تصميم وتقييم متطلبات نظام التصنيع الأخضر دراسة حالة في شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية -معمل محولات التوزيع

أ.م.د. زهرة عبد محمد* لؤي راضي خليفة الربيعي**

المستخلص :

حظى التصنيع الأخضر باهتمام كبرى الشركات الصناعية العالمية لدوره في تحسين عمليات التصنيع عبر تحقيق الاستخدام الأمثل في استهلاك المواد الأولية والطاقة وتقليص المخلفات الصناعية وانبعاثات الغازات في كل العمليات التصنيعية، فضلاً عن تقديم منتوجات بجودة عالية. وتكمّن مشكلة البحث بعدم تصميم جميع متطلبات التصنيع الأخضر في الشركات الصناعية وعدم وجود قائمة فحص لتقييم تلك المتطلبات. لذلك هدف البحث إلى تصميم متطلبات التصنيع الأخضر بحيث تشكل المتطلبات المقترحة نظام التصنيع الاخضر ومن ثم تصميم قائمة فحص لتلك المتطلبات تضمنت (88) سؤال باعتبارها أداة تستخدم لغرض تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة. وتكمّن أهمية البحث بتقديم إطار معرفي متكامل عن نظام التصنيع الأخضر. ولتحقيق هدف البحث أعتمد منهج دراسة الحالة بوصفه منهجاً يساعد في التحليل الشامل والعميق للمشكلة المبحوثة. وقد تم اختيار معمل محولات التوزيع التابع لشركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية كموقع لإجراء الجانب التطبيقي للبحث. توصل البحث إلى ضعف الاهتمام بمتطلبات نظام التصنيع الأخضر ووجود فجوة كبيرة بين واقع التصنيع الفعلي وبين تلك المتطلبات. لذا يوصي البحث بوضع خطة لتطبيق متطلبات نظام التصنيع الأخضر في معمل محولات التوزيع والإفادة من قائمة الفحص لتقييم ممارسات التصنيع والعمل على معالجة المشاكل التي تواجه تطبيق تلك المتطلبات.

الكلمة الرئيسة / التصنيع الأخضر، متطلبات نظام التصنيع الأخضر، قائمة الفحص.

Abstract:

The Green manufacturing has been given great attention by the world industrial companies for its role in improving manufacturing processes through optimizing the use in the consumption of raw materials and energy and reduce industrial waste and emissions at all its manufacturing operations, as well as providing high-quality products. The research problem is not to design all requirements of green manufacturing in manufacturing companies and the lack of a checklist for assessing those requirements. Therefore, the aim of research is to design of green manufacturing requirements so that they form the proposed requirements green manufacturing system and then design checklist for those requirements involved (88) question as a tool to be used for the purpose of diagnosing the gap between the reality of the actual manufacturing and green manufacturing system requirements proposed. The importance of knowledge-

* الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد .

** باحث .

تأريخ استلام البحث 2016/1/20

تأريخ قبول النشر 2016/3/9

مستل من رسالة ماجستير

based research is to provide an integrated framework for green manufacturing system. To achieve the aim of the research approach has been adopted as a case study approach help in the comprehensive and deep analysis of the problem researched. It has been selected as the location of distribution transformers factory to conduct the practical side of the company Diala General Electric Industries Research. The research found the weakness of attention the requirements of green manufacturing system and a large gap between the reality of the actual manufacturing and those requirements. Therefore, the research recommends the put a plan for the implementation of green manufacturing system requirements in the distribution transformers factory and benefit from the checklist to assess the manufacturing practices and working to address the problems facing the implementation of those requirements.

Key word / Green Manufacturing, Green Manufacturing System Requirements , Checklist.

المقدمة:

تمثل التطورات التكنولوجية المتسارعة التي تواجه الشركات الصناعية المعاصرة تحدياً أمام إداراتها والتي يتوجب عليها تبني ممارسات تصنيعية نظيفة وآمنة بيئياً واللجوء الى إعادة تصميم عملياتها، وابتكار أساليب تصنيعية ملائمة لغرض تقديم منتوجات خضراء وللحد من تأثيرات مخلفاتها وانبعاثاتها الغازية خلال العمليات الإنتاجية، لذلك تسعى معظم الشركات العالمية إلى تبني التصنيع الأخضر، إذ أصبح لزاماً على إدارة الشركات أن تولي اهتماماً كبيراً بتطبيق متطلبات التصنيع الأخضر ووضعها ضمن الأولويات لتحسين عملياتها وحل مشكلاتها وتعزيز إمكانيتها التصنيعية، فضلاً عن ذلك أن تسعى جاهدة لتقديم منتوجات خضراء تستخدم مواد أولية صديقة للبيئة وتقلل من استهلاك الطاقة وباستخدام المعدات الحديثة التي تقلل من المخلفات والانبعاثات الغازية في العمليات التصنيعية، وانسجاماً مع ما تقدم فتناول البحث أربعة مباحث فقد خصص المبحث الأول إلى الدراسات السابقة ومنهجية البحث أما المبحث الثاني فتناول الجانب المعرفي للبحث، فيما ركز المبحث الثالث على تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة، أما المبحث الرابع فقد ركز على الاستنتاجات والتوصيات.

المبحث الأول
الدراسات السابقة ومنهجية البحث

أولاً : الدراسات السابقة

1. دراسة (Bergmiller,2006) بعنوان (التحول من التصنيع الرشيق إلى التصنيع الأخضر: اختبار علاقة الارتباط بين التصنيع الرشيق ونظام التصنيع الأخضر- دراسة تحليلية في مجموعة من الشركات المنفذة للتصنيع الرشيق في امريكا الشمالية).

ركزت مشكلة الدراسة في بيان مدى إمكانية نظم التصنيع الحديثة التي تتمثل بالتصنيع الرشيق ونظام التصنيع الأخضر على تقليل الأثر البيئي لعمليات التصنيع، إذ إن نظام التصنيع الأخضر يحتل اهتمام أقل من قبل الشركات المصنعة التي تركز بشكل أكبر على تنفيذ التصنيع الرشيق. هدفت الدراسة إلى بيان قدرة الشركات في التحول من التصنيع الرشيق إلى نظام التصنيع الأخضر وعدّه كجزء من استراتيجية شاملة للحد من المخلفات الصناعية. وقد اعتمدت الدراسة على استخدام الاستبانة كأداة أساسية في جمع البيانات. أشارت نتائج الدراسة إلى أن الشركات التي تستخدم تقنيات التصنيع الرشيق لديها إمكانية كبيرة في تطبيق نظام التصنيع الأخضر لغرض تخفيض الكلف.

2. دراسة (النعمة،2007) بعنوان (أثر نظام المعلومات الاستراتيجية في متطلبات التصنيع الأخضر- دراسة تطبيقية في مجموعة مختارة من المنظمات الصناعية في الموصل).

تمثلت مشكلة الدراسة في أن الآثار السلبية التي افرزها التطور الصناعي يمثل أحد أبرز القضايا التي تستحوذ على اهتمام إدارات المنظمات بشكل عام والصناعية منها تحديداً نتيجة لما رافق هذا التطور من الاستنزاف السريع للعديد من الموارد الطبيعية وانتشار ظاهرة الطرح غير العقلاني للنفايات الصناعية في المحيط البيئي الطبيعي وما يترتب عليها من تلوث يلحق الأذى بالإنسان وسائر الكائنات الحية في الطبيعة. هدفت الدراسة إلى اختبار طبيعة العلاقة بين مخرجات نظام المعلومات الاستراتيجية ومتطلبات التصنيع الأخضر، ولغرض تحقيق

هدف الدراسة تم استخدام الاستبانة كأداة لجمع البيانات. توصلت الدراسة إلى أن التصنيع الأخضر أحد المداخل المعاصرة في ممارسات المنظمات الصناعية لعملياتها دون إلحاق الأذى بالإنسان والمحيط البيئي وبما يؤدي إلى تحقيق الاستخدام الكفوء للموارد الطبيعية والطاقة.

3. دراسة (الجبوري،2012) بعنوان (دور تقانات الإنتاج الأنظف في دعم استراتيجية التميز- دراسة ميدانية في الشركة العربية لكيمياويات المنظفات في محافظة صلاح الدين).

أوضحت مشكلة الدراسة في أن الشركات الصناعية في الدول النامية تواجه مشكلة الهدر للعديد من الموارد الطبيعية ولعل الشركات الصناعية العراقية ليست بعيدة عن هذه المشكلة التي تعاني منها نظيراتها في العالم. لذا هدفت الدراسة إلى تشخيص وتحليل العلاقة والأثر بين تقانات الإنتاج الأنظف واستراتيجية التميز ولغرض تشخيص وتحليل العلاقة تم استخدام استمارة الاستبيان. توصلت الدراسة إلى أن الإنتاج الأنظف تقنية فعالة تحد من النفايات والانبعاثات التي تسببها العملية الإنتاجية عبر ممارسات تركز على الكفاءة في استخدام الموارد.

4. دراسة (Zhang,2014) بعنوان (استخدام تقنية (Six Sigma) لتحقيق التصنيع الأخضر- دراسة حالة في شركة الطيران الخاصة في مونتريال- كندا).

تمثلت مشكلة الدراسة بالأسئلة الآتية (كيف يمكن للشركة أن تدرك الجوانب الخضراء، ماهي المقاييس المناسبة للتصنيع الأخضر، كيف يمكن للشركة تحليل جوانب البيئة وتحسين أدائها، وكيف يمكن للشركة تحقيق الريادة في عملياتها).هدفت الدراسة إلى مساعدة الشركة بتطبيق التصنيع الأخضر في بداية عملياتها باستخدام مدخل الحيود السداسي كأداة لتوضيح المشاكل التي تعاني منها الشركة، وقد تم استخدام قائمة الفحص والمقابلات الشخصية لتحقيق هدف الدراسة. توصلت الدراسة إلى زيادة أهمية تطبيق تقنية (Six Sigma) في الشركة المبحوثة بهدف تعزيز التصنيع الأخضر ونقاط القوة والوصول إلى الريادة في أنشطتها المختلفة.

ثانياً : منهجية البحث

1- مشكلة البحث

تتجلى مشكلة البحث بجانبين أساسيين، وهما:-

الجانب المعرفي:

في خضم التطورات العالمية في مجال التصنيع ومنها التصنيع الأخضر قدمت بعض المبادرات العربية والاجنبية سواء ما يتعلق بالكتب أو الاطاريح والرسائل الجامعية أو البحوث بخصوص التصنيع الأخضر الا إن أغلبها ركز على استراتيجيات التصنيع الأخضر أو التطرق لبعض متطلبات التصنيع الأخضر وعلى حد علم الباحثان، لذلك مازالت هناك مشكلة معرفية في عدم تصميم جميع متطلبات التصنيع الأخضر وبشكل تفصيلي بحيث يمكن تطبيقها في أغلب الشركات الصناعية بشكل واضح ودقيق، فضلاً عن عدم وجود قائمة فحص لتقييم تلك المتطلبات يمكن من خلالها تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة.

الجانب التطبيقي:

تعاني أغلب الشركات الصناعية ومنها معمل محولات التوزيع التابع إلى شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية تحدي في كيفية تطبيق التصنيع الأخضر، وذلك بسبب عدم توافر متطلبات لتطبيقه. ومن منطلق المشكلة المعرفية والتطبيقية يمكن صياغة التساؤلات الآتية:-

1. هل تم تصميم جميع المتطلبات لتطبيق التصنيع الأخضر والمتمثلة بـ (استراتيجيات التصنيع الأخضر، نظام المعلومات الخضراء، نظم الإدارة البيئية، تصميم المنتوج الأخضر، الشراء الأخضر، تقنيات نظام التصنيع الأخضر، اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية، التغليف الأخضر، والمسؤولية الأجتماعية والبيئية) بحيث تشكل هذه المتطلبات نظاماً متكاملاً تسهم بتطبيق التصنيع الأخضر بنجاح؟.
2. كيف يمكن تقييم مدى توافر متطلبات نظام التصنيع الأخضر في أغلب الشركات الصناعية ومنها معمل محولات التوزيع / شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية؟.
3. هل تمتلك إدارة معمل محولات التوزيع عينة البحث معرفة عن متطلبات تطبيق التصنيع الأخضر وعن كيفية تقييمها؟.
4. هل توجد فجوة بين واقع التصنيع الفعلي وبين متطلبات تطبيق نظام التصنيع الأخضر في معمل محولات التوزيع/ شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية؟.

2- أهداف البحث

يسعى البحث إلى بلوغ الأهداف الآتية:-

1. محاولة تصميم متطلبات نظام التصنيع الأخضر بما يسهم تطبيقه في أغلب الشركات الصناعية، ومنها معمل محولات التوزيع/ شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية.
2. تصميم قائمة فحص على وفق متطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة لكي يمكن تقييم مدى توافر متطلبات التصنيع الأخضر في أغلب الشركات الصناعية ومنها معمل محولات التوزيع/ شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية.
3. تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة في معمل محولات التوزيع.

4. تحديد نقاط القوة ونقاط الضعف لكل متطلب من متطلبات نظام التصنيع الأخضر لمعمل محولات التوزيع.
5. تقديم بعض التوصيات التي تسهم في تطبيق نظام التصنيع الأخضر في معمل محولات التوزيع.

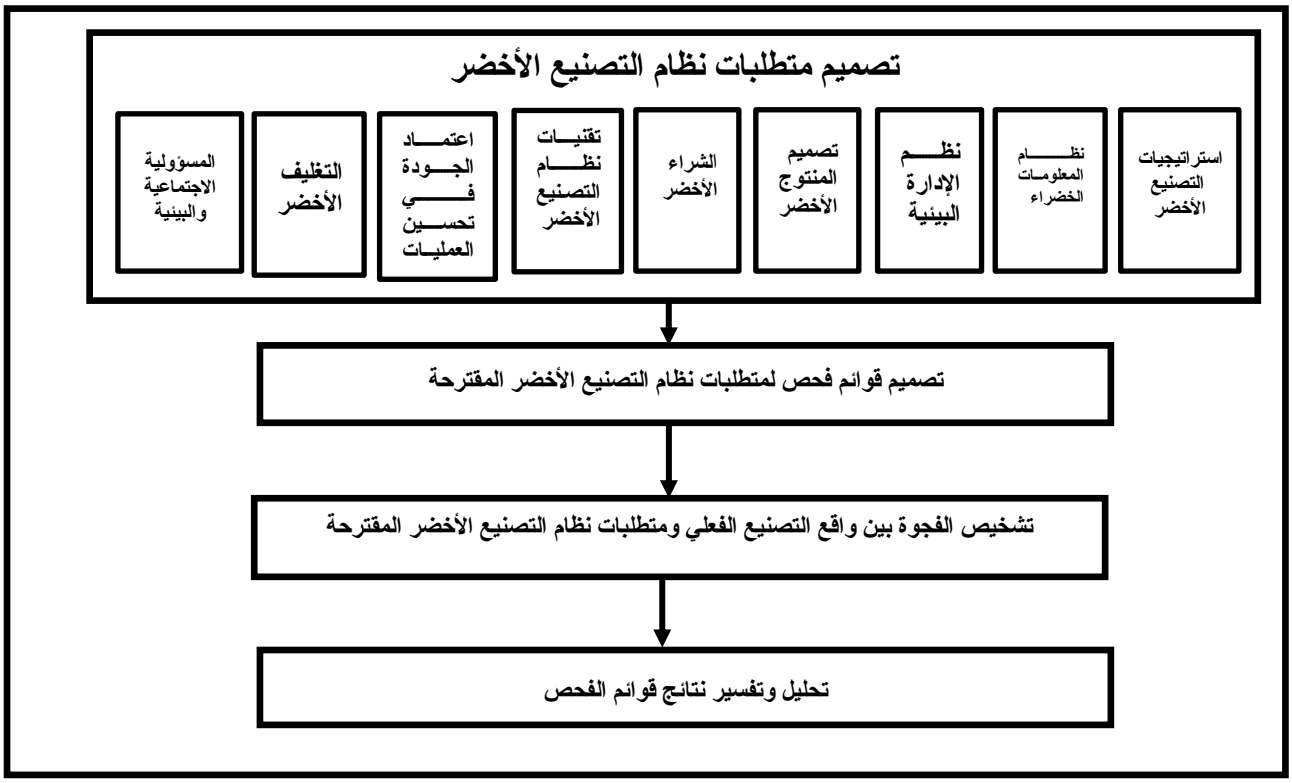
3- أهمية البحث

تكمّن أهمية البحث في الآتي:-

1. تقديم إطار معرفي يبين المفاهيم النظرية لنظام التصنيع الأخضر، وكذلك يصف متطلبات نظام التصنيع الأخضر ليسهم في رفد المكتبة العراقية بالموضوعات الحديثة.
2. تسليط الضوء على أهمية تطبيق نظام التصنيع الأخضر كأحد الأنظمة التصنيعية الحديثة التي تساعد أغلب الشركات الصناعية ومنها معمل محولات التوزيع/ شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية في تحسين أدائها وتحقيق المنافسة المستدامة.
3. زيادة الاهتمام العالمي في التوجه نحو موضوع التصنيع الأخضر لما له من أثر إيجابي في تقديم منتوجات خضراء وبأعلى جودة إلى المجتمع.
4. توجيه أنظار إدارتي الشركة ومعمل محولات التوزيع إزاء موضوع نظام التصنيع الأخضر ومعرفة أهميته في تقييم واقع التصنيع في المعمل لمعالجة المشكلات التي تواجهه لأجل النهوض به.

4- المخطط الفرضي للبحث

في ضوء مشكلة البحث وأهدافه وأهميته ومن خلال مراجعة العديد من المصادر ذات العلاقة تم تصميم مخطط فرضي لآلية تطبيق نظام التصنيع الأخضر والذي يوضحه الشكل (1-1).



5- أساليب جمع البيانات والمعلومات

اعتمد البحث الأساليب الآتية لجمع البيانات والمعلومات، ومن جانبين:-

1- الجانب النظري

جرى تغطية الجانب النظري من خلال :-

1. الكتب العربية والأجنبية.
2. الدوريات العربية والأجنبية.
3. الرسائل والأطاريح الجامعية العراقية والأجنبية.
4. بحوث المؤتمرات .
5. إصدارات المنظمات الدولية.

2- الجانب العملي

اعتمد البحث المصادر المختلفة لجمع البيانات لأستكمال الجانب العملي وعلى النحو الآتي :-

أ- قائمة الفحص:

لغرض تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة فقد تم تصميم قائمة فحص على ضوء متطلبات نظام التصنيع الأخضر والتي تضمنت (88) فقرة منها (76) رئيسة و(12) فقرة فرعية موزعة على (9) متطلبات كما موضحة في الجدول(1-2). وقد تم تصميم قائمة الفحص لكي تخدم أغلب الشركات الصناعية، لذلك تم فصل استراتيجيات التصنيع الأخضر ضمن المتطلب لكي تصبح ملائمة وقابلة للتكييف للشركات الصناعية بحسب طبيعة المنتوجات المختلفة وذلك لأن بعض الصناعات لا تتطلب تطبيق جميع استراتيجيات التصنيع الأخضر. وبهدف الوصول إلى أكبر دقة ممكنة في تحليل النتائج تم استخدام المقياس الخماسي (مطبق كلياً، مطبق جزئياً، مطبق نوعاً ما، مطبق بشكل ضعيف، وغير مطبق) والأوزان المقابلة لها (4 ، 3 ،2 ،1 ،0) على التوالي وبذلك يكون الوسط الحسابي الفرضي للمقارنة يساوي (2) أي مطبق نوعاً ما.

جدول (1-2)

تصميم قائمة فحص متطلبات نظام التصنيع الأخضر*

ت	متطلبات نظام التصنيع الأخضر	عدد الفقرات
1-	استراتيجيات التصنيع الأخضر	5
	التقليص	5
	إعادة الاستعمال	5
	إعادة التصنيع	5
	إعادة التدوير	
2-	نظام المعلومات الخضراء	12
3-	نظم الإدارة البيئية	8
4-	تصميم المنتوج الأخضر	10
5-	الشراء الأخضر	8
6-	تقنيات نظام التصنيع الأخضر	9
7-	اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية	7
8-	التغليف الأخضر	7
9-	المسؤولية الاجتماعية والبيئية	7
	الإجمالي	88

ولقد تم استخدام الأدوات الإحصائية في احتساب حجم الفجوة وكما يأتي:-

1. **الوسط الحسابي المرجح: يُعَّد الوسط الحسابي من أهم مقاييس النزعة المركزية وسيستخدم لغرض معرفة معدل التطبيق لمتطلبات نظام التصنيع الأخضر، وحسب الصيغة التالية (سعيد،2011: 182):**
2. **الوسط الحسابي المرجح= $\frac{\text{مج(الأوزان×تكراراتها)}}{\text{مجموع التكرارات}}$**

النسبة المئوية للتطبيق: تعبر هذه المعادلة عن النسبة المئوية لمدى المطابقة مع كل متطلب من متطلبات نظام التصنيع الأخضر وحسب الصيغة الآتية:-

النسبة المئوية للتطبيق= $\frac{\text{الوسط الحسابي المرجح}}{4}$

3. **ويمثل الرقم (4) أعلى درجة في المقياس والتي تمثل حالة التطبيق الكلي لمتطلبات نظام التصنيع الأخضر.**

احتساب حجم الفجوة = 1- النسبة المئوية للتطبيق .

ب- المعايشة الميدانية:

أجريت عددّ من الزيارات المستمرة إلى الشركة ومعمل محولات التوزيع عينة البحث للتعرف على واقع وطبيعة العمل والملاحظة المباشرة لسير الأعمال وأساليب التصنيع المتبعة ومدى استخدام التكنولوجيا الحديثة في عمليات التصنيع . كما تم إجراء العديد من المقابلات الشخصية مع مدير المعمل والمنتسبين من المهندسين والفنيين والملاحظين العاملين في مختلف الأقسام التصنيعية في المعمل عينة البحث وبعض مديري الأقسام والوحدات الإدارية ومهندسي قسم التصاميم وقسم الصيانة في الشركة لجمع البيانات عن المعمل وطبيعة عمله، والاطلاع على التقارير والسجلات والنشرات الخاصة بالمعمل المبحوث .

---

* **تم الاطلاع على العديد من المصادر من الكتب والأطاريح والرسائل الجامعية والبحوث المختصة بالتصنيع الأخضر أو ذات العلاقة ببعض المتطلبات وهي (النعمة،2007)،(بوتي،2011)،(الجبوري،2012)،(الجرجري،2012)،(Bergmiller,2006),(Fiksel,2009),(Zhang,2014),(Orr&Orr,2014) . علماً بانه لم يتم الإقتباس من تلك المصادر، وأنما تم الاطلاع عليها لغرض الاستفادة في كيفية صياغة اسئلة قوائم الفحص. ويمكن الرجوع لهذه المصادر في قائمة المصادر.**

6- منهج البحث

تم اعتماد أسلوب دراسة الحالة (Case Study) بوصفه منهجاً يساعد في التحليل التفصيلي والدقيق للمشكلة المبحوثة، وتتميز دراسة الحالة بأنها تجمع بين أكثر من أسلوب بحثي في آن واحد، إذ تشمل المشاهدات الميدانية، المقابلات الشخصية للمسؤولين في الإدارة والمسؤولين في مختلف الأقسام التصنيعية، تدوين الملاحظات والاسئلة والاستفسارات، والاطلاع على الوثائق الرسمية .

7- مجتمع وعينة البحث

تُعَّد شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية من أكبر الشركات الصناعية في العراق التابعة لوزارة الصناعة والمعادن، إذ تضم الشركة ثمانية معامل مجتمعة بموقع واحد تصنع أنواعاً عديدة من المنتوجات الكهربائية وهي (معمل المقاييس الكهربائية، معمل المكواة، معمل شمعات القدح، معمل المراوح، معمل محولات التوزيع، معمل محولات القدرة، معمل الأركون لتصنيع غازي الأوكسجين والاركون، ومعمل القابلو الضوئي) وقد اختيرت شركة ديالى مجتمعاً للبحث لمساهمتها الفاعلة في تهيئة مستلزمات النهوض بالصناعة الوطنية، وكونها من الشركات التي حافظت على استمرار عملياتها الإنتاجية ومن المشاريع الرائدة في القطر، ومن خلال المعايشة والزيارات الميدانية والمشاهدات والمقابلات التي تم أجراءها في الشركة حدُد معمل محولات التوزيع عينة للبحث، إذ تبلغ المساحة الإجمالية للمعمل(140000) م2 ويرتبط المعمل إدارياً بقسم الإنتاج ويُعّد أحد المعامل المهمة التابعة للشركة والذي تأسس عام (1983) بامتياز من شركة ميتسوبيشي اليابانية لتصنيع محولات التوزيع بنوعين محولة(KVA11) و(KVA33)، وقد تم اختيار معمل محولات التوزيع كموقع لأجراء البحث وذلك للأسباب الآتية:-

1. يُعَّد معمل محولات التوزيع أحد المعامل المهمة في الشركة والرائد في صناعة المحولات الكهربائية في العراق نتيجة استمرار عمله وأنشطته منذ نشأته.
2. قدرة المعمل وإمكانيته على العمل بالرغم من الظروف الصعبة التي يمر بها البلد حالياً في ظل تذبذب الإنتاج وتوقفه لبعض الشركات الصناعية العراقية.
3. ملائمة المنتوج مع متطلبات إجراء البحث.
4. يعتمد المعمل في عملياته التصنيعية على المواصفات العالمية لصناعة المحولات الكهربائية.
5. الاستجابة والتعاون مع الباحثين في تقديم البيانات والمعلومات حيث يتوافر في المعمل ملاك هندسي وإداري متعاون في إبداء المساعدة.

8- ثبات وصدق مقياس قائمة الفحص

بهدف التأكد من قدرة قائمة الفحص على قياس متطلبات التصنيع الأخضر فقد تم إخضاعها لاختبار الصدق الظاهري والشمولية، وذلك بعرضها على مجموعة من المحكمين كما يوضحها الملحق (1)، وتم استخدام طريقة التجزئة النصفية (Half-Split) لقياس ثبات وصدق المقياس من خلال استعمال معادلة رولون للتجزئة النصفية والتي تحسب تباين فروقات درجات النصفين وتباين درجات الاختبار، حيث سجلت نسبة معامل الثبات (98%) وهو معامل ثبات عالٍ ومقبول مما يؤكد على ثبات المقياس، في حين بلغت نسبة معامل الصدق (99%) مما يؤكد على ثبات وصدق المقياس.

المبحث الثاني
التاطير المعرفي للبحث

اولاً : نشأة وتطور نظام التصنيع الأخضر Origin and Development of Green Manufacturing System

شهد العالم منذ السبعينات من القرن الماضي في إطار المسؤولية الاجتماعية والأخلاقية تزايداً بالوعي البيئي على مختلف الأصعدة والمستويات، ومن أهم الأسباب التي دفعت بهذا الاتجاه تزايد استنزاف الموارد الطبيعية بسبب عمليات التصنيع غير المسؤولة، وتدمير البيئة الطبيعية نتيجة عوادم ومخلفات الصناعة وزيادة معدلات التلوث البيئي (كافي،2014: 19). ونتيجة لذلك تزايد الاهتمام بمعالجة التلوث البيئي حيث كانت المصانع إلى أمد قريب تتعامل مع مشكلة النفايات والانبعاثات الغازية بطرحها خارج المصنع للتخلص منها، وكان هذا الحل المتبع في العالم بأسره حتى أواخر الستينات وبداية السبعينات من القرن الماضي، وللتصدي لهذه المشكلة تم البحث عن وسائل لإدارة المخلفات الصلبة ومعالجة التدفقات والتحكم في انبعاثات الغازات وبذلك تم تطبيق تقنيات السيطرة على التلوث (Pollution Control Technology) أو ما تسمى بحلول نهاية الأنبوب (End of Pipe Solution) وهي تقنيات يتم تطبيقها لمعالجة التلوث في المرحلة النهائية من عمليات التصنيع لغرض معالجة المخلفات والملوثات في العملية. وفي بداية الثمانينات ظهر مفهوم تقنيات منع التلوث أو ما سمي لاحقاً بتقنيات الانتاج الأنظف كأحد وسائل ترشيد استخدام المواد والطاقة، زيادة كفاءة العمليات الصناعية، وتقليل التأثيرات البيئية السلبية من توليد المخلفات وإنبعاثات الغازات قبل خروجها من عمليات التصنيع إلى البيئة (OECD,2009:22)،(التمي والزيدي، 2012: 215). لذا واستجابة لمطالب خفض التلوث والنفايات الصناعية العالمية تم طرح مفهوم التصنيع

الأنظف أو التصنيع الأخضر من قبل البرنامج البيئي للأمم المتحدة (UNEP) عام 1989 ليمثل البديل من أجل التلاؤم مع البيئة والاستجابة لمطالبها، ويعمل على تحقيق مطالب الأعمال لكونه تصنيعاً ومطالب البيئة لكونه أخضر (نجم،2012:182-184).

ثانياً : مفهوم نظام التصنيع الأخضر Concept of Green Manufacturing System

إن التصنيع (Manufacture) مصطلح لاتيني مشتق من كلمتين (Manus) وتعني اليد و(Factus) تعني صنع وعند جمع الكلمتين تكون الصنع باليد (Groover,2010:2). ويعرف التصنيع بأنه عملية تحويل الموارد الطبيعية إلى منتوجات وخدمات لغرض استهلاكها من قبل الزبائن (Windsor,2011:1).

أما الأخضر(Green) فيوصف بأنه صفة تشير إلى الاهتمام أو دعم المحافظة على البيئة باتجاه حفظ الجودة البيئية من خلال تشجيع إعادة التدوير وعدم التلوث واستخدام مواد قابلة للتجديد (Regeneration). وعند تطبيق هذه الأفكار على التصنيع فإن فكرة التصنيع الأخضر تكون عبارة عن نظام أو عملية تهدف إلى تقليل الأثر البيئي من العمليات التصنيعية (Dornfeld,2013:4). وأشار (اسماعيل،2014) بأن التصنيع الأخضر يفهم من جانبين، الأول يركز على المدخلات من خلال تحقيق أفضل استخدام للموارد لتقليل المخلفات والملوثات، في حين يؤكد الجانب الثاني على النظام الانتاجي بأكمله فهو يعطي مدخلاً شمولياً وقائياً متكاملاً للاستغلال الأمثل للمدخلات والعمليات والمخرجات (اسماعيل،2014: 287). والجدول (2-1) يستعرض بعض تعريفات نظام التصنيع الأخضر.

جدول (2-1)

تعريفات نظام التصنيع الأخضر بحسب آراء بعض الكُتّاب والباحثين

ت	المصدر	التعريف
1	(موسى وجميل،2012: 53)	تصميم وتصنيع المنتوجات الخضراء وتنفيذ العمليات التصنيعية بشكل كفوء عبر استخدام المواد الأولية السليمة وطاقة أقل مع الأخذ بالحسبان القضايا البيئية.
2	(Kalla&Brown,2012:2)	عملية تصنيع المنتوجات التي تحافظ على الطاقة والمصادر الطبيعية وتستخدم عمليات غير ملوثة للبيئة وعلى أساس اقتصادي سليم وتكون أمنة للعمال والزبائن والمجتمعات.
3	(امين، 188:2014)	نظام فعال يهدف إلى الحد من النفايات والانبعاثات التي تسببها العملية الإنتاجية في الشركات الصناعية من خلال الاستخدام الكفوء للموارد التي من شأنها تقليل الخطر الذي تسببه للإنسان والطبيعة على حد سواء.
4	(Singh et.al.,2014:52)	تنفيذ وإجراء أي نوع من التغييرات في عمليات التصنيع بالشكل الذي يهدف إلى انخفاض استهلاك الطاقة واستهلاك الموارد وقلة الضياعات من المنتوجات أي كل خطوة متقدمة تجعل المنتوج يكون جزء من نظام أكثر استدامة.
5	(Jasiulewicz,2014:4473)	تطبيق المبادئ لحماية البيئة والمحافظة على الطاقة في الأنشطة التصنيعية والخدمية لتقليل المخلفات الصناعية وتوفير الطاقة والموارد النادرة وتقليل التلوث في البيئة الطبيعية.

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى المصادر المشار إليها في الجدول.

ويرى الباحثين بأن التصنيع الأخضر نظام تصنيع حديث يسعى إلى تصميم وتصنيع وتغليف المنتوجات الخضراء بأستعمال مواد غير خطرة بطبيعتها وأقل استهلاك للطاقة وباستخدام أحدث التقنيات النظيفة بهدف تحقيق الكفاءة والفاعلية في استخدام الموارد الطبيعية وتحسين كفاءة العمليات التصنيعية والتقليص من انبعاثات الغازات والمخلفات في النظام التصنيعي بأكمله والتي تؤثر في صحة الإنسان والبيئة.

ثالثاً: أهمية نظام التصنيع الأخضر Importance of Green Manufacturing System

تؤكد الإسهامات العلمية في مجال التصنيع الأخضر بأن أهميته تتحدد بالآتي (الجرجري،2012: 222)، (التمي والزيدي،2012: 216)،(امين،2014: 188):-

1. ترشيد استعمال المواد الأولية والطاقة ويتعلق بجهود الشركة لغرض استعمال مواد قابلة للتجديد، استعمال الطاقة النظيفة، واستعمال مواد أولية قابلة لإعادة التدوير مرة أخرى.
2. تقليل الكلف عبر تخفيض المخلفات ومعالجتها وزيادة الانتفاع من المواد الأولية مما ينعكس على زيادة الربحية والقدرة التنافسية.
3. تخفيض أو الغاء الأذى الذي يمكن أن يلحق بالإنسان من خلال التحكم في انبعاثات الغازات وجعل التقدم الصناعي والاقتصادي أداة كفوءة لتحسين مستوى معيشة الفرد وضمان بيئة نظيفة له.

رابعاً : أهداف نظام التصنيع الأخضر Goals of Green Manufacturing System

يرى (Golinska&Kawa,2015) بأن نظام التصنيع الأخضر يتضمن مجموعة من الأهداف تسعى الشركات الصناعية لبلوغها وتحسين أدائها الأخضر من خلال النظر في استدامة استخدام موقع التصنيع، كفاءة استخدام المياه والطاقة والموارد الطبيعية، قضايا الإدارة البيئية والابتكار، عملية تصميم المنتوج، خفض الكلف والضرائب المفروضة على مصادر التلوث، وتحويل المواد الأولية إلى منتوجات خضراء (Golinska&Kawa,2015:58).

كما اتفق كل من (Wang&Sezen,2011:32),(Kali&Syed,2012:23) على تحديد أهداف التصنيع الأخضر بالآتي :-

1. توفير مصادر الطاقة النظيفة عبر إدخال تقنيات أو مداخل جديدة في عمليات التصنيع.
2. تقليل استهلاك الطاقة في عمليات التصنيع.
3. منع التلوث والنفايات من خلال تشجيع إعادة استعمال المنتوجات وإعادة تدويرها.
4. تعظيم المردود المالي وتقليل المخلفات الصناعية بقصد تحسين العمليات التصنيعية.

خامساً: تصميم متطلبات نظام التصنيع الأخضر Design requirements of green manufacturing system

لغرض تطبيق التصنيع الأخضر لأبد من توافر متطلبات تسهم في تطبيقه، لذلك يقترح البحث تصميم (9) متطلبات تشكل الركائز الأساسية لبناء نظام التصنيع الأخضر، وقد تم تصميم تلك المتطلبات بعد الاطلاع على العديد من المصادر ذات العلاقة بموضوع التصنيع الأخضر لغرض تكوين تصور شامل ودقيق عن جميع المتطلبات التي يمكن أن يتضمنها التصنيع الأخضر. وتشمل متطلبات التصنيع الأخضر المقترحة:-

1- استراتيجيات التصنيع الأخضر Strategies of Green Manufacturing

يرى (Nunes,2011) أن أحـــــد الأهداف الأساسية من التصنيع الأخضر هو زيادة كفاءة العمليات التصنيعية بشكل مستمر عبر تنفيذ أستراتيجياته (4Rs) من تقليص استخدام المواد وبالتّالي تقليل النفايات، إعادة الاستعمال، إعادة تصنيع، وتدوير المواد ذات القيمة لتجنب التخلص النهائي من المنتوجات (Nunes,2011:43). إذ تتمثل استراتيجيات نظام التصنيع الأخضر في التقليص، إعادة الاستعمال، إعادة التصنيع، وإعادة التدوير التي يطلق عليها اختصار4Rs (Reduce, Reuse, Remanufacturing, Recycle) ويمكن عرضها كما يأتي:-

1. التقليص أو التخفيض من المصدر(Reduce): يُعَّد خفض استهلاك المواد الخام أو التقليل من إنتاج النفايات من الاستراتيجيات التي لها أهمية اقتصادية وبيئية نتيجة انخفاض كلف التصنيع والاستهلاك والطاقة وتخفيض أو إزالة المواد الخطرة والسامة قبل حدوثها (العزاوي والسبعاوي،89:2013). وتؤدي استراتيجية التخفيض من المصدر دوراً مهماً في تحسين كفاءة العمليات التصنيعية نتيجة تقليل المواد الخام والطاقة المستخدمة في العملية الواحدة وتقليل التلوث، كما أنها تسهم بتقليل النفايات في المكان الواحد قبل عملية إعادة التدوير (Rebellon,2012:64).
2. إعادة الاستعمال(Reuse): تركز هذه الإستراتيجية على استعمال المنتوج مرة ثانية مما يؤدي بالنتيجة إلى تخفيض استهلاك المواد الجديدة وتكون إعادة استعمال المنتوجات أو بعض مكوناتها بعد انتهاء الغرض أو الوظيفة الرئيسة لها للإفادة منها مرة ثانية وتحقق هذه الاستراتيجية توفير في كلف شراء مواد جديدة وتقلل كمية المخلفات، فضلاً عن ذلك أنها تتطلب القليل من الجهد مقارنة باستراتيجية التقليص (الجرجري،224:2012). وقد عرفت المواصفة البريطانية (British Standard-BS 7750) استراتيجية إعادة الاستعمال بأنها العملية التي يتم بواسطتها استرجاع المنتوجات والمواد لغرض استعمالها بعد نهاية عمر المنتوج، فضلاً عن أن هذه الاستراتيجية توفر أفضل فرصة للإفادة من المنتوجات والمواد مرة ثانية، وتقدم منافع اقتصادية ملموسة، وتحسين سمعة الشركة خصوصاً في ظل تفضيل الزبائن التعامل مع الشركات ذات الأولويات البيئية الأفضل (Henriques et.al.,2014:302).
3. إعادة التصنيع(Remanufacturing): برزت إعادة التصنيع كاستراتيجية تصنيعية حديثة في العقود القليلة الماضية في قطاعات مختلفة منها السيارات، الأجهزة الكهربائية، الحاسبات، والهواتف. وتركز استراتيجية إعادة التصنيع على مجموعة من المهام منها اختيار المنتوج، تكنولوجيا التصنيع، النواحي المالية وعوامل منظمية وقانونية، كما تمثل إعادة التصنيع أحدى استراتيجيات إعادة المنتوجات بعد انتهاء عمرها والتي تمكن الزبائن من شراء المنتوجات بكلف أقل (Wang&Chan,2013:1). إذ عرف معهد المعايير البريطانية (British Standards Institute- BSI) في عام (2010) استراتيجية إعادة التصنيع بأنها عملية استرجاع المنتوجات المستخدمة على الأقل إلى مواصفات أداء المنتوج الأصلي من وجهة نظر الزبائن وتقديم المنتوجات الجديدة بضمان بحيث تكون مشابهة للمنتوجات الأخرى المصنعة حديثاً (kafumman&Lee,2013:390).

4. إعادة التدوير(Recycle): تعني بأن المنتوجات يمكن جمعها أو فصلها أو استردادها من أماكن جمع النفايات وتدويرها مجدداً بطريقة اقتصادية وصديقة للبيئة (Ferguson&Souza,2010:4). وتستخدم إعادة التدوير غالباً لإنتاج منتوج جديد بسعر أقل، وتكون مخرجات إعادة التدوير أقل كفاءة من المنتوجات الاصلية، فالورق المعاد تدويره عادة ذات درجة أدنى من الورق الأصلي، ولذلك يمكن استخدامها في مجالات عمل أخرى (Swink et.al.,2011:557). وتساعد استراتيجية إعادة التدوير في توفير كلف استعمال المواد الأولية في العملية التصنيعية فالمواد المعاد تدويرها تكون ذات فائدة اقتصادية، وذلك لأن كلف معالجة المواد المعاد تدويرها أقل من كلف المواد الأولية الجديدة (Dahlstrom,2011:83).

2- نظام المعلومات الخضراء Green Information System

يعرف (Wallace,2015) نظام المعلومات على أنه نظام يجمع بين أربعة عناصر مهمة هي الموظفون، التكنولوجيا، العمليات، والبيانات لغرض جمع، معالجة، إدارة وتحليل، وتوزيع المعلومات (Wallace,2015:11). ويُعَّد نظام المعلومات الخضراء(GIS) أحد المفاهيم الحديثة ضمن أدبيات نظام المعلومات وهو نظام برمجي يقدم دعماً للشركة من أجل تنفيذ استراتيجيات الشركة المسؤولة بيئياً (Unhelkar,2011). وتتضح أهمية نظام المعلومات الخضراء في دعم العمليات البيئية للشركة من أجل مراقبة وتقييم وتحسين الأداء الأخضر لها من خلال استعمال الآتمتة في النظام والذي يتضمن بيانات ومعلومات خضراء تخص الطاقة، المواد الأولية، المكائن والمعدات، برامج الصيانة، مقدار المخلفات، وانبعاثات الغازات وغيرها من البيانات والمعلومات (Angeles,2013: 1609). وعرف (Brocke et.al.,2012) نظام المعلومات الخضراء بأنه النظام الذي يتضمن البيانات والمعلومات المتعلقة بقضايا استهلاك وإدارة الطاقة، الممارسات التصنيعية، تصميم العمليات، إعادة التدوير، قضايا نهاية عمر المعدات الحاسوبية، مسائل الكلف الكلية، أداء الشركة، وممارسات بيئية واجتماعية كفوءة فيما يخص الاستعمال والتخلص من معدات تكنولوجيا المعلومات الخضراء (Brocket.al.,2012:17).ويرى كل من (Murugesan&Gangadharan,2012)أن تكنولوجيا المعلومات الخضراء تعّد منهجية لدراسة وممارسة التصميم، التصنيع، واستخدام الحاسوب والأنظمة الفرعية ذات الصلة بشكل فعال وكفوء وبأقل التأثيرات في البيئة (Murugesan&Gangadharan,2012:2-11). ويتم اعتماد تكنولوجيا المعلومات لدعم وتقييم كفاءة عملية التصنيع من خلال البيانات والمعلومات التي يزودها نظام المعلومات، فضلاً عن أن أهمية أدوات تكنولوجيا المعلومات تكّمن في دعم ومعالجة وتوزيع البيانات لعمليات الشركة، الأمر الذي يجعل عملية اتخاذ القرارات من قبل الإدارة أكثر كفاءة مما يوفر فرصة تنافسية أكبر للشركة في استثمار مواردها (Golinska&Kawa,2015:206-213).

3- نظم الإدارة البيئية Environment Management Systems

بعد النجاح الذي حققته منظمة المواصفات الدولية (International Standardization Organization-ISO) في مجال نظام إدارة الجودة (ISO 9001) قررت اللجنة الفنية لمنظمة الآيزو (ISO/TC 207) إصدار سلسلة المواصفات (ISO 14000) عام 1996 كمواصفة دولية متخصصة بإدارة البيئة متضمنة عَدة إصدارات (العزاوي والنقار،2010 :125-127). وبين (الطائي وآخرون،2009) أن مقاييس سلسلة المواصفات (ISO 14000) هي مقاييس للعملية وليس مقاييس للأداء، إذ لا توجد مؤشرات أداء محددة وإنما وضعت بإطار عام ومرن يسمح تطبيقه لمختلف الشركات، فضلاً عن أنها تشمل مجموعة وثائق ارشادية باستثناء المواصفة (ISO 14001) فهي المواصفة الإلزامية الوحيدة التي تقدم للشركات المتطلبات الخاصة بنظام الإدارة البيئية (الطائي وآخرون،2009: 386). وعند تطبيق نظام التصنيع الأخضر يتطلب تطبيق بعض المواصفات البيئية والتي تتمثل بالآتي:-

أ- نظام الإدارة البيئية - ISO 14001:2004 :

اصدرت المواصفة (ISO 14001) عام (1996) وتم تحديثها مرة أخرى عام (2004) ولكن من دون إدخال أي متطلبات جديدة، إذ حاولت توضيح بعض جوانب تطبيق المواصفة، وتعزيز التوافق مع نظام إدارة الجودة (Salomone,2013:42). ويعرف نظام الإدارة البيئية بأنه ذلك الجزء من النظام الإداري الكلي الذي يتضمن الهيكل التنظيمي والمسؤوليات والعمليات والموارد اللازمة لتحديد وتنفيذ السياسات البيئية في الشركة والتوجه نحو حماية البيئة (Christ,2011:33). كما أن تبني نظام الإدارة البيئية على وفق المواصفة (ISO14001:2004) يتطلب توفر خمسة متطلبات أساسية حددتها اللجنة الفنية (ISO/TC 207) لمنظمة الأيزو والتي تتمثل بالآتي (زيدان،2010: 76-77)،(جودة،2012: 320-321)،(عيشاوي،2013: 188):-

1. السياسة البيئية: تؤكد السياسة البيئية على الالتزام والعمل على التقييد بالقوانين والتشريعات البيئية للوقاية من التلوث من خلال توفير إطار لوضع الأهداف البيئية ومراجعتها باستمرار.
2. الخطة البيئية: تشخيص الجوانب والمؤثرات البيئية وإعداد الموازنات لمعالجتها، توثيق الغايات البيئية ومراجعتها باستمرار، ووضع برامج إدارة البيئة ضمن إطار زمني.
3. التنفيذ والتشغيل: يحتاج تنفيذ الخطة البيئية إلى توفير عمال مؤهلين ومدربين، وإلى توثيق دقيق لمجمل الإجراءات، فضلاً عن وضوح ومرونة خطوط الاتصال.
4. إجراء الفحص والعمل التصحيحي: يؤكد هذا المتطلب على متابعة الأنشطة البيئية وقياسها، فضلاً عن تحديد الإجراءات التصحيحية والوقائية والاحتفاظ بالسجلات البيئية الخاصة بالأداء البيئي، وإجراء تدقيق منتظم لنظام الإدارة البيئية.

5. مراجعة الإدارة : أكدت المواصفة (ISO 14001) على القيام بمراجعة دورية للنظام من قبل الإدارة وضرورة توثيق عمليات المراجعة .

ب-الملصقات البيئية - ISO 14020:2000 :

تتضمن هذه المواصفة تعريف المصطلحات ذات العلاقة مثل إمكانية إعادة التدوير، كفاءة الطاقة، وسلامة طبقة الاوزون (محسن والنجار،2012: 556).

جـ- انبعاثات الكاربون من المنتوج- ISO: 14067:2013

حددت هذه المواصفة المبادئ والمتطلبات والارشادات التي تتعلق بقياس وتوصيل انبعاثات الكاربون من المنتوج (Muthu,2014:116).

4- تصميم المنتوج الأخضر Green Product Design

أشار كل من (موسى وجميل،2012) بأن المنتوجات الخضراء هي المنتوجات التي تراعي الأمور البيئية فيما يتعلق بطريقة تصنيعها وباستعمالها الحد الأدنى من المواد الخام والطاقة وتجنب المواد الملوثة والسامة فضلاً عن طريقة استعمالها وسهولة التخلص منها بالتدوير أو إعادة استعمالها مرة أخرى (موسى وجميل،2012:51).

ويمكن تطبيق ثلاث مداخل لتنفيذ تصميم المنتوج الأخضر وكالآتي:-

أ- التصميم الأخضر أو التصميم للبيئة Green Design (Design of Environment)

يهدف التصميم الأخضر للمنتوج إلى التقليص من استهلاك الموارد الإنتاجية وعدم استعمال أي مادة خطرة أو سامة كما يتم تصميم المنتوجات بطريقة يمكن تفكيكها، زيادة قدرات الإبداع عبر إجراء تعديلات في تصميم المنتوج، فضلاً عن القضاء على الآثار البيئية السلبية للمنتوج وبشكل نهائي (Odeyale,2014:1318).

ويتضمن التصميم الأخضر مجموعة من الأنشطة والأدوات المستخدمة التي يمكن توضيحها بالآتي:-

1. التصميم للتخفيض من المصدر: ضمن هذا التصميم يتم القضاء على المواد الخطرة بيئياً وتقليل عدد مكونات المنتوج ويُعَّد وسيلة للحد من النفايات عند المصدر والذي ينتج عنه انخفاض كلف دورة حياة المنتوج (Fiksel,2009:130).
2. التصميم لغرض إعادة الاستعمال: يمكن من خلاله إعادة استعمال المنتوج أو أجزائه والإفادة من مكوناته مرة أخرى (Zailani et.al.,2011:723). كما ويهدف إلى تحسين عمر المنتوج (Muthu,2014:5).
3. التصميم لكفاءة استعمال الموارد: التصميم لكفاءة استعمال الموارد يقلل من استهلاك المواد والطاقة خلال تصميم المنتوج، فضلاً عن تشجيع استخدام الموارد المتجددة وتقليل الطاقة (Zailaniet.al.,2011:724).
4. التصميم لغرض التفكيك: يرى (Gupta&Lampert,2008:140) بأن أنشطة التصميم للتفكيك تهدف إلى زيادة معدل استرجاع المنتوجات وسهولة فصل أجزاء ومكونات المواد والتحديد الصحيح لمواصفات التصميم وتقليل التعقيد في مكونات المنتوج الواحد، ويستخدم التصميم لغرض التفكيك في:-
   أ. التصميم لغرض إعادة التصنيع : تصمم المنتوجات بهدف إعادة تصنيعها وبشكل مشابه لأداء المنتوج الاصلي، كما وتحدُد مكونات المنتوج والتي تكون مصممة للتفكيك مع التقليل من الضرر البيئي للمنتوج (Kauffman&Lee,2013:405).
   ب. التصميم لغرض إعادة التدوير: يتضمن سهولة فصل مواد النفايات حسب كل مادة وإعادة معالجتها لغرض تقليل النفايات وضمان أن المواد يمكن استرجاعها مرة أخرى بعد نهاية عمرها الإنتاجي (Fiksel,2009:145).

كما وأهتمت منظمة ISO بإصدار مواصفات خاصة تتعلق بتضمين النواحي البيئية بتصميم المنتوج لغرض تصميم منتوجات خضراء ولتقييم دورة حياة المنتوج وهذه المواصفات هي:-

1. تضمين الجوانب البيئية في خصائص المنتوج- ISO 14062:2002 : تقدم هذه المواصفة دليلاً يساعد واضعي المواصفات في الأخذ بعين الاعتبار الجوانب البيئية عند تصميم وتطوير المنتوج وتأثيرات تلك الجوانب منذ المراحل الأولى للتصميم (درويش،2003:19).
2. التصميم الأخضر - ISO 14006:2011 : أصدرت منظمة (ISO) هذه المواصفة عام 2011 والتي تقدم إرشادات لمساعدة الشركات في وضع، توثيق، تنفيذ، والإدامة بأستمرار لتحسين إدارتها للتصميم الأخضر، كما وتمكن من أدراج التغييرات البيئية على نحو منتظم في عملية تصميم وتطوير المنتوجات أو الخدمات واعتبار تكامل تقييم دورة حياة المنتوج كهدف أساسي من المواصفة (Chiarini,2015 :168).

ب- نشر وظيفة الجودة الخضراء Green Quality Function Deployment

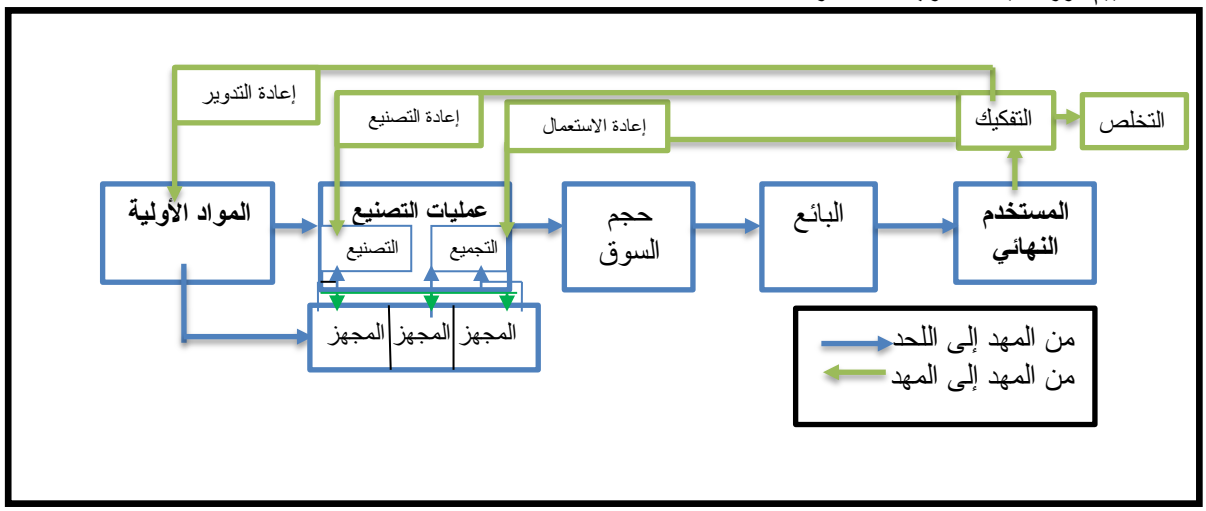
في ضوء التوجه العالمي نحو العمليات التصنيعية الخضراء اقترح (Cristofari) وزملاؤه عام 1996 نشر وظيفة الجودة الخضراء كمنهجية تجمع بين نشر وظيفة الجودة وتقييم دورة حياة المنتوج لغرض تحقيق الانسجام بين متطلبات الزبون والبيئة (Rathore&Verma,2013:1930). وتم تحسين(GQFD) من قبل (Zhang) عام 1999 وعدَتْ أداة شاملة تحقق التكامل بين تقييم دورة حياة المنتوج وكلف دورة الحياة مع نشر وظيفة الجودة عبر كل عمليات تطوير المنتوج وتمثل أداة تصميم مبتكرة تستعمل لتطوير منتوجات صديقة للبيئة وتعمل على دمج متطلبات الزبون والبيئة والكلف (Zhang&Wang,2003:14).

كما يطلق عليها ايضاً نشر وظيفة الجودة البيئية وتم تطوير هذه الأداة للتعامل مع جودة المنتوج والبيئة في الوقت ذاته(Kauffman&Lee,2013:286).ويشير كل من(Zhang&Wang,2003:15)،(النعيمي،112:2011)،(Bevilacqua et.al.,2012:283-285) إلى أن تنفيذ نشر وظيفة الجودة الخضراء يتطلب أربعة مستويات للوصول إلى المنتوج الأخضر هي:-

1. المستوى الأول: يتضمن ترجمة صوت الزبون الأخضر إلى المتطلبات الهندسية.
2. المستوى الثاني: ترجمة المتطلبات الهندسية إلى الخصائص المكونة وتحديد الأهمية النسبية لكل مكون.
3. المستوى الثالث: وضع مجموعة من التصاميم للمنتوج ومقارنتها في ضوء الخصائص والمتطلبات البيئية الملائمة لاحتياجات الزبون.
4. المستوى الرابع: يركز على ترجمة تأثيرات التصاميم المختلفة للمنتوج الأخضر وعلى مختلف مراحل وعمليات التصنيع الأخضر والتي تشمل (تطوير التصميم، التخطيط للعملية، التخطيط للإنتاج، التخطيط للصيانة، والتخطيط لاسترجاع المنتوج بعد نهاية عمره).

جـ- تقييم دورة الحياة Life Cycle Assessment

يؤكد (Henriques,2014) أن تقييم دورة حياة المنتوج باتت ذات أهمية كبيرة بالنسبة للشركات الصناعية في ظل تطورات الصناعة الحالية والتي يأخذ فيها تقييم دورة حياة المنتوج اتجاهين، الاتجاه الأول يتضمن مدخل من المهد إلى اللحد(دورة حياة مفتوحة للمواد) أي بدءاً من المواد الأولية حتى التخلص النهائي من المنتوج، في حين يشير الاتّجاه الثاني إلى مدخل من المهد إلى المهد (دورة حياة مغلقة للمواد) والتي تمنح المنتوج عمر مرة أخرى وتشجع على إعادة الاستعمال، وإعادة التصنيع وإعادة تدوير المواد (Henriques,2014:300-301). ويوضح الشكل (2-1) تقييم دورة حياة المنتوجات الخضراء.



الشكل (2-1)
تقييم دورة حياة المنتوجات الخضراء

Source: Henriques, Elsa& Peças, Paulo& Silva,Arlindo (2014), "Technology and Manufacturing Process Selection The Product Life Cycle Perspective" ,(Springer-Verlag, London Limited).P:301.

5- الشراء الأخضر Green Purchase

يؤكد (Alhola,2008) بأن الشراء الأخضر يعني أن تهتم الشركة بإدخال النواحي البيئية في عملية الشراء والذي يمكن أن يكون له تأثيرات مباشرة على تطوير المنتوج وزيادة طلب الزبائن على المنتوجات الخضراء (Alhola,2008:473). وأشار كل من (Huiyi&Wei,2010) بأن التنظيم ووضع المعايير المناسبة للمجهزين من قبل الشركات يحقق لها اختيار المجهز الأفضل ضمن الشركات المتنافسة المجهزة للمادة الأولية والمكائن والعدّد وغيرها من مستلزمات عمليات التصنيع ويجب التفكير بجميع المجهزين بهدف إنشاء حالة من المنافسة بين الشركات الرائدة مما ينصب بالأثر الإيجابي في الشركة. وتستخدم بعض الشركات معايير محددة لتحليل وتطوير أسلوب متكامل لأختيار المجهزين الذين يلتزمون بالمتطلبات البيئية (Huiyi&Wei,2010:15). ويعرف (Wisner et.al.,2012) الشراء الأخضر على أنه وظيفة تهدف إلى ضمان أن المواد والأجزاء المشتراة تلبي الأهداف البيئية للشركة كالحد من النفايات، إزالة المواد الخطرة، إعادة استعمال المواد، إعادة التصنيع، وإعادة التدوير(Wisner et.al.,2012:102).

كما أوضح (Xiao,2006:21-20) المبادئ الأساسية للشراء الأخضر التي نشرها معهد (Chartered) البريطاني للمشتريات والإمدادات عام (1993) والتي تضمنت الآتي:-

أ- وضع الشراء الأخضر كجزء من العمليات المستمرة في الشركة.

ب - فهم القضايا البيئية المرتبطة بالشركة.

جـ- تطوير سياسة الشراء التي تهتم بالجوانب البيئية.

د- صياغة المعايير البيئية التي يتم من خلالها تقييم المجهزين.

هـ- تطوير الأساليب المناسبة لجمع المعلومات ووضع أهداف مشتركة لتحسين الأداء الأخضر من قبل المجهزين.

6- تقنيات نظام التصنيع الأخضر Techniques Green Manufacturing System

تسعى الشركات إلى تعديل الأساليب التقليدية المتبعة في عمليات التصنيع باتجاه تبني أساليب محددة تضمن تطوير المنتوجات كاستخدام مواد معادة واستهلاك طاقة أقل فضلاً عن إمكانية إعادة استخدام هذه المنتوجات لاحقاً وتقليل الفضلات والانبعاثات المصاحبة لعملية تصنيع المنتوجات (رؤوف،2005: 86).

كما أن تحقيق أهداف نظام التصنيع الأخضر يتطلب تنفيذ تقنيات خضراء فعالة والتي تتمثل بالآتي:-

أ- كفاءة استخدام تكنولوجيا الطاقة: إن فكرة كفاءة استعمال الطاقة في التصنيع تتمحور بتنفيذ التحسينات التي تقلل من الأثر البيئي في استخدام المواد الأولية ومراقبة عمليات التصنيع بهدف ترشيد استهلاك الطاقة، كما أن تغيير المعدات مثل مكيفات الهواء وغلايات الماء والإضاءة التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة واستبدالها بتقنيات الطاقة النظيفة والتي تكون موفرة للطاقة مثل الرياح، الحرارة، والطاقة الشمسية ومراقبة العملية والمواد الجديدة، هذه الأساليب تسهم في تحسين كفاءة استخدام الطاقة والحد من النفايات وانبعاثات الغازات خلال العمليات التصنيعية (kafumman&Lee,2013:438).

ب- تقليص استهلاك المواد الأولية: إن تقليص استهلاك المواد المستخدمة في التصنيع يسهم بتقليص الملوثات من تصنيع المنتوجات ويمكن تقليص الملوثات من خلال جهود وقائية منها تخفيض استخدام المواد وذلك باستخدام مواد ذات تأثيرات بيئية أقل واستخدام مواد يمكن إعادة تدويرها (Yuan et.al.,2012:40). إذ كلما قلت كمية المادة الأولية المستخدمة بوحدة المنتوج انعكس ذلك بتقليل كمية المخلفات لكل منتوج مما يوفر دليلاً على الكفاءة في استعمال المواد الأولية (البطاط والشمري،2004: 79).

جـ- تعديل العملية: يتطلب تعديل العملية استبدال المدخلات مثل تبديل المذيبات الخطرة أو السامة المستخدمة للتنظيف أو للطلاء وشراء المواد الأولية التي تكون خالية من الشوائب الخطرة والتقليص من استخدام تنوع المواد البلاستيكية المستخدمة في عملية التصنيع لجعل عملية إعادة التدوير أسهل (Madu,2001:69).

د- تغيير تقنيات التصنيع: إن التحول من نظام التصنيع اليدوي إلى نظام التصنيع الآلي سيؤدي إلى توفير الطاقة المستهلكة وكمية المواد اللازمة لوحدة المنتوج حيث تتطلب العمليات التصنيعية الاستثمار في أحدث التقنيات للوصول إلى تصنيع أكثر كفاءة من الناحية البيئية وتحقيق منافع اقتصادية وتحسين جودة المنتوج (حنظل،2013: 87). وتسهم التقنيات التي تركز على البيئة من معدات الإنتاج، الأساليب والممارسات لتصميم المنتوجات، وأنظمة التسليم من تقليل التأثيرات السلبية للمنتوج على البيئة الطبيعية (Yuksel,2008:51).

هـ- مراقبة العملية: يقصد بها مراقبة العملية التشغيلية بالشكل التي تقلل من المواد الأولية والطاقة والمياه إضافة إلى زيادة فاعلية العملية التصنيعية وتجنب النفايات والانبعاثات الزائدة (Elhaggar,2007:27).

و- الحد من التلوث والنفايات في العملية التصنيعية: يتطلب من الشركات الصناعية تطبيق العديد من الممارسات المتميزة للعملية لمنع التلوث والنفايات عند المصدر والتي تتضمن كل العمليات التي تهدف إلى تقليل استهلاك المواد الخام والعمل على تحسين أداء العملية عن طريق اتباع برامج للصيانة الوقائية والسعي لرفع الوعي البيئي لدى العاملين وتحفيزهم لتنفيذ هذه الممارسات (Elhaggar,2007:26).

ز- اعتماد تقنيات لتقليل انبعاثات الكاربون: إن تقليل انبعاثات الكاربون يتضمن عدة ممارسات يمكن تنفيذها في عمليات التصنيع الأخضر منها التحول إلى الوقود الغير الأحفوري (وهو الوقود الذي لا يستخرج من باطن الأرض مثل مصادر الطاقة النظيفة كالطاقة الشمسية والرياح)، تحسين كفاءة عمليات التصنيع، استخدام تكنولوجيا

جديدة، والانتقال إلى استخدام مواد وعمليات جديدة تقلل من انبعاثات الكاربون في التصنيع (Chakravarty,2014:294).

ح- الصيانة الخضراء : تُعَّد الصيانة الخضراء (Green Maintenance) مدخلاً فعالاً وجزء أساسياً من نظام التصنيع الأخضر إذ تستخدم الصيانة الخضراء كل التقنيات والمعدات المتطورة بهدف تحقيق الكفاءة في استخدام الموارد واستهلاك طاقة أقل وتقليص النفايات والملوثات وانبعاثات الغازات من العمليات التصنيعية فضلاً عن إدراج المخاطر البيئية المحتملة المرتبطة بعطل المعدات والمسائل البيئية لتحقيق ممارسات الصيانة. ويعتمد التطبيق العملي للصيانة الخضراء على عوامل عدة منها استراتيجية الصيانة، التخطيط لتنفيذ الصيانة، تقنيات الصيانة، وكفاءة ووعي كل من العمال والمهندسين (Golinska,2013:123).

7- اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية Adoption of Quality Improvement in Manufacturing Processes

إن تحسين عمليات التصنيع يأخذ دوراً مهماً بتقليص الملوثات والنفايات في التصنيع الأخضر وتحسين المنتوجات والخدمات المقدمة، زيادة كفاءتها وتخفيض كلف الإنتاج، وتحقيق رضا الزبون من خلال تقديم منتوجات تلبي احتياجاته وتتصف بجودة عالية. لذلك فتبني مداخل الجودة الحديثة للعمليات التصنيعية في نظام التصنيع الأخضر تؤدي إلى زيادة فاعلية الأنشطة والعمليات والمنتوجات الخضراء وتقديم قيمة مضافة للشركة وزبائنها. والآتي عرض لهذه المداخل:-

أ- تقنية الحيود السداسي الخضراء Green Six Sigma

يُعَّد(Bill Smith) أول من طبق تقنية الحيود السداسي (Six Sigma) عام 1986 في شركة (Motorola) وفي الأعوام الأخيرة ارتبطت هذه التقنية مع التصنيع الرشيق لينتج تقنية (Lean Six Sigma-LSS) التي تستند إلى صوت الزبون عبر تسليم الزبون منتوج أو خدمة خالية من العيوب، وخصائص الجودة الحرجة أي ربط المنافع والمشكلات من وجهة نظر الزبون وعمليات الشركة ثم تحسين العمليات لتعظيم المنافع وتقليل العيوب في المنتوجات المجهزة للزبون (البرواري وباشيوة،2011: 357-358). ولقد طورت شركة (IBM) للإلكترونيات منهجية (Green Six Sigma) لتحقيق متطلبات الأعمال والبيئة، حيث تسعى إلى تقديم حلول ذكية للتقليص من الطاقة، المياه، النفايات، وإدارة انبعاثات الغازات وتعتمد هذه المنهجية على تطبيق (LSS) وممارساتها على الطاقة والمياه والنفايات وانبعاثات الغازات في جميع جوانب عمليات الشركة. ويتمثل الهدف من تقنية (Green Six Sigma) بتحسين عمليات (LSS) والمساهمة بخفض كثافة الكاربون في عمليات الشركة (Basu,2011:152-159). كما تُعَد هذه المنهجية أداة لدعم عمليات التصنيع الأخضر في القضاء على العيوب بشكل أساسي في عمليات التصنيع وبالتالي خفض النفايات عبر ممارسة المزيد من السيطرة والاهتمام من قبل الإدارة لتقليل العيوب خلال العملية ويمكن تحقيق وفورات كبيرة نتيجة تقليص العيوب في العملية الإنتاجية (Gardas&Narkhede,2013:445).

ب- تقنيات الجودة عند المصدر Techniques Quality at Source

الجودة عند المصدر تعني أن السبب الجذري لمشكلات الجودة يجب أن يحدد، وقد تكون تلك المشكلات في التصميم والمجهزين والعملية (Reid&Sanders,2013:253). لذا فتحديد مشكلات الجودة في العملية التصنيعية الخضراء يقلل من عيوب المنتوج الأخضر وتسليم الزبون منتوج بأعلى جودة وأداء ومن أهم أساليب تحقيق الجودة عند المصدر هي:-

1. العاملون الفاحصون لجودة عملهم Workers as Inspectors : جعل العاملين يقومون بدور الفاحصين لجودة عملهم، وعدم تمرير الوحدات المعيبة إلى العملية التالية مطلقاً، وذلك من خلال تحري العاملين على مشكلات الجودة ومعالجتها، وقد يتم التحري عبر فحص وحدات دفعة الإنتاج من الوحدة الاولى حتى الوحدة الأخيرة، لذلك فاستخدام دفعات إنتاج صغيرة يساعد ويشجع على تطبيق الجودة عند المصدر(محسن والنجار،2012: 476).
2. التوقف والتصليح أو توقف الخط (Stop and Fix(Line Stop : نظام يعمل على فرضية يسيرة وهي أن العامل يجب أن يوقف العملية مباشرة وإصلاح أي مشكلة كبيرة قد تحدث بدلاً من السماح لها بمواصلة العمل لصنع مخرجات ذات جودة رديئة ومثل هكذا نظام يوفر تركيز الاهتمام على مصدر المشكلة لأن فشلها يؤدي إلى إيقاف العملية بطريقة مرئية عالية وفورية وربما يوقف العمليات الأخرى التي تعتمد على النشاط الذي حدث فيه المشكلة (Swink et.al.,2014:296).
3. اندون Andon : هو النظام الذي يعطي للمكائن والمشغلين القابلية للإشارة عند ظهور أي حالة غير طبيعية مثل عطل الآلة ونقص الأجزاء أو صنع المنتوج خارج المواصفات المطلوبة ويمكن أن يأخذ شكل منبه صوتي، الأضوية الوامضة، شاشة لعرض النص أو طلب إيقاف خط الإنتاج عند الحاجة (Krajewski et.al.,2013:300). كما تُعَّد Andon أحد الأساليب المستخدمة للسيطرة على العملية. وتستخدم اطلاق إشارات ضوئية وحسب الألوان، إذ يشير اللون الأحمر إلى وجود عطل بالماكنة، والأبيض يشير إلى نهاية التصنيع، والأزرق يشير إلى وجود وحدات معيبة، والأخضر يشير إلى قلة وجود الموارد، أما الأصفر فيشير إلى وجوب إعداد وتهيئة الماكنة (Stevenson,2009:707).
4. بوكا يوك أو منع الخطأ (Poka Yoke (Mistake-Proofing : تمثل بوكا يوك منهجية لتحسين نظم الإنتاج وإزالة عيوب المنتوج قبل حدوثها وتطبيق العمليات التي تمنع الأخطاء بمكان العمل، كما تشمل بوكا يوك مفهوم مراقبة الجودة الصفرية فهي لا تعني تخفيض العيوب بل القضاء على العيوب من خلال منهجين، الأول نظم

للمراقبة في حالة حدوث أي عطل أو حدث مفاجئ، والثاني نظم للتحذير للإشارة إلى مشغلي الماكنة بإيقاف العملية أو معالجة المشكلة وبالتّالي هذه المداخل تمنع كل العيوب خلال العملية الإنتاجية (Badiru,2013:36-Agustiady&38).

جـ- كايزن Kaizen

عرف Kaizen بأنه عملية تحسين وتطوير العملية بأفضل استخدام لما هو متوفر من المدخلات التشغيلية (معدات والآت، مكان العمل، أفراد، أساليب عمل، وتقنيات العمل) ومحاولة التحسين المستمر لها من دون أي كلف مالية إضافية (الطائي وقدادة،2008: 198). كما بين(Swink,2014) أن Kaizen هو مشروع قصير الأجل يتراوح من (1-4) أيام يهدف إلى تحسين العملية الحالية، إذ يوثق أعضاء فريق متعدد الوظائف العملية خلال المدة السابقة وتقييم الخيارات المختلفة للأداء، ومن ثم يتم تطوير وتوثيق تغييرات تنفيذ العملية بشكل منظم لغرض إجراء تحسينات سريعة للعمل في المستقبل، فضلاً عن ذلك أن أحد الأمور الحاسمة لنجاح كايزن هو(Gemba Kaizen) مصطلح GEMBA يعني المكان الفعلي(Actual Place) ويؤكد على فكرة أن المديرين والموظفين ملزمون بمعرفة المشكلات والقضايا شخصياً، بدلاً من الاعتماد على التقارير، كما ويقدم هذا الأسلوب حلول سريعة للمشكلة وبجودة أعلى (Swink et.al.,2014:296).

8- التغليف الأخضر Green Packaging

التغليف الأخضر هو التغليف الملائم الذي يمكن إعادة استعماله وإعادة تدويره ولا يسبب التلوث على المنتوج والبيئة خلال تقييم دورة حياة المنتوج (Zhang&Zhao,2012:902) . إذ أن حماية البيئة والموارد المتجددة تتضمن نشاط التغليف الذي يحافظ على المنتوج من المواد الخام وصولاً إلى منتوجات تامة الصنع وبالتالي فأن عمليات التعبئة والتغليف تشمل جميع أنشطة التصميم الموجه إلى ضمان الأداء والجودة والتي تقلل من الأثار البيئية خلال مراحل تقييم دورة حياة المنتوج من الإنتاج إلى المبيعات، بما في ذلك التوزيع والتخزين والنقل (Kauffman&Lee,2013:328). ويُعَّد نشاط التغليف الأخضر من أكثر الأمور أهمية في التعاون مع الزبون عبر وضع المتطلبات البيئية وتبادل المعلومات من أجل تحسين تصميم الأغلفة الخضراء التي تسهم بتحقيق الأهداف البيئية وبناء صورة إيجابية لدى الزبون عن الشركة (Jinglu,2009:33). كما أن تطوير نشاط التغليف التقليدي وتحويله إلى التغليف الأخضر يأخذ ممارسات متعددة بالحسبان منها استخدام مكونات خفيفة الوزن في التغليف ومنع استخدام المواد غير الصديقة للبيئة،التقليص من استخدام المواد قدر الامكان ، وقابلية المواد لإعادة التدوير والتي لا تقلل من التلوث البيئي فحسب ولكن توفر المواد الخام مثل استخدام الورق المقوى المعاد تدويره والبلاستيك، فضلاً عن أن إعادة استعمال مواد التغليف تمكن من التقليل بشكل كبير بحجم النفايات (Zhang&Zhao,2012:902).

9- المسؤولية الاجتماعية والبيئية Social Responsibility and Environmental

إن كافة الشركات الصناعية تعَّد مسؤولة أمام المجتمع في عملياتها، فهي تمارس نشاطاتها في المجتمع وتحصل منه على المواد الأولية والأيدي العاملة والمدخلات الآخرى، وتقوم بتصنيع المنتوجات تامة الصنع وبيعها إلى المجتمع، وبغية ضمان استمرار عمل الشركات ينبغي عليها التكيّف والعيش كعضو في المجتمع والالتزام بكل الأسس المرتبطة معه بما يضمن عدم الإضرار به (ابراهيم،2011: 160). ويرى (Okpara&Idowu,2013) المسؤولية الاجتماعية والبيئية على أنها المسؤولية التي تلتزم بها الشركة لإدارة تأثيرات عملياتها في البيئة والمجتمع. وهذا يتضمن كافة الأطراف من العاملين والمجهزين والزبائن والمجتمعات التي تعمل فيها (Okpara&Idowu,2013:5). وبين (Zhang&Tian,2008) بأن هنالك علاقة مترابطة بين نظام التصنيع الأخضر والمسؤولية الاجتماعية والبيئية من خلال المنافع المتحققة منه في الجانب الاقتصادي والاجتماعي نتيجة تقليل استهلاك الطاقة وانخفاض التلوث والسعي نحو تحقيق التنمية الاجتماعية في المحافظة على الموارد الطبيعية، إذ أشار بعض العلماء في هذا المجال إلى أن تطوير العاملين والمحافظة على المجتمع يكون من خلال التوجه لتطبيق نظام التصنيع الأخضر(Zhang&Tian,2008:142-144).

ويرى(Dornfeld,2013) بأن بيئة التصنيع الحديثة التي تعمل فيها الشركات العالمية تتوجه نحو تنفيذ المسؤولية الداخلية والخارجية لتحقيق الرفاهية للمجتمع، وتتولى الشركات معالجة الجوانب الاجتماعية على الصعيد الداخلي للشركة من حيث الأمن الوظيفي، والفوائد التي تقدم للعاملين، وقضايا السلامة المهنية والصحية للعاملين، وتحقيق جودة حياة العمل لهم، في حين تشير المسؤولية الخارجية إلى التجاوز خارج حدود الشركة عبر وضع أسس لحماية البيئة من مخلفات الشركة (الصلبة والسائلة والغازية) ومعالجتها بأساليب تقلل من ملوثاتها. كما تتناول احتياجات مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة وتشمل الزبائن، المجهزين، والمجتمع بأكمله (Dornfeld,2013:30)

المبحث الثالث
تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة

تمهيد

يتناول هذا المبحث عرض وتحليل وتفسير النتائج التي أظهرتها قائمة الفحص المستخدمة بهدف تحديد الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة في معمل محولات التوزيع عينة البحث ومن خلال المشاهدات الميدانية وإجراء المقابلات الشخصية مع المسؤولين في المعمل ومسؤولي الأقسام الإنتاجية فضلاً عن قسم الشؤون التجارية وقسم التصاميم وقسم مركز المعلومات وقسم الصيانة بمقر الشركة لغرض الإجابة على اسئلة قائمة الفحص. كما تم تدوين الملاحظات والمناقشات مع الإدارة ومسؤولي الأقسام من أجل الوصول إلى تقييم شامل لمتطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة.

وفيما يأتي عرض نتائج تقييم متطلبات نظام التصنيع الأخضر من خلال الإجابات على اسئلة قائمة الفحص التي تم تصميمها من قبل الباحثان:-

1- استراتيجيات التصنيع الأخضر

تسعى معظم الشركات الصناعية العالمية إلى اعتماد استراتيجيات نظام التصنيع الاخضر (التقليص، إعادة الاستعمال، إعادة التصنيع، وإعادة التدوير) لغرض تحقيق الاستخدام الأمثل لمواردها، تحقيق الكفاءة في تنفيذ عملياتها، تخفيض الكلف التصنيعية، وتحقيق الميزة التنافسية لها، إذ إن جميع استراتيجيات التصنيع الأخضر ملائمة للتطبيق في المعمل عينة البحث، وقد تضمنت قائمة الفحص الخاصة بهذا المتطلب (20) فقرة مقسمة على أربع استراتيجيات كما موضحة في الجدول(3-1) أدناه.

جدول (3-1)

قائمة فحص استراتيجيات التصنيع الأخضر

ت	مضمون استراتيجيات التصنيع الأخضر	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
	أولاً: التقليص					
1-	تضع إدارة المعمل استراتيجية لتقليص عدد العمليات التصنيعية.				✓	
2-	تعتمد إدارة المعمل تقنيات لتقليص استهلاك المواد الأولية في عمليات التصنيع.			✓		
3-	تعتمد إدارة المعمل على استخدام المعدات التي تستهلك أقل طاقة.			✓		
4-	تنفذ إدارة المعمل إعادة تنظيم عمليات التصنيع بما يضمن أعلى استفادة ممكنة من الموارد (المواد الأولية والطاقة) المتاحة في عملياته.			✓		
5-	تعمل إدارة المعمل على استبدال الآلات والمعدات الحالية بأخرى مزودة بوحدات وقائية لتقليص تسرب الملوثات والمخلفات من العملية التصنيعية.				✓	
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	0	3	2	0
	النتيجة	0	0	6	2	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	1.6				
	النسبة المئوية للتطبيق	%40				
	حجم الفجوة	%60				
	ثانيا: إعادة الاستعمال					
6-	تضع إدارة المعمل استراتيجية لاسترجاع منتوجاتها لغرض إعادة استعمال بعض أجزائها لتصنيع منتوجات أخرى.				✓	
7-	تتكامل عمليات تصنيع المنتوج مع معامل أخرى في الشركة على نحو يضمن استخدام المواد المستهلكة مرة ثانية وبما يقلل من كلف شراء مواد أولية جديدة.				✓	
8-	تخطط إدارة المعمل للحد من العقبات مع الجهات المستفيدة والتي تواجه إعادة استعمال منتوجات المعمل.		✓			
9-	تنفذ إدارة المعمل استراتيجية إعادة الاستعمال لغرض التقليل من كمية المخلفات الصناعية.				✓	
10-	يتم بيع مخلفات المواد المستعملة في المعمل إلى جهات خارجية لاستخدامها كمواد أولية في صناعات لاحقة.					✓

	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	1	0	3	1
	النتيجة	0	3	0	3	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	1.2				
	النسبة المئوية للتطبيق	%30				
	حجم الفجوة	%70				
	ثالثا: إعادة التصنيع					
11-	تضع إدارة المعمل استراتيجية لاسترجاع منتوجاتها المتقادمة لغرض إعادة تصنيعها.			✓		
12-	تمتلك إدارة المعمل إمكانية إعادة تصنيع من خلال عمليات(التنظيف، الفصل، الفحص، التفكيك، وإعادة تجميعها وفحصها للتأكد من سلامة المنتوج النهائي).	✓				
13-	تطبق إدارة المعمل إعادة التصنيع للتقليل من كلف شراء المواد الأولية.				✓	
14-	تنفذ إدارة المعمل إعادة تصنيع لغرض التوفير في الطاقة المستهلكة لتصنيع منتوجات أخرى.				✓	
15-	تسعى إدارة المعمل إلى إعادة تصنيع منتوجاتها المتقادمة بشكل مشابه لمنتوجات جديدة.				✓	
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	1	0	1	3	0
	النتيجة	4	0	2	3	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	1.8				
	النسبة المئوية للتطبيق	%45				
	حجم الفجوة	%55				
ت	رابعاً: إعادة التدوير					
16-	تطبق إدارة المعمل استراتيجية إعادة تدوير مخلفات بعض منتوجاته لغرض تحقيق منافع اقتصادية (توفير المواد الأولية، الطاقة، وتقليل الكلف وغيرها).					✓
17-	تنفذ إدارة المعمل عملية إعادة تدوير مخلفات مكونات المنتوج مرة ثانية لغرض استخدامه كمادة أولية جديدة.					✓
18-	تعَد مسالة قابلية المنتوج للتدوير في المعمل جزءاً اساسياً من سياساتها للترشيد من كلف الطاقة اللازمة لعمليات التصنيع.					✓
19-	يتم تدوير مخلفات المواد في المعمل بهدف تحسين كفاءة استخدام الموارد وعلى نحو يخفض من كلف التصنيع.					✓
20-	تضع إدارة المعمل حلول للمشكلات التي تجابه عملية تدوير منتوجاته باستمرار.					✓
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	0	0	0	5
	النتيجة	0	0	0	0	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	0				
	النسبة المئوية للتطبيق	%0				
	حجم الفجوة	%100				
	الوسط الحسابي المرجح العام	1.15				
	النسبة المئوية لتطبيق المتطلب	%29				
	حجم الفجوة العام	%71				

يشير الوسط الحسابي المرجح العام في الجدول(3-1) إلى أن المتطلب حصل على معدل(1.15) مما يدل على التطبيق بشكل ضعيف لهذا المتطلب وبنسبة تطبيق مئوية للمتطلب(29%) أما حجم الفجوة فبلغت (71%) وهذه النسبة تتطلب من المعمل اهتمام أكبر بهذه الاستراتيجيات لغرض تطبيق جميع استراتيجيات التصنيع الأخضر، كما تشير قائمة فحص استراتيجيات نظام التصنيع الأخضر إلى ما يأتي:-

1. **إن استراتيجية التقليص حصلت على معدل(1.6) من أصل (4) درجات وبنسبة تطبيق مئوية (40%) وبذلك فحجم الفجوة هو(60%) وهذه النسبة تتطلب من المعمل اهتمام أكبر بهذه الاستراتيجية لغرض تطبيقها. كما توضح قائمة الفحص فقرات تقنيات تقليص استهلاك المواد، استخدام المعدات بأقل طاقة، والاستفادة من المواد والطاقة في العملية حصلت على درجة التطبيق نوعاً ما نتيجة زيادة اهتمام إدارة الشركة بتخصيص جزء من أموال الخطة الاستثمارية السنوية لتأهيل وتطوير المكائن والمعدات في معمل محولات التوزيع، خاصة إنه يَعُدّ من المعامل**

الأساسية في الشركة، بينما حصلت فقرة وضع استراتيجية لتقليص العمليات التصنيعية واستبدال الآلات والمعدات على أقل تقييم ضمن الفقرات نتيجة التطبيق الضعيف وعدم توفر الاهتمام الكافي لتطبيق هذه الاستراتيجية.

2. حصلت استراتيجية إعادة الاستعمال على معدل قدره(1.2) وبنسبة تطبيق (30%) مما يشير إلى وجود فجوة مقدارها (70%)، وتشير قائمة الفحص إلى أن المعمل يهتم بشكل جزئي للحد من العقبات مع الجهات المستفيدة، نتيجة اهتمام الإدارة بتذليل الصعوبات مع بعض الجهات المستفيدة لغرض إعادة استعمال المحولات التي تتعرض لعطل بعض أجزائها. كما وتبين قائمة الفحص عدم تطبيق فقرة الاستفادة من مخلفات المواد عن طريق بيعها لجهات أخرى بسبب عدم وعي الإدارة بالفوائد المتحققة من تطبيق استراتيجية إعادة الاستعمال.
3. حصلت استراتيجية إعادة التصنيع على معدل قدره (1.8) وبنسبة تطبيق (45%) وبفجوة بلغت (55%) وتبين قائمة الفحص أن المعمل تتوفر لديه إمكانية إعادة التصنيع بشكل كلي، الأ أن هناك مشاكل ومعوقات في تطبيق هذه الاستراتيجية نتيجة الضعف باستثمار إعادة التصنيع لتقليل كلف شراء المواد والتوفير في الطاقة المستهلكة في العملية والاهتمام باسترجاع المنتوجات المتقادمة لتصنيع منتوجات جديدة فقد حصلت هذه الفقرات على مطبق بشكل ضعيف.
4. حصلت استراتيجية إعادة التدوير على معدل قدره (0) وبنسبة تطبيق (0%) مما يشير إلى وجود فجوة مقدارها (100%) وتوضح قائمة الفحص عدم تطبيق استراتيجية إعادة تدوير المنتوج، وكذلك عدم وجود اهتمام كافي من قبل الإدارة بإعادة تدوير مخلفاتها التصنيعية خاصة وأن معظم المواد المستخدمة في المنتوج يمكن تدويرها مرة أخرى لتصنيع محولات جديدة وتحقيق الاستفادة القصوى من المواد الأولية.

2 - نظام المعلومات الخضراء

يوفر نظام المعلومات الخضراء بيانات ومعلومات لدعم الأنشطة والعمليات الخضراء من خلال استخدام تكنولوجيا المعلومات الخضراء لتحسين ممارسات كفاءة الطاقة والمواد وتوفير المعلومات للمصممين لتصميم منتوجات خضراء واستخدام التقنيات المتطورة لتعقب استخدام الموارد على الإنترنت بهدف تحقيق الكفاءة في استخدام الموارد. والجدول (2-3) يبين قائمة فحص متطلب نظام المعلومات الخضراء والتي تتضمن (12) فقرة.

جدول (2-3)

قائمة فحص نظام المعلومات الخضراء

	مضمون نظام المعلومات الخضراء	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
-21	تعتمد إدارة المعمل نظام المعلومات الخضراء لتنظيم عمليات تدفق المعلومات عبر أنشطة وعمليات النظام التصنيعي.				✓	
-22	تتبنى إدارة المعمل نظام معلومات خضراء يقوم بتوفير البيانات والمعلومات عن:-					
	أ- تدفق المواد خلال عمليات التصنيع.		✓			
	ب- قياس ومراقبة الطاقة المستهلكة في عمليات التصنيع.					✓
	جـ- قياس ومراقبة الانبعاثات والمخلفات من عمليات التصنيع.				✓	
-23	يبين نظام المعلومات الخطوات التفصيلية لكيفية تصنيع المنتوج.	✓				
-24	يحدد نظام المعلومات الخضراء:-					
	أ- المواد الأولية والأجزاء التي يمكن إعادة استعمالها.					✓
	ب- الأجزاء التي يمكن إعادة تصنيعها مرة أخرى.					✓
	ج- المواد الأولية والأجزاء التي يمكن إعادة تدويرها مرة أخرى.					✓
-25	يقدم نظام المعلومات الخضراء كافة المعلومات المتعلقة بـ:-					
	أ- المكائن والآلات والعددَ المستخدمة في العمليات التصنيعية.	✓				
	ب- التحكم ومراقبة العمليات التصنيعية.		✓			
-26	يتم اعتماد تطبيقات تكنولوجيا المعلومات الخضراء لزيادة الكفاءة والسرعة في أنجاز الأنشطة والعمليات.					✓
-27	تعَد أجهزة الحاسوب المستخدمة في المعمل من أفضل وأحدث التقانات المتاحة.		✓			
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	2	3	0	2	5
	النتيجة	8	9	0	2	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	1.6				
	النسبة المئوية للتطبيق	%40				
	حجم الفجوة	%60				

يبين الجدول (3-2) بأن المتطلب حصل على وسط حسابي مقداره (1.6) وبنسبة تطبيق (40%) وبفجوة مقدارها (60%) بسبب التطبيق الضعيف لفقرات نظام المعلومات الخضراء، كما تبين قائمة الفحص بأن خطوات كيفية تصنيع المنتوج وتوفير المعلومات حول المكائن والمعدات حصلت على التطبيق الكلي، في حين عدم تطبيق فقرة توفير المعلومات والبيانات عن قياس ومراقبة الطاقة، وكذلك الفقرات المتعلقة بتحديد الأجزاء والمواد المعاد استعمالها، والأجزاء المعاد تصنيعها، والمواد والأجزاء المعاد تدويرها، فضلاً عن عدم اعتماد تكنولوجيا المعلومات الخضراء، مما يؤشر إلى الضعف في توفير المعلومات الخضراء وكذلك عدم توفر الأنظمة الحديثة لغرض أنجاز العمليات والأنشطة.

3- نظم الإدارة البيئية

إن نظم الإدارة البيئية توفر نهجاً استباقياً (Proactive) لمساعدة الشركات لإدارة النواحي البيئية، إذ يستخدم نظام الإدارة البيئية (ISO14001:2004) لوضع السياسة البيئية وتنفيذها وإدارة تفاعلاتها مع البيئة. كما تضم نظم الإدارة البيئية مواصفة خاصة بالملصقات البيئية للمنتوج (ISO 14020:2000) ومواصفة لقياس انبعاثات الكاربون من المنتوج (ISO 14067:2013). ويبين الجدول(3-3) قائمة فحص متطلب نظم الإدارة البيئية التي تضمنت (8) فقرات.

جدول (3-3)

قائمة فحص نظم الإدارة البيئية

ت	مضمون نظم الإدارة البيئية	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
-28	تطبق إدارة المعمل نظام إدارة بيئية على وفق متطلبات المواصفة الدولية ISO14001 :2004 من خلال:-					✓
	أ- التزام إدارة المعمل بسياسة بيئية تتعلق بأنشطته ومنتوجاته وخدماته.					✓
	ب- تضع إدارة المعمل الخطط اللازمة لتحديد النواحي البيئية لأنشطته وعملياته.					✓
	جـ - يلتزم العاملون بمسؤولية تحقيق الأهداف والغايات البيئية والمشاركة في مدخلات تطويرها.				✓	
	د- تضع إدارة المعمل إجراءات فعالة لتقليل جميع أنواع الملوثات.				✓	
	هـ- تتوفر إجراءات لمراقبة وقياس الخصائص الأساسية للعمليات والأنشطة ذات التأثير البيئي الواضح على اساس منظم.					✓
	و- تراجع الإدارة نظام الإدارة البيئية بفترات زمنية مخطط لها لتضمن استمرار ملائمة النظام وفاعليته.					
-29	تلتزم إدارة المعمل بوضع ملصقات بيئية (مثل علامات إعادة التدوير وإعادة الاستعمال وغيرها من الملصقات) على المنتوج طبقاً للمواصفة الدولية ISO 14020: 2000.					✓
-30	تقيس إدارة المعمل انبعاثات الكاربون للمنتوج بهدف تقليلها بالاعتماد على متطلبات المواصفة ISO14067:2013 .					✓
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	0	0	2	6
	النتيجة	0	0	0	2	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	0.25				
	النسبة المئوية للتطبيق	%6				
	حجم الفجوة	%94				

يوضح الجدول (3-3) بأن المتطلب حصل على معدل (0.25) وبنسبة تطبيق بلغت (6%) مما يؤشر وجود فجوة كبيرة لعدم المطابقة بنسبة (94%) نتيجة ضعف تطبيق خطط لتقليل الملوثات ومراقبة العمليات والأنشطة، فضلاً عن عدم تطبيق سياسة بيئية ووضع خطط للنواحي البيئية ووضع أهداف وغايات بيئية ومراجعة النظام، وعدم تطبيق مواصفة خاصة بوضع ملصقات بيئية على المنتوج كعلامات إعادة التدوير ومواصفة تتعلق بقياس انبعاثات الكاربون من المنتوج، وذلك بسبب عدم اطلاع إدارة المعمل على المواصفات البيئية.

4- تصميم المنتوج الأخضر

يُعَّد تصميم المنتوج الأخضر أحد المتطلبات المهمة لتطبيق نظام التصنيع الأخضر عبر تصميم المنتوجات التي تستخدم مواد أولية أقل وموفرة للطاقة وقابلة لإعادة الاستعمال ولإعادة التصنيع ولإعادة التدوير، وتستلزم الحد الأدنى من المواد في التغليف. ويوضح الجدول(3-4) قائمة فحص تصميم المنتوج الأخضر والتي تضمنت (10) فقرات.

جدول (3-4)
قائمة فحص تصميم المنتوج الأخضر

ت	مضمون تصميم المنتوج الأخضر	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
31-	يتم تقليص المواد الأولية والأجزاء المستخدمة في تصميم المنتوج النهائي إلى أقل ما يمكن.			✓		
32-	يراعى عند تصميم المنتوج عدم استعمال أي مادة خطرة وسامة في منتوجات المعمل.		✓			
33-	يهتم قسم التصميم بتصميم المنتوجات التي تستخدم الحد الأدنى من الطاقة في عملية تصنيعها.			✓		
34-	يراعى في تصميم المنتوج إمكانية إعادة استعمال بعض أجزائه بعد انتهاء وظيفته الأصلية.			✓		
35-	تتضمن عملية تصميم المنتوج تحديد الأساليب التصنيعية للحد من مخلفات المواد الأولية وإمكانية تدويرها بهدف تقليل كلف التصنيع.				✓	
36-	يسعى قسم التصميم إلى تقليل التعقيد في مكونات المنتوج لغرض سهولة فصل أجزائه ومكوناته وإعادة تصنيعه مرة أخرى.		✓			
37-	يتولى قسم التصميم تضمين الجوانب البيئية عند تصميم خصائص المنتوج طبقاً للمواصفة ISO 14062:2002.					✓
38-	يطبق قسم التصميم المواصفة ISO 14006:2011 الخاصة بالتصميم الأخضر للمنتوج (تضمين التغييرات البيئية في عملية تصميم وتطوير المنتوج).					✓
39-	يضع قسم التصميم خصائص متميزة للمنتوج تختلف عن منتوجات الشركات الأخرى لتلبية حاجات الزبون ورغباته.		✓			
40-	تتبع إدارة المعمل أسلوباً لتقييم استهلاك المواد والطاقة وانبعاثات المنتوج في كل عمليات التصنيع من أجل الحد من تأثيرات العملية أو المنتوج.					✓
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	3	3	1	3
	النتيجة	0	9	6	1	0
	الوسط الحسابي المرجح	1.6				
	النسبة المئوية	%40				
	حجم الفجوة	%60				

يبين الجدول (3-4) بأن المتطلب حصل على معدل (1.6) وبنسبة تطبيق (40%) مما يشير إلى وجود فجوة بنسبة (60%). وتبين قائمة الفحص بأن فقرات عدم استعمال المواد الخطرة والسامة في تصميم المنتوج وتقليل التعقيد في مكونات المنتوج ووضع خصائص مميزة للمنتوج حصلت على التطبيق الجزئي، كما تبين قائمة الفحص عدم تطبيق فقرات المواصفات البيئية الخاصة بتصميم المنتوجات الخضراء والمتمثلة بالمواصفة (ISO14062:2002) والمواصفة (ISO14006:2011)، فضلاً عن عدم تطبيق أسلوب لتقييم استهلاك المواد والطاقة وانبعاثات المنتوج في كل عمليات التصنيع، مما يؤشر على قلة مواكبة التطورات والتغييرات الحديثة في مجال التصاميم وذلك بتصميم منتوجات تستخدم مكونات أقل وأجزاء أخف وزناً أو تقلل من الطاقة المستهلكة في تصنيع المنتوج والتي تعتبر عامل مهم لتقليل الكلف التصنيعية.

5- الشراء الأخضر

يقصد به شراء المواد الأولية أو الأجزاء المشتراة والتي تكون صديقة للبيئة، فضلاً عن المعايير الأخرى للشراء كالجودة وسرعة تسليمها وبأقل الكلف ومن أفضل المجهزين، ويمثل الشراء الأخضر نقطة تحول مهمة لتكامل المتطلبات البيئية مع إجراءات الشراء من أجل شراء مواد لا تستهلك بسرعة (قابلة للتجديد) وذات أقل تأثير بيئي سواء أكانت في عمليات التصنيع أم الاستهلاك ومن خلال التعامل مع مجهزين يوفرون هذه المواد وتقييم قابلياتهم البيئية. ويبين الجدول (3-5) قائمة فحص متطلب الشراء الأخضر والتي تضمنت (8) فقرات.

جدول (3-5)
قائمة فحص الشراء الأخضر

ت	مضمون الشراء الأخضر	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
41-	يهتم قسم المشتريات بالتعامل مع مجهزين يقدمون مواد أولية صديقة للبيئة.				✓	
42-	يفاضل قسم المشتريات بين مجهزي المواد الأولية على اساس شروط التجهيز المناسبة كالجودة والكلف والتسليم والبيئة.		✓			
43-	يبحث قسم المشتريات عن بدائل للمواد الأولية المستخدمة حالياً واستبدالها بمواد أولية لا تستهلك بسرعة.				✓	
44-	يخطط قسم المشتريات لأختيار المواد الأولية التي تولد أقل قدر من التلوث مقارنة بالمواد الأخرى المتوفرة.			✓		
45-	يضع قسم المشتريات بنوداً عند التعاقد لشراء المواد تتضمن الآتي:-					✓
	أ- إمكانية إعادة استعمال المواد الأولية.					✓
	ب- إمكانية إعادة تصنيعها أو تدويرها كمواد أولية جديدة.					
	ج- ألاَّ تكون المواد خطرة أو سامة.	✓				
46-	يعتمد قسم المشتريات معايير محددة وموثقة لتقييم أداء المجهزين فيما يتعلق بالتزامهم للمتطلبات البيئية.					✓
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	1	1	1	2	3
	النتيجة	4	3	2	2	0
	الوسط الحسابي المرجح	1.37				
	النسبة المئوية	%34				
	حجم الفجوة	%66				

يبين الجدول (3-5) أن المتطلب حصل على معدل (1.37) وبنسبة مئوية للتطبيق (34%) وبفجوة مقدارها (66%) وتبين قائمة الفحص أن فقرة وضع قسم المشتريات بند يتعلق بشراء مواد أولية لا تكون خطرة أو سامة حصلت على التطبيق الكلي. كما تبين قائمة الفحص عدم تطبيق الفقرات المتعلقة بشراء مواد قابلة للاستعمال أو قابلة لإعادة التصنيع أو التدوير، فضلاً عن عدم تطبيق معايير بيئية لتقييم أداء المجهزين، مما يؤشر إلى الضعف في تطبيق أساليب فعالة للتعاقد مع مجهزين يقدمون مواد أولية صديقة للبيئة، فضلاً عن عدم الاطلاع والدراية بالمفاهيم الحديثة التي تخص عملية الشراء الخضراء.

6- تقنيات نظام التصنيع الأخضر

إن بناء تقنيات تصنيع خضراء يتطلب ادراك إدارة المعمل لأهمية تحقيق الكفاءة في استخدام المواد الأولية والطاقة واستخدام تقنيات حديثة لتقليص الأنبعاثات الغازية والمخلفات في العمليات الصناعية إلى أقل ما يمكن. والجدول (3-6) يبين قائمة فحص تقنيات نظام التصنيع الأخضر والتي تضمنت(9) فقرات.

جدول (3-6)
قائمة فحص تقنيات نظام التصنيع الأخضر

ت	مضمون تقنيات نظام التصنيع الأخضر	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
47-	تنفذ إدارة المعمل تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال الاستثمار بمصادر وتقنيات الطاقة النظيفة (مصادر الطاقة صديقة للبيئة).					✓
48-	تعتمد إدارة المعمل الكفاءة في استعمال المواد الأولية أساساً للترشيد فيها.		✓			
49-	تنفذ إدارة المعمل تعديل العملية لغرض تحسين أنشطة إعادة الاستعمال وإعادة التدوير.				✓	
50-	تغير إدارة المعمل العملية التصنيعية لتوفير الطاقة المستهلكة وكمية المواد الأولية اللازمة لوحدة المنتوج والتي تعمل بدورها على خفض الكلف.				✓	
51-	تستخدم إدارة المعمل الأساليب والتكنولوجيات الحديثة (مكائن، معدات، وأساليب عمل) لتحسين كفاءة العمليات التصنيعية.			✓		
52-	تحدد إدارة المعمل أساليب لمراقبة العملية التصنيعية للتقليل من كمية المواد الأولية والطاقة المستهلكة والانبعاثات والنفايات المتولدة من العمليات التصنيعية.			✓		

-53	تخطط إدارة المعمل لعملية تحسين استهلاك الموارد وتجنب المخلفات ضمن العمليات التصنيعية.		✓			
-54	لدى إدارة المعمل تقنيات لحساب وتقليص مقدار الانبعاثات الغازية في الهواء بقصد السيطرة عليها وتحسين كفاءة العملية.					✓
-55	تحدد إدارة المعمل إجراءات لصيانة المكائن والمعدات بشكل دوري بهدف تحسين أدائها وزيادة كفاءتها في استهلاك الموارد.			✓		
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	2	3	2	2
	النتيجة	0	6	6	2	0
	الوسط الحسابي المرجح(المعدل)	1.55				
	النسبة المئوية للتطبيق	%39				
	حجم الفجوة	%61				

يبين الجدول (3-6) أن نتيجة الوسط الحسابي هي (1.55) درجة وبنسبة تطبيق (39%) وبفجوة مقدارها(61%) مما يؤشر على الضعف بتطبيق فقرات المتطلب في عملياته، فقد حصلت فقرات الكفاءة في استعمال المواد وتحسين استهلاك الموارد نتيجة اهتمام الإدارة بأساليب عمل لتحقيق الكفاءة في استخدام المواد الأولية خلال عمليات التصنيع على التطبيق الجزئي. كما توضح قائمة الفحص عدم تطبيق فقرتي تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال الاستثمار بمصادر الطاقة النظيفة وحساب وتقليص مقدار انبعاثات الغازات، مما يؤشر إلى أنه هناك ضعف في إجراء التغييرات لتطوير العملية التصنيعية عبر حذف أو استبدال بعض العمليات لغرض تحسين كفاءة العملية.

7- اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية

إن إدخال التحسينات المستمرة في العمليات التصنيعية يعمل على تقليص أو إزالة كل أنواع الهدر في المواد الأولية والطاقة والمياه والانبعاثات الغازية في العملية وضمان تحقيق أعلى مستوى من جودة المنتوج لتلبية متطلبات الزبون. ويبين الجدول (3-7) قائمة فحص متطلب اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية التي تضمنت (7) فقرات .

جدول (3-7)

قائمة فحص اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية

ت	مضمون اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
-56	تنفذ إدارة المعمل تقنية الحيود السداسي الخضراء Green Six Sigma (السعي لتخفيض الانحرافات في عملية الإنتاج إلى أدنى حد ممكن للوصول إلى درجة الكمال) لتحسين عملياته ولغرض التقليل من الطاقة والمياه والنفايات وانبعاثات الغازات.					✓
-57	تعتمد إدارة المعمل أساليب لكشف عيوب منتوجاته قبل أن تصبح منتوجات تامة الصنع.	✓				
-58	تطور إدارة المعمل قدرات العاملين ومهاراتهم في مجال فحص جودة المنتوج عند المصدر وعدم تمرير الوحدات المعيبة إلى العملية اللاحقة.		✓			
-59	تمنح إدارة المعمل العاملين صلاحية إيقاف الماكنة أو الخط الإنتاجي وإصلاح أي مشكلة في حالة حدوث انحرافات في العمليات التصنيعية.		✓			
-60	تضع إدارة المعمل إشارات تنبيه أو لوحات تحكم لغرض السيطرة ومراقبة عمل الماكنة أو الخط الإنتاجي.					✓
-61	تحدد إدارة المعمل إجراءات للكشف عن الأخطاء وتصحيحها عند المصدر لغرض القضاء على جميع العيوب قبل حدوثها.			✓		
-62	تشكل إدارة المعمل فرق عمل للتحسين المستمر من أجل تلافي الأخطاء وإدخال التحسينات.				✓	
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	1	2	1	1	2
	النتيجة	4	6	2	1	0
	الوسط الحسابي المرجح	1.85				
	النسبة المئوية	%46				
	حجم الفجوة	%54				

يبين الجدول (3-7) أن الوسط الحسابي المرجح بلغ (1.85) وبنسبة تطبيق بلغت (46%) وبفجوة مقدارها (54%) إذ توضح قائمة الفحص أن فقرة اعتماد أساليب لكشف عيوب المنتوج حصلت على التطبيق الكلي. كما توضح قائمة الفحص أن فقرتي تطور قدرات العاملين في مجال فحص الجودة وكذلك تمكينهم الصلاحية في أيقاف الماكنة أو الخط في حالة حدوث انحرافات في العملية حصلت على التطبيق الجزئي. كما تبين قائمة الفحص إلى عدم تطبيق فقرة تقنية الحيود السداسي الخضراء وفقرة وضع إشارات للتنبيه لمراقبة عمل الماكنة مما يؤشر إلى عدم مواكبة التطورات التقنية الخاصة بمراقبة العملية وتحسينها، وكذلك عدم مواكبة التطورات المتعلقة بالجودة.

8- التغليف الأخضر

يُعَّد التغليف الأخضر أحد الأنشطة المهمة الذي يحافظ على المنتوج ويميزه من منتوجات الشركات الأخرى وباستخدام مكونات خفيفة الوزن وطاقة أقل ومواد صديقة للبيئة، فضلاً عن أن الغلاف الأخضر لا يسبب التلوث على المنتوج والبيئة. ويبين الجدول(3-8) قائمة فحص متطلب التغليف الأخضر والذي تضمنت (7) فقرات .

جدول (3-8)
قائمة فحص التغليف الأخضر

ت	مضمون التغليف الأخضر	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
63-	يمتاز الغلاف بأنه مصنع من مواد أولية صديقة للبيئة.					✓
64-	يمتاز الغلاف بتصاميم حديثة تواكب التطورات الحاصلة في مجال التعبئة والتغليف.					✓
65-	توفر متانة الغلاف إمكانية إعادة استعماله مرة أخرى.					✓
66-	يتميز تصميم الغلاف بإمكانية إعادة تدويره لتغليف منتوجات جديدة.					✓
67-	يتضمن الغلاف السهولة في استخدامه ونقله.					✓
68-	يتضمن الغلاف الأخضر معلومات تؤدي إلى بناء مواقف ايجابية لدى الزبون عن المنتوج الأخضر.					✓
69-	يتناسب تصميم الغلاف مع طبيعة المنتوج بحيث لا يسبب ضرر على المنتوج.					✓
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	0	0	0	0	7
	النتيجة	0	0	0	0	0
	الوسط الحسابي المرجح	0				
	النسبة المئوية	%0				
	حجم الفجوة	%100				

يبين الجـدول (3-8) بأن المتطلب حصل على معدل (0) ضمن الأوزان المستخدمة في المقياس الخماسي أي عدم تطبيق كل فقرات متطلب التغليف الأخضر وحسب المقياس فأن نسبة تطبيق تصل إلى (0%) مما يشير إلى وجودة فجوة مقدارها (100%). تشير قائمة الفحص إلى ضعف الوعي لدى الإدارة باستخدام أغلفة مصنعة من مواد أولية صديقة للبيئة والتي تمكن من استثمار الأغلفة بإعادة استعمالها أو بتدويرها لتغليف منتوجات أخرى. كما لا توجد معلومات للجهات المستفيدة عن مميزات المنتوج وعن التزامها بالمتطلبات البيئية كجزء من الاهتمام بحماية الموارد.

9- المسؤولية الاجتماعية والبيئية

تمثل المسؤولية الاجتماعية والبيئية جزءاً أساسياً من التزام المعمل بتصنيع منتوج من دون أن تؤثر عملياته وأنشطته على العاملين والمجتمع من حيث قضايا السلامة المهنية والصحية للعاملين وتحقيق جودة حياة العمل لهم، فضلاً عن حماية البيئة من ملوثات ومخلفات التصنيع. ويبين الجدول (3-9) قائمة فحص متطلب المسؤولية الاجتماعية والبيئية والتي تضمنت (7) فقرات.

جدول (3-9)
قائمة فحص المسؤولية الاجتماعية والبيئية

ت	مضمون المسؤولية الاجتماعية والبيئية	مطبق كلياً	مطبق جزئياً	مطبق نوعاً ما	مطبق بشكل ضعيف	غير مطبق
-70	تعالج إدارة المعمل النفايات والملوثات وبجميع حالاتها الصلبة والسائلة والغازية من اجل عدم الحاق الضرر بالبيئة الطبيعية (الجو، الأرض، الأنهر) بعد طرحها كعوادم أو مخلفات.			✓		
-71	ترتب إدارة المعمل المكائن والمعدات بحيث تضمن سلامة العاملين وسهولة حركتهم ونظافة المعمل.		✓			
-72	تهتم إدارة المعمل بتجهيز المعمل بمعدات لترشيح وتنقية جو المعمل من النفايات والملوثات المنتشرة في الهواء.				✓	
-73	تنفذ إدارة المعمل القياسات الدورية لمعرفة مستويات تأثير الملوثات في جو المعمل.				✓	
-74	تزود إدارة المعمل العاملين بمعدات الوقاية الشخصية وذلك لتجنب تعرضهم لمخاطر الملوثات والنفايات الناتجة من العمليات التصنيعية.			✓		
-75	تهتم إدارة المعمل بمتابعة إجراء الفحص الطبي الدوري للعاملين للتأكد من سلامة صحتهم .	✓				
-76	تنظر إدارة المعمل بالشكاوى المقدمة من قبل سكان المنطقة المجاورة بخصوص التلوث الذي تحدثه نفايات المعمل.			✓		
	الأوزان	4	3	2	1	0
	التكرارات	1	1	3	2	0
	النتيجة	4	3	6	2	0
	الوسط الحسابي المرجح (المعدل)	2.14				
	النسبة المئوية للتطبيق	%54				
	حجم الفجوة	%46				

يبين الجدول (3-9) أن نتيجة الوسط الحسابي بلغت (2.14) درجة أي التطبيق نوعاً ما وبنسبة بلغت (54%) وبحجم فجوة بلغ (46%) وتعتبر مؤشراً ايجابياً لتطبيق بعض فقرات المتطلب والذي يتطلب من الإدارة وضع إجراءات كفيلة لغرض تجاوز الفجوة مستقبلاً، حيث حصل المتطلب على التطبيق كلياً لفقرة إجراء فحوصات طبية دورية للعاملين حيث تقوم الإدارة بشكل دوري بمتابعة جوانب صحة العاملين من خلال أرسالهم إلى المراكز الصحية والمستشفيات الحكومية لأجراء الفحوصات الطبية، الا إن هناك ضعف بوضع أجهزة لتنقية اجواء المعمل من الملوثات، وضعف بتطبيق إجراءات لتنفيذ قياسات بشكل دوري لمستوى الملوثات من العملية وغياب الأساليب الفعالة لمعالجة الملوثات الغازية في كافة الاقسام التصنيعية.

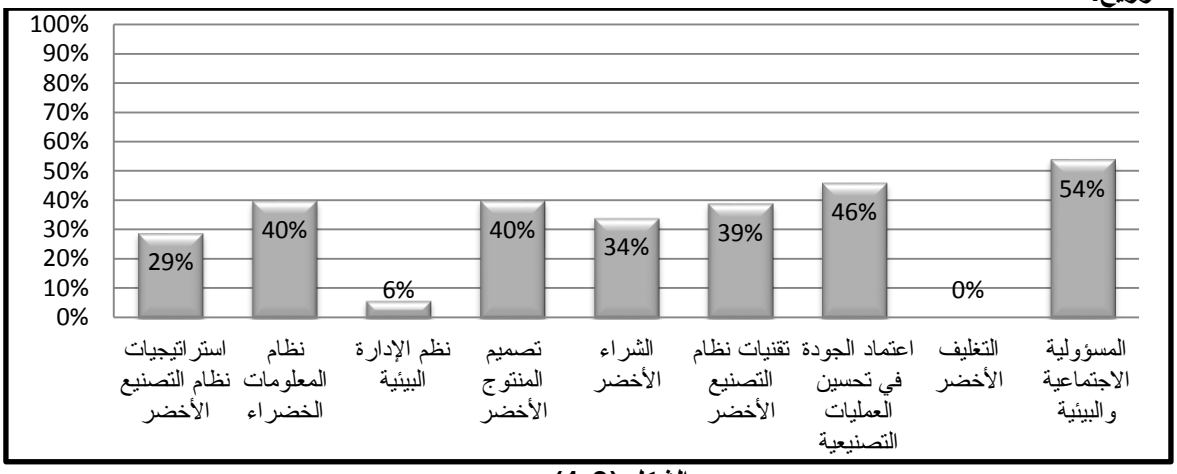
والجدول (3-10) يستعرض نتائج تشخيص الفجوة بين واقع التصنيع الفعلي ومتطلبات تطبيق نظام التصنيع الأخضر المقترحة في معمل محولات التوزيع .

جدول (3-10)
خلاصة تقييم متطلبات نظام التصنيع الأخضر في معمل محولات التوزيع

ت	اسم المتطلب	الوسط الحسابي المرجح (المعدل)	النسبة المئوية للتطبيق	حجم الفجوة
-1	استراتيجيات نظام التصنيع الأخضر	1.15	%29	%71
-2	نظام المعلومات الخضراء	1.6	%40	%60
-3	نظم الإدارة البيئية	0.25	%6	%94
-4	تصميم المنتوج الأخضر	1.6	%40	%60
-5	الشراء الأخضر	1.37	%34	%66
-6	تقنيات نظام التصنيع الأخضر	1.55	%39	%61
-7	اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية	1.85	%46	%54
-8	التغليف الأخضر	0	%0	%100
-9	المسؤولية الاجتماعية والبيئية	2.14	%54	%46
	النسبة المئوية الكلية لمعدل الالتزام بمتطلبات نظام التصنيع الأخضر	1.28	%32	%68

المصدر: إعداد الباحثين.

ويتضح من الجدول أعلاه تباين نسبة التطبيق وحجم الفجوة في تطبيق متطلبات نظام التصنيع الأخضر والذي يتطلب من المعمل اتخاذ قرارات واسعة لتقليلها حيث أن نسبة التطبيق الكلية لمتطلبات نظام التصنيع الأخضر بلغت(32%) وحجم الفجوة هي (68%) بسبب التطبيق الضعيف لمتطلبات نظام التصنيع الأخضر. ويوضح الشكل (3-1) المخطط البياني لنسبة تطبيق متطلبات نظام التصنيع الأخضر في معمل محولات التوزيع.



الشكل (3-1)
المخطط البياني لنسبة تطبيق متطلبات نظام التصنيع الأخضر المقترحة في معمل محولات التوزيع
المصدر: إعداد الباحثين .

المبحث الرابع
الاستنتاجات والتوصيات

أولاً : الاستنتاجات

1. **هناك قصور وعدم المعرفة إزاء تطبيق متطلبات نظام التصنيع الاخضر ويعود السبب إلى حداثة المفهوم بالنسبة لإدارتي الشركة والمعمل المبحوث.**
2. **توصل البحث إلى عدم تطبيق استراتيجيات نظام التصنيع الأخضر نتيجة قلة ادراك الإدارة لأهمية هذه الاستراتيجيات وعدم المعرفة بتطوير أنشطة تهتم بأسترجاع منتوجاتها المتقادمة وتحقيق الاستغلال الأمثل لمخلفات المواد الأولية من العمليات التصنيعية .**
3. **عدم تطبيق نظام المعلومات الخضراء وكذلك ضعف استخدام تكنولوجيا المعلومات نتيجة ضعف اهتمام الإدارة بالبيانات والمعلومات المتعلقة بتدفق المواد الأولية خلال العمليات التصنيعية، قياس ومراقبة المواد والمياه والطاقة المستهلكة، قياس ومراقبة مقدار انبعاثات الكاربون من العمليات التصنيعية، فضلاً عن عدم توفير معلومات عن المواد والأجزاء التي يمكن إعادة استعمالها أو تصنيعها أو تدويرها.**
4. **بين البحث عدم تطبيق معمل محولات التوزيع لنظام الإدارة البيئية (ISO 14001:2004) وضعف الاهتمام بالأنشطة والأساليب البيئية التي تساعد على تبني نظام للإدارة البيئية، فضلاً عن عدم توفر مواصفات خاصة تهتم بوضع ملصقات للبيئة على المنتوج أو لتقييم انبعاثات الغازات من المنتوج.**
5. **هناك ضعفاً في مواكبة تنفيذ التغييرات بتصميم المنتوج بالشكل الذي ينسجم مع التوجهات الحديثة من تصميم منتوجات خضراء بأقل الأجزاء والمكونات وتقليل الهدر في المواد الأولية والطاقة، فضلاً عن عدم وجود تطبيق لمواصفات بيئية خاصة بتصميم المنتوجات الخضراء وتقييم أثارها خلال تقييم دورة حياة المنتوج.**
6. **عدم تطبيق نشاط الشراء الأخضر بسبب قلة الاهتمام بشراء مواد صديقة للبيئة، كما أن هناك قصور واضح في التعامل مع مجهزين يوفرون مواد صديقة للبيئة، فضلاً عن عدم توافر إجراءات لتقييم المجهزين وفق معايير بيئية.**
7. **قلة اهتمام الإدارة بمتطلب تقنيات نظام التصنيع الأخضر بسبب محدودية أدراك أهمية إعادة تصميم وتطوير عملياتها، فضلاً عن تقادم المعدات وزيادة استهلاكها للمواد والطاقة وطرحها للمخلفات والانبعاثات الغازية.**
8. **بين البحث عدم تطبيق جوانب تحسين العملية أهمها عدم تبني تقنية الحيود السداسي الخضراء وعدم استخدام تقنيات المتابعة المرئية في مواقع العمل.**

9. عدم تغليف محولات التوزيع وذلك لعدم وجود نشاط التغليف، كما إدارة الشركة لا تتعاقد مع جهة لتزويدها بغلاف يتناسب مع طبيعة منتوج محولات التوزيع.
10. بالرغم من وجود نقاط ايجابية في تطبيق متطلب المسؤولية الاجتماعية والبيئية الأ أنه مازال هناك ضعف في توافر بعض الأنشطة المرتبطة بهذا المتطلب كعدم توفر أي أنظمة حديثة لتقليص الملوثات وقياس تأثيراتها في جو المعمل وقلة الاهتمام بمتابعة جانب تزويد المعدات الشخصية للعاملين للمحافظة على صحتهم ولحمايتهم من تأثيرات العمليات التصنيعية.

ثانياً: التوصيات

1. يوصي البحث بوضع خطة لتطبيق متطلبات نظام التصنيع الأخضر في المعمل المبحوث عبر توفير كل المستلزمات التصنيعية اللازمة من أنظمة ومعدات ومكائن وغيرها لتقييم ممارسات التصنيع والعمل على معالجة المشاكل التي تواجه التطبيق من خلال الاستفادة من الشركات الصناعية العالمية لغرض تحقيق المنافع المرجوة من تطبيق نظام التصنيع الأخضر.
2. ضرورة زيادة الاهتمام باستحداث آلية لأسترجاع المنتوجات المتقادمة من الجهات المستفيدة لغرض تطبيق استراتيجيات نظام التصنيع الأخضر بشكل كلي وتحقيق أكبر استفادة من المواد الأولية ومن الطاقة المستهلكة في عملية تصنيع المنتوج.
3. زيادة الاهتمام بتصميم نظام معلومات خضراء وتوفير أنظمة وبرمجيات حديثة تتيح توفير جميع البيانات والمعلومات المتعلقة بتطبيق نظام التصنيع الأخضر.
4. ضرورة الاهتمام بتبني المواصفات البيئية كنظام الإدارة البيئية (ISO14001:2004) والمواصفات البيئية التي تهتم بوضع ملصقات للبيئة على المنتوج أو لتقييم انبعاثات الغازات من المنتوج من خلال زيادة اهتمام قسم البيئة ببناء قاعدة بيانات أو أعداد قوائم لتشخيص المظاهر البيئية الأساسية لأنشطة ومنتوجات المعمل.
5. ضرورة الاهتمام بتصميم المنتوج الأخضر من خلال التركيز على استخدام مكونات وأجزاء أقل ضرراً في البيئة، استخدام مواد معادة، واستخدام مواصفات بيئية خاصة بتصميم المنتوج.
6. إعداد دراسات لتقييم واختيار أفضل المجهزين الذين يلتزمون بالمتطلبات البيئية من أجل شراء مواد صديقة للبيئة.
7. وضع الخطط للتوسع في إدخال التقانات الحديثة بالعمليات التصنيعية وتحديث خطوط الإنتاج باعتماد تكنولوجيا مؤتمتة تخفض من استهلاك الطاقة وتزيد من كفاءتها في استهلاك المواد الأولية والسعي بشكل مستمر لتبني اساليب وطرائق عمل جديدة في كافة عملياتها وأنشطتها التصنيعية.
8. زيادة اعطاء الصلاحيات للعاملين وتشجيعهم على تقليل الانحرافات في العمليات التصنيعية وضرورة سعي إدارة المعمل المبحوث إلى تطبيق تقنية الحيود السداسي الخضراء لتقلل الانحرافات في عملياتها عبر توفير اجهزة لمراقبة كمية الهدر من المواد والمياه والطاقة ونسبة الكاربون في العمليات، فضلاً عن الاهتمام بتدريب العاملين على كيفية تنفيذ التقنيات الحديثة المتعلقة بالجودة.
9. يقترح البحث ضرورة القيام بتطبيق نشاط التغليف الأخضر لمحولات التوزيع سواء داخل الشركة أو التعاقد مع جهة متخصصة مع الأخذ بنظر الأعتبار اختيار تصميم الغلاف المميز والذي يتم تصنيعه بأقل استهلاك للمواد والطاقة وتنويع أشكاله وألوانه ووضع علامات بيئية على غلاف المنتوج مع مراعاة استخدام غلاف مصنع من مواد صديقة للبيئة بما يحق لها التميز مع المنافسين.
10. ضرورة توفير أجهزة لمراقبة وقياس مقدار انبعاثات الغازات من العمليات التصنيعية واستخدام معدات حديثة لسحب الغازات وتنقية أجواء المعمل من الملوثات والمخلفات، فضلاً عن استحداث وحدات متطورة لمعالجة كافة المخلفات الصناعية (الصلبة والسائلة والغازية) لتقليل تأثيراتها في المجتمع والبيئة.

المصادر

أولاً: المصادر العربية

1- الكتب:-

1. البرواري، نزار عبد المجيد وباشيوة، لحسن عبد الله، (2011)، "إدارة الجودة مدخل للتميز والريادة – مفاهيم وأساسيات وتطبيقات"، الطبعة الأولى، دار الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
2. الطائي، يوسف حجيم والعجيلي، محمد عاصي والحكيم، ليث علي، (2009) ، " نظم إدارة الجودة في المنظمات الإنتاجية والخدمية"، الطبعة العربية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
3. الطائي، رعد عبد الله وقدادة، عيسى،(2008)،"إدارة الجودة الشاملة"، الطبعة العربية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
4. العزاوي، نجم والنقار، عبد الله، (2010) ، " إدارة البيئة- نظم ومتطلبات وتطبيقات ISO14000" ، الطبعة الثانية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن.
5. جودة، محفوظ احمد، (2012)، " إدارة الجودة الشاملة – مفاهيم وتطبيقات"، الطبعة السادسة، دار وائل للنشر، عمان، الأردن.
6. زيدان، سلمان، (2010) ، " إدارة الجودة الشاملة – الفلسفة ومداخل العمل " ، الطبعة الثانية، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن
7. عيشاوي، احمد بن، (2013) ، " إدارة الجودة الشاملة " ، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن.
8. كافي، مصطفى يوسف، (2014)، " فلسفة التسويق الأخضر"، الطبعة الأولى، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
9. محسن، عبد الكريم والنجار، صباح مجيد، (2012)، " إدارة الإنتاج والعمليات "، الطبعة الرابعة، الذاكرة للنشر والتوزيع، بغداد، العراق.
10. نجم، عبود نجم، (2012)، " المسؤولية البيئية في منظمات الإعمال الحديثة " ، الطبعة الأولى، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

2- الرسائل والاطاريح الجامعية:-

1. ابراهيم، ابراهيم خليل ، (2011) ، " تطوير نموذج المسؤولية الاجتماعية في ضوء قياسات القوة والأخلاقيات في الكليات الأهلية "، أطروحة دكتوراه غير منشورة في علوم إدارة الأعمال، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
2. الجبوري، محمد إبراهيم محمد حسين، (2012)، " دور تقانات الإنتاج الأنظف في دعم استراتيجية التميز- دراسة ميدانية في الشركة العربية لكيمياويات المنظفات في محافظة صلاح الدين "، رسالة ماجستير غير منشورة في الإدارة الصناعية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.
3. النعمة، عادل ذاكر نعمة الله، (2007) ، " أثر نظام المعلومات الاستراتيجية في متطلبات التصنيع الأخضر – دراسة لمنظمات مختارة في الموصل"، أطروحة دكتوراه غير منشورة في إدارة الأعمال، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.
4. بوتي، فرست علي شعبان ابراهيم، (2011) ، " تقييم إدارة سلسلة التجهيز الخضراء وفق بطاقة الأداء المتوازنة- دراسة استطلاعية لآراء عينة في مجموعة من المنظمات الصناعية الغذائية في محافظة دهوك"، رسالة ماجستير غير منشورة في الإدارة الصناعية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.
5. درويش، رعد الياس، (2003) ، "إمكانية اقامة متطلبات نظم الإدارة البيئية (ISO 14001) دراسة استطلاعية لآراء المدراء في عينة من المنظمات الصناعية في محافظتي نينوى وصلاح الدين" ، رسالة ماجستير غير منشورة في الإدارة الصناعية ، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.
6. رؤوف، رعد عدنان، (2005) ، " علاقة وأثر مضامين التسويق الأخضر وعوامل تحديد موقع المشروع – دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية/ نينوى" ، أطروحة دكتوراه غير منشورة في إدارة الأعمال، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة الموصل.

3- البحوث والدراسات:-

1. اسماعيل، عمر علي ،(2014) ،" إدارة الجودة البيئية الشاملة وأثرها في ممارسات تكنولوجيا الإنتاج الأنظف- دراسة استطلاعية لآراء عينة من العاملين في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى" ، مجلة تنمية الرافدين، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، المجلد (36)، العدد (115) ص :280-293.
2. امين، هنار ابراهيم ،(2014) ،" دور الذكاء الاستراتيجي في عمليات التصنيع الأخضر- دراسة استطلاعية لآراء المديرين في عينة من مصانع المياه المعدنية في محافظة دهوك " ، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، المجلد (20)، العدد (76) ، ص :181-201.
3. البطاط، احمد كاظم والشمري، حسن مرزوق،(2004)، " تقنيات الإنتاج الأنظف وأهميتها في الاستغلال الأمثل للموارد الاقتصادية في الوحدات الصناعية "، المجلة العراقية للعلوم الإدارية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة كربلاء، المجلد(2)، العدد(5)، ص :75-93.

4. التمي، خالد غازي عبود والزيدي، مثنى فالح بدر، (2012) ،" تفعيل دور إدارة الكلفة الاستراتيجية في دعم تقنية الإنتاج الأنظف"، مجلة الإدارة والاقتصاد، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية، العدد(93)، ص :212-227.
5. الجرجري، احمد سليمان محمد ، (2012) ، "تحسين الأداء البيئي للمنظمة الصناعية في إطار تطبيق استراتيجيات التصنيع البيئي (استراتيجيات التصنيع الأخضر أنموذجاً) – دراسة تحليلية لآراء عينة من المديرين في الشركة العامة للألبسة الجاهزة في نينوى" ، مجلة تنمية الرافدين، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة الموصل، المجلد الخامس، العدد (9)، ص :214-248.
6. العزاوي، محمد عبد الوهاب والسبعاوي، اسراء وعد الله،(2013) ،" دور استراتيجيات التصنيع الأخضر في تعزيز التنمية المستدامة - دراسة استطلاعية لآراء عينة من المدراء في الشركة العامة لصناعة الادوية والمستلزمات الطبية في نينوى"، مركز الدراسات المستقبلية / مجلة بحوث مستقبلية، كلية الحدباء الجامعة، العدد (44)، ص :81-108.
7. النعيمي، أحمد هاني محمد،(2011) ،" إمكانية اقامة النشر الأخضر لوظيفة الجودة- دراسة استطلاعية في الشركة العامة للسمنت الشمالية / معمل حمام العليل "، مجلة بحوث مستقبلية، كلية الحدباء الجامعة، العدد (35)، ص :109-130.
8. حنظل، قاسم احمد،(2013) ،" أثر أبعاد عمليات الإنتاج الأنظف في تعزيز الموقع التنافسي للشركة – دراسة تحليلية في الشركة العربية لكيمياويات المنظفات في محافظة صلاح الدين " ، مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة تكريت المجلد (9)، العدد(29)، ص :82-100.
9. سعيد، أصفاد مرتضى،(2013) ،" مستويات تطبيق أنشطة نظام الإنتاج الرشيق في المنظمات– دراسة حالة في شركة الزوراء العامة " ، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، العدد(27)، ص ص :177-203.
10. موسى، كسرا عنتر عبد الله وجميل، شيماء محمد نجيب،(2012) ،" أثر توجهات المنتج الأخضر على البيئة الاقتصادية في ظل العولمة في بلدان نامية مختارة للفترة من (1995-2010) "، مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة تكريت، المجلد (8)، العدد (25)، ص :49-62.

ثانياً: المصادر الأجنبية

1- الكتب:-

1. Agustiady, Tina& Badiru, Adedeji B.,(2013)," Sustainability Utilizing Lean Six Sigma Techniques", CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC. Boca Raton, U.S.A.
2. Basu, Ron,(2011)," Fit Sigma Lean Approach to Building Sustainable Quality Beyond Six Sigma", 1th edition., John Wiley & Sons Ltd. United Kingdom.
3. Brocke, Jan Vom & Seidel, Stefan & Recker, Jan.,(2012),"Green Business Process Management Towards the Sustainable Enterprise", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
4. Bevilacqua, Maurizio& Ciarapica, Filippo Emanuele& Giacchetta, Giancarlo.,(2012),"Design for Environment as a Tool for the Development of a Sustainable Supply Chain", Springer-Verlag, London.
5. Christ, Georg Muller.,(2011)," Sustainable Management Coping with the Dilemmas of Resource-Oriented Management", Springer-Verlag Berlin ,Heidelberg, Germany.
6. Chakravarty, Amiya.,(2014)," Supply Chain Transformation Evolving with Emerging Business Paradigms", Springer-Verlag Berlin ,Heidelberg, New York, U.S.A.
7. 7-Chiarini, Andrea., (2015), "Sustainable Operations Management -Advances in Strategy and Methodology", Springer International Publishing, Switzerland.
8. Dahlstrom,Robert,(2011),"Green Marketing Management", Cengage Learning, South-Western, U.S.A.
9. Dornfeld,David.,(2013),"Green Manufacturing Fundamentals and Applications", Springer Science Business Media, New York. ,U.S.A.
10. Elhagger,Saleh.,(2007),"Sustainable Industrial Design and Waste Management,Cradle-to-Cradle for Sustainable Development", Elsevier, U.S.A.
11. Fiksel, Joseph.,(2009),"Design for Environment Guide to Sustainable Product Development ", 2rd edition., Mc Graw – Hill, Inc, New York U.S.A.
12. Ferguson, Mark E.& Souza, Gilvan C.,(2010), "Closed-Loop Supply Chains-New Developments to Improve the Sus tainability of Business Practices" , CRC Press Taylor & Francis Group, LLC. Boca Raton, U.S.A.
13. Groover, Mikell P.,(2010), " Fundamentals of Modern Manufacturing : Materials , Processes , and Systems " , 4th edition, John Wiley of Sons, Inc New York , U.S.A.
14. Golinska Paulina, (2013), "Eco Production and Logistics- Emerging Trends and Business Practices", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg Germany.
15. Golinska, Paulina&Kawa, Arkadiusz , (2015)"Technology Management for Sustainable Production and Logistics",Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany.

16. Gupta Surendra M & Lambert, Fred.,(2008),"Environment Conscious Manufacturing", CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton, U.S.A.
17. Henriques, Elsa& Pecas, Paulo&Silva, Arlindo,(2014),"Technology and Manufacturing Process Selection The Product Life Cycle Perspective" Springer-Verlag, London.
18. Idowu, Samuel O& Louche, Celine.,(2011),"Theory and Practice of Corporate Social Responsibility", Springer-Verlag ,London.
19. Kauffman, Joanne &Lee, Kun-Mo.,(2013),"Handbook of Sustainable Engineering", Springer Science Business Media, Dordrecht.
20. Krajewski, Lee J & Ritzman, Larry P., & Malhotra Manoj K.,(2013) , "Operations Management Processes and Supply Chains",10th edition., Pearson prentice – Hall , New Jersey.
21. Madu, Christian.,(2001),"Handbook of Environmentally Conscious Manufacturing", Springer Science Business Media, New York, U.S.A.
22. Murugesan, San&Gangadharan, G.R.,(2012),"Harnessing Green IT Principles And Practices",1th edition, John Wiley and Sons Ltd, United Kingdom.
23. Muthu, Subramanian Senthilkannan.,(2014),"Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors" ,Springer Science Business Media ,Singapore.
24. Okpara, John&Idowu, Samuel.,(2013),"Corporate Social Responsibility- Challenges, Opportunities and Strategies for 21st Century Leaders", Springer-Verlag, London.
25. Orr, Linda& Orr, Dave J.,(2014),"Eliminating Waste in Business: Run Lean, Boost Profitability", Springer Science Business Media, New York, U.S.A.
26. Reid, R. Dan& Sanders, Nada R.,(2013)," Operations Management An Integrated Approach",5th edition. John Wiley & Sons, Inc, U.S.A.
27. Rebellon, Luis Fernando Marmolejo,(2012), " Waste Management an Integrated Vision " , 1th edition, InTech, U.S.A.
28. Stevenson, William J. (2009), "Operations Management ", 10th edition, McGraw-Hill Companies, New York, U.S.A.
29. Swink, Morgan & Melnyk, Steven A& Cooper, M. Bixby& Hartley , Janet L.,(2011) , "Managing Operations, Across the Supply Chain ", 1rd edition, The McGraw-Hill Companies, Inc, New York, U.S.A.
30. Salomone, Roberta&Clasadonte, Maria Teresa&Proto, Maria&Raggi, Andrea.,(2013),"Product Oriented Environmental Management Systems-Improving Sustainability and Competitiveness in the Agri Food Chain with Innovative Environmental Management Tools", Springer Science Business Media, Dordrecht.
31. Swink, Morgan& Melnyk, Steven A.& Cooper, M. Bixby& Hartley , Janet L ,.(2014) ," Managing Operations, Across the Supply Chain " , 2rd edition., The McGraw-Hill Companies, Inc, New York.
32. Unhelkar, Bhuvan. ,(2011), "Green IT Strategies and Applications- Using Environmental Intelligence", CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, U.S.A.
33. Windsor, Sam.,(2011),"An Introduction to Green Process Management", American Society for Quality, U.S.A.
34. Wisner, Joel D.& Tan, Keah Choon& Leong, G. Keong.,(2012), "Principles of Supply Chain Management A Balanced Approach", 3th edition, Cengage Learning, South-Western, U.S.A.
35. Wallace, Patricia, (2015), "Introduction to Information Systems", 2th edition, Pearson Education, Inc, New Jersey. U.S.A.

2 ـ الرسائل والأطاريح الجامعية :-

1. Bergmiller, Gary,(2006),"Lean Manufacturers Transcendence to Green Manufacturing: Correlating the Diffusion of Lean", A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Industrial and Management Systems Engineering, College of Engineering, University of South Florida.
2. Huiyu, Chen &Wei, Wang.,(2010)," Green supply Chain Management For a Chinese Auto Manufacturer", Master's Thesis in Industrial Engineering and Management , University of Gavle, Sweden.
3. Jinglu, Wang.,(2009),"An Investigation into Practices Implications of Green Supply Chain Management in the UK Retail Sector",A Thesis Presented in Part-Fulfillment of the Degree of Master of Science, the University of East Anglia, Norwich.

4. 4-Kali, Rahul Raj& Syed, Wajahat Ali.,(2012) ," Environmental KPIs for Management and Improvements in Manufacturing- Increasing the Employee Sustainability Commitment for Lean and Green production at ABB ", Master Thesis Program Product and Process Development Production and Logistics, Malardalen University ,Sweden.
5. Nunes, Breno Torres, (2011) ,"Greening Operations: An Investigation of Environmental Decision Making", Thesis to Obtain the Doctor of Philosophy, Aston University, UK.
6. Wang, Haiyan&Sezen, Mesut Bora, (2011), " Lean and Green Production Devlopment- Examples of Industrial Practices in china and Turkey" Master A Thesis Program Product and Process Development – Production and Logistics, Malardalen University ,Sweden.
7. Xiao, Xiao,(2006),"Green Supply Chain Management in the UK and China Construction industry", Thesis Presented in Past-fulfillment of the Degree of Master of Science, the University of East Anglia, Norwich.
8. Zhang, Min.,(2014)," Using Six Sigma to Achieve Sustainable Manufacturing- A Case Study in Aviation Company", Thesis Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Applied Science Quality Systems Engineering, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

3 ـ البحوث والدراسات:-

1. Alhola, Katriina .,(2008)," Promoting environmentally sound furniture by green public procurement", Elisever,B.V, Ecological Economics,pp:427-485.
2. 2-Angeles,Rebecca.,(2013),"Using the Technology Organization-Environment Framework and Zuboff's Concepts for Understanding Environmental Sustainability and RFID:Two Case Studies", International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering, World Academy of Science, Engineering and Technology Vol:7 No:11. PP:1607- 1616.
3. Gardas, Bhaskar B.& Narkhede, B.E.,(2013)," Exploring the Green Supply Chain management- Technical Review", International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management, Volume 2, Issue 5, May, PP:441- 450.
4. 4-Jasiulewicz, Kaczmarek.,(2014),"Integrating Lean and Green Paradigms in Maintenance Management", Preprints of the 19th World Congress The International Federation of Automatic Control, Cape Town, South Africa. August 24-29, .PP:4471- 4476.
5. 5-Kalla, Devi K.& Brown, Aaron.,(2012)," Infusing A Sustainable Green Manufacturing Course into Manufacturing-Mechanical Engineering Technology Program", American Society for Engineering Education, PP:2- 10.
6. Odeyale, Solomon Olasunkanm.,(2014)" Performance Appraisal for Green Environmental Friendliness of Supply Chain Department", Journal of Industrial Engineering and Management, ISSN: 2014-8423, PP:1316- 1333.
7. Rathore, Vandana& Verma, Devendra Singh.,(2013)," Hospital Waste Management through Green Quality Function Deployment", International Journal of Engineering Trends and Technology ,Volume 4, Issue5, PP:1- 8.
8. Singh,Perminder&Sangwan, KS.,(2011)," Management Commitment and Employee Empowerment in Environmentally Conscious Manufacturing Implementation", Proceedings of the World Congress on Engineering WCE, July 6 - 8, London, U.K. PP:1- 6.
9. Wang, Xiao Jun& Chan, Hing Kai.,(2013)," An Integrated Fuzzy Approach for Evaluating Remanufacturing Alternatives of a Product Design", Journal of Remanufacturing, Open Journal, PP:2- 19.

10. Yuksel, Hilmi.,(2008)," An Empirical Evaluation of Cleaner Production Practices in Turkey", Journal of Cleaner Production, 16S1 Elsevier Ltd, PP:50- 57.
11. Yuan, Chris& Zhai, Qiang & Dornfeld, David.,(2012),"Three Dimensional System Approach for Environmentally Sustainable Manufacturing", CIRP Journal Annals - Manufacturing Technology, PP:39- 42.
12. 12-Zhang, P& Wang, B., (2003)," Integration of Green Quality Function Deployment and Fuzzy Multi-Attribute Utility Theory –Based Cost Estimation for Environmentally Conscious Product Devlopment ", International Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing, Vol. 11, No. 1,PP:12-28.
13. Zailani, Suhaiza Mohamad & Eltayeb, Tarig& Chin-Chun Hsu.,(2012)," The Impact of External Institutional Drivers and Internal Strategy on Environmental Performance", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 32 No. 6, Emerald Group Publishing Limited, PP:721- 745.
14. Zhang, Zhihong& Xi Tian.,(2008)," Necessarity of Practicing Green Manufacturing in Iron Industry from the Point of Social Responsibility", International Journal of Business and Management, Vol. 3, No. 12 PP:142- 145.
15. Zhang, Guirong&Zhao,Zongjian.,(2012),"Green Packaging Management of Logistics Enterprises", International Conference on Applied Physics and Industrial Engineering Physics, Published by Elsevier , PP:900- 905.

4- إصدارات المنظمات العالمية: -

1. 1-OECD," Organization for Economic Co-operation and Development", Eco-Innovation in Industry Enabling Green Growth, (2009).

الملاحق:

ملحق(1) قائمة بأسماء المحكمين لقائمة الفحص*

ت	اللقب العلمي	الاسم	الاختصاص	مكان العمل
1-	أ.د.	اياد محمود الرحيم	إدارة الإنتاج والعمليات	الكلية التقنية الإدارية/ بغداد
2-	أ.د.	صباح مجيد النجار	إدارة الإنتاج والعمليات	كلية التراث الجامعة
3-	أ.د.	رفاء فرج سموعي	نظرية المنظمة	كلية الإدارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية
4-	أ.م.د.	كاظم احمد جواد	إدارة الإنتاج والعمليات	كلية الإدارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية
5-	أ.م.د.	نداء صالح مهدي	إدارة الإنتاج والعمليات	الكلية التقنية الإدارية/ بغداد
6-	م.د.	نغم علي جاسم	إدارة الإنتاج والعمليات	كلية الإدارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية
7-	م.د.	كريم عبد عيدان الفتلاوي	إدارة الإنتاج والعمليات	كلية الإدارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية
8-	م.د.	نادية لطفي عبد الوهاب	إدارة الإنتاج والعمليات	كلية الإدارة والاقتصاد/ جامعة بغداد

* رتبت الأسماء حسب اللقب العلمي.

.....

.....

.....