



مقرر إدارة الجودة

Quality Management

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين

الفصل الثامن أدوات الرقابة الإحصائية على الجودة Statistical Tools of Quality Control

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

أدوات الرقابة غير الإحصائية Non-Statistical Tools of Quality Control

وتشتمل أدوات الرقابة الإحصائية

على أربع أدوات، وهي:

1. الرسوم البيانية،
2. مخطط الانتشار،
3. خرائط السيطرة،
4. المدرج التكراري.

• وتشمل ثلاث أدوات، وهي:

1. قوائم المراجعة،
2. مخطط باريتو،
3. مخطط السبب والنتيجة

كانت موضوع الفصل السابق

3

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

• السيطرة الإحصائية على العمليات (Statistical Process Control (SPC

• الأساليب الإحصائية مؤشرا ممتازا لتشخيص أسباب ظهور الوحدات التالفة في المنتجات مبكرا وفي أسرع وقت، وبالتالي فإنه سيتم اتخاذ الإجراءات الكفيلة بتعديل مسار العملية الإنتاجية، بحيث تنتج السلع الجيدة.

• لذلك تخدم الأساليب الإحصائية كوسيلة للسيطرة على نوعية المنتج أو العملية التصنيعية. وتعتمد السيطرة الإحصائية على عملية القياس المستمر لخطوات العملية التصنيعية و/أو المنتجات أثناء عملية الإنتاج، بهدف توجيه العملية التصنيعية في الاتجاه المرغوب، والتقليل من الانحراف، وإزالة العيوب من الإنتاج، وزيادة المعرفة عن العملية، وتقييم قدرة العملية process capability، وتوفير معايير لمقارنة الأداء. وهي عنصر رئيسي من عناصر السيطرة الشاملة على الجودة.

4

أدوات الرقابة الإحصائية

Statistical Tools of Quality Control

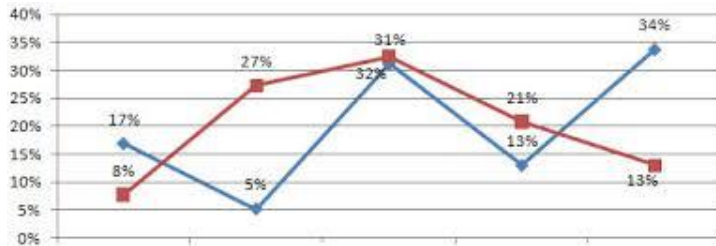
- السيطرة الإحصائية على العمليات (SPC) Statistical Process Control
- طورت من قبل العالم والتر شيوارت، وتابع تطويرها د. ادوارد ديمنغ، وتقوم بما يلي:
 - تؤخذ عينات دورية من العملية
 - تُعين نقاط العينة على خريطة السيطرة
 - تحدد ما إذا كانت العملية ضمن حدود السيطرة
 - تساعد على منع حدوث مشاكل في الجودة
- وتشتمل أدوات الرقابة الإحصائية على أربع أدوات، وهي:
 1. الرسوم البيانية،
 2. مخطط الانتشار،
 3. خرائط السيطرة،
 4. المدرج التكراري.

5

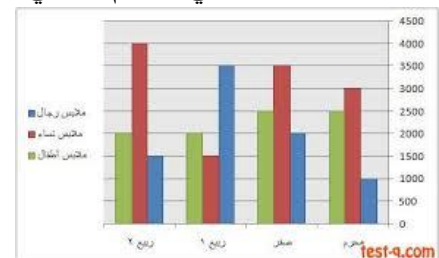
أدوات الرقابة الإحصائية

Statistical Tools of Quality Control

- الرسوم البيانية Graphs
- تمثيل وعرض البيانات بشكل تصويري، بحيث يسهل فهمها واستيعابها، بأقصر وقت وأقل جهد، وبشكل جذاب يثير اهتمام القراء. وهي أيضا طريقة جيدة للتحليل الإحصائي للبيانات المعروضة في الرسم البياني.

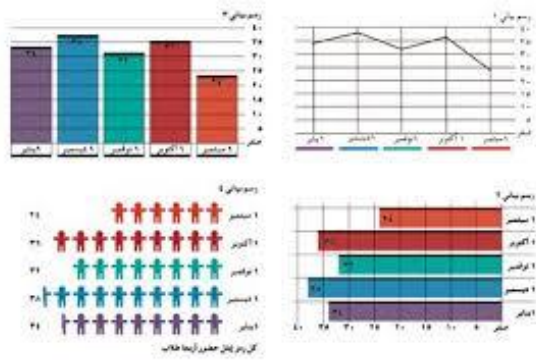


6



أدوات الرقابة الإحصائية

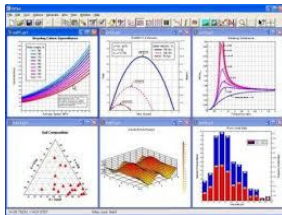
Statistical Tools of Quality Control



• فوائد الرسوم البيانية: Benefits of Graphs

1. تصوير البيانات : Visualization of Data
2. الاستيعاب الحدسي : Grasping Intuitively
3. توفر عناء ووقت القراءة : Free From Reading
4. توقظ الاهتمام : Awakening Interest
5. سهولة التحضير : Easy To Prepare

7



أدوات الرقابة الإحصائية

Statistical Tools of Quality Control

• أنواع الرسوم والأشكال البيانية وطريقة استخدامها:

• يمكن تصنيف الرسوم البيانية كما يلي:

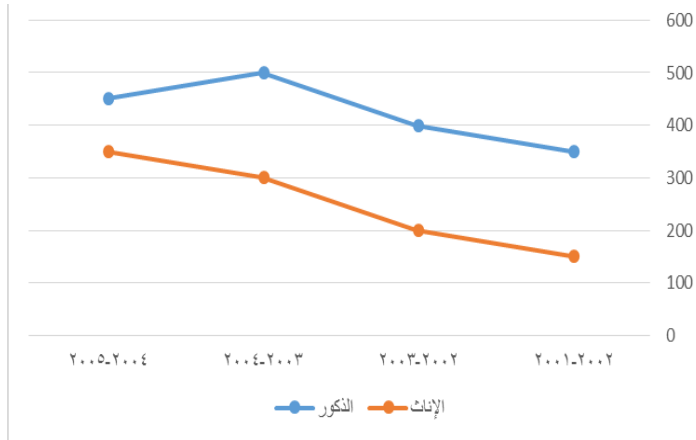
1. **الرسوم البيانية لغرض تفسير البيانات :** For Explanation تبين حركات معدل العيوب، كمية الإنتاج، المبيعات، الحصة السوقية، وكذلك لعرض نتائج الأنشطة المتعلقة بتقليل نسبة المنتجات ذات العيوب.
2. **الرسوم البيانية لغرض التحليل :** For Analysis تحليل البيانات السابقة والحالية من أجل التحقق من أسباب العيوب، وبيان الطريق إلى التحسينات المطلوبة.
3. **الرسوم البيانية للسيطرة والرقابة :** For Control تستخدم للرقابة على خصائص وصفات القيم، مثل كمية الإنتاج، معدل العيوب، عدد العيوب، الأبعاد، الأوزان، درجات الحرارة...الخ.
4. **الرسوم البيانية لغرض التخطيط :** For Planning تعرض الخطة اليومية للإنتاج.
5. **الرسوم البيانية لإجراء الحسابات :** For Calculation توفر الوقت لإجراء الحسابات وتجنب الأخطاء، تستخدم الرسوم البيانية كخرائط إرشادية، مثل رؤية عدد العيوب وحدود السيطرة الدنيا والعليا في خرائط الرقابة والسيطرة.

8

أدوات الرقابة الإحصائية

Statistical Tools of Quality Control

الرسوم والأشكال البيانية



السنة year	الذكور male	الإناث female	المجموع Total
2001-2002	350	150	500
2002-2003	400	200	600
2003-2004	500	300	800
2004-2005	450	250	700

9

(3) : صف اتجاه الانتشار في كل مخطط مما يلي (موجب / سالب / لا اتجاه)



أدوات الرقابة الإحصائية

Statistical Tools of Quality Control

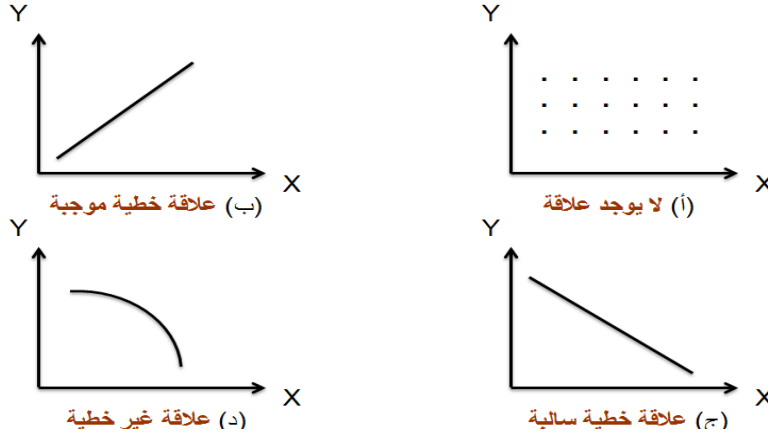
5. مخطط الانتشار Scatter Diagram

- هو رسم بياني يستخدم للتعبير عن بيانات زوجين من المتغيرات (x, y)
- حيث المحور الأفقي x يعبر عن حالة معينة، على سبيل المثال: محتوى المواد، درجة الحرارة .. الخ، التي من الممكن أن تكون هي السبب Cause
- أما المحور العمودي y فيعبر عن خصائص الجودة، التي تعتبر نتيجة Result
- لماذا يستخدم:
- يستخدم لعرض طبيعة العلاقة بين متغيرين وتحديد طبيعة الارتباط بينهما، وذلك بهدف تكوين فكرة أولية عن هذه العلاقة، إلا أنه غير كافياً وحده من الناحية الإحصائية لمعرفة طبيعة وقوة العلاقة بين المتغيرين. وكلما كان مجموع النقاط قريب من خط الملائمة الأفضل كلما كانت العلاقة بين المتغيرين أقوى والعكس صحيح. حيث يمثل خط الملائمة الأفضل (خط الانحدار أو أقل انحرافات عن الوسط الحسابي).
- مخطط الانتشار لا يتنبأ Predict بالعلاقات بين السبب والأثر، وإنما يظهر فقط قوة العلاقة The strength of relationship بين متغيرين اثنين. وكلما كانت العلاقة بين متغيرين قوية، كان الاحتمال أقوى بأن التغير في أحد المتغيرين سيؤثر على التغير في المتغير الآخر.

10

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

أشكال الانتشار للعلاقة بين متغيرين:



11

مخطط الانتشار ScatterDiagram

- مثال: قررت إدارة المنظمة شراء آلة مستعملة لاستخدامها في المصنع إضافة إلى الآلات الموجودة. والبيانات التالية تمثل سعر كل آلة مقارنة مع عمرها:

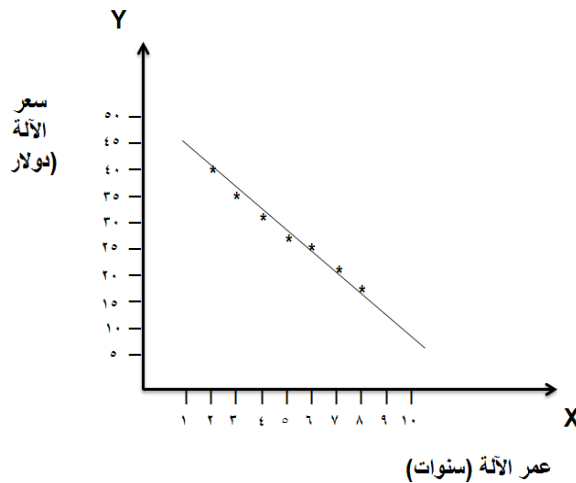
عمر الآلة (بالسنوات)	سعر الآلة (بالألف دولار)
2	40
3	35
4	31
5	27
6	26
7	24
8	18

- المطلوب: رسم شكل الانتشار لعرض طبيعة العلاقة بين سعر الآلة وعمرها

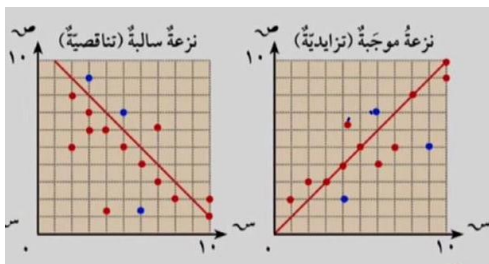
12

مخطط الانتشار ScatterDiagram

الحل:



13



أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

• كيف نستخدم مخطط الانتشار:

• يسمح لنا مخطط الانتشار بإدراك وفهم العلاقات بين السبب والآخر، الأثر والأثر، والسبب والسبب. وهو طريقة نافعة للسيطرة وتحسين العمل، مثل تخفيض التكاليف، تحسين الكفاءة.

• ويساعد مخطط الانتشار على رؤية العلاقات المتبادلة بين مجموعتين من البيانات، حيث يساعدنا على معرفة ما إذا كان يوجد ترابط بين بين مجموعتين البيانات. إذا ازدادت قيمة x نتيجة زيادة قيمة y ، عندها نقول بأن هناك علاقة إيجابية بين قيمتي x و y ، وإذا زادت قيمة x نتيجة انخفاض قيمة y ، فهذا يعني أن هناك علاقة أو ارتباط سلبي بين القيمتين x و y .

14

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

- كيف نستخدم مخطط الانتشار:
- فمثلا، عند تلبس النحاس بالذهب، فإن سماكة طبقة التلبس Plating thickness والتي تقاس عادة بالميكرون (تعتمد على وقت التلبس) Plating time. فإذا زاد وقت التلبس، زادت سماكة طبقة التلبس، والعكس بالعكس. لذلك يجب التحكم وتثبيت وقت التلبس، حتى نحصل على سمك ثابت لطبقة التلبس على المعدن. إن زيادة وقت التلبس عن الحد اللازم، يزيد في سماكة التلبس، وهذا يؤدي إلى الزيادة في تكلفة المنتج. وإذا قل وقت التلبس عن الزمن المحدد، قلّت سماكة طبقة التلبس، وتكون نتيجة ذلك تدني مستوى الجودة للمنتج،
- مثال آخر، عند عمل الخبز أو اللبن الرائب، فإن هناك علاقة قوية بين وقت "التخمير" وجودة المنتج. فزيادة الوقت أو نقصانه عن الحد اللازم، يؤدي إلى عدم جودة المنتج.

15

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

- كيف نستخدم مخطط الانتشار:
- وفيما يلي بعض الأمثلة على الحالات التي تفحص فيها العلاقة المتبادلة بين نوعين من خصائص القيم:

العلاقة بين السبب والأثر : Relationship between cause and effect

1. نقاء المعدن الخام وجودة المنتج
2. المسافة أو البعد، وانخفاض حجم المكالمات الهاتفية
3. المحتوى من الفضة، ومعدل التوصيل الكهربائي.

16

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

• كيف نستخدم مخطط الانتشار:

• **العلاقة بين الأثر والأثر : Relationship between effect and effect**

1. قوة الشد وصلابة الفولاذ
2. حجم الإنتاج ومعدل العيوب في المنتجات
3. طول ووزن الإنسان

17

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

• كيف نستخدم مخطط الانتشار:

• **العلاقة بين السبب والسبب : Relationship between cause and cause**

1. درجة حرارة التسخين، ووقت التسخين في الأفران
2. النفقات على الطعام والتعليم في ميزانية العائلة
3. قوة أسطوانات الضغط، والوقت اللازم للضغط لبسط سماكة الصفائح المعدنية.

18

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

• أنواع الارتباط : Types Correlation

• يتم إلقاء نظرة على مخطط الانتشار، لمعينة النقاط المنتشرة على المخطط، ومقارنتها بالحالات التالية:

1. **في حالة الارتباط الإيجابي** Positive Correlation = الزيادة في أحد المتغيرين، يعتمد على التغير في المتغير الآخر.
2. **في حالة الارتباط الإيجابي الضعيف** Weak Positive Correlation = عندما تزداد قيمة x ، تزداد أيضاً قيمة y ، بصورة أكبر أو أصغر، ولو أن درجة الارتباط الإيجابي ضعيفة. ويمكن القول بأن هناك عوامل أخرى إضافة إلى x تؤثر على y .
3. **في حالة عدم وجود ارتباط** No Correlation Exists = هذه الحالة لا يوجد أية ارتباط بين x و y ، وتظهر النقاط توزيعاً بشكل دائري.
4. **في حالة الارتباط السلبي الضعيف** Weak Negative Correlation = عندما تزداد x ، y تنقص بصورة أكبر أو أقل. لذا يمكن القول بأن هناك عوامل أخرى إضافة إلى x تؤثر على y .

19

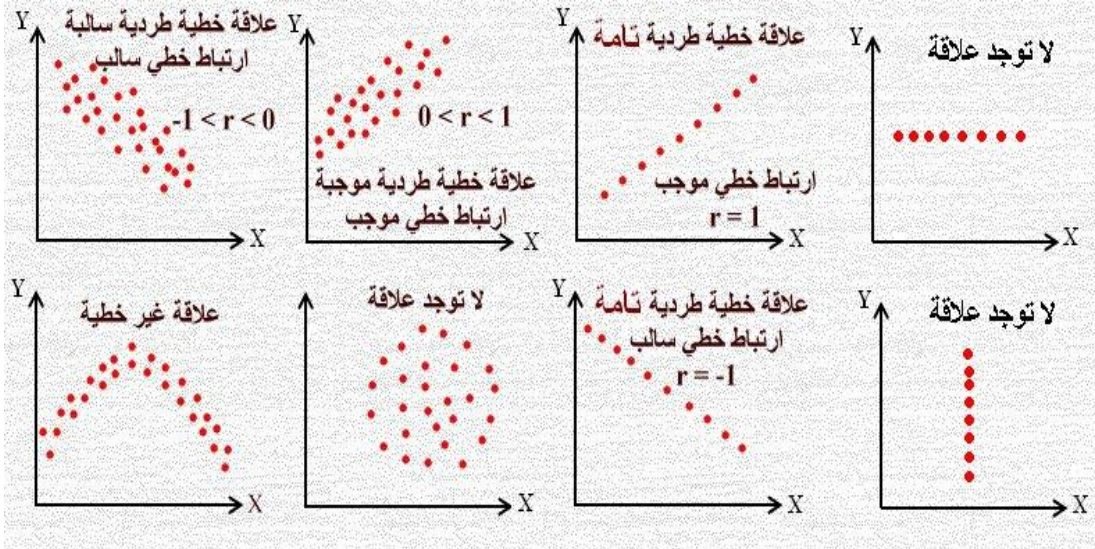
أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control

• أنواع الارتباط : Types Correlation

5. **في حالة** Negative Correlation = النقصان في أحد المتغيرين يعتمد على الزيادة في المتغير الآخر.
6. **في حالة العلاقة الإيجابية القوية** Strong Positive Relationship = عندما تزداد قيمة x ، تزداد أيضاً قيمة y خطياً بصورة خطية.
7. **في حالة العلاقة السلبية القوية** Strong Negative Correlation = عندما x تزداد، فإن y تنقص بصورة خطية . Linearly
8. **في حالة عدم وجود أية علاقة خطية** Non-linear Relationship = تكون هذه الحالة عندما تظهر نقاط x و y منحنى ثنائي أو ثلاثي.

20

أدوات الرقابة الإحصائية Statistical Tools of Quality Control



خريطة المتابعة: Run Chart

- تستخدم عند عرض بيانات ظاهرة يتم تتبعها لفترة معينة، بحيث يستطيع مسؤول الجودة عبر هذه الخريطة التأكد من استمرارية ثبات القراءات لظاهرة أو مشكلة معينة، أو التعرف إلى تذبذب واختلاف هذه القراءات بين فترة وأخرى.

خريطة المتابعة: Run Chart

عدد شكاوى العملاء	الورديّة	اليوم
٣	A	١
٢	B	٢
٦	C	٣
٤	A	٤
٤	B	٥
٧	C	٦
٢	A	٧
٣	B	٨
٥	C	٩
٣	A	١٠
٣	B	١١
٦	C	١٢
٤	A	١٣
٣	B	١٤
٦	C	١٥
٥	A	١٦
٤	B	١٧
٨	C	١٨
٤	A	١٩
٣	B	٢٠
٦	C	٢١

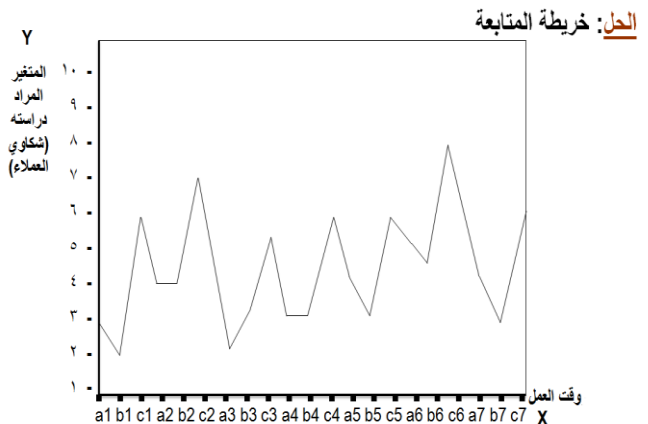
23

مثال: الجدول التالي يبيّن عدد شكاوى العملاء خلال أسبوع واحد، وبفرض أن موظفي المنظمة يعملون ثلاث دوريات في اليوم A,B,C.

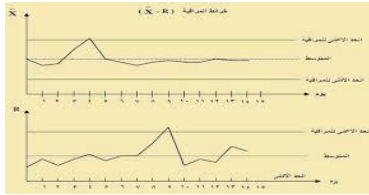
المطلوب: رسم خريطة المتابعة وتفسير أى نتائج يمكن التوصل إليها.

خريطة المتابعة: Run Chart

يُلاحظ من الشكل السابق ارتفاع أو انخفاض عدد شكاوى العملاء في ورديات محددة، ومن ثم دراسة المشكلة والمعوقات واتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية التي تمنع حدوث المشكلة مرة أخرى. ويمكن استخدام خريطة المتابعة للتنبؤ بالظاهرة موضوع الدراسة من خلال حساب المتوسط الحسابي لقيم الظاهرة، أو معرفة اتجاه القيم.



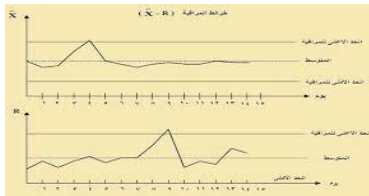
24



خرائط المراقبة Control Charts

- تستخدم للتعبير عن الاختلافات في الإنتاج بصورة رقمية وبيانات كمية. وتستخدم لمراقبة أداء العمليات أو الأنشطة، حيث يتم رسمها بنفس طريقة رسم خريطة المتابعة مع إضافة ثلاثة خطوط أفقية، وهي:
- **الأول:** يمثل خط الوسط Central Line أو الوسط الحسابي للظاهرة.
- **الثاني:** يمثل الحد الأعلى للرقابة Upper Control Limit (UCL): الذي يستخرج بصورة رياضية عن طريق إضافة ثلاثة انحرافات معيارية إلى الوسط الحسابي للمجتمع $\mu + 3\sigma$ UCL=
- **الثالث:** يمثل الحد الأدنى للرقابة Lower Control Limit (LCL): الذي يستخرج بصورة معادلة رياضية عن طريق طرح ثلاثة انحرافات معيارية من الوسط الحسابي للمجتمع $\mu - 3\sigma$ LCL=
- وبعد وضع حدود الرقابة يمكن اختيار مجموعات فردية واستخراج المدى والوسط الحسابي، فإذا وقع المدى أو الوسط الحسابي خارج هذه الحدود فإن ذلك يعني أن العملية خارج حدود السيطرة، ويشير العكس لكون العملية مسيطر عليها وتسير وفقاً لما هو مخطط.

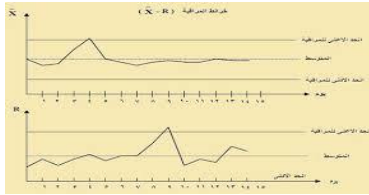
25



خرائط المراقبة Control Charts

- نقاط ينبغي مراعاتها في طريقة خرائط المراقبة Control Charts:
 1. تحديد المواصفات أو السمات المراد مراقبتها.
 2. تبسيط العملية الإنتاجية.
 3. تحديد أسس ومعايير اختيار العينات.
 4. تحديد حدود الرقابة.
 5. اتخاذ خطوات العمل التصحيحي عند وجود انحراف.
- خرائط الرقابة الأكثر شيوعاً:
- خريطة الرقابة على المتوسطات Chart X: تستخدم لإحكام السيطرة على قيم متوسطات المتغير الخاضع للدراسة من خلال التأكد من أن متوسطات العينات المختارة تقع ضمن الحدود المسموح بها.
- ولبناء خريطة Chart X لا بد من إيجاد الوسط الحسابي والمدى (الفرق بين أكبر قيمة وأقل قيمة في العينة) للبيانات المستخرجة من العينات، ثم إيجاد الحد الأعلى والحد الأدنى للوحدات المعالجة المسموح بها ووضع ذلك على الرسم البياني.

26



خرائط المراقبة Control Charts

- ويتم تحديد خطوط الرقابة في الخرائط كما يلي:
- الخط الوسط Central Line: يمثل الوسط الحسابي للعينة (X)، ويحتسب من خلال قسمة مجموع القيم على عددها.
- الحد الأعلى للرقابة (UCL): يمثل الحد الأقصى المسموح به للوحدات المعيبة، ويستخرج من خلال المعادلة التالية:
- $UCL_x = X + A_2 R$
- حيث أن: X = الوسط الحسابي لمتوسطات العينات.
- A_2 = قيمة ثابتة (في الجدول المرفق).
- R = الوسط الحسابي للمدى.
- الحد الأدنى للرقابة (LCL): يمثل الحد الأدنى المسموح به للانحرافات، ويستخرج وفقاً للمعادلة التالية:
- $LCL_x = X - A_2 R$

27

خرائط المراقبة Control Charts

X3	X2	X1	المجموعة الفرعية
.514	.512	.510	1
.497	.499	.498	2
.515	.510	.499	3
.495	.517	.518	4
.501	.497	.496	5
.510	.517	.506	6
.508	.493	.490	7
.510	.509	.508	8
.499	.502	.511	9
.514	.497	.492	10
.499	.496	.496	11
.514	.514	.511	12
.497	.499	.516	13
.503	.504	.502	14
.508	.506	.504	15
.513	.516	.510	16

- تقوم شركة بإنتاج حلقات منع تسرب الزيت، وقد تم سحب (16) عينة تتألف كل منها من (3) حلقات. والبيانات التالية تمثل قياسات القطر الداخلي للحلقة (ملم).

خرائط المراقبة Control Charts

D ₄	D ₃	A ₂	حجم العينة
3.267	.000	1.880	٢
2.574	.000	1.023	٣
2.282	.000	.729	٤
2.115	.000	.577	٥
2.004	.000	.483	٦
1.924	.076	.419	٧
1.864	.136	.373	٨
1.816	.184	.337	٩
1.777	.223	.308	١٠

• والمطلوب:

• استخراج الحدين الأعلى والأدنى للضبط، ورسم خريطة X Chart. إذا علمت بأن العوامل الثابتة لبناء خريطة الرقابة على المتغيرات قد كانت:

29

خرائط المراقبة Control Charts

R	X	المجموعة الفرعية
.004	.512	1
.002	.498	2
.016	.508	3
.023	.510	4
.005	.498	5
.011	.511	6
.018	.497	7
.002	.509	8
.012	.504	9
.022	.501	10
.003	.497	11
.003	.513	12
.019	.504	13
.002	.503	14
.004	.506	15
.006	.513	16
.152	8.084	المجموع
.0095	.50525	الوسط الحسابي للمتوسطات، والمديات

• الحل:

• أ) استخراج الوسط الحسابي (X)، والمدى (R) لكل عينة من العينات تمهيداً للوصول إلى الوسط الحسابي لكافة المتوسطات والوسط الحسابي للمديات، وذلك كما يلي:

R	X	المجموعة الفرعية
.004	.512	1
.002	.498	2
.016	.508	3
.023	.510	4
.005	.498	5
.011	.511	6
.018	.497	7
.002	.509	8
.012	.504	9
.022	.501	10
.003	.497	11
.003	.513	12
.019	.504	13
.002	.503	14
.004	.506	15
.006	.513	16
.152	8.084	المجموع
.0095	.50525	الوسط الحسابي للمتوسطات، والمديات

خرائط المراقبة Control Charts

- الحل:
- (ب) استخراج الحدين الأعلى والأدنى للمراقبة كما يلي:

$$UCL_x = X + A_2 R$$

=

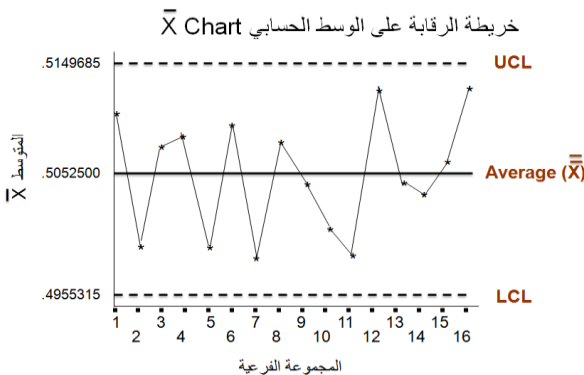
$$.50525 + (1.023 \times .0095) = .515$$

$$UCL_x = X - A_2 R$$

$$= .50525 -$$

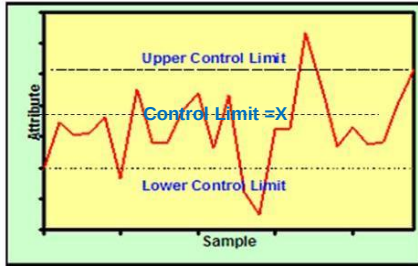
$$(1.023 \times .0095) = .495$$

خرائط المراقبة Control Charts



الحل:

- (ج) رسم الخط الوسط والحد الأعلى والحد الأدنى للمراقبة على خريطة $\bar{X}$ Chart، حيث يبين الشكل التالي الوسط الحسابي ومدى المراقبة



خرائط المراقبة Control Charts

- كيفية إعداد خرائط المتوسط والمدى . $\bar{X} - R$
- يتم حساب الحد الأعلى للمراقبة UCL والحد الأدنى للمراقبة LCL وخط المنتصف CL كما يلي:
- أولاً : خريطة $\bar{X}$
- $CL = \bar{X}$ $UCL = \bar{X} + A2R$ $LCL = \bar{X} - A2R$
- ثانياً : خريطة R
- $CL = R$ $UCL = D4R$ $LCL = D3R$
- حيث $A2, D4, D3$ ثوابت تعتمد على عدد العناصر في المجموعات الجزئية
- يتم إعداد نماذج لرسم الخرائط بحيث يكون $\bar{X}$ في قمة النموذج ويكون R أسفل منه .
- خرائط المراقبة تعرض إحصائيا حدود للمراقبة ذات معنى مفيد وهي تجعل الحالة أكثر وضوحاً من التقارير الفنية العادية

33

خرائط المراقبة Control Charts

• الحل:

X2	X1	المجموعة الفرعية
.517	.518	4
.517	---	6
.493	.490	7
---	.492	10
---	.516	13
.516	---	16

- (د) التحليل والتوصل إلى استنتاجات معينة: استناداً لخريطة $\bar{X}$ يمكن أن نستنتج أن العملية الإنتاجية جيدة عبر المتوسطات التي تقع ضمن مدى الرقابة، ولتحقيق دقة أكبر فإنه يلاحظ أن هنالك بعض القيم غير منضبطة للعينات، حيث أن قيم للعينات التالية تقع خارج مدى الرقابة:

حيث ينبغي على إدارة المنظمة أن تقوم بالبحث عن هذه الاختلافات واكتشاف أسبابها، وذلك تمهيداً لاتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة.

خرائط المراقبة Control Charts

• (تابع) خرائط الرقابة الأكثر شيوعاً:

المجموعة الفرعية	X1	X2
4	.518	.517
6	---	.517
7	.490	.493
10	.492	---
13	.516	---
16	---	.516

حيث ينبغي على إدارة المنظمة أن تقوم بالبحث عن هذه الاختلافات واكتشاف أسبابها، وذلك تمهيداً لاتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة.

• خريطة الرقابة على المدى Chart R: تهدف إلى ضبط قيم المتغيرات اعتماداً على المديات، وكثيراً ما تستخدم الخريطين معاً (خريطة الوسط الحسابي وخريطة المدى) فالتمثيل في الوسط الحسابي لعينتين لا يعني بالضرورة عدم وجود اختلافات بينهما، حيث أن الاختلافات قد تكون موجودة في المديات أي الفروقات بين أكبر قيمة وأصغر قيمة في العينة.

• ويتم التوصل إلى الحد الأعلى والحد الأدنى للرقابة في خريطة الرقابة على المدى من خلال استخدام متوسط مديات العينة والقيم الثابتة الموجودة في جدول العوامل الثابتة لبناء خريطة الرقابة على المتغيرات (شريحة 13)، حسب المعادلتين التاليتين:

$$UCL_R = D_4 R$$

$$LCL_R = D_3 R$$

• خريطة نسبة الوحدات التالفة Chart p: تستخدم لقياس جودة المنتجات على أساس كونها جيدة/ سيئة/ مقبولة/ مرفوضة. ففي أي مجتمع أو عينة لا بد وأن تكون هناك نسبة معينة من المنتجات التالفة، وباعتبار أن (p) تمثل نسبة الوحدات الجيدة في المجتمع، فإن ذلك يعني أن نسبة الوحدات التالفة تساوي (p-1). ولبناء خريطة نسبة الوحدات التالفة فإننا نقوم بما يلي:

خرائط المراقبة Control Charts

• خريطة نسبة الوحدات التالفة Chart p: تستخدم لقياس جودة المنتجات على أساس كونها جيدة/ سيئة/ مقبولة/ مرفوضة. ففي أي مجتمع أو عينة لا بد وأن تكون هناك نسبة معينة من المنتجات التالفة، وباعتبار أن (p) تمثل نسبة الوحدات الجيدة في المجتمع، فإن ذلك يعني أن نسبة الوحدات التالفة تساوي (p-1). ولبناء خريطة نسبة الوحدات التالفة فإننا نقوم بما يلي:

• أ- استخراج الخط الوسط أو الوسط الحسابي للوحدات التالفة (p) من خلال المعادلة التالية:

مجموع الوحدات التالفة

$$\frac{\text{مجموع الوحدات التالفة}}{\text{عدد المفردات المفحوصة}} = \text{الوسط الحسابي}$$

عدد المفردات المفحوصة

خرائط المراقبة Control Charts

- ب- استخراج الحد الأعلى والحد الأدنى من خلال المعادلات التالية:

$$UCL_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

حيث أن: $\bar{p}$ = الوسط الحسابي للوحدات التالفة
 n = حجم العينة الواحدة

* يتمثل المحور العمودي في الخريطة بـ (نسبة التالف) من خلال قسمة عدد التالف على حجم العينة

37

التوزيعات التكرارية Frequency Distributions

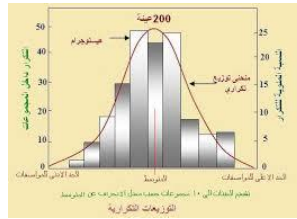
- التوزيعات التكرارية هي تصنيف البيانات وعرضها بصورة تعبر عن مدى الانحراف عن المواصفات المطلوبة.
- والمعروف أن نتائج أي عمل هي متغيرات تتبع نموذج توزيع محدد وتتأثر بعدد لا نهائي من العوامل. ويمكن تصنيف هذه البيانات (النتائج) إلى فئات (خلايا) تبعا لحجم أو مقدار معين مع ذكر التكرار في كل فئة ويسمى هذا التصنيف بالتوزيع التكراري.
- مثال: عند عرض نتائج قياس قطر ثقب في 200 قاعدة معدنية بدون تصنيف لهذه النتائج، لا يبدو لهذه النتائج أي قيمة إحصائية وعند تقسيم هذه النتائج إلى فئات بحيث تضم كل فئة مستوى قطر ذو مدى محدد أمكن الحصول على بيانات إحصائية تعبر عن مدى الانحراف عن المواصفات المطلوبة.

38

التوزيعات التكرارية

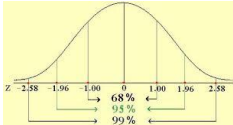
Frequency Distributions

الدرجة	التردد	النسبة المئوية	التكرار النسبي
٦٠	٣	٪١٠	٠.٠١
٦٥	٤	٪١٣.٣	٠.١٣
٧٠	٥	٪١٦.٧	٠.١٧
٧٥	٦	٪٢٠	٠.٢٠
٨٠	٥	٪١٦.٧	٠.١٧
٨٥	٤	٪١٣.٣	٠.١٣
٩٠	٢	٪٦.٧	٠.٠٧
٩٥	١	٪٣.٣	٠.٠٣
المجموع	٣٠	٪١٠٠	١



• مخطط التوزيع التكراري . Histogram

- نفس نتائج المثال السابق يمكن عرضها في صورة مخطط ويعرف بالهستوجرام حيث يبين الرسم العلاقة بين قياس معين وتكرار حدوثه حيث يمثل التدرج الأفقي عدد الخلايا (مسافات متساوية) ويمثل التدرج الرأسي التكرار .



• منحنى التوزيع Distribution Curve

- في أحوال كثيرة يتم التعبير عن التوزيع التكراري بمنحنى وهذا المنحنى يفيد عند إجراء مقارنة بين عدة توزيعات تم تسجيلها في توقعات متتالية وذلك لمتابعة أداء عملية ما .
- التعبير الكمي عن التوزيعات: يتحدد أي توزيع بتحديد موضعه - متوسطه - انتشاره - تشتته - شكله (قمة واحدة أو أكثر وشكل القمة)

39

التوزيعات التكرارية

Frequency Distributions

الدرجة	الاسم
٧٠	ممتاز
٨٠	جيد
٩٠	جيد جداً
٩٥	ممتاز
٩٨	ممتاز
٩٩	ممتاز
١٠٠	ممتاز

المتوسط الحسابي والوسيط والموال

المعيار - مميزات - مميزات

المتوسط الحسابي: مجموع الدرجات مقسوماً على عددها

$$\bar{x} = \frac{70 \times 1 + 80 \times 2 + 90 \times 3 + 95 \times 4 + 98 \times 1 + 99 \times 1 + 100 \times 1}{10} = 87.5$$

الوسيط: هو العدد الأوسط في مجموعة من البيانات بعد ترتيبها بترتيب

المتوال: هو العدد أو الأعداد الأكثر تكراراً لمجموعة من البيانات

- قياس عناصر التوزيع
- 1- المتوسط $\bar{x}$ يسمى ($\bar{x}$ بار) $\bar{x}$ بار ويتم حسابه بقسمة مجموع القيم على عددها .
- 2- التشتت R ويتم بحساب المدى ويساوي الفرق بين أعلى قيمة للنتائج وأقل قيمة

$$R = X(\max) - X(\min)$$

3- الانحراف ويساوي الفرق بين أي قيمة والمتوسط $X(i) - \bar{x}$

4- مجموع مربعات الانحراف (لجميع القيم) S .

5- التباين V حيث $V = S / (n-1)$.

6- الانحراف المعياري s ويساوي الجذر التربيعي للتباين V

وعندما يكون عدد البيانات كبير فإن $n-1 \approx n$.

المدى
 المدى = الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة
 مميزات: طريقة سهلة وبسيطة وسريعة لحساب التشتت
 عيوبه: لا يعطي بيانات دقيقة أو صادقة عن التشتت حيث أنه يعمل القيم المتوسطة البترقية وأقل قيمة

$$\sigma x = \sqrt{\text{Var}(x)} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^2}{\sum f_i} - \left[\frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} \right]^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{10803}{30} - \left[\frac{561}{30} \right]^2}$$

$$\sigma = \sqrt{360.1 - 349.69}$$

$$\sigma = \sqrt{10.41}$$

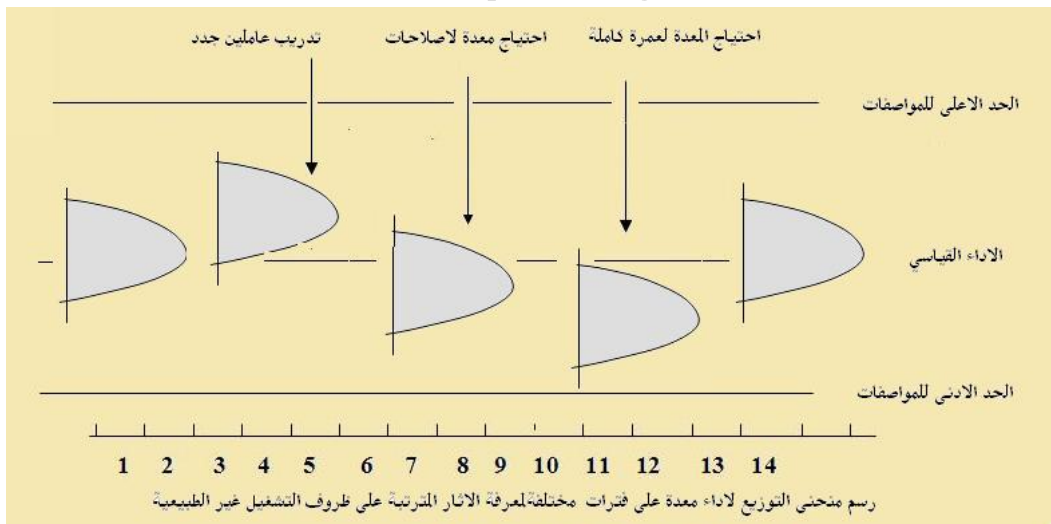
$$\sigma = 3.23$$

التوزيعات التكرارية Frequency Distributions

- لقراءة التوزيعات واستخدامها يجب تجهيز نماذج بسيطة (قوائم تحقق) تسهل على العاملين تسجيل بيانات التوزيع بسهولة وحساب وتسجيل قياسات التوزيع. ولسهولة فهم أي توزيع يجب تحديد الحد الأعلى للمواصفات USL وكذلك الحد الأدنى للمواصفات LSL على نفس الرسم ومراجعة حالة التوزيع على النحو التالي :
- هل متوسط التوزيع في وضع ملائم بالنسبة لحدود المواصفات - هل التوزيع متماثل حول وسطه
- هل التوزيع له أكثر من قيمة قصوى
- هل توجد قيم خارج الحدود
- ما هو شكل الانتشار (التشتت) .
- تستخدم التوزيعات لعمل تقارير منتظمة للنتائج وتحليل أسباب التشتت ولأعمال المراقبة وقدرة العمليات والمعدات .
- أحيانا يكون لمنحنيين نفس المتوسط ويكون التوزيع يعبر عن جودة أفضل عندما يكون انتشار التوزيع حول المتوسط قريبا من المتوسط (اقل عرضا)

41

التوزيعات التكرارية Frequency Distributions



42

خريطة تدفق العمليات: Process Flow Chart

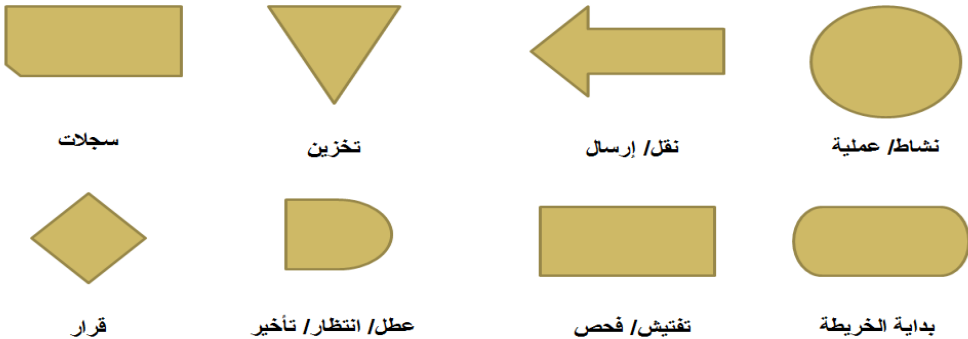
- **تستخدم خرائط تدفق العمليات لتحديد طريقة أداء العمليات وتحليل خطواتها، وذلك لتحقيق عدة أهداف، أهمها:** توضيح الصورة أمام العاملين الجدد والقدامى، وتوحيد طرق العمل، والمساعدة في تحديد الأماكن التي يمكن أن تستفيد من مشاريع التحسينات المستمرة، توثيق العمليات في نظم إدارة الجودة

43

خريطة تدفق العمليات: Process Flow Chart

- وينبغي على المعنيين بخرائط تدفق العمليات أن يكون لديهم إلمام بالرموز المستخدمة في الخريطة، وإشراكهم في وضعها مع تخصيص الوقت الكافي لوضعها.

رموز خريطة تدفق العمليات



44