تطبيق نظام (6 Sigma) للسيطرة على جودة العملية الإنتاجية
دراسة نظرية و تطبيقية

داني الكبير نصيرة
جامعة مستغانم

الملخص:

إن الهدف من هذا العمل هو توضيح مدى أهمية تطبيق نظام 6 سيجما في عملية السيطرة على جودة العملية الإنتاجية ذلك لأنه يعتبر منهجية منتظمة تستخدم المعلومات و التحليل الإحصائي لقياس و تحسين الأداء التشغيلي للمؤسسة من خلال تحديد و منع العيوب في الإنتاج و تحقيق العلاقة مع العمليات الأخرى من أجل تجاوز توقعات المستهلكين لتحقيق الفعالية .

إن نظام 6 سيجما ما هو إلا امتداد طبيعي لجهود الجودة لذلك يعد مبادرة لتطوير و تحسين الجودة ، حيث يعمل على الربط بين أعلى جودة و أقل التكاليف .

المقدمة :

إن الفوائد الكثيرة للجودة جعل الجميع يسعى بخطوات نحو تحقيق المزيد من الجودة وذلك بابتكار الوسائل والطرق والمتطلبات الجديدة لتحقيق أحسن النتائج، و لعل من أهم هذه الأساليب استعمال نظام 6 سيجما الذي يساعد على تحقيق نتائج جيدة في تحسين الجودة، و أيضا في السيطرة على العملية الإنتاجية باستعمال نظريات وقوانين الإحصاء والاحتمالات، بهدف التقليل من العيوب وإيجاد الحلول المثلى للانحرافات والأخطاء وبالتالي تحقيق الجودة في العملية الإنتاجية، والتميز والريادة للمؤسسة . وتتميز المؤسسات المطبقة لـــ6 سيجما بمنتوجات متميزة بالإضافة إلى تمتعها بنظام إداري وتصنيعي ذو فعالية كبيرة والذي يعمل بكفاءة مع المهام والوظائف الأخرى، التي تقوم بها المؤسسة كالأنشطة والعمليات المتعلقة بالمشتريات، المبيعات، خدمات ما بعد البيع، خدمات المستهلك...إلخ.

1- تعريف نظام 6 سيجما :

يمكن تعريف 6 سيجما بأنه:[1] "برنامج منظم للجودة يهدف إلى تحقيق 6 انحرافات معيارية بين الوسط الحسابي، وأقرب حدود للمواصفات، وتكون نتيجة ذلك أن احتمال حدوث عيب في المنتوج لا يزيد عن 3,4 عيب لكل مليون فرصة".

[1] D. BAMFORD, R. GREAT BAIVKS, The use of Quality Management Tools and Techniques : a study of application in every day situation, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 22 N° 4, 2005, PP 376-392.

كماأن الحرف اليوناني سيجما **(Sigma)** الذي يرمز له بالرمز σ يشير إلى التغير الإحصائي الذي يسمى بالانحراف المعياري، وهو يقيس تشتت القيم حول الوسط الحسابي باستعمال سلم القياس (من 0 إلى 6)، حيث كلما كان سيجما كبير، كلما كانت الإنتاجية متجانسة مع قيم متقاربة مع الوسط الحسابي.

والجدول (1) التالي يبين تسلسل قيم سيجما من 1 إلى 6 ونسبة الجودة المتحصل عليها عند استعمال كل قيمة من قيم سيجما الظاهرة في الجدول بما في ذلك نسبة العيوب المتحصل عليها وإحتمال الوقوع في الخطأ في الملوين فرصة والمعبر عنها بـــ**DPMO** *

جدول رقم (1): نسبة الجودة والعيوب بالنسبة لقيمة السيجما

سيجما	نسبة الجودة	نسبة العيوب	DPMO
1	%30,9	%69,1	691 462
2	%69,1	%30,9	308 538
3	%93,1	%6,7	66 807
4	%99,38	%0,62	6 210
5	%99,977	%0,023	233
6	%99,9997	%0,00034	3,4

المصدر: J. GILLIOT, Zoom sur la méthode de six sigma, BPMS info, 04.09.2009, P6.

من الملاحظة الأولية للجدول أعلاه، نلاحظ أن 6 سيجما يمثل الحالة المثالية لنسبة الإنتاج المعيب والتي تمثل **DPMO** 3,4 وهي نسبة احتمال وقوع الخطأ في المليون فرصة، حيث 3,4 منتوج معيب في عينة ذات مليون وحدة وبنسبة جودة تمثل 99,9997% وبالتالي الهدف من استعمال 6 سيجما هو تحقيق التناسق بين المؤسسة والسوق المستهدف ضمن حدود ورغبات المستهلكين، ذلك أن 6 سيجما طريقة ذكية لتسيير العمل، تهتم بالدرجة الأولي بالمستهلكين، وتستخدم الوقائع والبيانات للوصول إلى أفضل الحلول، كذلك وببساطة أكثر 6 سيجما مدخل منظم لاتخاذ القرارات ومساعدة الأفراد في تحسين العمليات للوصول بها إلى أحسن ما يمكن.[2]

* DPMO: Défauts Par Million d'Opportunité.

[2] عبد الحميد البلداوي، زينب شكري محمود، إدارة الجودة الشاملة والتقنيات الحديثة، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن، 2006، ص 106.

2- أهمية نظام 6 سيجما:

مما سبق ذكره عن هذا النظام نستنتج أنه يلعب دور مهم في تحقيق أهداف الجودة و ذلك من خلال النقاط التالية :

- **يساعد 6 سيجما في السعي لتحقيق الكمال من خلال إزالة كل العيوب من المنتوجات، تقليص الانحرافات، وإيجاد معايير يمكن أن يثمنها المستهلك ويعتمد عليها ؛**
- **يساعد على التنبؤ باحتمال حدوث العيوب في العمليات،والعمل على إزالة تلك العيوب وبالتالي زيادة معدل الإنتاجية ؛**
- **يساعد على استمرار وتعديل سير العمليات بما يتوافق مع المتطلبات والمواصفات المحددة**[3] .

ويعتمد نظام 6 سيجما على أدوات وأسس تساعد في السيطرة على العملية الإنتاجية وتحقيق تقليص العيوب إلى أقصى حد ممكن بـــ3,4 **DPMO** (3,4 منتوج معيب في عينة ذات مليون وحدة)، وهذه الأدوات بمثابة ركائز تساعد في عملية تطبيق 6 سيجما وهي كالآتي[4]:

- **وضع خطة المشروع أو العملية بطريقة واضحة ودقيقة تبين الوقت اللازم لتطبيقه، العمال، الأهداف...إلخ ؛**
- **وضع رسم تخطيطي لكل عملية تقوم بها المؤسسة لتحديد مدخلات ومخرجات كل مرحلة من العملية وأيضا تحديد العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على العملية، قوانين التسيير والأخطار التي قد تواجهها المؤسسة...إلخ ؛**
- **استعمال مخطط باريتو الذي يساعد على تحديد 20% من الأسباب التي تؤدي إلى 80% من المشاكل والأخطار (قانون 80/20) ؛**
- **استعمال مخطط إيشيكاوا الذي يقوم بتحديد وجمع الأسباب التي تؤدي إلى مشاكل ؛**
- **تحليل نظام القياس الذي يدرس طبيعة تكرار العملية الإنتاجية باستعمال أسلوب إحصائي ؛**
- **خطة AMDEC * (تحليل أسباب الإخفاق وأثرها ودرجة خطورتها) التي تحدد المتغيرات ذات الخطورة العالية وأسباب إخفاق مدخلات العملية الإنتاجية ؛**
- **تحليل التكاليف-الأرباح تسمح بتحديد الحلول لتحسين الحل الأمثل ؛**

[3] PYZDEK Thomas, The six sigma project planner, A Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma project Through DMAIC, McGraw-Hill edition, United States of America, 2003, pp102-108 .
[4] BHOTE.K.R, The power of Ultimate Six Sigma: system for Moving Beyond Quality Excellence to Total Business Excellence, AMACOM edition, American Management Association, Broadway, New York, pp101-110.
* AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité.

- **خطة الرقابة التي تزود بالوثائق اللازمة لكل النشاطات حتى تكون العملية تحت السيطرة وذلك لتحقيق السيطرة على العملية الإنتاجية لتقليص العيوب والانحرافات، واتخاذ القرارات والإجراءات التصحيحية ؛**
- **مؤشرات الفعالية وجداول القيادة التي تسمح بالسيطرة على العملية وتحسين الجودة .**

3- تطبيق 6 سيجما في قياس مقدرة العملية الإنتاجية:

من شروط تطبيق 6 سيجما عند دراسة مجتمع معين يجب أن يتبع هذا المجتمع القانون الطبيعي **(LA LOI NORMALE)** حتى تقع جميع أفراده في مجال $\pm 6\sigma$ (± 6 انحراف معياري)، وبهذا نشير أنه في المجتمع الطبيعي نجد فقط فردين من مليار قد يقع خارج هذا المجال.

ويمكن للمؤسسة تحقيق هذه النتيجة المثلى إلا بشرطين هما:

- **التوزيع الحقيقي للدراسة يتبع القانون الطبيعي.**
- **التوزيع الحقيقي يكون متمركز حول الوسط الحسابي، وهذا الشرط هو الأصعب لتحقيقه.**

إن نظام 6 سيجما مرتبط بمقدرة وسيلة الإنتاج و مقدرة العملية الإنتاجية و يعتبر كمؤشر يقيس مدى مقدرة آلة معينة أو وسيلة الإنتاج على إنتاج وتحصيل ما هو مطلوب، ويرمز للمقدرة بالرمز CP .*

ويمكن تحديد المقدرة **(la capacité)** [5] بتقسيم مجال السماح بحدوث الخطأ على 6 مرات الانحراف المعياري كما توضحه العلاقة التالية:

$$CP = \frac{I\,T}{6\,\sigma}$$

حيث:

IT : هو مجال السماح بحدوث الخطأ (أو مجال القبول بالخطأ)

σ: الانحراف المعياري

ونشير أنه إذا كان مجال السماح بحدوث الخطأ معرف للمنتوج المصنوع يمثل 6 سيجما (6 انحراف معياري) إذن المقدرة تساوي $(\mathbf{CP = 1})$ وبالتالي نقول أن العملية الإنتاجية تحت السيطرة لإنتاج المنتوج المطلوب.

---

* نتكلم عن C_p من أجل قدرة العملية الإنتاجية على إنتاج المنتوج المطلوب وC_m عندما نريد حساب قدرة الآلة، والقدرة هي متعلقة بطلب المستهلك أو بالضمان الذي نقدمه مع المنتوج.

[5] DERET.D, PILLET.M , Qualité en production de l'ISO 9000 à Six Sigma, 3éme édition, éditions d'Organisation, France, 2005, p102.

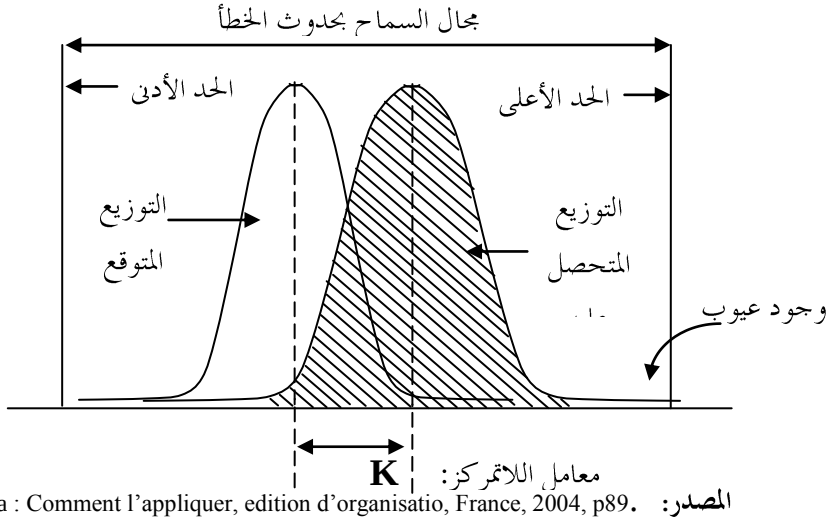
وإذا كان C_p أقل من $(CP < 1)$ نلاحظ تشتت عدد كبير من القيم خارج مجال السماح بوقوع الخطأ، وبالتالي العملية الإنتاجية ليست تحت السيطرة.

وبالتالي نقول عن العملية الإنتاجية أنها تحت السيطرة باستعمال نظام 6 سيجما إذا كان $CP > 1$.

إضافة إلى ما سبق فإن تطبيق نظام 6 سيجما يبين أيضا، ما إذا كانت العملية الإنتاجية تتوزع توزيعا طبيعيا وتتميز باللامركزية، ونقصد بها عندما يكون تشتت القيم حول الوسط الحسابي ضعيف، وهذا ما يظهر القيم (الأفراد) غير متمركزة حول الوسط الحسابي.

وبما أن الوسط الحسابي الخاص بالوجبة المنتجة **(lot fabriqué)** يختلف عن الوسط الحسابي المتوقع الحصول عليه (الذي نهدف إليه) فإن هذا يؤدي إلى ملاحظة بعض من العيوب على جوانب مجال السماح بوقوع الخطأ كما هو موضح في الشكل (1) الذي يبين لامركزية العملية الإنتاجية الناتجة عن الفرق الظاهر بين الوسط الحسابي المتوقع والوسط الحسابي المتحصل عليه.

شكل رقم (1): لامركزية العملية الإنتاجية



المصدر: PILLET.M , Six Sigma : Comment l'appliquer, edition d'organisatio, France, 2004, p89.

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ انحراف بين الوسط الحسابي المتوقع والوسط الحسابي المتحصل عليه ونرمز له بالرمز K، حيث أن K: هو عامل اللامتمركز وهو الفرق بين الوسط الحسابي المتحصل عليه والوسط الحسابي المتوقع.

و يعتبر أيضا مؤشر جديد للمقدرة ونرمز للعلاقة بين **K و CP** بـ **CP_k** بحيث كلما كان **Cpk** قريب من قيمة **Cp**، كلما كانت العملية الإنتاجية تحت السيطرة، فتكون جميع القيم (المشاهدات) متمركزة حول الوسط الحسابي (القيمة التي تم تحديدها).

ويمكن استعمال العلاقة التالية لحساب $\mathbf{CP_k}$:

$$CP_k = \frac{I\,T - 2\,K}{6\,\sigma}$$

حيث أن:

IT : مجال السماح بحدوث الخطأ

$\mathbf{K}$: عامل اللاتمركز

بشرط أن يكون $\mathbf{C_k}$ أقل من $\mathbf{CP}$.

4- خطوات تطبيق نظام 6 سيجما :

يمر تطبيق 6 سيجما بخمس خطوات هي: التعريف، القياس، التحليل، التحسين والمراقبة وهي بالإنجليزية Control، Improve، Analyse، Measure، Define وهي مختصرة بـــ**DMAIC** وهي تتم كما يلي باختصار:6

1- التعريف **Define**:

حيث يتم التعرف على المشكلة، ويتضمن هذا التعريف تحديد العيوب والأخطاء والتعبير عنها بأسلوب كمي دقيق، والتوثيق لحاجيات رغبات المستهلكين لغرض محاولة كسب ولائهم وثقتهم، فضلا عن دراسة تأثير المنتوجات المنافسة الأخرى على منتوجات المؤسسة الأم، ومن أهم الأدوات المستخدمة في هذه المرحلة ما يعرف بصوت المستهلك ، ومخطط NARIAKO KANO.

2- القياس Measure:

يتم قياس الآداء الفعلي للمؤسسة مع تحديد العوائق التي تعترض عملية تحقيق الأداء الأمثل والتوافق مع حاجات المستهلكين والتركيز على الحقائق والأرقام التي تسهم في التعرف على أسباب المشكلة، ومن أهم الأدوات المستخدمة في هذه المرحلة مخطط باريتو والتقنيات الإحصائية الأساسية مثل الوسط الحسابي، الانحراف المعياري والتوزيعات الاحتمالية.

3- التحليل **Analysis**:

يتم في هذه المرحلة دراسة الأسباب الرئيسية والأساسية لحدوث عوائق في عملية التنفيذ من خلال تحديد المشكلة التي تحتاج لتطوير واتخاذ إجراءات بشأنها، وذلك عن طريق تحليل البيانات والمعطيات التي جمعت سابقا، كما يتم تشخيص مصادر تلك العوائق مع ضرورة استخدام الأساليب الإحصائية والكمية أثناء عملية التحليل مثل مصفوفة السبب والنتيجة (مخطط **ISHIKAWA**).7

[6] عبد الحميد البلداوي، المرجع السابق، ص 107.
[7] سرور على إبراهيم، الرقابة على الجودة، المكتبة الأكاديمية، القاهرة ، 1995، ص 60.

4- التطوير **Improve**:

يتم تحديد في هذه المرحلة مجموعة الأعمال والنشاطات اللازمة المناسبة في عملية تحسين الأداء، وذلك عن طريق تصميم تجارب وفرضيات لإيجاد الحلول لعوائق عملية التنفيذ في محاولة لتقليل الفجوة بين الأداء الحالي والفعلي للمؤسسة، وتوقعات وطلبات المستهلكين باستخدام عدة طرق مناسبة للتحسين.

5- المراقبة **Control**:

يتم في هذه المرحلة الأخيرة الاستعانة بأدوات الرقابة الإحصائية لتحديد واكتشاف الانحرافات قبل وأثناء وبعد حدوثها اتخاذ القرارات والإجراءات التصحيحية والتي أيضا تمنع حدوثها مستقبلا.

فيما يلي سنحاول تطبيق نظام 6سيجما في مؤسسة صناعية جزائرية لتوضيح مدى أهميته في السيطرة على العملية الإنتاجية ، وو قع إختيارنا على مؤسسة خنتر لمركبات السيارات KCA بسيدي بلعباس و الحاصلة على شهادة *ISO 9001 : 2000*

تعتبر مؤسسة خنتر **(KCA)** نظام 6 سيجما وسيلة للوقاية ولاتخاذ الإجراءات والقرارات التصحيحية، فهو يساعد على السيطرة على الجودة بالعمل الدقيق بهدف التقليل من التشتت و التكاليف وإيجاد الأخطاء فور وقوعها ، حيث تعمل على أن تكون جميع القياسات للمنتوجات النهائية عند عمليتي الاختبار والفحص متمركزة حول الوسط الحسابي المحدد والذي يساوي 14 فولط $(\overline{X} = 14V)$ أي مجال قياس الانحرافات والعيوب في المنظمات والرفافات المركزية يكون أكبر من 3 انحرافات معيارية (3σ) .

5- كيفية استعمال نظام 6 سيجما:

يستعمل نظام 6 سيجما في مؤسسة خنتر لإدارة جميع الوظائف والعمليات حيث يلعب مسؤول المؤسسة دور مهم في التعريف بهذا النظام لاكتساب خبرة تساعد على معرفة مراحل وضع نظام 6 سيجما ضمن أدواته الأساسية ، لتحقيق الأهداف الاستراتيجية عن طريق تحقيق تحسين تطور الجودة.

أما من خلال العمليات الإنتاجية فهو يساعد على تحديد مقدرة كل وجبة منتجة من المنتوجات النهائية التي تنتجها المؤسسة (la capabilité du lot) باستعمال المعطيات التالية كمعايير للقياس.

وفيما يلي سنقوم أولا بتحليل تشتت قيم التوتر المنظمات (le régulateur) والذي وقع اختيارنا على منتوج RI126 باستعمال نظام 6 سيجما (6σ) مع الأخذ بعين الاعتبار المعطيات السابقة الذكر حتى يمكننا تحليل النتائج التي سنتحصل عليها.

والجدول التالي يمثل قياسات التوتر لعينة عشوائية من المنتوج RI126 تتكون من 80 وحدة منتجة:

جدول (2): القياسات الكهربائية للتوتر في المنتوج RE126

لحساب مقدرة العملية الإنتاجية حسب نظام 6 سيجما

رقم الوحدة	قيمة التوتر	رقم الوحدة	قيمة التوتر	رقم الوحدة	قيمة التوتر	رقم الوحدة	قيمة التوتر
1	14,03	**21**	14,16	**41**	14,08	**61**	14,22
2	14,23	**22**	14,08	**42**	14,04	**62**	14,08
3	14,09	**23**	14,28	**43**	14,05	**63**	14,19
4	13,98	**24**	14,06	**44**	14,22	**64**	14,06
5	14,20	**25**	14,02	**45**	14,05	**65**	14,03
6	14,21	**26**	14,24	**46**	14,25	**66**	14,08
7	14,20	**27**	14,22	**47**	14,02	**67**	14,22
8	14,09	**28**	14,03	**48**	14,03	**68**	14,03
9	14,01	**29**	14,15	**49**	14,24	**69**	14,23
10	14,12	**30**	14,09	**50**	14,23	**70**	14,09
11	14,24	**31**	14,29	**51**	14,25	**71**	13,91
12	14,05	**32**	14,03	**52**	14,13	**72**	14,12
13	14,04	**33**	14,08	**53**	14,20	**73**	14,35
14	14,10	**34**	14,25	**54**	14,22	**74**	14,35
15	14,23	**35**	14,02	**55**	14,12	**75**	14,35
16	14,02	**36**	14,06	**56**	14,26	**76**	14,33
17	14,23	**37**	14,23	**57**	14,20	**77**	14,32
18	14,19	**38**	14,25	**58**	14,21	**78**	14,27
19	14,18	**39**	14,18	**59**	14,08	**79**	14,23
20	14,28	**40**	14,05	**60**	14,07	**80**	14,14
				المجموع			1132,04
				الوسط الحسابي			14,15
				الانحراف المعياري			0,1013

من خلال الجدول أعلاه نجد أن:

- الوسط الحسابي: $\bar{X} = 14{,}15V$
- الانحراف المعياري: $\sigma = 0{,}101$

وبالتالي فإن معامل الانحراف (معامل اللاتمركز) K يساوي: $K = \bar{X} - \bar{X}_{cible}$

$$K = 14{,}15 - 14$$

$$K = 0{,}15$$

حيث أن $K = 14\ V$ هو الوسط الحسابي الذي دائما تهدف المؤسسة إلى تحقيقه، أما بالنسبة لمجال السماح بوقوع الخطأ فيساوي:

$$IT = IT_{max} - IT_{min}$$

$$IT = 14{,}35 - 13{,}91$$

$$IT = 0{,}44\ Volt$$

ومنه إذا أردنا معرفة ما إذا كانت العملية الإنتاجية لهذه الوجبة استطاعت مطابقة مواصفات الجودة بالشكل المطلوب، نقوم بحساب CP_K حيث أن:

$$CP_K = \frac{IT - 2\,K}{6\sigma}$$

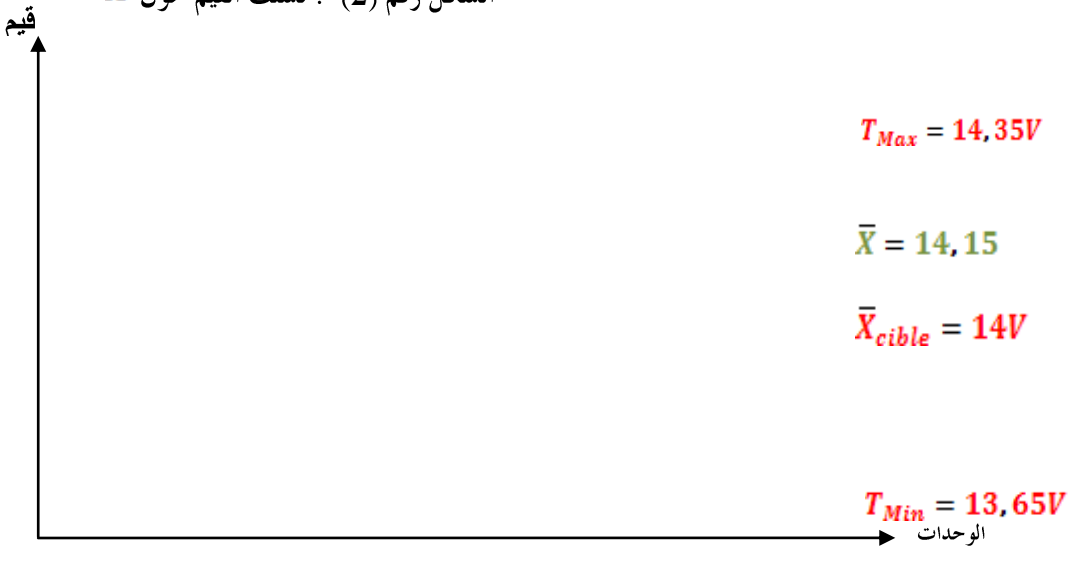
إذن:

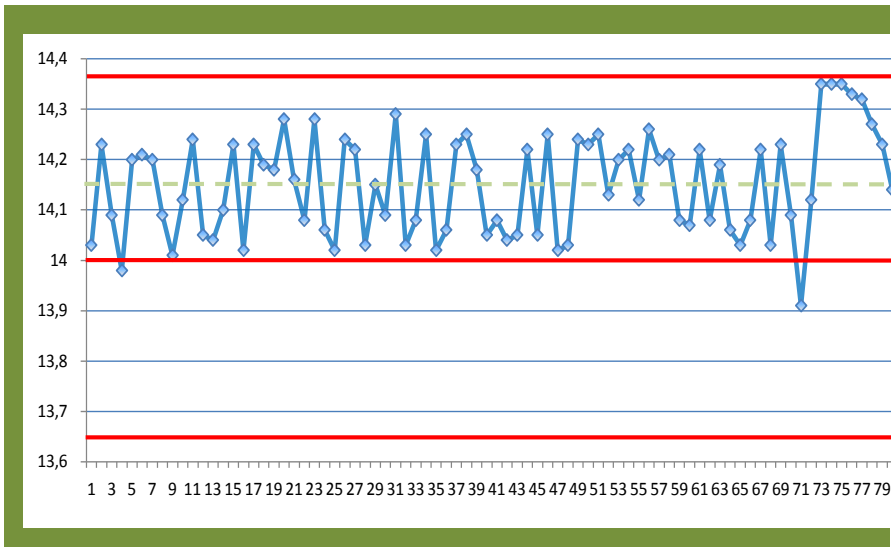
$$CP_K = \frac{0{,}44 - 2(0{,}15)}{0{,}61}$$

$$CP_K \cong 0{,}23$$

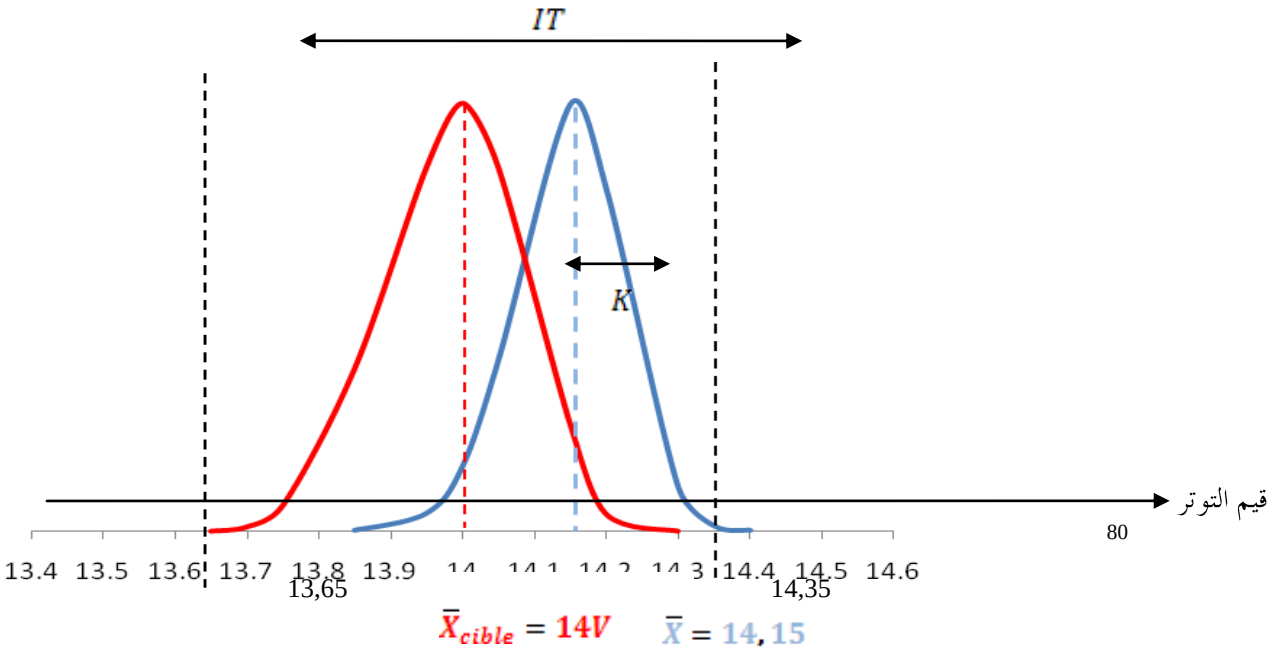
وبهذا نجد أن قيمة $CP_K \cong 0{,}23$ أقل من 1 وبالتالي هذه الوجبة المنتجة غير قادرة على تحقيق مواصفات الجودة والشكل (2) التالي الذي قمنا بإعداده بأنفسنا يبين صحة النتيجة التي توصلنا إليها إضافة إلى الشكل (3) الذي يبين دور نظام 6 سيجما في إظهار تشتت القيم حول الوسط الحسابي وما هي قيمة K وكيف يتم إظهارها.

الشكل رقم (2) : تشتت القيم حول $\overline{X}$





شكل رقم (3): يوضح انحراف تشتت القيم عن الوسط الحسابي $\overline{X}_{cible}$



يوضح كل من الشكل (4) والشكل (5) تشتت قيم القياسات الكهربائية للتوتر الخاصة بالمنتوج RI126 حيث وجدنا أن هذه الوجبة لا تتوافق مع المواصفات القياسية والتقنية (lot non capable) وهذا ناتج

بوجود وحدات غير مطابقة للمواصفات المحددة، وحتى تكون هذه الوحدات مطابقة للمواصفات يجب أن تكون مكوناتها مطابقة للمواصفات خلال العملية الإنتاجية وبالتالي نظام 6 سيجما يساعد في التقليل من الانحرافات عن طريق تحسين العملية الإنتاجية فيساعد على تحديد الأهداف للعمل على تحقيقها والتي تساعد على تحليل النتائج وإمكانية قياس تراكم العيوب وتحليلها فور وقوعها.

الخاتمة:

يمكن تطبيق منهجية 6 سيجما على أي عملية و في أي مؤسسة مهما كان نوع نشاطها ، بحيث يتطلب تطبيقها إستثمار كبير في إكتساب كل المعرفة و المهارة لتطبيق 6سيجما ، التكاليف المتعلقة بالتحليل و بمراجعة البيانات ، و حتى تكاليف عمليات التحسين و التطوير،و لهذا تستعمل هذه المنهجية في المؤسسات الصناعية الكبيرة .

و مع تزايد الإهتمام بالجودة في المؤسسات الجزائرية و محاولتها إكتساب ثقافة التحسين المستمر من أجل تطوير مقوماتها أصبح تطبيق نظام 6 سيجما أمر ضروري خاصة على العمليات الإستراتيجية من أجل تعظيم الأرباح و زيادة الإستثمار للمؤسسة و بالتالي تحقيق الجودة الشاملة كإضافة خطوط إنتاجية ، تحقيق أرقام قياسية في التشغيل وتحسن كبير في القيمة لكل من المؤسسة و عملائها .

المراجع :

BAMFORD.D, GREAT BAIVKS. R, « The use of Quality Management Tools and Techniques : a study of application in every day situation » , International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 22 N° 4, 2005, PP 376-392.

BHOTE.K.R, « The power of Ultimate Six Sigma: system for Moving Beyond Quality Excellence to Total Business Excellence » , AMACOM edition, American Management Association, Broadway, New York, pp101-110. DERET.D, PILLET.M , «Qualité en production de l'ISO 9000 à Six Sigma », 3éme édition, éditions d'Organisation, France, 2005, p102.

GILLIOT. J, « Zoom sur la méthode de six sigma », BPMS info, 04.09.2009, P6.

PILLET.M , « Six Sigma : Comment l'appliquer » , edition d'organisatio, France, 2004, p89.

PYZDEK Thomas, «The six sigma project planner, A Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma project Through DMAIC», McGraw-Hill edition, United States of America, 2003, pp102-108 .

عبد الحميد البلداوي، زينب شكري محمود، إدارة الجودة الشاملة والتقنيات الحديثة، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن، 2006، ص 106.

سرور على إبراهيم، الرقابة على الجودة، المكتبة الأكاديمية، القاهرة ، 1995، ص 60.