Study of process capability for mass production by designed tolerances

Adnan Abdulhussein Ugla
College of Engineering
University of Thi-Qar

Abstract:

This paper investigates the process capability assessment that may suit mass production model. The task is dedicated and applied to enable the evaluation of the performance for the manufacturing machines. Two types of manufacturing processes are selected namely (Rolling and cutting) in order to evaluate their performance by application of (control charts) namely " average – range" charts. Two techniques are used to evaluate the actual performance of the operation by process capability calculations and statistical analysis based on histogram technique. The results show that some of machines are unable to satisfy the specification tolerances due to obsolescence and deprecation, therefore, total maintenance for these machines.

"دراسة مقدرة العملية الإنتاجية لمنتج نمطي من خلال التفاوتات التصميمية "

الخلاصة

تناول هذا البحث تقييم مقدرة العملية الإنتاجية لمنتج نمطي لغرض تقييم الأداء للماكنات التصنيعية ألمنفذة لـه من خلال تحليل بيانات القياسات التي تم جمعها للمنتوج النهائي المنفذ على المكائن. تم الاختيار لعمليتي الدرفلة و القطع و المتمثلة بمنتجي الصفيحة و القرص من اجل تقييم مقدرة العمليات الإنتاجية للمكائن المستعملة في تصنيعها وفق السماحات و التفاوتات الموضوعة. نفذ ذلك من خلال إعداد لوحات السيطرة للمتوسط و المدى من البيانات التي جمعت للمنتوجات المنفذة على المكائن وكذلك حسابات المقدرة و إعداد المدرج التكراري للوقوف على الأداء الحقيقي لهذه العمليات. حيث بينت النتائج إن معظم المكائن المستعملة غير قادرة على الإيفاء بمتطلبات التصاميم الموضوعة بسبب التقادم والتلف لذلك لابد من إجراء الصيانة الشاملة لها.

1- المقدمة

إن الوظيفة الأساسية لأقسام السيطرة النوعية في الشركات الصناعية تتبلور في تحقيق المواصفات المحددة للمنتجات، ولعل أهم ما يميز أعمال السيطرة النوعية الاعتماد الكلي على الفحص و التفتيش العلمي المستند إلى البيانات الدقيقة. لقد رافق تطور الاهتمام بفحص المنتوجات استخدام الوسائل الإحصائية و تطويرها لهذا الغرض خصوصاً في عمليات السيطرة النوعية . و بشكل عام تستخدم التقنيات الإحصائية لتحديد قبول المنتج أو الخدمة و مقدرة العملية الإنتاجية لهذا المنتج عندما تكون هي الأساس في القبول و الرفض إضافة إلى استخدامها للتأكد من استمرار العمليات الإنتاجية في الإيفاء بمتطلبات المستهلكين [1] . ولا شك إن للمكائن و الأجهزة و المعدات و كذلك التصميم من حيث السماحات المسموح بها اثر كبير في المحافظة على نوعية المنتج ضمن الخط الإنتاجي و دراسة مقدرتها الإنتاجية لضمان تصنيع المنتج طبقاً للمواصفات المطلوبة لتقليل نسب المعاب وصولاً إلى تقليل كلف الإنتاج [2]. ومن المعروف انه عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية هي مقياس الدقة المحددة لعملية التصنيع فان هذه المقدرة تعد شرطاً أساسياً للتأكد من دقة التفاوتات التصميمية . وبضوء ذلك فان دراسة العلاقة بين التفاوتات التصميمية و مقدرة العملية الإنتاجية يعد من الشروط الأساسية للسيطرة على ضبط العمليات الإنتاجية و زيادة دقة السيطرة على نوعية المنتج.

2- هدف البحث

يهدف البحث من خلال حساب مقدرة العملية الإنتاجية إلى التأكيد على دقة التفاوتات التصميمية المحددة بالخرائط الهندسية. و كذلك يهدف إلى التأكيد على أهمية العلاقة بين المقدرة و التفاوتات كشرط أساسي للسيطرة على ضبط العمليات الإنتاجية لتحقيق السيطرة على نوعية المنتج و تقليل نسب المعاب.

3 - دراسة مقدرة العملية الإنتاجية

إن الغرض من احتساب مقدرة العملية الإنتاجية هو معرفة قابلية العملية الإنتاجية على تحقيق الخاصية النوعية ضمن المواصفات المحددة و ذلك كمقياس لمدى الثقة الذاتية للماكنة و التي تعبر عن مقدرة أدائها النوعي للإيفاء بمتطلبات التصميم . تتضمن دراسة مقدرة العملية الإنتاجية المراحل الآتية [3 , 4]:

1-3 مرحلة التخطيط . 2-3 مرحلة التنفيذ. 3-3 مرحلة التحليل و الحسابات.

1-3 **مرحلة التخطيط**:

تبدأ الدراسة بمرحلة التخطيط في اختيار خاصية من الخواص المطلوب دراستها و ذلك لان العملية الواحدة و في اغلب الأحيان تنطوي على عدة خواص لكل منها نموذجه الخاص به. وان دراسة التغير في كل خاصية من هذه الخواص يستدعي جمع بيانات مستقلة بغية إجراء تحليل منفصل لكل منها و تطلب هذه المرحلة تحديد الأجهزة و المعدات المطلوبة لعمليات الفحوصات و القياسات.

2-3 **مرحلة التنفيذ**:

في هذه المرحلة يتم جمع البيانات الضرورية لعملية حساب المقدرة ويجب مراعات التالي :-

عدم إجراء إعادة تنظيم الماكنة خلال فترة تسجيل البيانات لكامل الدفعة و كذلك عدم إعادة معايرة أدوات القياس. و مما يتوجب الإشارة إليه ، إن ما تقدم من عوامل عرضة للتغيير خلال فترات زمنية طويلة. لهذا ينبغي إجراء عدة دراسات منفصلة بفترات زمنية متباعدة بغية تحديد تأثير العوامل المتغيرة في مقدرة العملية الإنتاجية بشكل دقيق حيث يتم سحب العينات و إجراء الفحوصات و القياسات اللازمة.

3-3 **مرحلة التحليل و الحسابات:**

بعد استكمال البيانات و الفحوصات يتم رسم لوحات السيطرة الإحصائية لمعرفة هل إن العملية الإنتاجية ضمن السيطرة ام لا، بعدها يتم استخراج الانحراف المعياري للمجتمع (σ) أما بدلالة الوسط الحسابي من خلال المعادلة التالية[٣] :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})2}{N}} \quad \text{----------(1)}$$

أو بدلالة المدى من خلال العلاقة التالية [3]:

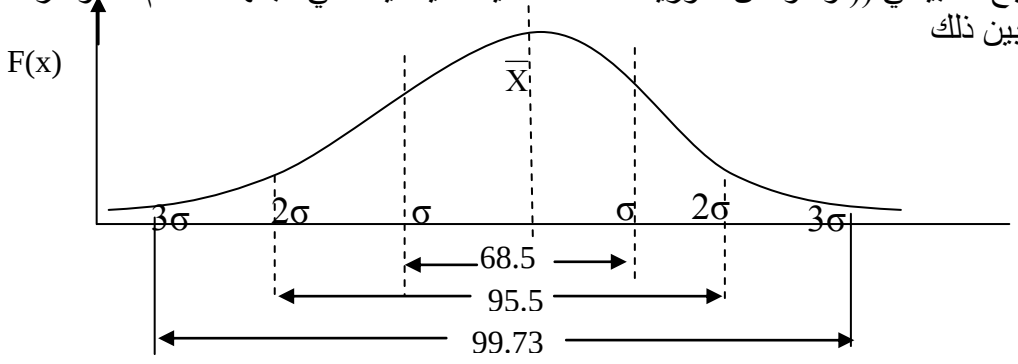
$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \text{----------(2)}$$

حيث أن $\bar{R}$ = متوسط المديات للعينات، N =عدد العينات المسحوبة d_2 = قيمة ثابتة تعتمد على حجم العينة تؤخذ من جداول خاصة.

وجدير بالذكر أن الواقع العلمي يشير إلى سهولة حساب مقدرة العملية بدلالة المدى. حيث يتم احتساب مقدرة العملية الإنتاجية بموجب المعادلة التالية: { مقدرة العملية الإنتاجية = 6 * الانحراف المعياري (σ)} [3 , 4]

$$6\sigma = 6\frac{\bar{R}}{d_2} \quad \text{----------} \quad (3)$$

و معنى ذلك إن التغير في الصفة المقاسة التي تنتج عن العملية في حدود (3σ) أعلى من المتوسط (3σ) تحت المتوسط مما يدخل التغيير في حدود الطبيعة نتيجة الصدفة دون مؤثر خارجي ، وذلك باحتمال قدره (99.73) وذلك طبقاً لخصائص التوزيع الطبيعي ((وهو من التوزيعات الاحتمالية القياسية التي تتبعها معظم الظواهر الطبيعية)) و الشكل رقم(1) يبين ذلك



الشكل رقم (1) خصائص الانحراف المعياري على منحني التوزيع الطبيعي[3]

و يلاحظ إن حدود (6 σ) تقع داخل حدود التفاوت ، أي أن هذا التغيير المسموح به في القياس اقل من حدود التفاوت ، مما يجعل المنتج في هذه الحالة مقبولاً و تحديداً يجب أن لا يزيد (6 σ) على ثلاثة أرباع اتساع منطقة التفاوت أي أن الفرق بين اكبر قيمة و اصغر قيمة تسمح بها الصفة المقاسة بحيث يدخل المنتج في هذه الحالة نطاق المقبول و تكون نسبة المرفوض منخفضة للغاية [4] .

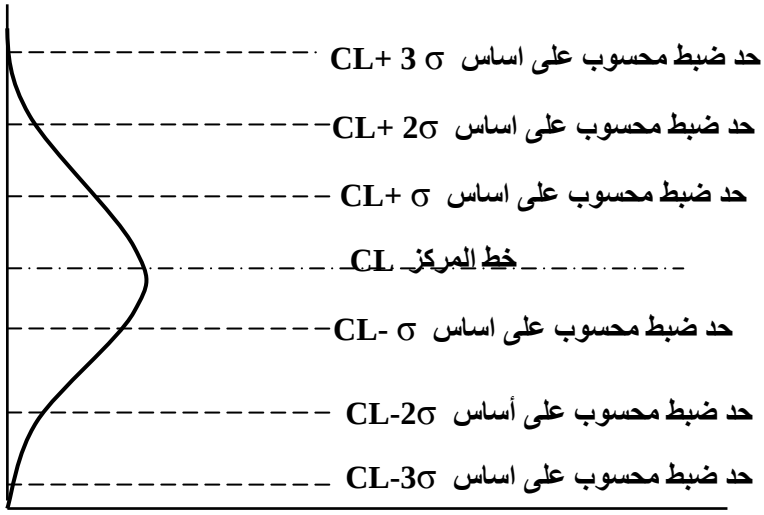
4- فوائد استخدام لوحات السيطرة الإحصائية[4,5]

4-1 تساعد على مراقبة التغيرات التي تحصل أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية في كل من النزعة المركزية و التشتت لمجموعة من العينات.

4-2 اتخاذ القرار بصدد تجهيز المنتجات الجاهزة إلى المستهلك أو حجزها وإخضاعها للتفتيش ١٠٠%.

4-3 اتخاذ القرار باستمرار العمليات الإنتاجية عندما يتبين ان نقاط العملية تحت السيطرة أو إيقاف بعض العمليات أو جميعها عندما تظهر نقاط العملية خارج حدود السيطرة بغية اتخاذ الإجراءات التصحيحية

4-4 تطوير مواصفات المنتوج و طرق الإنتاج و أساليب الفحص و التفتيش



الشكل رقم(2) المظهر العام للوحة السيطرة وبدائل وضع حدود السيطرة[4].

5- مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (Cp) Process capability ratio [3]

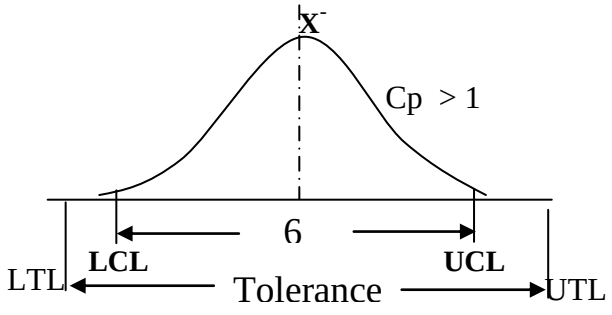
يعطي القدرة الكامنة للعملية و مقداره يبين هل أن العملية قادرة على إعطاء التفاوتات التصميمية . و كلما كانت قيمته أكثر من الواحد الصحيح يدل على أن العملية مقتدرة على إعطاء التفاوتات المحددة لها.

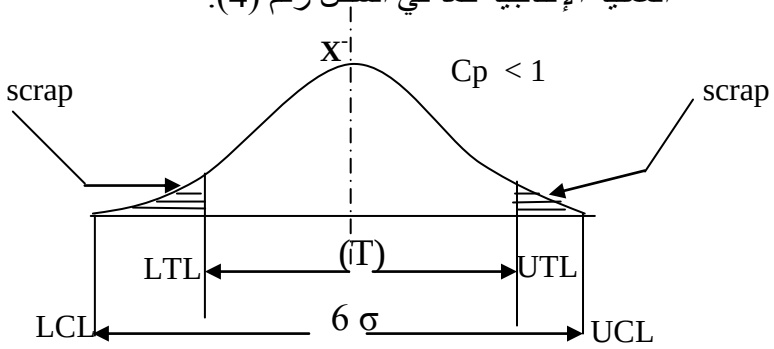
$$Cp = \frac{UTL - LTL}{6\sigma}$$ ----------(4) [3]

حيث أن : UTL حد المواصفة الأعلى. LTL حد المواصفة الأدنى

6- العلاقة بين مقدرة العملية الإنتاجية و تفاوت المنتج [6]

إن التغيرات الحاصلة في ناتج العملية الإنتاجية إذا كانت في حالة منضبطة فإنها تأخذ شكل التوزيع الطبيعي و يكون الفرق بين حدود التفاوت (T) للمنتج اكبر من مقدرة العملية الإنتاجية كما في الشكل رقم (3). وهذا يعني أن العملية قادرة على إنتاج منتجات تقع أبعادها في حدود المواصفات و لكن بكلفة تصنيعية غير اقتصادية و بذلك يتطلب أما تعديل العملية أو تعديل التصميم. أما إذا كانت الفروقات بين حدود التفاوت (T) للمنتج اصغر من مقدرة العملية الإنتاجية كما في الشكل رقم (4).





شكل رقم (4) [6] **شكل رقم(3) [6]**

وهذا يعني توقع نسبة معينة من المنتجات المعابة و تكون ممثلة بالمساحة المضللة التي تقع أبعادها خارج حدود المواصفات و يجب عندها أما إعادة النظر بحدود المواصفة أو تقليل المتغيرية للعملية أو استبدال الماكينة بأخرى أما إذا كان T مساوي إلى مقدرة العملية الإنتاجية (يساوي حدي الضبط) فهذا يدل على أن الماكينة أو العملية المختارة جيدة. إن الإهمال أو عدم الأخذ بنظر الاعتبار مقدرة العملية الإنتاجية من قبل المصمم عند تثبيتهم للمواصفات يؤدي إلى ظهور الحالات التي تمت الإشارة إليها أعلاه. و بما أن الصيغة الأساسية لتحليل مقدرة العملية الإنتاجية هي المقارنة بين التكرارية و تفاوت المنتج (المعادلة 4) لذا فهناك ثلاث حالات ممكن النظر فيها:

- عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية اقل من الفرق بين حدي التفاوتات المسموح به (Cp < T). أي أن العملية الإنتاجية قادرة على تصنيع منتجات تطابق المواصفات الموضوعة طالما في حالة سيطرة إحصائية.
- عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية مساوية إلى التفاوت المسموح به أي($T = 6\sigma$) و هذه الحالة تتطلب اتخاذ الإجراءات التصميمية لمعالجتها .
- عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية اكبر من الفرق بين حدي التفاوت المسموح به ($T < 6\sigma$). فان قسماً من الإنتاج سيقع أعلى أو أسفل حدي التفاوت، و هذا يعني إن العملية الإنتاجية غير قادرة على تصنيع المنتجات بهذه الحدود لان العملية ستكون في حالة سيطرة ولكن الإنتاج يحتوي على نسبة لا يستهان بها من المعاب.

7- استخدام مدرج التكرار لتحديد مقدرة العملية الإنتاجية

أول عملية تجرى في تحليل البيانات هي إيجاد تكرار كل قيمة فإذا رتبت القيم المختلفة التي يمكن أن يأخذها المتغير ، ثم حساب تكرار كل قيمة في البيانات فانه يتكون لدينا ما يعرف بالتوزيع التكراري. أن استخدام المدرج التكراري Histogram (رسم بياني تمثل قاعدته سعة كل فئة و المساحة مقدار التكرار) يعد من الوسائل الفاعلة لتحديد مقدرة العملية الإنتاجية و مراقبة الإنتاج و يعد من المخططات المهمة التي يمكن عن طريقها معرفة مقدرة العملية في المحافظة على حدود التفاوت عن طريق مقارنة المدرج مع حدود التفاوت المثبت على الخرائط التصميمية [8 , 2].

9- حالة تطبيقية في إحدى المنشآت الصناعية

لقد تم اختيار شركة أور العامة للصناعات الهندسية التابعة لوزارة الصناعة لكونها من الشركات الإنتاجية المهمة والتي تنتج أجزاء نصف مصنعة وأخرى مصنعة كلياً (مثل الألواح و الشرائح و المقاطع المختلة للأبواب و الشبابيك المصنعة من الالومنيوم وسبائكه و الصفائح و الأقراص. وهنا وقع الاختيار على منتجات نمطية مثل الصفيحة (Plate) والتي تعتبر منتج نمطي للشركة ذو أبعاد قياسية موضوعة حسب المواصفة العراقية المعتمدة في الشركة المرقمة (1472) وكذلك منتج القرص (Disc) و الذي يعد منتج نمطي ذو أبعاد قياسية حسب المواصفة الفرنسية (AFNOR Standard). و المنشأة تعتمد في إجراءات السيطرة النوعية على :

1- إجراء السيطرة النوعية على المواد الأولية الواردة إلى المنشأة و التي كانت سابقاً تستورد على شكل كتل بالمقاسات المذكورة أعلاه أما الآن فان الشركة تعتمد أسلوب الإنتاج للسبائك والذي قد يشتمل على إضافات من الخردة (السكراب) ويصب على شكل كتل و بالأبعاد المذكورة . يتم إجراء فحوصات الشد و التحليل الكيمياوي للوقوف على الخواص الميكانيكية و التركيب الكيمياوي للمنتج.
2- إجراء الفحص للمنتوج للسيطرة على الأبعاد خصوصاً سمك المنتج ويتم ذلك أثناء الإنتاج.
3- إجراء الفحص النظري (Visual test) لمراقبة المنتج و باستخدام أسلوب التفتيش الكلي.

و بسبب عدم وجود معلومات موثقة مسبقة عن بيانات الإنتاج و معرفة المقدرة فقد قام الباحث بدراسة مقدرة الماكينة التصنيعية على تحقيق مديات السماحات من خلال وضع منهجية دراسة مقدرة الخواص المشتركة للعملية التصنيعية المنفذة على تلك الماكنة. تم اختيار مرحلة الإنتاج النهائية لان الموضوع يتعلق بمدى قدرة المكائن المستخدمة لتصنيع المنتج. و يتم ذلك أثناء إجراء الزيارات الميدانية المتكررة و اخذ العينات من الخط الإنتاجي المباشر، وهنا تم اخذ أكثر من 20 عينة عشوائية و بواقع 5 مفردات لكل عينة و لكل بعد من الأبعاد التي يتطلب السيطرة عليها [8]. ومن جهة أخرى تم اخذ 20 عينة عشوائية و بواقع 50 مفردة لإجراء الفحوصات التمييزية. حيث أن المنتج و عند حدوث خطأ ما فانه يبدو مرفوضاً لاشتماله على بقع داكنة أو طبعات أو خشونة وعدم انتظام حافات المنتج أو وجود بعض الشروخ السطحية وغيرها من العيوب في المظهر الخارجي للمنتج [2 , 8]. و لغرض إجراء الحسابات اللازمة فقد استخدم الباحث تقنية لوحات السيطرة الإحصائية و أهمها لوحة المتوسط-

المدى) $\overline{X}$ (R Chart- لكونها تستخدم في حالة وجود إمكانية قياس المتغير الذي يعبر عن أية خاصية نوعية لواحدة من الوحدات الأساسية مثل الطول ، العرض، القطر ، السمك الخ. وكذلك استخدم لوحة نسبة المعاب (P-Chart) لكونها تستخدم عند عدم وجود إمكانية لقياس المتغير الذي يعبر عن النوعية و يتم الحكم طبقاً لهذه اللوحات بمبدأ مقبول أو مرفوض [7].

9- الحسابات و النتائج

9-1 طول الصفيحة (Plate length)

تم البدء بالبعد الطولي للصفيحة و تم سحب 23 عينة عشوائية منه بشكل مباشر و بواقع 5 مفردات لكل عينه و كان هذا البعد يسيطر عليه عن طريق ماكنة تحديد الاطوال اسم الماكنة (Lisse) و رقمها (607) علماً بان البعد المطلوب حسب المواصفة هو (2000 mm) و التفاوتات المسموح بها هو (3 ± 2000). و الملحق رقم (1-1) يمثل القراءات المأخوذة لتلك الخاصية وكذلك يبين المتوسط $\overline{X}$ و المدى **R** لكل عينة وفي أسفل الملحق موضح حساب متوسط المتوسطات (Grand average) $\overline{\overline{X}}$ و متوسط المدى $\overline{R}$ للعينات وبعد ذلك تم حساب حدود السيطرة للوحتي المتوسط و المدى وكما موضح في أدناه [3 , 4]:

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{X}}{N} = \frac{\sum \overline{X}}{23} = CL = 2003.8887 \quad , \quad \overline{R} = \frac{\sum R}{N} = \frac{\sum R}{23} = 2.0043$$

$$UCL_x = \overline{\overline{X}} + A_2\,\overline{R} = 2003.8887 + 0.577 * 2.0043 = 2005.2$$

$$LCL_x = \overline{\overline{X}} - A_2\,\overline{R} = 2003.8887 - 0.577 * 2.0043 = 2002.5$$

أما حدود لوحة المدى فهي:

$$UCL_r = D_4\,\overline{R} = 2.115 * 2.0043 = 4.2391 ; \qquad LCL_r = D_3\,\overline{R} = 0 * 2.0034 = 0$$

حيث أن (D_3 ، D_4 ، A_2) ثوابت قيمها تعتمد على حجم العينة تؤخذ من الجداول [8] ، (LCL_x ،UCL_x) حدي الضبط العلوي و السفلي في لوحة المتوسط ، (LCLr ،UCLr) حدي الضبط العلوي و السفلي في لوحة المدى

و الشكل رقم (1-1) يبين لوحة المتوسط و المدى لهذه الخاصية حيث نلاحظ أن العملية غير منضبطة احصائياً ففي لوحة المتوسط خروج النقاط (22,21,20, 19, 18, 17, 16, 15, 9, 7, 1) خارج حدود السيطرة العليا و الدنيا أما في لوحة المدى خروج النقاط (13,8) خارج حدود الضبط العليا. وقد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الملحق (1-1). وقد تم التوصل لحساب مقدرة العملية الإنتاجية لهذا البعد وكما يأتي: من الجداول ولحجم عينة (5) نجد أن قيمة (d_2) تساوي (2.326)

$$\overline{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2} = \frac{2.0043}{2.326} = 0.8617 \; ; \qquad 6\,\overline{\sigma} = 5.17$$

يلاحظ من الحسابات أن مقدرة العملية الإنتاجية هي 5.17 بينما التفاوت المسموح به هو 6 أي إن العملية اقل من التفاوت المطلوب . وكذلك يلاحظ أن الخط المركزي $\overline{\overline{X}}$ و الحد الأعلى للسيطرة أعلى من الحدود العليا للتفاوت المسموح به وهذا يدل على أن الماكنة غير قادرة على الإيفاء بمتطلبات التفاوت المطلوب لهذه العملية و بالتالي سوف يكون هذا الجزء معاباً . أما الملحق رقم (1-2) فيبين البيانات و المدرج التكراري و حدود التفاوت العليا و الدنيا ومن ملاحظة المدرج يتبين أن المتوسط مزاح باتجاه التفاوت الأعلى بمقدار (0.3613) وان قسماً كبيرا من الإنتاج يقع خارج حدود التفاوت الأعلى مما يتطلب إجراء صيانة كاملة للماكينة المسؤولة عن هذا البعد.

2-9 عرض الصفيحة Plate Width

بعد ذلك تمت المباشرة بفحص عرض الصفيحة حيث تم سحب (23)عينة و بواقع (5) مفردات لكل عينة و بشكل عشوائي. وكان هذا البعد يسيطر عليه عن طريق مقص آلي لقطع الحافات تابع لماكنة الدرفلة الباردة و التي تتضمن المرحلة الأخيرة من مراحل الدرفلة النهائية للمنتج و بالأبعاد النهائية. علماً أن البعد المطلوب هو (1050) والتفاوت المسموح به هو (3 ±1050) و الملحق رقم (2-1) يبين القراءات المأخوذة وكذلك المتوسط الحسابي و المدى لكل عينة وحدود السيطرة العليا و الدنيا للوحتي المتوسط و المدى. أما الشكل رقم (2-1) فيبين لوحتي المتوسط والمدى للسيطرة على البعد المطلوب حيث نلاحظ أن العملية غير منضبطة إحصائياً لخروج النقاط (1، 2 ، 16 ،17 ، 18،20، 23) خارج حدي السيطرة في لوحة المتوسط وخروج النقطة (6) في لوحة المدى. وقد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الملحق (2-1) بعد الوقوف على المسببات وكان السبب يرجع إلى تقادم جهاز المقص الآلي. أما الملحق رقم (2-2) فيبين البيانات و المدرج التكراري و حدود التفاوت العليا و الدنيا. حيث نلاحظ أن التشتت لهذه الخاصية كان كبيراً و إن قسماً من الإنتاج يقع خارج حد التفاوت الأدنى وأن المتوسط مزاح باتجاه التفاوت الأعلى بمقدار (0.16) لذلك يجب إجراء صيانة كاملة للماكينة المسؤولة عن هذا البعد.

3-9 سمك الصفيحة Plate Thickness

وفقاً للأسلوب المتبع أعلاه تمت متابعة سمك الصفيحة و الذي يتم السيطرة عليه عن طريق ماكنة الدرفلة الباردة (Secim) المرقمة (604) حيث يتم التحكم بالسمك عن طريق جهاز السماكة وكان البعد هو (0.9) ملم و التفاوتات المسموح بها (0.1 ± 0.9). و الملحق رقم (3-1) يبين القراءات المأخوذة للعينات و كذلك المتوسط الحسابي و المدى لكل عينة ومنه تم حساب حدود لوحتي السيطرة للمتوسط و المدى. و الشكل (3-1) يوضح لوحتي المتوسط و المدى X-R chart و من النظر يلاحظ أن العملية الإنتاجية غير منضبطة إحصائياً لخروج النقاط (1،11 ، 12، 18، 21،22) في لوحة المتوسط وكذلك خروج النقطتين (6،14)خارج حدود الضبط العليا في لوحة المدى. وقد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الملحق (3-1) بعد الوقوف على المسببات وكان السبب يرجع إلى خلل في جهاز السماكة (تحديد السمك) التابع لماكنة الدرفلة الباردة وكذلك يرجع إلى استخدام المادة السكراب في شحنة المادة الخام المستعملة في عملية السباكة و التي تكون عالية الصلادة في بعض الأحيان مما يؤدي إلى تفاوت السمك للمنتج. تم حساب مقدرة العملية الإنتاجية فكانت (PC = 0.3286) في حين أن التفاوتات المسموح بها للمنتج هي (T = 0.2) هذا يدل على أن اختيار الماكنة غير صحيح لأداء هذا النوع من الأبعاد و ذلك لان مقدرة العملية الإنتاجية (PC) اكبر بكثير من حدود التفاوتات. أما الملحق رقم (3-2) فيبين البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوتات العليا و الدنيا لهذه الخاصية. ومن ملاحظة المدرج يتبين أن التشتت كبير و أن المتوسط مزاح باتجاه حدود التفاوت الدنيا بمقدار (0.0653) و خروج قسم من الإنتاج خارج حدود التفاوت العليا مما يتطلب إجراء صيانة كاملة للماكنة لتحقيق البعد المطلوب.

4-9 الانحراف عن الزاوية القائمة:

و بنفس الأسلوب المتبع للحسابات في الأبعاد الماضية ، تم إجراء الحسابات للسيطرة على الزاوية القائمة للصفيحة و انتظام أضلاعها وعادة يتم ذلك من خلال معرفة الفرق بين قطري الصفيحة وهذا البعد يسيطر عليه عن طريق ماكنة القطع (Lisse) و التي رقمها (607) و العملية هي عملية تقطيع للأبعاد النهائية. وفي الحالة التي يكون فيها الجزء المنتج قياسياً يفترض الفرق بين قطريه يكون مساوياً إلى الصفر وكان التفاوت المسموح به هو (5 – 0 mm). والملحق رقم (4-1) يبين القياسات التي تم جمعها ومن خلالها تم استخراج حدود لوحات السيطرة للمتوسط و المدى و الموضحة أسفل الجدول. الشكل رقم (4-1) يبين لوحتي المتوسط و المدى ومن ملاحظة الشكل نلاحظ خروج النقاط (9، 13، 14، 17،19) خارج حد الضبط الأعلى في لوحة المتوسط وكذلك خروج النقطتين (1،10) في لوحة المدى مما يؤكد أن العملية غير منضبطة احصائياً وهذا يرجع إلى قدم الماكينة و انعدام دقة الحدود القاطعة فيها. ومن النظر في هذا الشكل يلاحظ أن اختيار هذه الماكنة غير صحيح لأداء هذا النوع من

الأبعاد للمنتج وذلك لان مقدرة العملية الإنتاجية اكبر من ضعف التفاوت المسموح به لهذا المنتج حيث أن مقدرة العملية الإنتاجية (PC = 12.64) بينما التفاوت المسموح به هو (T =5) ولذلك يلاحظ من الشكل أن حدي التفاوت تقع بين (0–5) بينما حدي الضبط للوحة المتوسط تقع بين (8.3827 –14.037) و هذا يدل على أن الماكنة المختارة غير قادرة على الإيفاء بمتطلبات تفاوت المنتج. أما الملحق (٤-١) فيبين البيانات و المدرج التكراري لهذه العملية ومن ملاحظة المدرج التكراري نرى أن التشتت لهذه العملية كان كبير حيث بلغ (16.6) وان المتوسط مزاح في اتجاه حدود التفاوت الدنيا (2.4566) و خروج جميع الإنتاج خارج الحدود العليا للتفاوت. لذلك لابد إجراء صيانة كاملة علة هذه الماكنة أو استبدالها بأخرى

5-9 السيطرة على قطر القرص Disk Diameter (320 mm)

ثم بعد ذلك تم إجراء الحسابات الخاصة بمنتج القرص ذو القطر (320) ملم وبنفس الأسلوب المتبع أعلاه و الملحق رقم (5-1) يبين القراءات المأخوذة للسيطرة على قطر المنتج حيث يتم تشكيل هذا المنتج على ماكنة المكبس ذو القدرة ١٥٠ طن التي تدعى (Hbilland) و رقمها (7365) و العملية هي تقطيع إلى الأبعاد النهائية و البعد المطلوب هو 320 ملم و التفاوت المسموح به هو (0–0.5) ومن خلال البيانات تم استخراج حدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى. يلاحظ من الحسابات أن مقدرة العملية الإنتاجية اقل من التفاوت المطلوب للمنتج حيث إن المقدرة (PC = 0.4) بينما التفاوت (T = 0.5) و هذا يدل على أن الماكنة المختارة قادرة على إنتاج هذا المنتج ضمن حدود التفاوت المطلوبة للمنتج وان اختيارها صحيح. ولكن عند ملاحظة الشكل (5-1) والذي يمثل لوحتي المتوسط و المدى تتضح أن العملية الإنتاجية غير منضبطة احصائياً وذلك لخروج النقاط (8، 17،19) في لوحة المتوسط والنقطة (11) في لوحة المدى وذلك قد يرجع إلى سوء أداء العامل أو بعض أسباب الصدفة الأخرى مثل تردي الخامة الأولية للمنتج نتيجة لاشتمالها على شوائب عالية تضفي صلابة على الشريحة المستعملة لإنتاج القرص مما يؤثر على آلة القطع وقد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة المبينة في الملحق(5-1). أما الملحق (5-2) فيبين البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت العليا و الدنيا ومن ملاحظة المدرج التكراري نرى أن مدى التفاوت اكبر بكثير من تشتت البيانات و هذا دليل على أن المنتوج واقع جميعه داخل حدود التفاوت و لكن المتوسط مزاح قليلاً باتجاه حدود التفاوت الدنيا بمقدار (0.015).

6-9 السيطرة على سمك القرص ذو القطر(320) Disk Thickness

ومن ثم تم إجراء الحسابات الخاصة بالسيطرة على سمك منتج القرص ذو القطر (320) ملم حيث يتم السيطرة على هذا البعد عن طريق جهاز السماكة الملحق بماكينة الدرفلة الباردة حيث يتم السيطرة على سمك شريحة مستطيلة من خلال ماكنة الدرفلة و البعد المطلوب(1.5) ملم و التفاوت المسموح به (0.06±1.5) وبنفس الأسلوب المتبع تم جمع البيانات الخاصة بالسيطرة على هذا البعد. الملحق رقم (6-1) يبين الحسابات وحدود السيطرة الخاصة بلوحتي المتوسط و المدى. و الشكل (6-1) يبين لوحتي المتوسط و المدى ومن هذا الشكل يتضح أن اختيار الماكنة لم يكن صحيحا لان مقدرة العملية الإنتاجية اكبر بكثير من التفاوت (ضعف التفاوت المسموح به) حيث أن (PC = 0.24) بينما التفاوت (T = 0.12) و لذلك نلاحظ أن حد التفاوت العلوي يقع أسفل حد الضبط العلوي وان معظم الإنتاج يقع خارج حد التفاوت الأعلى على الرغم من إن العملية تكاد تكون منضبطة احصائياً. أما الملحق (6-2) فيبين البيانات و المدرج التكراري لهذا البعد حيث نلاحظ من خلال المدرج التكراري أن المتوسط مزاح قليلاً نحو حدود التفاوت الدنيا بمقدار (0.0014) وان قسماً كبيراً جداً من النتاج يقع خارج حدود التفاوت العليا وهذا يتطلب صيانة الماكنة المسئولة عن هذا البعد لوجود انحراف كبير في الإنتاج.

7-9 السيطرة على قطر منتج القرص Disk Diameter (300 mm)

و بطريقة مشابهه لحسابات القرص (320) ملم تم إجراء حسابات القرص ذو القطر(300) ملم حيث يتم تشكيل هذا المنتج على ماكنة المكبس ذات القدرة 150 طن التي تدعى (Hbilland) و رقمها (7365) و العملية هي تقطيع إلى الأبعاد النهائية و البعد المطلوب هو (300ملم) و التفاوت المسموح به هو (0– 0.5) وبضوء البيانات المدرجة في الملحق (7-1) تم إجراء حساب حدود السيطرة الخاصة بلوحتي المتوسط و المدى الموضحة بالشكل (7-1) ومن ملاحظة الشكل يتضح إن اختيار الماكنة موفق لأداء هذه العملية الإنتاجية لان حدود الضبط تقع ضمن التفاوتات المسموح بها وان مقدرة العملية الإنتاجية اقل من نصف التفاوتات التصميمية أي أن الماكنة قادرة على إنتاج هذا المنتج بكفاءة عالية مما يعني أن السماحات لهذه الخاصية كانت عالية جداً وأنها تستطيع أن تعمل ضمن نفس التشتت إلى سماحات اقل. وكذلك يلاحظ أن العملية الإنتاجية منضبطة احصائياً. أما المحق رقم(7-2) فيبين

البيانات و المدرج التكراري لهذا البعد حيث نلاحظ أن المدرج متعدد القمم و المتوسط مزاح نحو حد التفاوت الأدنى بمقدار (0.0157) وان جميع الإنتاج واقع ضمن حدود التفاوت.

8-9 السيطرة على سمك منتج القرص (300 mm) Disk Thickness

بعد ذلك تم أجراء الحسابات الخاصة بسمك منتج القرص ذو القطر (300) ملم وان البعد المطلوب هو (1.5) ملم و التفاوت المسموح به هو (1.5±0.05) وعلى ضوء البيانات المجموعة و الموضحة بالملحق رقم (8-1) تم حساب حدود الضبط الخاصة بلوحات السيطرة للمتوسط و المدى و الموضحة بالشكل رقم (8-1) والذي يبين إن العملية الإنتاجية غير منضبطة احصائياً وذلك لخروج النقاط (1، 2، 3، 4، 6، 7، 8،11، 13،15) في لوحة المتوسط وكذلك النقاط (1،7) في لوحة المدى وهذا يرجع إلى خلل في الجزء المسؤول عن تحديد السمك و التابع لماكنة الدرفلة. وتم التوصل لحساب مقدرة العملية الإنتاجية لهذه الخاصية حيث كانت المقدرة (PC = 0.0601) بينما التفاوت (T = 0.1) أي أن مقدرة العملية الإنتاجية اقل بكثير من التفاوت الموضوع للمنتج فان ذلك يدل على أن العملية غير قادرة على تحقيق هذه الخاصية ضمن سماحات المواصفة الموضوعة لها. أما الملحق رقم (8-2) فيبين البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت لتلك الخاصية ومن ملاحظة المدرج التكراري يتبين أن التشتت كبير وان المتوسط مزاح نحو حدود التفاوت الدنيا بمقدار (0.0248) وخروج قسم من الإنتاج خارج حدود التفاوت العليا.

9-9 الحسابات الخاصة بالسمات التمييزية Attributes Features

وأخيراً تم إجراء الحسابات الخاصة بالسمات التمييزية لمنتج القرص حيث سحبت(21) عينة عشوائية و بواقع (50) مفردة لكل عينة [2 , 8] و تم تثبيت القطع التي تتعارض مع النوعية نتيجة لوجود انحرافات بالأبعاد أو وجود بعض العيوب السطحية مثل وجود الطبعات أو الخطوط أو وجود بعض البقع السوداء الناتجة من احتراق سوائل التبريد عند مراحل تخمير المنتج . و الملحق رقم (9-1) يبين البيانات و حسابات حدود الضبط العليا و الدنيا الخاصة بلوحة نسبة المعاب (P – Char) الموضحة بالشكل (9-1)حيث نلاحظ أن العملية منضبطة إحصائياً ومهيأة للاستعمال المستقبلي .

10 الاستنتاجات و التوصيات

10-1 الاستنتاجات

- تبين من خلال البحث أن المكائن التي تمت دراستها قد فقدت من امكاناتها على تحقيق الدقة الموضوعة لها و السبب يرجع إلى التلف و التقادم و الظروف التي مرت بها المكائن التصنيعية خلال خدمتها و لغرض تحسين مقدرتها يجب تحسين مديات الدقة عن طريق عملية تأهيل و صيانة شاملة . أو زيادة مقادير السماحات الموضوعة.
- إن اعتماد الشركة على السكراب (الخردة) كخامات أولية كان السبب في كثير من الانحرافات نتيجة لاحتوائه على شوائب كثيرة مما يؤثر سلباً على النوعية.
- افتقار إدارة السيطرة النوعية في الشركة إلى الأساليب الإحصائية و العلمية بالشكل الدقيق للسيطرة على العمليات الإنتاجية في مراحلها المختلفة و تشخيص مواطن الخلل التي تسبب الانحرافات عن النوعية و معالجتها.

2-10 التوصيات

- ❖ إجراء عمليات التأهيل للمكائن بما يرفع من كفاءتها و مقدرتها الإنتاجية كلما كان ذلك ممكناً و بعكسه الأخذ بنظر الاعتبار واقعها الحالي عند تحميلها بالأعمال الإنتاجية.
- ❖ يجب ان تتبع الشركة أسلوب حساب مقدرة العملية الإنتاجية كأداة لاختيار و تشخيص المكائن التي تعتمد لتصنيع الأجزاء أو المنتجات التي تم تحديد أو إدخال تعديلات في تصنيعها مما يؤدي إلى تغير في تفاوتاتها التصميمية.
- ❖ اعتماد الأساليب الإحصائية في عمل السيطرة النوعية و اعتماد اللوحات (Charts) المناسبة كأداة رقابية لتشخيص الانحرافات عن النوعية من اجل وضع العلاجات المناسبة لها قبل استمرار العيوب في المنتج النهائي و لجميع أنواع المنتجات في الشركة.

References **المصادر**

١- خولة محمد علي ، رعد غائب عبدالوهاب **"اثر استخدام التقنيات الاحصائية في تطوير اعمال السيطرة النوعية"** بحث مقدم الى المؤتمر القطري الاول في جامعة الكوفة /كلية الهندسة في تشرين الثاني ٢٠٠٠ م.

2- Mikell P. Groover " Fundamentals Of Modern Manufacturing" Prentice-Hall . Inc,1996

3-Douglas C. Moutgmery, " ***Introduction to Statistical Quality Control***" 4th edition, Johan Wiley and Sons Inc., 2001.

4- Al-Kafaji, Ahmed Abdul Rasul Ahmed,*" **Process Capability Evaluation of some Manufacturing Processes"*** M.Sc. Thesis Submitted to Baghdad University , College of Engineering Mechanical Department, October 2001.

5- Basil Kasim M. Al- Shaikhlee, *" **Development of Total Management System Using Iso-9000 Standard***", Ph. D. thesis Baghdad University 2000.

6- M. Haslehurst " ***Manufacturing Technology***" 3rd edition , 1987.

7- J. M. Juran Wiley and Frank M. Garyna, *" **Quality Control Handboo***k" , 3rd edition, McGRAw- Hill, Inc. 1974.

8- Engene L. Grant, Richard S. Leaven worth,*" **Statistical Quality Control",*** 4th edition, McGRAw. Hill. Inc.1972

الملحق (1-1) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على طول الصفيحة

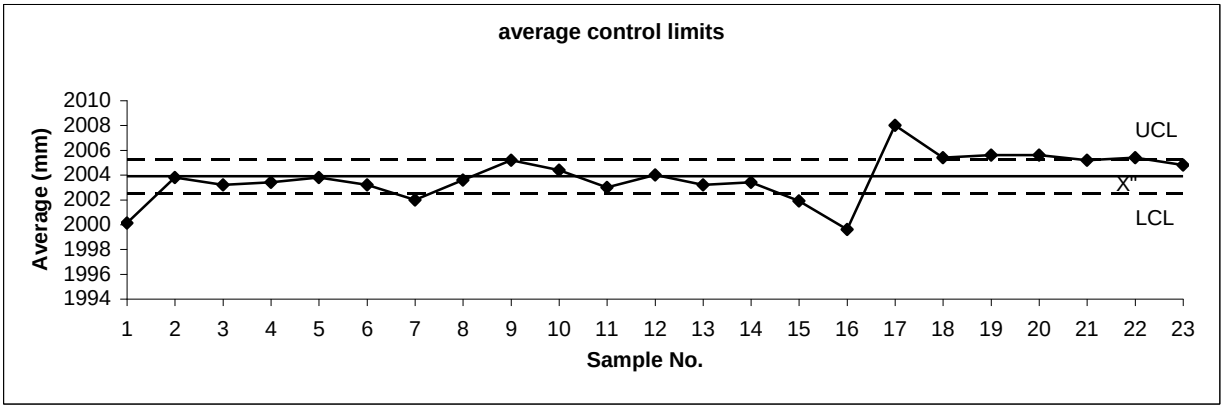
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
1.1	2000.136	2000	1999.9	1999.9	1999.9	2001	1
1	2003.8	2004	2004	2003	2004	2004	2
1	2003.2	2003	2003	2003	2003	2004	3
1	2003.4	2003	2004	2004	2003	2003	4
1	2003.8	2004	2003	2004	2004	2004	5
2	2003.2	2003	2004	2003	2004	2002	6
4	2002	2003	2004	2000	2000	2003	7
7	2003.6	2002	2001	2004	2003	2008	8
4	2005.2	2007	2004	2006	2006	2003	9
1	2004.4	2004	2004	2005	2004	2005	10
3	2003	2005	2002	2003	2003	2002	11
0	2004	2004	2004	2004	2004	2004	12
5	2003.2	2003	2004	2005	2004	2000	13
3	2003.4	2005	2005	2002	2002	2003	14
2	2001.9	2002	2001	2003	2001.5	2002	15
2	1999.6	2001	1999	1999	2000	1999	16
0	2008	2008	2008	2008	2008	2008	17
1	2005.4	2005	2005	2006	2005	2006	18
2	2005.6	2007	2005	2006	2005	2005	19
1	2005.6	2005	2005	2006	2006	2006	20
1	2005.2	2005	2006	2005	2005	2005	21
2	2005.4	2005	2005	2005	2005	2007	22
1	2004.8	2004	2005	2005	2005	2005	23

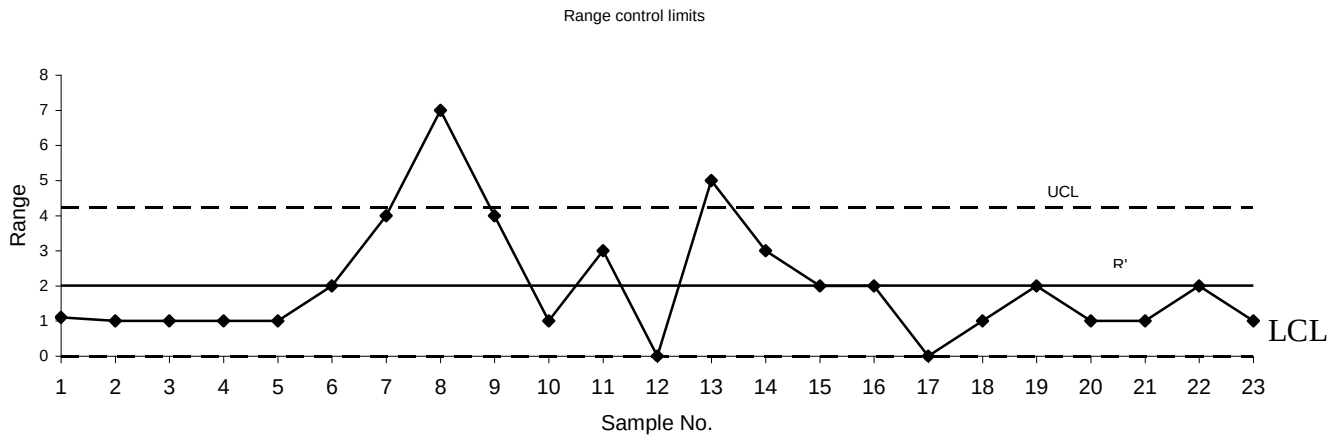
$\overline{\overline{X}}$ = 2003.8887 , $\overline{\overline{R}}$ = 2.0043

UCL = 2005.2 , UCL = 4.2391
LCL = 2002.5 , LCL = 0.0

New control limit

$\overline{\overline{X}}$ = 2003.7 , $\overline{\overline{R}}$ = 1.4
UCL = 2004.5008 , UCL = 4.2391

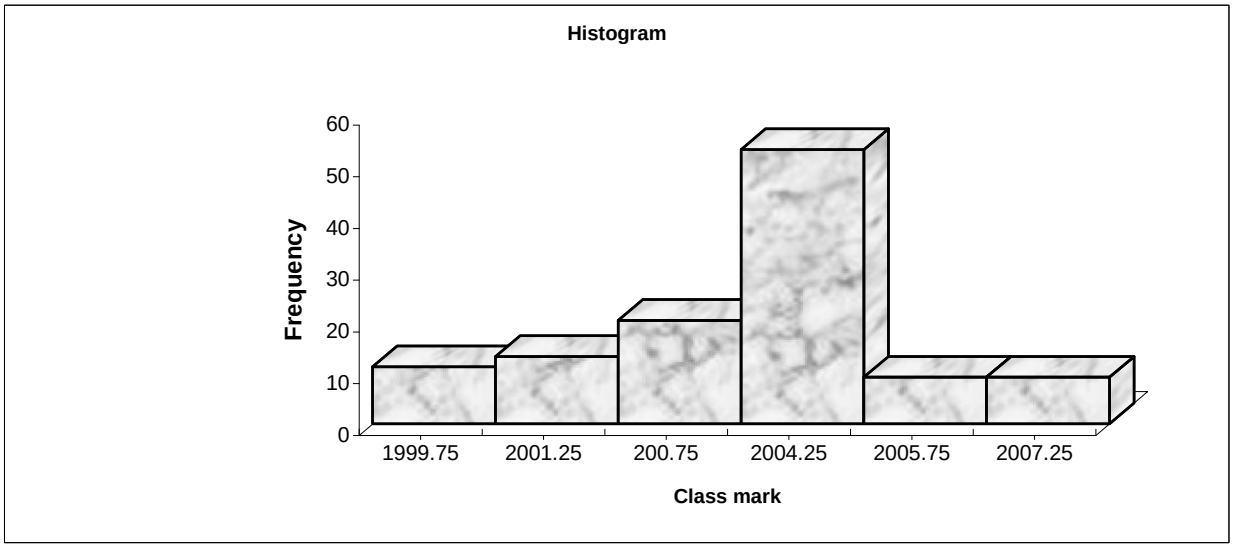




شكل رقم (1-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على طول الصفيحة

الملحق رقم (1-2) البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على طول الصفيحة

No.	classes	Class mark	frequency
1	1999 -2000.5	1999.75	11
2	2000.5 - 2002	2001.25	13
3	2002 - 2003.5	200.75	20
4	2003.5 - 2005	2004.25	53
5	2005 - 2006.5	2005.75	9
6	2006.5 - 2008	2007.25	9



UTL = 2003 **LTL = 1999.7**

الملحق (٢ - ١) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على عرض الصفيحة

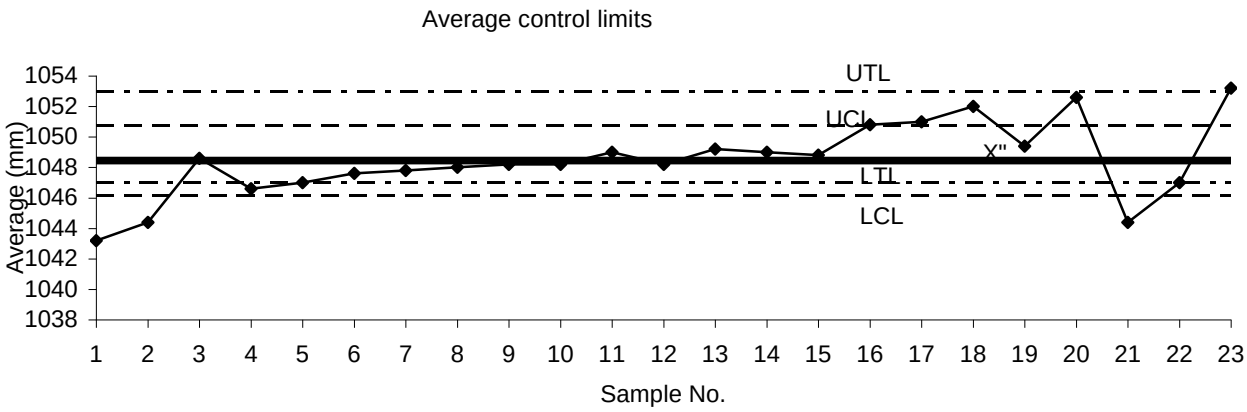
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
8	1043.2	1043	1041	1041	1042	1049	1
3	1044.4	1045	1045	1045	1045	1042	2
2	1048.6	1050	1048	1049	1049	1050	3
7	1046.6	1048	1046	1046	1050	1043	4
7	1047	1048	1048	1048	1049	1042	5
9	1047.6	1043	1046	1052	1047	1050	6
3	1047.8	1048	1048	1049	1048	1046	7
4	1048	1048	1049	1049	1049	1045	8
1	1048.2	1048	1048	1049	1048	1048	9
3	1048.2	1050	1048	1048	1047	1048	10
2	1049	1048	1049	1049	1049	1050	11
4	1048.2	1050	1050	1046	1049	1046	12
2	1049.2	1050	1050	1049	1049	1048	13
4	1049	1050	1049	1050	1046	1050	14
3	1048.8	1050	1047	1050	1048	1049	15
3	1050.8	1051	1050	1053	1050	1050	16
2	1051	1050	1051	1052	1052	1050	17
3	1052	1053	1053	1051	1053	1050	18
6	1049.4	1051	1048	1047	1048	1053	19
3	1052.6	1051	1052	1054	1052	1054	20
4	1044.4	1043	1042	1046	1046	1045	21
8	1047	1046	1046	1045	1045	1053	22
1	1053.2	1054	1053	1053	1053	1053	23

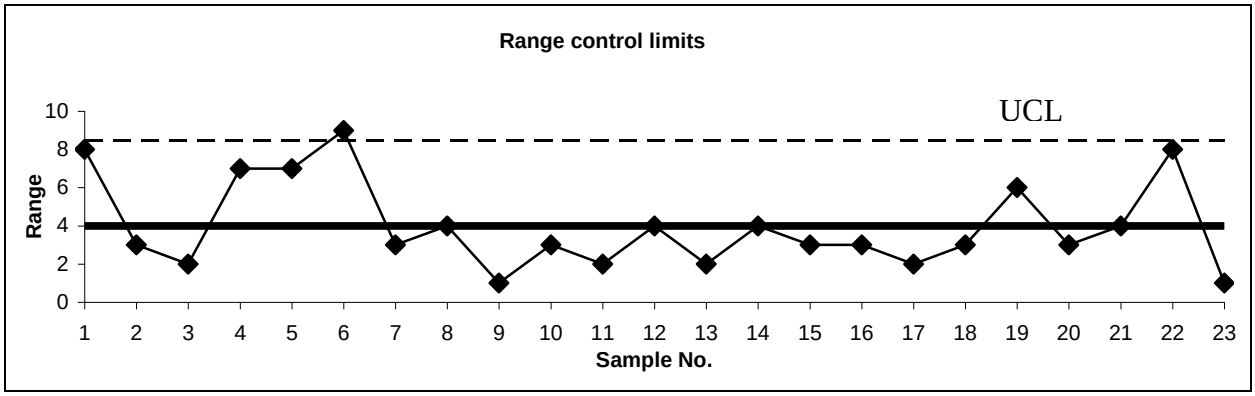
$\overline{\overline{X}}$ = **1048.44348** , $\overline{\overline{R}}$ = **4**

UCL = 1050.75 , **UCL = 8.46**
LCL = 1046.14 , **LCL = 0.0**

New control limit

$\overline{\overline{X}}$ = **1047.95** , $\overline{\overline{R}}$ =**4**
UCL = 1050.26 , **UCL = 8.46**
LCL = 1045.642 , **LCL = 0.0**

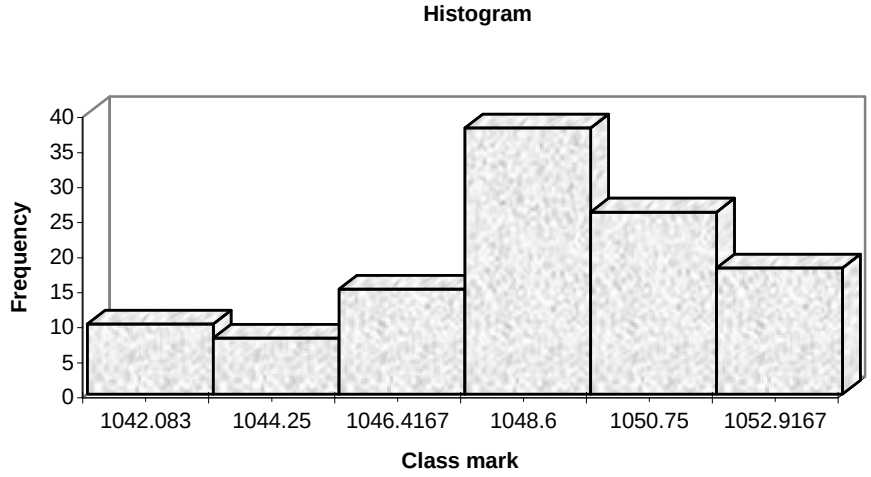




شكل رقم (2-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على عرض منتج الصفيحة

ملحق رقم (2-2) البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت العليا والسفلى الخاصة بعرض منتج الصفيحة

No.	Classes	Class mark	Frequency
1	1041 - 1043.1666	1042.083	10
2	1043.16666 - 1045.333	1044.25	8
3	1045.3333 - 1047.4999	1046.417	15
4	1047.4999 - 1049.6666	1048.6	38
5	1049.6666 - 1051.832333	1050.75	26
6	1051.8333 - 1054	1052.917	18



UTL = 1053 **LTL = 1047**

الملحق (3-1) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على السمك لمنتج الصفيحة

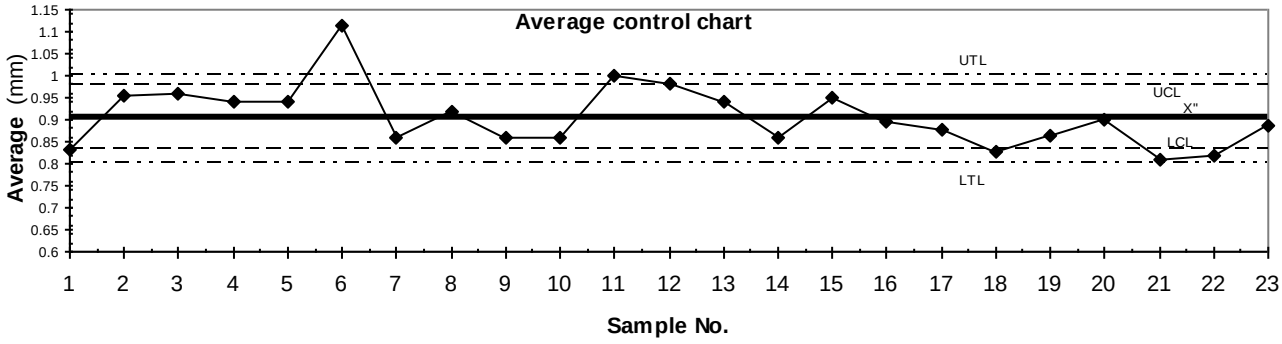
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
0.1	0.832	0.87	0.87	0.84	0.81	0.77	1
0.12	0.956	0.9	1	1	1	0.88	2
0.1	0.96	0.9	0.9	1	1	1	3
0.2	0.94	1	1	0.8	1	0.9	4
0.2	0.94	0.8	0.9	1	1	1	5
0.4	1.112	1	0.9	1.2	1.16	1.3	6
0.1	0.86	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	7
0.2	0.92	0.8	1	0.9	0.9	1	8
0.2	0.86	0.9	0.8	1	0.8	0.8	9
0.2	0.86	0.9	0.8	1	0.8	0.8	10
0.2	1	1	0.9	1	1	1.1	11
0.1	0.98	1	1	1	1	0.9	12
0.1	0.94	1	0.9	1	0.9	0.9	13
0.291	0.8578	1.09	0.8	0.8	0.799	0.8	14
0.08	0.948	0.98	0.9	0.9	0.98	0.98	15
0.03	0.894	0.9	0.9	0.9	0.9	0.87	16
0.1	0.876	0.9	0.89	0.89	0.9	0.8	17
0.05	0.828	0.81	0.8	0.84	0.85	0.84	18
0.02	0.864	0.87	0.87	0.86	0.87	0.85	19
0.03	0.898	0.89	0.91	0.91	0.9	0.88	20
0.02	0.81	0.81	0.82	0.8	0.8	0.82	21
0.02	0.816	0.82	0.8	0.82	0.82	0.82	22
0.07	0.886	0.87	0.86	0.88	0.89	0.93	23

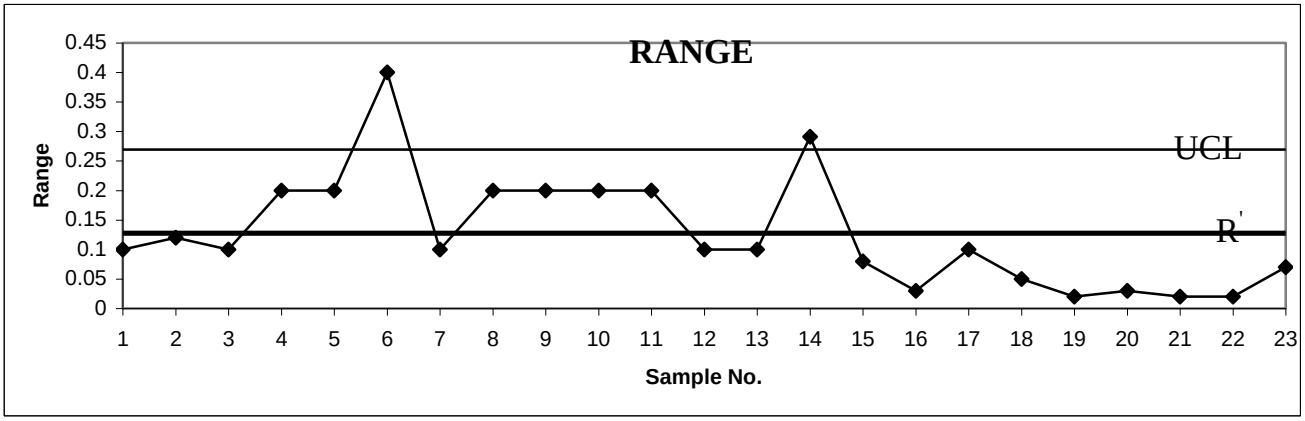
$\overline{\overline{X}}$ = 0.906 , $\overline{\overline{R}}$ = 0.1274 / New control limit

UCL_x = 0.9795 , UCL_r = 0.26945 / $\overline{\overline{X}}$ = 0.9068 , $\overline{\overline{R}}$ = 0.11667

LCL_x = 0.8325 , LCL_r = 0.0 / UCL_x = 0.974 , UCL_r = 0.24675

/ LCL_x = 0.83948 , LCL_r = 0.0

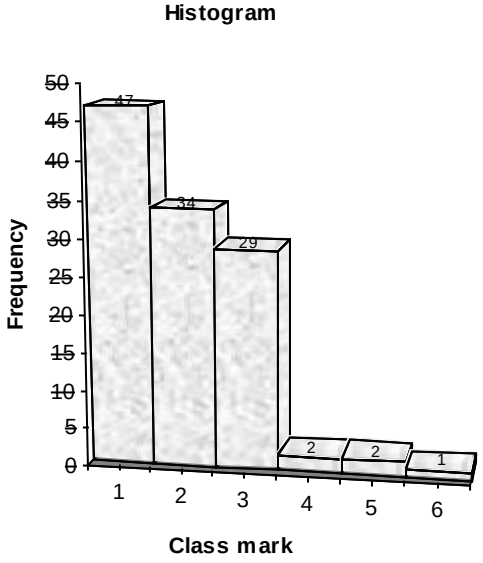




شكل رقم (3-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على سمك منتج الصفيحة

ملحق رقم (3-2) البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت العليا والسفلى الخاصة بسمك منتج الصفيحة

No.	Classes	clas mark	Frequency
1	0799 - 0.8825	0.84075	47
2	0.8825 - 0.966	0.92425	29
3	0.966 - 1.0495	1.00775	29
4	1.0495 - 1.133	1.09125	2
5	1.133 - 1.2165	1.17475	2
6	1.2165 - 1.3	1.258	1



UTL = 1.0 **LTL = 0.8**

الملحق ((٤ -١) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على الانحراف عن الزاوية القائمة لمنتج الصفيحة

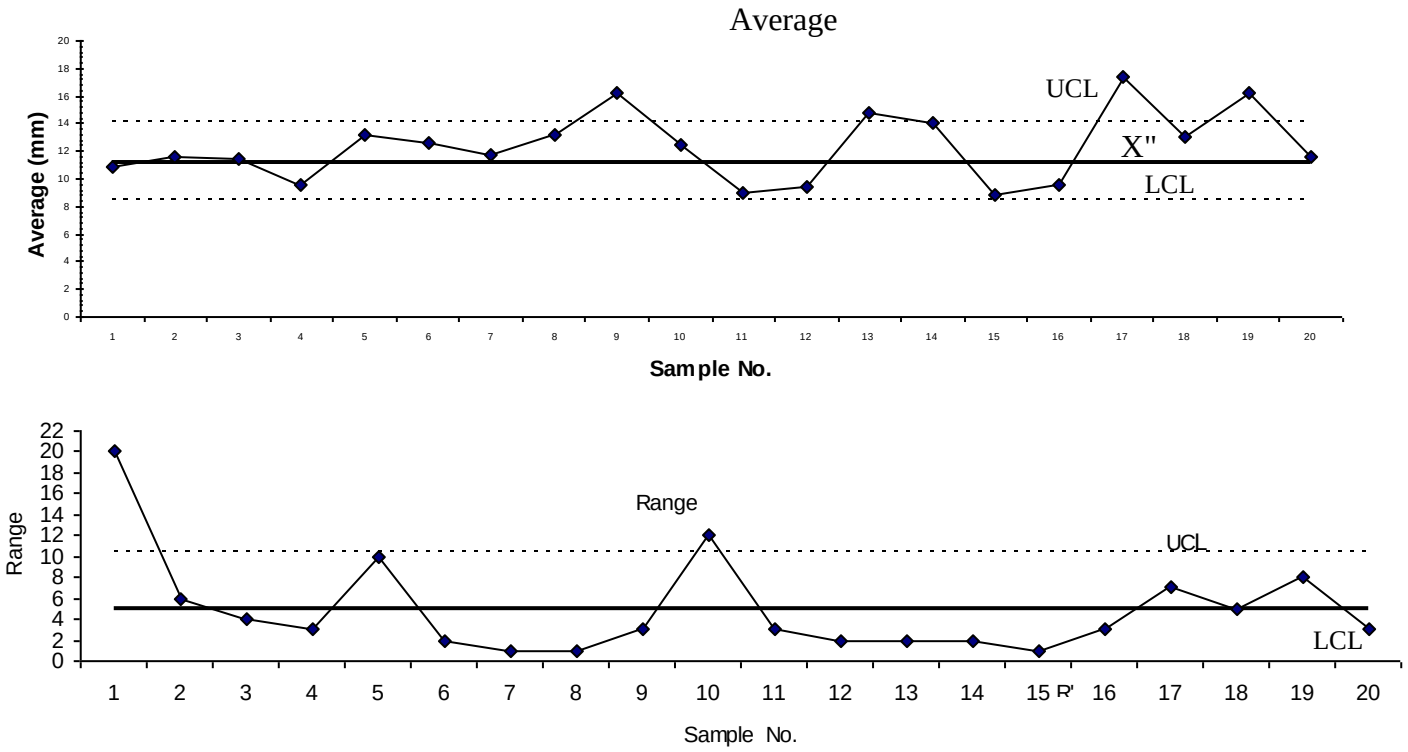
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
20	10.8	22	17	3	2	10	1
6	11.6	15	13	11	10	9	2
4	11.4	10	10	11	14	12	3
3	9.6	8	10	9	10	11	4
10	13.2	12	10	20	12	12	5
2	12.6	12	12	12	14	13	6
1	11.8	12	11	12	12	12	7
1	13.2	13	13	14	13	13	8
3	16.2	15	16	18	16	16	9
12	12.4	13	14	4	16	15	10
3	9	9	9	11	8	8	11
2	9.4	10	10	9	10	8	12
2	14.8	14	14	16	15	15	13
2	14	14	14	15	13	14	14
1	8.8	9	9	9	9	8	15
3	9.6	10	11	10	8	9	16
7	17.4	13	17	18	19	20	17
5	13	15	14	13	13	10	18
8	16.2	12	19	17	20	13	19
3	11.6	10	11	13	12	12	20

$\overline{\overline{X}}$ = 11.21 , $\overline{\overline{R}}$ = 4.9 / New control limit

UCL_x = 14.037 , UCL_r = 10.364 / $\overline{\overline{X}}$ = 11.907 , $\overline{\overline{R}}$ = 3.385

LCL_x = 8.3827 , LCL_r = 0.0 / UCL_x = 13.86 , UCL_r = 7.16

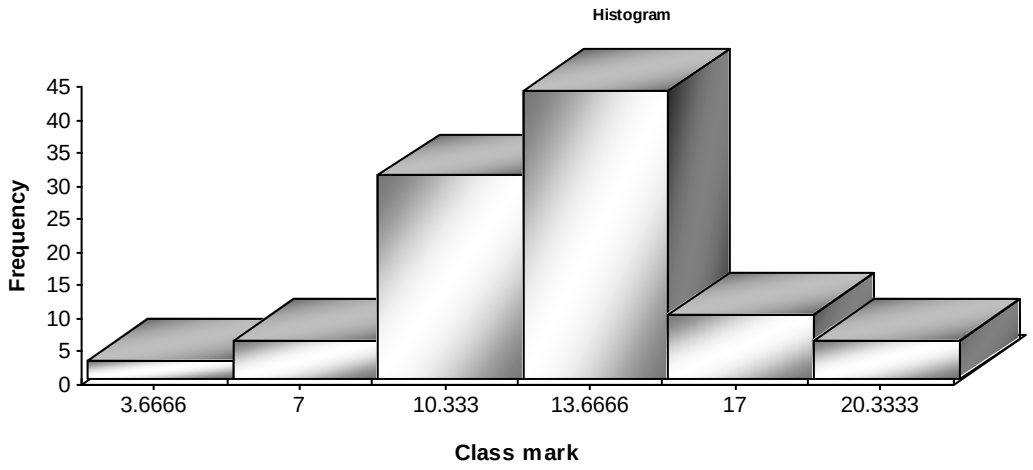
/ LCL_x = 9.953 , LCL_r = 0.0



شكل رقم (4-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على الانحراف عن الزاوية القائمة لمنتج الصفيحة

ملحق رقم (4-2) البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت العليا والسفلى الخاصة بالانحراف عن الزاوية القائمة لمنتج الصفيحة

No.	Classes	Class mark	Frequency
1	2 - 5.3333	3.6666	3
2	5.3333-8.6666	7	6
3	8.6666-11.9999	10.333	31
4	11.9999-15.3333	13.6666	44
5	15.3333-18.6666	17	10
6	18.6666-21.9999	20.3333	6



UTL = 5 LTL = 0.0

ملحق (5-1) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على القطر لمنتج القرص 320 ملم

العينة	X1	X2	X3	X4	X5	$\overline{X}$	R
1	320.1	320.3	320.3	320.3	320.3	320.26	0.2
2	320.2	320.1	320.1	320.2	320.3	320.18	0.2
3	320.3	320.2	320.1	320.2	320.2	320.2	0.2
4	320.3	320.2	320.2	320.2	320.2	320.22	0.1
5	320.2	320.1	320.2	320.1	320.2	320.16	0.1
6	320.2	320.3	320.3	320.2	320.2	320.24	0.1
7	320.3	320.1	320.3	320	320.1	320.16	0.3
8	320.3	320.4	320.4	320.4	320.2	320.34	0.2
9	320.2	320.3	320.3	320.4	320.1	320.26	0.3
10	320.2	320.2	320.2	320.3	320.2	320.22	0.1
11	320.3	320	320.4	320.1	320.5	320.26	0.4
12	320.2	320.2	320.2	320.1	320.1	320.16	0.1
13	320.2	320.1	320.2	320.1	320.1	320.14	0.1
14	320.2	320.2	320.2	320.2	320.2	320.2	0
15	320.2	320.2	320.2	320.2	320.1	320.18	0.1
16	320.2	320.2	320.2	320.2	320.2	320.2	0
17	320.1	320	320.2	320	320.1	320.08	0.2
18	320.2	320.1	320.1	320.1	320.2	320.14	0.1
19	320	320	320	320.1	320.2	320.06	0.2
20	320.3	320.3	320.2	320.2	320.2	320.24	0.1

$\overline{\overline{X}}$ = 320.195 , $\overline{\overline{R}}$ = 0.155 /

UCL_x = 320.2894 , UCL_r = 0.3278 /

LCL_x = 320.11056 , LCL_r = 0.0 /

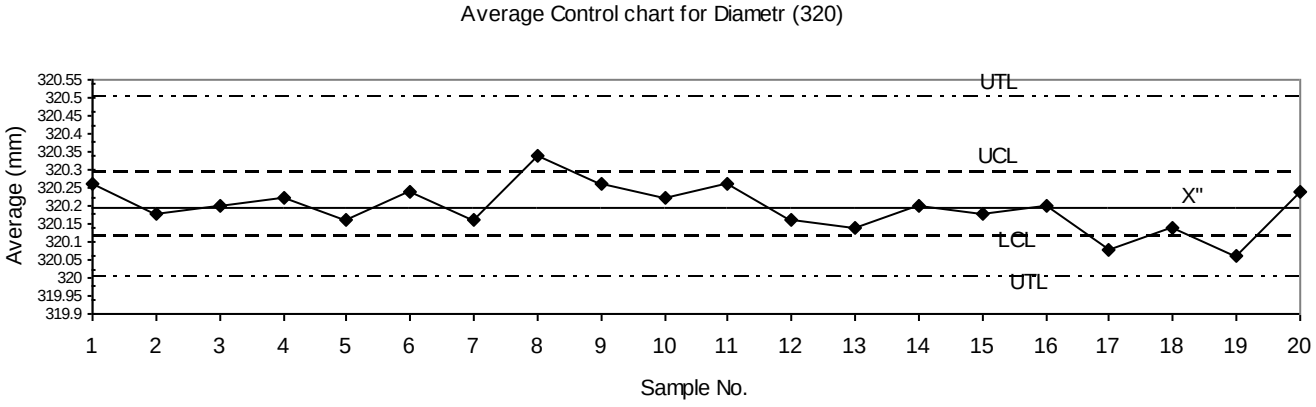
/

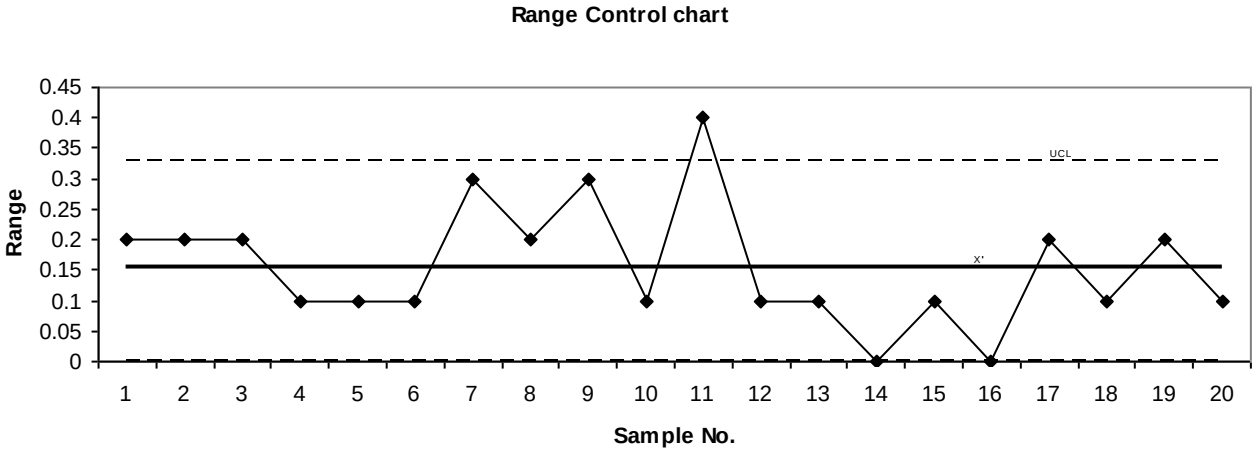
New control limit

$\overline{\overline{X}}$ = 320.1975 , $\overline{\overline{R}}$ = 0.13125

UCL_x = 320.27323 , UCL_r = 0.2776

LCL_x = 320.12177 , LCL_r = 0.0

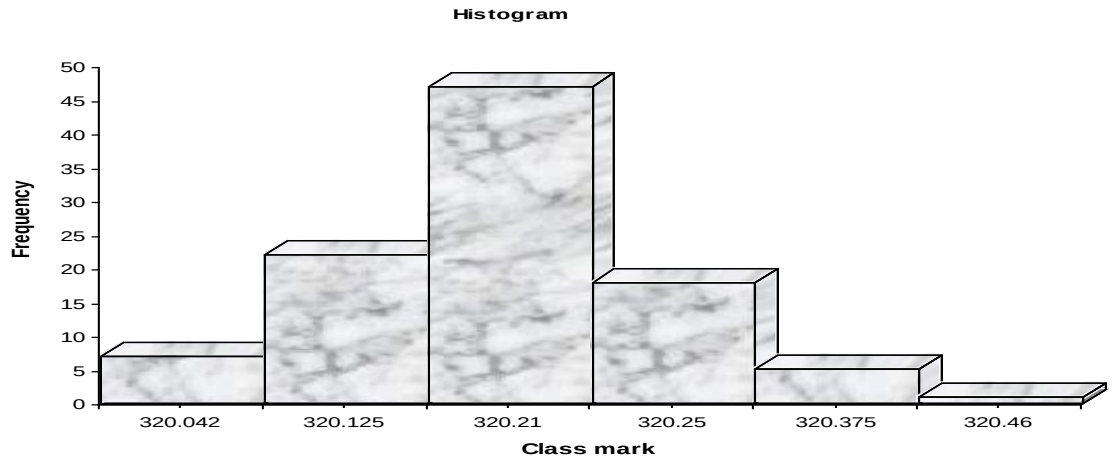




شكل رقم (5-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على قطر منتج القرص 320 ملم

ملحق رقم (5-2) البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت الخاصة بالسيطرة على قطر القرص 320 ملم

NO.	Classes	Class mark	Frequency
1	320 -320.08333	320.042	7
2	320.08333 - 320.1666	320.125	22
3	320.1666 - 320.24999	320.21	47
4	320.24999 - 320.3333	320.25	18
5	320.3333 - 320.41666	320.375	5
6	320.41666 - 320.4999	320.46	1



UTL = 320.5 **LTL = 320**

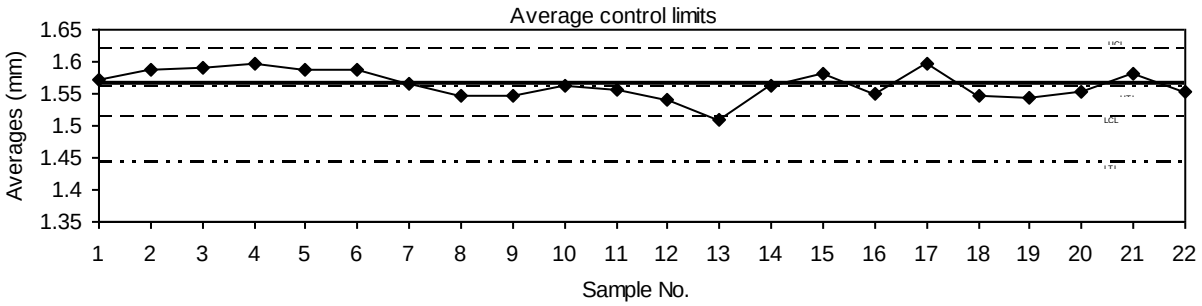
ملحق (6-1) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على سمك منتج القرص 320 ملم

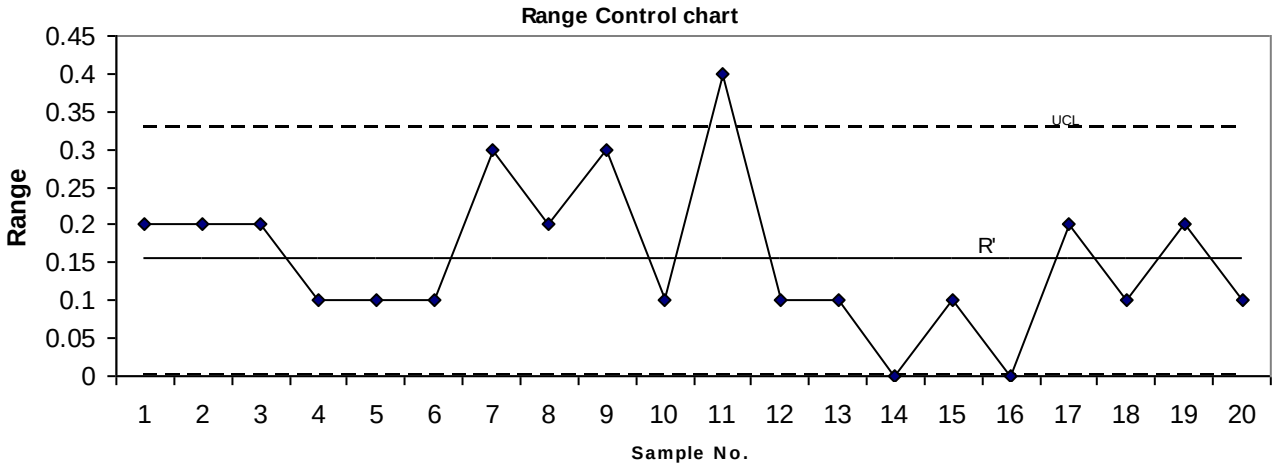
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
0.18	1.572	1.54	1.56	1.58	1.68	1.5	1
0.15	1.586	1.59	1.54	1.55	1.69	1.56	2
0.13	1.59	1.55	1.64	1.62	1.51	1.63	3
0.14	1.598	1.58	1.59	1.56	1.7	1.56	4
0.04	1.586	1.6	1.59	1.56	1.58	1.6	5
0.15	1.588	1.48	1.62	1.63	1.59	1.62	6
0.2	1.566	1.55	1.47	1.58	1.56	1.67	7
0.03	1.546	1.56	1.54	1.56	1.54	1.53	8
0.08	1.548	1.59	1.54	1.55	1.55	1.51	9
0.04	1.564	1.58	1.56	1.54	1.57	1.57	10
0.04	1.556	1.54	1.54	1.56	1.58	1.56	11
0.04	1.542	1.52	1.53	1.54	1.55	1.57	12
0.08	1.51	1.56	1.5	1.48	1.5	1.51	13
0.07	1.564	1.57	1.55	1.55	1.61	1.54	14
0.07	1.58	1.53	1.59	1.59	1.6	1.59	15
0.11	1.55	1.61	1.53	1.54	1.5	1.57	16
0.12	1.598	1.51	1.62	1.63	1.63	1.6	17
0.09	1.546	1.53	1.5	1.53	1.58	1.59	18
0.07	1.544	1.58	1.54	1.51	1.51	1.58	19
0.09	1.552	1.49	1.57	1.55	1.57	1.58	20
0.06	1.582	1.55	1.59	1.61	1.58	1.58	21
0.06	1.554	1.58	1.55	1.57	1.52	1.55	22

$\overline{\overline{X}}$ = **1.5646** $\overline{R}$ = **0.0927**

UCLx = 1.6181 **UCLr = 0.1961**

LCLx = 1.5111 **LCLr = 0.00**

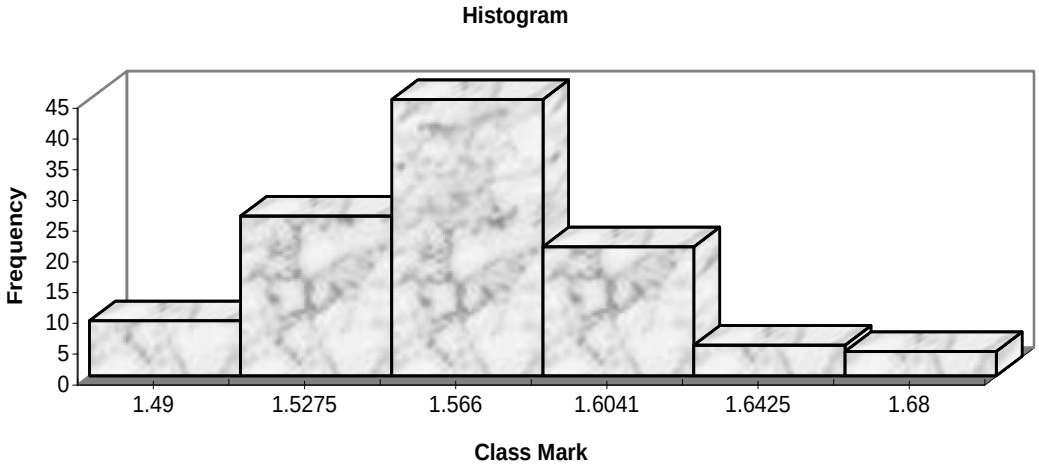




شكل رقم (٦-١) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على سمك منتج القرص ٣٢٠ ملم

ملحق رقم (6-2) البيانات و المدرج التكراري وحدود التفاوت العليا والسفلى الخاصة بالسيطرة على سمك منتج القرص 320 ملم

No.	Classes	Class mark	Frequency
1	1.47-1.508333	1.49	9
2	1.50833-1.54666	1.5275	26
3	1.54666-1.584999	1.566	45
4	1.584999-1.62333	1.6041	21
5	1.62333-1.661666	1.6425	5
6	1.66166-1.699999	1.68	4



UTL = 1.56 **LTL = 1.44**

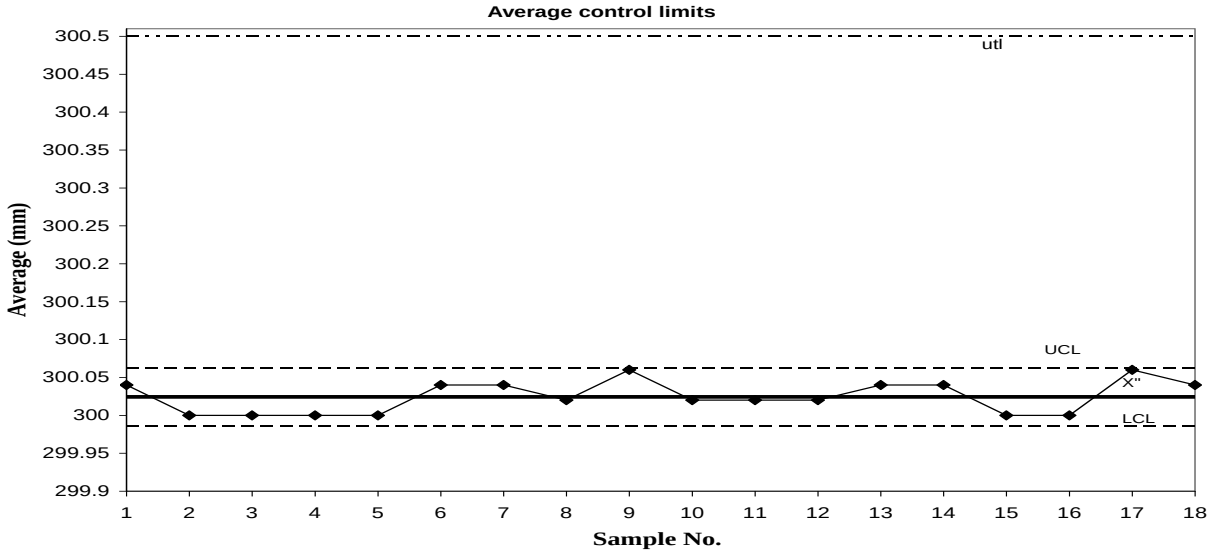
ملحق (7-1) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على قطر منتج القرص 300 ملم

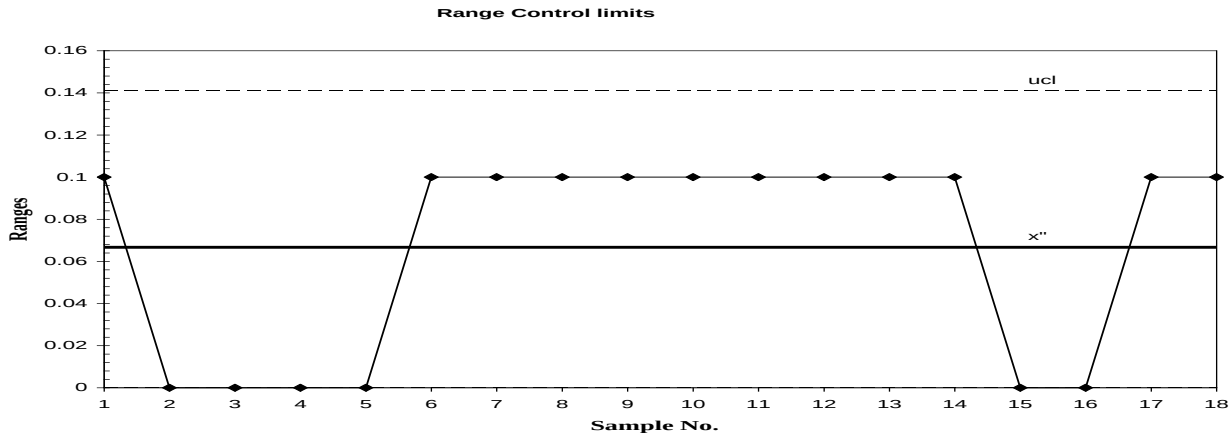
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
0.1	300.04	300.1	300	300.1	300	300	1
0	300	300	300	300	300	300	2
0	300	300	300	300	300	300	3
0	300	300	300	300	300	300	4
0	300	300	300	300	300	300	5
0.1	300.04	300	300	300	300.1	300.1	6
0.1	300.04	300.1	300	300.1	300	300	7
0.1	300.02	300	300	300	300.1	300	8
0.1	300.06	300.1	300.1	300.1	300	300	9
0.1	300.02	300	300	300.1	300	300	10
0.1	300.02	300	300	300	300.1	300	11
0.1	300.02	300	300.1	300	300	300	12
0.1	300.04	300.1	300.1	300	300	300	13
0.1	300.04	300.1	300.1	300	300	300	14
0	300	300	300	300	300	300	15
0	300	300	300	300	300	300	16
0.1	300.06	300.1	300.1	300.1	300	300	17
0.1	300.04	300	300	300.1	300.1	300	18

$\overline{\overline{X}}$ = **300.024** $\overline{R}$ = **0.06667**

UCL_x = 300.062 **UCL_r = 0.141007**

LCL_x = 299.9855 **LCL_r = 0.00**

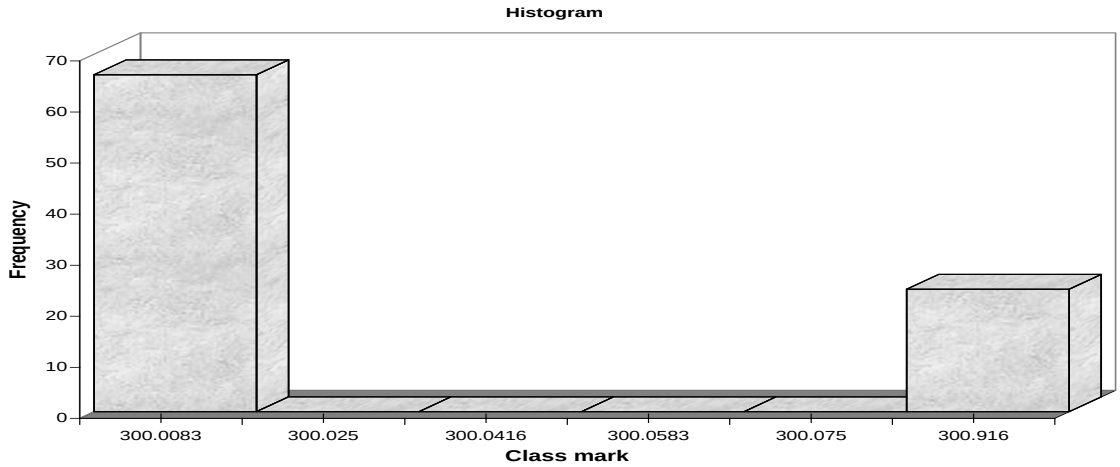




شكل رقم (7-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على قطر منتج القرص 300 ملم

الملحق (7-2) البيانات و المدرج التكراري و حدي التفاوت لقطر منتج القرص 300 ملم

NO.	Classes	Class mark	Frequency
1	300-300.01666	300.0083	66
2	300.01666-300.0333	300.025	0
3	300.0333-300.04999	300.0416	0
4	300.04999-300.0666	300.0583	0
5	300.0666-300.08333	300.075	0
6	300.0833-300.09999	300.916	24



UTL = 300.5 **LTL =300.0**

ملحق (8-1) البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على سمك منتج القرص 300 ملم

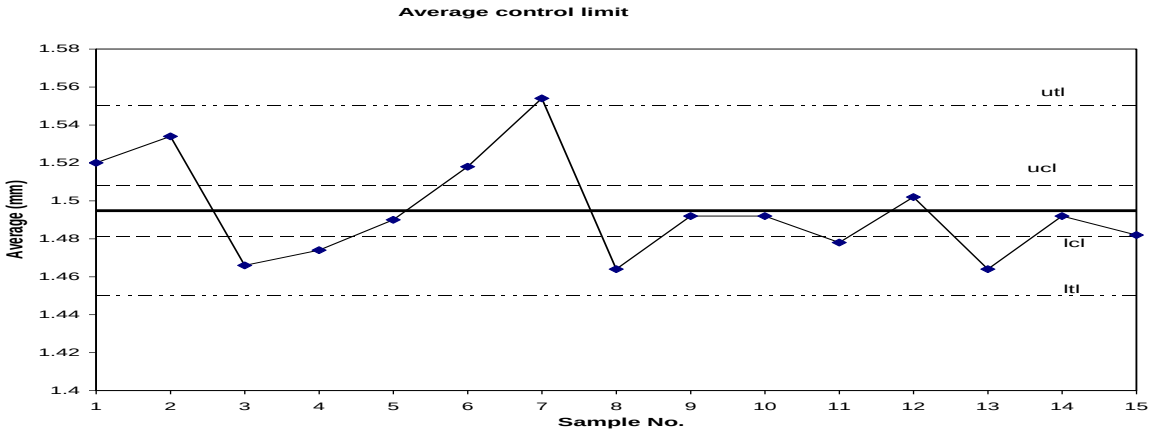
R	$\overline{X}$	X5	X4	X3	X2	X1	العينة
0.05	1.52	1.54	1.52	1.52	1.53	1.49	1
0.03	1.534	1.51	1.54	1.54	1.54	1.54	2
0.01	1.466	1.46	1.46	1.47	1.47	1.47	3
0.01	1.474	1.47	1.47	1.48	1.47	1.48	4
0.02	1.49	1.48	1.48	1.5	1.49	1.5	5
0.01	1.518	1.51	1.52	1.52	1.52	1.52	6
0.07	1.554	1.52	1.57	1.53	1.56	1.59	7
0.03	1.464	1.46	1.46	1.48	1.47	1.45	8
0.01	1.492	1.5	1.49	1.49	1.49	1.49	9
0.02	1.492	1.5	1.5	1.5	1.48	1.48	10
0.01	1.478	1.48	1.48	1.48	1.48	1.47	11
0.02	1.502	1.49	1.51	1.51	1.51	1.49	12
0.01	1.464	1.46	1.46	1.47	1.47	1.46	13
0.02	1.492	1.48	1.5	1.5	1.49	1.49	14
0.03	1.482	1.5	1.49	1.47	1.47	1.48	15

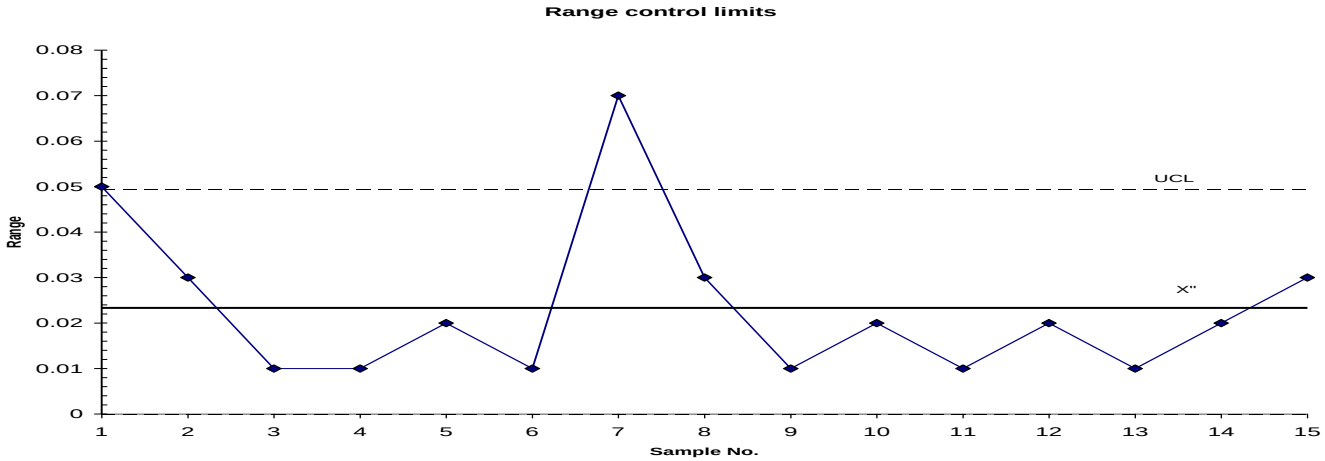
$\overline{\overline{X}}$ = **1.4948** , $\overline{\overline{R}}$ = **0.0233** / **New control limit**

UCL_x = 1.5082 , UCL_r = 0.0498 / $\overline{\overline{X}}$ = **1.487** , $\overline{\overline{R}}$ = **0.01857**

LCL_x 1.4814 , LCL_r = 0.0 / **UCL_x = 1.4977 , UCL_r = 0.0393**

/ **LCL_x = 1.476 , LCL_r = 0.0**

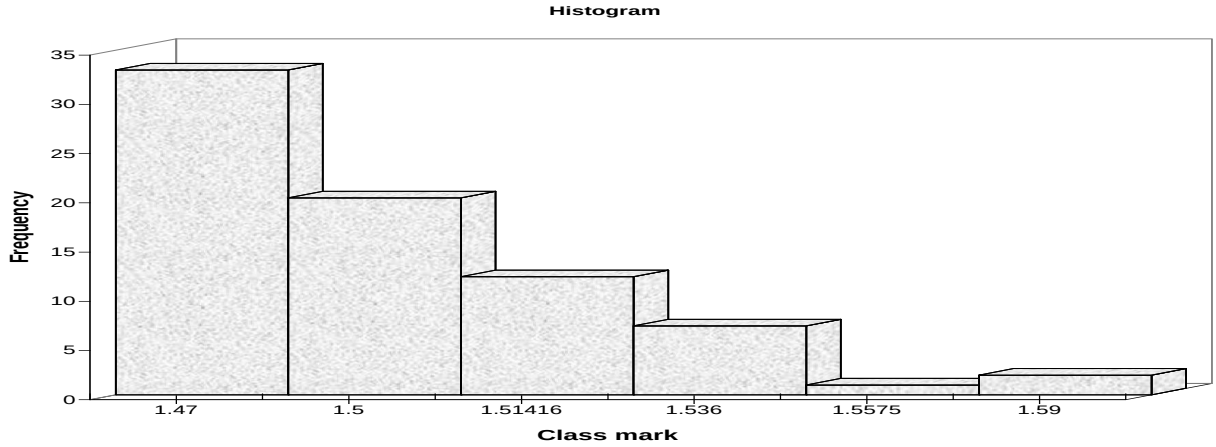




شكل رقم (8-1) لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على سمك منتج القرص 300 ملم

الملحق (8-2) البيانات و المدرج التكراري و حدي التفاوت لسمك منتج القرص 300 ملم

No.	Classes	Class mark	Frequency
1	1.46-1.481666	1.47	33
2	1.481666-1.50333	1.5	20
3	1.50333-1.525	1.51416	12
4	1.525-1.54666	1.536	7
5	1.54666-1.56833	1.5575	1
6	1.56833-1.59	1.59	2



UTL = 1.55 **LTL =1.45**

ملحق رقم (9-1) بيانات وحسابات حدود السيطرة الخاصة بمخطط (P – Chart)

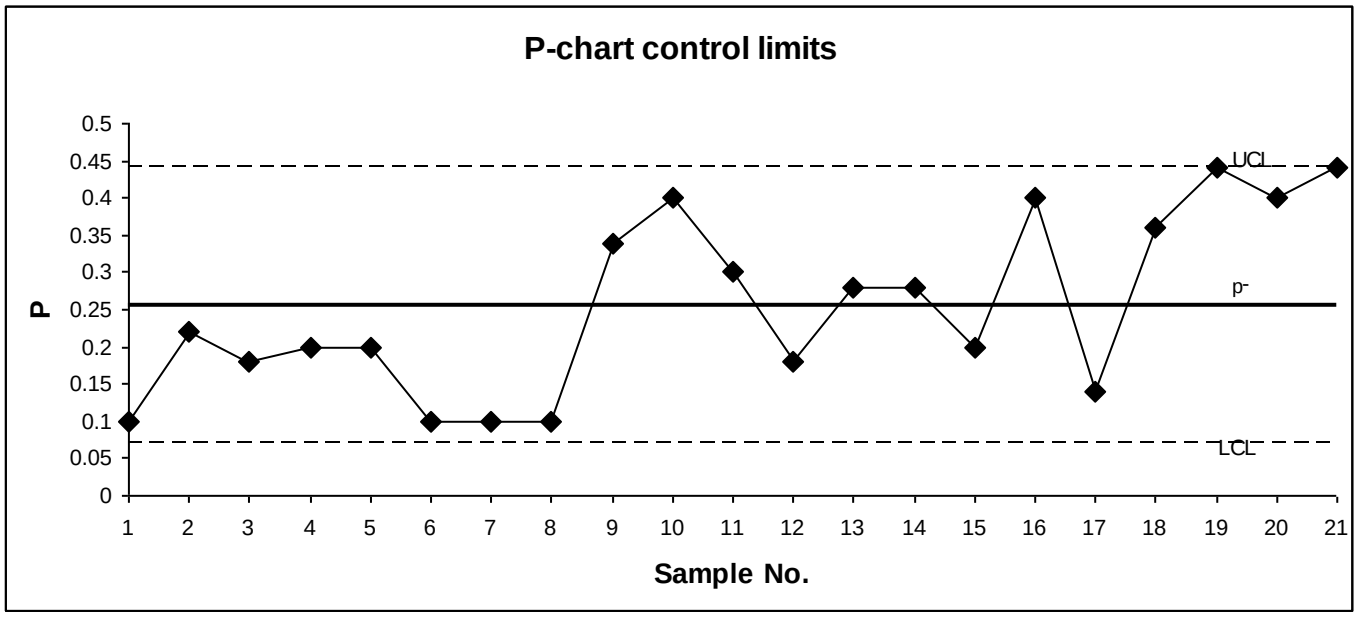
رقم العينة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١
عدد المعاب	٥	١١	٩	١٠	١٠	٥	٥	٥	١٧	٢٠	١٥	٩	١٤	١٤	١٠	٢٠	٧	١٨	٢٢	٢٠	٢٢
نسبة المعاب (P)	٠.١	٠.٢٢	٠.١٨	٠.٢	٠.٢	٠.١	٠.١	٠.١	٠.٣٤	٠.٤	٠.٣	٠.١٨	٠.٢٨	٠.٢٨	٠.٢	٠.٤	٠.١٤	٠.٣٦	٠.٤٤	٠.٤	٠.٤٤

P = No. of defectivesin sample/ sample size (n)

$\overline{P}$ = Total number of defects found / total number of samples $\sum n = 0.2552381 = CL$

$UCL = \overline{P} + 3\sqrt{\frac{\overline{P}(1-\overline{P})}{n}} = 0.440215$

$LCL = \overline{P} - 3\sqrt{\frac{\overline{P}(1-\overline{P})}{n}} = 0.070261$



الشكل رقم (9-1) لوحة السيطرة لنسبة المعاب (P-Chart)