4

اقتصاديات النفايات المنزلية

مدخل

تختلف اقتصاديات النفايات المنزلية بحسب الإدارة المطبقة للتعامل مع تلك النفايات، ففي البلدان المتقدمة صناعيًّا كدول الاتحاد الأوروبي واليابان والولايات المتحدة الأمريكية تتحكم عدة عوامل في تحديد تلك الاقتصاديات مثل التشريعات الخاصة بإعادة تدوير النفايات، وكذلك الرسوم التي تفرض على جمع ونقل ومعالجة النفايات المنزلية. أما في البلدان التي لا تطبق إدارة فاعلة للتخلص السليم من النفايات المنزلية، فإن الناحية الاقتصادية تنحصر في تكلفة جمع تلك النفايات من المنازل من قبل مؤسسات أو أفراد، وتتمثل في مقابل مادي أو مقايضة بما تحويه النفايات من مواد قابلة لإعادة التدوير. هذا بالإضافة إلى تكلفة التخلص من تلك النفايات أما بالدفن الذي يتطلب مساحات شاسعة من الأراضي أو بالحرق. وفي البلدان التي تتكفل فيها الحكومة بإدارة النفايات المنزلية، كما هو الحال في المملكة العربية السعودية فإنه لا يوجد أي رسوم تفرض على الساكنين مقابل التخلص من نفاياتهم المنزلية. إن عدم وجود رسوم على التخلص من النفايات المنزلية ربما يؤدي إلى زيادة في كميات النفايات المنتجة بشكل يومي. كذلك فإن زيادة دخل الأسرة ربما تؤدي إلى زيادة في كمية النفايات المنتجة يوميًّا. وفي مدينة كبيرة كمدينة الرياض تقدر تكاليف النظافة، ومنها التخلص من النفايات المنزلية بحوالي نصف مليون ريال في اليوم.

وهنا لا بد من الإشارة إلى وجود علاقة تقايض (Tradeoff relationship) بين الناحيتين الاقتصادية والبيئية عند التعامل مع إدارة النفايات واستغلالها، ففي ظل الوضع الراهن في المملكة العربية السعودية من حيث غياب التشريعات التي تلزم بتطبيق إدارة فاعلة للنفايات البلدية، بحيث يكون من الواجب فصل تلك النفايات من المصدر وإنشاء نقط ومراكز تجميع وتدوير تلك النفايات، فإن الكفة في علاقة التقايض ترجح لصالح الناحية الاقتصادية على حساب حماية البيئة من جراء الدفن الجائر لتلك النفايات، أي أن عملية التدوير غير مجدية اقتصاديًّا. ومن شأن سن تشريعات لإعادة تدوير النفايات المنزلية أن تفعل وتحدد دور القطاع الخاص في المساهمة في الاستغلال الأمثل لتلك النفايات من الناحيتين البيئية والاقتصادية، وهذا سيغير من علاقة التقايض إلى علاقة موازنة، أي استغلال أكبر قدر من تلك النفايات بطريقة مجدية اقتصاديًّا، وتقليل ما يتم دفنه لحفظ البيئة من التلوث.

في هذا الباب سيتم التطرق لتكلفة إدارة النفايات المنزلية والمردود الاقتصادي المرتقب من جراء الاستفادة من النفايات بمختلف أشكالها عبر الطرق المتعددة كإعادة التدوير وغيرها.

تكلفة إدارة النفايات المنزلية

تنحصر اقتصاديات النفايات المنزلية في تكلفة التجميع والنقل والتخلص من تلك النفايات عبر الطرق المتبعة: كإعادة التدوير،

والحـرق، والدفن. من المتعارف عليه أن يقـوم صاحب المنزل بدفع رسم شهري للجهة التي تقوم بجمع ونقل ومعالجة النفايات المنزلية بمختلـف أشكالهـا، وفي هذه الحالة يكون من المجـدي- للتقليل من التكلفـة بالنسبة لصاحب المنزل- أن يتم فصل المواد القابلة لإعادة التدويـر ومناولتهـا للجهات المستفيـدة عبر برامج إعـادة التدوير الرصيفي (curbside) أو مراكز إعادة التدوير (Drop-off centers) في المجمعـات السكنية والتجارية أو بالقرب منها. يتم نقل النفايات المنزلية إلى المدفن البلدي بواسطة شاحنات مجهزة تكون تكلفتها من ضمـن رأس المال للجهة التي تقوم بإدارة النفايات البلدية الصلبة. هذا بالإضافة إلى التكاليف الأخرى المتعلقة بتلك الشاحنات كتكلفة الصيانـة الدوريـة واستبدال الشاحنـات القديمة بأخـرى حديثة. ويدخـل من ضمن تكلفـة إدارة النفايات المنزليـة أيضًا بناء المدفن المناسب لتلك النفايـات. إن تجهيز وصيانة مدافن النفايات البلدية يعـد مكلفًـا اقتصاديًـا إذا تم اتباع الاشتراطـات الصحية والبيئية لتلـك لمدافن، ومنهـا شرط تبطين منطقة الدفن بمـادة بلاستيكية غـير منفذة للسوائل والغازات، وكذلـك تجميع ما يرشح من سوائل ومعالجتـه لضمان عدم تسربه إلى طبقة المياه الجوفية وغيرها من الاشتراطات الأخرى، التي تسهم في زيادة التكلفة. وعلى الرغم من أن الحرق السليم للنفايـات بواسطة المحارق المخصصة لذلك يعد مـن إحدى الطـرق الناجحة للاستفادة من النفايـات وتقليل حجم وكميـة ما يدفن من تلـك النفايات بشكل يومي، إلا أن هذه الطريقة

تعد مكلفة جدًّا إذا اخذنا في الاعتبار كمية الطاقة اللازمة لتشغيل تلك المحارق، وكذلك الكميات المهولة من الرماد المتخلفة من جراء عملية الحرق التي تتطلب معالجة خاصة لخطورته على البيئة والصحة. في بعض الحالات ربما يكون حرق النفايات مجديًا إذا اعتبرنا محدودية الأراضي المتاحة للدفن وارتفاع سعر الشراء لتلك الأراضي، وهذا ينطبق على البلدان ذات الكثافة السكانية المرتفعة كاليابان وبعض بلدان الاتحاد الأوروبي. وبما أن المحارق تتطلب كميات مهولة من النفايات لإنتاج الطاقة، وذلك في البلدان التي تفتقر إلى المصادر الرخيصة للطاقة: كالوقود الاحفوري، فإنه لابد من إجراء موازنة بين عائد استخدام تلك النفايات لإنتاج الطاقة أو للتقليل من كمية وحجم النفايات التي تدفن يوميًّا، وما ينجم عن ذلك من احتمال تلوث الهواء بالغازات السامة والرماد، وبين استغلال بعض تلك النفايات عن طريق إعادة تدويرها. وفي بعض البلدان المتقدمة يتم فرض ضرائب على تصنيع المنتجات من المواد الخام البكر، وذلك من أجل التشجيع على استخدام المواد المعاد تدويرها لتصنيع مختلف المنتجات. ومن الوسائل المجدية اقتصاديًّا لتشجيع عملية تدوير النفايات أن يتم فرض رسم تأميني على بعض مواد تعبئة وتغليف المنتجات، مثل العلب الزجاجية والبلاستيكية، بحيث يسترد مبلغ التأمين عند إعادة العبوة، وكذلك فإن دفع مبلغ رمزي مقابل إعادة العبوة لإعادة التدوير يشجع أفراد المجتمع على المشاركة الفاعلة في عملية إعادة تدوير النفايات، ويحفظ الموارد الطبيعية بالتقليل من استهلاك المواد الخام حديثة التصنيع.

اقتصاديات إعادة تدوير النفايات المنزلية

إن عملية إعادة تدوير النفايات بشكل عام مكلفة اقتصاديًّا، لأنها تحتاج إلى تجهيزات ويد عاملة، وربما مصانع مجهزة بالمعدات اللازمة لإجراء عمليات التدوير المختلفة. لكن من شأن إصدار مراسيم وتشريعات حكومية أن تقلل من التكلفة، وذلك مثل فرض غرامات على إلقاء المواد القابلة لإعادة التدوير: كالورق والزجاج مع النفايات البلدية الأخرى. كذلك إذا أخذت عملية التدوير في إطار حفظ البيئة من التلوث بالغازات والرماد التي تنشأ عن عملية حرق النفايات، وكذلك حفظ الموارد الطبيعية باستعمال مواد معاد تدويرها بدل المواد الخام الجديدة، فإن ذلك ربما يصنع نوعًا من الموازنة المقبولة، كما تم تفصيل ذلك عند الحديث عن تكلفة إدارة النفايات المنزلية. من هذا المنطلق يعرف الاقتصاديون معيارًا يحدد جدوى إعادة تدوير بعض المواد الشائعة: كالورق والزجاج والمعدن والبلاستيك. هذا المعيار هو نسبة العوائد غير الاقتصادية مثل النواحي البيئية إلى تكلفة إعادة التدوير. وجد أن هذا المعيار أكبر من الواحد في حال إعادة التدوير للورق والمعادن كعلب المشروبات المصنعة من الألمنيوم، بينما في حال إعادة تدوير الزجاج والبلاستيك فإن التكلفة تطغى على العوائد غير الاقتصادية أو الاجتماعية [٣٢-٣٣].

وتضع بعض الدول المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة وألمانيا نسبًا مستهدفة لما يجب إعادة تدويره من النفايات المنزلية، بحيث تتراوح تلك النسب من ٢٠٪ إلى أكثر من ٥٠ ٪. ومن أجل تحقيق تلك النسب فإن الحكومات تقوم بفرض ضرائب على دفن النفايات، وفي الوقت نفسه تمنح عوائد لبرامج إعادة التدوير[٣٤]، كذلك تقوم بعض الدول بتطبيق نظام التأمين (Deposite-refund) على معلبات المشروبات كما هو الحال في أستراليا وكندا وفرنسا وغيرها. وفي ألمانيا يتم تطبيق نظام التأمين على حاويات الدهانات والمنظفات كالصابون[٣٤]. وتتميز بعض الدول الإسكندينافية والأوروبية كالسويد وسويسرا و ألمانيا بالصرامة في قوانين إعادة التدوير، حيث إن نسبة ما يتم دفنه من النفايات في تلك البلدان يعد قليلًا بالمقارنة مع البلدان الأخرى. وفي ألمانيا على سبيل المثال يوجد قانون يلزم من يقوم بتصنيع منتج ما كعلبة مياه مثلًا أن يتحمل تكاليف إعادة تدوير هذا المنتج بعد بيعه لتجار التجزئة أو مباشرة للمستهلك.

تتباين تكلفة تجميع ومعالجة النفايات بحسب النظام المستخدم لذلك. فبينما تكون تكلفة التجميع مرتفعة في نظام إعادة التدوير الرصيفي (Curbside) نظرًا لكثرة الحاويات التي تتطلب عدد كبير من العمالة لجمعها، نجد أن تكلفة التجميع في مراكز إعادة التدوير (Drop-off centers) تكون منخفضة نسبيًّا لكن في الوقت نفسه تعاني تلك الطريقة من الشوائب التي تحتاج الى

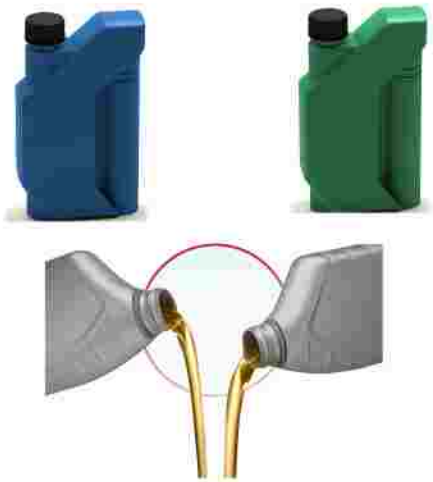
معالجة خاصة. كذلك فإن نسبة المشاركة في إعادة التدوير عبر مراكز إعادة التدوير تكون منخفضة مقارنة بطريقة إعادة التدوير الرصيفي، وذلك لبعد تلك المراكز نسبيًّا عن المنازل. ولكي تكون عملية إعادة التدوير لأي منتج قابل لإعادة التدوير كالزجاج مجديًا اقتصاديًّا فلا بد من أن تكون عوائد بيع المنتج بعد إعادة التدوير أكبر من تكلفة التجميع والمعالجة لذلك المنتج.

يوجد بعض الطرق الأولية ذات الجدوى الاقتصادية التي يمكن اتباعها لإعادة تدوير بعض النفايات البلاستيكية، ومنها طريقة إعادة التعبئة. حيث يلاحظ أن كثيرًا من العبوات البلاستيكية المستخدمة لتعبئة المواد غير الغذائية: كالمنظفات المنزلية وغيرها يمكن إعادة استعمالها مرات عديدة دون الحاجة إلى استخدام عبوات جديدة، وذلك نظرًا لعدم وجود خطورة صحية من جراء إعادة التعبئة، وهذا ينطبق أيضًا على مجالات أخرى، يستخدم فيها البلاستيك للتعبئة، مثل المبيدات في الزراعة. لذا يقترح عند شراء مواد معبأة في حاويات بلاستيكية لغير أغراض الغذاء مثل المنظفات الشخصية والمنزلية وخلافها، أن يفرض نوع من التأمين يسترد عند إرجاع العبوة للبائع (مراكز البيع)، ومن ثم تؤخذ إلى المصنع لتتم إعادة التعبئة وبيعها مرة أخرى دون الحاجة إلى تصنيع مواد جديدة أو إعادة تصنيع تلك المواد بعد استرجاعها من النفايات، والذي يمكن أن يكون غير مجدي اقتصاديًّا نظرًا للتكلفة المتوقعة من العمليات التي تسبق تصنيع العبوات، مثل

التجميع والفرز وتحويلها إلى شرائح وحبيبات بالجرش، أيضًا قد يودي تكرار عملية إعادة التدوير إلى تدني في الخواص الكيميائية والفيزيائية لتلك المواد.

كذلك من الأمثلة الأخرى عبوات زيت السيارات البلاستيكية، التي تصنع من مادة HDPE (شكل ٤-١)، وهي ينطبق عليها ما ينطبق على مواد التعبئة والتغليف البلاستيكية، أي أنها ذات عمر استخدام قصير جدًّا، فبمجرد أن تفرغ من محتواها وهو زيت التشحيم، فإنها ترمى وتختلط مع النفايات البلدية الأخرى. وقد قدرت دراسة كمية ما يتم رميه من تلك العلب بحوالي ٢٨ ألف علبة في اليوم في مدينة الرياض[١٦]. وبما أن معظم محطات الوقود والتشحيم تجلب ما تحتاجه من الزيوت عن طريق موزع، لذا يمكن للعاملين في المحطات أن يعيدوا العلب الفارغة إلى الصناديق التي جلبت فيها، ومن ثم تعطى للموزع ليتم إعادة تعبئتها بدل رميها، أو حتى لو فرض أنها ستخضع لعملية إعادة تدوير، فإن ذلك سيتطلب إزالة بقايا الزيت منها، ومن ثم معالجتها، وهي عملية غير اقتصادية، وليس لها مبرر، إذ لا فرق بين العبوات الجديدة وتلك العبوات التي تم تفريغ الزيت منها، حيث إنها ستعبأ بالمادة نفسها - أي الزيت- علاوة على أنها لا تدخل في تطبيقات تعبئة الغذاء، وليس لها أي علاقة قد تؤثر على الصحة والبيئة. وإعادة التعبئة يعد عملية مجدية اقتصاديًّا في هذه الحالة، لأنه يساهم في حفظ المادة الخام، ويلغي الحاجة إلى إعادة تصنيع تلك العبوات للغرض

نفسه. وكذلك فإن إعادة التعبئة لتلك العلب سيجنب مدافن النفايات البلدية، تلك الكميات الهائلة ذات الأحجام الكبيرة من تلك العلب البلاستيكية. كذلك ينبغي التنويه إلى بعض النفايات البلاستيكية المفضلة من ناحية إعادة التدوير، مثل عبوات المياه المصنعة من مادتي PET و HDPE، فهي لا تحتاج إلى أي عمليات لتنظيفها من محتواها، كما هو الحال في العبوات الأخرى كعلب الألبان والعصائر والزيوت وغيرها. لذا يمكن كأولوية استهداف تلك المواد واستغلالها: إما محليًّا بتحويلها إلى صناعات مفيدة: كالأثاث البلاستيكي أو تصديرها للدول التي تفتقر إلى الثروة البترولية، ولديها طلبات ملحة للحصول على تلك المواد.



الشكل رقم (٤-١) تعبئة زيت المحركات في علب بلاستيكية.

شرح المصطلحات والرموز

PHAHs	Polyhalogenated aromatic hydrocarbons
CDDs	Polychlorinated dibenzo-p-dioxin
CDFs	Dibenzo-Furans
PCBs	Biphenyls
RVM	Reverse vending machine
TDI	Toluene di-iso-cyanate
Haz-Mat	Hazardous materials
EPA	Environmental protection agency
GW	Global warming
PET	Poly-ethylene-terephthalate
PETE	Poly-ethylene-te-rephthalate
HDPE	High density polyethylene
LDPE	Low density polyethylene
PP	Polypropylene
PS	Polystyrene
WW	Waste water
PC	Polycarbonate
ABS	Acrylonitril-butadiene-styrene

HIPS	High impact polystyrene
CRT	Cathode ray tube
DVD	Digital video disc
CD	Compact disc
MSDS	Materials safety data sheet
VOC	Volatile organic compounds
SER	Specific emission rate
MSW	Municipal solid waste
EP-g-MA	Ethylene-propylene-grafted-maleic anhydride

ملحق (أ)

بطاقة معلومات سلامة مادة

(Material Safety Data Sheet (MSDS

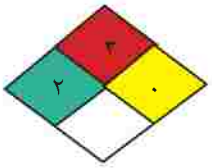
١. هوية المادة (المنتج) والشركة المصنعة

اسم المنتج: ديتول

رقم التسجيل (CAS #):....

الاستعمال: مطهر

الشركة المصنعة:.....



الصحة ٢
الاشتعال ٣
الخطورة الفيزيائية ٠

دلالة الرمز
٠ قليل التأثير
١ خفيف
٢ متوسط
٣ قوي
٤ بالغ التأثير

٢. هوية الخطورة

تحذيرات:

- للاستعمال الخارجي فقط
- تجنب استخدامه على العينين أو منطقة واسعة من الجسم
- توقف عن الاستعمال إذا كان هناك تحسس في الجسم
- يحفظ بعيدًا عن الأطفال

تأثيرات صحية على المدى القصير

قنوات التعرض: العين، الجلد، الاستنشاق، البلع.

الأعراض: تهيج العين والجلد. في حال حدوث تهيج واحمرار في الجلد يجب التوقف عن الاستخدام كمطهر. لا يتوقع حدوث استنشاق لتلك المادة.

٣. التركيب والمكونات

المكونات	رقم التسجيل # CAS	النسبة
كلوراوكسيلينول	٠-٠٤-٨٨	١٠-٢,٥
زيت الصنوبر	٣-٠٩-٨٠٠٢	١٠-٢,٥
ايزوبروبانول	٠-٦٣-٦٧	٢٠-١٠

٤. إجراءات الإسعافات الأولية

- **التلامس مع العينين:** اغسل العينين بالماء، وقم بإزالة العدسات اللاصقة إن وجدت، ثم كرر غسل العينان بماء وافر لمدة كافية.

- **الجلد:** إذا حدث للجلد تحسس واحمرار نتيجة استخدام المنتج كمطهر فيجب التوقف عن الاستخدام مباشرة.

- **الاستنشاق:** اذا حدث اختناق أو صعوبة في التنفس فيجب الذهاب للمستشفى فورًا.

- **البلع:** في حال ابتلاع أي كمية من هذا المنتج فيجب التوجه للمستشفى فورًا واصطحاب البيانات الكاملة عن المنتج لمساعدة الطبيب في تشخيص الحالة.

٥. إجراءات الحريق والإطفاء

- **خواص الاشتعال:** قابل للاشتعال.
- **وسائل الإطفاء:** ثاني أكسيد الكربون، رغوة وكيماويات جافة.
- **نواتج احتراق خطرة:** أكاسيد الكربون وغيرها.
- **الحساسية لتفريغ شحنات الكهرباء الساكنة:** لا تتوفر بيانات.

٦. إجراءات إخلاء الحوادث

- **احتياطات السلامة الشخصية:** يفضل أي تجمهر عند موقع الحادث، كما يتجنب المشي على المادة المنسكبة أو لمسها.
- **طرق الاحتواء:** يجب وقف التسرب أولًا، ومنعه من الدخول لمجاري المياه أو المناطق الضيقة.
- **التنظيف:** يجب الرجوع إلى التحذيرات المعطاة في هذه البطاقة قبل الشروع في تنظيف المادة المنسكبة. يمكن تنظيف الكمية القليلة بمادة خاملة كالإسفنج، ووضعه في وعاء وإحكام إغلاقه لحين التخلص منه.

٧. المناولة والخزن

- يجب الحذر عند نقل ومناولة تلك المادة، حتى لا يقع تلامس مع الجلد وأجزاء الجسم الأخرى.

- تحفظ في وعاء محكم الإغلاق، وبعيدًا عن مصدر حرارة أو لهب.
- تخزن عند درجة حرارة حوالي ٢٥°م.

٨. وسائل الحماية الشخصية

- **التهوية الجيدة مطلوبة.** كما يفضل غسل اليدين والوجه بالماء والصابون بعد استخدام تلك المادة.

- **العينان والوجه:** تجنب تلامس المادة مع العينين. عند مباشرة حادث انسكاب لتلك المادة فيجب على من يباشر الحادث من المختصين أن يرتدوا نظارات واقية وسترة للوجه.

- **أعضاء الجسم الأخرى كالأيدي والجلد:** يجب ارتداء قفازات واقية وسترة وقاية للجسم تكون غير منفذة للسوائل، وكذلك يجب ارتداء أحذية سلامة.

٩. الخواص الكيميائية والفيزيائية(*)

(*) هذا البند وغيره مثل بيانات السمية والأثر البيئي وطريقة التخلص من المادة لم يعط لعدم أهمية ذلك للقارئ العادي.

ملحق (ب)

نظام إدارة النفايات الصلبة في المملكة العربية السعودية

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : _____

نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة

الفصل الأول

الهدف ونطاق التطبيق والتعريفات

المادة الأولى :

يهدف هذا النظام إلى وضع إطار عمل متكامل لإدارة النفايات البلدية الصلبة.

المادة الثانية :

مع مراعاة ما تقضي به الأنظمة الأخرى، يطبق هذا النظام على جميع العمليات المتعلقة بفصل النفايات البلدية الصلبة، وجمعها، ونقلها، وفرزها، ومعالجتها، والتخلص منها بطرق آمنة.

المادة الثالثة :

يقصد بالكلمات والعبارات الآتية - أينما وردت في هذا النظام - المعاني المبينة أمام كل منها، ما لم يقتض السياق خلاف ذلك :

الوزارة : وزارة الشؤون البلدية والقروية.

الوزير : وزير الشؤون البلدية والقروية.

الأجهزة المختصة : الأمانات، والبلديات، والمجالس البلدية.

الجهات ذات العلاقة : الوزارات والمؤسسات الحكومية التي لها علاقة بالنظام.

المقاول : الشخص ذو الصفة الطبيعية أو الاعتبارية المتعاقد مع الوزارة، أو الأجهزة المختصة في إدارة النفايات البلدية الصلبة.

منتج النفايات : الشخص ذو الصفة الطبيعية أو الاعتبارية المنتج للنفايات البلدية الصلبة.

النفايات البلدية الصلبة : جميع المواد التي يتم رميها أو التخلص منها ، ولا تكون ذات فائدة لمنتجها ؛ كالنفايات المنزلية، ونفايات البناء والهدم، والنفايات التجارية، والإدارية،

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات :

والصناعية ، والنفايات الخضراء ، والمبعثرات ، ونفايات الرعاية الصحية ، ولا تشمل النفايات الصناعية الخطرة ، أو نفايات الرعاية الصحية الخطرة.

النفايات التجارية والإدارية : النفايات المنتجة من المحلات، والأسواق، والمراكز التجارية ، والمطاعم ، ومراكز التسوق ، والمراكز الترفيهية ، والفنادق ، وجميع المنشآت الإدارية ، مثل: المدارس ، والجامعات ، والوزارات ، والمكاتب الإدارية المختلفة.

النفايات الخضراء : النفايات المنتجة من الحدائق والمتنزهات العامة والخاصة ، ويكون مصدرها المسطحات الخضراء، والحشائش والأشجار ، وتلك الناتجة من أعمال التقليم والصيانة.

النفايات ذات الحجم الكبير : جميع أنواع النفايات التي هي بطبيعتها ذات حجم كبير ، ويصعب جمعها مع مكونات النفايات البلدية الصلبة الأخرى، مثل : أجزاء السيارات، وجذوع الأشجار، وقطع الأثاث، والأجهزة الكهربائية المنزلية.

نفايات البناء والهدم : نفايات البناء والأنقاض الناتجة من أعمال الإنشاءات والصيانة والهدم والتسوية، وكذلك نفايات المواد الناتجة من تعبيد الطرق وغيرها.

النفايات الصناعية الخطرة : النفايات الناتجة من الأنشطة الصناعية التي قد تحتوي على مواد مذيبة، أو مواد مزيلة للشحوم، أو الزيوت، أو مواد مشعة، أو مواد ملونة (أحبار)، أو رواسب عجينية (حمأة) ، أو أحماض وقلويات ، أو مواد أو نفايات صناعية أخرى غير النفايات البلدية الصلبة.

نفايات الرعاية الصحية الخطرة : النفايات التي تنتج من المنشآت التي تقدم خدمات الرعاية الصحية المختلفة، والمختبرات ومراكز الأبحاث الطبية، وإنتاج الأدوية والمستحضرات الدوائية واللقاحات، ومراكز العلاج البيطري، ومن العلاج والتمريض في المنازل، وتنتج جميعها من مصادر ملوثة أو محتمل تلوثها بالعوامل المعدية ، أو الكيماوية، أو المشعة، وتشكل خطراً على الصحة العامة والبيئة أثناء إنتاجها، أو جمعها، أو تداولها، أو تخزينها ، أو نقلها، أو التخلص منها.

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات :

إدارة النفايات البلدية الصلبة : مباشرة عمليات الفصل، والجمع، والنقل، والتخزين، والفرز، وإعادة التدوير والمعالجة، والتخلص النهائي من النفايات، بما في ذلك الإشراف على هذه العمليات والعناية اللاحقة في مواقع التخلص النهائي، وكذلك الدراسات والبحوث التي تجرى على أي من هذه العمليات.

الفصل في المصدر : فصل مختلف أنواع النفايات البلدية الصلبة التي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها، وذلك في أماكن توالدها.

الجمع : جمع النفايات البلدية الصلبة من نقاط التجميع بوساطة الشاحنات والآليات المخصصة لذلك.

النقل : نقل النفايات البلدية الصلبة بوسائل النقل المعتمدة إلى المحطات الانتقالية، أو منشآت الفرز والمعالجة، أو المدافن الصحية.

الفرز: فصل مكونات النفايات البلدية الصلبة عن بعضها ، مثل : الورق، والزجاج، والمعادن، وغيرها من المكونات في المحطات الانتقالية، أو منشآت الفرز والمعالجة ، وذلك بقصد إعادة تدويرها، أو معالجتها.

إعادة التدوير : تهيئة مواد النفايات البلدية الصلبة؛ من أجل استرجاعها، أو إعادة استخدامها مواد خام أولية في عمليات التصنيع.

المعالجة : إحداث تغيير في خصائص النفايات البلدية الصلبة بعد فرزها؛ من أجل تقليل حجمها، أو تسهيل عمليات التعامل معها عند إعادة استخدامها، أو تدويرها.

التخزين : حفظ مكونات النفايات البلدية الصلبة ، أو بعضها ؛ للاستفادة منها لاحقاً .

التخلص النهائي من النفايات البلدية الصلبة : إيداع النفايات البلدية الصلبة - التي لا يمكن الاستفادة منها ، أو إعادة تدويرها - في المدافن الصحية.

المحطات الانتقالية : المنشآت التي يتم استخدامها جزءًا أو مرحلة من مراحل عملية نقل النفايات البلدية الصلبة إلى مواقع ومنشآت معالجة أو فرز النفايات، أو إلى مواقع التخلص النهائي ؛ من أجل تقليل تكلفة النقل.

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : _____

منشآت الفرز والمعالجة : منشآت تنقل إليها النفايات البلدية الصلبة ؛ لفرز مكوناتها، ومعالجتها، وتجهيزها لإعادة الاستخدام أو كمواد خام تدخل في عمليات الصناعة.

المدفن الصحي : منشأة أرضية تدفن فيها النفايات البلدية الصلبة طبقاً للمعايير الفنية المعتمدة؛ للتخلص من آثارها الضارة بالصحة العامة والبيئة.

الحرق : إشعال مكونات النفايات البلدية الصلبة؛ للتخلص منها، وذلك بطريقة الإشعال بالحرق المفتوح ، أو بطريقة الحرق المحكوم في أفران خاصة (الترميد) سواء باسترجاع الطاقة، أو بدونه.

النظام : نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة.

اللائحة : اللائحة التنفيذية للنظام.

الفصل الثاني

المهمات والمسؤوليات

المادة الرابعة : مهمات الوزارة ومسؤولياتها:

تتولى الوزارة مهمات ومسؤوليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتشمل هذه المهمات والمسؤوليات ـ دون حصر ـ ما يأتي :

١- رفع المستوى الصحي وسلامة السكان وراحتهم في مدن المملكة وقراها، وذلك عن طريق تقديم الخدمات، وإدارة النفايات البلدية الصلبة.

٢- إعداد الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات البلدية الصلبة كإطار لعمل مؤسسي وفني ، والرفع عن ذلك بحسب الإجراءات النظامية.

٣- تنظيم تنفيذ مشروعات نظافة المدن وإدارة النفايات البلدية الصلبة، بما يحقق المصلحة العامة، والعناية بنظافة المدن والقرى، وسلامة البيئة.

٤- دراسة المتطلبات والاحتياجات المختلفة وتحديدها، ووضع البرامج والخطط اللازمة وتطويرها؛ لإدارة النفايات البلدية الصلبة، ومتابعة تنفيذ مشروعاتها.

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : _____

٥- بناء القدرات وتطوير الإدارات المختصة في الأمانات والبلديات، وتزويدها بالمعلومات، ووضع البرامج التدريبية للعاملين فيها.

٦- تحديد المنشآت، أو المباني أو الأماكن التي تقع خدمات جمع نفاياتها على عاتق المالك، أو المستفيد مباشرة.

٧- وضع الضوابط الهندسية اللازمة لإنشاء المدافن الصحية؛ للتخلص من النفايات البلدية الصلبة، والتأكد من أن هذه المدافن مطابقة للشروط والمواصفات المعتمدة نظاماً، وأن يتم إدارتها وتُشغيلها وتقوّيمها، بحسب الأساليب والمعايير الفنية والبيئية المعتمدة عالمياً.

٨- الإذن بمزاولة نشاط الحرق ؛ في ضوء المواصفات والشروط والضوابط البيئية التي تحدد ذلك.

٩- رفع الوعي البيئي، وإعداد البرامج المناسبة وتنفيذها؛ لتوعية السكان بأهمية المحافظة على النظافة والصحة العامة، والحد من إنتاج النفايات، والتقيد بالتعليمات الخاصة عند التعامل مع النفايات البلدية الصلبة.

١٠- وضع خطة طوارئ بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة والأمانات والبلديات؛ لمباشرة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة في حالات الضرورة، أو الظروف الاستثنائية.

١١- اقتراح الدراسات، وتبني تطبيق المشروعات الرائدة في مجال إدارة النفايات البلدية الصلبة، واقتراح مشروعات التطوير والتعديلات اللازمة للنظام - بما يضمن مواكبة التقدم المستمر في أساليب إدارتها - ووضع قاعدة بيانات وطنية لها.

١٢- دراسة البدائل المختلفة لتمويل إدارة النفايات البلدية الصلبة، بما يحقق الاستدامة المالية.

١٣- تحديد العمر الافتراضي للمدافن الصحية، وطريقة صيانتها، وإغلاقها، والاستخدام المستقبلي لأرض ومنشآت المدفن .

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : _____

١٤- وضع الضوابط والاشتراطات اللازمة بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة ؛ لتصدير النفايات البلدية الصلبة.

١٥- وضع خطة مع الجهات المختصة لتخفيض المبعثرات.

١٦- تحديد المواقع المخصصة لحاويات النفايات ، مع وضع آلية لفرز النفايات المراد تدويرها والتي لا يمكن استعادتها.

١٧- تشجيع القطاع الخاص على مزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة.

١٨- الترخيص للقطاع الخاص بمزاولة أي نشاط ضمن عمليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتحدد اللائحة شروط الترخيص وضوابطه.

المادة الخامسة : مسؤوليات منتج النفايات البلدية الصلبة :

على منتج النفايات البلدية الصلبة الالتزام بتعليمات الوزارة والأجهزة المختصة المتعلقة بتنظيم عمليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وعلى وجه خاص الالتزام بما يلي :

١- بذل العناية المعتادة لخفض النفايات المنتجة إلى أدنى حدٍ ممكن.

٢- بذل العناية المعتادة لإعادة استخدام وتدوير النفايات المنتجة إلى أعلى حد ممكن.

٣- وضع النفايات البلدية الصلبة داخل الحاويات المخصصة دون التسبب في أذى الغير ، والالتزام بالضوابط الصادرة في هذا الشأن.

٤- الالتزام بضوابط استخدام حاويات النفايات البلدية الصادرة في هذا الشأن.

٥- عدم تكديس النفايات البلدية الصلبة، أو تجميعها، أو تخزينها، أو التخلص منها بما يسبب ضرراً على البيئة والصحة العامة أو الغير ، أو إخلالاً بالضوابط الصادرة في هذا الشأن.

٦- عدم وضع نفايات الرعاية الصحية الخطرة، والنفايات الصناعية الخطرة، والحيوانات النافقة، أو بقاياها، في حاويات النفايات البلدية الصلبة.

٧- وضع النفايات ذات الحجم الكبير في الأماكن التي تحددها الأجهزة المختصة.

٨- وضع النفايات الخضراء في أكياس بلاستيك مانعة لتسرب السوائل ، وربطها جيداً ، ونقلها إلى الأماكن التي تحددها الأجهزة المختصة.

٩- وضع النفايات المراد تدويرها - بعد فصلها وفرزها - في الحاويات المعدة لذلك، ووضع النفايات التي لا يمكن استعادتها في الحاويات الأخرى.

١٠- المحافظة على نظافة المنطقة المحيطة بمسكنه، أو المنشأة، أو المبنى الذي يملكه، أو يستأجره، أو يستخدمه، أو يقوم بإدارته وتشغيله.

١١- عدم إلقاء النفايات البلدية الصلبة في مجاري السيول والأودية، أو الآبار الجوفية، أو على الشواطئ، أو في شبكات الصرف الصحي، أو شبكات تصريف مياه الأمطار.

المادة السادسة :

يحظر على أي شخص ذي صفة طبيعية أو اعتبارية أن يستخدم أو يسمح لغيره بأن يستخدم أرضاً، أو مبنى، أو منشأة يملكها أو يتصرف فيها كموقع للتخلص من النفايات البلدية الصلبة ؛ قبل القيام بإجراء دراسات التقويم البيئي، والحصول على موافقة الوزارة أو الأجهزة المختصة.

المادة السابعة :

يلتزم منتجو نفايات البناء والهدم بتخصيص الحاويات اللازمة لهذا النوع من النفايات ونقلها إلى المواقع المخصصة لها، أو التعاقد مع المقاولين المؤهلين لنقلها.

الفصل الثالث

ملكية النفايات

المادة الثامنة :

تنتقل ملكية النفايات البلدية الصلبة إلى الوزارة والأجهزة المختصة ؛ حال وضعها في الحاويات المخصصة لها ، أو بقربها ، أو في موقع يعد عرفاً أنه محل للنفايات ، أو عند التخلي عنها.

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : _____

المادة التاسعة :

يحظر على أي شخص ذي صفة طبيعية أو اعتبارية جمع النفايات البلدية الصلبة ، أو نقلها، أو تخزينها، أو حرقها، أو وضع اليد عليها، أو تداولها، أو معالجتها وإعادة تدويرها والاستفادة منها ، ويستثنى من ذلك المرخص لهم نظاماً.

الفصل الرابع

قواعد وإجراءات مزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة

المادة العاشرة :

تقوم الوزارة والأجهزة المختصة بالتعاقد مع المقاولين المرخص لهم نظاماً بمزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى .

المادة الحادية عشرة :

الوزارة هي الجهة المختصة بالتعاقد مع المقاول أو المقاولين للعمل على المستوى الوطني، أو في حالة التعاقد الذي يغطي أكثر من منطقة ، وتكون الأجهزة المختصة هي جهات الاختصاص بالتعاقد مع المقاولين في نطاق حدود المنطقة الإدارية ، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى.

المادة الثانية عشرة :

يجوز للوزارة والأجهزة المختصة - وفقاً لما تقضي به المصلحة العامة والأنظمة المتبعة والدراسات والمعايير الاقتصادية - تجزئة مشروعات إدارة النفايات البلدية الصلبة، إما من حيث المكان أو من حيث نوع العمل، ويجوز لها كذلك أن تتعاقد مع أكثر من مقاول لتنفيذ هذه المشروعات، ولا يمنع ذلك من التعاقد مع مقاول واحد لممارسة جميع هذه المشروعات في المناطق النائية، أو تلك التي لا تستدعي كمية النفايات المنتجة فيها التعاقد مع أكثر من مقاول.

المادة الثالثة عشرة :

تخصص الوزارة - بالتنسيق مع الأجهزة المختصة والجهات ذات العلاقة - مواقع الأراضي المناسبة لإقامة المدافن الصحية ، وفقاً للأنظمة المعمول بها ، والضوابط العلمية والفنية الخاصة بإنشاء المدافن الصحية ، التي تحددها اللائحة.

المادة الرابعة عشرة :

يجوز للوزارة وللأجهزة المختصة التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ؛ للرقابة والإشراف على أعمال إدارة النفايات البلدية الصلبة ، التي يكلف بها المقاولون المرخص لهم نظاماً، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى.

المادة الخامسة عشرة :

يجوز - بحسب الأحوال - للأجهزة المختصة ربط فسوح الترميم ، أو الهدم ، أو الصيانة ، أو التسوية ، أو تجديدها بعقود يبرمها طالب الفسح مع مقاول ؛ لنقل ما ينتج من نفايات إلى الأماكن المخصصة لذلك.

المادة السادسة عشرة :

تلتزم منشآت الفرز والمعالجة وإعادة التدوير - المرخص لها نظاماً - بالشروط والضوابط التي تحددها اللائحة.

الفصل الخامس
المخالفات والعقوبات

المادة السابعة عشرة :

مع عدم الإخلال بأي عقوبة أخرى أشد ينص عليها في نظام آخر ؛ يعاقب بغرامة لا تزيد على (١٠٠٠٠) عشرة آلاف ريال مع إلزامه بدفع مصاريف إعادتها إلى وضعها السابق ، كل من ارتكب أحد الأفعال الآتية :

١- وضع النفايات البلدية الصلبة خارج الحاويات المخصصة لها.

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : _____
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : _____

٢- تكديس النفايات البلدية الصلبة ، أو تجميعها ، أو تخزينها مما يسبب الإضرار بالصحة العامة أو البيئة.

٣- تغيير الأماكن المحددة لحاويات النفايات البلدية الصلبة ، أو إتلافها.

٤- استخدام أرض أو مبنى منشأة موقعاً للتخلص من النفايات البلدية الصلبة قبل الحصول على موافقة الوزارة.

٥- التخلص من النفايات البلدية الصلبة في الأماكن والشوارع والحدائق العامة ، أو أملاك الغير.

٦- نبش حاويات النفايات البلدية الصلبة ، وبعثرة محتوياتها.

المادة الثامنة عشرة :

مع عدم الإخلال بأي عقوبة أخرى أشد ينص عليها في نظام آخر ؛ يعاقب بغرامة لا تزيد على (٢٠٠٠٠) عشرين ألف ريال مع إلزامه بدفع مصاريف إعادتها إلى وضعها السابق ، كل من ارتكب أحد الأفعال الآتية :

١- عرقلة إجراءات تحديد أماكن تجميع النفايات البلدية الصلبة ، أو منع الآخرين من استخدامها.

٢- إيجاد أماكن لتجميع النفايات البلدية الصلبة ؛ بغرض الاستغلال التجاري دون ترخيص نظامي.

٣- وضع نفايات الرعاية الصحية الخطرة والنفايات الصناعية الخطرة في حاويات النفايات البلدية الصلبة.

٤- وضع النفايات البلدية الصلبة في مجاري السيول والأودية ، أو الآبار ، أو الشواطئ ، أو في شبكات الصرف الصحي ، أو شبكات تصريف مياه الأمطار.

٥- جمع النفايات البلدية الصلبة، أو نقلها، أو تخزينها، أو حرقها، أو وضع اليد عليها، أو تداولها ومعالجتها وإعادة تدويرها ؛ للاستفادة منها لغير المرخص لهم نظاماً.

المادة التاسعة عشرة :

١- يتولى موظفون من الأجهزة المختصة - يصدر بتعيينهم قرار من رئيس الجهاز المختص مجتمعين أو منفردين - ضبط مخالفات أحكام هذا النظام.

٢- تصدر الأجهزة المختصة - حسب الأحوال - قرارات تطبيق العقوبات الواردة في المادتين (السابعة عشرة) و(الثامنة عشرة) من هذا النظام ، ويجوز لأصحاب الشأن التظلم أمام المحاكم المختصة من أي من هذه القرارات خلال (ستين) يوماً من تاريخ إبلاغهم بالقرار.

الفصل السادس
أحكام عامة

المادة العشرون :

يصدر الوزير اللائحة لهذا النظام ، ويعمل بها من تاريخ العمل بهذا النظام.

المادة الحادية والعشرون :

يعمل بهذا النظام بعد تسعين يوماً من تاريخ نشره في الجريدة الرسمية.

ملحق (ج)

مشروع معالجة وإعادة تدوير المواد البلاستيكية الناتجة من الحي السكني ومرافق مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

مدخل

تم دعم هذا المشروع من قبل وحدة بحوث المشاريع الداخلية بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، حيث استغرق تنفيذه ثلاث سنوات (١٤٢٦-١٤٢٨هـ). وكان الهدف من المشروع هو دراسة الاستفادة من النفايات البلاستيكية المستخدمة غالبًا في المنازل: كعلب المياه والعصائر وغيرها. وقد تم تقسيم المشروع إلى أربع مراحل هي؛ مرحلة إدارة النفايات البلاستيكية، وتشمل مخاطبة السكان، وتوعيتهم حول المشروع، ووضع خطة لجمع تلك المواد من السكان وبعض الإدارات في المدينة، والمرحلة الثانية شملت التعرف على المواد التي تم جمعها، وفرزها حسب النوع، وتحديد بعض خصائصها، أما المرحلة الثالثة فكانت معالجة تلك المواد باستخدام ماكينة التكسير، وذلك لتصغير الأحجام حتى يسهل التعامل معها في مرحلة المعالجة الأخيرة، ومن ثم قياس الكميات المختلفة من المواد البلاستيكية وزنًا، وأخيرًا، وفي المرحلة الرابعة تم معالجة المواد لإنتاج مواد متجانسة. كذلك تم اقتراح بعض الاستخدامات

لتلك المواد من خلال إستراتيجية لتحويلها إلى تطبيقات طويلة الأمد، بعكس استخداماتها الأساس، مثل تعبئة المياه والعصائر والألبان وغيرها، التي تتسم بقصر عمرها، وتؤدي إلى تكون نفايات بصورة يومية وبكميات كبيرة جدًّا.

المواد التي تمت معالجتها وتحديد كمياتها، وهي (PET) و(HDPE) و (PS) لا تعد مواد نقية تمامًا، حيث احتوت مواد (PET) على سبيل المثال بعضًا من مواد HDPE، وربما بعض المواد الأخرى كمادة (LDPE).

من التحديات التي تواجه العاملين في مجال إعادة تدوير النفايات البلاستيكية بالطريقة الميكانيكية، هي ضمان الحصول على منتج منافس للمواد البكر غير المستعملة، من حيث الخواص الكيميائية والفيزيائية، وذلك يعود إلى أسباب فنية، منها النقص المتوقع في الأوزان الجزيئية للمواد المسترجعة، والذي ينعكس بشكل سلبي على خواص تلك المواد. ويعود السبب في تدني الأوزان الجزيئية للمواد المسترجعة إلى التحلل، ولو الجزئي الذي يحدث لتلك المواد، بفعل التعرض لأجواء مختلفة من الرطوبة ودرجة الحرارة، في أوساط ربما تكون شديدة الأثر، وتسهم في تحلل تلك المواد، مثل تعرضها للأحماض والدهون من جراء الاستعمال في حفظ وتعبئة الغذاء. كما أن وجود الشوائب مع المواد المسترجعة قد يسهم في تدني خواصها الميكانيكية، وخاصة خاصية المتانة. كما

أن خلط المواد البوليمرية في الحالة المنصهرة يشكل أنظمة غير ممتزجة، تتصف بضعف كبير في خواص تلك المواد، ومن أهمها الخواص الميكانيكية. ونظرًا لافتقار المملكة العربية السعودية إلى توفر مراكز لتجميع وفرز النفايات من المصدر، أي من المنازل والمرافق الحكومية والتجارية وغيرها، نشأت فكرة هذا المشروع لتنفيذ إدارة فاعلة للحصول على النفايات البلاستيكية، بمعزل عن النفايات البلدية الأخرى في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. وكان الغرض الأسمى هو تقديم مثال يحتذى في مجال إدارة النفايات البلاستيكية. هذا بالإضافة إلى أهداف أخرى منها ما يلي:

١. توعية المجتمع والناشئة بأهمية تطبيق الإدارة الفاعلة للتعامل مع النفايات، وذلك بفصلها عن بعض، لما في ذلك من فوائد جمة بيئية واقتصادية.

٢. توعية المجتمع بخطورة الازدياد المطرد في حجم النفايات البلاستيكية على البيئة، وضرورة إخضاعها إلى برامج إعادة التدوير.

٣. تقديم نموذج مثالي لإدارة النفايات البلاستيكية من خلال تنظيم عملية جمع وفرز النفايات البلاستيكية، وكذلك تصنيفها من المصدر.

٤. إنشاء مركز لجمع ومعالجة النفايات البلاستيكية في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

٥. توفير بيانات وإحصاءات عن كميات وأنواع النفايات البلاستيكية في مدينة الرياض، وذلك لخدمة الباحثين في هذا المجال.

٦. تحديد خواص النفايات البلاستيكية المسترجعة والتحسين من خواصها إن لزم، وذلك بخلطها مع مواد أخرى. وبذلك تنتج مواد منافسة يمكن الاستفادة منها بشكل فاعل.

٧. إعادة تدوير النفايات البلاستيكية من خلال معالجتها بالطرق الفنية المتاحة، ومن ثم إنتاج مواد مفيدة تتسم بطول عمرها الاستخدامي.

مراحل تنفيذ المشروع

المرحلة الأولى: إدارة النفايات البلاستيكية

بعد التنسيق مع الإدارة العامة للخدمات المساندة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (المدينة) تم شراء عشرون حاوية كبيرة سعة ٢٤٠ لترًا من ميزانية المشروع، وقامت الإدارة بتوزيع تلك الحاويات على مناطق مختلفة من الحي السكني وبعض إدارات

المدينة (شكل ج- ١). وقد تم أيضًا توزيع حاويات ذات أحجام مناسبة على بعض المعاهد والإدارات في المدينة، بهدف جمع النفايات البلاستيكية المستغنى عنها من قبل الموظفين. بعد ذلك تم توزيع خطابات على الساكنين لإرشادهم حول آلية جمع المواد البلاستيكية المستغنى عنها، وقد تم تحديد يومي الأحد والخميس من كل أسبوع لجمع النفايات البلاستيكية من المنازل.

الشكل (ج-١) توزيع الحاويات على بعض المواقع في الحي السكني، ومرافق المدينة، وكذلك مدارس الحي السكني.

وفي إطار التوعية بأهمية هذا المشروع تم عمل التالي:

١. إعداد مسابقة حول إعادة تدوير النفايات البلاستيكية موجهة إلى طلاب وطالبات مدارس المدينة داخل الحي السكني، وقد تم تزويد المدارس بحاويات حتى تتم المشاركة العملية للطلبة والطالبات من خلال رمي النفايات البلاستيكية في الحاوية المخصصة لذلك، (شكل ج-٢).

٢. تم توزيع نشرات توعية على الوحدات السكنية حول أهمية إعادة تدوير المواد البلاستيكية والتعليمات حول عملية فرز وتجميع تلك المواد، (شكل ج-٣).

الشكل (ج-٢) مشاركة طلبة مدارس الحي السكني في المشروع.

الشكل (ج-٣) نشرة توعية حول المشروع تم توزيعها على الساكنين.

مسابقة المشروع

كان من ضمن الأهداف الفرعية للمشروع عمل مسابقة خاصة بتدوير المواد البلاستيكية والاستفادة منها، وقد كانت هذه المسابقة موجهة لطلاب وطالبات مدارس الحي السكني الابتدائية والمتوسطة، وذلك إيمانًا منا بأهمية إيجاد وعي لدى أبنائنا وبناتنا من الطلاب والطالبات بحيوية موضوع إعادة التدوير للمواد التي يتم الاستغناء عنها، سواء البلاستيكية أو غيرها من المواد التي في الغالب تجد مصيرها إلى حاويات النفايات. وقد تكونت المسابقة من فرعين هما:

الفرع الأول: التصميم

حيث طلب من المشارك أن يصمم شكلًا أو مجسمًا أو نحو ذلك، باستخدام المواد البلاستيكية المستغنى عنها، وقد كانت المشاركات في هذا الفرع مخصصة لجميع المراحل، نظرًا لقدرة الجميع على عمل ذلك.

الفرع الثاني: البحث

وقد كان المطلوب في هذا الفرع أن يقدم الطالب/ الطالبة بحثًا مبسطًا حول إعادة تدوير المواد البلاستيكية في المملكة، وقد خصص هذا الفرع للمرحلة المتوسطة فقط، بحيث يمكن للطالب/ الطالبة أن يستخدما كل الوسائل الممكنة للحصول على المعلومة: كالشبكة الدولية «الإنترنت» وأن يتلقوا المساعدة من قبل والديهم.

وقد قدمت أعمال في الفرع الأول، أما في الفرع الثاني فلم يقدم أي عمل، وكانت نتائج المسابقة للفرع الأول كما يلي:

المركز الأول:

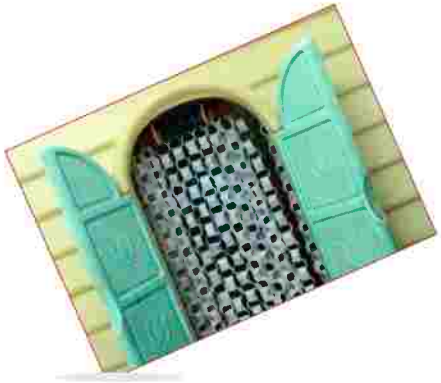
كان العمل المقدم عبارة عن ستارة منزلية مصغرة باستخدام بلاستيك مستعمل من النوع الثاني (HDPE) (الشكل ج-٤).

الجائزة: درع ومبلغ ٣٠٠ ريال.

المركز الثاني:

كان العمل المقدم عبارة عن مكيف صحراوي من المواد البلاستيكية (ج-٥).

الجائزة: درع ومبلغ ٢٠٠ ريال.



الشكل (ج-٤) المشاركة الفائزة بالمركز الأول ستارة بلاستيكية.

الشكل (ج-٥) المشاركة الفائزة بالمركز الثاني مكيف صحراوي من المواد البلاستيكية.

المرحلة الثانية: عملية الفرز والتصنيف

تم عمل ثلاثة أحواض لفرز وتصنيف المواد البلاستيكية بمقاس يتراوح من (١٧٠ × ١٧٠ × ١٢٠) إلى (١٧٠ × ٢٠٠ × ١٢٠) سم^{٣} أو ما يعادل (٣,٥ – ٤) م^{٣}. وقد اشتملت المواد التي تم جمعها على مواد أخرى غير المواد البلاستيكية: كالورق وعلب المشروبات الغازية المصنوعة من الألمنيوم وغيرها، حيث تم عزل تلك المواد عن المواد البلاستيكية. وقد لوحظ أيضًا أن التعليمات التي أعطيت للسكان بخصوص طريقة الجمع لم تتبع بالشكل الصحيح حيث وجد بعض العلب التي لم يتم شطفها بالماء قبل إلقائها مع المواد البلاستيكية الأخرى. كذلك وجد بعض المواد غير البلاستيكية تم وضعها في الحاويات المخصصة لجمع النفايات البلاستيكية، كما يوضح ذلك الشكل ج-٦. وبعد إجراء الفرز حسب نوع المادة البلاستيكية تبين أن معظم ما تم جمعه هو من الأنواع التالية:

PET و HDPE

أما مادة PS فقد وجدت بكميات قليل جدًّا، وقد كان ذلك متوقعًا، لأن استخداماتها في المنازل وذلك على هيئة صحون وأكواب للشرب هي ضئيلة جدًّا، وحتى في حالة استخدامها في المنازل، فإنها لا تقع ضمن نطاق ما تم جمعه، لأنها في الغالب تكون ملاصقة للأكل، وهي مواد لا يمكن قبولها في هذا المشروع نظرًا لقلة الإمكانات المتاحة للتعامل معها وتهيئتها. أيضًا وجدت بعض الكميات الضئيلة من مادة PP ومواد بلاستيكية أخرى مثل لعب الأطفال وأكواب للشرب بيضاء شبيهة بالأكواب التي تصنع من

مـواد النوع السادس، وأوعية لزراعة النباتـات وأوعية حفظ التمور وأغطية علـب سوائل التنظيف المنزلي وغيرهـا. ويبين الشكل ج-٧ المواد التي تم فرزها خلال مدة العمل في المشروع.

(أ)

(ب)

(ج)

(د)

(هـ)

الشكل (ج-٦) بعض المخالفات في إلقاء النفايات الأخرى في الحاويات المخصصة للنفايات البلاستيكية. باستثناء فقرة ب.

الشكل (ج-٧) عملية فرز وتصنيف المواد البلاستيكية في الأحواض المخصصة لذلك.

المرحلة الثالثة: معالجة المواد وحساب الكميات

تم استخدام ماكينة تكسير مواد بلاستيكية من نوع (Plastic crusher S-460)، ومزودة بست شفرات متحركة واثنتين ثابتتين. وتبلغ الطاقة الإنتاجية لهذه الماكينة ٣٠٠-٥٠٠ كجم/ساعة (شكل ج-٨). وقد تم أولًا معالجة مواد PET، وذلك باستخدام ماكينة التكسير. وبعد الانتهاء تم تنظيف الماكينة، ثم شرع في معالجة مادة HDPE. وأخيرًا، وبعد تنظيف الماكينة من بقايا HDPE تم تكسير مادة PS. وبعد الانتهاء من تكسير جميع المواد تم حساب الكميات، التي تم

جمعها وزنًـا وذلك باستخدام ميزان إلكـتروني ذي سعة قياس تبلغ ٣٠٠ كجم كحد أقصى (ES-300K by Measuretek, China). ويبين الشـكل ج-٩ المواد بعـد معالجتها بماكينـة التكسـير وتحويلها إلى شرائح صغيرة بمقاس ٦ مم، وذلك ليسهل التعامل معها في خطوات المعالجة اللاحقة.

الشكل (ج-٨) ماكينة التكسير المستخدمة في المشروع.

الشكل (ج-٩) المواد البلاستيكية بعد معالجتها بماكينة التكسير.

كميات المواد

استغرق تكسير جميع المواد مدة أسبوعين بمعدل ٢ ساعة/يوم، وقد بلغ مجموع ما تم معالجته من مواد حوالي ٢٨٧ كجم، كما هو موضح في جدول ج-١. ويبين الجدول ج-١ قلة إجمالي المواد التي تم جمعها. حيث كان متوقعًا أن يتم جمع كميات كبيرة من تلك المواد خلال مدة الجمع التي تراوحت من ٩-١٢ شهر. وبحسب تقديرات الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، فإن معدل إنتاج النفايات للفرد في اليوم في مدينة الرياض هو ١,٥ كجم، وذلك في عام ١٤٢٤هـ. وإذا اعتبرنا أن المعدل اليومي للفرد لإنتاج نفايات بلاستيكية يبلغ ٢٥٥ جم (أي ١٧٪ من الإنتاج الكلي للفرد في اليوم°)، فيمكن توقع إنتاج ما لا يقل عن ١٠ طن في الشهر من النفايات البلاستيكية من الحي السكني. لاحظ هنا أن ما تم جمعه من خلال المشروع يمثل ٠,٢٤ ٪ فقط من الإنتاج المتوقع، وقد تم تقدير هذا المعدل، أي ١٠ طن في الشهر، بناءً على المعطيات التالية:

- عدد الوحدات السكنية المأهولة عند بدء عملية الجمع هو ٣٤٠ وحدة، حسب إفادة إدارة الإسكان.
- متوسط عدد الأفراد في الحي السكني يبلغ ٤ أفراد.

الجدول (ج-١) كميات ونسب المواد التي تم جمعها ومعالجتها

المادة	الوزن (كجم)	النسبة المئوية (٪)	ملاحظات
PET	٩٩	٣٤,٥٤	
HDPE	١٧٣,٤٥	٦٠,٥١	
PS	٨	٢,٧٩	
PP	٤,٠٥	١,٤١	
أخرى	٢,١٥	٠,٧٥	مواد PS غير نظيفة، وقليل من مواد النوع الأول التي لم تكسر
المجموع	٢٨٦,٦٥	١٠٠	

وللوقوف على السبب الذي أدى إلى قلة ما تم جمعه من مواد بلاستيكية خلال المدة المقررة في المشروع، فقد تم توزيع استبانة على الساكنين لتقصي السبب. وتبين من نتائج الاستبانة أن أكثر من ٦٠ ٪ من اللذين قاموا بتعبئة الاستبانة لم يشاركوا في عملية عزل وتجميع النفايات البلاستيكية، وذلك لأسباب منها عدم تلقي طلب بتجميع النفايات البلاستيكية أو صعوبة في التنفيذ، هذا مع العلم أن إدارة الإسكان قد تولت توزيع الطلب على جميع الوحدات في حينه. وقد تبين أيضًا من خلال نتائج الاستبانة أن أقل من ١٢ ٪ قد قاموا بعزل وتجميع النفايات البلاستيكية طوال مدة التجميع.

بلغت مواد PET ما يقارب ٣٥ ٪ من الوزن الإجمالي لجميع المواد، التي تم جمعها ومعالجتها بماكينة التكسير. وشملت هذه المواد عبوات المياه بأحجام مختلفة ابتداء من الصغيرة الحجم، أي ٠,٣ لتر، وانتهاء عند العبوات الكبيرة بسعة ١٠ لتر. ويبلغ وزن عبوة المياه الصغيرة بسعة ٠,٣ لتر حوالي ١٤ غرامًا، بينما يبلغ وزن العبوة الكبيرة من النوع نفسه مايقارب ٢٠٦ غرام، وذلك باستثناء وزن الغطاء.

وتشمل أيضًا مواد هذا النوع عبوات المشروبات الغازية بأحجام مختلفة تتراوح من ٠,٤ لتر إلى ٢,٢٥ لتر. كما اشتملت تلك المواد على عبوات الحليب والعصير بأحجام صغيرة، مثل ٠,٢٥ لتر و٠,٥ لتر، وأحجام أكبر مثل ١,٥ لتر. وقد لوحظ أن بعض عبوات المياه الكبيرة، مثل ذات السعة ١٠ لتر، يكون ممسك اليد لها مصنوع من نفس المادة أي PET. كما وجد أيضًا عبوات زيت طعام بسعة ٠,٧٥ لتر إلى ٤ لتر وعبوات مواد تنظيف و«شامبوهات». وأخيرًا فقد استرعى الانتباه بعض علب المياه في أثناء المعالجة، وقد بدا أنها متحللة، وربما تركت معرضة لأشعة الشمس لمدة طويلة، وهذا قد يوثر على خواص المادة النهائية.

وقد شكلت مواد HDPE نسبة عالية بلغت حوالي ٦١ ٪ من الوزن الإجمالي للمواد، (انظر جدول ج-١). وقد كان معظم هذه المواد عبارة عن عبوات العصير والحليب والألبان شبه الشفافة

والمعتمـة ذات أحجام مختلفة: ٠,٢٥ لـتر، ١ لتر، و٢ لتر. كما وجد أيضًـا عبـوات ميـاه سعة جالـون (٣,٧٨ لتر)، وجالونـات تنظيف وعبـوات كلوركس وعبـوات سائل تنظيـف الزجاج بسعـة ٣ لتر و٤ لـتر. وقد وجد كميات قليلة من علب زيت السيارات، وربما تكون قد جمعـت من خلال الحاويـة التي وضعت بالقرب مـن ورشة المدينة. وأخـيرًا اشتملـت مواد هـذا النوع على عبـوات الميـاه الكبيرة سعة ١٥ لـترًا، والتـي في الغالب تستخدم لبرادات الميـاه، كما وجد أيضًا جوالين تعبئة المياه لأغراض الرحلات وتعبئة مياه زمزم.

عند إجراء عمليات الفرز حسب النوع، كان هناك بعض المشقة في تصنيف المـواد المصنوعة من مادة PET كعلب المياه، وذلك لأنه يتحتم نـزع أغطية العبوات نظرًا، لأنها في الغالب مصنعة من مادة أخرى، وهي HDPE وهذا لاينطبق على المواد المصنوعة من HDPE نظرًا لأن مادة العبوة والغطاء هي من نفس النوع. أيضًا يجب التنويه إلـى صعوبة الفصل اليـدوي لحلقات الأغطية ومـادة الغلاف التي يكتب عليها بيانات المنتج لمواد PET. لذا فقد تم عزل هذه المواد كما هـي، ولكن بدون الأغطية. كمـا وأن بعض عبوات المياه ذات الحجم الصغير تحتوي على غطاء مغلـف للعبوة مصنوع من مادة معدنية، وهـذا أيضًـا يصعب نزعـه بشكل يـدوي. وفيمـا يلي نناقش أهم نتائج المشروع.

فصل وتنقية المواد

تعد مواد PET الأكثر تعرضًا للاختلاط مع مواد أخرى تكون في الغالب من مواد HDPE، وذلك في أثناء تصنيع العبوات لمياه الشرب وغيرها، وكما تم توضيحه آنفًا، فإن بعض الأجزاء مثل مادة الغلاف وحلقات لصق الأغطية لم يتم نزعها في أثناء إجراء عملية المعالجة بالتكسير، نظرًا لصعوبة عمل ذلك. أما بالنسبة لمواد HDPE فكما أشرنا سابقًا من أن عملية الفصل غير ضرورية جدًّا نظرًا لأن جميع المواد الداخلة في تصنيع العبوة هي من النوع نفسه. وقد تم تصميم نظام لفصل مواد النوع الأول كما يوضح ذلك الشكل ج-١٠. لإجراء عملية الفصل، ثم وضع ١،٥ كجم من مواد PET في حوالي ٥٠ لترًا من المياه في حوض الفصل، أي بنسبة ٣٪ وزنًا أو ما يعادل ٣٠ غرامًا لكل ١ لتر من المياه. وقد تم تحديد هذه النسبة نظرًا لأهمية أن يكون محتوى المواد إلى المياه المستخدمة للفصل قليل نسبيًّا (في حدود ١٠ ٪)، وذلك لضمان كفاية الفصل. وبعد وضع المواد تم تحريكها، ثم تركت لتستقر وتنفصل بفعل الفرق في الكثافة النوعية. وقبل إجراء عملية الفصل يتم قياس وزن ٥٠ مليلتر من المياه لتقدير كثافة الماء.

وبعد استقرار المواد في حوض الفصل، استخدمت مغارف منخلية لتجميع المواد الطافية، ومن ثم يتم تجميع المواد المغمورة، والتي في الغالب لها كثافة نوعية أكبر من كثافة الماء. بعد ذلك يفتح

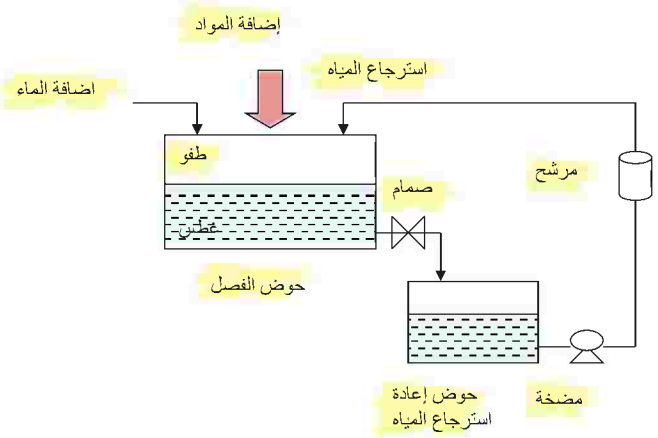
الصمـام ويسمح للمياه بالنزول في الحوض الآخر، ليتم ضخها مرة أخرى إلى حوض الفصل عـن طريق المرور بالمرشح، لإزالة العوالق وضمـان الحصول على مياه مصفاة، كمـا تم أيضًا إضافة قليل من مـادة المطهر (ديتول) للقضاء على أي ميكروبات يمكن وجودها مع المـواد البلاستيكية المسترجعة. وتم تكرار الطريقة نفسها المشروحة أعـلاه لبقيـة الكميات مـن مـواد PET، (ملاحظة: مجمـوع ما تم معالجته من مواد النوع الأول هو ٩٩ كجم، وقد تم عزل ٦ كجم منها بغرض معالجتها على حدة دون فصل، لذا فـإن مجموع ما أخضع لعمليـة الفصـل هنا هو فقط ٩٣ كجـم). وبعد الانتهـاء من عملية الفصـل، تم تجفيف المواد باستخدام مروحة مزودة بسخان كما هو موضـح في الشكل ج-١١. ويبين الشـكل ج-١٢ مواد PET قبل وبعد الفصـل. أخيرًا فقد تم تحديد وزن المواد التي تم فصلها باستخدام الميزان الرقمي، ثم وضعت في حاويات كما في الشكل ج-١٣.

بلـغ وزن المـواد التـي غمـرت بالمـاء (الغاطسـة) ٨٦،٨٥ كجم (٩٣,٤ ٪)، بينما بلغ وزن المواد الطافية ٥،٢ كجم (٥,٦ ٪). وقد تم فقـد حوالي ٠,٩٥ كجم (١ ٪) من مـواد PET في أثناء إجراء عملية الفصـل، وهـذا ناتج عـن تطاير بعض المـواد عند نقلها مـن الحاوية إلـى حوض الفصـل، وفقد بعض المـواد الدقيقة جـدًّا، والتي يصعب استرجاعهـا بالطريقة المستخدمة. ومن الملفـت والجدير بالذكر هنا أن ليسـ جميع مواد تغليف العبوات تطفو عنـد إجراء عملية الفصل، بـل إن هنـاك مواد تغليف وجـدت مع المواد الغاطسـة (أي مادة PET

وغيرها)، وعند فحص تلك المواد تبين أنها مواد تغليف مصنوعة من الورق. ويعود السبب في أنها لاتطفو، إلى تشبعها بالماء في أثناء إجراء عملية تحريك المواد في الحوض، والذي يزيد من ثقلها، ومن ثم تعمد تلك المواد إلى الغطس عوضًا عن الطفو. واستغرق فصل ١,٥ كجم من مواد النوع الأول حوالي ٢٥ دقيقة، إلا أن هذه الطريقة يمكن أن تخضع إلى عملية تطوير للرفع من كفايتها من الناحيتين الزمنية والفنية.

كما أشرنا سابقًا، فإن مواد HDPE لا تحتاج بالضرورة إلى عمليات فصل وتنقية، وذلك لأن مواد الغلاف والغطاء تصنع من العائلة نفسها، (أي عائلة عديد الايثلين PE). وفي بعض الحالات تصنع الأغطية ومواد الغلاف من مادة عديد البروبلين PP. وعلى الرغم من ذلك تم محاولة فصل مادة LDPE عن مادة HDPE. وقد تم تحضير خليط مكون من الماء والاسيتون (كثافة نوعية ~ ٠,٨٢٧) بنسب تتفاوت من ١:١ الى ٣:١ وذلك لخفض الكثافة النوعية للخليط إلى حد يمكن من فصل مادة LDPE، وذلك على الرغم من أنها توجد بكميات قليلة. وقد لوحظ أن عملية الفصل هذه تتطلب استعمال كمية كبيرة من الاسيتون، وذلك يتنافى مع البعد الاقتصادي للمشروع، حيث إنه لضمان نجاح أي مشروع لإعادة التدوير لا بد أن تكون الناحية الاقتصادية مشجعة. لهذا فقد أوقف العمل في هذا الاتجاه لحين إيجاد طريقة مثلى لإجراء عملية الفصل أو الاكتفاء بمعالجة المواد كما هي، لا سيما أنها تنتمي للعائلة الكيميائية نفسها.

بعـد عملية فصل وتنقية المواد البلاستيكية تم استخدام جهاز الباثـق تـؤام المسامـير (Twin Screw Extruder، TSE)، والمـزود بنظـام تغذية وجهـاز عمل الحبيبات (شـكل ج-١٤). والغرض من ذلـك هـو إنتاج المواد التـي تم تكسيرهـا على هيئة حبيبـات بشكل منتظم ومتجانس من حيث المقاس واللون، (شكل ج-١٥).



الشكل ج-١٠ مخطط وصورة لعملية فصل مواد PET.

الشكل ج-١١ تجفيف المواد بعد إتمام عملية الفصل.

الشكل ج-١٢ مواد PET بعد فصلها بطريقة الفرق في الكثافة.

الشكل ج-١٣ الحاويات المخصصة لحفظ المواد بعد فصلها.

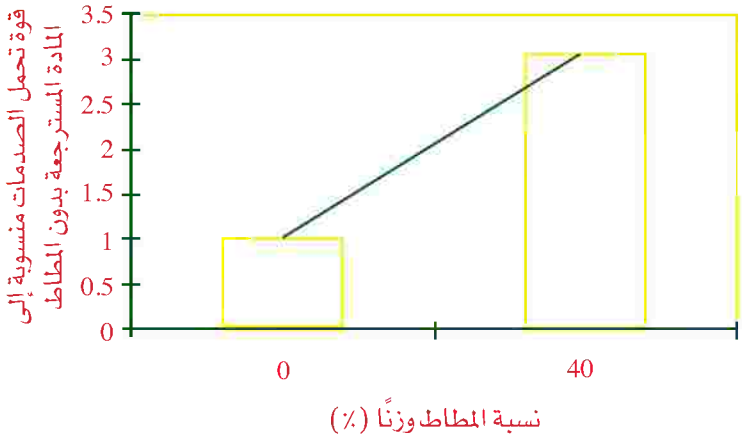
الشكل ج-١٤ جهاز الباثق لعمل حبيبات متجانسة الشكل واللون من المواد البلاستيكية المعاد تدويرها.

الشكل (ج-١٥) المواد البلاستيكية المنتجة في شكلها النهائي على شكل حبيبات.

تحسين خواص المنتج النهائي

تم استخدام جهاز بندولي بطاقة سعتها ٧ جول لقياس الطاقة اللازمة لكسر العينة عند درجة حرارة الغرفة. وقد تم عمل العينات على هيئة متوازي مستطيلات بأبعاد ٦٢ في ١٣ في ٣ مم بواسطة جهاز داينيسكو لعمل المصهورات البوليمرية قليلة الأحجام. تم عمل أنظمة مختلطة من المطاط من نوع EP-g-MA مع مادة PET.

والغرض من عمل تلك الأنظمة هو تحسين الخواص الميكانيكية للمواد المسترجعة. ويبين الشكل ج-١٦ أثر إضافة ٤٠ ٪ من المطاط على متانة المادة المسترجعة، حيث نتجت لدينا مادة تتمتع بمقاومة للصدمات بمقدار أكثر من ثلاثة أضعاف مقاومة المادة المسترجعة.



الشكل (ج-١٦) أثر إضافة المطاط على الخواص الميكانيكية للمواد المسترجعة من النوع PET.

المرحلة الرابعة: اقتراح منتجات مفيدة من النفايات البلاستيكية

ذكرنا سابقًا أن الإستراتيجية المثلى للاستفادة من النفايات البلاستيكية هو تحويلها إلى منتجات تتسم بطول عمرها

الاستخدامي. لذا تم تصنيع بعض المنتجات المفيدة مثل صناديق البريد والبلاط البلاستيكي وغيرها، كما يبين ذلك الشكل ج-١٧.

الشكل (ج-١٧) بعض المنتجات المفيدة المصنعة من النفايات البلاستيكية.

المراجع

[1] Christensen, T.H., Fruergaard, T., Matsufuji, Y. 2011. Residential waste. In: Solid waste technology and management, edited by Thomas H. Christensen. Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 9783-17517-405-1-.

[2] "Evolution of bio-waste generation/prevention and bio-waste prevention indicators", European commission DG Env, Final report, September 16, 2011.

[3] Rajput, R., Prasad, G., Chopra, A.K. 2009. Scenario of solid waste management in present Indian context. Caspian J. Env. Sci. 7(1): 4553-.

[4] http://www.ecomena.org/solid-waste-management-in-saudi-arabia.

[٥] ملخص نتائج دراسة تصنيف مكونات النفايات في مدينة الرياض لعام ١٤٢٥ هـ، صالح بن أحمد العياض، الإدارة العامة للنظافة، أمانة مدينة الرياض.

[6] «Scenarios of household waste generation in 2020», European commission Joint Research Center, EUR 20771 EN, June 2003.

[7] http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/index.htm

[8] http://www.id2.ca/downloads/eco-design-paper-facts.pdf

[9] http://www.goinggreentoday.com/blog/11-facts-about-paper-waste

[10] http://www.zerowaste.co.nz/what-is-waste/facts-figures

[11] Walker, P. 2000. Food residuals: Waste product, by-product, or co-product. In: Waste to animal feed, edited

by Michael L. Westendorf. Iowa State University Press, Ames, Iowa (USA). ISBN 0–8138–2540–7.

[12] http://www.mrw.co.uk/news/food-waste-down-but-still-costs-uk-12bn/8622542.article

[13] http://www.waraqat.net/200808//kufr-aln3mar2.jpg

[14] Alsewailem, F.D. 2009. Post consumer plastic in Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia, Arab Gulf J. Sci. Res. 26 (3): 168175-. In Arabic.

[15] Backyard composting it's only natural, EPA530-F-09026-, October 2009.

[16] Alsewailem, F.D. Plastic waste problem; the balance between economic benefits and the environment, National environmental conference, Qaseem university, Buraydah January 2008. In Arabic

[17] Salthammer, T. 1999. Organic indoor air pollutants: Occurrence, measurement, evaluation , Wiley - VCH Verlag GmbH ,Weinheim, Germany.

[18] Ayoko, G.A. 2009. Volatile organic ingredients in household and consumer products. In: Organic indoor air pollutants, 2nd ed., edited by Tunga Salthammer and Erik Uhde. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. ISBN: 9782-31267-527-3-.

[19] Rimkus , G.G., Wolf , M. 1996. Polycyclic mask fragrances in human adipose tissue and human milk. Chemosphere 33: 2033 – 2043.

[20] Bridges , B. 2002. Fragrance: emerging health and environmental concerns. Flavour Frag. J. 17: 361 – 371.

[21] http://www.onsafelines.com/images/newcoshh.gif.

[22] http://www.ilacsd.org/pdf/brochures/HHW_Brochure0603.pdf .

[23] Chang, S-Y. 2009. Municipal solid waste management and disposal. In: Environmentally conscious materials handling, edited by Myer Kutz. John Wiley 7 Sons, Inc. ISBN: 9780-17070-470-0-.

[24] http://www.alsharq.net.sa/20131011723/02/12/.

[25] http://www.al-madina.com/node/375643.

[26] http://www.mutair.ws/vb/showthread.php?t=4604.

[27] http://insidescoopsf.sfgate.com/files/201108//recycling-.jpg.

[28] Sabic Annual Report,.2004

[29] Murray, R., Zero waste, Greenpeace environmental trust, London 2002.

[30] Smith, D.N., Harrison, L.M., Simmons, A.J. 1999. A survey of schemes in the United Kingdom collecting plastic bottles for recycling. Resour. Conserv. Recy. 25:17–34.

[31] https://www.wageningenur.nl/en/show/Innovative-landfill-bioreactor-systems-for-municipal-solid-waste-treatment-in-East-Africa-1.htm.

[32] Brisson, I.E. 1997. Assessing the "Waste Hierarchy" a social cost-benefit analysis of MSW management in the European Union. Samfund, Okonomi and Miljo Publication Number 19.

[33] Huhtala, A. 1997. A Post-Consumer waste management model for determining optimal levels of recycling and landfilling. Environ. Resour. Econ. 10 (3): 301314-.

[34] Kinnaman, T.C., Fullerton, D. 1999. The economics of residential solid waste management. NBER Working Paper No. 7326, JEL No. H71, Q28. http://www.nber.org/papers/w7326

السيرة الذاتية

للدكتور/ فارس بن دباس السويلم

- يعمل الدكتور/ السويلم أستاذ بحث في المركز الوطني لتقنية البتروكيماويات، التابع لمعهد بحوث المواد بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في مدينة الرياض.
- وقد عمل مساعدًا للمشرف على معهد بحوث البتروكيماويات للشؤون العلمية خلال المدة من يناير ٢٠٠٩ إلى ديسمبر ٢٠١١م.
- وهو حاصل على درجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة فرجينيا الغربية بالولايات المتحدة الأمريكية في تخصص الهندسة الكيميائية، مع تخصص مساند في الرياضيات التطبيقية.
- وقد شارك في العديد من اللجان داخل مدينة الملك عبدالعزيز وخارجها.
- وهو عضو هيئة تحرير مجلة الجزيئات الضخمة مفتوحة المصدر. وعضو سابق في العديد من الجمعيات المهنية: مثل جمعية المهندسين الكيميائيين الأمريكية، وجمعية مهندسي البلاستيك وغيرهما.
- تلقى العديد من الدورات التدريبية في مجال البوليمرات، وعمل في مختبر ارقون الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية.
- تنصب الاهتمامات البحثية للدكتور/ السويلم في مجال معالجة المواد البوليمرية وتطويرها. وقد قام بتحكيم العديد من المقترحات البحثية والأوراق العلمية المقدمة للنشر في مجلات عالمية. وقد قام أيضًا بالتدريس لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا في الكلية التقنية بالرياض وجامعة الملك سعود وجامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن. أشرف وساعد في الإشراف على العديد من رسائل الماجستير وناقشها.
- لديه كتاب مؤلف في سنة ١٤٣٠هـ بعنوان (البلاستيك والغذاء). وقد نشر العديد من الأوراق العلمية المحكمة في مجلات ومؤتمرات دولية، وصدر له ثماني براءات اختراع من المكتب الأمريكي للعلامات التجارية وبراءات الاختراع.