مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 19/العدد 4/ كانون الأول 2012، (12-23)

تحسين نوعية الإنتاج بإستعمال تقنية الستة سيكما
دراسة تطبيقية في مصنع المحاقن الطبية – بابل

د.سوسن صبيح عبد علي
الجامعة التكنولوجية
أستاذ مساعد

د.سالم عبدالله صالح
جامعة تكريت
أستاذ مساعد

زهير حسن عبد الله
المعهد التقني- بابل
مدرس

الخلاصة

نتيجة عدم مطابقة القطر الخارجي لحشوة مكبس المحقنة البلاستيكية للمواصفة التصميمية وزيادة الطلب على منتجاتها من مصنع إنتاج المحاقن الطبية- بابل تناول هذا البحث إجراء متابعة ميدانية لدراسة وتحليل العملية الإنتاجية حيث كانت اغلب الوحدات المرفوضة بسبب عدم تطابق القطر الخارجي لحشوة المكبس أصغر من الحد الأدنى للمواصفة الموضوعة والوحدات المعادة للعمل كون القطر الخارجي أكبر من الحد الأعلى للمواصفة الموضوعة.

يهدف البحث اولاً إلى دراسة القطر الخارجي لحشوة المكبس، من خلال استعمال لوحة السيطرة للمتغيرات متمثلة بلوحة المتوسط والمدى، ومدى تأثير ذلك على مقدرة العملية الإنتاجية لأن ازدياد قطرها عن المواصفة يؤدي إلى ازدياد الضغط المسلط على بطانة الاسطوانة مسبباً صعوبة حركة المكبس ونقصان قطرها عن المواصفة يؤدي إلى عدم إحكام عملية منع تسرب السائل مسبباً دخول الهواء بالإضافة إلى سرعة حركة المكبس مما يؤ ثر سلباً على حياة الإنسان في كلا الحالتين. ثانياً دراسة إمكانية تحسين مقدرة العملية الإنتاجية وذلك باستعمال مستويات متقدمة من الانحراف المعياري (σ) وهي $(6\sigma,5\sigma,4\sigma)$.

أظهرت النتائج ان العملية الإنتاجية في حالة منضبطة وتتبع شكل التوزيع الطبيعي، مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (CP=0.55) والمصنع يعمل ضمن مستوى سيكما (σ_L =1.65)، نسبة الإنتاج التالف (15.8 %) والمعاد للعمل (0.99 %).

لأجل خفض نسبة الإنتاج التالف يقدم البحث خطة سيطرة نوعية باعتماد نسبة الخطأ المسموح به في عملية التصنيع الى (± 0.025) بدلاً من (± 0.05) لتحسين مستوى السيكما (σ_L) بمعدل (202%).

الكلمات الدالة: ستة سيكما 6σ ، قطر حشوة المكبس، لوحة المتوسط والمدى، المواصفة التصميمية.

Improvement of Production Quality by using Six Sigma Technique: Applied Study in the Medical Syringes Factory - Babylon

Abstract

As a result of lack of conformity of the outer diameter of the filling piston of plastic syringe to the specifications set out in the design map and the increased demand for its products from the Medical syringes factory – Babylon. The research conducts the necessary investigations and analysis of the production process as most of the units rejected by fact that the outer diameter of the filling piston is smaller than the minimum specification and units returned to work due to the fact that the outer diameter larger than the upper limit of the specification.

The research aims firstly to examine the outer diameter of the filling piston through the use of the control chart of the variables represented by the average , and its impact on the production process capability because the increase in diameter specification leads to an increase in the pressure imposed on the lining of the cylinder, causing difficulty in piston movement and a decrease in diameter specification which leads to loose the process capability to prevent leakage of fluid, causing air to enter as well as to speed the movement of the piston, which negatively affects human life in both cases. Secondly, study the possibility of improving the production process capability by using advanced levels of the sigma.

The results showed that the production process in the case of a disciplined and follows a normal distribution, the pointer of the production process capability is equal to (0.55) and the factory works within the level of Sigma equal to (1.65). The proportion of a damaged product is (15.8 %) and rework (0.99 %).

In order to reduce the proportion of damaged product, this paper introduces a quality plan depending on (±0.025) as tolerance limits instead of (±0.05) to increase sigma level by 202%.

Key words: six Sigma, piston filler, mean and range charts

قائمة الرموز

σ:الانحراف المعياري

$\overline{\overline{X}}$: متوسط متوسطات المجموعات الجزئية.

$\overline{X_j}$: متوسط المجموعة رقم (j).

m. عدد المجموعات الجزئية.

$\overline{R_j}$:متوسط مديات المجموعات الجزئية.

R_j: مدى المجموعة رقم (j).

$UCL_{\overline{X}}$: الحد الاعلى للضبط.

$CL_{\overline{X}}$: خط المركز.

$LCL_{\overline{X}}$: الحد الادنى للضبط.

A_2: العامل الثاني لمتوسط العينة.

d_2 :الثابت الثاني للخط المركزي وحجم العينة.

σ' :الانحراف المعياري لتوزيع المجتمع.

C_P : مؤشر مقدرة العملية الانتاجية.

σ_L: مستوى السيكما.

المقدمة

تعرف لوحات ضبط الجودة بأنها خارطة بيانية تستخدم كوسيلة لمراقبة سير العملية الانتاجية ولاتخاذ القرار المناسب بشانها في مرحلة إنتاج معينة وفق الحدود المسموح بها. ويتم ذلك من خلال سحب عينات عشوائية من الدفعات الإنتاجية في فترات زمنية متباينة وفحصها. الأمر الذي يغني عن طريقة الفحص الشامل التي يؤخذ عليها ارتفاع تكاليفها واستغراقها لفترة طويلة وربما تدمير المنتج [1].

تستخدم لوحات الضبط للمتغيرات في حالة وجود إمكانية قياس المتغير الذي يعبر عن أية خاصية نوعية بواحدة من الوحدات الأساسية مثل الطول، الكتلة، القطر الخارجي أو الداخلي، الزمن، التيار الكهربائي، درجة الحرارة وشدة الإضاءة.وكذلك بواحدة من الوحدات المشتقة مثل القدرة، السرعة، القوة، الطاقة، الكثافة والضغط. ومن أنواعها لوحة المتوسط والمدى التي تستخدم بشكل واسع في الصناعات الهندسية شريطة أن يكون حجم العينة اقل من(10) مفردات. ان استخدامات مقدرة العملية الإنتاجية كثيرة منها التنبؤ بقدرة آلة الإنتاج على تصنيع منتجٍ ما تقع تفاوتاته ضمن حدود تفاوتات التصميم، التنبؤ بنسبة المعيب المتوقعة في ناتج العملية الإنتاجية، تحديد التفاوتات لسلعة جديدة ، التنبؤ بتكاليف المنتج

وتحديد مواصفات المعدات. كما تعرف رياضياً بالانحراف المعياري للعملية الإنتاجية عندما تكون في حالة منضبطة إحصائياً، أي عندما تكون التغيرات في العملية الإنتاجية نتيجة مسببات صدفية فقط وتأخذ شكل التوزيع الطبيعي [2].

ولعل من أبرز الأساليب الإدارية التي ظهرت في الآونة الأخيرة وأثبتَ فعالية عالية في تطبيقه لدى مجموعة من أبرز الشركات العالمية ولكن مازال تطبيقه يُعد في المراحل الأولية لدينا هذا الأسلوب أطلق عليه أسلوب الستة سيكما، فكلمة سيكما σ، رمز يوناني يستخدم كمصطلح إحصائي يعنى الانحراف المعياري ويستخدم لقياس التغير في مستوى مخرجات عمليات التصنيع أو العمليات الخدمية أو عمليات التصميم، حيث تعبر قيمة سيكما عن مدى الجودة في أداء العمليات فكلما زادت قيمة سيكما دل ذلك على نسبة اقل في العيوب أو الأخطاء في مخرجات العمليات. وهذا المقياس الإحصائي مرتبط بقدرة العمليات على تقليل العيوب في الوحدات المنتجة أو الخدمة المقدمة للعملاء في كل مليون فرصة لإنتاج وحدة أو تقديم خدمة [3].

منهجية البحث

مشكلة البحث

يمكن تلخيص مشكلة البحث بمحورين أساسيين الأول، حساب حدود الضبط للقطر الخارجي لحشوة الكبس للحقنة البلاستكية من خلال لوحة المتوسط $(\overline{X})$ والتي أوضحت أن العملية الإنتاجية في حالة منضبطة وتتبع شكل التوزيع الطبيعي، لكن بعد احتساب قيمة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (C_P) اظهر ان العملية الإنتاجية غير قادرة على الإيفاء بمتطلبات المواصفة التصميمية وهذا ما أوضحه منحني مقدرة العملية الإنتاجية في الشكل رقم (6) والذي أظهر بان هنالك نسبة من الإنتاج التالف والمعاد للعمل. والثاني، عدم معرفة الشركة بمستوى السيكما المعتمد في عملية التصنيع.

أهمية البحث

أسهم البحث بما يأتي :-

1. تحديد عدم مطابقة المنتج للمواصفة التصميمية الموضوعة.
2. التنبؤ بنسبة الإنتاج التالف والمعاد للعمل لمنتج حشوة المكبس.
3. التعرف على مستوى مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما المعتمدين داخل المصنع.
4. تحسين مقدرة العملية الإنتاجية من خلال استعمال مستويات متقدمة من السيكما وهي $(6\sigma,5\sigma,4\sigma)$.

أهداف البحث

يمكن تلخيص أهداف البحث بما يأتي:-

1. حساب حدود الضبط للوقوف على مقدرة العملية الإنتاجية من عدمها من خلال استعمال لوحة المتوسط.
2. حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لتحديد مدى الإيفاء بمتطلبات المواصفات الموضوعة من قبل المصمم.
3. التنبؤ بنسبة الإنتاج التالف ونسبة الإنتاج المعاد للعمل، باستعمال منحنى التوزيع الطبيعي.
4. حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما المعتمد داخل المصنع .
5. استعمال مستويات السيكما $(6\sigma,5\sigma,4\sigma)$ وملاحظة مدى التحسين الحاصل في مقدرة العملية الإنتاجية.

أسلوب البحث

تمثل أسلوب البحث في دراسة واستعراض الجانب النظري بما يتضمنه من معادلات إحصائية محددة خاصة بلوحة الضبط للمتغيرات (لوحة الوسط والمدى) والجداول الإحصائية التي تسهم في حساب حدود ضبط الجودة وقيمة الإنتاج المعاب والمعاد للعمل ثم مقارنة قيمة كل من مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما المعتمدين داخل المصنع بالقيم الممثلة في تلك الجداول، وتم الاعتماد في الحصول على المعلومات النظرية من خلال استعمال المصادر المختلفة والمعلومات الخاصة بالبيانات من خلال الزيارات الميدانية إلى المصنع.

مجتمع البحث

اشتمل مجتمع البحث على بيانات تمثل نتائج عمليات التفتيش التي تم إجرائها على (20) عينة ، تتألف كل منها من (5) وحدات منتجة لخاصية القطر الخارجي لحشوة المكبس للحقنة البلاستيكية. حيث تم سحب تلك العينات بشكل عشوائي لدفعة إنتاجية معينة وخلال فترات زمنية مختلفة علماً أن عملية القياس تمت باستخدام جهاز الميكروميتر ذو الدقة (0.01).

حدود الدراسة التطبيقية

1. **الحدود الزمانية:** تم سحب العينات وتبوبها في جدول خاص ابتدءاً من يوم (2011/4/3) ولغاية (2011/4/28) من أجل اختبارها باستعمال الأساليب الإحصائية.
2. **الحدود المكانية:** مصنع المحاقن الطبية– بابل .

الأساليب الإحصائية

لغرض تحليل نتائج البيانات، أعتمد الباحثون أولاً، الأسلوب الإحصائي المتمثل بلوحة الوسط، وذلك من أجل التعرف على مدى المتغيرية في العملية الإنتاجية. ثانياً، منحني التوزيع الطبيعي لتحديد نسبة الإنتاج التالف والمعاد للعمل عندما تكون العملية الإنتاجية في حالة منضبطة وتحديد مقدرة العملية الإنتاجية المعتمدة داخل المصنع وطرائق تحسينها عند استعمال مستويات السيكما $(6\sigma,5\sigma,4\sigma)$.

فرضية البحث

تم افتراض أن البيانات التي جمعت من مصنع المحاقن الطبية – بابل لخاصية القطر الخارجي لحشوة المكبس للحقنة البلاستيكية تخضع للتوزيع الطبيعي والمتوسط يمثل الهدف الذي تسعى إلى تحقيقه أغلب الشركات الصناعية والخدمية وذلك من خلال تحقيق مستوىً عالٍ من السيكما يحقق مكاسب اقتصادية كبيرة.

البحوث السابقة

Ina [4] درس تحسين جودة الإنتاج في شركة (PT. Tifico Tbk) وهي شركة كبيرة في تانجيرانج الإقليمية لإنتاج الخيوط من خلال التحسن المستمر باستعمال منهجية الستة سيكما. حيث كان الهدف من استعمال هذه المنهجية هو إنتاج أقل من (3.4) عيب لكل مليون فرصة، مما يسهم في تنمية الإنتاج وزيادة أرباح الشركة. يتم التحكم في جودة المنتج عن طريق القيام بالتفتيش على المنتج النهائي. لغرض التغلب على الخلل الحاصل في المسار التكنولوجي درس تحسين مقدرة العملية الإنتاجية في الشركة ابتدءاً من عملية الغزل، واستخلاص عملية البرم حتى عملية

التعبئة. نسبة الإنتاج المعاب للخيوط نوع FOY BB 75-36IST في كانون الاول 2006 كانت ما بين (50%-100%) ومقدرة العملية الإنتاجية هي(0.0052). أسفرت منهجية الستة سيكما في تحسين جودة الإنتاج إلى مستوى (4.72) سيكما.

د.صفاء يونس الصفاوي [5] عرض منهجية الستة سيكما من الناحية التاريخية والفكرية، مع إعطاء الأهمية لبعض الوسائل الإحصائية من خلال مجموعة من الأمثلة التطبيقية والرسوم التوضيحية، فضلا عن مقترح لتطبيق هذه المنهجية في التعليم العالي وبالتحديد في قسم الإحصاء والمعلوماتية، إذ ظهر أن مستوى السيكما الذي يعمل عليه القسم هو بحدود (2) سيكما.

مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام لوحات الضبط

إن أكثر اللوحات استخداماً للوقوف على مقدرة العملية الإنتاجية ومراقبتها باستمرار هي لوحة الوسط $(\overline{X})$ والمدى والخطوات اللازمة لرسم اللوحة هي[6]:

1. تؤخذ قياسات الخاصية المطلوب دراسة مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيقها بأداة قياس ذات دقة كافية وبما لا يقل عن (10) عينات كل منها (5) مفردات.
2. يحسب متوسط المتوسطات ومتوسط المديات لكافة العينات ووفقاً للمعادلتين الآتيتين:

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \overline{X}_j}{m} \quad \text{----------(1)}$$

$$\overline{R} = \frac{\sum_{j=1}^{m} R_j}{m} \quad \text{----------(2)}$$

3. يحسب خط المركز وحدود الضبط للوحة المتوسط طبقاً للمعادلات الآتية:

$$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2 \overline{R} \quad \text{---------(3)}$$

$$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2 \overline{R} \quad \text{---------(4)}$$

وتعتمد قيمة المعامل (A_2) على حجم العينات المأخوذة، ويتم حساب قيمة هذا المعامل من الجدول رقم (1) الذي سوف يقتصر فقط على حجم العينات من (2) إلى (5) كذلك يشمل الجدول معاملات الخط المركزي (d_2)، الذي سيرد ذكره في المعادلات اللاحقة [2].

4. ترسم لوحة الضبط للمتوسط بحيث يمثل المحور السيني العينات حسب تسلسل أخذها والمحور الصادي قيمة $\overline{X}$ في لوحة المتوسط. ويكون لكل لوحة (3) خطوط هي خط المركز وحدي الضبط الأعلى والأدنى كما مبين في الشكل رقم (1).
5. إذا تبين أن العملية الإنتاجية في حالة منضبطة تحسب مقدرة العملية الإنتاجية من المعادلة الآتية [2]:

$$6\sigma' = 6\frac{\overline{R}}{d_2} \quad \text{----------(5)}$$

6. تحسب قيمة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية الذي يعتمد على كل من مجموع التفاوت (T) والذي يحسب من خلال الحد الأعلى U والأدنى L للمواصفة اللذان يتم التوصل إليهما بإضافة وطرح قيمة التفاوت للبعد الاسمي مقسوماً على مقدرة العملية الإنتاجية وكما مبين من خلال المعادلة الآتية [7]:

$$Cp = \frac{T}{6\sigma'} = \frac{U-L}{6\sigma'} \quad \text{-------(6)}$$

التوزيع الطبيعي

يُعد التوزيع الطبيعي من أهم توزيعات الاحتمالية المستمرة في الإحصاء، ومن الأدوات الهامة في التحليل الإحصائي فهو يستخدم في شرح ودراسة وتحليل كثير من الظواهر الإحصائية واختبار الفروض المختلفة المتعلقة بها. وفي الضبط الإحصائي للجودة يُعد المنحني الطبيعي المنحني المناسب لوصف التغيرات الحاصلة في اغلب الخواص المميزة للجودة لكثير من المنتجات الصناعية، خاصة عندما يتم تحديدها عن طريق القياس حيث يكون لهذه القياسات منحني تكراري أو منحني كثافة يأخذ شكل المنحني المبين في الشكل (2) الذي يشبه الناقوس ويكون أحادي القمة ومتماثلاً حول المتوسط الحسابي للتوزيع وتحدد قيم المتوسط الحسابي والانحراف المعياري شكل وموقع المنحني الطبيعي. فقيمة المتوسط تقع عند مركز المنحني أي عند القيمة التي تقابل قمة المنحني في حين تحدد قيمة الانحراف المعياري مدى انتشاره أو تشتته [8].

أستعمال جدول مساحة المنحني الطبيعي القياسي

لمَا كان جدول مساحة التوزيع الطبيعي القياسي محسوباً لمتغير قياسي يرمز إليه بالرمز Z ، وسطه الحسابي يساوي صفراً، وانحرافه المعياري يساوي واحد، فلابد من تحويل قيم التوزيع المراد استخدام الجدول رقم (2) له إلى قيم قياسية باستخدام المعادلة التالية:

$$Z = \frac{X - \overline{\overline{X}}}{\sigma'} \quad \text{---} \quad \text{-------} (7)$$

بعد هذا يمكن استخدام هذا الجدول الذي يعطي المساحة تحت المنحني الطبيعي القياسي بين ($Z=-\infty$) وبين أية قيمة معيارية للمتغير (Z) التي يتم حسابها من المعادلة رقم (10) وقيم Z في هذا الجدول تقتصر فقط على القيم التي يتم الاستفادة منها في الجانب التطبيقي حيث تكون هذه القيم معطاة لرقمين عشريين، يحدد الرقم العشري الثاني منهما العمود الواجب استخدامه[9].

العلاقة بين مؤشر مقدرة العملية الانتاجية CP ومستوى السيكما σ_L

الانحراف المعياري هو طريقة إحصائية لقياس مدى تشتت القيم عن وسطها ولذلك فإن الابتعاد أو التشتت من الوسط يعني ذلك زيادة في كمية الخطأ وهذا يدل على زيادة التلف في المنتوج أو قلة الجودة في تقديم الخدمة ولذلك يُعد أسلوب (Six-Sigma) من الأساليب المهمة في تقليص حجم الخطأ إلى أبعد ما يكون أي تقليص نسبة العيوب والأخطاء إلى أقل قدر ممكن والشكل رقم (3) يصف منطقة القبول ومنطقة الرفض[10].

الشكل رقم (3) يبين حدود قبول إلى ثلاثة سيكما والمنطقة المظللة منطقة رفض وهذا ما يتم تطبيقه إحصائياً في أغلب الدراسات الإحصائية وتكون النسب التي يتم القياس بها هي (0.1)، (0.05)، (0.01) ثلاث مناطق وكانت نسبة (0.01) تُعد المرحلة المثالية للقبول أو الرفض (يعني تطابق المواصفات بنسبة (0.99)) وهذا يعتبر أمر مهم وجيد ولكن التطور الأخير وزيادة جودة المواصفات وتحليل الكلف وحساب الأرباح تبين أن هذه النسبة تعطي خسائر كبيرة إضافة إلى عدم تحقيق رغبات الزبائن في أي اتجاه وخاصة عندما يكون هناك حجم كبير من الإنتاج أو أعداد كبيرة يتلقون الخدمات .

والشكل رقم (4) يبين حجم الخسائر عندما نتقدم في السيكما. وان العلاقة بين مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما (σ_L) يعبر عنها بالصيغة التالية [11] :

$$\sigma_L = 3 \times CP \quad --------(8)$$

كما يعتمد تحديد العلاقة الرياضية الخاصة بالحد الأعلى والأدنى لمقدرة العملية الإنتاجية على مستوى السيكما المعتمد في عملية تصنيع المنتج داخل الشركة المصنعة[9] وكما يلي:

$$UCL_\sigma = \overline{\overline{X}} + 3\sigma' \quad --------(9)$$

$$LCL_\sigma = \overline{\overline{X}} - 3\sigma' \quad --------(10)$$

والجدول رقم (3) يوضح علاقة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية بمستوى السيكما ومدى تأثير المستويات المتقدمة للسيكما على مستوى الجودة لكل من العمليات الصناعية والخدمية [12].

الحالة التطبيقية

بسبب أهمية المحقنة الطبية وعلاقتها المباشرة بصحة الإنسان والطلب المتزايد كان السبب في إختيار مصنع المحاقن الطبية – بابل التابع لوزارة الصناعة والمعادن كحالة تطبيقية للبحث لغرض دراسة وتحديد مستوى جودته. لذلك تم إجراء دراسة تناولت استخدام لوحة المتوسط $(\overline{X})$ لمراقبة العملية الإنتاجية الخاصة بتصنيع حشوة المكبس وذلك بأخذ (20) عينة حجم كل منها (5) مفردات إبتداءاً من يوم (2011/4/3) ولغاية (2011/4/28)، وكانت الخاصية هي القطر الخارجي لحشوة المكبس ذات المواصفة (12±0.05) مليمتر، وبما أن القطر الخارجي لحشوة المكبس هو متغير مستمر لذلك يتم تحديده بإجراء عملية القياس باستخدام الميكروميتر ذو الدقة (0.01) كما مبين في الجدول رقم (4). حيث يتم إعادة التصنيع والتشغيل للأجزاء التي يزيد بعدها عن الحد الأعلى للمواصفة أما الأجزاء التي يقل بعدها عن الحد الأدنى للمواصفة فإنها تتلف ولا يمكن الإستفادة منها.

النتائج والمناقشة

<u>حدود الضبط التجريبية</u>

يمكن توضيح العمليات الحسابية اللازمة لتحديد حدود السيطرة التجريبية والقيم المركزية لمخطط $(\overline{X})$ عن طريق إستخدام المعادلات (1- 4) مع البيانات الموضحة في الجدول رقم (4) الخاصة بالقطر الخارجي لحشوة المكبس لتحديد حدود السيطرة تستخدم القيمة الثابتة (A_2) كمعامل إلى $\overline{R}$ والتي قيمتها $(A_2 = 0.557)$ حيث تعتمد قيمة هذا الثابت على حجم العينة (5 وحدات) وتستخرج من الجدول رقم (1) المبين في الجزء النظري. والشكل رقم (5) نافذة بنظام الأكسل توضح القيم المركزية وحدود الضبط التجريبية لمخطط $(\overline{X})$ الذي يوضح القراءات الحقيقية لإبعاد المنتج في العينات المقاسة.

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \overline{X}_j}{m} = \frac{239.66}{20} = 11.98 \ \ mm$$

$$\overline{R} = \frac{\sum_{j=1}^{m} R_j}{m} = \frac{1.45}{20} = 0.07 \ \ mm$$

$$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2 \overline{R} = 11.98 + 0.577 \times 0.07 = 12.02 \ \ mm$$

$$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2 \overline{R} = 11.98 - 0.577 \times 0.07 = 11.94 \ \ mm$$

يوضح الشكل رقم (5) ان العملية الإنتاجية تحت السيطرة ولا تستدعي أي إجراء تصحيحي وذلك من خلال عدم خروج أية عينة من المجموعات الفرعية خارج حدود الضبط لمخطط $(\overline{X})$.

مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما

كون العملية الإنتاجية في حالة منضبطة لا يكفي لمعرفة فيما إذا كانت العملية قادرة على إنتاج وحدات مطابقة للمواصفات الموضوعة أم لا لذلك تم احتساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية، ومستوى السيكما المعتمد في المصنع هو المستوى الثالث (σ_3) والذي يعتمد على قيمة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية الذي يعتمد بدوره على مقدرة العملية الإنتاجية وقيم الحد الأدنى والأعلى للمواصفة التصميمية. ورياضياً يتم إحتساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما من خلال المعادلات $(6,4,3,5)$ على التوالي:

$$6\sigma' = 6\left(\frac{\overline{R}}{d_2}\right) = 6\left(\frac{0.07}{2.326}\right) = 0.18 \ mm$$

$$3\sigma' = \frac{0.18}{2} = 0.09 \ mm$$

$$\sigma' = \frac{.09}{3} = 0.03 \ mm$$

- حيث يمثل الانحراف المعياري عند المستوى الثالث (σ_3)،

$$U = 12 + 0.05 = 12.05 \ mm$$

$$L = 12 - 0.05 = 11.95 \ mm$$

$$T = U - L = 12.05 - 11.95 = 0.1 \ mm$$

$$Cp = \frac{T}{6\sigma'} = \frac{0.1}{0.18} = 0.55$$

$$\sigma_L = 3Cp = 3 \times 0.55 = 1.65$$

وعند مقارنة التفاوت $(0{\cdot}1)$ الذي يمثل الفرق بين حدود المواصفات بمقدرة العملية الإنتاجية $(0{\cdot}18)$ نجد أن مقدرة العملية الإنتاجية أكبر بكثير من التفاوت وهذا يشير إلى سلبية الحالة أي أن العملية الإنتاجية غير قادرة على تحقيق التفاوت التصميمي، بمعنى آخر إنه يمكن أن يكون $(0{\cdot}08)$ من منتجاتها خارج حدود التفاوت التصميمي. كذلك عند مقارنة مستوى السيكما $(1{\cdot}65)$ المعتمدة داخل الشركة المصنعة مع الجدول رقم (1) نجد أن قيمته تقع ضمن مستوى الجودة غير المقبول. بناءاً على ذلك سوف يتم اللجوء إلى منحني التوزيع الطبيعي كونه يأخذ التفاوت التصميمي بنظر الاعتبار عند إعداده.

مقدرة العملية الإنتاجية المعتمدة داخل الشركة

عند مقارنة مدى تطبيق الشركة لمستوى السيكما المقبول من ناحية جودة المنتج وهو (3σ) نجد من خلال الشكل رقم (6) الذي يمثل مقدرة العملية الإنتاجية المعتمدة داخل الشركة وجود مساحة للإنتاج غير المعاد للعمل والممثلة بالمساحة $Area_1$ إلى جهة اليسار كذلك وجود مساحة أخرى إلى جهة اليمين أي المساحة $Area_2$ تمثل الإنتاج المعاب الذي يمكن إعادة تصنيعه. هذا الأمر جعلنا نبحث عن مستوى الجودة المعتمد داخل الشركة فوجدنا أنها تعمل ضمن مستوى السيكما $\sigma_L = 3 \times .55 = 1.65$ والذي يشير إلى أن مستوى الجودة غير مقبول كما مبين بالجدول رقم (1).

لذلك فإن استمرار العملية الإنتاجية بدون إجراء أي تعديلات فإن ما نسبته (0.99%) من الوحدات المنتجة يمكن إعادة تصنيعها ونسبة (15.8%) من الوحدات المنتجة سوف تكون وحدات معابة لا يمكن الاستفادة منها، حيث يتم احتساب هذه النسب من

خلال اعتماد الجدول رقم (2) الخاص بالمساحات تحت المنحني الطبيعي والمعادلات $(7,9,10)$ على التوالي:

$$Z_1 = \frac{X - \overline{\overline{X}}}{\sigma'} = \frac{11.95 - 11.98}{0.03} = -1$$

$$Area_1 = 0.1587 = 15.8\%(scrap)$$

$$Z_3 = \frac{X - \overline{\overline{X}}}{\sigma'} = \frac{12.05 - 11.98}{0.03} = 2.33$$

$$Area_3 = 0.9901$$

$$Area_2 = Area_T - Area_3 = 1 - 0.9901$$
$$= 0.0099 = 0.99\%(rework)$$

التحسين في مقدرة العملية الإنتاجية

بثبوت مقدرة العملية الإنتاجية $(0{\cdot}18)$ في المصنع، والتي تتمثل بالمستوى الثالث للسيكما σ_L والذي يصاحبه الانحراف المعياري بالقيمة $(\sigma_3 = 0{\cdot}18/2L = 0{\cdot}03)$، وبإعادة احتساب قيم الانحراف المعياري للمستويات المتقدمة للسيكما والحدود العليا والدنيا لمقدرة العملية الإنتاجية المقترنة بها يمكن إجمالها في الجدول رقم (5).

يوضح الشكل رقم (7) التحسين الحاصل في مقدرة العملية الإنتاجية خلال استعمال الشركة مستويات متقدمة للسيكما وكما يأتي:

أ- في حالة استعمال الشركة أربعة سيكما (4σ): تم تخفيض المتغيرة في العملية الإنتاجية من (0.180) إلى (0.134).

ب-في حالة استعمال الشركة خمسة سيكما (5σ): تم تخفيض المتغيرة في العملية الإنتاجية من (0.180) إلى (0.108).

ت- في حالة استعمال الشركة ستة سيكما (6σ): تم تخفيض المتغيرة في العملية الإنتاجية من (0.180) إلى (0.090).

التحسين في مستوى السيكما

أ- في حالة إستعمال الشركة أربعة سيكما (4σ): تصبح مقدرة العملية الإنتاجية (6σ) تساوي (0.134)، ومستوى السيكما الذي سوف يطبق في الشركة يساوي الآتي:

$$CP = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0.1}{0.134} = 0.75$$
$$\sigma_L = 3CP = 3 \times 0.75 = 2.25$$

ب-في حالة إستعمال الشركة خمسة سيكما (5σ): تصبح مقدرة العملية الإنتاجية (6σ) تساوي (0.108)، ومستوى السيكما الذي سوف يطبق في الشركة يساوي الآتي:

$$CP = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0.1}{0.108} = 0.93$$
$$\sigma_L = 3CP = 3 \times 0.93 = 2.79$$

ت- في حالة إستعمال الشركة ستة سيكما (6σ): تصبح مقدرة العملية الإنتاجية (6σ) تساوي (0.090)، ومستوى السيكما الذي سوف يطبق في الشركة يساوي التالي:

$$CP = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{0.1}{0.09} = 1.11$$
$$\sigma_L = 3CP = 3 \times 1.11 = 3.33$$

ا

لتحسين في المواصفة التصميمية

أ- في حالة استعمال الشركة أربعة سيكما (4σ): تصبح المواصفة التصميمية (12 ± 0.037).

ب-في حالة استعمال الشركة خمسة سيكما (5σ): تصبح المواصفة التصميمية (12 ± 0.030).

ت- في حالة استعمال الشركة ستة سيكما (6σ): تصبح المواصفة التصميمية (12 ± 0.025).

الاستنتاجات

1- إن العملية الإنتاجية في حالة منضبطة نتيجة عدم وقوع عينات خارج حدود السيطرة للوحة المتوسط.

2- أكدت مقدرة العملية الإنتاجية المعتمدة داخل المصنع إن نسبة الإنتاج التالف تساوي (15.8%) ونسبة الإنتاج المعاد للعمل تساوي (0.99%).

3- عند مقارنة قيمة كل من مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى السيكما المعتمد داخل الشركة المصنعة نجدها تقع بين المستوى الأول والثاني في الجدول رقم (1) أي ضمن مستوى الجودة غير المقبول.

4- إن مقدرة العملية الإنتاجية المطبقة داخل الشركة تساوي (0.18).

5- إن مدى التحسين الحاصل في مقدرة العملية الإنتاجية يساوي $(0.18 - 0.134 = 0.046)$ عند تطبيق الشركة (4σ).

6- إن مدى التحسين الحاصل في مقدرة العملية الإنتاجية يساوي (0.072) عند تطبيق الشركة (5σ).

7- إن مدى التحسين الحاصل في مقدرة العملية الإنتاجية يساوي (0.09) عند تطبيق الشركة (6σ).

8- يتحسن مستوى السيكما في حالة استخدام هذه التقنية في تصميم خطة السيطرة النوعية داخل الشركة من 1.65 غير المقبول إلى المستوى 3.33 المقبول وكما مشار إليه في الجدول رقم (3)، أي ان معامل التحسين يساوي $(3.33/1.65 = 202\%)$.

9- التحسين الحاصل في نسبة الخطأ المسموح به في عملية تصنيع المنتج كان من (± 0.05) عند اعتماد الشركة مستوى ثلاثة سيكما إلى (± 0.025) عند اعتماد الشركة مستوى ستة سيكما.

التوصيات

1- تخفيض نسبة الإنتاج المعاب والمعاد للعمل من خلال اعتماد الشركة المصنعة للمحاقن الطبية على مستويات متقدمة من السيكما وعلى فترات زمنية تدريجية من أجل اللحاق بشركات التصنيع المتطورة.

2- إزاحة متوسط العملية الإنتاجية باتجاه اليسار ليصبح (11.98ملم) بدلا من (12.0ملم) من أجل التخلص من الإنتاج المعاب والذي لا يمكن إعادة تصنيعه .

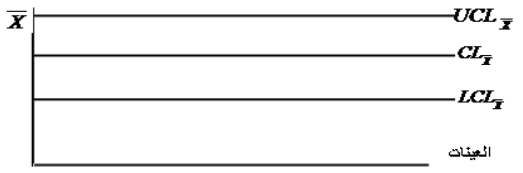
المصادر

1- Dal H. Besterfield,2008 " Quality Control ",Printice Hall, 8th edition, April 24.

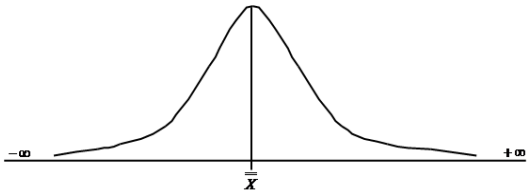
2- Douglas C. Montgomery,2008 " Introduction To Statistical Quality Control ", John Wiley And Sons Inc, 6th edition, July 15.

3- محمد عبد العال النعيمي، 2007، "**SIX-SIGMA** منهج حديث في مواجهة العيوب"، المؤتمر العلمي لجامعة الزيتونة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا.

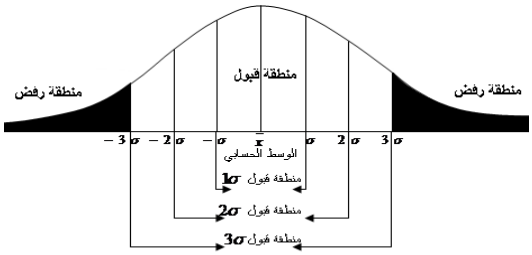
4- Ina Siti Hasanah, Budi Hermana, Hani Hastiyani,2007"Application of six sigma method using Define – Measure – Analyze – Improve – Control (DMAIC)



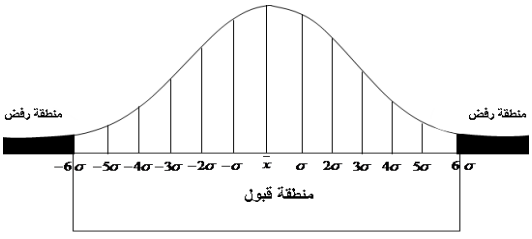
الشكل رقم (1) لوحة الضبط العامة وحدود الضبط [2]



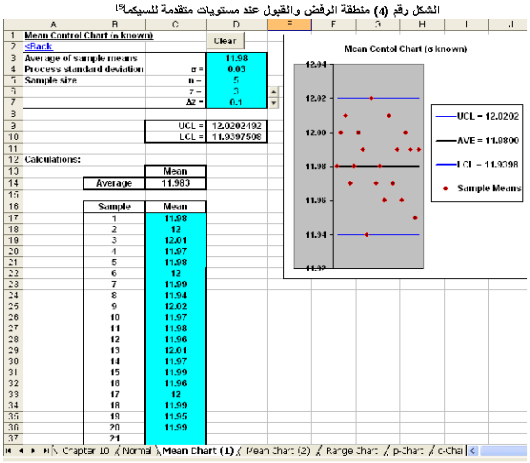
الشكل رقم (2) منحنى التوزيع الطبيعي[9]



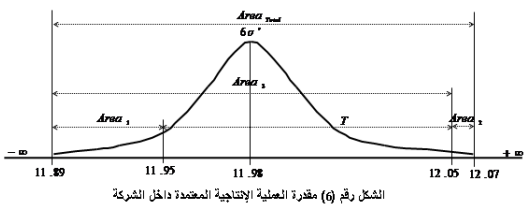
الشكل رقم (3) منطقة الرفض والقبول عند مستوى ثلاثة سيكما[10]



الشكل رقم (4) منطقة الرفض والقبول عند مستويات متقدمة للسيكما[5]



الشكل رقم (5) مخطط $\bar{X}$ للقطر الخارجي لحشوة المكبس



الشكل رقم (6) مقدرة العملية الإنتاجية المعتمدة داخل الشركة

Method on String Production, Proceeding International Seminar on Industrial Engineering and Management, Menara Peninsula, Jakarta, August P29-30.

5- د. صفاء يونس الصفاوي ، مزاحم محمد يحيى، 2009 " التحليل الإحصائي باستخدام أسلوب Six Sigma"، المؤتمر الإحصائي العربي الثاني، سرت الجماهيرية العربية الليبية.

6- Richard E. Devor, Tsong-How chang, John W. Sutherland,2006 " Statistical Quality Design And Control ", Printice Hall, 2nd edition, August 4.

7-Mitra, John Wiley,2009" Fundamentals of Quality Control and Improvement ", Duxbury Center, 1st edition, January 15.

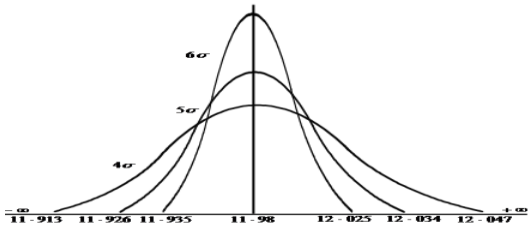
8- Layth C. Alwan, 2000" Statistical Process Analysis ", Mc Graw-Hill Companies, Inc,.

9- Gerald M. Smith, , 2003" Statistical Process Control And Quality Improvement ", Printice Hall, June 15.

10- Basu,Ron,2009 “ Implementing Six Sigma and Lean:A practical Guide to Tools AND Technigues “, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK.

11- Sleeper, Andrew D.,2006,” Design for Six Sigma Statistics", McGraw-Hill Companies,Inc,.

12- ميسر إبراهيم احمد و إسماعيل، عمر علي ، 2009،"المفهوم الإحصائي لتقانة Six Sigma وعلاقته بأنشطة تحسين العمليات" ، مجلة تنمية الرافدين، مجلد 31 ،العدد 93 ،جامعة الموصل،العراق.



الشكل رقم (7) تحسين مقدرة العملية الإنتاجية بإستحصال مستويات متقدمة للسيكما

الجدول رقم (1) معاملات لحساب حدود السيطرة [4]

عدد المشاهدات	معاملات المتوسط			معاملات الخط المركزي
n	A	A_1	A_2	d_2
2	2.121	3.760	1.880	1.128
3	1.732	2.394	1.023	1.693
4	1.500	1.880	0.729	2.059
5	1.342	1.596	0.577	2.326

الجدول رقم (2) المساحة تحت المنحني الطبيعي [8].

$Z=\frac{X-\bar{X}}{\sigma'}$	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.5	0.00023	0.00022	0.00022	0.00021	0.00020	0.00019	0.00019	0.00018	0.00017	0.00017
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0599
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916

الجدول (3) فوائد الوصول إلى مستوى متقدم للسيكما [12]

CP مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية	Sigma Level مستوى سيكما	Quality Level مستوى الجودة
0.50	1.5	غير مقبول
0.67	2	
0.83	2.5	
1.00	3	مقبول
1.17	3.5	
1.33	4	جيد
1.50	4.5	
1.67	5	جيد جداً
1.83	5.5	
2.00	6	مثالي

الجدول رقم (4) المتوسط والمدى لمفردات عينات القطر الخارجي النهائي لحشوة المكبس (وحدة القياس ملليمتر)

العينات	التاريخ	قياسات مفردات العينة(ملم)					المتوسط	المدى
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	4/3	12.02	12	11.99	11.94	11.95	11.98	0.08
2	4/4	12	11.96	12.01	11.97	11.98	12	0.09
3	4/5	12	12.03	12.01	12.02	12.01	12.01	0.03
4	4/6	11.95	11.98	11.92	12.01	12.01	11.97	0.09
5	4/7	11.96	12	12.01	11.97	11.96	11.98	0.05
6	4/10	11.97	11.99	11.99	11.99	12.03	12	0.06
7	4/11	11.95	12.02	11.96	12.04	11.99	11.99	0.09
8	4/12	11.96	11.9	12	11.95	11.9	11.94	0.1
9	4/13	12.06	12.01	12.01	12.02	12.01	12.02	0.05
10	4/14	11.9	12.02	12.01	11.95	12	11.97	0.12
11	4/17	12.01	12.03	12	11.9	11.96	11.98	0.13
12	4/18	12.01	12.04	11.95	11.92	11.91	11.96	0.13
13	4/19	11.99	12.01	12.02	12.04	11.99	12.01	0.05
14	4/20	11.92	12.01	12	11.98	11.97	11.97	0.1
15	4/21	12	11.99	12.03	11.98	11.96	11.99	0.07
16	4/24	12	11.99	11.96	11.9	11.98	11.96	0.1
17	4/25	11.97	11.98	12.02	12.02	12.01	12	0.05
18	4/26	11.95	11.96	12.01	12.03	12	11.99	0.08
19	4/27	11.94	11.96	11.95	11.99	11.96	11.95	0.05
20	4/28	12	12.02	11.97	12.01	11.99	11.99	0.05

الجدول رقم (5) الحدود العليا والدنيا لمقدرة العملية الانتاجية حسب مستوى السيكما

مستوى السيكما	الإنحراف المعياري	الحدود العليا لمقدرة العملية الإنتاجية	الحدود الدنيا لمقدرة العملية الإنتاجية
3σ	0.0300	12.070	11.890
4σ	0.0225	12.047	11.913
5σ	0.0180	12.034	11.926
6σ	0.0150	12.025	11.935