التحسين المستمر ودورهُ في تخفيض تكاليف الفشل وتحسين جودة المنتجات

أ.د.منال جبار سرور
محمود شكر محمود
جامعة بغداد – كلية الإدارة والاقتصاد

Continuous Improvement and its Role in Reducing Failure Costs and Improving Products Quality

Abstract

The research aims to use continuous improvement technology to reduce failed units during the production stages, reduce their costs, increase the efforts of workers and develop their performance in order to achieve efficiency in production and enhance activities that add value and reach the highest level of quality in order to produce products that meet the desires and needs of customers and thus increase profits and market share of the unit Economic , In order to achieve this goal, the two researchers relied on the descriptive approach in writing the theoretical side of the research by relying on Arabic books and articles, research papers, letters and theses related to the topic of the research, As for the practical aspect, the researchers relied on financial data and personal interviews with The specialists in the Diyala State Company .

Key words : Continuous Improvement, Reduce of Failure Cost , Improve Quality

المستخلص

يهدف البحث الى استعمال تقنية التحسين المستمر لتقليل الوحدات الفاشلة خلال مراحل الانتاج وتخفيض تكاليفها وزيادة جهود العاملين وتطوير أداءهم بهدف تحقيق الكفاءة في الانتاج وتعزيز الانشطة التي تضيف قيمة والوصول الى اعلى مستوى من الجودة من أجل إنتاج منتجات تُلبي رغبات واحتياجات الزبائن وبالتالي زيادة الارباح والحصة السوقية للوحدة الاقتصادية ، ومن أجل تحقيق هذا الهدف تم الاعتماد على المنهج الوصفي من قبل الباحثان في كتابة الجانب النظري من البحث وذلك من خلال الاعتماد على الكتب والمقالات

الاجنبية والبحوث والرسائل والاطاريح العربية التي تتعلق بموضوع البحث ، أما فيما يتعلق بالجانب العملي فقد إعتمد الباحثان على البيانات المالية والمقابلات الشخصية مع المختصين في شركة ديالى العامة .

الكلمات المفتاحية :- التحسين المستمر ، تخفيض تكلفة الفشل ، تحسين الجودة

***بحث مستل من رسالة ماجستير لم يتم مناقشتها بعد .**

المقدمة :-

تعاني الشركات الصناعية من ارتفاع تكاليفها ولا سيما تكاليف الفشل بالإنتاج بنوعيه الداخلي والخارجي وذلك نتيجة عدم توفر التكنولوجيا المتطورة والحديثة اللازمة لتصنيع المنتجات بالإضافة استعمال مواد اولية ذات جودة رديئة مما ادى الى تراجع هذه الشركات الى مستويات متدنية بسبب ارتفاع تكلفة الانتاج وتصنيع منتجات ذات جودة رديئة وهذا ما أدى الى خسارة الشركات الصناعية من ناحية الزبون والناحية المالية وتوجه الزبون نحو المنتجات الاجنبية .

وعلى ضوء ذلك جاء هذا البحث لتسليط الضوء بهدف إيجاد الحلول والمقترحات اللازمة من أجل تخفيض تكلفة الانتاج وخصوصاً فيما يتعلق بتكاليف الفشل بهدف تحسين جودة المنتجات وذلك عن طريق التوجه نحو تقنيات ادارة الكلفة الاستراتيجية ، حيث تساعد هذه التقنيات على تقليل تكاليف المنتجات وتحقيق الميزة التنافسية للشركات الصناعية وذلك عن طريق تحسين أداء وجودة المنتجات ، ومن تلك التقنيات هي تقنية التحسين المستمر .

وتهدف تقنية التحسين المستمر الى السعي المستمر لتطوير أداء وجودة المنتجات من أجل تعظيم المنفعة التي يحصل عليها الزبون وتخفيض التكلفة الى ادنى مستوى دون التأثير على جودة وظائف المنتج، حيث تعمل تقنية التحسين المستمر على زيادة فاعلية وكفاءة العمليات الانتاجية والاستجابة لطلبات وإحتياجات الزبائن ، كما ان هذه التقنية تسعى الى العمل الجماعي المستمر حيث تعتمد على العناصر البشرية لإدخال التحسينات على المنتجات خلال المراحل الانتاجية التي يتكون منها المنتوج بهدف تقليل الأخطاء والعيوب وزيادة مستوى الجودة لدى المنتجات ، ولتحقيق أهداف البحث فقد تم تقسيمه الى أربعة مباحث ، حيث تناول المبحث الاول منهجية البحث وأما المبحث الثاني فقد تطرق الى عرض الاطار النظري لتقنية التحسين المستمر ، في حين تناول المبحث الثالث الى استعمال أدوات التحسين المستمر لتخفيض تكاليف الفشل بالمنتجات وفيما يتعلق بالمبحث الرابع فقد تضمن أهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها والتوصيات اللازمة .

المبحث الاول :- منهجية البحث

أولاً:- مشكلة البحث- تعاني الشركات الصناعية من ارتفاع تكلفة الفشل الداخلي والخارجي والتي تتمثل بوجود كميات كبيرة من الوحدات المنتجة المعابة قبل عملية البيع الى الزبائن واثناء وبعد الانتهاء من البيع حيث يؤدي ذلك الى خسارة الشركات الصناعية لسمعتها في الاسواق وفقدانها للزبائن فضلا عن الخسارة المالية ومن

اسباب حصول هذا الفشل في المنتجات هو نتيجة النقص في المعدات والمكائن الصناعية الحديثة والاعتماد على المعدات القديمة في عمليات الانتاج وكذلك رداءة المعمل وطرق التصنيع بالإضافة الى انخفاض مستوى الأداء والمهارة لدى العاملين وعلى ضوء ذلك تم طرح التساؤل الاتي للمساهمة في حل مشكلة البحث :

– هل يؤدي استعمال تقنية التحسين المستمر الى مساعدة ادارة الوحدة الاقتصادية على تخفيض تكاليف الانتاج ولاسيما تكاليف الفشل بنوعيه الداخلي و الخارجي ؟

ثانياً:– أهمية البحث – تتمثل اهمية البحث في مساعدة الشركة الصناعية الى تخفيض تكلفة الفشل الداخلي والخارجي وتحسين أداء وجودة المنتجات من أجل خلق ميزة تنافسية وتحسين سمعة الشركة بين الزبائن وذلك عن طريق الانتقال الى التقنيات الحديثة بدلا من التقنيات القديمة ومساعدة ادارة الشركات على النهوض والارتقاء بمستوى المنتجات التي تُقدم الى الزبائن وذلك من خلال استعمال تقنية التحسين المستمر .

ثالثاً:– أهداف البحث – يهدف البحث الى تحقيق الآتي :–

١– عرض المرتكزات المعرفية لتقنية التحسين المستمر وبيان دورها في تخفيض التكاليف.

٢– بيان دور أدوات التحسين المستمر في تخفيض تكاليف فشل المنتجات وتحسين الجودة .

٣– التعرف على الأسباب التي تؤدي الى حدوث الفشل وايجاد الحلول المناسبة لها .

رابعاً:– فرضية البحث– يقوم البحث على الفرضية التالية :–

ان استخدام تقنية التحسين المستمر يمكن ان تساعد الشركات الصناعية في تخفيض تكاليف فشل المنتجات بالاضافة الى تقليل وقت التصميم والتصنيع وتحسين الأداء والجودة .

خامساً:– المنهج العلمي للبحث

من اجل تحقيق اهداف البحث يتم اتباع منهجين علميين هما :–

١– **المنهج الاستنباطي** : تم استخدام هذا المنهج في الجانب النظري من البحث ، من خلال الاعتماد على الرسائل والأطاريح الجامعية والكتب الاجنبية وكذلك الدوريات والمقالات المنشورة على شبكة الانترنت .

٢– **المنهج الاستقرائي** : وتم استخدام هذا المنهج في الجانب التطبيقي من البحث ، من خلال الاعتماد على الوسائل التي تم الحصول عليها من الشركة كالمعايشة الميدانية والمقابلات الشخصية مع المسؤولين ، بالإضافة الى الاطلاع على التقارير والكشوفات المتعلقة بالشركة .

المبحث الثاني :– الإطار النظري لتقنية التحسين المستمر

أولاً :– نشأة التحسين المستمر – كان ظهور مفهوم التحسين المستمر للمرة الأولى في اليابان إذ تم اعتماده من قبل المنظمات الاقتصادية والصناعية ، حيث تم تطوير مفهوم التحسين المستمر من قبل شركة Toyota اليابانية عام ١٩٤٦ من اجل اجراء التحسينات في العمليات الصناعية الخاصة بالشركة والعمل على إشراك جميع العاملين في أداء العمليات والقيام بالتحسينات بهدف إجراء تغييرات كبيرة في الشركة للمساهمة في تحسين

أداءها وتطوير القدرات والمهارات لدى العاملين وتقليل تكلفة المنتجات وبالتالي تلبية احتياجات الزبائن. (Vivan, al.et.,2016:333-334) .

ثانياً- مفهوم التحسين المستمر:- لتقنية التحسين المستمر إستخدامات واسعة على مستوى الوحدات الاقتصادية سواء كانت صناعية أو خدمية وذلك لما يحققه من مزايا كثيرة لهذه الوحدات ، ويمكن توضيح مفهوم تقنية التحسين المستمر وفقاً لآراء الباحثين وكما يلي :-

١- يقصد بتقنية التحسين المستمر بأنهُ قدرة الوحدات الاقتصادية على التكيّف مع التطورات الحاصلة في بيئة الأعمال بهدف تنفيذ احتياجات المستخدمين وإمكانية تطبيق أفضل الممارسات والمنهجيات التي تساعد في تطوير أداء الوحدات ومعالجة المشاكل التي تتعلق بالمنتجات خاصة والوحدات بشكل عام من أجل تحسين الأداء والجودة ورفع كفاءة المنتوج (Paipa- Galeano ,et.al. , 2020 : 196).

٢- ويُعرف التحسين المستمر على أنهُ اسلوب تم وضعهُ من قبل الشركات اليابانية بهدف تقليل المواد والعناصر التالفة وزيادة جهود العاملين وتطوير إمكانياتهم من أجل تحقيق الكفاءة في المنتجات وتعزيز الانشطة التي تضيف قيمة لهذه المنتجات بهدف تحقيق اعلى مستويات الجودة .(Wheelen,et.al.,2017:341)

٣- وقد عُرِف التحسين المستمر بأنه عملية الاستمرار بالتحسينات خلال المراحل الانتاجية من اجل تخفيض التكلفة والعمل على التخلص من المشكلات التي تحدث خلال عمليات الانتاج بهدف تحسين الجودة والأداء ((Drury,2013:688

٤- ويقصد به البحث عن أعلى مستوى من الاداء والجودة لتحقيق رغبات الزبائن ، و يساعد التحسين المستمر المدراء على استعمال تحليل التباين من اجل تكوين دورة فعّالة لتحقيق الاهداف المطلوبة وذلك عن طريق تحديد المشاكل التي تحدث بإستمرار ومعالجتها وتقييم النتائج من خلال زيادة التحسينات وتدريب العاملين من أجل تقليل التلف والعيوب في المنتجات (Horngern,et.al. , 2018:267) .

٥- **ويرى الباحثان** أن مفهوم التحسين المستمر يعني القيام بالجهود المبذولة لتحقيق التحسينات المستمرة في المنتجات ، حيث تتم هذه التحسينات على جميع أنشطة الشركة وذلك من خلال مشاركة كافة العاملين في جميع المستويات والاقسام من اجل تحديد المشاكل او المعوقات التي تواجه العمليات الانتاجية والعمل على ازالتها بهدف تطوير المنتجات وتقديمها الى الزبائن في الوقت المحدد بجودة عالية وبأقل كلفة ممكنة .

ثالثاً- أهمية التحسين المستمر:- تظهر اهمية التحسين المستمر من خلال تركيزه على تلبية رغبات الزبائن ، حيث يعمل على الحصول على سمات ومزايا تمكن الوحدات من رفع أداءها وتحقيق طلبات زبائنها وإمكانية الحصول على فوائد ومزايا اضافية للمؤسسات او الزبائن والتي تتعلق بالمنتجات ، وتظهر أهمية التحسين المستمر من خلال الآتي :- (Truscott, 2003 : 5).

١- يعمل التحسين المستمر على تلبية طلبات الزبائن وهو ما تسعى اليه الشركات بهدف المنافسة السوقية

٢- يركز التحسين المستمر بشكل واسع على المجهز والمستخدم النهائي .

٣- لخصائص العمليات تأثير كبير على الإنتاج .
٤- لكل موظف او قسم وظيفة محددة يقوم بها .

رابعاً- أهداف التحسين المستمر:- يسعى التحسين المستمر الى تحقيق مجموعة من الأهداف وكما يلي :- (Blaga,2020:289-290).

١-يسعى التحسين المستمر الى تشخيص المشكلات التي تواجه العمليات الانتاجية ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة ومعالجتها ومما يؤدي الى رفع كفاءة المنتوج ، ويسعى التحسين المستمر الى إشراك الموظفين والعاملين في ايجاد حلول لتحسين أداءهم وتطوير نشاطاتهم بهدف تطوير المنتجات .
٢- يهدف التحسين المستمر الى مساعدة الوحدات الاقتصادية من أجل تطوير عملياتها التصنيعية لتحقيق أعلى قيمة لمنتجاتها والتي تمكنها من تلبية احتياجات الزبائن وبالتالي زيادة أرباحها .
٣- يسعى التحسين المستمر الى معالجة الفشل وتقليل الانشطة التي لا تضيف قيمة ، والعمل على تطوير مهارة وأداء العناصر البشرية ، والمساهمة في تخفيض التكلفة مع مراعاة الحفاظ على الجودة .
٤-يهدف التحسين المستمر الى تحقيق الميزة التنافسية للوحدات الاقتصادية وذلك عن طريق إنتاج منتجات تلبي رغبات الزبائن ، ومعرفة شعور فريق العمل من خلال التركيز على زيادة أداءهم في العمل
٥-يعمل التحسين المستمر على وصف وتحديد الاجراءات التي تساهم في تطوير المُنتجات وزيادة جودتها .

خامساً- خطوات تطبيق تقنية التحسين المستمر :- يتم تطبيق التحسين المستمر في الوحدات الاقتصادية من اجل ايجاد حلول للمشاكل التي تعاني منها هذه الوحدات وذلك عن طريق استخدام نموذج PDCA ، والذي تم اكتشافهُ من قبل Deming في سنة 1950 من اجل المساهمة في زيادة التحسينات بهدف تحقيق الكفاءة والجودة للمنتجات ، وسُمي هذا النموذج بنموذج Deming (PDCA) (Plan,Do,Check,Act)،ويمكن توضيح نموذج Deming كما يأتي :- (Khaerudin&Rahmatullah,2020:35)

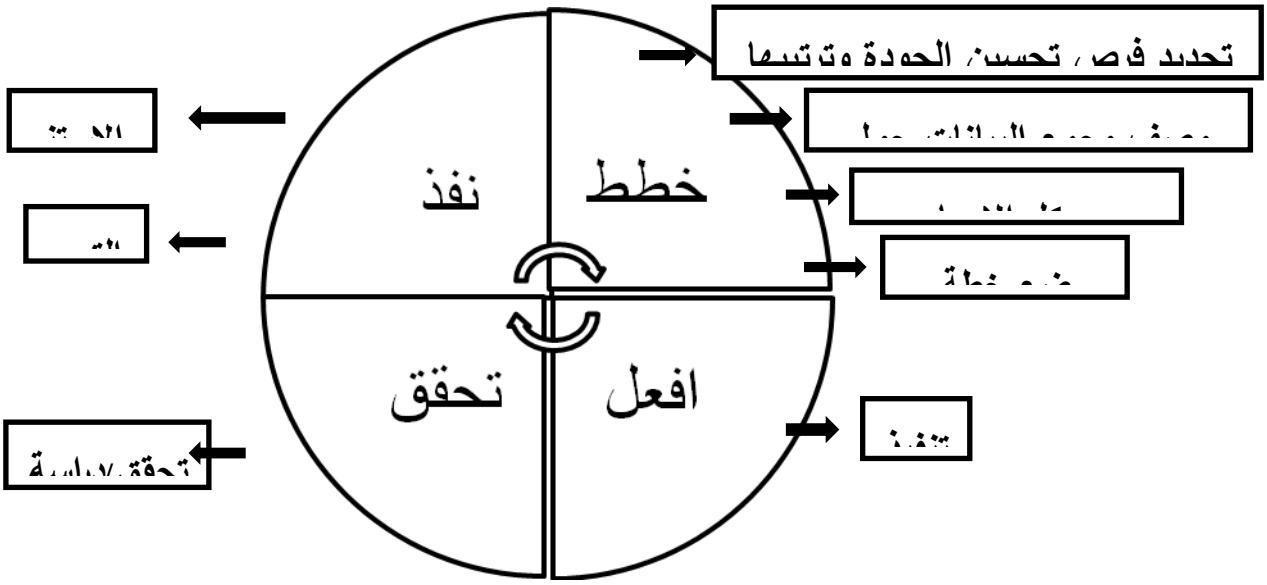
Plan خطط :- وفي هذه الخطوة يتم تشخيص المشكلات التي ترافق العملية الانتاجية ، وعملية التخطيط للإنتاج من اجل وضع معايير الجودة والعمل على تطوير المنتجات بشكل مستمر .
Do افعل:- وهي الخطوة التي يتم فيها تنفيذ التحسينات التي تهدف الى معالجة المشكلات، وجمع البيانات المناسبة اثناء مراحل الانتاج ، ومعرفة التطور الذي احدثته التحسينات على المنتوج .
Check تحقق:- وتهدف هذه الخطوة الى تطوير الاساليب المتعلقة بتوحيد التحسينات وتحليل البيانات التي تم جمعها خلال الخطوة السابقة ، ويتم بعدها القيام باجراء المقارنة قبل الانتاج وبعدهُ من اجل التأكد كانت تلك التحسينات قد ساهمت في تحقيق النتائج المطلوبة ، وفي حالة وجود خلل فيتم ايقاف العمل ويتم اعادة تقويم الخطة مرة اخرى .

Act صحح :- وتعمل هذه الخطوة على خلال القيام بعملية التفتيش والتأكيد على التجارب الناجحة التي استخدمت والعمل على وضع المعايير المناسبة التي تسهل استخدام المعالجات في المستقبل وتوحيد النتائج بهدف اتخاذ الاجراءات الصحيحة لمعالجة المشكلات والانحرافات في تنفيذ الخطط وتصحيح الاخطاء .

ويمكن توضيح دورة اونموذج Deming كما في الشكل التالي :-

شكل رقم (١)

دورة Deming



Source : _ Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. Journal of Cleaner Production, 150,p.p(324-338) .

سادساً- ادوات التحسين المستمر :- يتطلب القيام بتنفيذ اجراءات التحسين المستمر استخدام مجموعة من الادوات والتي تساعد في معالجة المشكلات التي تحدث خلال العملية الانتاجية وتقليل الاخطاء بهدف تحسين مستوى الجودة وتطوير الأداء لتلبية طلبات الزبائن ومن هذه الأدوات ما يلي :-

١- **خرائط الرقابة Control Charts** :- تستخدم هذه الخرائط في مراقبة الجودة حيث تتكون من نوعين من الرسوم البيانية، يشار الى النوع الاول بإسم مخطط الرقابة احادي المتغير والذي يتميز بخاصية الجودة ، في حين يشار الى النوع الثاني بمخطط الرقابة متعدد المتغيرات والذي يمثل اكثر من خاصية واحدة للجودة ، وتعمل

خرائط الرقابة على توضيح خصائص الجودة مقابل الوقت او العينات التي يتم تحليلها ، وتحتوي هذه الخرائط على خط مركزي والذي يمثل متوسط القيمة لعناصر الرقابة (Aunali&Venkatesan,2019: 747 .) .

٢- مخطط باريتو Pareto Diagram :- ويستخدم هذا مخطط لتحديد المشكلات والعيوب التي تحدث اثناء الانتاج ويتم تصنيف هذه العيوب حسب تكرارها من الاعلى الى الادنى ويحدد نسبة تأثير هذه العيوب على المنتجات وايجاد الحلول المناسبة لها ، يهدف مخطط باريتو الى زيادة التعاون والاهتمام بين العاملين وجميع الموظفين المسؤولين عن اجراءات التحسين من اجل تطوير اداءهم وزيادة كفاءتهم بهدف تحسين جودة المنتوج .(Hossen,et.al.,2017:2).

٣- مخطط السبب والنتيجة Cause and Effect Diagram :- يتم استخدام مخطط السبب والنتيجة لتحديد الاسباب والمشاكل التي تُسبب حدوث الفشل والتلف في المنتجات وتحليها حسب درجة تكرارها من اجل العمل على تطوير اداء الوحدة الاقتصادية ، حيث يتم تجميع البيانات عن المشكلة واسبابها بهدف معالجتها ، وقد يكون سبب حدوث تلك المشاكل و العيوب اما بالعناصر البشرية او بيئة المعمل (Varma&Lal,2020:3) .

٤-المقابلة الشخصية Personal Interview :- وتعني المقابلة الشخصية قيام الادارة العليا بإجراء مقابلات مع فريق العمل والموظفين المسؤولين عن الأعمال المتعلقة بإجراء التحسينات وأخذ مقترحاتهم والحلول التي يرونها مناسبة في تحسين المنتجات وزيادة جودتها ، حيث ان اجراءات المقابلة الشخصية لها اهمية كبيرة للوحدة الاقتصادية حيث تساعد على معرفة المشاكل والأخطاء التي تُعيق فريق العمل وتمنع اداء اعمالهم بالمستوى المطلوب مما يتطلب الوقوف على تلك المشاكل والعمل على ايجاد حلول لها بأقرب وقت من اجل تنفيذ احتياجات الزبائن الموضوعة وتحقيق رضاءهم (Karlgren,et.al.,2019:1-2) .

سابعاً- اساليب التحسين المستمر:- يتكون التحسين المستمر من اسلوبين وهما :-

١-الاسلوب الياباني (Kaizen) :-الاسلوب الياباني (Kaizen) :- ويشار الى الاسلوب الياباني بالتحسينات التي تكون صغيرة وذات كلفة قليلة ، حيث يستخدم هذا الاسلوب من اجل وصف مشروع صغير لمعالجة المشاكل المحددة التي تحدث في نقطة معينة ولفترة زمنية محددة ، ويقوم هذا الاسلوب باجراء التحسينات على شكل دفعات صغيرة ومتكررة بهدف معالجة المشكلات والاخطاء التي تحدث أثناء عملية الانتاج ، ويركز الاسلوب الياباني على الكوادر البشرية لإجراء التحسينات ، ويهدف اسلوب Kaizen الى تحسين ثلاثة معايير وهي (الجودة والتكلفة والتسليم) (QCD) Quality Cost Delivery،وهذا يعني ان kaizen يركز على تحسين جودة المنتجات او الخدمات ، ويسعى الى تخفيض التكاليف في كل مرحلة من مراحل تنظيم الاعمال من اجل تقليل اوقات العمل،حيث ان معنى Kaizen هي تغيير نحو الافضل ولهذا فإنه من الممكن استخدام هذا الاسلوب في مجالات مختلفة ، حيث يعمل هذا الاسلوب على مساهمة كل فرد في الشركة على اجراء تغييرات مستدامة (Madrigal Sánchez,2012:22-23) .

٢-الاسلوب الامريكي (الابداع) Innovation :- يقوم هذا الاسلوب باجراء التحسينات بالاعتماد على التكنلوجية الحديثة وبالتالي فإنه يتطلب تكاليف عالية ويقوم الاسلوب الامريكي بالتحسينات على شكل دفعات كبيرة وبشكل منقطع ، ويبحث هذا الاسلوب عن احتياجات جديدة للزبائن ومن اجل تنفيذ هذه الاحتياجات تعمل الشركات على تطوير منجاتها من خلال اجراء تغييرات على المنتجات الحالية لتحسين جودتها، ولهذا الاسلوب اهتمام كبير وذلك من خلال الدور الذي يقوم به في تحسين اداء وجودة المنتجات بهدف الحصول على الميزة التنافسية وزيادة ارباح الوحدة ، يقوم اسلوب الإبتكار بالبحث عن احتياجات جديدة للمستهلكين ومن اجل تحقيق هذه الاحتياجات تقوم الشركات بتطوير منتجات جديدة واجراء تغييرات على المُنتجات الحالية مما يحافظ على عملية الإبتكار ، و يرتبط الاهتمام بالإبتكار من خلال الدور الذي يقوم به في تحسين الأداء والعمليات من اجل الحصول على الميزة التنافسية وزيادة الأرباح .

(Lizarelli,et.al.,2019:5-6)

ويمكن توضيح الإختلاف بين الاسلوب الياباني (Kaizen) و الاسلوب الامريكي (الابتكار) Innovation من خلال الجدول التالي :-

جدول رقم (١)

الاختلافات بين الاسلوب الياباني والاسلوب الامريكي

ت	الاختلاف	Kaizen الياباني	Innovation الامريكي
1	الاثر	طويل المدى	قصير المدى
2	اسلوب التغيير	خطوات صغيرة	خطوات كبيرة
3	المدى الزمني	مستمر	متقطع
4	التغيير	ثابت وتدريجي	حاسم وجذري
5	المشاركون في العمل	جميع العمال	العمال المتميزون والمثابرون
6	المداخل	الجهود الجماعية	مجموعات محددة او افكار فردية
7	الدافع	السعي نحو سر المهنة عن طريق استخدام الوسيلة	اختراعات وابتكارات جديدة وتغيرات في التكنلوجيا
8	المخاطرة	متفرقة	مركزة

9	المتطلبات العلمية	يحتاج الى جهود كبيرة واستثمارات مالية قليلة	يحتاج الى جهود قليلة واستثمارات مالية كبيرة
10	توجه الجهود	العناصر البشرية	التكنلوجيا والمعدات الحديثة
11	معايير التقييم	جهود وعمليات لتحقيق افضل النتائج	نتائج لزيادة وتحقيق الارباح

المصدر:- **(محمد ، امير محسن (2017) " استعمال تقنية التحسين المستمر في تقويم الاداء في المصارف التجارية ، شهادة محاسبة قانونية من المعهد العربي للمحاسبين القانونيين ، جامعة الدول العربية ، ص 51).**

ثامناً- منهجيات التحسين المستمر :- هناك مجموعة من المنهجيات والتي تساهم في تقليل التلف والضياع وبالتالي تحسين أداء وجودة المنتجات من أجل تلبية احتياجات الزبائن ، ومن هذه المنهجيات ما يلي :-

١- **منهج الحيود السداسي** :- ويقصد بالحيود السداسي بأنهُ تلك العمليات التي تهدف الى تحسين الجودة والاداء وذلك عن طريق جمع البيانات المتعلقة بالعيوب والاخطاء التي تحدث خلال العملية الانتاجية لتحسين القدرة على التنبؤ في مختلف المجالات ، ويحدد منهج الحيود السداسي مختلف الاجراءات والتحليلات المتعلقة بالعمليات ، ويركز على القيم لكي يتمكن من توقع عوائد عالية بهدف الحصول على افضل الفوائد ، حيث انه يخلق تغييراً داخلياً يبدأ بدعم من الادارات ، ويهدف الحيود السداسي الى تقليل كمية العيوب الى ادنى مستوى ممكن من خلال تحسين جودة المنتجات وتخفيض تكلفة الفشل . (Sánchez ,2012 :16-21) .

٢-**التصنيع الرشيق** :- ويقصد بالتصنيع الرشيق على اسلوب يهدف الى تطوير فاعلية التصنيع وذلك من خلال تحقيق مستويات عالية من الاداء والجودة والعمل على تخفيض التكاليف الى ادنى مستوى ممكن وتقليل وقت التجميع والتصنيع ويتم ذلك من خلال تقليل الضياع والتلف من اجل تحقيق احتياجات الزبائن .(Hoellthaler,2019:199-200).

٣-**ادارة الجودة الشاملة** :يقصد بإدارة الجودة الشاملة بانها طريقة او ممارسات تهدف الى إكتشاف الاخطاء ومعالجتها وتقليل المشاكل التي تحدث اثناء العملية الانتاجية وذلك بهدف تحسين جودة المنتجات ويمكن القيام بذلك من خلال تبسيط كفاءات العاملين عن طريق برامج التدريب والتعلم والعملية الإحصائية وضوابط هندسة الجودة وذلك بهدف تقليل وقت التصنيع والتجميع وتكلفة التلف لتلبية طلبات الزبائن من خلال اجراءات التحسين المستمر (Romero,et.al.,2019:2).

تاسعاً :- المتطلبات الادارية لنجاح التحسين المستمر :- يجب ان تساهم الادارة على جميع مستوياتها بتدعيم متطلبات التحسين المستمر بهدف زيادة الجهود والممارسات الطويلة الاجل لتطوير التحسين ويتم ذلك من خلال القيام بالتغييرات في الثقافة التنظيمية ، حيث تكون مسؤولية الادارة العمل على تبني وتشجيع عمليات

التغيير في الثقافة التنظيمية ، حيث يتطلب ذلك البعض من السلوكيات الادارية ومن هذه السلوك ما يلي :- (محمد ، 2017 : 56) .

١- العمل على القيام بتطوير الانماط الادارية التي تشجع على التعاون والثقافة .
٢- العمل على القيام بتطوير رؤيا تكتيكية واستراتيجية للمنظمات لمشاركة العمال .
٣- استخدام برامج لتدريب العمال بشكل مستمر .
٤- وضع نظام للمكافآت لتشجيع التعاون .
٥- الحفاظ على الهدف وخصوصاً في الأزمات والأوقات الحرجة .
٦- تبني آراء ووجهات نظر متوازنة بين الاجل القصير والاجل الطويل .
٧- الاعتراف بالمنجزات المتحققة بطرق تساهم في تدعيم الجهود الفردية والجماعية .

وللإدارة العليا دور مهم وحاسم في المساهمة بنجاح وتحقيق هذه المتطلبات ، حيث بدونها لا يمكن الاستمرار بالتحسين المستمر .

المبحث الثالث :- تطبيق أدوات التحسين المستمر لتخفيض تكاليف الفشل وتحسين الجودة .

يؤدي استعمال تقنية التحسين المستمر الى تخفيض تكاليف الفشل وتحسين جودة المنتجات من خلال تطبيق خطوات نموذج Deming (PDCA) (Plan,Do,Check,Act) ، وذلك عن طريق تطبيق مجموعة من الادوات ومنها ما يلي :-

اولاً- خرائط المراقبة . تساهم خرائط المراقبة في تقليل عدد مراقبي الجودة والمتعلقين بالخطوط الإنتاجية والعمل على اكتشاف الإنحرافات والاخطاء المتعلقة بالمنتجات وتحديد اسبابها بهدف معالجتها ، وسيتم تطبيق خرائط المراقبة على المنتوج عينة البحث (محولة سعة ١١/٤٠٠) ، من خلال الإعتماد على الإنتاج كعينة لـ٨ أيام ، ومن أجل إعداد خرائط المراقبة يمكن توضيح عدد الأجزاء التالفة وتحديد نسبتها للمنتوج محولة سعة ١١/٤٠٠ ، وكما موضح في الجدول التالي:-

جدول رقم (٢)

عدد الأجزاء التالفة ونسبتها للمنتوج محولة سعة ١١/٤٠٠KVA

العينة	حجم الإنتاج للعينة	عدد الأجزاء التالفة	*نسب الأجزاء التالفة
١	١٨	٤	%0.2٢
٢	١٨	٢	%٠,١١
٣	١٨	٢	%٠,١١

٤	١٨	١٣	%٠,٧٢
٥	١٨	٥	%٠,٢٧
٦	١٨	١٢	%٠,٦٦
٧	١٨	٤	%٠,٢٢
٨	١٨	٥	%٠,٢٧
المجموع	١٤٤	٤٧	٢,٥٨

المصدر:- إعداد الباحثان .

ويمكن إعداد خرائط المراقبة بالاعتماد على الصيغ التالية :-

- متوسط نسبة التلف P = مجموع الأجزاء التالفة ÷ حجم الإنتاج للعينة

(٤٧ ÷ ١٤٤) = ٠,٣٢٦٣

- متوسط حجم العينة = حجم الإنتاج للعينة ÷ حجم العينة

(١٤٤ ÷ ٨) = ١٨

الإنحراف المعياري SP

$$SP = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.3263\ (1 - 0.3263)}{18}}$$

= 0.1١٠٥

- حدود الثقة = P ± 3 × SP

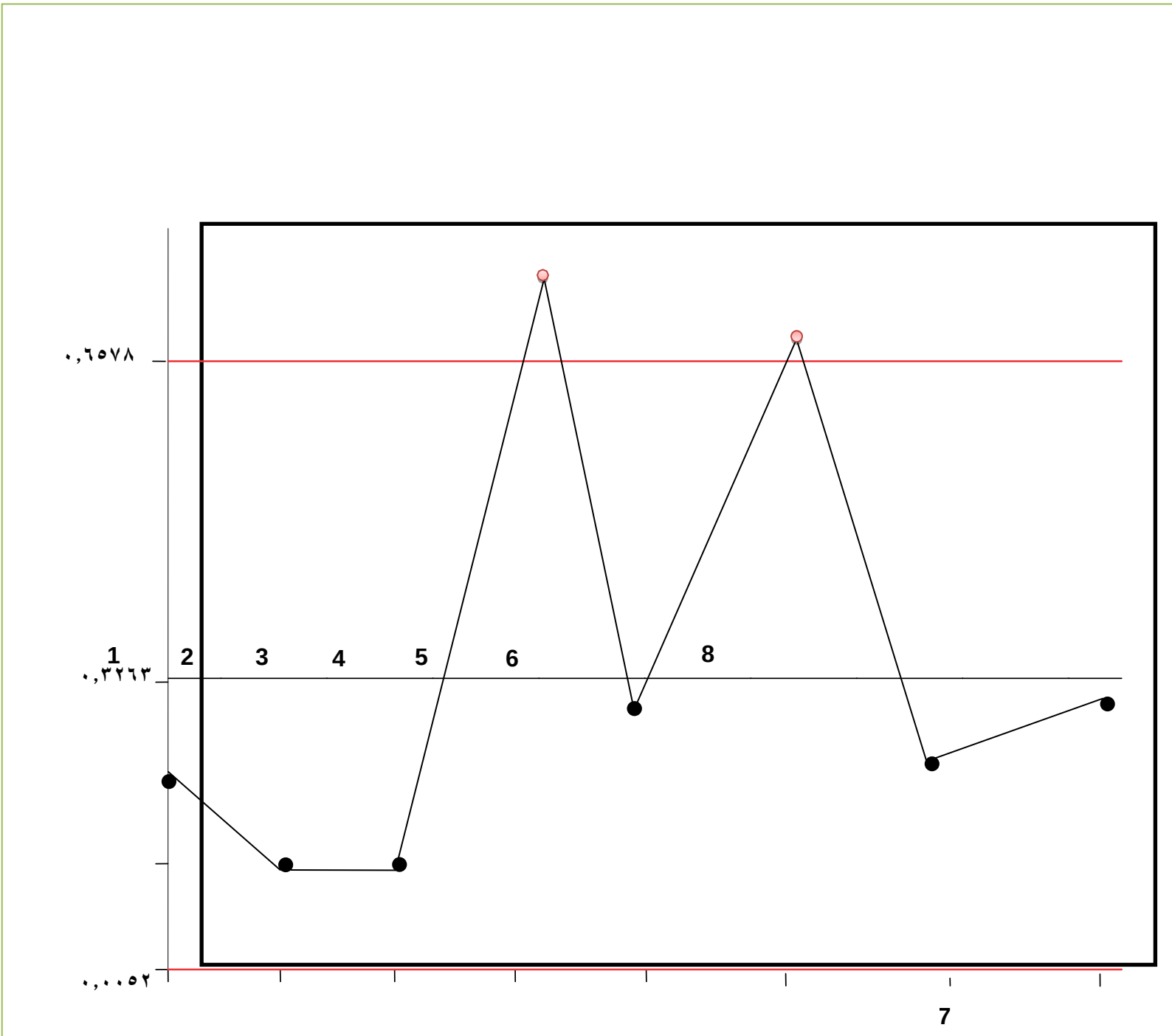
الحد الأعلى للمراقبة UCL UCL = (0.1105 × 3) + 0.3263

= ٠,٦٥٧٨

الحد الأدنى للمراقبة LCL LCL = (0.1105 × 3) – ٠,٣٢٦٣

= ٠,٠٠٥٢

شكل رقم (٢)



خرائط المراقبة للمنتوج محولة سعة ١١/٤٠٠ KVA

المصدر:- إعداد الباحثان .

ونلاحظ من الشكل أعلاه أن العينتين (٦،٤) قد وقعتا خارج الحد الأعلى للمراقبة ، وهذا يعني وجود أسباب أدّت الى خروج هاتين العينتين عن الحد الأعلى للمراقبة وكما موضحة في الجدول التالي والذي يُبين الأسباب التي

أدت الى انحراف النقاط وفقاً لخرائط المراقبة وذلك عن طريق تحليل الأداء للمنتوج (محولة سعة ٤٠٠/١١KVA) .

جدول رقم (٣)

أسباب الإنحراف لحدود المراقبة للمنتوج (محولة سعة ٤٠٠/١١ KVA) .

ت	الأخطاء / العيوب	عدد مرات حدوث الخطأ	نسبة الخطأ
١	حدوث خدش في الطلاء	١٥	%0.33
٢	تعرض المشعات الى ثقوب	٨	%0.17
٣	عدم اشتغال العوازل	٥	%٠,١١
٤	خلل في المظهر الخارجي	٥	%٠,١١
٥	خطأ في ربط جهاز تنفيس الضغط	٣	%٠,٠٦
٦	خلل في العوازل الكارتونية	٢	%٠,٠٤
٧	قلّة عازلية الزيت	٢	%٠,٠٤
٨	سوء تجميع المحولة	٢	%٠,٠٤
٩	خلل في مقياس مستوى الزيت	١	%٠,٠٢
١٠	إزالة الوارنيش للأسلاك النحاسية	١	%٠,٠٢
١١	خطأ في طباعة لوحة التسمية	١	%٠,٠٢
	المجموع	**٤٥**	

المصدر :- إعداد الباحثان بالإعتماد على آراء المهندسين في معمل التوزيع .

نلاحظ من خلال الجدول والذي يُبين أسباب حدوث الأخطاء في المنتوج (عينة البحث) هناك ارتفاع في عدد مرات حدوث الخدش في عملية الطلاء حيث بلغت (١٥) وبنسبة ٠,٣٣ % نتيجة تقادم المكائن المستخدمة في الخط الإنتاجي الخاص بعملية الطلاء ، ويقوم المعمل بعملية الطلاء على مرحلتين تسمى المرحلة الأولى (صبغ ابتدائي) وذلك بعد إكتمال تصنيع الأجزاء التي تتطلب إجراء عملية الصبغ عليها كالخزان والهياكل الحديدية ، وأما المرحلة الثانية فتسمى (صبغ نهائي) ويتم ذلك بعد الانتهاء من تصنيع المحولة ، حيث تتعرض المحولة الى الخدش في الطلاء نتيجة تنقلها من مكان لآخر في المعمل ، ومن أجل معالجة حالة الخدش يتم وضع نايلون لحماية الطلاء ، ويلاحظ من الجدول ايضاً الى أن المشعات تتعرض الى ثقوب لـ(٨) مرة وبنسبة ٠,١٧% وذلك نتيجة حدوث عطل في الماكنة الخاصة بتصنيع المعادن والخزان وهذا ما يؤدي

الى توقف العملية الانتاجية وزيادة حالات الأخطاء لدى المشعات ، أما الأسباب الآخرى لحدوث الإنحراف في خرائط المراقبة وزيادة الأخطاء والمشار إليها في الجدول أعلاه فقد تراوحت حالات حدوثها من (١-٥) مرة .

ثانياً- الحيود السداسي :- يعمل الحيود السداسي على تقليل العيوب الخاصة بالمنتوج الى أدنى مستوى ممكن وذلك بهدف رفع الكفاءة والأداء وتحسين جودة المنتوج (عينة البحث) ، وبهدف تطبيق الحيود السداسي في المعمل وبالتحديد على المنتوج محولة سعة ١١/٤٠٠ KVA للوصول الى عدد او كميات الوحدات المعابة لكل مليون فرصة وتحديد مستوى السيكما (Sigma Level) للمنتوج (عينة البحث) ، فإن هذا يتطلب استعمال بعض المقاييس لتحديد نسبة العيوب وكما موضح أدناه .

$$\text{نسبة العيوب} = \frac{\text{كمية العيوب}}{\text{كمية الإنتاج}} \times ١٠٠\%$$

وقد بلغت كمية العيوب للمنتوج (عينة البحث) حوالي (٧١,٥٥) وكما موضحة في الجدول رقم(٣) من هذا المبحث ، أما كمية الانتاج فقد بلغت ٣٥٦٠ وحدة للمنتوج ولسنة ٢٠١٩ وبالتالي فإن نسبة العيوب للمنتوج ستصبح :-

- نسبة العيوب = $\frac{٧١,٥٥}{٣٥٦٠} \times ١٠٠\%$

= ٢,٠٠٩٨%

- نسبة الدقة في العيوب = ١٠٠% – نسبة العيوب .

= ١٠٠% – ٢,٠٠٩٨ %

= ٩٧,٩٩٠%

- تحديد العيوب لكل فرصة = $\frac{\text{كمية العيوب}}{\text{كمية الانتاج} \times \text{عدد مرات ظهور العيوب}}$

$$= \frac{٧١,٥٥}{٣٥٦٠ \times ١١} = ٠,٠٠١٨٢٧$$

- تحديد العيوب لكل مليون فرصة = العيوب لكل فرصة × ١٠٠٠٠٠٠

= ٠,٠٠١٨٢٧ × ١٠٠٠٠٠٠ = ١٨٢٧ عيب

ويمكن توضيح العلاقة بين عدد العيوب لكل مليون فرصة ومستوى السيكما Sigma Level وكما موضح في الجدول التالي :-

جدول رقم (٤)

العلاقة بين عدد العيوب لكل مليون فرصة ومستوى السيكما

ت	عدد العيوب لكل مليون فرصة	مستوى السيكما
١	٦٩١٥٠٠	١
٢	٥٠٠٠٠٠	١,٥
٣	٣٠٨٣٠٠	٢
٤	١٥٨٦٥٠	٢,٥
٥	٦٧٠٠٠	٣
٦	٢٢٧٠٠	٣,٥
٧	٦٢٢٠	٤
٨	١٣٥٠	٤,٥
٩	٢٣٣	٥
١٠	٣٢	٥,٥
١١	٣,٤	٦

Source:- Davis Mark m., aquilano Nicholas j., chase Richard b., 2003 ,fundamentals

of operations management,4thed, mc graw-hill,inc, USA

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ ان مستوى السيكما الذي يعمل من خلال المعمل (عينة البحث) يتراوح بين (٤ - ٤,٥) ، وبلغت نسبة العيوب ٢,٠٠٩٨% وبنسبة دقة حوالي ٩٧,٩٩٠% . ويتم تخفيض عدد العيوب للمنتوج (عينة البحث) من خلال تطبيق منهج الحيود السداسي حيث يتم رفع مستوى السيكما في المعمل ، وبهدف رفع مستوى السيكما ينبغي على المعمل التركيز على أنشطة المنع من أجل تخفيض الفشل او العيوب في المنتوج وذلك لأن الزيادة في الانفاق على أنشطة المنع يؤدي الى تقليل تكلفة الفشل وكمية العيوب للمنتوج وبالتالي رفع او زيادة نسبة الدقة للعمليات ، بناءً على ذلك يتم تخفيض كمية العيوب عن طريق رفع مستوى

السيكما الى (٤,٥) اي بنسبة تبلغ حوالي ٠,٠٠١٣٥% لكل فرصة وبالتالي فإن كمية العيوب ستصبح كالتالي :-

- تحديد العيوب لكل فرصة = كمية العيوب / كمية الانتاج × عدد مرات ظهور العيوب

$$\frac{X}{٣٥٦٠ \times ١١} = ٠,٠٠١٣٥$$

X= ٥٢,٨٦٦ عيب .

وهذا يعني تخفيض كمية العيوب بمقدار ١٨,٦٨٤ ، (٧١,٥٥ – ٥٢,٨٦٦) .

أما في حالة رفع مستوى السيكما الى (٥) فإن نسبة العيوب لكل فرصة ستصبح ٠,٠٠٠٢٣٣% وهذا يعني أن كمية العيوب ستصبح كالتالي :-

$$\frac{X}{٣٥٦٠ \times ١١} = ٠,٠٠٠٢٣٣$$

X= ٩,١٢٤ عيب ، وهذا يعني أن مقدار التخفيض في كمية العيوب ستصبح ٦٢,٤٢٦ ، وذلك عند رفع مستوى السيكما للمنتوج عينة البحث الى (٥) .

من خلال ما تقدم نلاحظ أنه كلما ارتفع مستوى السيكما للمنتوج فإن ذلك يؤدي الى تقليل في كمية العيوب الى أدنى حد ممكن وبالتالي فإن كمية وتكلفة الفشل ستنخفض عند تطبيق منهج الحيود السداسي Six Sigma ، ويمكن توضيح العلاقة بين مستوى السيكما وكمية العيوب من خلال الجدول التالي :-

جدول (٥)

العلاقة بين مستوى السيكما وكمية العيوب للمنتوج (عينة البحث)

ت	مستوى السيكما	كمية العيوب
١	٤,٥	٥٢,٨٦٦
٢	٥	٩,١٢٤
3	٥,٥	١,٢٥٣
٤	٦	٠,١٣٣

المصدر :- إعداد الباحثان .

المبحث الرابع – الاستنتاجات والتوصيات .

اولاً. الاستنتاجات :- تتمثل الاستنتاجات التي توصل اليها الباحثان بما يلي :-

١- تعد تقنية التحسين المستمر إحدى التقنيات الحديثة لإدارة التكلفة الإستراتيجية حيث أنها تسعى إلى تحقيق مُستوى عالٍ من الجودة والأداء والعمل على تقليل وقت التصميم والتصنيع وتخفيض التكلفة للمنتوج بهدف مساعدة الوحدات الاقتصادية على المنافسة في الأسواق .

٢- تسعى تقنية التحسين المستمر الى تدريب العاملين بهدف تطوير مهاراتهم ورفع كفاءتهم واكتسابهم قدرات وخبرات تُمكنهم من إيجاد حلول للمشاكل المتعلقة بالمنتجات خاصة والمعمل والشركة عامةً .

٣-يتكون التحسين المستمر من اسلوبين الأول الإسلوب الياباني حيث يطلق عليه أسلوب Kaizen ويهدف الى إجراء تحسينات صغيرة وذات تكلفة قليلة ، وأما الثاني وهو الإسلوب الأمريكي والذي يطلق عليه الإبداع أو الإبتكار Innovation ويهدف الى إجراء تحسينات مستمرة من خلال الإعتماد على التكنلوجيا الحديثة وبذلك فإنه يتطلب تكلفة عالية .

٤- يتم تطبيق تقنية التحسين المستمر من خلال الإعتماد على نموذج Deming (PDCA) ، بهدف معالجة المشاكل والأخطاء التي تُعاني منها الوحدات الإقتصادية ، وتشمل خطوات التحسين المستمر على (Plan خطط ، Do إفعل ، Check تحقق ، Act صحح) .

٥- بلغ متوسط نسبة التلف للمنتوج عينة البحث (محولة سعة ٤٠٠/ KVA١١) عند تطبيق خرائط المراقبة ٠,٣٢٦٣ ، في حين كان الحد الأعلى للمراقبة UCL ٠,٦٥٧٨ ، أما الحد الأدنى للمراقبة LCL فقد بلغ ٠,٠٠٥٢ .

٦-تُشير خرائط المراقبة للمنتوج (عينة البحث) إلى خروج عينتين من المشاهدات عن الحد الأعلى للمراقبة UCL .

٧- بلغ مستوى السيكما الذي يعمل في ظله معمل محولات التوزيع بين(٤-٤,٥) ، وبذلك فإن رفع مستوى السيكما للمعمل الى (٤,٥) يؤدي الى تقليل كمية العيوب لتُصبح ٥٢,٨٦٦ وحدة وهذا يعني تخفيض كمية العيوب بمقدار ١٨,٦٨٤ وحدة ، وأما في حالة رفع مستوى السيكما الى (٥) فإن كمية العيوب ستصبح ٩,١٢٤ وحدة .

ثانياً- التوصيات .

١- ضرورة الإلتزام بتطبيق التقنيات الحديثة لإدارة التكلفة الإستراتيجية من أجل مواكبة التكنلوجيا الحديثة والتطورات التي رافقت بيئة الأعمال بهدف زيادة المنافسة والحصة السوقية للوحدات الاقتصادية .

٢-ضرورة قيام الشركة بتدريب العاملين وبما ينسجم مع التكنلوجية الحديثة من أجل إكتسابهم الخبرة والقدرة وتطوير أداءهم بهدف تقليل الأخطاء وتحسين الخطوط الإنتاجية للمنتوج

٣-على إدارة المعمل استخدام خرائط المراقبة لما لها من دور مهم في تحديد المشكلات المتعلقة بضبط الجودة والعمل على إيجاد الحلول المناسبة لها بهدف معالجتها .

٤-ينبغي على إدارة المعمل الإهتمام للوصول الى مستوى السيكما (٥-٦) لتحقيق المنافع المترتبة لهذه المستويات وتقليل كمية العيوب للمنتجات ، وذلك عن طريق قيام إدارة المعمل بالتركيز على أنشطة المنع وتعظيمها وتدريب العاملين وتشجيعهم على تطوير قدراتهم لمواكبة التطورات الحديثة ، والعمل على التصميم الجيد للمنتوج وإدخال التحسينات المستمرة على الخطوط الإنتاجية وبالتالي المساهمة في تقليل كمية ونسبة العيوب وتحسين جودة المنتوج .

٥-ضرورة قيام إدارة المعمل بتطبيق منهج الحيود السداسي ، ويتم ذلك من خلال التركيز على أنشطة المنع وتعظيمها من خلال التركيز على تدريب العاملين على برامج الجودة حيث يُعتبر من أفضل المناهج الحديثة والتي تُستخدم لتحسين جودة المنتجات وتقليل الأخطاء والعيوب التي تحدث خلال المراحل الإنتاجية للمنتوج ، ويمكن تطبيق هذا المنهج على مختلف الشركات سواء كانت خدمية أم إنتاجية .

المصادر

الرسائل العربية

محمد ،امير محسن (2017) " استعمال تقنية التحسين المستمر في تقويم الاداء في المصارف التجارية ، شهادة محاسبة قانونية من المعهد العربي للمحاسبين القانونيين ، جامعة الدول العربية .

BOOK

1) Davis, Mark & Aquiline, Nicholas & Chase, Richard .(2003), "Fundamentals of Operations Management", 4th ed, McGraw – Hill, Inc, U.S.A .
2) Drury, Colin. M. (2013),". *Management and cost accounting*" 8th ed, Springer., Australia • Brazil • Japan • Korea • Mexico • Singapore • Spain • United Kingdom • United States
3) Horngren, Charles T. ; Dater, Srikant M. & Rajan, Madhhav, V. (2018), "Cost Accounting : A Managerial Emphasis", 16th ed., Pearson ,New York,NY.
4) Truscott ,William,(2003) " 6 six sigma continual improvement for businesses" , 1th , Britain , Amsterdam , Boston , Heidelberg , London , New York , Oxford , Paris , San Diego , San Francisco , Singapore , Sydney , Tokyo .

5) Wheelen, Thomas, T.,Hunger , J , David .,Hoffman,Alan N .,& Bamford,Charles E." (2017)". Strategic Management and Business Policy Globalization, Innovation, and Sustainability" 15th ed. Managerial and Decision Economics, Harlow,England,London,New York,Duai,Singapore.

Periodicals and Researches

1) Aunali, Amin Shaka & Venkatesan, D. (2019)" Recent Developments in Control Charts Techniques" *Universal Review Journal*,Vol VIII,No IV ,PP:(746-756) .

2) Blaga, Petruta. (2020). " The Importance of Human Resources in the Continuous Improvement of the Production Quality", *Procedia Manufacturing*,Vol (*46)*,pp: (287-293)..

3) Hoellthaler,Georg ; Braunreuther,Stefan & Reinhart,Gunther (2019) " Requirements for amethodology for the assessment and selection of technologies of digitalization for lean production systems " , procedia CIRP , Vol (79) ,pp: (198-203).

4) Hossen, Jamal ; Ahmad, Nafis & Ali, Syed Mithun. (2017)" An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh" , *The journal of the textile institute*, *Vol(108),No*(11),pp:(1-8) .

5) Karlgren, Jussi ; Li, Renee & Milgrom, Eva M. Meyersson. (٢٠١٩)" Text Mining for Processing Interview Data in Computational Social Science" ,Vol (1) , No (28),pp(1-9).

6) Khaerudin,Dedy,& Rahmatullah,Asep. (2020)." Implementasi Methode PDCA Dalam Menurunkan Defect Sepatu Type Campus Dipt. Prima Intereksa Indastri (PIN)." *Jurnal Sains dan Teknologi ,Vol (20),No(1),pp: (34-40) .*

7) Lizarelli, Fabiane. L; Toledo, Jose Carlos. D & Alliprandini, Da'rio. H. (2019). " Relationship between continuous improvement and innovation

performance : an empirical study in Brazilian manufacturing companies ". *Total Quality Management & Business Excellence*,pp:(1-24).

8) Paipa-Galeano, Luis ; Bernal-Torres, Cesar, A. ; Otálora, Luis M. Agudelo ; Jarrah-Nezhad,Yavar & González-Blanco, Heither, A. (2020)" Key lessons to Sustain continuous improvement : A case study of four companies", *Journal of Industrial Engineering and Management*,V0l(13),No(1), pp : (195-211) .

9) Romero, David; Gaiardelli, Paolo; Powell, Daryl; Wuest, Thorsten & Thürer, Matthias. (2019)" Total Quality Management and Quality Circles in the Digital Lean Manufacturing World " . In *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* , Springer, Cham, pp :(1-8).

10) Silva, Adriana S. ; Medeiros, Carla F. ; & Vieira, Raimundo Kennedy (2017)." Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*,Vol(*150)*,pp:(324-338).

11) Varma, Jatin H & Lal, Sachin. (2020)." Root cause analysis of newsprint waste using pareto analysis and cause and effect matrix". In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* ,Vol(810), No(1), pp:(1-6) .

12)Vivan,Andre L;Ortiz,Felipe .A.H &Paliari;Jose.C (2016) "Model for kaizen project development for the construction industry",Gest . Prod,Vol(23),No(2),pp(333-349).

Thesis

1) Sánchez,Johanna Madrigal (2012)." *Assessing sustainability of the continuous improvement Through the Identification of Enabling and Inhibiting factors* "(Doctoral Dissertation , submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial) .