الفصل التاسع

الضبط الإحصائي للجودة

Statistical Quality Control

10 – 1 مقدمة :

يعتبر الضبط الإحصائي للجودة من أهم الأدوات الرقابية على عملية الإنتاج،حيث يركز على سلامة التصميم الهندسي وكفاءة المنتج من حيث مطابقته للمواصفات القياسية.

يعرف الضبط الإحصائي للجودة بأنه مجموعة الأساليب الإحصائية المستخدمة في ضبط الإنتاج الصناعي بهدف تحسين جودة المنتجات وتخفيض نسب المعيب في الإنتاج واستبعاد القطع المعيبة.

10 – 2 مفهوم الضبط الإحصائي للجودة :

يتمثل مفهوم الضبط الإحصائي للجودة في الرقابة المستمرة والجارية على جودة المنتجات خلال عملية التصنيع باستخدام ما يسمى خرائط الرقابة على الجودة التي تسمح بالتدخل المباشر في عملية التصنيع وتنظيمها مكانيا وزمنيا بهدف تصحيح انحرافات جودة المنتج عن المواصفات القياسية الموضوعة له ومنع إنتاج المعيب.

يؤثر في العملية الإنتاجية نوعين من المتغيرات:

الأول: متغيرات يمكن التعرف عليها والتحكم بها(عوامل قابلة للتحديد)،يمكن اكتشافها باستخدام أساليب ضبط الجودة.ومن هذه العوامل نذكر: درجة تأهيل الكادر البشري،عدم خبرة العامل،تقادم الآلات والمعدات والتجهيزات،نوعية المواد الخام المستخدمة في العملية الإنتاجية،أساليب التصنيع،الأدوات الصحية للعمل...الخ.

الثاني: متغيرات لا يمكن التعرف عليها والتحكم بها(عوامل عشوائية طارئة).

10 – 3 خرائط ضبط الجودة:

تعتبر خرائط ضبط الجودة من أهم التقنيات المستخدمة في ضبط وتحسين الجودة وتسمى أحيانا خرائط شيوارت Shewart نسبة لمكتشفها.

كما وتسمح هذه الأساليب الجاهزة للاستخدام في التطبيقات العملية بالتدخل السريع والمباشرة في عملية التصنيع ومراقبة الإنتاج.

والشكل العام لخرائط ضبط الجودة هو شكل بياني ذي أربعة خطوط أفقية تتعامد كل منها مع محور عمودي، يتم على المحور العمودي تمثيل مقياس العينة وعلى المحور الأفقي تمثل أزمنة سحب العينات.

يوجد نوعين من خرائط ضبط الجودة هما:

– خرائط ضبط المتغيرات(الوسط الحسابي، المدى، الوسط الحسابي، الانحراف المعياري للعينات).

– خرائط ضبط المواصفات(خريطة نسبة الوحدات المعيبة، خريطة عدد الثقوب في الوحدة).

أولا–خرائط ضبط المتغيرات Control Charts for Variables

من أهم المتغيرات التي سوف تدرس هنا(خريطة الوسط الحسابي، المدى، الانحراف المعياري للعينات)

1 – خريطة الوسط الحسابي $\overline{X}$ – Charts :

الهدف الأساسي من إنشاء خريطة الوسط الحسابي إظهار الاختلافات بين الأوساط الحسابية للعينات عن الوسط الحسابي العام لمجموعة قيم المشاهدات.

ويتم حساب الوسط الحسابي العام من العلاقة الآتية:

$$\overline{\overline{x}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} x_i}{m} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots\ldots + x_m}{m} = CL$$

حيث:

$\overline{\overline{x}} = CL$ تمثل الحد الأوسط لخريطة الوسط الحسابي(خط المنتصف)Center Line

m , $\overline{x}_i$ تمثل على الترتيب عدد العينات، متوسط العينة i

كما حددت حدود الضبط التجريبية لخرائط ضبط الجودة عند $\pm 3\sigma$ من الحد الأوسط لخريطة الضبط.وذلك بموجب العلاقة الآتية:

$$UCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{x}} + 3\sigma_{\bar{x}}$$
$$LCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{x}} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

حيث:

$UCL_{\bar{x}}$:الحد الأعلى لخريطة ضبط الجودة

$LCL_{\bar{x}}$:الحد الأدنى لخريطة ضبط الجودة

$\sigma_{\bar{x}}$:الانحراف المعياري لقياسات الأوساط الحسابية للعينات.

تجدر الإشارة إلى أنه إذا كان الانحراف المعياري للمجتمع مجهولا، نستخدم الانحراف المعياري للعينة كتقدير للانحراف المعياري للمجتمع، ولهذه الحالة تصبح حدود الضبط لخرائط الوسط الحسابي كما يلي:

$$UCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{x}} + 3S_{\bar{x}} = \overline{\overline{x}} + 3\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$$
$$LCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{x}} - 3S_{\bar{x}} = \overline{\overline{x}} - 3\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$$

يتم رسم خريطة الوسط الحسابي وتحمل كافة النقاط عليها، ثم تدرس وتحلل النقاط المنتشرة على مستوى الإحداثيات، فإذا كانت النقاط واقعة ضمن منطقة الضبط وهي المنطقة التي تقع ضمن حدي الرقابة، فإننا نستنتج أن العملية الإنتاجية مستقرة ولا توجد أخطاء.

أما إذا كانت إحدى النقاط والتي تمثل بعض العينات واقعة خارج منطقة الضبط، فإن عملية الإنتاج غير مستقرة وتحتاج إلى إعادة عملية الضبط.هنا يتدخل مراقب الإنتاج ويعطي أمرا بإيقاف خط الإنتاج لاستبعاد القطع المعيبة ثم إعادة خط الإنتاج كما كان.

مثال (10−1) :

تنتج مخرطة في أحد المصانع أساور تثبيت وإحكام معدنية من نموذج محدد، حيث تنص شروط الجودة أن يكون سمك السوار بحدود $m = 10$ مم بانحراف معياري $\sigma_{\bar{x}} = 0.022$ مم، قام مراقب جودة الإنتاج بسحب مجموعة مكونة من $n = 5$ قطعة متتالية من الإنتاج وقياس كل منها كل نصف ساعة بدءا من بداية كل وردية وحتى نهايتها، وعرضها في الجدول الآتي:

5	4	3	2	1	القياسات i / الساعة j
10	10.04	10.02	9.98	10.01	7
9.99	10	9.98	9.98	10	8
10	10	9.99	9.06	9.95	9
9.98	10.02	10.04	10	9.99	10
9.98	10.02	10.02	9.99	9.99	11
10	9.98	9.98	9.98	9.92	12
10	9.97	9.99	10.02	10	13
10.07	10.02	10.02	10.04	10.06	14

والمطلوب:

– تصميم خريطة الوسط الحسابي وتحميل البيانات عليها؟

– تبيان متى كانت العملية تحت السيطرة ومتى كانت خارج نطاق السيطرة؟

– ما لقرار الذي يتوجب على مراقب الجودة اتخاذه عند الساعة 14؟

الحل:

نفرض أن X متغير عشوائي يمثل سمك سوار التثبيت والإحكام.نستخدم بيانات العينة لإيجاد الأوساط الحسابية لها باستخدام الصيغة العامة للوسط الحسابي:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{5} x_{ij}$$

فتكون متوسطات العينات على النحو الآتي:

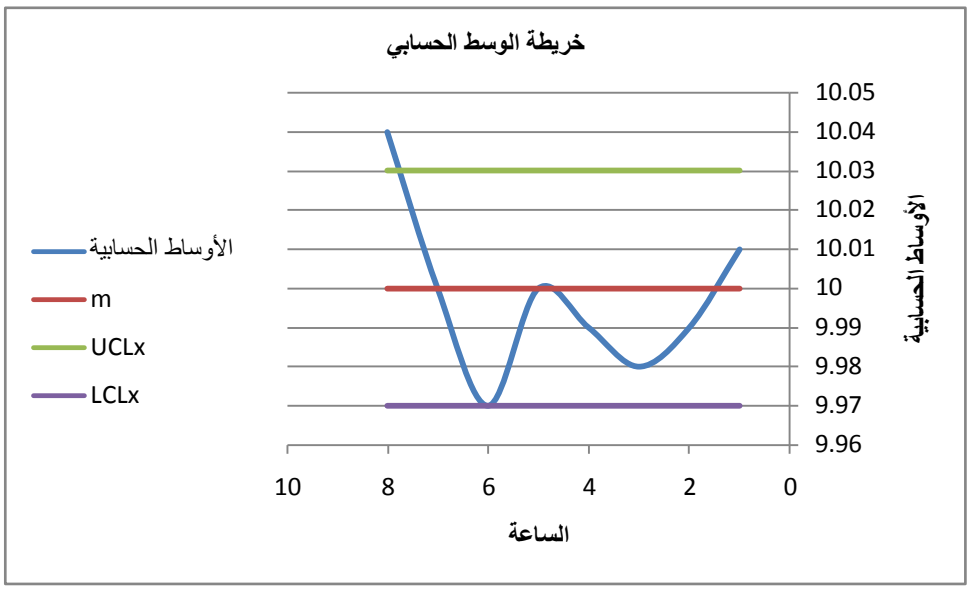
4	3	2	1	**المجموعة**
9.99	9.98	9.99	10.01	$\bar{x}_j$
8	7	6	5	**المجموعة**
10.04	10	9.97	10	$\bar{x}_j$

من البيانات السابقة نجد أن $\sigma_{\bar{x}} = 0.022$ بينما قيمة الوسط الحسابي $m = 10$ وحجم العينة $n = 5$ ،نحسب حدي ضبط الجودة باستخدام العلاقة $(10-3)$ ،نجد:

$$UCL_{\bar{x}} = 10 + 3\left(\frac{0.022}{\sqrt{5}}\right) = 10.030$$

$$LCL_{\bar{x}} = 10 - 3\left(\frac{0.022}{\sqrt{5}}\right) = 9.97$$

نرسم خريطة الوسط الحسابي كالآتي:



الشكل (3): خريطة الوسط الحسابي لعملية إنتاج المخرطة

يتضح من خريطة الوسط الحسابي أن العملية الإنتاجية كانت مستقرة حتى الساعة الحادية عشرة وفي الساعة الثالثة عشرة كانت العملية الإنتاجية حرجة للغاية، بينما نجدها في الساعة الرابعة عشرة خارج حدود الرقابة(السيطرة).على مراقب الإنتاج(الجودة) أن يعطي قرارا بتوقيف العملية الإنتاجية وإعادة ضبط الآلة من جديد.ومن ثم استبعاد القطع المعيبة وهذه القطع هي: الأولى و الثانية و الخامسة في الساعة الرابعة عشرة.

2 – خريطة المدى **Charts** $R-$:

تستخدم خريطة المدى لبيان تغيرات مدى العينات المسحوبة حول الوسط الحسابي لمدى جميع العينات، ونبين فيما يلي خطوات تصميم خريطة المدى:

– إيجاد المدى لكل مجموعة R_j على حدة، باستخدام العلاقة الآتية:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

– إيجاد الوسط الحسابي لمدى جميع المجموعات باستخدام العلاقة الآتية:

$$\overline{R} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} R_j$$

حيث k عدد المجموعات المسحوبة.

– إيجاد الانحراف المعياري للمدى من العلاقة الآتية:

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum \left(R_j - \overline{R}\right)^2}{k-1}}$$

– إيجاد حدي الرقابة على الجودة وذلك باستخدام العلاقتين التاليتين:

$$UCL_R = \overline{R} + 3S_R$$
$$LCL_R = \overline{R} - 3S_R$$

– رسم خريطة المدى وتحميل عليها القياسات المعبرة عن الجودة ومن ثم تدرس وتحلل النقاط المنتشرة في المستوى الإحداثي الممثل لخريطة ضبط الجودة،فإذا كانت كل النقاط الممثلة للعينات واقعة ضمن حدي الضبط فإن العملية الإنتاجية تكون مضبوطة إحصائيا وتكون مسببات الانحراف طبيعية، وفي حال وقوع إحدى النقاط الممثلة للعينات خارج حدي الضبط،تكون العملية الإنتاجية خارج حدود الضبط الإحصائي،وتكون مسببات الانحراف غير طبيعية ومردها أسباب محددة يمكن معرفتها والتحكم بها.

ولا بد من التنويه إلا أنه إذا كان حد الضبط الأدنى لخريطة المدى سالبا،يجب أن يتم وضع حد الضبط مساويا للصفر.

مثال $(10-2)$:

اعتمادا على بيانات المثال $(10-1)$ ،صمم خريطة المدى لمصنع أساور التثبيت.

الحل:

نقوم أولا بإيجاد المدى R_j لكل عينة من العينات الثماني السابقة،وذلك باستخدام العلاقة $(10-4)$ ،ونضمن النتائج في الجدول الآتي:

$(R_j - \overline{R})^2$	R_j	العينة
0.000081	0.06	7
0.000961	0.02	8
0.000001	0.05	9
0.000081	0.06	10
0.000121	0.04	11
0.000841	0.08	12
0.000001	0.05	13
0.000001	0.05	14
0.002088	0.41	المجموع العام

نحسب الوسط الحسابي العام للمدى باستخدام العلاقة $(10-5)$ ،ومن بيانات الجدول السابق،نجد:

$$\overline{R} = \frac{0.41}{8} = 0.051$$

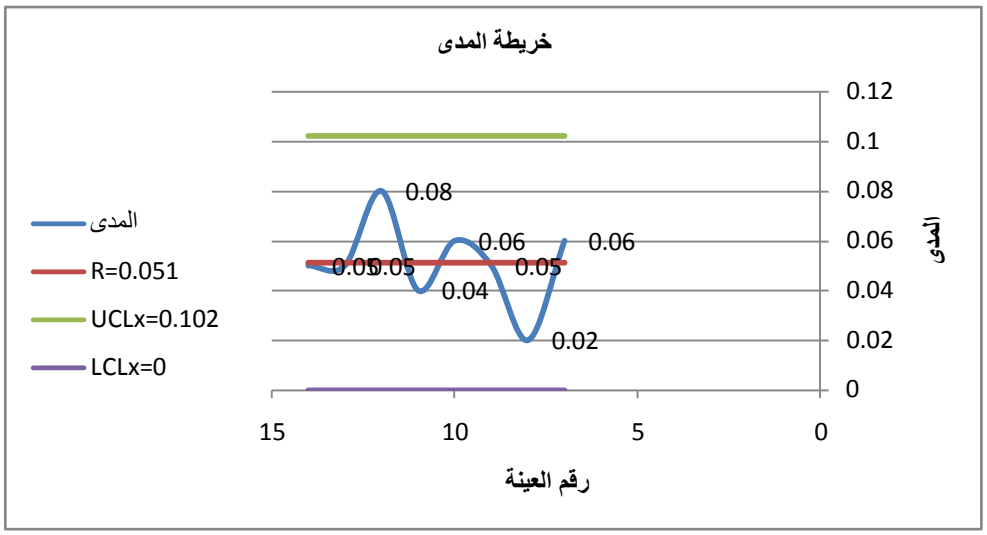
أما الانحراف المعياري للمدى،يحسب باستخدام العلاقة $(10-6)$ ،ومن بيانات الجدول السابق،نجد:

$$S_R = \sqrt{\frac{0.002088}{7}} = 0.017$$

نقوم بحساب حدي ضبط الجودة باستخدام العلاقة $(10-7)$ ،على النحو الآتي:

$$UCL_R = 0.051 + 3(0.017) = 0.102$$
$$LCL_R = 0.051 - 3(0.017) = 0$$

بتحميل كل من حدي الرقابة السابقين والمدى لكل مجموعة من المجموعات الثماني في خريطة المدى على الشكل الآتي:



الشكل (4): خريطة المدى لعملية إنتاج المخرطة

إن كافة قيم المدى واقعة ضمن نطاق ضبط الجودة.هذا يعني أن العملية الإنتاجية محكمة السيطرة.

ثانيا– خرائط ضبط المواصفات Control Charts OF Attributes:

تستخدم خرائط ضبط المواصفات في حال كون خصائص جودة المنتج وصفية لا يمكن التعبير عنها كميا كمتغيرات مستقلة. بمعنى آخر،الرقابة على مواصفات المنتجات للوحدات عن طريق عدد الوحدات المقبولة وعدد الوحدات التالفة في العينة.

وينقسم هذا النوع من الخرائط إلى نوعين هما:

1 – **خرائط الرقابة على نسبة الوحدات التالفة Charts** P – :

بموجب هذه الخريطة يتم تسجيل نسبة عدد القطع التالفة(المعيبة) في العينة إلى عدد عناصر العينة خلال فترة زمنية محددة وتحميلها على خريطة الرقابة،مما يمكن من معرفة ومراقبة جودة العملية الإنتاجية واكتشاف ارتفاع نسبة المعيب فيها.

ولرسم خريطة نسب المعيب،نتبع الخطوات الآتية:

إيجاد نسب القطع التالفة(المعيبة) من العلاقة الآتية:

$$P = \frac{m}{n}$$

إيجاد متوسط النسب التالفة (المعيبة) من العلاقة الآتية:

$$\overline{P} = \frac{\sum P_i}{k}$$

إيجاد الانحراف المعياري لنسب المعيب من العلاقة الآتية:

$$S_P = \sqrt{\frac{p.q}{n}}$$

إيجاد حدي الرقابة من العلاقة الآتية:

$$UCL_P = \overline{P} + 3S_P$$
$$LCL_P = \overline{P} - 3S_P$$

مثال $(10-3)$:

يعتقد مدير الشركة العامة للصناعات الجلدية(قسم تصنيع الأحذية) بوجود نسبة مرتفعة من النعال المعيبة،فقام مراقب ضبط الجودة في المصنع باختيار عينة عشوائية في كل ساعة خلال عشرين ساعة وسجل عدد النعال المعيبة في كل عينة منها،وتم عرضها في الجدول الآتي:

الساعة	حجم العينة	الوحدات المعيبة	نسبة المعيب	الساعة	حجم العينة	الوحدات المعيبة	نسبة المعيب
1	50	4	0.08	11	50	2	0.04
2	50	2	0.04	12	50	3	0.06
3	50	3	0.06	13	50	4	0.08
4	50	5	0.1	14	50	3	0.06
5	50	2	0.04	15	50	2	0.04
6	50	2	0.04	16	50	2	0.04
7	50	1	0.02	17	50	2	0.04
8	50	5	0.1	18	50	3	0.06
9	50	4	0.08	19	50	16	0.32
10	50	2	0.04	20	50	3	0.06
	500	30			500	40	1.4

والمطلوب:

– تصميم خريطة نسب المعيب وتحميل البيانات عليها ؟

– هل العملية الإنتاجية محكمة ؟

الحل:

للحصول على متوسط نسب المعيب في العينة نستخدم العلاقة $(10-8)$ ،فنجد:

$$P = \frac{70}{1000} = 0.07$$

كما ويمكننا الحصول على نفس النسبة بتطبيق العلاقة $(10-9)$ ،فنجد:

$$\overline{P} = \frac{1.4}{20} = 0.07$$

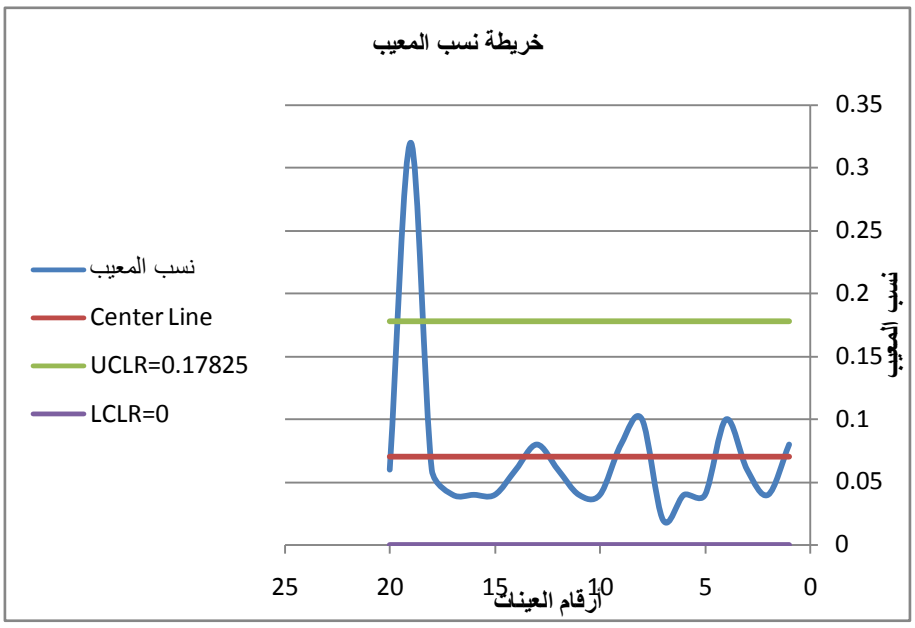
و للحصول على الانحراف المعياري لنسبة المعيب في العينة نستخدم العلاقة $(10-10)$ ،فنجد:

$$S_P = \sqrt{\frac{0.07(0.93)}{50}} = 0.03608$$

واستنادا إلى كل ما تقدم فإن كل من حد الضبط الأعلى وحد الضبط الأدنى لنسبة النعال المعيبة في العينة،يحسب من العلاقة $(10-11)$ ،كالآتي:

$$UCL_P = 0.07 + 3(0.036083) = 0.17825$$
$$LCL_P = 0.07 - 3(0.036083) = -0.03825$$

وبما أن قيمة حد الضبط الأدنى سالبة،فإننا نضع هذه القيمة مساوية للصفر أي أن $LCL_P = 0$.اعتمادا على ما سبق،يمكننا رسم خريطة نسبة الوحدات المعيبة في العينة،كالآتي:



الشكل (**5**): خريطة نسب المعيب لعملية إنتاج نعال الأحذية

نجد أن جميع الانحرافات المعيارية لجميع العينات تقع في نطاق الضبط باستثناء العينة رقم 19 فإنها تقع خرج حدود الضبط الإحصائي،أي أن العملية الإنتاجية غير محكمة ،و بالتالي غير مضبوطة إحصائيا.

من الشكل $(10-5)$ ،نجد أن نسب المعيب في العينة 19 ،تقع فوق حد الضبط الأعلى،وبالتالي هذا يعني زيادة نسبة المعيب فيها،وبالتالي يجب معرفتها وتصحيحها ،أي استبعاد العينة رقم 19 ،وذلك بإعادة الحسابات نفسها.

2 – خريطة عدد الثقوب في الوحدة **Charts** $C-$:

لاحظنا في الفقرة السابقة أنه يمكن استخدام خريطة نسب المعيب عندما تكون طبيعة المنتجات تسمح بإحصاء عدد القطع التالفة أو غير قابلة للاستخدام،حيث يتم تحميل نسبة القطع التالفة أو غير قابلة للاستخدام على خريطة الرقابة P .

أما خريطة عدد الثقوب في الوحدة ،تستخدم في حالات تتناسب وطبيعة المنتجات،حيث يتم تحميل عدد الأخطاء في واحدة الإنتاج المحددة سلفا.وأن أهم مجالات استخدام خريطة الأخطاء صناعة الغزل والنسيج وصناعة الورق وصناعة السيللوز،وكذلك صناعة المياه الغازية،....الخ.

لرسم خريطة الضبط لعدد العيوب في الوحدة المفحوصة، نأخذ 25 عينة كحد أدنى من العملية الإنتاجية وبحجم وحدة واحدة فقط لكل عينة.

وسنرمز لعدد العيوب بـ C ،فإذا كانت العينة تحوي على m من الوحدات،وكانت $C_1, C_2, , C_4 \ldots, C_m$ تمثل عدد العيوب في كل وحدة من هذه الوحدات.وبالتالي يتم حساب وسط العملية الإنتاجية(متوسط عدد العيوب في كافة العينات) بموجب العلاقة الآتية:

$$\overline{C} = \frac{\sum C_i}{m}$$

ويتم تمثيل خط المنتصف Center Line بواسطة الوسط الحسابي لعدد الثقوب الموجودة في وحدات العينة $\overline{C}$ ،أما حدود الضبط الإحصائي،فيتم حسابها وفقا للعلاقة الآتية:

$$UCL_C = \overline{C} + 3\sqrt{\overline{C}}$$
$$LCL_C = \overline{C} - 3\sqrt{\overline{C}}$$

حيث $\sqrt{\overline{C}}$ يمثل الانحراف المعياري لعدد الثقوب في كافة العينات.

مثال (10 – 4):

يرغب صاحب مكتب خاص لتيسير معاملات إدارية في إنشاء خريطة ضبط الجودة لمراقبة جودة الطباعة في مركزه،لذلك قام المختص بالرقابة على الجودة بأخذ 30 بشكل عشوائي من أعمال المكتب،وأحصى عدد الأخطاء في الصفحة،فكان لدينا الجدول الآتي:

رقم الورقة	عدد الأخطاء	رقم الورقة	عدد الأخطاء	رقم الورقة	عدد الأخطاء
1	0	11	4	21	7
2	3	12	3	22	5
3	1	13	4	23	3
4	2	14	7	24	5
5	5	15	1	25	2
6	2	16	1	26	4
7	6	17	3	27	3
8	8	18	2	28	4
9	11	19	1	29	0
10	0	20	6	30	2
$\sum$	38	$\sum$	32	$\sum$	35

والمطلوب:

– إنشاء خريطة C لاستخدامها مستقبلا في مراقبة جودة الطباعة في هذا المكتب.

الحل:

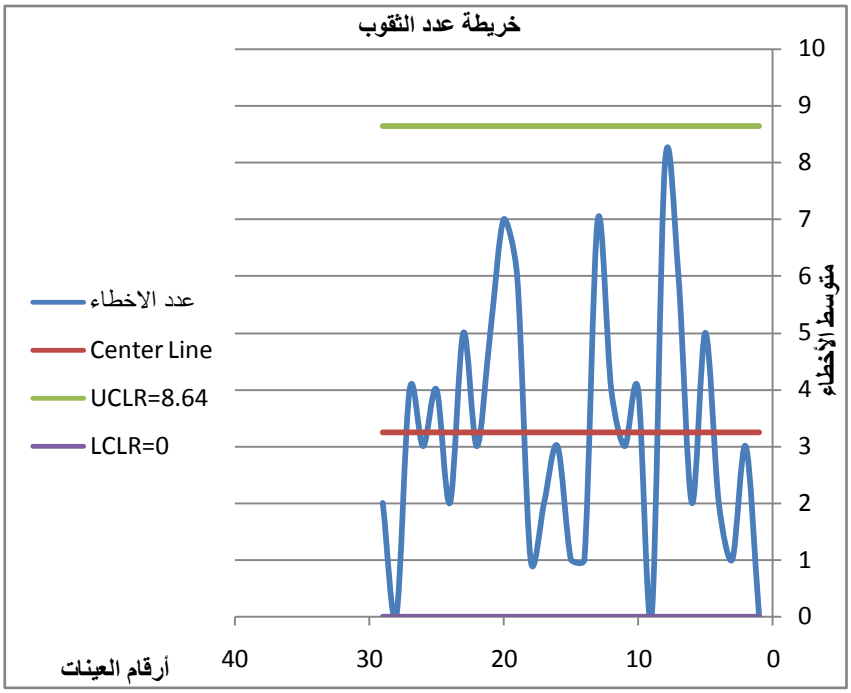
للحصول على متوسط عدد الأخطاء في الصفحة الواحدة ولكافة العينات، نطبق العلاقة $(10-12)$ ، فنجد:

$$\overline{C} = \frac{105}{30} = 3.5$$

و بتطبيق العلاقة $(10-13)$ ، نحسب حدي الرقابة، فنجد:

$$UCL_C = 3.5 + 3\sqrt{3.5} = 9.11$$
$$LCL_C = 3.5 - 3\sqrt{3.5} = -2.11$$

وبما أن الحد الأدنى للرقابة ذو قيمة سالبة، فإننا نضعه في خريطة C مساويا للصفر، أي $LCL_C = 0$. استنادا إلى ذلك نرسم خريطة الضبط ونحمل عليها عدد الأخطاء في كل صفحة ولكافة العينات، كالآتي:



الشكل (6): خريطة عدد الثقوب

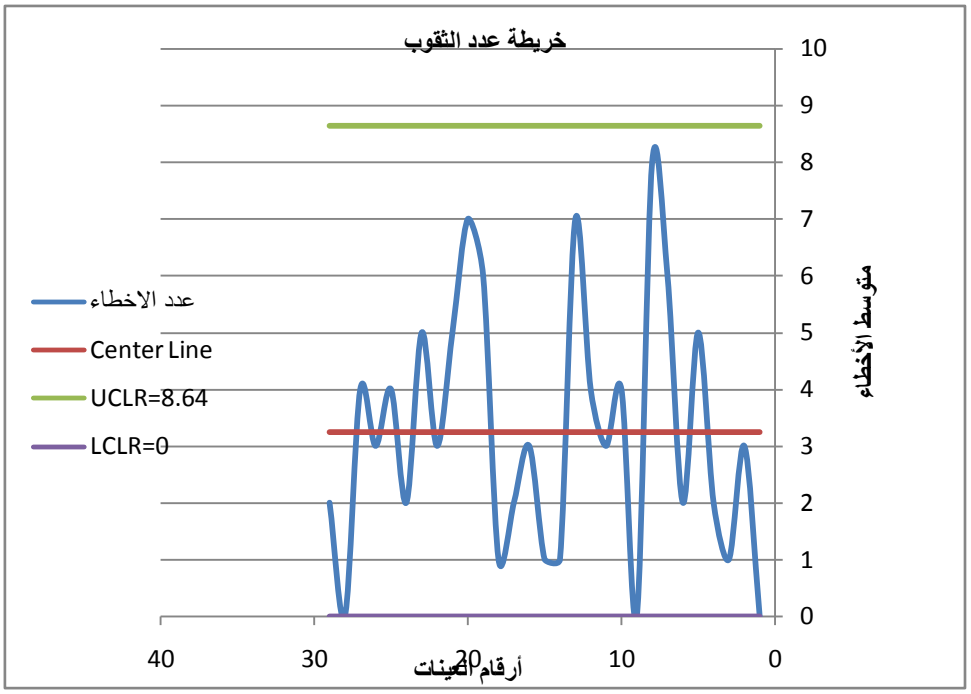
من الشكل السابق، نجد أن عدد الأخطاء في الصفحة التاسعة تتخطى الحد الأعلى للرقابة، لذلك يتوجب علينا تصحيح حدي الرقابة انطلاقا من مبدأ استبعاد بيانات العينة التاسعة، وبنتيجة ذلك، نجد:

$$\overline{C} = \frac{94}{29} = 3.24$$

و بتطبيق العلاقة $(10-13)$ ، نحسب حدي الرقابة، فنجد:

$$UCL_C = 3.24 + 3\sqrt{3.24} = 8.64$$
$$LCL_C = 3.24 - 3\sqrt{3.24} = -2.16$$

وبما أن الحد الأدنى للرقابة ذو قيمة سالبة، فإننا نضعه في خريطة C مساويا للصفر، أي $LCL_C = 0$. استنادا إلى ذلك نرسم خريطة الضبط، كالآتي:



الشكل (7): خريطة عدد الثقوب

من الشكل السابق، نجد أن عدد الأخطاء في كافة الصفحات للعينات التاسعة والعشرين تقع ضمن مجال الضبط، الأمر الذي يمكننا من استخدام هذه الخريطة في الرقابة اللاحقة على جودة الطباعة في ذلك المكتب.

تمارين عامة

1 – ينتج أحد مصانع المنظفات صابونا من الزعفران ،وقد صممت العملية الإنتاجية بحيث يزن لوح الصابون $m = 100$ غرام تقريبا، قام مراقب ضبط الجودة بأخذ عشرين عينة $k = 20$ تتضمن كل منها خمسة ألواح $n = 5$ ،أخذت كل عينة بعد سابقتها بربع ساعة تماما،ثم قام المراقب بوزن كل لوح،ووضع النتائج في الجدول الآتي:

العينة/الأعمدة	1	2	3	4	5
1	103	104	98	104	106
2	97	104	99	103	97
3	104	99	98	95	99
4	102	99	98	105	106
5	97	95	95	101	92
6	96	100	103	95	101
7	102	99	95	103	101
8	96	102	96	98	98
9	100	103	97	103	102
10	102	105	103	96	104
11	103	99	104	105	104
12	103	102	103	97	100
13	101	99	96	103	101
14	96	100	99	100	102
15	102	96	102	103	102
16	102	97	99	100	102
17	92	97	96	100	100
18	96	102	105	104	98
19	102	101	99	96	97
20	95	102	103	99	101

والمطلوب :

– تصميم خريطة الوسط الحسابي لاستخدامها في الرقابة المستقبلية على جودة منتجات المصنع من الصابون.

– تبيان متى كانت العملية الإنتاجية محكمة الضبط أم لا؟

2 – لنفترض أن خط التجميع بأحد المصانع يقوم بإنتاج محركات أجهزة البرادات المنزلية بأحجام مختلفة قد تكون جيدة أو معيبة.سحبت 20 عينة عشوائيا(من إنتاج الشركة الذي يخضع للفحص قبل عرضه على الزبائن) في فترات زمنية متساوية بحيث تحتوي كل منها على 50 محركا لفحصها،وتم تسجيل عدد المحركات المعيبة في كل عينة منها وذلك كما هو موضح في الجدول الآتي:

العينة	حجم العينة	الوحدات المعيبة	العينة	حجم العينة	الوحدات المعيبة
1	50	4	11	50	2
2	50	2	12	50	3
3	50	3	13	50	4
4	50	5	14	50	3
5	50	2	15	50	2
6	50	2	16	50	2
7	50	1	17	50	2
8	50	5	18	50	3
9	50	4	19	50	16
10	50	2	20	50	3
	500	30		500	40

والمطلوب :

– إنشاء خريطة نسبة الوحدات المعيبة P-Chart باستخدام بيانات هذه العينات.

– هل العملية الإنتاجية محكمة(مضبوطة إحصائيا أم لا)؟

3 – بهدف تفحص أسلاك كهربائية معزولة محددة الأطوال في مصنع إنتاج مستلزمات كهربائية،قام مهندس ضبط الإنتاج بأخذ 30 سلك عشوائيا وسجل عدد الثقوب الموجودة في كل منها،وهو ما يوضحه الجدول الآتي:

رقم السلك	عدد الثقوب	رقم السلك	عدد الثقوب	رقم السلك	عدد الثقوب
1	1	11	10	21	5
2	1	12	5	22	1
3	3	13	0	23	8
4	7	14	19	24	7
5	8	15	16	25	9
6	1	16	20	26	2
7	2	17	1	27	3
8	6	18	6	28	14
9	1	19	12	29	6
10	2	20	4	30	8

والمطلوب :

– إنشاء خريطة C-Chart لمراقبة إنتاج هذا الخط مستقبلا.

– تبيان متى كانت العملية الإنتاجية محكمة الضبط أم لا؟