# استخدام لوحات السيطرة الإحصائية و مقدرة العمليات الإنتاجية في تطوير أعمال السيطرة النوعية في معامل القابلوات في شركة أور العامة للصناعات الهندسية

**عدنان عبد الحسين عكلة**

**قسم الهندسة الميكانيكية**

**كلية الهندسة / جامعة ذي قار**

**المستخلص**

تناول هذا البحث دراسة استخدام أساليب السيطرة الإحصائية المتمثلة بلوحات السيطرة الإحصائية و مقدرة العمليات الإنتاجية في الرقابة على نوعية الأسلاك و القابلوات الكهربائية التي يتم إنتاجها في معامل القابلوات في شركة أور العامة للصناعات الهندسية من اجل تقييم أداء المكائن التصنيعية المستعملة في إنتاج هذه الأسلاك و ذلك من خلال تحليل القياسات و النتائج التي تم جمعها للمنتجات قيد الدراسة.تم اختيار عمليات السحب والعزل والتغليف للأسلاك و القابلوات لأسلاك النحاس و الالمنيوم. حيث تمت دراسة الأقطار، مقاومة الشد، الاستطالة النسبية، و المقاومة الكهربائية لكلا المادتين. ومن ثم دراسة السمك، المقاومة القصوى، و الاستطالة النسبية للعازل الأولي و الغلاف الخارجي للقابلوات و ذلك من اجل تقييم واقع النوعية و مقدرة العمليات الإنتاجية للمكائن المستعملة وفق السماحات و التفاوتات الموضوعة. نفذ ذلك من خلال استعمال لوحات السيطرة الإحصائية للمتوسط و المدى و حسب مقدرة العملية الإنتاجية و المدرجات التكرارية للوقوف على الأداء الحقيقي لهذه العمليات. حيث بينت النتائج إن هناك تذبذب في مستوى النوعية حيث أن مقاييس التشتت عالية مما أدى إلى انخفاض المقدرة على تحقيق التفاوتات الموضوعة بالإضافة إلى إزاحة المتوسطات عن القيمة المستهدفة وان بعض المكائن غير قادرة على الإيفاء بمتطلبات التصاميم الموضوعة و هذا قد يرجع إلى التقادم و التلف و رداءة الخام المستورد لذلك لابد من إجراء الصيانة الشاملة للمكائن المتقادمة و تشديد الرقابة النوعية على الخامات الواردة إلى الشركة (و خصوصاً الفحوصات الكيماوية). و لدى تطبيق الأساليب الإحصائية في المعامل المذكورة فان ذلك أسهم في تقليل كمية الإنتاج المعيب و نسب التلف وبالتالي تحسين النوعية.

# Use of Statistical Charts and Process Capability for Improving Statistical Quality Control Techniques , an Experimental Study in Ur Company

## Abstract

This paper investigates the use of statistical control techniques such as (statistical control charts and process capability) in quality control of the electrical wires and cables which were produced in Ur Company (Cable factories) and in order to evaluate the performance of the manufacturing machines. Two types of manufacturing processes were selected namely

(drawing and insulation) by testing diameter, max. tensile strength, elongation, and electrical resistance of wires, and testing of nominal thickness, strength, and elongation of insulation and sheathing of cables, for evaluating of quality control and process capability by using control charts namely (Average-Range) chart and process capability calculations and statistical analysis based on histogram technique. The results showed that some of machines are unable to satisfy the specification tolerances due to wide differences in the resulted values of the statistical parameter. Therefore, it is important to carry out the total maintenance for these machines, and increase the quality control activities such as testing the raw materials by chemical analysis.

**Keywords**: Statistical quality control, Process capability, Quality control of electrical cables.

## 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 المنتجات باستخدام الوسائل الإحصائية و تطويرها لهذا الغرض خصوصاً في عمليات السيطرة النوعية . وأصبح ينظر إلى الجودة على أنها الوصول إلى المعيب الصفري (Zero Defect) وبهذا لم تعد وظيفة الرقابة على الجودة مختصة بجهةٍ ما بل أصبحت مسؤولية ووظيفة كل فرد في المؤسسة فلم تعد السيطرة النوعية هي مجرد فحص و اختبار نهائي وفق النظرة التقليدية بل تعدتها إلى فحص المواد الأولية المشتراة و استمرار ذلك أثناء العملية الإنتاجية وصولاً إلى تقديم المنتج إلى ألمستهلك [1] . إن التغير في خصائص الوحدات المنتجة سواء كان ضمن حدود السماحات أو خارجها أو نتيجة عدم التطابق مع المواصفات يعزى إلى بعض الانحرافات في مكونات العملية الصناعية. تتمثل هذه المكونات في المواد الأولية و المكائن و المعدات و مهارة العامل وأدوات القياس ومهارة المفتش و ظروف العملية الصناعية. ولا بد من الإشارة إلى إن المسببات في تغيير خصائص المنتج تنقسم إلى نوعين من المسببات هي:

1. المسببات العشوائية أو التصادفية Chance or Random Causes.
2. المسببات الاسنادية (اللاصدفية) Assignable Causes.

فالمسببات العشوائية هي أسباب ناتجة من الصدفة أي إنها متأصلة في العملية الصناعية ذاتها و تتميز بأنها عديدة و صغيرة لا يمكن تحديدها أو تحديد مصادرها . ولكن يمكن قياس محصلة التغيرات في ناتج العملية الإنتاجية التي تنتج عنها. أما المسببات الاسنادية فهي مسببات قابلة للتحديد ولا تعود الى أسباب متأصلة في العملية الصناعية و يمكن تحديدها و السيطرة عليها لانها تظهر بوضوح في العملية الإنتاجية مثل التغيير الواضح في مواصفات المعدن او سوء تنظيم الماكنة أو كسر الأداة أو تغيير مفاجيء في مصدر توليد الطاقة و التي من شأنها التأثير على مواصفات النوعية للمنتوج و تكون احتمالية ظهورها منخفضة ولكن حجم تأثيرها مميز و كبير و تتطلب البحث و التحقيق لغرض تحديدها و محاولة تقليلها و علاجها[2]. ولا شك إن للمكائن و الأجهزة و المعدات و كذلك التصميم من حيث السماحات المسموح بها أثر 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- هدف البحث

يهدف البحث إلى:

1. التعرف على أهمية استخدام التقنيات الإحصائية في أعمال السيطرة النوعية.
2. التأكيد على أهمية العلاقة بين مقدرة العملية الإنتاجية و التفاوتات التصميمية من اجل السيطرة على ضبط العمليات الإنتاجية و لتحقيق السيطرة على نوعية المنتج و تقليل نسب المعاب.
3. التعرف على إجراءات السيطرة النوعية التي تتم داخل المعامل الصناعية.

## 3 - لوحات السيطرة الإحصائية [5,4,3] Statistical Control Charts

تعطي هذه اللوحات صورة مستمرة لموقف التغيير في أداء العملية الصناعية مع الزمن. أي أن الغرض الأساسي من استخدام لوحات السيطرة الإحصائية هو تشخيص المسببات للتغييرات في العملية التصنيعية و بالذات المسببات الاسنادية . لذا فان لوحات السيطرة الإحصائية تعد من الوسائل المهمة للسيطرة على النوعية في العملية الإنتاجية. ان السيطرة النوعية الإحصائية (Statistical Quality Control) هي عبارة عن تطبيق التقنيات الإحصائية في قياس و تحسين مستوى النوعية للعمليات التصنيعية وتتضمن السيطرة على العملية احصائياً و مواصفات العدد و خطط فحص العينات و تحليل مقدرة العملية الإنتاجية وغيرها من التقنيات الإحصائية. تم ابتكار طرائق السيطرة على العملية ( Statistical Process Control) من قبل (W. Shewhart ) سنة 1924 و قدم من خلالها مخططات Average chart( $\overline{X}$ -chart) و Range chart(R-chart) و التي تعد من الادوات التقنية في ضبط الجودة ، إذ بموجبها تم منع أي إصلاح للعملية إلا بعد أن يتم تشخيص الخلل إحصائياً ، كما أوضح الدور السلبي للاختلافات في العملية وأثر ذلك على جودة المنتج. و أوضح أن الاختلافات في العملية الإنتاجية هي السبب في رداءة النوعية لذا فقد ابتكر مخططات السيطرة ( Control Charts ) لمراقبة العملية الإنتاجية و إجراء التعديلات الضرورية للحفاظ على العملية تحت السيطرة.

## 4- أنواع لوحات السيطرة الإحصائية

هناك نوعان أساسيان للوحات السيطرة الإحصائية هما:

أولاً لوحات السيطرة التي تعتمد الصفات المتغيرة (Variable Charts) و التي تستخدم القراءات الحقيقية التي يمكن قياسها للخاصية المراد دراستها باستعمال وحدات القياس المناسبة و تشمل نوعين من اللوحات الإحصائية هما:

- لوحة المتوسط الحسابي ( $\overline{X}$ ).
- لوحة المدى (R).

ثانياً لوحات السيطرة الإحصائية التي تعتمد الصفات المتميزة ( غير المقاسة) Attributes Charts ، إن هذه اللوحات تعتمد تصنيف المنتجات أثناء التفتيش إلى معيبة و غير معيبة أي أن المنتج مطابق أو غير مطابق للمواصفات.

## 5 - دراسة مقدرة العملية الإنتاجية

إن دراسة مقدرة العملية الإنتاجية هي إحدى أهم تقنيات الضبط الإحصائي للعمليات إذ تسمح هذه الدراسة بالإجابة عن سؤال مهم و هو: هل إن نظام التصنيع الذي لدينا قادر على إنتاج منتج بنسبة أقل من العيوب و حسب رغبات و متطلبات المستهلك و الزبون. و الهدف من دراسة مقدرة العملية الإنتاجية هو لتحديد المقدرة على تحقيق المواصفة و تحديد الأسباب التي تؤدي إلى تقليلها و إعطاء الزبون الثقة بمقدرة المكائن (توكيد النوعية) وتطبيق تقنيات الضبط الإحصائي للعمليات [6]. ان حساب مقدرة العملية يتطلب استخدام لوحات السيطرة للتنبؤ و حذف الأسباب غير الطبيعية للتشتت حتى نصل إلى حالة الضبط الإحصائي. و يمكن القول إن مقدرة العملية الإنتاجية هي إحدى المقاييس الرياضية للمتغيرات التي تحدث في العملية الإنتاجية لانجاز النوعية و إبقاء المنتج داخل حدود التفاوت. لذلك فان دراستها تساعد المصمم للحصول على تفاوتات قابلة للتحقيق و إمكانية الحكم على المكائن الجديدة بصورة مبكرة. و كذلك تساعد مهندس السيطرة النوعية في الوقوف على أسباب حدوث الانحرافات عن المواصفات و إمكانية اتخاذ القرار حول المكائن القادرة على تحقيق المتطلبات و تلك التي تحتاج إلى مراقبة أكثر من غيرها. إن المستهلك يقبل بحدود معينة من الاختلافات عن المواصفات المحددة مسبقاً، بمعنى انه سيتم تحديد الوسط الحسابي للخصائص الحرجة في المنتج، و سيتم التحقق من مدى مطابقة الجودة بالمواصفات، و عليه فأن الشركة ستعمل على قياس المخرجات و السيطرة عليها بحيث تكون ضمن الحدود المسموح بها. من المقاييس الشائعة الاستخدام في قياس الاختلافات هو الانحراف المعياري لقياس مستوى انحراف أو اختلاف المنتج عن المواصفات المحددة مسبقاً، إذ يعمل الانحراف المعياري على بيان مدى تشتت البيانات عن وسطها الحسابي. ونظراً للكميات الكبير من الإنتاج ، سواء على مستوى التصنيع او الخدمات ، و لأجل اختبار مدى تطابق المنتجات مع معايير الجودة المطلوبة ، فانه من غير المنطقي و في ظل المستوى العالي من الإنتاج اختبار كل المنتج عليه سيتم استخدام العينات. تتضمن المعاينة أخذ مجموعة جزئية من المجتمع و ذلك لغرض الاستدلال على المجتمع من العينة المسحوبة. و بذلك يتقلص عدد العاملين في الفحص و التفتيش باستخدام العينات بدلاً من الفحص و بنسبة 100%. بعد استكمال البيانات و الفحوصات يتم رسم لوحات السيطرة الإحصائية لمعرفة هل أن العملية الإنتاجية ضمن السيطرة أم لا ، بعدها يتم استخراج الانحراف المعياري للمجتمع (σ) إما بدلالة الوسط الحسابي من خلال المعادلة (1)، أو بدلالة المدى من خلال العلاقة (2) [7 , 5]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \overline{X})2}{N}} \qquad (1)$$

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} \qquad (2)$$

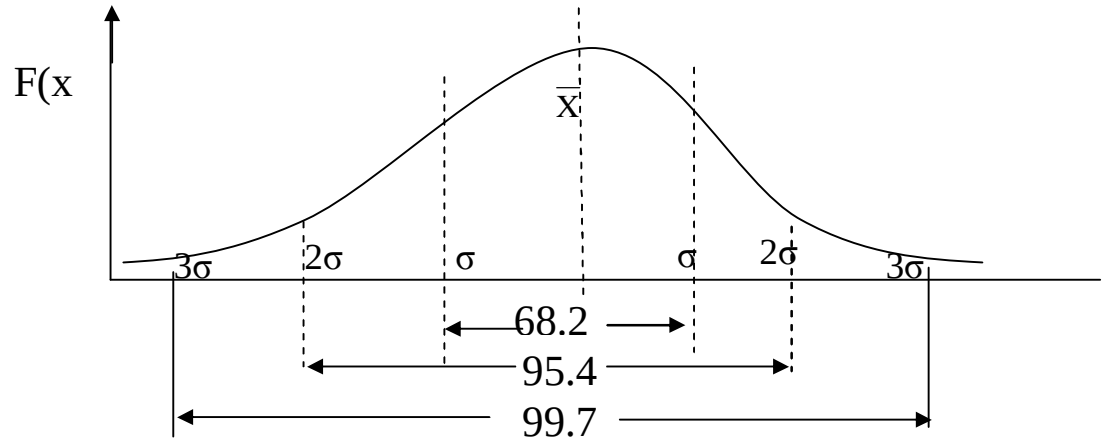
حيث أن σ: الانحراف المعياري للمجتمع، $\overline{X}$ :الوسط الحسابي للمجتمع، $\overline{R}$ = متوسط المديات للعينات، N =عدد العينات المسحوبة $d_2$ = قيمة ثابتة تعتمد على حجم العينة تؤخذ من جداول خاصة.

وجدير بالذكر أن الواقع العلمي يشير إلى سهولة حساب مقدرة العملية بدلالة المدى. حيث يتم احتساب مقدرة العملية الإنتاجية بموجب المعادلة الآتية:

$$6\sigma = 6\frac{\overline{R}}{d_2} \qquad (3)$$

مقدرة العملية الإنتاجية = 6 × الانحراف المعياري (σ )

معنى ذلك إن التغير في الصفة المقاسة التي تنتج عن العملية في حدود (∓3σ) عن 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))[7 ,8] و الشكل رقم(1) يبين ذلك




**الشكل (1). خصائص الانحراف المعياري على منحني التوزيع الطبيعي[6].**

يمكن تحديد نسبة المعيب الخارجة عن حدود المواصفات في حالة تثبيتها على

$(\bar{X} + \sigma)$ 31.74% = 317,400 dpm

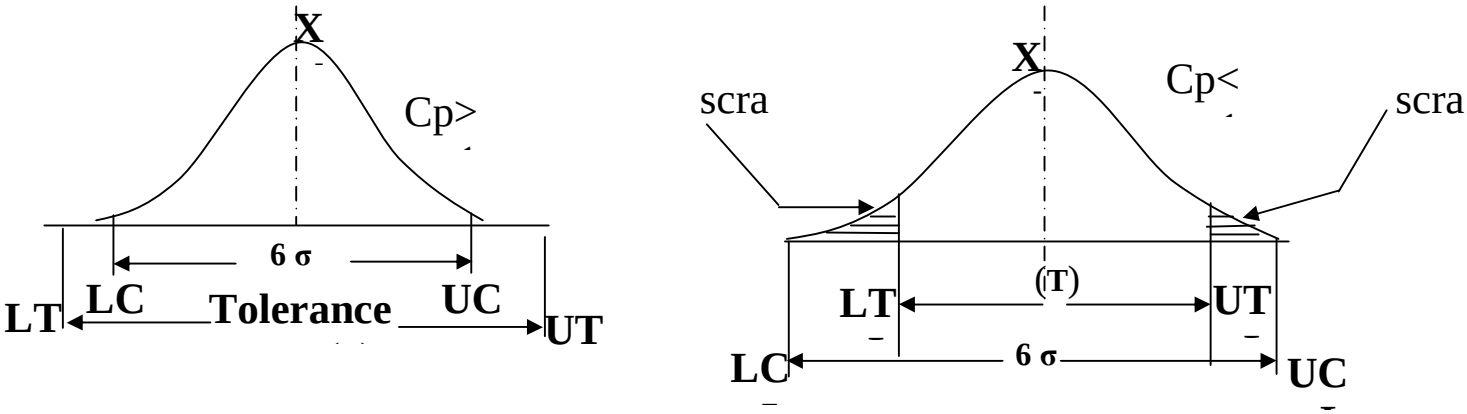
$(\bar{X} + 2\sigma)$ 4.56% = 45,560 dpm

$(\bar{X} + 3\sigma)$ 0.27 % = 2,700 dpm

dpm : defect per million (قطعة معيبة في المليون)

## 6- العلاقة بين مقدرة العملية الإنتاجية و تفاوت المنتج [ 4, 6 , 9 , 10]

تتم دراسة مقدرة العملية الإنتاجية بتحديد وضع التوزيع الطبيعي بالنسبة لحدود الضبط (Control Limits ) حيث 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 (2). 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 (3) فان قسماً كبيراً من الإنتاج يقع خارج حدود التفاوتات الموضوعة [11] .




**الشكل (3). مقدرة العملية الانتاجية اكبر من التفاوت.الشكل (2). مقدرة العملية الانتاجية اقل من التفاوت .**

علما إن التفاوت ( TTolerance) يحسب من العلاقة التالية [12]: T=UTL –LTL

حيث أن UTL( Upper Tolerance Limit) : حد التفاوت الأعلى ، ( LTL(lower Tolerance Limit : حد التفاوت الأسفل

و بما أن الصيغة الأساسية لتحليل مقدرة العملية الإنتاجية هي المقارنة بين التكرارية و تفاوت المنتج لذا فهناك ثلاث حالات ممكن النظر فيها:

- عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية أقل 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( 6 σ = T) و هذه الحالة تتطلب اتخاذ الإجراءات التصميمية لمعالجتها .
- عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية أكبر من الفرق بين حدي التفاوت المسموح به (6 σ > T )، 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- حالة تطبيقية في شركة اور العامة للصناعات الهندسية/ محافظة ذي قار

لقد تم اختيار معامل القابلوات في شركة أور العامة للصناعات الهندسية لكونها من المعامل الإنتاجية المهمة في القطر و التي تغطي معظم المتطلبات الخاصة بالأسلاك و القابلوات الكهربائية وبمختلف الأنواع و القياسات و بسبب كون إنتاج الشركة يدخل ضمن المنافسة مع المنتجات المستوردة من خارج القطر ، وحيث أن العصر الحالي يتميز بالمنافسة الشديدة بين دول العالم في المنتجات الصناعية ، أصبحت جودة هذه المنتجات المصنعة من الإستراتيجيات المهمة التي تسهم في التفوق و تحقيق الأهداف و يجب أن تتلائم جودة هذه المنتجات مع رغبات وإحتياجات المستهلكين و بما يؤدي إلى تعظيم القدرات التنافسية ، اختار الباحث هذه المعامل لدراسة إمكانية تحسين السيطرة النوعية فيها من خلال استخدام لوحات

السيطرة الإحصائية و حساب مقدرة العملية الإنتاجية كونها إحدى أهم الدعائم الأساسية للتأكد من ضمان الجودة للمنتجات وفق المواصفات المحددة. تعتمد المنشأة في إجراءات السيطرة النوعية على :

1- إجراء السيطرة النوعية على المواد الأولية الواردة إلى المنشأة و التي كانت سابقاً تستورد على شكل خامات منتجة بالسباكة المستمرة وعلى شكل لفات كبير من أسلاك النحاس و الألمنيوم و بقطر 8 ملم لأسلاك النحاس و 9.5ملم لأسلاك الالومنيوم حيث يتم إجراء فحوصات الشد و التحليل الكيميائي و المقاومة الكهربائية للوقوف على الخواص الميكانيكية و الكيمياوية و الكهربائية للمنتج.

2- إجراء بعض الفحوصات خلال مراحل الإنتاج للأسلاك أثناء عملية السحب و الجدل و العزل و التغليف.

3- إجراء الفحص النظري (Visual test) لمراقبة عملية الإنتاج.

و بسبب عدم وجود معلومات موثقة مسبقة عن بيانات الإنتاج و معرفة المقدرة فقد قام الباحث بدراسة مقدرة الماكنة التصنيعية على تحقيق مديات السماحات من خلال وضع منهجية دراسة مقدرة الخواص المشتركة للعملية التصنيعية المنفذة على تلك المكائن. ولقد اختار الباحث مرحلة الفحص و التفتيش أثناء عملية الإنتاج . و تم ذلك أثناء إجراء الزيارات الميدانية المتكررة و اخذ العينات من الخط الإنتاجي المباشر، حيث تم اخذ أكثر من 20 عينة عشوائية و بواقع 5 مفردات لكل عينة و لكل من الأبعاد و الخواص التي يتطلب السيطرة عليها [11,7]. وتمت جميع الفحوصات و القياسات في مختبرات السيطرة النوعية في الشركة. و لغرض إجراء الحسابات اللازمة فقد استخدم الباحث تقنية لوحات السيطرة الإحصائية و أهمها لوحة المتوسط- المدى ($\overline{X}$ -R Chart) لأن لوحة المتوسط تستخدم للسيطرة على متوسط العملية الصناعية, و لوحة المدى للسيطرة على التغير العام للعملية الصناعية.إلا أن استعمال كلا اللوحتين يوفرحالة من السيطرة على العملية الإنتاجية أفضل للوصول للنوعية المطلوبة للإنتاج[11].

## 8- الحسابات و مناقشة النتائج

### 8-1 السيطرة على قطر سلك النحاس

تم البدء بقياسات قطر سلك النحاس و هنا وقع الاختيار على القطر (2.25 ) ملم لأن إنتاجه تزامن مع مرحلة جمع العينات أثناء الدراسة، علماً أن جميع الأقطار الأخرى لأسلاك النحاس يتم إنتاجها على نفس الماكينة. و كان هذا البعد يسيطر عليه عن طريق ماكينة سحب الأسلاك النحاسية المرقمة 1250/13 . و التفاوتات التصميمية لهذا القياس (±0.03) ملم حسب المواصفة الألمانية المعتمدة في الشركة و الخاصة بالقابلوات الكهربائية (VDE0271). و تم سحب 20 عينة عشوائية منه بشكل مباشر و بواقع 5 مفردات لكل عينة. و الجدول رقم (1) يمثل القراءات المأخوذة لتلك الخاصية وكذلك يبين المتوسط $\overline{X}$ و المدى R لكل عينة وفي الجدول 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 [7 , 11]:

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum \overline{X}}{N} = \frac{\sum \overline{X}}{20} = CL = 2.2116124 \quad , \quad \overline{R} = \frac{\sum R}{N} = \frac{\sum R}{20} = 0.0957$$

$$UCL_x = \overline{\overline{X}} + A_2 \overline{R} = 2.2116124 + 0.577 * 0.0957 = 2.266831$$

$$LCL_x = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} = 2003.8887 - 0.577 * 0.0957 = 2.1563935$$

أما حدود لوحة المدى فهي:

$$UCL_r = D_4\overline{R} = 2.115 * 0.0957 = 0.2024055 \; ; \qquad LCL_r = D_3\overline{R} = 0 * 0.0957 = 0$$

حيث أن ($D_3$ ، $D_4$ ،$A_2$) ثوابت قيمها تعتمد على حجم العينة تؤخذ من الجداول [11,7]

($LCL_x$ ،$UCL_x$) حدا الضبط العلوي و السفلي في لوحة المتوسط ، (LCLr ،UCLr) حدا الضبط العلوي و السفلي في لوحة المدىو الشكل رقم (4) يبين لوحة المتوسط و المدى لهذه الخاصية حيث نلاحظ أن العملية غير منضبطة إحصائياً ففي لوحة المتوسط وقوع النقطة (3 ) على حد السيطرة العلوي أما في لوحة المدى خروج النقاط (16,3,1) خارج حد الضبط الأعلى. وقد تم إهمال هذه النقطة و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الجدول (1) بعد الوقوف على السبب والذي كان يرجع إلى كون المادة الخام ذات صلادة عالية و تقادم قوالب السحب المستعمل في عملية الإنتاج. وقد تم التوصل لحساب مقدرة العملية الإنتاجية لهذا البعد وكما يأتي: من الجداول ولحجم عينة (5) نجد أن قيمة ( $d_2$) تساوي (2.326) [7]

$$\overline{s} = \frac{\overline{R}}{d_2} = \; ; = 0.0233675 \frac{0.054353}{2.326} \qquad 6\overline{s} = 0.1402$$

يلاحظ من الحسابات أن مقدرة العملية الإنتاجية هي 0.1402 بينما التفاوت المسموح به هو 0.06 أي إن مقدرة العملية أكبر بكثير من التفاوت المطلوب و بالتالي فأن اختيار هذه الماكنة في إنتاج هذا البعد غير صحيح ولذلك يلاحظ من الشكل إن حدي التفاوت تقع بين (2.22 - 2.28) بينما حدي الضبط للوحة المتوسط تقع بين (2.156-2.26683 ) فنلاحظ أن متوسط المتوسطات (الخط المركزي) و حد الضبط الأسفل يقعان تحت حد التفاوت الأسفل على الرغم من أن العملية تكاد تكون منضبطة إحصائيا . الشكل رقم ( 5 ) يبين المدرج التكراري و حدود التفاوت العليا و الدنيا لهذا البعد حيث نلاحظ من خلال المدرج التكراري أن المتوسط واقع تحت الحد الأدنى للتفاوت أي ان المتوسط مزاح باتجاه الحد الأسفل للتفاوت بمقدار (0.00315 ) وان قسماً كبيراً من الإنتاج يقع خارج حدود التفاوت الأسفل وهذا يؤكد أن القوالب المستعملة في سحب الأسلاك لم تكن بدقة عالية مما يتطلب استبدالها او صيانتها كاملة.

### 2-8 السيطرة على مقاومة الشد العظمى لأسلاك النحاس المسحوبة (2.25) ملم

بعد ذلك تمت المباشرة بأختبار وقياس مقاومة الشد العظمى التي يتحملها سلك النحاس المفرد ذو القطر (2.25) ملم و تمت عملية الاختبار على عينات بأبعاد قياسية حسب المواصفة الألمانية المعتمدة (VDE0271) على جهاز اختبار الشد (PH4 ) المرقم(80/80515 )، حيث تم سحب (20 ) عينة عشوائية و بواقع (5) مفردات لكل عينة . و الجدول رقم (2) يبين القراءات المأخوذة وكذلك المتوسط الحسابي و المدى لكل عينة وحدود السيطرة العليا و الدنيا للوحتي المتوسط و المدى. أما الشكل رقم (6) فيبين لوحتي المتوسط والمدى للسيطرة على الخاصية المطلوبة حيث نلاحظ أن العملية غير منضبطة إحصائياً لخروج النقطتين (5،20 ) خارج حد السيطرة الأعلى في لوحتي المتوسط و المدى. وقد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الجدول (2) بعد الوقوف على المسببات حيث اتضح ان هذه العينات أخذت من وجبة عمل كانت فيها عملية التخمير غير كافية (التخمير للتخلص من الاصلاد الانفعالي الذي يتعرض له المنتج نتيجة الاجهادات المتبقية و تشويه البنية الناتج من التشكيل العنيف أثناء السحب) وقد تمت مراعاة ذلك و السيطرة على

عدم ارتفاع المقاومة مع استمرار عملية الإنتاج. حيث مع هذه الحدود الجديدة أصبحت العملية في حالة ضبط إحصائي وجاهزة للاستعمال المستقبلي.

### 3-8 السيطرة على الاستطالة النسبية لسلك النحاس المسحوب (2.25) ملم

وفقاً للأسلوب المتبع أعلاه تمت متابعة الاستطالة النسبية التي يتعرض لها سلك النحاس أثناء عملية السحب. حيث نلاحظ أن نقصان مقدارها يعد السبب الرئيس لانهيار السلك عند عملية سحبه من الخامة الأصلية (قطر 8 ملم) الى القطر النهائي ( 2.25 ملم) . حيث تم قطع (20 ) عينة عشوائية و بواقع 5 مفردات لكل عينة. وباستعمال جهاز الشد PH4 المرقم (80/80515 )تم فحص تلك العينات وحسب المواصفة الألمانية المعتمدة(VDE0271 ) كان مقدار الاستطالة ضمن المدى %(4.5 - 3 ). و الجدول رقم (3) يبين القراءات المأخوذة للعينات و كذلك المتوسط الحسابي و المدى لكل عينة ومنه تم حساب حدود لوحتي السيطرة للمتوسط و المدى. و الشكل (7) يوضح لوحتي المتوسط و المدى $\overline{X}$ (-R Chart) و من النظر يلاحظ أن العملية الإنتاجية غير منضبطة إحصائياً لخروج النقطة (2) في لوحة المتوسط وكذلك خروج النقطتين (5،2)خارج حدود الضبط في لوحة المدى. وقد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الجدول رقم (3) بعد الوقوف على المسببات و التي تعود إلى الصدفة مثل التخمير غير الكافي للسلك المسحوب مما يجعل استطالته واطئة جداً. تم حساب مقدرة العملية الإنتاجية فكانت (PC =1.730437) في حين أن التفاوتات المسموح بها للمنتج هي (T = 1.5). أي أن مقدرة العملية الإنتاجية اكبر من التفاوت المسموح به و كذلك نلاحظ من الشكل ( 4 ) إن حد السيطرة السفلي (LCL) اقل من التفاوت الأسفل و خروج جزء كبير من الإنتاج خارج التفاوت السفلي وكذلك الشكل( 8 ) والذي يبين المدرج التكراري لهذه الخاصية يوكد ان التشتت اكبر من التفاوت وان المتوسط مزاح باتجاه التفاوت الأدنى بمقدار (0.04) وان قسماً كبيراً من الانتاج يقع خارج حد التفاوت الأدنى وهذا يعني أن هناك مشكلة حقيقية في استطالة المعدن ينبغي إعادة النظر فيها وهذا قد يرجع إلى عطل ما في وحدة المعالجة الحرارية الملحقة بقوالب السحب و بالتالي ينبغي صيانتها بشكل تام،والسبب الآخر لنقصان الاستطالة هو وجود الشوائب غير المرغوب فيها أو وجود بعض المسامات المهجرية في المادة الخام.

### 4-8 السيطرة على قطر سلك الالومنيوم المسحوب ( 2.8) ملم

و بطريقة مشابهة لحسابات قطر سلك النحاس ، تم إجراء الحسابات للسيطرة على قطر سلك الالومنيوم (2.8 )ملم حيث يتم تشكيل هذا السلك على ماكنة سحب أسلاك الالومنيوم و العملية هي عملية سحب خلال سلسلة من القوالب ومن قطر الخام (9.5 )ملم و إلى البعد المطلوب و التفاوت التصميمي الموضوع هو ( 0.03±) وحسب المواصفة الألمانية المعتمدة و الخاصة بالأسلاك الكهربائية المعلقة ( الهوائية) (DIN 48204 ) و بضوء البيانات المدرجة في الجدول رقم (4) تم إجراء حساب حدود السيطرة الخاصة بلوحتي المتوسط و المدى الموضحة في الشكل (9) و من النظر يتضح أن العملية الإنتاجية غير منضبطة إحصائيا لخروج النقطتين (12,4) في لوحة المتوسط و كذلك النقطتين (18,4 )في لوحة المدى . و قد تم إهمال هذه النقاط و حساب حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الجدول رقم (4) مع ملاحظة عدم خروج أية نقطة خارج حدود الضبط في اللوحتين مما يدل على إن العملية أصبحت تحت السيطرة الإحصائية مع الحدود الجديدة) . و من ملاحظة الشكل يتضح أن اختيار الماكنة موفق لأداء هذه العملية الإنتاجية لان حدي الضبط واقعان ضمن التفاوتات المسموح بها و أن مقدرة العملية الإنتاجية اقل من ربع التفاوتات التصميمية أي أن الماكينة قادرة على إنتاج هذا المنتج بكفاءة عالية و

الشكل ( 10 ) يبين المدرج التكراري و حدود التفاوتات الموضوعة لهذا البعد، و من الشكل يتضح أن المتوسط مزاح قليلاً باتجاه حدود التفاوت الدنيا بمقدار(0.0077) وان الإنتاج جميعه واقع ضمن التفاوتات الموضوعة ولا حدود الضبط المحسوبة.

**5-8 السيطرة على سمك العازل الأولي لأسلاك النحاس**

ثم بعد ذلك تم إجراء الحسابات الخاصة بفحص سمك العازل الأولي المستعمل في قابلوات النحاس ذو القياس(1 × 70mm$^2$) و الذي يتم السيطرة عليه عن طريق ماكينة بثق البلاستك نوع KABMAK (E120/250) و باستخدام حبيبات P.V.C . علماً أن السمك المطلوب 1.4 ملم و التفاوت المسموح به هو (1.36 - 1.64 ) وحسب المواصفة الألمانية (VDE0271 ) الخاصة بالقابلوات الكهربائية. حيث يتم فحص سمك العازل باستعمال جهاز فحص المركزية WETZLAR 75870 و اخذ معدل القراءات و الموضحة في الجدول رقم( 5 ). أما الشكل (11 ) فيبين لوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على سمك العازل الأولي المستخدم في عزل موصلات النحاس بعضها عن البعض الآخر. ومن ملاحظة الشكل يتبين أن العملية تكاد أن تكون منضبطة إحصائياً حيث نلاحظ خروج النقطة الأولى في لوحة المدى و التي ترجع إلى أسباب الصدفة ، و الحسابات بينت أن مقدرة العملية الإنتاجية (PC=1.185828 ) بينما التفاوت المسموح به ( T=0.28) و كذلك من ملاحظة الشكل يتضح أن حد الضبط الأعلى و متوسط المتوسطات يقعان فوق حد التفاوت العلوي و خروج جميع الإنتاج تقريباً خارج الحد الأعلى للتفاوت المسموح به و هذا يدل على أن الماكينة المختارة للسيطرة على سمك العازل غير قادرة على الإيفاء بمتطلبات السيطرة على هذا البعد. حيث نلاحظ أن هناك كمية كبيرة من مادة (PVC) قد تستهلك دون فائدة تذكر مما يؤدي بالنتيجة إلى زيادة قطر القابلو وزيادة وزنه و زيادة الكلفة الإجمالية للإنتاج بمقدار كبير. و الشكل ( 12 ) يبين المدرج التكراري و حدي التفاوت لذلك البعد حيث نلاحظ أن التشتت اكبر من التفاوت حيث التشتت (1.75 ) بينما التفاوت (0.28 ) وكذلك المتوسط يقع فوق حد التفاوت العلوي، لذلك لا بد من صيانة هذه الماكينة وتحسين أداؤها.

**6-8 السيطرة على المقاومة الكهربائية لسلك الالومنيوم ذو القطر (2.80) ملم**

ومن ثم تم إجراء الحسابات الخاصة بالسيطرة على المقاومة الكهربائية التي يمتلكها سلك الالومنيوم المستعمل في الأسلاك الكهربائية المعلقة ، حيث تم تقطيع عينات قياسية بطول 1 متر و حسب المواصفة الألمانية المعتمدة (48204) DIN ، و كانت المقاومة الموصى بها (4.76 – 0) و تم اختبار العينات على جهاز فحص المقاومة الكهربائية (Resistomat) المرقم (2316) حيث تم اختبار 16 عينة عشوائية و بواقع 5 مفردات لكل عينة. الجدول رقم (6) يبين الحسابات وحدود السيطرة الخاصة بلوحتي المتوسط و المدى. و الشكل (13) يبين لوحتي المتوسط و المدى والتي تبين أن العملية غير منضبطة إحصائياً لخروج النقطة 14 في لوحة المتوسط وخروج النقطتين (14,1) في لوحة المدى , و قد تم إهمال هذه النقاط و استخراج حدود السيطرة الجديدة و المبينة في الجدول رقم (6) بعد الوقوف على أهم الأسباب و التي تم تشخيصها حيث وجد أن العينات ذات المقاومة العالية كانت بسبب كون مساحة المقطع العرضي لها صغيرة جداً مما أدى إلى ارتفاع المقاومة الكهربائية لان العلاقة عكسية بينهما . و الشكل (14) يبين المدرج التكراري و حدود الضبط الأعلى و الأدنى لهذه الخاصية. و نلاحظ إن المدرج متعدد القمم و أن المتوسط مزاح فوق حد التفاوت الأعلى وان جميع الإنتاج يقع خارج حدود التفاوت و لهذا يتحتم إعادة النظر بالمقاومة الكهربائية لأسلاك الالمنيوم. حيث يلاحظ أن جميع العينات

العشوائية التي جمعت كانت قيمها أكبر من القيمة العليا المحددة بالمواصفة، و هذا يعطي سبباً لهدر الطاقة الكهربائية المنقولة خلال هذه الأسلاك. وقد يرجع السبب في زيادة المقاومة الكهربائية إلى وجود الشوائب و المسامات في أسلاك الالمنيوم و كذلك زيادة التشكيل البارد التي يتعرض لها السلك لدى سحبه إلى القطر النهائي حيث يعيق عملية التوصيل الحراري و الكهربائي.

### 7-8 السيطرة على الاستطالة النسبية في أسلاك الالمنيوم المعلقة ذو القطر 2.8 ملم

وفقاً للاسلوب المتبع في السيطرة على الاستطالة في اسلاك النحاس تم إجراء حسابات الاستطالة النسبية التي يتعرض لها سلك الالمنيوم أثناء شده حيث تم الاختبار لعينات قياسية وفقاً للمواصفة الألمانية للأسلاك المعلقة (DIN 48204) على جهاز الشد (PH4 80/80515) وان استطالة السلك المعلق تكون ضمن المدى (0.5 - 4)%. وبضوء البيانات المدرجة في الجدول رقم (7) تم إجراء حساب حدود السيطرة الخاصة بلوحتي المتوسط و المدى الموضحة بالشكل (15) ومن ملاحظة الشكل يتضح إن اختيار الماكينة كان موفقاً لأداء هذه العملية الإنتاجية لان حدود الضبط تقع ضمن التفاوتات المسموح بها وان مقدرة العملية الإنتاجية اقل بكثير من التفاوتات التصميمية حيث أن (PC=3.0615 ) بينما التفاوت (T=3.5) أي أن الماكينة المسؤولة عن إنتاج السلك 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 شبه منضبطة إحصائياً وذلك لخروج النقطة (10) وقد تم إهمالها وحساب الحدود الجديدة المنضبطة احصائياً وسبب خروج النقطة يعود إلى أسباب الصدفة، وكذلك الشكل (16 ) يبين إن المتوسط مزاح قليلاً باتجاه حد التفاوت الأدنى. وبهذا ينبغي أن تكون استطالة سلك الالومنيوم المعلق قليلة جداً لان استعماله كأسلاك (ناقلة للطاقة الكهربائية) معلقة يحتم عليه أن لا يعطي استطالة كبيرة.

### 8-8 السيطرة على مقاومة الشد العظمى لسلك الالمنيوم ذو القطر 2.8 ملم

باستخدام نفس العينات التي تم فحصها في الفقرة (7-8 ) الخاصة باستطالة سلك الألمنيوم تم جمع البيانات الخاصة بمقاومة الشد العظمى التي يتحملها السلك المسحوب من خامة بقطر 9.5 ملم إلى القطر المطلوب 2.8 ملم حيث تم قطع 20 عينة عشوائية و بواقع 5 مفردات لكل عينة. وعلى ضوء البيانات المقاسة و الموضحة بالجدول رقم (8) تم حساب حدود الضبط الخاصة بلوحات السيطرة للمتوسط و المدى و الموضحة بالشكل رقم (17) والذي يبين إن العملية الإنتاجية غير منضبطة إحصائياً وذلك لخروج النقاط (4، 12، 13، 18،19، 20) في لوحة المتوسط وكذلك النقطة (3) في لوحة المدى وهذا يرجع إما لوجود بعض العناصر الشائبة في المادة الخام المستوردة و التي ترفع من قابلية اصلاد السلك و زيادة مقاومة شده أو تعطي انخفاضاً في مقاومة الشد. و لأن السلك يتعرض عند عملية تشكيله إلى تشويه عنيف والذي يزيد من الاصلاد الانفعالي للسلك وبالتالي زيادة ملحوظة في شده ونقصان كبير في مطيليته. أما سبب خروج بعض العينات أسفل حد الضبط الأدنى فان ذلك قد يرجع إلى وجود بعض المسامات المجهرية في أصل مادة السلك المنتج بعملية السباكة المستمرة وأثناء تعرض السلك إلى التشويه العنيف و ارتفاع درجة حرارته إلى مقدار يمكن هذه المسامات من الاتصال ببعضها مما يودي إلى إضعاف السلك وفشله تحت قوى شد اقل.

**9-8 السيطرة على سمك غلاف القابلوات ذو القياس ( $4\times70mm^2$)**

و بطريقة مشابهة لحسابات السيطرة على سمك العازل الأولي تمت المباشرة بجمع البيانات عن طريق تقطيع عينات (بواقع 5 مفردات لكل عينة) لدراسة سمك غلاف القابلوات (Sheathingthickness of) حيث يتم السيطرة على هذا البعد عن طريق ماكينة حقن البلاستك ( KABMAK E150/25B) . و الجدول رقم ( 9 ) يبين القراءات الناتجة من اختبار (18) عينة باستعمال جهاز اختبار السمك (WETZLAR 75870) و تم اخذ معدل القراءات لكل مفردة من القراءات و كذلك تم حساب المتوسط والمدى لكل عينة و منها تم حساب حدود السيطرة العليا و السفلى للوحتي المتوسط و المدى. إن السمك المطلوب حسب المواصفة الألمانية (VDE0271 ) و الخاصة بقابلوات نقل القدرة الكهربائية هو 1.8 ملم بينما التفاوت المسموح به (2.17-1.63 mm) و الشكل (18) يبين لوحتي المتوسط و المدى و مبين عليها حدي التفاوت العلوي و السفلي . ومن ملاحظة الشكل يتضح إن العملية غير منضبطة إحصائياً لخروج عدد كبير من النقاط خارج حدي الضبط الأعلى و الأسفل في لوحتي المتوسط و المدى وكذلك نلاحظ أن مقدرة العملية الإنتاجية (PC=1.52427 ) بينما التفاوت (T=0.54 ) أي أن مقدرة العملية الإنتاجية اكبر بكثير جداً من التفاوت المسموح وكما يتضح من الشكل (18) خروج جميع الإنتاج فوق حد التفاوت الأعلى وكذلك يتضح من ملاحظة الشكل (19) إن التشتت كبير للعملية الإنتاجية وانه اكبر من التفاوت ، فالتشتت (2.125) بينما التفاوت (T=0.54 ) أي أن الماكينة غير قادرة على تحقيق المواصفة الموضوعة و هناك هدر كبير لمادة العازل (PVC) المستوردة لكونها زائدة عن الحد المقرر كعازل للموصلات ومن جانب آخر فإنها تزيد من قطر القابلو و زيادة وزنه. لذلك لابد من إجراء صيانة كاملة لهذه الماكنة أو استبدالها بأخرى أكثر كفاءة و حسب متطلبات النوعية.

**10-8 السيطرة على مقاومة الشد للعازل الأولي ذو القياس ($1\times70mm^2$)**

بعد ذلك تم اخذ عينات عشوائية و بواقع 5 مفردات لكل عينة حيث تقطع العينات القياسية باستعمال جهاز ( Zwick- D7900) و من ثم شدها باستعمال جهاز الشد ( Zwick-79.003). و الجدول رقم (10) يبين القراءات و حدود لوحتي المتوسط و المدى المستعملة في رسم لوحتي المتوسط والمدى المبينة بالشكل (20) ومن ملاحظة الشكل يتبين أن العملية تكاد أن تكون منضبطة حيث نلاحظ خروج النقطتين (18,15 ) في لوحة المتوسط وكان السبب واضح و متوقع نتيجة الزيادة الكبيرة في سماكة العازل كما ذكر سابقاً لذلك تم إهمال هذين النقطتين و حساب حدود السيطرة الجديدة المبينة في الجدول رقم (10) حيث يتضح أن العملية أصبحت في حالة سيطرة إحصائية وجاهزة للاستعمال المستقبلي.

**11-8 السيطرة على استطالة العازل الأولي ذو القياس ($1\times70mm^2$)**

وعلى نفس المنوال وباستعمال ذات العينات المستعملة في اختبار الشد تم تقييس الاستطالة التي يبديها العازل الأولي إثناء تعرضه إلى أحمال الشد وطبقاً للمواصفة الخاصة بالقابلوات كان مقدار الاستطالة المطلوبة ضمن المدى (250-150)% . و الجدول (11) يبين القراءات و حدود الضبط للوحتي المتوسط. و الشكل (21) يبين لوحتي المتوسط لتلك الخاصية ، و من الشكل يتضح أن العملية غير منضبطة احصائياً لخروج النقاط (17,16,12,8,7,2) في لوحة المتوسط. ويلاحظ من الحسابات أن مقدرة العملية الإنتاجية اكبر من التفاوت المسموح للمنتج حيث إن (PC=110.1263) بينما (T=100) و كذلك يتضح من مشاهدة الشكل (22) أن المدرج التكراري متعدد القمم وان التشتت كبير للإنتاج وان

المتوسط مزاح نحو حد التفاوت الأعلى بمقدار (6.21) وهذا يدل أن هناك استطالة مفرطة في مادة العازل و التي تكون على حساب مقاومته للشد . لذلك لابد من إعادة النظر في نوعية حبيبات العازل المستعملة في عزل الموصلات النحاسية .

### 12-8 السيطرة على مقاومة الشد للغلاف ذو القياس ( $70mm^2 \times 4$)

و بطريقة مشابهة للعازل الأولي تم قطع عينات قياسية لاختبار مقاومة الشد القصوى وكذلك الاستطالة لمادة غلاف القابلوات الكهربائية (Sheathing) وهنا وقع الاختيار على القياس ($4*70\ mm^2$) والذي يصنع من مادة (PVC) حيث يتم صهرها و حقنها باستعمال ماكينة حقن البلاستك الخاصة بتصنيع الغلاف. تم سحب 18 عينة عشوائية ومنها تم حساب المتوسط و المدى لكل عينة والمبينة بالجدول (12) وبضوء البيانات تم رسم لوحتي المتوسط و المدى المبينة بالشكل (23) ومن النظر إلى الشكل يتضح أن العملية منضبطة إحصائياً وان النقاط تتوزع بشكل طبيعي حول متوسط العملية الإنتاجية وان عملية إنتاج الغلاف تتم بشكل جيد ولا توجد مشكلة في السيطرة على خاصية مقاومة الشد العظمى التي يتحملها الغلاف.

### 13-8 السيطرة على الاستطالة للغلاف ذو القياس ( $70mm^2 \times 4$)

تمت دراسة هذه الخاصية على نفس العينات المستعملة في خاصية الشد الأقصى لغلاف القابلو ($70mm^2 \times 4$). وكان التفاوت المسموح لمادة الغلاف حسب المواصفة هو (150-250)%. والجدول رقم (13) يبين القراءات و المتوسط و المدى لكل عينة وكذلك حدي الضبط للوحتي المتوسط و المدى .ومن البيانات تم رسم لوحتي المتوسط والمدى المبينة بالشكل (24). ومن الشكل يتضح أن العملية منضبطة إحصائياً ولكن نرى خروج حد الضبط الأعلى فوق حد التفاوت العلوي و إن غالبية الإنتاج واقع ضمن حدود التفاوت الموضوعة. كما يمكن ملاحظة عدم وجود أية قراء واقعة تحت الحد الأسفل للتفاوت . و الشكل (25) يبين المدرج التكراري و حدي التفاوت لهذه الخاصية، حيث يتضح من الشكل إن المتوسط مزاح باتجاه التفاوت الأعلى بمقدار (20.366 ) وان قسماً من الإنتاج يقع خارج حدود التفاوت الأعلى أي أن هناك ميل لمادة الغلاف للاستطالة وهذا الشيء لم يكن سيء مع وجود مقاومة شد ضمن المدى المقرر.

## 9 - الاستنتاجات و التوصيات

### 1-9 الاستنتاجات

- تبين من خلال البحث أن بعض المكائن التي تمت دراستها قد فقدت من إمكاناتها 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.
- 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.
- إن تطبيق لوحات السيطرة الإحصائية و مقدرة العمليات الإنتاجية من الأساليب المهمة التي تساعد قسم السيطرة النوعية في تطوير و تحسين السيطرة النوعية في معامل القابلوات بصورة خاصة و الشركة بصورة عامة.

- إن هناك خلل في أداء وحدة المعاملة الحرارية الملحقة بماكينة سحب أسلاك النحاس وقد يرجع أما لوجود عطل أو سوء استخدام من قبل المشغلين وخصوصاً في أوقات العمل المسائية.

**2-9 التوصيات**

- إجراء عمليات التأهيل للمكائن بما يرفع من كفائتها و مقدرتها الإنتاجية كلما كان ذلك ممكناً و بعكسه الأخذ بنظر الاعتبار واقعها الحالي عند تحميلها بالأعمال الإنتاجية.
- يجب أن 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.
- التأكيد على فحص المادة الخام الواردة إلى الشركة كيمياوياً وعدم قبول الخامات المحتوية على الشوائب لان ذلك يقلل من التوصيلة الكهربائية بالإضافة إلى سوء الاستطالة للأسلاك الكهربائية.

**10-المصادر**


[1] باسم عباس كريدي, سالم صلال راهي، 2008،"*الرقابة على الجودة في مصنع نسيج الديوانية باستخدام الخرائط الإحصائية*" ، بحث مقدم إلى مجلة القادسية للعلوم الإدارية و الاقتصادية في جامعة القادسية /كلية الإدارة و الاقتصاد. المجلد (10) العدد (3).

[2] ايسر سوسان و جبار شلاش فارس ،1990، "*الادارة الصناعية* " ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية.

[3] Ishikawa K. , 1989, *" Guide TO Quality Control"*, Tokyo Asion Productivity organization.

[4] Juran J. M. W. and Frank M. G. ,1974, *" Quality Control Handbook*" , 3rd edition, McGRAw- Hill, Inc.

[5] الصفاوي د. صفاء يونس ، مزاحم محمد عيسى،2009، " *التحليل الإحصائي باستخدام "Six sigma* ،المؤتمر الإحصائي العربي الثاني، سرت- الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى.

[6] أ.م.د. محمد عيشوني ،2005 ،" مقدرة *العملية الصناعية*" قسم التقنية الميكانيكية ، الكلية التقنية بحائل .

[7] Douglas C. M. , 2001, " *Introduction to Statistical Quality Control*" , 4th edition, Johan Wiley and Sons Inc.

[8] الشبروني, د. عادل، 1995، " *الدليل العلمي لتطبيق ادارة الجودة الشاملة : آيزو 9000 -المقارنة و المراجعة*"، القاهرة ، الشركة العربية للاعلام العلمي شعاع.

[9] Haslehurst M., 1987, " *Manufacturing Technology*" 3rd edition.

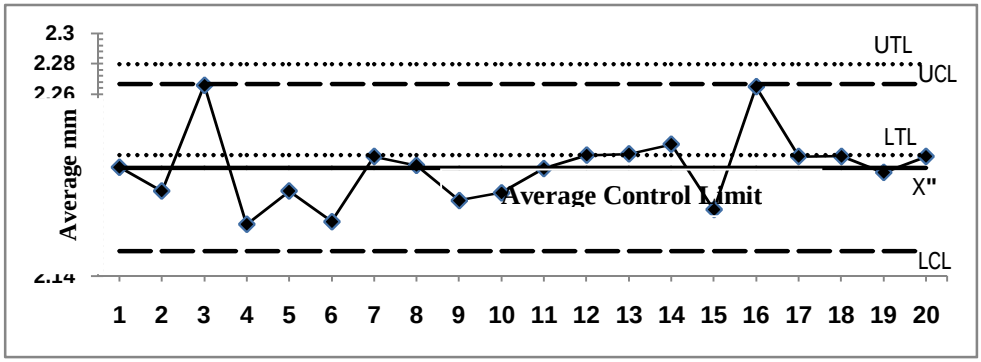
[10] Al-Kafaji, A. A., 2001," *Process Capability Evaluation of some Manufacturing Processes"* M.Sc. Thesis Submitted to Baghdad University , College of Engineering Mechanical Department.

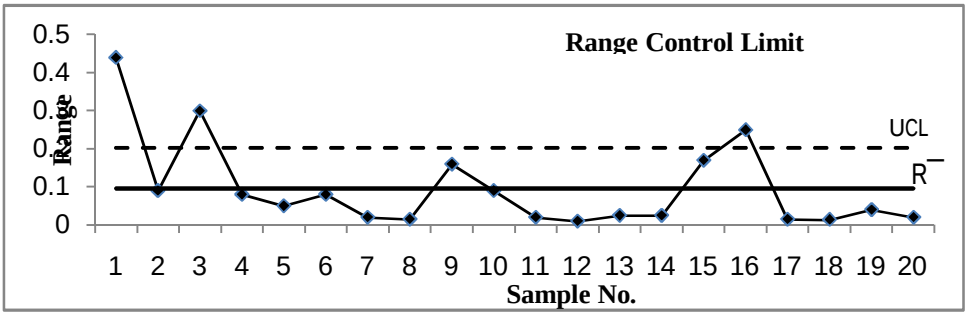
[11] Krajewski L. J., 1999, " *Operations Management Strategy And Analysis*" , 5th edition , Wesley Inc.

[12] Al-Shaikhlee B. K., 2000,"*Development of Total Management System Using Iso-9000 Standard*" A ph. D. thesis Baghdad University.

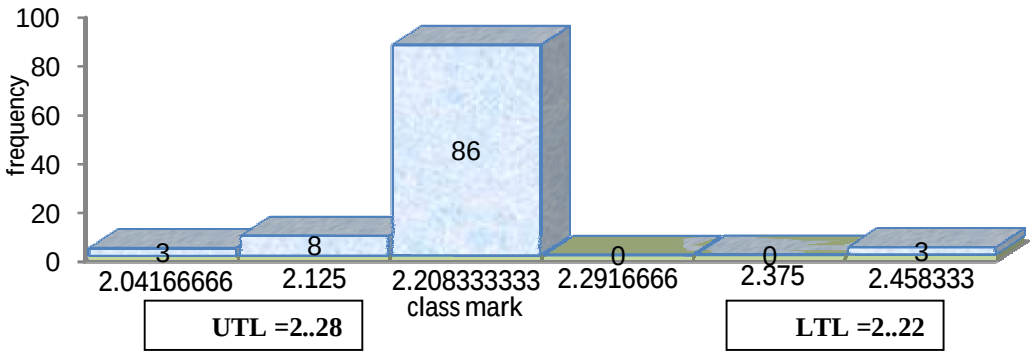
**الجدول (1). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على قطر سلك النحاس.**

| $\overline{\overline{X}}$ = 2.21149 | $\overline{\overline{R}}$ = 0.0957 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.44 | 2.212 | 2.2 | 2.21 | 2 | 2.44 | 2.21 | 1 |
| UCLx | UCLr | 0.09 | 2.196 | 2.22 | 2.21 | 2.2 | 2.13 | 2.22 | 2 |
| =2.266831 | =0.202406 | 0. 3 | 2.266 | 2.21 | 2.5 | 2.22 | 2.2 | 2.2 | 3 |
| | | 0.08 | 2.174 | 2.2 | 2.13 | 2.2 | 2.13 | 2.21 | 4 |
| LCLx=2.156394 | LCLr = 0.0 | 0.05 | 2.196 | 2.21 | 2.21 | 2.2 | 2.2 | 2.16 | 5 |
| | | 0.08 | 2.176 | 2.2 | 2.16 | 2.2 | 2.2 | 2.12 | 6 |
| New Control Limit | | 0.02 | 2.219 | 2.21 | 2.21 | 2.25 | 2.23 | 2.22 | 7 |
| | | 0.015 | 2.213 | 2.215 | 2.215 | 2.22 | 2.205 | 2.21 | 8 |
| | | 0.16 | 2.19 | 2.23 | 2.22 | 2.22 | 2.21 | 2.07 | 9 |
| $\overline{\overline{X}}$ = 2.205106 | $\overline{\overline{R}}$ =0.054353 | 0.09 | 2.195 | 2.21 | 2.205 | 2.13 | 2.22 | 2.21 | 10 |
| | | 0.02 | 2.211 | 2.215 | 2.21 | 2.2 | 2.22 | 2.21 | 11 |
| UCLx = | | 0.01 | 2.2198 | 2.224 | 2.225 | 2.215 | 2.22 | 2.215 | 12 |
| 2.23646 | UCL = | 0.025 | 2.2206 | 2.235 | 2.218 | 2.22 | 2.21 | 2.22 | 13 |
| | 0.1149565 | 0.025 | 2.227 | 2.225 | 2.22 | 2.215 | 2.24 | 2.235 | 14 |
| | | 0.17 | 2.1838 | 2.2 | 2.14 | 2.215 | 2.06 | 2.23 | 15 |
| LCL = | LCL = 0.0 | 0.25 | 2.265 | 2.225 | 2.2 | 2.23 | 2.22 | 2.45 | 16 |
| 2.173744 | | 0.015 | 2.219 | 2.22 | 2.225 | 2.22 | 2.21 | 2.22 | 17 |
| | | 0.014 | 2.2192 | 2.21 | 2.224 | 2.23 | 2.218 | 2.214 | 18 |
| | | 0.04 | 2.2084 | 2.215 | 2.217 | 2.22 | 2.18 | 2.21 | 19 |
| | | 0.02 | 2.219 | 2.23 | 2.22 | 2.21 | 2.22 | 2.215 | 20 |



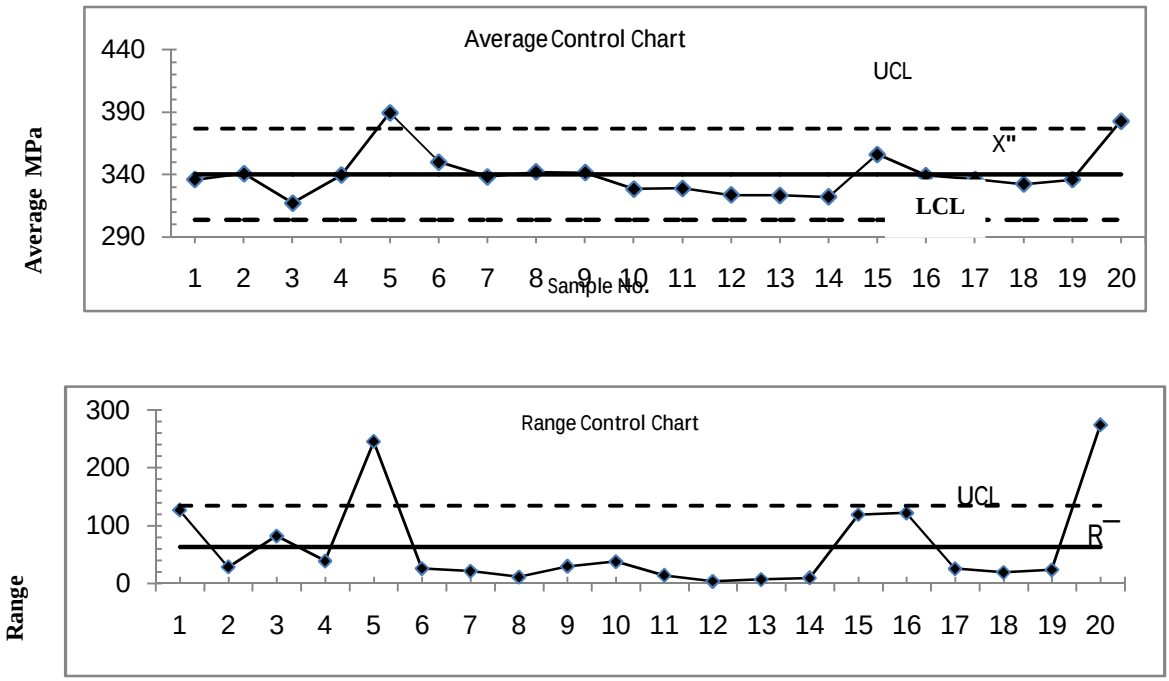

**الشكل(4). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على قطر سلك النحاس.**




**الشكل (5). المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على قطر سلك النحاس.**

**الجدول (2) . البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد في سلك النحاس.**

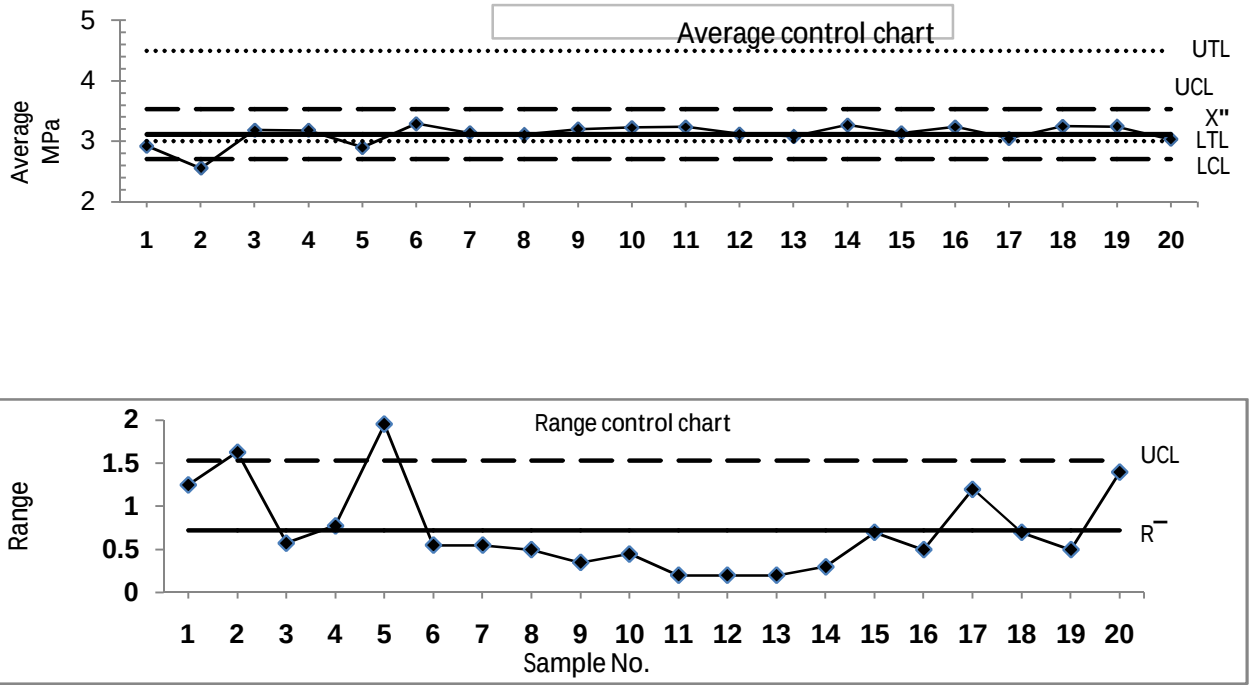
| العينة | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | $\bar{X}$ | R | $\bar{\bar{R}}$ = | $\bar{\bar{X}}$ = |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 394.6 | 338.9 | 267.32 | 338.9 | 338.9 | 335.724 | 127.28 | 63.567 | 340.1554 |
| 2 | 348.83 | 364.86 | 315.68 | 338.9 | 335.92 | 340.838 | 28.94 | UCL = 134.444 | UCL = 376.833 |
| 3 | 342 | 342 | 310.08 | 332.38 | 259.74 | 317.24 | 82.26 | LCL = 0.0 | LCL = 303.4772 |
| 4 | 338.9 | 364.86 | 328.83 | 325.86 | 338.9 | 339.47 | 39 | | |
| 5 | 354.8 | 578.7 | 342 | 338.9 | 338.9 | 389.46 | 245.8 | | |
| 6 | 368.27 | 342. | 342 | 354.8 | 342 | 349.814 | 26.27 | | |
| 7 | 330.5 | 332.9 | 334.36 | 341.5 | 352 | 338.252 | 21.5 | New Control Limit | |
| 8 | 340.2 | 342.5 | 348.83 | 341.3 | 337.4 | 342.046 | 11.43 | | |
| 9 | 356.6 | 345.4 | 342.83 | 341.3 | 337.4 | 341.358 | 30.1 | | |
| 10 | 325.9 | 323 | 350.83 | 329.96 | 312.83 | 328.504 | 38 | $\bar{\bar{R}}$ =41.73 | $\bar{\bar{X}}$ =335.0442 |
| 11 | 325.85 | 324.29 | 331.5 | 338.9 | 324.4 | 328.988 | 14.61 | | UCLx = 359.1224 |
| 12 | 324.4 | 325.6 | 324.2 | 321.5 | 321.75 | 323.49 | 4.1 | | |
| 13 | 323 | 325.86 | 325.6 | 323.5 | 318.6 | 323.312 | 7.26 | UCL = 88.259 | |
| 14 | 318.6 | 317.2 | 327.02 | 325.6 | 321.5 | 321.984 | 9.82 | | LCL = 310.966 |
| 15 | 294.5 | 400.55 | 324.42 | 347.9 | 413.8 | 356.094 | 119.3 | LCL = 0.0 | |
| 16 | 275.75 | 374.67 | 320.1 | 397.88 | 327.93 | 339.266 | 122.13 | | |
| 17 | 348.82 | 338.9 | 336 | 334.36 | 323 | 336.218 | 25.83 | | |
| 18 | 337.67 | 336.46 | 319.6 | 329.2 | 338.9 | 332.366 | 19.3 | | |
| 19 | 333.7 | 348.3 | 324.29 | 335.47 | 337.4 | 335.832 | 24.01 | | |
| 20 | 596.9 | 322.5 | 338.9 | 329.46 | 326.5 | 382.852 | 274.4 | | |



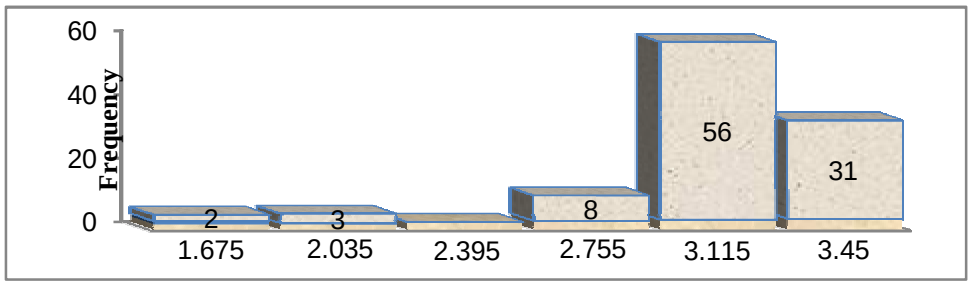

**الشكل(6). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة شد سلك النحاس.**

**الجدول (3). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على استطالة سلك النحاس.**

| العينة | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | $\overline{X}$ | R | $\overline{\overline{R}}$ = 0.724 | $\overline{\overline{X}}$ = 3.119 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.05 | 3.2 | 3.25 | 2 | 3.1 | 2.92 | 1.25 | | |
| 2 | 1.75 | 2.75 | 2.65 | 3.38 | 2.25 | 2.556 | 1.63 | UCLr =1.53126 | UCL =3.536748 |
| 3 | 2.875 | 3.45 | 3.25 | 3.26 | 3.1 | 3.187 | 0.575 | | |
| 4 | 3.375 | 2.6 | 3.375 | 3.2 | 3.36 | 3.182 | 0.775 | LCLr = 0.0 | LCL=2.701252 |
| 5 | 3.45 | 1.5 | 3.1 | 3.2 | 3.25 | 2.9 | 1.95 | | |
| 6 | 3.45 | 3.4 | 2.9 | 3.3 | 3.4 | 3.29 | 0.55 | | |
| 7 | 3.15 | 3.5 | 3.15 | 2.95 | 2.95 | 3.14 | 0.55 | New Control Limit | |
| 8 | 3.1 | 3.05 | 3.1 | 3.4 | 2.9 | 3.11 | 0.5 | | |
| 9 | 3.35 | 3.3 | 3.25 | 3.1 | 3 | 3.2 | 0.35 | | |
| 10 | 3.1 | 3 | 3.3 | 3.3 | 3.45 | 3.23 | 0.45 | $\overline{\overline{X}}$ =3.146778 | |
| 11 | 3.15 | 3.5 | 3.25 | 3.15 | 3.15 | 3.24 | 0.2 | $\overline{\overline{R}}$ =0.670833 | |
| 12 | 3.1 | 3 | 3.2 | 3.1 | 3.2 | 3.12 | 0.2 | | UCLx =3.5338 |
| 13 | 3.2 | 3 | 3.15 | 3 | 3.05 | 3.08 | 0.2 | | |
| 14 | 3.25 | 3.25 | 3.45 | 3.25 | 3.15 | 3.27 | 0.3 | UCLr =1.4188 | LCLx =2.7597 |
| 15 | 3.45 | 2.75 | 3.3 | 3.4 | 2.8 | 3.14 | 0.7 | | |
| 16 | 3.5 | 3 | 3.15 | 3.1 | 3.45 | 3.24 | 0.5 | LCLr = 0.0 | |
| 17 | 2.2 | 3.4 | 3.35 | 3.05 | 3.25 | 3.05 | 1.2 | | |
| 18 | 3.4 | 2.8 | 3.25 | 3.3 | 3.5 | 3.25 | 0.7 | | |
| 19 | 3.1 | 3.125 | 3.6 | 3.25 | 3.15 | 3.245 | 0.5 | | |
| 20 | 2 | 3.25 | 3.25 | 3.4 | 3.25 | 3.03 | 1.4 | | |



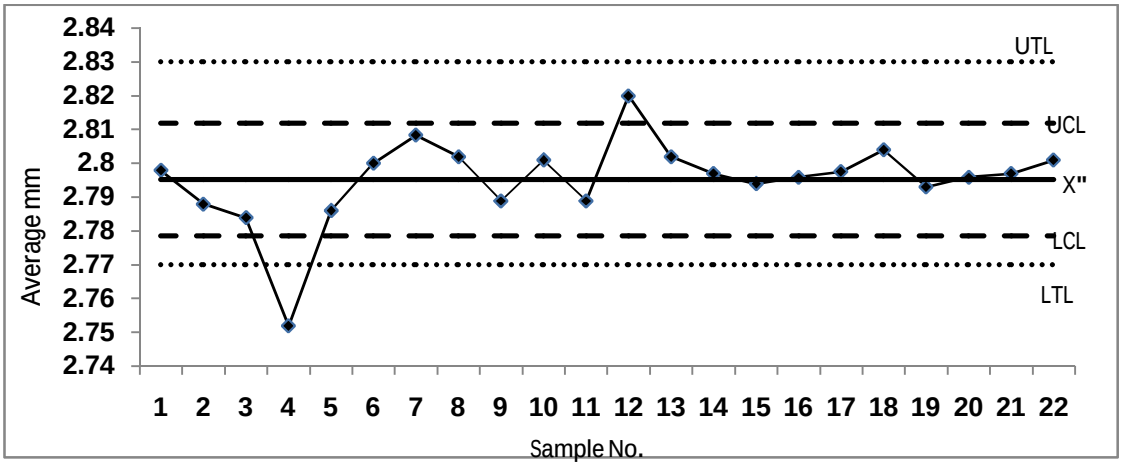

الشكل(7) . لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على استطالة سلك النحاس.

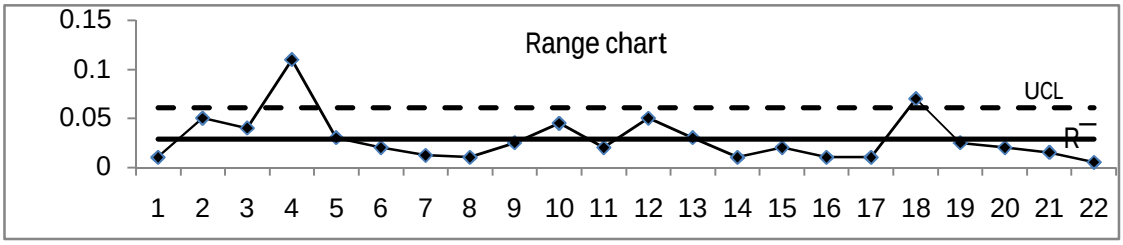



الشكل(8).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على استطالة سلك النحاس .

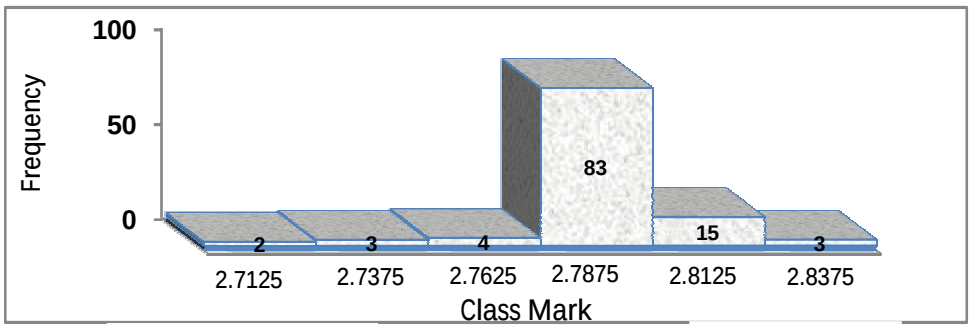
**الجدول (4). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على قطر سلك الالمنيوم.**

| العينة | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | $\overline{X}$ | R | $\overline{R}$ = 0.028955<br>UCL = 0.06124<br>LCL=0.0 | $\overline{\overline{X}}$ = 2.795227<br>UCL =2.811934<br>LCL=2.77852 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.8 | 2.8 | 2.79 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | | |
| 2 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.75 | 2.79 | 2.8 | 2.8 | | |
| 3 | 2.77 | 2.8 | 2.79 | 2.81 | 2.75 | 2.77 | 2.8 | | |
| 4 | 2.78 | 2.75 | 2.72 | 2.7 | 2.81 | 2.78 | 2.75 | | |
| 5 | 2.78 | 2.8 | 2.79 | 2.77 | 2.79 | 2.78 | 2.8 | | |
| 6 | 2.81 | 2.8 | 2.79 | 2.8 | 2.8 | 2.81 | 2.8 | | |
| 7 | 2.81 | 2.8 | 2.81 | 2.81 | 2.812 | 2.81 | 2.8 | | |
| 8 | 2.81 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.81 | 2.8 | | |
| 9 | 2.79 | 2.79 | 2.775 | 2.79 | 2.8 | 2.79 | 2.79 | | |
| 10 | 2.8 | 2.82 | 2.8 | 2.775 | 2.81 | 2.8 | 2.82 | | |
| 11 | 2.785 | 2.795 | 2.78 | 2.785 | 2.8 | 2.785 | 2.795 | | |
| 12 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.85 | 2.85 | 2.8 | 2.8 | | |
| 13 | 2.8 | 2.8 | 2.82 | 2.79 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | | |
| 14 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.79 | 2.795 | 2.8 | 2.8 | | |
| 15 | 2.8 | 2.79 | 2.8 | 2.78 | 2.8 | 2.8 | 2.79 | | |
| 16 | 2.79 | 2.795 | 2.8 | 2.795 | 2.8 | 2.79 | 2.795 | | |
| 17 | 2.79 | 2.8 | 2.798 | 2.8 | 2.8 | 2.79 | 2.8 | | |
| 18 | 2.79 | 2.78 | 2.8 | 2.8 | 2.85 | 2.79 | 2.78 | | |
| 19 | 2.805 | 2.78 | 2.8 | 2.78 | 2.8 | 2.805 | 2.78 | | |
| 20 | 2.8 | 2.79 | 2.81 | 2.79 | 2.79 | 2.8 | 2.79 | | |
| 21 | 2.8 | 2.805 | 2.8 | 2.79 | 2.79 | 2.8 | 2.805 | | |
| 22 | 2.8 | 2.8 | 2.805 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | | |




**الشكل (9). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على قطر سلك الالمنيوم ( 2.80) ملم.**

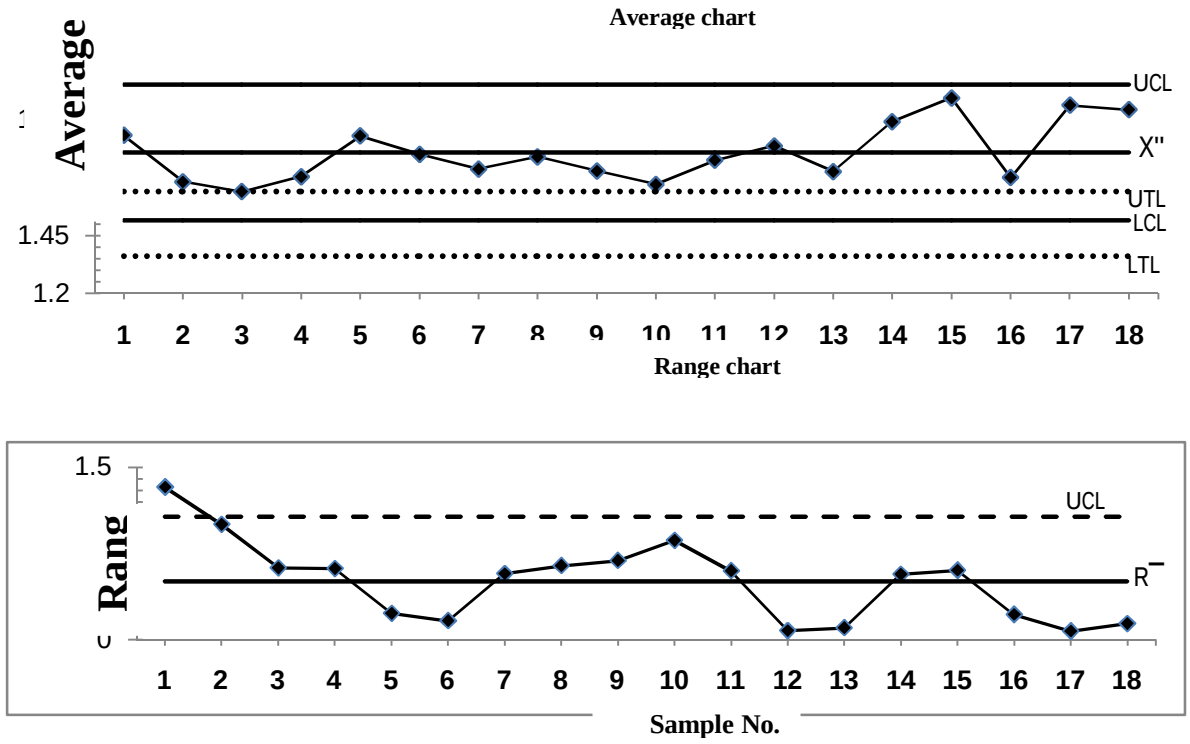



**UTL =2.83** **LTL =2.77**

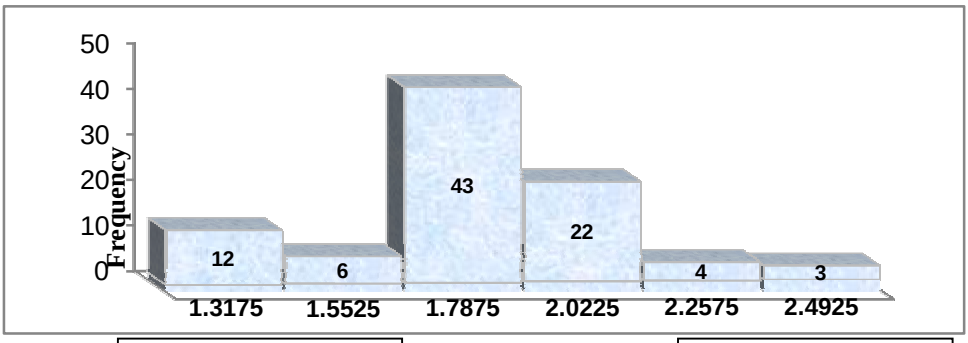
**الشكل (10).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على قطر سلك الالمنيوم .**

**الجدول (5). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على سماكة العازل الأولي .**

| $\overline{\overline{X}}$ =1.809833 | $\overline{\overline{R}}$ =0.508056 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.33 | 1.884 | 1.28 | 1.64 | 2.215 | 2.61 | 1.675 | 1 |
| | UCL =1.074538 | 1.005 | 1.683 | 1.26 | 1.76 | 1.2 | 1.69 | 2.505 | 2 |
| UCL =2.5818 | | 0.625 | 1.641 | 1.85 | 1.83 | 1.88 | 1.29 | 1.355 | 3 |
| | | 0.62 | 1.706 | 1.805 | 1.765 | 1.83 | 1.875 | 1.255 | 4 |
| LCL= 1.51668 | LCL = 0.0 | 0.23 | 1.881 | 1.975 | 1.745 | 1.88 | 1.86 | 1.945 | 5 |
| | | 0.165 | 1.803 | 1.79 | 1.74 | 1.82 | 1.76 | 1.905 | 6 |
| New Control Limit | | 0.575 | 1.739 | 1.5 | 1.985 | 1.9 | 1.9 | 1.41 | 7 |
| | | 0.645 | 1.791 | 1.86 | 1.31 | 1.955 | 1.955 | 1.875 | 8 |
| | | 0.69 | 1.731 | 1.275 | 1.755 | 1.965 | 1.855 | 1.805 | 9 |
| $\overline{\overline{X}}$ = 1.805176 | | 0.865 | 1.673 | 1.29 | 1.305 | 1.865 | 2.155 | 1.75 | 10 |
| | $\overline{\overline{R}}$ =0.459706 | 0.6 | 1.776 | 1.995 | 1.95 | 1.775 | 1.395 | 1.765 | 11 |
| UCL = 2.284 | | 0.08 | 1.838 | 1.805 | 1.84 | 1.84 | 1.885 | 1.82 | 12 |
| | | 0.105 | 1.728 | 1.785 | 1.69 | 1.725 | 1.76 | 1.68 | 13 |
| | UCL =0.97228 | 0.57 | 1.944 | 2.02 | 1.995 | 1.61 | 2.18 | 1.915 | 14 |
| LCL = 1.32635 | | 0.605 | 2.047 | 1.8 | 1.895 | 2.405 | 2.25 | 1.885 | 15 |
| | LCL = 0.0 | 0.22 | 1.702 | 1.85 | 1.64 | 1.63 | 1.67 | 1.72 | 16 |
| | | 0.075 | 2.015 | 2.03 | 2.05 | 1.975 | 2.035 | 1.985 | 17 |
| | | 0.14 | 1.995 | 1.995 | 2 | 2.075 | 1.97 | 1.935 | 18 |



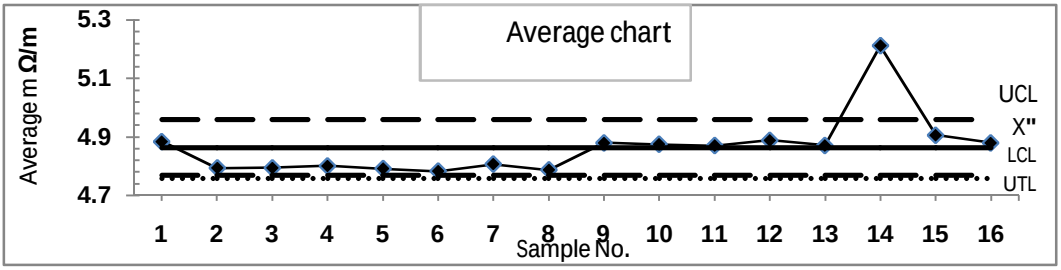

**الشكل (11). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على سمك العازل الاولي لسلك النحاس.**

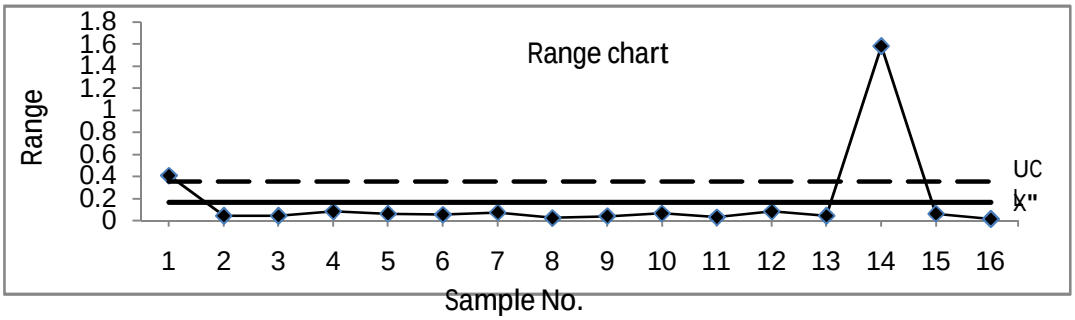



**الشكل (12).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على سمك العازل الأولي.**

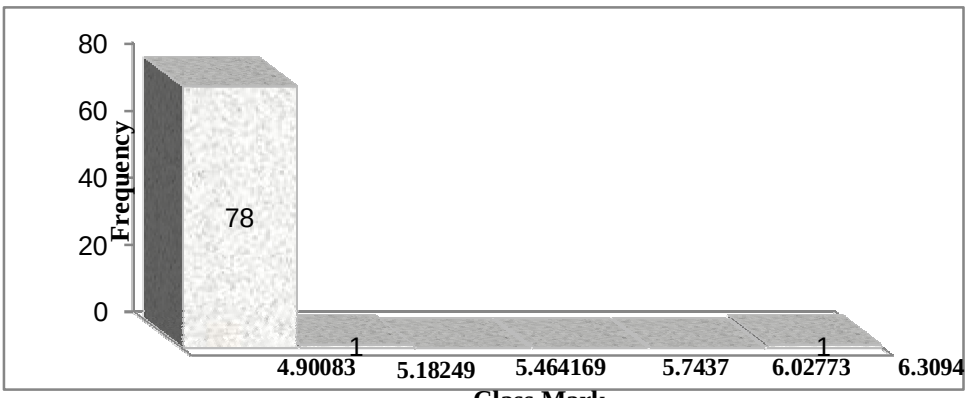
**الجدول (6). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على المقاومة الكهربائية لسلك الالمنيوم .**

| $\overline{\overline{X}}$ =4.864963 | $\overline{R}$ =0.166313 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4.8856 | 4.77 | 5.173 | 4.768 | 4.79 | 4.927 | 1 | 1 |
| UCL =4.960926 | UCL =0.35172 | 4.794 | 4.8 | 4.82 | 4.79 | 4.78 | 4.78 | 2 | 2 |
| | | 4.796 | 4.81 | 4.79 | 4.8 | 4.81 | 4.77 | 3 | 3 |
| LCL=4.769 | LCL = 0.0 | 4.802 | 4.85 | 4.77 | 4.78 | 4.82 | 4.79 | 4 | 4 |
| | | 4.792 | 4.76 | 4.8 | 4.8 | 4.82 | 4.78 | 5 | 5 |
| | | 4.784 | 4.76 | 4.77 | 4.77 | 4.81 | 4.81 | 6 | 6 |
| New Control Limit | | 4.808 | 4.84 | 4.78 | 4.79 | 4.78 | 4.85 | 7 | 7 |
| | | 4.7876 | 4.778 | 4.8 | 4.78 | 4.8 | 4.78 | 8 | 8 |
| | | 4.8806 | 4.9 | 4.89 | 4.863 | 4.87 | 4.88 | 9 | 9 |
| $\overline{\overline{X}}$ = 4.836062 | $\overline{R}$ =0.048923 | 4.8756 | 4.87 | 4.86 | 4.92 | 4.858 | 4.87 | 10 | 10 |
| UCL = 4.8643 | | 4.8708 | 4.9 | 4.892 | 4.8 | 4.872 | 4.89 | 11 | 11 |
| | UCL =0.10347 | 4.8896 | 4.888 | 4.9 | 4.85 | 4.88 | 4.93 | 12 | 12 |
| LCL = 4.8078 | | 4.8726 | 4.871 | 4.88 | 4.85 | 4.89 | 4.872 | 13 | 13 |
| | LCL = 0.0 | 5.2124 | 4.94 | 4.862 | 4.87 | 4.94 | 6.45 | 14 | 14 |
| | | 4.9074 | 4.93 | 4.903 | 4.902 | 4.872 | 4.93 | 15 | 15 |
| | | 4.8812 | 4.884 | 4.885 | 4.886 | 4.856 | 4.895 | 16 | 16 |




**الشكل (13). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على المقاومة الكهربائية لسلك الألمنيوم.**



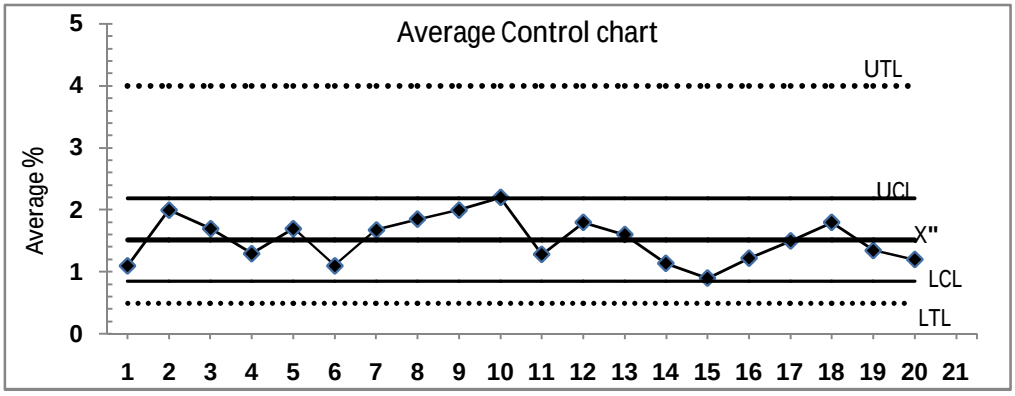

**UTL =4.76 µΩ/m**

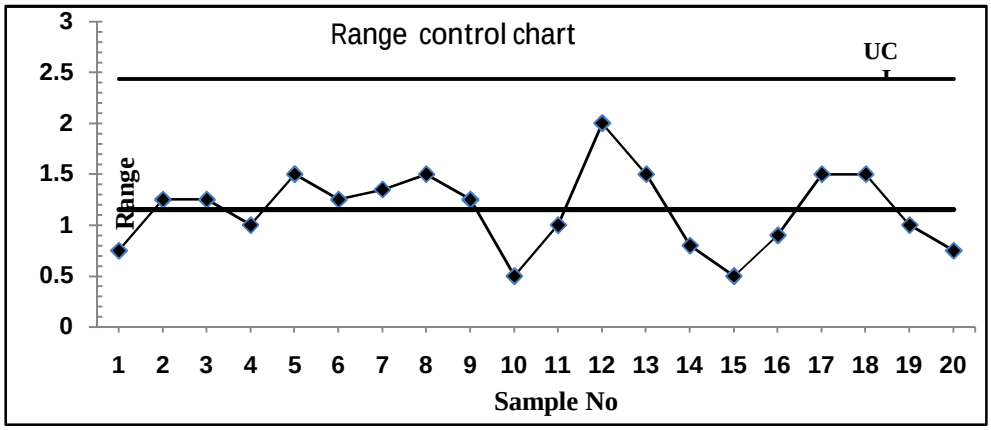
**LTL =0 µΩ/m**

**الشكل(14).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على المقاومة الكهربائية لسلك الالمنيوم.**

**الجدول (7). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على استطالة سلك الألمنيوم .**

| العينة | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | $\overline{X}$ | R | $\overline{R}$ = 1.1525<br>UCL=2.437537<br>LCL = 0.0 | $\overline{\overline{X}}$ = 1.521<br>UCL =2.18599<br>LCL=0.856 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.5 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.1 | 0.75 | | |
| 2 | 2.5 | 2.5 | 1.25 | 1.25 | 2.5 | 2 | 1.25 | | |
| 3 | 2 | 1 | 2.25 | 2 | 1.25 | 1.7 | 1.25 | | |
| 4 | 1 | 2 | 1.25 | 1.25 | 1 | 1.3 | 1 | | |
| 5 | 1 | 1 | 2 | 2.5 | 2 | 1.7 | 1.5 | | |
| 6 | 0.75 | 0.75 | 1 | 2 | 1 | 1.1 | 1.25 | | |
| 7 | 1.25 | 2.5 | 1.25 | 2.25 | 1.15 | 1.68 | 1.35 | New Control Limit | |
| 8 | 2.5 | 2 | 1.25 | 1 | 2.5 | 1.85 | 1.5 | | |
| 9 | 2.5 | 1.25 | 2 | 2.25 | 2 | 2 | 1.25 | | |
| 10 | 2 | 2 | 2.5 | 2 | 2.5 | 2.2 | 0.5 | $\overline{R}$ =1.186842<br>UCL=2.51017<br>LCL = 0.0 | $\overline{\overline{X}}$ =1.485263<br>UCL =1.8804<br>LCL =1.09013 |
| 11 | 1 | 1 | 1.25 | 1.15 | 2 | 1.28 | 1 | | |
| 12 | 1.5 | 2.5 | 3 | 1 | 1 | 1.8 | 2 | | |
| 13 | 1 | 2 | 1 | 2.5 | 1.5 | 1.6 | 1.5 | | |
| 14 | 1.25 | 1.5 | 0.75 | 1.5 | 0.7 | 1.14 | 0.8 | | |
| 15 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 0.9 | 0.5 | | |
| 16 | 2 | 1.5 | 1 | 1 | 0.6 | 1.22 | 0.9 | | |
| 17 | 1 | 2.5 | 1 | 1 | 2 | 1.5 | 1.5 | | |
| 18 | 2 | 1.5 | 1 | 2 | 2.5 | 1.8 | 1.5 | | |
| 19 | 1 | 1 | 1.25 | 1.5 | 2 | 1.35 | 1 | | |
| 20 | 1.5 | 1 | 1.5 | 0.75 | 1.25 | 1.2 | 0.75 | | |

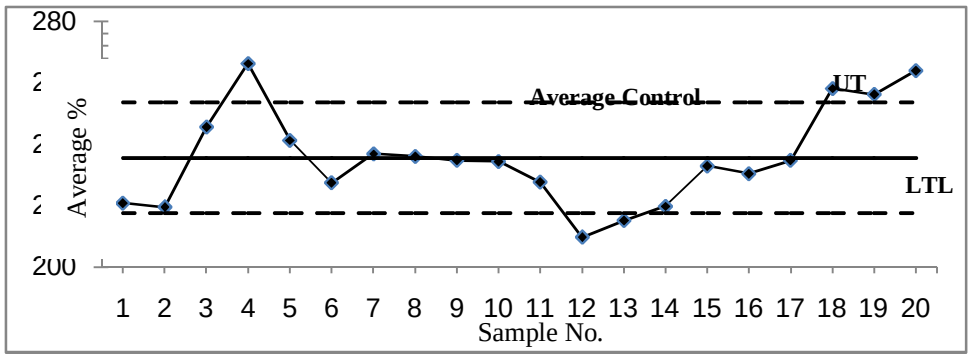


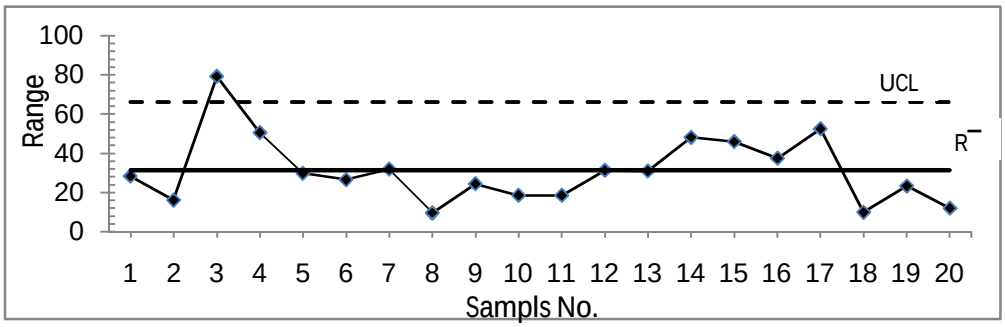




**الشكل (15). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على الاستطالة النسبية لسلك الألمنيوم.**

**الجدول (8). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد العظمى في سلك الألمنيوم .**

| $\overline{\overline{X}}$ = 235.639<br>UCL=253.7196<br>LCL=217.5602 | $\overline{R}$ = 31.33405<br>UCL=66.27152<br>LCL = 0.0 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 28.425 | 220.867 | 219.245 | 207.06 | 211.12 | 231.425 | 235.485 | 1 |
| | | 16.241 | 219.545 | 220.82 | 227.292 | 227.365 | 211.124 | 211.124 | 2 |
| | | 79.096 | 245.595 | 288.72 | 209.624 | 278.07 | 219.245 | 232.3158 | 3 |
| | | 50.528 | 266.4076 | 249.936 | 261.98 | 275.35 | 297.65 | 247.122 | 4 |
| | | 29.84 | 241.357 | 245.35 | 257.2 | 237.99 | 227.36 | 238.885 | 5 |
| | | 26.652 | 227.499 | 211.124 | 235.485 | 237.776 | 227.36 | 225.75 | 6 |
| New Control Limit | | 31.97 | 236.9806 | 233.811 | 233.811 | 233.811 | 257.72 | 225.75 | 7 |
| | | 9.794 | 236.1046 | 235.485 | 243.605 | 233.811 | 233.811 | 233.811 | 8 |
| | | 24.53 | 234.7886 | 235.485 | 245.35 | 234.788 | 237.5 | 220.82 | 9 |
| $\overline{\overline{X}}$ =230.5632<br>UCLx =247.8246<br>LCLx =213.3017 | $\overline{R}$ =29.91592<br>UCLr=63.27217<br>LCLr = 0.0 | 18.66 | 234.428 | 241.87 | 223.21 | 239.54 | 240.16 | 227.36 | 10 |
| | | 18.66 | 227.708 | 220.05 | 254.44 | 222.41 | 220.03 | 221.61 | 11 |
| | | 31.425 | 209.759 | 195.94 | 195.94 | 215.18 | 214.37 | 227.365 | 12 |
| | | 31.08 | 215.15 | 223.306 | 196.28 | 217.68 | 211.124 | 227.36 | 13 |
| | | 48.16 | 219.8828 | 252.62 | 224.15 | 211.124 | 204.46 | 207.06 | 14 |
| | | 45.94 | 232.985 | 235.485 | 263.6 | 227.36 | 220.82 | 217.66 | 15 |
| | | 37.555 | 230.447 | 227.36 | 220.03 | 219.145 | 256.7 | 229 | 16 |
| | | 52.48 | 234.729 | 243.605 | 263.9 | 211.42 | 227.36 | 227.36 | 17 |
| | | 10.06 | 258.276 | 258.64 | 255.78 | 259.84 | 263.59 | 253.53 | 18 |
| | | 23.41 | 256.234 | 259.84 | 247.12 | 243.6 | 263.6 | 267.01 | 19 |
| | | 12.175 | 264.055 | 265.8 | 257.725 | 269.9 | 267.01 | 259.84 | 20 |

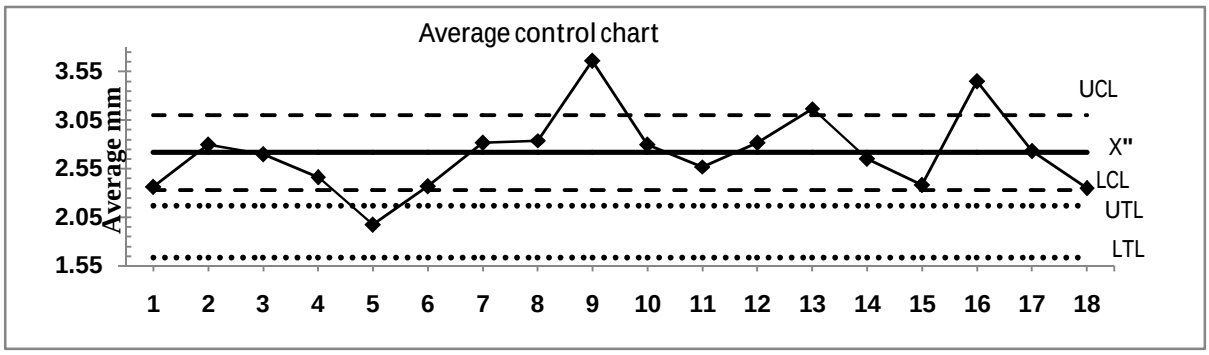


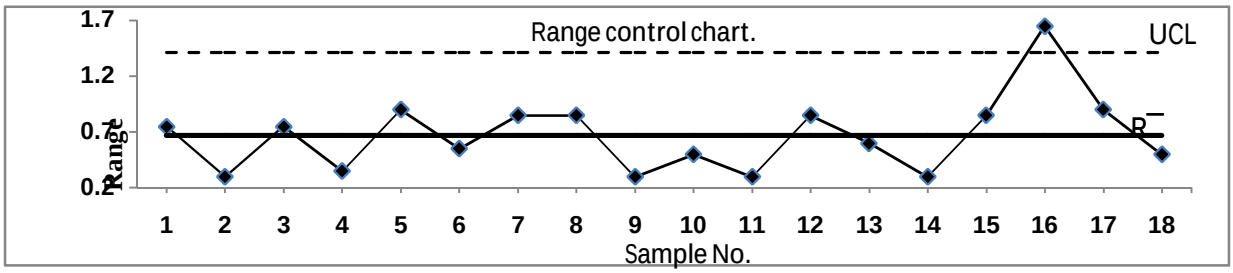




**الشكل (17). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد العظمى لسلك الألمنيوم.**

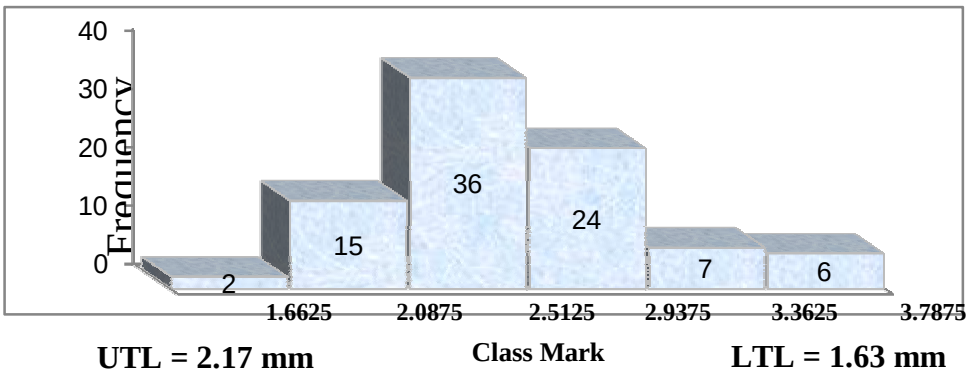
**الجدول (9). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على سماكة غلاف القابلوات ذو القياس ( $4 \times 70mm^2$).**

| العينة | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | $\overline{X}$ | R | $\overline{R}$ =0.669444<br>UCL =1.41587<br>LCL = 0.0 | $\overline{\overline{X}}$ =2.716667<br>UCLx =3.10293<br>LCLx=2.3304 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.05 | 2.45 | 2.25 | 2.25 | 2.8 | 2.36 | 0.75 | | |
| 2 | 2.65 | 2.8 | 2.7 | 2.95 | 2.9 | 2.8 | 0.3 | | |
| 3 | 2.6 | 3.15 | 2.65 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 0.75 | | |
| 4 | 2.65 | 2.3 | 2.25 | 2.5 | 2.6 | 2.46 | 0.35 | | |
| 5 | 2.05 | 2.15 | 1.85 | 1.45 | 2.35 | 1.97 | 0.9 | | |
| 6 | 2.4 | 2 | 2.5 | 2.4 | 2.55 | 2.37 | 0.55 | | |
| 7 | 2.3 | 2.85 | 2.75 | 3.15 | 3.05 | 2.82 | 0.85 | New Control Limit | |
| 8 | 3.15 | 3.05 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 2.84 | 0.85 | | |
| 9 | 3.65 | 3.7 | 3.8 | 3.5 | 3.65 | 3.66 | 0.3 | | |
| 10 | 3.05 | 2.55 | 2.7 | 2.75 | 2.95 | 2.8 | 0.5 | $\overline{R}$ =0.590909<br>UCLr =1.24977<br>LCL = 0.0 | $\overline{\overline{X}}$ =2.687273<br>UCLx =3.02822<br>LCLx =2.3463 |
| 11 | 2.65 | 2.45 | 2.75 | 2.5 | 2.5 | 2.57 | 0.3 | | |
| 12 | 2.3 | 3 | 3.15 | 2.7 | 2.95 | 2.82 | 0.85 | | |
| 13 | 3.15 | 3 | 2.95 | 3.2 | 3.55 | 3.17 | 0.6 | | |
| 14 | 2.75 | 2.6 | 2.45 | 2.75 | 2.7 | 2.65 | 0.3 | | |
| 15 | 2.1 | 2.6 | 2.55 | 1.9 | 2.75 | 2.38 | 0.85 | | |
| 16 | 3.45 | 3.55 | 2.35 | 4 | 3.9 | 3.45 | 1.65 | | |
| 17 | 3.35 | 2.55 | 2.45 | 2.5 | 2.8 | 2.73 | 0.9 | | |
| 18 | 2.55 | 2.65 | 2.15 | 2.2 | 2.2 | 2.35 | 0.5 | | |



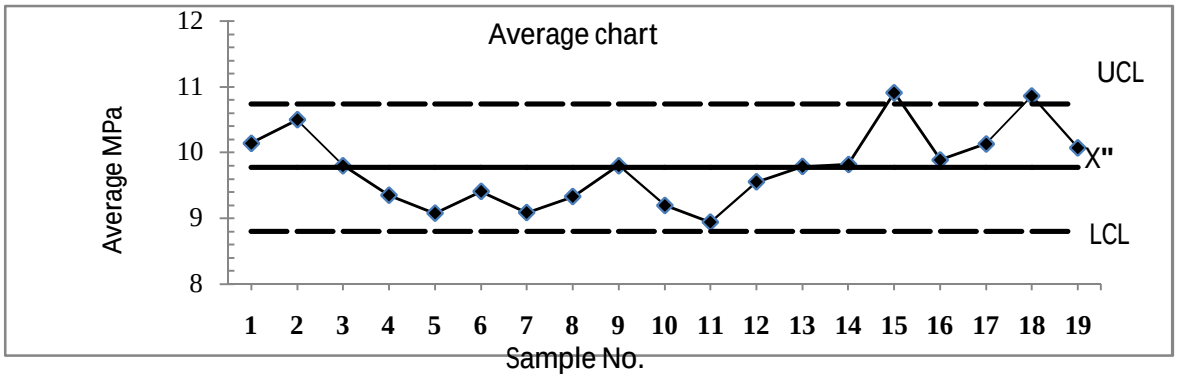

**الشكل (18). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على سماكة غلاف القابلوات ذو القياس 4x70 mm.**

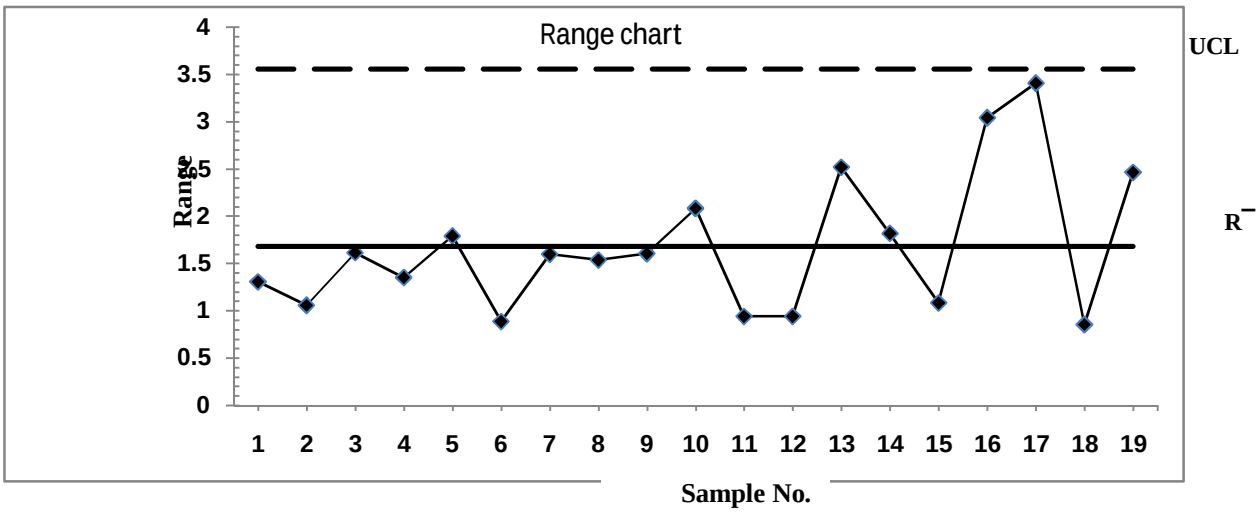



**الشكل(19).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على سمك غلاف القابلوات لاسلاك النحاس .**

**الجدول (10). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد في العازل الاولي .**

| $\overline{\overline{X}}$ =9.77346 | $\overline{R}$ =1.681403 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.309 | 10.143 | 10.833 | 9.886 | 10.357 | 9.524 | 10.115 | 1 |
| | UCL | 1.061 | 10.50184 | 10.4762 | 10.952 | 10.357 | 10.833 | 9.891 | 2 |
| UCL | =3.556167 | 1.6166 | 9.80168 | 8.8 | 9.5833 | 9.896 | 10.4166 | 10.3125 | 3 |
| =10.74363 | | 1.355 | 9.3512 | 8.654 | 8.645 | 9.783 | 10 | 9.674 | 4 |
| | | 1.7935 | 9.0751 | 8.75 | 8.4375 | 10.231 | 9.4 | 8.557 | 5 |
| | LCL = 0.0 | | | | | | | | |
| LCL=8.80329 | | 0.891 | 9.4076 | 9.204 | 9.643 | 9.3 | 9.891 | 9 | 6 |
| New Control Limit | | 1.6 | 9.0874 | 9.479 | 8.4 | 9 | 8.558 | 10 | 7 |
| | | 1.5386 | 9.33144 | 10.3846 | 9.0476 | 9.479 | 8.9 | 8.846 | 8 |
| | | 1.6085 | 9.80342 | 9.5 | 10.1041 | 10.4545 | 9.5835 | 9.375 | 9 |
| $\overline{\overline{X}}$ =9.641838 | | 2.0855 | 9.19694 | 9.1666 | 10.4545 | 8.947 | 9.0476 | 8.369 | 10 |
| | $\overline{R}$ =1.764765 | 0.9435 | 8.94012 | 9.2045 | 9.2768 | 8.333 | 9.25 | 8.6363 | 11 |
| UCL =10.66 | | 0.9438 | 9.55672 | 8.9772 | 10.8653 | 9.3181 | 9.423 | 9.2 | 12 |
| | | 2.5202 | 9.78898 | 9.8863 | 8.2692 | 10.7894 | 10 | 10 | 13 |
| | UCL | 1.8192 | 9.82496 | 10.1851 | 8.5256 | 10.3448 | 9.9305 | 10.1388 | 14 |
| LCL =8.6235 | =3.7324 | 1.087 | 10.91714 | 11.0869 | 10.5434 | 10.7 | 10.625 | 11.6304 | 15 |
| | | 3.042 | 9.88902 | 8.3333 | 10 | 11.375 | 9.7368 | 10 | 16 |
| | LCL = 0.0 | 3.407 | 10.13676 | 10 | 9.8076 | 9.7 | 8.8846 | 12.2916 | 17 |
| | | 0.85866 | 10.86736 | 11.0416 | 10.5434 | 10.7954 | 10.5434 | 11.413 | 18 |
| | | 2.4666 | 10.07506 | 9.5 | 9.3269 | 11.6666 | 10.6818 | 9.2 | |

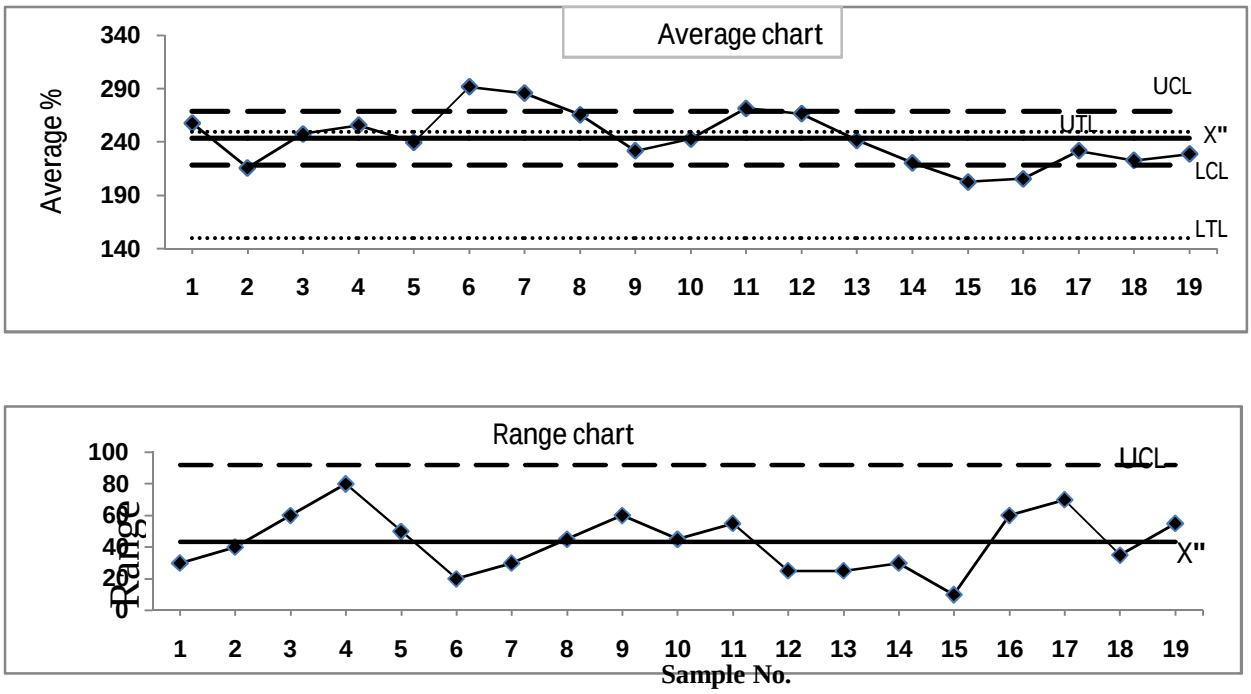




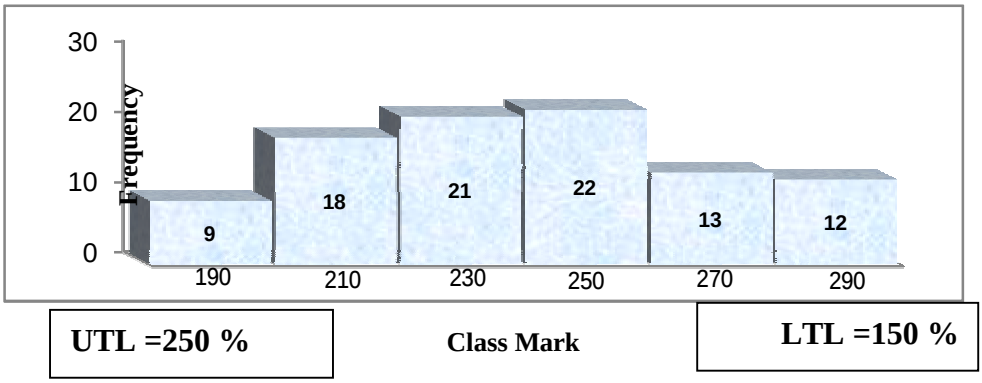

**الشكل (20). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد العظمى للعازل الأولي لأسلاك النحاس.**

**الجدول (11). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على الاستطالة النسبية في العازل الأولي.**

| $\overline{\overline{X}}$ =243.7895 | $\overline{R}$ =43.42105 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 | 258 | 260 | 260 | 260 | 240 | 270 | 1 |
| | UCL =91.83552 | 40 | 216 | 200 | 210 | 210 | 220 | 240 | 2 |
| UCL =268.8434 | | 60 | 248 | 210 | 250 | 260 | 270 | 250 | 3 |
| | | 80 | 256 | 250 | 250 | 300 | 220 | 260 | 4 |
| | LCL = 0.0 | 50 | 240 | 230 | 220 | 250 | 230 | 270 | 5 |
| LCL=218.7356 | | 20 | 292 | 280 | 290 | 290 | 300 | 300 | 6 |
| New Control Limit | | 30 | 286 | 280 | 290 | 270 | 290 | 300 | 7 |
| | | 45 | 266 | 285 | 265 | 280 | 260 | 240 | 8 |
| | | 60 | 232 | 250 | 220 | 200 | 230 | 260 | 9 |
| $\overline{\overline{X}}$ =243 | | 45 | 243 | 255 | 265 | 220 | 250 | 225 | 10 |
| | $\overline{R}$ =42.69231 | 55 | 272 | 300 | 285 | 245 | 280 | 250 | 11 |
| UCL = 267.63345 | | 25 | 267 | 240 | 295 | 280 | 270 | 250 | 12 |
| | | 25 | 242 | 260 | 240 | 235 | 235 | 240 | 13 |
| | UCL =90.29423 | 30 | 221 | 240 | 205 | 220 | 210 | 230 | 14 |
| LCL =218.3665 | | 10 | 203 | 210 | 205 | 200 | 200 | 200 | 15 |
| | LCL = 0.0 | 60 | 206 | 200 | 205 | 240 | 205 | 180 | 16 |
| | | 70 | 232 | 230 | 230 | 250 | 180 | 270 | 17 |
| | | 35 | 223 | 230 | 245 | 210 | 210 | 220 | 18 |
| | | 55 | 229 | 200 | 230 | 255 | 230 | 230 | 19 |



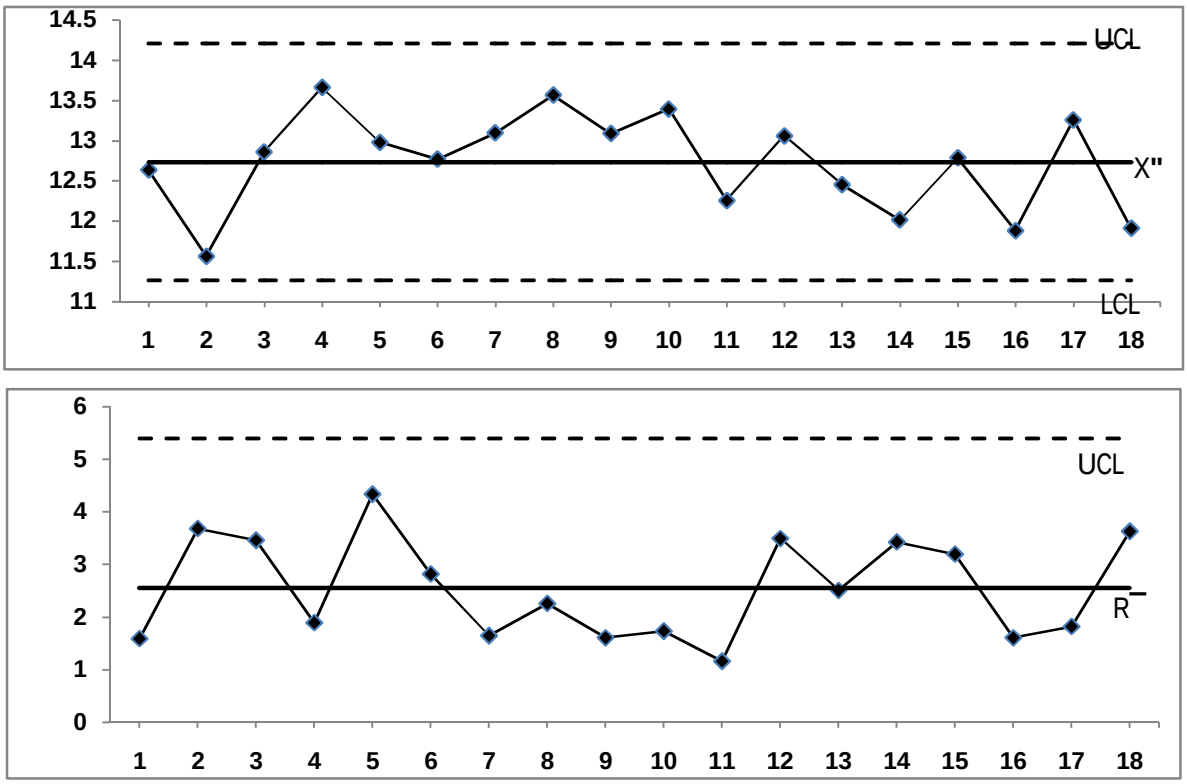

الشكل (21). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الاستطالة النسبية للعازل الاولي لاسلاك النحاس.




الشكل(22).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على الاستطالة النسبية للعازل الاولى لاسلاك النحاس .

**الجدول(12). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد العظمى في غلاف القابلوات.**

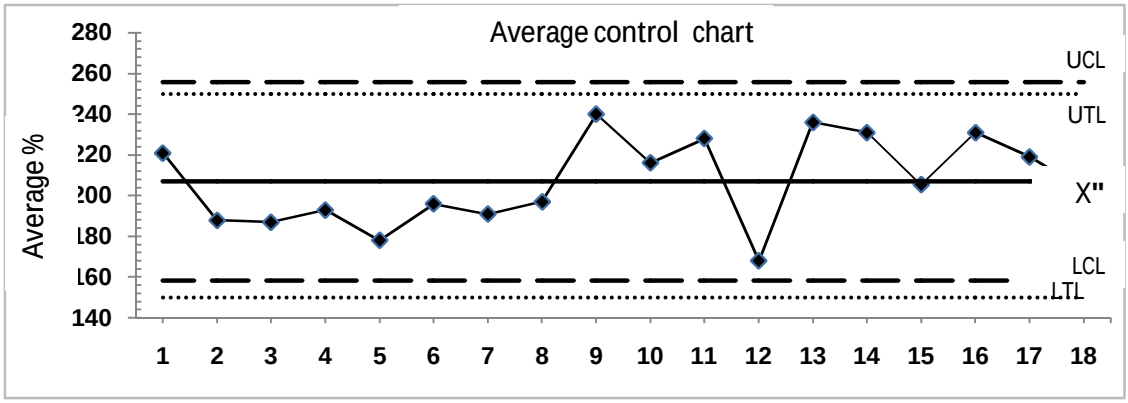
| $\overline{\overline{X}}$ =12.73632<br><br>UCL<br>=14.20873<br><br>LCL=11.2639 | $\overline{R}$ =2.551839<br><br>UCL=5.39714<br><br>LCL = 0.0 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.5935 | 12.63358 | 13.522 | 12.7174 | 11.9285 | 12.5 | 12.5 | 1 |
| | | 3.6828 | 11.5631 | 9.5312 | 12.2058 | 10.8333 | 12.0312 | 13.214 | 2 |
| | | 3.4622 | 12.8619 | 11.4062 | 14.1666 | 12.0833 | 14.8684 | 11.785 | 3 |
| | | 1.8973 | 13.66362 | 13.653 | 13.75 | 12.9464 | 14.8437 | 13.125 | 4 |
| | | 4.3365 | 12.9825 | 10.976 | 11.125 | 15.3125 | 14.166 | 13.333 | 5 |
| | | 2.822 | 12.77226 | 13.0952 | 13.9583 | 13.0882 | 12.5833 | 11.1363 | 6 |
| | | 1.652 | 13.09856 | 13.8636 | 12.5 | 12.7272 | 12.375 | 14.027 | 7 |
| | | 2.2619 | 13.56664 | 14.6428 | 13.66 | 12.3809 | 13.8541 | 13.2954 | 8 |
| | | 1.6137 | 13.08972 | 13.947 | 13.125 | 12.3333 | 12.8703 | 13.173 | 9 |
| | | 1.738 | 13.3943 | 12.3529 | 14 | 14.0909 | 12.5 | 14.0277 | 10 |
| | | 1.1666 | 12.25782 | 11.818 | 12.0625 | 11.75 | 12.9166 | 12.742 | 11 |
| | | 3.497 | 13.06068 | 14.1666 | 12.2727 | 13.6111 | 14.375 | 10.878 | 12 |
| | | 2.5114 | 12.45404 | 13.8157 | 11.666 | 13.6842 | 11.8 | 11.3043 | 13 |
| | | 3.4305 | 12.01344 | 12.5 | 14.2857 | 11.2142 | 10.8552 | 11.2121 | 14 |
| | | 3.1989 | 12.78784 | 14.411 | 13.1666 | 12.3214 | 12.2222 | 11.818 | 15 |
| | | 1.612 | 11.88458 | 11.9117 | 12.2115 | 12.5 | 11.9117 | 10.888 | 16 |
| | | 1.8254 | 13.2598 | 12.6388 | 12.8333 | 14.4642 | 12.8333 | 13.5294 | 17 |
| | | 3.6314 | 11.90946 | 11.8 | 13.5227 | 12.5 | 11.8333 | 9.8913 | 18 |

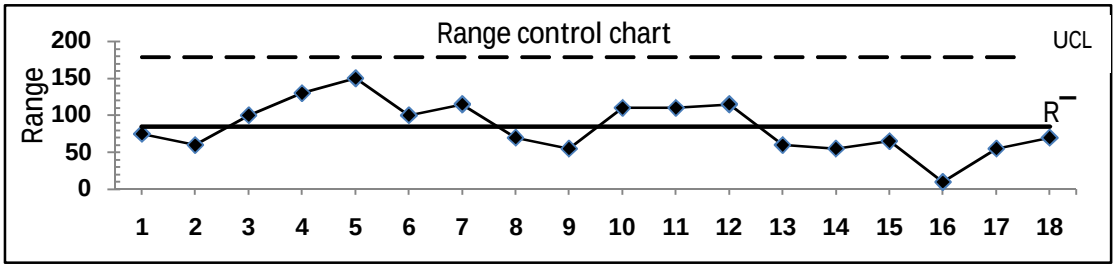



**الشكل (23). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على مقاومة الشد العظمى للغلاف.**

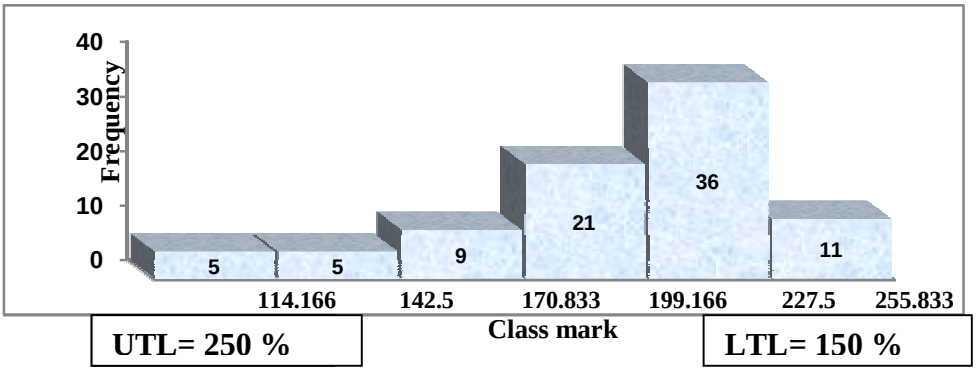
**الجدول (13). البيانات وحدود الضبط للوحتي المتوسط و المدى للسيطرة على الاستطالة النسبية في غلاف القابلوات.**

| $\overline{\overline{X}}$ =207.1333<br>UCL=255.8389<br>LCL=158.4278 | $\overline{\overline{R}}$ =84.41176<br>UCL=178.5309<br>LCL = 0.0 | R | $\overline{X}$ | X5 | X4 | X3 | X2 | X1 | العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 75 | 221 | 220 | 210 | 240 | 255 | 180 | 1 |
| | | 60 | 188 | 160 | 200 | 170 | 190 | 220 | 2 |
| | | 100 | 187 | 140 | 165 | 190 | 240 | 200 | 3 |
| | | 130 | 193 | 205 | 110 | 240 | 190 | 220 | 4 |
| | | 150 | 178 | 100 | 110 | 190 | 240 | 250 | 5 |
| | | 100 | 196 | 210 | 170 | 140 | 220 | 240 | 6 |
| | | 115 | 191 | 195 | 185 | 120 | 235 | 220 | 7 |
| | | 70 | 197 | 165 | 235 | 185 | 185 | 215 | 8 |
| | | 55 | 240 | 215 | 240 | 235 | 240 | 270 | 9 |
| | | 110 | 216 | 215 | 230 | 145 | 235 | 255 | 10 |
| | | 110 | 228 | 155 | 235 | 230 | 255 | 265 | 11 |
| | | 115 | 168 | 215 | 215 | 130 | 100 | 180 | 12 |
| | | 60 | 236 | 240 | 245 | 260 | 235 | 200 | 13 |
| | | 55 | 231 | 240 | 265 | 225 | 210 | 215 | 14 |
| | | 65 | 205.4 | 245 | 200 | 190 | 212 | 180 | 15 |
| | | 10 | 231 | 235 | 230 | 230 | 225 | 235 | 16 |
| | | 55 | 219 | 220 | 200 | 240 | 190 | 245 | 17 |
| | | 70 | 203 | 205 | 185 | 175 | 245 | 205 | 18 |




**الشكل (24). لوحة المتوسط و المدى للسيطرة على الاستطالة النسبية لغلاف القابلو ذو القياس 4x70 mm.**




**الشكل(25).المدرج التكراري وحدود التفاوتات للسيطرة على الاستطالة النسبية لغلاف القابلوات النحاسية .**