السيطرة النوعية الشاملة لمقدرة العملية الإنتاجية باستخدام تقنية ورقة الاحتمال الطبيعي[+]

TOTAL QUALITY CONTROL FOR THE CAPABILITY OF THE PRODUCTIVE PROCESS BY USING NORMAL PROBABILITY PAPER TECHNIQUE

نعمة حافظ الموسوي[*]

المستخلص:

تم في هذا البحث دراسة مقدرة العملية الإنتاجية لإحدى المنشآت الصناعية . (معمل تصنيع اسطوانات الغاز في الكوت) باستخدام أساليب السيطرة النوعية الشاملة (TQC) (total quality control) للحصول على مستوى النوعية الملائم لمواصفات المنتج ومعرفة إذا كانت العملية الإنتاجية في حالة سيطرة إحصائية من خلال السيطرة على الانحراف المسموح به للإبعاد المطلوب إنتاجها للعينات المسحوبة . وبالتالي أعطاء مدراء الإنتاج والنوعية معلومات حول مدى مطابقة أبعاد المنتج إلى المواصفات التصميمية . تشير النتائج التي تم التوصل إليها مقارنة إلى التصميم الأساسي للمنتج (القياسات النظرية) ومن خلال تطبيق لوحة المتوسط والمدى ($\overline{X}$-R)-chart) واستخدام ورقة الاحتمال الطبيعي (Normal probability paper) . إن العملية الإنتاجية غير قادرة على إنتاج المنتوج ضمن المواصفات التصميمية المطلوبة .

Abstract :

The present research investigates the capability of the productive process of one of the industrial enterprises in Kut, by using methods of total Quality control (TQC) in order to get the suitable Quality standard for the production qualifications; and to know whether the productive process is in a state of statistical control through controlling the allowed deviation for dimensions to be produced for studied samples. Consequently, managers of production & quality will get an idea about the extent of compatibility of production to the design criteria. Through using (X-R) chart as well as the normal probability paper, it has been found that the productive process is unable to follow up production within the required corrective qualifications.

المقدمة :

إن الهدف الأساسي للسيطرة النوعية الشاملة (TQC) هو تكامل أنشطة تطوير المنتج وإدامة النوعية وتحسينها من خلال تطبيقها في الخط الإنتاجي مباشرة بما يمكن من تحقيق أكثر المستويات الاقتصادية في الإنتاج لمنتجات مطابقة إلى المواصفات التصميمية .[1] ويعرف الدكتور(Dr-K-Ishikaw) السيطرة

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٧/٥/٣ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٧/١٢/١٠

[*] مدرس/المعهد التقني/الكوت.

النوعية الشاملة للشركة (TQC)بأنها أسلوب منهجي يعتمد على العمل الجماعي للشركة ومشاركة العاملين في التحسين المستمر للعمليات المختلفة للإنتاج في المعمل والاستخدام الأمثل للموارد المتاحة وتطبيق أدوات السيطرة النوعية الشاملة للشركة لتحقيق منتج ضمن المواصفات المطلوبة لرضا المستهلك[2] . إن إحدى مشاكل المعمل هو كثرة العينات الغير مطابقة للمواصفات المطلوبة والتالفة منها وعدم معرفة الأسباب الحقيقة لها.وتعتبر ورقة الاحتمال الطبيعي ولوحة المتوسط والمدى من أدوات السيطرة النوعية الشاملة التي يمكن تطبقيها من قبل المهندسين والعاملين في الخط الإنتاجي مباشرة. أذا من خلالها الحصول على مؤشر قدرة العملية الإنتاجية لإنتاج منتج مطابق للمواصفات ومعرفة أسباب مشاكل النوعية ونسبة المعيبات والتخلص منه للحصول على منتج مطابق للمواصفات المطلوبة.

مشكلة البحث:

إن أكثر المعامل الموجودة ليس لها أمكانية تطبيق أساليب السيطرة النوعية الشاملة (TQC) والتي تعتبر من النظم الحديثة في تطوير المنتج من حيث النوعية والكلفة وبالتالي أمكانية المنافسة مع الشركات الأخرى. وقد ارتأى الباحث على أمكانية تطبيق الأساليب البسيطة للسيطرة النوعية الشاملة في الخط الإنتاجي مباشرة من خلال تطبيق لوحة المتوسط والمدى وورقة الاحتمال الطبيعي والتي يمكن من خلالها التعرف على مقدرة العملية الإنتاجية ونسبة المعيبات وأسبابها وإمكانية التخلص منها من قبل مهندسي الإنتاج والعاملين لإنتاج منتج مطابق للمواصفات التصميمية المطلوبة.

هدف البحث :

يهدف البحث إلى أمكانية فحص المنتج خلال الخط الإنتاجي مباشرة ومعرفة الأبعاد الحقيقية ومطابقتها إلى الأبعاد المنتجة. والتعرف على قيمة مقدرة العملية الإنتاجية وأسباب ا لعيوب المسببة لانخفاض النوعية من خلال تطبيق لوحة المتوسط والمدى وورقة الاحتمال الطبيعي من قبل مهندسي الإنتاج والعاملين للحصول على منتج ذو نوعية عالية مطابق للمواصفات.

مقدرة العملية الإنتاجية : Process capability

يعرف (A.V. Frigenbaum) مقدرة العملية الإنتاجية على إنها القابلية على إنتاج منتوج ذو نوعية عالية ضمن المواصفات والقياسات المطلوبة في التصميم.[3]

أما (B.G. Dale & J.J Plunkett) فيعرفانها على أنها مقياس للتغيرات التي تلازم العملية الإنتاجية وتعرف رياضيا بـ (6S) ، حيث أن (S) يمثل الانحراف المعياري للعملية الإنتاجية عندما تكون واقعة تحت السيطرة الإحصائية.[4] ولتحديد قيمة مقدرة العملية الإنتاجية ونسبة المعيبات، حيث يمكن حساب قيمة (6S) من المعادلة الآتية. [5] .

$$6S = \frac{6\overline{X}}{d2} \quad \text{.....(1)}$$

حيث أن :-

S = الانحراف المعياري للعملية عندما تكون منضبطة إحصائياً

$\overline{X}$ = متوسط مديات العينات

d_2 = ثابت يعتمد على حجم العينة / يأخذ من جداول خاصة بالعملية الإنتاجية

ويعبر عن مقدرة العملية الإنتاجية عادة كنسبة من التفاوت تـدعى (نـسبة المقـدرة) (capability ratio) وتساوي. [6]

$$\text{Capability ratio (C.R)} = \frac{6S}{T} \qquad \text{.....(2)}$$

حيث أن :-

6S = مقدرة العملية الإنتاجية

T = قيمة التفاوت

وبصورة عامة يمكن اعتبار العملية الإنتاجية مقتدرة على الإيفاء بإنتاج المواصفات المطلوبة للمنـتج. عندما تكون قيم (C.R) مساوية إلى (67 %) أو أقل بالنسبة للمكائن والآلات الجديدة و (75%) أو أقل بالنسبة للمكائن والآلات المستعملة لمدة طويلة. [6]

ورقة الاحتمال الطبيعي:- **Normal probability Paper**

يعتبر استخدام ورقة الاحتمال الطبيعي احد الطرق المهمة لتقدير جودة التوزيع الطبيعـي للبيانـات المبحوثة كما يمكن استخدامها لتقدير نسبة المعيبات المئوية للعينات،وبالتالي تحديـد قيمـة مقـدرة العمليـة الإنتاجية حيث أن هذه الورقة مصممة بشكل تقع فيها القيم المأخوذة من مجتمع متوزع (طبيعياً) علـى خـط مستقيم.[4] تحتوي الورقة على محورين. المحور الأفقي غير مرقم وله تقـسيمات متـساوية أمـا المحـور العمودي يكون مقسم تدريجياً وبنسبة مئوية تراكمية من (١% إلى ٩٩,٩%) على جهة اليسار ولـه تـدريج متماثل من جهة اليمين (شكل ٢) وكذلك تحتوي الورقة على خطوط تقع مسافاتها على بعد (±S) و (±2S) و (±3S) من خط أل (٥٠%).[4]

خطوات استخدام ورقة الاحتمال الطبيعي :-

عندمـا تكون العملية الإنتاجية منضبطة إحصائياً حيث يمكن تحديدها من خـلال لوحـة الـسيطرة للمتوسط والمدى ($\overline{X}$ - R-chart) وبالتالي اخذ العينات الواقعة بين حدي السيطرة الأعلى الأدنى لحـساب مقدرة العملية الإنتاجية بواسطة ورقة الاحتمال الطبيعي وكما مبين في الخطوات التالية : [6]

١. يتم حساب المـدى (R) للمفردات والـذي يساوي قيمـة أكبر مفردة (XL) مطروحا من قيمـة اصغر مفردة (XS)

$$R = XL - XS \quad \text{..... (3)}$$

٢. تحديد عدد الفئات (K) والذي يعتمد على عدد المفردات (N) حيث يجب أن لا يقل عددها عن (7) ولا يزيد عن (20) فئة في جميع الأحوال.

٣. حساب فترة الفئة (h) من المعادلة الآتية :

$$h = \frac{R}{K} \qquad \text{..... (4)}$$

حيث أن :-

R = قيمة المدى

K = عدد الفئات

٤. حساب الحد الأدنى والأعلى لكل فئة (class boundaries) . إذ أن الحد الأدنى للفئة يساوي قيمة اصغر مفردة والحد الأعلى يكون مساويا إلى مجموع الحد الأدنى وفترة الفئة. وهكذا لباقي الفئات على أن تؤخذ قيمة حدود الفئة نصف وحدة القياس الفعلية (مرتبة واحدة أصغر من المراتب بعد الفارزة) وبالتالي حساب قيمة وسط الفئة (c.m.v) من المعادلة الآتية :

$$\text{c.m.v} = \frac{xi + yi}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث أن :-

Yi = الحد الأدنى للفئة I = (1 , 2 , 3 , 4 , 5 , ……..k)

Yi = الحد الأعلى للفئة I = (1 , 2 , 3 , 4 , 5 , ……..k)

٥. يتم توزيع المفردات على الفئات لحساب التكرار المطلق (absolute frequency) ويعطي لكل مفردة رقم تسلسلي (R.N) حيث يعطي للمفردة الأولى رقم (1) والأخيرة رقم (N) وبالتالي حساب الوسط الحسابي (A.R.N.) لأصغر أو أعلى رقم تسلسلي لكل فئة .

٦. حساب النسبة المئوية التراكمية ($\overline{P}$) لكل قيمة وسط للفئة من المعادلة التالية

$$\overline{P} = (\text{A.R.N.} - 0.5)\ \frac{100}{N}\% \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وبالتالي يمكن إسقاط نقاط النسبة المئوية التراكمي ($\overline{P}$) فوق قيم وسط الفئات على المحور السيني . حيث يمكن رسم الخط المستقيم الواصل بين هذه النقاط ويفضل تمريره بأكبر عدد من النقاط المأخوذة. حساب قيمة متوسط العملية الإنتاجية من خلال إسقاط خط عمودي من نقطة تقاطع المستقيم مع خط الاحتمال (50%) الموجود على المحور الصادي على المحور السيني وتقرأ قيمة المتوسط مباشرة.

٧. حساب قيمة العملية الإنتاجية (6S) من نقطتي تقاطع الخط المستقيم مع خطي (+3S) و (-3S) وان المسافة الأفقية المحصورة بين النقطتين هي قيمة (6S) .

٨. يمكن تحديد قيمة النسبة المئوية للمبيعات (P) على الورقة الناتجة فوق حد المواصفة الأعلى (U.C.L) من خلال رسم خط عمودي من قيمة الحد الأعلى على المحور السيني إلى أن يتم التقاطع مع الخط المستقيم وقراءة (P) مباشرة من التدريج على المحور الصادي الموجود من الجهة اليمنى . وكذلك بالنسبة للنسبة المئوية للمبيعات (P) الناتجة تحت حد المواصفة الأدنى (L.C.L.) حيث يتم رسم خط عمودي من قيمة هذا الحد الموجودة على المحور السيني إلى أن يتقاطع مع الخط المستقيم الواصل بين النقاط ، وتقرأ فيه (P) مباشرة مع تدريج المحور الصادي الموجود على جهة اليسار .

<u>الجانب العملي :</u>

اعتمد معمل تصنيع (اسطوانات الغاز في الكوت) على أسلوب إعادة تصنيع وإنتاج الأجزاء التالفة في الاسطوانة (القاعدة العلوية والسفلية) ، لكثرة تلفها أثناء الاستخدام اليومي ، وتعتبر العملية ذات مردود اقتصادي للعمل . اعتمد الباحث على المواصفات الرئيسية لتصنيع الاسطوانة من المعمل ومطابقة أبعاد المنتج إلى تلك المواصفات . حيث تم اخذ عينات من الخط الإنتاجي (القاعدة العليا) للاسطوانة وللفترة من (٢٠٠٦/١١/٥) ولغاية (٢٠٠٦/١٢/٧) وبواقع (٥) عينات يومية. إذا كانت المواصفات المحددة لقطر القاعدة العليا للاسطوانة (22.8) حيث تم تحديد الآتي:

١. الجدول رقم (1) يبين قيم قياسات القاعدة العليا للاسطوانة والعينات المأخوذة من الخط الإنتاجي ، وحساب قيمة المتوسط والمدى وبالتالي حساب الحد الأدنى والأعلى للوحة المتوسط والمدى .

٢. الشكل رقم (1) يمثل لوحة المتوسط والمدى ($\overline{X}$-R)chart للعينات المسحوبة حيث يمكن ملاحظة إن العينات (4 ، 8 ، 14 ، 19 ، 23) تقع خارج حدود السيطرة للوحة المتوسط . مما يتطلب استبعاد تلك العينات لكي تصبح العملية منضبطة إحصائياً. وبالتالي يمكن حساب مقدرة العملية الإنتاجية من العينات المتبقية والواقعة داخل حدود السيطرة والتي عددها (20) عينة .

٣. الجدول رقم (2) يبين خطوات حساب النسبة المئوية للمعيبات ($\overline{P}$) لكل الفئات التي يتم تحديدها حيث يمكن استخدام ورقة الاحتمال الطبيعي بإسقاط قيم ($\overline{P}$) ورسم الخط المستقيم الواصل بين أكثر عدد من النقاط .

٤. الشكل رقم (2) يبين ورقة الاحتمال الطبيعي حيث يمكن تقدير قيمة مقدرة العملية الإنتاجية (6S) مباشرة والتي تساوي (1.38 CM) وبالتالي يمكن حساب نسبة المقدرة (C.R) .

$$C.R = \frac{6S}{T} = \frac{1.38}{23.1 - 22.50.6} = \frac{1.38}{0.6} = 2.3$$

تحديد قيمة نسبة المبيعات المئوية (P) فوق حد المواصفة الأعلى (U.C.L.) والتي تساوي (7%) وقيمة المبيعات المئوية (P) تحت حد المواصفة الأدنى (L.C.L) والتي تساوي (9.5%) من خلال ورقة الاحتمال الطبيعي مباشرة.

٥. تحديد قيمة متوسط العملية من ورقة الاحتمال مباشرة والتي كانت مساوية إلى (22.76cm) وعقد مقارنة إلى متوسط العملية المحدد من المواصفات الأصلية للمنتج. نلاحظ إن متوسط العملية مزاح بمقدار

$22.8 - 22.76 = 0.04$ cm

<u>الاستنتاجات والتوصيات:-</u>

<u>الاستنتاجات:-</u>

١-هناك نسبة عالية من العينات المنتجة الغير مطابقة للمواصفات والتي يمكن ملاحظتها من خلال لوحة المتوسط.أذا توجد (٥) عينات خارج الحد الأدنى والأعلى للوحة السيطرة من عدد العينات المسحوبة من الخط الإنتاجي وعددها (٢٥) عينة. وهذا مؤشر على أن الإدارة الهندسية والفنين ليس لديهم الاهتمام الكامل بالأبعاد النهائية للعينات المنتجة سوى أنتاج عينات يمكن استخدامها على أساس أن القطعة المنتجة تستخدم كقاعدة فقط.

٢-أن قيمة مقدرة العملية الإنتاجية والتي تم حسابه مباشرة من ورقة الاحتمال الطبيعي ومقدارها (6S=1.78cm).إضافة إلى تحديد مقدار نسبة مقدرة العملية من الورقة والتي قيمتها (CR=1).أن هذه القيم تعتبر كبيرة مما تسبب عدم الحصول على المنتج ضمن المواصفات المطلوبة.

٣-أن نسبة المعيبات (P)والتي تم تحديدها مباشرة على ورقة الاحتمال الطبيعي فوق حد المواصفة الأدنى والأعلى والمؤشرة على جانبي الورقة هي (9.5%-7%) وهذه نسبة عالية من العينات المسحوبة من الخط الإنتاجي وغير مطابقة للمواصفات.

٤-أن قيمة متوسط العملية الإنتاجية يعتبر مؤشر مهم لمقدار مطابقة الأبعاد النظرية والمنتجة من قبل العاملين. وان مقدار إزاحة المتوسط والتي تم حسابها هي (0.04cm) وهذه قيمة ليس لها تأثير على العملية الإنتاجية لكونه اقل من (١).

التوصيات:-

١-اطلاع الإدارة العليا للمعمل ومهندسي الإنتاج والعاملين بان المنتج الذي يتم انتاجة في المعمل وبالرجوع إلى لوحة المتوسط والمدى وورقة الاحتمال الطبيعي يحتوي على نسبة عالية من العينات غير مطابقة للمواصفات والتي تؤثر على نوعية المنتج.لذلك لابد من أجراء عمليات الصيانة الدورية على المكائن المستخدمة في الإنتاج .

٢- أعطاء مدراء الإنتاج والمدراء الفنين معلومات حول أهمية الأبعاد التصميمية ومطابقتها للأبعاد المنتجة للمنتج من خلال دراسة مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام أدوات السيطرة النوعية الشاملة

٣- تطوير العاملين في الخط الإنتاجي من خلال اطلاعهم على بعض أساليب السيطرة النوعية الشاملة وإمكانية الاستفادة منها في حل مشاكل الإنتاج والنوعية الخط الإنتاجي مباشرة .

٤-أن فحص العينات المنتجة مباشرة في الخط الإنتاجي والتخلص من العيوب والحصول على النوعية المطلوبة يساعد على تقليل أو إلغاء أقسام السيطرة النوعية والفحص والتفتيش النهائي وتحويل جميع العاملين فيها إلى الخطوط الإنتاجية للمشاركة في الإنتاج وتدريبهم على أساليب السيطرة النوعية الشاملة مما يساعد على تحسين نوعية وتقليل كلفتة المنتج وعدم أعادة تصليح العينات التالفة.

جدول رقم (١) يوضح قياسات القاعدة العليا للاسطوانة (وحدة القياس . سم)

Date	Sub Group	Average (x)					Range (R)	
		N1	N2	N3	N4	N5		
1	05/11/2006	22.5	22.6	22.6	22.8	22.6	22.62	0.3
2	06/11/2006	22.3	23.2	22.7	22.6	22.5	22.66	0.9
3	07/11/2006	22.4	22.6	22.5	22.4	22.6	22.50	0.2
4	08/11/2006	22.4	22.3	22.4	22.4	22.6	22.42	0.3
5	09/11/2006	22.8	22.5	22.8	23.0	22.6	22.74	0.5
6	12/11/2006	22.5	22.3	22.7	22.5	22.9	22.58	0.6
7	13/11/2006	22.6	22.5	22.7	22.6	23.0	22.68	0.5
8	14/11/2006	22.9	22.9	23.2	22.9	23.2	23.02	0.3
9	15/11/2006	22.6	22.7	22.7	22.8	22.5	22.66	0.3
10	16/11/2006	22.8	23.2	22.8	22.9	23.0	22.94	0.4
11	19/11/2006	22.8	23.0	22.5	22.6	22.7	22.72	0.5
12	20/11/2006	22.6	22.7	22.6	22.5	22.4	22.56	0.3
13	21/11/2006	22.3	22.6	23.0	21.6	22.5	22.60	0.7
14	22/11/2006	22.9	23.2	23.3	23.3	23.3	23.20	0.4
15	23/11/2006	22.5	22.8	22.6	23.0	22.6	22.70	0.5
16	26/11/2006	22.8	22.5	22.6	23.1	22.5	22.70	0.6
17	27/11/2006	22.3	21.8	22.6	22.6	22.7	22.60	0.5
18	28/11/2006	22.8	21.6	23.2	22.8	22.6	22.80	0.6
19	29/11/2006	23.2	23.1	23.2	22.9	22.8	23.04	0.4
20	30/11/2006	22.6	22.7	23.1	22.7	22.8	22.78	0.5
21	03/12/2006	22.9	22.6	23.0	22.4	22.5	22.58	0.6
22	04/12/2006	22.5	22.7	23.0	22.7	22.7	22.72	0.5
23	05/12/2006	22.9	23.0	23.0	23.2	23.0	23.02	0.3
24	06/12/2006	22.8	23.0	022.7	22.6	22.4	22.70	0.6
25	07/12/2006	22.6	22.7	22.4	22.5	22.9	22.62	0.5

لوحة المتوسط والمدى (20 sample)

$$\overline{\overline{X}} = \frac{453.46}{20} = 22.673$$

$$\overline{R} = \frac{10.1}{20} = 0.505$$

Average

$$U.C.L = \overline{\overline{X}} + A2\overline{R} = 22.673 + 0.577 * 0.505 = 22.964$$

$$\overline{R}(C.L) = 22.673$$

$$L.CL = \overline{\overline{X}} - A2\overline{R} = 22.6736577 * 0.505 = 22.381$$

Range

$$U.CL = D4\overline{R} = 2.119 * 0.505 = 1.068$$

$$\overline{R}(L.C) = 0.505$$

$$L.CL = D2\overline{R} = 0 * 0.505 = 0$$

لوحة المتوسط والمدى (25 sample)

$$\overline{\overline{X}} = \frac{568.16}{25} = 22.726$$

$$\overline{R} = \frac{11.8}{25} = 0.472$$

Average

$$U.CL = \overline{\overline{X}} + A2\overline{R} = 22.726 + 0.577 * 0.472 = 22.998$$

$$\overline{\overline{X}}(C.L) = 22.726$$

$$L.CL = \overline{\overline{X}} - A2\overline{R} = 22.726 - 0.577 * 0.472 = 22.453$$

Range

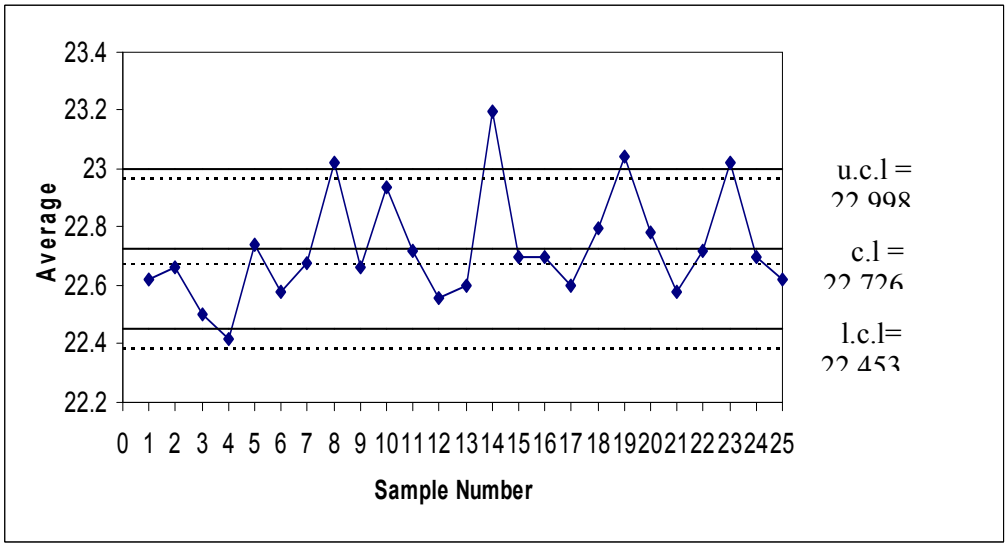
$$U.CL = D + \overline{R} = 2.11 * 0.472 = 0.998$$

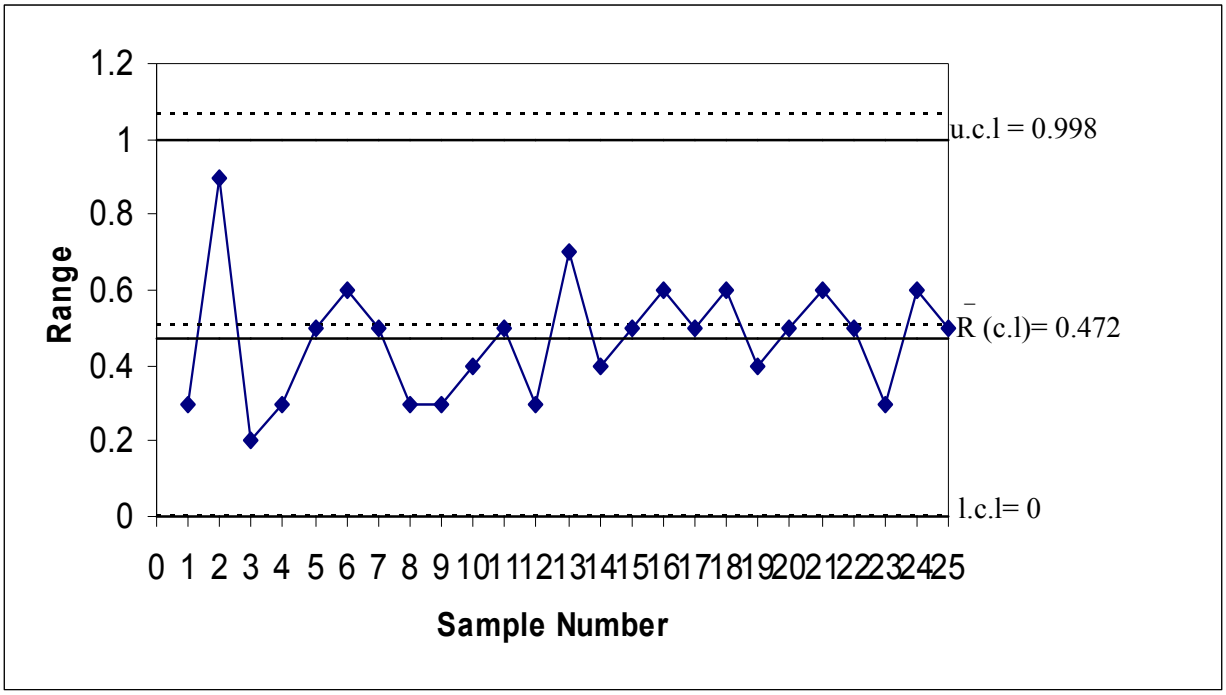
$$\overline{R}(C.L) = 0.472$$

$$L.CL = D2\overline{R} = 0 * 0.472 = 0$$

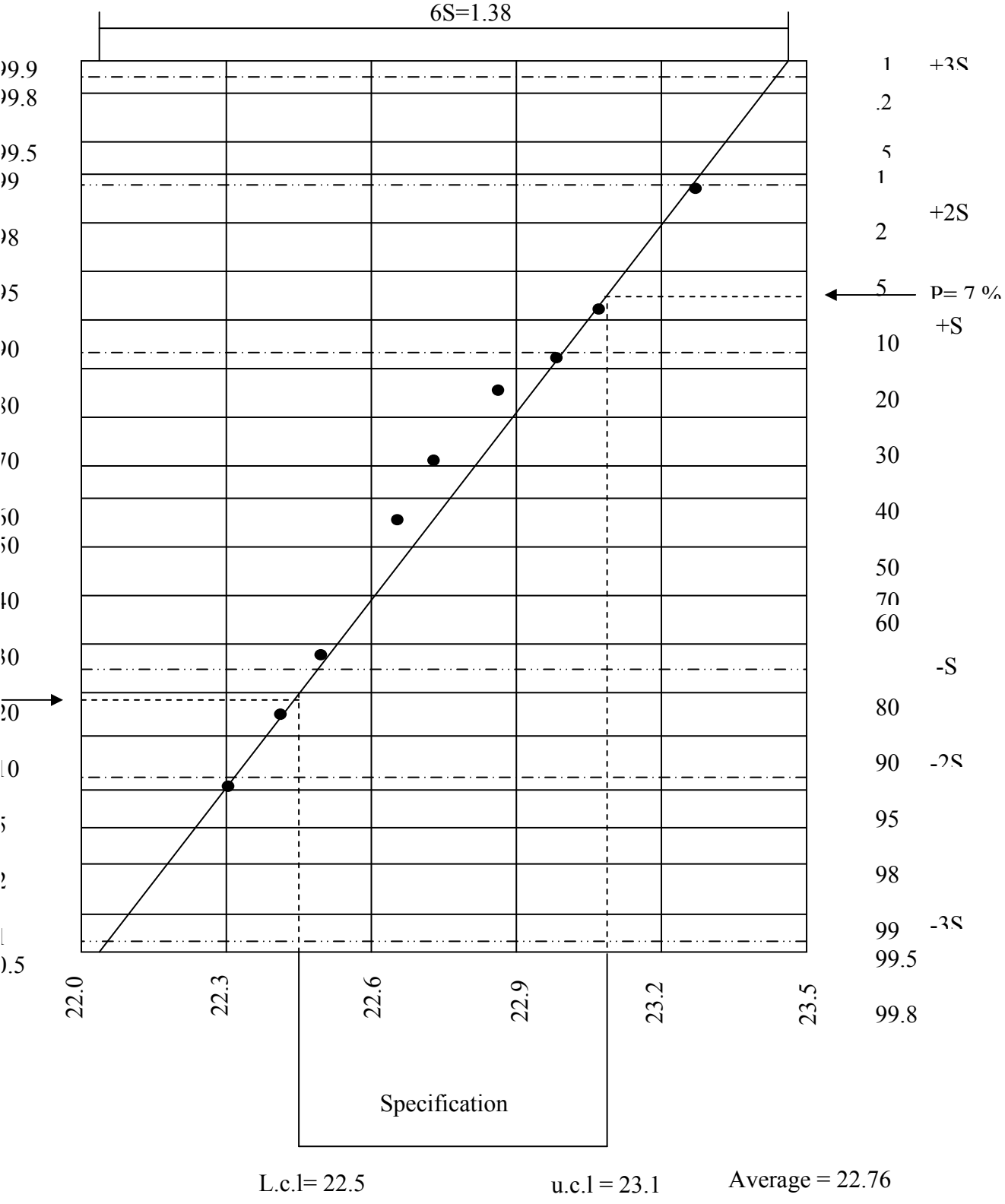
جدول (٢) يوضح حسابات مقدرة العملية الإنتاجية للقاعدة العليا للاسطوانة

CLASS BOUNDARIES	C.M.V	A.F	R.N	A.R.N	P%
22.25-22.363	22.307	4	1-4	2.5	24
22.363-22.476	22.419	7	5-11	8	7.5%
22.476-22.589	22.532	17	12-28	20	19.5%
22.589-22.702	22.644	26	29-54	41.5	41%
22.701-22.815	22.758	15	55-69	62	61.5%
22.815-22928	22.871	14	70-83	76.5	76%
22.928-23.041	22.984	3	84-86	85	84.5%
23.041-23.154	23.097	9	87-95	91.5	91%
23.154-23.267	23.210	5	96-100	98	97.5%





شكل (١) : يوضح لوحة المتوسط والمدى (x- R-Chart) للسيطرة على قياسات القاعدة العليا للاسطوانة



شكل (٢) يوضح مقدرة العملية الانتاجية على تصنيع القاعدة العليا للاسطوانة ضمن المواصفات المحددة

المصـــــادر :

١.العاني،خليل إبراهيم محمود وآخرون "أدارة متطلبات الجودة الشاملة ومتطلبات الايزو ٩٠٠١:٢٠٠٠ "، الجامعة التكنولوجية ٢٠٠٢.

2.B.G.pale&J.J.Plunkett " managing quality ",4. ed. London,1993. .

3. Dr. K. Ishikaw "What is the total Quality control", The Japans way , USA, 1985.

4. A. V. feigenbaum " total Quality control " , 3 ed , mc Grow - Hill co , 1983 .

5. Doulges. C. Montgomery "Introduction to statical Quality control", 5 ed, USA, Wiley, 2005.

6. Samwel Kotz. N. Johnson “process capability indices " . London, 1993.