مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (1)، العدد (2) (ديسمبر-2015)

ISSN: 2413-5267

النفايات البلاستيكية وآثارها على البيئة والإنسان والطرق الحديثة للاستفادة والتخلص منها

محمد رشيد العود[1]، صالح محمد قشوط[1]، احمد محمد سلامة[2]، فتحي عبد العزيز مسعود[1]

[1]مؤسسة الطاقة الذرية، طرابلس، ليبيا

[2] المعهد العالي للمهن الشاملة، القره بوللي، ليبيا

Impacts of Plastic Wastes on Environmental and Human and Modern Ways to Take Advantage and Disposal

الملخص

للبلاستيك دور هام وحيوي في حياتنا المعاصرة وقلما تجد منتجا صناعيا يخلو من أحد أنواع البلاستيك إلا أن الحجم المتزايد والمتراكم من النفايات البلاستيكية وما تحدثه من ضرر على الإنسان والبيئة أدى إلى اهتمام متزايد في كثير من دول العالم لدراسة المشكلة. يعزى الضرر الناتج من النفايات البلاستيكية إلى احتوائها على مواد بوليميرية لا تتحلل بفعل العوامل الطبيعية سواء البيولوجية أو البيئية وكذلك احتوائها على مواد كيميائية مضافة لغرض تحسين خصائصها وتقليل تكلفتها. يزداد إنتاج الأنواع المختلفة من البلاستيك في العالم بشكل مطرد منذ عقود يصاحبه تطور مستمر ويستخدم جزء كبير منها لإنتاج السلع الاستهلاكية من التعبئة والتغليف والمنتجات قصيرة الأجل الأخرى ويجد ما يقرب من نصف المنتجات البلاستيكية طريقه كنفايات. يتم انتتاج عدد من البوليمرات في ليبيا مثل البولى فينيل كلوريد والبولي إثلين والتي تدخل في صناعات بلاستيكية عديدة بالإضافة إلى عدد من البوليمرات والمنتجات البلاستيكية المستوردة من الخارج. الطرق التقليدية للتخلص من النفايات البلاستيكية والمتمثلة في الحرق والطمر وإلقائها في البحار والمحيطات تسبب أضرار جسيمة للكائنات الحية والبيئة وظهرت عدة طرق حديثة للتخلص والاستفادة منها والتي تشمل إعادة التدوير وإنتاج الطاقة واستحداث البديل لبعض المنتجات البلاستيكية مثل البلاستيك الحيوي. دلت التجارب الناجحة في عدد من دول العالم على أهمية إقرار تشريعات وقوانين خاصة بالتعامل مع النفايات البلاستيكية وتشجيع المستثمرين في مجال إعادة التدوير وانتتاج الطاقة منها والتوعية والدور الهام الذي يلعبه المواطن في المساهمة للحد من مخاطرها. تهدف هذه الدراسة بالتحليل تناول أهم الجوانب المتعلقة بالنفايات البلاستيكية وآثارها على البيئة والإنسان والطرق الحديثة للاستفادة والتخلص منها أو التقليل والحد منها واهية توعية المواطن بها وبالتعامل السليم معها. تم كذلك إجراء استبيان حول المواد البلاستيكية شاركت فيه الفئات المختلفة من المجتمع وتبين من خلاله أنه يوجد مؤشر جيد حول الوعي لدى المواطن بمفهوم البلاستيك وأهميته وآثار مخلفاته الضارة على البيئة والإنسان.

الكلمات الدلالية: البلاستيك، النفايات، إعادة التدوير، بوليمر.

Abstract

Plastic has an important and vital role in our contemporary life, and you will rarely find an industrial product that is devoid of one of the types of plastic. However, the increasing and accumulated volume of plastic waste and the harm it causes to humans and the environment has led to an increasing interest in many countries of the world to study the problem. The damage resulting from plastic waste is attributed to the fact that it contains polymeric materials that do not degrade due to natural factors, whether biological or environmental, as well as the containment of chemicals added for the purpose of improving its properties and reducing its cost. The production of various types of plastic in the world has been increasing steadily for decades, accompanied by

ISSN: 2413-5267

continuous development. A large part of it is used to produce consumer goods from packaging and other short-lived products, and nearly half of plastic products find their way as waste. A number of polymers are produced in Libya, such as polyvinyl chloride and polyethylene, which are used in many plastic industries, in addition to a number of polymers and plastic products imported from abroad. The traditional methods of disposing of plastic waste represented in burning, landfilling and dumping it in the seas and oceans cause severe damage to living organisms and the environment. Several modern methods of disposal and utilization have emerged, which include recycling, energy production and the development of an alternative to some plastic products such as bioplastics. Successful experiences in a number of countries around the world have shown the importance of adopting legislation and laws for dealing with plastic waste, encouraging investors in the field of recycling and producing energy from it, and raising awareness and the important role that citizens play in contributing to reducing its risks. This study aims to analyze the most important aspects related to plastic waste and its effects on the environment and human beings and modern ways to benefit from it and get rid of it or reduce and limit it. A questionnaire was also conducted on plastics, in which different groups of society participated, and it was found that there is a good indicator about citizen awareness of the concept of plastics, its importance, and the harmful effects of its waste on the environment and people.

Keywords: Plastic, Waste, Recycling, Polymer.

1. المقدمة

تقدر الدراسات أن إنتاج البلاستيك يستهلك سنويا 3-5% من مجمل الإنتاج العالمي من النفط الخام وأنه في عام 2012 تم إنتاج 280 مليون طن من البلاستيك عالميا (Markus *et al.*, 2014). استعملت هذه الكميات الضخمة المنتجة في معظم الصناعات ووجد حوالي نصفها طريقه نحو مكبات النفايات على شكل قمامة ملأت قارات العالم ومياه البحار والمحيطات. بالرغم من مميزاتها المختلفة مثل القوة والمرونة وخفة الوزن وانخفاض التكلفة وسهولة التشكيل ومقاومة للتآكل وفعالة أيضا في عزل الحرارة والكهرباء وقابليتها للتشكيل لتتلاءم وأغراض استعمالها ومقاومتها التآكل بفعل الأحماض والقلويات والمذيبات إلاَّ أن مخلفاتها تشكل إحدى المصادر الرئيسة لتلوث البيئة وخطورة على صحة الانسان. مادة البلاستيك لا تحلل بفعل العوامل الطبيعية سواء البيولوجية كالبكتيريا والفطريات والخمائر أو البيئية كالحرارة والرطوبة والضوء أو أشعة الشمس والأكسجين والمواد الكيميائية وغيرها ويعزى عدم تأثر هذه المادة أو مقاومتها للتحلل بفعل هذه العوامل وخاصة البيولوجية منها إلى عدة عوامل والتي من أهمها كبر حجم جزئيات هذه المادة وعدم قابليتها للذوبان في الماء. يتكون البلاستيك من سلاسل طويلة من الجزيئات تسمى البوليمرات والتي تتشكل من ارتباط عدد كبير من الجزيئات الصغيرة يطلق عليها اسم المونومرات. عادة ما يحتوي البوليمر على الكربون والهيدروجين والكلور والنتروجين وعناصر أخرى. نظرا لطول سلاسل البوليمر فإن الروابط الكيميائية الأساسية التر تربط العناصر المكونة لها تنحل بالحرارة وتتكسر قبل أن تنفصل السلاسل عن بعضها بسبب الطاقة الكبيرة للروابط الثانوية والتشابك الفيزيائي بينها وبالتالي فإن البوليمر لا يتحول إلى غاز مثل المواد الأخرى بفعل الحرارة. للحصول على الخصائص المطلوبة للبلاستيك من الليونة والمرونة والقوة ومقاومة للحريق وصد المياه

ISSN: 2413-5267

وغيرها تضاف أنواع مختلفة من المواد الكيميائية. تستخدم مجموعة واسعة من المضافات التي تعمل على تحسين خصائص وتسهيل تصنيع وتقليل التكلفة مثل المواد المالئة والمثبتات الحرارية والضوئية والملدنات والملينات والمواد المضادة للأكسدة والمواد المانعة للتكهرب ومثبطات اللهب والملونات (Rudolph, 1975) .

1.1. تصنيف المواد البلاستيكية وانتاجها واستخداماتها

عادة ما تصنف المواد البلاستيكية من حيث تركيبها الكيميائي (العمود الفقري وسلاسل البوليمر الجانبية). إلا أن التصنيف التكنولوجي للمواد البلاستيكية من حيث تأثير الحرارة عليها هو الأهم وينقسم إلى نوعان : الأول هو اللدائن المطاوعة للحرارية (thermoplastics) وهي مجموعة من المواد البلاستيكية ذات البنية الجزئية الخطية والتي تتلدن بالحرارة أثناء تسخينها وتتصلب بالبرودة أثناء تبريدها وتتميز هذه المواد بأنها لا تفقد لدونتها بتكرار التسخين والتبريد. يتم استهلاك حوالي 80% من البلاستيك من نوع البلاستيك المطاوع للحرارة وهو النوع القابل للتدوير (Al-Salem *et al.*, 2009). درجة التحول أو الانتقال الزجاجي T_g وهي درجة الحرارة التي يبدأ عندها البوليمر المطاوع للحرارة بالتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة المطاطية عند تسخينه لها أهمية في عمليات تصنيع المنتج وهي تختلف اختلافا كبيرا بين البوليمرات. النوع الثاني هو اللدائن المتصلدة بالحرارية (thermosetting) وهي مجموعة من المواد البلاستيكية ذات البنية الجزيئية المختلطة والتي تفقد لدونتها بعد تصلبها الأول ولا يمكن إعادة تسخينها وتشكيلها من جديد وإذا تم تسخينها على سبيل التجربة لدرجة حرارة فوق درجة حرارة انصهارها تتفحم وتنهار دون أن تتلدن.

كان الإنتاج العالمي السنوي للبلاستيك خلال عام 1900 أقل من1 طن في السنة ومنذ ذلك الحين ازداد الإنتاج بشكل مطرد كل عام ووصل إلى 288 مليون طن في عام 2012 وفي عام2011 استخدمت أكثر من نصف جميع البلاستيك في التغليف وفي مواد البناء واستخدم الباقي في الالكترونيات وصناعات السيارات ولإنتاج المواد اللاصقة والدهانات والألياف الصناعية في مجال المنسوجات (Markus *et al.*, 2014). في ليبيا تشمل صناعة البلاستيك انتاج البوليمر وتصنيع البلاستيك. يتم إنتاج 60000 طن في السنة من مادة البولي فينيل كلوريد بمجمع ابي كماش الكيميائي ويتم انتاج 80 ألف طن من مادة البولي إثيلين مرتفع الكثافة وانتاج 80 ألف طن من البولي إثيلين الخطي منخفض الكثافة. يتم استيراد عدد من البوليمرات من الخارج لمعالجتها وتصنيع منتجات بلاستيكية متنوعة. وصل العدد الإجمالي لشركات الصناعة البلاستيكية في جميع أنحاء ليبيا حوالي 120شركة منها 20 شركة كبرى وحوالي 40 شركة متوسطة وحوالي 60 شركة صغيرة. منتجات المواد البلاستيكية المنتجة في ليبيا تشمل الأنابيب والعبوات والكابلات واللوازم المنزلية وغيرها (Farag, 2010). تم كذلك استيراد العديد من المواد

ISSN: 2413-5267

البوليمرية الأخرى مثل البولى بروبيلين والبولي ستارين والبولي أميد والأكريلك بوليمر والبولي يوراثين التي تدخل في تصنيع العديد من المنتجات البلاستيكية مثل العبوات والفرش الارضية والابواب والنوافذ وغيرها وكذلك استيراد كميات كبيرة من المنتجات البلاستيكية التي تستخدم في كثير من المجالات ووصل استهلاك البلاستيك في ليبيا إلى 125,000 طن خلال عام 2010 (Farag, 2010).

2.1. المواد المضافة للبلاستيك

تعتمد المنتجات البلاستيكية عن طريق خلط البوليمرات الأساسية مع مواد مضافة لتحسين خواصها ولتسهيل تصنيعها ولتخفيض تكاليف الانتاج ولتحسين السلامة وتوفير الطاقة ويمكن أن تساعد في حماية البيئة. وفي بعض الحالات فإن البلاستيك لا يعمل بدون المواد المضافة وتتراوح كمية المواد المضافة بين نسبة الصفر للبوليمرات المستخدمة لتغليف الأطعمة إلى أكثر من 50% في بعض التطبيقات ومتوسط المحتوى من المواد المضافة هي 20% وزنا من البوليمر. تتكون مضافات البلاستيك من مجموعة متنوعة للغاية من المواد والتي تشمل المواد المضادة للأكسدة والمواد المانعة للتكهرب والمثبتات ومثبطات اللهب والمثبتات الضوئية ومواد التشحيم وعامل النفخ والملدنات والمثبتات الحرارية والمواد المالئة ومواد منع الالتصاق ومضافات التلوين ومثبتات الأشعة فوق البنفسجية ومانعة الضباب ومضادات الفطريات. لايخلو استعمال هذه المواد المضافة للدائن من حدوث مشاكل لأن بعضها يذوب بدرجة محدودة في السوائل فتلوث الأغذية المحفوظة فيها وقد تهاجر هذه المركبات إلى سطح البوليمرات وتلوث الأغذية مما يعني ضرورة اختيار المناسب منها.

3.1. مخلفات البلاستيك

أصبحت النفايات البلاستيكية المنزلية والصناعية مصدر قلق بيئي رئيسي في العالم خاصة أن التلوث بهذه النفايات وصل إلى بحار ومحيطات العالم. تتسلل سنويا حوالي 6.4 مليون طن من النفايات إلى البحار والمحيطات والأنهار وتشكل النفايات البلاستكية 75 في المائة منها (مجلة الخط الأخضر، 2012). انتشرت ظاهرة إلقاء المخلفات بمختلف أنواعها والتي من بينها مخلفات اللدائن في الأماكن العامة وعلى جوانب الطرق أوفي المياه والشواطئ وأصبحت هذه المخلفات تتناقلها الرياح في الطرقات والشوارع مما يسبب تلوثا خطيرا للبيئة ويسئ إلى المظهر العام للمد والقرى. تجمعت هذه المخلفات في أكوام ضخمة تشبه التلال الصغيرة على مشارف المدن وعلى رمال الشواطئ وداخل الأحياء السكنية وأصبحت مرتعً اخصبًا لتكاثر الجراثيم والميكروبات والحشرات. تنتج النفايات في كل مرحلة من مراحل حياة المنتج وخلال استهلاكه وأيضا خلال أعمال مختلفة يقوم بها الإنسان فمنها النفايات المنزلية وهي غالبيتها مواد عضوية وتشمل أيضا البلاستيك والمعادن والورق والأقمشة والزجاج ومنها النفايات الصناعية وهي الفضلات الناتجة عن المواد الخام المتبقية بعد التصنيع إضافة إلى المنتجات الصناعية الغير سليمة وكذلك مغلفات هذه

ISSN: 2413-5267

المنتجات ومها أيضا النفايات الزراعية : وهي الناتجة عن الأعمال الزراعية المختلفة وهي ناتجة عن بقايا العلف والأسمدة ومغلفات بلاستيكية مختلفة (العبوات والأسمدة والمبيدات والبلاستيك الذي يستعمل في الدفيئات الزراعية أوفي الحقل المفتوح "كيس النايلون ووسائل الري "الأنابيب"). نظرا للحركة العمرانية التي تشهدها دول العالم المختلفة فإن نفايات الهدم والبناء آخذة بازدياد وهي من مركبات مختلفة (البلاستيك والخشب والحديد والاسمنت وغيرها). النفايات الطبية وهي غالبا من مواد كيماوية خطرة إضافة إلى مواد مشعة إ ضافة إلى الشاش والضمادات والبلاستيك.

كما أصبحت الأكياس البلاستيكية التي انتشرت كثيرا أمراً لا غنى عنه بالنسبة للمتاجر والمتسوقين وهي رخيصة التكلفة سهلة الإنتاج بكميات هائلة وسهلة الحمل وتستطيع احتواء الكثير من الأغراض وتحتل أماكن بسيطة جدا فيا لمتاجر ونتيجة لذلك تتراكم الأكياس البلاستيكية في كل مكان وتقبع مليئة بأي شيء من أكياس القاذورات إلى أكياس الأغراض الغذائية. تفيد إحصاءات وكالة حماية البيئة الأميركية حول استهلاك الأكياس البلاستيكية بأنواعها أنها تصل إلى تريليون كيس بلاستيك تستهلك على مستوى العالم سنوياً وينتهي بها الأمر إلى إلقائها في القمامة.

2. الأضرار التي تسببها المخلفات البلاستيكية علي الإنسان والبيئة

تثير الدراسات والأبحاث التي تتواصل حول الأضرار التي تسببها المخلفات البلاستيكية مخاوفا وجدلا كبيرا وتتلخص الآثار الضارة على البيئة والإنسان في الآتي:

1.2. الآثار البيئية

الآثار الضارة للمخلفات البلاستيكية على البيئة كثيرة منها:

- سهولة تطايرها في الجو مما يجعلها عبئاً على مسألة النظافة وتشويه منظر المدن والذوق العام كما أنها تتسبب في نقل بعض الأمراض المعدية.
- تسبب النفايات البلاستيكية في موت ملايين من الكائنات البحرية والبرية.
- تؤثر سلباً على التربة والمحاصيل الزراعية حيث أنها تشكل طبقة عازلة بين التربة وجذور النباتات الزراعية.
- تؤدي إلى بيئة خصبة للطفيليات الممرضة نظرا لقدرتها على الطفو فوق سطح الماء لمدة طويلة كما أنها تؤدي إلى وفاة الحيوانات عند تناولها.
- في حالة حرقها في أماكن تجميعها تنطلق منها أكاسيد الكلور والكربون المدمرة لطبقة الأوزون كما يصدر عنها مركبات غازية أخرى وأحماض ومركبات سامة عديدة مضرة بصحة الإنسان والبيئة.

ISSN: 2413-5267

- تتركز مخاطر نفايات البلاستيك في قطع البلاستيك الصغيرة التي تتسلل إلى الأحياء البحرية الحيوانية والنباتية. فهذه النفايات الصغيرة يخطئها الطائر أو السلحفاء كغذاء وتتركز في معدات الطيور وتتسبب بموتها جوعا.
- هذه النفايات تتسبب في العديد من المشكلات كتدهور حالة المنظر الحضري وتلوث التربة واستنزاف خيراتها وتلوث وتدمير البيئة الحيوانية والنباتية المائية وانتشار عوامل انتقال الأمراض جراء تلوثا لماء فضلاً عن أن هذه النفايات عوامل مساعدة على الفيضانات لأنها تقلل نفاذية المياه في التربة.

2.2. الآثار الصحية

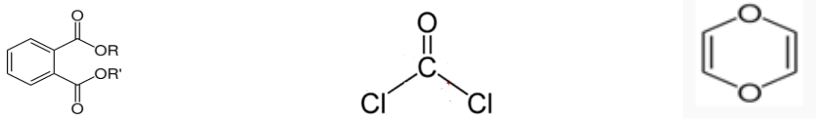
يرى بعض العلماء أن لبعض أنواع اللدائن تأثيرات مسرطنة واكتشف فريق من العلماء أن النوع الصلب للبلاستيك من نوع عديد كلور الفينيل التي استخدمت في الصناعات الغذائية ويلين قوامه عند درجة حرارة 100 مئوية ويبدأ بالتحلل فيلوث السلع الغذائية المستعمل فيها ثم أظهرت أحد الأبحاث العلمية إصابة فئران التجارب بسرطان الكبد نتيجة تعرضها لأبخرة مركب كلور الفينيل (محي الدين، 1999). إن استخدام المواد البلاستيكية قليلة الثبات الحراري في تعبئة الأغذية الساخنة حدوث هجرة بعض مكوناتها خاصة من المواد المضافة المستخدمة في صناعتها كالأصباغ أو المركبات المانعة للأكسدة إلى الأغذية مما يسبب ضررا صحيا. يؤدي تعرض الإنسان لأشكال مختلفة من مركب البولى الستايرين إلى إصابته ببعض أنواع الأورام الخبيثة وهذا المركب له تأثيرات مسببه للتطفر في الخلايا ومسمم للجنين وأدى زرع مركب عديد الستايرين في فئران التجارب إلى تكوين أورام فيها ونشرت تقارير علمية عن فعالية مركبات تساعد على بلمرة وحدات تركيب البلاستيك من نوع ستارين بيوتاديين في تكوين أورام ليمفاوية بالدم (محي الدين، 1999). استخدام البلاستيك من نوع بوليمر ميلامين فورمالدهيد في صناعة أدوات منزلية كأطباق الطعام والصواني يؤدي إلى حدوث تفاعلات بين بعض مكونات الأغذية الساخنة مع الميلامين ويسبب أيضا ضررا صحيا. وهناك العديد من المواد الكيميائية المضافة للمواد البلاستيكية نفسها لإعطائها خصائص معينة مثل البيسفينول A والفثالات ومثبطات اللهب لها آثار سلبية على صحة الإنسان والحيوان مما يؤثر بشكل رئيسي على نظام الغدد الصماء (European Commission Environment, 2011). دلت التجارب المخبرية أن مادة فورمالدهايد اليوريا تتحلل عندما تتعرض لأشعة الشمس أو الحرارة وهذا التحلل يحدث في الغالب جراء ملامسة الأطعمة والأشربة الساخنة لتلك المواد وهذا التلوث الكيميائي الخطير ينتج عنه تسمم للأطعمة والتسبب في حدوث مشاكل صحية معقدة أهمها زيادة فرصة الإصابة بالعقم ومرض السرطان وخلل التوازن الهرموني في الجسم واضطرابات في الجهاز العصبي وخلل في القدرات العقلية وضعف المناعة.

تفيد الدراسات التي أجريت أن البلاستيك يسبب في دمار وتلف أنسجة الجسم الداخلية ليس هذا فحسب فقد تؤدي جزيئات البلاستيك الناجمة عن زراعة المفاصل البلاستيكية للمرضى إلى تفكك أنسجة الجسم وتعطيل وظائفها. جاء في نموذج تصنيف المخاطر العالمي لتصنيف المواد الكيميائية أن أكثر من 50% من البلاستيك يعد

ISSN: 2413-5267

من المواد الخطرة. ووفقا للفحوصات المخبرية تبين أن مونومرات البولي فينيل كلوريد ومواد أخرى كالبولي ستايرين قد تكون سببا في حدوث السرطان. هذه الكيماويات تعمل على تعطيل عدد من الوظائف الفسيولوجية الرئيسة للكائنات مما يتسبب في حدوث بعض الأمراض مثل نقص المناعة.

أن احتراق النفايات اللدائينية ذات التركيبات الكيميائية المختلفة يؤدي في معظم الأحيان إلى تصاعد غازات سامة تلوث البيئة مثل أكسيد الكربون السام والديوكسين الخطير جدًا وسيانيد الهيدروجين السام جدًا وغاز كلوريد الهيدروجين الخانق بالإضافة إلى الفوسجين وأكاسيد الهالوجينات والكبريت والنيتروجين ومجموعة ضخمة من المركبات العضوية المسببة للسرطان. الشكل (1) يبين التركيب الكيميائي لمواد الديوكسين والفوسجين والفثالات.



فثالات فوسجين دايوكسين

الشكل 1. التركيب الكيميائي لمواد الديوكسين والفوسجين والفثالات

الديوكسينات هي مجموعة من المواد الكيميائية الخطرة تعرف بالملوّثات العضوية الثابتة. قد بيّنت التجارب أنّ تلك المواد تؤثر في عدد من الأعضاء والأجهزة وبإمكان الديوكسينات بعد دخولها جسم الإنسان من الاستحكام مدة طويلة بسبب استقرارها الكيميائي وسهولة امتصاصها من قبل النسيج الدهني حيث يتم تخزينها. كما تندرج بعض مركبات بيفينيل عديد التكلور التي تشبه الديوكسينات ولها الخصائص السامة ذاتها ضمن مصطلح "الديوكسينات". تنجم الديوكسينات عن منتجات العمليات الصناعية وقد تنجم أيضاً عن العمليات الطبيعية مثل حالات الثوران البركاني وحرائق الغابات. قد يؤدي تعرّض البشر على المدى المتوسط لمستويات عالية من الديوكسينات إلى إصابتهم بآفات جلدية واختلال وظيفة الكبد. أمّا التعرّض لتلك الديوكسينات على المدى الطويل فيؤدي إلى حدوث اختلال في الجهاز المناعي وعرقلة تطوّر الجهاز العصبي والوظائف الإنجابية. وقد أدّى تعرّض الحيوانات بصورة مستمرة للديوكسينات إلى إصابتها بأنواع سرطانية مختلفة. الفثالات هي استرات حمض الفثاليك وتستخدم أساسا ملدنات وهي غير قابلة للذوبان في الماء وسامة وقابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية. تستخدم الفثالات مع البولي فينيل كلوريد (PVC) ويجري حاليا استبدال الفثالات المنخفض الوزن الجزيئي تدريجيا في العديد من المنتجات في الولايات المتحدة وكندا والاتحاد الأوروبي بسبب مخاوف صحية. الفوسجين هو غاز عديم اللون ثقيل وهو غاز كريه الرائحة شديد السمية أكثر سمية من غاز الكلور. يَنزل أذي شديد بأعضاء التنفس. استخدمه الألمان في الحرب العالمية الأولى. ينتج هذا الغاز عن احتراق مواد عضوية تحتوي على الكلور كذلك ينتج

ISSN: 2413-5267

عن احتراق بعض المواد البلاستيكية والمبيدات. يتحلل هذا الغاز في جسم الإنسان إلى حمض الهيدروكلوريك وغاز اول أكسيد الكربون.

3. الطرق الحديثة للتخلص والاستفادة من المخلفات البلاستيكية

تتمثل الطرق الحديثة للتخلص من المخلفات البلاستيكية في طريقتين وهما تقنية التدوير وتقنية انتاج الطاقة. تعتبر طريقة إعادة تدوير مخلفات المواد اللدائنية من أهم طرق التخلص منها شرط ألا تكون تلك المواد ملوثة أو تكون استعملت من قبل لتعبئة السموم والكيماويات الخطرة أو المعادن الثقيلة كما ينصح بعدم استعمال نواتج عملية إعادة التصنيع في تعبئة المواد الغذائية والمشروبات كما تعتبر عملية تجميعها في مخازن خاصة بعد عملية التقليص من حجمها وإعادة تصنيعها من أنجح الطرق للتخلص منها.

يسعى الباحثون إلى إيجاد بديل مناسب عن البلاستيك التقليدي المصنوع من النفط والغاز وقد أسفرت الأبحاث عن ابتكار البلاستيك العضوي البلاستيك الحيوي المصنوع من بعض المواد النباتية الخام والمتجددة كالذرة والقمح والبطاطس وقصب السكر حيث يتم الحصول على النشا والسكريات والسليلوز وبواسطة بعض المعالجات الحيوية والكيميائية ويتم تصنيع هذا النوع من البلاستيك القابل للتحلل بيولوجيا خلال فترة زمنية قصيرة نسبيا. يسعى الباحثون لتطوير هذه المواد وبشكل متزايد كوسيلة لتوفير الوقود الأحفوري والحد من انبعاثات الغازات السامة ومن النفايات البلاستيكية الضارة (Saharan *et al.*, 2012).

الشكل (2) يبين الأسلوب الأفضل للتخلص من النفايات البلاستيكية حيث يعتبر التقليل هو الأفضل يليه إعادة الاستخدام ويليه إعادة التدوير ويليه استخلاص الطاقة وأخيرا المعالجة والتخلص.

الشكل 2. الأسلوب الأفضل للتخلص من النفايات البلاستيكية

ISSN: 2413-5267

1.3. إعادة تدوير البلاستيك

إعادة التدوير هي عملية إعادة تصنيع واستخدام المخلفات وذلك لتقليل تأثير هذه المخلفات وتراكمها على البيئة وإعادة تدوير البلاستيك يقصد منها إعادة استعمال المخلفات البلاستيكية كمواد أولية. البلاستيك كان منذ فترة طويلة مادة رخيصة على عكس المعدن والورق والزجاج فإن مصانع البلاستيك لم تطور وسائل لإعادة تدوير المواد التي تنتجها بكميات كبيرة ولذاك تتجه معظم دول العالم لإعادة تدوير النفايات البلاستيكية لأسباب بيئية وكذلك اقتصادية. أساليب إعادة التدوير تشمل إعادة التدوير الأولية حيث يعاد استخدام البلاستيك في نفس التطبيق وإعادة التدوير الثانوية حيث يتم استخدام المادة (المختلطة أو الملوثة) في تطبيقات أدنى درجة وإعادة ا لتدوير فوق الثانوية حيث يتم تحويل البلاستيك إلى مواد كيميائية أو مركبات كيميائية بسيطة وإعادة التدوير الرباعية حيث يتم استرداد الطاقة فقط من هذه المواد من خلال الحرق.

نظراً لصعوبة فصل البلاستيك وتكاليفه العالية فإن الخيار الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية غالباً هو إعادة التدوير الثانوية وابتكار طرق فصل أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية يشكل أهمية حاسمة لتوسيع نطاق إعادة تدوير المواد البلاستيكية ولا يقل عن هذا أهمية إنشاء أسواق جديدة محتملة للموا المعاد تدويرها.

من أمثلة إدارة النفايات الناجحة إعادة معالجة القوارير المصنوعة من تيريفتاليت البولي إيثلين لتحويلها إلى ألياف من البوليستر. نجحت اليابان في عام 2010 في إعادة تدوير 72% من القوارير المصنوعة من تيريفتاليت البولي إيثيلين مقارنة بنحو 30% فقط في الولايات المتحدة و48% في أوروبا. رغم استمرار ممارسات الحرق والطمر فإن معدلات إعادة التدوير المرتفعة هذه تؤكد على التأثير الإيجابي الناجم عن السياسات المستهدفة.

من بين التطورات الأخرى الواعدة البلاستيك الحيوي الذي بدأ ينافس المنتجات المستخدم في صناعتها مواد بترولية ولأن البلاستيك الحيوي ينتج من موارد متجددة ذات أساس بيولوجي (مثل السليولوز والنشا والجلوكوز) وفي بعض الحالات من خلال التخمير الميكروبي فإنه يحتوي على بصمة كربونية أقل ويساهم بدرجة أقل في الانحباس الحراري العالمي وتحلل بيولوجياً إلى جزيئات صغيرة (Saharan *et al.*, 2012; Hopewell *et al.*, 2009).

إنّ لإعادة تدوير البلاستيك أهمية بالغة ودور مهم في الحد من نفاذ المصادر وتحقيق التنمية المستدامة وذلك بتأمين المواد الأولية من استغلال المخلفات بدلا من المواد الخام كما أن له دو رمهم من الناحية البيئية وذلك بحماية الهواء والماء من الملوثات حيث تجميعها وإعادة استعمالها بدلا من الحرق الذي يؤدي إلى تلويث الهواء أو الطمر الذي يؤدي إلى تلويث المياه الجوفية دون أن ننسى الدور الذي يلعبه فيا لاقتصاد بإقلال المساحات اللازمة للتخلص من

ISSN: 2413-5267

النفايات واستغلال هذه المساحات لأغراض زراعية وتأمين فرص عمل. إضافة إلى كل ذلك فإنه يساهم في توفير الطاقة حيث أن الطاقة اللازمة لإنتاج منتج ما من المواد الخامة أكبر بكثير عن الطاقة اللازمة لإنتاج نفس المنتج من إعادة تدوير المخلفات.

2.3. ترميز إعادة تدوير البلاستيك

إن أنواع البلاستيك المختلفة غير متوافقة مع بعضها البعض على المستوى الجزيئي، وتختلف في متطلبات المعالجة. وعلى سبيل المثال، فإن كمية صغيرة من مادة البولي فينيل كلوريد مع مادة البولي إثيلين تيرافثاليت المعاد تدويرها يقلل إلى حد كبير من قيمتها نظرا لتطور الغاز حمض الهيدروكلوريك من مادة البولي فينيل كلوريد عند درجة الحرارة المطلوبة لصهر واعادة معالجة مادة البولي إثيلين تيرافثاليت. لذلك وضعت الجمعية الأميركية لصناعات البلاستيك في عام 1988 نظام ترميز إعادة التدوير (SPI Resin Identification Code) . حيث يتم ترميز كل نوع من الراتنج برقم من واحد إلى سبعة من أجل تيسير عملية الفرز كما هو مبين أدناه،

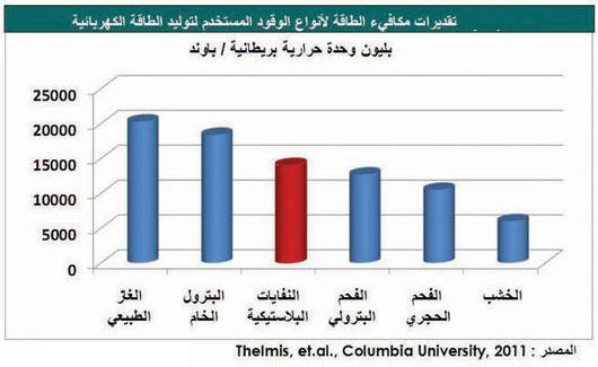
النوع الأول يحمل الرقم1 وهو البولي أثيلين تيرافثاليت يستعمل لإنتاج قناني مياه الشرب والمرطبات والعصائر وعبوات حفظ الزيوت والأدوية ينصح بعدم إعادة ملئ العبوة أو القنينة بل رميها ليعاد تصنيعها. النوع الثاني يحمل الرقم 2 بولي أثلين عالي الكثافة هذه المادة تعتبر أمينة نسبياً وتستعمل لإنتاج القناني وأكياس تسوق وسلال وأوعية مختلفة وخراطيم مياه الحدائق والعاب بلاستيكية ومن خصائص هذه المادة أنها مقاومة للمواد الحمضية والقلوية. النوع الثالث وهو البولي فنيل كلوريد وهذه المادة غير أمينة صحياً ويقتصر استخدامها في انتاج الأنابيب والأنسجة والمشبكات ومعدات الحمامات ومنها الستائر والكراسي وقناني لاستعمالات مختلفة مثل حفظ الأصباغ والغراء وغيرها من المواد الصناعية. النوع الرابع وهو البولي أثيلين قليل الكثافة مشابه تقريبا للنوع الثاني السابق الذكر ولكن أقل صلابة وأكثر كلفة يستعمل لإنتاج الأكياس البلاستيكية والأوعية المختلفة والأنابيب ولوازم مختبريه مختلفة مثل القفازات. النوع الخامس وهو البولي بروبلين يستخدم لصنع أواني المطبخ وأوعية نباتات الزينة وه ومقاوم لدرجات الحرارة العالية كما يستعمل لإنتاج أجزاء السيارات وألياف صناعية وحاويات مختلفة وحبال وغيرها. النوع السادس وهو بولي ستارين نوع من اللدائن الصلبة يصلح لإنتاج كراسي القاعات ومعدات المطابخ الغير المستخدمة للطبخ وكاسيتات الفيديو وعلب ولوحات العزل الكهربائي والحراري وغيره. النوع السابع ويضم عدة أنواع ثانوية منها بولي كاربونيت يستخدم هذا

ISSN: 2413-5267

بلاستك كثيراً في انتاج قناني الماء وقناني الرضاعة وتعتبر أمينة صحياً ولكن هناك جدل حول قناني حليب الأطفال.

3.3. الطاقة من المخلفات البلاستيكية.

تشكل النفايات البلاستيكية غير القابلة للتدوير الأكثر مناسبة لمحطات انتاج الطاقة بسبب محتواها العالي من الطاقة حسبما يوضح ذلك الشكل (3) الذي يبين نتائج دراسة قام بها مجموعة من الباحثين من جامعة كولومبيا نشرت عام 2011، وأثبتت أن النفايات البلاستيكية تأتي في المرتبة الثالثة بعد الغاز الطبيعي والبترول الخام لجهة كفاءة إنتاج الطاقة في محطات توليد الكهرباء.تقطع النفايات البلاستيكية إلى حبيبات ويتم إرسال البلاستيك المحبب إلى الموقد وتحويلها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ثم إلى غاز وعلى الفور إلى الاحتراق. يتم نقل كمية الحرارة المتولدة لنظام المرجل حيث تكون درجة الحرارة مرتفعة جدا خلال هذه العملية تستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية. من خلال الانحلال الحراري الحفاز تم أيضا ابتكار نظام التحويل نفايات البلاستيك إلى الهيدروكربونات السائلة وفحم الكوك والغاز والتي يمكن بعد ذلك أن تستخدم كوقود المرجل لتوليد الطاقة (Ingle *et al.*, 2014).



الشكل 3. مكافئ الطاقة لأنواع الوقود المستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية

تم الاعلان عن مشروع وقود البلاستيك بالتعاون مع بعض الشركات التقنية من قبل صندوق البيئة الألماني على أساس مبادرة لمنظمة (أرض واحدة.. محيط واحد) التي تأخذ على عاتقها مهمة تنظيف البحار والمحيطات من النفايات البلاستيكية. يستخدم المشروع 20 ألف طن من النفايات البحرية سنويا في إنتاج 17 مليون لتر من الوقود البلاستيكي سنويا (Farag, 2010).

4. استبيان حول المواد البلاستيكية

تم إجراء استبيان حول المواد البلاستيكية بمنطقة القره بوللى وقصر الخيار في ليبيا والجدول (1) يبين نتائج الاستبيان لجميع الفئات. تبين أن الوعي والالمام بالموضوع لدى المواطن خاصة لدى فئة المتعلمين جيدة إلا أنها ضعيفة لدى

ISSN: 2413-5267

الفئات الأخرى وخاصة ربات البيوت. عدد المشاركون بهذا الاستبيان 146 مشارك من جميع الفئات المختلفة (الجنس والعمر والمتعلمين وربات البيوت والفنيون والعمال).

يلاحظ أن أغلبية المشاركين لا يعرفون رموز إعادة تدوير البلاستيك ولم يسمعوا بالبلاستيك الحيوي ويعتقدون خطأ أنه يمكن الاستغناء عن البلاستيك (8% نعم للاستغناء عن البلاستيك).

الجدول 1. نتائج الاستبيان حول المواد البلاستيكية ومخلفاتها بمنطقة القره بوللى وقصر الخيار

الاجابة بنعم	العدد	النسبة %
هل تعرف معنى البلاستيك ومكوناته	108	74
هل تعرف معنى مصطلح البوليمر	64	44
هل تعرف ما هي المواد الخام لانتاج البلاستيك	57	40
هل تعرف انواع البلاستيك المنتجة فى ليبيا	80	55
هل تعرف ما هو تأثير الحرارة على البلاستيك	132	90
هل تعرف البلاستيك المطاوع للحرارة والبلاستيك المتصلد بالحرارة والفرق بينهما	84	57
هل تعرف اضرار البلاستيك	120	82
هل تعرف اسباب الضرر من البلاستيك	91	62
افضل الطرق للتخلص من المخلفات البلاستيكية -التدوير-	108	74
تقدر نسبة المخلفات البلاستيكية في القمامة في ليبيا -اكثر من 10%-	146	100
هل تعرف لماذا تعتبر مخلفات البلاستيك مشكلة	104	71
هل تعرف معنى تدوير البلاستيك	102	70
هل كل انواع البلاستيك يمكن اعادة تدويرها	23	16
هل تعرف رمز اعادة تدوير البلاستيك	33	22
هل تعرف طرق تدوير البلاستيك	47	32
هل سمعت بالبلاستيك الحيوى	20	14
ايهما افضل استعمال البلاستيك ام المواد الأخرى في المنتجات المستعملة من قبل الاطفال	102	70
هل يمكن الاستغناء عن البلاستيك	12	8
كم من الناس في ليبيا لديهم معلومات كافية عن البلاستيك -قليل جدا-	114	78

5. الخاتمة

أكدت العديد من الدراسات أن للمخلفات البلاستيكية أضرارا جسيمة على البيئة والانسان إذا لم يتم التعامل معها بالطرق السليمة لذلك أضحت إدارة النفايات البلاستيكية من المواضيع الرئيسية التي تلقى اهتماما متزايدا في جميع الدول يترجمه ضخ الاستثمارات في تأسيس بنية تحتية متكاملة لإعادة استعمال وتدوير النفايات البلاستيكية وتقديم حوافز للمستثمرين في هذا القطاع مدعومة بإقرار تشريعات تحظر إلقاء النفايات البلاستيكية في الاماكن الغير مخصصة لها أو التخلص منها من خلال عمليات الدفن أو الحرق. كما يوصي الباحثون بتوعية المواطن بمخاطر النفايات البلاستيكية على الانسان والبيئة والتعامل معها بأسلوب علمي والعمل على إيجاد رابطة أو نظام مشترك بين مؤسسات الدولة والشركات الإنتاجية بمختلف المجالات وأفراد المجتمع باتجاه العمل الفعال نحو الإسهام في عمليات إعادة تدوير البلاستيك لما لها من أثر إيجابي في الحفاظ على المواد الأولية والتقليل من النفايات البلاستيكية. للحد من مخاطر المخلفات البلاستيكية فإنه يجب تقليل المطروح منها كنفايات صلبة وذلك باللجوء إلى بدائل آمنة للعبوات للبلاستيك مثلا البلاستيك الحيوي والزجاج والاستعاضة عن الأكياس البلاستيكية بحقائب التسوق الخاصة.

ISSN: 2413-5267

المراجع

قائمة المرجع العربية

مجلة الخط الأخضر (2012). ألمانيا تبدأ إنتاج الوقود من النفايات البلاستيكية. [رابط الموقع على الشبكة http://www.greenline.com.kw].

محي الدين، لبنية (1999). البلاستيك ودرجة تلويثه الأغذية. مجلة المعرفة، العدد 44.

قائمة المرجع الأجنبية

Al-Salem S., Lettieri P., and Baeyens J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, 29(10): 2625–2643.

ECE (European Commission Environment) (2011). *Plastic Waste: Ecological and Human Health Impacts*. Science for Environment Policy In-depth Reports.

Farag M.G. (2010). Market study: Plastic industry in Libya. Italia Instituto Nazionale per il Commercio Estro.

Hopewell J., Dvorak R., and Kosior E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. The Royal Society Publishing, 10.1098/rstb.

Ingle R., Masal R., and Gargade A. (2014). Obtaining Fuels from Plastic Waste. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication,* 2(4): 2321-8169.

Markus K., David G., Andreas P., Cecilia H., and Ulrika D. (2014). Everything you (don't) want to know about plastics. Report by; *Aturskyddsforeningen*.

Rudolph D. (1975). Additives in Plastic. *Environmental Health Perspectives*, 11: 35-39.

Saharan B. S., Ankita, and Deepansh (2012). Bioplastics-For Sustainable Development: A Review. *International Journal of Microbial Resource Technology*, 1(1):11-23.

SPI Resin Identification Code. [Available on: http://www.plasticsindustry.org].