي. ويقدر الدخل الذي يمكن للدول العربية تحقيقه من جمع النفايات وتصنيفها حوالي ٢,٣ مليار دولار وسوف يتضاعف هذا المبلغ لو تم إعادة تدوير (تصنيع) تلك النفايات والاستفادة منها في الدول العربية (الخفجي، ١٤١٩هـ). كما ارتفع عدد السكان في العالم العربي إلى حوالي ٢٤٦ مليون نسمة عام ١٩٩٥م واعتباراً لتلك الزيادات الهائلة والتي من المتوقع أن تصل -إن شاء اللّه تعالى- إلى حوالي نصف مليار عام ٢٠٢٥م لابد من التحرك السريع للإستفادة من الموارد البيئية الطبيعية والمهدرة ومعالجة التدهور البيئي باتباع العديد من الإستراتيجيات مثل: تحقيق التوازن البيئي بين التوزيع السكاني والموارد البيئية، والأخذ بالأبعاد البيئية المختلفة في المشاريع التنموية مع توفير االأنظمة التشريعية للحماية البيئية (ابن صادق، ١٤١٩هـ)، والحد من تلوث المدن ومواجهة النمو العشوائي لها وإعادة التخطيط البيئي الشامل، وتحسين منظومة النقل ووسائل المواصلات، وتوفير الوقود الخالي من الرصاص، ودعم البحث العلمي للإستفادة من المخلفات والنفايات، ومشاركة القطاع الخاص في المشاريع البيئية، والمحافظة على التنوع الحيوي، وتحقيق الوسائل الإجرائية الإقتصادية لحماية البيئة (نصار، ١٤١٨هـ).

وعليه فإن الدراسات الإدارية والاقتصادية والبيئية في الوقت الحالي ملحة لإعادة استغلال النفايات للحد من التلوث البيئي والاستفادة من الموارد البيئية الطبيعية والصناعية المهدرة وزيادة الدخل المالي للدول العربية. وتحتوي النفايات التي تجمع يوميًا على العديد من المكونات مثل فضلات الطعام والورق والزجاج والمعادن والخشب والبلاستيك والمطاط والجلود والأقمشة ومخلفات الدواجن والمسالخ والمخلفات الزراعية ويوضح الجدول رقم (٢) نسبة مكونات النفايات في مدينة الرياض يوميًا حيث يبلغ معدل النفايات المرحلة يوميًا ٤٥٠٠ طن.

كما أوضح تحليل نتائج الفرز لنفايات محافظات الدمام والخبر والظهران (جدول رقم ٣) أن أكثر نسبة للنفايات هي بقايا الأطعمة ثم الورق والبلاستيك والزجاج فالمواد المعدنية. كما بلغت كمية النفايات في المحافظات الثلاث، ١,٧٦ و ٢,١٠ و ٢,١٢ رطل / شخص على التوالي، وتلك المعدلات تقارب إلى حد كبير مايولده الفرد في محافظة جدة في حين تزيد هذه النسبة في أمريكا (٢,٧٦) وتقل في الهند و ومصر وسيرلانكا (٠,٥٥ و ٠,٦٦ و٠,٨٨ على التوالي)، بينما تبلغ في دول الخليج العربي حوالي ٢,٢١ رطل/ شخص. وتختلف تلك النفايات من بلد لآخر على حسب الدخل المالي والسلوك الاجتماعي والثقافي كما أن الوعى البيئي بأهمية الحفاظ على النظام البيئي سوف يسهم - بإذن اللّه تعالى- في التقليل من الاستنزاف الجائر للموارد البيئية والاقتصادية وعدم الإسراف.

جدول رقم (٢). مكونات النفايات اليومية لمدينة الرياض.

تسلسل	النوع	٪
١	فضلات الطعام	٣٩,٣٠
٢	بلاستيك	١١,٨
٣	مطاط / جلود / أقمشة	٣,٢١
٤	معادن	١,٧٤
٥	خشب	١,٦١
٦	كرتون	١٢,٤٠
٧	ورق	٧,٠١
٨	زجاج	٢,٩٤
٩	ألومنيوم	٣,٣١
١٠	أخرى	١٦,٥٦

(المصدر: أمانة مدينة الرياض)

obeikandl.com

جدول رقم (٣). محتويات النفايات المستخرجة من الدمام والخبر والظهران في اليوم.

المحافظة	نوعية النفايات (٪)					
	ورق	زجاج	معادن	بلاستيك	طعام	خشب	مواد أخرى
الدمام	١٤,٠٠	٤,٩٢	٤,٤٦	٧,٣١	٦١,٣٨	١,٠٣	٤,٦٣
الخبر	١٦,٤٣	٧,٠٧	٦,٧١	٩,٨٦	٥٦,٧٩	١,٠٠	٢,١٤
الظهران	٢٤,٨٦	١٠,٤٣	٩,٠٠	١٨,١٤	٢٦,٠٠	٠,٤٣	١١,١٤

(المصدر: بدر، ١٩٨٧م)

وأظهرت نتائج دراسة تم إجراؤها من قبل جامعة الملك عبدالعزيز وبتمويل من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية أن معدل توليد النفايات في محافظة جدة يقارب إلى حد كبير المعدل الذي تم الحصول عليه من محافظات الدمام والخبر والظهران (بدر، ١٩٨٧م). كما أوضحت نتائج الفرز لنسب مكونات النفايات في بعض المدن السعودية إرتفاع نسبة فضلات الطعام تليها نفايات الأوراق ويوضح الجدول رقم (٤) ذلك.

جدول رقم (٤). نسب مكونات النفايات لبعض المدن السعودية (١٤٠٧هـ).

نوع النفايات	جدة ٪	مكة المكرمة / الحج ٪	مكة المكرمة /غير الحج ٪	الرياض ٪
فضلات الطعام	٤٥	٣٥	٥٠	٥٠
أوراق	٢٠	٢٠	١٥	١٥
قطع معدنية	٨	١٥	١٢	٥
زجاج	٧	٣	٣	٢
منسوجات	٤	٢	٥	٣
بلاستيك	٤	٢٠	٥	٢
أنواع أخرى	١٢	٥	١٠	٢٣
الإجمالي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

(المصدر: وزارة الشؤون البلدية والقروية، إدارة النظافة، ١٩٨٩م).

obeikandi.com

وبصورة عامة فإن محتوى نفايات المدن كنسبة من الوزن كالتالي :

المواد العضوية ٣٥٪ والورق ٢٨٪ والمعادن ١٢٪ والمنسوجات ٨٪ والبلاستيك ٦٪ والزجاج ٥٪ ، ومحتوى النفايات المنزلية للمجتمعات الحضرية كنسبة مئوية من الوزن ٥٣٪ مواد عضوية و١٦٪ ورق و٥٪ معادن و٥ , ٢ منسوجات و١٤٪ بلاستيك و٧٪ زجاج (الأشرف، ١٩٩٩م).

أما النفايات الطبية فعلى الرغم من كونها من الملوثات البيئية الخطيرة إلا أنه لم يتم في الوقت الحالي اتباع الطرق العلمية الصحيحة للتخلص أو الإستفادة منها. وتوجد في المملكة العربية السعودية أكثر من ٢٩٠ مستشفى تحتوي على حوالي ٤٢٦٢٥ سريربالإضافة إلى أكثر من ١٧٠٠ مركز صحي تابع لوزارة الصحة وأكثر من ١٣٠٠ مجمع للعيادات الطبية الخاصة (الزهراني، ١٤١٩هـ). وتختلف الدراسات في تعريف تلك المخلفات الطبية وما يجب إتلافه أو الاستفادة منه. وعمومًا فإن هناك مخلفات بنوك الدم وغرف الأشعة وغرف المرضى وغرف العمليات والطواريء والمختبرات والنفايات المشعة والكيميائية بالإضافة إلى النفايات المستخدمة في المكاتب مثل : الورق والبلاستيك وبقايا الطعام للعاملين والمرضى وأغطية الأسرّة. ومن خلال القانون الفيدرالي للأنظمة الأمريكية أمكن وضع المعايير الخاصة بالنفايات الطبية، وحسب تلك الإحصائيات فإن كل سريريتخلف عنه حوالي ٦ كيلوجرامات من النفايات وتقدر النفايات الخطيرة (المعدية) بحوالي ١٥٪ من مجموع النفايات أي أن كل سرير يولد ٩ , ٠ - ٦ , ١ كيلوجراماً من النفايات المعدية، وعليه فإن مستشفى بسعة ٣٠٠ سرير ينتج يوميًا حوالي نصف طن من النفايات المعدية وفي المملكة العربية السعودية فإن عدد الأسرّة التابعة لوزارة الصحة ٢٦٩٥٥ سرير تنتج ٢٤ طنا من النفايات المعدية يوميًا. ولايوجد في الوقت الحالي نظام خاص يلزم جميع المستشفيات الحكومية والأهلية بفرز تلك النفايات ووضعها في الحاويات الخاصة لكل نوع منها والتي تنتهي في النهاية إلى المخلفات الرئيسة للبلديات. ولمعالجة تلك المشكلات البيئية فإن هناك العديد من الطرق الحديثة والتي منها محارق الفرن المحوري والمعالجة بالميكروويف والمعالجة الكيميائية. وعمومًا فإن لكل طريقة من تلك الطرق بعض الإيجابيات والسلبيات (مسلم، ١٤١٨هـ).

وكما أسلفنا فإن الإستفادة من النفايات في الدول العربية لم تصل إلى المستوى المأمول حيث لايزال هناك الكثير في هذا المجال. وعمومًا فإن التخلص من النفايات يتم عن طريق الدفن الصحي أوالحرق وهذه الطرق تلحق بالنظام البيئي العديد من المشكلات والأضرار الصحية والإقتصادية. ونتيجة للأبحاث المكثفة في أماكن مختلفة من العالم فقد تمت الاستفادة من المخلفات والنفايات والتي تعد في الوقت الحالي مصدر دخل جيد لاقتصاد العديد من الدول.

ولابد من إلقاء نظرة سريعة على الأضرار البيئية الناشئة عن الكائنات الحية الدقيقة والتي تعد من المكونات الأساسية للنظام البيئي والتي تعتبر المخلفات والنفايات بيئات ملائمة لنموها. ويمكن في هذا المجال إعتبارها من عناصر الإنتاج والتحلل البيئي وهي منتشرة في جميع الأوساط البيئية من تربة وماء وهواء، كما سجلت ككائنات نافعة في جسم الكائن الحي للقيام ببعض الأنشطة الفسيولوجية المختلفة. فقد سجلت على سبيل المثال في جسم الإنسان السليم العديد من الأجناس البكتيرية والفطرية والفيروسية، كما عزلت من القناة الهضمية للحيوانات المجترة بالإضافة إلى إشتراكها مع النبات في عمليات التكافل المختلفة والتي تعتبر ذات فائدة للنظام البيئي (Brooks *et al.*,1995).

وتلعب الميكروبات أيضاً دوراً مهماً في إنتاج العديد من المضادات الحيوية والإنزيمات والفيتامينات والأحماض العضوية (عنصر إنتاج) والتي أمكن الإستفادة منها على نطاق تجاري واسع، كما تقوم بدور مهم أيضاً في تحليل المخلفات والنفايات.

ونتيجة لتوفر الظروف البيئية الملائمة فإن تلك الكائنات الحية الدقيقة تتحول إلى كائنات ذات أضرار صحية وإقتصادية خطيرة على الإنسان. فقد أمكن في هذا المجال عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة من جسم الإنسان مثل: الفطرة *Muco*r sp. من العين والبكتيرة *E.coli* من البول والبكتيرة *Shigella* sp. من البراز والخميرة *Candida* sp. من الجهاز التناسلي للمرأة والرجل وأيضاً البكتيرة *Clostridium* sp. من الدم بالإضافة إلى العديد من الفطريات من الجلد والأصابع (ابن صادق، أ١٤١٨هـ).

كما تحدث الميكروبات العديد من المشكلات الصحية والاقتصادية للغذاء والهواء والماء والتربة، بالإضافة إلى دورها المهم في تحول معادن المبيدات ومخلفات الصرف الصحي وهضم وتفكك النفط ومشتقاته وإفراز السموم. وقد استخدمت في الوقت الحالي كسلاح فتاك في الحرب الجرثومية (Microbial war) (ابن صادق، أ ١٩٨٩م).

ويتم حاليا استخدام العديد من الطرق التقليدية للتخلص من النفايات في معظم الدول العربية ومنهامقالب القمامة المكشوفة (Open dump)والدفن الصحي (Sanitary land fill) ولكنها ذات أضرار بيئية. وفي الوقت الحالي لايتم الاستفادة من المخلفات والنفايات بدرجة كبيرة حيث تتكلف وزارة الشئون البلدية والقروية المبالغ الطائلة لجمعها والتخلص منهاوذلك حسب العقود المبرمة مع الشركات التي تعمل في هذا المجال. كما أن التخلص من النفايات عن طريق الدفن يؤدي إلى إرتفاع درجة الحرارة نتيجة لتحلل النفايات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة إلى حوالي ٥٠°م والتي يعقبها تصاعد غاز الميثان سريع الإشتعال (ابن صادق، ب ١٤١٨هـ). ويلحق الدفن الصحي بالنظام البيئي العديد من المشكلات البيئية وفي مقدمتها تلوث المياه الجوفيه بالمياه المرتشحة (Leachate) والتي تقوم بنقل الملوثات الكيميائية والميكروبيةومنها على سبيل المثال النترات والتي تلحق بالإنسان العديد من الأضرار الصحية مثل حدوث ظاهرة الطفل الأزرق (Methamoglobinemia) وتكون مركبات النتروزأمين في الماء والغذاء، وأيضاً حدوث ظاهرة الازدهارلبعض النباتات والأعشاب والطحالب الضارة وهذه تكلف العديد من الدول ومنها مصر المبالغ الباهظة للتخلص منها سنوياً (ابن صادق، أ ١٤١٨هـ).

ويتم التخلص من النفايات أيضًا عن طريق الحرق بواسطة مقالب للقمامة المكشوفة والتي تصبح بيئات ملائمة لنمو الجرذان والحشرات وتنبعث منهاالروائح الكريهة والغازات الضارة مثل: أكاسيد النيتروجين والكبريت والكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين بالإضافة إلى نشوء الكائنات الحية الدقيقة الممرضة. وعند دفن أوحرق النفايات مثل البلاستيك أو مخلفات الصناعات الغذائية والمركبات الكيميائية والأحماض العضوية ومواد التنظيف المختلفة فإن ذلك يعمل على تحفيز

الكائنات الحية الدقيقة لمهاجمة تلك النفايات وهضمها وتفكيكها وتحليلها والاستفادة من بعض مكوناتها للقيام بالأنشطة الأيضية المختلفة ومنها عنصر الزئبق وبعض العناصر المعدنية مثل: النحاس والخارصين والزرنيخ والرصاص والكوبلت والكادميوم التي تدخل في صناعة البلاستيك والمبيدات والطلاء والمذيبات والمنظفات العضوية. كما تستطيع العديد من الكائنات الحية الدقيقة النمو على النفايات التي تحتوى على بعض الأحماض العضوية واختزالها إلى غاز الميثان. بالإضافة إلى ذلك توجد البكتيريا ذات القدرةعلى أكسدة المركبات الهيدروكربونية الطيارة الداخلة في تركيب النفط ومشتقاته. وتحتوى مخلفات الصرف الصحي على العديد من الكائنات الحية الدقيقة بالإضافة إلى العناصر المعدنية السامة والتي تعد من أهم الملوثات البيئية (Hashem,1995,1998).

وبعد أن تعرفنا على الأضرار البيئية الناشئة عن التلوث الميكروبي يتضح أنه لابد من العمل على الحد من تلك المشكلات الميكروبية. وفي هذا المجال وضعت العديد من الأنظمة التشريعية للحفاظ على النظام البيئي والتقليل من خطر تلك الميكروبات. وتعد المجالس البيئية وصحة البيئة الجهات المسؤولة عن تطبيق تلك الأنظمة للحفاظ على البيئة والتي تضع أيضاً الخطط الإستراتيجية للحد من الأضرار الميكروبية، بالإضافة إلى العمل على وضع الدراسات الخاصة بالجدوى الإقتصادية في مجال الإستفادة من المخلفات والنفايات وإبراز المجالات المختلفة للمستثمر ورأس المال ورفع شعار «الاستفادة لا التخلص». وعليه فإن للاستثمار دورا مهما في الحفاظ على البيئة من خلال عمليات التدوير المختلفة للنفايات والمخلفات اعتمادا على أسس علمية صحيحة. كما يعمل الاستثمار على توفير الفرص الوظيفية للعمالة ذات التحصيل العلمي البسيط.

وتعد النفايات ومخلفات الصرف الصحي في الوقت الحالي من أهم المشكلات البيئية للباحثين في مجال الحفاظ على البيئة بالإضافة إلى كونها ثروة مهدرة ومصدر اقتصادي جيد إذا ماتم استغلالها استغلالاً علمياً صحيحا. ونتيجة للزيادة المستمرة في كميات النفايات ومخلفات الصرف الصحي والحاجة الملحة إلى

ضرورة إيجاد بدائل للمصادر الغذائية ونتيجة للأبحاث المكثفة في هذا المجال أمكن الإستفادة من الكائنات الحية الدقيقة لسرعة معدلات نموها وارتفاع نسبة البروتين في خلاياها مع إمكانية استخدام مواد رخيصة لتحويلها إلى بروتينات لصالح الإنسان في إنتاج خميرة الطعام والفيتامينات والإنزيمات والمضادات الحيوية والبروتين الميكروبي أحادي الخلية (Single Cell Protein) بالإضافة إلى إنتاج الغاز الحيوي (Biogas). فخميرة الطعام يمكن إنتاجها على سبيل المثال من دبس ومخلفات التمر وبعض الثمار مثل التين والزبيب والتفاح والكمثرى ويتم ذلك عن طريق حقن تلك المخلفات الزراعية الفائضة بواسطة الخميرة *Saccharomycea* sp. بالإضافة إلى السابق يمكن استخدام مخلفات ورق المطابع أو الغاز الطبيعي لتصنيع الدبال والحصول على البروتين بواسطة البكتيريا المؤكسدة للميثان والتي تستخدم كعلف حيواني أو كسماد أو كغذاء للأسماك. وقد أمكن تقدير أن إضافة ١,٥ أوقية من خميرة الطعام للخبز تكسبه قيمة غذائية تساوي بيضتين ونصف أو ربع رطل لحم أو أوقيتين من الجبن. أيضاً يمكن الاستفادة من نشارة الخشب بعد تحللها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في مزارع عيش الغراب والعرجون. كما استغلت بعض الكائنات الحية الدقيقة لإنتاج بعض الأحماض العضوية من التخمرات الصناعية وإضافة نكهة لبعض أنواع الجبن وكذلك لإنتاج المضادات الحيوية والإنزيمات؛ (أبوزنادة، ١٤٠٣هـ؛ Wainwright, 1992). بالإضافة إلى السابق فإن روث الحيوانات وفضلات الطيور تحتوى على كميات جيدة من البروتين وحمض اليوريك اللذين يكونان مصدرين مهمين لغذاء الحيوانات (الناطور، ١٩٨٧م).

ومن أهم التطبيقات للاستفادة من النفايات ومخلفات الصرف الصحي في أماكن مختلفة من العالم هو إنتاج الغاز الحيوي بواسطة النشاط الميكروبي للعديد من الأنواع البكتيرية ومنها على سبيل المثال *Methanococcus vanniellii* و *M.voltae* و *Methanobacterium formicicum* و *Methanogenium marisnigri* و *Methanospirillum hungatei* و *M.buuantii* و *Methanosarcina barkeri* و *Methanothrix soehngenii* حيث تقوم تلك البكتيريا بالعمليات الكيموحيوية المختلفة لانحلال المادة العضوية

مثل : المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية ومخلفات النبات والحيوان بالإضافة إلى العديد من المركبات العضوية الأخرى الموجودة في النفايات (علاء الدين وآخرون، ١٩٨٣م). ويعد الغاز الحيوي (La Frage , 1998) في الوقت الحالي مصدر جيد للطاقة بالإضافة إلى دوره في التقليل من الاعتماد على الكهرباء والنفط كمصدر للطاقة (ابن صادق، ٢٠٠٠م). وتعتمد هذه التقنية على جمع النفايات بعد تصنيفها تبعاً لمصادرها المختلفة إلى نفايات عضوية وغير عضوية ومن ثم الاستفادة من النفايات العضوية لتوليد الحرارة اللازمة لتسخين الماء وفي الطهي وتشغيل الثلاجات وإنارة وتدفئة المنازل والمزارع وعنابر الكتاليت وأماكن تربية الحيوانات والدواجن وتوليد الطاقة اللازمة للمولدات وتشغيل آلات الإحتراق الداخلي وفي مزارع الأبقار والتجفيف والتصنيع الزراعي والغذائي بوضعها في مخمرات ذات أحجام مختلفة إستناداً لكمية الغاز الحيوي المطلوبة ثم يضاف إليها مخلفات الصرف الصحي كمصدر للنشاط الميكروبي وبالذات بكتيريا الميثان تحت درجات حرارة تتراوح من ٣٠°م- ٤٥°م ثم تترك لفترات لتتخمر حسب كمية النفايات ليتم بعد ذلك الإستفادة من غاز الميثان المتصاعد. بالإضافة إلى ذلك تتخلف كميات جيدة من السماد الحيوي والذي يعد في الوقت الحالي المصدر الأساسي للعمليات الزراعية في الصين حيث أمكن ملاحظة أن حوالي نصف المواد الكربوهيدراتية والدهون تتحول إلى الغاز الحيوي والباقي يتخلف من السماد أما المواد البروتينية فلا تتجاوز نسبة ما يتحلل منها وتنطلق مختلطة بالغاز الحيوي سوى ١٣٪ . كما يبلغ إجمالي مايتحول من المادة العضوية إلى غاز الميثان حوالي ٤٥,٤٪ والباقي يتخلف في سماد الغاز الحيوي وتتفاوت تلك التقديرات استناداً لنوع المخلفات العضوية وطريقة ومدة التخمير والظروف البيئية المختلفة كما هو موضح في الجدول رقم (٥).

جدول رقم (٥). النسبة المئوية لتوزيع مكونات المواد المتخمرة بين الغاز الحيوي والسماد المتبقي.

النوع	المادة الجافة	الرماد	البروتينات	الدهون	الكربوهيدرات	المواد العضوية
غاز	٣٧,٨٧	٠	١٣,٢	٤٥	٥٣,٥	٤٥,٤
سماد	٦٢,١٣	١٠٠	٨٦,٨	٥٥	٤٦,٥	٥٤,٦

(المصدر: علاء الدين وآخرون، ١٩٨٣م)

وتوجد في الوقت الحالي العديد من وحدات إنتاج الغاز الحيوي (Biogas) في أماكن مختلفة من العالم مثل وحداث إنتاج الغاز الحيوي صينية وهندية الطراز والتي تستخدم لإنتاج الغاز الحيوي لمختلف الأغراض (للمنازل والمزارع والمصانع). وهي ذات أحجام ومساحات مختلفة وذات تكلفة بسيطة. بالإضافة إلى ذلك أمكن تطوير وحدات لإنتاج الغاز الحيوي من البلاستيك المقاوم لمختلف الظروف البيئية. ويمكن في هذا المجال إقامة وحدات لإنتاج الغاز الحيوي مباشرة من مقالب القمامة عن طريق الحرق علماً بأن طنًا واحدًا من النفايات يعطى حوالي ٨٠٠ كجم من المادة المتخمرة حيث أن إنتاج كيلو وات ساعة (ك. و. س.). يتطلب حوالي ٠,٧٥ متر مكعب غاز حيوي، كما لوحظ أن ٥,٢١ كجم من المادة العضوية (النفايات) تعطي حوالي ١,٣٢ مترًا مكعبًا من الغاز الحيوي (علاء وأخرون، ١٩٨٣م) هذا ويستخدم الغاز الحيوي في تشغيل الثلاجات بكفاءة في العديد من الدول مثل الفلبين وخصوصًا في المناطق النائية والتي لاتوجد بها كهرباء (الجدول رقم (٦).

جدول رقم (٦). معدل إستهلاك الثلاجات للغاز الحيوي والكهرباء.

سعة الثلاجة /قدم ٣	معدل الإستهلاك /يوم	
	كهرباء /ك. و.س.	غاز حيوي م٣
٥	١,٠٤	١,٣٢
٧	١,٧٩	١,٨٩
٩	٢,٤٥	٢,١٥
١٠	٢,٨٣	٢,٥٥
١٣	٣,٦٧	٣,٣٣

(المصدر: علاء الدين وآخرون، ١٩٨٣م)

ونظراً لما تحدثه مخلفات الصرف الصحي في الوقت الحالي من العديد من المشكلات البيئية المختلفة بالإضافة إلى التكاليف الباهظة في معالجتها، فقد سعت العديد من الدول المتقدمة للاستفادة من مخلفات الصرف الصحي مثل اليابان حيث يتخلف عن مدينة طوكيو حوالي ٥٠٠ مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي و ١٢٠ ألف متر مكعب من الحمأة (Sludge) والتي يوجد بها ١٨ وحدة للمعالجة. وقد تمت الاستفادة من المياه المعالجة في ري الحدائق ودورات المياه وغسيل الطائرات وعربات النقل الكبيرة والتدفئة والتبريد. كما دخلت الحمأة في صناعة أدوات الزينة والأصص والمقاعد والأواني ومواد البناء وكمصدر للطاقة في محطات المعالجة للتدفئة والإنارة وتجفيف الحمأة والتي تكلف في الوقت الحالي بعض الدول المبالغ الباهظة. كما تستخدم الحمأة في صناعةالسماد (السيد، ١٩٩٧م).

إذاً يمكن القول أن النفايات والمخلفات استثمار وحفاظ جيد على البيئة في المملكة العربية السعودية، ولكنها تحتاج في الوقت الحالي إلى توجيه ودعم للأبحاث والدراسات العلمية في الجامعات ومراكز الأبحاث المتخصصة للاستفادة

من هذه الموارد الإقتصادية وللحد من المشكلات البيئية عن طريق وضع الدراسات الخاصة بالإدارة والتخطيط البيئي والصحي والصناعي والجدوى الاقتصادية وعقد اللقاءات الدورية في الغرف التجارية لإبرازنتائج تلك الدراسات للمستثمر السعودي والأجنبي. كما يتطلب الأمر توعية إعلامية مكثفة وشاملة للتعريف بأضرار النفايات والمخلفات ودور الفرد في الحفاظ على البيئة مع ضرورة إضافة بعض المناهج الخاصة بالبيئة في الجامعات والكليات والمعاهد العسكرية والمدارس وعقد مؤتمر سنوي تحت رعاية مصلحة الأرصاد وحماية البيئة لمناقشة الأبعاد المختلفة للنفايات والمخلفات وأثرها على النظام البيئي.

obeikandl.com