الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
المعهد العالي لإدارة الأعمال

تطبيق منهجية التصنيع الرشيد على الإنتاج في شركات التصنيع
دراسة حالة شركة ايبلا لتصنيع آلات الكرتون

Applying Lean Six Sigma in Manufacturing Organizations – Production Department "Case study in EBLA Company for Corrugated Cardboard Machines"

مشروع أعد لنيل درجة الماجستير في إدارة الأعمال

الإدارة التنفيذية

إعداد الطالب

عبد الغني خالد

إشراف

الأستاذ الدكتور أكرم ناصر

العام الدراسي: 2018

الفصل الأول

1.ملخص البحث

في ظل الظروف التي تمر بها الصناعة السورية حالياً، والنقص في اليد العاملة والخبرات التي أثرت على انخفاض جودة المنتجات بسبب قلة خبرة اليد العاملة الحالية، وانخفاض الفاعلية. كان لابد من السعي للتغلب على المشاكل والتحديات التي تواجه الصناعة من خلال محاولة ادخال مفاهيم جديدة إلى الإدارة.

قمنا في هذا البحث بدراسة تأثير تطبيق التصنيع الرشيد في الإنتاج – دراسة حالة شركة ايبلا المتخصصة بصناعة خطوط انتاج الكرتون المضلع، حيث أدى تطبيق التصنيع الرشيد إلى رفع مستوى فاعلية الشركة وتقليل الهدر بكافة أشكاله والحد من الانحرافات بتطبيق منهجية Six Sigma على منتج من منتجات الشركة

2. مقدمة

إن التصنيع الرشيد هو فلسفة عامة للإدارة وفلسفة نظام انتاج تتضافر فيه جهود كل العاملين وتتكامل جميع الطاقات لتحقيق التناغم والتناسق على مدى سير العملية الإنتاجية لتلبية متطلبات الزبائن وللتعبير عن خلو الإنتاج من كل أشكال الهدر وتحسين جودته ومرونته في تلبية متطلبات الزبائن.

أخذت منهجية Lean Six Sigma أساساً من نظام التصنيع في شركة تويوتا اليابانية بالإضافة إلى مصادر أخرى. واشتهرت هذه الفلسفة بمبدأ Toyota لتقليل الضياعات السيئة بهدف زيادة رضا الزبائن، ويرتبط التصنيع الرشيد Lean بمنهجية Six Sigma كونها تسعى دائماً إلى تخفيف التباين في المنتجات. ويعزي الكثيرون تطور تويوتا وتبوأها المركز الأول عالمياً في صناعة السيارات في القرن الحادي والعشرين لاستخدامها فلسفة التصنيع الرشيد.

ومن المهم أن ندرك معنى هذا المفهوم وما يتضمنه من أفكار ثورية في عالم الإدارة وأن نسعى إلى تطبيقه في مؤسساتنا الإنتاجية والخدمية على السواء.

في هذا البحث تم تطبيق منهجية التصنيع الرشيد Lean Six Sigma على الإنتاج في شركة ايبلا لتصنيع آلات الكرتون المضلع، ودراسة تأثير هذا التطبيق في عملية التصنيع والإنتاج. وحيث أن هذه المنهجية غير مطبقة في الشركات الصناعية السورية لذلك تم تطبيقها لمعرفة الأثر الناجم عن تطبيقها.

وقد تم البحث في هذا الموضوع من قبل العديد من الباحثين الذين قاموا بتطبيق Lean Six Sigma في العديد من الشركات الصناعية الكبرى، إلا أنه لأول مرة تُطبق Lean Six Sigma على شركة ايبلا لصناعة آلات الكرتون المضلع.

3. مشكلة البحث

إن منهجية Lean Six Sigma غير مطبقة في الشركات الصناعية السورية بشكل عام، على الرغم من انتشارها بشكل كبير في الشركات والمؤسسات خارج سوريا، وذلك بسبب عدم دراية أصحاب المؤسسات بمفهوم منهجية Lean Six Sigma وكيفية تطبيقها. وعدم معرفتهم بأثر تطبيقها في مؤسساتهم.

وبناء على ذلك نشأ لدينا التساؤل التالي:

– هل هناك تأثير لتطبيق منهجية التصنيع الرشيد على الإنتاج في معامل التصنيع؟

4. أهمية البحث

تكمن أهمية البحث من الناحية النظرية من خلال توضيح العديد من المفاهيم والتعاريف والمصطلحات المتعلقة بمفهوم Lean Six Sigma والإنتاج. وبالتالي يمكن أن يكون هذا البحث مرجعاً متواضعاً للمهتمين في هذا المجال.

تكمن أهمية البحث من الناحية العملية فيما يلي:

- دراسة واقع الشركة الحالي باستخدام منهج دراسة الحالة وتحليل نتائج الفحوصات وكشف الانحرافات.
- تشخيص الانحرافات في العملية الانتاجية وأسبابها باستخدام طريقةSix Sigma .
- التعريف بمزايا فلسفة نظام التصنيع الرشيق وأهميته من أجل تحسين جودة المنتج وخفض تكاليف الإنتاج.
- تسليط الضوء على مفهوم التصنيع الرشيد لتوضيح دوره وآليات عمله لتجسيده بشكل عملي.
- لضبط أداء وتطور المؤسسة والعمل وفق فلسفة التصنيع الرشيد لا بد من معالجة القضايا الثلاث: الجاهزية، والأداء، والجودة.

5. أهداف البحث

– التعرف على منهجية التصنيع الرشيد.

– التعرف على الإنتاج في شركة ايبلا.

– دراسة تأثير تطبيق منظومة التصنيع الرشيد على الإنتاج في حالة شركة ايبلا لتصنيع آلات الكرتون المضلع.

6. الدراسات السابقة

1. نورد هنا مثال لتطبيق منهجية Lean Six Sigma في مؤسسة صناعية تقوم بإنتاج القطع التي تدخل في صناعة السيارات وتقع في جنوب الهند. [Swarnakar, Vinodh, 2016][6]

تم تطبيق Lean Six Sigma على خط تجميع أحد منتجات المؤسسة بهدف تقليل العيوب وتحسين القيمة، حيث استخدم فريق العمل الموكل بهذه المهمة أدوات Lean Six Sigma بشكل مناسب ضمن إطار DMAIC. بعد التنفيذ الناجح لنهج Lean Six Sigma المقترح، لوحظ تحسن كبير في مقاييس الأداء الرئيسية.

2. ونورد هنا مثال آخر عن تطبيق Lean Six Sigma في مؤسسة صناعية هندسية تتبع الطريقة التقليدية في تنظيمها كالتالي[4] [Kumar, 2014]

– مقسمة إلى أقسام منفصلة كل قسم يعمل بشكل منعزل عن الآخر ولا يوجد تعاون بينها.

– نظام الانتاج فيها يقوم على مبدأ Push System وعلى شكل دفعات Batches.

– لا يوجد فيها خطة لإدخال تحسينات على العمل بشكل منظم ورسمي.

يمكن تصنيف الفوائد التي حققتها المؤسسة جراء تطبيق منهجية Lean Six Sigma إلى 3 أنواع مبينة كالتالي:

– الفوائد الملحوظة (يمكن إدراكها): مثل، سلوك الموظفين، الأخلاق، الترتيب في مكان العمل...

– الفوائد العملياتية: مثل، تخفيض مساحة العمل المشغولة، تخفيض زمن التسليم Lead Time، تحسين الجودة....

– الفوائد النقدية: مثل، كلفة الجودة المتدنية، التدفقات النقدية، تكلفة سلسلة التوريد، .....

3. من إحدى التجارب الناجحة في تطبيق منهجية Six Sigma في المؤسسات الصناعية، هي تجربة المؤسسة ABC التي تقوم بإنتاج السكاكر والحلويات وتقع في أوروبا وهي جزء من مؤسسة عالمية. [Knowles, 2011]

قد سعت المؤسسة من خلال تبنيها لمنهجية Six Sigma إلى معالجة المشاكل التي تواجهها وخاصةً في المنتج X، وتحقيق عدد من الفوائد المالية، ورفع مستوى وعي العاملين في المؤسسة حول الانحرافات، وزيادة قدرتهم ومهاراتهم لتطوير العمل المنخرطين فيه.

وجدت المؤسسة بعد تطبيق Six Sigma أن المنتج X حقق تطورات ملحوظة على مستوى الجودة وقدرة العملية. ففي تحليلات سابقة كان 1 من أصل 5 من المنتج X إما يعاد انتاجه أو يُرفض وذلك بسبب الانحراف (التغير) في حجم المنتج، أم الآن فقد انخفضت النسبة لتصبح 1 من أصل 100000 منتج. كما ارتفع مستوى قدرة العملية من المتوسط إلى 1.46 وأصبحت منضبطة بأسلوب وقائي وليس بأسلوب رد الفعل على الانحراف الحاصل.

4. قامت الشركة X بتطبيق منهجية Six Sigma لحل المشكلة التي تواجهها وهي: [George, 2002]

زيادة الطلب على منتجاتها الأمر الذي يفوق قدرة الانتاج الحالية وزمن التصنيع Lead Time. وبالتالي أصبح الزبائن يتذمرون من عدم تسلم المنتج في الوقت المحدد. وأصبحت الشركة قلقة حول قدرتها على الاحتفاظ بزبائنها لأن مستوى رضا الزبون كان أقل بكثير من ستة سيغما.

للأسباب السابقة عمدت الشركة إلى تحسين عملياتها، إلا أن التحدي الأكبر هو: هل تستطيع التحسينات التي ستدخل على العمليات الانتاجية تسريع هذه العمليات أو ستحتاج الشركة إلى زيادة عدد عمالها لتغطية النقص الحاصل؟

وقد استطاعت الشركة بتطبيقها Six Sigma من حل مشكلة زيادة الطلب على الانتاج باستخدام أدوات Six Sigma البسيطة مثل تخطيط تدفق العملية الذي وكنتيجة عنه استطاعت الشركة تخفيض عدد المراحل في العملية الانتاجية من 21 إلى 7، كما استطاعت تخفيض زمن التصنيع بنسبة 72% وزيادة كفاءة العملية من 7 إلى 22%. وفي النهاية لم تضطر الشركة إلى زيادة عدد أفراد طاقمها وبالتالي توفير النفقات.

5. مؤشرات تحسين الطاقة الإنتاجية باستخدام منهجية Six Sigma "دراسة حالة في الشركة السورية لكيمائيات مواد البناء". دراسة للحصول على درجة الماجستير في الإدارة التنفيذية للزميل محمد هيثم علاء الدين. [علاء الدين، 2018]

وفي هذه الرسالة تم اختبار فيما إذا كانت منهجية الستة سيغما ستساعد في رفع الطاقة الإنتاجية في المنشآت التي تعرضت لمثل هذه الظروف و خاصة الصغيرة و المتوسطة، بهدف الوصول إلى الطريقة التي تساعد في تغيير واقع هذه الشركات نحو الأفضل، وبالفعل أظهرت هذه المنهجية نجاعتها في رفع الطاقة الإنتاجية في الشركة موضوع الدراسة من معدل وسطي 10 طن إلى معدل وسطي 22 طن بأقل تكلفة، وليس هذا فقط, بل فيما إذا توفرت سيولة مالية إضافية فمن الممكن تحسين الطاقة الإنتاجية أكثر من المتوقع، كون هذه المنهجية من أدواتها عملية المقارنة (Benchmarking) مع أفضل شركات هذه الصناعة، ولدى الشركة الآن ملف جاهز لعمليات التحسين القادمة بعد الدراسة عندما تتوفر الظروف لتنفيذها.

7. المنهج المستخدم في الدراسة

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي – دراسة حالة والمتضمن:

- جمع المعلومات.
- جمع البيانات المتعلقة بمنهجية التصنيع الرشيد والإنتاج.
- تحليل البيانات المتعلقة بمنهجية التصنيع الرشيد والانتاج.

8. الحالة المدروسة

تم اختيار شركة ايبلا لصناعة آلات الكرتون المضلع المتخصصة بصناعة خطوط انتاج الكرتون المقوى وتصنيع قطع الغيار لها وتركيبها واجراء الصيانة لها.

مقر الشركة في المدينة الصناعية بعدرا في ريف دمشق، تبلغ مساحتها الاجمالية 5000 م2، مساحة صالات الإنتاج 2400 م2.

الفصل الثاني – الدراسة النظرية

1.مفهوم Six Sigma [Knowles 2011]

قام العديد من الباحثين بتعريف الـ Six Sigma ونورد هنا التعريف وفقاً لـ Pande et al (2000) وهو التعريف الأكثر شمولية لهذه المنهجية: [3]

"الـ Six Sigma هي نظام شامل ومرن يهدف إلى تحقيق النجاح في العمل والمحافظة على هذا النجاح وتعظيمه. وذلك من خلال فهم وتلبية رغبات الزبون واحتياجاته، والاستخدام المنضبط للحقائق والبيانات والتحليل الاحصائي، والاهتمام الجاد بإدارة العمليات وتطويرها وتجديدها"

هنالك ثلاثة عناصر رئيسية يتميز بها تعريف Six Sigma وهي:

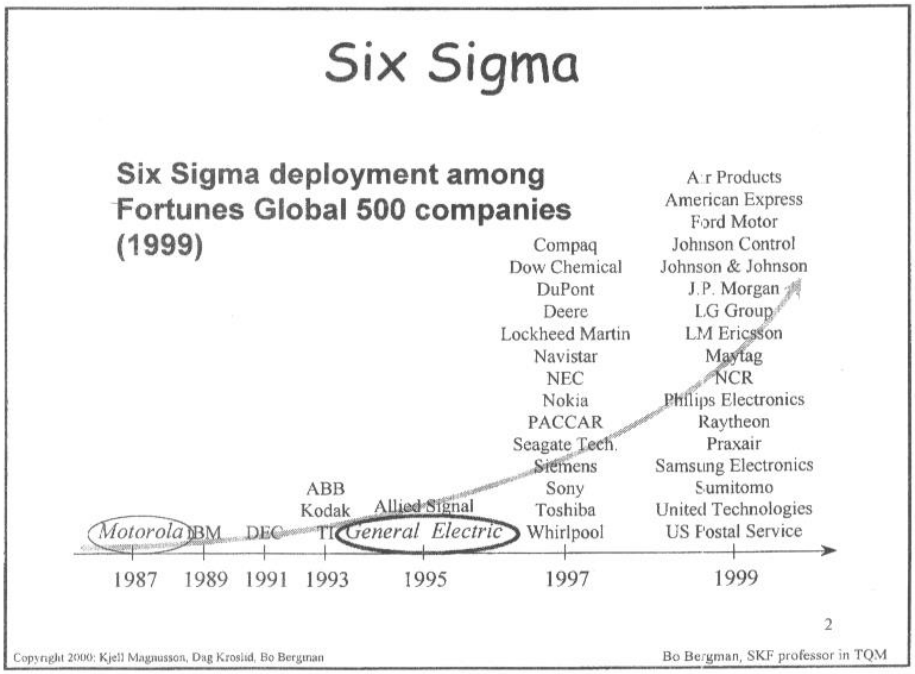
–القياس: التعريف الاحصائي للـ Six Sigma والذي يعبر عن مدى انحراف العملية عن تحقيق النتائج المثلى.

–الهدف: تهدف منهجية الـ Six Sigma للوصول إلى 3.4 عيب لكل مليون منتج.

–الفلسفة: إن الـ Six Sigma هي استراتيجية طويلة المدى تركز على تخفيض التكلفة من خلال تخفيض الانحرافات في كل من المنتج والعملية. [3]

1-1 لمحة تاريخية:[ناصر، 2007]

نشأت الـSix Sigma بدايةً في شركة موتورولا عام 1989 لرفع مستوى الجودة في منتجاتها التي تتميز بأنها معقدة التصنيع وتمتلك عدد كبير من المكونات الأمر الذي يؤدي في أغلب الأحيان إلى منتجات نهائية معيبة [1]، وقد استطاعت الشركة من خلال استخدام الـSix Sigma تخفيض عدد القطع المعيبة والوصول إلى وفر مقداره 5% من تكلفة الانتاج كانت تنفقها على اصلاح المنتجات المعيبة أو اتلافها. وقد تمكنت خلال أربع سنوات من توفير مبلغ يقدر بـ 2.2 بليون دولار أمريكي. الأمر الذي دفع بالعديد من الشركات الأمريكية إلى تطبيق Six Sigma مثل ,ABB, DEC, IBM, GE, Allied Signal, Kodak,. كما هو واضح في الشكل(1). [9]



الشكل (1)

2-1 مراحل تطبيق منهجية Six Sigma: DIAMC

[Swarnakar & Vinodh 2016]

إن الـSix Sigma هي مجموعة من الممارسات التي تهدف إلى التحسين المستمر للعمليات الانتاجية وتحديد العيوب والعمل على إزالة مسبباتها ومصادرها، حتى تقارب نسبة المنتجات المعيبة 3.4 وحدة في المليون.

ولتحقيق ما سبق يجب القيام بالمراحل التالية DIAMC:

1.مرحلة التعريف Define: والهدف الرئيسي منها هو تحديد أهداف المشروع. في هذه المرحلة يتم استخدام مجموعة من الأدوات التي يمكن أن تساعد في تحديد المشكلة الفعلية. مثل مخطط التدفق Flow Chart، ومخطط SIPOC، وخارطة الحالة Statue Map....

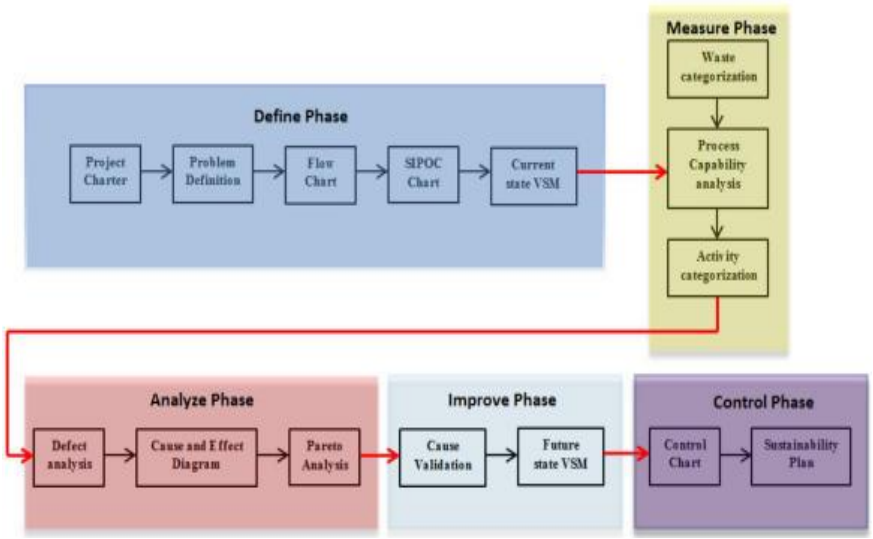
2.مرحلة القياس Measure: حيث يتم جمع البيانات الأساسية في هذه المرحلة. في مرحلة القياس يتم استخدام عدد من المقاييس مثل CTQ – Critical to customer quality (هي عدد من الخصائص التي يمكن قياسها سواءً كانت للمنتج أو العملية والتي تحدد مدى تلبية أداء (العملية) أو مواصفات (المنتج) لرضا الزبون) ومقاييس Metrics– Lean Six Sigma، وهذه العوامل ضرورية لإثبات استقرار وقدرة العملية Process Capapility.

3.مرحلة التحليل Analyze: وفي هذه المرحلة يتم إجراء تحليل البيانات انطلاقاً من الموقع الحقيقي لظهور المشكلة. هنا يمكن استخدام العديد من الأدوات منها: مخطط السبب والأثر Cause and Effect Diagram، تحليل باريتو Pareto Chart....

4.مرحلة التحسين :Improvement هي المرحلة الأكثر أهميةً لإيجاد حل للأسباب الجذرية للمشكلة واختبار هذا الحل.

5.مرحلة الضبط: Control: وفي هذه المرحلة يتم تحديد التحسينات وتنفيذها وتوثيق العملية برمتها.

يبين الشكل رقم 2 مراحل تطبيق Six Sigma والعلاقة بينها [6]



الشكل رقم (2) مراحل تطبيق Six Sigma

1-3 الأدوات المستخدمة في تطبيق منهجية Six Sigma:

نورد فيما يلي الأدوات الأكثر استخداماً عند تطبيق منهجية Six Sigma:

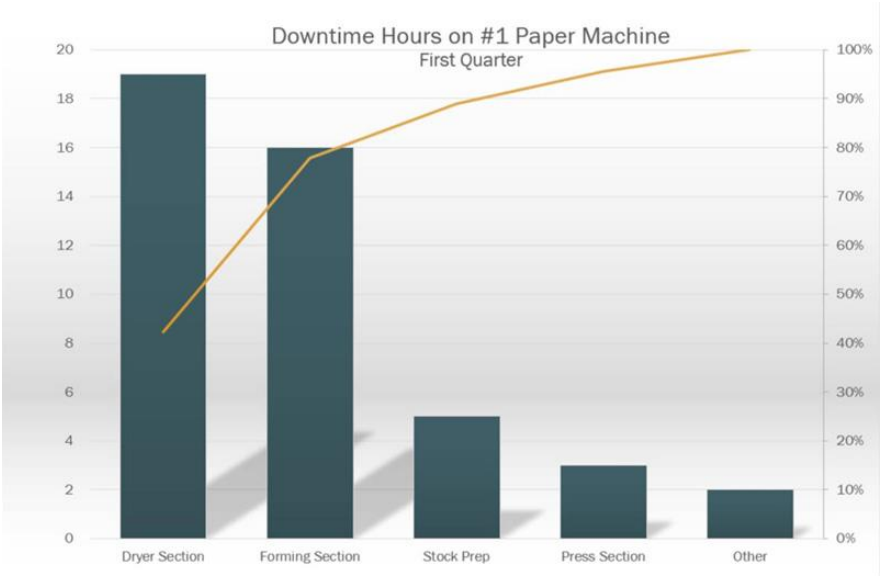
- مخطط باريتو Pareto Diagram
- مخطط السبب والأثر Cause and Effect Diagram
- منحني التشتت Scatter Plots

1-3-1 مخطط باريتو

[George, 2002]

هو مخطط أعمدة يعبر فيه كل عمود عن مسبب محتمل في المشكلة قيد الدراسة ويمثل حجم كل عمود عن المساهمة النسبية للسبب (الذي يمثله هذا العمود) في المشكلة. وتكون هذه الأعمدة مرتبة تنازلياً من حيث أهمية السبب.

قاعدة مخطط باريتو 80% / 20 %: وهي تعني أن 80% من المشاكل يمكن تفسيرها ب 20% فقط من المسببات (تعود 80% من المشاكل إلى 20% فقط من المسببات). وعلى ذلك يمكننا مخطط باريتو من تركيز جهودنا وطاقاتنا على النقاط الأكثر تأثيراً. [2]



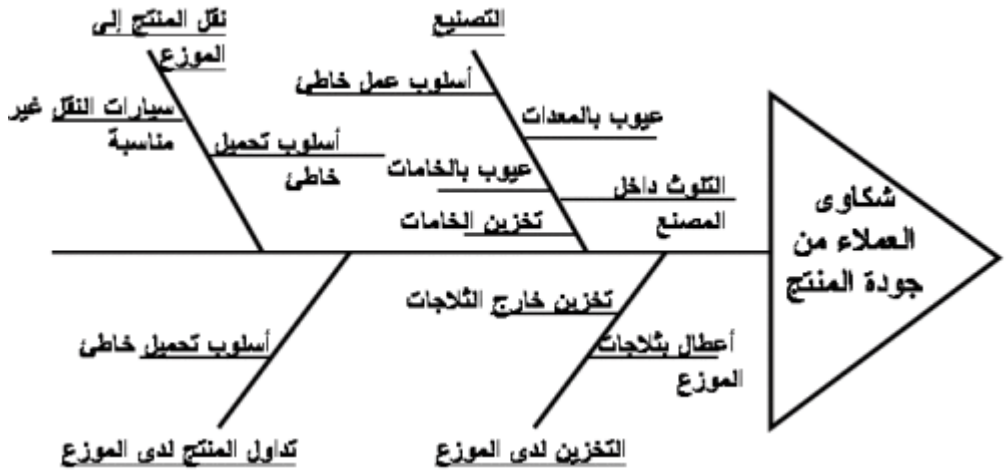
الشكل (3)

فمثلاً يوضح الشكل (3) أن السببين الرئيسيين لساعات التوقف في آلة الورق هما قسم التجفيف وقسم التشكيل

1-3-2 مخطط السبب والأثر Cause and Effect

[ناصر، 2007]

إن مخطط السبب والأثر والذي يدعى أحياناً " مخطط عظم السمكة" يستخدم لتصنيف الأسباب المختلفة التي تؤثر على نتائج العمل. ويشار من خلال الأسهم إلى العلاقة بين السبب والأثر لمشكلة ما. وعند رسم هذا المنحني يتوجب مشاركة جميع العاملين في تنفيذ العمل وإبداء الرأي بالأسباب لكشف الغطاء عن جميع المشاكل القائمة وأسبابها. [9]



الشكل (4)

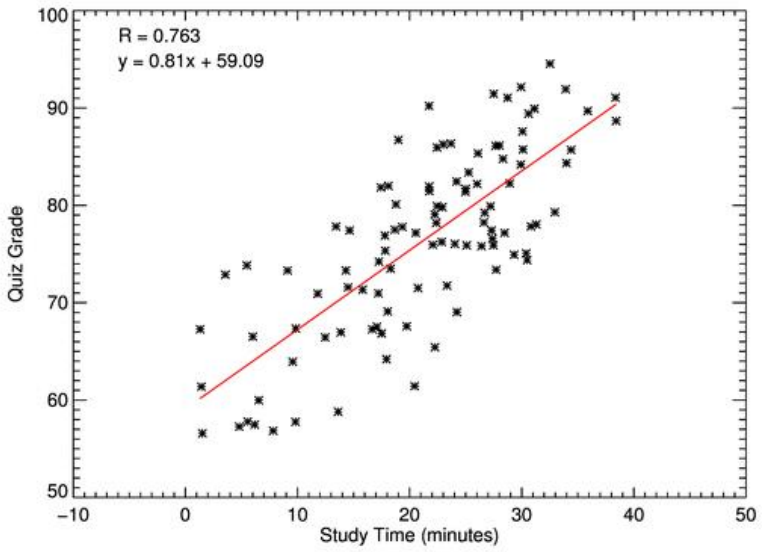
يبين الشكل (4) مثالاً عن استخدام مخطط السبب والأثر في تحديد الأسباب المحتملة لشكاوى العملاء من جودة المنتج

1-3-3 منحني التشتت Scatter Plot

يفحص منحني التشتت العلاقة بين معطاة وأخرى ومدى مستوى هذه العلاقة. اذا ازدادت قيمة X مع غ فإن X وy مرتبطتان ايجابياً [9][ناصر، 2007]

كما يعطي منحني التشتت صورة بصرية واضحة عن مدى تأثير التغير في قيمة مُدخل ما على مخرج العملية [2] [George 2002]

يبين الشكل (5) تأثير التغير في زمن الدراسة على نتائج الامتحان.



الشكل (5)

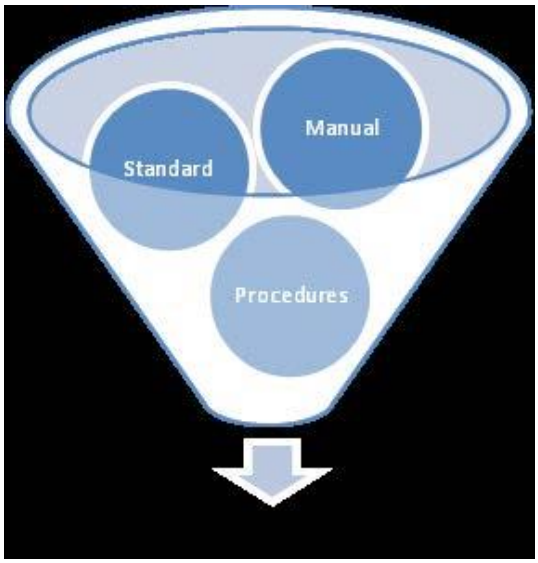
4-1 الفوائد التي تجنيها المؤسسة عند تطبيق Six Sigma:

[Knowles 2011]

1-تطوير الأداء المالي للمؤسسة وزيادة الأرباح وإنقاص التكاليف التي تتحملها المؤسسة بسبب تدني مستوى الجودة: حاول العديد من الباحثين تحديد التأثيرات المالية التي تنتج عن تطبيق مستويات السيغما المختلفة، فقد بين Klefsjo أنه عند تطبيق ستة مستويات للسيغما تكون تكلفة الجودة المتدنية أقل من 1% من المبيعات، بينما ترتفع هذه التكلفة إلى 5-15% عند تطبيق خمسة سيغما، و15-25% عند أربعة سيغما وتصل إلى 25-40% عند 3 مستويات للسيغما.

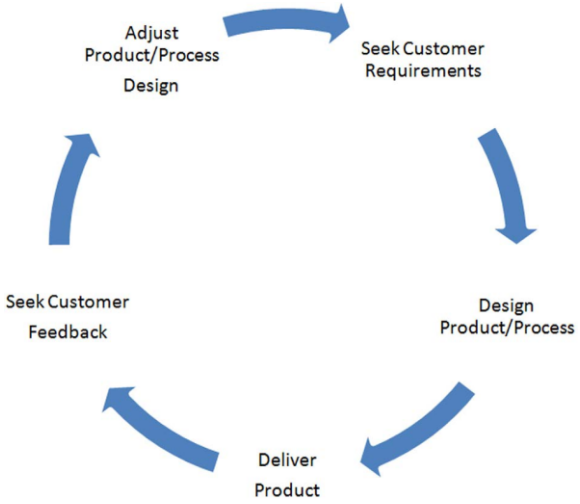
2-تلبية متطلبات الزبون: تهدف Six Sigma إلى خلق منتج يسمى Market –In (أي المنتج المطلوب من قبل الزبون) وذلك من خلال دراسة رغبات الزبون فيما يتعلق بالمنتج ثم العمل على تعديله وفقاً لذلك. على عكس المؤسسات التي تتبع الأساليب التقليدية حيث تقوم بوضع المعايير

الخاصة Standards بها وتعمل على أن تكون منتجاتها مطابقة لهذه المعايير دون أن تأخذ بعين الاعتبار رضا الزبون عن المنتج، وتعمل على دفع منتجاتها إلى الزبون دون معرفة متطلباته ورغباته الأمر الذي يؤدي إلى منتج Product–Out لا يتجاوب مع تغيرات الأسواق أو رغبات الزبائن. يبين الشكل (6) مفهومي المنتج Product–Out و Market–In



PRODUCT

Product – out المنتج



الشكل (6) Market–In المنتج

3-زيادة الانتاجية وتعظيم المردود من خلال التحسين المستمر للعمليات.

4-تحسين التواصل وروح العمل الجماعي من خلال المشاركة الجماعية في طرح الأفكار وايجاد الحلول.

5-الاستخدام الأمثل للطاقات المادية والبشرية من خلال زجها في عملية التطوير والتحسين.

6-تقليل الأخطاء وتخفيض الزمن اللازم لتحقيق المنتج من خلال فحص وتحليل كافة العمليات. حيث تشير إحدى الاحصائيات إلى أن تطبيق Six Sigma أدى إلى تخفيض الدورة الانتاجية Cycle Time بمقدار 30% في بعض المؤسسات الصناعية.

7-المساهمة في إدخال ثقافة "التعلّم" إلى المؤسسة: تعتبر Six Sigma أن تدريب العاملين من أهم الخطوات التي يجب أن تعمل المؤسسة على تحقيقها من أجل الوصول إلى أهدافها. لذلك يجب العمل على رفع سوية فهم واستيعاب العاملين للعمليات الانتاجية وكيفية تحقيق أفضل النتائج منها، الأمر الذي يساهم في خلق معارف ومهارات جديدة ويرفع من مستوى الابتكار في المؤسسة ويعزز من قدرتها على التجاوب مع تغيرات السوق والتحديات الجديدة.

إن أهم الفوائد التي تحققها المؤسسة نتيجة رفع سوية تدريب العاملين هي:

- تطوير العمليات داخل المؤسسة.
- تعزيز الابتكار وبالتالي القدرة التنافسية.
- تحقيق المرونة في الاستجابة للضغوط والتغيرات المتجددة.
- امتلاك القدرة على تحقيق رضا الزبائن ضمن المصادر المتاحة للمؤسسة.
- تطوير جودة المنتجات.
- تحسين صورة المؤسسة Image من خلال التقرب من الأسواق وبالتالي الناس والمجتمع. [3]

1-5 المفهوم الرياضي للـSix Sigma

[ناصر، 2007]

الـ Sigma (σ) هو حرف يوناني يعني في علم الإحصاء الانحراف المعياري للمجتمع الاحصائي، وهو الجذر التربيعي لمتوسط مربعات انحرافات القيم المقاسة عن متوسطها الحسابي، ويتم حساب الانحراف المعياري باستخدام العلاقة التالية:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(xi - \overline{x})^2}{n}}$$

حيث:

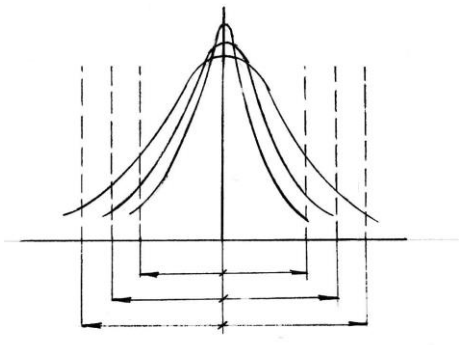
x_i: القيمة المقاسة

i: 1-2-3-.....n

x: المتوسط الحسابي للقيم المقاسة

n: حجم العينة

في الانتاج الكمي المنضبط وفي المجتمعات الاحصائية الكبيرة تتوزع القيم المقاسة وفق منحني التوزيع الطبيعي، ويبين الشكل رقم (7) تمركز هذه القيم حول المتوسط الحسابي ويزداد تفلطح المنحني أو ينقص وفقاً لانضباط العملية الانتاجية أو تجانس المجتمع الاحصائي.



الشكل (7)

ونجد في التوزيع الطبيعي لناتج عملية ما أن:

-68.27% من الحالات المقاسة تقع بين $x+\sigma$ و $x-\sigma$ أي ان نسبة الوحدات المعيبة هي 31.73%.

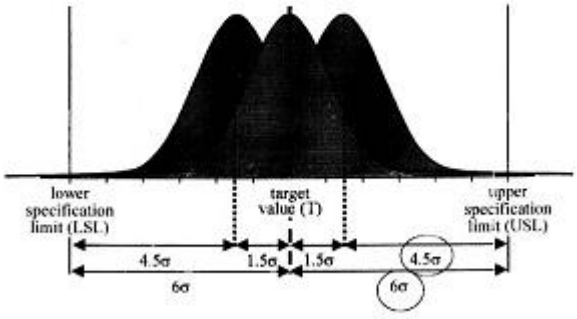
- 95.45% من القيم المقاسة تقع بين $x+2\sigma$ و$x-2\sigma$ أي ان نسبة الوحدات المعيبة هي 4.55%.

- 99.73% من القيم المقاسة تقع بين $x+3\sigma$ و$x-3\sigma$ أي أن نسبة الوحدات المعيبة هي 0.27%.

- 99.9999998% من القيم تقع بين $x+6\sigma$ و$x-6\sigma$ أي أن نسبة الوحدات المعيبة هي 0.002 بالمليون.

إلا أن استقرار العملية الانتاجية حول متوسط ثابت أمر صعب حيث يتأثر بالظروف الاجتماعية والمناخية وبعوامل أخرى (العاملين، المواد الأولية....) إلا أن في العمليات الانتاجية المنضبطة لا يسمح بانحراف المتوسط الحسابي ع القيمة الاسمية بأكثر من 1.56 ± حيث يتم عادة تدارك الوضع وإزالة الأسباب المؤدية لهذا الانحراف قبل بلوغه هذه القيمة في أي من الاتجاهين.

وكما هو مبين في الشكل رقم (8) فإن المسافة بين قيمة المتوسط الحسابي وحد التسامح الأعلى (في حال انزياح منحني التوزع نحو اليمين)، وبين قيمة المتوسط الحسابي وحد التسامح الأدنى (في حال انزياح منحني التوزع نحو اليسار) هي 4.56 وعليه تكون نسبة القطع المقبولة هي 99.99966% والقطع المرفوضة لا تتجاوز 3.4 بالمليون. [9]



الشكل (8)

2. مفهوم التصنيع الرشيد Lean Manufacturing

[S. J. Pavnaskar ,J. K. Gershenson &A. B. Jambekar, 2010]

التصنيع الرشيد هو طريقة منهجية تسعى إلى الحد من الهدر إلى أقل حدود ممكنة في العمليات التصنيعية دون التأثير على انتاجية العملية. يسعى Lean Manufacturing إلى التركيز على العمليات التي تضيف قيمة إلى العمل، واهمال كل عملية أو نشاط آخر لا يضيف قيمة.

يهدف Lean Manufacturing إلى تخفيض الهدر في كل من الجهود البشرية، المخازين، الوقت ومساحة مكان التصنيع، بالشكل الذي يمكننا من تقديم منتج على مستوى عالي من الجودة ويلبي رغبات ومتطلبات الزبائن (ويتجاوب مع التغييرات في هذه المتطلبات). [5]

2-1 لمحة تاريخية

نشأت هذه الفلسفة في الإدارة بدايةً في اليابان بعد الحرب العالمية الثانية، عندما وجد المنتجون اليابانيون أنفسهم عاجزون عن تأمين استثمارات ضخمة تكفي لبناء منشآت صناعية تضاهي تلك الموجودة في الولايات المتحدة الأمريكية. لذلك قامت شركة تويوتا بتطوير وتجديد العمليات الانتاجية فيها لتخفيض الهدر في كافة جوانب العملية الانتاجية، ويعزي كثيرون تطور تويوتا وتبوأها المركز الأول عالمياً بصناعة السيارات في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين لاستخدامها فلسفة Lean Manufacturing. [5]

2-4 دعائم فلسفة الانتاج الرشيق

[دعاس، 2006]

– **مكافحة جميع أشكال الهدر**: تعد مكافحة الهدر بجميع أشكاله المصطلح المركزي في فلسفة الانتاج الرشيق. ويعرف الهدر بأنه أي زيادة عن الحد الأدنى من التكاليف اللازمة التي لا يستغنى عنها من أجل إضافة قيمة إلى المنتج سواءً في وسائل العمل أو القطع أو مكان العمل أو المواد الأولية، أو الزمن....

ويصنف الهدر إلى ثمانية أنواع : الانتاج الفائض، ارتفاع عدد الموجودات قيد التشغيل WIP، كثرة

عمليات النقل والمناولة، أوقات الانتظار، طبيعة العملية الانتاجية، وحركات العمال غير المنتجة، الأخطاء الانتاجية (المنتجات المعيبة أو المرفوضة)، وتبديد الطاقات البشرية.

– **اعتماد الإدارة الرشيقة (Lean Management) ذات الهيكلية الأفقية بدل التسلسل الهرمي:** لقد وضع الانتاج الرشيق الهيكلية الإدارية الهرمية والتقليدية موضع التساؤل، حيث تتميز هذه الهيكلية بأن حل المشاكل يأتي من الأعلى إلى الأسفل، وبعدم تغيير الأشياء القياسية، وبأنها لا تقدم تسهيلات لاتخاذ القرار أو مبادرات لحل المشاكل العالقة...لذلك لابد من حلها واستبدالها بأنظمة إدارية أفقية تسند فيها الوظيفة المركزية القديمة إلى أدنى مستوى في الورشة الأمر الذي يقود إلى مرونة كبيرة في الحركة لحل المشاكل على أرض الواقع من أجل مواءمة تقلبات السوق والتأقلم السريع وتخفيض التكاليف.

– **تشكيل المجموعات "الجزر" الانتاجية بدلاً من خطوط الانتاج التقليدية:** تنشأ في الانتاج الرشيق المجموعات أو الجزر الانتاجية بدلاً من خطوط الانتاج التقليدية، إذ تتشكل هذه المجموعات من عدد محدد من العاملين وتعتمد على التنظيم الداخلي الذاتي بين عناصرها من خلال العمل بإتقان وبمسؤولية مشتركة وقيادة مستقلة ومراقبة مستقلة لنتائج العمل، وذلك بهدف زيادة الفعالية الانتاجية وتحسين الجودة من خلال تزايد المسؤولية الذاتية والاستفادة من الخبرات الاختصاصية المتوفرة وزيادة الحوافز المادية والمعنوية.

يتطلب اعتماد نظام الجزر الانتاجية مكاملة مراحل التصميم والانتاج مع تخطيط وتوجيه العمل، كما يتطلب خبرة فائقة للعمال تمكنهم من تبديل مواقع العمل Job Rotation.

– **دمج جميع العمال ومكاملتهم في عمليات التطوير المستمرة Kaizen:** يعبر مفهوم Kaizenعن التحول المستمر بخطوات حثيثة نحو الأفضل.

يشكل الانسان مركز اهتمام نظام الانتاج الرشيق الذي يسعى إلى إزالة جميع الحواجز بين الإدارة والكادر العمالي وتقصير المسافة بينهم ليعملوا كفريق واحد، ويحتم على الإداريين الاعتناء بتأهيل العمال وتدريبهم ونقل المسؤولية إليهم تدريجياً وتمكينهم من إبداء المبادرات الذاتية.

ويبين الجدول التالي (1) مقارنة بين النموذج الابداعي التقليدي ونموذج التطوير المستمر Kaizen:

وجه المقارنة	النموذج التقليدي في التطوير الإبداعي	نموذج Kaizen (التطوير المستمر للإنتاج)
1-مدى التأثير	قصير الأمد ومتقطع، لكنه مبهر	طويل الأمد ومستمر لكنه غير مبهر
2-السرعة	خطوات كبيرة	خطوات صغيرة
3-الإطار الزمني	متقطع ومحدود	مستمر ومتصاعد
4-فرص النجاح	مفاجئ وغير ثابت	متصاعد دائماً
5-المعنيين بالتطوير	النخبة القليلة	كل موظف في المنشأة
6-أسلوب العمل	يعتمد افكار شخصية وجهود فردية	يعتد الجماعة والعمل الجماعي
7-شعار العمل	إلغاء القديم والبناء من جديد	المحافظة على الموجود وتحسينه
8-سر النجاح	تحسينات تقنية، اختراعات جديدة، نظريات جديدة	خبرة تقليدية والعمل بالتقنيات المتوفرة
9-الشروط التطبيقية	الاستخدام من أجل البقاء	استثمارات صغيرة، مكافأة العمال
10-مفتاح النجاح	الآلة	الإنسان

الجدول (1)

- السعي لتحقيق الجودة الشاملة Total Quality من خلال:

*تنفيذ الصيانة الفعالة الشاملة: إن هدف الصيانة الشاملة هو انعدام التعطل Zero Breakdown من خلال نقل بعض أعمال الصيانة الشاملة الخفيفة إلى عمال قسم الانتاج الأمر الذي يوفر من 20-50% من وقت فريق الصيانة وتخصيصه للأعمال الأكثر فائدة.

* التنظيم الموجه بتيار المواد عن طريق الانتاج بواسطة الانتاج المتزامن مع الطلب Just In-Time-Production- واستخدام بطاقات العمل Kan Ban.

* توحيد أهداف إدارة الانتاج وإدارة الصيانة حول أداء الآلات.

* التزام الإدارة بتشجيع العمال على المبادرة في تحسين الأداء، وإقامة دورات تأهيل العمال.

[7]

4-2 الفوائد التي تجنيها المؤسسة عند تطبيق التصنيع الرشيد

[S. J. Pavnaskar ,J. K. Gershenson & A. B Jambekar, 2010]

استطاعت المؤسسات التي تبنت منهجية Lean Manufacturing أن تحسن من جودة منتجاتها، وتقلل من زمن الدورة الانتاجية Cycle Time ومن حجم الانتاج قيد التشغيل WIP، وتلتزم بزمن تسليم البضائع والمنتجات، وتخفض حجم مخازينها، وترفع كفاءة العاملين، وتخفض من تكاليف الانتاج والتكاليف بشكل عام، وتزيد ايراداتها، وتحسن من استخدام مساحة مكان العمل.....

ونورد فيما يلي بعض المكاسب التي حققتها المؤسسات من خلال تطبيق مفاهيم التصنيع الرشيد وأدواته:

- التقليل من العيوب بنسبة 20% سنوياً، مع احتمالية الوصول إلى نسبة صفر في العيوب.
- تخفيض زمن التصنيع Lead Time بنسبة 75% .
- الالتزام بالموعد المحدد للتسليم في 99% من الحالات.
- زيادة الانتاجية من 35%-15 سنوياً.
- تحفيض حجم المخازين بنسبة 75%.
- تحسين نسبة العائدات على الأصول بنسبة تصل إلى 100%.
- تحسين كفاءة العمال المباشرين بنسبة 10%.
- تحسين كفاءة العمال الغير مباشرين بنسبة 50%.
- توفير 80% من مساحة مكان العمل.
- رفع مستوى الجودة 50%.
- تحسين جاهزية الآلة بنسبة 95%.
- التأقلم السريع والمرن مع تقلبات السوق. [5]

2-5 أدوات الانتاج الرشيق

[ناصر، 2007]

تستخدم منهجية Lean Manufacturing في سبيل حل مشكلة الضياعات والهدر عدد من الأدوات، أهمها:

- Six Sigma : حدد – قس – حلل – حسن – اضبط للوصول إلى الخطأ الصفريDIAMC
- 5S : الأسات الخمسة في تنظيم مكان العمل.
- JIT : دائماً في الزمن المحدد Just In Time
- Kaizen: التحسين المستمر بخطوات صغيرة.
- SMED: تقليل الوقت الضائع في تبديل الدلائل والمثبتات.
- VSM: تخطيط تدفق القيمة Value Stream Mapping.
- Kanban: بطاقة الطلب
- OEE: الجاهزية – الأداء – الجودة – قياس الفاعلية.

وسنتناول فيما يلي شرحاً عن بعض هذه الأدوات. [9]

5S 1-5-2

هي منهجية لتنظيم وتنظيف وتطوير وإبقاء بيئة العمل المنتجة. وهي تمثل خمسة مصطلحات مرتبطة كل منها يبدأ بحرف S وتصف ممارسات مكان العمل التي توصل إلى الضبط البصري Visual Control . وتعتبر 5S أساس جوهري للانتاج الرشيق Lean Manufacturing. ويؤدي تطبيق 5S إلى تقليل التكاليف وتحسين التسليم في الوقت المحدد والاستخدام الأفضل لمساحة مكان العمل وبيئة العمل الآمنة، وتحقيق النظام والانضباط المطلوبين. وفيما يلي المصطلحات التي تمثل 5S وما تعنيه:

– الفرز Sort : فصل العناصر المطلوبة عن العناصر الغير مطلوبة (الأدوات، قطع الغيار، المواد الأولية،....) والتخلص من الغير مطلوبة. وإذا طبقنا هذه الممارسة بشكل صحيح فإن العمل سيسير بشكل جيد من خلال:

- تجنب ازدحام مكان العمل وصعبة الحركة.
- تجنب وجود الكثير من الخزن والرفوف التي تعيق التواصل بين العاملين.
- تجنب إضاعة الوقت في البحث عن العناصر والأدوات.
- تجنب الاحتفاظ بمستودعات وآلات غير ضرورية.
- تجنب إعاقة العناصر الغير مستخدمة لمكان العمل.

– التقويم أو التنظيم Straighten: الترتيب الدقيق لما تبقى من العناصر، وضع كل عنصر في مكانه، وتنظيم منطقة العمل بحيث يسهل إيجاد المطلوب فيها. فالأدوات اللازمة يجب أن توضع على لوح رسم عليه مكان كل أداة " الألواح المظللة" وفي مكان قريب من العامل الذي يستخدمها أو في صندوق مزود بعجلات ليجنب العاملين بذل أي جهد بحركات غير ضرورية للعمل. كما تتضمن استراتيجية تنظيم مكان العمل دهان أرض المعمل وعربات العدة، ومكان الألواح المظللة. ويجب أن توضع أدوات التنظيف في مكان محدد يمكن لكل عامل الوصول إليها بسهولة. هذه الاجراءات تساعد في ضبط مكان العمل بصرياً من خلال:

- معرفة الادوات الناقصة من اللوحة المظللة.
- عدد ونوع الأدوات الموجودة هناك.
- ماهي الاجراءات المتبعة في العملية.
- المرحلة التي يتم فيها العمل.

– التلميع Shine: تنظيف وغسل منطقة العمل وجعلها تلمع. فالعاملون فخورون دائماً بنظافة وترتيب مكان عملهم، حيث يساعدهم هذا الأمر على التعلق بمكان العمل والانتماء له. كما أن تنظيف الآلات والأدوات وتفحصها بشكل يومي يجعلها جاهزة للعمل ويؤدي إلى معرفة مدى حاجتها للصيانة. وهنالك خمسة خطوات يجب اتباعها في هذه القاعدة:

- تحديد استراتيجية واضحة من أجل تطبيق هذه القاعدة وتنفيذ اجراءاتها.

- تحديد مهام التنظيف وتوزيعها على العاملين.
- تحديد كيفية القيام بعمليات التنظيف.
- تحديد الأدوات والتجهيزات الواجب استخدامها في التنظيف.
- تخصيص 5 دقائق يومياً للتنظيف.
- يجب أن يتم التنظيف يومياً حتى لا يصبح عبئاً.

– التوحيد Standardize: وتعني التركيز على توصيف الوظائف في مكان العمل ووضع جداول زمنية وأساليب لأداء التنظيف والفرز. وجعل النظافة الناتجة عن عمل أول ثلاثة ممارسات بانتظام هي أمر رسمي بحيث يتم الحفاظ على النظافة وحالة الاستعداد دائماً. والسماح للعاملين بالمشاركة في هذه القاعدة فهم يعرفون عملهم بشكل جيد ولديهم تطلعات ومعلومات قيمة لتطويره. ولتحقيق ذلك يجب اتباع الخطوات التالية:

- توزيع المسؤوليات.
- ضمان الممارسات الثلاثة الأولى في نظام العمل.
- ضبط تطبيق القواعد الثلاث الأولى، من خلال لائحة ضبط تملأ كل يوم.

– الاستدامة Sustain: خلق نظام لأداء أول أربعة ممارسات، من خلاله يفهم الجميع في المؤسسة القواعد ويطيعونها ويمارسونها. وتطبيق آليات للحفاظ على المكاسب من خلال إشراك العاملين والتعرف عليهم بواسطة نظام قياس الأداء. [2]

2-5-2 Just In Time الجاهزية في الوقت المحدد

أو استراتيجية توفير النقود وتعني هذه الفكرة الحرص على عدم وجود مواد خام أو نصف مصنعة أو منتجات في أي مكان أو أي زمان داخل أو خارج المؤسسة أكثر من اللازم للعمليات الجارية.

إن التخزين هو العدو المختبئ للعلميات الصحيحة. فإذا كان هنالك مواد خام أو نصف مصنعة أو منتجات جاهزة مخزّنة في أي مكان من المؤسسة يعني ذلك أن هنالك رأس مال للشركة لا يجلب أي ربح، وهو معرض لخطر الفيضانات، الحريق، تراجع الأسواق، تقادم التصميم.... بالإضافة إلى التكاليف الناجمة عن التخزين والنقل والتوضيب.

فإذا لم تكن الشركة بحاجة قصوى لشراء كميات كبيرة من المواد الأولية فمن الأفضل دائماً الاتفاق مع الموردين على التوريد على دفعات ووقت الحاجة دون وجود ضرورة للتخزين. فقد قامت الكثير من مصانع السيارات بالتوقيع على عقود توريد محددة بالساعة واليوم لعدد محدد من المواد أو القطع اللازمة، وبهذا استطاعت هذه المصانع الانتاج ضمن مساحة أقل، وبعدد عمال أقل وخفضت إلى حد كبير من زمن الانتاج. [2]

2-5-3 التحسين المستمر بخطوات صغيرة Kaizen

إن أحد العناصر المفتاحية في تطبيق فلسفة الانتاج الرشيد هي منهجية التحسين المستمر بخطوات صغيرة Kaizen. وفي الواقع يمكن تطوير هذا المفهوم في المؤسسة خلال فترة قصيرة ودون بذل جهد كبير أو نفقات زائدة. إلا أن النتائج عظيمة في معظم الأحيان. فالتحسينات الكمية الصغيرة ستنتج حتماً تطورا نوعيا عظيما.

إن الشرط الأساسي في تطبيق هذه الفكرة هو إشراك العاملين بشكل جدي في أعمال المؤسسة وخاصة المساعدة في اتخاذ القرار والمشاركة في الأعمال التطويرية، ومكافأتهم على انجازاتهم.

والقاعدة الأساسية في مبدأ Kaizen هو: اذا لم تكن قادراً على تطوير كامل المنتج ركز على جزء منه وطوره فستجد نفسك تنتقل من جزء إلى آخر ومن منتج إلى آخر ومن نجاح إلى آخر.

2-5-4 الفاعلية OEE – Overall Equipment Effectiveness

لابد لضبط أداء وتطور المؤسسة والعمل وفق منهجية الانتاج الرشيد من معالجة القضايا الثلاث: الجاهزية والأداء والجودة كسلة واحدة وضمن علاقة جداء، حيث يقاس التزام المؤسسة بفلسفة التصنيع المرشد بقدر ما تكون نتيجة هذا الجداء عالية.

الفاعلية = الجاهزية * الأداء * الجودة

الجاهزية % Availability : الزمن الحقيقي للإنتاج/ الزمن المخطط

الأداء % Performance : عدد القطع المنتجة / عدد القطع الممكن إنتاجها نظرياً.

الجودة % Quality : القطع الجيدة / مجموع القطع المصنعة

فلا ارتفاع الجاهزية تعني النجاح ولا نسبة الأداء ولا حتى نسبة الجودة تعبر عن نجاح المؤسسة وإنما جداء النسب الثلاث. [9]

2-5-5 مخطط تدفق العملية Process Stream Mapping – PSM

تساعد هذه التقنية على تحديد الضياعات في العملية، فهي تعتبر طريقة بصرية لرسم جريان المواد خلال العملية الانتاجية بدءاً من دخول المادة الأولية إلى خط الانتاج مروراً بالعملية الانتاجية وصولا إلى الشحن.

فإذا كان نشاط ما لا يقدم قيمة مضافة على المنتج فهو ضياع ويجب شطب هذا النشاط من العملية. وعند تجليل جريان القيمة/ مخطط تدفق العملية تصدم الشركات بكم الوقت والأنشطة التي لا تحتوي على أي قيمة مضافة في العملية الانتاجية.

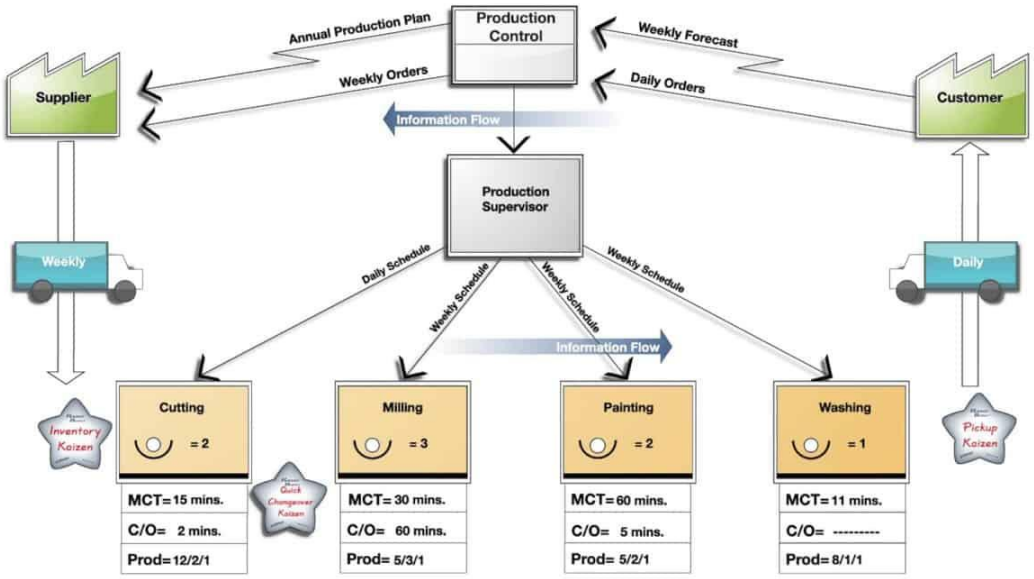
يتضمن مخطط جريان القيمة ما يلي:

- زمن العملية.
- وقت الانتظار.
- المخزون في بدء العملية.
- تدفق المواد.
- المخزون بعد العملية.

يمكن تلخيص فوائد تخطيط جريان القيمة بـ:

- تحديد كامل العلمية الانتاجية وليس جزءاً منها.
- يسمح بتحديد مصادر الضياعات.
- يساعد مخطط جريان القيمة الحالي والمستقبلي في تشكيل خطة التطوير والتغيير.
- يؤمن فهم أفضل للرابطة بين المواد وتدفق المعلومات في العملية المخططة.

– يقدم لغة مشتركة بين الإدارة والمهندسين والعمال لاستخدامها في تحليل الضياعات وخطة التطوير. [9]



الشكل (9) مثال عن مخطط جريان القيمة

2-5-6 تقليل الوقت الضائع في تبديل الأدوات SMED – Single Minute Exchange Of Die

إن فكرة SMED تساعد في تخفيض الضياع الناتج عن تبديل وتركيب الأدوات. حيث أن زمن التركيب يختلف عن زمن تبديل الأداة، فزمن التركيب هو الزمن اللازم لتغيير الأدوات والمنتجات من علمية انتاجية إلى أخرى (زمن العمل الفيزيائي لتبديل الأدوات للبدء بمنتج جديد). أما زمن التبديل فهو الزمن اللازم للانتقال إلى منتج جديد.

إن زمن تركيب وتبديل الأداة هو أحد سبع ضياعات أساسية في العملية الانتاجية وتقوم نظرية التصنيع المرشد بمعالجتها.

إن تطبيق SMED له فوائد عديدة منها:

– زيادة فعالية الآلات ومردودها.

– تقليل التخزين المؤقت.

– زيادة الجاهزية والقدرة الانتاجية. [9]

2-5-7 بطاقة الطلب Kan Ban [كراجوسكي، ريتزمان، مالهوترا 2015]

إن Kan Ban تعني بطاقة أو سجل مرئي، وهي تشير إلى البطاقات المستخدمة للتحكم في تدفق الانتاج عبر المصنع. وفي نظام كانبان الأساسي ترفق بطاقة بكل حاوية من المواد المنتجة. وتحمل الحاوية نسبة معينة من متطلبات الانتاج اليومي من المواد الأولية، وحينما يتم تفريغ الحاوية تُزال البطاقة من الحاوية وتوضع على عمود الاستلام، والحاوية الفارغة يتم أخذها إلى منطقة التخزين وترسل البطاقة إشارة بالحاجة إلى انتاج حاوية أخرى وحينما تمتلئ الحاوية يتم إعادة وضع البطاقة على الحاوية والتي تعاد بعذ ذلك إلى منطقة التخزين. وتبدأ الدورة مرة أخرى حينما يستعيد العامل الحاوية مع البطاقة الملصقة.

قواعد نظام الكانبان:

– يجب أن تمتلك كل حاوية بطاقة.

–يسحب خط التجميع المواد دائماً من خلية التصنيع، وخلية التصنيع لا تدفع أبداً الأجزاء إلى خط التجميع لأنه عاجلاً أم آجلاً سيتم توريد قطع غير مطلوبة بعد في الانتاج.

– حاويات الأجزاء لا يجب إزالتها من منطقة التخزين إبداً بدون وضع الكانبان أولا على عمود الاستلام.

– يجب ان تحتوي الحاويات على نفس عدد الاجزاء الجيدة دائماً. إن استخدام الحاويات المملؤة بشكل غير منتظم يسبب الاضطراب في تدفق انتاج خط التجميع.

– يجب تمرير الاجزاء غير المعيبة فقط لتحقيق أفضل استخدام للمواد ووقت العامل.

– لا يجب أن يتخطى الانتاج الاجمالي المقدار الكلي المسموح به في الكانبان في النظام. [8]

3. مقارنة بين منهجيتي Six Sigma و Lean Manufacturing

[Cristina, 2017]

3-1 الفروقات بين Six Sigma و Lean Manufacturing

تهدف كلاً من Six Sigma و Lean Manufacturing إلى زيادة ربحية المؤسسة على المدى الطويل، مما يعزز من نجاح مبدأ دمجهما معاً تحت مصطلح Lean Six Sigma.

- تركز فلسفة الـ Lean على تدفق الإنتاج وتتميز بكونها نهجاً نوعياً (يهتم بالجودة). ويتمثل هدفها في زيادة سرعة المعالجة وتقليل القيمة غير المضافة باستخدام مبادئ Lean.

من ناحية أخرى، تركز Six Sigma على مشكلة محددة من أجل تحسين جودة العملية وتتميز بكونها نهجها كمياً. إن هدف Six Sigma هو تقليل الانحرافات في العملية التي تؤدي إلى عيوب بواسطة الأدوات الإحصائية باستخدام منهجية DMAIC.

وبالتالي فإن Six Sigma مفيدة في تحسين العمليات التي تحمل قيمة مضافة، بينما تعمل Lean على إزالة العمليات التي لا تضيف قيمة للمنتج.

- إن Lean Manufacturing و Six Sigma تنبعان من وجهتي نظر مختلفتين. ففي حين أن Lean Manufacturing نشأت من الحاجة إلى زيادة سرعة تدفق المنتج من خلال القضاء على جميع الأنشطة غير ذات القيمة المضافة، تطورت Six Sigma بهدف ضمان جودة المنتج النهائي من خلال التركيز على الحصول على مستوى مطابقة عالي جداً بالمقارنة مع OFD(Opportunity For Defect).

- إن Lean و Six Sigma تركزان على عناصر مختلفة في العملية-Process Sigma . فبينما تركز Lean على ما لا ينبغي لنا القيام به وتعمل على إزالته، تهتم Six Sigma بما يجب أن نفعله وتهدف إلى جعله صحيحًا في المرة الأولى وفي كل مرة ، وفي كل الأوقات.

- يتطلب تطبيق Six Sigma تدريب مكثف مقارنةً مع Lean Manufacturing.

– يُستخدم Lean Manufacturing بشكل أساسي لمعالجة قضايا عدم كفاءة العملية في حين أن Six Sigma تستخدم في المقام الأول لمعالجة قضايا فعالية العملية.

– تعمل Six Sigma على القضاء على العيوب في العملية، لكنها لا تقدم حلولاً لكيفية تحسين تدفق العملية. في حين أن Lean Manufacturing لا تستطيع أن تضمن ثبات العملية أو أن تحسن من قدرتها Process Sigma Capability.

يبين الجدول رقم (2) الفروق الأساسية بين Six Sigma و Lean Manufacturing:

Lean Manufacturing	Six Sigma
مناسبة لإجراء التحسينات السريعة والأولية	مناسبة لمعالجة المشاكل المزمنة والمعقدة
لا تحتاج إلى استثمارات ضخمة نظراً لطبيعة التدريب والمهارات التي تحتاجهما	تحتاج استثمارات كبيرة
لا تركز كثيراً على استخدام الأدوات والتقنيات الاحصائية	تتطلب استخدام الطرق الاحصائية من أجل فهم كيفية تخفيض الانحرافات
ليس لها بنية تنظيمية رسمية	تتمتع ببنية تنظيمية محددة بشكل جيد (الحزام الأصفر، الحزام الأخضر، الحزام الأسود، ...)
تستخدم تدفق القيمة لفهم التداخلات بين العمليات	لا تعتبر التركيز على التداخلات بين العمليات أحد طرق حل المشكلات

الجدول (2)

ويبين الجدول (3) الفروق بين Six Sigma وLean Manufacturing من حيث الفوائد التي يمكن جنيها جراء تطبيقها والتحديات التي تواجهها.

المنهجية	Six Sigma	Lean Manufacturing
الفوائد	خرج عملية موحد	تخفيض زمن الدورة الانتاجية
	تخفيض نسبة العيوب	تخفيض نسبة القطع قيد التصنيع
	تخفيض التكاليف	تخفيض التكاليف
	تحسين الانتاجية	تحسين الانتاجية
	تغيير ثقافة المؤسسة	تخفيض زمن التسليم

المنهجية	Six Sigma	Lean Manufacturing
	تحقيق رضا الزبون	توفير المساحة
	نمو حصة المؤسسة في السوق	تخفيض عدد المعدات اللازمة
	تطوير العملية/ الخدمة	تقليل الجهود البشرية
التحديات	طول مدة تطبيق مشروع Six Sigma	لا يعتمد على الاساليب الاحصائية أو تحليل العمليات

الجدول (3)

3-2 الأمور المشتركة بين Six Sigma و Lean Manufacturing

- إن الجمع بين Six Sigma و lean تحت منهجية Lean Six Sigma يمّكن المؤسسات من الاستفادة من كلا النوعين من التحسينات، اعتمادًا على طبيعة المشكلة التي يتم العمل على تحسينها.

- كما أن دمج Six Sigma و lean بدلاً من الاعتماد على إحداهما فقط، يمكننا من: زيادة سرعة التنفيذ، المزيد من مشاريع التحسين في وقت واحد، زيادة الأرباح بشكل أسرع، عدم إضاعة وقت وطاقة الإدارة العليا، وسرعة التكيف بفعالية مع الأحداث الخارجية واستدامة أكبر للتحسينات الضخمة.

- وقد أثبتت منهجية Lean Six Sigam ، أنها قادرة على تحقيق: خفض التكاليف وتحسين الجودة وتقليل وقت تسليم الزبائن. وقد وضعت مكانتها كمنهج رائد لتحسين الأعمال في الماضي والحاضر والمستقبل.

- إن القواسم المشتركة بين Six Sigma و Lean Manufacturing هي : كلاهما تعتبران منهجيتان للتحسين المستمر للعملية، كلاهما تركزان على احتياجات العمل التي يحددها الزبون، وكلاهما تتضمنان مجموعة أدوات شاملة لمعالجة المشكلات المتعلقة بالعملية.

- تتفق كلا من المنهجيتين في ما يلي:

* التركيز على العملية.

* الحاجة إلى دعم الإدارة من أجل النجاح في تحقيق الأهداف، وخاصةً فيما يتعلق بخلق البنية التحتية الملائمة، ورصد الميزانية الكافية، والوقت اللازم لتغيير ثقافة المؤسسة.

* الاستخدام في مؤسسات ذات طابع غير انتاجي.

* التركيز على احتياجات العمل من خلال ما يطلبه الزبون.

* الاعتماد على فريق متعدد الاختصاصات لمعالجة المشاكل وايجاد الحلول لها.

ونجد أنه في الحالات التي تكون لدى كلاً من Six Sigma و Lean مقاربات مختلفة، تظهر أهمية Lean Six Sigma في تطبيق إما وجهة نظر Lean أو Six Sigma ، من أجل الحفاظ على قوة المهنجيتين. حيث توضح هذه المرونة ، نجاح تحسين العملية الانتاجية باستخدام Lean Six Sigma. يبين الجدول (4) الفروقات بين منهجية Lean Six Sigma كوحدة متكاملة وبين منهجيتي Six Sigma و Lean Manufacturing كلا على حدى: [1]

4. تطبيقات Lean Six Sigma في الصناعة

[Swarnakar, Vinodh, 2016]

1. نورد هنا مثال لتطبيق منهجية Lean Six Sigma في مؤسسة صناعية تقوم بانتاج القطع التي تدخل في صناعة السيارات وتقع في جنوب الهند. حيث تعتبر من أهم مؤسسات صناعة قطع السيارات في الهند.

تقوم المؤسسة بتصنيع قطع سيارات الركاب (السيارات الشخصية)، والمركبات ذات الاستخدامات الخاصة Utility Vechicles، والمركبات ذات استخدمات النقل التجارية الخفيفة والمتوسطة والثقيلة.

تم تطبيق Lean Six Sigma على خط تجميع أحد منتجات المؤسسة بهدف تقليل العيوب وتحسين القيمة، حيث استخدم فريق العمل الموكل بهذه المهمة أدوات Six Sigma و Lean Manufacturing بشكل مناسب ضمن إطار DMAIC.من هذه الأدوات : مخطط التدفق Flow Chart، وخارطة الحالة Current State Map، ومخطط SIPOC، مخطط السبب والأثر Cause and Effect Diagram، ومخطط باريتو Pareto Analysis.....

بعد التنفيذ الناجح لنهج Lean Six Sigma المقترح، لوحظ تحسن كبير في مقاييس الأداء الرئيسية ويوضح الجدول (5) بعض التغيرات في خصائص أداء العمليات بعد تطبيق Lean Six Sigma:

مقاييس أداء العملية	القيمة ما قبل تطبيق Lean Six Sigma	القيمة ما بعد تطبيق Lean Six Sigma	التحسن الحاصل
DPU العيب في الوحدة	0.002	0.001	انخفاض بنسبة 50%
OEE فعالية الآلة الكلية	0.64	0.91	زيادة بنسبة 42.18%
زمن التحول من منتج لآخر Change over Time	470 min	400 min	انخفاض بنسبة 14.9%
FTY عدد الوحدات المنتجة مقسمة على عدد الوحدات المدخلة إلى الانتاج	0.998	0.999	زيادة بنسبة 1%
Lead Time زمن التسليم للزبون	16.048 min	9.572 min	انخفاض بنسبة 40.35%
زمن الدورة الانتاجية Cycle Time	2.954 min	2.744 min	انخفاض بنسبة 7.10%
عدد العمال	21	19	توفير 2 عامل
الانتاج في اليوم	8000 قطعة	16000 قطعة	زيادة بنسبة 50%

الجدول (4)

2. ونورد هنا مثال آخر عن تطبيق Lean Six Sigma في مؤسسة صناعية هندسية تتبع الطريقة التقليدية في تنظيمها كالتالي: [4]

[Kumar, 2014]

- مقسمة إلى أقسام منفصلة كل قسم يعمل بشكل منعزل عن الآخر ولا يوجد تعاون بينها.
- نظام الانتاج فيها يقوم على مبدأ Push System وعلى شكل دفعات Batches.
- لا يوجد فيها خطة لإدخال تحسينات على العمل بشكل منظم ورسمي.

وقد سعت المؤسسة من خلال Lean Six Sigma إلى تركيز أنشطة التحسين على الفهم الكامل لرغبات الزبون والسوق، وعلى احتياجات تطوير العمل، وإعادة تنظيم المؤسسة من الشكل التقليدي إلى نظام Value Stream تدفق القيمة، وتعاون كافة الأقسام والوظائف مع بعضها لخلق وتمكين النظام الجديد.

يمكن تصنيف الفوائد التي حققتها المؤسسة جراء تطبيق منهجية Lean Six Sigma إلى 3 أنواع مبينة كالتالي:

– الفوائد الملحوظة (يمكن إدراكها) : مثل، سلوك الموظفين، الأخلاق، الترتيب في مكان العمل...

– الفوائد العملياتية: مثل، تخفيض مساحة العمل المشغولة، تخفيض زمن التسليم Lead Time، تحسين الجودة....

– الفوائد النقدية: مثل، كلفة الجودة المتدنية، التدفقات النقدية، تكلفة سلسلة التوريد، .....

يبين الجدول التالي (6) بعض الفوائد العملياتية المشار إليها أعلاه:

موضوع التحسُن	الهدف	ما تم تحقيقه
تحسين الانتاجية	%50	%100
تخفيض معدل زمن التسليم Lead Time	%50	%75
تخفيض الانتاج قيد التصنيع WIP	%40	%33
تخفيض المساحة المشغولة	%40	%73
تخفيض الضياعات (النقل)	%60	%67
رفع سوية العاملين		تم تدريب 11 عامل على تقنيات Lean Six Sigma

الجدول (5)

5. تطبيقات Six Sigma في الصناعة

1. من إحدى التجارب الناجحة في تطبيق منهجية Six Sigma في المؤسسات الصناعية، هي تجربة المؤسسة ABC التي تقوم بإنتاج السكاكر والحلويات وتقع في أوروبا وهي جزء من مؤسسة عالمية، حيث تنتج 180.000 طن من الحلويات سنوياً، ويعمل بها 30.000 عامل حول العالم وبإجمالي مبيعات تصل إلى 13 مليار دولار سنوياً.[Knowles, 2011]

فقد فرضت التغيرات الحاصلة في سوق الحلويات الأوروبية على المؤسسة ABC تركيز اهتمامها على فعالية التكلفة حيث واجهت هذه المؤسسات تحديات في تخفيض كلفة المنتج لتصبح قريبة من تكلفة المنتجات المنافسة، وذلك مع وجود عمالة لم تواجه مثل هذا التحدي من قبل وبنية تحتية مبنية على أساس تحقيق النمو على حساب الفعالية.

قد سعت المؤسسة من خلال تبنيها لمنهجية Six Sigma إلى معالجة المشاكل التي تواجهها وخاصةً في المنتج X، وتحقيق عدد من الفوائد المالية، ورفع مستوى وعي العاملين في المؤسسة حول الانحرافات، وزيادة قدرتهم ومهاراتهم لتطوير العمل المنخرطين فيه.

وجدت المؤسسة بعد تطبيق Six Sigma أن المنتج X حقق تطورات ملحوظة على مستوى الجودة وقدرة العملية. ففي تحليلات سابقة كان 1 من أصل 5 من المنتج X إما يعاد انتاجه أو يُرفض وذلك بسبب الانحراف (التغير) في حجم المنتج، أم الآن فقد انخفضت النسبة لتصبح 1 من أصل 100000 منتج. كما ارتفع مستوى قدرة العملية من المتوسط إلى 1.46 وأصبحت منضبطة بأسلوب وقائي وليس بأسلوب رد الفعل على الانحراف الحاصل.

بالإضافة إلى الفوائد السابقة فقد ارتفع مستوى وعي العاملين في المؤسسة حول فكرة الانحرافات وتأثيرها على المؤسسة، وأصبح استخدام وتطبيق نهج DIAMC المنظم على نطاق أوسع في المؤسسة.

واستطاعت المؤسسة تحقيق بعض المكاسب الجديرة بالملاحظة جراء تطبيق Six Sigma بالإضافة إلى الفوائد المالية، وهي:

– الحصول على ممارسون وذوو خبرة قادرون على توجيه الفريق الذي يعمل على تطبيق Six Sigma وتقديم المشورة لهم بحيث يبقى الفريق على المسار الصحيح وفق الهدف المخطط له.

– تطوير برنامجاً تدريبياً يمكن العاملين من ممارسة وصقل المفاهيم والخبرات التي تعلموها.

– ربط النشاطات والعمليات بالمقاييس وبالمصطلحات الكمية، وضمان أن الفريق أصبح قادراً على قياس التحسينات في العمل باستخدام هذه المقاييس.

– إن الحصول على فريق متداخل الوظائف يمكن من تغيير ممارسات الأعمال بسلاسة وتحقيق تطورات سريعة. [3]

2. قامت الشركة X بتطبيق منهجية Six Sigma لحل المشكلة التي تواجهها وهي:

[George, 2002]

زيادة الطلب على منتجاتها الأمر الذي يفوق قدرة الانتاج الحالية وزمن التصنيع Lead Time. وبالتالي أصبح الزبائن يتذمرون من عدم تسلم المنتج في الوقت المحدد. وأصبحت الشركة قلقة حول قدرتها على الاحتفاظ بزبائنها لأن مستوى رضا الزبون كان أقل بكثير من ستة سيغما.

للأسباب السابقة عمدت الشركة إلى تحسين عملياتها، إلا أن التحدي الأكبر هو: هل تستطيع التحسينات التي ستدخل على العمليات الانتاجية تسريع هذه العمليات أو ستحتاج الشركة إلى زيادة عدد عمالها لتغطية النقص الحاصل؟

وقد استطاعت الشركة بتطبيقها Six Sigma من حل مشكلة زيادة الطلب على الانتاج باستخدام أدوات Six Sigma البسيطة مثل تخطيط تدفق العملية الذي وكنتيجة عنه استطاعت الشركة تخفيض عدد المراحل في العملية الانتاجية من 21 إلى 7، كما استطاعت تخفيض زمن التصنيع بنسبة 72% وزيادة كفاءة العملية من 7 إلى 22%. وفي النهاية لم تضطر الشركة إلى زيادة عدد أفراد طاقمها وبالتالي توفير النفقات.

الفصل الثالث – القسم العملي

1. مقدمة

هذه الدراسة تعد نموذجاً لتطبيق نظام Lean Six Sigma في شركة ايبلا لصناعة آلات الكرتون المضلعة.

إن تطور وتنوع السوق والعملاء دفع بالشركات للتركيز على أثر التكلفة على العملية الانتاجية مع الالتزام بجودة المنتج وارضاء العميل وهو التحدي الأكبر الذي تواجهه الشركات (تخفيض كلفة المنتج) من أجل الاستمرار في المنافسة في السوق المحلية والاقليمية.

وان تطبيق هذه المبادئ سيساهم في تنمية وتطوير بنية الشركة وزيادة فعالية العملية الانتاجية.

2. تعريف بالشركة

هي شركة صناعية لها باع في مجال تصنيع آلات وقطع غيار خطوط انتاج شرائح الكرتون حيث قامت بالاستعانة بخبرات خارجية بتجديد سلندرات التعريج. وتقوم الشركة حالياً بتصنيع آلات الكرتون المضلع (الزكزاك) وتجديد وتنصيب خطوط الإنتاج والاشراف على معايرتها وصيانتها.

هذه صور لمنتجات الشركة الشكل (1):

الشكل (1) منتجات شركة ايبلا

يقسم الإنتاج في شركة ايبلا إلى ستة أقسام:

– قسم الخراطة: وهو القسم الرئيسي في عملية التصنيع وهو المسؤول عن تصنيع المحاور وكل القطع الدائرية ويتألف من مخارط بقياسات مختلفة تبدأ من قياس طول 100 سم الى طول الى 600 سم ويصل قياس أكبر قطر للخراطة 80 سم فوق الراسمة و106 سم على عرض 80 سم.

– قسم التفريز والتجليخ: وهو القسم المسؤول عن تصنيع القطع الهندسية الغير متناظرة والتي يكون شكلها غير دائري ومهمة الات التجليخ هي عمليات الانهاء.

– قسم تلبيس الكروم القاسي والمعالجة الحرارية للمعادن: وهو القسم المسؤول عن معالجة سطح الاحتكاك للمعدن وإعطائه طبقة قاسية عن طريق المعالجة الحرارية او إعطائه طبقة قاسية من الكروم بتفاعل كهروكيمياوي.

– قسم الطلاء: وهذا القسم مسؤول عن تنظيف قطع الالة وطلائها بعد عملية التصنيع.

– قسم التجميع: وهو مسؤول عن تجميع قطع الآلة وتركيبها وتركيب متمماتها.

– قسم الكهرباء: وهو المسؤول عن تركيب المحركات الكهربائية للآلات وأجهزة القيادة الكهربائية للآلة.

3. تطبيق 5S في تنظيم العمل:

أول خطوة في 5S هي: نسق Clean up

إن صالة الإنتاج في الشركة تعج بالآلات التي لا تستخدم تم تنسيق وإخراج الآلات المركونة من أكثر من خمسة سنوات خارج صالة التصنيع وتم ترتيبها بطريقة لا تعيق عملية التصنيع. الشكل (2) والشكل (3).

الشكل (2)

وتم جمع الخردة و الحديد الغير مستعمل في وجيبة المعمل من أجل التخلص منه وبيعه بأقرب فرصة ممكنة من أجل الاستفادة من المساحة الخالية خارج الشركة.

الشكل (3)

ثاني خطوة في 5S هي نظم Arrange وتشمل على ثلاثة مراحل:

أولاً: تنظيم مكان العمل

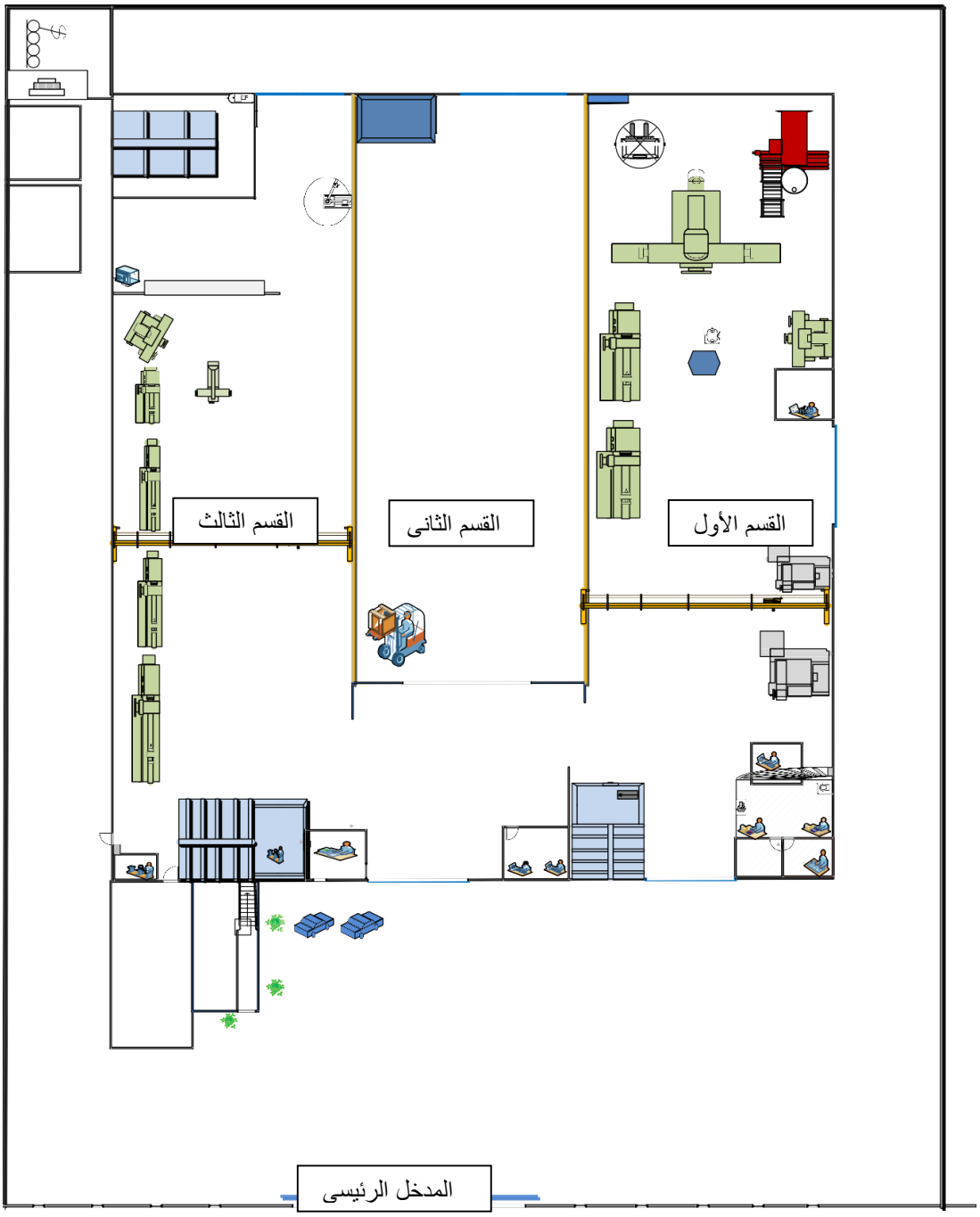
إن المخطط التالي الشكل (4) يبين الوضع السابق لتوزيع الآلات وأقسام الإنتاج في الشركة وفي هذا التوزيع يوجد عدة صعوبات لعملية سير العمل تؤدي الى كل أشكال الهدر، وهذه الصعوبات هي:

1- وجود بشكل متفرق للمخارط بصالة الإنتاج (في القسم الأول والقسم الثالث)
2- عدم الاستفادة من مساحة القسم الثاني لعدم وجود رافعة جسرية
3- عمليات التجميع ليس لها مكان محدد في الأقسام وتجمع بحسب المكان الفارغ

4- معاملة قسم الإنتاج ككتلة واحدة بإدارة واحدة (أي عبئ العمل كامل يقع على عاتق مدير الإنتاج)

5- عمليات الدهان و الطلي تتم في أماكن متغيرة أيضا أي بحسب الفراغ الموجود

6- أعمال الكهرباء تتم أيضا في أماكن تجميع الالة و ليس في مكان ثابت



الشكل (4) الوضع قبل التعديل

ولذلك قمنا بالتعديلات التالية: (حيث يوضح الشكل (5) الوضع بعد التعديل)

1- نقل المخارط من القسم الأول الى القسم الثالث وإعادة توزيعها في القسم الثالث

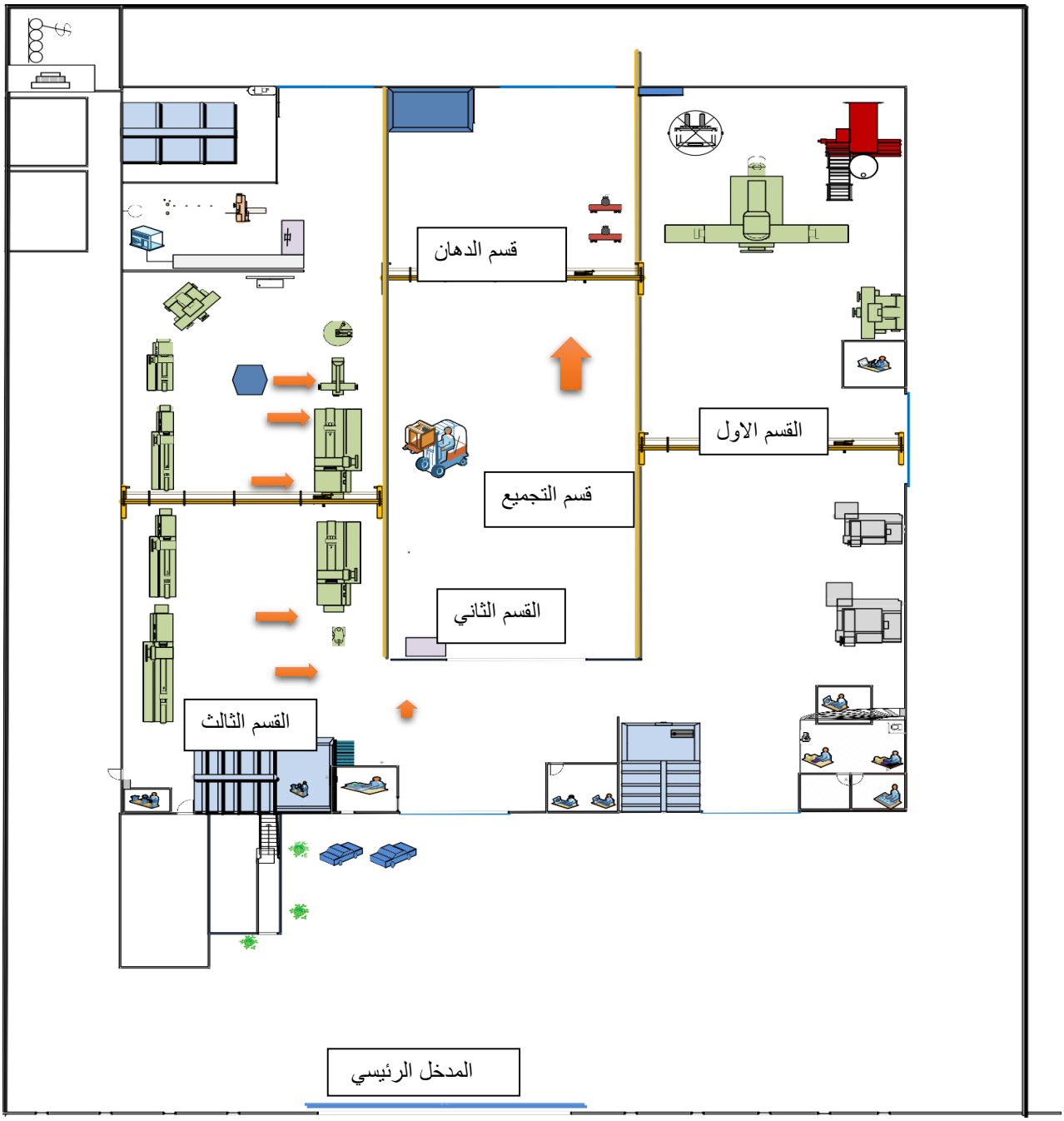
2- تركيب رافعة جسريه في القسم الثاني الشكل (6)

3- تثبيت أعمال التجميع في القسم الثاني والكهرباء

4- تثبيت أعمال الدهان والطلاء في القسم الثاني أيضاً

5- تقسيم الإنتاج الى ستة أقسام

الشكل (6)



الشكل (5) الوضع بعد التعديل

ثانياً: تنظيم المستودعات

يعاني عمال قسم الإنتاج في الشركة من اخراج المواد من المستودعات وذلك بسبب الفوضى في ترتيب قطع الغيار وعدم معرفة وجود بعض القطع في المستودع وهذا يؤدي الى شراء المواد من الموردين الخارجيين رغم وجودها بالمستودع ولحل هذه المشكلات قمنا بالإجراءات التالية الموضحة في الشكل (7).

1- جرد دقيق للمستودعات.

2- شراء رفوف إضافية وعلب بلاستيك.

3- ترتيب وتنظيم قطع الغيار في المستودعات بحيث يسهل على أمين المستودع معرفة جميع القطع الموجودة في المستودع واضافة لصاقات تسهل عمليات الادخال والإخراج.

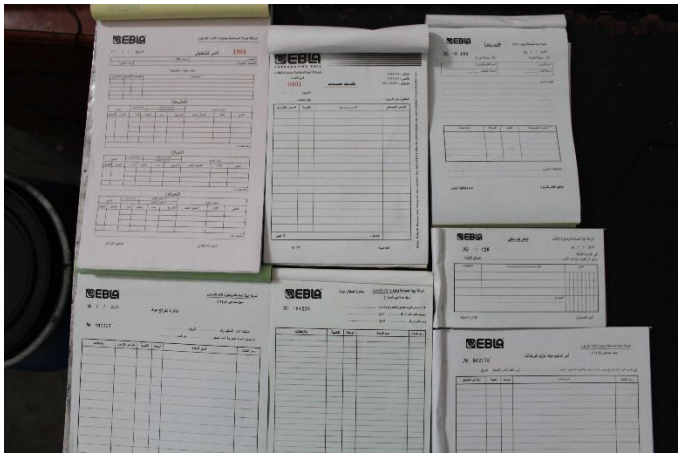
4- تنزيل الجرد على برنامج الأمين للمحاسبة وربطه مع حركة المستودع.

5- طباعة ورقيات مساعدة لتنظيم عمليات الادخال والإخراج من المستودعات.

الشكل (7)

ثالثاً: التنظيم الإداري بين الأقسام وربطها مع بعضها

من أجل الربط السلس بين الأقسام عملنا على إيجاد منظومة بالمشاركة مع رؤساء الأقسام للتوصل الى الآلية المطلوبة لعملية الربط وتم التعديل على هذه الآلية عدة مرات عند التطبيق على أرض الواقع وتم طباعة ورقيات مساعدة لهذه العملية



الشكل (8)

ثالث خطوة في 5Sهي shine نظف:

تم العمل على ادخال مفهوم أن نظافة مكان العمل هو مسؤولية كل شخص بالشركة وتمت إضافة مهمة لكل عامل بتنظيف مكان عمله والآلة التي يعمل عليها بالإضافة الى توقف كامل لقسم الإنتاج عن العمل من أجل تنظيف مكان العمل والآلات لمدة ثلاثة ساعات أسبوعيا.

رابع خطوة في 5S هي التوصيف Standardize:

بعد التعديلات التي أجريت من خلال تطبيق القواعد السابقة لابد من توثيق المسؤوليات على جميع العاملين في الإنتاج لذلك قمنا بتوصيف وظيفي مكتوب لكل عامل لكي يعرف المهمات المسؤول عنها ومتى وأين وكيف يؤديها.

خامس خطوة في 5S هي الاستدامة Sustain:

بما أن التغيرات التي حصلت هي تغيرات لصالح العمال بالدرجة الأولى وقد لمس العامل الفرق بين المرحلتين فذلك سهل علينا ديمومة تطبيق القواعد الأربعة الماضية ولم نلاحظ اعتراضات لدى العمال في تطبيقا وعملنا كل الإجراءات اللازمة لديمومة التغيرات الحاصلة.

تعبر الصور التالية عن الفرق قبل وبعد تطبيق 5S في قسم الخراطة وهو أهم قسم في الانتاج

أولاً–قبل التطبيق:

ثانياً–بعد التطبيق:

الشكل (9)

4. الجاهزية في الوقت المناسب Just In Time

نعاني في قسم الانتاج بالمنتجات نصف المصنعة WIP حيث يوجد منتجات نصف مصنعة عمرها أكثر من خمس سنوات وهو رأس مال متوقف لمدة طويلة وهذه المنتجات تأخذ حجم كبير من المستودعات كما هو واضح في الشكل (10).

ويعمل قسم الإنتاج جاهدا على التقليل من انتاج القطع النصف مصنعة والاستفادة قدر المستطاع من القطع نصف المصنعة الموجودة بالمستودعات.

الشكل (10)

5. قياس الفاعلية

لضبط أداء وتطور مؤسسة والعمل ضمن فلسفة التصنيع الرشيد لابد من معالجة القضايا الثلاث الجاهزية والأداء والجودة وقد قمنا بحساب الفاعلية قبل تطبيق التصنيع الرشيد.

الجاهزية = الزمن الحقيقي للإنتاج / الزمن المخطط.

وهنا قمنا بقسم الإنتاج بقياس الزمن الحقيقي للإنتاج على عمل مخرطة فتبين لنا أن الزمن في مدة 26 يوم هو 136 ساعة عمل من أصل الزمن المخطط 208 ساعة عمل.

الجاهزية = 208/136=0.65

الأداء = عدد القطع المنتجة / عدد القطع المفروض انتاجها.

قمنا بتصنيع محور طوله 165 سم القطر 210 مم بمواصفة معينة تبين لنا أن مجموع المحاور المصنعة فعليا ضمن 26 يوم عمل هو 4 محاور بينما المفروض تصنيع 7 محاور في نفس الزمن

الأداء=7/4 = 0.57

الجودة = عدد القطع الجيدة / عدد القطع الكلي.

عدد القطع المرفوضة 3 والجيدة 4 من العدد الكلي 7

الجودة = 4/2 = 0.50

الفاعلية = 0.65*0.57*0.5= 0.19 الفاعلية قبل تطبيق التصنيع الرشيد.

حساب الفاعلية بعد تطبيق التصنيع الرشيد على الإنتاج

الجاهزية = 208/180=0.87

الأداء=7/5=0.71

الجودة = 5/5 =1 **بعد تطبيق six sigma**

الفعالية = 0.87*0.71*1=0.62 الفعالية بعد تطبيق التصنيع الرشيد على الإنتاج.

6. تقليل الوقت الضائع في تبديل الأدوات SMED

يعاني الإنتاج في الشركة من هدر الوقت في عملية تبديل من منتج إلى منتج تسليم لأن كل منتج له عدده الخاصة فعند حاجة العامل إلى أدوات معينة يجب عليه ترك الآلة والذهاب لإحضار الأدوات المطلوبة وليس بالضرورة حصول العامل على هذه الأدوات فورا يمكن أن

يكون أحد العاملين قد استخدمها ووضعها في مكان لا على التعيين. وقد قيس الوقت المهدور في عملية تبديل المنتجات فكانت 20% من كامل الوقت لذلك عملنا على اتخاذ الإجراءات التالية لحل هذه المشكلة:

1- تسليم كل عامل يعمل على آلة الأدوات الرئيسية لعملهم من المستودع ووضعها في خزانة وراء الآلة.

2- تصنيع عربة متنقلة للأدوات لكل قسم من أقسام الإنتاج وترتيبها ضمنها.

3- تجهيز الأدوات اللازمة لتغيير المنتج وتوصيلها إليه قبل عملية تغيير المنتج وذلك ضمن خطة الانتاج الموضوعة.

قبل

بعد

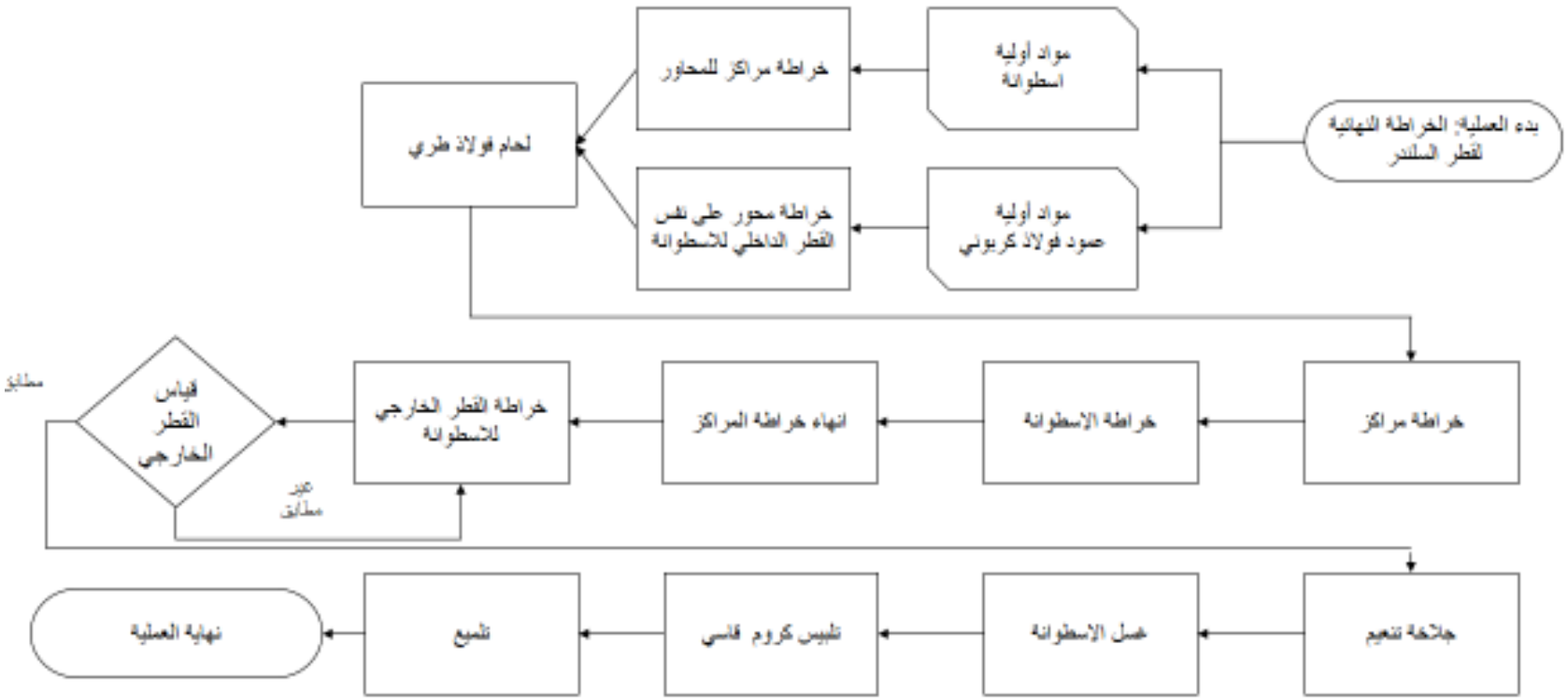
الشكل (11)

7. تطبيق منهجية Six Sigma

وبناءً على ما ذكر أعلاه في القسم النظري فإننا في هذه الفصل سوف نستخدم حلقة DIAMC لتعريف وتحديد واكتشاف جذور المشكلة، والعمل على اقتراح الحلول لها ثم اختيار أفضل الحلول وأقلها كلفة لتنفيذها، ثم ضمان أن هذا الحل مناسب من حيث النتائج العملية التي تم الحصول عليها بعد تطبيق الحل بشكل فعلي والسعي لمتابعة تطبيقه وتطويره في المستقبل إذا أمكن.

أولاً: مرحلة التعريف Define : تم تحديد المشكلة التي سوف نقوم بمعالجتها في شركة ايبلا وهي حصول انحرافات في قياس قطر السلندر على كامل طول السلندر، الأمر الذي يؤثر سلباً على انخفاض جودة المنتج النهائي.

ويبين الشكل التالي مخطط تدفق العملية Process Mapping الذي يوضح مراحل الخراطة النهائية لقطر السلندر، حيث أن عملية خراطة القطر الخارجي للاسطوانة هي العملية التي سيتم التركيز عليها في هذه الدراسة.



الشكل (12) مخطط تدفق العملية

ثانياً: مرحلة القياس Measure: سنقوم في هذه المرحلة بإجراء القياسات اللازمة:

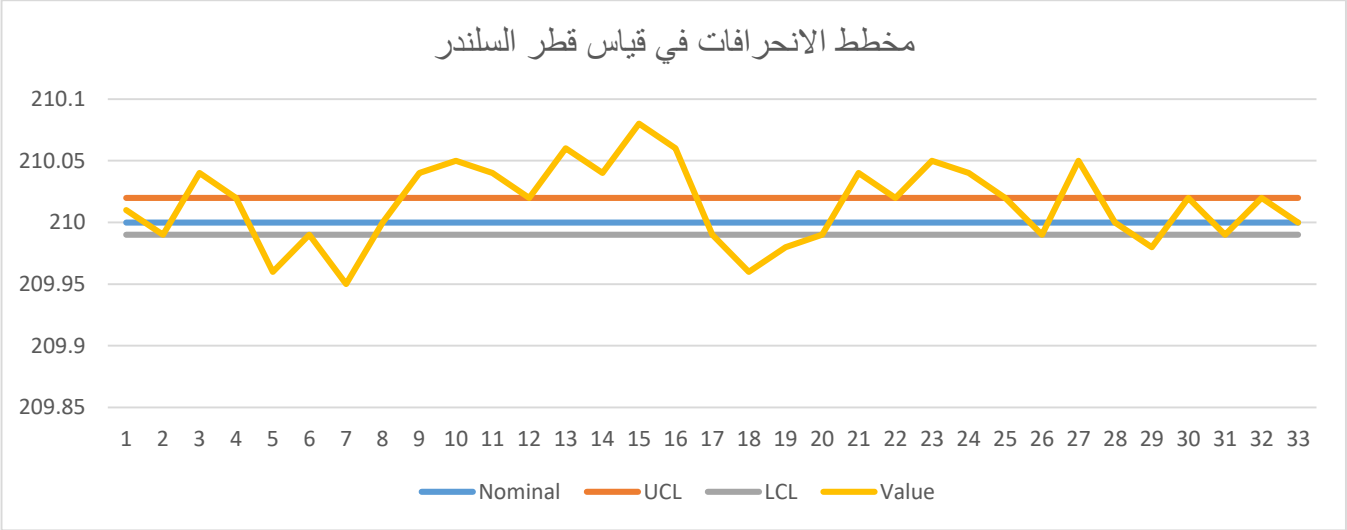
أولاً: القيمة الإسمية لقطر السلندر – القيمة الهدف Target : 210.00 c.m

ثانياً: الحد الأعلى للقيم المسموحة UCL Upper Control Limit : 210.02 c.m

ثالثاً: الحد الأدنى للقيم السموحة: LCL Lower Control Limit : 209.99 c.m

ونجد أن التسامح المسموح به لقيم قطر السلندر هو m.m 0.01−، 0.02+

وكانت القراءات التي حصلنا عليها جراء قياس قطر السلندر بعد مرحلة خراطة القطر الخارجي للاسطوانة وهي العملية قيد الدراسة. مبينة في الشكل (13) الذي يظهر تبعثر القراءات حول القيمة الاسمية.



الشكل (13)

ثالثاً: مرحلة التحليل Analyze:

قام الفريق المختص في شركة ايبلا بمتابعة جميع العمليات المبينة في مخطط تدفق العملية أعلاه ودراسة مخطط انحرافات قطر السلندر (الشكل 13)، والتدقيق على عمليات الانتاج المنجزة ومطابقة قطر السلندر للقياسات المحددة، وقد تم رصد عدد من حالات عدم المطابقة.

سنقوم هنا بحساب مقدرة العملية وذلك بعد حساب σ:

$$Cp = \frac{UTL - LTL}{6\sigma}$$

$$Cpk = \frac{UTL - \bar{\bar{x}}}{3\sigma}$$

مع العلم أنَّ:

UTL : أعلى قيمة مسموحة

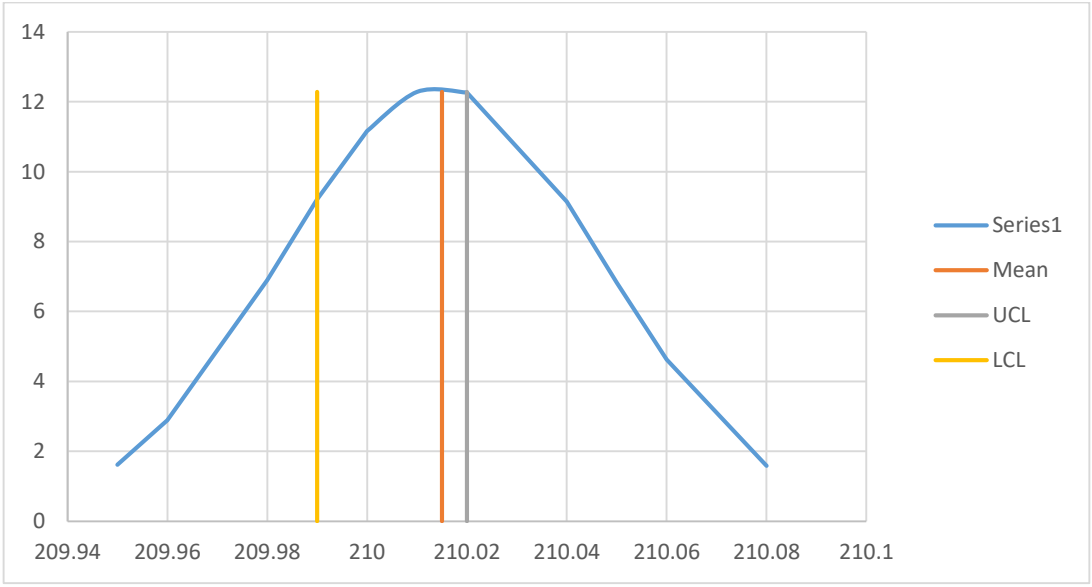
LTL : أقل قيمة مسموحة

$\bar{\bar{x}}$: المتوسط الحسابي للقيم المقاسة

σ : الانحراف

Sigma Value	UCL	$\bar{\bar{x}}$	CPk
0.031	210.02	210.015	0.053

نلاحظ أن CPK < 1 وبالتالي فالعملية لا تحقق انتاج منتج حسب المواصفات وهذا واضح في الشكل (14)



الشكل (14)

وانطلاقاً من تحديد حالات عدم المطابقة قام الفريق المختص في الشركة بعقد جلسات للعصف الذهني وذلك بهدف تحديد وتثقيل الأسباب المحتملة لحالات عدم المطابقة باستخدام مخطط السبب والأثر الواضح في الشكل (15) وتوصلوا إلى ما يلي:

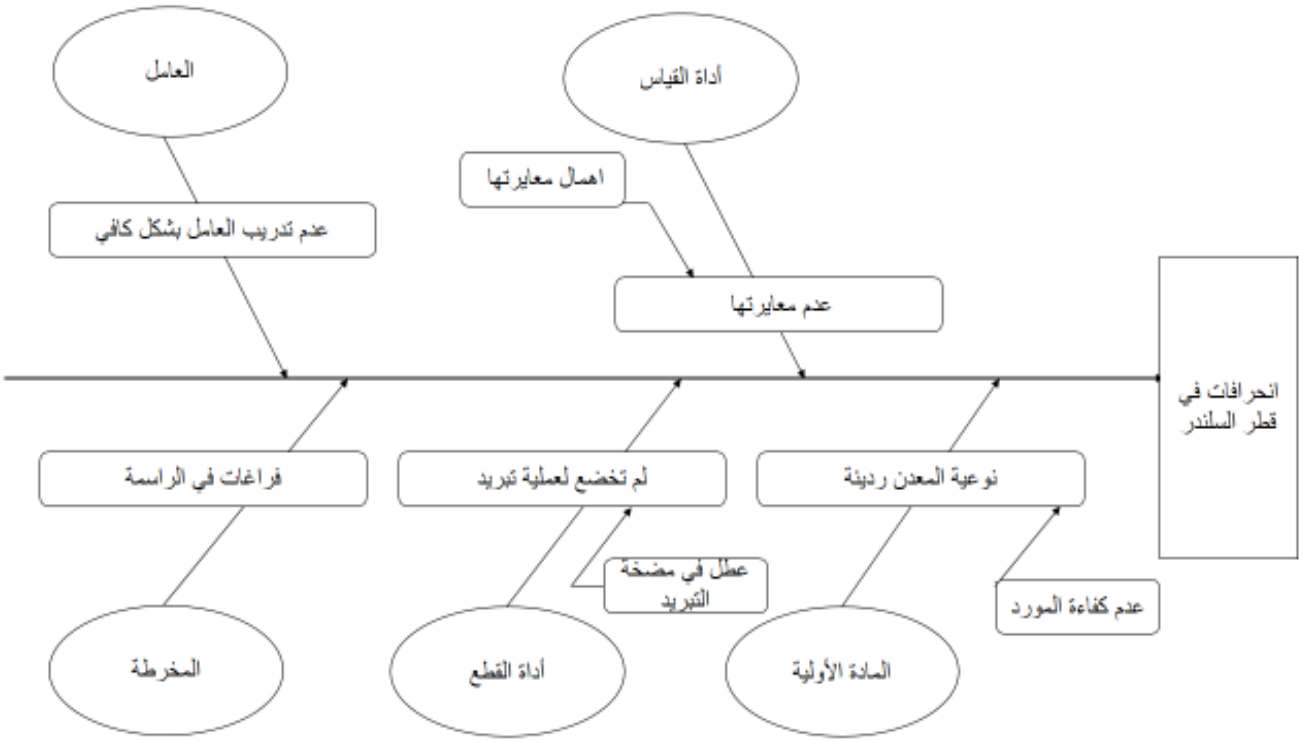
-العمال: عدم تدريب العامل بشكل كافي يشكل نسبة 30% من المشكلة.

- أداة القياس: عدم معايرة أداة القياس تشكل نسبة 25% من المشكلة.

- أداة القطع: عدم تبريد أداة القطع تشكل نسبة 20% من المشكلة.

- المواد الأولية: عدم كفاءة المورد تشكل نسبة 15% من المشكلة.

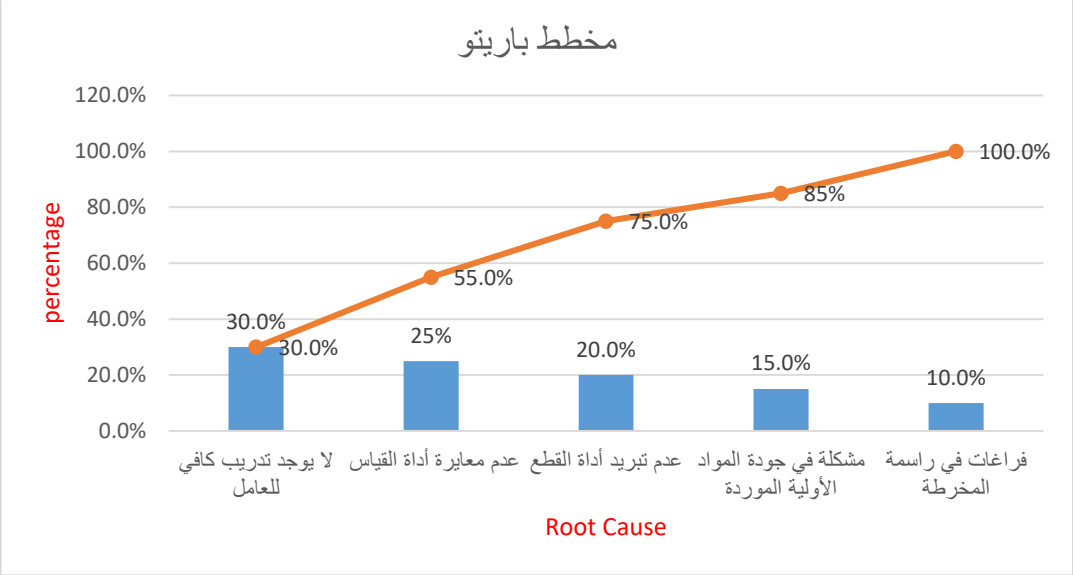
- الآلة: فراغات في راسمة المخرطة تشكل نسبة 10% من المشكلة.



الشكل (15)

وبهدف اجراء تحليل أعمق للأسباب المحتملة للمشكلة قام الفريق بإعداد مخطط باريتو:

تحليل باريتو لجذور المشكلة	
ROOT CAUSE	percentage
لا يوجد تدريب كافي للعامل	30.0%
عدم معايرة أداة القياس	25%
عدم تبريد أداة القطع	20.0%
مشكلة في جودة المواد الأولية الموردة	15.0%
فراغات في راسمة المخرطة	10.0%



الشكل (16)

رابعاً: مرحلة التحسين Improve:

قام الفريق المختص بتطبيق Six Sigma في شركة ايبلا بعد انهاء المراحل الثلاث السابقة وبعد عقد جلسات العصف الذهني بالعمل على ادخال التحسينات لمعالجة الأسباب المحددة في مخطط السبب والأثر المشار إليه أعلاه.

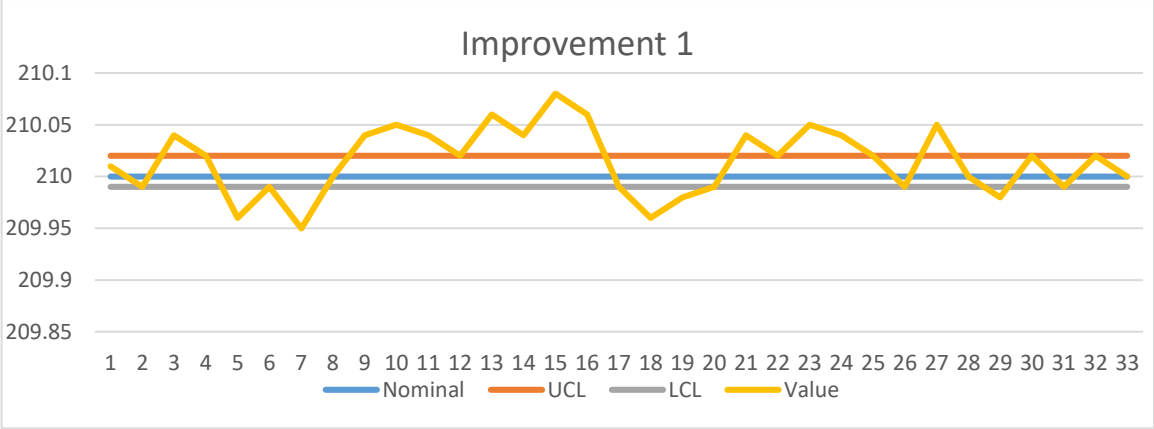
حيث تم العمل على ادخال ثلاثة مراحل من التحسينات:

التحسين 1 / 1 Improvement

ويتضمن مجموعة من أنشطة التحسين التالية:

- العمال: تم اجراء تدريب مكثف ونوعي للعمال.
- أداة القياس: تم العمل على توزيع التعليمات الخاصة بمعايرة أداة القياس والحرص على الاطلاع عليها من قبل كافة العمال.
- أداة القطع: تم تكليف الفني بإضافة مهمة تبريد أداة القطع إلى مهامه.

وكانت القراءات التي حصلنا عليها جراء قياس قطر السلندر بعد تنفيذ النقاط السابقة لتحسين خراطة القطر الخارجي للسلندر وهي العملية قيد الدراسة. مبينة في الشكل (16) الذي يظهر تبعثر القراءات حول القيمة الاسمية **حيث نلاحظ تحسناً طفيفاً عن المخطط السابق رقم (13).**

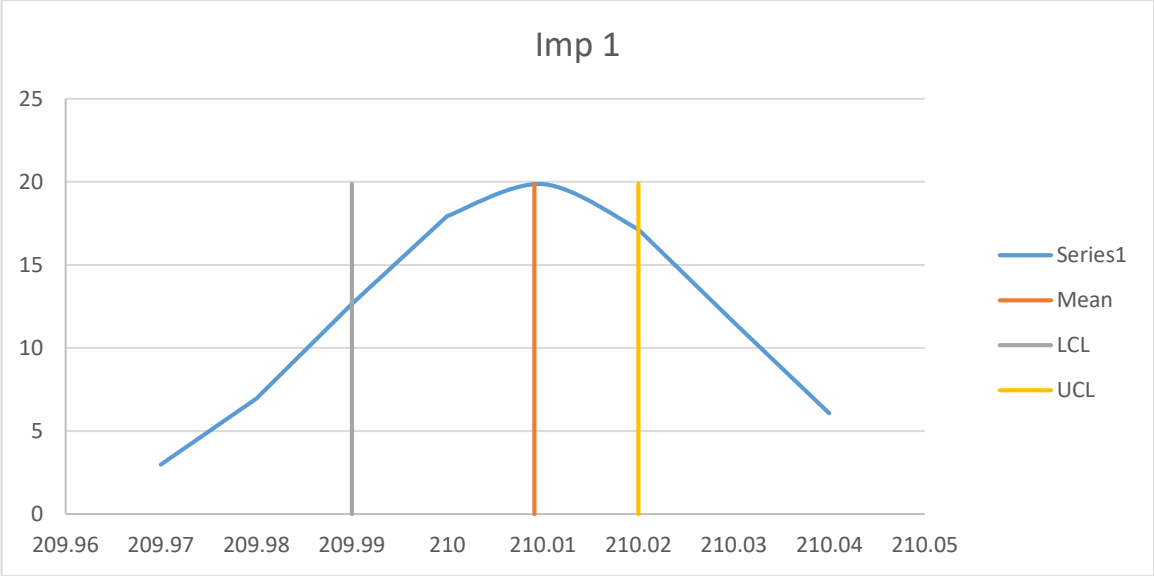


الشكل (16)

سنقوم هنا بحساب مقدرة العملية وذلك بعد حساب σ:

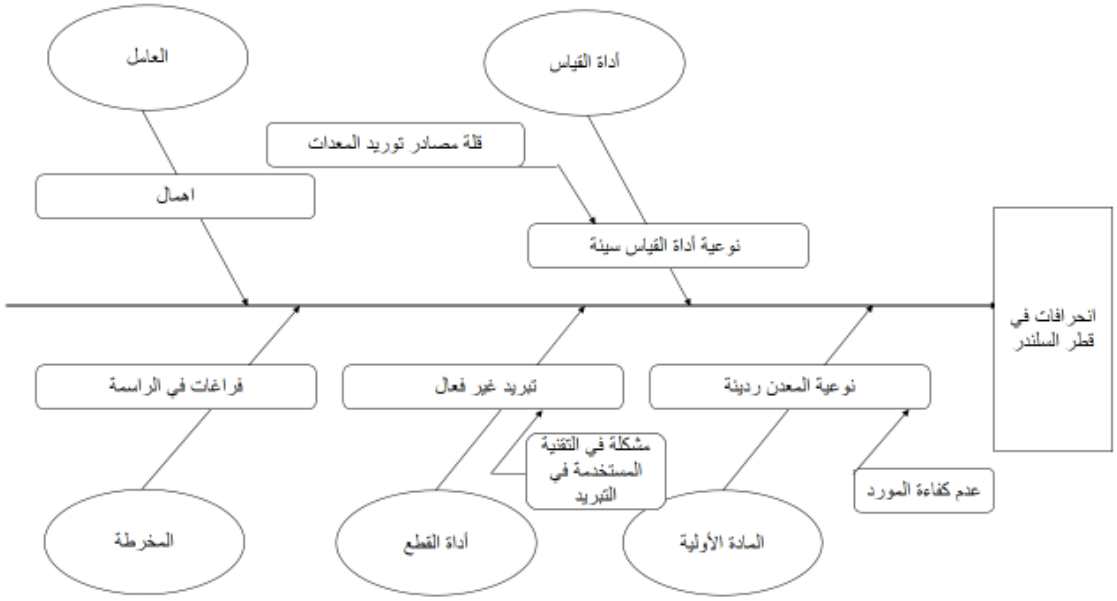
Sigma Value	UCL	$\bar{\bar{x}}$	CPk
0.019	210.02	210.0091	0.19

نلاحظ أن CPK < 1 وبالتالي فالعملية لا تحقق انتاج منتج حسب المواصفات وهذا واضح في الشكل (7).



الشكل (17)

نجد من النتائج السابقة أن الشركة بحاجة إلى اعادة النظر مرة أخرى بمخطط السبب والأثر لمعالجة الأسباب المؤدية لبقاء منحني القيمة بعيدا عن حدود التسامحات المسموحة، كما هو واضح في الشكل (18).

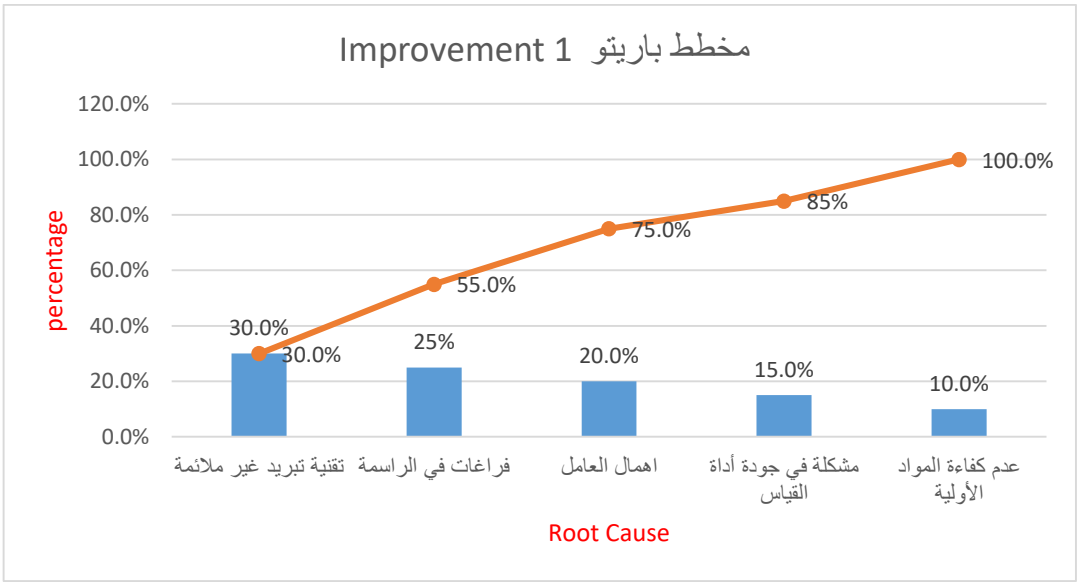


الشكل (18) مخطط السبب والأثر Imp 1

حيث توصل فريق العمل إلى النتائج التالية من جراء تحليل الشكل (18):

- أداة القطع: عدم كفاءة تقنية التبريد المستخدمة أداة القطع تشكل نسبة 30% من المشكلة.
- الآلة: فراغات في راسمة المخرطة تشكل نسبة 25% من المشكلة.
- العمال: اهمال العامل في تنفيذ مهامه بشكل جدي شكل نسبة 20% من المشكلة
- أداة القياس: نوعية سيئة لأداة القياس تشكل نسبة 15% من المشكلة.
- المواد الأولية: عدم كفاءة المورد تشكل نسبة 10% من المشكلة.

وبهدف الحصول على رؤية بصرية أوضح للأسباب المحتملة للمشكلة قام الفريق بإعداد مخطط باريتو الواضح في الشكل (19):



الشكل (19) مخطط باريتو Imp 1

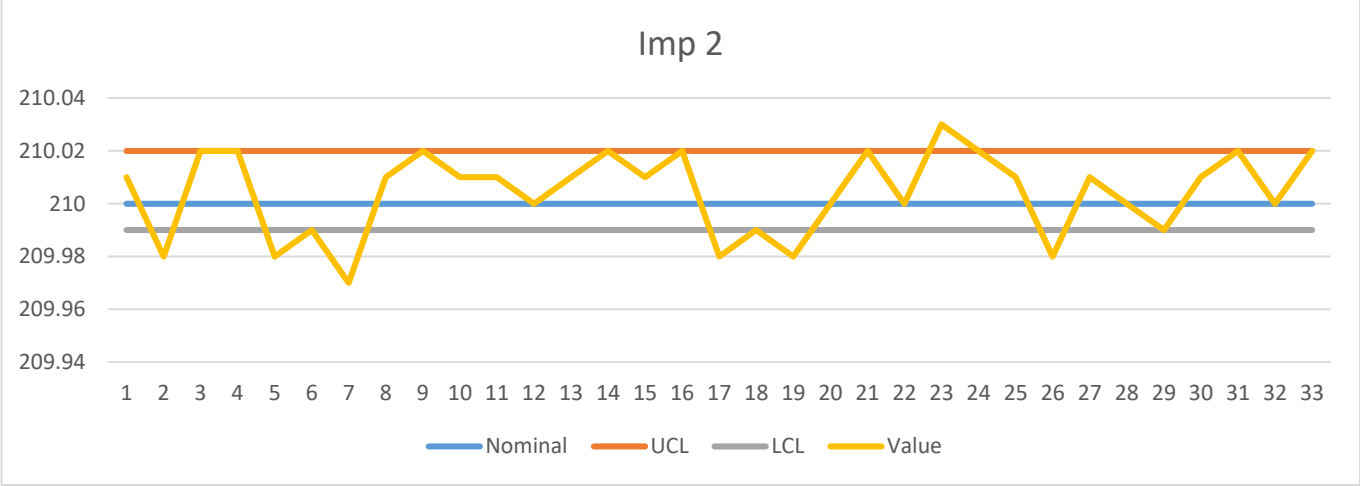
تحليل باريتو لجذور المشكلة	
ROOT CAUSE	percentage
عدم كفاءة تقنية التبريد المستخدمة أداة القطع	30.0%
فراغات في راسمة المخرطة	25%
اهمال العامل في تنفيذ مهامه بشكل جدي	20.0%
نوعية سيئة لأداة القياس	15.0%
عدم كفاءة المورد	10.0%

التحسين Improvement 2 / 2:

ويتضمن مجموعة من أنشطة التحسين التالية:

- استبدال تقنية التبريد المستخدمة والانتقال إلى تقنية أخرى تعتمد على استخدام جهاز يخلط بين الهواء وسائل التبريد.
- تنفيذ عملية معايرة لراسمة المخرطة.
- تحفيز العامل ومشاركته في ايجاد حلول للمشاكل التي تواجه عملية التصنيع.

وكانت القراءات التي حصلنا عليها جراء قياس قطر السلندر بعد تنفيذ النقاط السابقة لتحسين خراطة القطر الخارجي للسلندر وهي العملية قيد الدراسة . مبينة في الشكل (20) الذي يظهر تبعثر القراءات حول القيمة الاسمية **حيث نلاحظ تحسناً طفيفاً عن المخطط السابق رقم (16).**

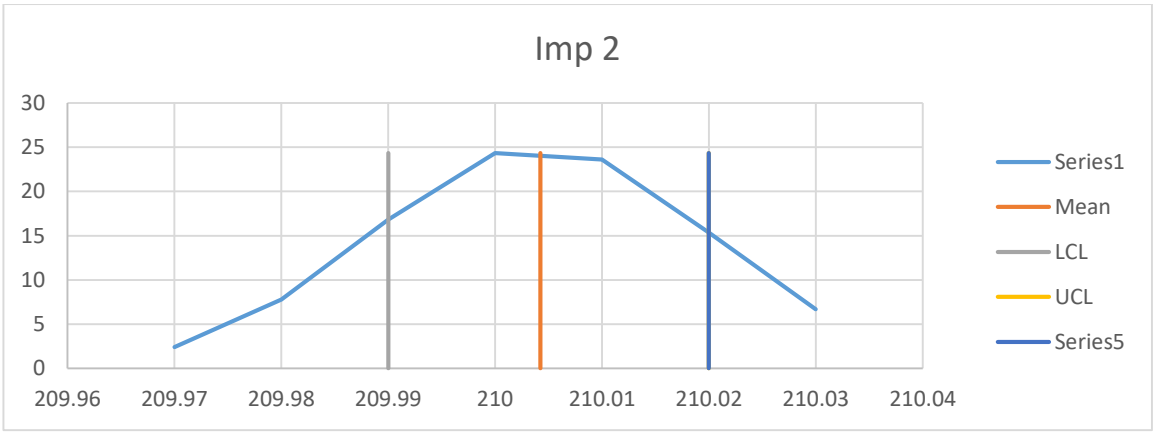


الشكل (20)

سنقوم هنا بحساب مقدرة العملية وذلك بعد حساب σ:

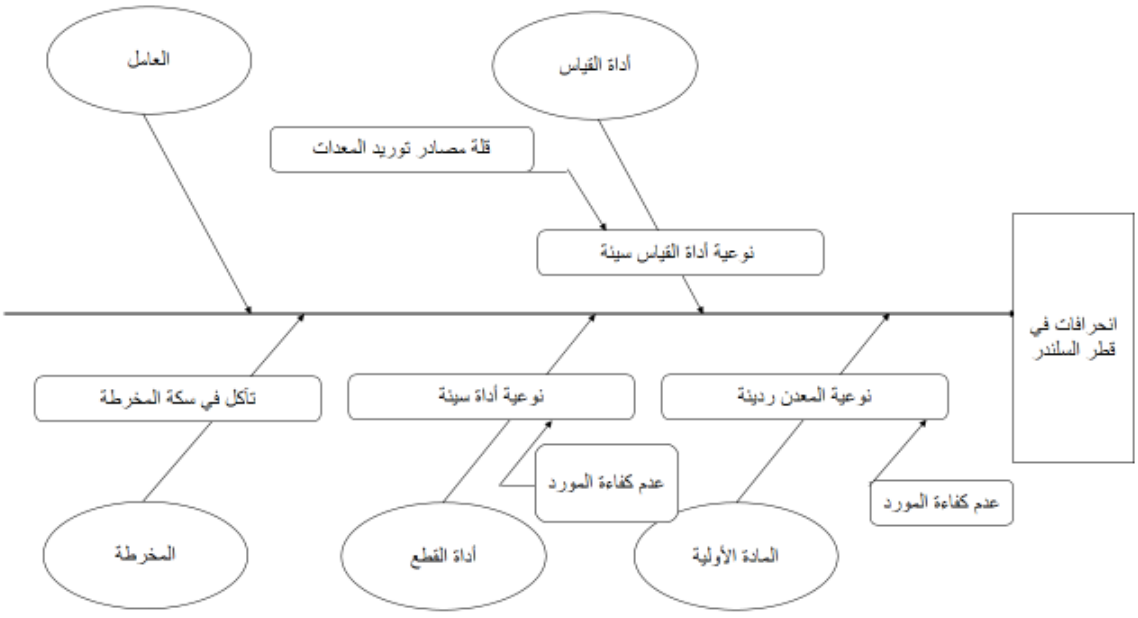
Sigma Value	UCL	$\bar{\bar{x}}$	CPk
0.015	210.02	210.0042	0.35

نلاحظ أن CPK < 1 وبالتالي فالعملية لا تحقق انتاج منتج حسب المواصفات وهذا واضح في الشكل (21).



الشكل (21)

نجد من النتائج السابقة أن الشركة بحاجة مرة أخرى وضع وتحليل مخطط السبب والأثر لمعالجة جذور المشكلة.



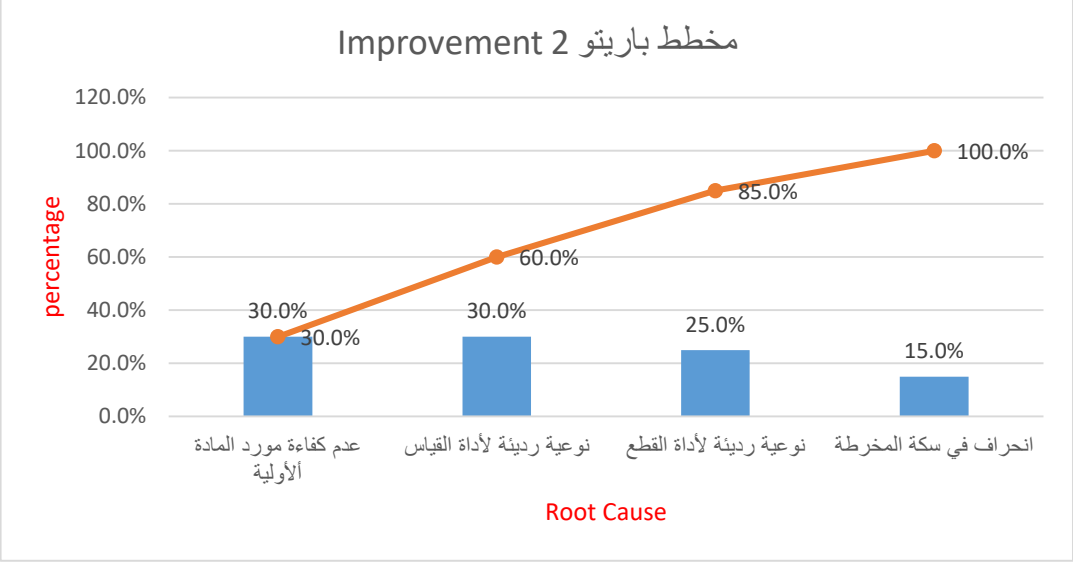
الشكل (22) مخطط السبب والأثر Imp 2

حيث توصل فريق العمل إلى النتائج التالية من جراء تحليل مخطط السبب والأثر الموضح في الشكل (22) إلى ما يلي:

- المادة الأولية: عدم كفاءة المورد يشكل نسبة 30% من المشكلة.
- أداة القياس: دقة أداة القياس غير كافية تشكل نسبة 30% من المشكلة.

- أداة القطع: نوعية سيئة لأداة القطع تشكل نسبة 25% من المشكلة.
- الآلة: تآكل في سكة المخرطة تشكل نسبة 15% من المشكلة.

وبهدف الحصول على رؤية بصرية أوضح للأسباب المحتملة للمشكلة قام الفريق بإعداد مخطط باريتو الواضح في الشكل (23):



الشكل (23) مخطط باريتو Improvement 2

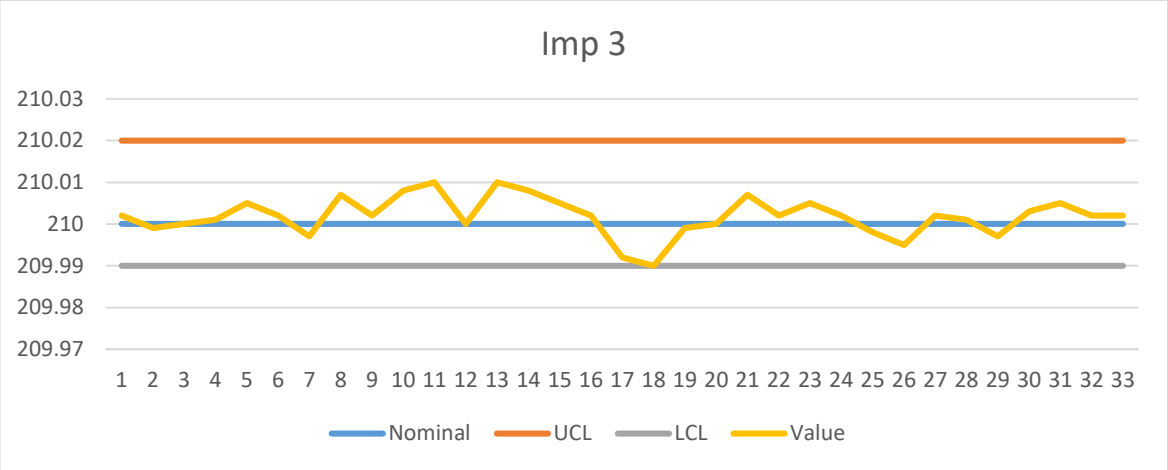
Pareto Chart for root cause	
ROOT CAUSE	percentage
عدم كفاءة مورد المادة الأولية	30.0%
دقة القياس غير كافية	30.0%
نوعية رديئة لأداة القطع	25.0%
انحراف في سكة المخرطة	15.0%

التحسين 3 / Improvement 3

ويتضمن مجموعة من أنشطة التحسين التالية:

- التعاقد مع موردين آخرين للحصول على مادة أولية مطابقة للمواصفات.
- التعاقد مع موردين آخرين للحصول على أداة قطع من نوعية جيدة.
- التعاقد مع موردين آخرين للحصول على أداة قياس دقتها 0.001 مم.

وكانت القراءات التي حصلنا عليها جراء قياس قطر السلندر بعد تنفيذ النقاط السابقة لتحسين خراطة القطر الخارجي للسلندر وهي العملية قيد الدراسة. مبينة في الشكل (24)

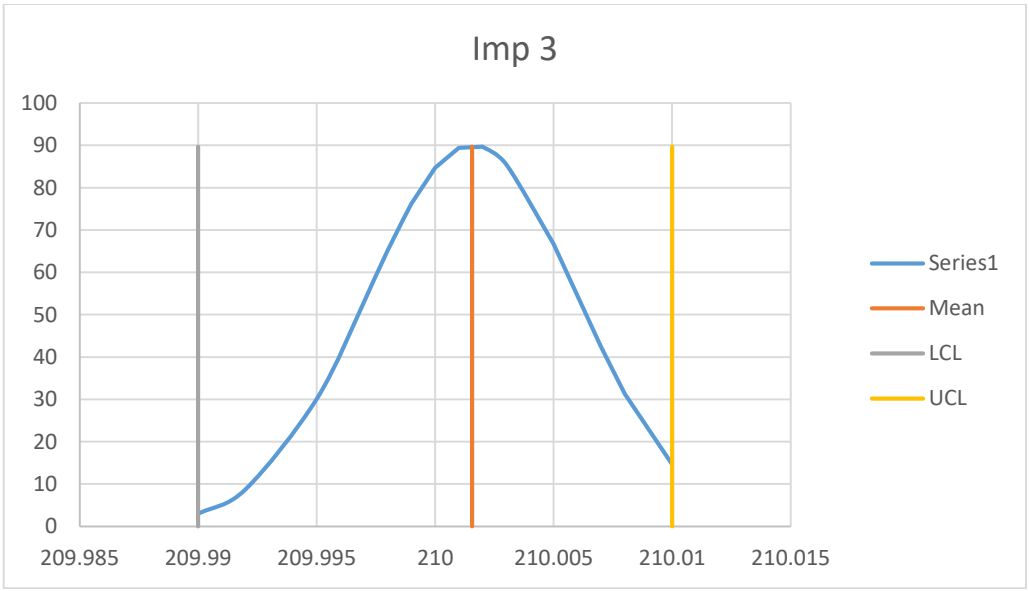


الشكل (24)

سنقوم هنا بحساب مقدرة العملية وذلك بعد حساب σ:

Sigma Value	UCL	$\bar{\bar{x}}$	CPk
0.0045	210.02	210.0016	1.34

نلاحظ أن 1<CPK وبالتالي فالعملية منضبطة ضمن المواصفات المحددة وهذا واضح في الشكل (25).



الشكل (25)

8. النتائج

نجد من خلال الدراسة التي قام بها الفريق المختص في شركة ايبلا لتطبيق منهجية Six Sigma النتائج التالية:

الحالة	Cpk	UCL	X	σ
الوضع قبل تطبيق SIX SIGMA	0.053	210.02	210.015	0.031
التحسين 1	0.19	210.02	210.0091	0.019
التحسين 2	0.35	210.02	210.0042	0.015
التحسين 3	1.34	210.02	210.0016	0.0045

ونلاحظ من الجداول السابقة التحسن الواضح في مقدرة العملية Cpk بين الوضع قبل تطبيق SIX SIGMA وبين آخر تحسين، حيث انتقلت العملية من كونها غير مقبولة وخارج حدود التسامح إلى عملية منضبطة **كما هو موضح في المخططات الواردة في القسم العملي.**

ويعود الفضل في ذلك إلى الحلول التي تم التوصل إليها من قبل الفريق بعد جلسات العصف الذهني وتحليل مخططات السبب والأثر في ايجاد جذور المشكلة التي كانت تسبب الانحراف في قطر السلندر. ومنها:

1- الزيادة في التدريب أدت إلى زيادة خبرة الكادر الفني وبالتالي قلة الأخطاء أثناء العمل والتشغيل والفحص.
2- رفع وعي العمال من حيث أهمية معايرة الأدوات والمخرطة.
3- توزيع التعليمات الخاصة باستخدام ومعايرة الأدوات والآلات والحرص على اطلاع والتزام العمال والفنيين بها.
4- تحفيز العمال ومشاركتهم في ايجاد حلول للمشاكل التي تواجه عملية التصنيع.

كما عمل الفريق على تطبيق تقنيات التصنيع الرشيد من خلال حساب الفاعلية وكانت النتائج كما يلي:

الحالة	الجاهزية	الأداء	الجودة	الفاعلية =الجاهزية * الأداء* الجودة
قبل تطبيق التصنيع الرشيد	0.65	0.57	0.50	0.19
بعد تطبيق التصنيع الرشيد	0.87	0.71	100	0.62

حيث نلاحظ ارتفاع في كل من:

- الجاهزية والتي تدل على زيادة عدد ساعات العمل الفعلية،
- الأداء وبالتالي عدد القطع المنتجة في نفس الفترة الزمنية،
- الجودة وبالتالي عدد المنتجات النهائية الجيدة وبالتالي المحافظة على تحقيق متطلبات الزبون وذلك نتيجة تطبيق منهجية Six Sigma كما لاحظنا سابقاً.

4. التوصيات

1- إن منهجية Lean Six Sigma أثبتت فعاليتها في تحسين العمليات الإنتاجية من حيث تحسين مقدرة العملية وتطوير جودة المنتج النهائي والتقليل من الهدر وبالتالي التخفيض من التكاليف. أقترح متابعة العمل بتطبيق هذه المنهجية لضمان استمرارية التحسين.

2- أقترح توسيع نطاق تطبيق Lean Six Sigma ليشمل كافة العمليات في شركة ايبلا في قسم الانتاج.

3- أقترح توسيع نطاق تطبيق Lean Six Sigma ليشمل كافة الأقسام في شركة ايبلا: المبيعات، التوريد....

4- تطوير برنامج تحفيز للموارد البشرية في الشركة مقترن بتطبيق منهجية Lean Six Sigma.

5- تعزيز مشاركة العاملين في نشاطات الشركة وخاصة المساعدة في اتخاذ القرارات فيما يخص التحديات التي تواجه الشركة.

6- تعزيز برنامج التدريب على منهجية Lean Six Sigma وعلى استخدام أدواتها مما يزيد من تآلف كادر الشركة مع هذه المنهجية وتخفيض عدد من يرفض أو غير مقتنع بتطبيقها.

7- التركيز على تطبيق مبدأ Kaizen على كافة العمليات في الشركة.

المراجع الأجنبية

1	Alexandra Mirla CRISTINA: Comparative Analysis Between Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma Concepts. Management and Economics Review . Vol.2, ISix Sigma.1,2017
2	Michael L. GEORGE: Lean Six Sigma Combining Six Sigma Quality With Leans Speed. 2011
3	Graeme KNOWLES: Six Sigma. 2011
4	Dr. M. Kumar & Prof.J.Antony: Lean Six Sigma Research and Practice. 2014
5	S.J.PAVNASKAR & J.K GERSHENSON: Classification Scheme for Lean Manufacturing Tools. International Journal of Production Research .Vol.41, No.13, 2003
6	V.SWARNAKAR & S.VINODH: Deploying Lean Six Sigma Framework in an Automotive Component Manufacturing Organization. International Journal of Lean Six Sigma. Vol.7,ISix Sigma.3,2016

المراجع العربية

7	د. دعاس: مجلة بحوث حلب – سلسلة العلوم الهندسية، 2006
8	كراجوسكي ، ريتزمان، مالهوترا: إدارة العمليات وسلاسل التوريد . 2017
9	د.أكرم ناصر: التقانات الداعمة لأنظمة إدارة الجودة . 2007
10	محمد هيثم علاء الدين: مؤشرات تحسين الطاقة الإنتاجية باستخدام منهجية Six Sigma "دراسة حالة في الشركة السورية لكيمائيات مواد البناء"