NTU Journal for Administrative and Human Sciences (2023) 3 (3) : 56 - 83
DOI: https://doi.org/10.56286/ntujahs.v3i3

IRAQI Academic Scientific Journals

JAHS NTU

P-ISSN: 2789-1240 E-ISSN:2789-1259
NTU Journal for Administrative and Human Sciences
Available online at: https://journals.ntu.edu.iq/index.php/NTU-JMS/index

Multiple Life Cycle and its Impact on Enhancing the Sustainability of Industrial Products / a Field Study in the Babylon Battery Factory

1st, Islam Yousif Sheet al-Ubaidy[1], 2nd Dr. Thaeir Ahmed Saadoun Al-Samman [2]
1. University of Mosul , Administration and Economics College
2. University of Mosul , Administration and Economics College

Article Informations

Received: 25- 09 - 2022,
Accepted : 24 - 10 - 2022,
Published online : 01- 07 - 2023

Corresponding author:
Name : Islam Yousif Sheet
Affiliation : University of Mosul , Administration and Economics College
Email : islamyousif10@yahoo.com

Key Words:
multiple life cycle
(6R) strategies
product sustainability

A B S T R A C T

The current research seeks to determine the impact of the multiple life cycle in enhancing the sustainability of the product within the field aspect represented by the Babylon battery factory, To achieve the goal of the research, a hypothetical research model was built in light of the formulation of the research hypotheses represented in the first hypothesis: There is no significant correlation between the multiple life cycle overall and individually in terms of its strategies and product sustainability in the factory under search, the second hypothesis: there is no significant effect of the multiple life cycle overall and individually in terms of its strategies in product sustainability in the factory under search, for the purpose of obtaining data And the information that serves the objectives of the research and answering its questions, the questionnaire was relied on, and the Babylon battery factory was chosen as a field for research, while the research sample included individuals working in the factory under search.

The answers of the respondents were analyzed using a number of statistical methods based on the (AMOS V. 24) program and a set of conclusions were reached the most prominent of which is that there is a significant correlation and a varying level of impact for each of the multiple life cycle strategies on the sustainability of the product (as a whole) Within the field side under research, and based on the conclusions reached by the research, a number of recommendations were presented that are consistent with these conclusions, the most important of which is supposed to manage the factory under search to pay greater attention to the entrance of the multiple life cycle, for the provisions of closing the cycle of material flow, as well as achieving Take full advantage of the application of this input in the factory under search

©2023 NTU JOURNAL FOR ADMINISTRATIVE AND HUMAN SCIENCES, NORTHERN TECHNICAL UNIVERSITY. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

دورة الحياة المتعددة وأثرها في تعزيز استدامة المنتجات الصناعية / دراسة ميدانية في مصنع بطاريات بابل

م. اسلام يوسف شيت العبيدي
جامعة الموصل / كلية الإدارة والاقتصاد
islamyousif10@yahoo.com

أ.د. ثائر احمد سعدون السمان
جامعة الموصل / كلية الإدارة والاقتصاد
thaeir_alsamman@yahoo.com

المستخلص

يسعى البحث الحالي الى تحديد تأثير دورة الحياة المتعددة في تعزيز استدامة المنتج ضمن الجانب الميداني المتمثل بمصنع بطاريات بابل، ولتحقيق هدف البحث تم بناء أنموذج فرضي للبحث في ضوء صياغة فرضيات البحث المتمثلة بالفرضية الاولى: لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين دورة الحياة المتعددة اجمالاً وانفراداً بدلالة استراتيجياتها واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث، الفرضية الثانية: لا يوجد تأثير ذو دلالة معنوية لدورة الحياة المتعددة اجمالاً وانفراداً بدلالة استراتيجياتها في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، لغرض الحصول على البيانات والمعلومات التي تخدم اهداف البحث والاجابة على تساؤلاتها فقد تم الاعتماد على استمارة الاستبانة، وتم اختيار مصنع بطاريات بابل –ميداناً للبحث، اما عينة البحث فشملت الافراد العاملين في المصنع قيد البحث.

وقد تم تحليل اجابات الافراد المبحوثين باستخدام عدد من الاساليب الاحصائية بالاعتماد على برنامج (AMOS V. 24)، وقد تم التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات من أبرزها ان هناك علاقة ارتباط معنوية ومستوى تأثير متفاوت لكل من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج (اجمالاً) ضمن الجانب الميداني قيد البحث، واعتماداً على الاستنتاجات التي توصل اليها البحث فقد تم تقديم عدد من المقترحات المنسجمة مع هذه الاستنتاجات، من أهمها يفترض على ادارة المصنع قيد البحث إيلاء اهتمام أكبر بمدخل دورة الحياة المتعددة، وذلك لأحكام أغلاق حلقة تدفق المواد، فضلاً عن تحقيق الاستفادة الكاملة من تطبيق هذا المدخل في المصنع قيد البحث.

الكلمات المفتاحية: دورة الحياة المتعددة، استراتيجيات (6R)، استدامة المنتج

المقدمة

تعد استدامة المنتجات من الموضوعات المهمة في ظل التوجهات الحديثة للحفاظ على قدرة الشركات على المنافسة في أوقات تغير طلبات المستهلكين والمجتمع، وكذلك عند الطلب على تحسين أداء المنتجات المعروضة أو تقليل المخاطر المتعلقة بها أو تمييزها عن تلك الخاصة بمنافسيها.

حيث في الآونة الاخيرة أدركت العديد من الشركات الصناعية العالمية أن بقاءها في عالم الاعمال مرهون بمدى قدرتها على تحقيق استدامة منتجاتها، التي لم تعد فقط مطلباً اساسياً من قبل المجتمع فحسب، بل سلاحاً تنافسياً لتحسين اداءها من الناحية البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

مما يفرض ذلك على شركات التصنيع العراقية التي هي ليست بعيدة عن هذا المشهد ضرورة التفكير فيما وراء الفوائد الاقتصادية لمنتجاتها والنظر في التأثيرات البيئية والاجتماعية للسعي نحو تحقيق استدامة منتجاتها، ولإدراك هذا الهدف سيتطلب من شركات التصنيع ليس فقط التغيير من أفكارها نحو الالمام بأبعاد ما تشكله استدامة منتجاتهم فحسب، بل التغيير ايضاً من نماذج أعمالها لكي تدعم عمل ذلك، وفي هذا الاتجاه اعتمد البحث الحالي على دورة الحياة المتعددة كنموذج عمل واعد نحو تعزيز استدامة المنتج الصناعي، وبناءً على ذلك تم تقسيم البحث الى المباحث الاتية:(المبحث الاول: منهجية البحث، المبحث الثاني: الإطار النظري للبحث، المبحث الثالث: الإطار الميداني للبحث والاستنتاجات والمقترحات).

المبحث الأول: منهجية البحث

اولا: مشكلة البحث: انطلاقا مع المخاوف المتعلقة بالتلوث البيئي والمخاطر التي يتعرض لها البشر، ومروراً بمخاوف الطاقة وندرة واستنزاف الموارد وتغير المناخ التي تعد مواضيع اساسية في صنع السياسات المعاصرة، أصبح موضوع الاستدامة بشكل عام واستدامة المنتجات بشكل خاص مصدر اهتمام الجميع، لاسيما وان اصحاب المصالح اليوم يعتمدون بشكل كبير على مجتمع الاعمال ليكون جزءاً من الحل وليس المشكلة. حيث لم يعد صانعو السياسات وحدهم يسعون الى انشاء مجتمع مستدام بيئياً واقتصادياً واجتماعياً طويل الأجل، لكن ايضاً الزبائن الذين زاد وعيهم بقضايا الاستدامة في جميع مراحل دورة حياة المنتج بشكل كبير، مما يفرض ذلك المزيد من الضغوط على قطاع التصنيع في توليد أو تكوين المنتجات المستدامة، ولاسيما ما يشهده هذا القطاع من استهلاك كبير للطاقة والموارد الطبيعية وتوليد النفايات والملوثات في البيئة الطبيعية.

ومما لا شك ان مصنع بطاريات بابل التابع الى الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات ليس بعيد عن هذا المشهد لاسيما انه يشكل جزء من القطاع الصناعي، ومن الزيارة الميدانية التي اجراها الباحث للوهلة الاولى بتاريخ ٢٠٢٠/١٢/١٤ والزيارات اللاحقة للمصنع قيد البحث ومقابلة عدد من المديرين لوحظ عدم وجود رؤية واضحة وكاملة لدى الافراد المبحوثين عن استدامة منتجات المصنع قيد البحث التي تشكلت في ضوء عدم ادراكهم عن ما تشكله استدامة منتجاتهم (عناصر استدامة المنتج)، فضلاً عن ذلك ابتعادهم في تبني مداخل أو نماذج أعمال نحو تعزيز تلك الاستدامة، نظراً لعدم امتلاكهم المعرفة الكاملة باستدامة المنتج من جهة ونماذج الاعمال التي يمكن تطبيقها لتعزيز تلك الاستدامة من جهة أخرى، كما هو الحال مع دورة الحياة المتعددة التي اعتمدها الباحثان كنموذج عمل واعد نحو تعزيز تلك الاستدامة، **بالتالي يمكن طرح التساؤلات الأتية للتعبير عن مشكلة البحث وكما يأتي:**

١. هل لدى ادارة المصنع قيد البحث تصور واضح عن مفهوم واستراتيجيات دورة الحياة المتعددة؟
٢. هل لدى ادارة المصنع قيد البحث تصور واضح عن مفهوم وعناصر استدامة المنتج؟
٣. ما طبيعة علاقات الارتباط والتأثير بين دورة الحياة المتعددة وتعزيز استدامة المنتج في المصنع قيد البحث؟

ثانياً: اهمية البحث: تكمن أهمية البحث الحالي بما يأتي:

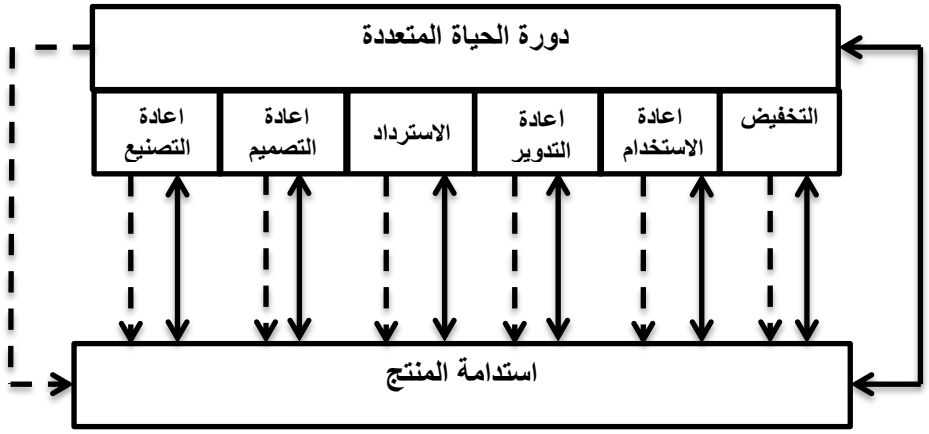
١. يتطرق البحث الحالي الى مواضيع لها دور كبير في معالجة مشكلات البيئة الصناعية المعاصرة، لاسيما في مجال التلوث البيئي، وندرة واستنزاف الموارد والطاقة، والإنتاج والاستهلاك غير المستدام، وقصر دورة حياة المنتجات، وتنوع حاجات ورغبات الزبائن، فضلاً عن القدرة التنافسية التصنيعية.
٢. يركز البحث الحالي على الاستدامة بشكل عام واستدامة المنتجات بشكل خاص التي سيكون لها تأثير مباشر على تحقيق الاهداف الثلاثة (البيئية، الاقتصادية، الاجتماعية)، وما يعكس ذلك أمكانية تحقيق تلك الاهداف في آن واحد ومعالجة التضارب في تحقيقها.
٣. يسهم البحث الحالي في التعزيز من مكانة المنتج التي لا تأتي فقط من جانب استدامته، انما ايضاً من جانب خلق القيمة (للزبون) في ظل نموذج عمل دورة الحياة المتعددة.

ثالثاً: اهداف البحث: يهدف البحث بالأساس الى تحديد فيما إذا كان لدورة الحياة المتعددة المتمثلة باستراتيجياتها (التقليل، اعادة الاستخدام، اعادة التدوير، اعادة التصنيع، الاسترداد، اعادة

التصميم) دور في تعزيز استدامة المنتج بالمصنع قيد البحث، فضلاً عن السعي لبلوغ الاهداف الاتية:

١. تقديم إطار فكرياً ونظرياً يسهم في توضيح المفاهيم الرئيسة المتمثلة بدورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج من خلال الوقوف على ما عرضته الاسهامات البحثية بهذا الشأن باتجاه بلورة صورة معرفية حول مضامين تلك المتغيرات وأدوارها.
٢. بيان مضامين وحدود العلاقة والتأثير لدورة الحياة المتعددة في تعزيز استدامة المنتج بالمصنع قيد البحث.
٣. تقديم المقترحات في ضوء نتائج الواقع الميداني للمصنع قيد البحث بما يمكن من استكمال جوانب القصور والعمل وفقاً لمتغيراته.

رابعاً: أنموذج البحث: بالاعتماد على مشكلة البحث واهدافه تم صياغة انموذج البحث الفرضي وكما هو موضح في الشكل (١)



الشكل (١) انموذج البحث الفرضي

المصدر: اعداد الباحثان

خامساً: فرضيات البحث

الفرضية الاولى: لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين دورة الحياة المتعددة اجمالاً وانفراداً بدلالة استراتيجياتها واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث.

الفرضية الثانية: لا يوجد تأثير ذو دلالة معنوية لدورة الحياة المتعددة اجمالاً وانفراداً بدلالة استراتيجياتها في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.

سادساً: منهج البحث

أعتمد الباحثان على المنهج الوصفي والتحليلي في وصف مجتمع البحث وعينته فضلاً عن متغيرات البحث واختبار أنموذجه.

سابعاً: أساليب جمع البيانات والمعلومات:

أعتمد الباحثان في جمع البيانات والمعلومات لكتابة الجانب النظري فضلاً عن الجانب الميداني والوصول إلى نتائج واستنتاجات البحث على الأساليب الآتية:

١. المصادر الأجنبية الرصينة التي لها علاقة بموضوع البحث لتغطية الجانب النظري.

٢. استمارة الاستبانة: كأداة رئيسة للحصول على البيانات والمعلومات المتعلقة بالجانب الميداني للبحث، وقد تم إعداد العبارات المتعلقة بمتغيرات البحث على أراء ودراسات بعض الكتاب والباحثين في هذا المجال.

المبحث الثاني: الإطار النظري للبحث

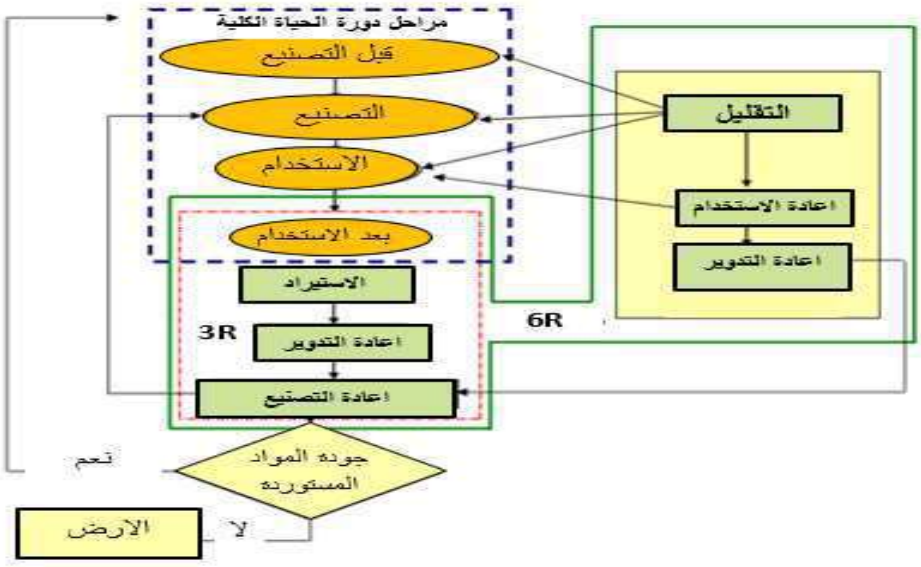
اولا: دورة الحياة المتعددة

أ. مفهوم واهمية دورة الحياة المتعددة

تشير الأدبيات الى مفهوم دورة الحياة المتعددة بمفهوم (6R) (Badurdeen, *et.al*, 2009,4) (Wahab & Hishamuddin, (Jawahir & Bradley, 2016,105) (Reduce, Reuse, Recycle, Recover, Redesign, Remanufacture) (6R) ويعد مفهوم (2016,3642) (التخفيض، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، الاسترداد، إعادة التصميم، إعادة التصنيع) أو ما يسمى بالعناصر التكنولوجية. (Jawahir, *et.al*, 2006, 8) من المفاهيم الحديثة نسبياً التي جاء بها (Joshi, *et.al*, 2006) لأدراك ممارسات التصنيع الموجهة نحو الاستدامة (التصنيع المستدام) على مستوى المنتج لتحقيق دورة حياة متعددة للمنتج تهدف بدورها الى تحقيق عمر شبه دائم للمنتج/المواد امتداداً لمنهجية (3R) (Reduce, Reuse, Recycle) (التخفيض، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير) أو ما يسمى بالتصنيع السليم بيئياً (التصنيع الاخضر). لتصبح مكملة لها خصوصاً بعد تأشير القصور في منهجية (3R) المتمثل بعدم قدرة تطبيقها على دورة حياة المنتج المغلقة، وبالتالي عدم قدرتها على اتخاذ المواقف الاستباقية نحو تمكين العمليات والابتكارات في نهاية دورة حياة المنتج. حيث لا يمكن النظر الى منهجية (3R) باعتبارها نموذجاً للاستدامة خلافاً لمنهجية (6R) التي تأخذ نهجاً أكثر شمولية في دورة حياة المنتج المغلقة نحو تمكين المزيد من الاجراءات تجاه قرارات نهاية دورة حياة المنتج ودورة الحياة اللاحقة المحتملة

للمنتج.(Salminen & Tapaninaho, 2012, 92) ويوضح الشكل (٢) تدفق المواد وتفاعلها مع منهجية (6R) لدورة الحياة المتعددة.

بالتالي لتحقيق دورة حياة متعددة للمنتج التي تهدف بدورها الى تحقيق عمر شبه دائم للمنتج / المواد، يجب ان تأخذ ممارسات التصميم والتصنيع لمنتجات الجيل التالي في الاعتبار مراحل دورة حياة المنتج الكلية باستخدام منهجية (6R) لأكثر ابتكارًا، نظرًا لان هذا يسمح بالانتقال من نموذج دورة حياة واحدة ذات حلقة مفتوحة إلى نموذج دورة حياة متعددة أكثر وضوحا وذات حلقة مغلقة.(Jawahir, *et.al*, 2013, 3)



الشكل (٢) مخطط انسيابي يوضح تدفق المواد وتفاعلها مع منهجية (6R) لدورة الحياة المتعددة

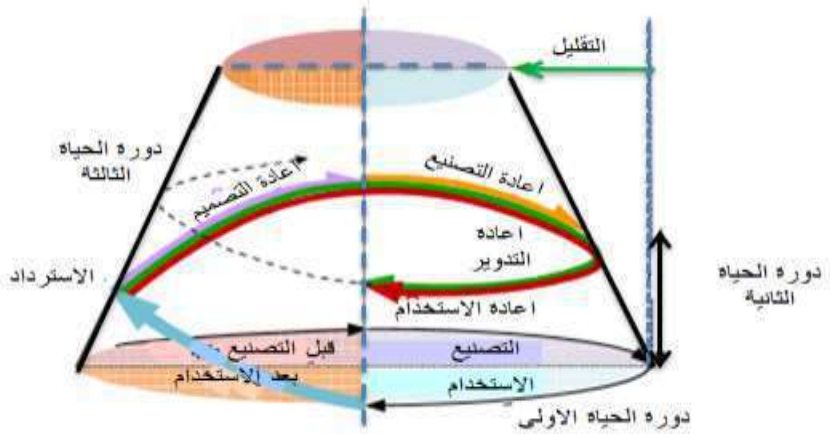
Source: Jafartayari, Saman, (2010), Awareness of Sustainable Manufacturing Practices in Malaysian Manufacturers, A thesis of Master (Industrial Engineering), University Technology Malaysia. p: 16.

وبناءً على ما تقدم، يمكن القول ان مفهوم دورة الحياة المتعددة يكمن في مفهوم (6R) (التخفيض، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، الاسترداد، إعادة التصميم، إعادة التصنيع) وتطبيقه عبر دورة الحياة الكلية (ما قبل التصنيع، التصنيع، الاستخدام، ما بعد الاستخدام) لأحكام تدفق المواد ضمن الحلقة المغلقة التي لا تقتصر على دورة حياة منتج واحدة فحسب بل تمتد لعدة أجيال من المنتج.

ان هذا التحول النموذجي نحو تطوير المنتجات "من المهد إلى المهد" من شانه ان يقنع المصـــنعين بالاستثمار أكثر في طرق تعزيز الاستخدام الفعال للمواد وإعادة الاستخدام، من خلال الأخذ فـــي

الاعتبار القيم المرتبطة بانخفاض الطاقة والمواد الخام المستخدمة مع هـــذا المـــدخل. (Nasr & Thurston, 2006, 16)كما هو موضح بالشكل (٣)

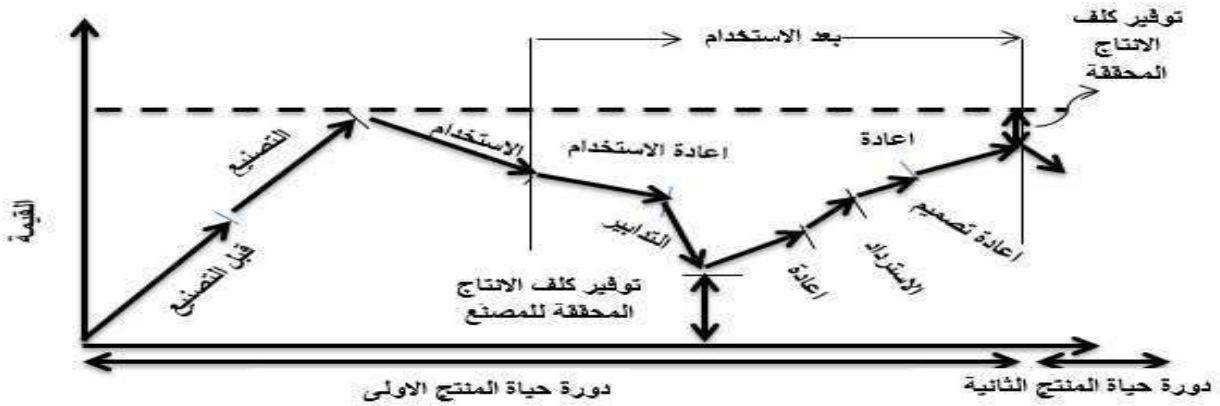
حيث ان التفكير في تنفيذ استراتيجيات (6R) عبر دورة الحياة المتعددة سيمكن من استعادة أقصى قدر من المواد والطاقة المضمنة من منتجات دورة الحياة السابقة لاستخدامها في منتجات دورة الحياة اللاحقة. يمكن لمثل هذه الممارسات ان تساعد الشركات على زيادة القدرة التنافسية التصنيعية العالمية وتعزيز المسؤولية الاجتماعية للشركات لتحقيق نمو اقتصادي أكثر استدامة. (Wahab & Hishamuddin, 2016, 3644)



الشكل (٣) تكامل (6R) في المراحل المختلفة عبر دورات حياة المتعددة

Source: Badurdeen، Fazleena& Iyengar، Deepak& Goldsby، Thomas& Gupta، Sonal،(٢٠٠٩)، Extending total life-cycle thinking to sustainable supply chain design، International Journal of. Product Lifecycle Management, Vol. (4), No.(s) p:55.

هذا وتكتسب منهجية (6R) أهمية بالغة خصوصاً في تأثيرها على قيمة المنتجات المنتجة على وفق دورة الحياة المتعددة كما موضح بالشكل (٤) أذ يلاحظ ان قيمة المنتج تبدأ بالتزايد مع مرحلة ما قبل التصنيع ومن ثم مرحلة التصنيع لتقل بعد ذلك في مرحلة الاستخدام مع نهاية عمر المنتج الذي يمكن ان يحقق الارباح للشركة المصنعة في مرحلة إعادة الاستخدام مع قابلية إعادة الاستخدام للمنتج (عدم استهلاك المنتج كلياً) وتزداد قيمة المنتج مع مراحل إعادة التدوير، الاسترداد، إعادة التصميم، إعادة التصنيع وقد يلاحظ من الشكل ان قيمة المنتج بعد هذه المراحل لاتزال أقل من القيمة الاولية، الانها ليس كذلك انما تفسر الى انخفاض كلفة المنتج التي يعاني منها المصنع وانخفاض سعر المنتج الذي يعاني منه الزبون (انخفاض القيمة النقدية).
(Jafartayari, 2010, 17)



الشكل (٤) قيمة المنتج على مدى مراحل دورة حياته

Source: JafrtayarIi, Saman, (2010)," Awareness of Sustainable Manufacturing Practices in Malaysian Manufacturers", Master Thesis (Industrial Engineering), university Technology Malaysia.p:17

وبناءً على ما تقدم، يمكن القول ان العمل وفق مدخل دورة الحياة المتعددة يعد حلاً للمشاكل التي تواجهها الشركات الصناعية أمام انتاج النفايات والملوثات، واستهلاك الطاقة والموارد، وندرة الموارد، وذلك من خلال اغلاق حلقة تدفق المواد للمنتج، التي تسمح بدورها تعظيم الحفاظ على الموارد واستعادة قيمة المنتج في نهاية عمره.

ب. استراتيجيات دورة الحياة المتعددة

يكمن المطلب الأساسي لدورة الحياة المتعددة في أن يكون هناك مدخل يضمن تدفق المواد ضمن الحلقة المغلقة عبر مراحل دورة الحياة الكلية (ما قبل التصنيع، التصنيع، الاستخدام، ما بعد الاستخدام) لضمان استمرار إعادة توجيه الموارد عبر دورة الحياة المتعددة ومن بين المداخل الشائعة لذلك هو تطبيق استراتيجيات (6R) وفيما يلي توضيح لتلك الاستراتيجيات:
(Badurdeen, *et.al*,2009,9) (Jawahir,*et.al*,2006,4)
(Hernandeza,*et.al*, 2019, 547) (Zhang,2012, 23) (Jafartayari,2010, 16)

١. استراتيجية التخفيض (Reduce)

تشير استراتيجية التخفيض الى الحد من استهلاك الموارد وتوليد النفايات والملوثات في عملية الانتاج والتداول والاستهلاك. (Yang, et.al, 2014, 218) حيث تركز استراتيجية التخفيض اساسا على المراحل الثلاثة الاولى من دورة حياة المنتج: تقليل استخدام الموارد في مرحلة ما قبل التصنيع، وتقليل استخدام المواد والطاقة وغيرها من الموارد خلال مرحلة التصنيع، والحد من الانبعاثات والنفايات خلال مرحلة الاستخدام. (Houshyar, *et.al*, 2014, 8) فالهدف الاساسي من استراتيجية التخفيض هو توفير الموارد والحد من النفايات أو بعبارة اخرى الحد من

كمية الموارد الطبيعية المدخلة في عملية الانتاج وتقليل كمية النفايات التي تم التخلص منها في الاساس. حيث تعتبر استراتيجية التخفيض من أكثر الطرق فعالية وكفاءة لإدارة النفايات، أذ انها لا تسهم فقط بتقليل توليد النفايات ولكنها تسهم بتقليل كلفة نقل النفايات والتخلص منها وإعادة تدويرها كأولوية قصوى لإدارة النفايات. (Sadi,*et.al*,2012,938).

٢. استراتيجية إعادة الاستخدام (Reuse)

تشير استراتيجية إعادة الاستخدام الى استخدام المواد أكثر من مرة واحدة قبل إعادة تدويرها او التخلص منها. (Jawahir, *et.al*, 2006,4) كما تشير استراتيجية إعادة الاستخدام الى إعادة استخدام المنتج ككل او مكوناته بعد اول دورة حياة للمنتج لدورة الحياة اللاحقة للحد من استخدام المواد الخام لإنتاج أحدث المنتجات والمكونات. (Jawahir& Bradley, 2016,105) كما تتضمن هذه الاستراتيجية إعادة استخدام أجزاء أو مكونات كاملة مع عدم وجود تغييرات أو تغييرات طفيفة جدًا على الجزء. (Rosenthala, *et.al*, 2016, 318) فالهدف الرئيسي لاستراتيجية إعادة الاستخدام هو التخفيض من استخدام المواد الخام لنفس المنتج عن طريق إعادة استخدام المواد والطاقة من منتج او مكون من دورة حياة المنتج الاولى لدورة الحياة اللاحقة. (Yusof, *et.al*, 2013, 56)

٣. استراتيجية إعادة التدوير (Recycle)

تشير استراتيجية إعادة التدوير إلى سلسلة من الانشطة التي يتم من خلالها جمع المواد التي تم التخلص منها وفرزها ومعالجتها واستخدامها في انتاج منتجات جديدة. (king, et.al, ٦٢ 2006,2) وينظر الى استراتيجية إعادة التدوير بانها عملية تحويل المنتجات في نهاية عمرها إلى مواد جديدة بخلاف ذلك، يتم التخلص من هذه المواد إذ لم تكن قابلة لإعادة التدوير بعد ذلك يجب استخدام المواد المعاد تدويرها في شكل مواد خام لصنع نفس المنتجات أو مختلفة. (Zhang, 2012, 25)لتشكل استراتيجية إعادة التدوير الشكل الاكثر اعترافا على نطاق واسع للحد من المصدر التي تنطوي على عملية الفصل والتجميع والتجهيز والتسويق وفي نهاية المطاف استخدام مادة كان من الممكن التخلص منها وهذا الشكل من تخفيض المصدر اي إعادة التدوير يشبه اشكال اخرى حيث انه يقلل الاعتماد على مدافن القمامة والمحارق ويحمي صحة الانسان والبيئة عن طريق ازالة المواد الضارة ويحافظ على الموارد الطبيعية عن طريق الحد من الطلب على المواد الخام. (Seevers, *et.al*, 2013, 62)

٤. استراتيجية الاسترداد (Recovery)

ينظر الى استراتيجية الاسترداد بانها نشاط متعلق بجمع المنتجات في نهاية عمرها من أجل انشطة ما بعد الاستخدام اللاحقة وتشير الى تفكيك مكونات محددة في نهاية عمر المنتج. (Jawahir, *et.al*, 2006, 4) أذ تشير الى عملية جمع المنتجات في نهاية مرحلة الاستخدام، وتتضمن التفكيك، الفرز، التنظيف للاستخدام في دورة الحياة اللاحقة للمنتج (Jawahir and Bradley, 2016,105)وتعد عملية الاسترداد الخيار الاقل تفضيلا في ادارة النفايات والمتعلقة باسترداد القيمة المضافة من الموارد خلال استعادة الطاقة من النفايات من خلال عملية التحويل الحراري. حيث ان الهدف من استرداد المنتج هو استرجاع القيمة الأصلية للمنتج عندما لا يفي المنتج باحتياجات المستخدم المطلوبة، فضلاً عن ذلك انه يشجع على استخدامات متعددة للمادة، كما انه يطيل العمر الفردي للمنتج إلى فترات حياة متعددة.(Zhang, 2012, 25)

استراتيجية إعادة التصميم (Redesign)

تشير هذه الاستراتيجية الى تبسيط (شيء ما) مرة اخرى او بطريقة اخرى تختلف عن عملية التصميم التقليدية. (Petersson & Fahlen,2014,30) كما يقصد باستراتيجية إعادة التصميم تبسيط عمليات ما بعد الاستخدام المستقبلية. (Houshyar, *et.al*, 2014, 8) وتنظر استراتيجية إعادة التصميم الى عملية التعديل أو التغيير في التصميم القائم بهدف تحسين جانب أو أكثر من جوانبه. (Hernandeza, *et.al*, 2019, 547) حيث ترتبط استراتيجية إعادة التصميم ارتباطا وثيقا مع استراتيجية التخفيض التي تنطوي على إعادة تصميم المنتج ليكون اكثر تبسيطا لعمليات ما بعد الاستخدام في المستقبل. (Jawahir, *et.al*, 2006, 4) كما يؤدي تصميم المنتجات دورا مهما في تحديد السهولة التي يمكن من خلالها إعادة التصنيع للمنتج. (Prendeville, *et.al*, 2016, 4)

٥. استراتيجية إعادة التصنيع (Remanufacture)

تشير استراتيجية إعادة التصنيع الى عملية إعادة استرداد القيمة المضافة للمادة عند تصنيع المنتج لأول مرة.(Gray & Charter, 2006, 7) حيث أن إعادة التصنيع – هي عملية إعادة معالجة لأجزاء ومكونات المنتجات المستخدمة بالفعل لإعادة استخدامها دون فقدان الوظيفة. حيث ينطوي إعادة التصنيع على تفكيك المنتج واسترجاع واستبدال مكونات المنتج واختبار الاجزاء الفردية او المنتج ككل لمواصفات التصميم الاصلي.(Prendeville, *et.al*, 2016, 1) .

وبناءً على ما تقدم يرى الباحثان ان مفهوم دورة الحياة المتعددة يكتمل بتطبيق هذه الاستراتيجيات ضمن المراحل الاربعة لدورة الحياة الكاملة للمنتج، التي تتميز بانها مكملة لبعضها البعض، مما

يجعلها تعمل في سلسلة أو حلقة مغلقة وكذلك امكانية تطبيقها معاً دون حدوث تضارب في عمليات وانشطة الشركة.

ثانياً: مفهوم وعناصر استدامة المنتج

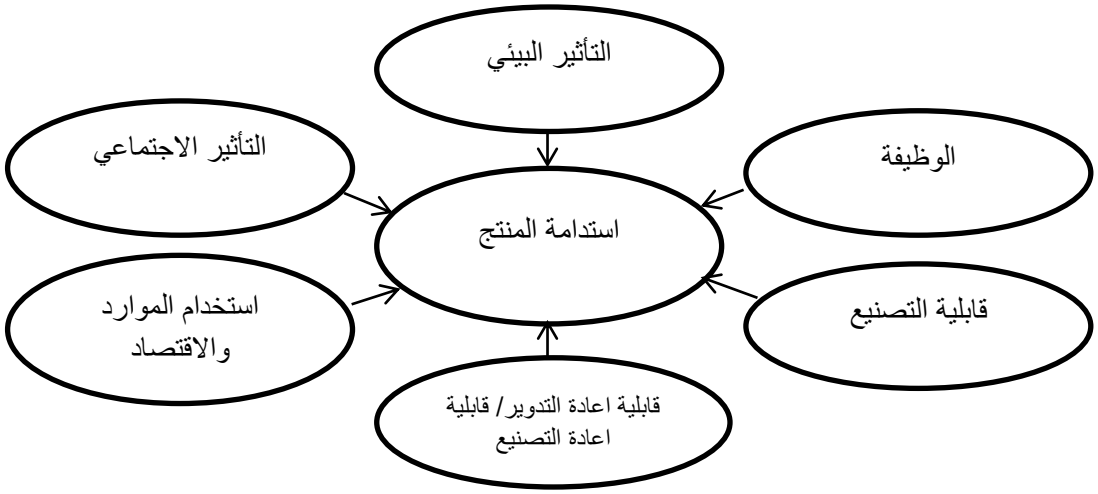
يعد مصطلح استدامة المنتج مفهوم مخصص بحد ذاته للاستدامة ويمكن تعريف استدامة المنتج على أنها قدرة المنتج على العمل بشكل مستمر مع ضمان التأثيرات البيئية المنخفضة وتوفير الفوائد الاقتصادية والاجتماعية لأصحاب المصلحة. بشكل فعال، مع الخصائص الوظيفية للمنتج وأيضًا تحقيق التوازن بين الأبعاد الثلاثة للاستدامة بشكل مناسب. (Ahmad, *et.al*, 2018, 49)فالاستدامة وفقاً للتعريف العام للمنتج تشير الى قدرة المنتج على التحمل خلال دورة حياته. (Hassan, *et.al*, 2017, 38) وتوصف استدامة المنتج ايضاً على أنها مصطلح يستخدم لفهم جميع أنواع المنتجات التي تهدف إلى تحسين الجودة البيئية والاجتماعية. لتحقيق الهدف النهائي هو إرضاء الزبائن واكتساب ميزة تنافسية في السوق. (Saeed, *et.al*, 2019, 2) فاستدامة المنتج هو مجال يركز على أداء المنتجات فيما يتعلق بالفوائد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.(Echeverria, 2021, 19) لذا من الضروري جدًا الحفاظ على التوازن بين جميع هذه العناصر مع مفهوم استدامة المنتج. (Chaudhary, *et.al*,2014,51) غالبًا ما يشار إلى استدامة المنتج وعلى وجه الخصوص في الممارسة العملية إلى فكرة " الأخضر" في سياق المنتج التي تعمل على تحسين الكفاءة البيئية للمنتج على مدار دورة حياة المنتج من المهد إلى اللحد باستخدام التصميم البيئي.(Dyllick & Rost, 2017, 347) حيث يطلق على المنتج اسم "أخضر" (المنتج الأخضر) عندما يفوق أداؤه البيئي المنتجات التنافسية في الإنتاج والاستخدام والتخلص. (Dangelico & Pontrandolfo, 2010, 1609) بينما يتم تعرف المنتج المستدام على انه منتج يوفر فوائد بيئية واجتماعية واقتصادية مع حماية الصحة العامة والرفاهية والبيئة خلال دورة حياته التجارية الكاملة من استخراج المواد الخام إلى التخلص النهائي مما يوفر احتياجات الأجيال القادمة حيث من المعروف أيضًا أن المنتج المستدام متوافق تمامًا مع الطبيعة طوال دورة حياته بالكامل.(Jawahir, *et.al*, 2006, 2)

وبالرغم من أن فكرة المنتج المستدام على أنه منتج "أخضر" ليست خاطئة، الا أنها غير كافية وغير كاملة لتحقيق فكرة الاستدامة والمنتجات المستدامة بالكامل، إلا إذا كانت الركائز الثلاث قد تم وضعها على نفس المستوى. (Liew, 2005, 55)

يعد تحديد عناصر استدامة المنتج امراً ضرورياً لإعطاء فهم شامل لمكون الاستدامة في المنتج. بالإضافة لذلك يشكل هذا التحديد امراً حيوياً في تصميم المنتج للاستدامة، فضلاً عن قياس أو تقييم استدامة المنتج. تقليدياً، تم تحديد عناصر استدامة المنتج وفق الجوانب الرئيسة للاستدامة من حيث الجانب البيئي والاقتصادي والاجتماعي. (Zhang, 2012, 1) حيث يعد من الضروري للغاية الحفاظ على التوازن بين جميع هذه الجوانب مع مفهوم استدامة المنتج (Chaudhary, *et.al*, 2014, 51)

وبالرغم من وصف تقرير (Brundtland) الاستدامة باعتبارها مجالاً واسعًا الا ان العديد من المناقشات حول الاستدامة ركزت على الجوانب السابقة التي تمثل العديد من متطلبات الاستدامة التي لها ادعاءات متناقضة جزئيًا. (Kosiol, *et.al*,2017,62) فضلاً عن ذلك إن المعالجة الجزئية وقبول الآثار الواضحة للعديد من المقاييس المساهمة في الاستدامة ضمن فئات التأثير البيئي والاقتصادي والمجتمعي المبسطة نسبيًا قد حجبت فعليًا تأثير العوامل المساهمة الأخرى مثل وظائف المنتج، وقابلية التصنيع، وقابلية اعادة التصنيع/اعادة التدوير. (Jawahir, *et.al*, 2013, 9) مما انعكس الامر في توسيع عناصر استدامة المنتج في الأدبيات.

بصورة عامة، وبالرغم من تعدد وجهات نظر الباحثين في تحديد عناصر استدامة المنتج والغرض المستخدمة من أجله (تصميم المنتج للاستدامة أو قياس/ تقييم استدامة المنتج) إلا أن هناك ستة عناصر تم تحديدها من قبل (Jawahir & Wanigarathne, 2004) تم تناولها في الادبيات بشكل كبير من قبل الباحثين أمثال :(Silva,2005,26) (Jawahir, *et.al*,2006,336) (Jayal, *et.al*,2010,145) (Jafartayari,2010,14) (Silva, *et.al*,2009,5). التي تناولت بدورها معالجة القصور المحدد عن الفئات الثلاثة للاستدامة (البيئة والمجتمع والاقتصاد) في عدم الاخذ بنظر الاعتبار دمج معايير العمليات والأنظمة التي تعتبر مهمة في اتخاذ قرارات الاستدامة. فضلاً عن ذلك أنها غير محددة فقط لغرض تصميم المنتج للاستدامة أو لتقييم استدامة المنتج بل يمكن استخدامها في الجانبين معاً. (Jayal, *et.al*, 2010, 145) ويوضح الشكل (٥) العناصر الستة لاستدامة المنتج.



الشكل (٥) عناصر استدامة المنتج

Source: Silva, Niranjali de , Jawahir, I. S. & Dillon,Oscar Jr. & Russell, Matthew ,(2009), A New Comprehensive Methodology for the Evaluation of Product Sustainability at the Design and Development Stage of Consumer Electronic Products , International Journal of Sustainable Manufacturing, Vol.(1), No. (3). P: 337.

ويجب دراسة هذه العناصر المتفاعلة والعناصر الفرعية لها دراسة كاملة لتأثيرهـــا علـــى استدامة المنتج. كما هو موضح بالجدول (١) (Silva, *et.al*, 2009,336)

الجدول (١) العناصر الرئيسة والفرعية لاستدامة المنتج والعوامل المؤثرة بها

عناصر الاستدامة	العناصر الفرعية للاستدامة	العوامل المؤثرة
التأثير البيئي	عامل دورة الحياة	معدل الاسترداد بعد الحياة الأولى تكلفة الاسترداد احتمالية الحياة القادمة
	التأثيرات البيئية	المواد السامة الانبعاثات
التأثير المجتمعي	التأثير المجتمعي	السلامة وجودة الحياة
	المسؤولية الأخلاقية	خيارات الاسترجاع سعر المنتج
الوظيفية	الموثوقية	نوع المادة أو المواد جدولة الصيانة
	عمر الخدمة / المتانة	جدولة الصيانة
	الترقية	سهولة التركيب خيارات الترقية

عناصر الاستدامة	العناصر الفرعية للاستدامة	العوامل المؤثرة
	نمطية	الوحدات النمطية المتاحة
استخدام الموارد والاقتصاد	كفاءة الطاقة	طاقة الإنتاج طاقة الاستخدام طاقة إعادة تدوير
	استخدام المواد	نوع المواد كمية المواد كلفة المواد
	استخدام مصادر الطاقة المتجددة	خيارات مصادر الطاقة الأخرى
	القيمة السوقية	القيمة السوقية الحالية
	الكلفة التشغيلية	كلفة التشغيل
قابلية التصنيع	التعبئة والتغليف	خيارات الاسترجاع كمية مواد التغليف المستخدمة
	التجميع	عدد الأجزاء / المكونات
	النقل	كلفة النقل
	التخزين	كلفة الخزن مدة الخزن
قابلية إعادة التدوير / إعادة التصنيع	قابلية إعادة التدوير	كلفة إعادة التدوير طاقة إعادة تدوير طريقة إعادة التدوير نوع المواد قابلية الفصل قيمة المواد المعاد تدويرها
	التخلص	خيارات التخلص
	قابلية إعادة التصنيع	عدد الأجزاء المسترجعة
	التفكيك	عدد الأجزاء / المكونات
	استعادة المواد	عدد الأجزاء / المكونات نوع المواد

Source : Silva, Niranjali de & Jawahir, I. S. & Dillon, Oscar Jr. & Russell, Matthew ,(2009), A New Comprehensive Methodology for the Evaluation of Product Sustainability at the Design and Development Stage of Consumer Electronic Products , International Journal of Sustainable Manufacturing Vol.(1), No. (3). P: 337.

وبناءً على ما تقدم، نجد أن كل من العناصر الستة وعناصرها الفرعية والعوامل المؤثرة بها تعطي منظور أوسع لاستدامة المنتج عن النظرة العامة للعناصر الثلاثة للاستدامة (البيئية، الاقتصادية، الاجتماعية). فضلاً عن ذلك أن هذه العناصر لا تخرج عن مضمون العناصر الثلاثة للاستدامة المتعارف عليها وبناءً على ذلك، تم تضمن هذه العناصر في البحث الحالي كأبعاد لاستدامة المنتج.

المبحث الثالث

الإطار العملي للبحث

اولا: وصف مجتمع البحث وعينته

يعد مصنع بطاريات بابل أحد المصانع التابعة للشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات كأحد تشكيلات وزارة الصناعة والمعادن العراقية التي تشكلت بداية عام ٢٠١٦ م بعد دمج ثلاث شركات وهي (الشركة العامة لصناعة السيارات، الشركة العامة للصناعات الميكانيكية، الشركة العامة لصناعة البطاريات). تأسس المصنع قيد البحث عام ١٩٧٥م بهدف سد حاجة الاسواق المحلية للقطاعين العام (دوائر الدولة كافة) والخاص (الوكلاء والمواطنين كافة)، ويبلغ عدد المنتسبين في المصنع قيد البحث وفق اخر احصائية لعام (٢٠٢١) (١١١٤) فرد، وتعود أسباب اختيار الباحث لمصنع بطاريات بابل ميداناً للبحث إلى المسوغات الآتية:

١. يمتلك المصنع قيد البحث ملاكات هندسية وفنية وادارية من ذوي الخبرة والمهارة العالية، مما يتيح ذلك أمكانية فهم متغيرات البحث وأدراك أهمية تطبيقها في المصنع قيد البحث.
٢. يواجه المصنع قيد البحث منافسة شديدة مع المنتجات المستوردة المطروحة في الاسواق، مما يجعل البحث الحالي ذات أهمية بالنسبة للمصنع قيد البحث.
٣. توافق طبيعة عمل متغيرات البحث مع طبيعة عمل ومنتجات المصنع قيد البحث.
٤. تعاون ادارة المصنع قيد البحث مع الباحث في الحصول على البيانات المطلوبة للدراسة الحالية.

اعتمد الباحث في اختياره لعينة البحث على عينة قصدية تمثلت بالأفراد المبحوثين ممن لديهم الخبرة والدراية بنشاط ومنتجات المصنع قيد البحث ضماناً لتحقيق الاستفادة من المعلومات الدقيقة والمفيدة المقدمة من قبلهم، وانسجاماً مع ذلك قام الباحث بتوزيع (٢٦٠) استمارة استبانة شملت مدير المصنع ومدير معمل بطاريات بابل (١) ومدير معمل بطاريات بابل (٢) ومدراء الاقسام والشعب والوحدات الادارية والفنية ومشرفي الخطوط الانتاجية، وتم الحصول على (٢٤٣)

استمارة صالحة للتحليل. ويوضح الجدول (٢) أهم الخصائص المميزة لأفراد عينة البحث وكما يأتي:

١. **العمر:** يتضح من الجدول (٢) أن نسبة (٧%) من الأفراد المبحوثين تتراوح أعمارهم بين (25– فأقل) سنة، وان نسبة (٢٤%) من الأفراد المبحوثين تتراوح أعمارهم بين (26-35) سنة، وبلغت نسبة الأفراد المبحوثين الذين تتراوح أعمارهم بين (36-45) (37%)، أما الأفراد الذين تتراوح أعمارهم بين (46 فأكثر) فقد بلغت نسبتهم (32%)، إذ تعكس النسبتين السابقتين النضج الفكري لدى أغلبية الأفراد المبحوثين.

٢. **التحصيل الدراسي:** يتبين من الجدول (٢) أن نسبة (٤%) من الأفراد المبحوثين حاصلون على شهادة الإعدادية، وأن نسبة (٢٤%) من الأفراد المبحوثين حاصلون على شهادة الدبلوم الفني، وقد بلغت نسبة الحاصلين على شهادة البكالوريوس(59%) ، أما الحاصلون على الشهادات العليا فقد بلغت نسبتهم (13%)، ومن خلال ملاحظة النسب في أعلاه يلاحظ أن أغلبية الأفراد المبحوثين حاصلون على مؤهلات أكاديمية تنعكس على نحو كبير في فهم فقرات ومكونات استمارة الاستبانة والتعامل معها على نحو صحيح.

٣. **مدة الخدمة:** يتضح من الجدول (٢) أن نسبة (26%) من الأفراد المبحوثين لديهم خدمة تقرب من (10–فأقل) سنة، وأن نسبة (٢٠%) من الأفراد المبحوثين الذين لديهم خدمة تصل إلى (11-15) سنة، أما الأفراد الذين بلغت مدة خدمتهم (16-20) سنة فقد بلغت نسبتهم (36%)، في حين الأفراد الذين لديهم خدمة (21–فأكثر) سنة قد بلغت نسبتهم (18%) من الأفراد المبحوثين، ومن خلال ملاحظة النسب أعلاه نجد أنها تكفل في إكساب المعرفة والدراية لدى الإفراد المبحوثين بسياسات وأهداف وبرامج المصنع قيد البحث الناشئة عن طول سنوات الخدمة.

٤. **المستوى الاداري:** يتضح من الجدول (٢) أن نسبة (2%) من الأفراد المبحوثين من هم في مستوى الإدارة العليا، وأن نسبة (18%) من الأفراد المبحوثين من هم في مستوى الإدارة الوسطى، وبلغت نسبة (80%) من الأفراد المبحوثين من هم في مستوى الإدارة الدنيا (التنفيذية)، وهو أمر منطقي بسبب طبيعة التشكيل الاداري الهرمي للسلطة.

الجدول (٢) الخصائص الشخصية للأفراد المبحوثين

العمر / سنة									
25- فأقل		35- 26		45 – 36		55 – 46		56- فأكثر	
العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
١٨	٧	٥٨	٢٤	٩١	٣٧	٦٧	٢٨	٩	٤
التحصيل الدراسي									
اعدادية فما دون		دبلوم فني		بكالوريوس		شهادة عليا			
العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%		
٩	٤	٥٨	٢٤	١٤٤	٥٩	٣٢	١٣		
مدة الخدمة / سنة									
5-1		10-6		15-11		20-16		21 – فأكثر	
العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
١٧	٧	٤٧	**19**	**49**	**20**	**87**	**36**	٤٣	**18**
المستوى الاداري									
ادارة تنفيذية		ادارة وسطى				ادارة عليا			
العدد	%	العدد	%			العدد	%		
193	٨٠	٤٤	١٨			**6**	٢		

الجدول اعداد الباحثان بالاعتماد على نتائج (SPSS. V26).

ثانياً: اختبار انموذج البحث وفرضياته

لغرض التحقق من البناء العاملي لمتغيرات البحث تم الاعتماد على التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis (CFA) الذي يعد احد تطبيقات نموذج المعادلة البنائية (SEM) Structural Equation Modeling بالاعتماد على البرنامج الاحصائي (AMOS). أذ تم استخدام التحليل العاملي التوكيدي من الدرجة الاولى (قبل الحذف) لغرض معرفة علاقات الارتباط بين الاسئلة التي اعتمدها البحث والبعد الذي تمثله، فضلا عن معرفة علاقات الارتباط بين الابعاد المتعلقة بمتغيرات البحث. كذلك تم استخدام التحليل العاملي التوكيدي من الدرجة الثانية (بعد الحذف) لمعرفة مدى ارتباط الأبعاد في المتغير الذي هو عليه .. وبناءً على ذلك ، وفي ضوء نتائج اختبارات التحليل العاملي التوكيدي من الدرجة الاولى والثانية التي اجريت على منطقية وتجانس ابعاد ومتغيرات البحث، تم الاعتماد على أنموذج البحث الفرضي لاختبار فرضيات البحث، لكن مع استبعاد بعد استراتيجية اعادة الاستخدام من المتغير المستقل دورة الحياة المتعددة في التحليلات الاحصائية (لاختبار علاقات الارتباط

والتأثير)، ذلك بناءً على نتائج التحليل العاملي التوكيدي الذي نص على وجوب حذف جميع اسئلة هذا البعد، نظراً لعدم تطبيقه في المصنع قيد البحث وان بقائه في هذا التحليل سيؤثر سلباً على النتائج.

١. اختبار علاقة الارتباط بين متغيرات البحث

يبين الجدول (٣) نتائج علاقة الارتباط بين دورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث وذلك بدلالة قيمة معامل الارتباط والتي ظهرت مساوية إلى (0.745)، وهذه القيمة معنوية استناداً إلى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية إلى (0.011) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Zhang, *et.al*,2013,198) ان استدامة المنتج الاجمالية يمكن تحسينها من خلال تطبيق منهجية (6R)، ويمكن تحقيق ذلك أيضاً من خلال تطبيق أحد استراتيجيات(6R) أو استراتيجيات متعددة.

الجدول (٣)

نتائج علاقة الارتباط بين دورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث

Correlation		
		استدامة المنتج
دورة الحياة المتعددة	Pearson Correlation	**0.745** *
	P-value	**0.011**
	N	**٢٤٣**
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed) **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).		

الجدول اعداد الباحثان بالاعتماد على البرنامج الاحصائي **AMOS**

وفيما يخص علاقة الارتباط بين كل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج يعرضها الجدول (٤)

الجدول (٤)

نتائج علاقة الارتباط بين استراتيجيات دورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث

Correlation						
		استراتيجيات دورة الحياة المتعددة				
		استراتيجية التخفيض	استراتيجية اعادة التدوير	استراتيجية الاسترداد	استراتيجية اعادة التصميم	استراتيجية اعادة التصنيع
استدامة المنتج	Pearson Correlation	0.438**	0.694*	0.703**	0.631*	0.644**
	P-value	0.010	0.032	0.010	0.018	0.003
	N	٢٤٣	٢٤٣	٢٤٣	٢٤٣	٢٤٣
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).						

الجدول اعداد الباحثان بالاعتماد على البرنامج الاحصائي **AMOS**

يشير الجدول (٤) وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين استراتيجية التخفيض واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما(٠.٤٣٨) وهذه القيمة معنوية استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى(٠.٠١٠) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Jafartayari, 2010, 15) أن استراتيجية التخفيض تنطوي على تقليل استخدام المواد، استهلاك الطاقة، الكلفة، النفايات، التلوث والغازات وهذا ما يعزز استدامة المنتج. كما يوضح الجدول وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين استراتيجية اعادة التدوير واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما(٠.٦٩٤) وهذه القيمة معنوية استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى(٠.٠٣٢) وهي اقل من (٠.٠٥)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Aydina&Badurdeenb,2019,729) سيدفع تنفيذ استراتيجية اعادة التدوير من قبل الشركة إلى تطوير تصاميم منتجات أكثر استدامة. ويوضح الجدول وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين استراتيجية الاسترداد واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما(0.703) وهذه القيمة معنوية استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠١٠) وهي اقل من (0.05)، وهذه النتيجة تشير إلى ان تطبيق استراتيجية الاسترداد ستساهم بالشروع في تعزيز استدامة المنتج.

ويشير الجدول ايضاً وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين استراتيجية اعادة التصميم واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (0.631) وهذه القيمة معنوية استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠١٨) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Yusof, *et.al*, 2013,56) أن استراتيجية إعادة التصميم تركز على جعل المنتجات مبسطة في مرحلة التصميم لتحقيق الاستدامة على وفق التصميم للبيئة او التصميم المستدام. كما يوضح الجدول وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين استراتيجية اعادة التصنيع واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (0.644) وهذه القيمة معنوية استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠٠٣) وهي اقل من (0.05).

وبناءً على ما تقدم، تؤكد النتائج المذكورة سابقاً على رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على وجود علاقة ارتباط معنوية ذات دلالة معنوية بين دورة الحياة المتعددة اجمالاً وانفراداً بدلالة استراتيجياتها واستدامة المنتج في المصنع قيد البحث.

٢.اختبار علاقات التأثير بين متغيرات البحث

يعرض الجدول (٥) نتائج تأثير دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.

الجدول (٥)

قيم معاملات الانحدار المعيارية وغير المعيارية لتأثير دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث

المتغير المستقل	اتجاه التأثير	المتغير المعتمد	Estimate(β)	SRW	95% Confidence Interval		P-value
					Lower	Upper	
دورة الحياة المتعددة	←	استدامة المنتج	١.٧٣٥	٠.٧٨٧	١.٠٦١	٣.٦٥٠	٠.٠٠٩

الجدول اعداد الباحثان بالاعتماد على البرنامج الاحصائي **AMOS**

أذ يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٥) وجود تأثير طردي ذو دلالة معنوية لدورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار (Estimate(β التي بلغت (١.٧٣٥) وبقيمة احتمالية بلغت (٠.٠٠٩) وهي اقل من (0.05)، فضلا عن تشابه اشارات كل من الحدين الادنى (Lower) والاعلى (Upper) لحدود الثقة (Confidence Interval) عند مستوى معنوية (0.05)، وفي ذلك اشارة الى ان التغير في دورة الحياة المتعددة بمقدار وحدة واحدة سيؤدي إلى زيادة بمقدار (١.٧٣٥) باستدامة المنتج في المصنع قيد البحث. اما بخصوص تحليل علاقات التأثير بين كل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج يعرضها الجدول (٦)

الجدول (٦)

قيم معاملات الانحدار المعيارية وغير المعيارية لتأثير استراتيجيات دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث

المتغير المستقل	اتجاه التأثير	المتغير المعتمد	Estimate(β)	SRW	95% Confidence Interval		P-value
					Lower	Upper	
استراتيجية التخفيض	←	استدامة المنتج	٠.٥٥٤	٠.٤٣٩	٠.٣١٥	١.٠٠٦	٠.٠١٠
استراتيجية اعادة التدوير	←		٠.٦٢٦	٠.٦٩٥	٠.٣٩٩	٠.٨٧٩	٠.٠١١
استراتيجية الاسترداد	←		٠.٧٠٠	٠.٧١١	٠.٤١٢	١.٠٢٥	٠.٠٢٣
استراتيجية اعادة التصميم	←		٠.٦٥٠	٠.٦٣٠	٠.٣٦٩	٠.٩٠٥	٠.٠١٢
استراتيجية اعادة التصنيع	←		٠.٦٠٣	٠.٦٤١	٠.٣٢٨	٠.٩٤٩	٠.٠١٠

الجدول اعداد الباحثان بالاعتماد على البرنامج الاحصائي **AMOS**

ويمكن ايجاز التحليل من خلال الاتي:

أ. **اختبار علاقة تأثير استراتيجية التخفيض في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.**

يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٦) وجود علاقة تأثير ذو دلالة معنوية لاستراتيجية التخفيض في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار التي بلغت (٠.٥٥٤) وهذا التأثير معنوي استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠١٠) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Hapuwatte, *et.al*, 2017,32) ان استراتيجية التخفيض لها تأثير في استدامة المنتج.

ب. **اختبار علاقة تأثير استراتيجية اعادة التدوير في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.**

يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٦) وجود تأثير ذو دلالة معنوية لاستراتيجية اعادة التدوير في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار التي بلغت (٠.٦٢٦) وهذا التأثير معنوي استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى(٠.٠١١) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Liew,٢٠٠٥,81) ان استراتيجية اعادة التدوير لها تأثير كبير في استدامة المنتج .

ت. **اختبار علاقة تأثير استراتيجية الاسترداد في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.**

يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٦) وجود تأثير ذو دلالة معنوية لاستراتيجية الاسترداد في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار التي بلغت (٠.٧٠٠) وهذا التأثير معنوي استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠٢٣) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت اليه دراسة (Hapuwatte, *et.al*,2017,32) ان استراتيجية الاسترداد لها تأثير في استدامة المنتج.

ث.**اختبار علاقة تأثير استراتيجية اعادة التصميم في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.**

يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٦) وجود تأثير ذو دلالة معنوية لاستراتيجية اعادة التصميم في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار التي بلغت (٠.٦٥٠)، وهذا التأثير معنوي استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠١٢) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة أيضاً مع ما أشارت اليه دراسة (Hapuwatte, *et.al*,2017,32) ان استراتيجية اعادة التصميم لها تأثير في استدامة المنتج.

ج. **اختبار علاقة تأثير استراتيجية اعادة التصنيع في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.**

يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٦) وجود تأثير ذو دلالة معنوية لاستراتيجية اعادة التصنيع في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار التي بلغت (٠.٦٠٣) وهذا التأثير معنوي استناداً الى القيمة الاحتمالية (P-value) والتي ظهرت مساوية الى (٠.٠١٠) وهي اقل من (0.05)، وتتفق هذه النتيجة أيضاً مع ما أشارت اليه دراسة (Zhang, *et.al*,2013,198) ان استراتيجية اعادة التصميم لها تأثير في الابعاد الثلاثة لاستدامة المنتج.

وفي ضوء ما سبق، نلاحظ ان هناك تباين في التأثير بين استراتيجيات دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث، حيث نلاحظ ان استراتيجية الاسترداد قد احتلت المرتبة الاولى من حيث قوة التأثير وذلك بدلالة قيمة معامل الانحدار المعياري التي بلغت (٠.٧١١)، وجاءت في المرتبة الثانية استراتيجية اعادة التدوير بقيمة معامل انحدار معياري (٠.٦٩٥)، اما في المرتبة الثالثة فقد جاءت استراتيجية اعادة التصنيع بقيمة معامل انحدار معياري (٠.٦٤١) ، وفي المرتبة الرابعة جاءت استراتيجية اعادة التصميم بقيمة معامل انحدار معياري (٠.٦٣٠)، واخيراً جاءت استراتيجية التخفيض في المرتبة الخامسة بقيمة معامل انحدار معياري (٠.٤٣٩).

وبناءً على ما تقدم، تؤكد النتائج المذكورة سابقاً على رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على وجود تأثير ذو دلالة معنوية لدورة الحياة المتعددة اجمالاً وانفراداً بدلالة استراتيجياتها في استدامة المنتج في المصنع قيد البحث.

ثالثاً: الاستنتاجات والمقترحات

١. الاستنتاجات

١.وجود علاقات ارتباط معنوية موجبة بين دورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج بشكل عام، وهذا يؤشر قوة الترابط ما بين المتغيرين، كما يفسر ان تطبيق مدخل دورة الحياة المتعددة سيسهم في تعزيز استدامة بطارية المصنع قيد البحث.

٢.وجود علاقات ارتباط معنوية موجبة بين كل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة واستدامة المنتج بشكل عام، ويشير ذلك الى ان زيادة اهتمام المصنع قيد البحث بكل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة بشكل منفرد (منفصل) سيسهم أيضاً في تعزيز استدامة المنتج بشكل عام. وبالرغم من قدرة كل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة بالارتباط مع عناصر استدامة المنتج مجتمعة، الا ان القدرة الاكبر تعود لاستراتيجية الاسترداد حيث كانت قيمة معامل الارتباط هي الاكبر من بين قيم معامل الارتباط لكل

استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة مع استدامة المنتج بشكل عام، في حين كانت قيمة معامل الارتباط لاستراتيجية التخفيض هي الأقل.

٣.وجود تأثير طردي ومعنوي لدورة الحياة المتعددة بدلالة استراتيجياتها في استدامة المنتج بشكل عام، وهذا يشير أمكانية تأثير دورة الحياة المتعددة في تعزيز استدامة المنتج بشكل عام في المصنع قيد البحث.

٤.كشفت نتائج التحليل الاحصائي وجود تأثير طردي ومعنوي لكل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة في استدامة المنتج بشكل عام وهذا يشير أمكانية تأثير كل استراتيجية من استراتيجيات دورة الحياة المتعددة بشكل منفرد(منفصل) في تعزيز استدامة المنتج بشكل عام في المصنع قيد البحث، وأن أعلى تأثير معنوي كان لاستراتيجية الاسترداد في حين كان أقل تأثير هو لاستراتيجية التخفيض.

ب. المقترحات

١. ينبغي على ادارة المصنع قيد البحث إيلاء اهتمام أكبر بمدخل دورة الحياة المتعددة، وذلك لأحكام أغلاق حلقة تدفق المواد، فضلاً عن تحقيق الاستفادة الكاملة من تطبيق هذا المدخل في المصنع قيد البحث.

اليات التنفيذ

- الشروع بأعاده تدوير مخلفات البلاستيك الناتجة عن البطارية المستهلكة من قبل المصنع قيد البحث أومن خلال التعاقد مع الجهات المختصة بهذا الشأن.
- الابتعاد عن فكرة معالجة المخلفات الكيميائية لغرض التخلص منها واستبدالها بفكرة معالجة المخلفات الكيميائية لغرض اعادة استخدامها في البطاريات المصنعة.

٢. ينبغي على ادارة المصنع قيد البحث توجيه تفكيرها المستقبلي نحو كيفية استرداد اجزاء صالحة للاستخدام من بطارياتها بعد نهاية دورة حياتها لدورة الحياة اللاحقة، لما لذلك من فوائد بيئية واقتصادية واجتماعية في نفس الوقت للمصنع قيد البحث.

اليات التنفيذ

- تكثيف ودعم الجهود المختبرية في المصنع قيد البحث نحو تحقيق الهدف أعلاه.
- دعم جهود البحث والتطوير نحو تطوير منتجات المصنع في هذا الاتجاه.

٣. يجب على ادارة المصنع قيد البحث إيلاء اهتمام أكبر باستدامة منتجاتها، لما لذلك من تأثير كبير على تحسين القدرة التنافسية لاسيما في مجال تحقيق الابعاد الثلاثة معاً (البيئية والاقتصادية والاجتماعية).

اليات التنفيذ

- الاطلاع والاستفادة من تجارب الشركات العالمية في مجال تحقيق استدامة منتجاتها.
- التعاون أو التشارك مع الشركات التي لها اهتمام أو معرفة في هذا الجانب.
- الاستعانة بالمراكز البحثية والاستشارية في مجال تطوير استدامة منتجاتها.

٤. ينبغي على ادارة المصنع قيد البحث انتهاج طريقة تمكنها من تقييم استدامة منتجاتها منذُ المرحلة المبكرة (مرحلة التصميم) لتفادي الوقوع في الاخطاء مبكراً بدلاً من معالجتها في مراحل متأخرة غالبا ما تكون مكلفة.

اليات التنفيذ

- الاطلاع على طرق تقييم استدامة المنتج وتطويرها بما يتلائم مع منتجات المصنع قيد البحث.
- تهيئة وتدريب كادر عمل مهمته مراقبة وتطوير وتقييم استدامة منتجات المصنع قيد البحث بصفة دائمية.

قائمة المصادر

1. Ahmad, Shamraiz & Wonga, Kuan & Tsengc, Ming, (2018), Sustainable Product Design And Development, Journal of Resources, Conservation & Recycling , Vol.(132)
2. Aydina, Ridvan & Badurdeen, Fazleena,(2019), Sustainable product line design considering amulti-life cycle approach, Journal of Resources, Conservation and Recycling, Vol.(149).
3. Badurdeen, Fazleena& Iyengar, Deepak& Goldsby, Thomas& Gupta, Sonal, (2009), Extending total life cycle thinking to sustainable supply chain design, International Journal of. Product Lifecycle Management, Vol. (4), NO. (s).
4. Badurdeena, Fazleena & Ridvan, Aydina & Adam, Browna, (2018), A Multiple Lifecycle-based Approach to Sustainable Product Configuration Design, Journal of Cleaner Production Vol. (200).
5. Chaudhary, Neelam& Tanvir, Singh & Amit, Kumar, (2014), Sustainable Product Design: A Review, International Journal of Electronics & Communication Technology, Vol. (5), No. (1).
6. Dangelico, Rosa Maria & Pontrandolfo, Pierpaolo, (2010), from green product definitions and classifications to the Green Option Matrix, Journal of Cleaner Production, Vol. (18).

7. Dyllick, Thomas & Rost, Zoe, (2017), towards true product sustainability, Journal of Cleaner Production, Vol. (162), No. (20).
8. Echeverria, Daniela Mejia, (2021), Integrating Cradle to Cradle and Life Cycle Assessment for Product Sustainability, Master's Thesis, Aalborg University, Denmark.
9. Gray, Casper and Charter, Martin (2007) Remanufacturing and product design: designing for the 7th generation. Project Report. Centre for Sustainable Design, Farnham, London
10. Hapuwatte, B.M., Badurdeen, F. & Jawahir, I.S. ,(2017), Metrics-based Integrated Predictive Performance Models for Optimized Sustainable Product Design, International Journal Smart Innovation, Systems and Technologies, Vol. (68), No. (3).
11. Hassan, Mohd & Samand, Muhamad& Mahmoodc, Salwa & Nora. Nik, Abdol Rahman, (2017), Sustainability Assessment Methodology in Product Design, Jurnal of Teknologi, Vol. (79), No. (1).
12. Hernandeza, Ana E. Bonilla & Luc , Tao & Tomas, Beno & Claes, Fredriksson& Jawahir, I.S.,(2019), Process sustainability evaluation for manufacturing of a component with the 6R application, 16th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Sustainable Manufacturing for Global Circular Economy, in Lexington, Kentucky, USA.
13. Houshyar, Afsaneh, Noori, Azadeh & Sulaiman, Riza, (2014)," Review Paper on Sustainability in Manufacturing System", Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, Vol. (4), NO. (4).
14. Jafartayari, Saman, (2010), Awareness of Sustainable Manufacturing Practices in Malaysian Manufacturers, A thesis of Master (Industrial Engineering), University Technology Malaysia.
15. Jawahir, I.S & Joshi, K. &. Venkatachalam A and Jaafar, I.H., (2006), A New Methodology for Transforming 3R Concept into 6R Concept for Improved Product Sustainability, Proceedings of the IVGlobal Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering
16. Jawahir, I.S. & Badurdeen, F. & Rouch, K.E.,(2013), Innovation in sustainable manufacturing education, 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Innovative Solutions, University Berlin, German
17. Jawahir, I.S. & Bradley Ryan,(2016), Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use, Vietnamese-German University, Vietnam
18. Jayal A.D. & Badurdeen F. & Dillon O.W. &Jawahir I.S. ,(2010), Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology , Vol. (2), Issue (3).

19. Kosiol, Maike & Dominik, Weidmann, & Daniel, Kammerl, & Udo, Lindemann, ,(2017), Potential Of Common Methods To Integrate Sustainability Requirements In The Product Development Process: A Case Study, In book: Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design, published by Springer Nature, Japan.
20. Liew, Jason Chun ,(2005), Innovative Product Design For Sustainability Enhancement In Aluminum Beverage Cans Based On Design For Sustainability Concepts, Master Thesis, Manufacturing Systems Engineering in the College of Engineering , University of Kentucky, USA.
21. Lindahl, Mattias ,Erik Sundin, Johan Östlin & Mats Björkman, (2006),Concepts and definitions for product recovery: analysis and clarification of the terminology used in academia and industry,the 12th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Grenoble, France.
22. Nasr, Nabil and Thurston, Michael,(2006), Remanufacturing: A Key Enabler to Sustainable Product Systems, 13th CIRP International Conference On Life Cycle Engineering
23. Petersson, Linda & Fahlén, Sara,(2014)," Closing the Value Chain Loop in the Apparel Industry - A case study of current practices", Thesis Project, Swedish School of Textile, University of Boras.
24. Prendeville, Sharon & Peck, David & Balkenende, Ruud,(2016), Map of Remanufacturing Product Design Landscape, A report by the partners of : European Remanufacturing Network
25. Rosenthala, Chloe, Yun, Arifatul. Fatimahb & Wahidul K, Biswasa, (2016), Application of 6R principles in sustainable supply chain design of Western Australian white goods, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Vietnamese-German University, Vietnam.
26. Sadi ,M.A Kazerooni, Abdullah , Arham, Sajoudi, Masoud Navazandeh , Kamal, Mohd Firdaus Bin Mustaffa, Torshizi, Fatemeh & R. Taherkhani, (2012), Reduce, Reuse, Recycle and Recovery in Sustainable Construction Waste Management , Journal of Advanced Materials Research, Vols. (446-449).
27. Saeed ,Muhammad & Farooq ,Ammara & Kersten, Wolfgang & Abdelaziz ,Semah,(2019), Sustainable product purchase: does information about product sustainability on social media affect purchase behavior, Journal of Sustainability and Social Responsibility, Vol.(4), No. (9).
28. Salminen, Kai & Tapaninaho, Mikko, (2012), Competitive and sustainable production systems and networks, report by TEKES – Renewable industry activation project.
29. Seevers, K. Daniel & Badurdeen, Fazleena & Jawahir, I. S,(2013)," Sustainable value creation through innovative product design",11th

Global Conference on Sustainable Manufacturing, University Berlin, German.

30. Silva, Niranjali de , Jawahir, I. S. & Dillon,Oscar Jr. & Russell, Matthew ,(2009), A New Comprehensive Methodology for the Evaluation of Product Sustainability at the Design and Development Stage of Consumer Electronic Products , International Journal of Sustainable Manufacturing, Vol.(1), No. (3).
31. Wahab, T.F &Hishamuddin, H.(٢٠١٦)، Evaluation of eco-design strategies for development of multiple life-cycle products، International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME)، Vol.(١٣), NO. (3).
32. Yang, Q. Z. & Jifeng, Zhou & Kaihua, Xu, (2014), A 3R Implementation Framework to Enable Circular Consumption in Community،International Journal of Environmental Science and Development, Vol.(5), NO. (2).
33. Yusof, Noordin & Saman, Muhamad & Kasava, Nithia, (2013)" A conceptual sustainable domain value stream mapping framework for manufacturing", 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing, University Berlin, German.
34. Zhang, X. & Badurdeen F. & Rouch. K. & Jawahir. I. S, (2013), on improving the product sustainability of metallic automotive components by using the total life-cycle approach and the 6R methodology, 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Innovative Solutions. University Berlin, German.
35. Zhang, Xiangxue ,(2012), A New Metric-Based Lca Method For Assessing The Sustainability Performance Of Metallic Automotive Components, Master Thesis, , College of Engineering, University of Kentucky, USA.