

الباب السادس

مقدرة العملية الصناعية Process Capability

د. محمد عيشوني

دكتوراه ، أستاذ مساعد
قسم التقنية الميكانيكية ، الكلية التقنية بحائل ، ٢٠٠٥

m_aichouni@yahoo.co.uk
<http://aichouni.tripod.com>

مفاهيم عامة عن مقدرة العمليات

✱ إن دراسة مقدرة العمليات الانتاجية هي إحدى أهم تقنيات الضبط الإحصائي للعمليات (SPC).

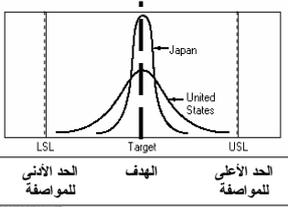
✱ إذ تسمح هذه الدراسة بالإجابة عن سؤال مهم و هو :
هل نظام التصنيع الذي لدينا قادر على إنتاج منتج
بنسبة أقل من العيوب و حسب رغبات و متطلبات
المستهلك و الزبون ؟



١ مفاهيم عامة عن مقدرة العمليات



• الواقع يؤكد أن وجود الاختلافات التصنيعية في وحدات المنتج يؤدي إلى تغيرات في خصائص المنتج و التي يمكن قياسها عن طريق المعاملات الإحصائية مثل المدى R، القيمة المتوسطة μ و الانحراف المعياري σ



• من خلال دراسة مقدرة العملية الانتاجية يمكن تحديد مقدرة العملية على تصنيع منتج حسب المواصفات المرغوب فيها من طرف المستهلك و المعرفة بحدود المواصفات

.(USL, LSL)

٢ مفاهيم عامة عن مقدرة العمليات أساسيات الضبط الاحصائي للعمليات

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{الانحراف المعياري}$$

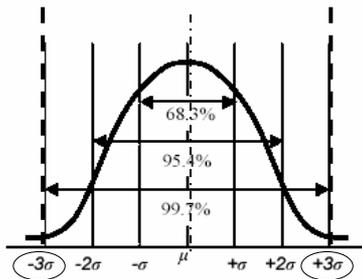


Figure1. Normal Distribution for many processes.

• معظم العمليات الانتاجية

تتبع التوزيع الطبيعي

. (Normal Distribution)

• مقدرة العملية الانتاجية

تحدد كالتالي :

١. 68.3 % من المنتج تكون في

حدود $(\mu \pm \sigma)$

٢. 95.4 % من المنتج تكون في

حدود $(\mu \pm 2\sigma)$

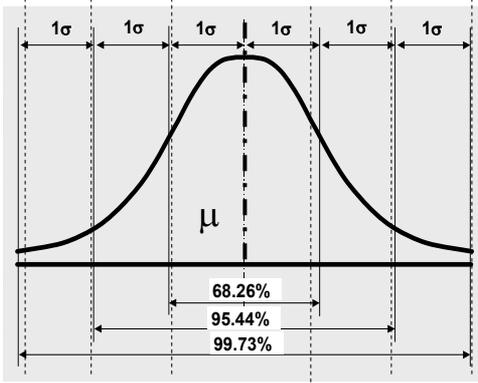
٣. 99.79 % من المنتج تكون في

حدود $(\mu \pm 3\sigma)$

مفاهيم عامة عن مقدرة العمليات ٣

أساسيات الضبط الإحصائي للعمليات

يسمح الانحراف المعياري σ بالتعرف على توزيع احتمالات حدوث قطع معيبة من المنتج :



يمكن تحديد نسبة المعيب الخارجة عن حدود المواصفات في حالة تثبتها على:

$$(\mu \pm \sigma) \quad 31.74\% = 317,400 \text{ dpm}$$

$$(\mu \pm 2\sigma) \quad 4.56\% = 45,560 \text{ dpm}$$

$$(\mu \pm 3\sigma) \quad 0.27\% = 2,700 \text{ dpm}$$

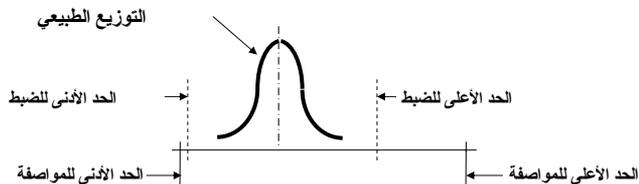
dpm : Defects per Million
(قطعة معيبة في المليون)

o

دراسة مقدرة العمليات

تتم دراسة مقدرة العملية الانتاجية بتحديد وضع التوزيع الطبيعي بالنسبة لحدود الضبط (Control Limits) و حدود المواصفات (Specification Limits) و تسمح هذه الدراسة بما يلي :

- تحديد نسبة الانتاج المعيب.
- تحديد مقدرة العملية الانتاجية
- تمكين ضبط و التحكم في العملية الانتاجية

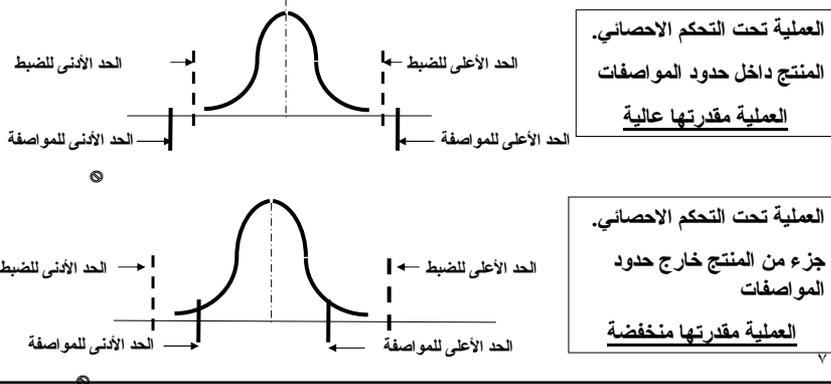


o

6

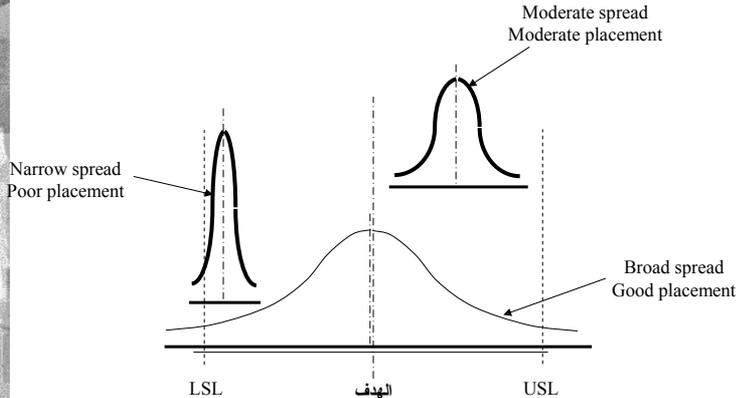
دراسة مقدرة العمليات

- لا نقوم بدراسة مقدرة إلا للعملية الانتاجية التي تخضع للتحكم الاحصائي (Process In Control) .
- إذا كانت العملية كذلك فهذا لا يعني بالضرورة مقدرتها على إنتاج حسب المواصفات (Specification Limits) .

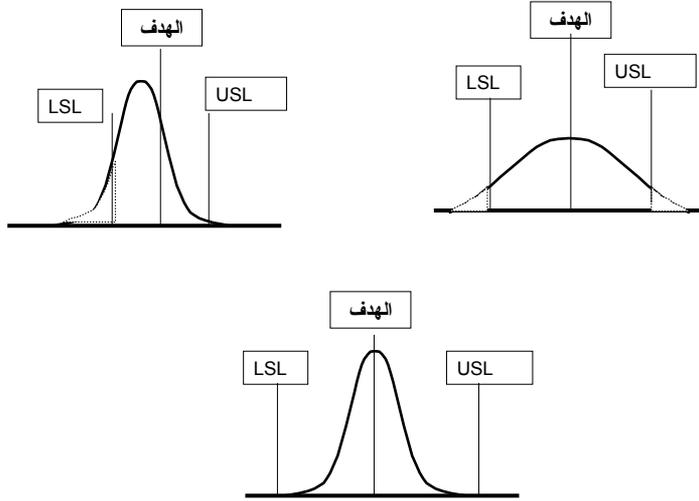


دراسة مقدرة العمليات

- تتم دراسة مقدرة العملية الانتاجية بالنسبة للعوامل التالية:
- حدود مواصفات محددة،
- تحديد متوسط للعملية الانتاجية
- تشتت العملية الانتاجية



معاينة مقدر ة العمليات



٩

الهدف من دراسة مقدر ة العمليات

- الهدف من دراسة مقدر ة العملية الانتاجية:
 - تحديد مقدر ة العملية الانتاجية
 - تحديد الاسباب التي تؤدي إلى التقليل من مقدر ة العملية
 - لإعطاء الثقة للزبون بمقدر ة العملية الانتاجية (توكيد الجودة)
 - لاقتراح التحسينات على العملية الانتاجية و هذاب:
 - تقليل العيوب في المنتج ، و في تكلفة المنتج
 - تقديم انتاج بمواصفات قياسية جيدة
 - تطبيق تقنيات الضبط الاحصائي للعمليات.

•

١٠

دراسة مقدرة العمليات



• يمكن حساب المقدرة بطريقة سريعة دون العودة إلى خرائط التحكم.

• الطريقة العملية قائمة على افتراض أن العملية تحت التحكم الاحصائي و هي كما يلي:

• نأخذ 25 عينة من المنتج تحتوي كل منها على 4 وحدات (n=4)

• نحسب مدى كل عينة : $R = X_{max} - X_{min}$

• نحسب متوسط مدى جميع العينات : $\bar{R} = \Sigma R / g = \Sigma R / 25$

• نحسب قيمة الانحراف المعياري : $\sigma = \bar{R} / d_2$ ($d_2 = 2.059$ $n=4$)

• $6\sigma =$ مقدرة العملية الانتاجية

•

11

دراسة مقدرة العمليات ٢

• بنفس الطريقة يمكن حساب المقدرة عن طريق حساب الانحرافات المعيارية s لكل العينات و قيمتها المتوسطة \bar{s} .

• الطريقة العملية كما يلي:

• نأخذ 25 عينة من المنتج تحتوي كل منها على 4 وحدات (n=4)

• نحسب الانحراف المعياري لكل عينة : s

• نحسب متوسط الانحرافات المعيارية : $\bar{s} = \Sigma s / g = \Sigma s / 25$

• نحسب قيمة الانحراف المعياري : $\sigma = \bar{s} / C_4$ ($C_4 = 0.9213$ $n=4$)

• $6\sigma =$ مقدرة العملية الانتاجية

ملاحظة هامة : لا تسمح هذه الطريقة بالحساب الدقيق لمقدرة العملية و إنما هي

قيمة تقريبية فقط و لا تستعمل إلا في ظروف خاصة

12

مثال عملي عن دراسة المقدرة

• أحسب مقدرة العملية الانتاجية من خلال قيم المدى ل 25 عينة من المنتج : 7,5,5,3,2,4,5,9,4,5,4,7,5,7,3,4,4,5,6,4,7,7,5,5,7

الحل

• نحسب متوسط مدى جميع العينات :

$$\bar{R} = \Sigma R / g = \Sigma R / 25 = (7+5+\dots+7) / 25 = 129 / 25 = 5.16$$

• نحسب قيمة الانحراف المعياري :

$$(d_2 = 2.059 \quad n=4) \quad \sigma = \bar{R} / d_2 = 5.16 / 2.059 = 2.51$$

• مقدرة العملية الانتاجية $6\sigma =$

$$6\sigma = 6 \times 2.51 = 15.1$$

◉

١٣

مثال عملي ٢ عن دراسة المقدرة

• بدأنا عملية انتاجية جديدة و أعطت دراستها مجموع الانحرافات المعيارية (ل 25 عينة من المنتج ، حجم العينة 4) قيمة 105. المطلوب حساب مقدرة هذه العملية.

الحل

• نحسب متوسط الانحرافات المعيارية : $\bar{s} = \Sigma s / g = 105 / 25 = 4.2$

• نحسب قيمة الانحراف المعياري :

$$(C_4 = 0.9213 \quad n=4) \quad \sigma = \bar{s} / C_4 = 4.2 / 0.9213 = 4.56$$

• مقدرة العملية الانتاجية $6\sigma =$

$$6\sigma = 6 \times 4.56 = 27.4$$

◉

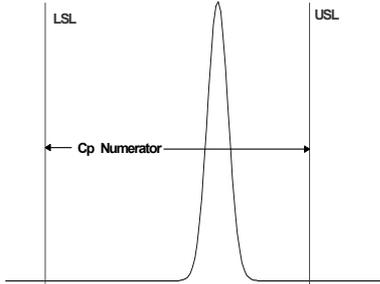
١٤

معامل المقدرة Cp

Capability Index Cp

معامل المقدرة (Cp) يسمح بمقارنة مقدار التشتت في العملية الانتاجية مع حدود المواصفات.

يمكن حساب هذا المعامل حسب القانون :



$$Cp = \frac{\text{UpperSpecLimit} - \text{LowerSpecLimit}}{6 \cdot \sigma}$$

$$Cp = (\text{USL} - \text{LSL}) / 6 \sigma$$

١٥

معامل المقدرة Cp

Capability Index Cp

• يسمح هذا المعامل بمعرفة مدى مقدرة العملية الانتاجية على تصنيع منتج حسب المواصفات.

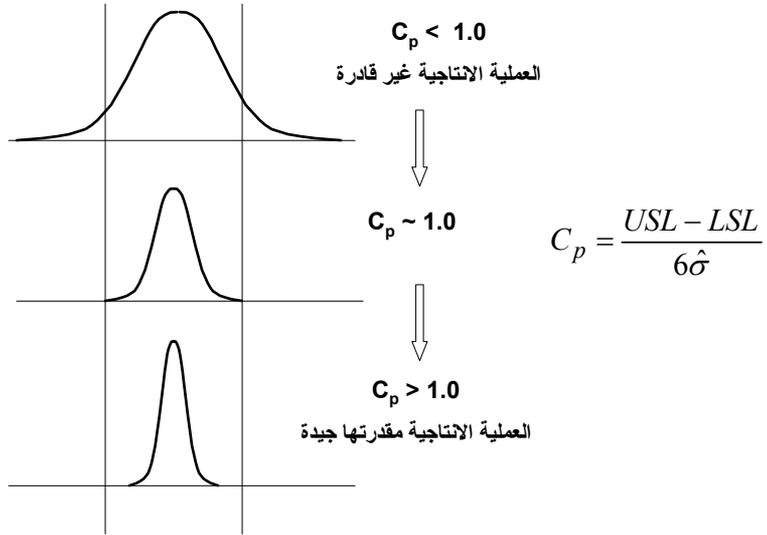
• كلما كان هذا المعامل أكبر كلما زادت مقدرة العملية الانتاجية.

• إذا كان $Cp < 1$ تعتبر العملية الانتاجية غير قادرة و يجب مراجعتها.

• إذا كان $1 < Cp < 1.6$ العملية الانتاجية مقدرتها متوسطة

• الهدف من دراسة مقدرة العملية الانتاجية:

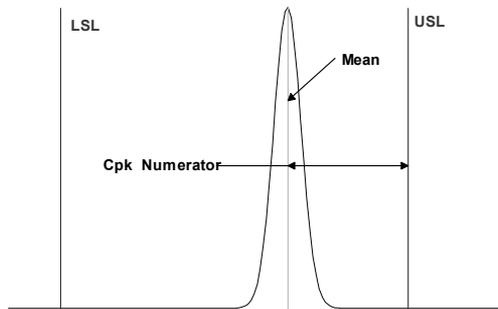
تحسين مقدرة العمليات الانتاجية Improvement in Capability



معامل المقدرة Capability Index Cpk

- يتم الحكم على مقدرة العملية الانتاجية كما يلي :
- مقياس لمقدرة العملية الانتاجية على إنتاج المنتج حسب المواصفات.
- يتم ذلك بمقارنة المواصفات مع متوسط العملية الانتاجية $\bar{x} = \mu$

$$Cpk = \text{Min} [(USL - \bar{x}), (\bar{x} - LSL)] / 3 \sigma$$



معامل المقدرة Cpk

Capability Index Cpk

• يمكن الحكم على مقدرة العملية حسب قيمة معامل المقدرة Cpk

• إذا كان $Cpk < 1$ تعتبر العملية الانتاجية غير قادرة.

• إذا كان $Cpk \geq 1$ تعتبر العملية الانتاجية مقدرتها جيدة

• معظم الشركات العالمية تبنت أدنى قيمة تساوي 1.33 للمعامل Cpk وهذا بناء على حدود مواصفات محددة ب (4σ) و بقبول نسبة منتج معيب تساوي (63 DPM) قطعة معيبة في المليون.

• الشركات الرائدة في مجال الجودة مثل (Motorola) تبنت قيمة ($Cpk=2$) بناء على حدود المواصفات على (6σ) و بالسماح للتغيرات في مجال (4σ) هذا ما يؤدي إلى نسبة معيب مثالية تعادل (0 DPM) وحدة معيبة في المليون. ← فلسفة الجودة 6σ

19

أمثلة عن حساب معامل المقدرة Cp

المثال 1

• مواصفات المنتج هي : $1.5 \pm 0.005 \text{ mm}$

• المعطيات من العملية الانتاجية أعطت البيانات التالية :

• القيمة المتوسطة : $\bar{x} = 1.490 \text{ mm}$

• الانحراف المعياري : $\sigma = 0.002 \text{ mm}$



• المطلوب دراسة مقدرة العملية الانتاجية.

20

حل المثال ١

• نقوم بدراسة مقدرة العملية الانتاجية عن طريق حساب معامل المقدره Cp حسب القانون :

$$Cp = (USL - LSL) / 6 \sigma$$

• نحسب حدود المواصفات :

$$USL = 1.5 + 0.005 = 1.505 \text{ mm} \quad \text{الحد الأعلى للمواصفة :}$$

$$LSL = 1.5 - 0.005 = 1.495 \text{ mm} \quad \text{الحد الأدنى للمواصفة :}$$

• نعوض في قانون Cp :

$$Cp = (USL - LSL) / 6 \sigma = (1.505 - 1.495) / (6 \times 0.002)$$

$$Cp = 0.01 / 0.012 = 0.833$$

• معامل المقدره العملية $Cp = 0.833 < 1$ ← العملية غير قادرة

٢١

حل المثال ١

• يمكن كذلك حساب معامل المقدره Cpk حسب القانون :

$$Cpk = \text{Min} [(USL - \bar{x}) / 3 \sigma, (\bar{x} - LSL) / 3 \sigma]$$

$$(USL - \bar{x}) / 3 \sigma = (1.505 - 1.490) / (3 \times 0.002) = 2.5$$

$$(\bar{x} - LSL) / 3 \sigma = (1.490 - 1.495) / (3 \times 0.002) = -0.833$$

$$Cpk = \text{Min} [2.5, -0.833] = -0.833 < 1$$

• معامل المقدره $Cpk = < 1$ ← العملية بها مشكل حقيقي.



©

٢٢

أمثلة عن حساب معامل المقدرة C_p

المثال ٢

- حدود مواصفات المنتج هي : $USL = 6.50$ $LSL = 6.30$
- الانحراف المعياري في نظام تصنيع كان $\sigma = 0.038$
- أجرينا تحسينات على النظام و أصبح الانحراف المعياري $\sigma = 0.030$

- المطلوب حساب معامل المقدرة قبل و بعد عملية التحسين. ما هو استنتاجك ؟

◉

٢٣

حل المثال ٢

- نقوم بحساب معامل المقدرة C_p قبل و بعد التحسين:

$$C_p = (USL - LSL) / 6 \sigma$$

- قبل التحسين : ($\sigma = 0.038$)

$$C_p = (USL - LSL) / 6 \sigma = (6.50 - 6.30) / (6 \cdot 0.038) = 0.877$$

- بعد التحسين : ($\sigma = 0.030$)

$$C_p = (USL - LSL) / 6 \sigma = (6.50 - 6.30) / (6 \cdot 0.030) = 1.111$$

الاستنتاج

- التحسينات التي أجريت على العملية التصنيعية أدت إلى رفع

$$C_p = 1.111 > 1 \longleftarrow C_p = 0.877 < 1$$

- مقدرتها
- يمكن البحث على تحسينات أخرى للعملية حتى يصبح $C_p > 1.6$

◉

٢٤

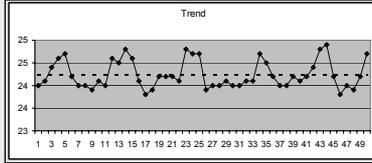
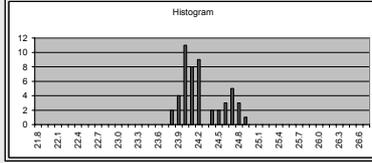
تقارير المقدرة

STUDY:

Customer: Excellence plc
Part Number: 344 834 880
Type: Preliminary
Dimension: 24.00
Cavity Number: 1
Conducted by: John Ashcroft
Date: 36678

RESULTS:

Mean: 24.24 U-Ppk: 1.92 USL: 26.00 + 3 Sigma: 25.16
Std Dev: 0.31 L-Ppk: 2.45 LSL: 22.00 - 3 Sigma: 23.33



DATA:

24.0	24.0	24.2	24.0	24.2
24.1	24.6	24.1	24.1	24.4
24.4	24.5	24.8	24.1	24.8
24.6	24.8	24.7	24.7	24.9
24.7	24.6	24.7	24.5	24.2
24.2	24.1	23.9	24.2	23.8
24.0	23.9	24.0	24.0	24.0
24.0	23.9	24.0	24.0	23.9
23.9	24.2	24.1	24.2	24.2
24.1	24.2	24.0	24.1	24.7

COMMENTS:

تقارير
دراسة مقدرة
العمليات
الانتاجية
كثيرا ما
يطلبها
العملاء
المهمين
للمنشأة
الصناعية



٢٥

تدريبات غير محلولة

التدريب ١

• حدود مواصفات بستون محركات هي : $74.000 \pm 0.05mm$

• الانحراف المعياري : $\sigma = 0.0099 mm$

• المطلوب دراسة مقدرة العملية الانتاجية عن طريق حساب معامل المقدرة C_p لهذه العملية.



٢٦

تدريبات غير محلولة

التدريب ٢

أحسب معامل المقدرة Cpk للعملية التصنيعية مع المعطيات التالية:

• حدود مواصفات المنتج هي : $USL = 6.50$ $LSL = 6.30$

• الانحراف المعياري $\sigma = 0.030$.

جزاكم الله خيرا على حسن المتابعة

هل من أسئلة ؟

من كانت لديه أسئلة أو ملاحظات، فليفضل بطرحها عبر قسم
ضبط الجودة في منتديات الاحصائيون العرب على الموقع :



www.arabicstat.com/forums/forum12/

أو مراسلتنا على البريد الإلكتروني : m_aichouni@yahoo.co.uk