Technical Paper Ref. No 2444

النفايات البلاستيكية الاستهلاكية في مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية

Post-Consumer Plastics in Riyadh, Saudi Arabia

فارس دباس السويلم

Fares D. Alsewailem

معهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ص ب 6086، الرياض 11442

المستخلص: تقدم هذه الورقة بيانات حول إدارة ومعالجة النفايات البلاستيكية في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في الرياض. وقد تم توزيع 20 حاوية للنفايات سعة 240 لتر للحاوية الواحدة على مواقع استراتيجية في الحي السكني كالسوق المركزي والمساجد ومدرستي البنين والبنات وذلك لجمع النفايات البلاستيكية المستغنى عنها من قبل الساكنين. كما ترك للساكنين الخيار بأن يضعوا مالديهم من نفايات بلاستيكية امام الوحدة السكنية لتكون جاهزة للجمع في يومي الاحد والخميس من كل أسبوع. وبعد انتهاء عملية الجمع التي استمرت لمدة تتراوح من 9 إلى 12 شهر، تم فرز النفايات البلاستكية بناءاً على النوع، ثم اخضعت تلك النفايات الى عملية معالجة وذلك باستخدام ماكينة تكسير لتصغير أحجامها لكي يسهل التعامل معها من حيث حساب كمياتها. وقد تبين أن معظم ماتم جمعه هو من مواد النوع الثاني (عديد الايثلين عالي الكثافة، HDPE) بنسبة 61% وزناً، يلي ذلك مواد النوع الاول (عديد الايثلين الترفثالاتي،PET) بنسبة 34% وزناً، أما مواد النوع السادس (عديد الستايرين، PS) فقد وجدت بكميات قليلة نظراً لندرة استخدام هذا النوع في المنازل. وقد أوضحت النتائج أن إجمالي ماتم جمعه ومعالجته من نفايات بلاستيكية أثناء هذه الدراسة، حوالي 287 كجم، يشكل 0.24% من الانتاج المتوقع للنفايات البلاستيكية في الحي السكني حسب الإحصاءات الحكومية، وحوالي 1.15 % من النفايات البلاستيكية المستخدمة في حفظ وتعبئة الغذاء المتوقع إنتاجها في الحي السكني حسب تقديرات الدراسة الحالية. وقد عُزي السبب في قلة ماتم جمعه من نفايات بلاستيكية من خلال نتائج الاستبانة، إلى أن 60% لم يشاركوا في عملية عزل وتجميع النفايات.

كلمات مدخلية: *HDPE، PET، PS، تكسير، نفايات بلاستيكية، معالجة، المملكة العربية السعودية.*

Abstract: This paper presents data on plastic waste management and treatment at the residential compound of King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST) in Riyadh. Twenty waste containers with a capacity of 240 Liters were distributed at some strategic locations at residential compound such as the central market, mosques, and boys and girls schools to collect the plastic waste. The residents were also given a choice to have their plastic wastes ready in front of their houses to be collected on Sunday and Thursday every week. After collecting all plastic wastes, which lasted from 9 to 12 months, materials were subjected to sorting based on type. This was followed by a step of size reduction by means of crushing in order to easily measure the amounts of materials collected and sorted. The results of this study indicated that most of the plastic wastes found at KACST's residential compound were of type two (High Density Polyethylene, HDPE) at 61% weight, while type one (Polyethyleneterephthalate, PET) came in second place at 34% weight. Type six (Polystyrene, PS) was found at smaller quantities, due to its rare use as a household item. The total amount of plastic wastes collected, which was at 287 kg, formed only 0.24% of the expected plastic wastes in KACST's residential compound according to the governmental statistics, and 1.15% of the expected rate for plastic food packaging waste in the compound based on the analysis of the current study. The explanation given for not matching the above expected rates for plastic waste production in the residential compound was attributed to the fact that 60% of the residents did not participate in the process of sorting and collection of waste reclamation.

Keywords: *PS, PET, HDPE, crushing, plastic wastes, treatment, Saudi Arabia.*

المقدمة

أصبحت النفايات البلاستيكية بشقيها الصناعي (Post-Industrial Plastics; PIP) والاستهلاكي (Post-Consumer Plastics; PCP)، مشكلة تؤرق كثيراً من المجتمعات، لاسيما تلك التي تفتقر لوجود تشريعات تمنع أو تحد من إلقاء تلك النفايات مع النفايات البلدية الأخرى وذلك بتطبيق إدارة فاعلة تضمن الإستفادة القصوى من النفايات البلاستيكية ومعالجتها بصورة لاتضر بالنظام البيئي.

ولعل من المهم أن نشير هنا إلى أن النفايات البلاستيكية الاستهلاكية (PCP)، وهي تلك المواد البلاستيكية التي يستغني عنها بعد الإستهلاك على هيئة مغلف لسلعة أو حاوية لمادة غذائية أو جهاز إلكتروني منتهي الصلاحية كجهاز الكمبيوتر وملحقاته وغير ذلك، تشكل التحدي الأكبر نظراً لأن شرط الإستفادة من تلك المواد بطريقة فاعلة إقتصادياً يتطلب مشاركة الجمهور كمستهلكين لجمع تلك المواد بشكل منفصل وفرزها عن النفايات الأخرى. و يعتبر فصل المواد البلاستيكية عن النفايات البلدية الاخرى مهماً للغاية وذلك للمردود الإيجابي المتوقع لمثل هذا التصرف من عدة نواحي بيئية واقتصادية و اجتماعية، لاسيما أن النفايات البلاستيكية الاستهلاكية (Post-Consumer Plastics; PCP)، تزداد بشكل يومي، ففي عام 1998 م، بلغت كمية النفايات المنزلية في مدينة الرياض حوالي 1.5 ألف طن/يوم، وبلغت نسبة المواد البلاستيكية مايقارب 12%، بينما بلغ حجم النفايات التي يتم إزالتها يومياً في مدينة الرياض 11 الف طن وذلك في عام 2005 م.

وفي دراسة أجرتها أمانة مدينة الرياض حول مكونات النفايات البلدية في عام 2005 م، إتضح أن المواد البلاستيكية تشكل 17% من الوزن الكلي للنفايات.وعلى الرغم من أهمية عزل النفايات البلاستيكية عن النفايات البلدية من المصدر، إلا أن هذه الخطوة تعتبر أولية من حيث إمكانية الإستفادة من المواد البلاستيكية التي يتم عزلها وتجميعها، حيث لابد من تصنيف وعزل المواد البلاستيكية عن بعضها البعض حسب النوع حتى يمكن إنتاج مواد ذات مواصفات جيدة عند إعادة تصنيعها. فمن الناحية الفنية تعتبر معظم مخلوطات البوليمرات أنظمة غير ممتزجة وهذا يودي إلى تكون مواد غير مستقرة من الناحية الثرموديناميكية والذي بدوره يودي الى تدهور في الخصائص الفيزيائية والميكانيكية. من هنا تتأكد أهمية الفصل التام بين الانواع المختلفة من النفايات البلاستيكية قبل الشروع في اجراء عمليات المعالجة لتلك المواد.

ويعد سن التشريعات الحكومية لإدارة النفايات البلاستيكية مهماً للغاية وذلك من أجل حماية البيئة وللمردود الاقتصادي المتوقع من جراء الإستفادة من الكميات الهائلة من تلك النفايات التي يتم الاستغناء عنها بشكل يومي. لهذا تنبهت الدول المتقدمة في وقت مبكر لهذا الأمر وشجعت القطاع الاهلي على الإستثمار في مجال إعادة تدوير النفايات البلاستيكية، وأصبح من المالوف أن يرى المرء في تلك الدول حاويات خاصة لجمع النفايات البلاستيكية أمام المنازل وفي المجمعات التجارية والسكنية وغيرها من الاماكن كمراكز إعادة التدوير التي تقوم بجمع النفايات المختلفة بشكل منفصل عن بعضها البعض (Smith, *et al.* 1999, Subramanian, 2000, Ferrara and Missios, 2005, Patel, *et al.* 2000). وبالرغم من أهمية التشريعات والأنظمة الخاصة بإعادة تدوير النفايات، إلا أن مشاركة الجمهور تعد عاملاً اساساً لإنجاح مشاريع التدوير (McDonald and Ball, 1998). أما في بعض دول العالم الثالث فإن الأمر في غاية الفوضى وهو متروك لمن أراد أن يعبث وينبش حاويات النفايات سواءاً المنزلية أو العامة أو عند مكب النفايات البلدية ثم يقوم ببيع ما قام بجمعه لتجار تلك المواد أو للمصانع بشكل مباشر وبطريقة عشوائية (Gupta, *et al.* 1998).

وفي المملكة العربية السعودية، لايزال موضوع إدارة النفايات البلدية ومنها النفايات البلاستيكية الاستهلاكية (PCP) يدار بشكل غير منظم، حيث لا توجد مراكز في الأحياء لتجميع النفايات القابلة لإعادة التدوير كالورق والزجاج والألمنيوم علاوة على المواد البلاستيكية؛ لهذا فان النفايات المنزلية يتم رميها في حاوية واحدة فقط. وتقوم بعض الجهات الاهلية المهتمة بالاستفادة من النفايات بمختلف أنواعها بمجهود فردي لجمع النفايات المفيدة كالورق والزجاج والبلاستيك، أما من خلال تسيير دوريات تجوب الشوارع وتقوم بنبش حاويات النفايات العامة أو الذهاب إلى مكب النفايات البلدية لجلب النفايات التي تناسب طبيعة إهتمام تلك الجهة.

وإضافة إلى شح الاحصاءات المتعلقة بكمية النفايات البلاستيكية في مدينة الرياض، فإن تلك الإحصاءات لا تعطي معلومات دقيقة حول أنواع النفايات البلاستيكة وكمياتها. وفي هذه الدراسة سيتم تقديم بيانات حول ادارة ومعالجة النفايات البلاستيكية الاستهلاكية (PCP) بأنواعها المتعددة في مدينة الرياض وذلك باخذ المجمع السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية كنموذج لأحياء مدينة الرياض.

الطريقة

جمع وفرز المواد

بالتعاون مع إدارة الخدمات المساندة وهي الإدارة التي تعنى بتشغيل وصيانة المجمع السكني، تم شراء عشرون حاوية للنفايات بسعة 240 لتر لكل حاوية، ووزعت تلك الحاويات على بعض المناطق الإستراتيجية في المجمع مثل السوق المركزي والمساجد والمدارس (أنظر الشكل 1).

بعد ذلك تم توزيع خطابات للساكنين لإرشادهم حول كيفية المشاركة في عزل وتجميع النفايات البلاستيكية، وقد اتبعت طريقتين للجمع هما؛ أولا: وضع النفايات في الحاويات المخصصة في إي وقت، وثانيا: جمع النفايات البلاستيكية بمعزل عن النفايات الأخرى أمام المنازل في يومي الأحد والخميس من كل أسبوع.

وقد اشتمل الخطاب الذي تم توزيعه على الساكنين على إرشادات حول وضع المواد التي يمكن قبولها في الدراسة، بحيث يتم فقط قبول النفايات البلاستيكية غير الملاصقة للغذاء سواء صلباً كان أو سائلا، مثل حاويات المياه المصنعة من مادتي عديد الايثلين الترفثالاتي (PET) وعديد الايثلين عالي الكثافة (HDPE)، وسوف يشار لتلك المادتين لاحقاً بمواد النوعين الأول الثاني وذلك استناداً لرمز التدوير. إما تلك الحاويات أو العبوات الملاصقة للغذاء مثل حاويات العصير والحليب ومشتقاته فإنها تكون مقبولة فقط إذا تم شطفها بالماء قبل وضعها مع النفايات المجمعة، ويرجع عدم قبول هذا النوع من النفايات إلى عدم توفر إمكانات لتنظيف تلك المواد.

وقد استمرت فترة الجمع عاماً كاملاً. وبعد إنتهاء مرحلة الجمع تم إنشاء ثلاثة أحواض ذات أشكال متوازية المستطيلات بإبعاد تتراوح من (3.5 م^3 إلى 4 م^3) وذلك لفرز المواد التي تم جمعها حسب النوع. واخيراً وبعد الانتهاء من عملية الفرز، تم توزيع إستبانة على قاطني الحي السكني لمعرفة ارائهم حول موضوع الدراسة.

معالجة المواد وحساب كمياتها

المواد البلاستيكية المستخدمة لحفظ وتعبئة الغذاء والإغراض المنزلية الأخرى كالمنظفات هي مواد مجوفة على شكل حاويات تكون أحجامها كبيرة مقارنة بأوزانها، لذا يلزم معالجة تلك المواد وذلك بتصغير إحجامها عن طريق عملية الجرش أو التكسير (Crushing) لتحويلها إلى شرائح وحبيبات يسهل التعامل معها بشكل عملي لمختلف الأغراض كإجراء الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية.

ولتحقيق هذا المطلب، تم استخدام ماكينة تكسير مواد بلاستيكية من نوع (Plastic crusher S-460)، ومزودة بستة شفرات متحركة واثنتان ثابتتين. وتبلغ الطاقة الإنتاجية لهذه الماكينة 300-500 كجم/ساعة (انظر الشكل 2). وقد تم أولا معالجة مواد النوع الأول وذلك باستخدام ماكينة التكسير، وبعد الإنتهاء من مواد النوع الأول تم تنظيف الماكينة ثم شرع في معالجة مواد النوع الثاني.

وأخيراً، وبعد تنظيف الماكينة من بقايا النوع الثاني تم تكسير مواد النوع السادس، وهي تلك المواد المصنعة من مادة عديد الستايرين (PS). وبعد الانتهاء من تكسير جميع المواد تم حساب الكميات التي تم جمعها وزناً وذلك باستخدام ميزان الكتروني ذو سعة قياس تبلغ 300 كجم كحد أقصى (ES-300K by Measuretek. China). ويبين الشكل 3 مواد النوعين الأول والثاني قبل وبعد المعالجة بالتكسير.

النتائج

عند إجراء عمليات الفرز حسب النوع، كان هناك بعض المشقة في تصنيف مواد النوع الأول وذلك لأنه يتحتم نزع أغطية العبوات نظراً لأنها في الغالب مصنعة من المادة الأخرى وهي مادة HDPE. إلا أن هذا لا ينطبق على مواد النوع الثاني نظراً لأن مادة العبوة والغطاء هي من نفس النوع. أيضا يجب التنويه إلى صعوبة الفصل اليدوي لحلقات الأغطية ومادة الغلاف التي يكتب عليها بيانات المنتج لمواد النوع الأول. لذا فقد تم فرز مواد النوع الأول كما هي ولكن بدون الأغطية، كما وأن بعض عبوات المياه ذات الحجم الصغير تحتوي على غطاء مغلف للعبوة مصنوع من مادة معدنية وهذا أيضا يصعب نزعه بشكل يدوي. 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 ومن ثم شرع في تصنيف النفايات البلاستيكية حسب النوع في الأحواض المخصصة لذلك. وقد لوحظ أيضاً أن التعليمات التي أعطيت للسكان بخصوص طريقة الجمع لم تتبع بالشكل المرضي حيث وجد بعض العلب التي لم يتم شطفها بالماء قبل إلقاءها مع المواد البلاستيكية الأخرى.

أما مادة PS (عديد الستايرين) فقد وجدت بكميات قليل جداً وهذا متوقع لأن استخداماتها في المنازل، وذلك على هيئة صحون وأكواب للشرب، هي ضئيلة جداً 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 هذه الدراسة نظراً لقلة الامكانات المتاحة للتعامل معها وتهيئتها. أيضاً وجدت بعض الكميات الضئيلة من مادة PP (عديد البروبلين) ومواد بلاستيكية أخرى مثل لعب الأطفال وقد استغرق تكسير جميع المواد مدة أسبوعين بمعدل 2 ساعة/يوم، وقد بلغ مجموع ما تم معالجته من مواد حوالي 287 كجم كما هو موضح في جدول 1. وفيما يلي مناقشة لأهم النتائج المتحصلة.

(ب)

(أ)

(شكل 1 أ-ب) توزيع الحاويات في الحي السكني: (أ) حاويات بالقرب من السوق المركزي، (ب) مرحلة جمع النفايات البلاستيكية.

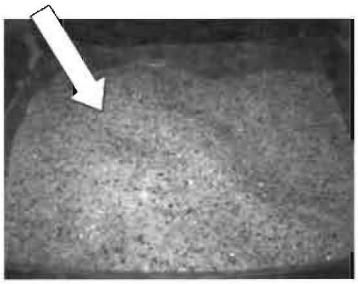
(ب)

(أ)

(شكل 2 أ-ب) ماكينة التكسير المستخدمة في الدراسة: (أ) صورة للماكينة بوجه عام، (ب) الماكينة اثناء الاستخدام.

(أ)

(ج)



(ب)

(شكل 3 أ-ج) النفايات البلاستيكية: (أ) PET وHDPE قبل المعالجة؛ (ب) PET بعد المعالجة بالتكسير، (ج) HDPE بعد المعالجة بالتكسير.

كميات المواد

يبين الجدول 1 قلة إجمالي المواد التي تم جمعها. حيث كان متوقعاً أن يتم جمع كميات كبيرة من تلك المواد خلال فترة الجمع (9-12 شهر). وبحسب تقديرات الرئاسة العامة للارصاد وحماية البيئة، فإن معدل انتاج النفايات للفرد في اليوم في مدينة الرياض هو 1.5 كجم وذلك في عام 1424 هـ. واذا اعتبرنا أن نسبة النفايات البلاستيكية هي 17% بناءاً على بيانات الدراسة التي قامت بها أمانة مدينة الرياض في عام 2005 م، فيمكن القول أن المعدل اليومي للفرد لإنتاج نفايات بلاستيكية يبلغ حوالي 255 جم. وللوقوف على السبب الذي أدى الى قلة ماتم جمعه من مواد بلاستيكية خلال المدة المقررة في الدراسة،تم الرجوع الى بيانات الاستبانات التي وزعت على الساكنين لتقصي السبب. وبالرجوع الى بيانات الجدول 1 نرى ان نفايات النوعين الاول والثاني تشكل النسبة العظمى من مجموع النفايات البلاستيكية المنزلية، حوالي 95%، وهذا الاستنتاج يتفق مع دراسات اخرى اجريت في الماضي (Subramanian, 2000; Duchin and Lange, 1997).

جدول 1. كميات ونسب المواد التي تم جمعها ومعالجتها.

المادة	الوزن (كجم)	النسبة المئوية %	ملاحظات
PET	99	34.54	
HDPE	173.45	60.51	
PS	8	2.79	
PP	4.05	1.41	
أخرى	2.15	0.75	مواد PS غير نظيفة، وقليل من مواد النوع الأول التي لم تكسر.
المجموع	286.65	**100**	

بيانات الاستبانة

تم توزيع 300 إستبانه على الساكنين، وقد أستعيد 62 إستبانه بعد تعبئتها، وتبين الجداول 2و3 أهم نتائج الاستبانة. وقد تبين من خلال المعلومات المعطاة في الإستبانة، أن متوسط عدد الإفراد في الحي السكني يبلغ 4 إفراد، وإذا اعتبرنا أن عدد الوحدات السكنية المأهولة عند بدء عملية الجمع هو 340 وحدة حسب إفادة إدارة الإسكان، وان المعدل اليومي لإنتاج الفرد من النفايات البلاستيكية يبلغ 255 جم لهذا كان يلزم إنتاج ما لا يقل عن 10 طن في الشهر من النفايات البلاستيكية من الحي السكني. يلاحظ هنا أن ما تم جمعه من خلال الدراسة الحالية يمثل 0.24 % فقط من الإنتاج المتوقع (أي 120 طن في السنة). ويبين الجدول 2 الإنتاج الأسبوعي المتوقع للعائلة الواحدة من بعض النفايات البلاستكية المختارة، وباستخدام هذه المعلومة من جدول 2، يمكن حساب الإنتاج الشهري المتوقع لكامل الحي السكني وهو حوالي 2 طن، إلا إن هذه الكمية تشكل 20% من الإنتاج المتوقع استناداً إلى الإحصاءات السابقة، اي 10 طن (او 255 جم للفرد).

وربما يعود السبب في ذلك إلى أن المواد المشار إليها في جدول 2 تشكل جزء يسير من النفايات البلاستيكية التي تم حسابها من خلال الدراسة التي قامت بها أمانة مدينة الرياض. وتجدر الإشارة هنا إلى أن ما تم جمعه خلال الدراسة الحالية يشكل حوالي 1.15 % فقط من الإنتاج السنوي للنفايات البلاستيكية المستخدمة في حفظ وتعبئة الغذاء في الحي السكني (أي 2 طن في الشهر) بحسب ما ورد في الجدول 2. ويتبين من الجدول 3 أن حوالي 60% 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 تم أيضا بعد مضي ما يقارب الأربعة أشهر على بدء عملية الجمع توزيع منشور توعوي حول أهمية إعادة تدوير المواد البلاستيكية وبه تعليمات حول عملية عزل وتجميع تلك المواد. وقد تبين أيضا من خلال نتائج الاستبانة أن حوالي 16% فقط قد قاموا بعزل النفايات البلاستيكية عن النفايات المنزلية الأخرى طوال مدة الجمع.

وتبين نتائج الاستبانة أيضا، من خلال جدول 3، أن معظم اللذين اشتركوا في تعبئة الاستبانة يوافقون على أهمية موضوع الدراسة، ومع ذلك فقد أشار حوالي 29% منهم إلى مشقة القيام بعزل النفايات البلاستيكية في المنازل؛ وربما يرجع ذلك إلى عدم توفر حاوية أمام كل وحدة مما يسهل ويشجع المشاركة. وربما يعزز هذا التفسير أن 66% يفضلون وجود حاوية خاصة بكل منزل بينما أشار 13% فقط إلى أن طريقة الجمع الثانية هي المناسبة.

كما أشارت البيانات أيضا، كما هو معطى في الجدول 3، إلى أن الذين قاموا بعزل النفايات حسب الإرشادات يشكلون نسبة 24% فقط. وفي محاولة لمعرفة أثر وجود خادمة في المنزل على فاعلية المشاركة، اتضح أن غالبية المشاركين لم يكن لديهم خادمة منزلية. أما عن حجم المنزل فقد أوضحت نتائج الاستبانة أن أكثر من نصف المشاركين هم من قاطني الوحدات المنزلية الكبيرة، (أي الفلل)، وهذا قد يعطي مؤشر إلى أن كبر حجم المنزل لا يعد عائقاً في المشاركة. وقد يسترعي الانتباه أن النسبة العظمى من الذين لم يشاركوا هم أيضا من قاطني الفلل، مما قد يعطي دلالة على أن حجم الوحدة يؤثر سلباً في عملية المشاركة، وهذا يتناقض مع الاستنتاج حول علاقة حجم الوحدة بفاعلية المشاركة.

وللتقليل من هذا التناقض المفترض، نشير إلى أن نسبة كبيرة من غير المشاركين أشاروا إلى عدم تلقيهم طلب

للمشاركة، وربما تكون نسبة كبيرة منهم من قاطني الفلل. لذا فان عدم المشاركة لا يرتبط بحجم الوحدة بل بعدم المعرفة بالمشاركة. أخيرا، أوضحت نتائج الاستبانة أن الذين شاركوا في عملية عزل النفايات البلاستيكية بحيث يكون أحد الوالدين من حملة المؤهلات العالية، الماجستير أو الدكتوراه، يشكلون النسبة الدنيا (أنظر جدول 3).

جدول 2. تقدير كمية النفايات البلاستكية المستخدمة في حفظ وتعبئة الغذاء في الحي السكني.

المادة	معدل الاستهلاك الاسبوعي (حاوية)	الوزن (جم) / حاوية	الوزن الاجمالي (جم)
حاويات اللبن والعصير سعة 1 لتر	2.5	30.6	76.5
حاويات اللبن والعصير سعة 1 لتر	2.5	41	102.5

جدول 3. نتائج استبانة الدراسة.

السؤال	الاجابة	النسبة المئوية (%)	ملاحظات
وجهة النظر حول اعادة تدوير النفايات البلاستيكية	مهم	98.4	
	ليس من الاولويات	0.6	
المشاركة في الجمع	عدم مشاركة	59.7	
	مشاركة جزئية	24.2	
	مشاركة كاملة	16.1	
سبب عدم المشاركة	عدم تلقي طلب	81.1	نسبة الى عدد غير المشاركين
	صعوبة في التنفيذ	13.5	
	اخرى	5.4	
تقييم عملية القيام بفصل النفايات البلاستيكية عن النفايات المنزلية الاخرى	سهلة	59.7	
	ممتعة	8.1	
	شاقة	29	
عزل جميع النفايات البلاستيكية عن النفايات المنزلية الاخرى	نعم	24	نسبة الى عدد المشاركين
	احياناً	52	
	حسب خطاب الارشادات	24	
للمشاركين: هل يوجد خادمة	نعم	44	نسبة الى عدد المشاركين
	لا	56	
لغير المشاركين: هل يوجد خادمة	نعم	54.1	نسبة الى عدد غير المشاركين

معالجة مواد النوع الأول (PET)

بلغت مواد النوع الأول مايقارب 35% من الوزن الاجمالي لجميع المواد التي تم جمعها ومعالجتها بماكينة التكسير. وشملت هذه المواد عبوات المياه باحجام مختلفة ابتداءاً من الصغيرة الحجم، أي 0.3 لتر، وانتهاءاً بالعبوات الكبيرة بسعة 10 لتر. وكما تم ذكره سلفاً، فإن الاغطية لتلك العبوات يتم ازالتها يدوياً عند الفرز بينما يتعذر فصل حلقات الاغطية ومادة التغليف للعبوة وتلك تصنع من مادة عديد الإيثلين (PE).

ويبلغ وزن عبوة المياه الصغيرة بسعة 0.3 لتر حوالي 14 غرام بينما يبلغ وزن العبوة الكبيرة من نفس النوع مايقارب 206 غرام وذلك باستثناء وزن الغطاء. وتشمل أيضاً مواد هذا النوع عبوات المشروبات الغازية بأحجام مختلفة تتراوح من 0.4 لتر الى 2.25 لتر. كما اشتملت تلك المواد على عبوات الحليب والعصير بأحجام صغيرة مثل 0.25 لتر و0.5 لتر، وأحجام أكبر مثل 1.5 لتر. وقد لوحظ ان بعض عبوات المياه الكبيرة، مثل ذات السعة 10 لتر، يكون ممسك اليد لها مصنوع من نفس المادة اي PET.

كما وجد ايضاً عبوات زيت طعام بسعة 0.75 لتر الى 4 لتر وعبوات مواد تنظيف و«شامبوات». وأثناء إجراء عملية التكسير لتلك المواد لوحظ أن مادة التغليف للعبوات تنفصل عن العبوة ويلتصق بعضها بجدران الماكينة، وهذا يعزى إلى نشاط الكهرباء الساكنة بين مادة البوليمر والمادة المعدنية في الماكينة (انظر الشكل 4). وأخيراً فقد استرعى الانتباه بعض علب المياه اثناء المعالجة وقد بدا أنها متحللة وربما تركت معرضة لاشعة الشمس لفترة طويلة، وهذا قد يوثر على خواص المادة النهائية.

شكل 4. التصاق مادة تغليف العبوات بجدران ماكينة التكسير.

معالجة مواد النوع الثاني (HDPE)

تمت معالجة مواد النوع الثاني عقب الإنتهاء من مواد النوع الأول، وقد شكلت مواد هذا النوع نسبة عالية بلغت حوالي 61% من الوزن الإجمالي للمواد (أنظر جدول 1). وقد كان معظم هذه المواد عبارة عن عبوات العصير والحليب والألبان شبه الشفافة والمعتمة ذات أحجام مختلفة: 0.25 لتر، 1 لتر، و2 لتر. كما وجد أيضاً عبوات مياه سعة جالون (3.78 لتر)، وجالونات تنظيف وعبوات كلوركس وعبوات سائل تنظيف الزجاج بسعة 3 لتر و4 لتر. وقد وجد كميات قليلة من علب زيت السيارات وربما تكون قد جمعت من خلال الحاوية التي وضعت بالقرب من ورشة المدينة. واخيراً اشتملت مواد هذا النوع على عبوات المياه الكبيرة سعة 15 لتر والتي في الغالب تستخدم لبرادات المياه، كما وجد ايضاً جوالين تعبئة المياه لاغراض الرحلات وتعبئة مياه زمزم.

معالجة ماتبقى من مواد

تم فرز مواد النوع السادس، أي مواد PS، واستبعدت كمية من تلك المواد نظراً لعدم تقيدها بالشروط المنصوصة في الخطاب الموجه للسكان قبل بدء عملية الجمع. كما وجدت بعض مواد النوع الخامس (عديد البروبلين،PP) على هيئة أكواب للشرب بيضاء شبيهة بالأكواب التي تصنع من مواد النوع السادس وأوعية لزراعة النباتات وأوعية حفظ التمور وأغطية علب سوائل التنظيف المنزلي وغيرها. وبالرجوع الى الجدول 1 يلاحظ أن مواد النوع السادس تشكل نسبة قليلة جداً من مجموع ماتم جمعه من نفايات بلاستيكية، و ربما يعزى هذا إلى مايلي:

- إن غالب استخدامات تلك المادة هي في مجال تعبئة المواد الغذائية الصلبة كمنتجات الحليب مثل عبوات اللبن الزبادي وغيرها، وهذا النوع من النفايات لم يكن مقبولاً في الدراسة كما أشير الى ذلك سابقاً.
- من الإستخدامات الأخرى لمواد النوع السادس الأطباق والملاعق وغيرها التي تستخدم مرة واحدة فقط، وهي مواد يندر استعمالها داخل المنازل، وقد أشارت نتائج الاستبانة للدراسة الحالية أن حوالي 76% ممن قاموا بتعبئة الاستبانة لايستخدمون تلك المواد في المنازل.

الاستنتاجات

إتضح من خلال الدراسة الحالية أهمية تطبيق إدارة فاعلة لجمع النفايات البلاستيكية في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في مدينة الرياض من الناحيتين التوعوية والتنظيمية. فمن الناحية التوعوية تبين أن هناك قصور في جانب توعية الساكنين حول أهمية الموضوع من الناحية البيئية بحيث يصبح لزاماً عليهم اتباع التعليمات بدقة حول عدم وضع النفايات غير البلاستيكية في الحاويات المخصصة للنفايات البلاستيكية والتعاون في عدم التخلص من الحاويات الملاصقة للأطعمة السائلة كعلب الحليب والعصير التي يسهل تنظيفها بسرعة من خلال شطفها بالماء قبل وضعها مع النفايات البلاستيكية الاخرى.

ومن الناحية التنظيمية، أدى توزيع عدد قليل من الحاويات الى إحجام كثير من الساكنين (حوالي 29%) عن المشاركة في عزل وجمع النفايات البلاستيكية بحجة عدم توفر الحاوية امام المنزل. وقد أفاد حوالي 60% من الساكنين أنهم لم يشاركوا لاسباب منها عدم تلقي طلب بالمشاركة وصعوبة التنفيذ. وهذا يفسر سبب قلة ماتم جمعه من نفايات بلاستيكية خلال فترة الدراسة، حيث بلغ ذلك حوالي 287 كجم وهو يمثل 0.24% فقط من الإنتاج السنوي المتوقع للنفايات البلاستيكية في الحي السكني بناءاً على بيانات الاستبانة واستناداً الى الاحصاءات الحكومية السابقة، وهو يمثل ايضاً حوالي 1.15% من الإنتاج السنوي المتوقع للحي السكني من المواد البلاستيكية المستخدمة لحفظ وتعبئة الغذاء كما تم بيانه من خلال جدول 2. أخيراً، فقد بينت نتائج الدراسة الحالية، أن مواد النوعين

Ref. 2444
Rec.05/ 05/ 2007
In-revised form 25/ 08/ 2007

الأول والثاني تشكل معظم ماتم جمعه من نفايات استهلاكية بلاستيكية في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، بحيث احتلت نفايات النوع الثاني المرتبة الأولى بنسبة 61% وزناً، يليها نفايات النوع الأول بنسبة 35% وزناً.

شكر وعرفان

يود المؤلف أن يتقدم بالشكر الوافر لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ممثلة بوحدة البحوث الداخلية على تقديم الدعم المادي للدراسة.

المراجـــع

Duchin, F, Lange GM (1998) Prospects for the recycling of plastics in the United States. *Structural Change and Economic Dynamics,* **9:** 307–331

Ferrara, I, and Missios, P (2005) Recycling and Waste Diversion Effectiveness: Evidence from Canada. Environmental and Resource Economics, **30** (2): 221–238. Available at: http://econpapers.repec.org/article/Kapenreec/

Gupta, Sh, Mohan, K, Prasad, R, Gupta, Su, and **Kansal, A** (1998) Solid waste management in India: options and opportunities. *Resources, Conservation and Recycling* **24** (2): 137–154.

McDonald, S, and **Ball, R** (1998) Public participation in plastics recycling Schemes. *Resources, Conservation and Recycling*, **22** (3/4): 123–141. Available at: http://www.sciencedirect.com

Patel, M, Thienen, NV, Jochem, E, and **Worrell, E** (2000) Recycling of plastics in Germany. *Resources, Conservation and Recycling*, **29**(1/2): 65–90. Available at: http://www.sciencedirect.com

Smith, DN, Harrison, LM, and **Simmons, AJ** (1999) A survey of schemes in the United Kingdom collecting plastic bottles for recycling. *Resources, Conservation and Recycling,* **25** (1): 17–34. Available at: http://www.sciencedirect.com

Subramanian, PM (2000) Plastics recycling and waste management in the US. *Resources, Conservation and Recycling*, **28** (3/4): 253–263. Available at: http://www.sciencedirect.com