# تطبيق ورق الاحتمال الطبيعي في تحديد مقدرة العملية الانتاجية

أ.م.د. سمير علي أمين الربيعي
قسم المكائن والمعدات
الجامعة التكنولوجية
بغداد - العراق

طارق محمد علي علي
المعهد العالي للمهن الشاملة
مصراتة – ليبيا

**الخلاصة**

يتم في هذا البحث تناول موضوع مقدرة العملية الانتاجية على تصنيع منتوجات مطابقة للمواصفات التصميمية الموضوعة وذلك بمقارنة انتشار قيم الخاصية الاحصائية المحددة للنوعية مع قيمة التفاوت للمواصفات ، ولغرض الوصول الى ذلك فقد تم استخدام ورق الاحتمال الطبيعي كوسيلة فعالة لاجراء هذه المقارنة والتي يمكن بواسطة استخدامها ايضا لتحديد النسب المئوية للمعيبات خارج حدود المواصفة للخاصية المحددة للنوعية .

تم تطبيق استخدام ورق الاحتمال الطبيعي في حساب مقدرة العملية الانتاجية في أحد مصانع البطاريات الجافة وذلك على المسلك التكنولوجي للخط الانتاجي لتصنيع البطارية الجافة من النوع الكبير ، وعلى أحد مراحل تصنيع البطارية وهي عملية حني كأس الزنك للبطارية الذي يوضع فيه خليط لب الخلية ( القطب السالب) ، ومن ثم يتم غلق كأس الزنك بواسطة حشوة بلاستيكية ، حيث تحتاج هذه العملية الى حني كأس الزنك من الأعلى كتحضير لنزول الحشوة البلاستيكية على الكأس ، حيث تم أخذ عينات من ناتج هذه العملية لمدة (٢٥) يوم وبواقع (٥) مفردات للعينة الواحدة ومن ثم رسم لوحة السيطرة للمتوسط والانحراف المعياري حيث تبين منها ان العملية منضبطة إحصائيا مما يسمح باستخدام ورق الاحتمال الطبيعي لتحديد مقدرة العملية الانتاجية لهذه الخاصية حيث تبين ان نسبة المعيبات الكلية خارج حدود المواصفة مساوية الى (٨.٣١%) .

**الكلمات المرشدة:** مقدرة العملية ، ورق الاحتمال الطبيعي ، تفاوت المنتج ، لوحة السيطرة للمتوسط والانحراف المعياري

# *Applying Normal Probability Papers for Process Capability Definition*

## Abstract

This research deals with the subject of capability of production process for manufacturing identical products in accordance with established design specifications by comparing the spread of values of a statistical property that specifies the quality with the tolerance value for specifications. In order to reach this aim, normal probability papers were utilized as an effective means to carry out this comparison, which can be also used to define the percentage of defects outside the limits of specification for the property that specifies the quality.

The use of normal probability papers was applied in calculating the capability of production process in one of plants for dry batteries, that is on the technological route for the production line for manufacturing a dry battery of large type, and on one battery

manufacturing stages which is the operation of bending the cup of battery zinc, into which the mixture of heart cell (negative electrode) is placed. And, the cup of the zinc is then closed by a plastic insert, where this operation requires bending the cup of the zinc from the top as a preparation for dropping the plastic insert on the cup. Specimens were taken from output of the process for ٢٥ days and in ٥ individuals for one specimen, and a control chart for average and standard deviation was then drawn, from which it is indicated that the process is statistically controlled allowing to use the normal probability papers to define the capability of the production process for this property. It is shown that the percentage of the total defects outside the limits of specification is equal to (٨.٣١%).

## قائمة الرموز المستخدمة

| الرمز | التعريف |
|---|---|
| A.R.N | الوسط الحسابي لأدنى وأعلى رقم تسلسلي لكل فئة |
| $C_2$ | ثابت تعتمد قيمته على حجم العينة |
| C.R | نسبة المقدرة |
| C.M.P | قيمة وسط الفئة |
| $d_2$ | ثابت تعتمد قيمته على حجم العينة |
| h | فترة الفئة |
| K | عدد الفئات |
| L.C.L | حد السيطرة الأدنى |
| L.S.L | حد المواصفة الأدنى |
| P | النسبة المئوية للمعيبات |
| $\overline{P}$ | النسبة المئوية التراكمية لقيمة وسط كل فئة |
| R | مدى العينة |
| $\overline{R}$ | متوسط مديات العينات |
| R.N | الرقم التسلسلي للمفردة |
| S | الانحراف المعياري للعملية الانتاجية المنضبطة إحصائيا |
| $^6S$ | مقدرة العملية الانتاجية |
| T | التفاوت للمواصفة |
| U.C.L | حد السيطرة الأعلى |
| U.S.L | حد المواصفة الأعلى |

| | |
|---|---|
| $\overline{X}$ | **قيمة متوسط العينة** |
| $X_i$ | **الحد الأدنى للفئة** |
| $X_L$ | **قيمة أكبر مفردة بالعينة** |
| $X_S$ | **قيمة أصغر مفردة بالعينة** |
| $Y_i$ | **الحد الأعلى للفئة** |
| | **الرموز الإغريقية** |
| $\sigma$ | **الإنحراف المعياري للعينة** |
| $\overline{S}$ | **متوسط الانحرافات المعيارية للعينات** |

## المقدمة :

ان المشكلة الاحصائية المهمة في السيطرة النوعية هي الوصول الى حالة السيطرة على العملية التصنيعية والمحافظة على هذه الحالة مع مرور الزمن .

أما المشكلة الثانية والتي لاتقل أهمية عن المشكلة السابقة فهي ضبط العملية الانتاجية على نقطة معينة بحيث تكون جميع الوحدات المنتجة ضمن حدود المواصفات المطلوبة ، ونظرا لاستحالة انتاج مشغولتين تكونا متماثلتين تمام التماثل أو حتى تصنيع منتج ما بأبعاد محددة مطلقة حسب المواصفات الموضوعة من قبل المصممين وذلك بسبب وجود التغيرات الصدفية المتأصلة في العملية الانتاجية ، لذلك يقوم المصممون بتحديد حد أعلى للمواصفة (U.S.L) وحد أدنى للمواصفة (L.S.L) لكل خاصية من الخواص المؤثرة على نوعية المنتج ويعرف الفرق بينهما بالتفاوت (T) ، حيث يعرف التفاوت بأنه الانحراف المسموح به او الذي يمكن قبوله في خاصية النوعية عند إجراء عملية التفتيش[١] .

لهذا ولكي يتمكن المصممون من وضع مواصفات عملية واقتصادية تمكن مهندسي الانتاج من تصنيع منتج يكون مطابقا للمواصفات ويلبي احتياجات المستهلك من ناحية الأداء والعمر فانه لابد من أن توفر الشركة المعنية للمصممين عن طريق قسم السيطرة النوعية المعلومات حول مقدرة العمليات الانتاجية على الايفاء بالمواصفات الموضوعة .

مفهوم مقدرة العملية الانتاجية

يعرف الباحث (A.V. Feigenbaum) مقدرة العملية الانتاجية على أنها قابلية العملية المنضبطة احصائيا على انجاز الخاصية النوعية ضمن المواصفات المطلوبة[٢] .

أما الباحث (G. Salvendy) فيعرفها على أنها مقياس للمتغيرية التي تلازم العملية الانتاجية وتعرف رياضيا ب (٦S) ، حيث أن (S) تمثل الانحراف المعياري للعملية الانتاجية المنضبطة احصائيا ، أي عندما تكون التغيرات في العملية الانتاجية ناتجة عن مسببات صدفية فقط[٣].

يتم حساب مقدرة العملية الانتاجية فقط عندما يتبين أن العملية منضبطة احصائيا ، حيث يمكن معرفة ذلك برسم لوحة السيطرة النوعية للمتوسط والمدى ($\overline{X}$ & R chart) أو لوحة السيطرة للمتوسط والانحراف المعياري ($\overline{X}$ & $\sigma$ chart)، وعندما يتبين أن العملية الانتاجية تحت تأثير التغيرات الصدفية فقط يتم حساب مقدرة العملية الانتاجية (٦S) حسب الحالات التالية[٣]:

أ. عند استخدام لوحة المتوسط والمدى فأن[٣]:

$$6S = \frac{6\overline{R}}{d_2} \quad \text{---------- (١)}$$

ب. عند استخدام لوحة المتوسط والانحراف المعياري فأن[٣]:

$$6S = \frac{6\overline{\sigma}}{C_2} \quad \text{---------- (٢)}$$

حيث :

S : الانحراف المعياري للعملية المنضبطة إحصائيا

$\overline{R}$ : متوسط مديات العينات

$\overline{S}$ : متوسط الانحرافات المعيارية للعينات

$C_2$ ، $d_2$ : ثوابت تعتمد قيمها على حجم العينة

يعبر عن مقدرة العملية الانتاجية عادة كنسبة من التفاوت وتدعى بنسبة المقدرة (C.R) ويتم حسابها كما يلي [٣]:

$$C.R = \frac{6S}{T} \quad \text{---------- (٣)}$$

C:\ProgramData\Kaspersky Lab\AVP١٤,٠,٠\Data\ipm\default\loc\en\html\lncs\trial_expired.htm

أي أن المتغيرية الملازمة للعملية تستنفذ نصف التفاوت عندما تكون قيمة (C.R) مساوية الى (٠.٥) ، وتستنفذ جميع التفاوت عندما تكون قيمة (C.R) مساوية الى (١) ، وضعفي التفاوت عندما تكون (C.R) مساوية الى (٢)[٣] .

بصورة عامة يمكن اعتبار العملية الانتاجية مقتدرة على الايفاء بالمواصفات عندما تكون قيمة (C.R) مساوية الى (٠.٦٧) أو أقل وذلك عندما تكون الآلات المستخدمة في الانتاج بحالة جيدة ، و(٠.٧٥) أو أقل عندما تكون الآلات المستخدمة في الانتاج مستعملة منذ فترة طويلة نسبيا[٤].

## العلاقة بين مقدرة العملية (٦ S) وتفاوت المنتج (T)

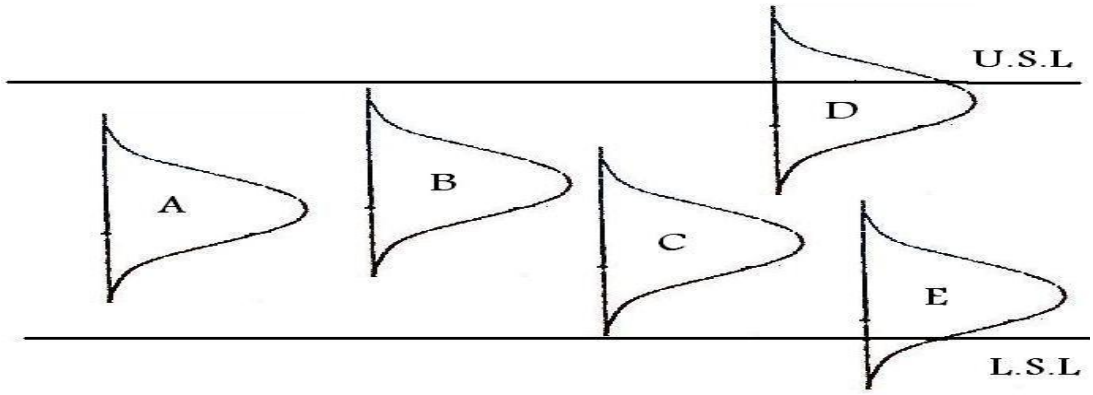
يمكن أن تأخذ العلاقة بين مقدرة العملية (٦S) وتفاوت المنتج (T) أحد الحالات التالية[٥,٦]:

### أ. التفاوت (T) أكبر من مقدرة العملية الانتاجية (٦ S)[٦,٥]

يبين **الشكل (١)** بعض العلاقات المختلفة بين مقدرة العملية الانتاجية والتفاوت وذلك عندما يكون التفاوت أكبر من مقدرة العملية الانتاجية ولمتوسط العملية الانتاجية قيم مختلفة تقع بين حدود المواصفات .

حيث يلاحظ أنه عند وقوع الحالات A , B , C يمكن القول أن العملية الانتاجية قادرة على تصنيع منتجات مطابقة للمواصفات الموضوعة طالما أنها في حالة منضبطة ، ويفضل عند وقوع مثل هذه الحالات دراسة إمكانية تعديل قيمة متوسط العملية الانتاجية أو تخفيض قيم حدود المواصفات أو الاستغناء عن إستخدام لوحات السيطرة النوعية كليا وخاصة في الحالة A

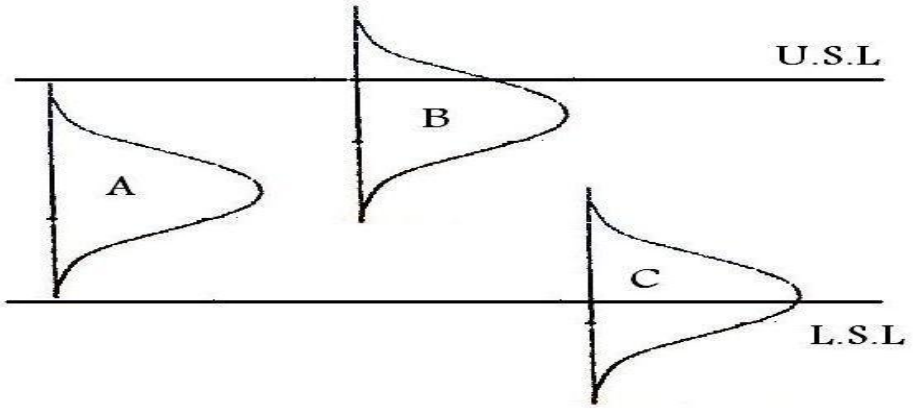
أما عند وقوع الحالات D ، E فيلاحظ أنه لابد من وقوع بعض المنتجات خارج حدود المواصفات ، وهذا يعني أنه لابد من وجود نسبة معينة من الوحدات المنتجة المعيبة في ناتج العملية الانتاجية .




**شكل (١) : العلاقات المختلفة بين مقدرة العملية الانتاجية والتفاوت في حالة التفاوت أكبر من مقدرة العملية الانتاجية**[٥,٦]

**ب. التفاوت (T) مساويا الى مقدرة العملية الانتاجية (S ٦)**[٥,٦]

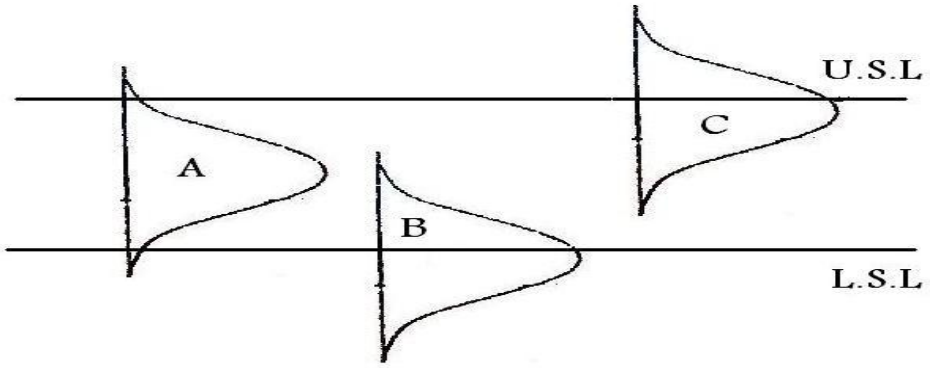
في هذه الحالة يكون التفاوت مساويا لمقدرة العملية الانتاجية وكما موضح في **الشكل (٢)** الذي يوضح العلاقات المختلفة بين مقدرة العملية والتفاوت عندما يكون التفاوت مساويا الى مقدرة العملية الانتاجية ، حيث يتضح أن العملية المنضبطة إحصائيا تكون قادرة ايضاً على تصنيع منتجات مطابقة للمواصفات الموضوعة بشرط الضبط المحكم لقيمة متوسط العملية الانتاجية كما موضح في A . أما في B و C فيلاحظ فيها وجود معيبات أما خارج الحد الأعلى أو الحد الأدنى للمواصفات .




**شكل (٢) : العلاقات المختلفة بين مقدرة العملية الانتاجية والتفاوت في حالة التفاوت مساويا الى مقدرة العملية الانتاجية**[٥,٦]

**جـ . التفاوت (T) أصغر من مقدرة العملية الانتاجية (S ٦)**[٥,٦]

يوضح الشكل (٣) هذه الحالة التي يكون فيها التفاوت أصغر من مقدرة العملية الانتاجية ، فهنا لابد من وجود معيبات اما خارج الحد الاعلى والادنى للمواصفات كما في A ، أو خارج الحد الأدنى للمواصفة فقط كما في B ، أو خارج الحد الأعلى للمواصفة فقط كما في C .




**شكل (٣) : العلاقات المختلفة بين مقدرة العملية الانتاجية والتفاوت في حالة التفاوت اصغر من مقدرة العملية الانتاجية**[٦,٥]

## استخدام ورق الاحتمال الطبيعي في حساب مقدرة العملية الانتاجية

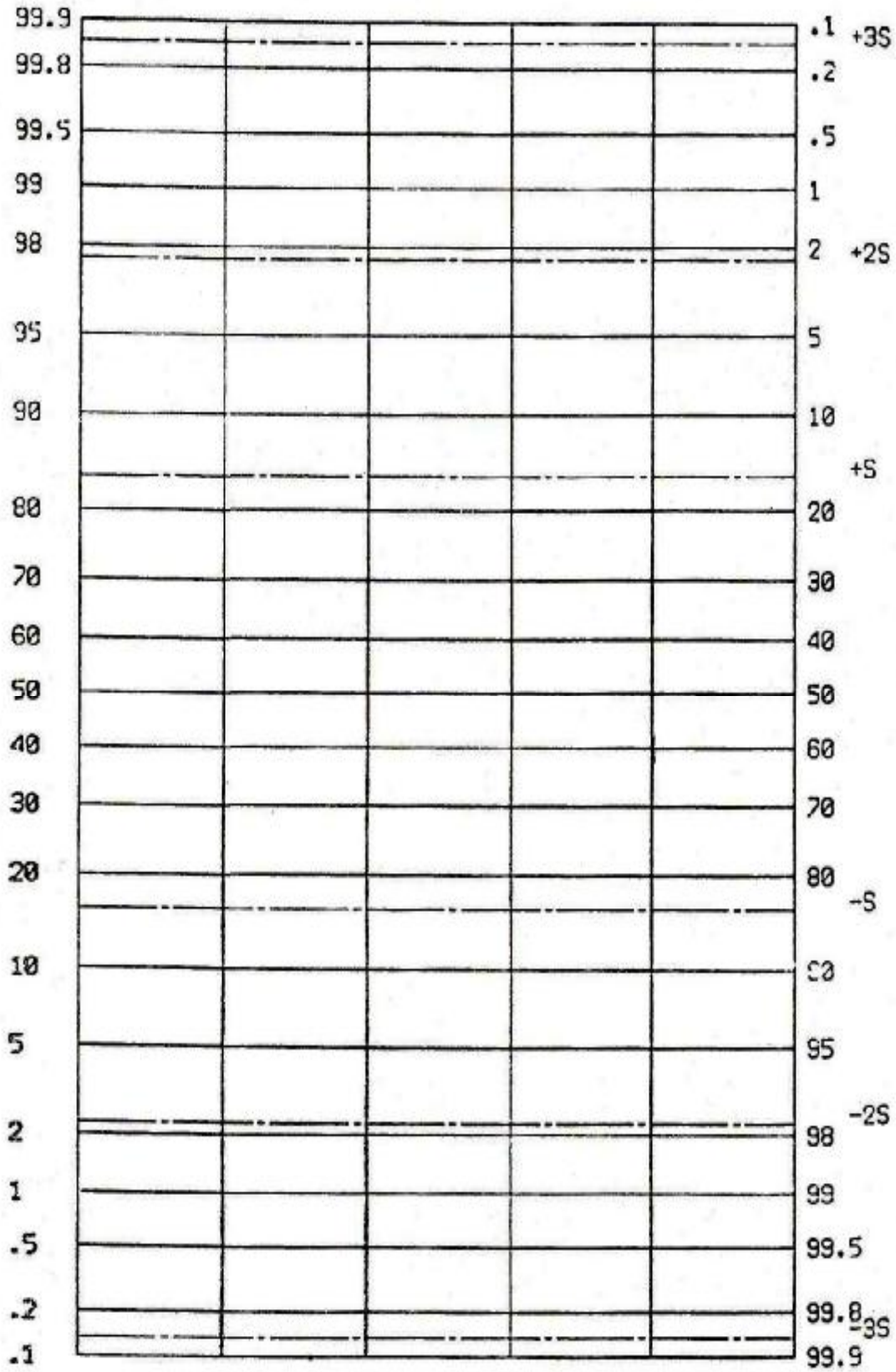
يعتبر استخدام ورق الاحتمال الطبيعي (Normal Probability Paper) أحد الطرق الجيدة لتقدير قيمة كل من المتوسط والانحراف المعياري للعملية الانتاجية وكذلك تحديد قيمة مقدرة العملية الانتاجية ، ويمكن بواسطته تحديد نسبة المعيبات المئوية فوق او تحت أي قيمة معينة[٦].

يتم استخدام هذه الورقة بعد جمع وتسجيل بيانات متغيرة من أحد العمليات الانتاجية ولخاصية نوعية معينة ويمكن بواسطتها معرفة شكل التوزيع للعملية الانتاجية في كونه توزيعا طبيعيا أم لا ، حيث أن هذه الورقة مصممة بشكل تقع فيه القيم المأخوذة من مجتمع يتوزع توزيعا طبيعيا على خط مستقيم[٢].

تحتوي ورقة الاحتمال الطبيعي المبينة في الشكل (٤) على محورين أفقي وعمودي ، المحور الأفقي غير مرقم وله تقسيمات خطية متجانسة ، أي أن لكل تقسيم نفس الطول حيث ينبغي إدخال التدريج لكل حالة بصورة منفصلة[٦].

أما المحور العمودي فأنه مقسم كما ذكرنا في أعلاه بشكل تقع فيه القيم المأخوذه من مجتمع يتوزع توزيعا طبيعيا على خط مستقيم ، ويكون تدريجه ذا نسبة مئوية تراكمية تتراوح بين (٠.١ - ٩٩.٩%) على جهة اليسار ، وله تدريج متمم من جهة اليمين حيث عند إيجاد نسبة مئوية في تدريج جهة اليسار تحت قيمة معينة فأنه يمكن في نفس الوقت إيجاد مقدار النسبة المئوية فوقها في تلك الحالة من تدريج جهة اليمين[٦].

تحتوي ورقة الاحتمال الطبيعي كذلك على خطوط تقع مسافاتها على بعد ($\pm S$) و ($\pm 2S$) و ($\pm 3S$) من خط ال (٥٠%)[٦].




شكل (٤) : ورقة الاحتمال الطبيعي[٦]

## خطوات إستخدام ورق الاحتمال الطبيعي لحساب مقدرة العملية الانتاجية

عندما يتبين أن العملية الانتاجية بالنسبة لخاصية نوعية معينة منضبطة احصائيا حيث يمكن معرفة ذلك بملاحظة لوحة السيطرة للمتوسط والمدى أو لوحة السيطرة للمتوسط والانحراف المعياري عندما تشير هذه اللوحات أن العملية خاضعة لتغيرات صدفية فقط ، ففي هذه الحالة يمكن حساب مقدرة العملية الانتاجية وكما مبين في الخطوات التالية[٦-١١] :

١. عندما يتبين من لوحة السيطرة أن العملية منضبطة إحصائيا ، يتم أخذ قيم مفردات العينات الواقعة بين حدي السيطرة الأعلى والأدنى .

٢. حساب المدى (R) للمفردات والمساوي لقيمة أكبر مفردة ($X_L$) مطروح منها قيمة أصغر مفردة ($X_S$) ، أي:

$$R = X_L - X_S \quad \text{---------- (٤)}$$

٣. تحديد عدد الفئات (K) لغرض تبويب المفردات ، حيث يعتمد عدد الفئات على عدد المفردات (N) وكما موضح في الجدول (١) ، حيث يجب أن لايقل عددها عن (٧) ولايزيد عن (٢٠) .

٤. حساب فترة الفئة (h) وتساوي قيمة المدى (R) مقسوما على عدد الفئات (K) ، أي:

$$h = \frac{R}{K} \quad \text{---------- (٥)}$$

٥. حساب الحد الأدنى والأعلى لكل فئة (Class Boundaries) ، حيث أن الحد الأدنى للفئة يساوي قيمة أصغر مفردة والحد الأعلى لها يكون مساويا الى مجموع الحد الأدنى وفترة الفئة ، أما بالنسبة للفئة الثانية فأن الحد الأدنى لها يكون مساويا الى الحد الأعلى للفئة الأولى والحد الأعلى لها يكون مساويا الى مجموع حدها الأدنى وفترة الفئة ، وهكذا لبقية الفئات .

يفضل عند حساب حدود الفئات أن لا تقع إحدى قيم المفردات على حدود الفئة، ولذلك تؤخذ قيمة حدود الفئة نصف وحدة القياس الفعلية ، أي مرتبة واحدة أصغر من المراتب بعد الفارزة ، فاذا كانت البيانات تحوي على رقم واحد بعد الفارزة تؤخذ حدود الفئة برقمين بعد الفارزة وهكذا .

٦. حساب قيمة وسط الفئة (C.M.P) لكل فئة وكمايلي :

$$C.M.P = \frac{X_i + Y_i}{2} \quad \text{---------- (٦)}$$

حيث :

$X_i$ = الحد الأدنى للفئة (i = ١ ، ٢ ، ٣ ، ..... K)

$Y_i$ = الحد الأعلى للفئة (i = ١ ، ٢ ، ٣ ، ..... K)

٧. توزيع قيم المفردات على الفئات وحساب تكرارها المطلق (Absolute frequency) ، حيث توزع المفردة على الفئة التي تقع ضمن حدودها .

٨. إعطاء رقم تسلسلي (R.N) لكل مفردة ، حيث يعطى للمفردة الأولى في الفئة الأولى رقم (١) والمفردة الأخيرة في الفئة الأخيرة رقم (N) .

٩. حساب الوسط الحسابي (A.R.N) لأصغر وأعلى رقم تسلسلي لكل فئة.

١٠. يحسب لكل قيمة وسط فئة نسبة مئوية تراكمية ( $\overline{P}$ ) مقابلة لها والتي يمكن حسابها كمايلي :

$$\overline{P} = (A.R.N - 0.5) \times \frac{100}{N}\% \quad \text{---------- (٧)}$$

١١. يدرج المحور السيني لورق الاحتمال الطبيعي بتدريج ملائم لقيم وسط الفئات ويتم رسم نقاط النسب

المئوية التراكمية ( $\overline{P}$ ) بالضبط فوق قيم وسط الفئات على المحور السيني .

١٢. بعد رسم نقاط النسب المئوية التراكمية ( $\overline{P}$ ) لقيم وسط الفئات ، يتم رسم خط مستقيم يمر بهذه النقاط ، وفي حالة عدم امكانية تمرير الخط على جميع النقاط تعطى أفضلية للنقاط الموجودة في الوسط لتمرير الخط المستقيم عليها ، ويفضل عند رسم الخط المستقيم تمريره بأكبر عدد من النقاط[٤].

١٣. تمثل نقطة تقاطع الخط المستقيم مع خط الاحتمال (٥٠%) الموجود على المحور الصادي قيمة متوسط العملية الانتاجية (Average) ، حيث يسقط من هذه النقطة خط عمودي على المحور السيني وتقرأ قيمة المتوسط مباشرة .

١٤. يمكن حساب مقدرة العملية الانتاجية (٦S) من نقطتي تقاطع الخط المستقيم مع خطي (+٣S) و (-٣S) ، حيث تمثل المسافة الأفقية المحصورة بين هاتين النقطتين (٦S) .

١٥. تقدير النسبة المئوية للمعيبات (P) الناتجة فوق حد المواصفة الأعلى (U.S.L) يتم رسم خط عمودي من قيمة هذا الحد والمثبتة على المحور السيني الى ان يتقاطع مع الخط المستقيم الواصل بين النقاط ، حيث يمكن قراءة قيمة (P) مباشرة من تدريج المحور الصادي الموجود في جهة اليمين .

أما لتقدير النسبة المئوية للمعيبات الناتجة تحت حد المواصفة الأدنى (L.S.L) ، يتم رسم خط عمودي من قيمة هذا الحد والمثبتة أيضا على المحور السيني الى أن يتقاطع مع الخط المستقيم الواصل بين النقاط وتقرأ قيمة (P) مباشرة من تدريج المحور الصادي الموجود في جهة اليسار[٦].

**جدول (١) : العلاقة بين عدد مفردات العينات وعدد الفئات عند استخدام ورق الاحتمال الطبيعي**

| No. of Data (N) | No. of Classes (K) |
|---|---|
| Under ٥٠ | ٥ – ٧ |
| ٥٠ – ١٠٠ | ٦ – ١٠ |
| ١٠٠ – ٢٥٠ | ٧ – ١٢ |
| Over ٢٥٠ | ١٠ – ٢٠ |

## حالة تطبيقية

تم القيام بتطبيق استخدام ورق الاحتمال الطبيعي في حساب مقدرة العملية الانتاجية في أحد مصانع البطاريات الجافة وذلك على المسلك التكنولوجي للخط الانتاجي لتصنيع البطارية الجافة من النوع الكبير .

إن أحد مراحل تصنيع البطارية هي عملية حني كأس الزنك للبطارية الذي يوضع فيه خليط لب الخلية ( القطب السالب) ، ومن ثم يتم غلق كأس الزنك بواسطة حشوة بلاستيكية ، حيث تحتاج هذه العملية الى حني كأس الزنك من الأعلى كتحضير لنزول الحشوة البلاستيكية على الكأس .

إن المواصفة المحددة لقطر كأس الزنك بعد الحني هي ($٢٧.٩ \pm^{٠.٣}$ mm) ، حيث يوضح الجدول (٢) قياسات وحدود السيطرة لهذه الخاصية .

جدول (٢) : قياسات القطر الداخلي لكأس الزنك بعد الحني ( mm )

| S.N | Date | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $\overline{X}$ | $\sigma$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٠١/١١ | ٢٧.٦٠ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٩٨ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٦٠ | ٢٧.٧٧ | ٠.١٥ |
| ٢ | ٠٢/١١ | ٢٧.٩٦ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٧٠ | ٢٧.٦٢ | ٢٧.٧٦ | ٢٧.٧٨ | ٠.١٢ |
| ٣ | ٠٣/١١ | ٢٧.٦٥ | ٢٧.٧١ | ٢٧.٧٠ | ٢٧.٨٥ | ٢٧.٧٣ | ٢٧.٧٣ | ٠.٨٧ |
| ٤ | ٠٥/١١ | ٢٨.٠٤ | ٢٧.٦٥ | ٢٦.٠٥ | ٢٧.٩٦ | ٢٧.٧١ | ٢٧.٨٨ | ٠.١٧ |
| ٥ | ٠٦/١١ | ٢٧.٦٤ | ٢٧.٦٥ | ٢٨.١٩ | ٢٧.٩٥ | ٢٧.٨٥ | ٢٧.٨٦ | ٠.٢٠ |
| ٦ | ٠٧/١١ | ٢٨.٢٠ | ٢٧.٧٠ | ٢٧.٦٥ | ٢٨.١١ | ٢٧.٦٥ | ٢٧.٨٦ | ٠.٢٤ |
| ٧ | ٠٨/١١ | ٢٧.٧٥ | ٢٧.٧٨ | ٢٧.٦٣ | ٢٧.٦٨ | ٢٧.٧٠ | ٢٧.٧١ | ٠.٠٥ |
| ٨ | ٠٩/١١ | ٢٨.٠٩ | ٢٨.٠١ | ٢٧.٩٦ | ٢٧.٤٠ | ٢٧.٦٥ | ٢٧.٨٢ | ٠.٢٦ |
| ٩ | ١٠/١١ | ٢٧.٧٤ | ٢٨.٠٥ | ٢٧.٦٠ | ٢٧.٩٥ | ٢٧.٨٩ | ٢٧.٨٥ | ٠.١٦ |
| ١٠ | ١٢/١١ | ٢٨.٠٨ | ٢٨.٠٠ | ٢٧.٨٤ | ٢٨.٠٤ | ٢٨.٠٦ | ٢٨.٠٠ | ٠.٠٩ |
| ١١ | ١٣/١١ | ٢٧.٩٩ | ٢٧.٨٧ | ٢٧.٩٢ | ٢٧.٩٤ | ٢٨.٠٣ | ٢٧.٩٥ | ٠.٠٦ |
| ١٢ | ١٤/١١ | ٢٧.٧٢ | ٢٧.٨٢ | ٢٧.٩١ | ٢٧.٩٢ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٨٤ | ٠.٠٧ |
| ١٣ | ١٥/١١ | ٢٧.٨٥ | ٢٧.٨٨ | ٢٧.٨٨ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٨٣ | ٢٧.٨٦ | ٠.٠٢ |
| ١٤ | ١٦/١١ | ٢٧.٧٣ | ٢٧.٨١ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٨١ | ٢٧.٧٥ | ٢٧.٧٩ | ٠.٠٤ |
| ١٥ | ١٧/١١ | ٢٧.٦٩ | ٢٧.٥٨ | ٢٧.٦٤ | ٢٨.٠١ | ٢٧.٩٨ | ٢٧.٧٨ | ٠.١٨ |
| ١٦ | ١٩/١١ | ٢٧.٩٠ | ٢٨.١٦ | ٢٧.٩٥ | ٢٧.٨٥ | ٢٨.٢٨ | ٢٨.٠٣ | ٠.١٦ |
| ١٧ | ٢٠/١١ | ٢٧.٨٨ | ٢٧.٧٥ | ٢٧.٨٣ | ٢٧.٩٢ | ٢٧.٧٦ | ٢٧.٨٣ | ٠.٠٧ |
| ١٨ | ٢١/١١ | ٢٧.٧٥ | ٢٧.٧١ | ٢٧.٨٧ | ٢٨.٠٠ | ٢٧.٨٠ | ٢٧.٨٣ | ٠.١٠ |
| ١٩ | ٢٢/١١ | ٢٧.٨٦ | ٢٧.٧٨ | ٢٧.٦٦ | ٢٧.٧٦ | ٢٨.٠٥ | ٢٧.٨٢ | ٠.١٣ |
| ٢٠ | ٢٣/١١ | ٢٧.٧٨ | ٢٧.٧٧ | ٢٧.٦٢ | ٢٧.٧٨ | ٢٨.١٩ | ٢٧.٨٣ | ٠.١٩ |
| ٢١ | ٢٤/١١ | ٢٧.٩٤ | ٢٨.٢٥ | ٢٧.٥٨ | ٢٧.٧١ | ٢٧.٧٥ | ٢٧.٨٥ | ٠.٢٣ |
| ٢٢ | ٢٧/١١ | ٢٧.٨٧ | ٢٧.٧٢ | ٢٧.٦٠ | ٢٨.٠٢ | ٢٧.٨٤ | ٢٧.٨١ | ٠.١٤ |
| ٢٣ | ٢٨/١١ | ٢٧.٩٧ | ٢٧.٨٨ | ٢٧.٧٢ | ٢٧.٨٧ | ٢٧.٩٠ | ٢٧.٨٧ | ٠.٠٨ |
| ٢٤ | ٢٩/١١ | ٢٧.٨٨ | ٢٨.١٨ | ٢٧.٩٠ | ٢٧.٥٦ | ٢٧.٨٦ | ٢٧.٨٨ | ٠.٢ |
| ٢٥ | ٣٠/١١ | ٢٧.٧٦ | ٢٧.٩٢ | ٢٧.٨٩ | ٢٧.٨٣ | ٢٧.٩٥ | ٢٧.٨٧ | ٠.٠٧ |

**$\overline{X}$ - Chart**

**U.C.L = ٢٨.٠٥**

**C.L = ٢٧.٨٤**

**L.C.L = ٢٧.٦٤**

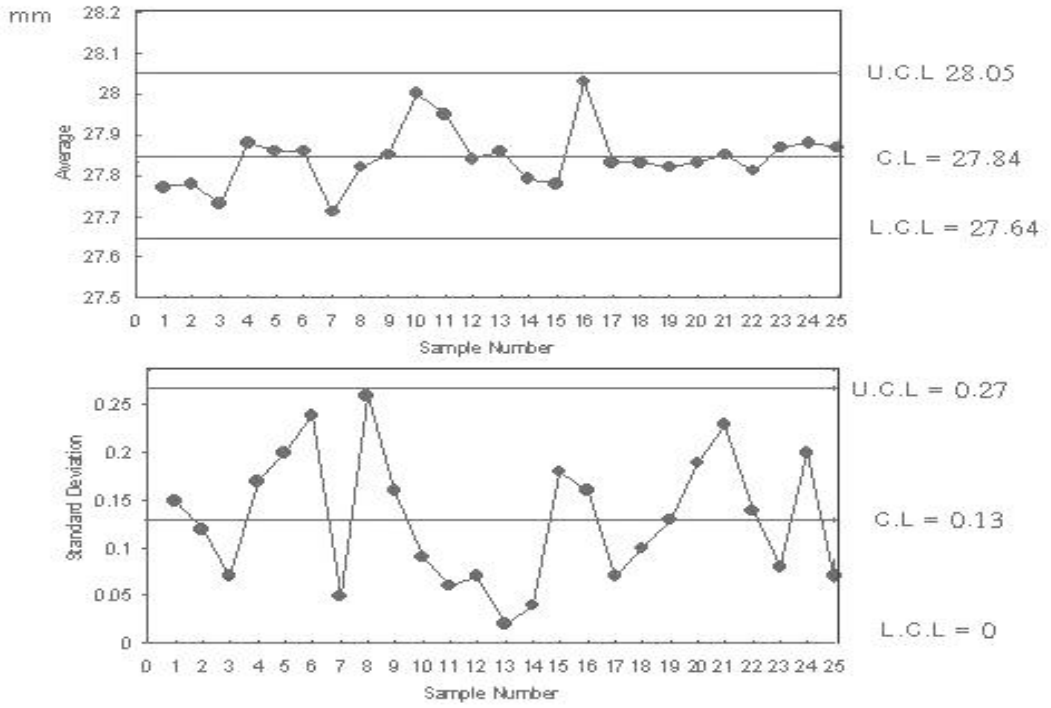
**$\sigma$ - Chart**

**U.C.L = ٠.٢٧**

**C.L = ٠.١٣**

**L.C.L = ٠**

عند تمثيل لوحة السيطرة للمتوسط والانحراف المعياري في الشكل (٥) يلاحظ ان جميع قيم المتوسطات والانحرافات المعيارية للعينات تقع داخل حدي السيطرة الأعلى والأدنى (U.C.L & L.C.L) مما يدل على أن العملية منضبطة إحصائيا وتعمل تحت تأثيرات صدفية فقط ، وبهذا يمكن استخدام جميع مفردات هذه العينات لتحديد مقدرة العملية الانتاجية .

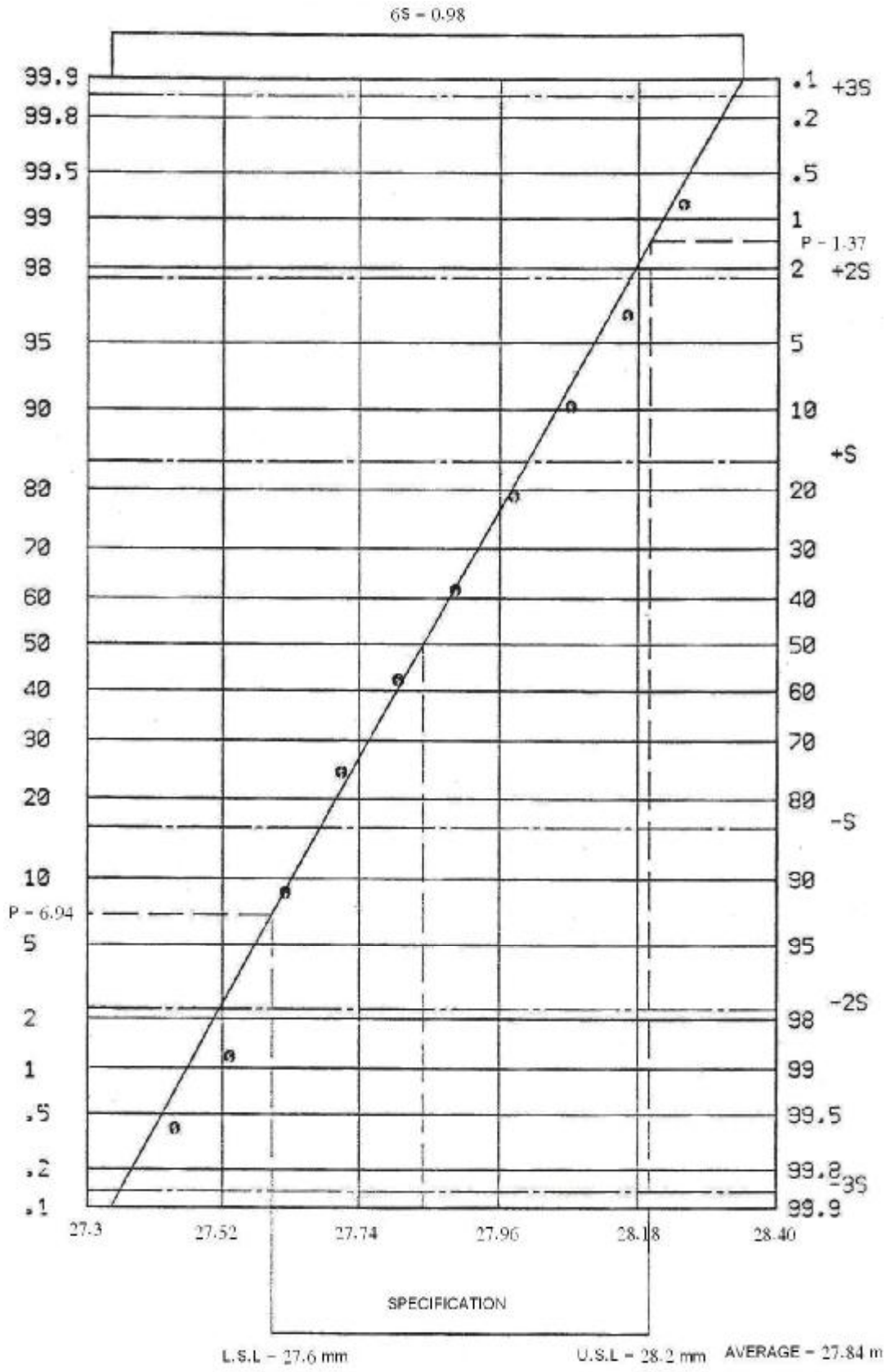



**شكل (٥) : لوحة السيطرة للمتوسط والانحراف المعياري لخاصية قطر كأس الزنك الداخلي بعد الحني**

يوضح **الجدول (٣)** حسابات مقدرة العملية الانتاجية (٦S) والتي احتسبت من قيم مفردات العينات البالغ عددها (٢٥) عينة وبواقع (٥) مفردات للعينة الواحدة ، ويبين **الشكل (٦)** استخدام ورق الاحتمال الطبيعي لتحديد مقدرة العملية الانتاجية لهذه الخاصية.

**جدول (٣) : حسابات مقدرة العملية الانتاجية للقطر الداخلي بعد الحني لكأس الزنك**

| Class Boundaries | C.M.V | A.F | R.N | A.R.N | $\overline{P}$ % |
|---|---|---|---|---|---|
| ٢٧.٣٩٥ _ ٢٧.٤٨٥ | ٢٧.٤٤ | ١ | ١ | ١ | ٠.٤٠ |
| ٢٧.٤٨٥ _ ٢٧.٥٧٥ | ٢٧.٥٣ | ١ | ٢ | ٢ | ١.٢٠ |
| ٢٧.٥٧٥ _ ٢٧.٦٦٥ | ٢٧.٦٢ | ١٨ | ٣ - ٢٠ | ١١.٥٠ | ٨.٨٠ |
| ٢٧.٦٦٥ _ ٢٧.٧٥٥ | ٢٧.٧١ | ٢١ | ٢١ - ٤١ | ٣١.٠٠ | ٢٤.٤٠ |
| ٢٧.٧٥٥ _ ٢٧.٨٤٥ | ٢٧.٨٠ | ٢٤ | ٤٢ - ٦٥ | ٥٣.٥٠ | ٤٢.٤٠ |
| ٢٧.٨٤٥ _ ٢٧.٩٣٥ | ٢٧.٨٩ | ٢٥ | ٦٦ - ٩٠ | ٧٨.٠٠ | ٦٢.٠٠ |
| ٢٧.٩٣٥ _ ٢٨.٠٢٥ | ٢٧.٩٨ | ١٨ | ٩١ - ١٠٠ | ٩٩.٥٠ | ٧٩.٢٠ |
| ٢٨.٠٢٥ _ ٢٨.١١٥ | ٢٨.٠٧ | ١٠ | ١٠٩ - ١١٨ | ١١٣.٥٠ | ٩٠.٤٠ |
| ٢٨.١١٥ _ ٢٨.٢٠٥ | ٢٨.١٦ | ٥ | ١١٩ - ١٢٣ | ١٢١.٠٠ | ٩٦.٤٠ |
| ٢٨.٢٠٥ _ ٢٨.٢٩٥ | ٢٨.٢٥ | ٢ | ١٢٤ -١٢٥ | ١٢٤.٥٠ | ٩٩.٢٠ |




**شكل (٦) : مقدرة العملية الانتاجية للقطر الداخلي لكأس الزنك بعد الحني**

## مناقشة النتائج

من **الشكل (٦)** يمكن تحديد قيمة مقدرة العملية الانتاجية (٦S) لخاصية القطر الداخلي لكأس الزنك بعد الحني التي تساوي (٠.٩٨ mm) ، وكذلك فان قيمة التفاوت (T) تكون مساوية الى (٠.٦ mm) ، وبهذا تكون نسبة المقدرة (C.R) مساوية الى (١.٦٣) ، مما يدل على أن العملية غير مقتدرة على الانتاج ضمن حدود التفاوت الموضوعة ، حيث يلاحظ أن نسبة المعيبات المئوية خارج حد المواصفة الأعلى مساوية الى (١.٣٧%) وخارج حد المواصفة الأدنى مساوية الى (٦.٩٤%) وبذلك تكون النسبة المئوية الكلية للمعيبات مساوية الى (٨.٣١%) .

يعزى سبب حدوث هذه النسبة من المعيبات خارج حدود المواصفات الى التشتت الكبير للعملية والمتمثل بالانحراف المعياري مما يستدعي الى تقليل هذا التشتت بخفض الانحراف المعياري للعملية الانتاجية أو مراجعة حدود المواصفات وزيادة قيمها بما يتناسب مع مقدرة آلة الحني المتوفرة وذلك لمحاولة تقليل نسبة المعيبات المئوية في ناتج العملية .

يلاحظ مماتقدم عند رسم لوحة السيطرة والانحراف المعياري للخاصية المشار اليها اعلاه أن العملية الانتاجية منضبطة إحصائيا ، ومع هذا ظهرت نسبة معيبات خارج حدود المواصفة العليا والدنيا ، مما يدل على انه ليس بالضرورة ان كانت العملية الانتاجية منضبطة احصائيا أن تكون خالية من ظهور المعيبات .

في بعض الحالات وخاصة عندما يكون التفاوت اكبر من مقدرة العملية الانتاجية فانه من الممكن ان تظهر معيبات خارج حد المواصفة الاعلى على شكل تالف وخارج حد المواصفة الادنى على شكل معاد عمله أو العكس ، وبما ان المعاد عمله بالامكان اصلاحه فانه يكون مفضلا عن التالف وخاصة في حالة عدم امكانية تقليل تشتت العملية الانتاجية ، في هذه الحالة يمكن التلاعب بمتوسط العملية الانتاجية عن طريق اعادة ضبط الماكنة ومعايرتها وازاحة قيمة المتوسط باتجاه المعاد عمله ، اي زيادة نسبة المعاد عمله وتقليل نسبة التالف الى الحد الادنى .

## الاستنتاجات:

١. ان العملية غير مقتدرة على الانتاج ضمن حدود التفاوت الموضوعة لأن نسبة المقدرة (C.R) مساوية الى (١.٦٣) .
٢. ان العملية الانتاجية منضبطة احصائيا" بالرغم من ظهور نسبة معيبات خارج حدود المواصفة العليا بنسبة (١.٣٧%) على شكل تالف والمواصفة الدنيا بنسبة (٦.٩٤%) على شكل معاد عمله بحيث تكون النسبة المئوية الكلية للمعيبات مساوية الى (٨.٣١%) .
٣. يمكن أصلاح المعيبات على شكل معاد عمله من خلال التلاعب بمتوسط العملية الانتاجية وذلك بأعادة ضبط الماكنة ومعايرتها وأزاحة قيمة المتوسط بأتجاه المعاد عمله وبالتالي زيادة نسبته وتقليل نسبة المعيبات على شكل تالف الى الحد الادنى

## المصادر


١. حجازي ، منيف عبد الحميد ،" الضبط الاحصائي للجودة "، مطبعة كتابكم ، عمان ، ١٩٨٥

٢. A .V. Feigenbaum, "Total Quality Control", ٣rd. ed., McGraw - Hill Co.,١٩٨٣

٣. G. Salvendy, "Handbook of Industrial Engineering", John Wiley, Inc.,١٩٨٢

٤. H. C. Charbonneau & G. L. Webster, "Industrial Quality Control", Prentice – Hall, Inc., ١٩٧٨

٥. E. I. Grant & R. S. Leavenworth, "Statistical Quality Control", ٤th Edt. McGraw - Hill Co, ١٩٧٢.

٦. المعهد المتخصص للصناعات الهندسية ،" نظام الطرق الاحصائية في السيطرة النوعية للمنشأة العامة للصناعات الميكانيكية" ، بغداد ، ١٩٨٨

٧. Besterfield, D. H., "Quality Control", ٨th Edt., Upper Saddle River, Pearson Prentice-Hall, Inc., ٢٠٠٨.

٨. Douglas B. Relyea, "The Practical Application of the Process Capability Study: Evolving From Product Control to Process Control", Quality Principle Associ'Norwich, Connecticut, USA, Jan. ٢٨, Productivity Press - ١٦٣ Pages, ٢٠١١

٩. K.S. Krishnamoorthi and V. Ram Krishnamoorthi, "A First Course in Quality Engineering", ٢nd Edt., CRC Press, ٢٠١١;

١٠. Douglas C. Montgomery, "Introduction to Statistical Quality Control", ٦th Edt., John Wiley & Sons, Inc., ٢٠٠٨.

١١. Jeya Chandro, " Statistical Quality Control", Taylor & Francis Group, ٢٠٠١.