تطبيق ركيزة نشر الكلفة لتحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام / دراسة حالة في مصنع العناصر الهيدروليكية

بلال احمد حسن[١]
الجامعة العراقية
dcc0015@mtu.edu,iq

عامر عبد اللطيف كاظم [٢]
الجامعة التقنية الوسطى / الكلية التقنية الادارية - بغداد
dr.dr.amer2017@mtu.edu.iq

المستخلص

تهدف الدراسة الى تطبيق ركيزة نشر الكلفة (Cost Deployment – CD) في احدى المنظمات الصناعية لغرض تحسين استدامتها الاقتصادية . وتشير مشكلة الدراسة الى ضرورة تعريف موقع الدراسة بالنظريات العلمية الحديثة المتعلقة بتلك الممارسات لتحسين مؤشراتها الاقتصادية . واشارت نتائج الدراسة الى حاجة الموقع الى تطبيق ركيزة نشر الكلفة والالتزام بالإجراءات المتخذة ، وتستنج الدراسة من عملية تطبيق الخطوات السبعة لركيزة نشر الكلفة الى ان نجاح تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام في عينة الدراسة ، يتوقف على مدى الالتزام بمعالجة الاسباب الجذرية للخسائر في محطات التصنيع عن طريق تنفيذ التحسينات المقترحة .

الكلمات المفتاحية : ركيزة نشر الكلفة ، التصنيع المستدام ، البعد الاقتصادي

Application of the cost deployment pillar to achieve the economic dimension of sustainable manufacturing / a case study in the hydraulic elements factory

Abstract

The study aims to apply the Cost Deployment (CD) pillar in one of the industrial organizations for the purpose of improving its economic sustainability. The problem of the study indicates the need to define the study site with modern scientific theories related to these practices to improve their economic indicators. The results of the study indicated the need for the site to apply the cost dissemination pillar and commitment to the measures taken, and the study concludes from the process of applying the seven steps of the cost dissemination pillar that the success of achieving the economic dimension of sustainable manufacturing in the study sample depends on the extent of commitment to address the root causes of losses in manufacturing plants by implementing the proposed improvements.

١- المقدمة

يستند مفهوم (WCM) الى تحقيق المخلفات الصفرية ، والعيوب الصفرية ، والحوادث الصفرية في عمليات التصنيع ، وذلك بالاعتماد على عدد من الركائز التقنية التي تستخدم بعض الأساليب والأدوات التي تساعد المنظمة في تحسين عملياتها باستمرار ، بحيث تمثل كل ركيزة مجال معين من المصنع تعمل على تحديد مشكلاته ومعالجتها بالطرق المناسبة ، وكما جاء في دراسة (Gironda, 2018) التي كان الغرض منها دراسة كيفية تطبيق منهجية (WCM) في مصانع شركة فيات كرايسلر للسيارات لغرض توحيد الاجراءات ، وتقسيمها على شكل ركائز او اعمدة (تقنية ، وادارية) ، وكانت هذه الركائز استخلاصاً من عدد المفاهيم التي من ابرزها نظام إنتاج تويوتا (Toyota Production System -TPS) ، والصيانة الإنتاجية الشاملة (Total Production Maintenance -TPM)، والإنتاج الرشيق ، وإدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management -TQM)، وعلى هذا الاساس قدمت الدراسة نموذجها الخاص بمفهوم (WCM) الذي يتكون من عشرة ركائز تقنية ، وعشرة ركائز إدارية ، تسعى الشركة من خلالها الى دراسة الحالات غير النظامية الموجودة في داخل وخارج مصانعها ، ومن ثم تعمل على تحسينها . واضافت دراسة (Lorenzo, 2018) بأن نظام (WCM) فلسفة ترتكز على التحسين المستمر لمنتجات وعمليات المنظمة من اجل بقاءها في الصناعة عن طريق تقييم ادائها الحالي ، ومقارنة مستواها بالمتطلبات العالمية المعمول بها، واتخاذ الإجراءات التصحيحية لمطابقة تلك المعايير ، وباستخدام اسلوب قائم على البيانات . تناقش الدراسة الحالية مبادرات تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام في نظام التصنيع لعينة الدراسة ، وذلك عن طريق تطبيق ركيزة نشر الكلفة المتعلقة بمنهجية (WCM) ، اذ تعد منهجية (WCM) ذو الركائز المتعددة من افضل الطرق التي تضع الحلول لمجالات الاقتصاد ، والبيئة ، والمجتمع ، وذلك بالاعتماد على تطبيق خطوات نموذجية يمكن عن طريقها تحقيق التصنيع المستدام ، اذ اشار العديد من الباحثين والممارسين الى كفاءة هذه الممارسات في تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام ، وذلك لكونها تركز على تخفيض تكاليف الانتاج عن طريق التخلص من الخسائر والاخطاء في عملية التصنيع . واشارت دراسة (Spangenberg, 2005) و(Reddy & Thomson, 2015) بأن البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالأبعاد البيئية والاجتماعية الخاصة بالتصنيع المستدام ، ويتضح ذلك عن طريق مستويات النمو الاقتصادي ، وان الاقتصادات سوف لن تكون مستدامة إذا تم استخدام الموارد الطبيعية خارج الحدود وإذا استمر المجتمع في الاعتماد على الظواهر التي دفعت النمو في الماضي ، ولذلك فإن البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام يسعى الى المحافظة على رأس المال وتحقيق ربحية المنظمة باستمرار عن طريق الاستخدام الفاعل للموجودات ، والتركيز على استخدام الموارد المتجددة كمدخلات مادية للإنتاج الاقتصادي . وبموجب ذلك يتطلب تحديد افضل الممارسات التي تساعد في تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام في موقع الدراسة ، وتطبيقها بالشكل الذي يؤدي الى تخفيض التكاليف المرتبطة بعمليات التصنيع ، ووضع مشروعات التحسين لتجنب تكرار الاخطاء او الخسائر مجدداً ، وسوف تطبق الدراسة خطوات

ركيزة نشـــر الكلفة لدعم فرص الحفاظ على الموارد الطبيعية ، وتقليل الخســـائر المحتملة ، وتحســـين بيئة التصـــنيع ، والتأكيد على اهمية تحســـين مهارات العاملين وخبراتهم ، وتوعيتهم بأهمية تحســـين المجال الاقتصـــادي . تســـتند الدراســـة على اربعة محاور ، يشـــير محورها الاول الى عرض (منهجية الدراســـة) ، والمحور الثاني يسـلط الضـوء على عرض (الجانب النظري) ، وفي حين يركز محورها الثالث على عرض (الجانب العملي) ، واخيراً يقدم محورها الاخير (استنتاجات ، وتوصيات الدراسة) .

٢-منهجية الدراسة

٢-١- مشكلة الدراسة : ترتكز مشكلة الدراسة حول التحديات التي تواجه منظمات التصنيع في العراق من حيث قدرتها على اسـتخدام مواردها الاقتصـادية بشـكل امثل لغرض تحقيق اسـتدامتها الاقتصـادية المرتبطة بأبعاد التصـنيع المسـتدام ، ويفضـل معالجة هذه التحديات بشـكل كامل عن طريق تطبيق الممارسـات الحديثة المتبعة في منظمات التصـــنيع العالمية ، وبعد اطلاع الباحث على ميدان الدراســـة والبيانات المتوافرة ، يتبين بأن موقع الدراســـة لديه بعض القصـــور في معالجة الاخطاء التي تحدث اثناء القيام بالعمليات الصـــناعية المختلفة ، وبالتالي فإنه بحاجة الى تبني المفاهيم النظرية المتعلقة بالتصـنيع وفقاً للطراز العالمي (WCM) ، وبما يتعلق بشكل خاص بإجراءات تخفيض تكاليف التصنيع عن طريق التخلص من كافة انواع الهدر والفاقد، ودعمه بمشـروعات التحسـين لتجنب تلك وقوع تلك الخسـائر مسـتقبلاً ، والمسـاهمة بشـكل ايجابي في دعم عمليات تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام في المصنع وتعزيزها . وحددت الدراسة التساؤلات الآتية:

٢-١-١- هل لدى المصنع المؤهلات التي تقوده الى تبني مفهوم (WCM) ، ومدى اهمية تطبيقاته في تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام ضمن عملياته التصنيعية ؟

٢-١-٢- ما هي المؤشرات الاقتصادية التي ينبغي تضمينها لتحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام ؟

٢-١-٣- ما هي المرتكزات التي تعتمد عليها عينة الدراسة في التخلص من عمليات الهدر والفاقد في عمليات تصنيعها ؟

٢-١-٤- ما هي المرتكزات التي تعتمد عليها ركيزة نشر الكلفة الخاصة بمنهجية (WCM) ؟

٢-١-٥- الى اي مدى سيتحسن البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام في ظل تطبيق ركيزة نشر الكلفة ؟

٢-٢- **اهمية الدراسة :** يعد البعد الاقتصـادي من الابعاد المهمة لمفهوم التصـنيع المسـتدام ، وبجانب كل من البعد الاجتماعي والبيئي . وكانت من ابرز الاهداف التي حددتها مناقشـــات التنمية المســـتدامة خلال السـنوات الماضـية عند تحقيق الاسـتدامة ، فضـلاً عن ذلك فإنها ترتبط بشـكل كبير في تحسـين الابعاد الاجتماعية والبيئية الخاصـة بالتصـنيع المسـتدام ، وبهذا فإن اهمية الدراسـة ترتكز على تحسـين البعد الاقتصادي لمنظمات التصنيع ، وبما يتعلق بتحديد الخسائر في عمليات التصنيع ، والكشف عن اسبابها غير المباشرة ، ومعالجتها بالطرق المناسبة ، وذلك عن طريق تطوير مهارات القوى العاملة في تحسين اســـتخدام الموارد ، اذ يترتب على تطبيق ركيزة نشـــر الكلفة تطبيق عدد من الخطوات المنقســـمة الى

مراحل علاجية ووقائية واستباقية ، وتتميز بشموليتها لكافة الخسائر المترتبة في محطات التصنيع والعلاقات فيما بينها ، والتي تبدأ من عملية تحديد الخسائر ، ثم تحديد تكاليفها ، ولغاية تقديم مشروعات التحسين لغرض عدم حدوث تلك الخسائر مرةً أخرى في المستقبل . وتقدم الدراسة استراتيجية تعتمد على طرق جديدة في ادارة تكاليف التصنيع تحقيقاً للخسائر الصفرية في موقع الدراسة ، وبالشكل الذي يساهم في رفع كفاءة العاملين والمواد والآلات والمعدات ، وتقوية العلاقات ما بين العاملين والشركة ، كونهم المسؤولين المباشرين والفاعلين في تحسين الجانب الاقتصادي للشركة بشكل عام . وبالتالي تشجيع المنظمات الاخرى الى الاهتمام بالأنشطة التي تسهم في تحسين البعد الاقتصادي لتحقيق التصنيع المستدام في مصانعها المختلفة . ويشير الباحث الى ان تجاهل الدور الاقتصادي في عمليات التصنيع ربما سيؤدي ذلك الى حدوث خسائر مالية كبيرة للشركة .

٢-٣- **اهداف الدراسة :** تسعى الدراسة الى اجراء الخطوات الآتية :-

٢-٣-١- دراسة واقع الاداء الاقتصادي ضمن عملية التصنيع لعينة الدراسة.

٢-٣-٢- تحديد مؤشرات البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام لغرض تقييم عينة الدراسة .

٢-٣-٣- تطبيق خطوات ركيزة نشر الكلفة في عينة الدراسة .

٢-٣-٤- تحليل نتائج التطبيق وتحديد مستوى التحسينات في الجانب الاقتصادي لعينة الدراسة .

٢-٣-٥- تحقيق البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام بالاستناد الى تطبيق ركيزة نشر الكلفة الخاصة بمنهجية (WCM) .

٢-٤- **مجال الدراسة :** فيما يخص موقع الدراسة ، فقد تم اختيار الشركة العامة للصناعات الهيدروليكية لإجراء الجانب الميداني للدراسة ، وتم تحديد منتجات الاسطوانات الهيدروليكية التي يتم تصنيعها في مصنع العناصر الهيدروليكية كعينة للدراسة ، ويتميز هذا المصنع بصناعة الاسطوانات الهيدروليكية بمختلف الاحجام والانواع ، ويتم الاستجابة لطلبات عديدة من القطاع العام والخاص ، ويقع المصنع ضمن مقر الشركة الكائن في محافظة بغداد . وبما يخص مدة الدراسة ، فإنها تبدأ من ٢٠٢١/١/١ ولغاية ٢٠٢١/١٢/٣١ ، ويمر المصنع خلال هذه المدة بحالة من الاستقرار ، وامكانية استحصال البيانات المطلوبة لحساب تكاليف التصنيع لغرض الوقوف على نقاط الضعف واتخاذ اجراءات التحسين للأخطاء المحددة ، والكشف عن واقع الاداء الاقتصادي للمصنع ، وبما يتعلق بتقييم تكاليف التصنيع .

٣-الاطار النظري للدراسة

٣-١- **مفهوم (World Class Manufacturing-WCM):** ان تحقيق الميزة التنافسية يتطلب من منظمات التصنيع العمل الى ايجاد طرق جديدة تساهم في تغيير ممارساتها التقليدية ، لذلك توصلت بعض المنظمات العالمية الى تبني ممارسات جديدة سميت بمفهوم او نظام التصنيع وفقاً للطراز العالمي (WCM) (Krishnan,2016:26) . ويشير مفهوم (WCM) الى فلسفة للتحسين المستمر عن

طريق تبني طرق واستراتيجيات انتاج مختلفة تمتلك القدرة على الاستجابة والمرونة ، وعرفه (Schonberger) بأنه طريقة جديدة تستند الى مفاهيم ادارة الجودة الشاملة ، والصيانة الانتاجية الشاملة ، والتصنيع الرشيق ، والانتاج في الوقت المناسب ، ومشاركة العاملين في تحسين نظم الانتاج (Mendes & Mattos, 2017 : 255) ، (Blak, 2008 : 2) . فضلاً عن ذلك فإن مفهوم (WCM) وفقاً لـ Pela و Midor هو نظام مبني على التحسين الشامل للمصنع ، ويبدأ بتحسين اجراءات السلامة ، والجودة ، وترتيب مكان العمل ، والصيانة ، والتخطيط اللوجستي ، وحماية البيئة (Felice, et al., 2013 :6) (Midor, 2012 : 42) .

٣-٢- **الركائز التقنية لمفهوم (WCM) :** يرتكز مفهوم (WCM) على عشرة ركائز تقنية ، وتحتل كل ركيزة مجال خاص من المصنع ، تعمل على تقديم التحسينات المطلوبة له (Pela, 2015 : 32) . وتكمن الفكرة الاساسية لإبتكاره هو تحسين القدرة التنافسية للمنظمات ، وتحقيق التمايز العالمي ، وصولاً الى المستويات المتقدمة في التصنيع العالمي ، وذلك عن طريق تطوير معايير الجودة والانتاجية ، وهذا ما يثبت الدور التنافسي الذي تؤديه هذه الاستراتيجية (Sevensson, 2011 : 22) . وفي ادناه تفاصيل الركائز العشرة الآنفة الذكر :

(Wrońska, 2016 : 343) (Makedonskiy, 2016 : 20) (Sari, 2018 : 251) (Malindzakova & Malindzak, 2020 : 750)

٣-٢-١- **ركيزة السلامة (Safety Pillar – SP) :** تقوم ركيزة السلامة بعملية التحسين المستمر لبيئة العمل عن طريق ازالة السلوكيات التي تؤدي إلى وقوع الاصابات والأمراض المهنية .

٣-٢-٢- **ركيزة نشر الكلفة (Cost Deployment Pillar – CD) :** تهدف الى زيادة الوعي بأهمية تخفيض تكاليف التصنيع ، وينفذها فريق مختص في مجال الإنتاج والمحاسبة. ويعمل على اكتشاف التكاليف المهدرة في عملية التصنيع .

٣-٢-٣- **ركيزة التحسين المركز (Focused Improvement** Pillar – **FI)** تهدف الى تصحيح الاجراءات غير المكتملة للركائز الأخرى ، وتستند على نهج الحل المستمر للمشكلات ، وتقييم الفرص بشكل مثالي .

٣-٢-٤- **ركيزة الانشطة المستقلة (Autonomous Activities Pillar – AA) :** تهدف إلى تطوير اداء المشغلين ، ويتضمن عمليها على ركيزتين فرعيتين هما : **الصيانة المستقلة (Autonomous Maintenance – AM)** ، **وتنظيم مكان العمل (Workplace Organization – WO) .** وتعمل هاتين الركيزتين على توعية العاملين بأهمية المحافظة على بيئة العمل بشكل منتظم عن طريق اجراء عمليات التشحيم والتنظيف للآلات وصيانتها ، وجعلهم اعضاء في المنظمة ، وتحمل كافة المسؤوليات المناطة بهم .

٣-٢-٥- **ركيزة الصيانة الاحترافية (Professional Maintenance Pillar – PM)** : تهتم بتطوير اجراءات الصيانة الميكانيكية والالكترونية ، وبما يتوافق مع المتطلبات الصناعية ، وتقليل أعطال الآلات ، وزيادة كفاءتها .

٣-٢-٦- **ركيزة ضبط الجودة (Quality Control Pillar – QC) :** تحدد الطرق المناسبة لتنفيذ عملية الانتاج ، أو تعديل الطرق الحالية ، ومطابقة المنتج للمواصفات المطلوبة .

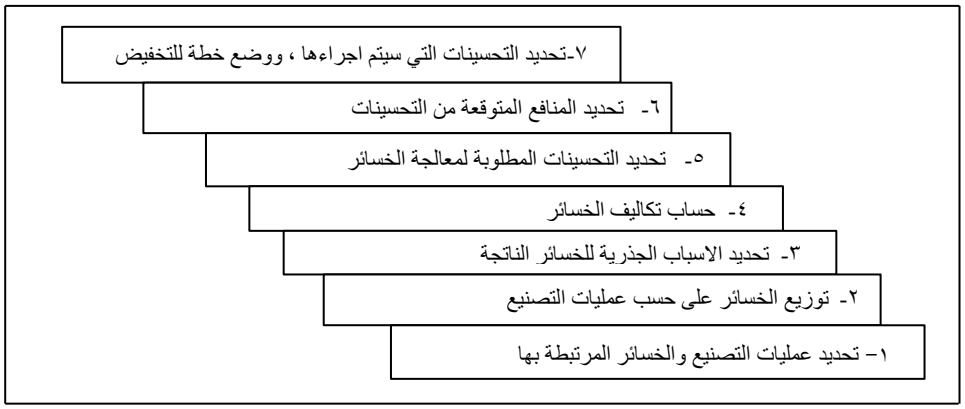
٣-٢-٧- **ركيزة اللوجستيات (Logistics Pillar – LOG) :** تركز على عملية تجهيز المواد الخام لعمليات الإنتاج ، وتخطيط المخازن داخل المصنع ، وتنظيم التدفقات داخل منطقة الإنتاج ، وتنظيم مسارات التدفق للمنتجات النصف مصنعة ، وتقليل مناولة المواد ، وتقديم المنتج المطلوب في وقته المحدد وبالكميات المطلوبة .

٣-٢-٨- **ركيزة ادارة المعدات المبكرة (Early Equipment Management Pillar – EEM):** يرتكز عملها على ازالة المشكلات المتعلقة بتشغيل المعدات وصيانتها ، وتطبيق المبادئ الرشيقة في مجال تصميم المعدات وعملية التصنيع بالاعتماد على استراتيجيات تكلفة دورة الحياة ، والتصميم لضمان الجودة ، وقابلية الصيانة .

٣-٢-٩- **ركيزة تطوير القوى العاملة (People Development Pillar – PD) :** تهتم بالجانب الانساني ، وتقديم التدريبات المطلوبة بالتنسيق مع ادارة الموارد البشرية ، ومنح التقدير والمكافئات للجهود المتميزة في العمل ، وادخال مقترحات العاملين مع استراتيجيات المنظمة .

٣-٢-١٠- **ركيزة البيئة (Environment Pillar - ENV) :** تهدف الى دراسة تأثيرات عملية التصنيع على البيئة المحيطة بالمنظمة ، وتحديد اسبابها ومعالجتها ، وتحسين استهلاك الطاقة ، ومواصلة عمليات المطابقة لمتطلبات تطبيق نظام الإدارة البيئية وفقاً للمعايير الدولية .

٣-٣- **مفهوم ركيزة نشر الكلفة :** تعتمد منهجية (WCM) على فكرة مضمونها تخفيض كافة انواع الخسائر التي تحدث داخل عمليات التصنيع ، وتحقيقاً لمبدأ المستوى الصفري للخسائر يتم تطبيق ركيزة نشر الكلفة ، وتعد بأنها طريقة مثالية في تحسين ادارة تكاليف التصنيع ، اذ تحدد نوعية الخسائر وتكاليفها بطريقة علمية ، واجراء التحسينات للخسائر التي لها الاولوية في عملية تخفيض التكاليف ، ويوضح الشكل (١) تطبيق خطوات ركيزة نشر الكلفة ، تمثل هذه الخطوات بأنها تعد القوة الداعمة لتحقيق التصنيع المستدام في المنظمة ، وذلك بما تتميز من مبادرات التحسين المستمر لكافة المشكلات المحددة خلال مدة زمنية معينة ، واتخاذ الاجراءات التصحيحية المناسبة لها ، واعداد الخطط اللاحقة للحد من حدوثها مرةً أخرى .



الشكل (١) تطبيق ركيزة نشر الكلفة

Source : Knutsen, Daniel Hellebo & Hannibal, Peter Christian, 2016, (Roadmap for Manufacturing Cost Deployment), Master's thesis, Department of Industrial Economics and Technology Management, NTNU : Norwegian University of Science and Technology, p : 6 .

٤- **مفهوم التصنيع المستدام :** يُعرَّف التصنيع المستدام بأنه (تصنيع الاشياء من دون حدوث النفايات والتلوثات عن طريق استخدام العمليات التي تحافظ على الموارد الطبيعية والطاقة ، ويكون الهدف منها تحسين الارباح ، وتعزيز سلامة العاملين والمجتمعات والمستهلكين (Singh, 2016 : 3) . ويدمج مفهوم التصنيع المستدام بين مفاهيم التصنيع الاخضر ، والتصنيع الرشيق ، وإدارة الجودة الشاملة ، والمسؤولية الاجتماعية للشركات ، ويغطي كافة الاجراءات التي تخفض من كمية المخلفات ، بما في ذلك الالتزام بضرورة الاستجابة لمطالب المجتمعات والعاملين (Carleyel, et al., 2014 : 7) . ان من مقومات النجاح الرئيسة لتحقيق التصنيع المستدام يتوقف على عدد من العناصر التي تشمل التصميم ، والرقابة ، والمشاركة ، والسياسات ، والدعم ، فضلاً عن كيفية ايجاد المؤشرات التي تساعد في توافر التمثيل الدقيق للتصنيع المستدام . ويمكن أن تشتمل فرص نجاح الاستدامة بمؤشرات أخرى تشمل (تكاليف التصنيع ، والسلامة والصحة ، واستهلاك الطاقة ، والتأثير البيئي ، وإدارة المخلفات) ، وترتبط هذه المؤشرات بأبعاد التصنيع المستدام التي تشمل (الابعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية) ، ومن الجدير بالذكر فإن التفاعل بين هذه الابعاد يعد عاملاً ضرورياً للاستجابة لكافة متطلبات الأنشطة البشرية ، ومتطلبات استخدام الموارد الطبيعية ، وبالتالي سيؤدي ذلك الى تحسين المؤشرات البيئية (Abubakr, et al., 2020 : 5) .

٤-١- **مفهوم البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام وعلاقته بأبعاده الاخرى :** ان البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام ينبثق بشكل معياري من فكرة الكفاءة ، أي عدم التبذير في استخدام موارد الانتاج الطبيعية والنادرة ، وذلك عن طريق تحقيق هدفين معياريين هما (١) تلبية احتياجات ورغبات المجتمع و (٢) تلبية حقوق الأجيال اللاحقة من الموارد الطبيعية (Baumgärtner & Quaas, 2009 : 5) . ويضيف (Ikerd, 2012 :51) بأن البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام هو تلبية الاحتياجات الاقتصادية للحاضر

من دون التقليل من الاحتياجات الاقتصادية للمستقبل ، لذلك ينبغي ان يتم استغلال الموجودات والعلاقات البيئية والاجتماعية بالشكل الذي يؤدي الى ضمان الاحتياجات في المستقبل . وان لكل بعد من ابعاد الاستدامة أهداف محددة ، يتطلب الوفاء بها من أجل بناء مصطلح الاستدامة الناجح . وعندما يتم النظر إلى اهداف البعد البيئي للاستدامة ، فإنه يدعم من عملية توافر المياه الصالحة ، والهواء النقي ، والتربة النظيفة ، والالتزام باللوائح البيئية ، وتحقيق التوازن البيئي . وفيما يتعلق بالبعد الاقتصادي للتصنيع للاستدامة ، فإنها تدعم اساليب تطوير العمليات والمنتجات ، واستقطاب العاملين ذوي الخبرة ، واستغلال فرص الأعمال الجديدة . ويركز البعد الاجتماعي للاستدامة على دعم اجراءات السلامة والصحة المهنية ، والاهتمام بجودة الحياة ، والحفاظ على البيئة ومواردها (Robinson,) , (Sekar, 2017 : 2) (Pathak, et al., 2017 : 21) , (370 : 2004) . وبالتالي فإن البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام موجه ومقيد بالمبادئ البيئية والاجتماعية ، فهو يحتاج الى الشمولية والتنوع والاعتماد المتبادل ، وعلى الرغم من أنها ضرورية ، إلا أنها لا تعني أن تكون مجموعة شاملة من المبادئ (Kishawy, et al., (Gimenez, et al., 2012 : 150) , (1 : 2018) .

٤-٢- **مؤشرات البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام :** تقترح الدراسة مجموعة من مؤشرات الأداء الرئيسة المتعلقة بتقييم البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام ، والذي يُعتقد بأنها مناسبة في تقييم عمليات التصنيع وبما يتوافق مع خط القاع الثلاثي (TBL) للاستدامة . ومن المأمول أن تمكّن هذه المؤشرات المقترحة في مساعدة منظمات التصنيع على تحقيق أداء أعلى للتصنيع المستدام ومن أجل زيادة قدرتها التنافسية . ولقد طورت اغلب المنظمات مؤشرات الاداء الخاصة بها ، وذلك لغرض رفع مستوى تقدمها في عملية الاستدامة ضمن نظام انتاجها ، وبما ينسجم مع اجراءات التصميم والتصنيع للمنتجات والعمليات (Thomas, 2004 : 220) , (Sartal, 2020 : 6) . وعلى الاغلب يرتبط تقديرات الاستدامة لمؤشرات الاداء بظروف اللاتأكد ، نتيجة تأثرها بالتغيرات السريعة للظروف الاقتصادية ، والمتطلبات الاجتماعية ، والمعايير البيئية (Singh, et al., 2009 : 189) . ويلخص الجدول (١) مؤشرات البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام .

الجدول (١) مؤشرات البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام

مؤشرات قياس تكاليف التصنيع		
ت	المؤشرات الفرعية	طريقة القياس
١	تكلفة العمل	اجور العاملين في مركز التصنيع / عدد المنتجات المصنوعة
٢	تكلفة طاقة التشغيل	تكلفة الطاقة المستهلكة / عدد المنتجات المصنوعة
٣	تكلفة الخردة	تكلفة المنتجات التالفة / عدد المنتجات المصنوعة
٤	تكلفة معالجة المنتج	تكلفة معالجة المنتج / عدد المنتجات المصنوعة

5	**تكلفة التدريب**	**تكلفة التدريب / عدد العاملين**
6	**تكلفة الصيانة**	**تكلفة صيانة المعدات / عدد المنتجات المصنوعة**
7	**التكاليف القانونية والتدقيق**	**تكلفة المعاملات القانونية والتدقيق / عدد المنتجات المصنوعة**

Source : Kishawy Hossam A. & Hegab, Hussien & Saad, Elsadig, 2018, (Design for Sustainable Manufacturing: Approach, Implementation, and Assessment), Machining Research Laboratory, University of Ontario Institute of Technology, Oshawa , Sustainability, MDPI, p : 7 .

ويمكن أن تتغير مؤشرات تقييم البعد الاقتصادي للتصنيع المستدام وفقاً للظروف التي تمر بها المنظمات ، أو يتم استشارة الخبراء المختصين في المجال الاقتصادي للنظر بما هو مطلوب قياسه . فيمكن ان يقع الاختيار على عدد من المؤشرات ذات الاهمية الاكبر في تحقيق التصنيع المستدام ، تشمل قياس مستويات : (فرص العمل ، وتطوير ونشر التكنولوجيا ، وتحسين البنية التحتية) (Kirkman, et al., 2012 : 15) .

٥-الجانب العملي للدراسة

٥-١- **تقييم تكاليف تصنيع المنتجات :** يستند الباحث عند تقييم البعد الاقتصادي في مصنع العناصر الهيدروليكية على المؤشرات الاقتصادية الرئيسة المرتبطة بمفهوم التصنيع المستدام ، وتهدف عملية التقييم الى تخفيض تكاليف التصنيع عن طريق تقييم مؤشرات (تكاليف العمل المباشر، وتكاليف المواد المباشرة ، وتكاليف التصنيع العامة) . ويعرض الجدول (٢) مؤشرات التقييم للبعد الاقتصادي في مصنع العناصر الهيدروليكية خلال عام (٢٠١٩) ، مع بيان مؤشراته الفرعية ، وطرق قياسها ، ويعتمد الباحث عند قياس هذه المؤشرات على سجلات المصنع المتوافرة ، وبالتنسيق مع قسم الانتاج في الشركة ، نظراً للدور الذي يؤديه في عملية التصنيع ، ولغرض تقديم المساعدة في تحديد المؤشرات التي من الممكن تحسينها لغرض تخفيض تكاليف التصنيع .

الجدول (٢) تقييم تكاليف التصنيع في مصنع العناصر الهيدروليكية لعام (٢٠١٩)

ت	المؤشرات الرئيسة	المؤشرات الفرعية	طريقة القياس	طريقة حساب المؤشر	مستويات التكاليف على اساس الوحدة
١	تكاليف التصنيع المباشرة	تكاليف العمل	اجور العاملين المدفوعة / عدد الاسطوانات المصنوعة	35,200,000 / 600	٥٨,٦٦٧ دينار لكل وحدة
		تكاليف التشغيل	كاليف الطاقة المستهلكة في تشغيل الماكنة / عدد الاسطوانات المصنوعة	2,300,000 / 600	٣,٨٣٤ دينار لكل وحدة
		تكاليف الاستهلاك	تكاليف المواد الاستهلاكية / عدد الاسطوانات المصنوعة	28,000,000 / 600	٤٦,٦٦٧ دينار لكل وحدة
		تكاليف ادوات القطع	تكاليف شراء الادوات الجديدة / عدد الاسطوانات المصنوعة	1,400,000 / 600	٢,٣٣٤ دينار لكل وحدة
		تكاليف المواد الاولية	تكاليف المواد الاولية / عدد الاسطوانات المصنوعة	88,000,000 / 600	١٤٦,٦٦٧ دينار لكل وحدة

		تكاليف التدريب	تكاليف التدريب / عدد العاملين	$\frac{2,800,000}{44}$	**٦٣,٦٣٦ دينار لكل عامل**
٢	**تكاليف التصنيع غير المباشرة**	**تكلفة العمل غير المباشر**	تكاليف العمل غير المباشر / عدد الاسطوانات المصنوعة	$\frac{21,000,000}{600}$	**٣٥,٠٠٠ دينار لكل وحدة**
		تكلفة الصيانة	تكاليف صيانة المعدات والمكائن / عدد الاسطوانات المصنوعة	$\frac{6,000,000}{600}$	**١٠,٠٠٠ دينار لكل وحدة**
		تكلفة الاستثمار لتوفير السلامة	تكاليف معدات السلامة / عدد الاسطوانات المصنوعة	$\frac{2,000,000}{600}$	**٣,٣٣٤ دينار لكل وحدة**

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على سجلات الشركة

يشـــير الجدول (٢) الى تقييم تكاليف المنتجات المصـــنوعة خلال عام ٢٠١٩ في مصـــنع العناصـــر الهيدروليكية بالاســتناد الى مؤشــرات التصــنيع المســتدام ذات البعد الاقتصــادي، وبما يتعلق بتحديد تكاليف التصنيع المباشرة وغير المباشرة ، وتشير البيانات المقدمة الى مستويات التكاليف المصروفة للوحدة الواحدة في عملية التصـنيع ، وسـيجري البحث عن الاخطاء المرتكبة والخسـائر الناتجة عند تصـنيع المنتج خلال تلك الفترة . وبناءً على ذلك سيعتمد الباحث على تطبيق ركيزة نشر الكلفة الخاصة بمنهج (WCM) ، وبما يساعد في تحقيق البعد الاقتصـادي للتصـنيع المسـتدام في موقع العمل ، وبذلك سـيتم تحديد الخطط العلاجية والوقائية والاسـتباقية التي يحتاجها مصـنع العناصـر الهيدروليكية بهدف الحصـول على مسـتويات التشـغيل الخالية من الاخطاء . ويتم قبول مســـتوى الاســـتدامة بالنظر الى ما تم تحســـينه أو بناءً على ما تم تخفيضـــه وفقاً لهذه المؤشرات .

٥-٢- **تطبيق ركيزة نشر الكلفة في مصنع العناصر الهيدروليكية :** تسـعى ركيزة نشـر الكلفة الى تقديم خطة شـاملة تتألف من ثلاثة مراحل ، وتضـم جميعها سـبعة خطوات رئيسـة . وتعتمد المرحلة العلاجية على تطبيق ثلاثة خطوات تشـمل : (تحديد نوعية الخسـائر المترتبة في عمليات التصـنيع ، وحسـاب حجم الخسائر وفقاً لعمليات التصنيع ، وتحديد اسباب حدوث تلك الخسائر) . اما المرحلة الوقائية فتعتمد على تطبيق خطوتين تشـمل : (تقدير تكاليف الخسـائر ، وتحديد مشـروعات التحسـين لتجنب حدوث تلك الخسـائر) . وفي المقابل تعتمد المرحلة الاسـتباقية على تطبيق الخطوتين الاخيرتين التي تشـمل على : (تحديد نسـبة المنفعة من التحسـينات مقابل تكاليف تنفيذها ، واعداد خطة لتنفيذ مشـروعات التحسـين المقترحة) . ويسـتعرض الباحث في ادناه تطبيق الخطوات السـبعة لركيزة نشـر الكلفة بالاسـتناد الى بيانات عام (٢٠١٩) المتوافرة في الشركة . اذ تتسم هذه الفترة بالاستقرار الانتاجي . ويوضح الجدول (٣) كميات الانتاج من الاسطوانات الهيدروليكية المصنوعة في عام (٢٠١٩) ، ووفقاً للطلبات المقدمة من جهات عديدة .

الجدول (٣) الانتاج خلال عام (٢٠١٩) من الاسطوانات الهيدروليكية

ت	طول الاسطوانة	كمية الطلب الاجمالي	نوع المعدات	الجهة المستفيدة	سعر الوحدة
١	٢ متر	٧٣	سيارات قلاب	سايلو الحبوب	٧٠٠,٠٠٠
٢	٢ متر	٦٦	شفل	معامل السمنت	٧٠٠,٠٠٠
٣	٣ متر	٨٠	بوابات سدود	مصفى الدورة	٨٠٠,٠٠٠
٤	٣ متر	٨٠	سايلو قلاب	وزارة الصحة	٨٠٠,٠٠٠
٥	٤ متر	٧٧	كابسة سكراب	مصفى الدورة	٩٠٠,٠٠٠
٦	٤ متر	٤٦	كابسة نفايات	المعدات الهندسية الثقيلة	٩٠٠,٠٠٠
٧	٨ متر	٧٠	مصانع الحديد والنحاس	مصانع الحديد والصلب	١,٠٠٠,٠٠٠
٨	١٠ متر	٧٠	مصانع الصهر	مصانع الحديد والصلب	١,١٠٠,٠٠٠

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على سجلات قسم الموارد المالية في الشركة .

٥-٢-١- **المرحلة العلاجية :** تتضـمن تطبيق الخطوات (الاولى ، والثانية ، والثالثة) من ركيزة نشـر الكلفة ، وكما موضح في ادناه :

الخطوة الاولى – تحديد المحطات الصـناعية والخسـائر المرتبطة بها : تركز هذه الخطوة على تحديد الخسائر المترتبة في تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية ، وتعد بأنها بداية الاجراءات الاولى قبل البدء بتطبيق الخطوات اللاحقة من ركيزة نشـر الكلفة . وبالتالي فإنها تقدم المعلومات الرئيسـة عن محطات التصـنيع ، ونوعية الخسـائر المسـجلة . ويفضـل عند اجراء هذه الخطوة تشـكيل فريق خاص بتنفيذ هذه الركيزة ، وذلك لغرض متابعة عملية التحسين المستمر ، وتحديد المتطلبات التي تحتاجها باقي خطوات ركيزة نشر الكلفة في المصنع . ويوضح الجدول (٤) محطات تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية . فضلاً عن تحديد نوعية الخسائر المرتبطة بها ، اذ ان معظم هذه الخسائر تكون اما مرتبطة بالمحطة نفسها او نتيجة المحطات الاخرى .

الجدول (٤) تحديد محطات التصنيع ونوعية الخسائر

ت	محطات تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية	عمليات التصنيع المرتبطة بها	نوعية الخسائر
١	محطة التشغيل	الخراطة / كسر الحافة / السنفرة / التشكيل/ قرص الشفت	خسائر تتعلق بسوء بكفاءة الادارة ، ومهارات العاملين ، واستهلاك الادوات ، واجراءات الجودة، ونظام المعدات .
٢	محطة اللحام	لحام القفل الخارجي للأسطوانة مع الشوكة / لحام القفل الخارجي مع انبوب الاسطوانة	خسائر تتعلق بكفاءة العاملين ، واستهلاك الادوات .
٣	محطة الغسل	غسل الاسطوانات داخلياً وخارجياً / غسل البوش / الفسفتة / الصباغة	خسائر تتعلق بكفاءة العاملين
٤	محطة التجميع	تثبيت الذراع مع المكبس / تثبيت موانع التسرب / تثبيت الذراع والمكبس داخل الاسطوانة / تثبيت قاعدة الاسطوانة الامامية والخلفية	خسائر تتعلق بكفاءة العاملين ، واجراءات الجودة .

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على الملاحظات والمقابلات الشخصية ملاك المعمل

الخطوة الثانية – تحديد حجم الخسائر في محطات التصنيع : ترتكز هذه الخطوة على تأسيس قاعدة بيانات للخسائر المسجلة في المحطات التصنيعية الاربعة ، ولغرض اجراءها يتطلب تحديد مقدار الخسائر الناتجة في عملية تصنيع المنتجات ، وذلك عن طريق الاطلاع على سجلات الانتاج والمشتريات المتوافرة في القسم المالي للشركة ، والاطلاع على التقارير الخاصة بعمليات اعادة العمل في قسم الانتاج ، فضلاً عن ذلك استشارة العاملين المشاركين في عمليات التصنيع لغرض التعرف على مقدار الخسائر أو الاخطاء التي تسببت بالفعل الى زيادة التكاليف ، وايقاف عملية التصنيع . ويعرض الجدول (٥) حجم الخسائر ضمن محطات التصنيع ، وذلك بهدف تقديم بيانات كمية تدل على عدد مرات حدوث هذه الخسائر او الاخطاء خلال مراحل تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية خلال عام (٢٠١٩) .

الجدول (٥) تحديد حجم الخسائر في تصنيع المنتجات خلال عام ٢٠١٩

ت	محطات تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية			
	الخسائر المسجلة في محطة التشغيل	الخسائر المسجلة في محطة اللحام	الخسائر المسجلة في محطة الغسل	الخسائر المسجلة في محطة التجميع
١	(٢٠) خسارة ناتجة عن تلف في ادوات القطع	(٨) خسائر ناتجة عن اكتشاف مقاسات غير متناسقة بين الرود (ذراع المكبس) مع البستن (المكبس) ، والاسطوانة الخارجية مع الجكنت (الغطاء الخارجي)	(٨) خسائر ناتجة عن حدوث خدوش في تجويف الاسطوانة اثناء عملية الغسل	(١٥) خسارة تم اكتشافها عند اجراء الفحص النهائي بعد عملية التجميع ، تتمثل بحدوث انخفاض في سرعة الاسطوانة الهيدروليكية
٢	(٧) خسائر ناتجة عن	(٨) خسائر ناتجة عن		(٧) خسائر تم اكتشافها عند اجراء الفحص النهائي بعد عملية التجميع

	عيوب في تشكيل عمل البساتم	حدوث خدوش وحفر في اجزاء الرود (ذراع المكبس) والبستن (المكبس) عند القيام بلحام القطعتين		، تتمثل بحدوث زيادة في حمل الاسطوانة الهيدروليكية
٣	(٢٦) خسارة ناتجة عن وجود حفر وخدوش في عملية تشكيل الرود (ذراع المكبس) والاسطوانة الخارجية في عملية الخراطة نفسها			(١٩) خسارة ناتجة عن اختلاف مقاسات الرود (ذراع المكبس) والبستن (المكبس) ادى الى عدم قدرة المشغل على تركيبهما بصورة صحيحة
٤	(٩) خسائر ناتجة عن توقف الماكنة عن التشغيل			(١٦) خسارة ناتجة عن تلف او كسر حلقة القفل الخارجية نتيجة عملية دفعها الخاطئ بالاسطوانة
مجموع الاخطاء	(٦٢) عدد مرات حدوث الخطأ	(١٦) عدد مرات حدوث الخطأ	(٨) عدد مرات حدوث الخطأ	(٥٧) عدد مرات حدوث الخطأ

المصدر من اعداد الباحث بالاستناد الى سجلات الشركة والمقابلات الشخصية مع العاملين

الخطوة الثالثة ـ تحديد اسباب حدوث الخسائر في محطات التصنيع : تهدف هذه الخطوة الى الكشف عن العلاقات المتبادلة بين محطات التصنيع ، وذلك لغرض تحديد الاسباب التي ادت الى حدوث تلك الخسائر ، ومن ثم تفعيل عملية التحسين المستمر بالاستناد الى خطوات عمل هذه الركيزة ، وبناءً على ذلك فقد تم دراسة كل الخسائر المحددة في الخطوة الثانية عن طريق طرح عدد من الاسئلة الموجهة الى اصحاب الخبرة في مصنع العناصر الهيدروليكية وملاك الصيانة والمشغلين ، وذلك لغرض الوصول الى معرفة ابرز الاسباب المباشرة التي ولدت تلك الخسائر ، وتقديم الملاحظات عنها وتسجيلها على وفق محطات التصنيع الاربعة (التشغيل ، واللحام ، والغسل والصباغة ، والتجميع) . ويحدد الجدول (٦) الاسباب الجذرية المقابلة لكل خسارة ناتجة المحددة في الخطوة الثانية من ركيزة نشر الكلفة على وفق محطات التصنيع الاربعة . اذ تم خلال هذه الفقرة تحويل الخسائر الى أخطاء حدثت اثناء تصنيع تلك المنتجات .

الجدول (٦) تحديد الاسباب الجذرية لكل خسارة ناتجة لعام ٢٠١٩

ت	محطات تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية			
	اخطاء محطة التشغيل	اخطاء محطة اللحام	اخطاء محطة الغسل	اخطاء محطة التجميع
١	(٢٠) خطأ حدثت بسبب عدم استخدام وسائل التزييت والتبريد التي تؤدي الى تبريد اداة القطع ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (٥٠٠٠٠ الف دينار)	(٨) اخطاء حدثت بسبب قيام المشغل بتثبيت اعدادات غير صحيحة لمكائن الخراطة ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (٢٠٠٠٠٠) الف دينار	(٨) اخطاء حدثت بسبب الاختيار الخاطئ للفرشاة المناسبة في عملية تنظيف الاسطوانات ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (١٠٠,٠٠٠) الف دينار	(١٥) خطأ حدث بسبب التسربات الداخلية في الاسطوانات الهيدروليكية اثناء عملية التجميع مما يجعلها تفقد سرعتها ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (١٥٠,٠٠٠) الف دينار
٢	(٧) اخطاء حدثت بسبب قلة المهارة والخبرة لدى	(٨) اخطاء حدثت بسبب عدم تثبيت القطعتين بصورة		(٧) اخطاء حدثت بسبب تحديد قوة مختلفة للاسطوانة الهيدروليكية اثناء عملية التجميع مما ادى ذلك الى

	العاملين ، مما ادى الى طول مدة التشكيل في عملية الخراطة ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (٨٠,٠٠٠) الف دينار	صحيحة او تكوين محاذات غير صحيحة للقطعتين ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (٧٥,٠٠٠) الف دينار		زيادة ضغط العمل ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (٧٥,٠٠٠) الف دينار
٣	(٢٦) خطأ كانت سببها تشتت انتباه المشغل اثناء القيام بعملية التشكيل ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (١٠٠,٠٠٠) الف دينار			(١٩) خطأ حدث بسبب اخطاء تصنيعية في عملية الخراطة ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (١٢٥,٠٠٠) الف دينار
٤	(٩) اخطاء حدثت بسبب تراكم مخلفات العمل (الرايش والاوساخ) ، وحدوث الاهتزازات ، والبرمجة الخاطئة للماكنة اثناء عملية التشغيل، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (١٣٠,٠٠٠) الف دينار			(١٦) خطأ حدث بسبب سوء عملية ادخال حلقة القفل الخارجية (الجكنت) بالاسطوانة الخارجية ، وادى ذلك ايضاً الى تلف موانع التسرب او ما يسمى بالاختام نتيجة قلة الخبرة لدى العاملين ، وان معدل تكاليف هذه الخسائر يقدر بـ (١٠٠,٠٠٠) الف دينار
مجموع الاخطاء	٦٢	١٦	٨	٥٧

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على تحليل الخسائر الناتجة في الخطوة الثانية

٥-٢-٢- **المرحلة الوقائية :** تشير الى تطبيق الخطوات (الرابعة والخامسة) من ركيزة نشر الكلفة :

الخطوة الرابعة - حساب التكاليف الاجمالية لخسائر التصنيع

بعد ان تم الكشف عن الاسباب الجذرية لخسائر التصنيع ، وبموجب العلاقات المحددة في الخطوة الثالثة، تهدف هذه الخطوة الى تقدير حجم التكاليف الاجمالية للخسائر الناتجة في محطات التصنيع ، وسيسهل هذا الاجراء في معرفة التكاليف المهدرة في المصنع جراء حدوث تلك الخسائر ، ولغرض اتمام هذه الخطوة ينبغي النظر الى معدلات التكاليف المعبرة عن كل وحدة خسارة ، والتي تم تحديدها عن طريق استشارة مسؤول المصنع في عملية تقدير معدل كل خسارة، وسيعكس هذا الاجراء الاستهلاك الزائد للموارد بسبب حدوث تلك الخسائر . ويعرض الجدول (٧) حساب التكاليف الاجمالية لكافة الخسائر الناتجة في عمليات التصنيع ، وقد تم حساب هذه التكاليف عن طريق ضرب حجم الخسارة المحددة ضمن الخطوة السابقة في معدل تكلفة الخسارة المستخرجة .

الجدول (٧) تحديد التكاليف الاجمالية للخسائر اثناء تصنيع المنتجات في عام ٢٠١٩

ت	تكاليف الخسائر في مصنع العناصر الهيدروليكية			
	تكاليف الخسائر في محطة التشغيل	تكاليف الخسائر في محطة اللحام	تكاليف الخسائر في محطة الغسل	تكاليف الخسائر في محطة التجميع
١	(١٠٠٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التشغيل نفسها	(١,٦٠٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التشغيل	(٨٠٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة الغسل نفسها	(٢,٢٥٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التجميع نفسها
٢	(٥٦٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التشغيل نفسها	(٦٠٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة اللحام نفسها		(٥٢٥,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التجميع نفسها
٣	(٢,٦٠٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التشغيل نفسها			(٢,٣٧٥,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التشغيل
٤	(١,١٧٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التشغيل نفسها			(١,٦٠٠,٠٠٠) دينار تكاليف الاخطاء الناتجة من محطة التجميع نفسها

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على حجم الخسائر ومعدلات تكاليفها

وبناءً على المعطيات المقدمة في الجدول (٧) ، يتم تحديد التكاليف للخسائر المترتبة ضمن كل محطة تصنيعية ، فضلاً عن تحديد التكاليف الاجمالية للخسائر ، وكما يأتي :

١-ان مجموع التكاليف للخسائر المسجلة في محطة التشغيل ذاتها بلغت (٥,٣٣٠,٠٠٠) دينار، وقد تم الكشف عن تكاليف لخسائر أخرى مرتبطة بها في محطتي اللحام والتجميع ، اذ تبلغ تكاليف الخسائر ضمن محطة اللحام (١,٦٠٠,٠٠٠) دينار ، وفي محطة التجميع (٢,٣٧٥,٠٠٠) دينار ، وبهذا فإن التكاليف الاجمالية للخسائر المرتبطة بمحطة التشغيل كانت تكاليف مرتفعة بلغت (٩,٣٠٥,٠٠٠) دينار .

٢-ان مجموع التكاليف للخسائر المسجلة في محطة اللحام ذاتها بلغت (٦٠٠,٠٠٠) دينار .

٣-ان مجموع التكاليف للخسائر المسجلة في محطة الغسل والصباغة ذاتها بلغت (٨٠٠,٠٠٠) دينار .

٤-ان مجموع التكاليف للخسائر المسجلة في محطة التجميع والفحص ذاتها بلغت (٤,٣٧٥,٠٠٠) دينار

٥-وبعد ان تم حساب كافة التكاليف لكل محطة ، نستنتج ان التكاليف الاجمالية للخسائر الناتجة في محطات التصنيع الاربعة بلغت (١٥,٠٨٠,٠٠٠) دينار .

الخطوة الخامسة ـ تحديد طرق التحسين لتجنب تكرار الاخطاء في محطات التصنيع

تعتمد فكرة هذه الخطوة على احتمالية حدوث الخسائر ذاتها في محطات التصنيع مستقبلاً ، وقد تسبب بهدر في التكاليف ايضـــاً ، وبما ان هذه الخطوة تقع ضـــمن المرحلة الوقائية من عمل ركيزة نشـــر الكلفة ، لذا ان الهدف الرئيس منها هو تقديم خطة وقائية تعالج كافة الخسائر المحتملة في المستقبل القريب ، لذا فإنها ستعمل على تحديد التخفيض المتوقع لتكاليف الخســـائر المحددة في الخطوة الســـابقة عن طريق تحديد عدد من مشروعات التحسين لتجنب تكرار الاخطاء ، وان هذه التحسينات ستركز على رفع كفاءة العاملين ، وتحسين اجراءات الجودة ، وصـــيانة الآلات ، والادوات ، وغيرها . وان اعداد هذه التحســـينات يتطلب حث العاملين والمسؤولين على المشاركة ، وكافة الاقسام الداعمة في الشركة ، وذلك لغرض تقديم المبادرات المناسبة في عملية التحسين المستمر . وان اجراء هذه الخطوة يستند على المعلومات المقدمة في الخطوات السابقة ، وبما يتعلق باســـتهداف الاســـباب الجذرية للخســـائر التي ادت الى احداث تكاليف عالية ، ويفضـــل مراعاة الجانب المالي لدى الشـــركة عندما يتم تنفيذ هذه التحســـينات ، وبما يتلاءم مع اتخاذ الاجراءات التصـــحيحية بشـــكل تدريجي لغاية التخلص من حدوث كافة الخســـائر في عملية التصـــنيع ، وان مخرجات هذه الخطوة مقدمة في الجدول (٨) الخاص بإعداد خطة التخفيض المتوقع لتكاليف الخســـائر . ويفترض هذا الاجراء التخفيض الكلي لجميع التكاليف لغرض تحقيق مبدأ الخسائر الصفرية في نظام (WCM) .

الجدول (٨) خطة التخفيض المتوقعة لتكاليف الخسائر وفقاً لمشروعات التحسين المقترحة

مشروعات التحسين	تخفيض التكاليف الاجمالية للخسائر في محطات التصنيع				التخفيض المتوقع لتكاليف الخسائر الاجمالي
	التخفيض المتوقع لتكاليف الخسائر في محطة التشغيل	التخفيض المتوقع لتكاليف الخسائر في محطة اللحام	التخفيض المتوقع لتكاليف الخسائر في محطة الغسل والصباغة	التخفيض المتوقع لتكاليف الخسائر في محطة التجميع	
مشروع التحسين الاول	٩,٣٠٥,٠٠٠				٩,٣٠٥,٠٠٠
مشروع التحسين الثاني				٤,٣٧٥,٠٠٠	٤,٣٧٥,٠٠٠
مشروع التحسين الثالث		٢,٢٠٠,٠٠٠			٢,٢٠٠,٠٠٠
مشروع التحسين الرابع			٨٠٠,٠٠٠		٨٠٠,٠٠٠

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على تكاليف الخسائر الاجمالية لكل محطة تصنيع

٥-٢-٣- **المرحلة الاستباقية :** تتضمن تطبيق الخطوات (السادسة والسابعة) من ركيزة نشر الكلفة :

الخطوة السادسة – تحديد نسبة المنفعة المتوقعة من التحسينات مقابل تكاليف تنفيذها :

ان الهدف الرئيس من هذه الخطوة هو تقييم التكاليف المطلوبة لتنفيذ التحسـينات مقابل التخفيضـات المحددة للخســائر المحتملة في محطات التصــنيع ، اذ ان هذا الاجراء ضــروري للغاية لمدى اهميته في تحديد المنافع المتوقعة من التحســـينات ، ومعرفة مســـتوى كفاءة الاســـتثمار لكل مشـــروع . ويتطلب التنســـيق مع لجنة المشتريات في عملية تنفيذ التحسينات لغرض تلبية الاحتياجات المطلوبة . ويحدد الجدول (٩) نسبة المنفعة أو

مستوى كفاءة الاستثمار في التحسينات المقترحة عن طريق مقارنة تكاليف التخفيض المتوقع للخسائر في محطات التصنيع ، مع تكاليف تنفيذ مشروعات التحسين .

الجدول (٩) تحديد كفاءة الاستثمار في مشروعات التحسين المقترحة

	مشروع التحسين الاول	مشروع التحسين الثاني	مشروع التحسين الثالث	مشروع التحسين الرابع
التخفيض المتوقع لتكاليف الخسائر	٩,٣٠٥,٠٠٠	٤,٣٧٥,٠٠٠	٢,٢٠٠,٠٠٠	٨٠٠,٠٠٠
تكاليف تنفيذ مشروعات التحسين	٥,٦٠٠,٠٠٠	٢,٢٥٠,٠٠٠	١,٧٥٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠
نسبة المنفعة من التحسينات	١,٦٦	١,٩٤	١,٢٥	٢,٦٦

المصدر من اعداد الباحث بالاستناد الى تكاليف الخسائر المحتملة وتكاليف تنفيذ المشروعات

تقترح مشروعات التحسين بشكل رئيس حول اعداد برامج تدريبية لكافة المشاركين في عملية التصنيع من المشغلين والعاملين وغيرهم . وتطوير ملاكات الصيانة والفحص ، وشراء العدد والادوات المناسبة ، وتشكيل فرق تختص بمتابعة عمليات تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية وتقييمها ، وذلك لغرض تجنب حدوث الاخطاء مرة أخرى . وفي ادناه يتم تحديد ابرز تكاليف التنفيذ لتحقيق التحسينات المطلوبة :

١- اعداد برنامج تدريبي يختص بتطوير مهارات العاملين في اجراء عمليات التثقيب ، والتقطيع ، والطحن للمواد الخام ، وذلك لغرض ازالة المواد غير المرغوب فيها من شكل الاسطوانة الخارجي .

٢- اعداد برنامج تدريبي يختص بتطوير مهارات العاملين في عملية مطابقة القطع التي تم اكمال تصنيعها وفقاً للتصاميم والرسومات المطلوبة .

٣- اعداد برنامج تدريبي يختص بتطوير مهارات العاملين على عملية تشكيل ذراع المكبس والمكبس، وذلك لغرض الحصول على الحجم الصحيح لهما ، وبما يتعلق بتعليم طرق الطحن والصقل من أجل زيادة صلابتهما ، والتحقق منها .

٤- اعداد برنامج تدريبي يختص بتطوير مهارات المشغلين على عملية تصنيع الاقفال الخارجية للأسطوانات ، وبما يتوافق مع مواصفات المكابس ، وعمليات تثقيبه وتركيبه ، واختبار صلابته ، واجراء الفحص النهائي له .

٥- اعداد برنامج تدريبي يختص بتطوير مهارات المختصين في عملية التجميع ، وبما يتعلق بعملية تجميع المكونات الأساسية للأسطوانة الهيدروليكية وملحقاتها ، اي كيفية تجميع ذراع المكبس ، والمكبس ، والأنبوب الخارجي ، وموانع التسرب التي تحتاج لها الاسطوانة ، وتحديد الادوات اللازمة لإكمال عملية التجميع بالصورة الصحيحة .

٦- تنفيذ اجراءات المتابعة والتقييم لمستوى الجودة في كل خطوة من خطوات عملية التصنيع لغرض مطابقة المواصفات المطلوبة ، وذلك عن طريق تشكيل فريق يضم عدد من المراقبين ، فضلاً عن اعداد برنامج تدريبي مكثف لهم .

٧- ابرام عقد مع جهات خارجية مختصـــة بفحص النظام الهيدروليكي ، تقوم بإجراء كافة الاختبارات المطلوبة للأسـطوانات الهيدروليكية المصـنعة ، وذلك لغرض التأكد من تحقيقها للمواصـفات المطلوبة ، وتقييم اداء عملها بشكل تجريبي ، والتأكد من صحة الابعاد والمتطلبات الفنية الخاصة بتصميم الاسطوانة.

الخطوة السابعة – تنفيذ التحسينات على وفق الاولوية لغرض معالجة الاخطاء وعدم تكرارها مستقبلاً

تهتم هذه الخطوة في اختيار المشـــروع الذي يمكن تنفيذه في الوقت الراهن ، واعداد الخطط الداعمة لعملية التنفيذ ، وبمشـاركة قسـم الانتاج والشـؤون المالية في عملية التنفيذ ، ويرتكز عمل هذه الخطوة على البيانات المتعلقة بمشـــروعات التحســـين المقترحة ، وتكاليف تنفيذها ، ومقدار المنافع المتوقعة منها . اذ ينبغي تنفيذ مشـــروعات التحســـين وفقاً للأولوية ، واعداد الجدولة المخطط لها لغرض معالجة الاخطاء المكتشـــفة في المحطات خلال تصـــنيع المنتجات ، وعدم تكرارها مســـتقبلاً ، والنجاح في الوصـــول الى تحقيق الخســـائر الصفرية في عملية التصنيع .

وبناءً على المعطيات المقدمة في الجدول (٩) من الخطوة السـادسـة ، يفضـل اختيار المشـروع الذي يعطي اعلى نســـبة منفعة اولاً ، وان عملية التحســـين ســـتكون على اربعة مراحل ، اذ يتم في المرحلة الاولى تنفيذ مشروع التحسين الرابع ، لكونه قد حصل على اعلى نسبة منفعة عند تنفيذه بلغت (٢,٦٦) ، والذي يركز على التخلص من الاخطاء في محطة الغسل والصباغة . ويأتي بعده المشروع الثاني الذي حصل على نسبة منفعة بلغت (١,٩٤) ، والذي يهتم بالتخلص من الاخطاء في محطة التجميع . وينفذ بعد ذلك مشروع التحسين الاول الذي حصـــل على نســـبة منفعة بلغت (١,٦٦) ، والذي يركز على التخلص من كافة الاخطاء في محطة التشغيل. واخيراً ينفذ مشروع التحسين الثالث الذي حصل على نسبة منفعة بلغت (١,٢٥) ، والذي يركز على التخلص من الاخطاء في محطة اللحام .

٦-الاستنتاجات والتوصيات

٦-١- **الاستنتاجات :** تشير نتائج تطبيق ركيزة نشر الكلفة وفقاً للجانب العملي من الدراسة الى التخلص من الخسـائر والمسـاعدة في تخفيض تكاليف التصـنيع، وذلك عن طريق تطبيق الخطوات السـبعة للركيزة ، ويمكن توضيح اهم ما تم استنتاجه من عملية التطبيق بما يأتي :

٦-١-١-تواجه عملية التصـــنيع في مصـــنع العناصـــر الهيدروليكية عدداً من الاخطاء التي ادت الى حدوث خسائر مالية ، يتطلب معالجتها بالطرق المناسبة .

٦-١-٢-سجلت محطة التشغيل اكبر نسبة من الخسائر اثناء عملية تصنيع الاسطوانات الهيدروليكية .

٦-١-٣-ان من اهم اسباب حدوث الخسائر في عملية التصنيع هو وجود نقص في المهارات والخبرات التي ينبغي ان يمتلكها المشغلين ، وملاك الصيانة .

٦-١-٤-كشـفت عملية حسـاب التكاليف الاجمالية للخسـائر عن مدى اهمية ايجاد الحلول المناسـبة لها ، وفرص زيادة الارباح .

٦-١-٥-اثبتت ركيزة نشـر الكلفة قدرتها على تحقيق مبدأ التحسـين المسـتمر لتحقيق الخسـائر الصـفرية في عملية التصنيع عن طريق اقتراح عدد من التحسينات التي يتم تنفيذها بشكل تدريجي .

٦-١-٦-تعالج ركيزة نشر الكلفة جميع الاخطاء بالطرق التي تعطي كفاءة في الاستثمار من دون الوقوع في مشكلات مالية .

٦-١-٧-تعالج ركيزة نشر الكلفة كافة الاخطاء بشكل تدريجي وفقاً لأولوية التحسين .

٦-٢- **التوصـيات :** بناءً على ما تم التوصـل اليه من تطبيق خطوات ركيزة نشـر الكلفة وفقاً للجانب العملي من الدراسـة ، يقترح الباحث عدداً من التوصـيات الهادفة الى تحقيق البعد الاقتصـادي للتصـنيع المسـتدام في مصنع العناصر الهيدروليكية :

٦-٢-١-تشـكيل فريق خاص بتطبيق ركيزة نشـر الكلفة يكون على عاتقه القيام بتحديد الخسـائر الناتجة اثناء عملية التصنيع وبشكل سنوي .

٦-٢-٢-ضرورة التمييز بين الخسائر الناتجة واسبابها ، وتحديد العلاقات المتبادلة بين محطات التصنيع .

٦-٢-٣-تحويل جميع الخسـائر المحددة الى تكاليف نقدية لغرض معرفة التكاليف الاجمالية التي يفقدها المصنع جراء حدوث الخسائر .

٦-٢-٤-معالجة كافة الاسـباب التي ادت الى حدوث الخسـائر طريق تقديم مقترحات التحسـين ، مع تفعيل المشاركة الجماعية لذوي الخبرة في المصنع .

٦-٢-٥-تقييم تكاليف التنفيذ لغرض معرفة جدوى كفاءة الاسـتثمار في مثل هذه التحسـينات مع توفير الدعم المطلوب من ادارة المشتريات لدعم عملية التنفيذ عملية .

٦-٢-٦-جدولة مشروعات التحسين لغرض تحديد المشروع الذي سيتم تنفيذه اولاً.

References

[1] Gironda, Luca, "Application Of WCM Methodologies For First Time Quality Improvement," College Of Engineering Department Of Mechanical And Aerospace Engineering Master Of Science In Automotive Engineering, Poltecnico Di Torino , pp :14, 2018.

[2] Lorenzo, Cornaechia, "AWCM methodology application : the digitalization of the Upstream Check and its organiztional impact on the line quality control system," Master thesis – Degree in Ingegneria Gestionale, Polytechnic of Turin, pp : 5, 9, 2018 .

[3] Spangenberg, Joachim H., "Economic sustainability of the economy: concepts and indicators," International Journal of Sustainable Development, Vol. 8, Nos. 1/2, 2005 .

[4] Reddy, TL, & Thomson, RJ, "Environmental, Social and Economic Sustainability: Implications for Actuarial Science," Institute of Actuaries of Australia for innovation and invention, 2015 .

[5] Krishnan, Anirudh, "Evaluation of Operational Models for World-Class Manufacturing in the Indian automotive components industry," Submitted to the Mit Sloan school of management in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in management studies, At the massachusetts institute of technology, pp : 26, 2016 .

[6] Mendes, Rafael de Carvalh & Mattos, Max Cirino de, "Knowledge Management and World Class Manufacturing: an initial approach based on a literature review," Perspectives in Information Science, V.22, N.2, pp: 255, 2017.

[7] Black, John, "Lean Production : Implementing a World – Class System," First Edition, Industrial Press, Inc, New York, pp : 2, 2008 .

[8] Felice, Fabio De & Monfreda, Stanislao & Petrillo, Antonella and Maria lng & Nenni, Elena & lannone, Raffaele, Introna, Vito & Giuiusa, Alessio and De Carlo, Filippo, "Operations Management," licensee InTech, pp : 6 , 7, 2013 .

[9] Midor, Katarzyna, "World Class Manufacturing – characteristcs and implementation in an automotive enterprise," Scientific Journals, Maritime University of Szczecin, Vol. 32, No. 104, pp: 42 , 2012

[10] Pela, Fabrizio, "World Class Manufacturing Analysis. The FCA case," Faculty of Economics, Master's Degree Course in Economics and Business Management,Free International University in Social Studies, Italya, pp: 32, 2015 .

[11] Svensson, Alexander, "Critical equipment classification and cost reduction within professional maintenance," Master of Science Thesis in Production Engineering, Department of Product and Production Development, Division of Production Systems, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Göteborg, Sweden, pp :22, 2011 .

[12] Wrońska, Katarzyna Łyp, "World Class Manufacturing methodology as an example of problems solution in Quality Management System", AGH Faculty of Science and Technology, Faculty of Non-Ferrous, Key Engineering Materials, Vol. 682, pp 343, 2016 .

[13] Makedonskiy, P., & Belyaeva, Zh., "Adaptation of the concept of world class manufacturing (WCM) in divisions of multinational corporation on the example of

LLC unilever rus kalian," Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University, Smart business models in the world economy, pp : 20, 2016 .

[14] Sari, Emre Bilgin, "World Class Manfacturing (WCM) Model and Operational Performance Indicators : Comparison Between WCM Firms," Journal of the Faculty of Business, Vol. 19, Issue 2, pp: 251, 2018 .

[15] Malindzakova, Marcela & Malindzak, Dusan, "Linking the World Class Manufacturing System Approach with a Waste Management," TEM Journal. Volume 9, Issue 2, pp : 750, 2020 .

[16] Knutsen, Daniel Hellebo & Hannibal, Peter Christian, "Roadmap for Manufacturing Cost Deployment," Master's thesis, Department of Industrial Economics and Technology Management, NTNU : Norwegian University of Science and Technology, p : 6, 2016 .

[17] Singh, Mrityunjay & Ohji, Tatsuki & Asthana, Rajiv, "Green and Sustainable Manufacturing of Advanced Materials", Elsevier Inc, pp : 3, 2016 .

[18] Carley, Sanya & Jasinowski, Jerry & Glassley, Greg & Strahan, Patrick & Attari, Shahzeen & Shackelford, Scott, "Success Paths to Sustainable Manufacturing," SCHOOL OF PUBLIC AND ENVIRONMENTAL AFFAIRS, INDIANA UNI VERSITY, pp : 7, 2014 .

[19] Abubakr, Mohamed & Abbas, Adel T., & Tomaz, Italo, "Sustainable and Smart Manufacturing: An Integrated Approach," Sustainability, MDPI, pp : 5, 2020 .

[20] Baumgärtner, Stefan and Quaas, Martin F., "What is sustainability economics?," University of Lüneburg Working Paper Series in Economics, ISSN 1860 – 5508, 2009 .

[21] Ikerd, J. , "The essentials of economic sustainability". Sterling, VA: Kumerian Press, 2012.

[22] Sekar, Nithya, "A study on Environment Sustainability by Satisfying Rural requirements in Agriculture and food processing via Urban solid waste treatment," Conference: International Conference on Innovative trends in Business Practices for Sustainable Deveopment, ResearchGate, pp : 2, 2017 .

[23] Robinson J., "Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development," Ecol Econ, Vol. 4, No. 48, pp : 370, 2004 .

[24] Pathak,Priyanka, & Singh, M. P., and Sharma, DR. Pankaj, "Sustainable Manufacturing : An Innovation and Need For Future," Research Scholar, Mechanical Engineering Department, Jagannath University, Proceedings of International

Conference on Recent Innovations in Engineering and Technology, Jaipur, India, pp : 21, 2017 .

[25] Kishawy Hossam A. & Hegab, Hussien & Saad, Elsadig, "Design for Sustainable Manufacturing: Approach, Implementation, and Assessment," Machining Research Laboratory, University of Ontario Institute of Technology, Oshawa , Sustainability, MDPI, pp : 1, 2018 .

[26] Gimenez, C., & Sierra, V. and Rodon, J., "Sustainable operations: their impact on the triple bottom line," International Journal of Production Economics, Vol. 140, No. 1, pp : 150, 2012 .

[27] Sartal, Antonio & Bellas, Roberto & Mejias, Ana M, and Garcia, Alberto, "The sustainable manufacturing concept, evolution and opportunities within Industry 4.0: A literature review," Advances in Mechanical Engineering, Sage, pp : 6, 2020 .

[28] Thomas, W.F., & Ong, P., "Locational adjustments to pollution regulations: The South Coast Air Quality Management District and the furniture industry," Econ. Dev. Q, pp : 220, 2004 .

[29] Singh, R., & Murty, H., & Gupta, S., & Dikshit, A., "An overview of sustainability assessment methodologies," Ecol. Indic, pp : 189, 2009 .

[30] Kirkman, Grant Anthony & Haites, Erik & Seres, Stephen & Fecher, Randall Spalding, "Benefits of the Clean Development Mechanism 2012," ResearchGate, United Nations, Framework Convention on Climate Change, 2012 .