تحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية
Achieving sustainability in the design of Plastic Products

د. احمد محمد زايد احمد
مدرس بقسم التصميم الصناعي - كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط، مصر. ahmedzayed@du.edu.eg

ملخص البحث Abstract:

يدور البحث حول كيفية تحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية من خلال الحد من استخدام المنتجات البلاستيكية الغير قابلة لإعادة الاستخدام او التدوير واستخدام بدائل مبتكرة للمواد البلاستيكية، أو تصميم المنتج لتحقيق الاستدامة والحفاظ على المواد البيئية، وتكمن المشكلة في استخدام المواد البلاستيكية كمواد أساسية لبناء المنتجات والتي يصعب تحللها أو إعادة استخدامها أو تدويرها، مما تسبب في اهدار المواد وتراكم جبال النفايات الضارة بالبيئة والصحة العامة، وقد تناول البحث مفهوم، وأهداف، وتاريخ وأهمية الاستدامة بصفة عامة والاستدامة في تصميم المنتجات، والاضرار التي تسببها المنتجات البلاستيكية ومعدلات انتاجها في المجالات المختلفة والتوقعات المستقبلية لزيادة حجم النفايات البلاستيكية، إضافة الى عرض لأهم تجارب تطبيق الاستدامة في تصميم المنتجات بالعديد من الشركات للحد من استخدام المواد البلاستيكية الضارة بالموارد والبيئة، مع بيان أهم الحلول الممكنة لتحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية، وتوصل البحث الى بعض الحلول الممكنة للحد من انتشار النفايات البلاستيكية، وضرورة إيجاد بدائل للمواد البلاستيكية أحادية الاستخدام في التصميم، وعدم استخدام المواد البلاستيكية دون الحاجة الضرورية الى خصائصها في التصميم، والاستعانة بالمواد البلاستيكية القابلة للتحلل أو إعادة الاستخدام أو التدوير في أضيق الحدود الممكنة.

كلمات دالة Keywords:

الاستدامة
Sustainability
المنتجات البلاستيكية
Plastic Products
نفايات المواد البلاستيكية.
Waste Plastic Materials

Paper received 10th January 2021, Accepted 5th March 2021, Published 1st of May 2021

مقدمة Introduction:

يعتبر التلوث البلاستيكي أحد أهم القضايا العالمية المتعلقة باستدامة الحياة الطبيعية على الأرض. وقد تم إنتاج 6.3 مليار طن من النفايات البلاستيكية، التي انتهى 79٪ منها في مدافن القمامة أو البيئة الطبيعية. ولهذا فقد اتخذت العديد من الحكومات مبادرات ضد التلوث البلاستيكي، فتهدف كندا إلى حظر المواد البلاستيكية أحادية الاستخدام **single-use plastics** بحلول عام 2021م، [19] كما حظرت البيرو المواد البلاستيكية أحادية الاستخدام في 76 منطقة محمية طبيعية وثقافية؛ وتعهدت 170 دولة عضو في الأمم المتحدة بالحد من استخدام البلاستيك "بشكل كبير" بحلول عام 2030. [21] ونتيجة للضغط المتزايد للحفاظ على البيئة وتحقيق الاستدامة في كافة المجالات بصفة عامة وتصميم المنتجات بصفة خاصة فقد اكتسب مفهوم تصميم وتطوير المنتج المستدام مزيدًا من الاهتمام في الأبحاث الحديثة لتحقيق أهداف الاستدامة.[9]

وتعتبر النفايات البلاستيكية التي تنتج خلال كافة مراحل دورة حياة المنتج أحد أهم أسباب عدم تحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات، ولهذا فان العمل على تقليل مقدار هذه النفايات يعتبر غاية عالمية لتحقيق الاستدامة والحد من الأثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية الضارة لهذه النفايات البلاستيكية.

وتعتبر عملية تحسين المنتجات، وعمليات الإنتاج من حيث الاستخدام الأمثل للموارد، وتطوير الحلول البديلة لاستخدام المواد النادرة أو المركبات التي يصعب الوصول اليها، أو استخدام المواد التي يمكن إعادة تدويرها واستخدامها من أهم الحلول لتحقيق الاستدامة في مجال تصميم المنتجات. [22]

مشكلة البحث Statement of the problem:

استخدام المواد البلاستيكية بصورة حتمية في صناعة المنتجات نظراً لما لها من خصائص مميزة، على الرغم من أن العديد من هذه المواد البلاستيكية غير قابل لإعادة الاستخدام أو التدوير أو التحلل، مما ينتج عنه تراكم كميات كبيرة من النفايات البلاستيكية الغير قابلة للتحلل أو إعادة التدوير أو الاستخدام، ويتسبب ذلك في العديد من الآثار الصحية والاجتماعية والاقتصادية الضارة، وإهدار الموارد الطبيعية والاخلال بمبادئ الاستدامة.

أهمية البحث Significance:

تتمثل أهمية البحث في القاء الضوء على الأضرار البيئية والاقتصادية الناتجة عن استخدام المواد البلاستيكية في التصميم ومدى أهمية التحول نحو انتاج المنتجات البلاستيكية المستدامة للحد من الأثار السلبية للمنتجات البلاستيكية التقليدية على البيئة والموارد.

أهداف البحث Objectives:

يهدف البحث الى تحديد بعض الأساليب للحد من استخدام المواد البلاستيكية أحادية الاستخدام الغير قابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير أو التحلل في تصميم المنتجات، والحد من كمية النفايات البلاستيكية التي تسببها هذه المنتجات بعد انتهاء دورة حياتها

منهج البحث Methodology:

اتخذ البحث المنهج الوصفي التحليلي.

فروض البحث Hypothesis:

بإيجاد بدائل مستدامة للمواد البلاستيكية أحادية الاستخدام الضارة المستخدمة في تصميم المنتجات فان ذلك سيساهم في الحد من الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية الضارة لاستخدام المواد البلاستيكية الغير قابلة للتحلل أو إعادة التدوير أو الاستخدام.

الإطار النظري Theoretical Framework

الاستدامة

لقد أدى ازدياد عدد سكان الأرض، الى انحدار النظم البيئية الطبيعية وكان للتغيير في ميزان الدورات الطبيعية أثرًا سلبيًا على كل من البشر والمنظومات الحية الأخرى. كما إن التغيرات البيئية المتزايدة نتيجة للتلوث والسلوك الإنساني أصبحت إشكالية في جميع أنحاء العالم، وقد ساهم كل من القطاع الصناعي والخدمي في التأثير على البيئة وخاصة فيما يتعلق بنضوب الموارد الطبيعية، مما أدى الى الحد من استدامة النظام الاقتصادي الذي يعتمد على البيئة، ونتيجة لذلك فقد أصبحت المسائل البيئية - على مدى العقد الماضي والحالي- ذات أهمية متزايدة في تخطيط الأعمال واتخاذ القرارات، وتم فرض المطالب البيئية على العديد من الشركات للتعامل مع هذه المشكلة، ولهذا فقد ظهرت العديد من المبادرات من قبل الشركات ورجال الأعمال من خلال تبني ممارسات الإدارة البيئية مثل إعادة التدوير والاستغلال الأمثل للموارد وكفاءة الطاقة وإدارة النظم، وقد تمت معظم هذه المبادرات الخضراء من قبل الشركات الكبيرة التي تملك الإمكانيات المادية والتكنولوجية التي تمكنها من تبنى مبادرات الحفاظ على البيئة والحد من التلوث.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

وقد كان مفهوم الاستدامة عند رجال الصناعة والأعمال فيما مضى هو محاولة التنسيق بين تحقيق الأرباح والالتزام بالاعتبارات البيئية، إلا أن الأمور أصبحت أكثر تعقيداً. ونظرا لتحول العالم الآن إلى سوق عالمي مفتوح فقد ظهرت ضغوط متزايدة للوفاء بالمسئوليات البيئية والاجتماعية والتي يتسع مجالها باستمرار. [5] ولهذا فان الاستدامة هي أحد أهم الوسائل لتنظيم النشاط الإنساني ليصبح المجتمع وأفراده قادرين على تلبية حاجاتهم وفي نفس الوقت الحفاظ على النظام الحيوي الطبيعي مع التخطيط للاستمرار في ذلك لمدى زمني بعيد. وبذلك فإنها تشكل إطارا مناسبا لتكاثف الجهود الساعية للوصول إلى مستوى أرقى لحياة البشر من خلال التنمية الاقتصادية والاجتماعية والحفاظ البيئي وبدون استنزاف مصادر الأرض. وتعتبر الاستدامة من أهم الاعتبارات التي يتم التركيز عليها عند مزاولة المخططين والمهندسين والمصممين للمهنة في الدول المتقدمة، حيث جاء ذلك متزامنا مع الخطر المتزايد للتأثيرات السلبية للمنتجات الضارة بالبيئة على الحالة البيئية لكوكب الأرض، بالإضافة إلى التحديات الاقتصادية المتزايدة نتيجة لارتفاع تكاليف الطاقة والمواد. [3] ولذلك فقد تبنت الاستدامة تجريب مصادر الطاقة البديلة والمتجددة، وتطوير تقنيات خفض استهلاك الطاقة، وتقليل المخلفات والملوثات الصلبة والسائلة والغازية، بالإضافة إلى تطوير مواد وأساليب جديدة للتصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة. [6]

1- مفهوم الاستدامة

الاستدامة **(Sustainability):** هي مفهومٌ يُطلق على البيئة الحيويّة متنوعة الكائنات الحية، والعوامل الطبيعية التي تحافظُ على وجودها لأطول فترةٍ زمنية ممكنةٍ، كماتُعرفُ الاستدامة بأنّها الحفاظُ على نوعيةِ الحياة من خلال التأقلم مع البيئة عن طريق استغلال الموارد الطبيعيّة لأطول مدى زمنيٍّ يؤدّي إلى المحافظة على استمرار الحياة، كما يمكن النظر اليها باعتبارهامجموعةٌ من العمليات الحيويّة التي توفرُ وسائل الحياة للكائنات الحية بمختلف أنواعها، ممّا يساعدها في المحافظة على تعاقب أجيالها، وتطوير وسائل نموها مع مرور الوقت، ولهذا فإن مصطلح الاستدامة يصف كيفية إبقاء النظم الحيوية متنوعة ومنتجة مع مرور الزمن.

ويدور مفهوم التنمية المستدامة حول تحقيق احتياجات المؤسسة الاقتصادية من الموارد دون الاضرار بحق الأجيال القادمة في تلك الموارد، أي ان يكون الاستخدام في الحدود التي تجعل هذه الموارد قابلة للتجديد ذاتيا، وهو الأمر الذي سيزيد من قدرة المؤسسات الاقتصادية على الاستمرار لفترة أطول، كما أنه سيمكنها من إنتاج أكبر قدر من المخرجات بأقل قدر من المدخلات، وسيقلل كذلك من مقادير المخلفات الضارة المنتجة، مما يؤدى في النهاية الى تقليل التكاليف الاجمالية لهذه المؤسسات. [8]

2- أهمية الاستدامة

لقد زادت أهمية الاستدامة في الثمانينات من القرن الماضي نتيجة لظهور بعض المشاكل البيئية مثل مشكلة تأثيرات البيوت البلاستيكية الزراعية وتدمير طبقة الأوزون، ما أدى إلى زيادة الوعي بمفهوم الموارد- وخاصة الوقود الطبيعي- مما يتطلب القيام بجهود حثيثة لاستخدام طرق الطاقة المتجددة. وبعد ذلك، تم ملاحظة تطور في العلوم الاجتماعية، والاقتصادية، والعلمية وعلوم البيئة.

كما تساعد الاستدامة في زيادة الإيرادات، والحد من نفقات الطاقة، والحد من نفقات النفايات، وخفض المواد ونفقات المياه، وزيادة إنتاجية الموظفين، والحد من نفقات التوظيف والتناقص، والحد من المخاطر الاستراتيجية والتشغيلية. علاوة على ذلك، فقد تجذب ممارسات الأعمال المستدامة المواهب وتوليد الإعفاءات الضريبية.

ونتيجة لأهمية الاستدامة، فإن العديد من الشركات عملت على تبنى تنفيذ أفكار إبداعية جديدة تتعلق بالاستدامة، مثل إعداد تكنولوجيا مطورة يمكنها تحويل المنتج بدلاً من التخلص من المواد القديمة. ويمكن للحلول الجديدة التي تعمل على تحسين إعادة التدوير وإعادة توجيه النفايات أن تقلل التكاليف وتزبد الأرباح. فقد قامت سلسلة **Wal-Mart** بإعادة تدوير أكثر من 1.3 مليون رطل من الألومنيوم، و120 مليون رطل من البلاستك، و11.6 مليون رطل من الورق المختلط و4.6 مليار رطل من الكرتون. مما يعنى توفير ما يقرب من 20 مليون دولار، وعدم إرسال 38 مليون رطل من النفايات إلى مقالب القمامة. [23]

3- أهداف الاستدامة

تهدف الاستدامة الى توفير التوازن في الحقول الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وقد ظهرت في بداية الستينات من القرن الماضي العديد من النداءات لحماية البيئة والطبيعة، حيث بدأ العالم يدرك هذا بالارتباط الوثيق بين التنمية الاقتصادية والبيئة، وأن الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية يتسبب في إحداث ضغط كبير على البيئة نتيجة لما تفرزه من ملوثات ومخلفات ضارة. ومن هنا ظهر مفهوم التنمية المستدامة **(Sustainable Development)** التي تعرف على أنها "تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها". [18] ومنذ انتشار الاستدامة لم تعد هناك خطوط فاصلة بين البيئة والاقتصاد، والسبب في ذلك أن تأثيرات كافة الأنشطة على البيئة لها أبعاد اقتصادية واضحة والعكس صحيح، ولهذا فقد أصبحت هناك ضرورة لتحويل كل المنتجات التقليدية الى منتجات مستدامة.

المحور الثالث: المواد البلاستيكية في تصميم المنتجات

ينتشر استخدام المنتجات البلاستيكية سهلة ومريحة للاستخدام اليومي، ولكن لا يمكن التغاضي عن آثارها السلبية على صحة الإنسان والبيئة. وقد أصبحت هذه الآثار والتأثيرات السلبية للنفايات البلاستيكية معروفة الآن على نطاق واسع، نتيجة للندوات والمؤتمرات والتغطية الإعلامية. [17]

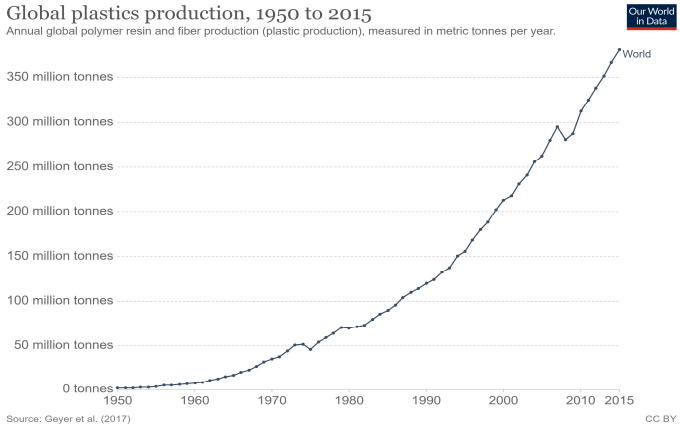
وقد عرف البلاستيك منذ عصور قديمة في شكل المطاط الطبيعي، ولكن البوليمرات المستخدمة حاليا كبلاستيك قابل للتشكيل بالحرارة (**Thermoplastics**) مثل **PVC, LDPE, PS** قد عرفت ما بين عام 1930-1940م، ونتيجة للنقص الحاد في إمداد المطاط الطبيعي في الدول الصناعية الكبرى بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، تم التحول الى البوليمرات الصناعية مما أدى الى اكتشاف بوليمرات مثل **HDPE,PET**، وازادا الطلب على البلاستيك في الأسواق العالمية كبديل للمطاط الطبيعي والخشب والزجاج والمعادن الأخرى وذلك بسبب خواص البلاستيك المتنوعة (شكل 1).

ويعيش العالم في هذه الأيام ثورة صناعية كبرى في مجال البتروكيمياويات، حيث أصبحت البوليمرات جزءا أساسيا من حياتنا المعاصرة ولا تشكل هذه البوليمرات في حد ذاتها خطورة صحية للإنسان لكونها مواد خاملة لا تتفاعل مع كيمياويات الجسم، ولكن الخطورة تكمن في الجزئيات أو الوحدات البنائية التي تشكلت منها هذه البوليمرات والتي يطلق عليها مونيمر (**monomer**) حيث أنها في حالة انطلاقها وتسربها من البوليمر الرئيسي تتسبب في إحداث أضرار صحية جسيمة تصل إلى السرطان، مثل كلور الفينيل **VC** والذي يدخل كوحدة بنائية في صناعة بوليمر البولي فينيل كلور **PVC** المستخدم في صناعة أنابيب البلاستيك ورقائق الجلد الصناعي لتغطية مقاعد السيارات والمكاتب، وستائر الحمام، معاطف المطر وأقمشة التنجيد كما يستخدم في تغطية أسلاك الكهرباء، التغليف وكذلك القوارير وعبوات المياه المعدنية. [1]

وقد بدأ الاستخدام الضخم للبلاستيك في خمسينيات القرن العشرين، وتزايد الإقبال على استخدامه منذ ذلك الحين، وحاليًا يتم إنتاج ما يفوق 300 مليون طن من البلاستيك سنويًا. وقد ظل إنتاج البلاستيك في أوروبا ثابتًا خلال العقد الماضي، إلا أن إنتاجه واصل الارتفاع في الدول النامية، ونتيجة لهذه المميزات فانه يستخدم في العديد من المجالات مثل الطب وتكنولوجيا الإنشاء وصناعة الطائرات والسيارات...الخ.

شكل (1)- أهم مميزات المواد البلاستيكية.

ونظراً لأهمية البلاستيك وكثرة إنتاجه وعدم القدرة على إعادة استخدامه أو تحلله، فانه ينتج عن ذلك العديد من المشكلات البيئية أو الاقتصادية، حيث أن العديد من منتجات البلاستيك ينتهي بها الحال سريعًا إلى صناديق القمامة، ويتم التخلص منها بطرق غير صحية تؤدى الى تلوث البيئة، نظراً لتراكم جبال من البلاستيك في مستودعات النفايات، ونتيجة لزيادة معدلات الاستهلاك بصورة مستمرة والتي يترتب عليها زيادة الإنتاج العالمي للمواد البلاستيكية كما في شكل (2) فقد ظهرت الحاجة الى إيجاد حلول متكاملة بعيدة النظر لهذه المشكلة. [20] ويوضح الرسم البياني التالي معدل زيادة الإنتاج العالمي من البلاستيك، مقاسة بالأطنان سنويًا، من عام 1950 حتى عام 2015.



شكل رقم (2) – معدل زيادة الإنتاج العالمي من البلاستيك، مقاسة بالأطنان سنويًا، من عام 1950 حتى عام 2015. [15]

ويبين الشكل السابق ان انتاج العالم من **البلاستيك** عام 1950 قد بلغ 2 مليون طن/السنة، ونتيجة للتقدم في الصناعات البلاستيكية فقد زاد الإنتاج السنوي بنحو 200 ضعف، ليصل إلى 381 مليون طن في عام 2015. وذلك بما يعادل تقريبًا كتلة ثلثي سكان العالم. مما يعنى انتاج الشخص الواحد ما يقرب من 75 كجم من النفايات (باعتبار سكان العالم 5,080 مليار نسمة). [24] وقد ظهر تراجع طفيف في الإنتاج السنوي في عامي 2009 و2010 نتيجة للأزمة المالية العالمية لعام 2008 – وتم ملاحظة تأثير مماثل في العديد من مقاييس إنتاج الموارد واستهلاكها، بما في ذلك الطاقة.

1- أهمية البلاستيك

يؤدي البلاستيك دورًا متصاعدًا في عدد هائل من المنتجات التي أصبحت ضرورية في الحياة اليومية للملايين حول العالم، حيث أن العديد من شركات التصنيع تبحث عن المواد التي تُمكنها من صنع منتجات قوية وخفيفة ومتينة، تمتاز بإمكانيات وظيفية وأداء رفيعين. [25]

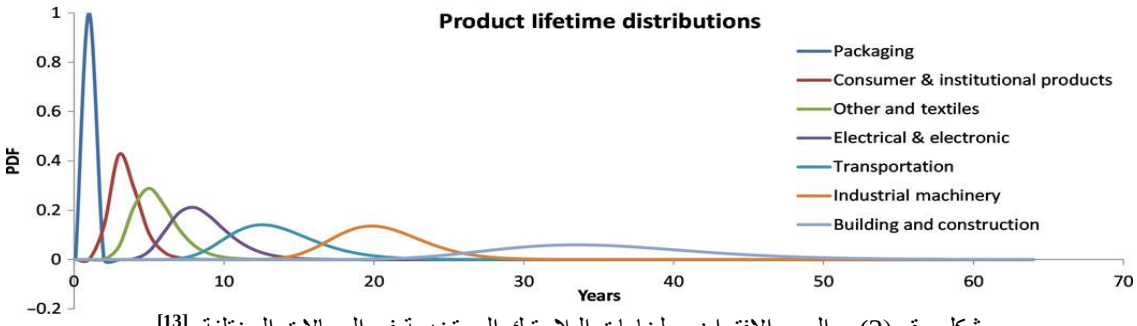
وتعتبر نفايات التغليف البلاستيكية من أهم أسباب انتشار النفايات البلاستيكية، نظراً لتطور عمليات وأنظمة التجارة الالكترونية، وقدرة المواد البلاستيكية على تقديم العديد من الفوائد؛ بما في ذلك توفير الحماية الفعلية للمواد المغلفة، وإطالة زمن تخزين تلك المواد، كما يؤدي دورًا مهمًا لتقليل النفايات في الإمدادات الغذائية العالمية ما دام متوافقًا مع اللوائح الصارمة المتعلقة بسلامة المستهلك والبيئة، إلا أن هناك بعض الشركات الصناعية التي تضع الاستدامة ضمن أولوياتها، إلى جانب التصميم والمرونة الجمالية وتعمل على الحد من الاستعانة بالمواد البلاستيكية في المنتجات، والتعبئة والتغليف.

وقد صرح براندت وبيلز **Brandt and Pilz** أنه يمكن التقليل من استهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري عندما يتم استبدال العبوات البلاستيكية بمواد أخرى. لذلك، بالإضافة إلى تطوير مواد تغليف بديلة، فإن طرق تقليل الآثار البيئية للبلاستيك لها أهمية. ويعد البولي إيثلين عالي الكثافة (**HDPE**) من بين أكثر ثلاثة أنواع من اللدائن المطلوبة والأكثر استخدامًا في التعبئة والتغليف مع البولي بروبلين (**PP**) والبولي إيثلين منخفض الكثافة (**LDPE**). [12]

2- دورة حياة المنتجات البلاستيكية

تعرف دورة حياة المنتج بالفترة الزمنية منذ انتاج المنتج وصولا الى إعادة تدويره او التخلص منه، وتختلف المنتجات فيما بينها من حيث دورة الحياة وعملية الاستخدام والاهلاك حيث يتم استخدام معظم مواد التغليف البلاستيكية في نفس العام الذي يتم فيه إنتاجها، في حين أنه يتم إنتاج بلاستيك البناء المستخدم قبل عقود، عندما كانت كميات الإنتاج أقل بكثير. وعلى سبيل المثال، ففي عام 2015، تم استخدام 42٪ من المواد البلاستيكية الأولية غير المصنوعة من الألياف (146 مليون طن) للتغليف و19٪ (65 مليون طن) للبناء، في حين كان استخدام النفايات البلاستيكية غير الليفية 54٪ للتعبئة (141 مليون طن) و5٪ فقط للبناء (12 مليون طن)، ويبين شكل (3) العمر الافتراضي لخامات البلاستيك المستخدمة في المجالات المختلفة، مع ملاحظة انه كلما زاد العمر الافتراضي للبلاستيك كلما ساعد ذلك على تقليل نسبة النفايات، إلا أن العديد من هذه المواد البلاستيكية ذات العمر الافتراضي الكبير يصعب تحللها وتكون عملية إعادة تدويرها مكلفة.

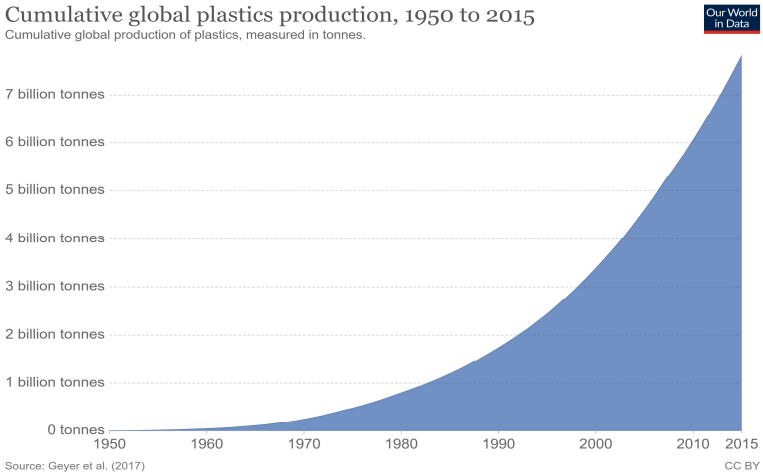
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



شكل رقم (3) – العمر الافتراضي لخامات البلاستيك المستخدمة في المجالات المختلفة. [13]

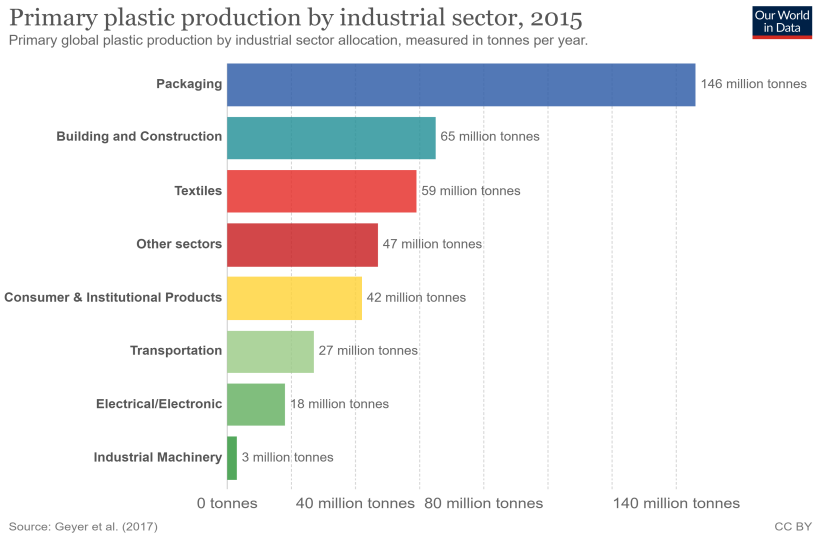
3- معدلات انتاج البلاستيك بالقطاعات المختلفة

لقد بلغ إجمالي إنتاج البلاستيك في عام 2018 ما يقرب من 359 مليون طن والتي تم إنتاج 62 مليون طن منها في أوروبا وحدها. كما تعد الصين واحدة من أكبر منتجي البلاستيك في العالم، وتنتج أكثر من ربع الإنتاج العالمي ويتم تصديره الى العديد من دول العالم ومنها الولايات المتحدة حيث تعتبر الصين أكبر مُصدر للولايات المتحدة ونتيجة لتقدم الصين في الصناعات البلاستيكية فقد نمت صادراتها من البلاستيك بشكل كبير في العقد الماضي، حيث بلغت قيمة الصادرات 14.4 مليار دولار أمريكي في عام 2009، لتصل إلى 43.4 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2018. ويبين شكل (4) المعدلات الكلية لإنتاج البلاستيك حتى عام 2015، حيث تم انتاج 7.8 مليار طن من البلاستيك – ما يعنى أكثر من (1 طن) من البلاستيك لكل شخص على قيد الحياة اليوم.



شكل (4) – معدلات البلاستيك الكلية من عام 1950 – 2015م. [26]

ويختلف انتاج البلاستيك وفقاً للقطاعات المختلفة، ويبين شكل (5) معدلات إنتاج البلاستيك حسب القطاع لعام 2015، حيث يتبين أن التغليف هو الاستخدام السائد للمواد البلاستيكية الأولية، بنسبة 42% من البلاستيك قيد الاستخدام. وقطاع البناء والتشييد بنسبة 19٪. ولا يعكس إنتاج البلاستيك الأولي بشكل مباشر إنتاج النفايات البلاستيكية، حيث يتوقف ذلك على نوع البوليمر وعمر المنتج النهائي.

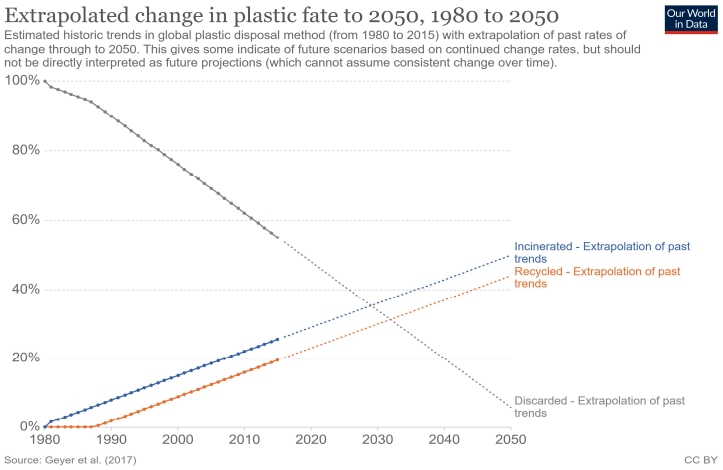


شكل (5) - إنتاج البلاستيك وفقاً للقطاعات المختلفة عام 2015. [24]

4- طرق التخلص من البلاستيك

لقد اختلفت أساليب التخلص من البلاستيك ومعدلاتها وفقا لمعدلات الإنتاج والاستهلاك والتطور في أنظمة الإنتاج وتحليل المواد وإعادة تدويرها، وقد تم التخلص من البلاستيك بعدة طرق أهمها إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير أو الحرق المباشر في البيئة. ويبين شكل (6)، حصة النفايات البلاستيكية العالمية التي يتم

التخلص منها أو إعادة تدويرها أو حرقها من عام 1980 حتى عام 2015، واستقراء معدلات التغيير السابقة للوصول الى النتائج المتوقعة عام 2050م.



شكل (6)- الاتجاهات التاريخية المقدرة في طريقة التخلص من البلاستيك العالمي (من 1980 إلى 2015) مع استقراء معدلات التغيير السابقة حتى عام 2050. [26]

لقد كانت إعادة تدوير البلاستيك وحرقه قبل عام 1980 ضئيلة؛ لذلك تم التخلص من 100 % منها في البيئة. من عام 1980 بالنسبة للحرق، و 1990 لإعادة التدوير، زادت المعدلات في المتوسط بنحو 0.7 % سنويًا. كما تم التخلص من 55 % من النفايات البلاستيكية العالمية عام 2015م، وتم حرق 25 %، وإعادة تدوير 20 %. وباستقراء الاتجاهات التاريخية حتى عام 2050م للوصول الى بعض المؤشرات على المستقبل والسيناريوهات القائمة على معدلات التغيير المستمر، نجد انه بحلول عام 2050، سترتفع معدلات الحرق إلى 50 %؛ وإعادة التدوير إلى 44 %؛ والمخلفات المهملة ستنخفض إلى 6 %. [26] مما تسبب في احداث الأضرار البيئية والاقتصادية والاجتماعية ويتطلب ضرورة إيجاد حلول مبتكرة للحد من انتشار هذه المواد البلاستيكية أحادية الاستخدام.

المحور الرابع: أساليب تحقيق الاستدامة في المنتجات للحد من النفايات البلاستيكية.

لقد تحول رد الفعل البشري تجاه التدهور البيئي، وخاصة منذ النصف الثاني من القرن الماضي، من نهج نهاية الأنبوب **end-of-pipe approach** الذي يركز على معالجة النفايات في المراحل النهائية لدورة حياة المنتج إلى تبنى إجراءات تهدف بشكل متزايد إلى الوقاية في المراحل الأولى من عملية التصميم والاستخدام، مما يعنى أن أهداف الإجراءات والأبحاث التي تركز على إزالة تلوث الأنظمة قد تحولت إلى تقليل سبب التلوث عند المصدر.

ومن خلال عملية التصميم تم نقل التركيز من ضوابط نهاية الأنبوب والإجراءات العلاجية إلى الوقاية، إضافة الى التركيز على دراسة دورة حياة المنتج كاملة وليس عملية الإنتاج فحسب، والاهتمام بالبعد الثقافي والاجتماعي والربط بين المستخدم والبيئة المحيطة وابتكار أنماط حياة بديلة، وأكثر استدامة للمستخدمين. وفى هذا السياق، ظهر مصطلح التصميم من أجل الاستدامة **Design for Sustainability**، والذى يمكن تعريفه بأنه "ممارسة التصميم والتعليم والبحث للمساهمة بطريقة أو بأخرى في التنمية المستدامة". [10]

1- الاستدامة في المنتجات

تتشابه بعض المنتجات في الشكل أو الوظيفة أو كلاهما، إلا انه يمكن وصف بعضها بالاستدامة دون الأخرى، ويقصد بالمنتج المستدام، الذي تم اجراء مجموعة من التعديلات عليه ليصبح صديقا للبيئة من خلال تقليل الموارد المستخدمة في إنتاجه وتخفيض نسبة آثاره السلبية على البيئة.

ونظراً لاعتماد مفهوم المنتج المستدام على العديد من الجوانب مثل الثقافة، عامل الوقت، توفير المواد الأولية، الإقليم الجغرافي، فانه توجد صعوبة في تحديد هذا المفهوم، إلا أنه يمكن وصف المنتجات المستدامة بالمنتجات التي تُصنع من المواد الصديقة للبيئة والتي يمكن ان تحلل ذاتياً، أو المنتج المستدام الذي أجريت عليه تحسينات جوهرية لمقابلة احتياجات المستخدم مستقبلاً وتقليل مستوى التلف إضافة الى التوافق مع الاستدامة البيئية. [2] ولهذا تعتبر مصابيح الكهرباء المستخدمة لترشيد الطاقة، والأجهزة الإلكترونية التي تعمل بالطاقة القابلة للتجديد مثل الطاقة الشمسية في بعض أجهزة الراديو والآلات الحاسبة، والبطاريات القابلة لإعادة الشحن (**Rechargeable Batteries**)، من المنتجات المستدامة. [5] ومن خلال ما سبق، فان المنتج المستدام يتميز بمجموعة من الخصائص كما في شكل (7).

شكل (7) – خصائص المنتجات المستدامة

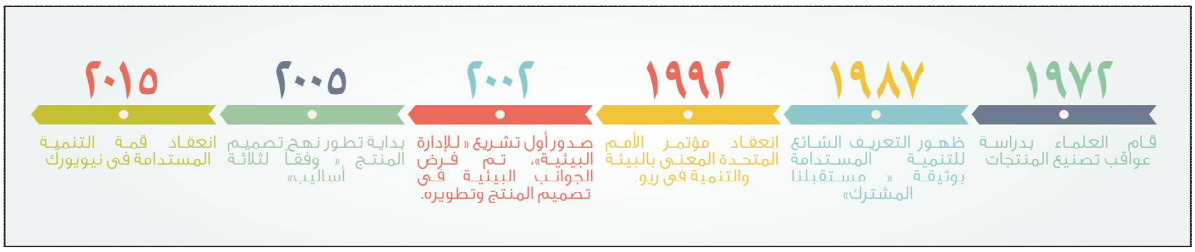
2- جوانب وسيناريوهات الاستدامة في تصميم المنتجات

لقد أدى الانتشار الاستهلاكي والثقافات المادية المبالغ فيها إلى نبذ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تعاليم علماء البيئة المصممين، وظهرت مشكلة المنتجات عندما قام العلماء في عام 1972م بدراسة عواقب تصنيع المنتجات في تلك الحقبة، وتوصلوا الى ان اتجاهات النمو في تلك الفترة- في عدد سكان العالم والتصنيع والتلوث وإنتاج الغذاء ونضوب الموارد المستمر، ستؤدى الى الوصول إلى حدود النمو على هذا الكوكب في وقت ما خلال المائة عام القادمة" وتمثلت اهم العواقب فى تغير المناخ **Climate change**، التخثث **eutrophication**، التحمض **acidification**، الضباب الدخاني **smog**، السموم **toxins**، النفايات **waste**، نضوب الموارد **resource depletion**.

وقد كان مصممو المنتجات جزءًا من المشكلة وليس الحل، لما قدموه من منتجات مختلفة تمثل أعباء وأضرار بيئية مثل لعب الأطفال الغير قابلة لإعادة التدوير أو الاستخدام..الخ، ومنذ ذلك الحين تم عقد العديد من المؤتمرات للتأكيد على ضرورة تحقيق الاستدامة في كافة أنشطة الحياة، ويبين شكل (8) بعض الأنشطة والمؤتمرات في هذا الشأن.



شكل (8) – بعض الأنشطة والفاعليات للحث على تحقيق الاستدامة.

وخلال السبعينيات، بدأ المهندسون والعلماء في البحث عن "مواد ومصادر منخفضة التأثير" للطاقة، وتم نشر وإعلان قوائم المواد غير السامة والقابلة للتحلل البيولوجي والمتجددة؛ خلال التسعينيات من القرن الماضي، وانتقل التركيز من المواد إلى المنتجات وهنا بدأ دور المصمم ينمو من حيث الأهمية والمسؤولية. وتم الانتقال من تصميم المنتج إلى تصميم المراحل المختلفة لدورة حياة المنتج الذي يتبعه تحليل الوحدة الوظيفية الخاصة به. وفي عام 2002، صدر أول تشريع "للإدارة البيئية" والذي فرض دمج "الجوانب البيئية في تصميم المنتج وتطويره" (**ISO/TR 14062:2002**). وبعد عام 2005، بدأ نهج تصميم المنتج في التطور، وفقاً لثلاثة سيناريوهات كما يلي:

أ) تصميم أنظمة خدمة المنتج الصديقة للبيئة (زيروكس - الدفع لكل صفحة) **Design of eco-efficient product-service systems**

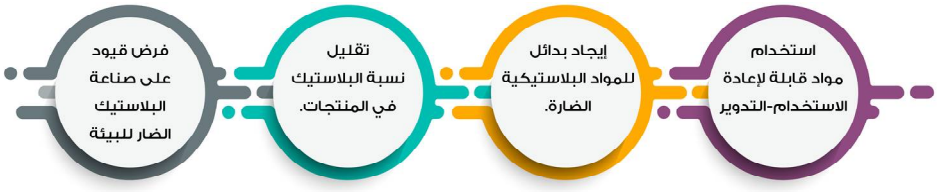
ب) التصميم لأساس الهرم، المنتجات بتكلفة منخفضة جدًا لعدد كبير من الأفراد **Design for the base of the pyramid, products at very low cost for a large number of individuals**

ج) التصميم أو الاقتصادات الموزعة **Distributed Economies**، الأنظمة الصغيرة والمرنة للإنتاج والاستهلاك، المحلية والمتصلة بالشبكة،

وقد ساعدت جميع السيناريوهات على تزايد أهمية دور المصمم في التركيز على البعد الاجتماعي والثقافي وتحقيق جوانب الاستدامة البيئية عن طريق تصميم المنتجات إما من مواد تتحلل أحيائيًا وتصبح غذاءً للدورات البيولوجية، أو من مواد تقنية تبقى في دورات تقنية مغلقة الحلقة، حيث يتم تداولها باستمرار كمغذيات للصناعة" وما يمكن للمصممين فعله هو العمل ضمن هذه السيناريوهات المختلفة.

3- تصميم المنتجات البلاستيكية المستدامة للحد من الأضرار البيئية للمواد البلاستيكية

تؤثر المواد البلاستيكية بصورة سلبية على صحة الانسان، والبيئة، والاقتصاد والموارد، على الرغم من خصائصها الهامة والتي يصعب توافرها مجمعة في بديل آخر، إلا أنه يمكن الحد من استخدام هذه المواد في الوظائف التي لا يكون تواجدها حتمياً، والبدء في إيجاد حلول أو مواد بديلة أو استخدام مواد قابلة لإعادة الاستخدام او التدوير أو التحلل، وتبدأ هذه العملية من اقناع المصممين والمستخدمين والمنتجين بمدى أهمية الحفاظ على البيئة، وقدرة هذه البدائل على تحقيق الأرباح، ومن خلال ما سبق تتضح أهمية عمليات التصميم في تحقيق استدامة المنتجات مما يؤثر على كافة الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية...الخ. ولهذا يجب تبنى كافة الأساليب وتطبيق الاستراتيجيات التي يمكن ان تساهم في الحد من تزايد النفايات، والنفايات البلاستيكية، وبصفة خاصة الغير قابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير أو التحلل. وفيما يلي شكل (9) لعرض بعض الأساليب لتحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية.



شكل (9)- بعض الأساليب لتحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية

1-4 استخدام مواد قابلة لإعادة (الاستخدام – التدوير)

ان الاهتمام المتزايد بالمجتمع المستدام يفرض حتمية التوجه نحو إعادة تدوير أو إعادة استخدام المواد التي يتم التخلص منها بعد استخدامها لأول مرة. [14] وتعتمد عملية إعادة التدوير في خطتها الأولى على معالجة المواد وتحويلها من نفايات إلى مواد أخرى قابلة للاستخدام، مما يساعد في توفير قدر كبير من الطّاقة التي يمكن أن تُستهلك في تصنيع هذه المواد.

وقد كانت الصين تستورد وتعيد تدوير أكثر من نصف نفايات العالم من البلاستيك والورق وتعمل على إعادة تدوير هذه النفايات إلا أنها بدأت حظر استيراد النفايات البلاستيكية لأسباب بيئية، ما أدى إلى تكدس هذه النفايات ووصولها إلى المحيطات. ويكمن رفض الصين في استيراد النفايات البلاستيكية لإعادة تدويرها في احتواء نسبة كبيرة من هذه النفايات على نفايات أخرى بسبب عدم التزام الأفراد بتصنيف النفايات عند التخلص منها، مما يعنى اهدار الوقت اللازم لتتحلل النفايات في الطبيعة. [4]

وتعتبر إعادة الاستخدام وسيلة لمنع النفايات الصلبة من الدخول إلى مكب النفايات، وتحسين مجتمعاتنا، وزيادة الرفاهية المادية والتعليمية والمهنية للمستخدمين، من خلال أخذ المنتجات المفيدة التي تركها البعض وتقديمها للآخرين ممن يريدونها. مما يساهم في دعم المجتمع المحلي والبرامج الاجتماعية مع دعم الشركات

المتبرعة بالمزايا الضريبية. [16]
كما تعد عملية إعادة الاستخدام بديلا اقتصاديا يهدف الى الحفاظ على الموارد وتقليل النفايات الصلبة، حيث تتطلب إعادة الاستخدام كمية أقل من الموارد والطاقة والعمالة مقارنةً بإعادة التدوير أو التخلص أو تصنيع منتجات جديدة. كما تعتبر بديلاً مفضلًا من الناحية البيئية، لأنها تقلل من تلوث الهواء والماء والتربة، وتحد من الحاجة إلى موارد طبيعية جديدة. [27] وفيما يلى بعض الأمثلة على تبنى بعض الشركات لعمليات إعادة الاستخدام أو التدوير في منتجاتها:

1-1-4 شركة **Johnson SC** : لقد ركزت شركة **SC Johnson** على حلول إعادة الاستخدام بإنتاج مجموعة عبوات لمنتجات مركزة يعاد ملؤها بهدف المساعدة على توضيح مدى سهولة إعادة تعبئة المنتجات، وتقليل معدل تكوّن النفايات البلاستيكية. [28]

2-1-4 كبسولات **MIWA**: لقد قام **Petr Baca** بتصميم وسيلة تغليف يمكن إعادة استخدامها عدة مرات، دون الحاجة إلى التخلص منها أو إعادة التدوير. ويتمثل التصميم في كبسولات قابلة لإعادة الاستخدام وفي وحدات معيارية، تُستخدم الكبسولات لنقل البضائع من المُنتِج إلى تاجر الجملة، ثم إلى المتاجر الفردية، وبعد انتهاء عملية الاستخدام يتم جمع الكبسولات الفارغة وإرسالها إلى مركز الغسيل ثم إعادتها إلى المصنع مرة أخرى. [29]

3-1-4 شركة فيليبس "**Philips**" : تعد شركة الإلكترونيات الهولندية "فيليبس" واحدة من أهم الشركات المُصنعة للأجهزة المنزلية والمعدات الطبية في العالم. وقد وضعت الشركة برنامجًا مستدامًا عام 2016 بهدف الحفاظ على موارد الأرض وتقليل التلوث البيئي. وتخطط الشركة لإعادة تدوير 90% من النفايات الناتجة عن العمليات التشغيلية، وإلى استخدام الطاقة المتجددة بنسبة 100%.

4-1-4 شركة جونسون آند جونسون " **Johnson & Johnson**": قامت الشركة بوضع أهداف بيئية خلال 30 عام قادم، وذلك لتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتحسين الأداء البيئي الخاص بالمنتجات والعمليات. وتركز على استخدام الطرق المبتكرة لتقليل الآثار السلبية الناتجة من تصنيع منتجاتها على المناخ والموارد المائية، وتهدف إلى زيادة القدرة على إعادة تدوير عبوات منتجاتها من خلال استخدام تصميمات قابلة لإعادة التدوير.

2-4 إيجاد بدائل للمواد البلاستيكية الضارة.

تنتج سلسلة القهوة الأمريكية **Amous Starbucks** ما يقرب من 4 مليارات كوب في العام. وعلى الرغم من صناعتها لهذه الأكواب من الورق، إلا أنها تحتوي على طلاء من البولي إيثلين، ولا تزال أغطيتها مصنوعة من البلاستيك بما يعادل 50 مليون كيلوغرام من النفايات البلاستيكية من سلسلة قهوة واحدة فقط. بالإضافة إلى الأغطية وطلاء الاكواب البلاستيكية الذى يصعب إعادة تدويرهم، ولهذا فإن إيجاد بدائل مناسبة للمواد البلاستيكية في تصميم المنتجات يعد أحد أهم الحلول للحد من انتشار النفايات البلاستيكية. وللتقليل من استخدام البلاستيك يمكن استخدام بدائل الورق أو الزجاج. وهناك العديد من البدائل البلاستيكية الأخرى مثل ملاعق **jowar** الصالحة للأكل من **Bakeys Foods**، وأدوات المائدة من نشا الذرة **Save Globe**، وكوب قهوة **TrioCup** المصنوع بالكامل من الورق عن طريق الاوريجامى، وفيما يلي عرض لبعض هذه الحلول.

1-2-4 ملاعق jowar : توجد أدوات المائدة البلاستيكية منذ سنوات، وتعتبر الخيار الوحيد لأدوات المائدة الرخيصة التي يمكن التخلص منها. الا أنها تشكل خطراً من الناحية البيئية والصحية للمستخدمين، ويكمن أحد الحلول فيما قامت به **Narayana Peesapathy** من ابتكار أدوات المائدة الصالحة للأكل. وهي أدوات للمائدة مصنوعة من دقيق الجوار **flours of jowar** الممزوج بالأرز والقمح ، ولا تحتوي الملاعق على مواد كيميائية أو مواد حافظة أو دهون أو مستحلبات أو ألوان صناعية أو منتجات ألبان فهي منتجات طبيعية بنسبة 100٪، وقابلة للتحلل، وتأتي في مجموعة متنوعة من النكهات الحلوة والمالحة كما في شكل (10). [30]

شكل (10) – أدوات المائدة (jowar) القابلة للتحلل.

2-2-4 أدوات المائدة من نشا الذرة Save Globe : وهى أواني مائدة من نشا الذرة قابلة للتحلل الحيوي، بما في ذلك أوعية صديقة للبيئة يمكن التخلص منها، والتي يمكن ان تحل محل الاوعية البلاستيكية المستخدمة في أماكن تناول الطعام مثل المطاعم والفنادق وفى أوعية تغذية الأطفال وأوعية الحساء ووجبات الغداء المدرسية للأطفال، حيث أنها أواني قوية ومانعة للتسرب والشحوم ويمكن إدخالها بالميكروويف أو الثلاجة كما في شكل (11).

شكل (11) - أدوات المائدة من نشا الذرة Save Globe. [31]

3-2-4 منتجات مؤسسة EcoSave : توفر مؤسسة **EcoSave** التي أقيمت في الهند، العديد من المنتجات الصديقة للبيئة والقابلة للتحلل بنسبة 100٪ مثل أكياس القماش القطنية والأطباق والأوعية والحاويات والملاعق وأدوات المائدة، وألواح

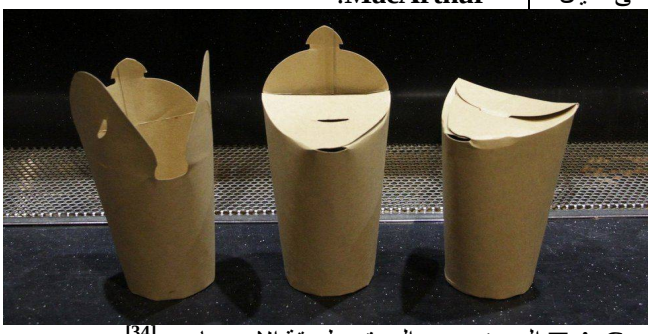
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

التقسيم، وهى مواد بدون إضافات كيميائية، ومضادة للبكتيريا ومضادة للرائحة وخالية من السموم مما يجعلها بديلًا مثالياً للبلاستيك. ويمكن تحويل معظم المنتجات إلى سماد في 60 إلى 90 يومًا. وتهدف منتجات **Ecosave** إلى تقليل أكياس القمامة الناتجة عن استخدام البلاستيك كما في شكل (12). [32]

شكل (12) - منتجات مؤسسة **EcoSave** الصديقة للبيئة والقابلة للتحلل.

4-2-4 كوب ورقى قابل للتحلل كسماد من شركة TrioCup:

للحد من مشكلة النفايات قام فريق من شركة **TrioCup** الناشئة بتصميم كوب ورقي- شكل13 - قابل للتحلل كسماد ولا يتطلب غطاء منفصل، وتم تصميم الغطاء ليكون محكم الغلق باستخدام تطبيقات الأوريجامى، ويساعد هذا الكوب الورقي على تقليل نسب البلاستيك المستخدمة في انتاج الاكواب البلاستيكية، إضافة الى سهولة إعادة تدوير الورق المستخدم في انتاجه. وقد حاز التصميم على جائزة الابتكار الاقتصادي الجديد للبلاستيك عام 2017، والذي نظمته **OpenIDEO** ومؤسسة **Ellen MacArthur**. [33]



5-1-4

شكل (13) – كوب قهوة **TrioCup** المصنوع من الورق بطريقة الاوريجامى. [34]

5-2-4 تصنيع منتجات التعبئة والتغليف من الأعشاب البحرية:

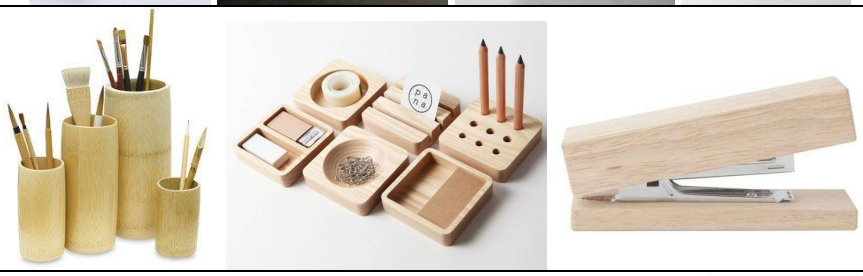
تتعاون شركة **Evoware** مع مزارعي الأعشاب البحرية المحليين في جاكرتا بإندونيسيا، لإنتاج منتجات تعبئة دائمة وصديقة للبيئة قائمة على الأعشاب البحرية، وتشمل أغلفة الطعام الصالحة للأكل، وأكياس القهوة، وأكياس التوابل الجافة، بالإضافة إلى عبوات الصابون القابلة للتحلل. وهي منتجات خالية من النفايات وآمنة للأكل وقابلة للتحلل الحيوي بنسبة 100٪، ويمكن استخدامها كسماد نباتي طبيعي، كما تحتوي على نسبة عالية من الأليياف والمعادن والفيتامينات، ويمكن استخدامها بصورة فعالة لأداء العديد من المهام خلال دورة حياتها، إضافة الى الحفاظ على البيئة وتنميتها في نهاية العمر الافتراضي. [35]

3-4 تقليل نسبة البلاستيك في المنتجات.

يمكن أن يساهم التصميم في الحد من استخدام المواد البلاستيكية عن طريق تحليل المنتج والوظائف التي يقوم بها، ومعرفة دور كل جزء من أجزاء التصميم، وخلال عملية التصميم يمكن استخدام الأساليب المختلفة لتقليل المواد البلاستيكية مع الحفاظ على مواصفات المنتج، أو استخدام مواد بديلة تحقق نفس الوظيفة، وفيما يلي جدول [1] لعرض بعض الحلول التي قدمها المصممون لتقليل نسبة المواد البلاستيكية في تصميم المنتجات خلال العديد من المجالات.

جدول [1] – بعض الحلول التصميمية لتقليل نسبة المواد البلاستيكية في تصميم المنتجات خلال العديد من المجالات.

م	المجال	المنتجات
1	وحدات الاضاءة	
2	منتجات العناية الشخصية	

م	المجال	المنتجات
3	الأجهزة الالكترونية	
4	الأثاث	
5	الأدوات المكتبية	
6	زجاجات المياه	

4-4 فرض قيود على صناعة البلاستيك الضار للبيئة.

تنتشر جبال النفايات البلاستيكية في أنحاء العالم، ولهذا يتجه الاتحاد الأوروبي إلى فرض رسوم إضافية على صناعة البلاستيك، وذلك كمحاولة لتقليل التلوث الناتج عن الصناعة. [1] ومن خلال هذه القيود سوف يتم التركيز على عدم استخدام المواد البلاستيكية بصورة افتراضية في المنتجات، واللجوء اليها في حالة عدم وجود بدائل مناسبة تؤدى المهام المطلوبة.

الخلاصة Conclusion:

تنتشر المنتجات المصنعة من المواد البلاستيكية بصورة كبيرة نظراً لمميزات البلاستيك الصناعية والاقتصادية، وقد أدى الاستخدام المتزايد لهذه المواد البلاستيكية وبخاصة الغير قابلة للتحلل، أو إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير الى تراكم النفايات، وعدم القدرة على معالجتها أو التخلص منها بصورة أمنة، ولتحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات يجب إعادة التفكير في كيفية استخدام المواد البلاستيكية للحد من تأثيرها الضار على البيئة والاقتصاد والموارد، ويمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام المواد البلاستيكية القابلة للتحلل او إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام، استبدال المواد البلاستيكية بأخرى لا تؤثر على البيئة ويمكن معالجتها، تقليل كمية المواد البلاستيكية في المنتجات، وزيادة عمر المنتج.

نتائج البحث Results:

- انتاج منتجات ذات دورة حياة أكبر يساعد في تقليل كمية النفايات.
- يساعد تطبيق مبادئ الاستدامة في تصميم المنتجات الى زيادة ثقة المستخدمين في منتجات الشركة.
- عملية تصميم المنتجات من اهم المراحل الأساسية لتحويل المنتجات التقليدية الى مستدامة للحفاظ على البيئة.
- يمكن تحقيق الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية باستبدال المواد البلاستيكية الضارة بأخرى قابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير أو التحلل.
- تطبيق مفهوم الاستدامة في تصميم المنتجات البلاستيكية، يساهم في تقليل نسبة البلاستيك الضار بالبيئة، وزيادة التنمية الاقتصادية، والحفاظ على الموارد والمجتمع.
- يساعد تصنيف النفايات البلاستيكية أثناء التخلص منها على سهولة إعادة تدويرها، مما يشكل أحد الحلول الهامة للحد من انتشارها.
- يساهم تصميم المنتجات البلاستيكية من مواد تقنية قابلة للبقاء في دورات تقنية مغلقة الحلقة، ويمكن تداولها باستمرار كمغذيات للصناعة في الحد من انتشار النفايات البلاستيكية.

المراجع References:

1- أحمد، مقبول, باجحلان, & أحمد بن سعيد. (2006). الآثار الضارة لاستخدام البولي ستايرين أوعية تعبئة مياه الشرب والمشروبات الساخنة والأغذية.

2- البكرى. تامر، إسماعيل. هديل، (2016). أثر المزيج التسويقي الأخضر على سلوك المستهلك لاستخدام المنتج

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ذو الطاقة المتجددة – دراسة تحليلية على مستخدمى السخانات الشمسية فى مدينة عمان، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، العدد 47، بغداد.

3- السواط، علي بن محمد (2005). "الاستدامة كمدخل لتعزيز دور المهندسين السعوديين فى بناء الاقتصاد الوطني". ندوة بعنوان "المهندس ودوره في بناء الاقتصاد الوطني"، مركز الملك فهد الثقافي، الرياض.

4- الرجب، وفا جاسم. مقال بعنوان: التلوث البلاستيكي... يهدد الطبيعة والإنسان، جريدة الشرق الأوسط الالكترونية، العدد رقم (14517)، 7 أغسطس 2018م.

5- فاتح. غلاب، فيروز. زروخي، (2019). الطاهر ميمون، استدامة منتجات المؤسسة الاقتصادية من منظور تكنولوجيا الإنتاج الأنظف، مجلة الاقتصاد والمالية The journal of Economics and Finance (JEF)، المجلد 5، العدد 1.

6- القيق، فريد صبح. (2010). مفاهيم الاستدامة كمنهجية شاملة لتقييم المخططات العمرانية – قطاع غزة كحالة دراسية، المؤتمر الدولي الثالث للهندسة واعمار غزة، غزة.
https://www.researchgate.net/publication/269699096_mfahym_alastdamt_kmnhjyt_shamlt_ltqyym_almkhttat_almranyt_-_qta_ghzt_khalt_drasyt

7- ميمون، الطاهر، غلاب، فاتح، رزيقات، & بوبكر. (2017)، دور الإدارة البيئية في تحسن الأداء البيئي للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة... معوقات ومتطلبات التطبيق، مجلة الفكر للإدارة والمحاسبة والتدقيق، العدد الأول، كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التيسير، جامعة غرداية، الجزائر.
https://www.researchgate.net/publication/331258630

8- محمود عباس بدوي، يسرى محمد البلتاجي، المحاسبة في مجال التنمية المستدامة بين النظرية والتطبيق، المكتب الجامعي الجديد، الإسكندرية، 2013، ص 21.

9- Ahmad, S., Wong, K. Y., Tseng, M. L., & Wong, W. P. (2018). Sustainable product design and development: A review of tools, applications and research prospects. Resources, Conservation and Recycling, 132, 49-61.

10- Carlo Vezzoli, C. K., Amrit Srinivasan, J.C. Diehl, Sompit Moi Fusakul, Liu Xin, Deepta Sateesh (January 2014). Product-Service System Design for Sustainability, Greenleaf Publishing Limited.

11- Davis, R. R. (1991). Learning how to learn: Technology, the seven multiple intelligences and learning.

12- Elduque A, Elduque D, Javierre C, Fernandez A, Santolaria J (2015) Environmental impact analysis of the injection molding process: analysis of the processing of high-density polyethylene parts. J Clean Prod 108:80–89

13- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science advances, 3(7), e1700782.

14- Grohens, Y., Kumar, S. K., Boudenne, A., & Weimin, Y. (Eds.). (2013). Recycling and reuse of materials and their products. CRC Press.

15- Hannah Ritchie (2018) - "Plastic Pollution". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/plastic-pollution' [Online Resource].

16- KRALJ¹, D. A. V. O. R. I. N., & MariČ, M. (2008). Building materials reuse and recycle. WSEAS transactions on environment and development, 4(5).

17- Leal Filho, W., Saari, U., Fedoruk, M., Iital, A., Moora, H., Klöga, M., & Voronova, V. (2019). An overview of the problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe. Journal of cleaner production, 214, 550-558.

18- WCED. "Our Common Future", Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford, England, 1988.

19- A running list of action on plastic pollution. https://www.nationalgeographic.com/environment/2018/07/ocean-plastic-pollution-solutions/ Accessed 15th January 2021.

20- Report entitled “Plastic: A Material for Eternity? “, Accessed 27 October 2020, From: https://www.plasticgarbageproject.org/gyre-en

21- UN resolution pledges to plastic reduction by 2030 https://www.bbc.co.uk/news/science-environment-47592111 Accessed 15th Nov. 2020.

22- https://denkstatt.eu/field-of-interest/circular-economy-resources/ Accessed 17th December 2020.

23- https://www.hisour.com/ar/corporate-sustainability-40020/ , Accessed 23th June 2020.

24- https://ourworldindata.org/plastic-pollution , Accessed 13th September, 2020.

25- https://www.sabic.com/assets/ar/Images/SABIC-Sustainability-ARABIC_tcm12-22136.pdf Accessed 18th June, 2020.

26- https://ourworldindata.org/grapher/plastic-fate-to-2050 Accessed 5th December, 2020.

27- http://loadingdock.org/redo/Benefits_of_Reuse/body_benefits_of_reuse.html Accessed 15th. December 2020

28- https://www.scjohnson.com/ar-eg/our-purpose/social-responsibility-news/environment/sc-johnson-funds-

throw-away-bowls-eco-friendly-tableware/ Accessed 19th. January 2021.
32- https://www.ecosave.in/ Accessed 17th. November 2020.
33- https://www.newplasticseconomy.org/innovation-prize/winners/triocup Accessed 13th September 2020
34- https://www.bbc.com/news/business-40951041 Accessed 25th. November 2020.
35- https://www.boldbusiness.com/bold-living/seaweed-new-biodegradable-plastic/ Accessed 18th. October 2020.
sustainability-research-to-understand-environmental-perceptions-and-behaviors Accessed 13th. October 2020.
29- https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/exploring-alternative-materials-reduce-plastic-pollution Accessed 22th. January 2021.
30- https://video.nationalgeographic.com/video/short-film-showcase/00000155-a195-db77-a3dd-b3d7fc4e0000 Accessed 22th. October 2020.
31- https://www.greenolives.com.cn/product/microwave-safe-rice-husk-mixed-corn-starch-biodegradable-bowls-eco-friendly-bowls-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License