دور المصمم الصناعي في الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية الناتجة عن الاستبدال السريع للمنتجات

The Industrial Designer Role in Reducing the Economic & Environmental Damage Resulting from the Rapid Replacement of Products

م.د/ مجدولين السيد حسانين

مدرس بقسم التصميم الصناعي – كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنها

Dr. Magdoline El-Sayed Hassaneen

Lecturer at Industrial Design Department Faculty of Applied Arts – Benha University

maggii27@yahoo.com

ملخص البحث Abstract :

يشهد العالم في السنوات القليلة الماضية تطوراً سريعاً وغير مسبوق في كافة مجالات الحياة ، ولا سيما مجالات العلوم الاساسية والتطبيقية ، والتي من أبرزها تقنيات الانتاج والخامات ، متمثلة في أساليب انتاج وخامات حديثة ؛ مما أدى إلى استحداث أجيال من منتجات لا تزال قيد عمرها الافتراضي ، وذلك لأن تلك الأجيال الحديثة تحمل الطابع الرقمي، وسمة الذكاء ؛ الأمر الذي أدى إلى إنهاء دورة حياة الأجيال السابقة ، على الرغم من كونِها صالحة للاستخدام ، وتؤدي وظائفها الاساسية بكفاءة . ويُعتبر ذلك إهداراً هائلاً للموارد بكافة أنواعها ، كما يُعتبر إضراراً بالبيئة ، خاصةً في ظل التوجه العالمي نحو الاستدامة .

ونظراً لكون المصمم الصناعي أحد كوادر منظومة إضافة المنتجات للأسواق العالمية ؛ فإنه يحمل على عاتقه إيجاد حلولاً مناسبة لمواكبة الاستبدال السريع للمنتجات بأقل أضرار اقتصادية وبيئية ممكنة .

يهدف البحث إلى تحديد دور المصمم الصناعي في الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية الناتجة عن الاستبدال السريع للمنتجات وذلك من خلال :

1- إقتراح مجموعة حلول من شأنِها زيادة العمر الاستخدامي للمنتجات ، وتجديد استخدام المنتجات السابقة والتي انتهت دورة حياتها بالفعل .

2- وضع اعتبارات تصميم جديدة تكون بمثابة دليل للمصممين الصناعيين لتصميم منتجات ذات عمر استخدامي طويل ومتجدد ، وتلك الاعتبارات تُضاف إلى متطلبات واعتبارات التصميم الأساسية المتعارف عليها .

ولقد اتبع البحث المنهج الاستدلالي ، وجاءت نتائجه باقتراح مجموعة حلول يتم تفعّيلها خلال دورة حياة المنتج بالكامل تؤدي إلى الحد من الاستبدال السريع له ، وذلك بالإضافة إلى وضع اعتبارت تصميم تهدف إلى تصميم منتجات ذات عمر استخدامي طويل ، وتتميز أيضاً بإمكانية إعادة استخدامها مرة أخرى في وظيفة جديدة .

الكلمات الاسترشادية Keywords :

التصميم من أجل البيئة ، إنقاذ المنتج ، تجديد استخدام المنتج .

Abstract:

In the past few years, the world has witnessed rapid and unprecedented development in all areas of life, especially the fields of basic and applied sciences, the most prominent of which are production techniques and raw materials, represented by modern production methods and raw materials; Which led to the development of generations of products that are still under their

shelf life, because these modern generations bear the digital character and the feature of intelligence; Which led to the end of the life cycle of previous generations, despite being usable, and performing their basic functions efficiently. This is considered a huge waste of resources of all kinds, as well as harming the environment, especially in light of the global trend towards sustainability.

As the industrial designer is one of the stakeholders of the system of adding products to the world markets; He takes upon himself to find appropriate solutions to keep pace with the rapid replacement of products with the least possible economic and environmental damage.

The research aims to determine the role of the industrial designer in reducing the economic and environmental damage resulting from the rapid replacement of products through:

1- Proposing a set of solutions that would increase the useful life of the products, and renew the use of previous products whose life cycle has already ended.

2- Develop new design considerations that serve as a guide for industrial designers to design products with a long and renewable life, and these considerations are added to the recognized basic design requirements and considerations.

The research followed the deductive approach, and its results came with a proposal for a set of solutions that are activated during the entire life cycle of the product leading to the reduction of its rapid replacement, in addition to developing design considerations aimed at designing products with a long useful life, and also characterized by the possibility of reusing them again in a new function.

Keywords:
Innovation management; innovation management techniques and tools; innovation

المقدمة Introduction :

إن التقدم التكنولوجي في عصــرنا الحالي أثر تأثيراً كبيراً في كافة مناحي الحياة ، ويجب على الإنســان مواكبة ذلك التقدم للاستفادة من مميزاته ، وأيضاً لتلافي آثاره السلبية ، ولا سيما مجال تصميم وإنتاج المنتجات الحياتية والتي تُلبي احتياجات البشر اليومية وتضمن لهم العون والأمان والراحة والرفاهية . وفي ذلك المجال يتجلى دور المصمم الصناعي والذي يحمل على عاتقه مســئولية ابتكار وتصــميم تلك المنتجات ، مراعياً في ذلك الاســتفادة المُثلى من التقدم التكنولوجي الحالي ، ومتلافياً لكل أضراره .

مشكلة البحث Problem of the study :

أصبحت الأسواق والمنازل مزدحمة بمنتجات تنتمي لأجيال متعاقبة وتؤدي كلها وظائف متشابهة ، وبديلة لبعضها البعض ، مما يجعلها تُمثل عبء حقيقي على البيئة لصعوبة التخلص منها بشكل نهائي ، كما أنها أيضاً تُعتبر إهداراً كبيراً للموارد بكافة أنواعها من مواد خام ، وطاقة تشــغيل ، واســتهلاك لخطوط الانتاج ، وزمن التشــغيل ، وجهود كل فرق العمل التي ساهمت في تصميمها وانتاجها وتسويقها ، وذلك بالإضافة إلى مقابلها المادي الذي تَكلّفه المستخدم .

وتوجد أسباباً عديدة لظهور تلك المشكلة الجسيمة والتي تُعتبر ظاهرة فعلية ، ومن أهم هذه الأسباب :

1- التطور العلمي الغير مسبوق في كافة مجالات الحياة ، ولا سيما مجالات العلوم الاساسية والتطبيقية ، والتي من أبرزها تقنيات الانتاج والخامات الحديثة ، والتي ساعدت في ظهور منتجات رقمية وذكية مستحدثة تحمل قيم استخدامية ووظيفية مبتكرة وفعّالة ؛ مما أدى إلى اقتناءها واستخدامها بدلاً من نظيرتها السابقة .

2- التقدم الهائل في تقنيات التواصل ونقل المعلومات والذي حوّل العالم بأثره إلى مجتمع واحد تتناقل خلاله الابتكارات في كافة مجالات الحياة خلال دقائق معدودة من ظهورها ، الأمر الذي حقق الاستفادة المُثلى من تلك الأبحاث العلمية الأساسية والتطبيقية ؛ وما ترتب على ذلك من تعاقب ظهور المنتجات المستحدثة بشكل مستمر.

3- عالمية الأسواق في العصر الحالي . حيث أن البيع والشراء من خلال شبكة الانترنت أتاح إمكانية إقتناء المنتجات المتوفرة في كافة دول العالم بسهولة ويُسر .

4- تطلُّع الإنسان المستمر للحصول على أعلى مستوى رفاهية جعله لا يعبء بالتكلفة المادية المبالغ فيها مقابل اقتناءه منتجات توفر له هذة الرفاهية ، على الرغم من امتلاكه لنظيراتها بالفعل .

5- التغيُر في القيم ، والثقافة الاجتماعية على مستوى العالم أجمع ؛ أدى إلى تغيُر في المفاهيم والاعتبارات ومن ثَم السلوك الإنساني بشكل كبير ، وذلك من حيث ثقافات الاقتناء ، والاستغناء ، والاستخدام ، والتقييم ، وغير ذلك من اعتبارات تؤثر على قرار استبدال المنتجات الحالية بنظيرتها المستحدثة .

6- تعدد الشركات المنافسة في نفس المجال ، والتي تسعى كل منها إلى التفوق على نظيراتها في الأسواق العالمية بتقديم منتجات أكثر تفوقاً في أداء الوظيفة ، وسهولة الاستخدام ، وجاذبية المظهر ، مع سعر مُنافس ؛ مما يؤدي إلى سرعة ظهور أجيال متلاحقة ومتطورة من المنتجات ذاتها ، والتي تُنهي دورة حياة نظيراتها السابقة.

أهمية البحث Significance of the study :

1- **فيما يتعلق بالمجتمع :** تتمثل أهمية البحث بالنسبة للمجتمع في اقتراح حلول تساعد على الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية الناتجة عن الاستبدال السريع للمنتجات .

2- **فيما يتعلق بالمصمم الصناعي :** ترجع أهمية البحث بالنسبة للمصمم الصناعي إلى تفعّيل دوره في إيجاد حلولاً مناسبة لمواكبة الاستبدال السريع للمنتجات بأقل أضرار اقتصادية وبيئية ممكنة ، وذلك باعتباره أحد كوادر منظومة إضافة المنتجات للأسواق العالمية .

هدف البحث Objective of the study :

يهدف البحث إلى توضيح دور المصمم الصناعي في الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية الناتجة عن الاستبدال السريع للمنتجات ، وذلك من خلال :

1- إقتراح مجموعة حلول من شأنِها زيادة العمر الاستخدامي للمنتجات ، وتجديد استخدام المنتجات السابقة والتي انتهت دورة حياتها بالفعل .

2- وضع اعتبارات تصميم جديدة تكون بمثابة دليل للمصممين الصناعيين لتصميم منتجات ذات عمر استخدامي طويل ومُتجدد ، وتلك الاعتبارات تُضاف إلى متطلبات واعتبارات التصميم الأساسية المُتعارف عليها .

منهج البحث Methodology of the study :

يتبع البحث المنهج الاستدلالي .

الإطار النظري Theoretical framework :

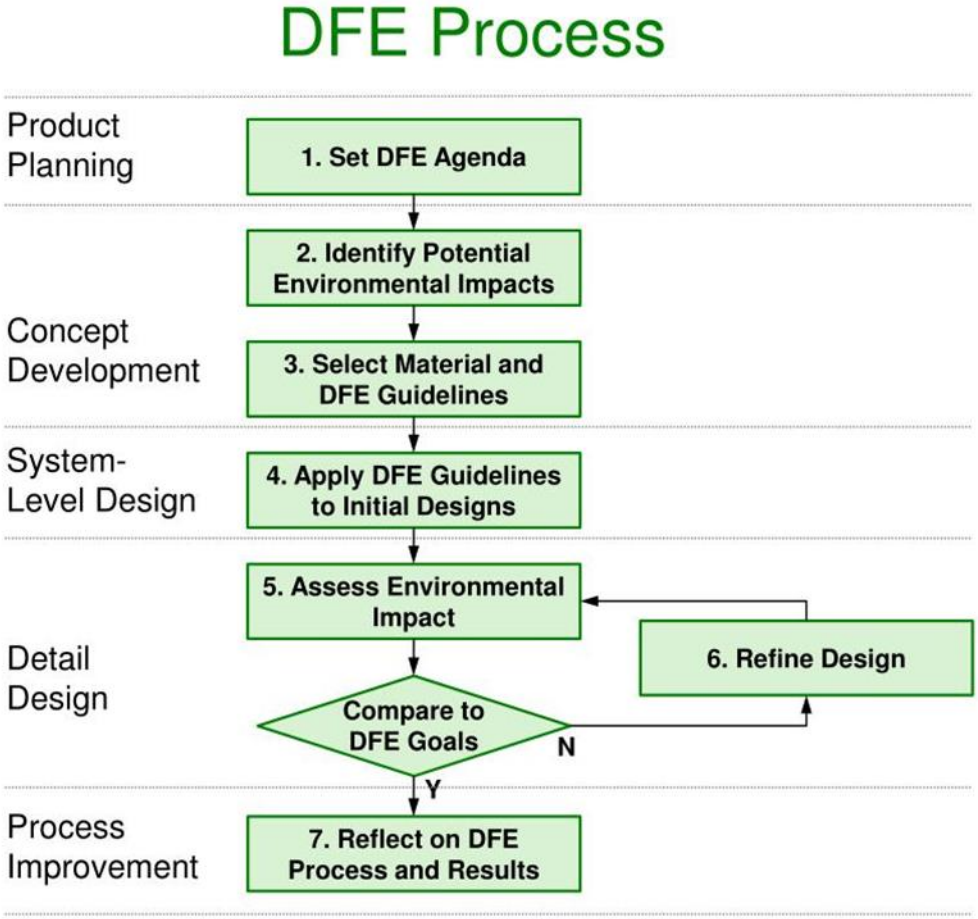
أولاً : تعريف التصميم من أجل البيئة Design for Environment (DFE) :

التصـــميم من أجل البيئة (DFE) هو عملية تصـــميم تهدف إلى الحد من تأثير المنتجات على البيئة المحيطة بالمنتج أو الخدمة . حيث أنه يأخذ في الاعتبار دورة حياة المنتج بأكملها ، وليس فقط اســـتخدام المواد المعاد تدويرها أو التغليف المناسب أو سهولة التخلص من المنتج .

التصـــميم من أجل البيئة (DFE) هو طريقة لتقليل أو إزالة الآثار البيئية للمنتج على مدار دورة حياته . حيث تحافظ الممارســـة الفعّالة لعملية DFE على جودة المنتج وتكلفته أو تحســـنهما مع تقليل الآثار البيئية . تهدف عملية DFE إلى تغيير هدف المؤسسة من مجرد إنتاج وتوزيع منتجاتها إلى إنتاج منتجات ذات دورة حياة مغلقة الحلقة .

ثانياً : عملية التصميم من أجل البيئة Design for Environment (DFE) Process :

يتم تنفيذ عملية DFE من خلال أنشطة عملية تطوير المنتج ، ويوضح شكل (١) خطوات عملية التصميم من أجل البيئة DFE .



شكل (١) عملية التصميم من أجل البيئة DFE Process

1- الخطوة الأولى : تحديد جدول أعمال DFE : الدوافع والأهداف والفريق :

Step 1: Set the DFE agenda: drivers, goals, and team:

تبدأ عملية DFE في وقت مبكر من مرحلة التخطيط للمنتج بوضع جدول أعمال عملية DFE .

تتكون هذه الخطوة من ثلاثة أنشطة رئيسية ، وهي : تحديد الدوافع الداخلية والخارجية لـــعملية DFE ، وتحديد الأهداف البيئية للمنتج ، وإنشاء فريق DFE .

من خلال وضع جدول أعمال DFE ، تحدد المنظمة مسارًا واضحًا قابل للتنفيذ نحو تصميم منتج صديق للبيئة.

- **تحديد الدوافع الداخلية والخارجية لعملية DFE :** تبدأ مرحلة التخطيط لعملية DFE بمناقشة أسباب رغبة المنظمة في معالجة التأثير البيئي لمنتجاتها .

يجب توثيق كل من الدوافع الداخلية والمحفزات الخارجية لـ DFE . حيث أنه قد تتطور هذه القائمة بمرور الوقت ، وذلك نظراً لتأثير التغييرات التي قد تطرأ على التكنولوجيا والتنظيم والخبرة والمســتفيدين والمنافســين ، ومدى قدرة المنظمة وتحدياتها.

الدوافع الداخلية هي أهداف DFE داخل المنظمة . الدوافع الداخلية النموذجية لـ DFE هي :

- جودة المنتج Product quality : قد يؤدي التأثير البيئي المنخفض إلى رفع جودة المنتج من حيث الوظيفة والموثوقية في التشغيل والمتانة وقابلية الصيانة .
- الصورة العامة Public image : يمكن أن يؤدي ارتفاع مستوى الجودة البيئية للمنتج إلى تحسين الصورة العامة للمنظمة .
- خفض التكلفة Cost reduction : يمكن أن يؤدي اســتخدام مواد أقل وطاقة إنتاج أقل إلى توفير كبير في التكلفة . كما ينتج عن خفض حجم النفايات انخفاض تكاليف التخلص منها .
- الابتكار Innovation : يمكن أن يؤدي التفكير المســتدام إلى تغييرات جذرية في تصــميم المنتج وقد يعزز الابتكار في جميع أنحاء المنظمة .
- الســلامة التشــغيلية Operational safety : من خلال التخلص من المواد الســامة ، يمكن أن تســاعد العديد من تغييرات DFE في تحسين الصحة والسلامة المهنية للموظفين .
- تحفيز الموظفين Employee motivation : يمكن تحفيز الموظفين للمســاهمة بطرق جديدة ومبتكرة إذا كانوا قادرين على المساعدة في تقليل التأثير البيئي لمنتجات المنظمة وعملياتها .
- المســؤولية الأخلاقية Ethical responsibility : غالبًا ما يرجع الوعي بأهمية التنمية المســتدامة بين المديرين ومطوري المنتجات إلى الشعور الأخلاقي بالمسؤولية عن الحفاظ على البيئة والطبيعة .
- ســلوك المســتهلك Consumer behavior : قد يؤدي التوافر الواســع للمنتجات ذات الفوائد البيئية الإيجابية إلى تسريع الانتقال إلى أنماط حياة أنظف والطلب على منتجات أكثر مراعاة للبيئة .

تتضمن الدوافع الخارجية لـــ DFE عادةً ما يلي : التشريعات البيئية Environmental regulations، وتفضيلات العملاء Customer preferences ، وعروض المنافسين The offerings of competitors .

- **تحديد أهداف عملية DFE** : من الأنشطة المهمة في مرحلة تخطيط المنتج تحديد الأهداف البيئية لكل مشروع تطوير منتج .

لتحقيق الأهداف طويلة المدى ، يمكن تحديد أهداف بيئية لكل منتج خلال مرحلة التخطيط . تســمح هذه الأهداف الفردية بإحراز تقدم نحو الإســتراتيجية طويلة المدى . ويوضــح شــكل (٢) أمثلة لأهداف DFE مرتبة وفقًا لدورة حياة المنتج . وبناءً على فهم مراحل دورة الحياة التي تساهم في إحداث تأثيرات بيئية كبيرة ، يمكن تطوير الأهداف وفقًا لذلك .

Life Cycle Stage	Example Design for Environment Goals
Materials	• Reduce the use of raw materials. • Choose plentiful, renewable raw materials. • Eliminate toxic materials. • Increase the energy efficiency of material extraction processes. • Reduce discards and waste. • Increase the use of recovered and recycled materials.
Production	• Reduce the use of processing materials. • Specify process materials that can be fully recovered and recycled. • Eliminate toxic process materials. • Select processes with high energy efficiency. • Reduce production scrap and waste.
Distribution	• Plan the most energy-efficient shipping. • Reduce emissions of the transport. • Eliminate toxic and dangerous packaging materials. • Eliminate or reuse packaging.
Use	• Extend useful product life. • Facilitate use of products under the intended conditions. • Enable clean and efficient servicing operations. • Eliminate emissions and reduce energy consumption during use.
Recovery	• Facilitate product disassembly to separate materials. • Enable the recovery and remanufacturing of components. • Facilitate material recycling. • Reduce volumes for incineration and landfill deposit.

شكل (٢) أمثلة لأهداف DFE مرتبة وفقًا لدورة حياة المنتج

- **تشـكيل فريق DFE :** يتطلب DFE مشـاركة العديد من الخبراء الفنيين في مشـروع تطوير المنتج . يتكون الفريق النموذجي لعملية DFE من قائد وخبير في الكيمياء البيئية (الخامات) ومهندس تصـنيع وممثل سـلسـلة التوريد (الشـراء) . ويعتمد تكوين فريق DFE على تنظيم واحتياجات المشـروع المعني ، وقد يشـمل أيضًـا مسـئول التسـويق أو المسـتشـارين الخارجيين أو الموردين أو خبراء الآخرين .

2- الخطوة الثانية : تحديد التأثيرات البيئية المُحتملة :

Step 2: Identify potential environmental impacts

خلال مرحلة تطوير المفهوم ، تبدأ DFE بتحديد التأثيرات البيئية المُحتملة للمنتج خلال دورة حياته . وذلك يُمكِّن فريق تطوير المنتج من دراسة التأثيرات البيئية المُحتملة في مرحلة تطوير المفهوم ، مما يجعلهم يضعون التصميم مراعياً لتلافي تلك التأثيرات .

يســـتطيع فريق DFE توفير البيانات المطلوبة من خلال تحليل تأثير بعض المنتجات المشـــابهة ، وذلك بالإجابة على مجموعة أسئلة يوضحها شكل (٣) .

Life Cycle Stage	Questions
Materials	• How much, and what types of plastic will be used? • How much, and what types of additives will be used? • How much, and what types of metals will be used? • How much, and what other types of materials will be used (glass, ceramics etc.)? • What is the environmental profile of these materials? • How much energy is will be required to extract these materials? • Which means of transport will be used to procure them?
Production	• How many, and what types of production processes will be used? • How much, and what types of auxiliary materials are needed? • How high will the energy consumption be? • How much waste will be generated? • Can production waste be separated for recycling?
Distribution	• What kind of transport packaging, bulk packaging and retail packaging will be used (volumes, weights, materials, reusability)? • Which means of transport will be used?
Use	• How much, and what type of energy will be required? • How much, and what kind of consumables will be needed? • What will be the technical lifetime? • How much maintenance and repairs will be needed? • What and how much auxiliary materials and energy will be required? • What will be the aesthetic lifetime of the product?
Recovery	• How will the product be disposed? • Can the product be quickly disassembled using common tools? • Will the components or materials be reused? • Can reusable components be disassembled without damage? What materials will be recyclable? • Will the materials be identifiable?

شكل (٣) أسئلة لتحديد التأثير البيني للمنتج لكل مرحلة من مراحل دورة حياته

3- الخطوة الثالثة : تحديد إرشادات DFE :

Step 3: Select DFE guidelines

تساعد الإرشادات فريق تصميم المنتج على اتخاذ قرارات DFE المبكرة بدون التعمق في تحليل الأثر البيئي الذي لا يكون ممكنًا إلا بعد تحديد التصميم بشكل كامل .

ويتم تحديد الإرشادات بناءً على تقييم التأثيرات البيئية للمنتج خلال دورة حياته (من الخطوة الثانية) . ويوضح شكل (٤) مجموعة من إرشادات DFE مرتبة وفقًا لمراحل دورة حياة المنتج .

Life Cycle Stage	Design for Environment Guidelines	
Materials	Sustainability of resources	• Specify renewable and abundant resources*. • Specify recyclable and/or recycled materials*. • Specify renewable forms of energy*.
	Healthy inputs and outputs	• Specify non-hazardous materials*. • Install protection against release of pollutants and hazardous substances. • Include labels and instructions for safe handling of toxic materials*.
Production	Minimal use of resources in production	• Employ as few manufacturing steps as possible*. • Specify materials that do not require surface treatments or coatings*. • Minimize the number of components*. • Specify lightweight materials and components*.
Distribution	Minimal use of resources in distribution	• Minimize packaging. • Use recyclable and/or reusable packaging materials. • Employ folding, nesting, or disassembly to distribute products in a compact state. • Apply structural techniques and materials to minimize the total volume of material.
Use	Efficiency of resources during use	• Implement default power down for subsystems that are not in use. • Use feedback mechanisms to indicate how much energy or water are being consumed. • Implement intuitive controls for resource-saving features.
	Appropriate durability	• Consider aesthetics and functionality to ensure the aesthetic life is equal to the technical life. • Facilitate repair and upgrading. • Ensure minimal maintenance. • Minimize failure modes.
Recovery	Disassembly, separation, and purification	• Ensure that joints and fasteners are easily accessible*. • Specify joints and fasteners so that they are separable by hand or with common tools*. • Ensure that incompatible materials are easily separated*.

شكل (٤) إرشادات التصميم من أجل البيئة مرتبة وفقًا لمرحلة دورة حياة المنتج

4- الخطوة الرابعة : تطبيق إرشادات DFE على التصميم الأولي للمنتج :

Step 5: Assess the environmental impacts:

أثناء مرحلة التصميم التفصيلي ، يتم التحديد الدقيق لمواصفات الخامات ، والتصميم الهندسي النهائي وعمليات الإنتاج . وفي هذه المرحلة يكون من المفيد تطبيق إرشادات DFE المعنية (المحددة في الخطوة ٣) . وذلك لضمان تصميم منتج ذو تأثير بيئي أقل . حيث يتم التركيز على العوامل البيئية بدقة أكبر ، من خلال اختيار المواد منخفضة التأثير السلبي وتقليل استهلاك الطاقة . وذلك بالإضافة إلى أنه قد تُلهم إرشادات DFE فريق تطوير المنتج للتوصل إلى تحسين في وظائف ومتانة المنتج ، مما قد يؤدي إلى تأثيرات بيئية أقل بشكل ملحوظ .

5- الخطوة الخامسة : تقييم التأثيرات البيئية :

Step 5: Assess the environmental impacts:

تتمثل الخطوة التالية في تقييم الآثار البيئية للمنتج على مدار دورة حياته بأكملها ، إلى أقصى حد ممكن . يتطلب القيام بذلك بدقة فهمًا تفصيليًا لكيفية إنتاج المنتج وتوزيعه واستخدامه على مدار عمره وإعادة تدويره أو التخلص منه في نهاية عمره الإفتراضي . يتم إجراء هذا التقييم بشكل عام على أساس مصادر الطاقة ، ومواصفات الخامات ، والموردين ، وأنماط النقل ، والنفايات ، وطرق إعادة التدوير ، ووسائل التخلص من المنتج . تتوفر العديد من أدوات تقييم دورة الحياة life cycle assessment (LCA) لإجراء مثل هذا التقييم البيئي . تتراوح هذه الأدوات في السعر والتعقيد ويتم اختيارها بناءً على أنواع الخامات والعمليات المتضمنة والدقة المطلوبة في التحليل.

- **قارن التأثيرات البيئية بأهداف DFE :** تقارن هذه الخطوة التأثيرات البيئية للتصميم بأهداف DFE المحددة في مرحلة التخطيط . حيث تم إنشاء العديد من بدائل التصميم في مرحلة التصميم التفصيلي ، ويتم في هذه المرحلة مقارنتها ببعض لتحديد أي منها له تأثير بيئي أقل .

إذ لم يكن فريق تطوير المنتج من ذوي الخبرة الكبيرة في DFE ، فسيحتاج التصميم بشكل عام كثير من التحسين . وعادة ما تكون هناك حاجة لتكرار عملية DFE لضمان الوصول لمنتج ذو تأثير بيئي بسيط .

6- الخطوة السادسة : تحسين تصميم المنتج لتقليل أو القضاء على التأثيرات البيئية :

Step 6: Refine the product design to reduce or eliminate the environmental impacts:

الهدف من هذه الخطوة هو تقليل أو إزالة أي آثار بيئية كبيرة للمنتج من خلال إعادة التصميم ، حيث تتكرر العملية إلى أن يتم تقليل التأثيرات البيئية إلى مستوى مقبول يتناسب مع أهداف DFE . وقد تستمر عملية إعادة التصميم من أجل تحسين DFE بعد بدء الإنتاج .

7- الخطوة السابعة : التفكير في عملية ونتائج DFE :

Step 7: Reflect on the DFE process and results:

كما هو الحال مع كل جانب من جوانب عملية تطوير المنتج ، فإن النشاط النهائي هو طرح الأسئلة التالية :

- ما مدى جودة تنفيذنا لعملية DFE ؟

- كيف يمكن تحسين عملية DFE ؟
- ما هي تحسينات DFE التي يمكن إجراؤها على المنتجات المستقبلية ؟

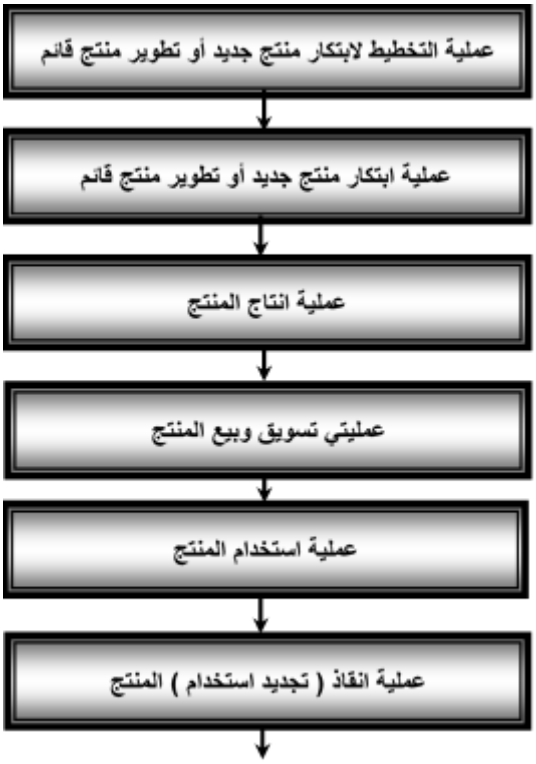
الاستنباط Eduction :

يمر المنتج أثناء دورة حياته بعدة مراحل ، بدءً من التخطيط لإبتكار منتج جديد أو تطوير منتج قائم ، ومروراً بعملية تصميم المنتج ، وعملية انتاجه ، وعمليتي تسويقه وبيعه ، وعملية استخدامه ، وانتهاءً بالتخلص من المنتج في نهاية دورة حياته .

ولقد تسارعت دورة حياة المنتج نظراً للأسباب التي سبق عرضها في مشكلة البحث ، وما يسعى إليه البحث هو الحد من الأضرار الناتجة عن هذا التسارع . ويتم ذلك من خلال اتباع أحد اتجاهين رئيسيين أو كليهما . وهما :

- **الأول : زيادة العمر الاستخدامي للمنتج مما يُطيل دورة حياته .**
- **الثاني : تجديد دورة حياة المنتج بإضافة حياة جديدة له أو لأجزاءه ومكوناته ، سواء كانت تلك الحياة امتداداً للسابقة ، أو حياة جديدة تماماً .**

وفيما يلي عرض للعمليات التي تتم على المنتج خلال دورة حياته في ضـــوء هذين الاتجاهين . ويوضـــح شـــكل (٥) تلك العمليات .



شكل (٥) العمليات التي تتم على المنتج خلال دورة حياته المتجددة

1- عملية التخطيط لابتكار منتج جديد أو تطوير منتج قائم The planning process to create a new product or develop an existing product :

خلال عملية التخطيط لابتكار منتج جديد أو تطوير منتج قائم يتم تحديد الاجراءات التي سوف تُتَبع لتصميم وانتاج وتسويق وبيع المنتج ، فهي تُعتبر عملية تحديد وتنظيم ووضـــع مواصـــفات ومعايير لكل العمليات التي تليها ، وبالتالي فهي تُمثل

فرصــة واعدة للتخطيط لمنتج ذو عمر افتراضــي طويل ومتجدد ، مما يســاعد في الحد من الاضــرار الاقتصــادية والبيئية للاستبدال السريع للمنتجات . ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يلي :

أ- الاعتماد في التخطيط للمنتج على أســاســات منتجات موجودة بالفعل ، حيث يمكن الاســتفادة من أجزاء ، ومكونات ، وخطوط انتاج ، وعبوات تغليف منتجات متوفرة بالأســـواق أو منتجات انتهت دورة حياتها ؛ مما يؤدي إلى تخفيض تكلفة المنتج محل التخطيط ، كما أنه يُعتبر تجديد اســتخدام لأجزاء أو مكونات من منتجات انتهت دورة حياتها أو أوشــكت على الانتهاء لتدخل في دورة حياة المنتج الجديد محل التخطيط .

ب- الاعتماد على التقنيات الحديثة في تحديد طريقة أداء وظيفة المنتج ، بحيث تعتمد الفكرة الاساسية في أداء المنتج على البرمجة ، ومن ثَم يمكن تغيير أسلوب الأداء وخطواته بتغيير البرمجة ، مع تغيير جزء أو أثنين من المنتج ، وهي الأجزاء المسئولة عن أداء الوظيفة بشكل مباشر ؛ مما يُتيح استمرارية استخدام الأجزاء الرئيسية في المنتج والتي تُعتبر الأكثر تكلفة ، وأيضاً تحتاج الكثير من الوقت والجهد والإمكانيات لتصميمها وانتاجها .

2- عملية إبتكار منتج جديد أو تطوير منتج قائم The Innovation process a new product or developing an existing product :

تبدأ مراحل عملية ابتكار منتج جديد أو تطوير منتج قائم بمرحلة الاستقصاء وجمع المعلومات ، مروراً بتحليل المعلومات وتحديد متطلبات ومواصفات التصميم ووضع افكار للتصميم وتقييمها وتطويرها ، وانتهاءً بالخروج بمستندات تصميم صـــالحة للإنتاج ؛ وعلى ذلك فإن عملية ابتكار منتج جديد أو تطوير منتج قائم تُوفّر فرص عديدة لتصـــميم منتج ذو عمر افتراضــي طويل ومتجدد ، مما يســاعد في الحد من الاضــرار الاقتصــادية والبيئية للاســتبدال الســريع للمنتجات . ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يلي :

أ- وضـــع اقتراحات لتطوير المنتجات القائمة تعتمد على اســـتغلال اجزاءها ومكوناتها الحالية ، حيث يُعيد المصـــمم الصــناعي صــياغة العلاقات التي تجمع الأجزاء والمكونات ببعضــها بشــكل يُحقق الهدف المرجو من التطوير ؛ مما يُتيح استغلال أمثل لكل أساسات المنتجات الحالية ، وبالتالي يؤدي إلى تخفيض تكلفة تصميم وانتاج المنتج قيد التطوير كثيراً .

ب- تصـميم أجزاء نمطية تصـلح كأجزاء من منتجات عديدة ؛ مما يؤدي إلى خفض تكلفة تصـميم وانتاج هذه الأجزاء في كل مرة تُستخدم فيها . وذلك اقتداءً بتنميط مكونات المنتجات مثل وحدات التشغيل والربط والتجميع .

ج- رفع القيمة المضــافة للمنتج مما يزيد عمر اســتخدامه ، وذلك من خلال تقديمه وظيفة أو خدمة جديدة تلقائياً بعد انتهائة من أداء الوظيفة الأساسية المُصمم من أجلها . وتوضح صورة (١) تحقيق هذه الفكرة في وراقّة مكتب والتي تحولت إلى قطعة فنية بعد إنتهاء استخدامها .

صورة (١) وراقّة مكتب تتحول لقطعة فنية بعد انتهاء استخدامها

3- عملية إنتاج المنتج Product production process :

إن عملية انتاج المنتج تتطلب توفُّر خطوط انتاج ، واسطمبات لتشكيل أجزاء المنتج ، وخامات التصنيع ، ومكونات المنتج القياسية التي تدخل في تصميمه ، ويد عاملة وغير ذلك من احتياجات لاتمام عملية انتاج وتجميع وتغليف المنتج .

ويمكن أن تساعد عملية الانتاج في الحد من الاضرار الاقتصادية والبيئية للاستبدال السريع للمنتجات من خلال ما يلي :

أ- تغيير مفهوم خطوط الإنتاج المعتادة إلى خطوط إنتاج معتمدة على فكرة الأجزاء التي يمكن اســتبدالها وإعادة ترتيبها وفقاً للمنتج المطلوب إنتاجه .

ب- الاعتماد في خطوات الانتاج من تشــكيل وتجميع وغيره على البرمجة قدر الإمكان لســهولة تغيير وتطويع عمليات الإنتاج بالبرمجة وفقاً للمنتج المَعني .

ج- تجزئة خطوط الإنتاج التي لم تعد تُستخدم ؛ للاستفادة من الأجزاء التي تصلح ، وضمها لخطوط انتاج منتجات حالية أو جديدة .

د- تعديل أسطمبات المنتجات التي لم تعد تُنتج بإضافة أو حذف أجزاء إليها أو منها لتصلح كأسطمبات لمنتجات جديدة .

4- عمليتي تسويق وبيع المنتج Marketing and selling the product :

عملية الترويج للمنتج قادرة على أن تُحقق له نجاحاً عظيماً أو أن تُهدِره حقه ، ويمكن استغلال عمليتي تسويق وبيع المنتج في الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية الناتجة عن الاستبدال السريع للمنتجات بخلق فرص جديدة لها ، وذلك من خلال ما يلي :

أ- توفير أسواق جديدة لبيع المنتجات التي انتهت دورة حياتها ولا تزال صالحة للاستخدام وتؤدي وظائفها بكفاءة ، حيث يمكن أن تكون هذه الأسـواق في دول أقل تقدماً أو أقل في مسـتوى المعيشـة والاقتصـاد ، مما يُتيح بداية اسـتخدامية جديدة للمنتجات .

ب- شراء الشركات لمنتجاتها التي انتهت دورة حياتها ، وذلك تمهيداً لإعادة استغلالها بالطرق التالية :

(1) الاستفادة من أجزاءها ومكوناتها في انتاج منتجات أخرى تُصنّف درجة ثانية وتُباع بسعر أقل .

(2) إجراء عملية صيانة لهذه المنتجات وإعادة بيعها مرة أخرى باعتبارها منتجات درجة ثانية بسعر أقل .

5- عملية استخدام المنتج Use the product :

إن عملية اســتخدام المنتج هي تتويج لكل الجهود الســابقة ، وهي المعيار الحقيقي لتقييم نجاح أو فشــل تلك المجهودات . ويعتمد نجاح عملية استخدام المنتج على تحقيق علاقة ناجحة بينه وبين المستخدم ، وذلك النجاح هو المعيار الأول والأهم الذي يضمن طول عمر استخدام المنتج ، مما يساعد في الحد من الاضرار الاقتصادية والبيئية للاستبدال السريع للمنتجات . ويمكن تحقيق ذلك من خلال :

أ- تحديد وتوضيح أسلوب وخطوات الاستخدام بشكل مُفصّل بالشرح والصور ، وأيضاً يمكن من خلال أسطوانة رقمية مُرفقة بالمنتج ؛ وذلك تجنباً لسوء الاستخدام الذي يؤثر سلبياً على المنتج وبالتالي يؤدي إلى قِصر عمره .

ب- تصميم تسلسل أو تزامن خطوات الاستخدام بشكل يُجبِر المستخدم على اتِباعِها دون خطأ ، وإذا حدث خطأ عَرضي في الاستخدام يكون المنتَج مُصمم بشكل يمنعه من الاستجابة للمستخدم ، وذلك دون إلحاق الأذى بالمستخدم أو الضرر بالمنتج .

ج- إضافة المتعة لعملية الاستخدام دون التأثير سلبياً على تحقيق الاعتبارات الوظيفية والاستخدامية ، وذلك مع مراعاة الفئة المُستهدفة من المستخدمين ومواصفاتهم واهتماماتهم ؛ مما يُنشئ تعاطف رمزي لدى المستخدم اتجاه المنتج ، ومن ثَم يؤدي إلى طول عمر استخدامه .

د- توضيح كيفية استخدام المنتج بعد انتهاء عمره ، وذلك في حالة تصميمه لأداء وظيفة بديلة لوظائفه الرئيسية بعد انتهاء دورة حياته الأساسية ، وتوضيح خطوات الفك والتركيب أو إعادة البرمجة لأداء هذه الوظيفة إن وجِد .

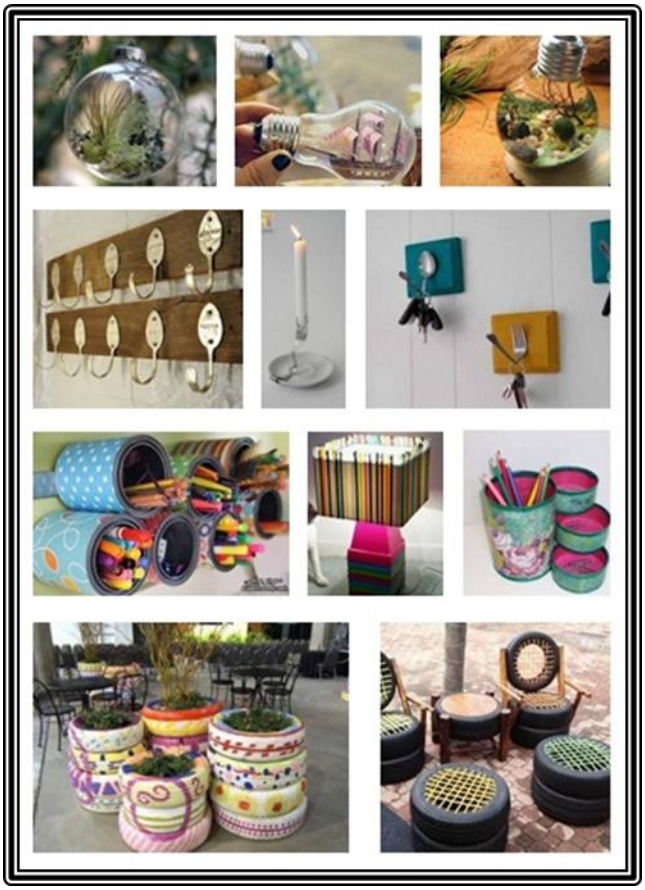
6- عملية إنقاذ (تجديد استخدام) المنتج (Saving the product (Renew product use :

كل ماسبق اقتراحه يُعتبر طرق لتجديد استخدام المنتج ، ويمكن إضافة مجموعة أخرى من الطرق تساعد في الحد من الاضرار الاقتصادية والبيئية للاستبدال السريع للمنتجات . وهي كما يلي :

أ- إعادة تدوير خامات المنتجات بتجميعها وتصنيفها وإعادة تشكيلها في صورة منتجات جديدة تماماً . وهذا الاتجاه مُنفَذ فعلياً ويُساهم كثيراً في الحفاظ على البيئة ، والاستفادة من النفايات بكافة أنواعها .

ب- إعادة استخدام أجزاء المنتج أو المنتج بالكامل بعد انتهاء دورة حياته في أداء وظائف ليس لها صلة بوظائفه الأساسية ، والأمثلة في ذلك الاتجاه كثيرة . وتوضح صورة (٢) أمثلة لإعادة استخدام المنتجات وأجزاءها في وظائف جديدة .

وفي إطار تلك الطريقة يُمكن أن يُقدم المصمم الصناعي للمستخدم قائمة بمقترحات لإعادة استخدام المنتج وأجزاءه بعد انتهاء عمره ، حيث تكون هذه القائمة من ضمن مستندات تعريف المنتج ، وتشرح طريقة إعادة الاستخدام وكيفية تنفيذيها .



صورة (٢) أمثلة لإعادة استخدام المنتجات وأجزاءها في وظائف جديدة بعد انتهاء عمر استخدامها

نتائج البحث Results of the study :

ليتمكن المصمم الصناعي من أداء دوره في الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية للاستبدال السريع للمنتجات ، وليتمكن من تنفيذ مجموعة الاقتراحات السابقة الذكر سعياً لزيادة عمر المنتج الاستخدامي وتجديده ؛ يجب إضافة بعض الاعتبارات الجديدة إلى متطلبات وإعتبارات التصميم الأساسية المُتعارف عليها ، تلك التي يسترشد بها المصمم الصناعي في أداء دوره بشكل أمثل . وفيما يلي عرض لتلك الاعتبارات الجديدة :

1- اعتبارات وظيفية Functional considerations :

أ- مراعاة إضافة وظائف أو خدمات بديلة للمنتج تبدأ تلقائياً بعد إنتهاءه من أداء وظائفه الرئيسية كلما كان ذلك ممكناً ، دون التأثير سلبياً على أداء الوظائف الأساسية للمنتج .

ب- إضافة مستند جديد لمستندات تقديم المنتج للمستخدم وتعريفه به ، وهو قائمة بمقترحات لإعادة استخدام المنتج بعد انتهاء عمره ، مع توضيح إجراءات تنفيذ هذه المقترحات .

ج- مراعاة تصميم أجزاء المنتج بشكل يسمح بإعادة استخدامها مرة أخرى بعد انتهاء عمره ، وذلك من خلال إمكانية الفك والتركيب للأجزاء .

د- التوجُّه لتنميط أجزاء المنتج لتصلح لاستخدامها في منتجات متعددة ، مثل المقابض ووحدات التشغيل .

2- اعتبارات استخدامية Usage Considerations :

أ- يجب توضيح اجراءات الاستخدام بشكل مُفصّل بالشرح والصور ، وهذا من خلال كتالوج المنتج أو أسطوانة رقمية مرفقة به ؛ وذلك تجنباً لسوء الاستخدام الذي يُؤثر سلبياً على المنتج وبالتالي يؤدي إلى اتلافه وقِصر عمره .

ب- مراعاة تصميم تسلسل أو تزامن خطوات الاستخدام بشكل يُجبِر المستخدم على اتِباعِها دون خطأ ، وإذا حدث خطأ عَرضي في الاستخدام أو في توقيته يكون المنتَج مُصمم بشكل يمنعه من الاستجابة للمستخدم دون إلحاق أذى بالمستخدم أو ضرر بالمنتج .

ج- في حالة تصميم المنتج لأداء وظيفة بديلة لوظائفه الرئيسية بعد انتهاء دورة حياته الأساسية يجب توضيح اجراءات إعادة الضبط أو التشكيل وأيضاً إجراءات الاستخدام .

د- مراعاة سهولة إجراءات الصيانة واستبدال الأجزاء التالفة وتوفير قطع الغيار اللازمة ؛ وذلك لإطالة عمر المنتج الاستخدامي .

ه- يجب أن توفِّر عملية الاستخدام تجربة مُمتعة للمستخدم تُشجّعه على استمرارية استخدامه للمنتج .

3- اعتبارات إرجنومية Ergonomics considerations :

أ- يجب أن يُعطي الشكل الخارجي للمنتج دلالات صحيحة عن وزنه ، وخامته ، والوظيفة التي يؤديها ، وطريقة استخدامه ؛ وذلك تجنباً للاستخدام الخاطئ الذي قد يُتلف المنتج .

ب- مراعاة تحقيق تعاطف رمزي بين المنتج والمستخدم من خلال توافقه مع خصائصه السيكولوجية ؛ مما يؤدي إلى تمسك المستخدم بالمنتج لأطول فترة ممكنة .

4- اعتبارات جمالية Aesthetic considerations :

أ- يجب ألا يتأثر الشكل الخارجي وألوان المنتج بظاهرة أو حدث مؤقت غير مستمر ؛ لأن ذلك سيؤدي إلى عدم قبوله بعد انتهاء الحدث أو الظاهرة ؛ مما يؤثر سلبياً على فرصة استخدامه لمدة طويلة .

5- اعتبارات إنتاجية Production considerations :

أ- مراعاة تنميط أجزاء المنتج قدر الإمكان لتسهيل عملية الإنتاج .

ب- اختيار خامات تصلح لإعادة التدوير بعد انتهاء دورة حياة المنتج .

ج- التوجه لاستخدام الخامات العضوية التي لا تُمثل عبءً إضافياً على البيئة ، بعد انتهاء عمر المنتج .

د- مراعاة أن تكون خامات تغليف المنتج تصلح لإعادة التدوير ، أو أن تكون خامات عضوية ؛ وذلك للحد من الإضرار بالبيئة .

6- اعتبارات اقتصادية Economic considerations :

أ- مراعاة توفير قطع الغيار اللازمة ، وسهولة إجراءات الصيانة واستبدال الأجزاء التالفة من المنتج ؛ وذلك لإطالة عمره الاستخدامي .

7- اعتبارات بيئية Environmental considerations :

أ- يجب اختيار خامات تصنيع وتغليف غير ضارة بالبيئة ، وأن تكون صالحة لإعادة التدوير .

ب- مراعاة استخدام طاقة غير ملوثة للبيئة لإنتاج وتشغيل المنتج .

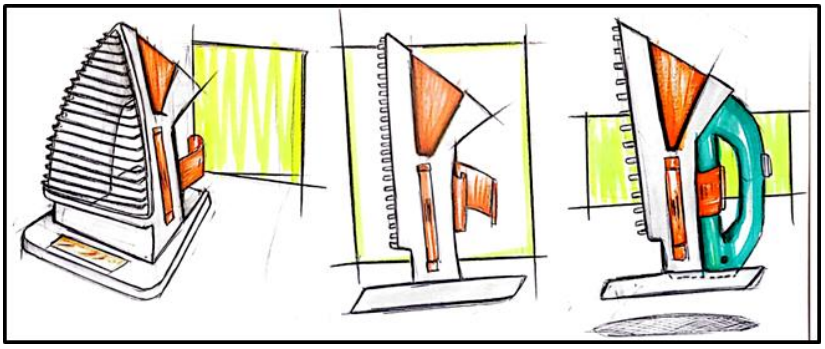
ج- مراعاة إعادة استخدام المنتج واجزاءه بعد انتهاء دورة حياته ؛ لكي لايُمثل عبء على البيئة يصعب التخلص منه .

أفكار تطبيقية لنتائج البحث Practical ideas for research results :

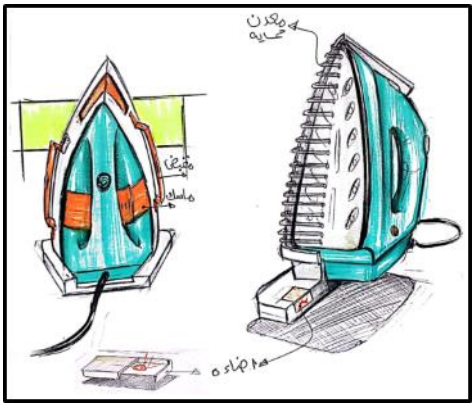
1- مدفأة محمولة من مكواة الملابس Portable heater from a clothes iron :

تصميم مكواة الملابس بحيث يُقدم معها وحدة لحمل وتثبيت المكواة ، ويوضح شكل (٦) تصميم وحدة الحمل والتثبيت على اليسار وفي المنتصف وهي فارغة ، ويمين الشكل يوضحها وهي تحتوي المكواة .

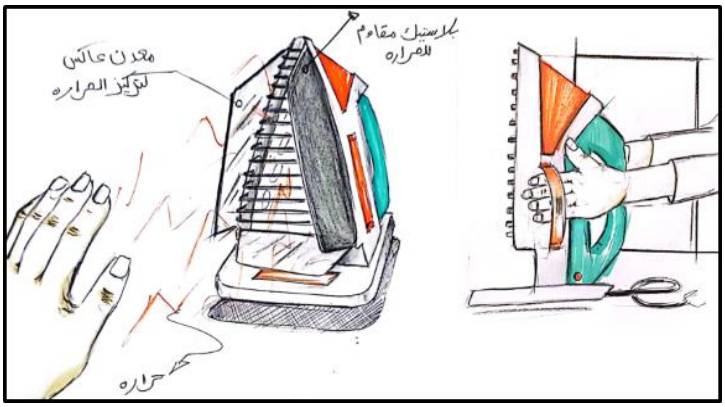
بوضع المكواة في حامل التثبيت تتحول إلى مدفأة محمولة وبذلك يمتد عمر استخدامها لحياة جديدة بوظيفة جديدة ، يوضح شكل (٧) المكواة داخل حامل التثبيت ، الذي تم تصميمه ليوفر شبكة حماية للمُستخدم أمام سطح الكي ، كما يوفر يدين لحمل المدفأة ، ويتم إضافة أسطح عاكسة لتعمل على تركيز وتوجيه الحرارة نحو المُستخدم كما يوضح شكل (٨) .



شكل (٦) تصميم لمكواة ملابس تتحول لمدفأة محمولة



شكل (٧) المكواة داخل وحدة التثبيت والحمل

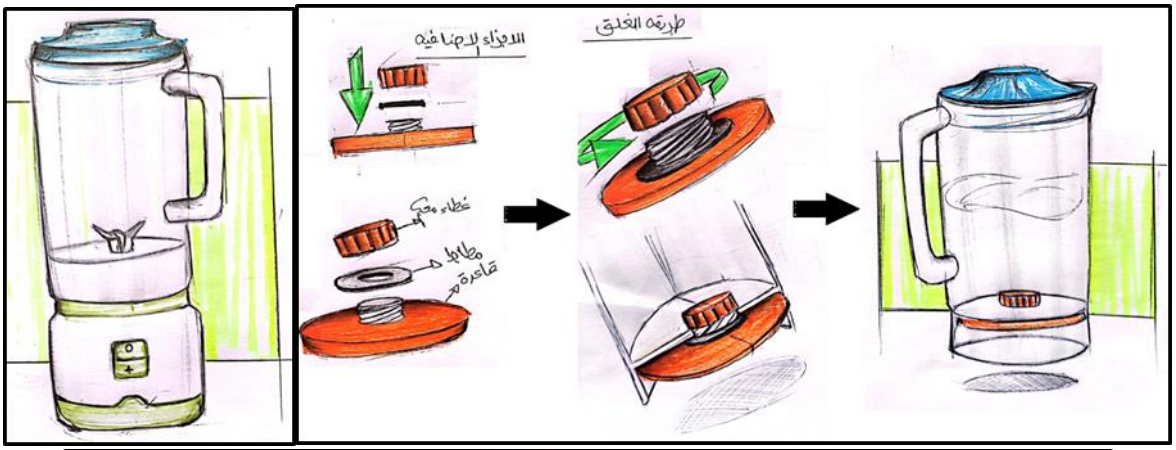


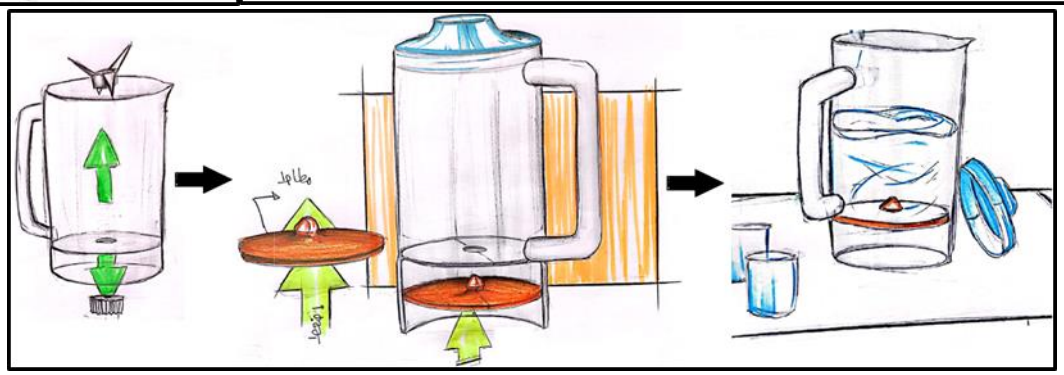
شكل (٨) اسكتشات توضيحية لحمل واستخدام المدفأة

2- شفشق للسوائل من شفشق خلاط Regular liquid jug from a mixer jug :

يُعتبر شفشق الخلاط هو أقل أجزاءه عمراً افتراضياً ، حيث يتلف سلاحه ويتم الاستغناء عنه ، وبتحويله إلى شفشق سوائل يكون قد تم إنقاذه ليبدأ حياة جديدة بوظيفة جديدة .

- يتم تصميم الخلاط بحيث يُقدم معه أجزاء إضافية يوضحها شكل (٩) وهي عبارة عن قاعدة تُركب اسفل الشفشق ويتم تثبيتها من الداخل بصمولة وبينهما وردة مطاطية a rubber seal ring تضمن عدم تسرب السوائل من الشفشق .
- ويمكن أن تكون القاعدة الإضافية المُقدمة مع الخلاط بالتصميم الموضح في شكل (١٠) بحيث يتم تركيبها بالكبس ، وجزءها العلوي مصنوع من المطاط لضمان عدم تسرب السوائل .





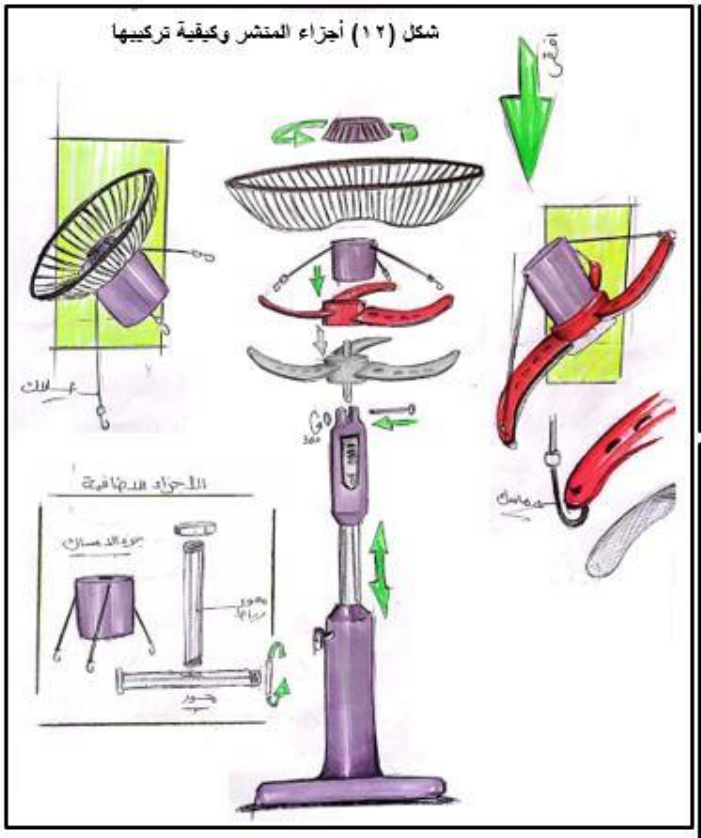
شكل (٩) فكرة ١ لتحويل شفشق الخلاط إلى شفشق سوائل

شكل (١٠) فكرة ٢ لتحويل شفشق الخلاط إلى شفشق سوائل

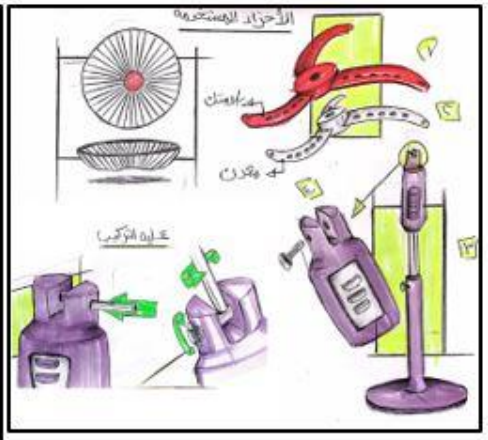
3- منشر غسيل من مروحة ستاند A drying rack from a standing fan :

يتم تصميم المروحة الاستاند بحيث تتحول إلى منشر غسيل في حالة انتهاء عمرها الافتراضي ، مما يُكسبها حياة جديدة ، وذلك بالاستفادة من مجموعة من أجزاءها والتي يوضحها شكل (١٢) ، وإضافة بعض الأجزاء التي تُقدَم معها والتي يوضحها شكل (١١) . ليصبح المنشر بالتصميم الواضح في شكل (١٣) .

وعلى الرغم من كون إضافة بعض الأجزاء إلى المنتجات يُمثل عبء مادي ، إلا أن الاستفادة الاقتصادية والبيئية، وأيضاً القيمة المُضافة بتعزيز المنتج الأساسي بوظيفية إضافية تبدأ بعد إنتهاء عمره الافتراضي يحققوا جميعاً توازن مع ذلك العبء المادي المُضاف .



شكل (١٢) أجزاء المنشر وكيفية تركيبها



شكل (١١) أجزاء المنشر

شكل (١٣) المنشر أثناء الاستخدام ⟵

التوصيـات Recommendations :

يوصي البحث بما يلي :

1- يجب تحديث مفاهيم التصميم الصناعي في ضوء إعادة الاستفادة من المنتجات بعد انتهاء عمرها الإفتراضي .

2- يجب إضافة مهمة تصميمية لمهام المصمم الصناعي وهي إيجاد حلول واقتراحات لإعادة استخدام كل المنتجات التي يشارك في تصميمها بعد انتهاء دورة حياتها الرئيسية .

3- يجب نشر الوعي الاستخدامي للحفاظ على المنتجات من التلف الناتج عن سوء الاستخدام .

4- يجب زيادة وعي المستخدم بأهمية الحد من الأضرار الاقتصادية والبيئية الناتجة عن الاستبدال السريع للمنتجات.

المراجع References

أولاً : المراجع الأجنبية :

1- Theses :

(1) Ciroth, Andreas et al: Towards a life cycle sustainability assessment: making informed choices on products. Paris, France: UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011.

(2) Datschefski, Edwin: Sustainable Products. UK: Edwin Datschefski, June 1999 – 2002.

(3) Mackenzie, Dorothy: green design: Design for the Environment. second edition. UK: laurence king,1997.

(4) Petrillo, Antonella and Felice, Fabio De: Product Life Cycle - Opportunities for Digital and Sustainable Transformation. London, UK: IntechOpen, December 1st, 2021.

(5) Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D.: Product Design and Development. fifth edition. New York, USA: McGraw-Hill, 2011.

2- Periodicals & Conference:

*, Alin Artene

(6) Ambrus, Raul et al. "Life Cycle Sustainability Assessment of Products in the Context of Competitiveness". Procedia - Social and Behavioral Sciences 238 (January 2018): 452 – 459

(7) Chung, Yi-Chan and Tsai, Chih-Hung. "The effect of green design activities on new product strategies and performance: An empirical study among high-tech companies". International Journal of Management 24(2) (Jun 2007): 276-288.

(8) Farouk, H. and Abdelsabour, I. "(DFD) Design for Disassembly Framework: An Approach to Enhance the Design Construction Process". Journal of Engineering Sciences, Faculty of Engineering , Assiut University 47 (6) (November 2019): 883–898

(9) Oh, Sehun. "From an Ecodesign Guide to a Sustainable Design Guide : Complementing Social Aspects of Sustainable Product Design Guidelines". Archives of Design Research 30 (2) (May 2017): 47-64

3- Websites :

(10) Donato,Jenni. "Design Products for Sustainability". bpf.co.uk . https://www.bpf.co.uk/sustainable_manufacturing/design/Designing_Sustainability.aspx (accessed May 2, 2022).

(11) EURACTIV. “Sustainable Products Initiative”. en.euractiv.eu . https://en.euractiv.eu/wp-content/uploads/sites/2/special-report/Sustainable-products-initiative-Special-Report.pdf (accessed May 2, 2022).
(12) European Commission. “Questions and Answers: Sustainable Products Initiative”. ec.europa.eu . https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_22_2014 (accessed May 5, 2022).
(13) University of Applied Social Sciences. “Product Lifecycle Management”. nitsri.ac.in . https://nitsri.ac.in/Department/Mechanical%20Engineering/MSD_201_Product_Lifecycle_Management_pateiktys.pdf (accessed May 15, 2022).
(14) Wanamaker, Christopher. “The Environmental, Economic, and Social Components of Sustainability”. soapboxie.com/social-issues . https://soapboxie.com/social-issues/The-Environmental-Economic-and-Social-Components-of-Sustainability (accessed May 7, 2022).
(15) Wheaton, William G. “Designing for Disassembly in the Built Environment”. digital.lib.washington.edu . https://digital.lib.washington.edu/researchworks/handle/1773/41675 (accessed May 15, 2022).