ASJP
Algerian Scientific Journal Platform

المجلد 19/العدد 1 / جوان 2023 دفاتر MECAS

تحليل مقدرة العملية الإنتاجية الخاضعة للتوزيع الطبيعي لخريطة المراقبة للمتغيرات

Analysing the ability of the production process subject to the normal distribution of the control chart of the variables

عابد علي [1]

أستاذ محاضر "أ"/ مخبر تطوير المؤسسة الإقتصادية الجزائرية / جامعة إبن خلدون تيارت

ali.abed@univ-tiaret.dz

شريف محمد [2]

أستاذ محاضر "أ"/ مخبر تطوير المؤسسة الإقتصادية الجزائرية / جامعة إبن خلدون تيارت

mohamed.cherif@univ-tiaret.dz

قايد غربي محمد أمين [3]

طالب دكتوراه / مخبر تطوير المؤسسة الإقتصادية الجزائرية / جامعة إبن خلدون تيارت

mohamedamine.kaidgharbi@univ-tiaret.dz

قُدم للنشر في: 2022-03-04 , قبل للنشر: 2023-03-31 , نشر في : 2023-06-02

الملخص:

حاولنا من خلال هذه الدراسة والتي تمت في مؤسست سوترفيت بتيارت،إظهار مدى قدرة المؤسسات على الوفاء بمخرجات العملية الصناعية ومدى ملائمتها للمواصفات المطلوبة،وذلك من اجل كسب رضا العملاء والمحافظة على حصتها في السوق من خلال جودة منتجاتها ،حيث أن جميع المشاهدات للعملية الإنتاجية كانت ضمن حدي السيطرة العلوي والسفلي لخريطة المتوسط الحسابي والمدى ،مما يعني أنها مستقرة إحصائيا ولكن هذا الإستقرار لا يعني ان مخرجات العملية الصناعية مطابق لمواصفات الإنتاج، لذا لابد من تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية باستعمال مؤشرات المقدرة ،هذه الخيرة لها القدرة على إكتشاف عيوب المخرجات الصناعية من خلال معرفة مدى مطابقة الأداء الفعلي مع المواصفات المطلوبة، وقد كانت هذه المؤشرات جميعها اقل من الواحد الصحيح مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

الكلمات المفتاحية : خريطة المتوسط الحسابي، خريطة المدى،جودة المنتجات الصناعية،مؤشر مقدرة العملية، مؤشر نسبة المقدرة

تصنيف JEL:L52،M11،z21

Abstract :

We tried through this study, which was carried out at SOTREFIT -TIARET Institution in Tiaret, demonstrating the extent to which the institutions are able to meet the outputs of the industrial process and their suitability to the required specifications,This is in order to gain customer satisfaction and maintain its market share through the quality of its products as all observations of the production

[1] المؤلف المراسل

process were within the upper and lower control limits of the arithmetic mean and range chartWhich means that it is statistically stable, but this stability does not mean that the output of the industrial process is identical to the production specificationsTherefore, the ability of production processes must be analysed using the indicators of the ability that has the ability to detect defects in industrial outputs by knowing the extent to which actual performance matches the required specifications , all of these indicators were less than the correct one, which means that the institution does not have an actual ability to produce according to specifications

Keywords: : arithmetic mean chart, range chart, quality of industrial products, process capability index, estimated ratio index
Jel Classification Codes: L52،M11،z21

مقدمة :

تعتمد المؤسسات الإنتاجية على عنصر الجودة الذي يعتبر عاملا أساسيا في نجاح وتطوير المؤسسة خلال مراحل عمليات التصنيع، ومن المسلم به أن عملية تقييم نجاح أي مؤسسة يعتمد بشكل أساسي على جملة من المميزات والإعتبارات الأساسية واجبة التوفر في منتجاتها، ومن أهمها مدى مطابقة السلع المنتجة للمواصفات القياسية المطلوبة، ومدى تلبيتها لمتطلبات المستهلك وتوقعاته وإحتياجاته الفعلية.

ولضمان أن يكون الإنتاج مطابق للمواصفات القياسية يجب معرفة الطرق التقنية المستخدمة في الصناعة من أجل ضبط جودة العمليات الصناعية ومن بين هذه الطرق الإدارية المستخدمة هي خرائط الجودة للمتغيرات وطريقة تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية باستخدام مؤشرات المقدرة.

مما سبق يمكن أن نصيغ إشكالية البحث على النحو التالي

كيف تساهم طريقة تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية في المحافظة على جودة المخرجات الصناعية؟

-الفرضيات:

تساهم خرائط الجودة للمتغيرات في السيطرة على مخرجات العملية الصناعية.

-تساهم طريقة تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية في مطابقة مخرجات العملية الصناعية مع المواصفات المطلوبة.

-أهداف الدراسة:

-محاولة معرفة كيفية تطبيق خرائط الجودة للمتغيرات في العملية الصناعية.

-استخدام مؤشرات المقدرة في تحليل مخرجات العمليات الصناعية.

-منهجية الدراسة:

للإجابة على الإشكالية المطروحة واختبار صحة الفرضيات من عدمها إعتمدنا على المنهج الوصفي في وصف مفهوم مقدرة العمليات الإنتاجية على جودة المنتج ، كما استعنا بالمنهج التحليلي الذي يسمح بتحليل مختلف مؤشرات مقدرة العمليات لقياس جودة المنتج، و تم الإعتماد على الطرق الإحصائية لقياس جودة المنتج من خلال خريطة المراقبة للمتغيرات، وقد تم الإستعانة في هذه الدراسة على البرنامج الإحصائي minitab في رسم خريطة المراقبة للمتغيرات لكل من المتوسط الحسابي والمدى وحساب مختلف المؤشرات المقدرة للعمليات الإنتاجية.

1-تعريف مقدرة العملية: تعرف مقدرة العملية على أنها القدرة على مقابلة مواصفات التصميم، لذلك يشير الضبط الإحصائي للعملية إلى الرغبة في إيفاء العملية تحت السيطرة ضمن حد أعلى وحد أدنى للمواصفات، وعليه يجب أن يكون تباين العملية صغيرا إلى الحد الذي يسمح بإنتاج منتجات تقابل المواصفات المطلوبة، ولكن رغم بقاء العملية ضمن حدود ا ضبطها الإحصائي في أحيان

كثيرة لكنها قد لا تنتج سلع أو خدمات طبقا لمواصفات التصميم،لأن حساب حدود الضبط في خرائط الرقابة لا يستند على مواصفات التصميم بل على الوسط الحسابي والإنحراف المعياري لتوزيع العينة.

ويعبر غالبا عن مواصفات التصميم بالقيمة الإسمية (Nominal Value) أو التصميم المستهدف (Desing Target) أو السماحات (Tolerance) فوق أو أسفل القيمة الإسمية.[1]

وتقاس مقدرة العملية بمقارنة أدائها الفعلي بالمتطلبات أو المواصفات وتسمى العملية قادرة إذا كانت مستقرة وتوزيع مخرجاتها يتبع التوزيع الطبيعي و رياضيا يكون تشتت مخرجات العملية في تشتت/ إنتشار ستة انحرافات معيارية (six-sigma- spread)

وفي هذه الحالة يقع معظم مخرجات العملية ما بين حد السماح الطبيعي العلوي(UNTL) (upper Natural ToleranceLimit) وحدي السماح السفلي(LNTL)(Lower Natural Limit) أي ما بين:

$$LNTL = \mu - 3\sigma \quad \text{و} \quad UNTL = \mu + 3\sigma$$

وتقع(73, 99%) من مخرجات العملية التي لها توزيع طبيعي في حدود السماح الطبيعي.[2]

1-1مراحل دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وقياسها: يمكن تقسيم خطوات دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وقياسها إلى المراحل الثلاث التالية

أ–مرحلة التخطيط:تمثل مرحلة التخطيط الخطوة الأولى في إختيار خاصية من الخصائص المطلوب دراستها،لأن أي عملية في أغلب الأحيان تنطوي على عدة خصائص لكل منها نموذجه الخاص، والجدير بالذكر أن عدد الدراسات التي يتوجب إجرائها على عملية معينة يعتمد على المعلومات السابقة المتوفرة عنها، إذ من غير المنطقي أن نتعامل مع العمليات الإنتاجية القديمة التي تم إجراء دراسات سابقة عليها بالمستوى نفسه مع العمليات الإنتاجية الجديدة المفتقرة لهذا العدد من الدراسات، وعلى أي حال ينبغي عند إجراء أي دراسة تسجيل ظروف التنظيم والتشغيل بصورة متكاملة وبشكل دقيق لأن ذلك شرط أساس لتمكين مقدرة العملية التي سيتم إحتسابها من تشخيص ظروف الإختبار الموقعية الصائبة.[3]

ب-مرحلة التنفيذ: في هذه المرحلة يتم جمع البانات الضرورية لعملية حساب المقدرة فإنها محكومة بما يأتي

–جمع المعلومات في ظروف التشغيل الإعتيادية .

–عدم إعادة معايرة أدوات القياس خلال فترة تسجيل البيانات.

ج-مرحلة الحساب: في هذه المرحلة يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية ومؤشر المقدرة طبقا للمعادلة التالية:

تحسب مقدرة العملية الإنتاجية بموجب المعادلة التالية: مقدرة العملية=06× الإنحراف المعياري للمجتمع (s)

أما مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (C_p) فيحسب طبقا للمعادلة التالية :

$$C_p = \frac{T}{6' s}$$

حيث (T) هو التفاوت (Tolerance)[4]

2-1 العلاقة بين التوزيع الطبيعي ومقدرة العمليات: اثبتت الدراسات العملية أن معظم العمليات الإنتاجية والخدمية تتبع التوزيع الطبيعي ، ويمكن تحديد مقدرة العمليات على النحو التالي:

---

[1] عبد الكريم محسن،صباح مجيد النجار،(2012)،إدارة الإنتاج والعمليات،الطبعة الرابعة،الذاكرة للنشر والتوزيع،بغداد-العراق، ، ص599

[2] محمد عبد الرحمان إسماعيل،(2006)،الرقابة الإحصائية على العمليات،معهد الإدارة العامة،المملكة العربية السعودية، ص367

[3] إسماعيل إبراهيم القزاز،رامي حكمت الحديثي،عادل عبد المالك كوريل،(2009)،six sigma وأساليب حديثة أخرى في إدارة الجودة الشاملة، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان-الأردن،-ص ص90-91

[4] إسماعيل القزاز (2015) ،ضبط الجودة النظرية والتطبيق،دار دجلة ناشرون وموزعون،عمان-الأردن، ص ص199-201

-68.26% من المنتج تكون داخل حدود $m \pm s$ وتكون نسبة المعيب الخارجة عن هذه الحدود 31.74% أي مايعادل317400 وحدة معيبة في المليون.

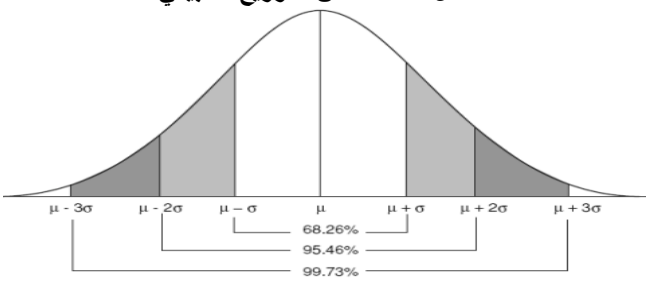
-95.46% من المنتج تكون داخل حدود $m \pm 2s$ وتكون نسبة المعيب الخارجة عن هذه الحدود 04.54% أي مايعادل45560 وحدة معيبة في المليون.

-99.73% من المنتج تكون داخل حدود $m \pm 3s$ وتكون نسبة المعيب الخارجة عن هذه الحدود 0.27% أي مايعادل2700 وحدة معيبة في المليون.

وتحدد مقدرة العملية بقيمة $6s$ ، اين تمثل (m) متوسط العملية و (s) إنحرافها المعياري[1]

والشكل1 يوضح ماسبق شرحه

الشكل1: خصائص التوزيع الطبيعي



المصدر:محمد أحمد عيشوني،(2013)، ضبط الجودة الإحصائي بإستخدام برامج الميكروسفت أكسل والمينيتاب،مرجع سبق ذكره، ص319

1- 3دراسة وتحليل مقدرة العملية: تتم دراسة مقدرة العملية الإنتاجية بتحديد وضع التوزيع الطبيعي بالنسبة لحدود الضبط (control limit) وحدود المواصفات (specification limits) وتسمح هذه الدراسة بتحديد نسبة الإنتاج المعيب ومقدرة العملية على تحقيق مواصفات التصميم وكذلك من تمكين التحكم في العملية، ولا يمكن دراسة مقدرة العملية إلا إذاكانت واقعة تحت الضبط الإحصائي (process in statistical control)،إضافة إلى هذا فإذا كانت العملية منضبطة إحصائيا أي أن جميع بيانات العملية في خرائط المراقبة تقع داخل حدود الضبط الإحصائي فهذا لا يعني بالضرورة مقدرتها على تحقيق المواصفات، لذلك ومن أجل دراسة مقدرة العملية يتوجب علينا مقارنة التوزيع التكراري للعملية مع حدود الضبط وحدود المواصفات.

إن دراسة مقدرة العمليات لا يمكن أن تتم بدون تحديد دقيق للعوامل التالية:

-حدود مواصفات محددة (specification limits)

-متوسط العملية (Process Mean)

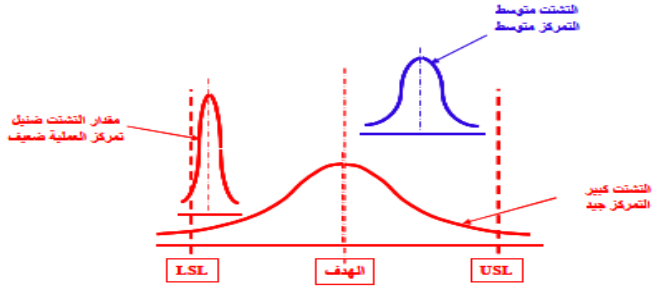
-مقدار التشتت في العملية (process standar deviation)

-الخاصية الإسمية للجودة (quality characteristic target)

يوضح الشكل02 الحالات الواقعية التي قد تحصل في العمليات الإنتاجية أو الخدمية وبين العلاقة بين موقع التوزيع التكراري للعملية وخصائصه المتمثلة في متوسط العملية ومقدار التشتت بها (الذي قد نعرفه من خلال المدى أو الإنحراف المعياري) وحدود المواصفات التي نسعى من خلال الدراسة على تحقيقها[1]

[1] محمد أحمد عيشوني،(2013)،ضبط الجودة الإحصائي بإستخدام برامج الميكروسفت أكسل والمينيتاب، المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي والترجمة بجامعة حائل، ص319

الشكل2:العلاقة بين خصائص التوزيع الطبيعي للعملية وحدود المواصفات



المصدر: محمد أحمد عيشوني، (2014)،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية ،مرجع سبق ذكره، ص328

وبما أن معظم العمليات الإنتاجية والخدمية لها توزيع طبيعي وعلما بأن مقدار التشتت في العملية يكون محدودا بين (3s -) و(3s +)أي أن مجال التشتت في العملية يكون مساويا ل(6s) ، لذلك فمن خلال مقارنة هذا المجال مع حدود المواصفات في العملية يمكن لنا الحصول على إحدى الحالات التالية:

الحالة الأولى: حدود المواصفات أكبر من تشتت العملية(6s)أي أن (USL - LSL) > 6s في هذه الحالة تكون العملية قادرة على تحقيق المواصفات ويمكن لنا تضييق مجال المواصفات حتى يصير المنتج (أو الخدمة) أكثر تماثلا وبذلك نحقق جودة عالية في المنتج بدون عمليات إعادة التشغيل أو إصلاح العيوب الشكل 3-أ

الحالة الثانية:حدود المواصفات مساوية لتشتت العملية(6s)أي أن (USL - LSL) = 6s في هذه الحالة تكون العملية قادرة على تحقيق المواصفات ولكن بصعوبة إذ أنه بمجرد إزاحة المتوسط ولو بنسبة بسيطة فسينجم عن هذا خروج نسبة كبيرة من المنتج خارج حدود المواصفات (الشكل3-ب)،في هذه الحالة يجب مراقبة العملية عن طريق خرائط المراقبة للمتغيرات.

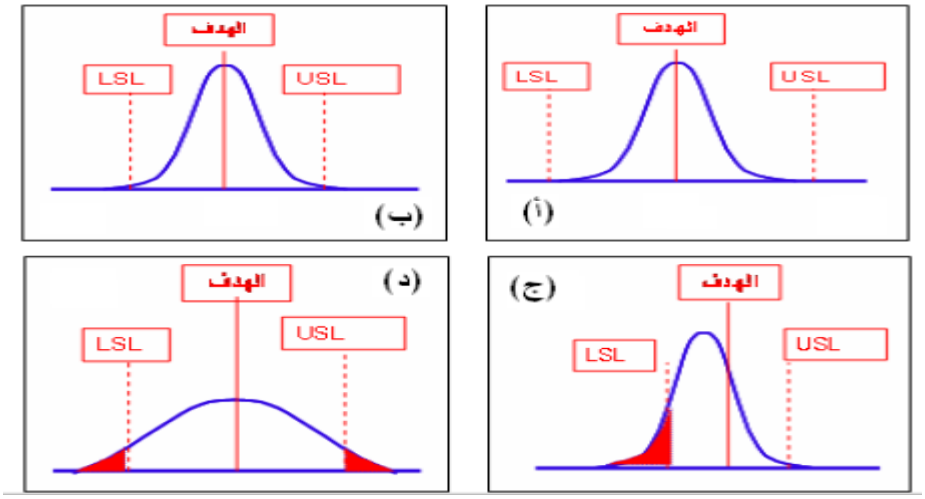
الحالة الثالثة: حدود المواصفات مساويةأو أكبر من تشتت العملية(6s)أي أن (USL - LSL) £ 6s مع إنحراف متوسط العملية عن الهدف، تكون العملية في هذه الحالة غير قادرة على تحقيق المواصفات كما يوضحه الشكل (3-ج)إذ أن جزء كبيرا من المنتج يكون خارج حدود المواصفات وهو إنتاج معيب.

الحالة الرابعة:حدود المواصفات أصغر من تشتت العملية (6s)أي أن (USL - LSL) > 6s في هذه الحالة تكون العملية غير قادرة على مطلقا على تحقيق المواصفات بغض النظر على تمركزها من عدمه الشكل (3-د)وتعتبر هذه الحالة أسوء حالة يمكن أن تصل إليها العملية وقد تقع في معظم الأحيان دون أن ينتبه إليها الفريق القائم على العملية ذاتها، وينصح في هذه الحالة مراجعة العملية مراجعة كلية ةإجراء تعديلات جوهرية عليها إضافة إلى إجراء التفتيش الكلي عن المخرجات العملية.[2]

[1] محمد أحمد عيشوني،(2014)،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية،الرياض-المملكة العربية السعودية،دار الأصحاب للنشر والتوزيع، ص327

[2] محمد أحمد عيشوني،،(2014)،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية،مرجع سبق ذكره، ص ص328-329

الشكل3:معاينة مقدرة العمليات لمختلف الحالات الممكنة



المصدر: محمد أحمد عيشوني،(2014)،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية،مرجع سبق ذكره، ص330

4-1 الخطوات العملية لدراسة مقدرة العمليات: لا يمكن إجراء دراسة وتحليل مقدرة العملية إلا إذاكانت هذه الأخيرة تقع تحت الضبط الإحصائي وكانت خصائص الجودة تتبع التوزيع الطبيعي، ومن أجل إجراء هذه الدراسة يمكن لنا إتباع الخطوات العملية التالية والتي تمثل كل خطوة منها أداة لدراسة مقدرة العملية:

1-دراسة إستقرار العملية ومقدرتها عن طريق رسم خرائط المراقبة للمتغيرات (control chart)

2-دراسة ما إذا كانت العملية تحقق المواصفات عن طريق رسم المدرج التكراري (frequency distribution or histograms)

3-حساب مؤشرات المقدرة (capability indices)[1]

2-مؤشرات مقدرة العمليات: تقاس مقدرة العملية بحساب عدة مؤشرات تعرف بمؤشرات المقدرة(Capabiliti Indices)، وتعتبر هذه المؤشرات من المقاييس المهمة التي تستخدم بصورة روتينية في برامج مراقبة الجودة في معظم التطبيقات، ويرجع شيوع إستخدام هذه المؤشرات إلى سهولة حسابها وتفسيرها كما انها تستخدم لمقارنة أداء عمليات مختلفة نظرا إلى ان هذه المؤشرات تتميز بعدم وجود وحدة قياس لها[2]، ومؤشرات مقدرة العمليات هي مقاييس بسيطة تستعمل في تحديد العلاقة بين تشتت العملية وحدود المواصفات وبالتالي يمكن من خلالها معرفة مدى مقدرة العملية على تحقيق المواصفات من عدمه وهذا دون اللجوء إلى رسم المدرج التكراري أو خرائط المراقبة للعملية[3]. وتحسب هذه المؤشرات في حالة كانت مخرجات العملية تخضع للتوزيع الطبيعي أو لا تخضع للتوزيع الطبيعي[4]، ومن بين هذه المؤشرات نذكر مايلي

[1] محمد أحمد عيشوني،،(2013)،ضبط الجودة الإحصائي بإستخدام برامج الميكروسفت أكسل والمينيتاب، مرجع سبق ذكره، ص325

[2] تهاني محمد الخليفة الطيب الحسن، (2020)،دور خرائط المراقبة في ضبط جودة المنتجات في شركة أبو كليوة، ، بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في إدارة الجودة،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، ص 33

[3] محمد أحمد عيشوني،(2014)،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية،مرجع سبق ذكره، ص 334

[4] حساب مقدرة العمليات في حالة كون مخرجات العملية لا تخضع للتوزيع الطبيعي هي خارج نطاق هذا البحث.

2-1مؤشر مقدرة العملية (C_p): إذا كانت العملية مستقرة وتوزيع مخرجاتها يتبع التوزيع الطبيعي، فإن تشتت المخرجات يكون في مدى ستة إنحرافات معيارية (6σ)ويسمى هذا المدى بتشتت العملية الفعلي،(Process Spread Actual) ،ويعرف أيضا بصوت العملية (voice of the process)،أما المسافة بين حدي المواصفات العلوي والسفلي فيعرف بالإنتشار المسموح به (allowable process)أو الممكن قبوله في خاصية الجودة ويعرف بصوت العميل(voice of the customer)، ومؤشر المقدرة(C_p) هو نسبة الإنتشار المسموح به للإنتشار الفعلي،ورياضيا يتم حسابه حسب الصيغة التالية:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6s} \quad .....(01)$$

حيث أن USL هو حد المواصفات العلوي في حين LSL هو حد المواصفات السفلي، أما σ فهو الإنحراف المعياري الحقيقي لمخرجات العملية.

وفي الواقع العملي غالبا ماتكون قيمة الإنحراف المعياري لمخرجات العملية مجهولة، لذا يتم تقديره من بيانات العينة ويأخذ مؤشر مقدرة العملية (C_p) الصيغة التالية:

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \quad .....(02)$$

حيث $\hat{\sigma}$ مقدر الإنحراف المعياري لمخرجات العملية، ويتم حسابه بإستخدام إحدى المعادلات التالية:

$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$ أو $\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4}$ في حالة المجموعات الجزئية، و $\hat{\sigma} = \frac{\overline{MR}}{d_2}$ في حالة المشاهدات الفردية.[1]

ويتم تفسير مقدرة العملية الممركزة التي تتبع مخرجاتها التوزيع الطبيعي حسب ثلاث قيم لمؤشر المقدرة(C_p) كمايلي:

-إذا كان$C_p>1$ يعني أن مدى تشتت المواصفات المشروطة أكبر وأوسع من مدى تشتت متوسطات العينات أو مقاييس الجودة عموما في العملية الإنتاجية المنضبطة، وهذا يعني وقوع المنتجات ضمن المواصفات المشروطة وبمعنى آخر نستنتج بأن العملية الإنتاجية ذات قدرة أو قابلية تتطابق مع أو تفوق الشروط المفروضة للجودة.

- إذا كان$C_p=1$ يعني تطابق أو تساوي مدى تشتت المواصفات مع مدى تشتت مقاييس الجودة في العملية الإنتاجية، وهذا يعني أيضا أن العملية الإنتاجية ذات قدرة تتطابق تماما ولا تفوق المواصفات والشروط المفروضة للجودة.

- إذا كان$C_p<1$ يعني أن مدى تشتت المواصفات المشروطة أصغر أو ضيق من مدى تشتت مقاييس الجودة في العملية الإنتاجية المنضبطة، مما يعني أن قدرة العملية الإنتاجية ليست ضمن الشروط المفروضة والمطلوبة أو بعبارة أخرى يقال عن العملية الإنتاجية بأنها غير قادرة على مطابقة المواصفات المطلوبة .[2]

إلا أن بعض الشركات العالمية تبنت قيمة $C_p=1.33$ كهدف أدنى في عملياتها الإنتاجية وهذا بتحديد حدود المواصفات على $(\pm 4s)$ من المركز مما يؤدي إلى حدوث نسبة من المنتج المعيب ب 0.0063% أي مايعادل63 قطعة معيبة في المليون.

وكقاعدة عامة يتم الحكم على مقدرة العملية بناءا على هذا المؤشر كمايلي:

-إذا كان $C_p<1$ تعتبر العملية غير قادرة على تحقيق المواصفات ويجب مراجعتها.

-إذا كان $1< C_p <1.6$ العملية الإنتاجية مقدرتها متوسطة ويستحسن إجراء تحسينات عليها.

---

[1] ضحى محمود أحمد محمود، لينا عبد القادر الأمين إبراهيم ،(2016)،تطبيق خرائط ضبط الجودة بإستخدام SPSS، ،مذكرة تخرج لنيل درجة البكالريوس،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا،ص ص 43-44

[2] علاء الدين القبانجي، حسام حمامه كمرجي،(2012)، الإحتمال والإحصاء،منشورات جامعة دمشق، دمشق-سوريا، ص412

-إذا كان C_p>1.6 العملية الإنتاجية مقدرتها جيدة.[1]

2-2مؤشر نسبة المقدرة (C_r): هو نسبة التشتت الفعلي لمخرجات العملية للمدى المسموح به، ورياضيا يتم حسابه بإيجاد معكوس مؤشر المقدرة $\left(C_p\right)$، أي أن:

$$C_r=\left(\frac{1}{C_p}\right)\times 100=\left(\frac{6\sigma}{USL-LSL}\right)\times 100.....(03)$$

يقيس هذا المؤشر نسبة استخدام العملية لمدى المواصفات المسموح به، وتشير المعادلة أعلاه إلى أن العلاقة بين مؤشر المقدرة ونسبة المقدرة عكسية.[2]

3-2 مؤشر المقدرة في حالة المواصفات ذات الطرف الواحد (one-sided specification): يعاب على مؤشر المقدرة (C_p) انه يستخدم فقط لقياس مقدرة العمليات التي لها حدا مواصفات علوي/أعلى وسفلي/أدنى،غير أنه في حالات كثيرة تكون المواصفات الموضوعة لمنتج أوخدمة ما ذات إتجاه واحد،أي يتم عادة في هذه الحالات تحديد إما قيمة علوية أو قيمة سفلية لمخرجات العملية، وفي هذه الحالة يتم حساب مؤشر المقدرة حسب الصيغتين التاليتين:[3]

-في حالة حد مواصفة علوي

$$C_{pu}=\frac{USL-\mu}{3\sigma}.....(04)$$

-في حالة مواصفة سفلي

$$C_{pl}=\frac{\mu-LSL}{3\sigma}.....(05)$$

4-2 مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة (C_{pk}): من عيوب مؤشر مقدرة العملية (C_p) أنه لا يؤخذ في الحسبان موقع الوسط الحسابي لمخرجات العملية بالنسبة لحدي المواصفات،إذ يقيس المؤشر التشتت المسموح به (مدى المواصفات) منسوبا للتشتت الفعلي، ولتحديد تأثير تمركز العملية على مقدرة العملية يستخدم مؤشر (C_{pk}) والذي يأخذ الصيغة التالية:

$$C_{pk}=\min\left[C_{pu}=\frac{USL-\mu}{3\sigma},C_{Pl}=\frac{\mu-LSL}{3\sigma}\right]=\frac{\min\left(USL-\mu,\mu-LSL\right)}{3\sigma}$$

$$=\frac{d-|\mu-m|}{3\sigma}.....(06)$$

حيث أن: $d=\frac{(USL-LSL)}{2}$ و $m=\frac{(USL+LSL)}{2}$

[1] محمد أحمد عيشوني،(2014) ،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية،مرجع سبق ذكره، ص 336

[2] فاطمة الزهراء محمد الأمين عبد القادر محمد ،(2014)،التنبؤ بتقدير الحالات المحولة على أداء التأمين الصحي بإستخدام خرائط الجودة(دراسة تطبيقية على الحالات المحولة من الولايات 2005-2007)، ،بحث لنيل درجة الماجستير في افحصاء التطبيقي،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا،ص40

[3] محمد عبد الرحمان إسماعيل،(2006)،الرقابة الإحصائية على العمليات،مرجع سبق ذكره، ص372

ويلاحظ من هذه المعادلة أنه في حالة وجود مواصفات في إتجاهين (حد علوي وحد سفلي)،فإنه يتم حساب قيمتي C_{pu} وC_{pl}،وتؤخذ أقل القيميتين لتصبح قيمة لمؤشر C_{pk}، وبالتالي فإن مؤشر C_{pk} هو مؤشر مقدرة لمواصفات ذات طرف واحد لحد المواصفة الأقرب للوسط الحسابي للعملية، ويعرف K أحد دليلي المؤشر C_{pk} بالعامل K حيث:

$$K=\frac{(USL+LSL/2)-\mu}{(USL-LSL/2)}.....(07)$$

ويقيس عامل k مدى بعد مركز العملية (μ) من القيمة المستهدفة بين حدي المواصفات، وأن قيمة K تتراوح مابين الصفر والواحد الصحيح $(0\le K\le 1)$ وان العلاقة مابين مؤشري C_p وC_{pk} تأخذ الصيغة التالية:

$$C_{pk}=(1-K)C_p.....(08)$$

5-2 مؤشر المقدرة (C_{pm}): يستخدم مؤشر المقدرة (C_{pk}) لقياس مقدرة العمليات غير الممركزة التي يختلف الوسط الحسابي لمخرجاتها عن القيمة المستهدفة، وعلى الرغم من ذلك يعتبر هذا المؤشر مقياسا غير ملائم لقياس التمركز،ولقياس مركز العملية يستخدم مؤشر مقدرة أفضل، هو (C_{pm}) والذي يأخذ الصيغة التالية:

$$C_{pm}=\frac{USL-LSL}{6\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}=\frac{USL-LSL}{6\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i-T)^2}{N}}}.....(09)$$

حيث أن:

μ: الوسط الحسابي للمجتمع ويتم تقديره من بيانات العينة $\bar{x}$.

σ:الأنحراف المعياري لمجتمع ويتم تقديره من بيانات العينة ($\hat{\sigma}=\bar{s}/c_4$ أو $\hat{\sigma}=\bar{R}/d_2$).

T: القيمة المستهدفة،وهي نصف المسافة بين حدي المواصفات $\frac{USL+LSL}{2}$

N: عدد المشاهدات.[1]

ويلاحظ أن قيمة كل من C_{pk} و C_{pm} تتساوى مع قيمة مؤشر C_p عندما يكون الوسط الحسابي للعملية مساويا للقيمة المستهدفة ($\mu=T$).

وأشار بارلرويسولوسكي(ParalWesolowsky ,1999) إلى العلاقة التالية بين مؤشرات C_{pk} و C_{pm} وC_p في حالة القيمة المستهدفة T مساوية لنصف المسافة بين حدي المواصفات والتي تعطى بالصيغة التالية

$$T=\frac{1}{2}(USL+LSL).....(10)$$

كما أن مؤشر مقدرة العمليات غير الممركزة C_{pk} يمكن إعطائه بدلالة كل من مؤشر مقدرة العملية (C_p) و مؤشر المقدرة (C_{pm}) بالصيغة الرياضية التالية:

$$C_{pk}=C_p-\frac{1}{3}\sqrt{\left(\frac{C_p}{C_{pm}}\right)^2-1}.....(11)$$

[1] محمد عبد الرحمان إسماعيل،(2006) ،الرقابة الإحصائية على العمليات،مرجع سبق ذكره ،ص376

بإعادة ترتيب المعادلة (11) نحصل على:

$$C_{pm}=\frac{C_p}{\sqrt{1+9\left(C_p-C_{pk}\right)^2}}\Rightarrow C_p=C_{pm}\sqrt{1+9\left(C_p-C_{pk}\right)^2}\ldots\ldots\ldots\ldots(12)$$

6-2 مؤشر المقدرة (C_{pmk}): طور كل من (Pearn , Kotz and Johnson ,1992) مؤشراً آخر قريباً من مؤشر (C_{pm}) يعرف بالجيل الثالث و يأخذ الصيغة التالية:

$$C_{pmk}=\frac{\min\left\{USL-\mu,\mu-LSL\right\}}{3\sqrt{\sigma^2+\left(\mu-T\right)^2}}=\frac{d-\left|\mu-m\right|}{3\sqrt{\sigma^2+\left(\mu-T\right)^2}}\ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

حيث أن: $d=\frac{(USL-LSL)}{2}$ و $m=\frac{(USL+LSL)}{2}$. و يلاحظ أنه في حالة تمركز العملية في القيمة المستهدفة($\mu=T$)تتساوى قيم مؤشري C_{pk} و C_{pmk} ، في حين تقل قيمة C_{pmk} عن C_{pk} في حالة اختلاف الوسط الحسابي للعملية عن القيمة المستهدفة($C_{pmk}<C_{pk}$ for $\mu\neq T$). كما يلاحظ في حالة تساوي قيم الوسط الحسابي لمخرجات العملية والقيمة المستهدفة ونصف المسافة بين حدي المواصفات $\left(m=T=\mu\right)$ تتساوى قيم مؤشرات المقدرة ، أي أن: $C_p=C_{pk}=C_{pm}=C_{pmk}$

والمعادلة التالية توضح العلاقة بين مؤشرات المقدرة الأربعة :[1]

$$C_{pmk}=\frac{C_{pm}\times C_{pk}}{C_p}\ldots\ldots\ldots\ldots(14)$$

3-الدراسة التطبيقية

3-1التعريف بالمؤسسة الصناعية سوترفيت تيارت:

هي مؤسسة إنتاجية خاصة بتحويل المنتجات الطويلة **TPL**والتي تعتبر من بين أقدم المؤسسات في الجزائر،وذلك من خلال التطرق إلى تقديمها وذكر مختلف فروعها عبر المناطق المختلفة من ربوع الوطن، وتسليط الضوء على فرع تيارت**SOTREFIT** إضافة إلى الهيكل التنظيمي له ونوعية المنتجات التي يختص بها هذا الفرع وكذا ذكر مراحل الإنتاج وسياسة الجودة التي يتبعها.

وقد أنشأت مؤسسة تحويل المنتجات الطويلة **TPL** سنة 1983 بعد إعادة هيكلة الشركة الوطنية لصناعة الحديد والصلب السابقة، تختص**TPL**في تحويل المنتجات الحديدية الطويلة ولقد تمكنت هذه الأخيرة بفضل فروعها الستة المنتشرة على كامل التراب الوطني من توفير تشكيلة متنوعة من المنتجات تخص مختلف القطاعات كالزراعة، الصناعة،البناء،الأشغال العمومية أو الحرفية، كما تتعدد استعمالات منتجاتها من أسلاك مدرفلة بمقاييس ونوعيات مختلفة،منتجات التلحيم والصلب الخاص بالبناء، وهي تحتل مركز الريادة على المستوى الوطني بفضل قدراتها الإنتاجية وكفاءة العاملين وشبكة التوزيع الواسعة كما لا ننسى خبرتها الواسعة والطويلة في مجال تحويل المنتجات الحديدية وهذا ما شجعها على توسيع مبيعاتها حتى على المستوى الخارجي بدءا من دول المغرب العربي و إفريقيا.

[1] محمد عبد الرحمان إسماعيل ،(2006)،الرقابة الإحصائية على العمليات،مرجع سبق ذكره ،ص ص 377-378

تعتبر مؤسسة سوتريفيت احد فروع مؤسسة **TPL** وهي بذلك عبارة عن مؤسسة عمومية ذات طابع اقتصادي أنشأت في **01** جانفي **1989** كشركة ذات أسهم وكانت كنتيجة حتمية لإعادة هيكلة الشركة الوطنية لصناعة الحديد ومشتقاته، تمتلك سوتريفيت الأملاك العقارية التالية:

المساحة الإجمالية: 249400م^2

المساحة المغطاة:56882م^2

تقع سوتريفيت **SOTREFIT** على بعد **2كلم** من مقر ولاية تيارت بالمنطقة الصناعية زعرورة ولقد تم وضع الطاقة الصناعية ومعظم تجهيزات الإنتاج وكذا التركيبات المرتبطة بمساعدة المصنع الإيطالي (دانييلي).

تقوم المؤسسة بإنتاج العديد من الأسلاك منها الأسلاك المرفلة الملساء والأسلاك شبه الصلبة لصناعة النوابض،وسلك الحزم والسلك المخمر والسلم المغلفن.

وفي هذه الدراسة التطبيقية سوف نقوم بإختيار أحد هذه الأسلاك لدراسة مقدرة العمليات باستخدام خريطة المراقبة للمتغيرات.

2-3:خريطة المراقبة للمتغيرات

لدراسة مقدرة العمليات الإنتاجية باستخدام خريطة المتوسط الحسابي وخريطة المدى يجب أولا رسم هاتين الخريطتين والتأكد من أن جميع قيم المشاهدة تقع بين حدي الضبط الإحصائي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا

ولرسم خريطة المتوسط الحسابي وخريطة المدى نقوم بتسجيل القياسات المختلفة للسلك المراد دراسته(السلك شبه الصلب لصناعة النوابض) وذلك لمدة 20 يوم، وباستخدام العينة العشوائية تم اختيار 06 قياسات لكل يوم.

2-3-1خريطة المتوسط الحسابي والمدى:لرسم خريطة المتوسط الحسابي و المدى نستعين بالبرنامج الإحصائي minitab16.1 وذلك من خلال جدول القياسات التالي

الجدول1: القياسات06 للسلك المعدني

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	3,33	4,20	5,21	2,08	3,10	4,20
2	5,12	2,22	3,60	4,25	3,12	4,15
3	3,20	4,55	2,22	3,45	4,12	3,19
4	5,12	4,20	3,33	4,88	5,12	4,12
5	4,66	2,33	7,12	4,19	3,80	5,12
6	3,55	5,12	6,12	5,19	4,25	6,19
7	3,39	4,25	5,55	4,25	2,22	6,19
8	5,23	5,29	3,12	4,88	2,89	4,66
9	5,56	4,12	3,33	2,15	3,47	2,56
10	3,25	4,55	5,45	3,15	4,12	3,25
11	4,25	6,15	3,66	7,12	4,19	4,10
12	3,18	6,22	6,66	4,15	3,18	5,44
13	6,66	4,12	3,18	4,19	3,19	5,12
14	4,55	3,15	4,20	2,08	3,16	3,25
15	4,25	5,55	6,12	5,12	4,12	3,15
16	3,18	4,18	3,18	4,88	3,20	2,25
17	3,25	4,88	4,50	3,50	4,25	2,28
18	3,33	4,55	4,20	6,25	3,12	2,21
19	3,25	4,12	5,20	4,18	3,18	3,00
20	4,25	5,20	3,00	2,18	4,65	4,25

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال جدول القياسات رقم1 نستخلص خريطة المتوسط الحسابي كالتالي

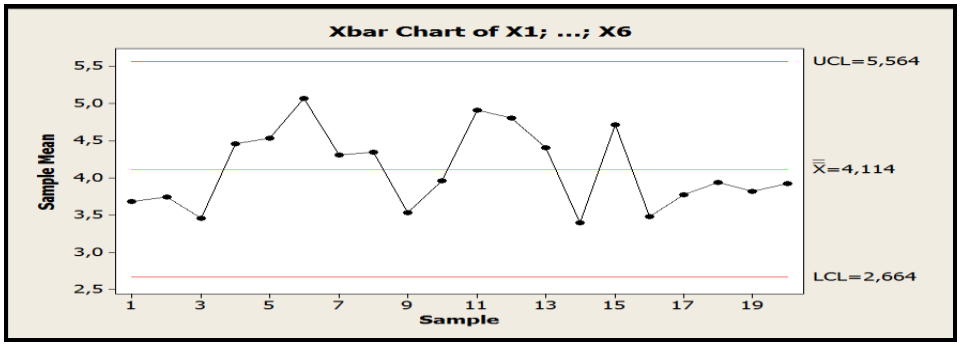
قيمة A_2 بالملحق رقم 01 - بالاستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab16.1 نحصل على خريطة المتوسط الحسابي

$$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + 3\frac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} = 04.114 + (0.483)(03) = 05.563$$

الشكل4: خريطة المتوسط الحسابي للسلك المعدني

$$CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} = 04.114$$

$$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - 3\frac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} = 04.114 - (0.483)(03) = 02.665$$



المصدر:من إعداد الباحثين باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

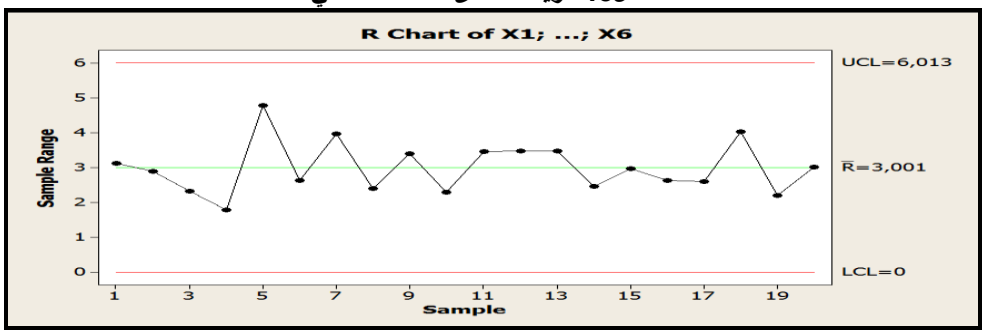
التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

3-2-2خريطة المدى: من نفس الجدول رقم1 السابق نستخلص خريطة المدى كالتالي

$$UCL_R = D_4\overline{R} = 02.004 \times 03 = 06.012$$
$$CL_R = \overline{R} = 03$$
$$LCL_R = D_3\overline{R} = 0 \times 03 = 0$$

و بالإستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab16.1 نتحصل على خريطة المدى

الشكل5: خريطة المدى للسلك المعدني



المصدر:من إعداد الباحثين باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

بما أن الخريطتان مستقرتان إحصائيا إذن يمكننا دراسة المقدرة العملية الإنتاجية لمخرجات صناعة السلك المعدني.

3-3 دراسة مقدرة العملية الإنتاجية: تقاس مقدرة العملية الإنتاجية بحساب عدة مؤشرات تعرف بمؤشر المقدرة، وتعتبر هذه المؤشرات من المقاييس المهمة التي تستخدم في برامج مراقبة الجودة في معظم المؤسسات ومن بين هذه المؤشرات سوف نستخدم الأنواع التالية:

1-**مؤشر مقدرة العملية**: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة رقم02 وبما أن تباين المجتمع مجهول يستدل عليه بتباين العينة والذي يحسب وفق العلاقة التالية:

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$$

يتم حساب متوسط المدى أما قيمة d_2 فيتم إستخراجها من الملحق رقم 01

$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n} = \frac{60.01}{20} = 03$$

$$\$ = \frac{\overline{R}}{d_2} = \frac{03}{02.534} = 01.184$$

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} = \frac{05.563 - 02.664}{(06)(01.184)} = 0.41$$

بعد الحساب نلاحظ أن: $\hat{C}_p = 0.41 \Rightarrow \hat{C}_p < 01$

في هذه الحالة تكون العملية غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات، أي ان بعضا من مخرجاتها غير مطابقة للمواصفات الموضوعة لها.

2-مؤشر نسبة المقدرة: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة رقم03 التالية:

$$C_r = \left(\frac{1}{C_p}\right) \times 100 = \left(\frac{06(\sigma)}{USL - LSL}\right) \times 100 \Rightarrow = \left(\frac{06(01.184)}{05.563 - 02.664}\right) \times 100 = 245\%$$

أي أن تشتت مخرجات العملية اكبر من التشتت المسموح به أي أن نسبة استخدامها لمدى المواصفات المسموح به اكبر من 100%

3-مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة (C_{pk}): يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$C_{pk} = \min\left[C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}, C_{Pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right] = \frac{\min(USL - \mu, \mu - LSL)}{3\sigma}$$

$$= \frac{d - |\mu - m|}{3\sigma}$$

، $d = \frac{(USL - LSL)}{2} = \frac{(5.563 - 2.664)}{2} = 01.45$

$$m = \frac{(USL + LSL)}{2} = \frac{(5.564 + 2.664)}{2} = 04.114$$

$$C_{pk} = \frac{d - |\mu - m|}{3\sigma} = \frac{01.45 - |04.114 - 04.114|}{3 \times 01.184} = 0.41$$

قيمة $C_{pk} = C_p$ أي أن العملية ممركزة.

4-مؤشر المقدرة C_{pm} : يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{06\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}$$

حيث T القيمة المستهدفة وهي تساوي نصف المسافة بين حدي المواصفات وتساوي

$$T = \frac{USL + LSL}{02} = \frac{05.563 + 02.664}{02} = 04.1135$$

$$C_{pm}=\frac{USL-LSL}{06\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}\Rightarrow C_{pm}=\frac{05.563-02.664}{06\sqrt{(01.184)^2+(04.114-04.1135)^2}}=0.41$$

كما يمكن حسابه انطلاقا من العلاقة التالية:

$$C_{pm}=\frac{C_P}{\sqrt{01+09(C_p-C_{pk})^2}}\Rightarrow C_{pm}=\frac{0.41}{\sqrt{01+09(0.41-0.41)^2}}=0.41$$

قيمة $C_{pm}<01$ اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

5-مؤشر المقدرة C_{pmk} : يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية:

قيمة C_{pmk} اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

كما يمكن الحصول على النتائج السابقة انطلاقا من مخرجات البرنامج الاحصائي **MINITAB16.1** كما هو موضح في الشكل التالي:

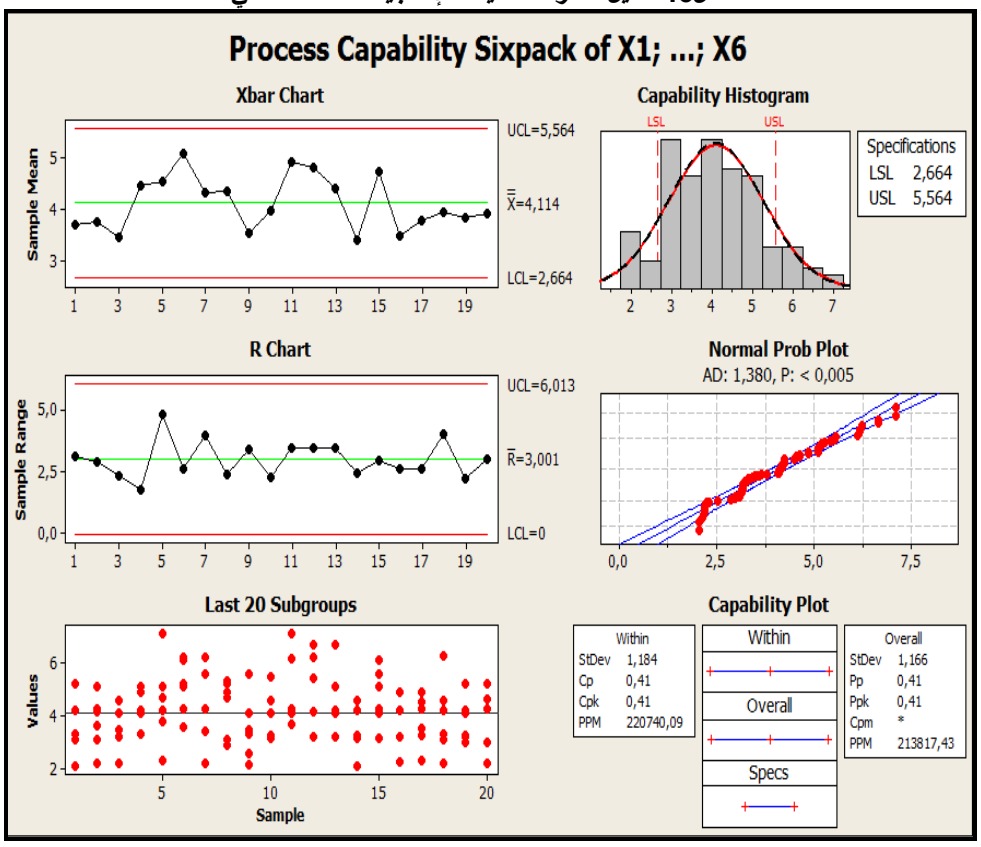
$$C_{pmk}=\frac{\min\{USL-\mu,\mu-LSL\}}{03\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}\Rightarrow C_{pmk}=\frac{\min\{05.563-04.114,04.114-02.664\}}{03\sqrt{(01.184)^2+(04.114-04.114)^2}}$$

$$C_{pmk}=\frac{\min\{01.449,01.45\}}{03.552}=\frac{01.449}{03.552}=0.41$$

قيمة $C_{pmk}<01$ اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

كما يمكن الحصول على النتائج السابقة انطلاقا من مخرجات البرنامج الاحصائي **MINITAB16.1** كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل6: تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية للسلك المعدني



المصدر:من إعداد الباحثين باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

الخاتمة:

تعتبر خرائط الجودة من بين أهم الأساليب المعتمدة من طرف كبرى الشركات العالمية لمراقبة جودة المنتجات الصناعية،وذلك بمراقبة صلاحية المنتوج من خلال حدي السيطرة العلوي والسفلي، وفي حال عدم وجود أي خروج للمنتج تعتبر العملية مستقرة إحصائيا،وهذا الإستقرار لا يعني ان المنتج مطابق للمواصفات ولمعرفة مدى مطابقة المنتج للمواصفات لابد من تحليل مقدرة العمليات بإستخدام مؤشرات المقدرة

ومن خلال الدراسة التطبيقية لأحد المنتجات الصناعية لمؤسسة سوتريفيت تبين أن مخرجات العملية كانت ضمن حدي السيطرة وفقا لخريطة المتوسط الحسابي وخريطة المدى، إلا أن تحليل مقدرة العمليات باستخدام مؤشرات المقدرة بين أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات لجميع المؤشرات المدروسة كالتالي

-مؤشر مقدرة العملية C_p كان أقل من الواحد الصحيح مما يعني أن العملية غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات، أي ان بعض من مخرجاتها غير مطابقة للمواصفات الموضوعة لها.

-مؤشر نسبة المقدرة C_r كانت أكبر من 100% مما يعني أن تشتت مخرجات العملية اكبر من التشتت المسموح به أي أن نسبة استخدامها لمدى المواصفات المسموح به اكبر من 100%.

- مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة C_{pk} أقل من الواحد الصحيح،كما ان قيمة هذا المؤشر تساوي قيمة مؤشر مقدرة العملية C_p أي $C_{pk} = C_p$ وبالتالي فالعملية ممركزة.

- مؤشر المقدرة C_{pm} أقل من الواحد الصحيح مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

- **مؤشر المقدرة** C_{pmk} هو الآخر أقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

قائمة المراجع :

الكتب

1-عبد الكريم محسن،صباح مجيد النجار،(2012)،إدارة الإنتاج والعمليات،الطبعة الرابعة،الذاكرة للنشر والتوزيع،بغداد-العراق.

2-محمد عبد الرحمان إسماعيل،(2006)،الرقابة الإحصائية على العمليات،معهد الإدارة العامة،،المملكة العربية السعودية،

3-إسماعيل إبراهيم القزاز،رامي حكمت الحديثي،عادل عبد المالك كوريل،(2009)،six sigma وأساليب حديثة أخرى في إدارة الجودة الشاملة، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان-الأردن.

4- إسماعيل القزاز،(2015)،ضبط الجودة النظرية والتطبيق،دار دجلة ناشرون وموزعون،عمان-الأردن.

5-محمد أحمد عيشوني،(2013)،ضبط الجودة الإحصائي بإستخدام برامج الميكروسفت أكسل والمينيتاب، المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي والترجمة بجامعة حائل.

6-محمد أحمد عيشوني،(2014)،ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية،الرياض-المملكة العربية السعودية،دار الأصحاب للنشر والتوزيع.

7-علاء الدين القبانجي، حسام حمامه كمرجي، (2012)،الإحتمال والإحصاء،منشورات جامعة دمشق، دمشق-سوريا.

المذكرات

1- تهاني محمد الخليفة الطيب الحسن ،(2020)،دور خرائط المراقبة في ضبط جودة المنتجات في شركة أبو كليوة، ، بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في إدارة الجودة،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

2- فاطمة الزهراء محمد الأمين عبد القادر محمد،(2014)، التنبؤ بتقدير الحالات المحولة على أداء التأمين الصحي بإستخدام خرائط الجودة(دراسة تطبيقية على الحالات المحولة من الولايات 2005-2007)، ،بحث لنيل درجة الماجستير في افحصاء التطبيقي،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

3- ضحى محمود أحمد محمود، لينا عبد القادر الأمين إبراهيم،(2016)، تطبيق خرائط ضبط الجودة بإستخدام SPSS، ،مذكرة تخرج لنيل درجة البكالريوس،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

الملحق 01:الثوابت المستخدمة في رسم خرائط المراقبة للمتغيرات

حجم العينة (n)	D_3	D_4	B_2	B_4	B_5	B_6	A_2	A_3	A_4	A_7	d_2	c_4	d_3
2	0	3.267	0	3.267	0	2.606	1.880	2.659	1.880	1.880	1,128	0.7979	0.853
3	0	2.574	0	2.568	0	2.276	1.023	1.954	1,187	1.607	1.693	0.8862	0.888
4	0	2.282	0	2.266	0	2.088	0.729	1.628	0.796	0.796	2.059	0.9213	0.880
5	0	2.114	0	2.089	0	1.964	0.577	1.427	0.691	0.660	2.326	0.9400	0.864
6	0	2.004	0.030	1.970	0.029	1.874	0.483	1.287	0.549	0.580	2.534	0.9515	0.848
7	0.076	1.924	0.118	1.882	0.113	1.806	0.419	1.182	0.509	0.521	2.704	0.9594	0.833
8	0.136	1.864	0.185	1.815	0.179	1.751	0.373	1.099	0.434	0.477	2.847	0.9650	0.820
9	0.184	1.816	0.239	1.761	0.232	1.707	0.337	1.032	0.412	0.444	2.970	0.9693	0.808
10	0.223	1.777	0.284	1.716	0.276	1.669	0.308	0.975	0.365	0.419	3.078	0.9727	0.797
11	0.256	1.744	0.321	1.679	0.313	1.637	0.285	0.927	0.350	0.399	3.173	0.9754	0.787
12	0.284	1.717	0.354	1.646	0.346	1.610	0.266	0.886	0.317	0.382	3.258	0.9776	0.778
13	0.308	1.693	0.382	1.618	0.374	1.585	0.249	0.850	0.306	0.368	3.336	0.9794	0.770
14	0.329	1.672	0.406	1.594	0.399	1.563	0.235	0.817	0.282	0.356	3.407	0.9810	0.763
15	0.348	1.653	0.428	1.572	0.421	1.544	0.223	0.789	0.274	0.346	3.472	0.9823	0.756
16	0.364	1.637	0.448	1.552	0.440	1.526	0.212	0.763	0.257	0.337	3.532	0.9835	0.750
17	0.379	1.622	0.466	1.534	0.458	1.511	0.203	0.739	0.250	0.329	3.588	0.9845	0.744
18	0.392	1.608	0.482	1.518	0.475	1.496	0.194	0.718	0.237	0.322	3.640	0.9854	0.739
19	0.404	1.597	0.497	1.503	0.490	1.483	0.187	0.698	0.231	0.315	3.689	0.9862	0.734
20	0.414	1.585	0.510	1.490	0.504	1.470	0.180	0.680	0.218	0.308	3.735	0.9869	0.729
21	0.425	1.575	0.523	1.477	0.516	1.459	0.173	0.663	0.215	0.303	3.778	0.9876	0.724
22	0.434	1.566	0.534	1.466	0.528	1.448	0.167	0.647	0.204	0.298	3.819	0.9882	0.720
23	0.443	1.557	0.545	1.455	0.539	1.438	0.162	0.633	0.202	0.292	3.858	0.9887	0.716
24	0.452	1.548	0.555	1.445	0.549	1.429	0.157	0.619	0.192	0.288	3.895	0.9892	0.712
25	0.459	1.541	0.565	1.435	0.559	1.420	0.153	0.606	0.191	0.284	3.931	0.9896	0.708

المصدر:محمد عبد الرحمان إسماعيل،(2006)،الرقابة الإحصائية على العمليات، ص435