

تأثير استراتيجيات التصميم الصديق للبيئة في تحسين دورة حياة المنتج الصناعي The impact of Eco-Design strategies in improving Industrial Product Lifecycle

محمود أحمد جودة الجزائر

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعي، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بنها، mahmoud.algazar@fapa.bu.edu.eg

كلمات دالة: Keywords

التصميم البيئي Eco-Design، التصنيع المستدام Sustainable، تطوير المنتجات Manufacturing، تحليل دورة الحياة Lifecycle Analysis، معايير التصميم البيئي Eco-Design، الأثر البيئي Environmental Impact

ملخص البحث: Abstract

في عالم اليوم، حيث أصبحت الاستدامة والحفاظ على البيئة ذات أهمية متزايدة، مع إكتساب مفهوم التصميم البيئي اهتماماً كبيراً، يركز التصميم البيئي على دمج معايير الاستدامة في عملية تطوير المنتج، ولتقليل التأثير البيئي للمنتج طوال دورة حياته بأكملها، وذلك من خلال تنفيذ استراتيجيات التصميم الإيكولوجي، ولا يمكن للصناعات المساهمة في الحفاظ على البيئة فقط، بل يمكنها أيضاً الاستفادة من توفير التكاليف على المدى الطويل وتحسين الأداء الإقتصادي، كما تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير استراتيجيات التصميم البيئي على تحسين دورة حياة المنتج الصناعي وإستدامته بشكل عام، وسيجل البحث المبادئ الأساسية للتصميم البيئي وكيف يمكن تنفيذها في مراحل مختلفة من تطوير المنتجات وتصنيعها لتقليل التأثير البيئي وتعزيز عامل الاستدامة، وستستكشف الدراسة أيضاً الفوائد والتحديات المحتملة المرتبطة ببنية استراتيجيات التصميم البيئي، بما في ذلك كفاءة التكلفة، والحفاظ على الموارد، والحد من توليد النفايات، علاوة على ذلك، سيتم استخدام دراسات الحالة والبيانات من الأبحاث الحديثة في ذات المجال لتقديم دليل تجريبي على فعالية التصميم البيئي في تعزيز الاستدامة الشاملة للمنتجات الصناعية، وستحدد الدراسة أي ثغرات أو حواجز حرجة تعيق دمج مبادئ التصميم البيئي في عمليات التصنيع المستدامة، كما تقترح توصيات للتغلب على هذه التحديات، أيضاً ستساهم هذه الاستراتيجيات في دورة حياة منتج صناعي أكثر إستدامة، وتقليل التأثير البيئي، ومنها تعزيز الاستدامة الشاملة داخل الصناعة.

Paper received August 15, 2023, Accepted November 27, 2023, Published on line January 1, 2024

أكثر إستدامة، لا يمكن إنكار أن التصميم الصديق للبيئة هو جانب متكامل من أساليب التصنيع الصديقة للبيئة لأنه يهدف إلى تقليل الأضرار البيئية مع الحفاظ على جودة المنتجات والخدمات الفعالة.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

دائماً ما يكون للقطاع الصناعي تأثير كبير على البيئة، حيث يساهم في إستنفاد الموارد والتلوث وتوليد النفايات، غالباً ما تتجاهل عملية التصنيع التقليدية الإعتبارات البيئية، مما يؤدي إلى ممارسات إنتاج غير مستدامة، لذلك، هناك حاجة لدمج مبادئ التصميم البيئي في دورة حياة المنتج الصناعي لتعزيز الإستدامة وتقليل التأثير البيئي، ومع ذلك، هناك عقبات في دمج مبادئ التصميم البيئي في إجراءات التصنيع المستدامة، مما يعوق التبنى الواسع للتصميم البيئي.

كما يلعب القطاع الصناعي دوراً مهماً في إستنزاف الموارد الطبيعية والتلوث وتوليد النفايات، مما يؤدي إلى عواقب بيئية وخيمة، ول سوء الحظ، تعطي ممارسات التصنيع التقليدية الأولوية للربح والكفاءة على الإستدامة البيئية، مما يؤدي إلى أساليب إنتاج غير مستدامة، لمعالجة هذه المشكلة، يعد دمج مبادئ التصميم البيئي في دورة حياة المنتج الصناعي ضرورياً لتعزيز الإستدامة وتقليل التأثير البيئي، يمكن أن تؤدي استراتيجيات التصميم البيئي التي تأخذ بعين الإعتبار العوامل البيئية في تطوير المنتجات وتصنيعها إلى تقليل إستهلاك الموارد وتحسين فعالية التكلفة وممارسات الإنتاج المستدامة.

أهداف البحث: Research Objectives

الهدف الأساسي من هذه الورقة البحثية هو دراسة تأثير استراتيجيات التصميم البيئي على تحسين إستدامة المنتجات الصناعية ودورة حياتها، وتهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

- 1- تحليل المبادئ الأساسية للتصميم البيئي وكيف يمكن تنفيذها في مختلف مراحل تطوير المنتجات وتصنيعها لتقليل التأثير البيئي وتعزيز الإستدامة.
- 2- إكتشاف الفوائد والتحديات المحتملة المرتبطة ببنية استراتيجيات التصميم البيئي، بما في ذلك كفاءة الإنتاج والتكلفة الإجمالية، والحفاظ على الموارد، والحد من توليد النفايات.

المقدمة: Introduction

التصميم البيئي هو مبدأ أو نهج يهدف إلى دمج معايير حماية البيئة طوال دورة الحياة الكاملة للمنتجات والخدمات، الغرض الرئيسي من التصميم البيئي هو تحديد وتقليل الأثار السلبية للمنتجات والخدمات أثناء التصنيع والاستخدام والتخلص منه، مع ضمان الجودة القياسية للمنتجات والخدمات، يسعى التصميم البيئي إلى تقليل الضرر البيئي وتعزيز الإستدامة من خلال مراعاة عوامل مثل كفاءة الطاقة والمواد، وتقليل النفايات، وتقليل الإنبعاثات السامة، يدرك التصميم الصديق للبيئة أنه لا يمكن معالجة الأثار البيئية بشكل فعال بمجرد طرح المنتج في السوق، بدلاً من ذلك، فإنه يؤكد على الحاجة إلى دمج معايير الإستدامة من المراحل الأولى لتطوير وتصميم المنتج.

من خلال دمج استراتيجيات التصميم البيئي في دورة حياة المنتج الصناعي، من الممكن تحسين الإستدامة بشكل كبير وتقليل التأثير البيئي، يمكن أن يؤدي تنفيذ مبادئ التصميم البيئي في مراحل مختلفة من تطوير المنتج وتصنيعه إلى العديد من الفوائد مثل تقليل إستهلاك الموارد، وتقليل توليد النفايات، وتحسين كفاءة التكلفة، علاوة على ذلك، يمكن أن يخلق التصميم الصديق للبيئة فرصاً للابتكار والتمايز في السوق من خلال تقديم منتجات صديقة للبيئة تلبى الطلب المتزايد من المستخدمين الواعين، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يساهم التصميم البيئي في الإستدامة الشاملة للمنتجات الصناعية من خلال النظر في مرحلة إنتهاء عمرها الإقتصادي والتأكد من وجود استراتيجيات مناسبة لإعادة التدوير أو إعادة الاستخدام أو التخلص بشكل مسؤول من المنتجات بعد إنتهاء عمرها الإنتاجي.

في هذه البحث، سوف ندرس العقبات التي ينطوي عليها دمج مبادئ التصميم البيئي في إجراءات التصنيع المستدام ونطرح إقتراحات للتغلب على هذه العقبات، تستلزم مثل هذه التوصيات تعزيز تدفق معلومات دورة الحياة وكذلك البيئة، كما سيتم فحص الصعوبات التي تواجه دمج مفاهيم التصميم البيئي في عمليات الإنتاج الصناعي المستدام، كما يقترح حلاً عملياً لمعالجة هذه المشكلات مثل تعزيز التواصل الأفضل لبيانات دورة الحياة ومعايير التصميم البيئي، ودمج العوامل البيئية في إجراءات التصنيع، وإشراك أصحاب المصلحة المعنيين في آليات المراقبة لمزيد من الإستراتيجيات المعززة نحو تصميم منتج مسؤول بيئياً يمكن أن يساهم في مستقبل

كيفية مساهمة المصممين الصناعيين في الإعتبرات البيئية [3]، وبالمثل، راماني وآخرون، مراجعة أدوات تصميم دورة الحياة المختلفة وتصنيفها وفقاً للأهداف نظراً لأن شاشات الكريستال السائل LCD تشمل تقنيات متعددة تركز بشكل أساسي على تقليل الأثر البيئية السلبية من خلال الإختيار المناسب بين الحلول التقنية على سبيل المثال، تحسين الخيارات المادية، في الختام، يجب أن تهدف إستراتيجيات التصميم نحو نهج الإستدامة التي تشمل بدائل مثل الإستبدال، والإستهلاك المسؤول، فيما يلي بعض المبادئ الأساسية التي يجب مراعاتها:

1-1- التفكير في دورة الحياة: في هندسة دورة الحياة، من الأهمية بمكان مراعاة دورة الحياة الكاملة للمنتج بدءاً من اقتناء المواد الخام وعملية التصنيع ومرحلة الاستخدام ومرحلة التخلص، من خلال تقييم التأثير البيئي لكل مرحلة على رحلة حياة المنتج، يمكن اتخاذ قرارات مستنيرة أثناء عملية التصميم التي من شأنها تحسين أداء الإستدامة، لتحقيق أهداف التصميم البيئي الموجهة نحو ضمان تصميم منتجات/خدمات جديدة لإحداث ضرر بيئي أقل طوال فترة حياتها كما أكد راماني وآخرون، تقدم العديد من منهجيات التصميم البيئي الدعم [2]، تضمن منهجية Eco-Design Wheel أو Wheel LIDS إستراتيجيات أكثر إستدامة لتحسين التصورات مع تعزيز القدرة التنافسية بين منتجات السوق الحالية التي درسها Brezet و Van Hemel و Nielsen في قيادة أهداف دورة حياة المنتج الطويلة التي تتماشى مع تعريف مفهوم Zeng لتوسيع محاذة المشروع مع الإستدامة والممارسات حول إحتياجات المستخدم.

1-2- إختيار المواد: أحد الجوانب المهمة التي يجب مراعاتها أثناء عملية التصميم هو إختيار المواد الصديقة للبيئة، يمكن أن يشمل ذلك إختيار مصادر الطاقة المتجددة مثل الخيزران أو الفطن، والخيارات القابلة لإعادة التدوير مثل الزجاج والألمنيوم، والبدايل القابلة للتحلل الحيوي مثل المنتجات القائمة على الألياف الخشبية أو البلاستيك القابل للتسميد، أو تلك التي لها تأثير بيئي منخفض [1]، من خلال القيام بذلك، يمكننا تقليل إستهلاكنا الإجمالي للموارد مع تقليل توليد النفايات أيضاً طوال دورة حياة المنتج، من خلال ممارسات إختيار المواد وإدارتها المناسبة، من الممكن ليس فقط إنشاء حلول مستدامة ولكن تقليل الأثر السلبية على البيئة أيضاً.

1-3- كفاءة الطاقة: للمساهمة في الإستدامة، يتمثل أحد الأساليب الفعالة في تصميم المنتجات والعمليات التي لا تقى بالأغراض المقصودة فحسب، بل تستهلك أيضاً طاقة أقل أو تستخدم مصادر الطاقة المتجددة، ونتيجة لذلك، فإن هذا يقلل من إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري، ويشجع على استخدام مصادر الطاقة النظيفة ويقلل في النهاية من التأثير البيئي والتكاليف، من خلال دمج منهجيات التصميم البيئي مثل تصميم دورة الحياة أو تصميم مناهج البيئة أثناء عملية تطوير المنتج، يمكن للشركات تحديد الفرص لتحسين الكفاءة في مراحل مختلفة من دورة حياة المنتج مع مراعاة البصمة البيئية الشاملة، يعد هذا السعي الاستباقي للتوصل إلى حلول أكثر إستدامة أمراً بالغ الأهمية نظراً لمحدودية الموارد الطبيعية لكوكبنا والحاجة الملحة لمكافحة مخاوف تغير المناخ في جميع أنحاء العالم [24].

1-4- الحد من النفايات: يهدف التصميم البيئي إلى إدخال معايير الإستدامة في عملية تطوير المنتج، لتحقيق ذلك، يتمثل أحد أهدافها في تقليل توليد النفايات طوال دورة حياة المنتج من خلال تصميم المتانة وقابلية الإصلاح وقابلية إعادة التدوير والترقية، على سبيل المثال، منهجيات التصميم البيئي مثل Wheel LIDS تسمح للمصممين بتطوير إستراتيجيات أكثر إستدامة من المنتجات الأخرى الموجودة في السوق، بالإضافة إلى ذلك، تستكشف تقنيات هندسة دورة الحياة المختلفة مثل تصميم البيئة طرقةً فعالة لـ SPD، مع التركيز على الفجوات الحرجة التي تمنع دمجها في ممارسات التصنيع المستدامة، علاوة على ذلك، يوفر Brezet و van Hemel بيانات عن المنتجات الخضراء التي تشير إلى أن التصميم

3- تحديد الثغرات أو الحواجز الحرجة التي تعيق دمج مبادئ التصميم الإيكولوجي في عمليات التصنيع المستدامة وإقتراح توصيات للتغلب على هذه التحديات.

4- تقديم أدلة تجريبية على فعالية التصميم البيئي في تعزيز الإستدامة الشاملة للمنتجات الصناعية من خلال دراسات الحالة وبيانات من البحوث والدراسات السابقة.

أهمية البحث: Research Significance

تساهم نتائج الدراسة بشكل مباشر في فهم أفضل لتأثير إستراتيجيات التصميم البيئي، والعمل من خلالها على تحسين إستدامة المنتجات الصناعية بكامل دورة حياتها، سيوفر رؤى حول الفوائد والتحديات المرتبطة بتبني مبادئ التصميم البيئي وتحديد الفجوات أو الحواجز الحرجة التي تعيق دمج التصميم البيئي في عمليات التصنيع المستدامة، ستوفر توصيات الدراسة حلاً عملياً للتغلب على هذه التحديات وتعزيز التبنى الواسع لمبادئ التصميم البيئي في القطاع الصناعي، مما يؤدي إلى مستقبل أكثر إستدامة.

منهج البحث: Research Methodology

يحقق البحث في التحديات التي تواجه دمج مبادئ التصميم البيئي في عمليات التصنيع المستدامة وتقديم إقتراحات للتغلب على هذه العقبات، كذلك يستكشف البحث دور إستراتيجيات التصميم البيئي في تطوير المنتجات وتصنيعها، بالإضافة إلى الفوائد المحتملة لتنفيذ هذه المبادئ، مثل تقليل إستهلاك الموارد وتحسين فعالية التكلفة، ستتم أيضاً مناقشة أهمية النظر في دورة حياة المنتج بالكامل وتنفيذ إستراتيجيات نهاية العمر الإقتراضى لتقليل التأثير البيئي من خلال طرق التصنيع، سيتم إقتراح حلول عملية لمعالجة هذه القضايا، مثل تعزيز التواصل الأفضل لبيانات دورة الحياة ومعايير التصميم البيئي ودمج العوامل البيئية، وإعتمد البحث في ذلك على المنهج الإستقرائي لدراسة المشكلة، وتحقيق فرض البحث، وبيان أهميته، كما يتم تقديم مزيد من المعلومات حول هذه الأهداف في الأقسام التالية.

فروض البحث: Hypothesis of Study

يمكن أن يؤدي دمج مبادئ التصميم البيئي في تطوير المنتجات الصناعية وعمليات التصنيع إلى تحسين إستدامة المنتجات الصناعية بشكل كبير عن طريق تقليل إستهلاك الموارد وتوليد النفايات والتأثير البيئي، علاوة على ذلك، يمكن أن يخلق التصميم البيئي فرصاً للابتكار والتميز في السوق، مما يؤدي إلى توفير التكاليف على المدى الطويل وتحسين الأداء الوظيفي للمنتج، وتحقيق الإكتفاء الإقتصادي.

الإطار النظري: Theoretical Framework

1- مقدمة عامة لمبادئ التصميم البيئي للمنتجات الصناعية:

يعد دمج الإستدامة البيئية في مرحلة التصميم والتطوير جانباً مهماً من مبادئ التصميم البيئي، من خلال دمج هذه المبادئ، يتم تطوير منتجات وخدمات جديدة مع التركيز على تقليل تأثيرها على البيئة طوال دورة حياتها بأكملها، من الإستخراج إلى التخلص أو إعادة التدوير، لتحقيق هذا الهدف، يجب مراعاة العديد من مبادئ التصميم البيئي الرئيسية، وتشمل هذه تقليل استخدام الطاقة أثناء عمليات الإنتاج والنقل، والتقليل من توليد النفايات من خلال طرق التصنيع الفعالة؛ التصميم للفك والتكيب بحيث يمكن إعادة استخدام مكونات المنتج أو إعادة تدويرها عندما تصل إلى مرحلة نهاية العمر الإقتراضى بالإضافة إلى تشجيع مشاركة المستخدمين في خيارات التخلص المسؤولة، تساعد تقنيات هندسة دورة الحياة مثل التصميم البيئي وتقييم دورة الحياة وطرق التصميم من أجل البيئة في تقييم التأثيرات البيئية في مراحل مختلفة من عمر المنتج، علاوة على ذلك، قدم Brezet و van Hemel بيانات حول المنتجات الخضراء جنباً إلى جنب مع ممارسات الصناعة المستدامة من خلال تحديد

النهج، يمكن للمصنعين تقليل تأثيرهم البيئي بشكل كبير من خلال الحفاظ على هذا المورد الثمين، علاوة على ذلك، فإن تصميم المنتجات مع التركيز على كفاءة استخدام المياه له فوائد إضافية تتجاوز تقليل الضرر البيئي، على سبيل المثال، قد تواجه الشركات وفورات في التكاليف لأنها تصبح أكثر وعياً بشأن مقدار استخدامها خلال كل مرحلة من مراحل التطوير مع تحسين الجودة الإجمالية لسلمها النهائية، تدعم الأبحاث التي أجراها خبراء مثل Brezet و van Hemel هذه الادعاءات حول قيمة إستراتيجيات التصميم البيئي نظراً لآثارها الإيجابية على أنشطة الإنتاج الصناعي التي يمكن أن تؤدي إلى تحقيق هدفنا في عالم أكثر إستدامة، مع المعلومات المستمدة من الدراسات التي أكملها Ramani et al و Nielsen و Zeng في الإعتبار أيضاً؛ لدى صانعي الأساليب المتاحة لتطبيق التخفيضات في التبذير فيما يتعلق بأى نوع من البضائع أو الخدمات التي يمكن تخيلها.

8-1- إدارة سلسلة التوريد الخضراء: لضمان إستدامة المنتجات طوال دورة حياتها بأكملها، من المهم تنفيذ منهجيات التصميم البيئي التي تأخذ في الإعتبار الآثار البيئية من التصميم إلى التخلص، تتمثل إحدى طرق تحقيق ذلك في العمل عن كثب مع الموردين وتشجيعهم على الالتزام بالممارسات المستدامة، وهذا يشمل الحصول على المواد الخام والمكونات الصديقة للبيئة، وكذلك تقييم التأثير العام لعمليات الموردين على البيئة، توجد تقنيات مختلفة لتنفيذ أساليب التصميم البيئي في أدبيات أبحاث هندسة دورة الحياة وتطوير المنتجات، على سبيل المثال، أبلغ بريزيت وفان هيميل عن بيانات حول المنتجات الخضراء، مؤكداً على أن دمج معايير الإستدامة في تصميم المنتج يمكن أن يساعد في تقليل الآثار البيئية السلبية عبر مجموعة واسعة من العمليات مثل إختيار المواد أو إدارة النفايات، علاوة على ذلك، درس راماني وزملاؤه الطرق التي يمكن أن تدمج بها الصناعات الإعتبارات البيئية في وقت سابق في عملية تصور المنتجات الخاصة بهم والتي ستساعد المصنّعين على التعامل بفعالية مع اللوائح الصارمة المتزايدة مع زيادة الأرباح [11]، وبالتالي فإن التعاون بشكل هادف مع الموردين يلعب دوراً أساسياً في تحقيق الأهداف المتعلقة ليس فقط فيما يتعلق بالملاء ولكن أيضاً احتياجات المجتمع من خلال المساعدة في تقليل البصمة الكربونية مع تعزيز قيم المسؤولية الإجتماعية للشركات بشكل أفضل جنباً إلى جنب مع المزايا الإقتصادية بمرور الوقت.

9-1- التصميم الذي يركز على المستخدم: التوسع في مبادئ التصميم الإيكولوجي، من المهم تطوير منتجات لا تلبى احتياجات المستخدمين فحسب، بل تعزز أيضاً الإستهلاك المسؤول والمستدام، يتضمن ذلك توعية المستخدمين بالتأثير البيئي لإختياراتهم وتشجيعهم على اتخاذ قرارات مستنيرة عند إختيار المنتجات أو الخدمات، من خلال دمج معايير الإستدامة في عملية تطوير المنتج، يمكن للشركات تقليل آثارها البيئية على دورة حياة المنتج بأكملها، يتضمن ذلك التصميم من أجل السلامة في عمليات الإنتاج من خلال تجنب المواد الخطرة أثناء مرحلة التصميم حيث يمكن أن تؤدي إلى مخاطر التعرض، مما يؤثر سلباً على صحة العمال ورفاههم بينما يتسبب في أضرار محتملة لبيئتنا أيضاً، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي التعاون مع الموردين في وقت مبكر إلى فرص أكبر لإنشاء المزيد من التصاميم الصديقة للبيئة التي تتجاوز مجرد تقديم صورة خضراء نحو تعزيز الجهود الهادفة نحو أهداف الإستدامة [9]، يُظهر البحث الذي أجراه بريزيت وفان هيميل كيف أن تبنى إستراتيجيات التصميم البيئي يخلق فرصة للإنتاج الصناعي المستدام؛ واحد يأخذ في الإعتبار الممارسات الأخلاقية الموجهة لتقليل الضرر البيئي طوال كل مرحلة من مراحل دورة حياة كل عنصر مصمم - من إستخراج المواد الخام إلى التخلص أو إعادة التدوير بعد توقف الاستخدام، لذلك، يجب على المصممين اتخاذ كل الإجراءات الضرورية الممكنة حتى يستفيد جميع المعنيين: ضمان دورات حياة طويلة حيثما كان ذلك ممكناً، والاستجابة والتفكير

الصديقة للبيئة هي مكونات أساسية للتصميم الصناعي المستدام، يوسع المفهوم الكامن وراءه تعريف Zeng لتصميم المنتجات البيئية - كنهج شامل يربط بين مشاريع الإنتاج والإدارة البيئية - حيث يستعرضان كيفية دمج الإستدامة في سياق صناعي، وأشاروا أيضاً إلى أن متابعة التصميم البيئي له فوائد محتملة كبيرة [11]، مثل تقليل إستهلاك الطاقة وتدفقات النفايات واستخدام المواد الخام مع إضافة قيمة إقتصادية؛ أخيراً، يسلط نيلسون الضوء على أن دمج الجوانب البيئية أثناء عمليات تصميم المنتج يضمن دورات حياة أطول ويقلل من التكاليف الإجمالية ويعزز القدرة التنافسية، وبالتالي، فإن قيادة الشركات نحو فرص كسب ربح طويلة الأجل ومن ثم ذكر، فإن التنفيذ الفعال لوجهات نظر النظام البيئي سيضمن التوازن بين الأهداف الإقتصادية.

5-1- تصميم لفك وإعادة التدوير: أحد المبادئ الرئيسية للتصميم البيئي هو إنشاء منتجات ليست وظيفية وممتعة من الناحية الجمالية فحسب، بل أيضاً مستدامة، مع الحد الأدنى من التأثير على البيئة طوال دورة حياتها بأكملها، لتحقيق ذلك، يجب على المصممين التفكير في دمج الميزات التي تمكن من استعادة المواد وتقليل النفايات في نهاية عمر المنتج، يمكن أن يشمل ذلك تصميماً لفك أو إعادة التدوير عن طريق تبسيط عمليات التجميع وتسهيل فصل المكونات المختلفة إلى تيارات مواد مختلفة، من خلال القيام بذلك، يمكن استرداد الموارد الثمينة من المنتجات المهملة بدلاً من أن ينتهي بها المطاف في مدافن القمامة أو المحارق، تم إقتراح منهجيات مختلفة لدعم جهود التصميم البيئي مثل Wheel LIDS الذي يسمح بتطوير إستراتيجيات أكثر إستدامة مقارنة بالمنتجات التقليدية الموجودة في السوق، باستخدام تقنيات هندسة دورة الحياة مثل التصميم للبيئة، يمكن دمج نهج صديق للبيئة خلال المراحل المبكرة من تطوير المنتج لضمان عمر أطول مع الحفاظ على الموارد الطبيعية، تمتد الفكرة وفقاً لـ Brezet & Van Hemel إلى ما هو أبعد من ممارسات التصميم الأخضر فحسب، بل تشمل إختيار المواد الخام - جنباً إلى جنب مع العوامل البشرية - المستخدمة في جميع مراحل التصنيع، يؤدي دمج المعايير البيئية من خلال إنشاء الخدمة/المنتج في النهاية إلى تقليل التأثيرات السلبية المستوحاة من الاختلافات المتعلقة بأساليب حياة الأشخاص، وبالتالي، تعزيز رضا العملاء بمرور الوقت [19]، أخيراً، المعرفة المتعمقة التي قدمتها شركة Nielsen حددت المناهج التي تستخدم جوانب الإستدامة وسط المخاوف البيئية التي تهدف إلى فترة تشغيل طويلة.

6-1- منع التلوث: يتضمن التصميم البيئي تطوير منتجات وعمليات تقلل من إطلاق الملوثات والمواد الخطرة في البيئة طوال دورة حياتها بأكملها، من الإنتاج إلى التخلص منها، يدمج هذا النهج معايير الإستدامة البيئية في جميع مراحل تصميم المنتج، بهدف ضمان أن المنتجات الجديدة أقل ضرراً بالبيئة، لتحقيق هذا الهدف، توجد منهجيات مختلفة للتصميم البيئي مثل تصميم دورة الحياة، والتصميم للبيئة، وعجلة التصميم البيئي أو أغطية العجلات، من خلال إعتداد هذه التقنيات، يمكن للمصنعين تحسين قدرتهم التنافسية من خلال تصميم منتجات أكثر إستدامة مع تقليل الآثار السلبية على الموارد الطبيعية وصحة الإنسان مع ضمان دورة حياة طويلة الأمد للمنتج [10]، بإختصار، أهداف التصميم الإيكولوجي تقلل مستويات التلوث الناتجة عن ممارسات التصنيع من خلال التركيز على التصميم الصديقة للبيئة أثناء إجراءات التصنيع؛ وبالتالي تعزيز الحفاظ على التوازن البيئي مع تلبية الاحتياجات الإقتصادية للنمو والتوسع في الصناعات عبر مختلف القطاعات على مستوى العالم.

7-1- الحفاظ على المياه: لإنشاء منتجات مستدامة بيئياً، يحتاج المصممون والمهندسون إلى التفكير في منهجيات مختلفة للتصميم البيئي، إحدى هذه المنهجيات هي دمج كفاءة استخدام المياه في تصميم المنتج، يتضمن ذلك التأكيد على تقليل إستهلاك المياه أثناء مرحلتى الإنتاج والاستخدام لدورة حياة المنتج، من خلال تنفيذ هذا

المنتج بالكامل وضمان دمج معايير الإستدامة في عمليات التصميم، المبادئ المتضمنة تسهل الأعمال التجارية في تعزيز إستدامة منتجاتها مع تقليل الآثار السلبية على البيئة، سلطت الدراسات التي أجراها راماني وآخرون الضوء على الثغرات الحرجة التي تمنع دمج التصميم البيئي لتحقيق أهداف التصنيع المستدامة، ومن ثم التأكيد على سبب وجوب إهتمام اللاعبين الصناعيين بهذه المخاوف لأنها تساعد في تحقيق توازن فعال بين إنتاج سلع عالية الجودة مع تقليل إنتاج النفايات المنسوبة إلى الطاقة الضارة، الإستهلاك أو التخلص أو إعادة التدوير، كما يدعم نتائج بحث Brezet و Van Hemel جنباً إلى جنب مع وجهات نظر Zeng، فإن إعطاء الأولوية للمنتجات الخضراء من خلال عمليات تكامل منهجية تتوافق مع أهداف المشروع مع ما يناسب نظامنا بشكل أفضل؛ وبالتالي التخفيف من الضرر المحتمل الناجم عن عدة عوامل مثل التلوث والكوارث البيئية الأخرى - والتي كان من الممكن تجنبها من خلال الأساليب الواعية بالبيئة عند تصميم مواد/منتجات صناعية جديدة [6]، بالإضافة إلى ذلك، يؤكد Wittstruck و Teuteberg على أن الموردین يساهمون بشكل كبير في توفير الموارد ذات الصلة في مرحلة مبكرة حيث يشارك المشترين أثناء تصميم التصميم مما يؤدي إلى الإغراءات المسبقة، مثل ..، التحديات الناتجة عن الأمراض المهنية المزمنة التي يساهم بها هذا النهج.

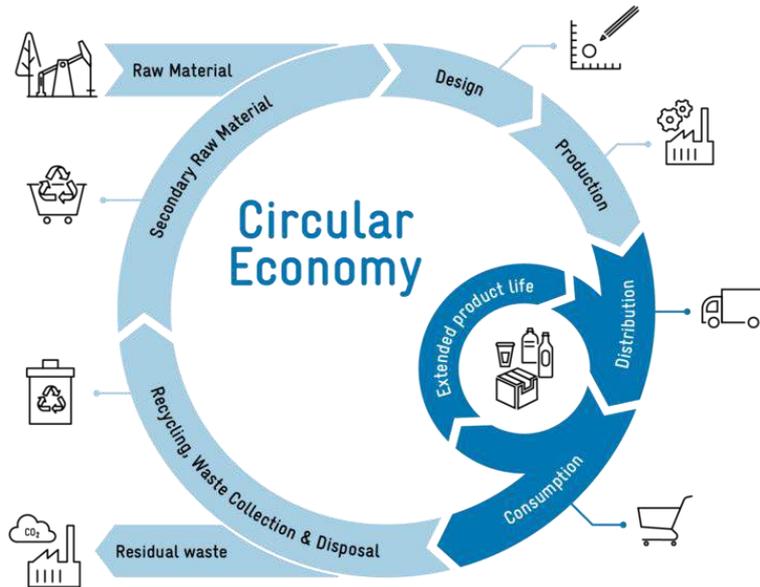
2- إستراتيجيات التصميم البيئي في تطوير المنتجات والأنظمة:

تلعب إستراتيجيات التصميم البيئي دوراً حيوياً في إنشاء منتجات صديقة للبيئة ومستدامة طوال دورة حياتها، من خلال دمج معايير الإستدامة في المرحلة المبكرة من تطوير المنتج، يمكن للشركات تقليل الآثار السلبية على البيئة وإنشاء منتجات تتوافق مع الإعتبارات البيئية لنظامنا [8]، يتضمن ذلك مراعاة عوامل مثل تقليل إنتاج النفايات، وتقليل إستهلاك الطاقة أثناء استخدام المنتج وعمليات التخلص/إعادة التدوير، وضمان دورات حياة طويلة للمنتج تساهم في إقتصاد دائري مستدام، كما في شكل (1).

الفعال في الفجوات الحرجة التي تمنع التكامل، بشكل عام، لا يتم إنشاء سلع صديقة للبيئة بين عشية وضحاها دون التعاون مع الموردین والعلماء لضمان أن تكون عملية تطوير المنتج مسؤولة بيئياً وأمنة ومستدامة.

10-1- تكامل أهداف الإستدامة: يعتبر دمج الأهداف البيئية والإجتماعية في عملية التصميم خطوة حاسمة في إنشاء منتجات مستدامة، كما يتضح من Wittstruck و Teuteberg، يمكن للموردین تقديم منتجات صديقة للبيئة مع صورة خضراء لتحقيق هذه الأهداف، يضمن التصميم الصديق للبيئة أن السلع أو الخدمات الجديدة مصممة لإحداث ضرر بيئي أقل خلال دورة حياتها وفقاً لدراسة Ramani et al حول فهم المنتج المستدام، علاوة على ذلك، أكد بريزيت وفان هيميل كيف أن تصميم العناصر الصناعية باستخدام أساليب صديقة للبيئة يمكن أن يحقق أهداف الإستدامة من خلال مبادرات مثل التغليف البيئي، يتطلب دمج هذه المعايير خلال جميع مراحل الإنتاج أن يقوم المصممون بدمج الإعتبارات البيئية في وقت مبكر عند العمل مع المواد الخام كما هو موضح في شرح Zeng للمفهوم الواسع وراء التصميمات البيئية للمنتج لعمليات التصنيع، لمزيد من التأكيد على تكامل الممارسات الواعية في كل مرحلة من مصادر المواد الخام إلى إعادة تدوير النفايات، ينبغي النظر في اتباع تحليل Nielsen حول تكامل المبادئ البيئية لإطالة دورات حياة العناصر المصنعة، من شأن المشاركة بين المشترين والبائعين تجنب التناقضات في مراحل لاحقة إذا قامت المنظمات بدمج أفكار توافر الموارد ذات الصلة بناءً على مشاركة المعرفة الكافية فيما بينها وفقاً لسبنايوها حالة استخدام المشترين المقدمة مسبقاً في وثائق متطلبات المنتج، وبالتالي تتضمن تعاون الموردین مما يؤدي إلى ظروف بيئة عمل أكثر أماناً أيضاً ضمان التصنيع المستمر السلس دون تعامل العمال مع مكونات المواد الخطرة [34].

من خلال إعتداد مبادئ التصميم البيئي المذكورة أعلاه، يصبح من الواضح أن التصميم الإيكولوجي هو مفهوم واسع يشمل تطوير المنتج المستدام، والمواءمة مع الإعتبارات البيئية طوال دورة حياة



شكل (1) الإقتصاد الدائري للمنتجات الصناعية

أثبتت إستراتيجيات التصميم البيئي أنها أداة قيمة في التخفيف من الأثر البيئي لعمليات التصنيع وضمان الإستدامة على المدى الطويل، لتحقيق ذلك، يجب أخذ العديد من الجوانب الحاسمة في الإعتبار في مراحل الإنتاج المختلفة، أولاً، من الضروري مواءمة كل من المشروع والمنتج مع البيئة من المفهوم إلى الإنتاج باستخدام مبادئ التصميم البيئي، يتضمن ذلك دمج معايير المنتجات الخضراء التي تقلل من استخدام الموارد مع تقليل المواد الضارة التي يتم إطلاقها

خلال جميع مراحل دورة الحياة، علاوة على ذلك، فإن دمج الإعتبارات البيئية في جميع مراحل تطوير التصميم يسمح بمنتجات مسؤولة بيئياً، يمكن أن يضمن هذا التكامل أيضاً طول عمر الاستخدام مع جعلها قادرة على المنافسة داخل الصناعات المعنية على طول مسار دورة حياتها كما تم تحليلها بواسطة دراسة Nielsen حول ممارسات التصميم الصناعي المستدام، جلب الابتكار طرقاً جديدة لحماية كوكبنا؛ وبالتالي، فإن تبني الابتكار

مطلوب[5]، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تساعد مبادرات إعادة التدوير في تقليل منتجات النفايات عن طريق إعادة استخدام المواد كلما أمكن ذلك مع إعادة استخدام العناصر المهمة لاستخدامات بديلة ذات قيمة أعلى مما يدعم نموذج الإقتصاد الدائري، وفقاً لعمل van Hemel و Brezet حول مفاهيم التصميم البيئي في تطوير المنتجات الصناعية المعنية بحماية الموارد الطبيعية، تهدف مبادئ التصميم المستدام إلى تقليل الأثر البيئي على تقييمات دورة الحياة من خلال القرارات المسؤولة بيئياً التي يتم اتخاذها في جميع مراحل وجود المنتج من المفهوم المرحلة حتى مرحلة التخلص، يعمل هذا النهج على موازنة نتائج المشروع وأهدافه مع تلك التي تركز على تعزيز مفايس الأداء البيئي مثل توفير إستهلاك الطاقة من خلال إختيار المواد المحسنة داخل التصميم نفسها من بين السمات المحددة الأخرى التي تسفر عن نتائج مفيدة على حد سواء نحو تقييمات رضا العملاء [13]، علاوة على ذلك، يعرف Zeng "التصميم البيئي للمنتج" على أنه إستراتيجية لا غنى عنها عبر الصناعات التي تدمج الإستدامة بشكل كلي في كل جانب منها بهدف استخدام تدابير التحسين البيئي التي تهدف إلى توصيف سلاسل التوريد خارج مجرد التحليل الظاهري البحث مثل مستويات القياس الكمي فيما يتعلق بمعدلات إستهلاك الطاقة فقط باستخدام هذا النطاق الأوسع حيث يكمن التركيز أيضاً في كيفية القيام بذلك.

2-4- تصميم للتفكيك وإعادة التدوير: للتقدم نحو إقتصاد دائري، يجب على الصناعة التحويلية أن توسع تركيزها إلى ما وراء تدابير الكفاءة فقط وتضمنين محاسبة الموارد فيما يتعلق بقدرة النظام البيئي وكذلك الأبعاد الاجتماعية، تتمثل إحدى الطرق التي يمكن من خلالها تحقيق ذلك في تصميم منتجات يسهل تفكيكها وإعادة تدويرها، مما يسمح بفصل أسهل للمكونات واستعادة المواد في نهاية دورة حياتها، يساعد دمج المحتوى المعاد تدويره في عمليات الإنتاج أيضاً في تقليل استخدام الموارد الطبيعية غير المتجددة، علاوة على ذلك، فإن تعزيز تحليل دورات حياة المنتج من خلال معايير التصميم الإيكولوجي يسهل التطبيق الفعال لمبادئ التسلسل الهرمي للنفايات مثل المنع وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير مع تفضيل الأشكال المبتكرة للإستهلاك المستدام مثل الخدمات أو المنتجات المستدامة، يمكن أن يوفر النهج المتكامل من أعلى إلى أسفل جنباً إلى جنب مع الأساليب التصاعدية التي تركز على الأثر البيئي حلاً قابلاً للتطبيق تهدف إلى فصل النمو الإقتصادي عن الأثر الصناعي السلبية على النظم البيئية [12]، وبالتالي تعزيز الإستدامة البيئية، لعبت التقنيات البيئية المبتكرة دوراً أساسياً خلال مراحل تنفيذها، حيث قامت بتغيير الهياكل من تقنيات إنتاج الطاقة الأقل كفاءة إلى تقنيات عالية الكفاءة في استخدام الطاقة مما يجعل من الممكن زيادة الأثر الإيجابية البيئية الناتجة عن التطورات الجديدة في الابتكار التكنولوجي، يجب أن يمكن الترويج والدعم المقرض من أجل التنمية المالية الشركات أو الحكومات على حد سواء من الإستثمار بشكل أكثر كفاءة فيما يتعلق بالإستراتيجيات الصديقة للبيئة مثل الابتكار الإيكولوجي المقترن بمبادرات كفاءة الطاقة التي تبلغ ذروتها في تحقيق منافع طويلة الأجل من الناحية المالية.

2-5- إدارة سلسلة التوريد الخضراء: أحد الجوانب الرئيسية لتعزيز الإستدامة داخل المنظمة هو العمل بشكل تعاوني مع الموردين، من خلال القيام بذلك، يمكن للشركات التأكد من أنها توفر المنتجات والمكونات بمسؤولية مع فرض ممارسات صديقة للبيئة في جميع أنحاء سلسلة التوريد الخاصة بهم، وفقاً لأبحاث بريزيت وفان هيميل حول التصميم المستدام، فإن الوعي بالبيئة يمتد إلى ما هو أبعد من مجرد تصميم منتجات صديقة للبيئة ولكنه يتضمن محاذة المشاريع بحيث تتلاءم بسلاسة مع محيطها المادي باستخدام المواد دون المساهمة بشكل كبير في التدهور البيئي، علاوة على ذلك، يؤكد Zeng أن التصميم البيئي للمنتج يجب أن يُنظر إليه على أنه مفهوم أوسع من مجرد إنشاء سلع خضراء؛ يشمل النظر في

البيئي مثل الابتكار الأخضر يخدم دوراً مهماً في تعزيز جهود التنمية المستدامة إلى حد كبير [30]، تسلط الأساليب المبتكرة البيئية الضوء على خلق قيمة الأعمال التي تهدف إلى الحد من الأثر البيئية التي لا تترجم فقط الميزة النقدية ولكن أيضاً بناء الهياكل الاجتماعية المرنة المحيطة بإجراءات تنفيذ الحد من الإنبعاثات الموضحة في إطار فريق العمل المعنى بالإفصاح المالي المتعلق بالمناخ، تؤكد الأبحاث الحديثة الآن على الثقافات المخضرة مثل Wise group مما يمنحنا نظرة ثاقبة لما يجب أن نضعه في الإعتبار حول الإدماج الإجتماعي عند تصميم مساحات المعيشة أو المرافق الموجهة نحو كبار السن من السكان - مع الأخذ بنهج تصاميم شامل، فيما يلي بعض الجوانب الرئيسية التي يجب مراعاتها:

1-2- إختيار المواد: أحد المبادئ الأساسية للابتكار البيئي والتصميم المستدام هو إختيار مواد صديقة للبيئة، أو قابلة لإعادة التدوير، أو قابلة للتحلل الحيوي للمكونات، تهدف هذه الإستراتيجية إلى تقليل إستهلاك الموارد وتوليد النفايات عبر دورة الحياة الكاملة للمنتج، نظراً لأن van Hemel و Brezet قدموا بيانات حول المنتجات الخضراء التي أكدت على مفهوم التصميم البيئي، فإن إختيار المواد التي تستخدم موارد طبيعية أقل مع كونها أقل ضرراً على البيئة يمكن أن يساهم بشكل كبير في الإستدامة، عرّف Zeng "التصميم البيئي للمنتج" على أنه موازنة المشاريع مع الإعتبارات البيئية خلال مراحل الإنتاج، لذلك، فإن دمج خيارات المواد السليمة بيئياً من مراحل تطوير المنتج المبكرة يمكن أن يساعد في تجنب الضرر البيئي المحتمل لاحقاً في دورة حياتها، علاوة على ذلك، حلت شركة Nielsen كيف يمكن أن يؤدي دمج الجوانب البيئية في عمليات التصميم إلى تعزيز القدرة التنافسية من خلال ضمان منتجات تدوم طويلاً من خلال تحسين المتانة ضد التآكل والتلف بمرور الوقت، عند إختيار المواد الخام أثناء عمليات التصنيع أو تطوير تصميمات جديدة تركز على أهداف الإستدامة، يجب أن تكون مصحوبة بإطار تقييم يستند إلى أبعاد أوسع تؤثر على المجتمع ككل بما يتجاوز مجرد مقترحات القيمة الإقتصادية لتوليد الأرباح، كشفت الأبحاث الحديثة التي تركز على فهم أفضل لقضايا جودة الحياة لكبار السن أن تبني مثل هذه الأساليب الشاملة - مع الأخذ في الإعتبار هياكل الدعم الإجتماعي/النظم البيئية (مثل الوصول إلى المجتمع/استخدام الخدمة)[4]، والحدود الإقليمية/ممارسات الثقافة الإقليمية (السيارات الكهربائية) داعمة إجتماعياً للسكن.

2-2- كفاءة الطاقة: أكدت الأبحاث الحديثة على أهمية دمج الممارسات المستدامة في عمليات التصنيع لتقليل استخدام الطاقة وتعزيز الرفاهية البيئية، يتضمن أحد هذه الأساليب تنفيذ عمليات تصنيع موفرة للطاقة تقلل من الإستهلاك الكلي للطاقة أثناء الإنتاج، هناك إستراتيجية أخرى تتمثل في استخدام مصادر الطاقة المتجددة، مما يقلل الإعتدال على الموارد غير المتجددة مثل النفط والغاز مع تقليل إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري، علاوة على ذلك، يشمل أحد الجوانب الرئيسية في تعزيز الإستدامة في الصناعة على تنفيذ أنظمة لاستعادة الطاقة حيثما أمكن ذلك؛ قد يتضمن ذلك استخدام تقنيات استعادة الحرارة أو التقاط النفايات كمصدر بديل للوقود [14]، من خلال تعزيز الكفاءة من خلال دمج هذه الإستراتيجيات في خطط التصميم، لا يمكن للشركات تحقيق وفورات في التكاليف فحسب، بل يمكنها أيضاً التأثير بشكل إيجابي على الرفاهية البيئية من خلال تقليل إنبعاثات الكربون، بشكل عام، يمكن أن يساهم دمج الممارسات المستدامة في العمليات الصناعية في تحقيق نتائج إيجابية لكل من المجتمع وازدهار الأعمال التجارية مع تعزيز أهداف التنمية الإقتصادية الأوسع بما يتفق مع مبادئ الابتكار البيئي.

2-3- تقليل النفايات: لتقليل التأثير السلبي للإنتاج الصناعي على البيئة، من المهم تنفيذ إستراتيجيات الحد من النفايات، تشير العديد من المصادر إلى أنه ينبغي تطبيق تقنيات التصنيع الخالي من الهدر ومبادئ التصميم المستدام في عمليات تطوير المنتج حتى لا تولد نفايات غير ضرورية أو استخدام مواد خام أكثر مما هو

الحاضر والمستقبل ورفاهية الجيل داخل حدود الكوكب التي وضعتها الطبيعة [7].

2-8- مكافحة التلوث: لمعالجة مخاوف الإستدامة البيئية بشكل فعال، من المهم التوسع إلى أبعد من مجرد تقليل إنبعاثات التلوث من خلال أساليب الإنتاج الأنظف، يجب أن تركز الصناعة التحويلية أيضاً على ممارسة محاسبة الموارد فيما يتعلق بقدرة النظام البيئي وتضمن الأبعاد الاجتماعية في عملياتها، يمكن لنهج متكامل من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى يأخذ في الاعتبار الآثار البيئية وتجنب النفايات والفوائد الاقتصادية في وقت واحد أن يساعد في تنفيذ إستراتيجيات التدوير في القطاع، تتمثل إحدى الإستراتيجيات الفعالة لتحقيق الممارسات الصناعية المستدامة في تبني مبادئ من إطار الاقتصاد الدائري، يسعى هذا النهج إلى فصل التأثيرات البيئية عن النمو الاقتصادي من خلال تصميم النفايات وإطالة دورات الحياة عن طريق الاحتفاظ بالمواد قيد الاستخدام لفترات أطول وكذلك تجديد النظم الطبيعية، تدعم المصادر المتعددة هذه الفكرة: يوفر van Hemel و Brezet بيانات عن المنتجات الخضراء ويؤكدان على تقنيات التصميم البيئي جنباً إلى جنب مع أطر التصميم المستدامة التي تهدف إلى إنتاج سلع صناعية صديقة للبيئة، يعرف Zeng التصميم البيئي للمنتج على نطاق واسع بأنه طريقة تتوافق مع الاعتبارات البيئية، تناقش شركة Nielsen كيف يمكن لدمج منهجية واعية بالبيئة في عملية تصميم الأعمال أن يؤدي ليس فقط إلى منتجات أكثر تدوماً ولكن إلى قدرة تنافسية أكبر بشكل عام، علاوة على ذلك [22]، يجب الاعتراف بأن العديد من مجالات المعرفة حيوية فيما يتعلق بالإدارة التشغيلية نحو التنمية المستدامة لأن العمليات المختلفة تولد تأثيراً في جميع الجوانب البيئية والاجتماعية والمالية للمنظمات، وبالتالي، ينبغي إيلاء الاعتبار الواجب قبل وضع أى سياسة [23].

2-9- تقييم دورة الحياة: يجب أن توسع الصناعة التحويلية جهودها لمعالجة الإهتمامات البيئية بما يتجاوز مجرد إجراءات الكفاءة، لتعزيز الممارسات المستدامة، يجب تضمين محاسبة الموارد حول قدرة النظام البيئي والأبعاد الاجتماعية في عمليات صنع القرار، يمكن للنهج المتكامل من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى أن يأخذ في الاعتبار تجنب النفايات والفوائد الاقتصادية والآثار البيئية في وقت واحد أثناء تنفيذ إستراتيجيات التدوير، أحد الحلول المقترحة هو استخدام إطار الاقتصاد الدائري الذي يعزز فصل التأثير البيئي عن النمو الاقتصادي من خلال استخدام مبادئ مثل تصميم النفايات وإطالة دورات حياة المواد من خلال الأساليب القائمة على الاستخدام المستمر أو تقنيات التجديد على النظم الطبيعية، بالإضافة إلى هذه الأطر، اقترح الخبراء أيضاً استخدام منهجيات تقييم دورة الحياة لتحليل نظام المنتج [20]، في حين أنه يتطلب مستويات عالية من الخبرة لعمليات صنع القرار الفعالة، فإن اختيار البدائل ذات الكفاءة البيئية عند تقييم الآثار البيئية للإنتاج أمر بالغ الأهمية أثناء مراحل تنفيذ التصميم الصناعي، تناقش العديد من الدراسات السابقة أفكاراً مماثلة حول دمج الجوانب البيئية في التصميم لتحقيق إستدامة أفضل عبر مجموعة من المنتجات داخل صناعات مثل اتجاهات إنشاء المنتجات الخضراء التي حددها Nielsen & Van Hemel جنباً إلى جنب مع تركيز Nielsen على زيادة القدرة التنافسية عبر دورات حياة المنتج الطويلة، تتيح الأدوات المفيدة المتعددة مثل التصميم من أجل البيئة وأساليب هندسة دورة الحياة بما في ذلك التصميم البيئي والإستفادة من التأثيرات الأخرى المختلفة للمصنعين فرصة ليس فقط لتحسين كفاءاتهم التشغيلية ولكن أيضاً لدمج الممارسات المستدامة التي تفيد الاقتصاد والمجتمع والبيئة، كما في شكل (2).

دورة الحياة الكاملة للمواد المصنعة - من استخراج المواد الخام إلى التخلص منها - مع الهدف النهائي هو الصيانة بدلاً من الإغراق أو الإستبدال بمجرد التآكل، تصنيف Nielsen نظرة ثاقبة من خلال الإشارة إلى كيف أن التركيز على دمج الجوانب المسؤولة بيئياً في عمليات التصنيع لا يميل فقط إلى تحسين النتائج البيئية ولكنه يزيد من القدرة التنافسية في السوق بسبب دورات حياة المنتج الممتدة الناتجة عن تدابير تجنب النفايات من خلال إعادة التدوير وكذلك قرارات أفضل لإدارة الموارد على طول القيمة السلسلة [17]، سيتطلب التحول نحو إقتصادات الحلقة المغلقة حيث يذهب القليل من النفايات اعتماد مبادئ الإقتصاد الدائري لعمليات الصناعة مثل تقليل استخدام المواد أثناء الإنتاج (تقليل المدخلات) وتوسيع التطبيقات إلى ما هو أبعد من الاستخدامات الأولية من خلال مبادرات إعادة الاستخدام والإصلاح (إعادة الاستخدام).

2-6- الحد من نفايات التغليف: التوسع في أهمية الابتكار البيئي وإدارة سلسلة التوريد الخضراء، تتحمل الشركات مسؤولية تقليل تأثيرها البيئي في كل مرحلة، بما في ذلك التعبئة والتغليف، يجب على الشركات إعطاء الأولوية لطرق التعبئة المستدامة عن طريق تقليل استخدام المواد مع اختيار خيارات قابلة للتجديد أو قابلة لإعادة التدوير أو قابلة للتحلل الحيوي والتي لا تساهم في تراكم النفايات في مدافن النفايات أو تضر بالموائل الطبيعية [15]، إن اتخاذ هذه الخيارات الواعية يدعم بشكل فعال الإستدامة البيئية طويلة الأجل ويحسن السمعة العامة للشركة مع العملاء الذين يزدادون وعياً بالبيئة، من خلال تنفيذ ممارسات مسؤولة مثل تصميم المنتج المستدام، وتحديد مصادر المواد، وإجراءات الإنتاج جنباً إلى جنب مع أنظمة التسليم الفعالة التي تأخذ في الاعتبار مناهج إدارة نهاية العمر [16]؛ يمكننا ضمان مساهمة الشركات بشكل إيجابي في خلق إقتصاد أكثر تنافسية مع الحد الأدنى من إنبعاثات التلوث.

2-7- الحفاظ على المياه: لتعزيز جهود الإستدامة في التصنيع، من المهم ليس فقط تحسين استخدام المياه أثناء عمليات الإنتاج، ولكن أيضاً تنفيذ أنظمة فعالة لمعالجة المياه وإعادة تدويرها، من خلال تقليل كمية المياه المهدرة، يمكن للشركات التوسع: يعد تحسين استخدام المياه في عمليات التصنيع أمراً بالغ الأهمية للتصميم المستدام للمنتجات الصناعية وتقليل الآثار البيئية، وفقاً لبريزيت وفان هيميل، فإن دمج مفاهيم التصميم البيئي يمكن أن يساعد في موازنة المشاريع والمنتجات مع البيئة المحيطة بها، بما في ذلك ممارسات إدارة المياه الفعالة، بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي تطبيق تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي إلى تقليل تصريف الملوثات في البيئة، تماشياً مع إطار الاقتصاد الدائري الذي دعت إليه شركة Nielsen، فإن تصميم النفايات لا يجب أن يأخذ في الاعتبار تدفق المواد فحسب [18]، بل أيضاً محاسبة الموارد فيما يتعلق بقدرة النظام البيئي في نهج متكامل يتضمن الأبعاد الاجتماعية أيضاً، يمكن أن يؤدي اعتماد أنظمة تهدف إلى الحفاظ على الموارد مثل إعادة التدوير إلى تجنب الإفراط في استغلال الموارد الطبيعية مع ضمان الوصول الكافي إلى مصادر المياه العذبة النظيفة، تؤكد مسألة تحسين كفاءة استخدام المياه على أهمية التعاون متعدد التخصصات بين أصحاب المصلحة المشاركين في صنع القرار المتعلق بتقييم دورة حياة المنتج من تطوير المفهوم إلى الإنتاج إلى التخلص أو إعادة التدوير، من شأن تعاون أصحاب المصلحة هذا أن يتيح فرصاً تعليمية شاملة حول مبادئ الإستدامة لمختلف الوكلاء عبر القطاعات الاقتصادية من أصحاب الأعمال المهمين بالإشراف البيئي إلى المستخدمين المتجهين شرقاً المهتمين بخيارات الإستهلاك المسؤولة التي تؤثر على قدرة المجتمع على الحفاظ على السلامة البيئية في



شكل (2) التصميم الدائري لتقييم دورة الحياة للمنتج الصناعي

متأخرة بل دمج تقنيات التصميم البيئي في التصميم الصناعي في وقت مبكر من مرحلة التطوير، سيطلب هذا التكامل تعزيز ثقافة ملتزمة بالاستدامة حيث يتم اتخاذ القرارات بناءً على العوامل البيئية مع مراعاة الجدوى الاقتصادية في نفس الوقت، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون دمج إستراتيجيات التدوير التي تركز على تقليل إنتاج النفايات دون التضحية بالمكاسب التجارية مثمراً، يهدف هذا النهج إلى إبقاء المواد قيد الاستخدام من خلال إطالة دورات حياة المنتجات وتجديد الأنظمة الطبيعية، علاوة على ذلك، فإن تطبيق مناهج من أعلى إلى أسفل والتي تأخذ في الاعتبار التأثيرات البيئية وتدبير تجنب النفايات جنباً إلى جنب مع الفوائد الاقتصادية المحتملة من شأنه أن يضمن التنفيذ الناجح لأطر الإقتصاد الدائري التي تعزز فصل التأثيرات البيئية عن النمو الإقتصادي من خلال تكييف مبادئ اللوالب المختلفة مثل التصميم التخلص من الهدر غير الضروري عبر سلاسل التجميع في قطاعات مختلفة بما في ذلك الصناعات الرئيسية مثل التصنيع بمعنى إدارة إنبعاثات الطاقة لا تزال مهمة تماماً على الرغم من توفير الأسس النظرية وفقاً لتقليل مدخلات الموارد وتدفقات الطاقة المتتالية باستخدام الموارد المتاحة بسهولة والتي تم تقليلها بشكل صحيح أثناء استيعاب النفايات بشكل فعال داخل سلاسل التوريد المغلقة الحلقات، يمكن أن يشمل ذلك دمج تقنيات التصميم البيئي في عملية التصميم الصناعي، وتعزيز ثقافة ملتزمة بالاستدامة، ودمج إستراتيجيات دائرية تركز على تقليل إنتاج النفايات مع الحفاظ على الجدوى الاقتصادية.

لتقليل تأثيرها على البيئة، يحتاج المصنعون إلى تطبيق ممارسات وأساليب تصنيع مستدامة طوال عملية الإنتاج بأكملها - من مصادر المواد إلى تسليم المنتج النهائي [33]، سيطلب هذا تحولاً ثقافياً نحو الاستدامة حيث يتم أخذ العوامل البيئية في الاعتبار عند اتخاذ القرار جنباً إلى جنب مع الجدوى الاقتصادية، يمكن أن يساعد اعتماد إستراتيجيات دائرية في الصناعة التحويلية في هذا التحول، حيث يهدف إلى إبقاء المواد قيد الاستخدام من خلال إطالة دورات حياة المنتج وتجديد الأنظمة الطبيعية، لتحقيق النجاح مع أطر الإقتصاد الدائري، من الضروري دمج كل من النهجين من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى، والذي من شأنه أن يأخذ في الاعتبار التأثيرات البيئية، وتجنب النفايات، والفوائد الاقتصادية، علاوة على ذلك، يمكن لمبادرات الصانع أيضاً أن تلعب دوراً مهماً في تعزيز وتعظيم فوائد إطار الإقتصاد الدائري.

في عملية التصنيع، من المهم مراعاة دورة الحياة الكاملة للمنتج، من مراحل ما قبل التصنيع إلى مرحلة ما بعد الاستخدام، يمكن أن يشمل ذلك تنفيذ أنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة حيث يتم تقليل النفايات المتولدة أثناء الإنتاج وإعادة استخدامها، بالإضافة إلى إختيار تكنولوجيا موفرة للطاقة لتقليل آثار الكربون [31]، من خلال اعتماد

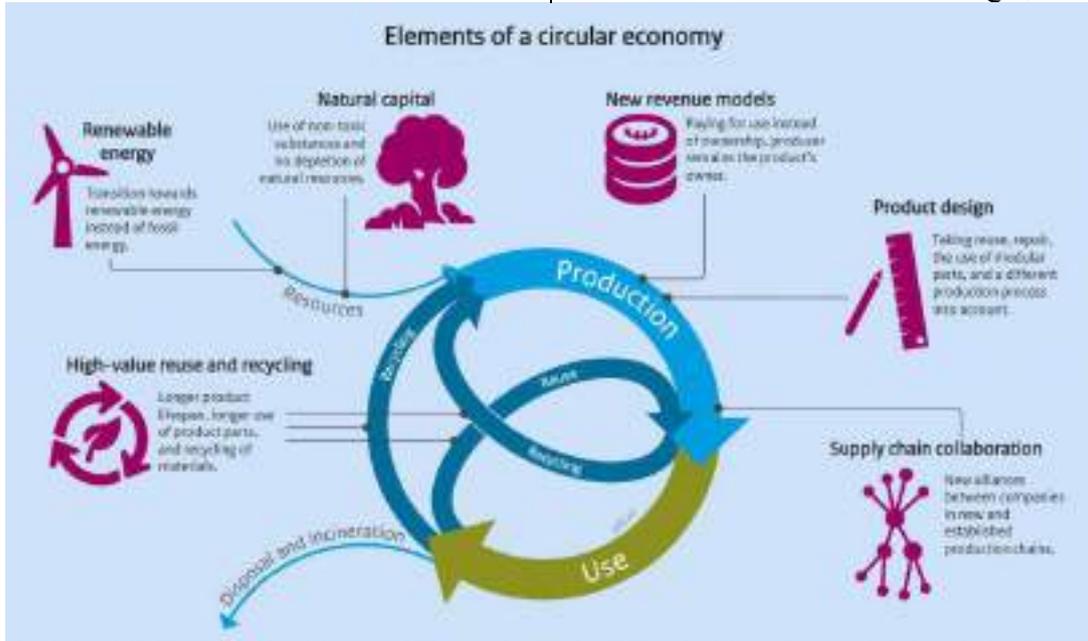
10-2- تدريب الموظفين وتوعيتهم: يجب أن توسع الصناعة التحويلية تركيزها إلى ما بعد تدابير الكفاءة وتشمل الأبعاد الإجتماعية أثناء ممارسة محاسبة الموارد فيما يتعلق بقدرة النظام الإيكولوجي، يمكن تحقيق التنفيذ الفعال لإستراتيجيات التدوير في هذا القطاع من خلال إعتداه نهج متكامل من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى يأخذ في الإعتبار الآثار البيئية وتجنب النفايات والفوائد الاقتصادية في وقت واحد، لتحقيق أهداف الإستدامة، يجب على الشركات توفير التدريب والموارد لتتقيد الموظفين حول مبادئ التصميم البيئي الضرورية لعملية التصميم الصناعي [28]، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي تعزيز الثقافة الملتزمة بالاستدامة إلى تعزيز الوعي بين أصحاب المصلحة حول طرق الكفاءة البيئية المختلفة أثناء تصنيع المنتج مثل تصميم النفايات أو الاحتفاظ بالمواد قيد الاستخدام من خلال إطالة دورات الحياة من خلال تقنيات هندسة دورة الحياة مثل تصميم دورة الحياة أو تصميم البيئة، تتماشى هذه الإجراءات مع مفهوم التصميم البيئي للمنتج الذي يهدف إلى موازنة المشاريع/المنتجات مع متطلبات الطبيعة - كما حددها Brezet & van Hemel - وتمكين تكامل أفضل للمنتجات الخضراء داخل الصناعات مع ضمان القدرة التنافسية على المدى الطويل - وفقاً لشركة Nielsen [27].

من خلال دمج تقنيات التصميم البيئي في عمليات التصنيع الخاصة بهم، فإن الشركات لديها القدرة ليس فقط على تحسين العمر الإجمالي لمنتجاتها ولكن أيضاً لإحداث تأثير إيجابي على البيئة، تحتاج الشركات إلى إعطاء الأولوية للإستدامة خلال كل مرحلة من مراحل تطوير المنتجات وتنفيذها لتقليل الضرر البيئي، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي دمج إستراتيجيات التدوير التي تركز على تقليل إنتاج النفايات مع الحفاظ على الجدوى الاقتصادية إلى زيادة تعزيز جهود الصداقة البيئية داخل البيئات الصناعية، من خلال الحفاظ على هذه المبادئ في الإعتبار عند اتخاذ قرارات التصميم، قد يتمكن المصنعون من إنشاء منتجات أكثر إستدامة وزيادة القدرة التنافسية في سوق اليوم الواعي بيئياً [29]، ومع ذلك، فإن هذا يتطلب خبرة عالية المستوى من مهندسي دورة الحياة وتعاوناً إستراتيجياً متعدد الوظائف بين الإدارات المختلفة داخل المنظمة المشاركة عبر مراحل مختلفة سواء كانت تقوم بتصميم منتج جديد أو تحسين منتج موجود.

3- تقليل الأثر البيئي للمنتجات من خلال طرق التصنيع: شركات التصنيع لها تأثير كبير على البيئة، ومع ذلك، يمكنهم التخفيف من ذلك من خلال تنفيذ ممارسات وأساليب تصنيع مستدامة عبر عملية الإنتاج بأكملها - من مصادر المواد إلى تسليم المنتج النهائي، يحتاج المصنعون إلى النظر إلى الإستدامة ليس كفكرة

الموفرة للطاقة وإستراتيجيات الدوران، من خلال تنفيذ هذه الإستراتيجيات، يمكن للمصنعين تعظيم الفوائد المحتملة للإقتصاد الدائري وتقليل تأثيرهم البيئي بشكل فعال مع الحفاظ على الجدوى الاقتصادية، كما في شكل (3) والذي يوضح أهم الجوانب الواجب توافرها في الإقتصاد الدائري.

مبادئ الإقتصاد الدائري في التصنيع، يمكن للشركات إنشاء عملية إنتاج أكثر إستدامة ووعياً بالبيئة تعطي الأولوية للحد من النفايات، وكفاءة الموارد، والجدوى الاقتصادية طويلة الأجل، هناك العديد من التقنيات والإستراتيجيات المتاحة للمصنعين، بما في ذلك التصميم البيئي وأنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة وإعتماد التكنولوجيا



شكل (3) الجوانب الهامة الواجب توافرها في الإقتصاد الدائري

تساعد على تقليل تيارات النفايات المتولدة أثناء العمليات الصناعية، علاوة على ذلك، فإن توسيع النطاق إلى ما هو أبعد من الشركات المصنعة يشمل مشاريع البناء هو مجال آخر يقدم فيه تطبيق المبادئ التي وضعها الإقتصاد الدائري فوائد كبيرة [32]، إن تنفيذ خطط التفكيك في مرحلة مبكرة من تصميم وبناء الهياكل الجديدة سيوفر فرصاً كبيرة لإعادة استخدام المواد مما يجعلها أكثر إقتصاداً مع إحداث تأثيرات إجتماعية إيجابية مثل خلق فرص العمل من خلال برامج إعادة التدوير وغيرها.

3-3 الحد من النفايات: نهج الإقتصاد الدائري هو نموذج مستدام يعطي الأولوية للحد من النفايات ويعزز الحفاظ على الموارد من خلال تنفيذ ممارسات مثل إعادة التدوير وتجديد وإعادة استخدام المواد، يضيف هذا النهج المبتكر للإنتاج قيمة من خلال الاحتفاظ بالمواد قيد الاستخدام لفترة أطول مما يقلل من كمية النفايات الناتجة أثناء عمليات التصنيع، يشجع المفهوم أيضاً المنتجين على دراسة طرق تقليل بصمتهم الكربونية من خلال إستراتيجيات تقليل الإنبعاثات، من خلال إعتناء هذه العملية على المستوى الصناعي، يمكن للمصنعين الحفاظ على الموارد الطبيعية وتقليل كمية النفايات التي ينتهي بها المطاف في مدافن النفايات أو المحيطات، مما يؤدي إلى فوائد بيئية كبيرة، علاوة على ذلك، يمكن أن تؤدي إعادة تشكيل نماذج الأعمال الحالية أو إنشاء نماذج جديدة موجهة نحو الإستدامة إلى توفير التكاليف للشركات لأنها تتعلم كيفية إستخراج المزيد من المواد الخام التي تم الحصول عليها بالفعل قبل شراء أخرى جديدة، لكن؛ يتضمن الانتقال إلى ثقافة تنظيمية دائرية موجهة نحو الإقتصاد تطوير تقنيات مبتكرة مع مراعاة جميع مراحل دورة الحياة بشكل شامل مع خطة التنفيذ التي تدمج التخطيط قبل التصنيع حتى إدارة ما بعد الاستخدام بما في ذلك إجراءات التفكيك عند الإقتضاء بدلاً من التركيز فقط على طرق الإنتاج الخطية التي تواجه بعض التحديات خاصة بالنسبة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم، ويرجع ذلك أساساً إلى إفتقارها إلى الموارد الكافية مما يؤدي إلى عوائق من المحتمل أن تعيق التنفيذ الكامل للتبني على الرغم من أن الشركات الصغيرة والمتوسطة تساهم بشكل كبير على الصعيدين الإقتصادي والإجتماعي في أي مكان [32].

1-3 أنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة: تعد أنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة مكوناً حيوياً للإقتصاد الدائري حيث تهدف إلى تقليل النفايات الناتجة أثناء التصنيع من خلال معاملتها كمورد قيم يمكن إعادة استخدامه بطرق مختلفة، يتضمن هذا النهج إنشاء حلقة مغلقة حيث يتم باستمرار تداول المنتجات والمكونات والمواد مرة أخرى في النظام بدلاً من التخلص منها بعد الاستخدام، من خلال استخدام هذه الطريقة، يمكن للشركات أن تقلل بشكل كبير من كمية النفايات التي ينتهي بها المطاف في مدافن النفايات مع تعزيز الحفاظ على الموارد، تتطلب هذه العملية من المنظمات إعتناء تقنيات ونماذج أعمال مبتكرة تهدف إلى تصميم منتجات متينة باستخدام مواد خام أقل مع دورات حياة أطول، بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تركز الشركات على تحسين كفاءة سلاسل التوريد الخاصة بها مع مراعاة جميع مراحل دورة الحياة من مرحلة ما قبل التصنيع إلى إدارة ما بعد الاستخدام [15]، سيؤدي إعتناء مثل هذه الممارسات إلى تخفيضات كبيرة في إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري من خلال تقليل إستهلاك الطاقة وانخفاض إنبعاثات الكربون طوال دورة حياة المنتج بأكملها، قد يتطلب التغيير التحويلي المطلوب للتنفيذ الناجح الانتقال من طرق الإنتاج الخطية التقليدية إلى مناهج أكثر مرونة مثل التكنولوجيا الرقمية المزدوجة أو تقنيات التصنيع المضافة المستخدمة لأغراض النماذج الأولية السريعة.

2-3 كفاءة استخدام الموارد: نظراً لأن شركات التصنيع تقوم بدور أكثر نشاطاً في تنفيذ الإقتصاد الدائري، فيمكنها تحويل أعمالها من خلال إعادة تشكيل نماذج الأعمال الحالية أو إنشاء نماذج جديدة تماماً، من خلال إعتناء تقنيات مبتكرة وإجراءات تشغيل في جميع مراحل عملية التصنيع، يمكن لهذه الشركات أن تولد قيمة مستدامة مع التغلب على "المخاطر الدائرية" التي تأتي مع الانتقال بعيداً عن أساليب الإنتاج الخطية التقليدية، علاوة على ذلك، يجب أن تراعى ممارسات التصنيع المستدامة كل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج - بما في ذلك مرحلة ما قبل التصنيع والتجميع الفعلي أو التصنيع والتخلص بعد الاستخدام - لتحقيق أهداف خالية من النفايات، يضمن هذا النهج الشامل لإجراء العمليات التجارية بناءً على الإعتبارات البيئية في كل مرحلة مشاركة كفاءة المواد التي

الذين يعملون في مصادر الطاقة المتجددة ويمارسون الزراعة أو التعدين المستدام والشراكة معهم، يمكن للشركات التأكد من أنها تستخدم موارد منتجة بطريقة مسؤولة لها تأثير ضئيل على البيئة، قد تؤدي مناهج إدارة سلسلة التوريد الخضراء هذه أيضاً إلى ابتكارات توفر مزايا البداية من وجهة نظر تسويقية مع تقليل الاستثمار إلى الحد الأدنى من خلال التعامل مع المعلمات البيئية التي يحتمل أن تكون مزعجة، يمكن أن يؤثر تنفيذ هذه الأنواع من الأساليب الصديقة للبيئة بشكل إيجابي على مفاييس العائد على التكلفة، مما يجذب العملاء الذين يفضلون المنتجات/الخدمات الواعية بالبيئة وبالتالي ضمان القدرة التنافسية المستدامة للمؤسسات، تؤكد كل من التغطية الصحفية الشعبية والأدبيات العلمية باستمرار على أهمية تبني مثل هذه النماذج التجارية التي تركز على الإستدامة حيث يجب على الشركات أن تكيف بشكل متزايد إجراءات التشغيل الداخلية على جميع المستويات (بما في ذلك سلسلة التوريد) لمعالجة القضايا البيئية الملحة الناشئة عن تأثيرات الصناعة النظامية التي تؤدي إلى تحديات تغير المناخ التي تواجه أنظمتنا الإقتصادية العالمية & # 8211؛ في الواقع أكثر من أي وقت مضى موثق في تحليل سابق لمستوى المنحة الدراسية للأعمال التجارية"، وهذا يدل على كيف لا يمكننا إنكار الاعتراف بمثل هذه الاتجاهات الحالية المتزايدة في السوق التي تسيطر على البيئات التي تشكلت عالمياً من خلال تقنيات المستخدمين المتغيرة تجاه الإقتصادات الأخلاقية القائمة على الإستهلاك [21].

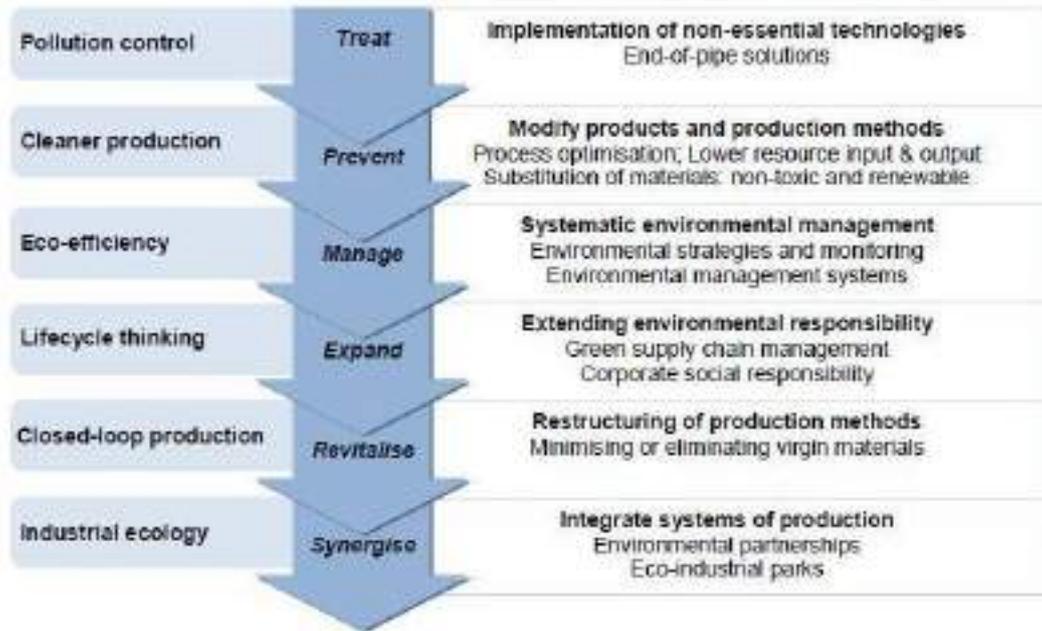
7-3- التصميم للفك: يعد تصميم المنتجات لفك ممارسة مسؤولة بيئياً يمكن أن يكون لها فوائد متعددة للشركة، لا يؤدي هذا النهج فقط إلى تسهيل إعادة تدوير المواد وإعادة استخدامها في نهاية دورة حياتها، ولكنه يؤثر أيضاً بشكل إيجابي على العوائد المالية على التكلفة من خلال تقليل الاستثمار من خلال الإدارة الاستباقية للمعايير البيئية، لا تعزز الأساليب الصديقة للبيئة، مثل تصميم المنتجات ذات الأجزاء القابلة للفصل بسهولة، قابلية إعادة التدوير فحسب، بل قد تؤدي أيضاً إلى ابتكارات توفر ميزة البدء المسبق من منظور التسويق، من المرجح أن تزيد الشركات التي تركز على المنتجات والعمليات والابتكارات الإدارية من مدخراتها وكفاءتها وإنتاجيتها مع تقليل تكاليف التشغيل من خلال الإستفادة من الكفاءات البيئية، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يساعد تحسين الابتكار البيئي في تقليل البصمة الكربونية لأن هذه الأساليب المبتكرة تسمح للشركات بالانتقال من تقنيات إنتاج الطاقة الأقل كفاءة إلى البدائل عالية الكفاءة في استخدام الطاقة والتي تمكنهم من تحسين ممارسات الإستدامة البيئية، وبالتالي فإن النمو المالي للشركات يسمح بمزيد من الإستثمارات في تطوير الابتكار الإيكولوجي مما يضيف بشكل كبير [35]، علاوة على ذلك، أصبحت ممارسات الأعمال المستدامة ذات أهمية متزايدة بسبب تحديات الإستدامة المتزايدة التي تواجه العالم، مما يجبر إجراءات إعادة التصميم في الوقت المناسب داخلياً داخل المنظمات مما يؤدي إلى تقليل التأثير الإجماعي والبيئي من خلال إعتد مبادئ الإقتصاد الدائري التي تقلل الضرر الذي تتعرض له المجتمعات المحلية المتصلة طوعاً أو لا إرادياً في جميع أنحاء العالم.

8-3- إطالة عمر المنتج: يمكن للمصنعين اتخاذ ممارسات تجارية مستدامة إلى أبعد من ذلك من خلال إطالة عمر منتجاتهم من خلال تصميمات متينة وقابلة للإصلاح، لا يعالج هذا النهج الاستباقي احتياجات المستخدم فحسب، بل يقلل أيضاً بشكل كبير من توليد النفايات مع الحفاظ على الموارد الطبيعية على المدى الطويل، قد تقلل الشركات التي تعطي الأولوية لقابلية التحمل والإصلاح بشكل ملحوظ من حاجة المستخدمين لإستبدال المنتجات بشكل متكرر - وبالتالي تقديم مساهمة كبيرة في عمليات الإنتاج المستدامة، بالإضافة إلى ذلك، فإن مثل هذه التدابير البيئية المبتكرة تمكن الشركات من إنشاء نماذج إقتصاد دائري مبتكرة ذات تأثيرات إيجابية على كل من نتائج الإستدامة الإقتصادية والبيئية - مما يعود بالفائدة على المجتمعات ككل، ويوضح شكل (4) تطور مفاهيم وممارسات التصنيع المستدام.

4-3- التكنولوجيا الموفرة للطاقة: يساعد إختيار التكنولوجيا الموفرة للطاقة على إختيار التكنولوجيا الموفرة للطاقة وهو قرار ضروري يتعين على كل شركة اتخاذه اليوم، يساعد في تقليل البصمة الكربونية للشركة، مما يؤدي إلى عمليات إنتاج أكثر إستدامة وتحقيق الفوائد البيئية في النهاية، إحدى الطرق المهمة التي يمكن أن تتحمل بها الشركات مسؤولية بيئية في هذا الصدد هي استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح في عملياتها، يتضمن ذلك الإستثمار في إنشاء أنظمة توليد الطاقة النظيفة داخل مبانى الشركات، والتي توفر الكهرباء اللازمة للأنشطة اليومية، بالإضافة إلى استخدام الموارد المتجددة، فإن تنفيذ إجراءات التصنيع الفعالة يساهم أيضاً بشكل كبير في بيئة أكثر اخضراراً، قد يؤدي استخدام طرق أقل تبديداً أثناء عمليات الإنتاج [24]، لا سيما تلك التي تعتمد على استخدام الغاز الطبيعي والوقود الأحفوري، إلى انخفاض إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى المنبعثة في الغلاف الجوى، قد يبدو الإستثمار المطلوب نحو تبني تقنيات جديدة مرتفعاً في البداية ولكنه سيثبت أنه مفيد للغاية في المستقبل فيما يتعلق بتدابير توفير التكاليف بمرور الوقت مع الاحتفاظ في نفس الوقت بمزايا إضافية مثل سهولة الحصول على المصادر عبر مجموعات متنوعة من الموردين، علاوة على ذلك، تعمل مواءمة الإستراتيجية في كثير من الأحيان على تعزيز السياسات المترابطة المحيطة بأهداف العمل المناخي بما في ذلك الشركة بأكملها مما يسمح بإمكانية إستدامة المنظمة المحققة في جميع الإدارات التشغيلية الموجهة نحو الممارسات الصديقة للبيئة المذكورة أعلاه بعناية مع الحرص على عدم إهمال أي إدارات من استيعاب مبادئ الواجب المجتمعي للشركة، لذلك، من نافلة القول أن إدخال التغييرات التي تعزز نهج الإستدامة أمر ضروري إذا كنا نأمل أن يكون أكثر إشراقاً.

5-3- الجدوى الإقتصادية على المدى الطويل: يعد إعتد مبادئ الإقتصاد الدائري خطوة حاسمة نحو تحقيق الجدوى الإقتصادية طويلة الأجل للمصنعين، من خلال دمج هذه المبادئ في عملياتها، يمكن للشركات تقليل النفايات بشكل كبير واستخدام الموارد بكفاءة؛ وهذا بدوره يسمح لهم بتخفيض تكاليف الإنتاج مع ضمان إنشاء منتجات تجذب المستخدمين المهتمين بالبيئة، أظهرت الدراسات الحديثة أن تبني ممارسات الإستدامة الخضراء لا يفيد البيئة فحسب، بل يمكن أيضاً أن يحسن القدرة التنافسية للأعمال، من المرجح أن يظل المصنعون الذين يبقون على اطلاع دائم على التقنيات والعمليات البيئية الناشئة قادرين على المنافسة في سوق اليوم سريع التغير من خلال الشراكة مع موردى التكنولوجيا البيئية والمستخدمين وأصحاب المصلحة وكذلك الإستثمار في مهارات التكنولوجيا المستدامة، عندما يفضل العملاء المنتجات/الخدمات من الشركات الصديقة للبيئة على البدائل التقليدية - المعروفة باسم "سلوك الشراء الأخضر" - يمكن أن تتأثر عوائد التكلفة بشكل إيجابي، علاوة على ذلك، فإن اتخاذ تدابير استباقية مثل التعامل مع العقبات المحتملة التي تسببها العوامل المختلفة داخل مدخلات الشركة المصنعة يضمن الحد الأدنى من الإنفاق الإستثمارى [25]، غالباً ما تؤدي الأساليب الصديقة للبيئة إلى ابتكارات تمنح الشركات ميزة على الأقل عند النظر إليها من خلال عدسة تسويقية لأن المعايير الأخلاقية تروق بشدة، بالإضافة إلى ذلك، تُظهر البيانات ارتباطاً إيجابياً بين الأداء البيئي الأفضل بين المنظمات وزيادة الربحية بصرف النظر عن المدخرات التشغيلية الكبيرة المدفوعة أساساً بالكفاءات البيئية، فإن الشركات التي تنفذ ممارسات خضراء مبتكرة تستمد العديد من المزايا مثل القدرة على إنتاج مخرجات عالية الجودة بمستويات كفاءة أعلى.

6-3- الإستعانة بالمصادر المستدامة: يمكن للمصنعين استخدام ممارسات الإستعانة بالمصادر المستدامة كإستراتيجية رئيسية ليس فقط لتقليل بصمتهم البيئية ولكن أيضاً لتحسين جودة المواد المستخدمة في الإنتاج، من خلال البحث الاستباقي عن الموردين



شكل (4) تطور مفاهيم وممارسات التصنيع المستدام

خلال تعزيز التعاون داخل قطاعات مختلفة من الصناعة مثل الصناعات التحويلية مع التركيز على بدء الابتكارات الخضراء مثل أنظمة الحلقة المغلقة الموجهة نحو إدارة الموارد المادية لضمان الإقتصاد؛ تشمل المبادرات الدائرية الأخرى إنشاء أسواق مستعملة حيث يبيع تجار التجزئة العناصر المملوكة مسبقاً التي تم التخلص منها أثناء عوائد البيع بالتجزئة مع إشراك العملاء بنشاط حول إعادة التدوير - فهي تميل إلى تقديم حلول مريحة جنباً إلى جنب مع الفوائد المجتمعية عند تنفيذها بشكل صحيح.

لدمج مبادئ الإقتصاد الدائري في عمليات التصنيع الخاصة بهم، يجب على الشركات اتباع نهج شامل لدورة الحياة الكاملة للمنتجات من مرحلة ما قبل التصنيع إلى ما بعد الاستخدام، تؤكد هذه الإستراتيجية على تقليل النفايات، وزيادة كفاءة الموارد إلى أقصى حد، وضمان الجدوى الإقتصادية على المدى الطويل من خلال ممارسات مثل أنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة، واستخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة والموارد المستدامة، بالإضافة إلى ذلك، فإن التصميم من أجل التفكيك وإطالة عمر المنتج جنباً إلى جنب مع تعزيز التعاون يكمل هذه العملية بشكل أكبر، مع وضع هذه المبادئ، يمكن للمصنعين بناء عمليات صديقة للبيئة تحمي الموارد الطبيعية مع تقليل النفايات مع المساهمة أيضاً في الإقتصادات المستدامة على المدى الطويل.

4- دراسات في تنفيذ التصميم البيئي وتحسين دورة حياة المنتج الصناعي:

يمكن أن يكون تنفيذ الممارسات المستدامة تحدياً للشركات بسبب عوامل مختلفة مثل التكلفة ونقص الموارد ومقاومة التغيير، ومع ذلك، يمكن للشركات التغلب على هذه التحديات بالطرق التالية:

وضع إستراتيجية إستدامة واضحة: يجب على الشركات تطوير إستراتيجية إستدامة واضحة تتوافق مع أهداف وقيم أعمالها، يجب أن تتضمن الإستراتيجية أهدافاً وغايات محددة، بما في ذلك الجداول الزمنية والميزانيات، لتوجيه تنفيذ الممارسات المستدامة.

إشراك أصحاب المصلحة: يجب على الشركات إشراك جميع أصحاب المصلحة، بما في ذلك الموظفين والعملاء والموردين والمستثمرين، في تطوير وتنفيذ إستراتيجية الإستدامة الخاصة بهم، سيساعد هذا النهج على ضمان أن تكون الإستراتيجية ملائمة وقابلة للتنفيذ ومدعومة على نطاق واسع.

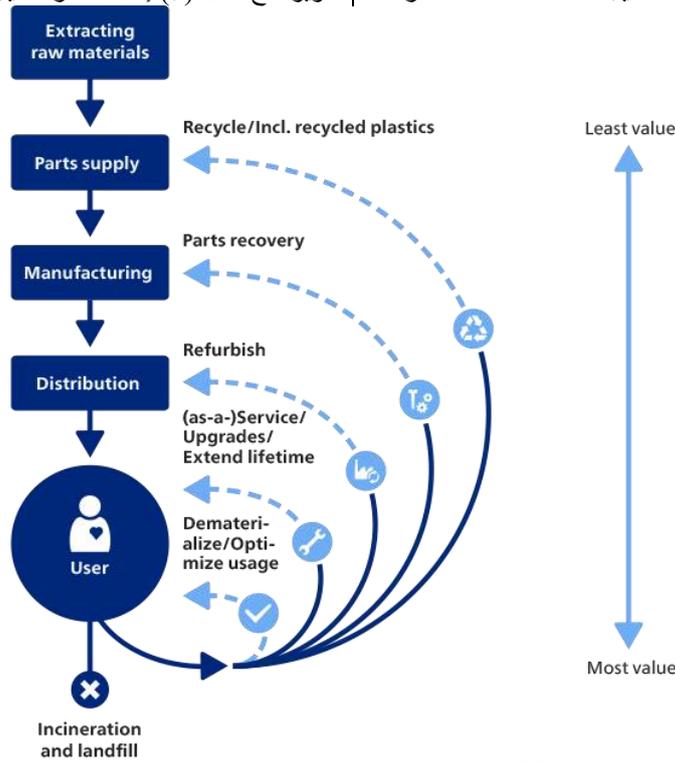
الإستثمار في التدريب والتعليم: يجب على الشركات الإستثمار في برامج التدريب والتعليم لمساعدة الموظفين على فهم أهمية الإستدامة وكيفية تنفيذ الممارسات المستدامة بفعالية، يجب ألا يقتصر التعليم

9-3- المنتج كخدمة: نموذج المنتج كخدمة هو نهج مبتكر لتقديم المنتجات للعملاء، إنه ينطوي على تقديم المنتجات كخدمة بدلاً من بيعها مباشرة، إكتسب نموذج العمل هذا شعبية في السنوات الأخيرة لأنه يحفز الشركات المصنعة على تصميم وإنشاء عناصر طويلة الأمد ومتينة يمكن إصلاحها بسهولة طوال دورة حياتها بأكملها، يساهم هذا النهج الصديق للبيئة بشكل كبير في تحقيق الإستدامة البيئية حيث سيكون هناك عدد أقل من السلع المهملة والمتقدمة التي تشغل مساحة في مدافن النفايات أو تلوث البيئة بسبب ممارسات التخلص غير المسؤولة، من خلال تبني هذا النوع من الممارسة، يمكن للشركات توفير المال عن طريق تجنب الإنفاق من إنشاء مخزونات جديدة بمرور الوقت مع تقليل التكاليف العامة مثل نفقات مرافق التخزين أو تكاليف النقل لنقل كميات كبيرة من السلع المنتجة حديثاً، علاوة على ذلك، قد يؤدي إدخال مفهوم المنتج كخدمة إلى استخدام أكثر كفاءة للموارد مما يؤدي عادة إلى إدارة سلسلة التوريد المستدامة [32]؛ ومن ثم الحد من تأثير المجتمع على المجتمعات المحلية من خلال الإشراف الذي يهدف إلى حماية النظم البيئية الطبيعية، في جوهرها، لا تساعد الشركات التي تركز على الابتكار البيئي في معالجة قضايا تغير المناخ فحسب، بل تتكيف أيضاً وفقاً للاتجاهات الناشئة من خلال تدابير مستدامة تؤدي إلى نمو أرباح إقتصادية إيجابية على الصعيدين المحلي والعالمي.

10-3- التعاون: يتطلب إعتدال مبادئ الإقتصاد الدائري جهداً تعاونياً بين المصنعين والموردين والمستخدمين لتحقيق الهدف المشترك المتمثل في الإستدامة، يتضمن هذا النهج العمل معاً عبر سلسلة التوريد بأكملها ليس فقط لتطوير عمليات إنتاج أكثر إستدامة ولكن أيضاً لإنشاء طرق مبتكرة لتقليل الفاقد وتعزيز كفاءة الموارد، لتحقيق وفورات الحجم المستدامة هذه، يجب على الشركات أن تبدأ في إعادة تصميم إجراءات عملياتها الداخلية أثناء البحث عن أساليب الابتكار البيئي التي تساهم في تقليل التأثير الإجماعي والبيئي في المجتمع، سيساعد تبني مبادرة التصميم الصديق للبيئة لتصميم المنتجات/الخدمات الجديدة على ضمان أنها تسبب ضرراً بيئياً أقل على مدار دورة حياتها، توضح كل من وسائل الإعلام والأدبيات العلمية مدى أهمية تبني ممارسات الأعمال المستدامة أن تصبح ضرورية نظراً للتحديات المتزايدة نحو تحقيق أهداف الإستدامة العالمية وسط قضايا تغير المناخ، مع هذه الحاجة، يمكن للمنظمات التي تقترب بسرعة أن تجد الفرص من خلال تطوير مزايا تنافسية من خلال إنشاء منتجات تهدف إلى مواجهة التحديات البيئية بشكل فعال دون المساس بقيمة العملاء أو الأعمال، في نهاية المطاف، من

إنبعاثات غازات الاحتباس الحرارى بنسبة 96%. يتم التعرف على شركة إنترفيس كنموذج رئيسى للتصنيع المستدام، والتي نفذت بشكل فعال مبادئ التصميم البيئى فى عملية الإنتاج الخاصة بها، يقلل نظام الحلقة المغلقة المبتكر للغاية للشركة بشكل كبير من توليد النفايات ويحافظ على الموارد الطبيعية عن طريق إعادة تدوير المواد، وبالتالي تعزيز الإستدامة من مهد المنتج كفكرة إلى التخلص منه، إن تبني المصادر المتجددة وإدخال ممارسات كفاءة الطاقة فى جميع مراحل التصنيع يخفف من المخاوف البيئية بشكل أكبر، نجحت Interface فى تقليل إنبعاثات غازات الاحتباس الحرارى بشكل كبير من خلال النشر الأمثل لحلول التكنولوجيا الخضراء للعمليات المستدامة، يشهد هذا العمل الفذ المثير للإعجاب على التزامهم بتنفيذ استجابات عملية لتأثيرات تغير المناخ من خلال التنفيذ الفعال للتطبيقات الصديقة للبيئة، أدى تحديد أولويات التصميم الإيكولوجى إلى تسهيل اتباع نهج متكامل امتد إلى ما هو أبعد من مجرد تقليل الآثار البيئية إلى إنشاء أنظمة مجدبة إقتصادياً عبر جميع مستويات التصنيع داخل المنظمة مع التأثير بشكل إيجابى على البيئة الإقتصادية الكلية للمجتمعات المحيطة - مما يدل على أن التبنى الناجح يمكن أن يفيد الإقتصاد والبيئة على حد سواء [16].

2-4- فيليبس Philips هى شركة إلكترونيات إستهلاكية إتبعته نهج إطالة عمر المنتج لتحسين دورة حياة المنتج الصناعى، صممت الشركة منتجاتها لتكون قابلة للإصلاح بسهولة وأنشأت برنامج استرجاع يشجع المستخدمين على العودة وإعادة تدوير أجهزتهم الإلكترونية القديمة، نفذت Philips أيضاً عمليات تصنيع موفرة للطاقة وخفضت إنبعاثات غازات الاحتباس الحرارى بنسبة 40%، ويوضح شكل (5) إستفادة شركة فيليبس من الإقتصاد الدائرى.



شكل (5) مخطط شركة فيليبس للإستفادة من ممارسة الإقتصاد الدائرى

ما هو أبعد من تصميم المنتجات المستدامة من خلال برنامج استرجاع يتم تنفيذه على الصعيد الوطنى لتعزيز إعادة التدوير والتخلص المناسب أو إعادة استخدام الإلكترونيات القديمة من قبل المستخدمين، وبالتالي، يحدث الحد من النفايات جنباً إلى جنب مع الحفاظ على الموارد مع تعزيز قيم المسؤولية الإجتماعية القوية للشركات، يركز جانب آخر بارز من محفظة فيليبس للإستدامة على تقنيات التصنيع الموفرة للطاقة والتي ساعدت فى خفض إنبعاثات غازات الاحتباس الحرارى بشكل كبير - مما أدى إلى خفض التكاليف مع توفير موارد الطاقة فى وقت واحد، دمج هذه

على الفوائد البيئية للممارسات المستدامة فحسب، بل يشمل أيضاً الفوائد المالية، بما فى ذلك توفير التكاليف وتحسين سمعة العلامة التجارية.

التعاون مع الشركاء الفعليين: يمكن للشركات التعاون مع الموردين والعلماء والشركاء الآخرين لتنفيذ الممارسات المستدامة عبر سلسلة التوريد، يمكن أن يساعد هذا النهج فى مشاركة المعرفة والموارد وأفضل الممارسات، مما يسهل تنفيذ الممارسات المستدامة فى جميع أنحاء المنظمة.

قياس التقدم المُحقق والإبلاغ عنه: يجب على الشركات قياس التقدم المُحقق نحو أهداف وغايات الإستدامة والإبلاغ عنها بانتظام، يمكن أن يساعد هذا النهج فى تحديد مجالات التحسين ويوفر فرصة للإحتفال بالنجاحات وتحسين الحافز وزيادة المساءلة.

بإختصار، يمكن للشركات التغلب على تحديات تنفيذ الممارسات المستدامة من خلال تطوير إستراتيجية إستدامة واضحة، وإشراك أصحاب المصلحة، والإستثمار فى التدريب والتعليم، والتعاون مع الشركاء، وقياس التقدم المُحقق والإبلاغ عنه، كما نجحت العديد من الشركات فى تنفيذ مبادئ التصميم البيئى فى عمليات التصنيع الخاصة بها لتقليل التأثير البيئى مع الإستفادة فى النهاية من أعمالها مالياً، فيما يلى أربع دراسات حالة تسلط الضوء على النجاحات فى تنفيذ التصميم البيئى وتحسين دورة حياة المنتج الصناعى:

1-4- إنترفيس Interface هى شركة تصنيع بلاط السجاد التى طبقت بنجاح مبادئ التصميم البيئى فى عملية الإنتاج، طورت الشركة نظام إنتاج ذو حلقة مغلقة يعيد تدوير بلاط السجاد المهمل إلى بلاط جديد، تستخدم الواجهة أيضاً مصادر الطاقة المتجددة ونفذت عمليات تصنيع موفرة للطاقة، نتيجة لذلك، خفضت الشركة

من إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى، ولكنها تشمل أيضاً الإنتاج المسؤول إجتماعياً الذى يسلط الضوء على عدالة ممارسات العمل فى جميع المجالات من تعويض العمال - ضمان الأجور العادلة بين الجنسين على مستوى العالم - إلى تدابير سلامة الموظفين، من بين أمور أخرى، على الرغم من هذه الممارسات البيئية التى يتم تبنيها بشكل متزايد فى العديد من الشركات فى جميع أنحاء العالم الملتزمة باتجاهات الحياة الخضراء - لا تزال الشركات متخوفة بسبب التكاليف العالية المرتبطة بها عند تنفيذ مثل هذه التغييرات داخل أنظمة المنظمات إلى جانب عوامل محدودية الموارد الناتجة عن التوافر المحدود فى بعض الحالات مما يجعلها عالية تحدى التحول الكامل إلى كيان مستدامة بنسبة 100% مثل باتاغونيا [36]، حقق ذلك بشكل لا تشوبه شائبة بمرور الوقت من خلال الابتكار المستمر حول آليات حل المشكلات البيئية التى تهدف إلى الحفاظ على الموارد الطبيعية للأرض بشكل كلى.

الجانب الأكثر تأثيراً فى ممارسات الأعمال المستدامة التى تنفذها أى شركة هو التزامها بإطالة عمر المنتج من خلال تصميمات دائمة وطويلة الأمد، هذا يقلل من الحاجة إلى تصنيع جديد ويقطع بشكل كبير من البصمة الكربونية مع المساهمة فى تقليل النفايات، لا يفيد هذا النهج تجاه ممارسات الأعمال المستدامة البيئة فحسب، بل يعزز أيضاً سمعة الشركة وولاء العملاء من خلال توفير منتجات عالية الجودة تدوم لفترة أطول.

تسلط دراسات الحالة هذه الضوء على التنفيذ الناجح لمبادئ التصميم البيئى والممارسات المستدامة فى عمليات التصنيع بواسطة إنترفيس Interface وفيليبس Philips وإتش بى HP وبتاغونيا Patagonia قامت بتطوير نظام إنتاج ذو حلقة مغلقة يعيد تدوير بلاط السجاد المهمل إلى بلاطات جديدة، ويستخدم مصادر الطاقة المتجددة، ويقال من إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى بنسبة 96%، إتبع Philips نهج إطالة عمر المنتج من خلال تصميم منتجات يمكن إصلاحها بسهولة، كما أنشأت برنامج استرجاع يشجع المستخدمين على إعادة أجهزتهم الإلكترونية القديمة وإعادة تدويرها، مما يقلل من النفايات وإنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى بنسبة 40%، طبقت HP أنظمة إنتاج ذات حلقة مغلقة وممارسات مستدامة للتوريد، بما فى ذلك برنامج إعادة التدوير الذى يعيد تدوير خراطيش الطابعة المهمل فى خراطيش جديدة ويستخدم البلاستيك والورق المعاد تدويره فى منتجاتها، مما يقلل إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى بنسبة 40%، إتبع باتاغونيا أيضاً نهجاً لإطالة عمر المنتج من خلال تصميم منتجات متينة، وتنفيذ برنامج الإصلاح وإعادة الاستخدام، واستخدام المواد المعاد تدويرها فى منتجاتها، مما يقلل إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى بنسبة 68%، إن إعطاء الأولوية للتصميم البيئى والممارسات المستدامة لا يفيد البيئة فحسب، بل يعزز أيضاً سمعة الشركة وولاء العملاء من خلال توفير منتجات عالية الجودة تدوم لفترة أطول.

النتائج Results

- يمكن أن يعزز هذا النهج أيضاً سمعة الشركة وولاء العملاء من خلال توفير منتجات متينة وعالية الجودة، نجحت العديد من الشركات مثل إنترفيس Interface وفيليبس Philips وإتش بى HP وبتاغونيا Patagonia فى تنفيذ ممارسات مستدامة فى عمليات التصنيع الخاصة بها، لم تقم هذه الشركات بتخفيض إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى فحسب، بل نفذت أيضاً أنظمة إنتاج ذات حلقة مغلقة وممارسات مستدامة للتوريد، مما أدى إلى توفير التكاليف وتقليل النفايات.
- لا يفيد تنفيذ ممارسات الأعمال المستدامة البيئة فحسب، بل يؤدي أيضاً إلى توفير التكاليف وتقليل النفايات للشركات، تُظهر جهودهم أن التصميم البيئى والممارسات المستدامة يمكن دمجها فى العمليات التجارية، مما يؤدي إلى فوائد طويلة الأجل لكل من البيئة وخط الشركة الأساسى.

الإجراءات الواعية بيئياً فى عملياتها اليومية [21]؛ علاوة على ذلك، فإن إنشاء وسيلة مجدية إقتصادياً نحو نظام إنتاج مستدام أثر بشكل إيجابى على إنجازات الحفاظ على البيئة وكذلك ضمان المكاسب المالية عبر كل جانب من جوانب خلق القيمة داخل خطوط الصناعة حول القطاعات المتخصصة التى تحقق عوائد بيئية تعود بالفائدة على جميع أصحاب المصلحة المعنيين إما بشكل مباشر أو غير مباشر بطريقة عالمية دون المساس بمصالح الأجيال القادمة بمرور الوقت مما يساهم فى نهاية المطاف فى مكافحة تغير المناخ مع الدعوة إلى مستويات الإستهلاك المسؤول على مستوى العالم.

3-4- إتش بى Hewlett Packard (HP) وهى شركة تكنولوجية طبقت أنظمة إنتاج ذات حلقة مغلقة وممارسات توريد مستدامة لتحسين دورة حياة منتجها الصناعى، طورت HP برنامج إعادة تدوير البلاستيك ذى الحلقة المغلقة والذى يعيد تدوير خراطيش الطابعة المهمل إلى خراطيش جديدة، كما طبقت الشركة ممارسات التوريد المستدامة من خلال استخدام البلاستيك المعاد تدويره والورق فى منتجاتها، نتيجة لذلك، خفضت HP إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى بنسبة 40%.

تبرز شركة إتش بى Hewlett-Packard كمثال رئيسى على كيف يمكن للشركات أن تقود أنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة وممارسات التوريد المستدامة للتخفيف من تأثيرها البيئى، حققت HP تقدماً كبيراً فى تطوير برنامج شامل لإعادة تدوير البلاستيك يستعيد خراطيش الطابعة المهمل لإعادة استخدامها، مما يدل على تفانيها فى تقليل النفايات والحفاظ على الموارد الطبيعية، بالإضافة إلى ذلك، تفخر الشركة بتبنى مبادئ التصميم البيئى من خلال تضمين المواد المعاد تدويرها مثل البلاستيك والورق فى خطوط إنتاجها من خلال تدابير المصادر المستدامة، نتيجة لهذه السياسات المؤيدة للبيئة، حققت HP انخفاضاً مذهباً فى إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى مع تقليل بصمتها البيئية بشكل كبير، أكثر من مجرد كونك مسؤولاً بيئياً، فهذه الخطوة تعزز الكفاءة التشغيلية والربحية مع توفير فوائد الإستدامة طويلة الأجل، إن التزام الشركة بدمج البرامج الصديقة للبيئة لا يؤكد فقط رغبتهم فى الحفاظ على الكوكب، بل يحسن أيضاً ولاء العملاء تجاه العلامات التجارية التى أثبتت كفاءتها فى الحفاظ على البيئة مثل تلك الخاصة بهم، فى الواقع، تضع Hewlett Packard معاييراً للشركات الأخرى فى جميع أنحاء العالم حول كيفية تبنى مبادرات مماثلة فى عملية الإنتاج دون المساس بالجودة أو الإنتاجية - مما يلهم العديد من الشركات عبر الصناعات على مستوى العالم التى تهدف إلى أن تصبح أكثر صداقة للبيئة وسط دعوات متزايدة من المستخدمين لمنتجات صديقة للبيئة/الخدمات/مقدمو الخدمات على حد سواء [26].

4-4- باتاغونيا Patagonia وهى شركة ملابس خارجية إتبع نهج إطالة عمر المنتج لتحسين دورة حياة منتجها الصناعى، صممت الشركة منتجاتها لتكون متينة ونفذت برنامج إصلاح وإعادة استخدام يشجع العملاء على إصلاح ملابسهم وإعادة استخدامها، نفذت باتاغونيا أيضاً ممارسات التوريد المستدامة باستخدام المواد المعاد تدويرها فى منتجاتها، نتيجة لذلك، خفضت الشركة إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى بنسبة 68%.

تبرز باتاغونيا Patagonia كرائدة فى ممارسة عمليات الأعمال المستدامة، إن التزامهم بالإستدامة واضح، وخلق نهج يركز على إطالة عمر المنتج من خلال تصميم منتجات متينة وطويلة الأمد، من خلال تقليل الحاجة إلى تصنيع جديد، فقد قللوا بشكل كبير من بصمتهم الكربونية مع المساهمة فى تقليل النفايات، لقد أثبت تبنى إعادة الاستخدام كجزء من إستراتيجيتهم أنه مثمر مع تنفيذ برامج الإصلاح وإعادة الاستخدام التى تعزز هذه الفلسفة بين العملاء الذين يبحثون عن طرق ميسورة التكلفة للحفاظ على الملابس لفترة أطول، تتوافق سياسات التوريد فى باتاغونيا تماماً مع المواد الصديقة للبيئة مثل البوليستر المعاد تدويره؛ وبالتالي تأكيد أهدافها الخالية من النفايات، تمتد أولويات التصميم البيئى الخاصة بهم إلى ما هو أبعد

- الإنخراط مع أصحاب المصلحة: يجب على الشركات والمصممين التعامل مع أصحاب المصلحة، بما في ذلك الموظفين والعملاء والموردين والمستثمرين، للتأكد من أن جهود الاستدامة الخاصة بهم ذات صلة وفعالة ومدعومة على نطاق واسع.
- قياس التقدم المحقق والإبلاغ عنه: يجب على الشركات والمصممين قياس تقدم الاستدامة والإبلاغ عنه بانتظام لتحديد مجالات التحسين والإحتفال بالنجاحات، يمكن أن يساعد هذا النهج في تحسين الدافع والمساءلة مع ضمان أن تظل الاستدامة أولوية داخل المنظمة.

الخلاصة: Conclusion

لم تعد الاستدامة المبنية على التصميم البيئي مجرد مبادرة إختيارية للمسؤولية الإجتماعية للشركات، ولكنها عنصر حاسم لتحقيق النجاح المالي والإستراتيجي على المدى الطويل، الشركات التي تتجاهل الاستدامة تخاطر بتأثيرات سلبية على أرباحها النهائية، بما في ذلك زيادة التكاليف والعقوبات التنظيمية، يعد تكامل الممارسات المستدامة عبر سلاسل التوريد أمراً ضرورياً للمصنعين لتقليل تأثيرهم البيئي، ويمكن أن تزيد إستراتيجيات الاقتصاد الدائري من الربحية مع تقليل النفايات والإنبعاثات، وبالتالي، يجب على الشركات تبني الاستدامة ودمج تدابير لحد من تأثيرها البيئي من المراحل المبكرة لتطوير المنتج، لتحقيق ذلك، يجب أن يتم تضمين تحول ثقافي كبير نحو تبني الاستدامة في قيم وعمليات الشركات، يتعمق هذا البحث في الجانب الحاسم المتمثل في إعتتماد ممارسات مستدامة ليس فقط في التصنيع ولكن أيضاً عبر سلاسل التوريد لتقليل التأثير البيئي، يسلط الضوء على أنه من الضروري للمصنعين دمج إعتبرات الاستدامة في وقت مبكر أثناء تطوير المنتج باستخدام تقنيات التصميم البيئي لضمان أن الجوانب البيئية جزء لا يتجزأ من قرارات الجدوى الاقتصادية الخاصة بهم بدلاً من إعتبرها أفكاراً لاحقة غير ذات صلة، لتحقيق ذلك، يجب أن يتم تضمين تحول ثقافي كبير نحو تبني الاستدامة في قيم وعمليات الشركات، يجب على المصنعين إعطاء الأولوية لتطبيق إستراتيجيات الاقتصاد الدائري التي ستساعد في تقليل النفايات مع زيادة الربحية من خلال إطالة دورات حياة المنتج وتجديد الأنظمة الطبيعية، تتضمن الأساليب الرئيسية التي تم تحديدها في الدراسة الجمع بين أساليب من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى، وفصل النمو الاقتصادي عن الأثر البيئي، وإستكشاف تحسينات التصميم عبر عمليات سلسلة التوريد بأكملها، سيساهم إعتتماد هذه التدابير الحاسمة بشكل كبير في تقليل المخاطر النظامية الناشئة عن إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري مع ضمان الأرباح الأخلاقية عبر الشركات الملتزمة بمعايير الاستدامة العالية المتوافقة مع التوقعات المجتمعية حول سياسات أفضل الممارسات فيما يتعلق بمخاوف حماية البيئة على نطاق واسع، هناك أيضاً تركيز على الإدارة الفعالة لإنبعاثات الطاقة في التصنيع، غير مستغلة على الرغم من قدرتها على تقليل مدخلات الموارد واستيعاب النفايات داخل سلاسل التوريد ذات الحلقة المغلقة.

المراجع: References

- 1- Ahmed, ElSamany AbdElmoteleb, Dawood, Mina Eshaq Tawfilis, & Ebrahim, Omar Mohamed Ahmed. (2022). Ergonomics For Upgrading User Experience and Improve Usability. Alqulzum Scientific Journal, 13. Article 5. 93-110.
- 2- Amer, Ayman Mouhamed Afifi, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2020). Robot Ergonomics: A cognitive scenario of the new Behavioral Objects. International Design

- يعد تنفيذ أنظمة الإنتاج ذات الحلقة المغلقة، وبرامج الاسترداد، وتصميم المنتجات المعمرة التي يمكن إصلاحها بسهولة أو تصنيعها باستخدام مواد معاد تدويرها، بعض الطرق التي يمكن للشركات من خلالها دمج الممارسات المستدامة في عملياتها، مما يقلل من النفايات وإنبعاثات غازات الإحتباس الحراري مع توفير العملاء بمنتجات عالية الجودة تدوم لفترة أطول.
- يمكن أن تؤدي الممارسات المستدامة أيضاً إلى زيادة مشاركة الموظفين والعملاء، حيث يميل الناس إلى الانجذاب أكثر إلى الشركات التي تعطي الأولوية للمسؤولية البيئية، بشكل عام، يعد إعتتماد ممارسات الأعمال المستدامة بمثابة وضع مريح للجانبين لكل من الشركات والبيئة.
- يمكن أن تساهم الممارسات الصديقة للبيئة في خفض التكاليف وزيادة كفاءة العمليات وتحسين السمعة، بالإضافة إلى ذلك، فهو يوضح التزام الشركة بالمسؤولية الإجتماعية للشركات ويعزز التأثير الإيجابي، بشكل عام، يمكن أن تؤدي ممارسات الأعمال المستدامة إلى تحسين الأداء المالي وتقليل التكاليف التشغيلية وتعزيز السمعة وولاء العملاء وزيادة مشاركة الموظفين والتأثير الإيجابي.
- من المهم للشركات أن تنظم بشكل إستراتيجي موارد وقدرات فريدة لتنفيذ ممارسات الأعمال المستدامة بنجاح والتي تتوافق مع خطتها الإستراتيجية الشاملة، إذا فشلت الشركات في تبني ممارسات تجارية مستدامة، فقد تواجه عواقب سلبية مثل زيادة التكاليف والعقوبات التنظيمية والإضرار بالسمعة وفقدان الحصة السوقية.
- يمكن للشركات والمصممين تنفيذ ممارسات التصميم المستدامة من خلال إعتتماد نهج تصميم دائري، ودمج المواد البيئية، واستخدام الطاقة المتجددة، وتنفيذ ممارسات التوريد المستدامة، والمشاركة مع أصحاب المصلحة، وقياس التقدم المحقق والإبلاغ عنه، يمكن أن تساعد هذه الممارسات في ضمان أن المنتجات مستدامة وصديقة للبيئة ومنتجة بشكل أخلاقي مع تحسين الاستدامة الشاملة لدورة حياة المنتج.

التوصيات: Recommendations

- فيما يلي نستعرض بعض التوصيات للشركات والمصممين لتنفيذ ممارسات التصميم المستدام:
- إعتتماد نهج تصميم دائري: يجب على الشركات والمصممين إعتتماد نهج تصميم دائري، والذي يعطي الأولوية لاستخدام المواد المستدامة ويطيل عمر المنتجات من خلال برامج الإصلاح وإعادة الاستخدام، يمكن أن يساعد هذا النهج في تقليل الفاقد والحفاظ على الموارد الطبيعية وتحسين الاستدامة الشاملة لدورة حياة المنتج.
 - دمج المواد البيئية: يجب على الشركات والمصممين إعطاء الأولوية لاستخدام المواد الصديقة للبيئة، مثل البلاستيك المعاد تدويره والقطن العضوي والبدائل المستدامة الأخرى، يمكن أن يساعد هذا النهج في تقليل التأثير البيئي لعملية الإنتاج والتأكد من أن المنتجات صديقة للبيئة.
 - استخدام الطاقة المتجددة: يجب على الشركات إعطاء الأولوية لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة في عمليات الإنتاج لتقليل إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري والحفاظ على الموارد الطبيعية.
 - تنفيذ ممارسات التوريد المستدامة: يجب على الشركات إعطاء الأولوية لممارسات التوريد المستدامة، مثل استخدام المواد من مصادر محلية، وتنفيذ سياسات التجارة العادلة، وضمان ممارسات العمل المسؤولة لضمان إنتاج منتجاتها بشكل أخلاقي ومستدام.

- design implemented through a product-based environmental management system. *Journal of Cleaner Production*, 14(15-16), 1357-1367.
- 14- Elfar, Mayssa Ahmad Ali, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2023). Using Artificial Intelligence for enhancing Human Creativity. *Journal of Art, Design and Music*, 2(2). Article 3. 106-120. DOI: <https://doi.org/10.55554/2785-9649.1017>.
 - 15- Elgazzar, Mahmoud Ahmed Gouda, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2023). Usability: Improving UI/UX in Design by challenges of Materials Innovations. *International Design Journal*, 13(1). Article 3. 37-56. DOI: 10.21608/IDJ.2023.276010.
 - 16- Elgazzar, Mahmoud Ahmed Gouda, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2023). The impact of the Design Experimental Testing Process in improving Product Life-cycle. *مجلة العلوم الإنسانية، العمارة و الفنون و العلوم الإنسانية، journal of architecture, arts and humanistic science*. DOI: 10.21608/MJAF.2023.210298.3105.
 - 17- Fargnoli, M., & Kimura, F. (2007). The optimization of the design process for an effective use in eco-design. In *Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses: Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*, Waseda University, Tokyo, Japan, June 11th–13th, 2007 (pp. 59-64). Springer London.
 - 18- Knight, P., & Jenkins, J. O. (2009). Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of cleaner production*, 17(5), 549-558.
 - 19- Kobayashi, H. (2006). A systematic approach to eco-innovative product design based on life cycle planning. *Advanced engineering informatics*, 20(2), 113-125.
 - 20- Kobayashi, Y., Kobayashi, H., Hongu, A., & Sanehira, K. (2005). A practical method for quantifying eco-efficiency using eco-design support tools. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 131-144.
 - 21- Kong, L., Wang, L., Li, F., Tian, G., Li, J., Cai, Z., ... & Fu, Y. (2022). A life-cycle integrated model for product eco-design in the conceptual design phase. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132516.
 - 22- Marconi, M., & Favi, C. (2020). Eco-design teaching initiative within a manufacturing company based on LCA analysis of company product portfolio. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118424.
 - 23- Monticelli, C., & Zanelli, A. (2016). Life Cycle Design and efficiency principles for membrane architecture: towards a new set of *Journal*, 10 (3). Article 26. 319-331. DOI: 10.21608/idj.2020.96353
 - 3- Andriankaja, H., Vallet, F., Le Duigou, J., & Eynard, B. (2015). A method to ecodesign structural parts in the transport sector based on product life cycle management. *Journal of Cleaner Production*, 94, 165-176.
 - 4- Chiu, M. C., & Chu, C. H. (2012). Review of sustainable product design from life cycle perspectives. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13, 1259-1272.
 - 5- Cicconi, P. (2020). Eco-design and Eco-materials: An interactive and collaborative approach. *Sustainable Materials and Technologies*, 23, e00135.
 - 6- Cluzel, F. (2012). Eco-design implementation for complex industrial system: From scenario-based LCA to the definition of an eco-innovative R&D projects portfolio (Doctoral dissertation, Ecole Centrale Paris).
 - 7- Dahmani, N., Belhadi, A., Benhida, K., Elfezazi, S., Touriki, F. E., & Azougagh, Y. (2022). Integrating lean design and eco-design to improve product design: From literature review to an operational framework. *Energy & Environment*, 33(1), 189-219.
 - 8- Dahmani, N., Benhida, K., Belhadi, A., Kamble, S., Elfezazi, S., & Jauhar, S. K. (2021). Smart circular product design strategies towards eco-effective production systems: A lean eco-design industry 4.0 framework. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128847.
 - 9- Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2017). 4D Ergonomics Modeling in the Interaction Design field. Unpublished Master Thesis. Arab Republic of Egypt: Faculty of Applied Arts, Helwan University.
 - 10- Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2021a). The Impact of Interaction Design in Innovating a Scenario of Robot Ergonomics. Unpublished Ph.D. Thesis. Arab Republic of Egypt: Faculty of Applied Arts, Damietta University.
 - 11- Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2021b). Robot Ergonomics: Giving the Behavioral Objects a dynamic presence. *International Design Journal*, 11(5). Article 23. 293-304. DOI: 10.21608/idj.2021.191705.
 - 12- Del Borghi, A., Strazza, C., Magrassi, F., Taramasso, A. C., & Gallo, M. (2018). Life Cycle Assessment for eco-design of product-package systems in the food industry—The case of legumes. *Sustainable Production and Consumption*, 13, 24-36.
 - 13- Donnelly, K., Beckett-Furnell, Z., Traeger, S., Okrasinski, T., & Holman, S. (2006). Eco-

- 30- Schischke, K., Hagelüken, M., & Steffenhagen, G. (2005). An introduction to ecodesign strategies—why, what and how?. Fraunhofer IZM, Berlin, Germany.
- 31- Staniszewska, E., Klimecka-Tatar, D., & Obrecht, M. (2020). Eco-design processes in the automotive industry. *Production Engineering Archives*, 26(4), 131-137.
- 32- Tischner, U., & Nickel, R. (2003). Eco-design in the printing industry Life cycle thinking: Implementation of Eco-design concepts and tools into the routine procedures of companies. *The journal of sustainable product design*, 3(1-2), 19-27.
- 33- Van der Velden, N. M., Kuusk, K., & Köhler, A. R. (2015). Life cycle assessment and eco-design of smart textiles: The importance of material selection demonstrated through e-textile product redesign. *Materials & Design*, 84, 313-324.
- 34- Yang, Q. Z., & Song, B. (2006, August). Eco-design for product lifecycle sustainability. In 2006 4th IEEE International Conference on Industrial Informatics (pp. 548-553). IEEE.
- 35- Yung, W. K., Chan, H. K., So, J. H., Wong, D. W., Choi, A. C., & Yue, T. M. (2011). A life-cycle assessment for eco-redesign of a consumer electronic product. *Journal of Engineering Design*, 22(2), 69-85.
- 36- Zeng, D., Cao, H., Jafar, S., Tan, Y., & Su, S. (2018). A life cycle ecological sensitivity analysis method for eco-design decision making of machine tool. *Procedia Cirp*, 69, 698-703.
- eco-design strategies. *Procedia Engineering*, 155, 416-425.
- 24- Nada, Osama Ali ElSayed, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2022). Digital Twin: Methodologies for modeling the Work Environment during the Design and Development processes. *International Design Journal*, 12(5). Article 22. 225-242. DOI: 10.21608/IDJ.2022.260602.
- 25- Nada, Osama Ali ElSayed, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2023). Designing an adjustable electricity extension plug board to enhance the concept of Usability. *Journal of Heritage and Design*, 3(14). Article 1. 1-23. DOI: 10.21608/JSOS.2022.131531.1195.
- 26- Nada, Osama Ali ElSayed, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2023). Usability: A proposed framework to verify the effectiveness of GUIs design. *International Design Journal*, 13(5). Article 26. 383-400. DOI: 10.21608/idj.2023.312648.
- 27- Navajas, A., Uriarte, L., & Gandía, L. M. (2017). Application of eco-design and life cycle assessment standards for environmental impact reduction of an industrial product. *Sustainability*, 9(10), 1724.
- 28- Ramani, K., Ramanujan, D., Bernstein, W. Z., Zhao, F., Sutherland, J., Handwerker, C., ... & Thurston, D. (2010). Integrated sustainable life cycle design: a review.
- 29- Romli, A., Prickett, P., Setchi, R., & Soe, S. (2015). Integrated eco-design decision-making for sustainable product development. *International Journal of Production Research*, 53(2), 549-571.