

لجنة الميكانيك  
تقدم لكم..

# [المكتبة التخصصية]



<http://www.Mech.MuslimEngineer.Net>



[FB.com/Groups/Mid.Group](https://www.facebook.com/Groups/Mid.Group)



0789434018



MechFet



المملكة العربية السعودية  
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني  
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

## تخصص ميكانيكا إنتاج

ضبط الجودة

212 ميك

طبعة ١٤٢٩ هـ

## مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه، وبعد :

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية ضبط الجودة " لمتدربي قسم " ميكانيكا إنتاج " للكلية التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالإستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

# ضبط الجودة

## مقدمة ومفاهيم أساسية عن الجودة

## الوحدة الأولى : مقدمة ومفاهيم أساسية عن الجودة

### الأهداف:

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا و بكفاءة على:
- أن يعرف الجودة.
- أن يعرف ضبط الجودة
- أن يعدد أسس ضبط الجودة.
- أن يحدد مسؤولية الجودة.
- أن يبين الاحتياج لجودة.
- أن يوضح فوائد ضبط الجودة.
- أن يعرف توكيد الجودة و يحدد علاقتها بضبط الجودة.

### متطلبات الجدارة:

يتدرب المتدرب على جميع المهارات السابقة - المذكورة أعلاه - لأول مرة حيث لا يوجد شئ قبل هذه المهمة في هذه الحقيقية.

### مستوى الأداء المطلوب:

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100 % .

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

ساعتان .

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الأمثلة التوضيحية ودراسة الحالة .

مما لا شك فيه أن الاهتمام بجودة الإنتاج بدأ مواكبا مع بدء تعلم الإنسان للحرف و قد ازداد هذا الاهتمام مع الزمن. كما أن ازدياد المدنية و تعقيداتها ، و تعدد المنافسة بين الأفراد ثم الشركات ثم الدول أدى إلى عمل اشتراطات دقيقة في جودة المنتجات ، و ما زالت هذه الدقة تتطور بتطور أجهزة القياس تطورا هائلا بسبب الحاجة إليها للأغراض المطلوب تحقيقها ، و فيما يلي سوف نتناول جوانب عديدة تتعلق بجودة المنتجات:

- الجودة.
- ضبط الجودة.
- أسس ضبط الجودة.
- مسؤولية الجودة.
- الاحتياج للجودة.
- فوائد ضبط الجودة.
- توكيد الجودة.

## 1- 1 الجودة؛

يقصد بكلمة الجودة ملاءمة المنتج للاستعمال في الغرض المخصص له بدرجة ترضي المستهلك ، و يختلف مستوى الجودة المناسب للغرض في مختلف الأحوال فعلى سبيل المثال فإن آنية الزهور الموجودة في حديقة عامة تكون غير مناسبة لوضعها في بهو فندق من حيث المظهر الجمالي وتشطيب كل منهما.

و ترتبط الجودة ارتباطا وثيقا بالمال و الوقت إذ كلما ارتفع مستوى الجودة زادت تكاليف الإنتاج و بالتالي يزيد السعر. و كلما ارتفع مستوى الجودة كلما تطلب ذلك وقتا أطول للإنتاج وعلى ذلك يجب أن نحدد مستوى الجودة المطلوب و المناسب الذي يرضي المستهلك لأنه لو انخفض مستوى الجودة عن المستوى المناسب فقد يؤدي ذلك إلى إغراض المستهلك و لو ارتفع مستوى الجودة عن المستوى المناسب فقد يؤدي ذلك إلى زيادة السعر عن مستوى القوة الشرائية للمستهلك و بالتالي إغراضه عن شراء السلعة.

و ليس الهدف من تحقيق الجودة إذن أن نرفع مستوى الجودة إلى أعلى درجاته وإنما الهدف أساسا هو رضا المستهلك ، فإذا كان المستهلك يريد مثلاً بلاطاً قيشانياً يستخدمه في عنبر من عنابر التصنيع فلا داعٍ للنقوش الزخرفية والشكل الجمالي لهذا البلاط القيشاني حتى لا يزيد السعر عما يراه المستهلك مناسباً له.

## 1- 2 ضبط الجودة؛

و إذا كنا عرفنا كلمة الجودة أن يكون المنتج مناسباً لاستعماله في الغرض المخصص له بدرجة ترضي المستهلك، أما الضبط فيتطلب وجود متطلبات و متابعة لتحقيق هذه المتطلبات و التدخل لمحاولة إصلاح أي انحراف عن المتطلبات يحدث أثناء تحقيقها ، و إذا طبقنا مفهوم الضبط في مجال الجودة فإن المتطلبات تعني المستويات القياسية لجودة و الضبط يعني محاولة إصلاح أي انحراف ينحرف بالجودة عن مستواها القياسي.

وعلى ذلك يمكن أن نعرف ضبط الجودة بأنه جميع الأنشطة و الجهود التي يبذلها جميع العاملين بالمنشأة والتي تتضافر لتحقيق المستويات القياسية المنشودة لجودة.

## 1- 3 أسس ضبط الجودة؛

إن الغرض الأساسي لنظام ضبط الجودة هو ضمان الجودة بأقل تكاليف ممكنة ، ولا يمكن الوصول لهذا الهدف بدون المنع أو الإقلال إلى أقصى حد ممكن من حدوث الإنتاج المعيب.

و توجد خمسة أسس لضبط الجودة ذات أهمية قصوى في منع عيوب الإنتاج وهي:

### أ- تحديد مستويات الجودة المطلوبة (تصميم المنتج):

أي وضع المواصفات التي تحدد خواص المنتج (نوعاً و قيمة) و التي تتفق مع التصميم الذي تم وضعه له ، و في هذه الحالة يجب أولاً تحديد نوع الخواص الموجودة بالمنتج بل يجب تحديد أهم الخواص التي تتأثر جودة السلعة بها بدرجة كبيرة.

### ب- قياس خصائص جودة المنتج:

ويحتاج هذا الأمر إلى أخذ عينات بانتظام من خط الإنتاج. و تلعب طريقة سحب العينات دوراً هاماً ، في هذه الحالة ثم القيام بالقياسات المطلوبة.

### ج- مقارنة القياسات الفعلية بمثلالاتها المحددة بالمواصفات:

عن طريق الأساليب المختلفة لضبط الجودة الإحصائي.

### د- تقييم وتحليل الاختلافات بين المواصفات و النتائج الفعلية:



لمعرفة الأسباب التي أدت إلى الانحرافات في نتائج القياسات ( أي حدوث عدم المطابقة للمواصفات).

#### هـ - اتخاذ الإجراءات التصحيحية و الوقائية لعدم المطابقة الحادثة :

و ذلك عن طريق اتخاذ الإجراءات الفورية لتصحيح عدم المطابقة للمواصفات ثم معالجة الأسباب الجذرية لمنع حدوث عدم المطابقة مرة أخرى على المدى البعيد.

### 1- 4 مسؤولية الجودة:

إن المفهوم الأساسي لمسؤولية جودة المنتجات يقربه الآن على مجال واسع، و تعتبر هذه المسؤولية هي التزام كل من المنتج و البائع بتقديم أداء جيد للمنتجات بسعر مناسب لإرضاء المستهلك وإذا لم يتحقق ذلك فعلى كل من المنتج والبائع وضع الأمور في نصابها أي التصحيح لأي عيوب أو انحرافات عن مستوى الأداء المطلوب مع تحمل كافة التكاليف المترتبة على ذلك.

ولقد ركزت معظم الشركات الصناعية الكبرى و موزعيها على تحمل تلك المسؤولية وزيادتها تجاه جودة المنتجات التي يقدمونها للسوق بالطرق الآتية:

- تنشئ هذه الشركات أسواقا على مجال واسع وبنمو متزايد مع تقبل منتجاتها بناء على التزامه وتعهدا بجودة هذه المنتجات و صيانتها.
- تركز هذه الشركات تركيزا شديدا على مسؤولية جميع العاملين تجاه الجودة في جميع أنشطة المنشأة مثل التسويق للتعرف الدقيق على رغبات المستهلكين، والتصميم المطابق للمواصفات المطلوبة، والشراء للمواد الخام بالمواصفات المطلوبة، والإنتاج للمنتجات بالعمليات الإنتاجية المتحكم فيها، والتفتيش والاختبار الدقيق للمنتجات الناتجة، والتغليف والتخزين الجيد للمنتجات، وكيفية بيع المنتجات للمستهلكين.
- تتعرف هذه الشركات على انطباعات المستهلكين عن جودة هذه المنتجات بدقة و كذلك مسؤولية مورديها تجاه جودة توريداتهم على أعلى أسس مخططة مسبقا سواء بالاهتمام أو بالرقابة لتأكيد أن نتائج الجودة مرضية.



وتنتشر المنتجات ذات الجودة المتدنية عندما لا تتحمل الشركات التي تنتجها أو البائعون الذين يبيعونها أي مسؤولية تجاه إخفاق الجودة أي عدم تحقيق الجودة أو تكاليف ذلك الإخفاق، بل تفرض هذه التكاليف على المستهلك.

والآن بدأ كثير من المنتجين والبائعين بصورة متزايدة في تحمل إخفاقات الجودة، ونشأ هذا الاتجاه بسبب المسألة القانونية للمنتجين والبائعين في المحاكم واعتبارات سلامة المنتجات كنتيجة أولى لمفهوم مسؤولية المنتجين والبائعين تجاه جودة منتجاتهم.

### 1- 5 الاحتياج الجودة:

لم يعد احتياج الشركات الصناعية لرفع جودة المنتجات مطلباً أساسياً ومهماً لازدهارها بل لبقائها في السوق في ظل عوامل كثيرة على جميع الأصعدة سواء الداخلي للشركة أو المحلي أو العالمي، ومن هذه العوامل:

- على الصعيد الداخلي للشركات: من أهم العوامل الداخلية للاحتياج لتطبيق الجودة زيادة المنتجات وتعدد خواصها، وزيادة عدد نماذجها، بالإضافة إلى تعقد تصميمات هذه المنتجات وعملياتها الإنتاجية، والخدمات الميدانية للمنتجات بالإضافة إلى محاولة خفض تكاليف إنتاج هذه المنتجات.
- على الصعيد المحلي: زيادة التنافس المحلي نظراً لزيادة عدد الشركات العاملة في نفس نوع الصناعة مما يتطلب جودة منتجات أفضل و بسعر أقل.
- على الصعيد العالمي: لم يقتصر التنافس بين الشركات على الصعيد المحلي فقط بل تعداه إلى الصعيد العالمي في ظل نظام العولمة و اتفاقية الجات التي فتحت الباب على مصراعيه للمنتجات الأجنبية لتغزو الأسواق المحلية مما حدا بالشركات المحلية الاتجاه إلى إنتاج المنتجات بجودة عالية وسعر منافس كملاذ أخير للبقاء والاستمرار في الأسواق.

### 1- 6 فوائد ضبط الجودة:

تتعدد الفوائد التي تحصل عليها الشركات الصناعية من جراء تنفيذ نظام ضبط الجودة، فتهتس جودة منتجاتها و كذلك عملياتها الإنتاجية، ويكون له التأثير الفعال على كل من زيادة الإنتاجية وتحقيق رضا المستهلك وأخيراً زيادة أرباح الشركة، وتنقسم هذه الفوائد إلى فوائد داخلية على مستوى الشركة وفوائد تتعدى حدود الشركة إلى خارجها و وضعها في السوق كما يلي:

## 1- الفوائد الداخلية لضبط الجودة:

- تحسين جودة المنتجات.
- زيادة إنتاجية الشركة.
- انخفاض أسعار المنتجات و تصبح منافسة في السوق.
- زيادة حصة الشركة في السوق.
- زيادة الأرباح التي تحققها الشركة ومن جهة أخرى فإن تقليل التكاليف يؤدي إلى زيادة مباشرة في الأرباح.

## 2- الفوائد الخارجية لضبط الجودة:

- زيادة رضا المستهلك عن منتجات الشركة.
- زيادة ولاء المستهلك لمنتجات الشركة.
- الإقبال المتكرر على شراء منتجات الشركة.
- زيادة حصة الشركة في السوق.
- زيادة الأرباح التي تحققها الشركة.

وعلى الجانب الآخر يمكن للشركة زيادة أسعار منتجاتها نظرا لارتفاع مستوى جودتها عن جودة المنتجات الأخرى مما يؤدي إلى تحقيق ربح أكثر.

## 1- 7 توكيد الجودة:

يمكن تعريف توكيد الجودة على أنها "كافة الأنشطة المخططة والنظامية المطبقة داخل الشركة لتوفير الثقة الكافية لتحقيق متطلبات الجودة.

ومن أمثلة هذه الأنشطة في مجال التصميم تحديد متطلبات التصميم المتعلقة بالمنتج وتوثيقها لضمان وفاء التصميم بهذه المتطلبات، وفي مجال المشتريات تقييم الموردين لضمان مطابقة المنتجات المشتراة للمتطلبات المحددة من قبل الشركة، وفي مجال العمليات الإنتاجية ضمان تنفيذ هذه العمليات تحت ظروف المراقبة.

توفر توكيد الجودة الثقة في قدرة الشركة على الوفاء بمتطلبات الجودة على المستوى الداخلي أي للإدارة العليا للشركة، وكذلك على المستوى الخارجي أي للشركات الأخرى في الحالة التعاقدية.

وإذا لم تعكس متطلبات الجودة احتياجات المستهلك تماما، فإن توكيد الجودة قد لا يوفر الثقة الكافية في الوفاء بهذه الاحتياجات.

وهناك ارتباط قوي بين أسلوب ضبط الجودة و أسلوب توكيد الجودة، فبينما يضمن أسلوب ضبط الجودة تحقيق متطلبات الجودة المطلوبة، يضمن أسلوب توكيد الجودة استمرار المحافظة على تحقيق هذه المتطلبات.



## ملخص الوحدة

- 1- الجودة هي ملاءمة المنتج للاستعمال في الغرض المخصص له بدرجة ترضي المستهلك.
- 2- ضبط الجودة هو جميع الأنشطة والجهود التي يبذلها جميع العاملين بالمنشأة والتي تتضافر لتحقيق المستويات المنشودة لجودة.
- 3- أسس ضبط الجودة تتمثل في: تحديد مستويات الجودة المطلوبة (تصميم المنتج)، قياس خصائص الجودة للمنتج، مقارنة القياسات الفعلية بمثيلاتها المحددة بالموصفات، تقييم وتحليل الاختلافات بين المواصفات والنتائج الفعلية، اتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية لعدم المطابقة الحادثة.
- 4- مسؤولية الجودة هي مسؤولية جميع العاملين في المنشأة في جميع الأنشطة بداية من التسويق و التصميم و شراء المواد الخام و الإنتاج، والتفتيش و الاختبار والتغليف والتخزين والبيع ومعرفة انطباع المستهلكين عن جودة المنتجات المقدمة إليهم.
- 5- الاحتياج لجودة أمر مهم وحيوي على كافة المستويات سواء على مستوى الشركة أو على المستوى المحلي أو المستوى العالمي لضمان البقاء والاستمرار في السوق.
- 6- تتعدد فوائد ضبط الجودة إلى فوائد داخلية مثل تحسين جودة منتجات الشركة وفوائد خارجية مثل زيادة رضا وولاء المستهلك لمنتجات الشركة.
- 7- توكيد الجودة: كافة الأنشطة المخططة والنظامية المطبقة داخل الشركة لتوفير الثقة الكافية لتحقيق متطلبات الجودة.
- 8- يوجد ارتباط قوي بين أسلوب ضبط الجودة وأسلوب توكيد الجودة، فبينما يضمن أسلوب ضبط الجودة تحقيق متطلبات الجودة المطلوبة، يضمن أسلوب توكيد الجودة استمرار المحافظة على تحقيق هذه المتطلبات.

## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) إرضاء المستهلك ليس هدفا جودة المنتجات. ( )
- (ب) يعتبر اتخاذ الإجراءات التصحيحية أحد أسس ضبط الجودة. ( )
- (ج) تنحصر مسؤولية الجودة داخل الشركة على إدارة الجودة. ( )
- (د) الاحتياج لجودة أمر مهم وحيوي على مستوى الشركة فقط. ( )
- (هـ) توكيد الجودة يختلف عن ضبط الجودة. ( )

(2) أكمل الفراغات:

- (i) من أسس ضبط الجودة .....، و .....  
 (ب) الجودة سلاح تنافس على المستوى .....، و المستوى .....  
 (ج) توكيد الجودة هو توفير ..... لتحقيق متطلبات الجودة.

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) أهم وأسمى هدف لضبط الجودة:

- 1- رضا البائع. ( ) 2- رضا الوسيط. ( )  
 3- رضا المستهلك. ( ) 4- رضا تاجر الجملة. ( )

(ب) أسس ضبط الجودة عددها:

- 1- ستة أسس. ( ) 2- أربعة أسس. ( )  
 3- ثلاثة أسس. ( ) 4- خمسة أسس. ( )

(ج) توكيد الجودة هي:

- 1- عدم الثقة لتحقيق الجودة. ( ) 2- توفير الثقة لتحقيق رضا العاملين. ( )  
 3- توفير الثقة لتحقيق الجودة. ( ) 4- تحقيق الجودة. ( )

(4) اذكر أمثلة على ما يلي:

- (أ) رضا المستهلك لمنتج ما.
- (ب) قياس خصائص جودة لجهاز تليفزيون.
- (ج) ضبط الجودة بواسطة العامل.
- (د) الجودة في تغليف المنتجات.

(5) رتب تسلسل أسس ضبط الجودة:

- 1- تقييم و تحليل الاختلافات بين المواصفات و النتائج الفعلية.
- 2- تحديد مستويات الجودة المطلوبة.
- 3- اتخاذ الإجراءات التصحيحية و الوقائية لعدم المطابقة الحادثة.
- 4- مقارنة القياسات الفعلية بمثيلاتها المحددة بالمواصفات.
- 5- قياس خصائص الجودة للمنتج.

(6) أجب عما يأتي:

- (أ) ما هي الجودة؟
- (ب) عرف ضبط الجودة.
- (ج) كيف تطورت أنظمة الجودة؟
- (د) لماذا تشمل الجودة مسؤولية جميع العاملين في المنشأة؟
- (هـ) لماذا تعتبر الجودة أمراً مهماً و حيوياً لضمان بقاء الشركة في السوق؟

## حالة تدريبية عملية

1. يعمل العامل (أ) في قسم التغليف بأحد مصانع أفران البوتاجاز، وفي يوم الأحد الموافق 1424/1/27هـ، قام هذا العامل بتغليف شحنة من أفران البوتاجاز ذات الست شعلات بكراتين خاصة بأفران البوتاجاز ذات الأربع شعلات، وقد تم تصدير هذه الشحنة إلى إحدى الدول المجاورة على أنها أفران بوتاجاز ذات ستة شعلات، وبمجرد استلامها بميناء الوصول تم رفضها من خلال النظر إلى الكراتين ذات الأربع شعلات.

- (أ) من خلال مفهومك لجودة كمسؤولية جميع العاملين بالمنشأة، من هو المسئول عن رفض الشحنة؟  
(ب) ما هو الإجراء التصحيحي المناسب؟

## حلقة نقاش

ناقش مع أستاذك ومدرّبك أسعار بعض المنتجات الموجودة بالأسواق مع مقارنة جودتها النسبية وحاول الوصول إلى قرار: أيهما تفضل جودة عالية بسعر عال أو جودة منخفضة بسعر منخفض وذلك لمنتجات مستهلكة ومنتجات معمرة.



## أجوبة على تدريبات مختارة

### (1) الإجابات الصحيحة:

- (أ) ( x )  
 (ب) ( ✓ )  
 (ج) ( x )  
 (د) ( x )  
 (هـ) ( ✓ )

### (2) التكملة الصحيحة للفراغات:

- (i) تحديد مستويات الجودة المطلوبة (تصميم المنتج) - قياس خصائص الجودة للمنتج - مقارنة القياسات الفعلية بمشيلاتها المحددة بالمواصفات - تقييم وتحليل الاختلافات بين المواصفات والنتائج الفعلية - اتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية لعدم المطابقة الحادثة.  
 (ب) المحلي - العالمي.  
 (ج) الثقة الكافية .

### (3) الاختيارات الصحيحة:

- (i) 3- رضا المستهلك.  
 (ب) 4- خمسة أسس.  
 (ج) 3- توفير الثقة لتحقيق الجودة.

# ضبط الجودة

## أساسيات الإحصاء

## الوحدة الثانية :أساسيات الإحصاء

### الأهداف :

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا وبكفاءة على أن:
- يصنف الاختلافات التصنيعية ويحدد مصادر أسبابها الممكنة.
- يشرح مفاهيم التوزيعات التكرارية: البيانات الخام والتوزيع التكراري والمدرج التكراري.
- يضع آلية لتكوين تقنية التوزيع التكراري والمدرج التكراري.
- يحدد علاقة حجم العينة بدقة التوزيعات التكرارية.
- يشرح مفهوم النزعة المركزية وعلاقتها بجودة المنتج.
- يحسب مقاييس النزعة المركزية مثل المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال.
- يشرح مفهوم التشتت وعلاقته بجودة المنتج.
- يحسب مقاييس التشتت مثل المدى والانحراف المعياري والتباين.
- يشرح تطبيقات تقنية التوزيع التكراري في المجال الصناعي.

### متطلبات الجدارة:

إجراء العمليات الرياضية المستخدمة في علم الإحصاء، والقيام بعمليات القياس المطلوبة من مقرر قياسات 113 ميك.

### مستوى الأداء المطلوب :

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100 % .

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

أربع ساعات.

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الأمثلة التوضيحية ودراسة الحالة.

أظهرت الدقة المتزايدة التي تتطلبها عمليات تصنيع الأجزاء أو المنتجات الحاجة إلى طرق أفضل لتجميع وجدولة وتفسير وتقديم البيانات في صورة كمية من أجل ضبط جودة الإنتاج، وهو ما يعرف باستخدام علم الإحصاء الصناعي الذي يعتبر أكثر الأساليب الهامة المستخدمة في ضبط الجودة وتزايدت أهميته بإدخال برامج الحاسب الآلي المتطورة مما تمخض عن تطبيقات عملية مذهلة تزايدت وعمقت في مجال البرامج الحديثة لضبط الجودة.

وسوف نتناول في هذه الوحدة ما يلي:

- الاختلافات التصنيعية.
- البيانات الخام لجودة.
- التوزيعات التكرارية.
- المدرجات التكرارية.
- العلاقة بين حجم العينة ودقة التوزيعات التكرارية.
- النزعة المركزية وعلاقتها بجودة المنتج.
- مقاييس النزعة المركزية.
- التشتت وعلاقته بجودة المنتج.
- مقاييس التشتت مثل المدى والانحراف المعياري والتباين.
- تطبيقات تقنية التوزيع التكراري في المجال الصناعي.

## 2- 1 الاختلافات التصنيعية؛

إن السمة الأساسية للإنتاج الحديث أنه إنتاج متكرر أي إنتاج أعداد كبيرة من الوحدات المتماثلة، ولكن الفحص الدقيق للوحدات الخارجة من خط الإنتاج بأي صناعة تظهر أنها ليست متماثلة تماماً وإنما متشابهة إلى حد كبير حيث إنها تختلف في خواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الميكانيكية أو غير ذلك من الخواص المحددة لجودتها حتى لو تم تصنيعها بواسطة أدق الماكينات مثل ماكينات التشغيل بالتحكم الرقمي بالحاسب، وهذه الاختلافات تسمى الاختلافات التصنيعية.

**أنواع الاختلافات التصنيعية:** يمكن تقسيم الاختلافات التصنيعية للوحدات الخارجة إلى ثلاثة أنواع :  
الاختلاف التصنيعي داخل الوحدة، و الاختلاف التصنيعي بين الوحدات المنتجة في نفس فترة الإنتاج،  
والاختلاف التصنيعي بين الوحدات المنتجة في فترات تشغيلية مختلفة.

(أ) الاختلاف التصنيعي داخل الوحدة: هذا النوع من الاختلاف التصنيعي يمكن توضيحه بالاختلاف الموجود في درجة نعومة أو خشونة جزء من سطح مشغل عن درجة نعومة أو خشونة في جزء آخر من هذا السطح.

(ب) الاختلاف التصنيعي بين الوحدات المنتجة في نفس فترة الإنتاج: ويمكن توضيح هذا النوع بالاختلافات الحادثة في المقاومات الكهربائية لمجموعة من الملفات المنتجة في خلال نفس الفترة التشغيلية.

(ج) الاختلاف التصنيعي بين الوحدات المنتجة في فترات تشغيلية مختلفة: مثال ذلك الاختلاف التصنيعي المتمثل في الاختلاف الحادث بين وحدة أنتجت في الفترة الصباحية عن وحدة أنتجت في الفترة المسائية.

أسباب الاختلافات التصنيعية: و تعزى أسباب هذه الاختلافات التصنيعية السابق ذكرها إلى مجموعة من المصادر الأساسية تتمثل في الماكينات و المواد الخام والظروف البيئية و العمالة بالإضافة إلى الطرق.

(أ) الماكينات: ويشمل هذا المصدر التغيرات الحادثة في أدوات القطع و مثبتات الشغلات والماكينات ذاتها، وهذه التغيرات جميعها تشكل مقدرة معينة تعمل في إطاره الماكينة، ويتساوى في ذلك الماكينات المستعملة وكذلك الماكينات الجديدة ولكن بتغيرات أقل.

(ب) المواد الخام: من المعروف أن المواد الخام ما هي إلا منتجات نهائية لعمليات تصنيعية سابقة، ولذلك فتختلف هذه المواد من مورد لآخر، وتختلف أيضا على مستوى كل دفعة من نفس المورد، ومثال ذلك اختلاف نسب الرطوبة في حبيبات بلاستيك خام تورد لمصنع لإنتاج المنتجات البلاستيكية.

(ج) الظروف البيئية: تمثل الظروف البيئية مصدرا هاما للاختلافات للتصنيعية للوحدات، مثال ذلك درجة الحرارة التي تختلف من خط إنتاج لآخر أو حتى على طول خط إنتاج لآخر أو من مرحلة لأخرى لخط إنتاج معين.

(د) العمالة: تختلف مهارة عامل عن آخر بمدى تأهيله لأداء عمله وكذلك مدى تدريبه على هذا الأداء بالإضافة إلى عدد سنوات خبرته في هذا العمل، وبالتالي يختلف أداء العامل عن الآخر، الأمر الذي يسبب اختلافات تصنيعية كبيرة في إنتاج الوحدات، ولكن هذه الاختلافات تقل بصورة جلية كلما كانت المعدات أكثر آلية أو أوتوماتيكية.

(هـ) الطرق: يعتبر هذا المصدر من أهم أسباب الاختلافات التصنيعية حيث هناك اختلاف تصنيعي لإنتاج وحدات بنفس طريقة الإنتاج، مثال ذلك إنتاج أسطح مستوية بواسطة عملية القشط، أما إذا تم إنتاج هذه الأسطح بواسطة طرق مختلفة مثل عملية قشط، أو عملية تفريز فالاختلاف التصنيعي سوف يكون أكثر وضوحا عما إذا أنتجت هذه الأسطح بطريقة واحدة.

## 2- 2 البيانات الخام لجودة:

البيانات الخام لجودة هي بيانات جمعت لخواص الجودة من خطوط الإنتاج ولكنها غير منتظمة عدديا. مثال ذلك الأوزان الآتية لعينة عشوائية مكونة من مائة شريحة مصنوعة من النحاس أخذت من إنتاج أحد المصانع الوطنية للنحاس (الوزن بالجرام gm) وسجلت في نموذج جمع بيانات الموضح بالشكل (2- 1)

## نموذج جمع بيانات

اسم الجزء: شريحة نحاس	التاريخ: 10/11/1422
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: الصباحية
الجزء المقاس: وزن شريحة النحاس	القسم: 12
عدد الوحدات / عينة: 100	الفاحص: 111
الماكينة: (أ)	رقم أمر التشغيل: 105

72	60	61	63	66	70	64	72	65	68
67	69	68	64	68	70	65	68	70	66
74	66	68	65	69	66	64	72	61	62
66	71	66	71	70	66	70	68	69	66
73	61	66	63	66	67	71	73	64	68
66	71	67	71	68	69	66	71	70	69
74	63	64	70	66	67	65	74	68	69
66	71	70	70	67	68	66	70	66	70
66	71	68	70	66	68	66	67	67	69
63	66	68	65	67	64	67	63	63	65

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
10/11/1422	.....	.....

جدول (2- 1) نموذج لجمع البيانات الخام لمائة شريحة من شرائح النحاس

## 2- 3 التوزيعات التكرارية؛

عند تلخيص أعداد كبيرة من البيانات الخام لجودة فإنه من المفيد توزيعها على فئات (مجموعات جزئية للبيانات) وتحديد عدد البيانات التي تنتمي لكل فئة ويسمى هذا بتكرار الفئة ويسمى الجدول الذي يحتوي على الفئات وتكراراتها المتناظرة بالتوزيع التكراري، وتسمى البيانات المنظمة في صورة التوزيع التكراري بالبيانات المجمعة أو المبوبة.



ويمثل الجدول (2- 1) توزيعا تكراريا لأوزان (100) شريحة من شرائح النحاس (بالجرام gm) .  
الفئة الأولى على سبيل المثال تشتمل على الأوزان (60-62) جرام ، ويعبر عنها بالرمز (60-62) و بما أن  
عدد الشرائح التي تنتمي إلى هذه الفئة هو (5) شرائح فإن التكرار المقابل لهذه الفئة هو (5).

أوزان شرائح النحاس (بالجرام)	عدد شرائح النحاس
62-60	5
65-63	18
68-66	42
1-697	27
4-727	8
مجموع التكرارات	100

جدول (2- 2) التوزيع التكراري لشرائح النحاس

آلية تكوين تقنية التوزيعات التكرارية:

- 1- حدد أكبر قيمة وأقل قيمة في البيانات الخام لجودة ومنها أوجد المدى (Range R) وهو الفرق بين أكبر رقم وأقل رقم) مثال ذلك من البيانات الخام لجودة المذكورة في جدول (2- 1) فالمدى لهذه البيانات

$$R = 74 - 60 = 14 \text{ gm}$$

- 2- قسم المدى إلى عدد مناسب من الفئات المتساوية الطول ، ويؤخذ عدد الفئات عادة بين (20:5) حسب طبيعة البيانات. ويختار الفئات أيضا بحيث يتفق مركز الفئة مع المشاهدات الفعلية، مثال ذلك: إذا قسمنا البيانات المذكورة في شكل (3- 1) إلى (5) فئات فإن طول كل فئة ( $C = \frac{14}{5} = 2.8 \text{ gm}$ ) أي حوالي ( $C = 3 \text{ gm}$ ) ، وتكون فترة الفئة

(2gm). فإذا بدأنا برقم (60) وهو أصغر رقم تكون النهاية الدنيا للفئة الأولى وإذا أضفنا (2) إلى هذه النهاية حصلنا على النهاية العليا للفئة الأولى أي (62) ، وبالتالي تصبح فترة الفئة الأولى (60- 62) ويكون الحد الأدنى للفئة الأولى (59.5) والحد الأعلى للفئة الأولى (62.5) وهكذا تحسب باقي نهايات وحدود الفئات.

3- حدد عدد المشاهدات التي تقع في كل فترة فئة. وتوضع علامة لكل مشاهدة أمام الفئة التي تنتمي إليها هذه المشاهدات وللتسهيل تحزم كل أربع علامات بالعلامة الخامسة مكونة حزمة. وبذلك نحصل على التوزيع التكراري. مثال ذلك الجدول رقم (2- 3) وهو التوزيع التكراري للبيانات الخام لجودة لأوزان شرائح النحاس المعطاة في جدول (2- 1)

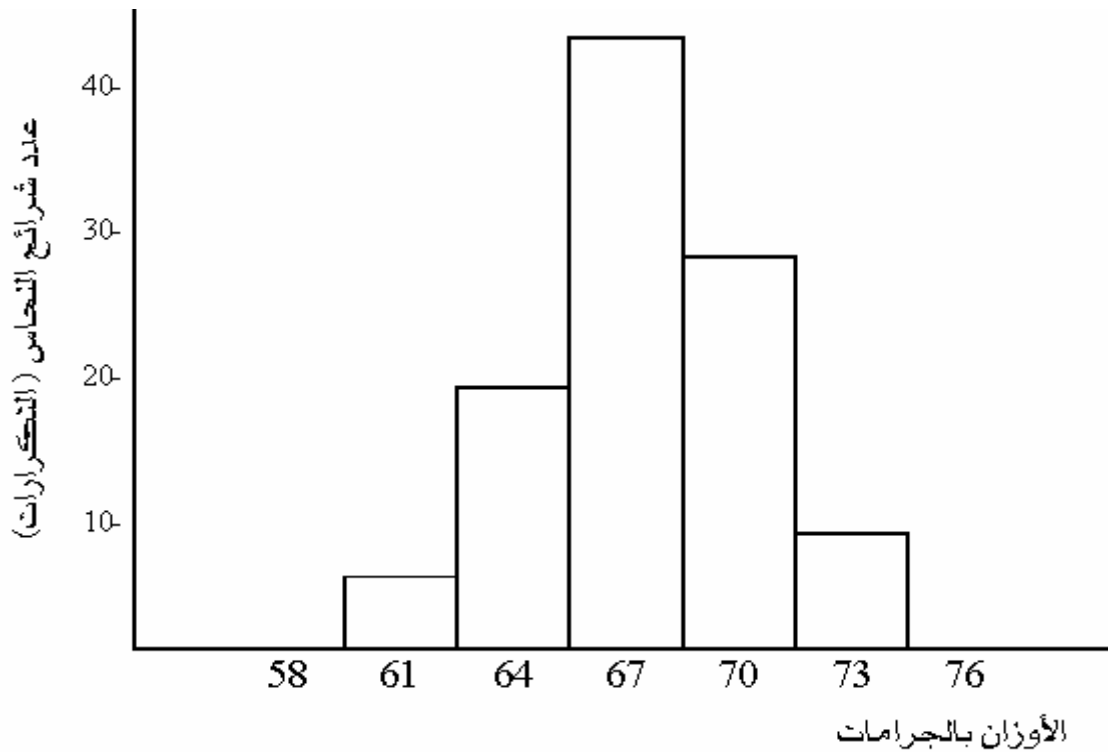
نهايات الفئات	حدود الفئات	العلامات (الحزم)	التكرار
62-60	62.5-59.5		5
65-63	65.5-62.5		18
68-66	68.5-65.5		42
1-697	1.5-68.57		27
4-727	4.5-71.57		8
100	مجموع التكرارات		

جدول رقم (2- 3) التوزيع التكراري لأوزان مائة طبق قهوة

## 2- 4 المدرجات التكرارية:

- يعتبر المدرج التكراري تمثيلاً بيانياً للتعبير عن التوزيعات التكرارية بصورة مرئية أكثر وضوحاً.
- فالمدرج التكراري أو مدرج التكرارات: يتكون من مجموعة من المستطيلات لكل منها:
  - قاعدة على المحور الأفقي (محور  $X$ ) مركزها عند مركز الفئة وطول القاعدة يساوي طول فترة الفئة.
  - مساحة متناسبة مع تكرار الفئة. وحيث إن الفئات كلها لها نفس الطول فإنه من المعتاد أن تؤخذ الارتفاعات مساوية لتكرارات الفئات.

ويوضح شكل (2- 1) المدرج التكراري لبيانات التوزيع التكراري لأوزان المائة شريحة من شرائح النحاس.



شكل (2- 1) المدرج التكراري لأوزان مائة شريحة نحاس

## 2- 5 العلاقة بين حجم العينة ودقة التوزيعات التكرارية:

من المعروف أنه كلما زاد حجم العينة زادت دقة التوزيع التكراري الناتج عنها في التعبير عن دفعة الإنتاج المأخوذة منها هذه العينة، ولكن عند اتخاذ قرار عملي بالحجم المناسب للعينة يؤخذ في الاعتبار العاملين الآتيان:

- اقتصاديات الإنتاج أي ما هي تكلفة فحص كل مفردة من مفردات العينة.
- الدقة الإحصائية المطلوبة أي ما هو الخطأ المسموح به فيما يخص التمرکز والتشتت بالنسبة لمفردات العينة عن مفردات الدفعة كلها.

ومن البديهي أن كلا من العاملين السابقين يعمل عكس الآخر، نتيجة لذلك فإن تحديد حجم العينة المناسب لتحليل توزيع تكراري معين يعتمد على الموازنة بين درجة الدقة الإحصائية المطلوبة

واقتصادياتها، وتلعب الخبرة السابقة والمعرفة التامة بالعملية الإنتاجية دورا كبيرا في اتخاذ قرار تحديد حجم العينة المناسب.

## 2- 6 النزعة المركزية وعلاقتها بجودة المنتج؛

تعرف خاصية النزعة المركزية لمجموعة من بيانات الجودة بأنها ميل هذه البيانات للتجمع حول قيمة معينة نموذجية تكون هي القيمة المنشودة لتحقيق جودة المنتج. مثال ذلك إذا كان الوزن الأمثل لشريحة من النحاس منتجة من أحد المصانع الوطنية هو (67 gm) فإذا تجمعت قيم أوزان الشرائح المأخوذة قريبة من هذا الوزن كان ذلك معبرا عن جودة إنتاج هذه الشرائح طبقا لأوزانها.

## 2- 7 مقاييس النزعة المركزية؛

يعتبر المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال من أهم مقاييس النزعة المركزية والذي سوف نستعرضها فيما يلي:

## 2- 7 - 1 المتوسط الحسابي؛

يعرف المتوسط على أنه مجموع بيانات الجودة المأخوذة مقسوما على عددها، ويرمز له بالرمز  $\bar{X}$ .

مثال: المتوسط الحسابي لخمسة أقطار أعمدة من الصلب هي 10, 12, 5, 4, 9 بالمليمتر.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$\bar{X} = \text{المتوسط}$$

$$X_i = \text{قيمة القراءة رقم (i)}$$

$$N = \text{عدد القراءات}$$

$$\bar{X} = \frac{10+12+5+4+9}{5} = 8 \text{ mm}$$

وسوف نستعرض طريقة حساب المتوسط الحسابي للبيانات المجمعة، فإذا كانت القيم  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  تحدث بتكرارات  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$  على الترتيب فإن المتوسط الحسابي سيكون:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N f_j X_j}{\sum_{j=1}^N f_j}$$

حيث

$$\sum_{j=1}^N f_j = \text{مجموع التكرارات}$$

عندما تعرض البيانات في توزيع تكراري (كأحد صور البيانات المجمعة) فإن جميع القيم التي تقع داخل فئة معينة تعتبر مطابقة لمركز الفئة أو منتصف مدى الفئة. فالصيغة السابقة لإيجاد المتوسط وهي:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N f_j X_j}{\sum_{j=1}^N f_j}$$

يمكن استخدامها [إذا اعتبرنا ( $X_j$ ) مركز الفئة و( $f_j$ ) التكرار المقابل لها] .

مثال ذلك: لإيجاد المتوسط الحسابي لأوزان شرائح النحاس من الجدول الآتي:

التكرار ( $f_j$ )	الفئة الوزن ( gm )
5	62-60
18	65-63
42	68-66
27	1-697
8	4-727
100	مجموع التكرارات

الوزن المتوسط =

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N f_j X_j}{\sum_{j=1}^N f_j}$$

حيث

$X_j$  = مركز الفئة (j)

$f_j$  = تكرار الفئة (j)

N = عدد الفئات

الوزن ( gm ) الفئة	التكرار ( $f_j$ )	مركز الفئة ( $X_j$ )	$X_j \times f_j$
62-60	5	61	053
65-63	18	64	1152
68-66	42	67	2814
1-697	27	70	1890
4-727	8	73	584
المجموع	100	-----	6745

الوزن المتوسط لشرائح النحاس =

$$\bar{X} = \frac{6745}{100} = 67.45 \text{ gm}$$

## 2- 7 - 2 الوسيط:

يعرف الوسيط لمجموعة من بيانات الجودة المرتبة حسب قيمتها بمنظومة بأنه القيمة التي في المنتصف (إذا كان عدد البيانات فردياً) أو المتوسط الحسابي للقيمتين اللتين في المنتصف (إذا كان عدد البيانات زوجياً). ويرمز له بالرمز  $X_{med}$

مثال: الوسيط لخمس أطوال لقضبان من النحاس (مرتبة تصاعدياً وعددها فردي) هي 6, 7, 8, 9, 10 بالمت.

الوسيط  $X_{med}$ :

$$X_{med} = 8m$$

مثال: الوسيط لأربع ارتفاعات من كتل الحديد (مرتبة تنازلياً وعددها زوجي) هي 15, 13, 11, 9 بالمت.

الوسيط  $X_{med}$ :

$$X_{med} = \frac{13+11}{2} = 12m$$

و سوف نستعرض طريقة حساب الوسيط للبيانات المجمعة، فإذا كانت القيم

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  تحدث بتكرارات  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$  على الترتيب فإن الوسيط سيكون:

$$X_{med} = L_1 + \left( \frac{\frac{N}{2} - (\sum f)_1}{f_{med}} \right) \times c$$

$L_1$  = الحد الأدنى للفئة الوسطية (أي التي يقع فيها الوسيط الذي يناظر منتصف التكرارات)

$N$  = عدد البيانات (مجموع التكرارات)

$(\sum f)_1$  = مجموع التكرارات لجميع الفئات قبل الفئة الوسطية

$f_{med}$  = تكرار الفئة الوسطية

$c$  = طول الفئة الوسطية



مثال: لإيجاد الوسيط لأوزان شرائح النحاس من الجدول الآتي:

الوزن ( gm )	الفئة
62-60	5
65-63	18
68-66	42
1-697	27
4-727	8
مجموع التكرارات	100

حيث إن عدد الشرائح 100 فالوسيط يوجد في الفئة (66 - 68) التي بها منتصف التكرارات أي

تكرار 50

الوسيط =

$$X_{med} = L_1 + \left( \frac{\frac{N}{2} - (\sum f)_1}{f_{med}} \right) \times c$$

$$X_{med} = 65.5 + \left( \frac{\frac{100}{2} - (5+18)}{42} \right) \times 3 = 67.43 \text{ gm}$$

2- 7 - 3 المنوال:

يعرف المنوال لمجموعة من بيانات الجودة على أنه هو القيمة التي تتكرر أكثر من غيرها أو القيمة الأكثر شيوعاً وقد يوجد لبيانات الجودة أكثر من منوال وقد لا يكون لبيانات الجودة منوال على الإطلاق، ويرمز له بالرمز  $X_{mode}$

مثال: المنوال لمجموعة من أطوال قضبان من النحاس هي 6, 7, 7, 8, 9, 10 بالمتري.

$$X_{mode} = 7 \text{ m}$$

المنوال:

مثال: المجموعة من أطوال قضبان من النحاس هي 6, 7, 8, 9, 10 بالمتري، ليس لها منوال حيث إن جميع البيانات تساوت في التكرار مرة واحدة.

مثال: المنوال لمجموعة من أطوال قضبان من النحاس هي 2, 3, 4, 4, 5, 5, 6 بالمتري، لها منوالان المنوال الأول  $X_{mode} = 4 \text{ m}$  والمنوال الثاني  $X_{mode} = 5 \text{ m}$  حيث تكرر الطولان 4, 5 مرتين.

وسوف نستعرض طريقة حساب المنوال للبيانات المجمعة، فإذا كانت القيم  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  تحدث بتكرارات  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$  على الترتيب فإن المنوال سيكون:

$$X_{mode} = L_1 + \left( \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \right) \times c$$

$L_1$  = الحد الأدنى للفئة المنوالية (أي الفئة التي يقع فيها المنوال)

$\Delta_1$  = زيادة تكرار الفئة المنوالية عن تكرار الفئة قبل المنوالية

$\Delta_2$  = زيادة تكرار الفئة المنوالية عن تكرار الفئة بعد المنوالية

$c$  = طول الفئة المنوالية

مثال ذلك: لإيجاد المنوال لأوزان شرائح النحاس من الجدول الآتي:

الوزن ( gm )	الفئة
62-60	5
65-63	18
68-66	42
1-697	27
4-727	8
مجموع التكرارات	100

حيث إن الفئة التي بها المنوال (الفئة ذات أكبر تكرار = 42) هي الفئة (66 - 68) وعلى ذلك سيكون المنوال  $X_{mode}$ :

$$X_{mode} = L_1 + \left( \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \right) \times c$$

$$X_{mode} = 65.5 + \left( \frac{(42-18)}{(42-18)+(42-27)} \right) \times 3 = 67.35 \text{ gm}$$

## 2- 8 التشتت وعلاقته بجودة المنتج:

الدرجة التي تتجه بها بيانات الجودة الرقمية للانتشار حول قيمة وسطى تسمى تشتت البيانات وكلما كان التشتت قليلا دل ذلك على ثبات جودة المنتج و انتظامها ، مثال ذلك إذا كان الوزن المتوسط لشرائح من النحاس هو (67gm) فإذا انتشرت قيم القياسات للعينات المأخوذة حول هذا الوزن انتشارا محدودا دل ذلك على ثبات جودة شرائح النحاس طبقا لأوزانها.

## 2- 9 مقاييس التشتت:

وهناك عديد من مقاييس التشتت يمكن استخدامها وإن كان الأكثر شيوعا هو المدى والانحراف المعياري والتباين.

## 2- 9 - 1 المدى:

مدى مجموعة من البيانات هو الفرق بين أكبر قيمة و أصغر قيمة في هذه البيانات.  
مثال: لإيجاد المدى لخمس أحجام لقوارير من البلاستيك هي 100, 88, 91, 94, 90 لتر، أكبر حجم هو 100 لتر، و أصغر حجم هو 88 لتر.  
إذن المدى لأحجام قوارير البلاستيك باللتر

$$R = 100 - 88 = 12 \text{ litres}$$

مثال: لإيجاد المدى من الجدول الآتي لأوزان مجموعة من شرائح من النحاس مقاسة بالجرام.

التردد ( $f_j$ )	الفئة الوزن ( gm )
5	62-60
18	65-63
42	68-66
27	71-69
8	74-72
100	مجموع التكرارات

المدى (R) = النهاية العليا للفئة الأخيرة - النهاية الدنيا للفئة الأولى

المدى لأوزان شرائح النحاس بالجرام

$$R = 74 - 60 = 14 \text{ gm}$$

## 2- 9 - 2 الانحراف المعياري:

يعرف الانحراف المعياري (  $S$  ) لمجموعة من القيم بأنه المتوسط التربيعي لانحرافات هذه القيم عن متوسطها الحسابي أي أنه يساوي الجذر التربيعي لمجموع مربعات الانحرافات عن المتوسط الحسابي مقسومة على عدد قيم المجموعة.

في بعض الأحيان يعرف الانحراف المعياري لبيانات من عينة بالقسمة على (N-1) بدلا من N لقيم N الصغيرة (N<30) لأن هذا يؤدي للحصول على تقدير أحسن للانحراف المعياري للمجتمع الذي سحبت منه، و لقيم N الكبيرة (N>30) فإنه من الناحية العملية لا يوجد فرق حقيقي بين التعريفين.

لحساب الانحراف المعياري (  $S$  ) لمجموعة من القيم الفردية ، نستخدم المعادلة الآتية:

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

$\bar{X}$  = المتوسط

$X_i$  = قيمة القراءة رقم (i)

N = عدد القراءات

مثال: لإيجاد الانحراف المعياري لأربع مقاومات كهربائية هي 3.3, 3.6, 3.4, 3.7 أوم (  $\Omega$  ).

نحسب أولا المتوسط الحسابي

$$\bar{X} = \frac{3.7+3.4+3.6+3.3}{4} = 3.5 \Omega$$

ولحساب الانحراف المعياري نكون الجدول الآتي لتسهيل الحسابات.

$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})$	$X_i$
+0.04	+0.2	.73
+0.01	-0.1	.43
+0.01	+0.1	.63
+0.04	-0.2	.33
+0.1	0	المجموع

إذن الانحراف المعياري ( $S$ ) للأربع مقاومات مقدراً بالأوم ( $\Omega$ ).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.1}{3}} = 0.18\Omega$$

لحساب الانحراف المعياري ( $S$ ) لمجموعة من البيانات المجمعة فإذا كانت البيانات  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  تحدث بتكرارات  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$  على الترتيب فإن الانحراف المعياري يمكن كتابته على صورة:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N f_j (X_j - \bar{X})^2}{\sum_{j=1}^N f_j}}$$

وتستخدم هذه الصيغة للبيانات المجمعة والمبوبة في جداول.

حيث  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  تمثل مراكز الفئات،  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$  تمثل التكرارات المقابلة لها.

مثال: لإيجاد الانحراف المعياري لأوزان شرائح النحاس:

الوزن ( gm ) الفئة	التكرار ( $f_j$ )
62-60	5
65-63	18
68-66	42
1-697	27
4-727	8
مجموع التكرارات	100

المتوسط الحسابي  $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N f_j X_j}{\sum_{j=1}^N f_j}$$

حيث

$X_j =$  مركز الفئة (  $j$  )

الوزن ( gm ) الفئة	التكرار ( $f_j$ )	مركز الفئة ( $X_j$ )	$X_j \times f_j$
62-60	5	61	053
65-63	18	64	1152
68-66	42	67	2814
1-697	27	70	1890
4-727	8	73	584
	100		6745

$$\bar{X} = \frac{6745}{100} = 67.45 \text{ gm}$$

الانحراف المعياري (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N f_j (X_j - \bar{X})^2}{\sum_{j=1}^N f_j}}$$

حيث

$X_j$  = مركز الفئة (j)

$f_j$  = تكرار الفئة (j)

الوزن ( gm )	الفئة	التكرار ( $f_j$ )	مركز الفئة ( $X_j$ )	$(X_j - \bar{X})$	$(X_j - \bar{X})^2$	$f_j (X_j - \bar{X})^2$
62-60		5	61	-6.45	41.6025	208.0125
65-63		18	64	-3.45	11.9025	214.245
68-66		42	67	-0.45	0.2025	.5058
1-697		27	70	2.55	6.5025	175.5675
4-727		8	73	5.55	30.8025	246.42
		100				52.758

الانحراف المعياري (S)

$$S = \sqrt{\frac{852.75}{100}} = \sqrt{8.5275} = 2.92 \text{ gm}$$



## 2- 9 - 3 التباين:

ويعرف التباين ( $S^2$ ) لمجموعة من البيانات بأنه مربع الانحراف المعياري.

ويكون التباين في المثال السابق لحساب الانحراف المعياري لأربع مقاومات كهربائية والمذكور في

الجزء السابق 2- 9 - 2 الانحراف المعياري كمثال على مجموعة من القيم الفردية :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1} = \frac{0.1}{3} = 0.33 \quad \Omega$$

ويكون التباين في المثال السابق لحساب الانحراف المعياري لأوزان شرائح النحاس والمذكور في

الجزء السابق 2- 9 - 2 الانحراف المعياري كمثال على البيانات المجمعة والمبوبة في جدول.

ويكون التباين في المثال كمثال على:

$$S^2 = \frac{\sum_{j=1}^N f_j (X_j - \bar{X})^2}{\sum_{j=1}^N f_j} = \frac{852.75}{100} = 8.5275 \quad gm$$

## 2- 10 تطبيقات تقنية التوزيع التكراري في المجال الصناعي:

يتضح مما تم استعراضه في هذه الوحدة أن تقنية التوزيع التكراري تفيد في تفهم التغير الموجود

بين مجموعة البيانات بسرعة فائقة.

فالتوزيع التكراري أولا يشير إلى حجم التغير فيها و ما إذا كان يوجد للبيانات منطقة تركز

ومكان هذه المنطقة وثانيا يبين مدى التغير في البيانات وثالثا يوضح مقدار التماثل بالنسبة للاختلافات في

جودة المفردات أو العينات التي تم أخذها.

وعلى ذلك فإن التوزيعات التكرارية تعطي معلومات مفيدة عن جودة المنتجات في صورة بيانية

يسهل فهمها ثم تحليلها ثم اتخاذ إجراء حيال تصحيحها إذا تطلب الأمر ذلك حيث يمكن أن يمثل التوزيع

التكراري بالآتي:

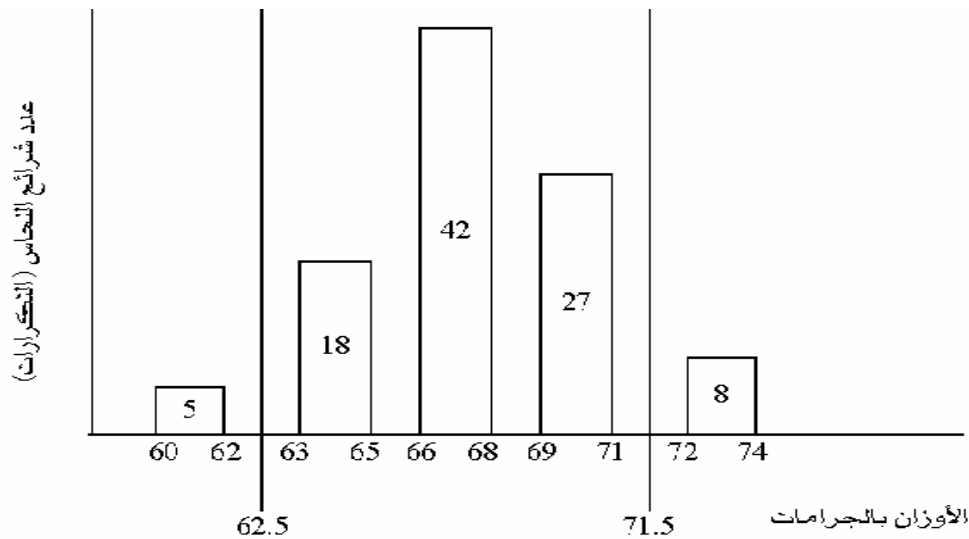
1- التمثيل العددي للتوزيع التكراري: مثل العلامات و الحزم و كذلك جدول التوزيع

التكراري .

2- التمثيل البياني للتوزيع التكراري مثل المدرج التكراري.

ولهذه التوزيعات التكرارية بكافة صورها استخدامات كثيرة في ضبط جودة المنتجات في المجال الصناعي حيث إنها توضح في المثال السابق الخاص بأوزان شرائح النحاس:

- 1- القيمة المتوسطة التقريبية لأوزان شرائح النحاس التي تعكس متوسط العملية الإنتاجية لهذه الشرائح موجودة في الفئة ( 68 gm – 66 gm ).
- 2- مدى انتشار أوزان شرائح النحاس أي مدى التباين في العملية الإنتاجية لهذه الشرائح هو (74 gm:60 gm).
- 3- العلاقة بين العملية الإنتاجية و سماح المواصفات لأوزان شرائح النحاس، فإذا كان الحد الأدنى لمواصفات أوزان شرائح النحاس هو ( 62.5 gm ) والحد الأعلى لأوزان شرائح النحاس هو ( 71.5 gm ).



شكل رقم (2- 2) المدرج التكراري

فإننا نجد من خلال شكل رقم (2- 2) المتضمن المدرج التكراري النسبي أن:

- نسبة أوزان شرائح النحاس المطابق للمواصفات هي (78 %).
- نسبة أوزان شرائح النحاس غير المطابق للمواصفات هي (13 %).
- نسبة أوزان شرائح النحاس غير المطابق للمواصفات و أخف وزنا هي (5 %) وهذه النسبة من شرائح النحاس تصبح خردة.

- نسبة أوزان شرائح النحاس غير المطابق للمواصفات و أثقل وزنا هي (8 %) وهذه النسبة من شرائح النحاس يمكن إعادة تشغيلها بهدف تقليل أوزانها حتى تتطابق مع المواصفات.
-

### ملخص الوحدة

1. علم الإحصاء الصناعي في مجال ضبط الجودة: يتناول تجميع و جدولة و تفسير و تقديم البيانات في صورة كمية من أجل ضبط جودة الإنتاج.
2. يوجد اختلافات تصنيفية للوحدات الخارجة من خط الإنتاج الواحد.
3. أنواع الاختلافات التصنيفية: الاختلاف التصنيفي داخل الوحدة، و الاختلاف التصنيفي بين الوحدات المنتجة في نفس فترة الإنتاج، و الاختلاف التصنيفي بين الوحدات المنتجة في فترات تشغيلية مختلفة.
4. أسباب الاختلافات التصنيفية: التغيرات في الماكينات و المواد الخام والظروف البيئية والعمالة والطرق.
5. البيانات الخام لجودة: بيانات جمعت لخواص الجودة من خطوط الإنتاج ولكنها غير منتظمة عددياً.
6. التوزيع التكراري: هو الجدول الذي يحتوي على الفئات و تكراراتها المتناظرة.
7. آلية تكوين تقنية التوزيعات التكرارية: تحديد مدى البيانات و تقسيم المدى إلى فئات وتحديد عدد المشاهدات التي تقع في فترة كل فئة وبذلك يتكون التوزيع التكراري.
8. المدرج التكراري: مجموعة من المستطيلات قواعدا أطوال فترات الفئات وارتفاعاتها مساوية لتكرارات الفئات.
9. كلما زاد حجم العينة زادت دقة التوزيع التكراري.
10. النزعة المركزية وعلاقتها بجودة المنتج: تعرف خاصية النزعة المركزية لمجموعة من بيانات الجودة بأنها ميل هذه البيانات للتجمع حول قيمة معينة نموذجية تكون هي القيمة المنشودة لتحقيق جودة المنتج.
11. من مقاييس النزعة المركزية: المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال.
12. المتوسط الحسابي: مجموع القراءات المأخوذة مقسوم على عددها.

13. الوسيط: يعرف الوسيط لمجموعة من بيانات الجودة المرتبة حسب قيمتها بمنظومة بأنه القيمة التي في المنتصف (إذا كان عدد البيانات فردياً) أو المتوسط الحسابي للقيمتين اللتين في المنتصف (إذا كان عدد البيانات زوجياً).
14. المنوال: يعرف المنوال لمجموعة من بيانات الجودة على أنه هو القيمة التي تتكرر أكثر من غيرها أو القيمة الأكثر شيوعاً.
15. التشتت وعلاقته بجودة الإنتاج: التشتت هو الدرجة التي تتجه بها بيانات الجودة الرقمية لانتشار حول قيمة وسطى تسمى تشتت البيانات و كلما كان التشتت قليلاً دل ذلك على ثبات جودة المنتج وانتظامها.
16. من مقاييس التشتت: المدى والانحراف المعياري والتباين.
17. المدى: مدى مجموعة من البيانات هو الفرق بين أكبر قيمة و أصغر قيمة في هذه البيانات.
18. الانحراف المعياري: يعرف الانحراف المعياري ( $S$ ) لمجموعة من القيم بأنه المتوسط التربيعي لانحرافات هذه القيم عن متوسطها الحسابي أي أنه يساوي الجذر التربيعي لمجموع مربعات الانحرافات عن المتوسط الحسابي مقسومة على عدد قيم المجموعة.
19. التباين: يعرف التباين ( $S^2$ ) لمجموعة من البيانات بأنه مربع الانحراف المعياري.
20. تطبيقات تقنية التوزيع التكراري في المجال الصناعي: ترجع أهمية تقنية التوزيع التكراري في ضبط جودة المنتجات في المجال الصناعي إلى أنه تمثيل عددي والمدرج التكراري كتمثيل بياني حيث: أولاً يشيران إلى حجم التغير فيها وما إذا كان يوجد للبيانات منطقة تركز ومكان هذه المنطقة وثانياً يبينان مدى التغير في البيانات وثالثاً يوضحان مقدار التماثل بالنسبة للاختلافات في جودة المفردات أو العينات.

## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) جميع المنتجات المصنعة متماثلة تماما. ( )
- (ب) التوزيع التكراري تمثيل عددي. ( )
- (ج) المتوسط الحسابي مجموع البيانات مقسوما على عددها. ( )

(2) أكمل الفراغات:

- (أ) علم الإحصاء الصناعي في ضبط جودة الإنتاج: تجميع ، و..... ، و.....  
و..... والبيانات في صورة كمية من أجل ضبط جودة الإنتاج .  
(ب) أسباب الاختلافات التصنيعية: الاختلافات في المواد الخام ، و..... ، و.....  
و..... ، و..... ، و.....  
(ج) المدرج التكراري: تمثيل ..... لبيانات الجودة.

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) الاختلافات التصنيعية نتيجة:

- 1- للاختلافات بين المواد الخام. ( )
- 2- للاختلافات بين الماكينات. ( )
- 3- الإجابتان السابقتان. ( )

(ب) كلما زاد حجم العينة:

- 1- زادت دقة التوزيع التكراري. ( )
- 2- قلت دقة التوزيع التكراري. ( )
- 3- لا تتأثر دقة التوزيع التكراري. ( )

(ج) التباين:

- 1- أحد مقاييس النزعة المركزية. ( )
- 2- أحد مقاييس التشتت. ( )
- 3- مجموع بيانات الجودة مقسوم على عددها. ( )

(4) اذكر أمثلة على ما يلي:

- (أ) الاختلافات التصنيعية بين الوحدات المنتجة في فترات تشغيلية مختلفة.
- (ب) خاصية النزعة المركزية في مجال جودة الإنتاج.
- (ج) خاصية التشتت في مجال جودة الإنتاج.

(5) رتب:

- 1- تقسيم مدى البيانات إلى فئات.
- 2- لتكوين توزيع تكراري.
- 3- تحديد عدد المشاهدات التي تنتمي لكل فئة.
- 4- يتم تحديد مدى البيانات

(6) أجب عما يأتي:

- (أ) عرف البيانات الخام؟
- (ب) ما هي أهمية التوزيعات التكرارية في جودة الإنتاج؟
- (ج) كيف تنشئ مدرجا تكراريا؟

## حالات تدريبية عملية

(1) احسب كل من مقاييس النزعة المركزية (المتوسط الحسابي و الوسيط و المنوال) ومقاييس التشتت (المدى و الانحراف المعياري و التباين) لنسب الرطوبة الآتية: %8.6, %8.9, %8.5, %8.7, %8.8.

(2) كون توزيعا تكراريا و ارسم مدرجا تكراريا للبيانات الآتية لأطوال 20 عمودا من الصلب مقاس بالسنتيمتر (cm)

7	11	7	3	14	3	18	13	10	14
16	8	15	12	5	15	11	12	6	11

خذ الفترات (1-5, 6-10, 11-15)

(3) لبيانات المسألة السابقة رقم (2).

أوجد ما يلي:

(أ) المدى.

(ب) الانحراف المعياري.

(ج) التباين.

(د) نسبة المقبول ونسبة الخردة و نسبة إعادة التشغيل إذا كانت المواصفات من 10cm إلى 16 cm



## حالة دراسية

ينوي أحد المستهلكين شراء مواسير من الصلب، ووجد مجموعتين A أو B من المواسير الصلب مختلفة الأطوال كما هو موضح بالجدولين الآتيين، علماً بأن الطول المطلوب  $3\text{ m}$  .5، بماذا توصي لمساعدة هذا المستهلك في اختيار المجموعة الأفضل بناءً على جودة أطوالها وثبات جودة هذه الأطوال معاً.

B	
التكرار ( $f_j$ )	الفئة الطول (m)
23	.2-3.03
42	.5-3.33
57	.8-3.63
33	4.1-3.9
20	4.4-4.2
175	مجموع التكرارات

A	
التكرار ( $f_j$ )	الفئة الطول (m)
15	.2-3.03
28	.5-3.33
52	.8-3.63
37	4.1-3.9
18	4.4-4.2
150	مجموع التكرارات

(علماً بأن من مؤشرات جودة الإنتاج : المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال، ومن مؤشرات ثبات جودة الإنتاج : المدى والانحراف المعياري والتباين).

## أجوبة عن تدريبات مختارة

(1) الإجابات الصحيحة:

(أ) ( x )

(ب) ( ✓ )

(ج) ( ✓ )

(2) التكملة الصحيحة للفراغات:

(أ) جدول وتفسير وتقديم.

(ب) الماكينات، و العمالة، و الطرق، والظروف البيئية.

(ج) بياني.

(3) الاختيارات الصحيحة:

(أ) 3- الإجابتان السابقتان.

(ب) 1- زادت دقة التوزيع التكراري.

(ج) 3- مجموع بيانات الجودة مقسوم على عددها.

## ضبط الجودة

خرائط التحكم للمتغيرات والخواص

## الوحدة الثالثة : خرائط التحكم للمتغيرات والخواص

### الأهداف:

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً و بكفاءة على أن:
- يشرح المفهوم الأساسي لخرائط التحكم و تطبيقاتها.
- يوضح كيفية التحكم في العمليات الإنتاجية.
- يوضح النظرية العامة لخرائط التحكم.
- يصنف خرائط التحكم
- يحدد خطوات إنشاء خرائط التحكم.
- يبين كيفية عمل خريطة التحكم لضبط جودة المنتج.
- يحلل النتائج للتأكد من استقرار العملية الإنتاجية إحصائياً.
- يعدد خرائط التحكم للمتغيرات.
- ينشئ و يوضح عمل خرائط التحكم للمتغيرات مثل المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ) لضبط جودة هذه المتغيرات.
- يطبق عملياً خرائط التحكم للمتغيرات مثل المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ) لضبط جودة هذه المتغيرات في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي.
- يشرح بعض المفاهيم الخاصة بخرائط التحكم للخواص: المفهوم الأساسي للاحتمالات والمتغيرات العشوائية و أنواعها والتوزيعات الاحتمالية.
- يعدد خرائط التحكم للمتغيرات.
- ينشئ و يوضح عمل خرائط التحكم للخواص مثل نسبة المعيب ( $p$ ) وعدد العيوب ( $C$ ) لضبط جودة هذه الخواص
- يطبق عملياً خرائط التحكم للخواص مثل نسبة المعيب ( $p$ ) وعدد العيوب ( $C$ ) لضبط جودة هذه الخواص في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي.
- يختار خريطة التحكم المناسبة لحالة صناعية معينة.

**متطلبات الجدارة:**

التمكن من أساسيات الإحصاء ، والقيام بعمليات القياس المطلوبة من مقرر قياسات 113 ميك.

**مستوى الأداء المطلوب:**

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100%.

**الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:**

ست ساعات.

**الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:**

- قياس متغيرات مثل الأبعاد أو الأطوال أو الارتفاعات لمنتجات وتطبيق خرائط التحكم للمتغيرات عليها.
- تصنيف بعض المنتجات إلى سليمة و معيبة أو تحديد عدد العيوب بها وتطبيق خرائط التحكم للخواص عليها.

تعتبر خرائط التحكم من أهم تطبيقات الإحصاء في مجال ضبط الجودة، و التي استخدمت على مجال واسع مما كان لها الأثر الكبير في تحسين جودة المنتجات، و سوف نتناول في هذه الوحدة ما يلي:

- مفهوم خريطة التحكم و تطبيقاتها.
- التحكم في العمليات الإنتاجية.
- النظرية العامة لخرائط التحكم.
- أنواع خرائط التحكم.
- خطوات إنشاء و عمل خرائط التحكم.
- خرائط التحكم للمتغيرات.
- إنشاء و عمل خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ).
- تطبيق عملي لخريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ).
- إنشاء و عمل خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ).
- تطبيق عملي لخريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ).
- مفاهيم خاصة بخرائط التحكم للخواص: المفهوم الأساسي للاحتتمالات والمتغيرات العشوائية و أنواعها والتوزيعات الاحتمالية.
- خرائط التحكم للخواص
- إنشاء و عمل خريطة التحكم في نسبة المعيب ( $p$ )
- تطبيق عملي لخريطة التحكم في نسبة المعيب ( $p$ ) في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي.
- إنشاء و عمل خريطة التحكم في عدد العيوب ( $C$ )
- تطبيق عملي لخريطة التحكم في عدد العيوب ( $C$ ) في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي.
- اختيار خريطة التحكم المناسبة لحالة صناعية معينة.

### 3- 1 مفهوم خريطة التحكم وتطبيقاتها:

خريطة التحكم هي وسيلة إحصائية بيانية تستخدم أساساً لدراسة التحكم في العمليات ذات الطبيعة المتكررة أي دراسة استقرار العملية إحصائياً: هل العملية تحت التحكم أم ليست تحت التحكم، وقد كان د. والتر شيوارت هو أول من أنشأها.

و تطبق خرائط التحكم لتعريف الهدف أو المواصفات القياسية جودة العملية الإنتاجية أي تحديد مستوى جودتها و التي يجب أن تعمل المنشأة على الوصول إليه، كما تطبق كأداة للحصول على الهدف أو المواصفات الخاصة بجودة العملية الإنتاجية، و كذلك تطبق كطريقة للتحكم على ما إذا كان الهدف المرجو أو المواصفات المنشودة من هذه العملية الإنتاجية قد تحققت أم لا، ومن ثم يمكن اعتبار خريطة التحكم أداة تطبق في مراحل الإنتاج الصناعي من مرحلة تحديد المواصفات ثم مرحلة الإنتاج وأخيراً مرحلة الفحص.

### 3- 2 التحكم في العمليات الإنتاجية:

بعض التغيرات في جودة المنتج تكون نتيجة للصدفة، و هذه التغيرات لا يمكن اتخاذ أي إجراء حيالها سوى مراجعة العملية الإنتاجية.. و البعض الآخر يكون نتيجة لأسباب ملموسة، و هذه التغيرات تكون كبيرة نسبياً.. و تنتج عن:

- الاختلافات بين الماكينات.
- الاختلافات بين العمال.
- الاختلافات بين المواد الخام (الخامات).
- الاختلافات في أي من العناصر الثلاثة السابقة مع مرور الزمن.
- الاختلافات في علاقة كل من هذه العناصر بالآخر.

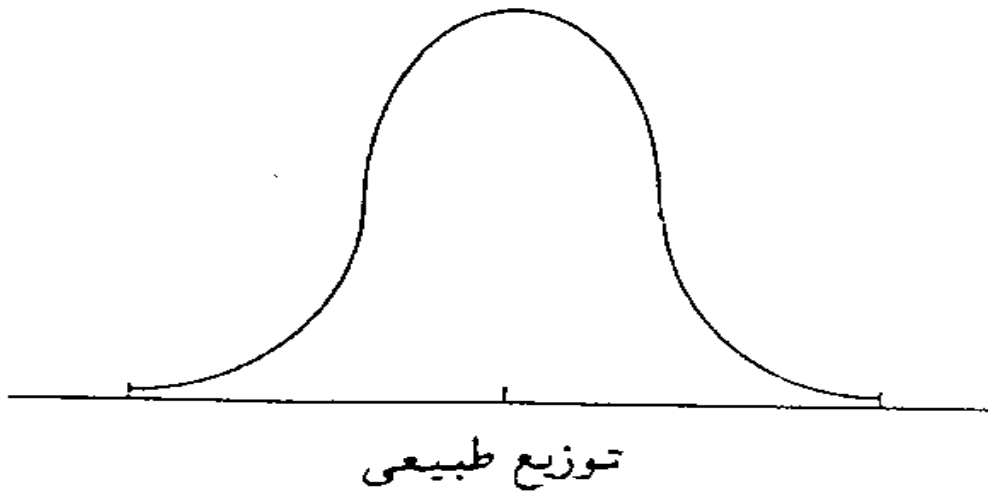
التغيرات الناتجة عن أسباب الصدفة تسلك طريقة عشوائية، كما أنها تتبع القوانين الإحصائية. ومعرفة سلوك تغيرات الصدفة هو الأساس الذي بني عليه تحليل خرائط التحكم.

فإذا درسنا مجموعة من البيانات و وجدنا أن تغيرها يتطابق مع نموذج إحصائي يمكن أن ينتج عن أسباب الصدفة، يمكننا افتراض عدم وجود أسباب ملموسة، و يقال حينئذ إن الظروف التي نتجت عنها هذه التغيرات تحت التحكم بمعنى أنه ما دامت أسباب الصدفة وحدها هي المؤثرة فيمكن توقع مقدار وخواص التغير للأعداد الكبيرة.

و على العكس إذا كانت التغيرات في البيانات لا تتبع نموذج إحصائي يمكن أن ينتج من أسباب الصدفة نستنتج أن هناك سبباً أو أكثر ملموساً يؤثر في البيانات، و يقال حينئذ إن الظروف التي أنتجت هذه التغيرات ليست تحت التحكم.

### 3- 3 النظرية العامة لخرائط التحكم:

و لتوضيح طبيعة خريطة التحكم، نفترض مجموعة من العينات ذات حجم معين أخذت من عملية ما على فترات منتظمة، و نفترض أنه لكل عينة يحسب مقدار إحصائي ( $X$ ) قد يكون نسبة المعيب في العينة، أو متوسط العينة، أو مدى العينة - فإن هذا المقدار ( $X$ ) سيكون معرضاً لترددات أخذ العينات. فإذا لم توجد أسباب ملموسة ستتبع هذه التغيرات في قيم ( $X$ ) نموذج توزيع إحصائي معين كالموضح في شكل (3- 1):

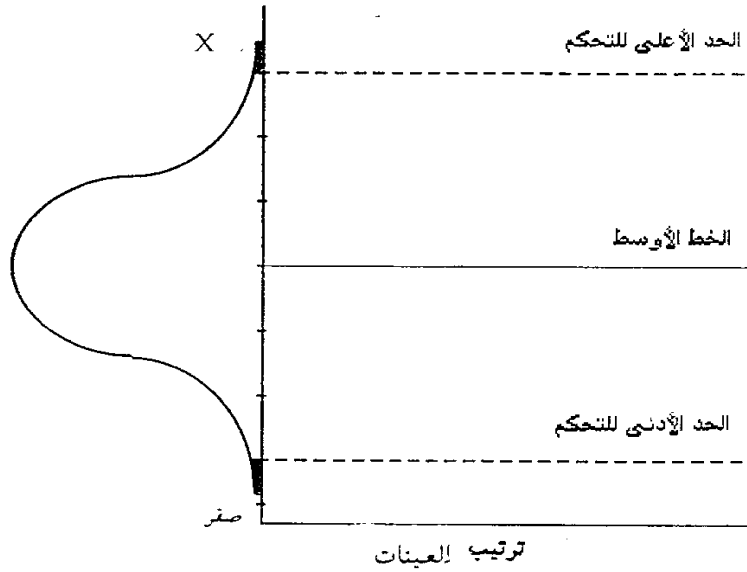


شكل (3- 1) توزيع تغيرات الصدفة في مقياس الجودة لعينة ما

و تفترض النظرية أن هذا التوزيع طبيعي، فمن متوسط العينات يمكن تقدير متوسط توزيع قيم ( $X$ ) ومن التغيرات داخل العينات يمكن تقدير الانحراف المعياري لقيم ( $X$ )، ومن المتوسط والانحراف المعياري يمكن تحديد نقطة الاحتمال (0.00135) أي لا يزيد الانحراف عن المتوسط عن ( $3\sigma$ ) فإذا كان المحور الرأسي للوحة معايير بوحدات ( $X$ ) والمحور الأفقي مقسم بالنسبة للزمن أو أي أساس آخر لترتيب ( $X$ )، وإذا رسمت خطوط أفقية عند نقطة المتوسط المقدر للمقدار ( $X$ )،



وعند أقصى نقطتين على ذيلي توزيع المقدار ( $X$ ) كما يوضح الشكل (3-2)، تكون النتيجة هي خريطة التحكم للمقدار ( $X$ ) التي تشمل على المتوسط للمقدار ( $X$ ) وحدي التحكم الأعلى و الأدنى اللذين يبعدان عن هذا المتوسط بمقدار ( $\pm 3\sigma$ ) على الترتيب .



شكل (3-2) الأسس النظرية لخريطة التحكم

و إذا وقعت قيم ( $X$ ) للعينات على هذه الخريطة و وجد أنها تقع كلها داخل حدود التحكم ولا تكون النقط دوائر، أو اتجاهات أعلى أو أسفل المتوسط أو اتجاهات لأعلى أو لأسفل ، يقال إن العملية في حالة تحكم إحصائي عند المستوى المحدد وبالنسبة لمقياس الجودة المعطى.

### 3-4 أنواع خرائط التحكم:

تنقسم خرائط التحكم إلى نوعين أساسيين من الخرائط هما:

(1) خرائط التحكم للمتغيرات:

و تستخدم في حالة التحكم في جودة العملية الإنتاجية بأخذ قياسات فعلية لخصائص المنتج مثل (الأطوال، والأحجام، والأبعاد، وقوة الشد أو الضغط أو الشني و الأوزان)، ومن أهم خرائط التحكم للمتغيرات خريطة المتوسط ( $\bar{X}$ ) وخريطة المدى ( $R$ ) وخريطة الانحراف المعياري ( $S$ ).

## (ب) خرائط التحكم للخواص:

و تستخدم في حالة التحكم في جودة العملية الإنتاجية بإجراء فحص تمييزي لخواص المنتج عامة طبقا للمواصفات وتحديد ما إذا كان المنتج مطابقا أم غير مطابق للمواصفات، ومن أهم خرائط التحكم للخواص خريطة نسبة المعيب ( $p$ ) وخريطة عدد العيوب ( $C$ )

## 3- 5 خطوات إنشاء وعمل خريطة التحكم:

لإنشاء خرائط التحكم سواء للمتغيرات أو للخواص، فإن الخطوات الأساسية لإنشائها و عملها واحدة<sup>(20)</sup>:

- 1- تحديد خاصية جودة المنتج التي يجب أن تقاس أو تميز.
- 2- يتم تسجيل البيانات بالعدد المطلوب من العينات و بالحجم المناسب لكل عينة.
- 3- إنشاء خريطة تحكم مبدئية من البيانات المسجلة، و ذلك بحساب كل من الخط المتوسط وحدي التحكم الأعلى و الأدنى.
- 4- توقيع البيانات المسجلة على خريطة التحكم المبدئية في صورة نقط.
- 5- دراسة استقرار العملية الإنتاجية بتحليل أسباب خروج بعض النقط عن حدود التحكم، و التأكد من عدم وجود أسباب لا عشوائية لباقي النقط.
- 6- استبعاد النقط التي خرجت عن حدود التحكم و ظهر أنها نتيجة لأسباب ملموسة.
- 7- إنشاء خريطة التحكم المراجعة في الإنتاج مستقبلا من البيانات المسجلة بدون البيانات التي استبعدت، و ذلك بحساب الخط المتوسط وحدي التحكم الأعلى و الأدنى.
- 8- توقيع بيانات الإنتاج الجديدة على خريطة التحكم المراجعة.
- 9- اتخاذ إجراء تصحيحي في حالة خروج بعض البيانات عن حدود التحكم.

## 3- 6 خرائط التحكم للمتغيرات:

تعتبر خرائط التحكم للمتغيرات وسيلة مهمة لرقابة جودة العمليات الإنتاجية وحيث إن أي تغيرات معنوية في متوسط العملية الإنتاجية أو مداها تعتبر دلالة على تغيرات معنوية في العملية ذاتها. ولذلك فإن من أشهر خرائط التحكم للمتغيرات:

- خريطة التحكم في المتوسط و تسمى خريطة ( $\bar{X}$ ) وتستخدم لمراقبة متوسط العملية الإنتاجية.

- خريطة التحكم في المدى وتسمى خريطة (  $R$  ) وتستخدم لمراقبة التغير العام في العملية الإنتاجية.
  - خريطة التحكم في الانحراف المعياري وتسمى خريطة (  $S$  ) وتستخدم أيضا لمراقبة التغير العام في العملية الإنتاجية.
- و فيما يلي نستعرض كيفية إنشاء هذه الخرائط وعملها وتحليل نتائجها في مجال الرقابة على جودة العملية الإنتاجية.

### 3- 7 إنشاء وعمل خريطتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) :

تعتبر خريطتنا التحكم في المتوسط (  $\bar{X}$  ) والمدى (  $R$  ) من أكثر خرائط التحكم للمتغيرات استخداماً لمراقبة العمليات الإنتاجية.

### 3- 7 - 1 خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) :

توضح خريطة (  $\bar{X}$  ) التغيرات في متوسطات العينات المأخوذة من العملية الإنتاجية.

تتكون خريطة (  $\bar{X}$  ) من :

1- الخط الأوسط (  $\bar{\bar{X}}$  ) : وهو متوسط متوسطات العينات و يحسب كالاتي :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N}$$

حيث

$\bar{\bar{X}}$  = متوسط متوسطات العينات.

$N$  = عدد العينات.

$\bar{X}_j$  = متوسط العينة رقم (  $j$  )

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

حيث

 $X_i = (i)$  قراءة المفردة رقمحجم العينة أي عدد المفردات في العينة  $n$ 

2- الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم:

الحد الأعلى للتحكم  $UCL_{\bar{x}}$  ويحسب كالآتي:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

الحد الأدنى للتحكم  $LCL_{\bar{x}}$  ويحسب كالآتي:

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

 $\bar{R}$  = متوسط مدى جميع العينات.

حيث

 $A_2$  = عامل يعتمد على حجم العينة المأخوذة.

انظر جدول (3- 1)

حجم العينة n	$A_2$	$D_3$	$D_4$
2	1.88	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	1.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.368	0.223	1.777

جدول (3- 1) عوامل خرائط التحكم للمتغيرات

3- 7 - 2 خريطة التحكم في المدى ( $R$ ):توضح خريطة المدى ( $R$ ) التغيرات في مدى العينات المأخوذة من العملية الإنتاجية.تتكون خريطة ( $R$ ) من :

1- الخط الأوسط ( $\bar{R}$ ): وهو متوسط قيم المدى للعينات و يحسب كالآتي:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{N}$$

حيث

$\bar{R}$  = متوسط مدى جميع العينات.

$N$  = عدد العينات.

$R_j$  = مدى العينة رقم ( $j$ )

$R_j = X_L - X_S$

$X_L$  = أكبر قراءة للمفردات في العينة

$X_S$  = أصغر قراءة للمفردات في العينة

2- الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم:

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_R$ ) و يحسب كالآتي:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_R$ ) و يحسب كالآتي:

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

حيث

$\bar{R}$  = متوسط مدى جميع العينات.

$D_3, D_4$  = عوامل تعتمد على حجم العينة المأخوذة.

انظر جدول (3- 1)

### 3- 8 تطبيق عملي لخريظتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ):

و فيما يلي نستعرض مثالا تطبيقيا لكيفية إنشاء خريظتنا ( $R$ )، ( $\bar{X}$ ) واستخدامهما وتحليل

نتائجهما في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي (إنتاج أكواب البلاستيك).

1- تحديد خاصية المنتج:

تم اختيار أوزان أكواب البلاستيك نظرا لتأثيرها على التكلفة الكلية للمنتجات لارتفاع تكلفة

الخامات التي تصنع منها هذه الأكواب.

## 2- تسجيل البيانات:

تم تسجيل بيانات لعدد (20) عينة من الأكواب البلاستيك و تحوي كل عينة (5) أكواب انظر نموذج جمع البيانات جدول رقم (3- 2).

نموذج جمع بيانات					
اسم الجزء: أكواب بلاستيك			التاريخ: 1421/9/7 هـ		
المرحلة: التفتيش النهائي			الوردية: الصباحية		
الجزء المقاس: وزن كوب بلاستيك			القسم: 12		
عدد الوحدات / عينة: 100			الفاحص: 111		
الماكينة: (أ)			رقم أمر التشغيل: 105		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	18	20	18	18	17
2	13	13	10	18	18
3	15	14	16	16	14
4	21	18	18	14	18
5	15	16	15	15	15
6	19	18	18	21	15
7	16	15	17	17	17
8	18	14	19	21	19
9	17	17	17	17	15
10	20	18	19	22	16
11	15	16	15	16	16
12	19	18	18	19	15
13	17	17	17	16	15
14	18	19	20	17	15
15	16	16	15	15	15
16	18	16	18	15	15
17	17	15	16	16	15
18	19	17	20	18	18
19	16	16	16	16	16
20	17	19	19	19	19

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1421/9/7 هـ	.....	.....

جدول (3- 2) نموذج لجمع البيانات الخام لمائة كوب من أكواب البلاستيك

## 3- إنشاء خريطتا (R) ، (X̄) المبدئيتين:

و لتسهيل إنشاء خريطتا التحكم (R) ، (X̄) المبدئيتين نضيف لنموذج جمع البيانات عمودين جديدين العمود الأول يحوي على متوسط العينة الذي يحسب من المعادلة:

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{n}$$

فمثلا متوسط العينة الأولى:

$$\bar{X}_1 = \frac{18 + 20 + 18 + 18 + 17}{5} = \frac{91}{5} = 18.2 \text{ gm}$$

و هكذا يتم حساب متوسط كل عينة من العينات العشرين. و نجمع هذه المتوسطات. والعمود الثاني يحوي على مدى العينة الذي يحسب من المعادلة:

$$R_j = X_L - X_S$$

فمثلا مدى العينة الأولى:

$$R_1 = 20 - 17 = 3 \text{ gm}$$

وبالمثل يتم حساب مدى كل عينة من العينات العشرين. و نجمع قيم المدى للعينات انظر نموذج جمع البيانات جدول (3- 2)

وبمعلومية حجم العينة (n = 5) نستطيع تحديد العوامل (A<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>) من جدول (3- 1)

$$A_2 = 0.577$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.115$$

الخط الأوسط لخريطة (X̄)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N} = \frac{337.2}{20} = 16.86 \text{ gm}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{N} = \frac{67}{20} = 3.35 \text{ gm}$$

الخط الأوسط لخريطة (R)

## نموذج جمع بيانات

اسم الجزء: أكواب بلاستيك	التاريخ: 1421/9/7 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: الصباحية
الجزء المقاس: وزن كوب بلاستيك	القسم: 12
عدد الوحدات / عينة: 100	الفاحص: 111
الماكينة: (أ)	رقم أمر التشغيل: 105

رقم العينة	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$\bar{X}$	R
1	18	20	18	18	17	18.2	3
2	13	13	10	18	18	14.4	8
3	15	14	16	16	14	15.0	2
4	21	18	18	14	18	17.8	7
5	15	16	15	15	15	15.2	1
6	19	18	18	21	15	18.2	6
7	16	15	17	17	17	16.4	2
8	18	14	19	21	19	18.2	7
9	17	17	17	17	15	16.6	2
10	20	18	19	22	16	19.0	6
11	15	16	15	16	16	15.6	1
12	19	18	18	19	15	17.8	4
13	17	17	17	16	15	16.4	2
14	18	19	20	17	15	17.8	5
15	16	16	15	15	15	15.4	1
16	18	16	18	15	15	16.4	3
17	17	15	16	16	15	15.8	2
18	19	17	20	18	18	18.4	3
19	16	16	16	16	16	16.0	0
20	17	19	19	19	19	18.6	2
المجموع						337.2	67
المتوسط						16.86	33.5

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1421/9/7 هـ	.....	.....

جدول (3- 3) نموذج لجمع البيانات الخام لمائة كوب من أكواب البلاستيك



الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_{\bar{X}}$ ) لخريطة ( $\bar{X}$ ):

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 16.86 + (0.577)(3.35) = 18.79 \text{ gm}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_{\bar{X}}$ ) لخريطة ( $\bar{X}$ ):

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 16.86 - (0.577)(3.35) = 14.93 \text{ gm}$$

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_R$ ) لخريطة ( $R$ ):

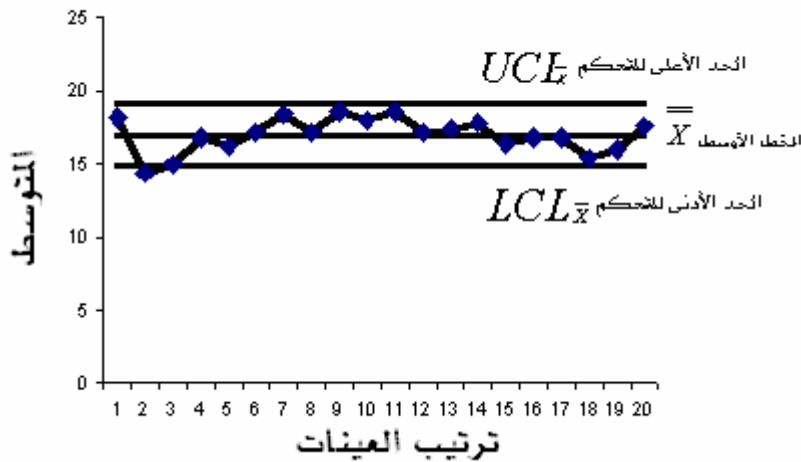
$$UCL_R = D_4 \bar{R} = 2.115(3.35) = 7.09 \text{ gm}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_R$ ) لخريطة ( $R$ ):

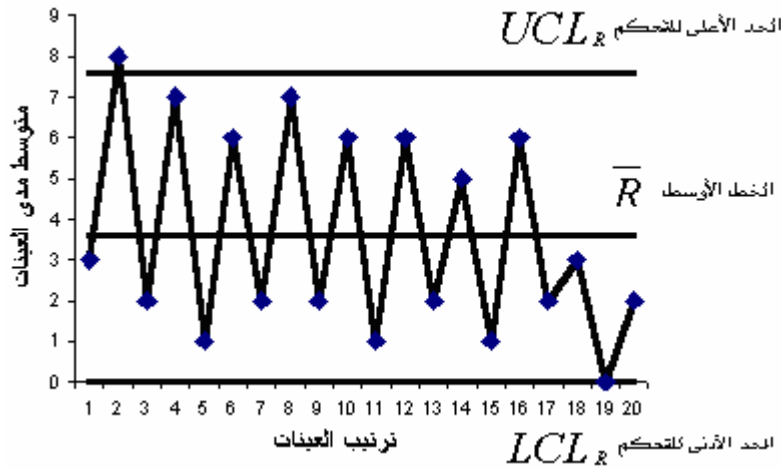
$$LCL_R = D_3 \bar{R} = (0)(3.35) = 0 \text{ gm} .$$

#### 4- توقع البيانات:

توقع البيانات المسجلة على الخريطتان ( $\bar{X}$ ) ، ( $R$ ) بعد توقع كل من الخطوط الوسطى وحدود التحكم العليا وحدود التحكم الدنيا للخريطتان كما هو موضح بشكل رقم (3-3) وبشكل رقم (3-4).



شكل (3-3) خريطة ( $\bar{X}$ ) المبدئية لمائة كوب من أكواب البلاستيك



شكل (3- 4) خريطة ( R ) المبدئية لمائة كوب من أكواب البلاستيك

#### 5- دراسة استقرار العملية الإنتاجية:

يتضح من خلال دراسة خريطتا ( R ) ، (  $\bar{X}$  ) للبيانات المسجلة أن النقطة رقم ( 2 ) الممثلة للعينه رقم (2) خرجت عن حدود التحكم نتيجة تعيين عمال جدد ، وليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم.

#### 6- استبعاد النقط التي خرجت عن حدود التحكم:

لذلك نستبعد النقطة رقم ( 2 ) نظرا لمعرفة سبب خروجها.

#### 7- إنشاء خريطتا التحكم ( R ) ، ( $\bar{X}$ ) المراجعتين:

يتم حساب الخط الأوسط و الحد الأعلى للتحكم و الحد الأدنى للتحكم لكل خريطة وذلك بعد استبعاد قراءات العينة الثانية التي خرجت عن حدود التحكم ويصبح عدد العينات ( 19 ) عينة. الخط الأوسط لخريطة (  $\bar{X}$  )

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N} = \frac{322.8}{19} = 16.99 \text{ gm}$$

الخط الأوسط لخريطة ( R )

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{N} = \frac{59}{19} = 3.1 \text{ gm}$$

الحدان الأعلى والأدنى للتحكم لخريطة ( $\bar{X}$ ):

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 16.99 + (0.577)(3.1) = 18.78 \text{ gm}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 16.99 - (0.577)(3.1) = 15.2 \text{ gm} .$$

الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم لخريطة ( $R$ ):

$$UCL_R = D_4 \bar{R} = 2.115(3.1) = 6.56 \text{ gm} .$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} = (0)(3.1) = 0 \text{ gm}$$

#### 8- توقيع البيانات الجديدة للإنتاج :

يتم توقيع البيانات الجديدة للإنتاج الموضحة بنموذج جمع البيانات جدول (3- 4) على خريطتنا التحكم المراجعتين شكلي (3- 5), (3- 6).

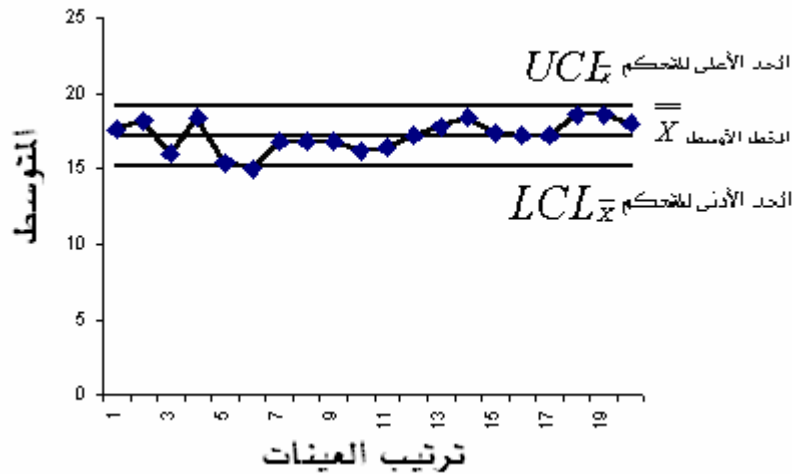
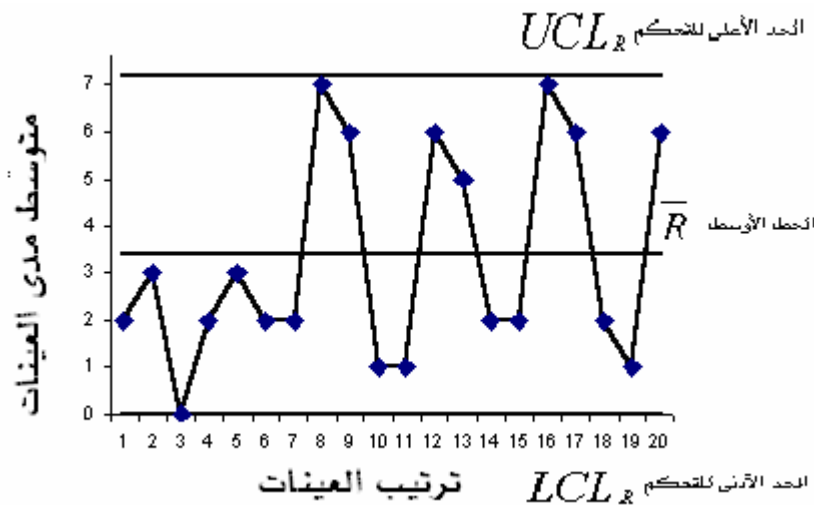
## نموذج جمع بيانات

اسم الجزء: أكواب بلاستيك	التاريخ: 1421/9/12 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: المسائية
الجزء المقاس: وزن كوب بلاستيك	القسم: 10
عدد الوحدات / عينة: 100	الفاحص: 150
الماكينة: (أ)	رقم أمر التشغيل: 109

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$\bar{X}$	R
1	17	19	19	19	19	18.6	2
2	18	20	18	18	17	18.2	3
3	16	16	16	16	16	16	0
4	18	17	19	19	19	18.4	2
5	19	17	20	18	18	18.4	3
6	15	14	16	16	14	15	2
7	17	15	16	16	15	15.8	2
8	21	18	18	14	18	17.8	7
9	18	16	18	15	15	16.4	6
10	15	16	15	15	15	15.2	1
11	16	16	15	15	15	15.4	1
12	19	18	18	21	15	18.2	6
13	18	19	20	17	15	17.8	5
14	16	15	17	17	17	16.4	2
15	17	17	17	16	15	16.4	2
16	18	14	19	21	19	18.2	7
17	19	18	18	19	15	17.8	6
18	17	17	17	17	15	16.6	2
19	15	16	15	16	16	15.6	1
20	20	18	19	22	16	19	6

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1421/9/12 هـ	.....	.....

جدول (3- 4) نموذج لجمع البيانات الخام لمائة كوب من أكواب البلاستيك (البيانات الجديدة)

شكل (3- 5) خريطة ( $\bar{X}$ ) المعدلة لأكواب البلاستيكشكل (3- 6) خريطة ( $R$ ) المعدلة لأكواب البلاستيك

### 9- اتخاذ الإجراء التصحيحي :

يتضح أن جميع النقط داخل حدود التحكم و ليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم و بالتالي أصبحت اللوحة القياسية الجديدة للإنتاج المستقبل . أما إذا خرجت نقطة أو أكثر عن حدود التحكم فلا بد من دراسة أسباب خروجها أو إذا حدثت تغيرات غير عشوائية داخل التحكم فلا بد من اتخاذ إجراء تصحيحي حيالها للتحكم في العملية الإنتاجية .

### 3- 9 إنشاء وعمل خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري (S):

تعتبر خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري (S) من أدق خرائط التحكم للمتغيرات لمراقبة العمليات الإنتاجية حيث تأخذ في الاعتبار جميع قيم البيانات الخاصة بالعملية الإنتاجية.

### 3- 9 - 1 خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ):

توضح خريطة ( $\bar{X}$ ) التغيرات في متوسطات العينات المأخوذة من العملية الإنتاجية.

تتكون خريطة ( $\bar{X}$ ) من :

1- الخط الأوسط ( $\bar{\bar{X}}$ ): وهو متوسط متوسطات العينات ويحسب كالآتي:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N}$$

حيث

$\bar{\bar{X}}$  = متوسط متوسطات العينات.

$N$  = عدد العينات.

$\bar{X}_j$  = متوسط العينة رقم (j)

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

حيث

$X_i$  = قراءة المفردة رقم (i)

$n$  = حجم العينة أي عدد المفردات في العينة

### 2- الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم:

الحد الأعلى للتحكم  $UCL_{\bar{X}}$  ويحسب كالآتي:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

الحد الأدنى للتحكم  $LCL_{\bar{X}}$  ويحسب كالآتي:

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

حيث

$\bar{S}$  = متوسط قيم الانحرافات المعيارية للعينات

$A_3$  = عامل يعتمد على حجم العينة انظر جدول (3 - 5)

حجم العينة n	$A_3$	$B_3$	$B_4$
2	2.659	0	3.267
3	1.954	0	2.568
4	1.628	0	2.266
5	1.427	0	2.089
6	1.287	0.030	1.970
7	1.182	0.118	1.882
8	1.099	0.185	1.815
9	1.032	0.239	1.761
10	0.975	0.284	1.716

جدول (3 - 5) عوامل خرائط التحكم للمتغيرات

### 3- 9 - 2 خريطة التحكم في الانحراف المعياري (S):

توضح خريطة الانحراف المعياري (S) التغيرات في الانحرافات المعيارية للعينات المأخوذة من العملية الإنتاجية.

تتكون خريطة (S) من :

1- الخط الأوسط ( $\bar{S}$ ): وهو متوسط قيم الانحرافات المعيارية للعينات و يحسب كالآتي:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^N S_j}{N}$$

حيث  $\bar{S}$  = متوسط قيم الانحرافات المعيارية للعينات.

$N$  = عدد العينات.

$S_j$  = الانحراف المعياري للعينه رقم (j)

حيث يتم حساب  $S_j$  من القانون التالي

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( X_i - \bar{X}_j \right)^2}$$

حيث:

$n$  = حجم العينة أي عدد المفردات في العينة

$i$  = رقم المفردة في العينة

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$X_i = (i)$  قراءة المفردة

$\bar{X}_j = (j)$  متوسط العينة رقم

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

2- الحدان الأعلى والأدنى للتحكم:

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_S$ ) ويحسب كالآتي:

$$UCL_S = B_4 \bar{S}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_S$ ) ويحسب كالآتي:

$$LCL_S = B_3 \bar{S}$$

حيث

$\bar{S}$  = متوسط قيم الانحرافات المعيارية للعينات.

عوامل تعتمد على حجم العينة انظر جدول (3-5)  $B_3, B_4$

3- 10 تطبيق عملي لخريظتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ):

و فيما يلي نستعرض مثالا تطبيقيا لكيفية إنشاء خريظتنا ( $S$ )، ( $\bar{X}$ ) واستخدامهما وتحليل نتائجهما

في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي (إنتاج كتل الصلب).

1- تحديد خاصية المنتج: تم اختيار أوزان كتل الصلب نظرا لتأثيرها على التكلفة الكلية لمنتجات

الصلب التي تصنع من هذه الكتل.



## 2- تسجيل البيانات:

تم تسجيل بيانات لعدد (20) عينة من كتل الصلب و تحوي كل عينة (5) كتل انظر نموذج جمع البيانات جدول (3- 6).

نموذج جمع بيانات					
اسم الجزء: كتل الصلب			التاريخ: 1424/3/28 هـ		
المرحلة: التفتيش النهائي			الوردية: الصباحية		
الجزء المقاس: وزن كتل الصلب (كجم)			القسم: 50		
عدد الوحدات / عينة: 100			الفاحص: 333		
الماكينة: الأولى			رقم أمر التشغيل: 143		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	20	18	18	17	18
2	13	13	10	18	18
3	14	15	16	14	16
4	18	21	18	18	14
5	16	15	15	15	15
6	18	19	18	15	21
7	15	16	17	17	17
8	14	18	19	19	21
9	17	17	17	15	17
10	18	20	19	16	22
11	16	15	15	16	16
12	18	19	18	15	19
13	17	17	17	15	16
14	19	18	20	15	17
15	16	16	15	15	15
16	16	18	18	15	15
17	15	17	16	15	16
18	17	19	20	18	18
19	16	16	16	16	16
20	19	17	19	19	19

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1424/3/28 هـ	.....	.....

جدول (3- 6) نموذج لجمع البيانات الخام لأوزان مائة كتلة من كتل الصلب (كجم)

## 3- إنشاء خريطتا (S)، (X) المبدئيتين:

و لتسهيل إنشاء خريطتا التحكم (S)، (X) المبدئيتين نضيف لنموذج جمع البيانات عمودين جديدين العمود الأول يحوي متوسط العينة الذي يحسب من المعادلة:

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{n}$$

فمثلا متوسط العينة الأولى:

$$\bar{X}_1 = \frac{18+20+18+18+17}{5} = \frac{91}{5} = 18.2 \text{ gm}$$

وهكذا يتم حساب متوسط كل عينة من العينات العشرين. ونجمع هذه المتوسطات.

والعمود الثاني يحوي الانحراف المعياري للعينة الذي يحسب من المعادلة:

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( X_i - \bar{X}_j \right)^2}$$

فمثلا الانحراف المعياري للعينة الأولى:

$$S_1 = \sqrt{\frac{1}{5-1} \left( (18 - 18.2)^2 + (20 - 18.2)^2 + (18 - 18.2)^2 + (18 - 18.2)^2 + (17 - 18.2)^2 \right)} = 1.0954 \text{ gm}$$

وبالمثل يتم حساب الانحراف المعياري لكل عينة من العينات العشرين. و نجمع قيم الانحرافات المعيارية

للعينات ونحسب متوسطها. انظر نموذج جمع البيانات جدول (3- 7)

و بمعلومية حجم العينة (n = 5) نستطيع تحديد العوامل (A<sub>3</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>) من جدول (3- 5)

$$A_3 = 1.427$$

$$B_3 = 0$$

$$B_4 = 2.089$$

الخط الأوسط لخريطة (X)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N} = \frac{337.2}{20} = 16.86 \text{ gm}$$

الخط الأوسط لخريطة (S)

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^N S_j}{N} = \frac{27.4145}{20} = 1.3707 \text{ gm}$$

نموذج جمع بيانات	
اسم الجزء: كتل الصلب	التاريخ: 1424/3/28 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: الصباحية
الجزء المقاس: وزن كتل الصلب (كجم)	القسم: 50
عدد الوحدات / عينة: 100	الفاحص: 333
الماكينة: الأولى	رقم أمر التشغيل: 143

رقم العينة	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	$\bar{X}$	S
1	20	18	18	17	18	18.2	1.0954
2	13	13	10	18	18	14.4	3.3166
3	14	15	16	14	16	15.0	0.9574
4	18	21	18	18	14	17.8	2.8723
5	16	15	15	15	15	15.2	0.4472
6	18	19	18	15	21	18.2	2.1679
7	15	16	17	17	17	16.4	0.8944
8	14	18	19	19	21	18.2	2.5884
9	17	17	17	15	17	16.6	0.8944
10	18	20	19	16	22	19.0	2.2361
11	16	15	15	16	16	15.6	0.5477
12	18	19	18	15	19	17.8	1.6432
13	17	17	17	15	16	16.4	0.8944
14	19	18	20	15	17	17.8	1.9235
15	16	16	15	15	15	15.4	0.5477
16	16	18	18	15	15	16.4	1.5166
17	15	17	16	15	16	15.8	0.8367
18	17	19	20	18	18	18.4	1.1402
19	16	16	16	16	16	16.0	0
20	19	17	19	19	19	18.6	0.8944
المجموع						337.2	27.4145
المتوسط						16.86	1.3707

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1424/3/28 هـ	.....	.....

جدول (3- 7) نموذج لجمع البيانات الخام لأوزان مائة كتلة من كتل الصلب (كجم)

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_{\bar{X}}$ ) لخريطة ( $\bar{X}$ ):

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} = 16.86 + (1.427)(1.3707) = 18.816 \text{ gm}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_{\bar{X}}$ ) لخريطة ( $\bar{X}$ ):

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} = 16.86 - (1.427)(1.3707) = 14.904 \text{ gm}$$

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_S$ ) لخريطة ( $S$ ):

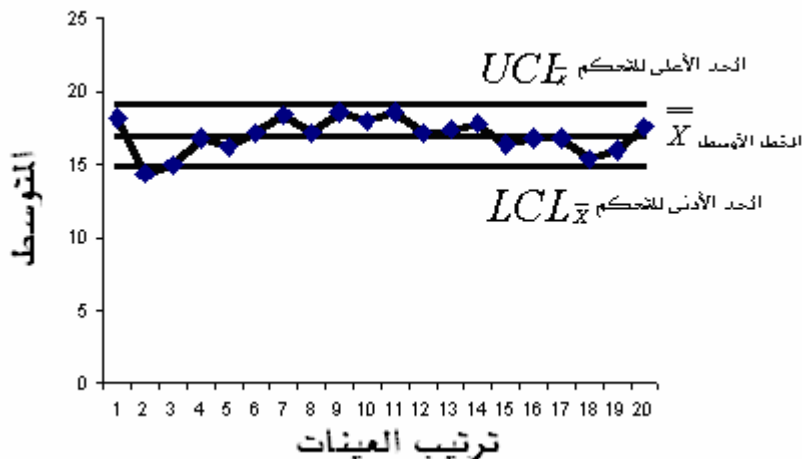
$$UCL_S = B_4 \bar{S} = (2.089)(1.3707) = 2.8634 \text{ gm}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_S$ ) لخريطة ( $S$ ):

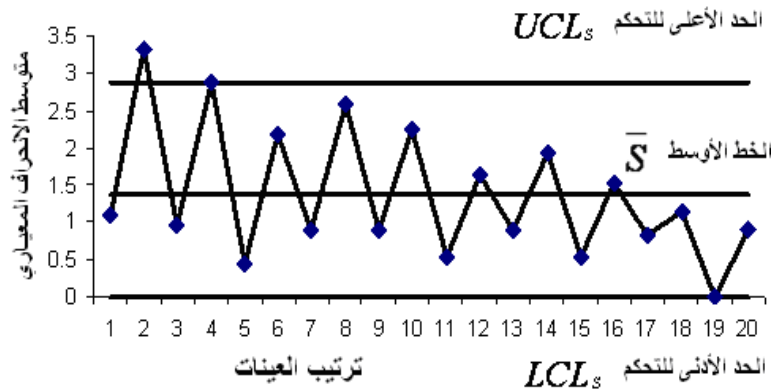
$$LCL_S = B_3 \bar{S} = (0)(1.3707) = 0 \text{ gm}$$

#### 4- توقيع البيانات:

توقع البيانات المسجلة على الخريطتان ( $\bar{X}$ ) ، ( $S$ ) بعد توقيع كل من الخطوط الوسطى وحدود التحكم العليا و حدود التحكم الدنيا للخريطتان انظر شكلي (3- 7)، (3- 8).



شكل (3- 7) خريطة ( $\bar{X}$ ) (المبدئية) لأوزان كتل الصلب



شكل (3- 8) خريطة الانحراف المعياري ( $S$ ) (المبدئية) لأوزان كتل الصلب

#### 5- دراسة استقرار العملية الإنتاجية:

يتضح من خلال دراسة خريطتنا ( $S$ ) ، ( $\bar{X}$ ) للبيانات المسجلة أن النقطة رقم (2) الممثلة للعينة رقم (2) خرجت عن حدود التحكم نتيجة تعيين عمال جدد ، و ليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم.

#### 6- استبعاد النقط التي خرجت عن حدود التحكم:

لذلك نستبعد النقطة رقم (2) نظرا لمعرفة سبب خروجها.

#### 7- إنشاء خريطتنا التحكم ( $\bar{X}$ ) ، ( $S$ ) المراجعتين:

يتم حساب الخط الأوسط و الحد الأعلى للتحكم والحد الأدنى للتحكم لكل خريطة و ذلك بعد استبعاد قراءات العينة الثانية التي خرجت عن حدود التحكم ويصبح عدد العينات (19) عينة.

الخط الأوسط لخريطة ( $\bar{X}$ )

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N} = \frac{322.8}{19} = 16.99 \text{ gm} .$$

الخط الأوسط لخريطة ( $S$ )

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^N S_j}{N} = \frac{24.0979}{19} = 1.268 \text{ gm} .$$

الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم لخريطة (  $\bar{X}$  ) :

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} = 16.99 + (1.427)(1.268) = 18.799 \text{ gm}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} = 16.99 - (1.427)(1.268) = 15.181 \text{ gm}$$

الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم لخريطة (  $S$  ) :

$$UCL_s = B_4 \bar{S} = (2.089)(1.268) = 2.649 \text{ gm}$$

$$LCL_s = B_3 \bar{S} = (0)(1.268) = 0 \text{ gm}$$

### 8- توقيع البيانات الجديدة للإنتاج :

يتم توقيع البيانات الجديدة للإنتاج على خريطتنا التحكم خريطتنا (  $\bar{X}$  ) ، (  $S$  ) المراجعيتين.

(كما تم توضيحه في 3- 8 تطبيق عملي لخريطتنا التحكم في المتوسط  $\bar{X}$  والمدى  $R$ )

### 9- اتخاذ الإجراء التصحيحي :

وتتم دراسة استقرار خريطتنا التحكم (  $\bar{X}$  ) ، (  $S$  ) المراجعيتين، فإذا كان جميع النقاط داخل حدود التحكم و ليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم و بالتالي أصبحت اللوحة القياسية الجديدة للإنتاج المستقبل . أما إذا خرجت نقطة أو أكثر عن حدود التحكم فلا بد من دراسة أسباب خروجها أو إذا حدثت تغيرات غير عشوائية داخل التحكم فلا بد من اتخاذ إجراء تصحيحي حيالها للتحكم في العملية الإنتاجية .

### 3- 11 خرائط التحكم للخواص :

تستخدم هذه الخرائط في حالة الفحص التمييزي للخواص الصريحة أي التي لا تقاس بوحدات قياس وأحسن الأمثلة لذلك عندما تستخدم محددات القياس التي بواسطتها يمكن الحكم على المنتجات أنها سليمة أو معيبة أو تمييز عدد العيوب في المنتجات طبقا للمواصفات أي أنها مطابقة للمواصفات أو غير مطابقة للمواصفات، وتهدف هذه الخرائط إلى تحديد متوسط مستوى الجودة (نسبة المعيب أو عدد العيوب)، وتوجيه الانتباه لتصحيح أي تغيرات في المتوسط بالإضافة إلى تحديد معايير القبول للمنتجات قبل الشحن إلى العميل.

وسوف نتناول بعض المفاهيم الخاصة بخرائط التحكم للخواص ، ثم نتناول أهم خرائط التحكم للخواص: خريطة التحكم في نسبة المعيب (  $p$  ) ، وخريطة التحكم في عدد العيوب (  $C$  ) ، وسنتبع نفس الخطوات الأساسية لإنشاء وعمل خرائط التحكم للمتغيرات أو للخواص والتي سبق شرحها في 3- 5 خطوات إنشاء وعمل خريطة التحكم:

### 3- 12 مفاهيم خاصة بخرائط التحكم للخواص:

و سوف نتناول بعض المفاهيم الخاصة بخرائط التحكم للخواص كما يلي:

- المفهوم الأساسي للاحتتمالات.
- المتغيرات العشوائية.
- التوزيعات الاحتمالية.

### 3- 12- 1 المفهوم الأساسي للاحتتمالات:

افتراض أن الحدث  $E$  يمكن أن يحدث ب  $h$  طريقة وكانت  $n$  عدد جميع الحالات الممكنة والتي لها نفس الفرصة في الحدوث ، وعلى ذلك فإن احتمال حدوث الحدث  $E$  يكون <sup>(25)</sup>:

$$P(E) = \frac{h}{n}$$

ويمكن تعريف الاحتمال لحدث ما على أنه التكرار النسبي لحدوث هذا الحدث.

وفي مجال ضبط الجودة نستطيع توضيح هذا المفهوم عن طريق الاختيار العشوائي لمفردة ما من عدة مفردات عددها 100 مفردة مثلاً ، مع علمنا بأن عدد المفردات المعيبة 10 مفردات وعلى ذلك فإن احتمال أن المفردة المختارة تكون معيبة (Defective (D :

$$P(D) = \frac{10}{100} = 0.1$$

وكذلك فإن احتمال أن المفردة المختارة تكون سليمة (Good (G :

$$P(G) = \frac{90}{100} = 0.9$$

ويلاحظ أن مجموع احتمالي المعيب و السليم يساوي الواحد الصحيح.

## 3- 12- 2 المتغيرات العشوائية:

المتغير العشوائي يعرف على أنه يمكن أن يأخذ أي قيمة من قيم سبق تحديدها مع تساوي احتمال أخذه لأي قيمة من هذه القيم.

و هناك نوعان للمتغير العشوائي:

- 1- المتغير العشوائي المتصل الذي يمكن أن يأخذ أي قيمة من قيمتين معينتين مثال ذلك: طول عمود من الصلب (m) 2.108.
- 2- المتغير العشوائي المتقطع الذي يمكن أن يأخذ قيما معينة من قيمتين معينتين مثال ذلك: عدد المنتجات المعيبة لمنتج معين 15 (مفردة).

## 3- 12- 3 التوزيعات الاحتمالية:

يعرف التوزيع الاحتمالي على أنه توزيع يبين العلاقة بين القيمة و احتمال حدوثها.

تنقسم التوزيعات الاحتمالية إلى نوعين:

- 1- توزيعات احتمالية متصلة: مثل التوزيع الطبيعي وهو للمتغيرات العشوائية المتصلة.

معادلة التوزيع الطبيعي:

$$Y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(X-\mu)^2/\sigma^2}$$

حيث

$\mu$  = المتوسط

$\sigma$  = الانحراف المعياري

- 2- توزيعات احتمالية متقطعة: مثل توزيع ذي الحدان و توزيع البواسون، وهما للمتغيرات العشوائية المتقطعة.

(أ) توزيع ذي الحدان:

معادلة توزيع ذي الحدان :

$$P\left(\frac{d}{n}\right) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^{-d} (1-\bar{p})^{n-d}$$



حيث

$$P\left(\frac{d}{n}\right)$$

هو احتمال وجود  $d$  من المفردات المعيبة في عينة حجمها  $n$  من مجتمع لانهائي به نسبة معيب  $\bar{p}$  و متوسط التوزيع

$$\mu = \bar{p} =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = \text{الانحراف المعياري}$$

و يستخدم هذا التوزيع في خريطة التحكم لنسب المعيب ( $\bar{p}$ ) كما سيأتي شرحه.

(ب) توزيع بواسون:

معادلة توزيع ذي الحدان :

$$P(c) = \frac{(\bar{c})^c e^{-\bar{c}}}{c!}$$

حيث

 $\bar{C}$  = عدد العيوب في عينة ما $\bar{C}$  = متوسط عدد العيوب

$$\mu = \bar{C} =$$

متوسط التوزيع

$$\sigma = \sqrt{\bar{C}} =$$

الانحراف المعياري

ويستخدم هذا التوزيع في خريطة التحكم لعدد العيوب ( $\bar{C}$ ) كما سيأتي شرحه.

## 3- 13 خريطة التحكم في نسبة المعيب ( p )

و توضح خريطة المعيب ( p ) التغيرات في نسبة المعيب للمنتجات المصنعة من العملية الإنتاجية وتتكون خريطة المعيب ( p ) من:

1- الخط الأوسط (  $\bar{p}$  ) وهو متوسط نسبة المعيب لجميع العينات وهو ناتج قسمة عدد المفردات المعيبة على عدد المفردات المفحوصة.

$$\bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^N D_j}{\sum_{j=1}^N n_j}$$

حيث

$\bar{p}$  = متوسط نسبة المعيب.

N = عدد العينات

$D_j$  = عدد المفردات المعيبة في العينة رقم ( j )

$n_j$  = حجم العينة رقم ( j )

ويمكن أيضاً حساب متوسط نسبة المعيب بقسمة مجموع نسب المعيب لجميع العينات على عدد هذه العينات.

$$\bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^N p_j}{N}$$

$p_j$  = نسبة المعيب للعينة رقم ( j )

حيث

2 - الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم:

الحد الأعلى للتحكم (  $UCL_p$  ) و يحسب كالاتي:

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

حيث

 $\bar{p}$  = متوسط نسبة المعيب. $\sigma_{\bar{p}}$  = الانحراف المعياري لنسبة المعيب $n$  = حجم العينةالحد الأدنى للتحكم ( $LCL_p$ ) ويحسب كالاتي:

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sigma_{\bar{p}}$$

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

حيث إن توزيع نسب المعيب يتبع توزيع ذي الحدان لذلك تم التعويض عن

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

ملحوظة هامة: نظرا لاعتماد حدي التحكم على الانحراف المعياري و من ثم حجم العينة، لذلك عند اختلاف أحجام العينات المأخوذة، تتبع إحدى هاتين الطريقتين: فالطريقة الأولى هي حساب الحجم المتوسط للعينة بقسمة جميع أحجام العينات على عددها و ذلك عندما تكون لأحجام متقاربة، والطريقة الثانية هي حساب الحدود الحقيقية لكل عينة على حدة إذا كانت أحجام العينات تختلف اختلافا كبيرا

### 3- 14 تطبيق عملي لخريطة التحكم في نسبة المعيب ( $p$ ) في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي.

و فيما يلي نستعرض مثالا تطبيقيا لكيفية إنشاء خريطة ( $p$ ) واستخدامها وتحليل نتائجها في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي لأحد المنتجات الخزفية.

1- تحديد خاصية جودة المنتج: تم اختيار الشكل الجمالي لأحد المنتجات الخزفية نظرا لأهمية هذا الشكل على جودة هذه المنتجات، و تم تحديد نسبة المعيب لهذه المنتجات من حيث الشكل.

2- تسجيل البيانات: تم تسجيل بيانات نسب المعيب لعدد (25) عينة من منتج خزفي، وكل عينة تحوي (1000) منتج خزفي، انظر نموذج جمع البيانات جدول (3- 8).

نموذج جمع بيانات	
اسم الجزء: منتج خزفي	التاريخ: 1427/6/2 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: الليلية (3)
الخاصية المفحوصة: الشكل	القسم: 30
عدد الوحدات / عينة: 1000	الفاحص: 07
خط الإنتاج: الأول	رقم أمر التشغيل: 508

رقم العينة (j)	عدد المنتجات المفحوصة	عدد المنتجات المعيبة	نسبة المعيب $P_j$	ملاحظات
1	1000	8	0.008	
2	1000	18	0.018	
3	1000	20	0.020	
4	1000	22	0.022	
5	1000	26	0.026	
6	1000	60	0.060	مواد خام رديئة
7	1000	52	0.052	مواد خام رديئة
8	1000	26	0.026	
9	1000	16	0.016	
10	1000	46	0.046	
11	1000	68	0.068	ظروف سيئة سيئة
12	1000	50	0.050	
13	1000	63	0.036	
14	1000	24	0.024	
15	1000	22	0.022	
16	1000	16	0.016	
17	1000	28	0.028	
18	1000	42	0.042	
19	1000	50	0.050	
20	1000	63	0.036	
21	1000	28	0.028	
22	1000	16	0.016	
23	1000	63	0.036	
24	1000	38	0.038	
25	1000	16	0.016	

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1427/6/2 هـ	.....	.....

جدول (3- 8) نموذج لجمع البيانات لعدد (25) عينة من منتج خزفي

3- إنشاء خريطة (  $p$  ) المبدئية:

و لتسهيل إنشاء خريطة (  $p$  ) المبدئية نضيف لنموذج جمع البيانات عمودا جديدا يحوي نسبة المعيب لكل عينة من العينات.

$$P_j = \frac{D_j}{n_j}$$

حيث

$P_j$  = نسبة المعيب للعينة رقم (  $j$  )

$D_j$  = عدد المنتجات المعيبة في العينة رقم (  $j$  )

$n_j$  = عدد المنتجات المفحوصة في العينة رقم (  $j$  )

الخط الأوسط (  $\bar{p}$  )

$$\bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^N D_j}{\sum_{j=1}^N n_j}$$

$$= \frac{800}{25 \times 1000} = 0.032$$

الحد الأعلى للتحكم (  $UCL_p$  ):

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sigma_p$$

الحد الأدنى للتحكم (  $LCL_p$  ):

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sigma_p$$

و لتسهيل يتم حساب (  $3\sigma_p$  )

$$3\sigma_p = 3 \left( \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \right) = 3 \left( \sqrt{\frac{0.032(1-0.032)}{1000}} \right) = 0.018$$

الحد الأعلى للتحكم (  $UCL_p$  ):

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sigma_p$$

$$= 0.032 + 0.018$$

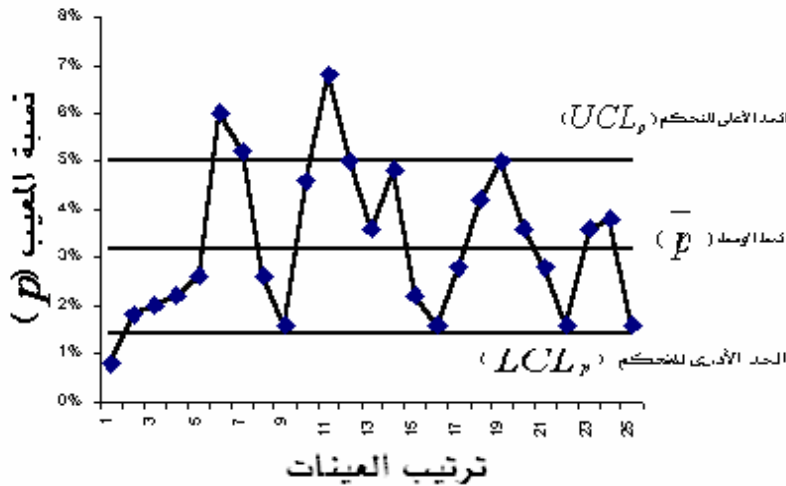
$$= 0.05$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_p$ ):

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sigma_p$$

$$= 0.032 - 0.018$$

$$= 0.014$$



شكل (3-9) خريطة نسبة المعيب (p) لمنتج خفيف

#### 4- توقع البيانات:

توقع بيانات نسب المعيب للعينات المسجلة و ذلك بعد توقع الخط الأوسط و كل من الحد الأعلى للتحكم و الحد الأدنى للتحكم انظر شكل (3-9).

#### 5- دراسة استقرار العملية الإنتاجية:

يتضح من دراسة خريطة (p) للبيانات المسجلة أن النقطتين (6)، (7) خرجتا عن حدود التحكم بسبب استخدام مواد خام رديئة و كذلك خرجت النقطة (11) عن حدود التحكم بسبب الظروف البيئية السيئة التي تم فيها إنتاج هذه العينة، و ليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم.

6- استبعاد النقاط التي خرجت عن حدود التحكم:

نتيجة لأسباب ملموسة مثل النقاط (6),(7),(11) .

7- إنشاء خريطة (  $p$  ) المراجعة:

يتم حساب الخط الأوسط و الحد الأعلى للتحكم و الحد الأدنى للتحكم و ذلك بعد استبعاد قراءات العينات الثلاث التي خرجت عن حدود التحكم لأسباب ملموسة و يصبح عدد العينات (22) عينة.

$$\bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^N D_j}{\sum_{j=1}^N n_j} = \frac{620}{22 \times 1000} = 0.028$$

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_p$ ):

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sigma_{\bar{p}}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_p$ ):

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sigma_{\bar{p}}$$

و للتسهيل يتم حساب ( $3\sigma_{\bar{p}}$ )

$$3\sigma_{\bar{p}} = 3 \left( \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \right) = 3 \left( \sqrt{\frac{0.028(1-0.028)}{1000}} \right) = 0.015$$

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_p$ ):

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sigma_{\bar{p}} = 0.028 + 0.015 = 0.043$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_p$ ):

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sigma_{\bar{p}} = 0.028 - 0.015 = 0.013$$

## 8- توقيع البيانات الجديدة للإنتاج:

توقع البيانات الجديدة للإنتاج الموضحة بنموذج جمع البيانات للإنتاج جدول (3- 9) وذلك على خريطة التحكم المراجعة شكل رقم (3- 10).

نموذج جمع بيانات	
اسم الجزء: منتج خزفي	التاريخ: 1427/6/5 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: الصباحية (1)
الخاصية المفحوصة: الشكل	القسم: 18
عدد الوحدات / عينة: 1000	الفاحص: 63
خط الإنتاج: الثاني	رقم أمر التشغيل: 885

ملاحظات	نسبة المعيب $P_j$	عدد المنتجات المعيبة	عدد المنتجات المفحوصة	رقم العينة (j)
	0.016	16	1000	1
	0.008	8	1000	2
	0.018	18	1000	3
	0.038	38	1000	4
	0.036	63	1000	5
	0.022	22	1000	6
	0.026	26	1000	7
	0.036	63	1000	8
	0.016	16	1000	9
	0.030	03	1000	10
	0.040	40	1000	11
	0.032	23	1000	12
	0.028	28	1000	13
	0.016	16	1000	14
	0.036	63	1000	15
	0.026	26	1000	16
	0.020	20	1000	17
	0.023	23	1000	18
	0.019	19	1000	19
	0.022	22	1000	20
	0.017	17	1000	21
	0.026	26	1000	22
	0.030	03	1000	23
	0.020	20	1000	24
	0.022	22	1000	25

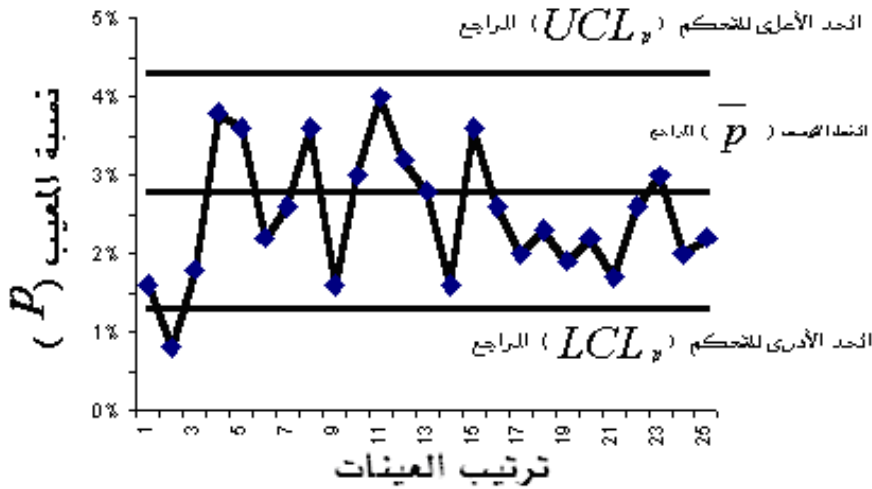
التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1427/6/5 هـ	.....	.....

جدول (3- 9) نموذج لجمع البيانات الجديدة لعدد (25) عينة من منتج خزفي



### 9- اتخاذ إجراء تصحيحي:

فإذا اتضح أن جميع النقط داخل حدود التحكم، و ليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم، و بالتالي أصبحت اللوحة القياسية الجديدة للإنتاج المستقبل، أما إذا خرجت نقطة أو أكثر عن حدود التحكم فلا بد من معرفة أسباب هذا الخروج واتخاذ إجراء تصحيحي حيال هذه الأسباب للتحكم في العملية الإنتاجية.



شكل (3- 10) خريطة نسبة المعيب (p) المراجعة لمنتج خزفي

### 3- 15 خريطة التحكم في عدد العيوب (C)

في كثير من الأحيان يكون من المناسب استخدام عدد العيوب في الوحدة المنتجة، مثال عدد العيوب في أثواب النسيج و في أجهزة الراديو أو التلفزيون و في طباعة الورق و غيرها، و لذلك تستخدم خريطة (C) التي توضح عدد العيوب في وحدة الفحص أو العينة المأخوذة و تتكون خريطة (C) من:

1- الخط الأوسط ( $\bar{C}$ ) و هو متوسط عدد العيوب لجميع العينات المأخوذة.

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^N c_j}{N}$$

حيث

$\bar{C}$  = متوسط عدد العيوب لجميع العينات.

$c_j$  = عدد العيوب في العينة رقم (j)

N = عدد العينات

2- الحدان الأعلى و الأدنى للتحكم:

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_c$ ) ويحسب كالاتي:

$$UCL_c = \bar{C} + 3\sigma_c$$

$$= \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

حيث

$\bar{C}$  = متوسط عدد العيوب لجميع العينات.

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_c$ ) ويحسب كالاتي:

$$LCL_c = \bar{C} - 3\sigma_c$$

$$= \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$$

حيث إن توزيع عدد العيوب يتبع توزيع بواسون، لذلك تم التعويض عن

$$\sigma_c = \sqrt{\bar{C}}$$

3- 16 تطبيق عملي لخريطة التحكم في عدد العيوب ( $C$ ) في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي.

و فيما يلي نستعرض مثالا تطبيقيا لكيفية إنشاء خريطة التحكم في عدد العيوب ( $C$ ) واستخدامها وتحليل نتائجها في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي لأثواب من القماش:

1- تحديد خاصية جودة المنتج:

تم اختيار عيوب الطباعة لأثواب من القماش نظرا لأهمية الطباعة على جودة القماش، و تم تحديد عدد عيوب الطباعة في كل ثوب قماش.

2- تسجيل البيانات:

تم تسجيل بيانات عدد عيوب الطباعة لعدد (25) عينة من أثواب القماش، وكل عينة تحتوي على ثوب واحد، انظر نموذج جمع البيانات جدول (3- 10)

نموذج جمع بيانات	
اسم الجزء: ثوب قماش	التاريخ: 1428/3/20 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: المسائية (2)
الخاصية المفحوصة: عيوب الطباعة	القسم: 3
عدد العينات: 25	الفاحص: 20
خط الإنتاج: الجديد	رقم أمر التشغيل: 1600

رقم العينه (j)	عدد عيوب الطباعة	ملاحظات		
1	12			
2	13			
3	10			
4	15			
5	10			
6	9			
7	11			
8	15			
9	13			
10	12			
11	25			
12	11			
13	9			
14	10			
15	7			
16	11			
17	9			
18	13			
19	8			
20	15			
21	12			
22	13			
23	10			
24	15			
25	12			

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1428/3/20 هـ	.....	.....

جدول (3- 10) نموذج لجمع البيانات لعيوب الطباعة لأثواب من القماش

## 3- إنشاء خريطة (C) المبدئية:

الخط الأوسط ( $\bar{C}$ )

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^N C_j}{N} = \frac{300}{25} = 12 \text{ defects}$$

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_c$ ):

$$UCL_c = \bar{C} + 3\sigma_c$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_c$ ):

$$LCL_c = \bar{C} - 3\sigma_c$$

و للتسهيل يتم حساب ( $3\sigma_c$ )

$$3\sigma_c = 3\sqrt{\bar{C}} = 3\sqrt{12} = 10.38 \text{ defects}$$

الحد الأعلى للتحكم ( $UCL_c$ ):

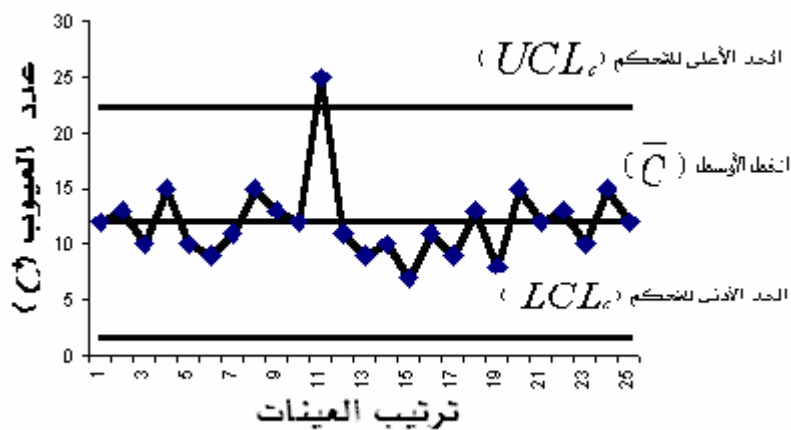
$$UCL_c = \bar{C} + 3\sigma_c$$

$$= \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} = 12 + 10.38 = 22.38 \text{ defects}$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_c$ ):

$$LCL_c = \bar{C} - 3\sigma_c$$

$$= \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} = 12 - 10.38 = 1.62 \text{ defects}$$



شكل (3- 11) خريطة عدد العيوب (C) لأثواب القماش

#### 4- توقع بيانات عدد العيوب للعينات المسجلة :

و ذلك بعد توقيع الخط الأوسط وكل من الحد الأعلى للتحكم والحد الأدنى للتحكم كما هو موضح في شكل (3- 11).

#### 5- دراسة استقرار العملية الإنتاجية:

يتضح من دراسة خريطة (  $\bar{C}$  ) للبيانات المسجلة أن النقطة (11) خرجت عن حدود التحكم بسبب وجود أعطال في ماكينات الطباعة ، و ليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم.

#### 6- استبعاد النقط التي خرجت عن حدود التحكم:

نتيجة لأسباب ملموسة مثل النقطة (11) .

#### 7- إنشاء خريطة ( $\bar{C}$ ) المراجعة:

يتم حساب الخط الأوسط و الحد الأعلى للتحكم و الحد الأدنى للتحكم و ذلك بعد استبعاد قراءة العينة التي خرجت عن حدود التحكم و يصبح عدد العينات (24) عينة. الخط الأوسط (  $\bar{C}$  )

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^N c_j}{N} = \frac{275}{24} = 11.46$$

الحد الأعلى للتحكم (  $UCL_c$  ):

$$UCL_c = \bar{C} + 3\sigma_c$$

الحد الأدنى للتحكم (  $LCL_p$  ):

$$LCL_c = \bar{C} - 3\sigma_c$$

و للتسهيل يتم حساب (  $3\sigma_p$  )

$$3\sigma_p = 3\sqrt{\bar{C}} = 3\sqrt{11.46} = 10.16$$

الحد الأعلى للتحكم (  $UCL_c$  ):

$$UCL_c = \bar{C} + 3\sigma_c$$

$$= \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$= 11.46 + 10.16 = 21.62$$

الحد الأدنى للتحكم ( $LCL_c$ ):

$$LCL_c = \bar{C} - 3\sigma_c$$

$$= \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$= 11.46 - 10.16 = 1.30$$

8- توقيع البيانات الجديدة للإنتاج:

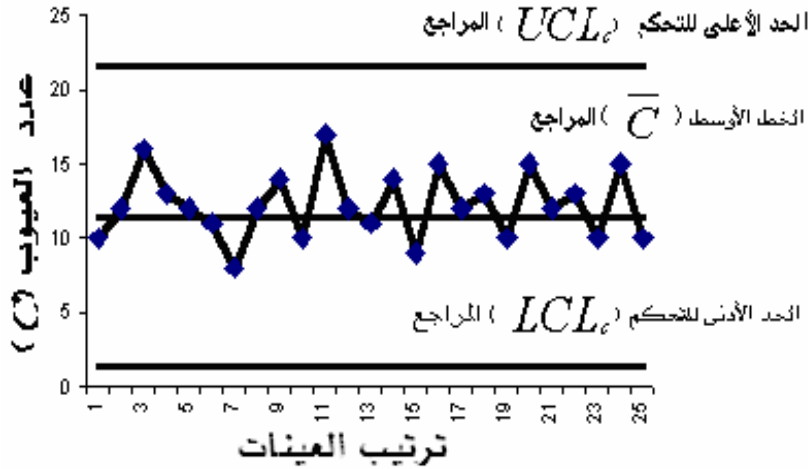
توقع البيانات الجديدة للإنتاج الموضحة بنموذج جمع البيانات للإنتاج الموضح بجدول (3- 11) على خريطة التحكم المراجعة بشكل (3- 12).

نموذج جمع بيانات	
اسم الجزء: ثوب قماش	التاريخ: 1428/3/25 هـ
المرحلة: التفتيش النهائي	الوردية: الصباحية (1)
الخاصية المفحوصة: عيوب الطباعة	القسم: 3
عدد العينات: 25	الفاحص: 44
خط الإنتاج: الجديد	رقم أمر التشغيل: 1607

رقم العينه (j)	عدد عيوب الطباعة	ملاحظات		
1	10			
2	12			
3	16			
4	13			
5	12			
6	11			
7	8			
8	12			
9	14			
10	10			
11	17			
12	12			
13	11			
14	14			
15	9			
16	15			
17	12			
18	13			
19	10			
20	15			
21	12			
22	13			
23	10			
24	15			
25	10			

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1428/3/25 هـ	.....	.....

جدول (3- 11) نموذج لجمع البيانات الجديدة لعدد (25) عينة من أثواب قماش



شكل رقم (3- 12) خريطة (C) المراجعة

### 9- اتخاذ إجراء تصحيحي:

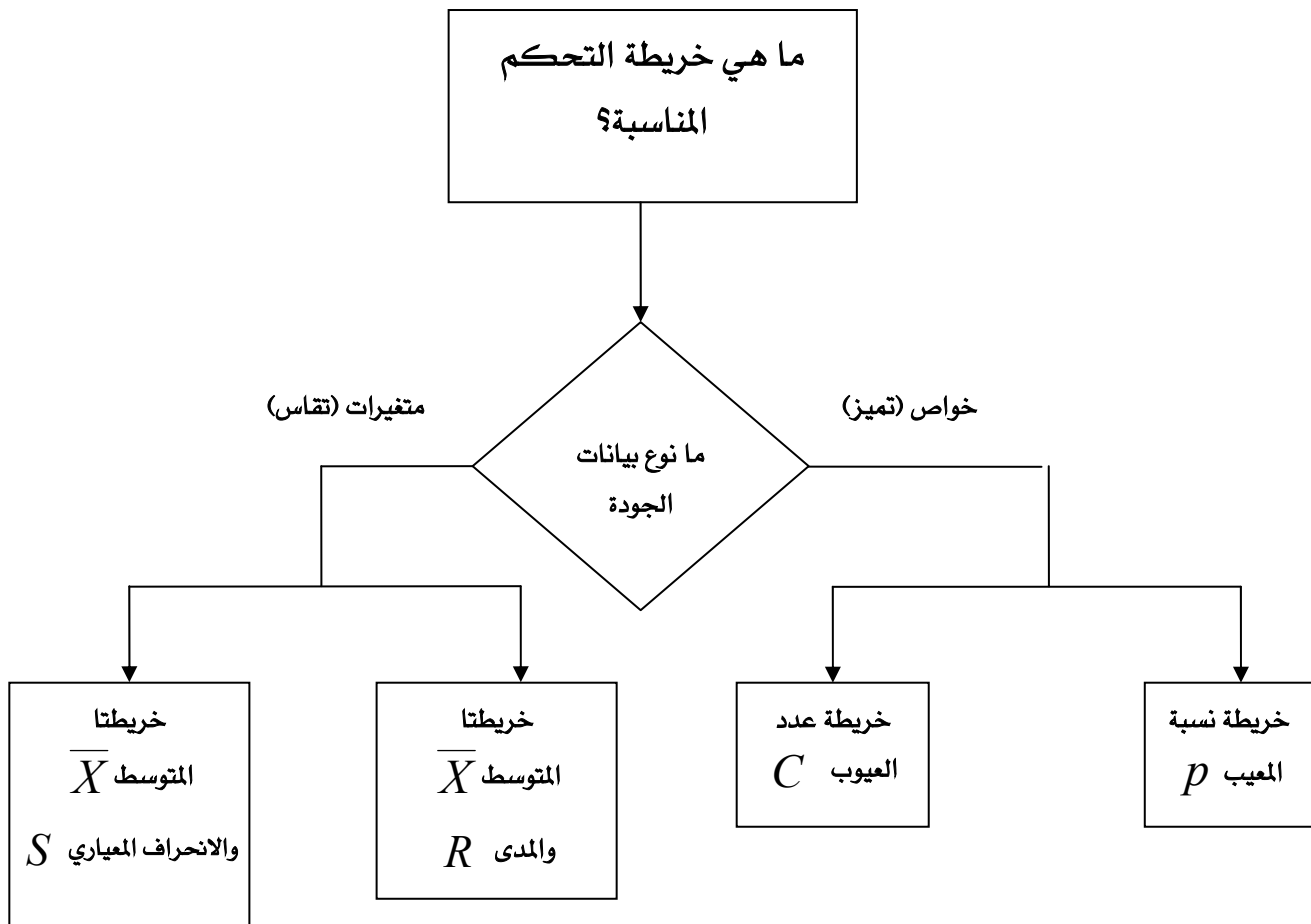
يتضح أن جميع النقاط داخل حدود التحكم، وليس هناك أي دليل على وجود تغيرات غير عشوائية داخل حدود التحكم، وبالتالي أصبحت اللوحة القياسية الجديدة للإنتاج المستقبل، أما إذا خرجت نقطة أو أكثر عن حدود التحكم فلا بد من معرفة أسباب هذا الخروج واتخاذ إجراء تصحيحي حيال هذه الأسباب للتحكم في العملية الإنتاجية.

### 3- 17 اختيار خريطة التحكم المناسبة لحالة صناعية معينة:

يعتبر اختيار خريطة التحكم المناسبة لحالة صناعية معينة من الأمور الهامة في إنشاء خريطة التحكم وبالتالي قدرتها على بيان مدى مراقبة العملية الإنتاجية، ويعتمد هذا الاختيار في أبسط صورته على نوع بيانات الجودة التي تم جمعها من العملية الإنتاجية سواء كانت بيانات لمتغيرات يمكن قياسها أو لخواص يمكن تمييزها ولا يمكن قياسها. ويوضح شكل (3- 13) آلية اختيار طريقة التحكم المناسبة لعملية صناعية كالآتي:

- 1- يتم توجيه سؤال "ما نوع بيانات الجودة" التي تم جمعها.
- 2- إذا كانت البيانات لمتغيرات يمكن قياسها تُختار خريطة المتوسط  $\bar{X}$  والمدى  $R$  أو خريطة المتوسط  $\bar{X}$  والانحراف المعياري  $S$  لمراقبة العملية الإنتاجية.
- 3- إذا كانت البيانات لخواص يمكن تمييزها ولا يمكن قياسها تُختار خريطة نسبة المعيب  $p$  أو خريطة عدد العيوب  $C$  لمراقبة العملية الإنتاجية.





شكل رقم (3- 13) آلية اختيار خريطة التحكم المناسبة لعملية صناعية معينة

وفيما يلي أمثلة لاختيار خريطة التحكم المناسبة لبعض الحالات الصناعية :

م	الحالة الصناعية	البيانات	نوع البيانات	خريطة التحكم المناسبة
1	صناعة أثواب القماش	عيوب في أثواب القماش	خواص	خريطة عدد العيوب $C$
2	إنتاج أفران كهربائية	أفران كهربائية معيبة	خواص	خريطة نسبة المعيب $p$
3	صناعة الأواني الخزفية	فجوات هوائية في الأواني الخزفية	خواص	خريطة عدد العيوب $C$
4	إنتاج مقطورات السكك الحديدية	مقطورات السكك الحديدية معيبة	خواص	خريطة نسبة المعيب $P$
5	إنتاج جهاز تليفزيون	المقاومة الكهربائية لمكونات جهاز التليفزيون	متغيرات	خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والمدى $R$ أو خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والانحراف المعياري $S$
6	تصنيع صلب يستخدم في الهياكل المعدنية	درجة صلابة الصلب	متغيرات	خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والمدى $R$ أو خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والانحراف المعياري $S$
7	إنتاج زيت محركات بدرجة لزوجة معينة	لزوجة الزيت	متغيرات	خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والمدى $R$ أو خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والانحراف المعياري $S$
8	تعبئة أغذية في عبوات	أوزان العبوات الغذائية	متغيرات	خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والمدى $R$ أو خريطتا المتوسط $\bar{X}$ والانحراف المعياري $S$

جدول رقم (3- 12) اختيار خريطة التحكم المناسبة لعملية صناعية معينة

ومن الجدول السابق يتضح أن لكل لحالة صناعية خريطة التحكم المناسبة لها طبقاً لنوع بيانات الجودة التي تم جمعها من العملية الإنتاجية سواء كانت بيانات لمتغيرات يمكن قياسها أو لخواص يمكن تمييزها ولا يمكن قياسها.

## ملخص الوحدة

1. خريطة التحكم: هي وسيلة إحصائية بيانية تستخدم أساسا لدراسة التحكم في العمليات ذات الطبيعة المتكررة. وتطبق في مراحل الإنتاج الصناعي من مرحلة تحديد المواصفات ثم مرحلة الإنتاج وأخيرا مرحلة الفحص.
2. التغيرات في جودة الإنتاج: نتيجة للصدفة أو نتيجة لأسباب ملموسة.
3. التحكم في العمليات الإنتاجية يتم بملاحظة الأسباب الملموسة الناتجة عن:
  - الاختلافات بين الماكينات.
  - الاختلافات بين العمال.
  - الاختلافات بين المواد الخام (الخامات).
  - الاختلافات في أي من العناصر الثلاثة السابقة مع مرور الزمن.
  - الاختلافات في علاقة كل من هذه العناصر بالآخر.
4. خريطة التحكم: تتكون من خط أوسط و حدي تحكم أعلى و أدنى.
5. خرائط التحكم للمتغيرات: تستخدم عند أخذ قياسات فعلية لخصائص المنتج.
6. خرائط التحكم للخواص: تستخدم عند فحص المنتجات تمييزيا.
7. خطوات إنشاء و عمل خريطة التحكم: لإنشاء خرائط التحكم سواء للمتغيرات أو للخواص، فإن الخطوات الأساسية لإنشائها وعملها واحدة:
  - تحديد خاصية جودة المنتج التي يجب أن تقاس أو تميز.
  - يتم تسجيل البيانات بالعدد المطلوب من العينات وبالحجم المناسب لكل عينة.
  - إنشاء خريطة تحكم مبدئية من البيانات المسجلة، وذلك بحساب كل من الخط المتوسط وحدي التحكم الأعلى والأدنى.
  - توقيع البيانات المسجلة على خريطة التحكم المبدئية في صورة نقط.
  - دراسة استقرار العملية الإنتاجية بتحليل أسباب خروج بعض النقط عن حدود التحكم، والتأكد من عدم وجود أسباب لا عشوائية لباقي النقط.
  - استبعاد النقط التي خرجت عن حدود التحكم وظهر أنها نتيجة لأسباب ملموسة.

- إنشاء خريطة التحكم المراجعة في الإنتاج مستقبلا من البيانات المسجلة بدون البيانات التي استبعدت، وذلك بحساب الخط المتوسط و حدي التحكم الأعلى والأدنى.
- توقيع بيانات الإنتاج الجديدة على خريطة التحكم المراجعة.
- اتخاذ إجراء تصحيحي في حالة خروج بعض البيانات عن حدود التحكم.

#### 8. خرائط التحكم في المتغيرات:

تعتبر خرائط التحكم للمتغيرات وسيلة مهمة لرقابة جودة العمليات الإنتاجية وحيث إن أي تغيرات معنوية في متوسط العملية الإنتاجية أو مداها تعتبر دلالة على تغيرات معنوية في العملية ذاتها.

#### 9. من خرائط التحكم في المتغيرات:

- خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ).
- خريطة التحكم في المدى ( $R$ ).
- خريطة التحكم في الانحراف المعياري ( $S$ ).

#### 10. خرائط التحكم للخواص:

تستخدم هذه الخرائط في حالة الفحص التمييزي للخواص الصريحة أي التي لا تقاس بوحدات قياس

#### 11. من المفاهيم الخاصة بخرائط التحكم للخواص :

- المفهوم الأساسي للاحتمالات: احتمال حدوث الحدث يعني عدد طرق حدوثه على عدد الطرق الكلية .
- المتغير العشوائي: المتغير العشوائي يعرف على أنه يمكن أن يأخذ أي قيمة من قيم سبق تحديدها مع تساوي احتمال أخذه لأي قيمة من هذه القيم.
- أنواع المتغير العشوائي: متصل أو متقطع.
- التوزيع الاحتمالي: التوزيع الاحتمالي يعرف على أنه توزيع يبين العلاقة بين القيمة واحتمال حدوثها.
- التوزيعات الاحتمالية: متصل: التوزيع الطبيعي أو متقطع: توزيع ذي الحدين وتوزيع بواسون

12. من خرائط التحكم للخواص:

خريطة التحكم في نسبة المعيب (  $p$  )

خريطة التحكم في عدد العيوب (  $C$  ).

13. اختيار خريطة التحكم المناسبة لحالة صناعية معينة:

هذا الاختبار في أبسط صوره على نوع بيانات الجودة التي تم جمعها من العملية الإنتاجية سواء كانت بيانات لمتغيرات يمكن قياسها أو لخواص يمكن تمييزها ولا يمكن قياسها.



## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) خريطة التحكم هي وسيلة إحصائية تستخدم لدراسة استقرار العملية إحصائياً. ( )
- (ب) يعزى التغيرات في العملية الإنتاجية إلى الاختلافات بين الماكينات فقط. ( )
- (ج) من خرائط التحكم للمتغيرات: خريطة نسبة المعيب. ( )
- (د) قد يكون المتغير العشوائي متصلاً أو متقطعاً. ( )
- (هـ) نسبة المعيب تتبع توزيع ذي الحدان. ( )
- (و) من خرائط التحكم للخواص: خريطة المتوسط. ( )
- (ز) نوع البيانات يحدد اختيار خريطة التحكم المناسبة لعملية إنتاجية. ( )

(2) أكمل الفراغات:

(أ) تطبق خرائط التحكم لتعريف ..... ، و كأداة للحصول على

..... ، و كطريقة للحكم على

(ب) من أنواع خرائط التحكم للمتغيرات ..... ، و .....

.....

(ج) تستبعد النقطة أو النقاط التي خرجت عن حدود التحكم و ذلك لأسباب .....

(د) تستخدم خريطة ..... في التحكم في طباعة أثواب القماش.

(هـ) نسبة المعيب تساوي عدد المفردات المعيبة مقسوماً على .....

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علماً بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) تطبق خرائط التحكم:

- 1- لتعريف الهدف أو المواصفات القياسية. ( ) 2- كأداة للحصول على الهدف أو المواصفات القياسية. ( )
- 3- كطريقة للحكم على ما إذا كان ( ) 4- كل ما سبق. ( )
- الهدف أو المواصفات القياسية قد تحقق أم لا.

(ب) من أنواع التغيرات في جودة المنتج:

- 1- نتيجة للصدفة. ( )  
2- نتيجة لأسباب ملموسة. ( )  
3- نتيجة للاقتصاد العالمي. ( )  
4- الإجابتان (1) ، (2). ( )

(ج) خريطة (  $\bar{X}$  ) هي خريطة التحكم في:

- 1- المدى. ( )  
2- المتوسط. ( )  
3- عدد العيوب. ( )  
4- نسبة المعيب. ( )

(د) لإنشاء خريطة التحكم نحسب:

- 1- المتوسط لخاصية جودة المنتج والحدان الأعلى والأدنى. ( )  
2- المدى لخاصية جودة المنتج والحدان الأعلى والأدنى. ( )  
3- الانحراف المعياري لخاصية جودة المنتج والحدان الأعلى والأدنى. ( )  
4- التباين لخاصية جودة المنتج والحدان الأعلى والأدنى. ( )

(هـ) ارتفاع نسبة المعيب تدل على:

- 1- ارتفاع جودة الإنتاج. ( )  
2- تدهور جودة الإنتاج. ( )  
3- استقرار جودة الإنتاج. ( )  
4- كل ما سبق. ( )

(و) خريطة (C) هي خريطة التحكم في:

- 1- المدى. ( )  
2- المتوسط. ( )  
3- عدد العيوب. ( )  
4- نسبة المعيب. ( )

(4) اذكر أمثلة على ما يلي:

- (ت) أسباب ملموسة للتغيير في جودة المنتج.  
(ث) الاختلافات بين خريطتا (  $\bar{X}$  ) ، (R ).  
(ج) استخدامات خريطة التحكم لعدد العيوب (C).  
(ذ) إجراءات تصحيحية يجب أن تتخذ في حالة زيادة نسبة المعيب.



(5) أجب عما يأتي:

- (أ) ما هي خريطة التحكم؟
- (ب) ما هي أنواع خرائط التحكم للمتغيرات؟
- (ت) ما هي أنواع خرائط التحكم للخواص؟
- (ث) لماذا يفضل أن يكون الحد الأدنى لنسبة المعيب صفراً؟



### حالات تدريبية عملية

(1) يحتوي الجدول الآتي على قيم المتوسط و المدى لأطوال أعمدة صغيرة من النحاس بالسنتيمتر (cm) لعدد عشرة عينات حجم كل منها خمسة أعمدة :

رقم العينة	المتوسط $\bar{X}$	المدى $R$
1	36	12
2	29	3
3	20	18
4	39	15
5	29	18
6	31	14
7	23	6
8	32	18
9	29	2
10	33	7

(أ) أنشئ خريطة المتوسط و المدى لهذه البيانات ثم راجعهما ( مع اعتبار كل النقاط التي خرجت عن حدود التحكم لأسباب ملموسة ) .

(ب) وقع البيانات الجديدة الموضحة بالجدول التالي على نفس اللوحة و ادرس استقرار العملية الإنتاجية إحصائياً.

رقم العينة	المتوسط $\bar{X}$	المدى $R$
1	32	11
2	27	10
3	28	18
4	30	11
5	32	16
6	22	10
7	31	15
8	29	12
9	31	10
10	30	13

(2) يُراد إعداد خرائط مراقبة  $\bar{X}$  و  $S$  للزوجة زيت محركات، علماً بأن بيانات المجموعات الجزئية التي حجم كل منها 8 مبيّنة في الجدول التالي. حدد الخط الأوسط وحديي التحكم لخريطتا المتوسط  $\bar{X}$  والانحراف المعياري  $S$ ، افرض أن للنقاط التي تقع خارج المراقبة أسباباً محددة، احسب حديي التحكم والخط الأوسط للخريطتان المراجعيتين.

رقم المجموعة الجزئية	$\bar{X}$	$S$	رقم المجموعة الجزئية	$\bar{X}$	$S$
14	35.1	2.4	1	34.0	2.6
15	32.2	2.9	2	33.4	2.3
16	37.9	2.6	3	34.5	2.4
17	34.9	2.8	4	36.1	2.7
18	30.8	2.3	5	37.6	2.5
19	36.9	2.2	6	32.3	5.0
20	37.4	2.8	7	37.1	2.9
21	36.3	3.3	8	34.7	2.9
22	36.1	2.3	9	38.4	2.3
23	34.8	2.5	10	35.2	2.4
24	35.6	2.7	11	34.1	2.8
25	35.3	2.3	12	34.5	2.5
			13	34.6	2.6

(3) يوضح الجدول الآتي نسبة المعيب في إنتاج نوعية معينة من المسامير و ذلك في عشر عينات كل عينة حجمها 100 مسمار، أنشئ خريطة التحكم لنسبة المعيب لهذه البيانات ثم راجعها ( مع اعتبار كل النقاط التي خرجت عن حدود التحكم لأسباب ملموسة ) .

نسبة المعيب	رقم العينة
0.12	1
0.28	2
0.14	3
0.22	4
0.36	5
0.20	6
0.22	7
0.38	8
0.04	9
0.18	10

ثم وقع البيانات الجديدة المعطاة في الجدول التالي على الخريطة و ادرس استقرار العملية الإنتاجية إحصائياً.

نسبة المعيب	رقم العينة
0.38	1
0.40	2
0.08	3
0.06	4
0.32	5
0.16	6
0.18	7
0.30	8
0.14	9
0.12	10

(4) أنشئ خريطة التحكم لعدد العيوب التي وجدت في أثواب قماش المعيب وذلك في عشر عينات وكانت البيانات كالآتي ثم راجع الخريطة ( مع اعتبار كل النقاط التي خرجت عن حدود التحكم لأسباب ملموسة ) .

رقم العينة	عدد العيوب
1	2
2	1
3	4
4	5
5	3
6	5
7	3
8	7
9	4
10	6

ثم وقع البيانات الجديدة المعطاة في الجدول التالي على الخريطة و ادرس استقرار العملية الإنتاجية إحصائياً.

رقم العينة	عدد العيوب
1	3
2	2
3	5
4	2
5	4
6	5
7	4
8	6
9	4
10	2

(5) اختر خريطة التحكم المناسبة للحالات الصناعية الآتية:

م	الحالة الصناعية	البيانات
1	صناعة لوحات إعلانية	عيوب في اللوحات
2	إنتاج غسالات كهربائية	غسالات كهربائية معيبة
3	إنتاج جهاز عرض بيانات	المقاومة الكهربائية لمكونات الجهاز
4	تصنيع سبيكة نحاس للأجهزة الكهربائية	قابلية التوصيل

## أجوبة على تدريبات مختارة

### (1) الإجابات الصحيحة:

- (أ) ( ✓ )  
 (ب) ( x )  
 (ج) ( x )  
 (د) ( ✓ )  
 (هـ) ( ✓ )  
 (و) ( x )  
 (ز) ( ✓ )

### (2) التكملة الصحيحة للفراغات:

(أ) الهدف أو المواصفات القياسية جودة العملية الإنتاجية - الهدف أو المواصفات الخاصة بجودة العملية الإنتاجية - ما إذا كان الهدف المرجو أو المواصفات المنشودة من هذه العملية الإنتاجية قد تحققت أم لا.

(ب) خريطة المتوسط ( $\bar{X}$ ) و خريطة المدى ( $R$ ) وخريطة الانحراف المعياري ( $S$ ).

(ت) ملموسة.

(ث) خريطة عدد العيوب ( $C$ ).

(هـ) عدد المفردات المفحوصة.

### (3) الاختيارات الصحيحة:

- (أ) 4- كل ما سبق.  
 (ب) 4- الإجابتان (1) ، (2).  
 (ت) 2- المتوسط.  
 (ث) 1- المتوسط لخاصية جودة المنتج والحدان الأعلى والأدنى.  
 (هـ) 2- تدهور جودة الإنتاج.  
 (و) 3- عدد العيوب.



## ضبط الجودة

### الضبط الإحصائي للعمليات

## الوحدة الرابعة : الضبط الإحصائي للعمليات

### الأهداف:

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا و بكفاءة على أن:
- يعرف الضبط الإحصائي للعمليات.
  - يعرف التحسين المستمر للعمليات ويشرح أهميته.
  - يعدد الأدوات الإحصائية السبعة المستخدمة في تحسين جودة العمليات.
  - ينشئ المدرج التكراري ويشرح تطبيقه في التحسين المستمر للعمليات.
  - ينشئ خريطة باريتو ويشرح تطبيقها في التحسين المستمر للعمليات.
  - ينشئ خرائط التدفق ويشرح تطبيقها في التحسين المستمر للعمليات.
  - ينشئ خرائط السبب والنتيجة ويشرح تطبيقها في التحسين المستمر للعمليات.
  - ينشئ قوائم التأكد ويشرح تطبيقها في التحسين المستمر للعمليات.
  - ينشئ خرائط التبعر ويشرح تطبيقها في التحسين المستمر للعمليات.
  - ينشئ خرائط التحكم ويشرح تطبيقها في التحسين المستمر للعمليات.

### متطلبات الجدارة:

التمكن من مفهوم التحكم في العملية الإنتاجية من الوحدة الثالثة.

### مستوى الأداء المطلوب:

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100 %.

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

أربع ساعات.

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الأمثلة التوضيحية و دراسة الحالة.

نشأ علم الضبط الإحصائي جودة الإنتاج مع بداية العشرينات من القرن الماضي، عندما أعد والتر أ. شيوارت مذكرة تعتبر الأساس الأول في تصميمات خرائط التحكم، ونشر في الثلاثينات من القرن الماضي أيضاً كتاباً في الضبط الإحصائي لجودة عنوانه "الضبط الاقتصادي جودة المنتجات المصنعة"، ولقد أرسى هذا الكتاب قواعد ونماذج التصميمات التي استخدمت فيما بعد للطرق الإحصائية لضبط الجودة<sup>(9)</sup>، وفي هذه الوحدة سوف نتناول ما يلي:

- مفهوم الضبط الإحصائي والتحسين المستمر للعمليات.
- مفهوم إنشاء وتطبيق أهم الأدوات الإحصائية للتحسين المستمر للعمليات، وهي السبع الآتية:

- المدرج التكراري.
- خريطة باريتو.
- خريطة التدفق.
- خريطة السبب والنتيجة.
- قوائم التأكد.
- خرائط التبعر.
- خرائط التحكم.

#### 4- 1 الضبط الإحصائي والتحسين المستمر للعمليات:

إن استخدام الأساليب والوسائل الإحصائية في ضبط العمليات والذي يعرف بالضبط الإحصائي للعمليات حوّل نشاط الفحص المبني على القياسات إلى دور تشخيصي علاجي لا يساعد فقط على اكتشاف القصور أو الاختلاف في العملية الإنتاجية وإنما يتعداه إلى تعيين وإزالة أسباب القصور والاختلاف في العملية الإنتاجية باستمرار، وهكذا أصبح الضبط الإحصائي للعمليات أسلوباً للتحسين المستمر للعمليات عن طريق حل مشاكل الجودة التي تواجهها هذه العمليات، عبر استخدام سبع أدوات إحصائية تستخدم في مراقبة العمليات والتحكم فيها وتحسينها، وهذه الأدوات تجعل العمليات مرئية، مما يساعد على تحديد الإجراءات المناسبة لتحسين هذه العمليات بوضوح.

#### 4- 2 أدوات التحسين المستمر للعمليات:

ويمكن التركيز على الضبط الإحصائي للعمليات أي التحسين المستمر للعمليات سواء كانت إنتاجية أو خدمية من خلال نشر هذه الأدوات الإحصائية السبع للتحسين المستمر للعمليات وحل المشاكل على جميع مستويات المنشأة الإنتاجية والخدمية (وسوف يتم التركيز على العملية الإنتاجية في هذه

الحقيبة التدريبية)، واستخدام هذه الأدوات بصورة منتظمة من أجل تعيين فرص التحسين المستمر للعمليات الإنتاجية عن طريق تقليل التباين في هذه العمليات وتقليل الهالك الناتج منها، وعلى الرغم من أن هذه الأدوات الإحصائية السبع المستخدمة في تحسين العمليات الإنتاجية تتميز بسهولة استخدامها وبساطتها في الاستخدام والتطبيق إلا أنها في نفس الوقت تؤدي إلى نتائج إيجابية فعالة، وتتكون هذه الأدوات السبع من الآتي:

- (أ) المدرج التكراري الذي يوضح شكل التغيرات في العملية الإنتاجية.
- (ب) خريطة باريتو التي توضح المشاكل الهامة التي تواجهها العملية الإنتاجية.
- (ج) خريطة التدفق التي توضح خطوات إجراء العملية الإنتاجية.
- (د) خريطة السبب والنتيجة التي توضح أسباب المشاكل التي تواجهها العملية الإنتاجية.
- (هـ) قوائم التأكد التي توضح كيف تجرى العملية الإنتاجية.
- (و) خرائط التبعر التي توضح العلاقات بين العوامل المؤثرة على العملية الإنتاجية.
- (ز) خرائط التحكم التي توضح التغيرات الناتجة عن العملية الإنتاجية والتي يجب أن تضبط.

#### 4- 3 المدرج التكراري؛

سوف نتناول فيما يلي ما هو المدرج التكراري واستخداماته في مجال التحسين المستمر للعمليات وكيفية رسمه ومثال تطبيقي على المدرج التكراري لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 3- 1 ما هو المدرج التكراري واستخداماته؛

يعتبر المدرج التكراري تمثيلاً بيانياً للتوزيع التكراري لمجموعة من البيانات المأخوذة من عملية إنتاجية معينة، ويتكون المدرج التكراري من عدة أعمدة (مستطيلات) حيث تمثل قواعدها أطوال الفئات لأحد متغيرات العملية الإنتاجية، وتمثل ارتفاعاتها التكرارات المناظرة لهذه الفئات، ويوضح المدرج التكراري طبيعة التغيرات لهذه البيانات مشتملة على مداها وموقعها (متوسطها) وشكلها، ولذلك يستخدم المدرج التكراري بصفة عامة في تعريف طبيعة ومجال المشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية، وتحري أسبابها، وتقييم فعالية حلها، أي مقارنة العملية الإنتاجية قبل وبعد تنفيذ الحل بناءً على مدى وموقع (متوسط) وشكل هذه البيانات قبل وبعد التحسين.

#### 4- 3- 2 إنشاء المدرج التكراري:

تم تفصيل كيفية رسم المدرج التكراري في الوحدة الثانية من هذه الحقيبة التدريبية (أساسيات الإحصاء).

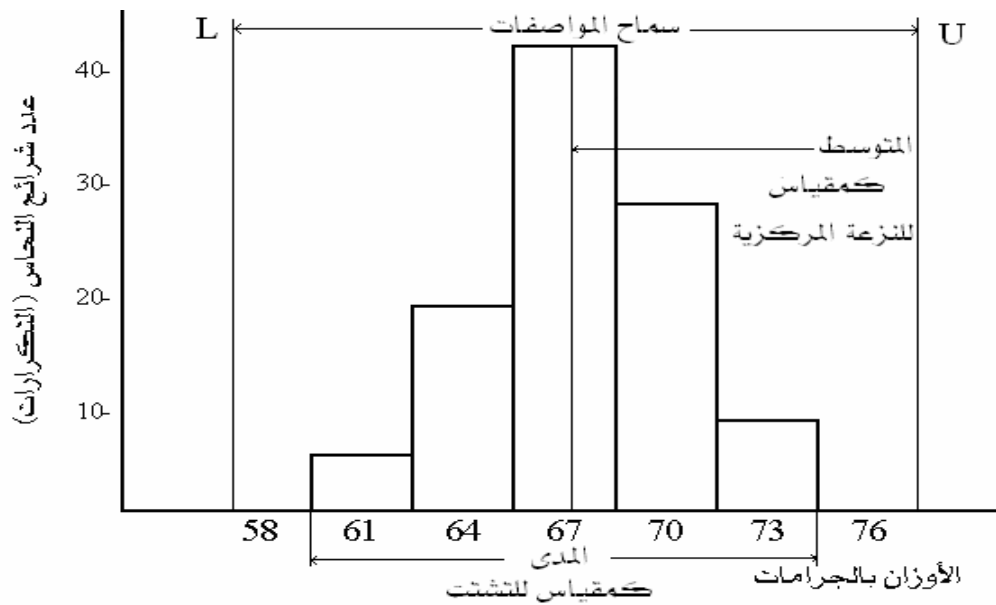
#### 4- 3- 3 مثال تطبيقي على المدرج التكراري لتحسين العملية الإنتاجية:

يمكن من خلال التوزيع التكراري لأوزان مائة شريحة من شرائح النحاس (بالجرام gm) الموضح بالجدول (4- 1) إنشاء المدرج التكراري لهذا التوزيع والمبين بشكل (4- 1)، و حساب مقاييس النزعة المركزية (أي موقع البيانات) مثل المتوسط ومقداره 67.45 جرام، وكذلك حساب مقاييس التشتت مثل المدى ومقداره 14 جرام (كما تم شرحه في الوحدة الثانية من هذه الحقيبة التدريبية: أساسيات الإحصاء).

أوزان شرائح النحاس (بالجرام gm)	عدد شرائح النحاس
60 - 62	5
63 - 65	18
66 - 68	42
69 - 17	27
27 - 47	8
مجموع التكرارات	100

جدول (4- 1) التوزيع التكراري لأوزان شرائح النحاس (بالجرام gm)

ويبين المدرج التكراري الموضح بشكل (4- 1) طبيعة التغيرات لأوزان مائة شريحة من شرائح النحاس من حيث تشتتها من خلال مداها، وموقعها من خلال متوسطها، وشكل هذه التغيرات، ومقدرة العملية الإنتاجية لتحقيق المواصفات المطلوبة المقدرة بالجرام ( $67 \pm 10$  gm) والموضحة بنفس الشكل (4- 1) في صورة سماح للمواصفات، حيث يتبين قدرة هذه العملية على تحقيق هذه المواصفات نظراً لقلّة تشتتها عن سماح المواصفات.



شكل (4- 1) المدرج التكراري لبيانات التوزيع التكراري لأوزان شرائح النحاس.

#### 4- 4 خريطة باريتو:

سوف نتناول فيما يلي خريطة باريتو واستخداماتها في مجال التحسين المستمر للعمليات وكيفية إنشائها، ومثال تطبيقي على خريطة باريتو لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 4- 1 ما هي خريطة باريتو واستخداماتها:

خريطة باريتو عبارة عن تمثيل بياني مكون من عدة أعمدة (مستطيلات) قواعدها تمثل أنواع المشاكل أو الأسباب التي تؤثر على العملية الإنتاجية وارتفاعاتها تمثل التكرارات التي تحدث بها هذه المشاكل أو تلك الأسباب أو الخسائر الناتجة عنها، وترتب ترتيباً تنازلياً طبقاً لارتفاعات هذه الأعمدة حيث يمكن الفصل بين المشاكل أو الأسباب قليلة العدد ذات الأهمية الحيوية عن المشاكل أو الأسباب الكثيرة العدد ذات الأهمية الضئيلة، وبالتالي تساعد خريطة باريتو في تحديد مشاكل الجودة الهامة التي تواجهها العملية الإنتاجية حيث ينص مبدأ باريتو على أن حوالي 80% من الهالك أو الفاقد في المصانع ناتج عن حوالي 20% من المشاكل أو الأسباب لذلك يسمى مبدأ باريتو بقاعدة 20/80. وتعتبر هذه الأسباب القليلة العدد هامة ومؤثرة، وبالتالي إذا تم تلافيها تحسنت جودة الإنتاج واقتصادياته، وتستخدم خريطة باريتو في وضع أولويات لاتخاذ الإجراءات تجاه تحسين الجودة وتوصيف العوامل أو الأسباب الهامة لمشاكل الجودة، وقياس مدى تحسين العملية الإنتاجية بمقارنة خريطة باريتو قبل وبعد التحسين.

#### 4- 4- 2 إنشاء خريطة باريتو:

يمكن إنشاء خريطة باريتو باتباع الخطوات الآتية:

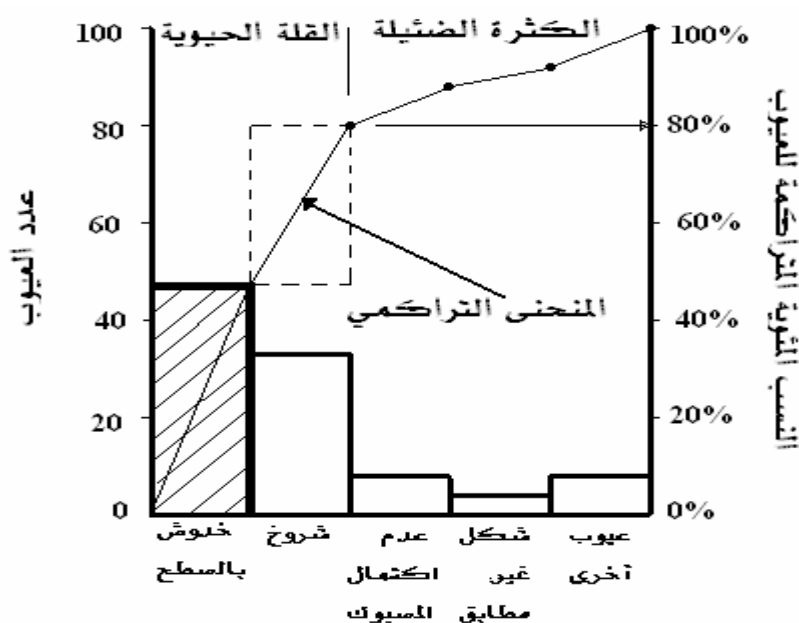
1. ثوب البيانات على أساس: الوردية أو العيوب أو المنتجات أو الأسباب.
2. تحدد الفترة الزمنية لأخذ البيانات: يوم أو أسبوع أو أسبوعين أو شهر أو ثلاثة أشهر.
3. يجمع تكرار كل نوعية من البيانات للفترة الزمنية المحددة سابقاً، ويستحسن أن تتحول هذه التكرارات إلى قيمة مادية إن أمكن ذلك.
4. يرسم محورين أفقي ورأسي:
  - المحور الأفقي: يقسم إلى أقسام متساوية بعدد نوعيات البيانات.
  - المحور الرأسي: يقسم إلى أقسام متساوية عددها هو مجموع التكرارات أو إجمالي القيم المادية.
5. يكتب أسفل المحور الأفقي بدءاً من الجهة اليسرى النوعية الأكثر أهمية أولاً ثم التي تليها في الأهمية..... وهكذا.
6. ترسم أعمدة بحيث يكون ارتفاع كل عمود مناظراً مع تكراره أو قيمته المادية على المحور الرأسي.
7. يوقع الخط المتجمع برسم خط يبدأ من الركن الأيسر السفلي إلى الركن الأيمن العلوي لأول عمود، ومن هذا الركن نرسم العمود الثاني ونوصل ركنيه، وهكذا بالنسبة لباقي الأعمدة.
8. يرسم محور رأسي على الجانب الأيمن من البياني مساوياً لمجموع التكرارات أو إجمالي القيم المادية ويقسم من صفر إلى 100%.
9. يوضع عنوان للرسم، ويحدد مصدر البيانات والفترة الزمنية، وكذلك تاريخ إعداد خريطة باريتو

#### 4-4 -3 مثال تطبيقي على خريطة باريتو لتحسين العملية الإنتاجية:

يراد إنشاء خريطة باريتو لمجموعة من العيوب ظهرت في منتج مسبوك تم إنتاجه بمسبك كما هو موضح بالجدول (4-2) على النحو الآتي: خدوش بالسطح، وشروخ، وعدم اكتمال المسبوك، وشكل غير مطابق وعيوب أخرى. وكان تكرار كل عيب كما يلي:

العيوب	التكرار
خدوش بالسطح	47
شروخ	33
عدم اكتمال المسبوك	8
شكل غير مطابق	4
عيوب أخرى	8
مجموع التكرارات	100

جدول (4- 2) التوزيع التكراري للعيوب بالمنتج المسبوك



شكل (4- 2) خريطة باريتو لعيوب المنتج المسبوك

يمكن رسم خريطة باريتو لهذه العيوب المذكورة بالجدول (4- 2) باتباع خطوات إنشاء خريطة باريتو كما هو موضح بالشكل (4- 2)، وتحليل خريطة باريتو يتضح أن:

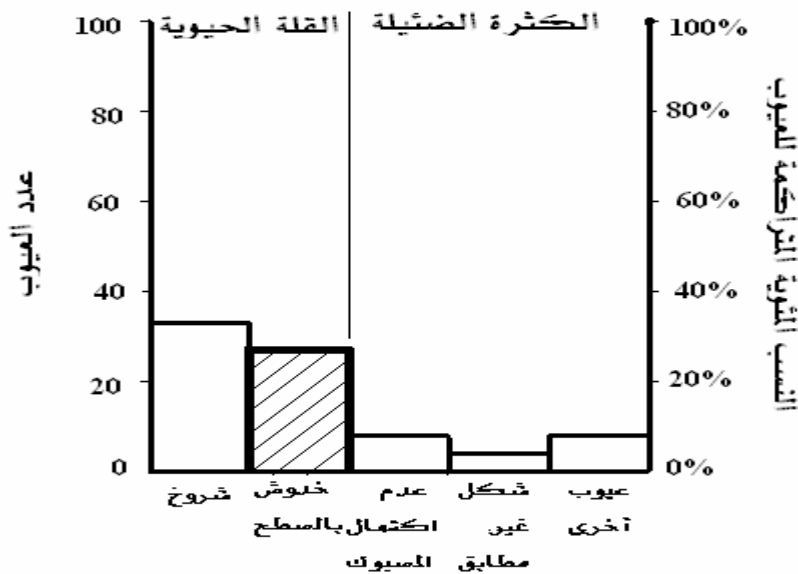
- أهم عيب هو خدوش بالسطح حيث يمثل 47% وهي أكبر نسبة من إجمالي عدد العيوب.



- العيب (خدوش بالسطح) والعيب (شروخ) يمثلان 80% من إجمالي عدد العيوب، وبذلك يعتبر هذين العيبين ذوا الأهمية الحيوية، ولذا يجب التركيز عليهما من أجل تحسين العملية الإنتاجية بفعالية.
  - باقي العيوب تمثل 20% من إجمالي عدد العيوب، وبذلك تعتبر هذه العيوب ذات الأهمية الضئيلة
- إذاً أهم عيب جدير بالتحسين هو خدوش بالسطح، ولذلك تم تحسين العملية الإنتاجية في هذا المسبك بالتركيز على معالجة هذا العيب حتى أصبح تكراره 17 تكراراً، كما هو موضح بالجدول (4 - 3)، وعليه تم إنشاء خريطة باريتو بعد التحسين كما هو موضح بالشكل (4 - 3).

العيوب	التكرار
شروخ	21
خدوش بالسطح	17
عدم اكتمال المسبوك	12
شكل غير مطابق	8
عيوب أخرى	12
مجموع التكرارات	70

جدول (4 - 3) التوزيع التكراري للعيوب بالمنتج المسبوك بعد التحسين



شكل (4 - 3) خريطة باريتو لعيوب المنتج المسبوك بعد التحسين

ومن مقارنة خريطة باريتو بالشكلين (4-2) و (4-3) أي قبل وبعد تحسين العملية الإنتاجية يتضح أن العيب المتمثل بخدوش بالسطح والذي كان يمثل الأهمية الأولى في خريطة باريتو قبل تحسين العملية الإنتاجية الموضحة بشكل (4-2) قد انتقل إلى الأهمية الثانية في خريطة باريتو بعد تحسين العملية الإنتاجية شكل (4-3) وذلك يدل على فعالية الإجراء الذي تم اتخاذه تجاه هذا العيب مما أدى إلى تحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 5 خريطة التدفق؛

سوف نتناول في ما يلي ما هي خريطة التدفق واستخداماتها في مجال التحسين المستمر للعمليات وكيفية إنشائها ومثال تطبيقي على خريطة التدفق لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 5- 1 ماهي خريطة التدفق؛

خريطة التدفق عبارة عن مخطط مرئي يصف خطوة بخطوة مراحل تنفيذ العملية الإنتاجية، وتعتبر أولى أهم خطوات تحسين العملية الإنتاجية، حيث تساعد كمخطط مرئي في فهم العملية الإنتاجية تحت الدراسة بصورة أفضل من أي وسيلة أخرى، وتعد طريقة لتبسيط العملية الإنتاجية حيث توضح مدى ضرورة الخطوات، وتحدد نقاط المشاكل المحتملة وبالتالي تحدد نقاط المراقبة التي تجمع منها البيانات، وخريطة التدفق كوسيلة اتصال تساعد في تعيين فرص تحسين العملية الإنتاجية من خلال: تعريف المشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية ومجال هذه المشكلة، وتوصيف موضع المشكلة خلال العملية الإنتاجية، ووضع حل للمشكلة، وإعادة تصميم العملية الإنتاجية من أجل تحسين أدائها.

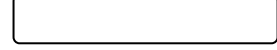
#### 4- 5- 2 إنشاء خريطة التدفق؛

سوف نستعرض فيما يلي الرموز المستخدمة في خرائط التدفق ثم كيفية إنشاء خريطة التدفق.

### أولاً: الرموز المستخدمة في خرائط التدفق:

تستخدم الرموز الآتية في رسم خرائط التدفق:

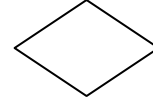
المستطيل ذو الأحرف المستديرة للبداية والنهاية



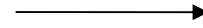
المستطيل للنشاط



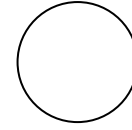
المعين لعملية اتخاذ القرار



السهم لاتجاهات التدفق



الدائرة لوصل خرائط التدفق

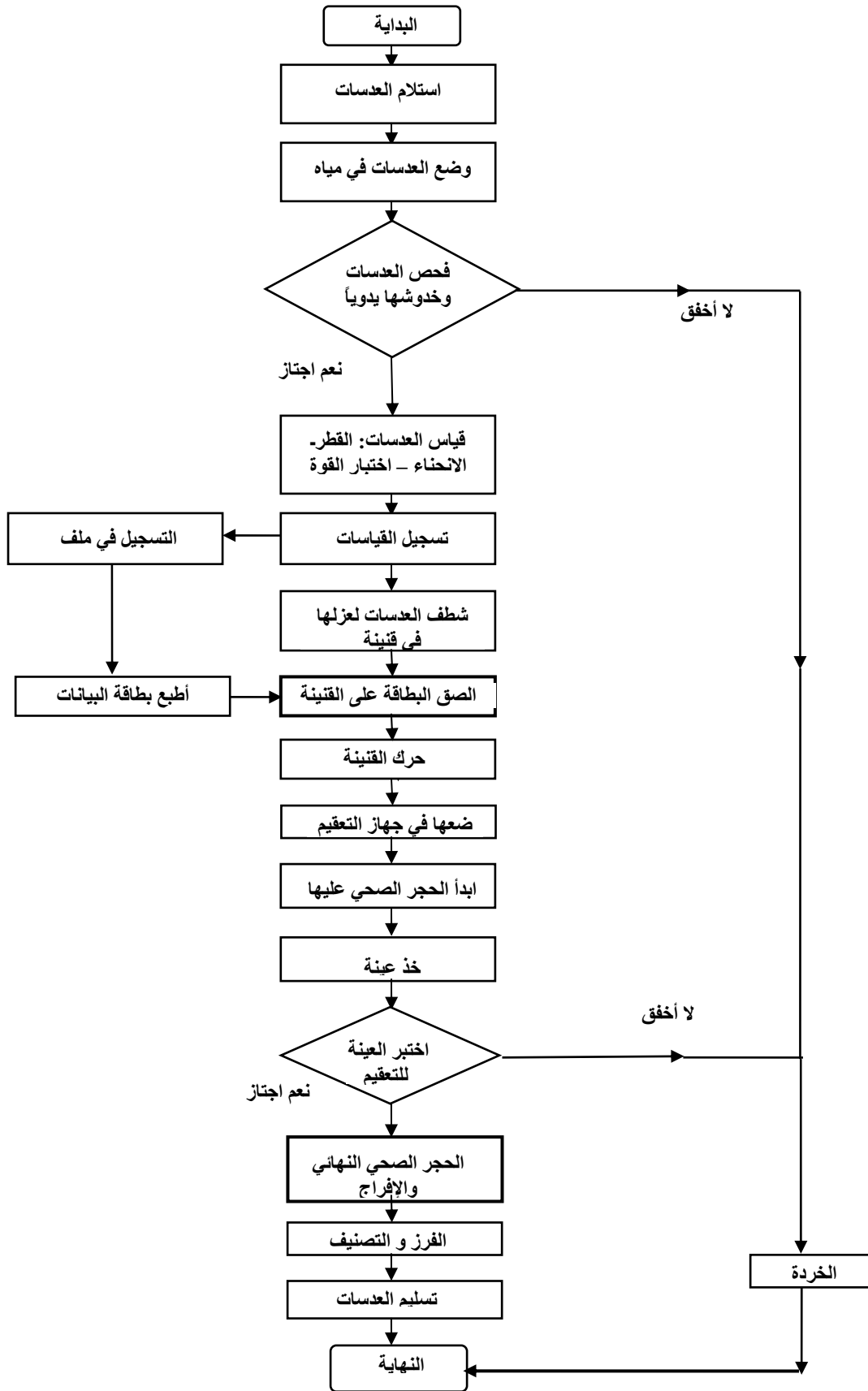


### ثانياً: كيفية إنشاء خريطة التدفق:

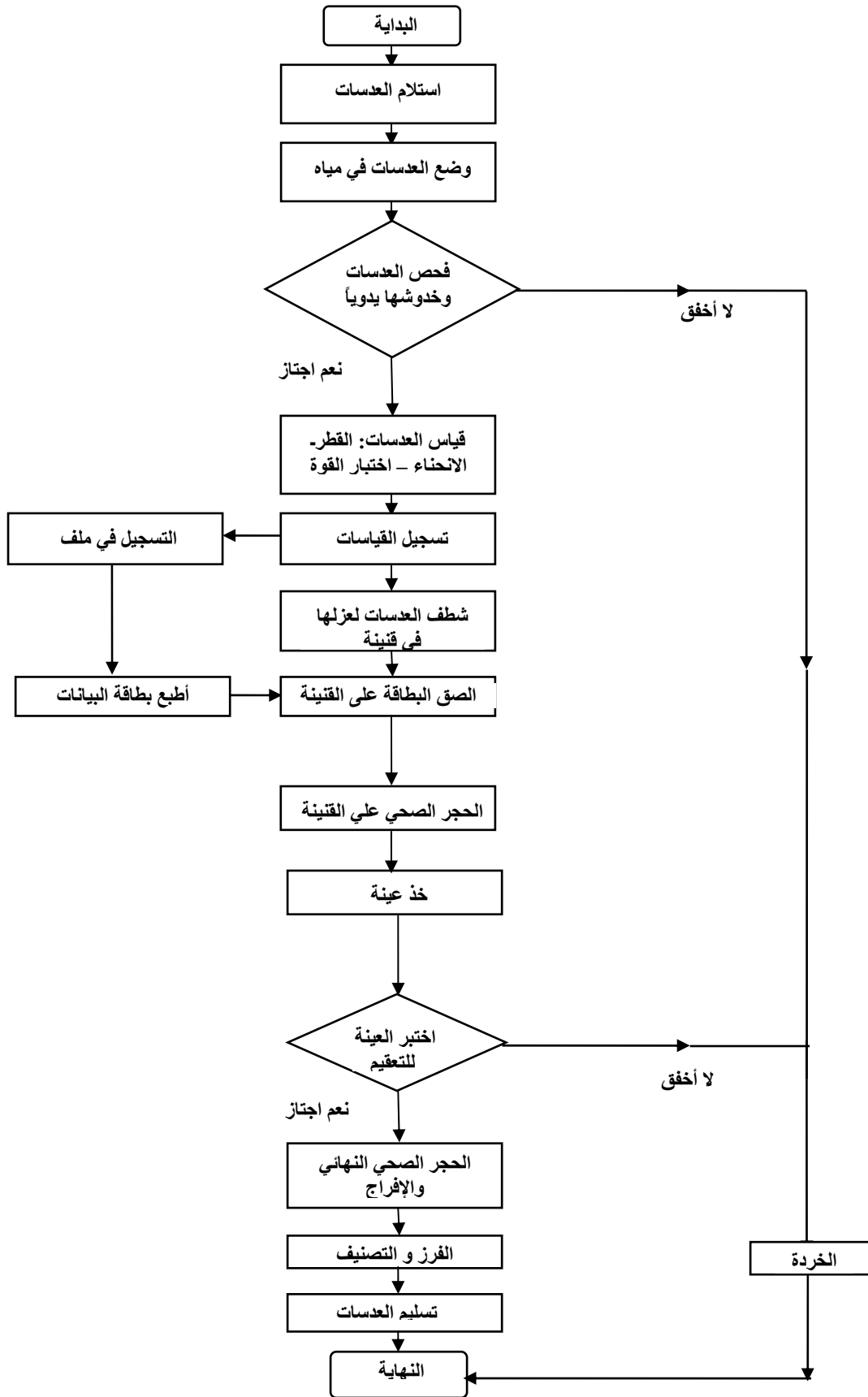
1. حدد الهدف من استخدام خريطة التدفق للعملية الإنتاجية بواسطة فريق التحسين.
2. عرف حدود العملية الإنتاجية:
  - الخطوة الأولى (في منتصف أعلى الصفحة).
  - الخطوة الأخيرة (في منتصف أسفل الصفحة).
3. وثق كل خطوة بالتسلسل الصحيح: (المدخلات و المخرجات و النشاط اللاحق).
4. عند تفرع الخريطة استمر في أحد الفروع عند اتخاذ قرار حتى نهاية الخريطة ثم عد مرة أخرى إلى الفرع الآخر.
5. عند الوصول إلى خطوات ليس لفريق التحسين دراية كاملة بها يسأل من لهم دراية كافية بهذه الخطوات لتوصيفها.
6. راجع الخريطة عند اكتمالها.
7. ابدأ في تحليل المشاكل التي تواجه كل خطوة.

### 4- 5 - 3 مثال تطبيقي على خريطة التدفق لتحسين العملية الإنتاجية:

كما هو موضح بشكل (4- 4) خريطة التدفق قبل التحسين لعملية معالجة عدسات لاصقة حتى تكون مصنفة وصالحة للتسويق. وذلك في أحد مصانع إنتاج العدسات اللاصقة<sup>(27)</sup>.  
وبدراسة كل خطوة من الخطوات تم دمج الخطوات (حرك القنينة- وضعها في جهاز التعقيم- ابدأ الحجر الصحي عليها) في خطوة واحدة (الحجر الصحي على القنينة) هو موضح بشكل (4- 5) خريطة التدفق بعد التحسين، وأمكن بذلك تخفيض زمن هذه الخطوات بنسبة 20 % عن الزمن قبل التحسين.



شكل (4-4) مثال تطبيقي على خريطة تدفق لمعالجة عدسات لاصقة قبل التحسين



شكل (4- 5) مثال تطبيقي على خريطة تدفق لمعالجة عدسات لاصقة بعد التحسين

#### 4- 6 خريطة السبب والنتيجة؛

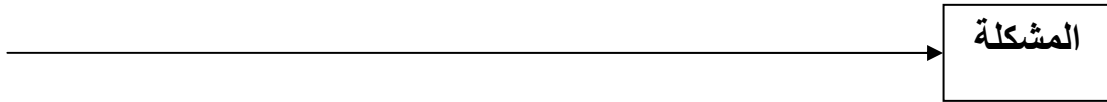
سوف نتناول في ما يلي : خريطة السبب والنتيجة واستخداماتها في مجال التحسين المستمر للعمليات ، وكيفية إنشائها ، ومثال تطبيقي على خريطة السبب والنتيجة لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 6- 1 ما هي خريطة السبب والنتيجة واستخداماتها

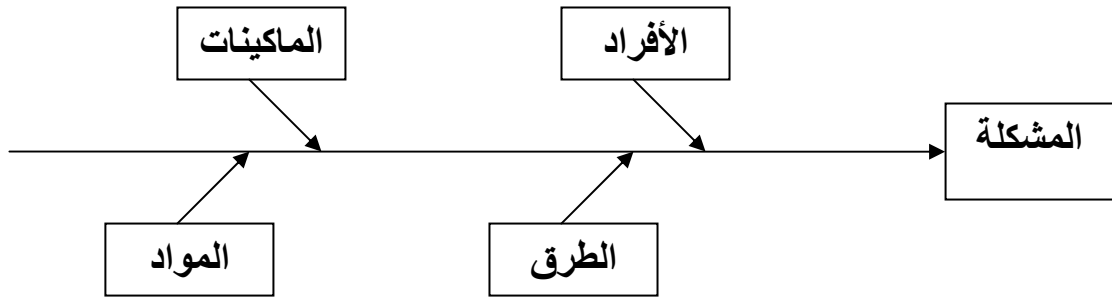
خريطة السبب والنتيجة، والتي يطلق عليها أيضاً خريطة عظمة السمكة نظراً لأن شكلها النهائي يشبه الهيكل العظمي للسمكة، وكذلك يطلق عليها خريطة ايشيكاوا "وهو العالم الياباني" الذي وضع هذه الخريطة، هي خريطة توضح العلاقات بين كل الأسباب الجذرية للمشكلة والممكنة التي تؤثر على العملية الإنتاجية، وحيث إن من أساسيات تحسين العملية الإنتاجية هو تعيين الأسباب الجذرية للمشاكل التي تواجهها من أجل العمل على حل هذه المشاكل وتحسين العملية الإنتاجية، لذلك تعتبر خريطة السبب والنتيجة أسلوب فعال ومبسط لتحليل المشاكل لتحسين الجودة، ووسيلة إيضاح مرئية للأسباب أو العوامل التي تؤثر على مشكلة معينة، وتبين العلاقة بين الأسباب المختلفة بوضوح بطريقة كيفية مرئية، ووسيلة محددة للمناقشة حتى لا يحدد فريق التحسين عن الأسباب الحقيقية للمشكلة ثم عن كيفية تلافي هذه الأسباب. ولذا تستخدم خريطة السبب والنتيجة في تحليل أسباب المشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية وتؤثر على تحسين جودتها، وتحدد مجال واسع من الاتجاهات التي تساعد على حل المشكلة بفعالية.

#### 4- 6- 2 كيفية إنشاء خريطة السبب والنتيجة:

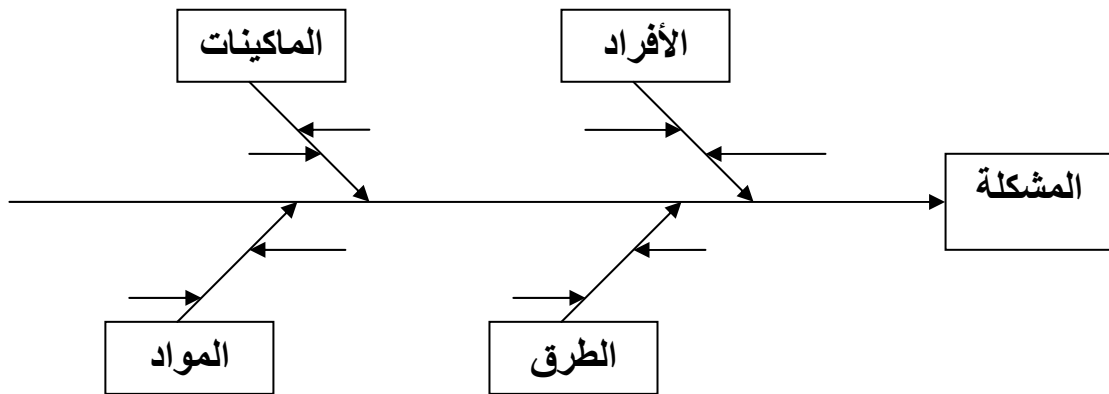
- 1- يكتب عنوان المشكلة داخل مستطيل في الطرف الأيمن ونرسم سهماً طويلاً بدءاً من الطرف الأيسر حتى هذا المستطيل كما هو واضح بالرسم.



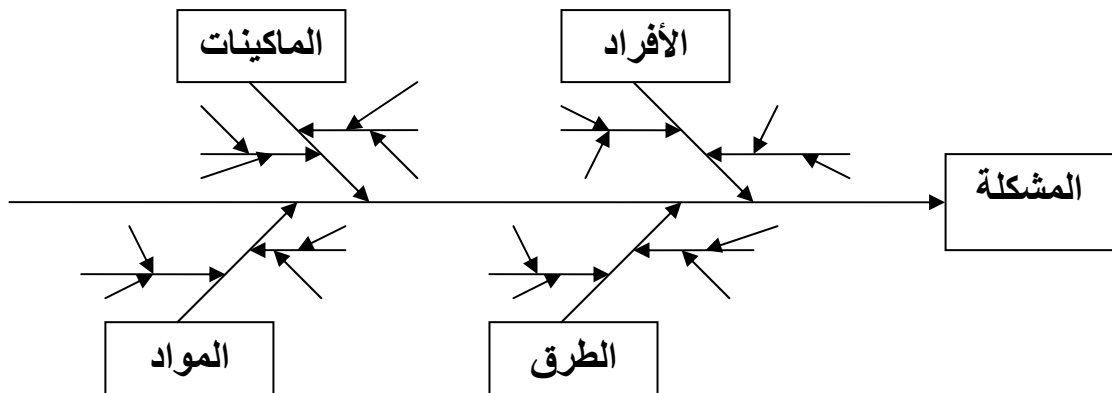
- 2- تكتب مجموعات الأسباب الرئيسة (الأفراد و الماكينات و الطرق و المواد) داخل مستطيلات ترسم موازية للسهم الرئيس وعلى مسافة معينة منه وتوصل هذه المستطيلات بأسهم في اتجاه السهم الرئيس، وتكون مجموعات الأسباب كفروع للسهم الرئيس كما هو واضح بالرسم.



3- تكتب الأسباب الفرعية المؤثرة على الأسباب الرئيسة في صورة أغصان لكل فرع من فروع السهم الرئيس كما هو واضح بالرسم.

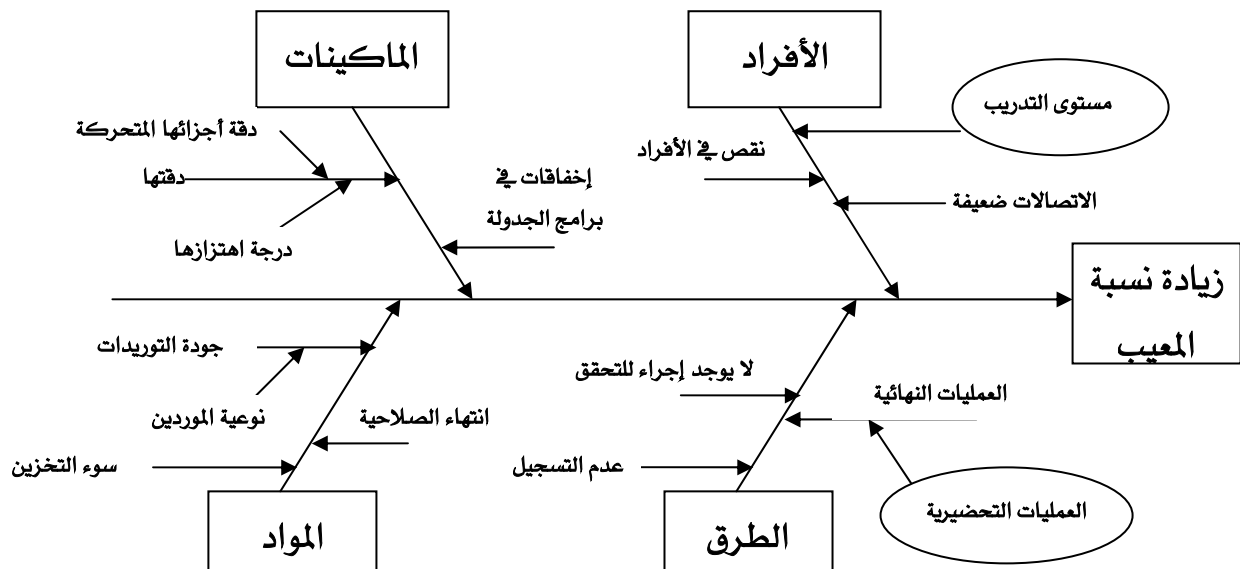


4- تكتب الأسباب الفرعية التالية التي تؤثر على الأسباب الفرعية الأولى في صورة أغصان تتفرع من أغصان حتى تصل إلى أصغر سبب مؤثر على المشكلة كما هو واضح بالرسم.



4- 6- 3 مثال تطبيقي على خريطة السبب والنتيجة لتحسين العملية الإنتاجية:

بلغت نسبة المعيب في أحد المنتجات التي ينتجها مصنع للمنتجات البلاستيكية 20٪، واجتمع فريق التحسين لتحديد الأسباب التي أدت إلى ارتفاع نسبة المعيب، وعلى ذلك أنشأ فريق التحسين خريطة السبب والنتيجة لزيادة نسبة المعيب الموضحة بشكل (4- 6)، وبدراسة الأسباب التي أدت إلى ارتفاع نسبة المعيب من خلال هذه الخريطة اتضح أن أهم الأسباب هو تدني مستوى التدريب للعاملين والقصور في الإعداد الكافي للعمليات التحضيرية، ولتمييزهما عن باقي الأسباب تم وضع دائرة على كل سبب من هذين السببين من أجل التركيز عليهما وتحسينهما، والذي خفض نسبة المعيب بمقدار 10 ٪ عن نسبة المعيب السابقة.



شكل (4- 6) مثال تطبيقي على خريطة السبب والنتيجة لزيادة نسبة المعيب

#### 4- 7 قوائم التأكد؛

سوف نتناول فيما يلي ما هي قوائم التأكد واستخداماتها في مجال التحسين المستمر للعمليات ، وكيفية تصميمها ، ومثال تطبيقي على قائمة اختبار لتحسين العملية الإنتاجية.



#### 4- 7- 1 ما هي قوائم التأكد واستخداماتها:

تعتبر البيانات أساساً للقرارات والإجراءات التي تتخذ حيال حل المشاكل التي تواجهها العملية الإنتاجية من أجل تحسينها، وكلما كانت البيانات صحيحة ومعبرة عن الواقع بصدق وتم تحليلها بصورة مناسبة كانت القرارات والإجراءات التصحيحية لحل المشكلة مناسبة وفعالة، وعلى ذلك تعتبر قوائم التأكد أداة أساسية لتحسين الجودة لأنها أبسط وأسهل وأسرع أداة قياسية لتجميع البيانات التي تعكس حقيقة العملية الإنتاجية، سواء كانت هذه البيانات للخواص (خددش بالمنتج أو درجة نعومة سطح المنتج) أو للمتغيرات (وزن أو طول أو ارتفاع المنتج)، حيث تُعرض البيانات في نموذج أو صيغة أو صورة منظمة ومنطقية وسهلة الفهم، و تصمم وتحدد قوائم التأكد مسبقاً ثم تُسجل فيها بيانات العملية الإنتاجية، لذا توضح قوائم التأكد كيف تجري العملية الإنتاجية في الواقع من خلال البيانات التي تم جمعها مما يساعد على معرفة العائد من التحسين بمقارنة بيانات العملية الإنتاجية قبل وبعد التحسين، وتستخدم قوائم التأكد عموماً في تحديد طبيعة وموضع المشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية، وتحليل أسباب حدوث المشكلة وتقييم الحلول لمعالجة هذه الأسباب لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 7- 2 كيف تصمم قائمة التأكد:

تتكون قوائم التأكد في أبسط صورها من نموذج لجمع البيانات الذي يشتمل على رأس النموذج وجدول بيانات و ذيل النموذج.

##### 1- تصميم رأس النموذج:

- يختلف هذا التصميم من نموذج إلى آخر.

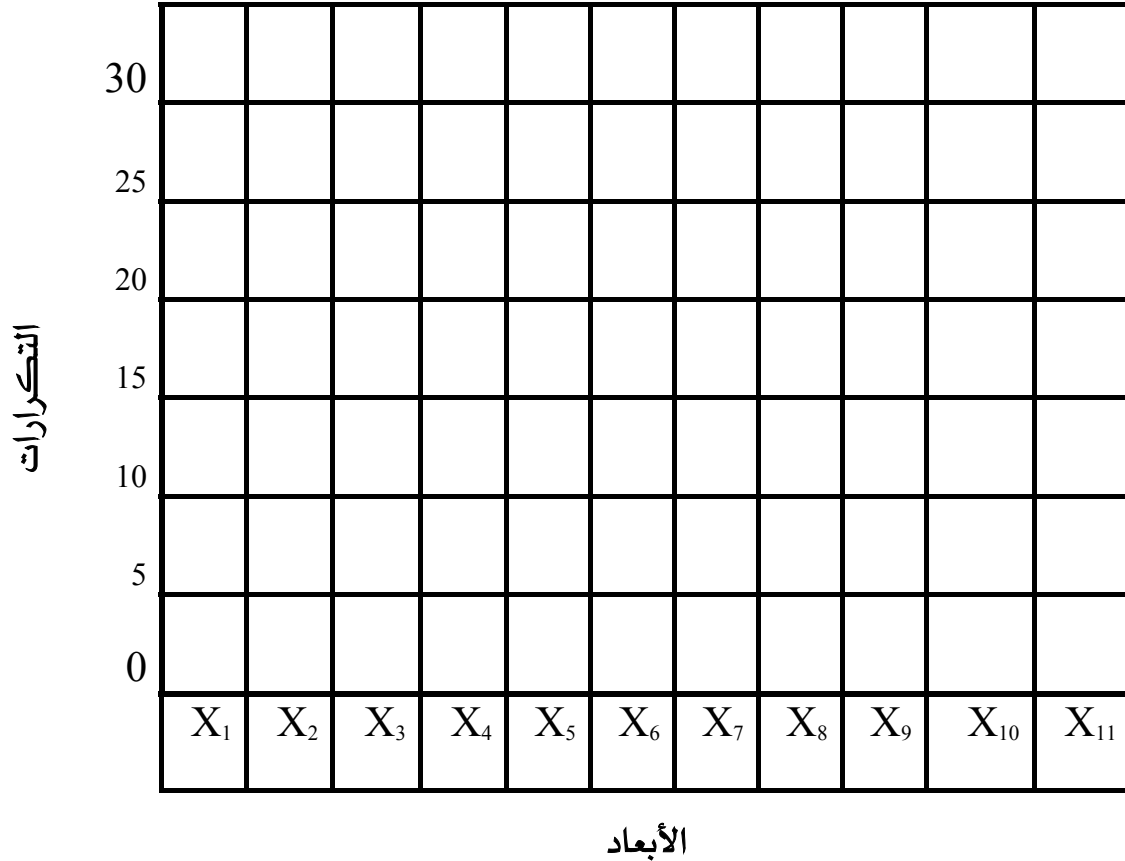
- عادة تتكون رأس النموذج من:

عنوان	
اسم المنتج :	التاريخ:
المواصفات:	اسم القسم:
عدد الاختبارات:	اسم جامع البيانات :

شكل (4- 7) تصميم رأس نموذج لجمع البيانات

## 2- تصميم جدول البيانات:

- يصمم بما يلائم القراءات كالآتي.



شكل (4- 8) تصميم جدول البيانات

- في حالة البيانات الوصفية تحول القراءات إلى أسئلة يتم الإجابة عنها بـ (نعم/لا).

## 3- ذيل النموذج:

- يصمم في صورة جدول صغير.

الاسم	التوقيع	التاريخ
-----	-----	-----

شكل (4- 9) تصميم ذيل نموذج لجمع البيانات

#### 4- 7- 3 مثال تطبيقي على تصميم قائمة التأكد لتحسين العملية الإنتاجية:

تم تصميم نموذج لجمع البيانات (قائمة اختبار) لقياس القطر الخارجي لقضيب دوار ينتج بأحد المصانع لإنتاج أجزاء الماكينات كما هو واضح بشكل (4- 10).

**نموذج جمع البيانات**

اسم الجزء: قضيب دوار

المرحلة: التفتيش النهائي

الجزء المقاس: القطر الخارجي

عدد الوحدات: 115

الماكينة: أ

التاريخ: 1428/7/9

الوردية: الصباحية

القسم: 12

الفاحص: 111

رقم أمر الشغل: 105

التكرارات	30										
	25										
	20					≡					
	15				-	≡					
	10			=	≡	≡	≡	-			
	5		=	≡	≡	≡	≡	≡	=	-	
	0	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
		03	13	23	33	43	53	63	37	38	93

**أقطار قضيب دوار (مم)**

التاريخ	التوقيع	ملاحظات
1428/7/9	- - - - -	- - - - -

شكل (4- 10) نموذج لجمع البيانات

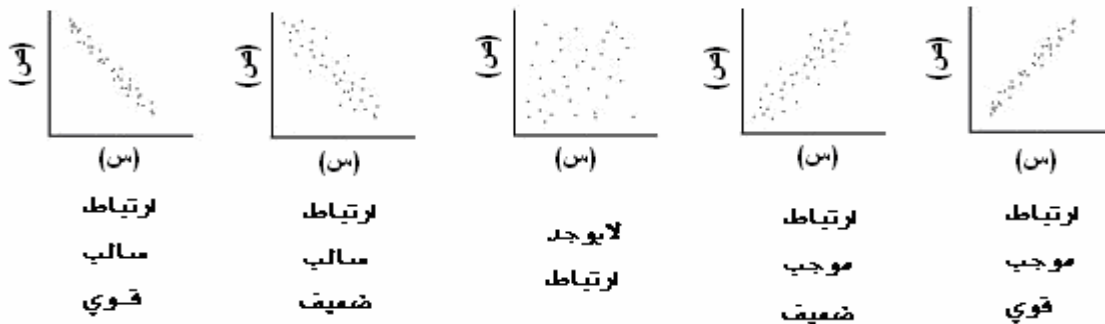
يتضح من هذا النموذج سهولة تسجيل القياسات الخاصة بأقطار هذا القضيب الدوار حيث خصص عمود لتسجيل هذه القياسات يعبأ بواسطة الفاحص، مما لا يدع مجالاً لحدوث أي خطأ في التسجيل وبالتالي الحصول على البيانات المطلوبة كقاعدة لاتخاذ إجراءات التحسين المناسبة.

#### 4- 8 خرائط التبعر:

سوف نتناول فيما يلي ما هي خرائط التبعر واستخداماتها في مجال التحسين المستمر للعمليات، وكيفية إنشائها، ومثال تطبيقي على خرائط التبعر لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 8- 1 ما هي خرائط التبعر واستخداماتها:

تعتبر خرائط التبعر طريقة بيانية لتحديد العلاقة بين متغيرين يؤثران على العملية الإنتاجية، حيث تساعد خرائط التبعر في تحسين جودة العملية الإنتاجية في مرحلة التشخيص للمشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية بإظهار العلاقة بين السبب والنتيجة، أو سبب وسبب آخر من أجل التركيز على الأسباب الفعالة والمرتبطة بالمشكلة وإهمال الأسباب غير الفعالة أو غير المرتبطة بالمشكلة، ولا تقتصر أهمية خرائط التبعر على تحديد ما إذا كان هناك علاقة بين متغيرين (سبب ونتيجة أو سبب وسبب آخر) فقط ولكن توضح أيضاً شكل الارتباط بينهما كطردي (موجب) أو عكسي (سالب) وكذلك قوته كقوي أو ضعيف كما يتضح من حالات الارتباط الموضحة بشكل (4- 11). ولذا تستخدم خرائط التبعر في تحسين جودة العملية الإنتاجية بدراسة العلاقة الممكنة بين متغير ومتغير آخر من متغيرات العملية الإنتاجية، وتوضح ماذا يحدث لأحد المتغيرات عندما يتغير متغير آخر، وتساعد في التحقق من أسباب حدوث المشكلة للعملية الإنتاجية، وأخيراً تستخدم في تقييم فعالية حل المشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية.



شكل (4- 11) حالات الارتباط

## 4- 8- 2 إنشاء خرائط التبثر:

- 1- يجمع ما لا يقل عن 50 عينة مزدوجة من البيانات التي يتم تحديد العلاقة بينهما وكذلك تحليل ارتباطهما معاً وذلك في صورة جدول كما هو في جدول (4- 5).
- 2- ارسم المحورين الأفقي والرأسي للرسم، يقسم المحور الأفقي مع ترقيمه بحيث يكون أكبر رقم فيه هو أكبر قيمة للمتغير الأول (المستقل)، وكذلك بالنسبة للمحور الصادي أكبر رقم فيه هو أكبر قيمة للمتغير الثاني (التابع). (المحور السيني: السبب والمحور الصادي: النتيجة).

رقم العينة	المتغير الأول	المتغير الثاني
1	$X_1$	$Y_1$
2	$X_2$	$Y_2$
3	$X_3$	$Y_3$
4	$X_4$	$Y_4$
-	-	
-	-	
-	-	
50	$X_{50}$	$Y_{50}$

جدول (4- 5) عينة مزدوجة من البيانات التي يتم تحديد العلاقة بينهما وتحليل ارتباطهما

- 3- وقع البيانات في صورة نقطة ( $X, Y$ ) وإذا تكررت نفس النقطة مرة ارسم دائرة حولها مركز هذه النقطة، وإذا تكررت مرة أخرى ارسم دائرة أخرى أكبر ..... وهكذا.

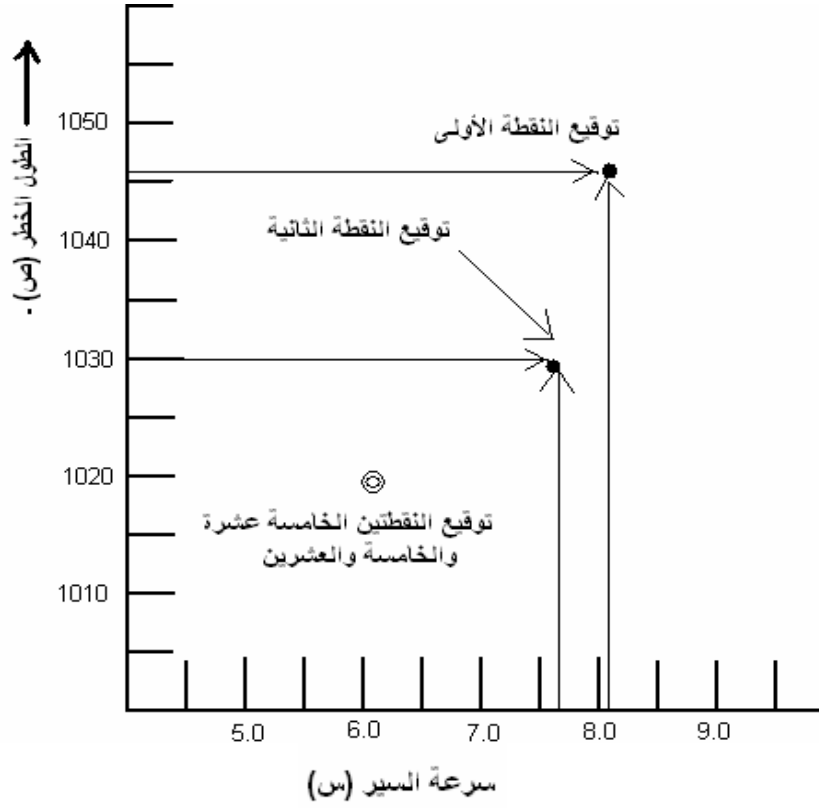
## 4- 8- 3 مثال تطبيقي على خرائط التبعر لتحسين العملية الإنتاجية:

لدراسة تأثير سرعة السير على الطول الخطر بإحدى الماكينات حتى لا يحدث انزلاق تم تجميع عدد خمسين قراءة لسرعة السير (سم/ث) والطول الخطر (مم) كما هو موضح بجدول (4- 6) تأثير سرعة السير (السبب) على الطول الخطر (التأثير)

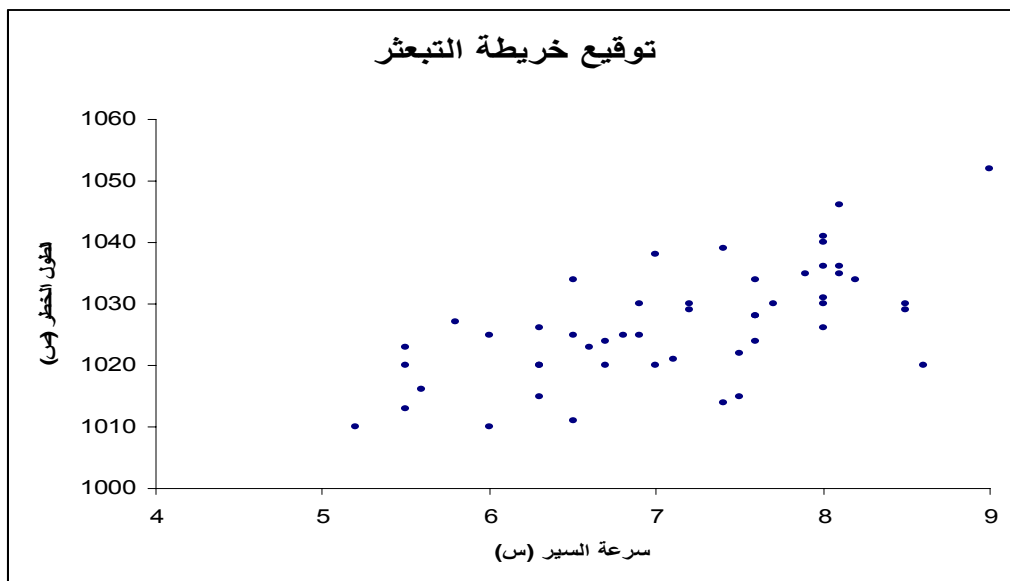
رقم العينة	سرعة السير	الطول	رقم العينة	سرعة	الطول الخطر
1	8.1	1046	26	8.0	1040
2	7.7	1030	27	5.5	1013
3	7.4	1039	28	6.9	1025
4	5.8	1027	29	7.0	1020
5	7.6	1028	30	7.5	1022
6	6.8	1025	31	6.7	1020
7	7.9	1035	32	8.1	1035
8	6.3	1015	33	9.0	1052
9	7.0	1038	34	7.1	1021
10	8.0	1036	35	7.6	1024
11	8.0	1026	36	8.5	1029
12	8.0	1041	37	7.5	1015
13	7.2	1029	38	8.0	1030
14	6.0	1010	39	5.2	1010
15	6.3	1020	40	6.5	1025
16	6.7	1024	41	8.0	1031
17	8.2	1034	42	6.9	1030
18	8.1	1036	43	7.6	1034
19	6.6	1023	44	6.5	1034
20	6.5	1011	45	5.5	1020
21	8.5	1030	46	6.0	1025
22	7.4	1014	47	5.5	1023
23	7.2	1030	48	7.6	1028
24	5.6	1016	49	8.6	1020
25	6.3	1020	50	6.3	1026

جدول (4- 6) لسرعة السير (سم/ث) والطول الخطر (مم)

ويوضح شكل (4- 12) خطوات رسم منحنى التبعثر كما سبق شرحها.



شكل (4- 12) خطوات رسم خريطة التبعثر



شكل (4- 13) خريطة التبعثر

ويوضح شكل (4- 13) أنه بزيادة سرعة السير يزداد الطول الخطر للسير نسبياً حيث يظهر ذلك من تباعد النقاط عن بعضها البعض، وحتى يتم تحسين متقن لهذه الدراسة يوصى بدراسة المسببات الأخرى والتي تؤثر على الطول الخطر للسير.

#### 4- 9 خرائط التحكم:

سوف نتناول فيما يلي ما هي خرائط التحكم واستخداماتها في مجال التحسين المستمر للعمليات وخطوات إنشاء وعمل خرائط التحكم ومثال تطبيقي على خرائط التحكم لتحسين العملية الإنتاجية.

#### 4- 9- 1 ما هي خرائط التحكم واستخداماتها:

هي وسيلة إحصائية وتتكون خريطة التحكم من خط متوسط مناظر لجودة المتوسطة التي يجب أن تحققها العملية الإنتاجية وخطين أولهما يمثل الحد الأعلى للتحكم والآخر يمثل الحد الأدنى للتحكم يبعد كل واحد منهما عن الحد المتوسط بمقدار 3 أمثال الانحراف المعياري ( $3\sigma$ )، وتستخدم أساساً للدراسة والتحكم في العمليات ذات الطبيعة المتكررة من أجل تحسين أداء هذه العمليات، حيث تمكن خرائط التحكم من مراقبة استقرار العملية الإنتاجية، وتكون بمثابة جهاز تحذير مبكر للتغيرات التي تؤثر في العملية الإنتاجية، حيث تعطي خرائط التحكم صورة للتغيرات في العملية الإنتاجية تساعد لاكتشاف الأسباب الخارجية لهذه التغيرات، وتحدد الاتجاهات أو أي تغيرات غير عشوائية في العملية الإنتاجية بسهولة حتى تُرى وتُفهم، وبفهم أنماط واتجاهات التغيرات السابقة في العملية الإنتاجية، يمكن استخدام خرائط التحكم للمساعدة في توقع الأداء المستقبلي للعملية الإنتاجية.

وعلى ذلك يمكن استخدام خرائط التحكم لتحديد المشاكل التي تواجه العملية الإنتاجية وذلك لتوضيح الاتجاهات البعيدة عن النتائج المرغوبة وكذلك لمراقبة التقدم أو التحسن عندما توضع الحلول محل التنفيذ.

وحتى تكون العملية الإنتاجية تحت الضبط يجب أن تسلك التغيرات الناشئة عنها سلوكاً عشوائياً داخل حدود التحكم، وكذلك فإذا خرجت نقطة أو أكثر خارج حدود التحكم لأسباب ملموسة كانت العملية ليست تحت الضبط، وقد تكون التغيرات في العملية الإنتاجية ناشئة عن أسباب ملموسة مثل



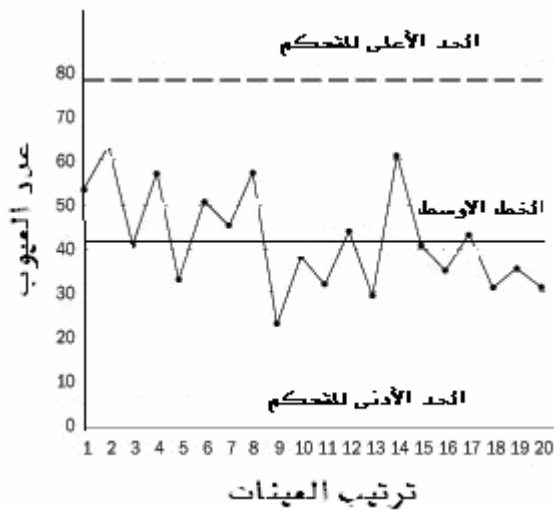
الاختلافات بين الماكينات أو العمال أو المواد الخام لذلك يجب تحليل هذه الأسباب ومعالجتها من أجل استقرار العملية الإنتاجية.

وتنقسم خرائط التحكم إلى نوعين أساسيين من الخرائط هما (كما سبق شرحهما في 3- 4 أنواع خرائط التحكم بالوحدة الثالثة من هذه الحقيبة التدريبية (خرائط التحكم للمتغيرات والخواص):  
(1) خرائط التحكم للمتغيرات: مثل خريطة المتوسط ( $\bar{X}$ ) و خريطة المدى ( $R$ ) و خريطة الانحراف المعياري ( $S$ ).

(ب) خرائط التحكم للخواص: مثل خريطة نسبة المعيب ( $p$ ) و خريطة عدد العيوب ( $C$ )

#### 4- 9- 2 خطوات إنشاء وعمل خرائط التحكم:

ولقد تم تناول بالتفصيل كيفية إنشاء وعمل خرائط التحكم في الوحدة الثالثة من هذه الحقيبة التدريبية (خرائط التحكم للمتغيرات والخواص) ، كما يوضح شكل (4- 14) خريطة التحكم في عدد العيوب بأحد المنتجات المعدنية كمثال توضيحي لشكل خريطة التحكم.



شكل (4- 14) خريطة التحكم في عدد العيوب بأحد المنتجات المعدنية

#### 4- 9- 3 مثال تطبيقي على خرائط التحكم لتحسين العملية الإنتاجية:

فيما يلي مثال تطبيقي لخريظتا عدد العيوب بأحد المنتجات المعدنية قبل وبعد القيام بتحسين العملية الإنتاجية بناءً على استخدام خريطة التحكم.



شكل (4- 15) خريطة التحكم في عدد العيوب بأحد المنتجات المعدنية قبل وبعد التحسين

ويوضح شكل (4- 15) أنه في الفترة الأولى أي قبل عملية التحسين أن خريطة التحكم لها خط متوسط لعدد العيوب أعلى من الخط المتوسط لعدد العيوب بعد عملية التحسين مما يدل على تحسين جودة العملية الإنتاجية، وكذلك يتضح من الشكل تباعد حدي التحكم عن الخط المتوسط وذلك قبل عملية التحسين مما يدل على زيادة الانحراف المعياري كمقياس لتشتت العملية الإنتاجية، في حين تقارب حدي التحكم الأعلى والأدنى من الخط المتوسط بعد عملية التحسين مما يدل على تحسين انتظام العملية الإنتاجية، وهذا يعني أن العملية الإنتاجية تحسنت على المستويين: المتوسط (جودة العملية الإنتاجية) والانحراف المعياري (انتظام جودة العملية الإنتاجية).

### ملخص الوحدة

- 1- الضبط الإحصائي للعمليات: استخدام الأساليب والوسائل الإحصائية في ضبط العمليات.
- 2- التحسين المستمر للعمليات: تعيين وإزالة أسباب القصور والاختلاف في العملية الإنتاجية باستمرار للتحسين المستمر للعمليات عن طريق حل مشاكل الجودة التي تواجهها هذه العمليات عبر استخدام سبع أدوات إحصائية تستخدم في مراقبة العمليات والتحكم فيها وتحسينها. وهذه الأدوات تجعل العمليات مرئية، مما يساعد على تحديد الإجراءات المناسبة لتحسين هذه العمليات بوضوح.
- 3- الأدوات السبع للتحسين المستمر للعمليات: المدرج التكراري وخريطة باريتو وخرائط التدفق وخرائط السبب والنتيجة وقوائم التأكد وخرائط التبعر وخرائط التحكم.
- 4- المدرج التكراري: يعتبر المدرج التكراري تمثيلاً بيانياً للتوزيع التكراري لمجموعة من البيانات المأخوذة من عملية إنتاجية معينة، ويتكون المدرج التكراري من عدة أعمدة (مستطيلات) حيث تمثل قواعدها أطوال الفئات لأحد متغيرات العملية الإنتاجية، وتمثل ارتفاعاتها التكرارات المناظرة لهذه الفئات، ويوضح المدرج التكراري شكل التغيرات في العملية الإنتاجية.
- 5- خريطة باريتو: خريطة باريتو عبارة عن تمثيل بياني مكون من عدة أعمدة (مستطيلات) قواعدها تمثل فئات المشاكل أو الأسباب التي تؤثر على العملية الإنتاجية وارتفاعاتها تمثل التكرارات التي تحدث بها هذه المشاكل أو تلك الأسباب أو الخسائر الناتجة عنها، وترتب ترتيباً تنازلياً طبقاً لارتفاعات هذه الأعمدة حيث تفصل بين المشاكل أو الأسباب قليلة العدد ذات الأهمية الحيوية عن المشاكل أو الأسباب الكثيرة العدد ذات الأهمية الضئيلة وتوضح المشاكل الهامة التي تواجهها العملية الإنتاجية.
- 6- خرائط التدفق: خريطة التدفق عبارة عن مخطط مرئي يصف خطوة بخطوة مراحل تنفيذ العملية الإنتاجية، وتعتبر أولى أهم خطوات تحسين العملية الإنتاجية حيث توضح خطوات إجراء العملية الإنتاجية.

- 7- خريطة السبب والنتيجة: خريطة السبب والنتيجة والتي يطلق عليها أيضاً خريطة عظمة السمكة نظراً لأن شكلها النهائي يشبه الهيكل العظمي للسمكة وكذلك يطلق عليها خريطة ايشيكاوا "وهو العالم الياباني" الذي وضع هذه الخريطة هي خريطة توضح أسباب المشاكل التي تواجهها العملية الإنتاجية.
- 8- قوائم التأكد: تعتبر قوائم التأكد أداة أساسية لتحسين الجودة لأنها أبسط وأسهل وأسرع أداة قياسية لتجميع البيانات التي تعكس حقيقة العملية الإنتاجية حيث توضح كيف تجرى العملية الإنتاجية.
- 9- خرائط التبعر: تعتبر خرائط التبعر طريقة بيانية لتحديد العلاقة بين متغيرين يؤثران على العملية الإنتاجية، حيث تساعد خرائط التبعر في تحسين جودة العملية الإنتاجية في مرحلة التشخيص للمشكلة التي تواجهها العملية الإنتاجية بإظهار العلاقة بين السبب والأثر، أو سبب وسبب آخر من أجل التركيز على الأسباب الفعالة والمرتبطة بالمشكلة وإهمال الأسباب غير الفعالة أو غير المرتبطة بالمشكلة.
- 10- خرائط التحكم: هي وسيلة إحصائية تتكون خريطة التحكم من خط متوسط مناظر لجودة المتوسطة التي يجب أن تحققها العملية الإنتاجية وخطين أولهما يمثل الحد الأعلى للتحكم والآخر يمثل الحد الأدنى للتحكم يبعد كل واحد منهما عن الحد المتوسط بمقدار 3 أمثال الانحراف المعياري ( $3\sigma$ ) وتوضح خرائط التحكم التغيرات الناتجة عن العملية الإنتاجية والتي يجب أن تضبط.

## تدريبات

1. ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) المدرج التكراري تمثيل بياني عمودي للبيانات. ( )
- (ب) خريطة باريتو تمثيل بياني عمودي للبيانات. ( )
- (ج) خريطة التدفق لا توضح خطوات العملية الإنتاجية. ( )
- (د) ايشيكاوا هو العالم الياباني الذي ابتكر خريطة السبب والنتيجة. ( )
- (هـ) كلما كانت البيانات واقعية وصحيحة كانت القرارات غير فعالة. ( )
- (و) خريطة التبعر توضح وجود ارتباط بين متغيرين وشكل هذا الارتباط. ( )
- (ز) خريطة التحكم تستخدم للتحكم في العمليات الإنتاجية المتكررة. ( )

2. أكمل الفراغات:

- (أ) نشاط الفحص يجب أن يتعدى اكتشاف القصور إلى .....
- (ب) المدرج التكراري ينشأ بناءً على .....
- (ج) القاعدة التي بنيت عليها خريطة باريتو تسمى قاعدة : .....
- (د) أولى خطوات إنشاء خريطة التدفق هو: .....
- (هـ) أهم الأسباب التي تؤثر على العملية الإنتاجية تنتمي إلى .....، و .....
- (و) أهم أجزاء قائمة التأكد (نموذج جمع البيانات) في أبسط صورها .....، و .....
- (ز) قد لا يوجد ارتباط بين الأسباب المؤثرة على العملية الإنتاجية أو قد يكون الارتباط .....، أو ..... .
- (ح) خريطة التحكم تتكون من .....، و .....، و .....

3. اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) من الأدوات السبع الإحصائية لتحسين المستمر للعمليات:

- 1- المدرج التكراري. ( ) 2- الخريطة الذهنية. ( )  
3- الفحص بالعينات. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(ب) المدرج التكراري يوضح طبيعة المتغيرات من حيث :

- 1- مداها. ( ) 2- قوتها. ( )  
3- شكلها. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(ج) خريطة باريتو توضح:

- 1- بعض أسباب المشكلة. ( ) 2- معظم أسباب المشكلة. ( )  
3- كل أسباب المشكلة. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(د) خريطة التدفق لعملية إنتاجية تحدد:

- 1- مدى ضرورة الخطوات. ( ) 2- نقاط المشاكل المحتملة. ( )  
3- نقاط اتخاذ القرارات. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(هـ) خريطة السبب والنتيجة توضح:

- 1- الأسباب التي تؤثر على مشكلة معينة. ( ) 2- العلاقة بين الأسباب الفرعية والأسباب ( )  
الرئيسية للمشكلة.  
3- المجموعات التي تنتمي إليها الأسباب. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(و) تعتبر قائمة التأكد كنموذج جمع البيانات:

- 1- معقدة. ( ) 2- صعبة. ( )  
3- قياسية. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(ز) خريطة التبثر توضح العلاقة بين:

- 1- متغيرين يؤثران على العملية الإنتاجية ( ) 2- ثلاثة متغيرات تؤثر على العملية الإنتاجية. ( )  
3- أربعة متغيرات تؤثر على العملية الإنتاجية. ( ) 4- كل ما سبق. ( )

(ح) من خرائط التحكم للمتغيرات:

- 1- خريطة المتوسط ( $\bar{X}$ ) ( ) 2- خريطة عدد العيوب ( $C$ ) ( )  
3- خريطة نسبة المعيب ( $p$ ) ( ) 4- كل ما سبق ( )

4. اذكر أمثلة على ما يلي:

- (أ) وضع مواصفات لمخرجات العملية الإنتاجية (جهاز جوال).  
(ب) مدرج تكراري يفي بحدود المواصفات.  
(ج) مجموعة من الأسباب الهامة و مجموعة الأسباب الغير هامة لعملية إنتاجية.  
(د) خريطة تدفق لعملية إنتاجية. لإنتاج لوح صاج من كتل من الصلب.  
(هـ) مجموعة من الأسباب الفرعية التي تؤثر على سبب رئيسي يؤثر على عملية إنتاجية.  
(و) قائمة التأكد لجمع بيانات كمية الإنتاج لكل وردية.  
(ز) ارتباط طردي بين متغيرين يؤثران على عملية إنتاج "بلاط سيراميك".  
(ح) أسباب معروفة لخروج نقطة عن حدود التحكم في عملية إنتاجية.

5. أجب عما يأتي:

- (أ) ما هو الضبط الإحصائي للعمليات؟  
(ب) ما علاقة المدرج التكراري بالتوزيع التكراري لمجموعة من بيانات الجودة؟  
(ج) ما هو الفرق بين المدرج التكراري وخريطة باريتو؟  
(د) متى تتفرع خريطة التدفق إلى فرعين أو أكثر؟  
(هـ) كيف تستخدم خريطة السبب والنتيجة في تحسين العملية الإنتاجية؟  
(و) لماذا تستخدم قائمة التأكد بكثرة في مصانع السيارات؟  
(ز) كيف تستخدم خريطة التبعر في تحديد أسباب المشكلة وتقييم فعالية حل المشكلة؟  
(ح) لماذا يتم التركيز على معرفة الأسباب الإيجابية لخروج نقطة عن حدود التحكم لخريطة التحكم لعملية إنتاجية؟

## حالات تدريبية عملية

1. يقوم مصنع للمشروبات الغازية بتعبئة المياه الغازية في قوارير من البلاستيك سعتها 400 مليلتر، والجدول التالي يوضح التوزيع التكراري لأحجام المياه الغازية المعبأة في القوارير.

أحجام المياه الغازية	عدد القوارير
392 - 394	3
395 - 397	6
398 - 400	13
401 - 403	26
404 - 406	12
407 - 409	5
إجمالي القوارير	75

(أ) ارسم المدرج التكراري لتوزيع هذه القوارير.

(ب) ادرس شكل المدرج التكراري من حيث كونه توزيعاً طبيعياً أم لا.

(ج) إذا كانت حدود المواصفات لحجم المياه الغازية في القوارير هي  $400 \pm 5$  مليلتر، احسب

نسبة عدد القوارير التي تقع خارج حدود هذه المواصفات كيف تحسن عملية التعبئة للمياه الغازية في ضوء هذه النسبة؟

2. قام فريق تحسين العملية الإنتاجية لإنتاج الكراسي الخشبية وتبويب العيوب التي ظهرت في

مجموعة من الكراسي، بوضع الجدول الآتي: نوع العيب وعدد الكراسي المعيبة بأحد المصانع

العيوب	عدد الكراسي
عدم الاتزان	22
تجميع غير جيد	38
دهان غير متجانس	12
زيادة الغراء	88
شروخ بالخشب	10
خشونة السطح	50

ارسم خريطة باريتو التي توضح هذه العيوب، وحدد العيوب التي لها أولوية العلاج.



3. ارسم خريطة التدفق لعملية إنتاج أعمدة من الصلب قطرها 55 ملليمتر من أعمدة صلب متوفرة بالمستودع أقطارها 60 ، مع القيام بالتأكد من قياس أقطارها.

4. تدنى مستوى جودة تصنيع لعبة أطفال من البلاستيك حيث وصلت نسبة المعيب بها حوالي 17 % ، بصفتك تقني إنتاج ارسم خريطة السبب والنتيجة التي توضح الأسباب المتوقعة لهذه المشكلة.

5. صمم قائمة اختبار للتأكد من جودة كتاب دراسي تم توزيعه عليك كمتدرب بإحدى كليات التقنية ، وإذا تم طبع هذا الكتاب على أسطوانة مدمجة "CD" صمم قائمة اختبار للتأكد من جودة طباعة هذه الأسطوانة المدمجة "CD".

6. يبين الجدول الآتي عدد الأفران الكهربائية المنتجة وكذلك الأفران المعيبة لمدة 28 يوماً

رقم العينة	عدد المنتجات	عدد المعيبات	رقم العينة	عدد المنتجات	عدد المعيبات
1	166	30	15	160	15
2	162	5	16	165	34
3	165	7	17	170	11
4	130	12	18	162	5
5	132	25	19	136	49
6	165	29	20	154	25
7	40	2	21	176	15
8	150	10	22	190	37
9	190	29	23	160	32
10	175	35	24	135	20
11	176	37	25	157	17
12	110	32	26	186	20
13	160	25	27	134	15
14	184	14	28	176	26

والمطلوب رسم خريطة التبعر لتوضيح العلاقة بين عدد الأفران الكهربائية المنتجة و عدد الأفران الكهربائية المعيبة ، وفسر العلاقة بينهما.

7. ادرس استقرار العملية الإنتاجية لإنتاج أثواب قماش مستعيناً بخريطة التحكم لعدد العيوب، وذلك في عشر عينات علماً أن البيانات كالآتي:

رقم العينة (j)	عدد العيوب المفحوصة بكل عينة
1	12
2	13
3	10
4	15
5	10
6	9
7	11
8	15
9	13
10	12

(مع الأخذ في الاعتبار كل نقطة خرجت عن حدود التحكم لأسباب معروفة).

### أجوبة على تدريبات مختارة

#### (1) الإجابات الصحيحة:

- (أ) ( ✓ )  
(ب) ( ✓ )  
(ج) ( x )  
(د) ( ✓ )  
(هـ) ( x )  
(و) ( ✓ )  
(ز) ( ✓ )

#### (2) التكملة الصحيحة للفراغات:

- (أ) تعيين وإزالة أسباب القصور والاختلاف في العملية الإنتاجية باستمرار.  
(ب) التوزيع التكراري.  
(ج) 20/80.  
(د) تحديد الهدف من استخدام خريطة التدفق للعملية الإنتاجية.  
(هـ) الأفراد - الماكينات - الطرق - المواد.  
(و) رأس النموذج وجدول بيانات و ذيل النموذج.  
(ز) طردي (موجب) أو عكسي (سالب).  
(ح) خط متوسط وحد الأعلى للتحكم وحد الأدنى للتحكم.

#### (3) الاختيارات الصحيحة:

- (أ) 1- المدرج التكراري.  
(ب) 4- كل ما سبق.  
(ج) 4- كل ما سبق.  
(د) 4- كل ما سبق.  
(هـ) 3- قياسية.  
(و) 1- متغيرين يؤثران على العملية الإنتاجية.  
(ز) 1- خريطة المتوسط ( $\bar{X}$ )

## ضبط الجودة

### خطط الفحص والمعاينة

## الوحدة الخامسة : خطط الفحص والمعاينة

### الأهداف:

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا و بكفاءة على أن:
- يعرف المفاهيم الأساسية عن خطط الفحص.
- يشرح مفهوم الفحص.
- يعدد أنواع الفحص.
- يشرح الفحص الكلي و مميزاته و عيوبه.
- يشرح الفحص بالعينات (المعاينة) و مميزاته الاقتصادية و عيوبه.
- ينشئ و يستخدم منحني خواص خطة الفحص.
- يعرف مخاطرة المنتج و مخاطرة المستهلك.
- يحسب حد متوسط الجودة المصدرة.
- يعدد أنواع خطط الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة).
- يستخدم خطط الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة) المفردة والثنائية والمتعددة.

### متطلبات الجدارة:

التمكن من مفهوم الفحص من مقرر قياسات 113 ميك.

### مستوى الأداء المطلوب:

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100 %.

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

ساعتان.

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الرسومات التوضيحية لخطط المعاينة - جداول خطط المعاينة.

من المعروف أن كل الشركات الصناعية تشتري المواد الخام و بعض أجزاء منتجاتها من مصادر متعددة، و قد يكون الموردون شركات أخرى أو أقسام داخلية تابعة لنفس الشركة، كما هو الحال في بعض الشركات حيث تورد بعض الأقسام مخرجاتها لبعض الأقسام الأخرى داخل الشركة، و يعتبر التأكد من جودة هذه التوريدات بصورة مرضية هو الشغل الشاغل لكل الشركات الصناعية.

و سوف نتناول في هذه الوحدة ما يلي:

- المفاهيم الأساسية عن خطط الفحص:
  - مفهوم الفحص.
  - أنواع الفحص.
  - الفحص الكلي (فحص 100 %).
  - مميزات و عيوب (فحص 100 %).
  - الفحص بالعينات (المعاينة).
  - مميزات و عيوب الفحص بالعينات (المعاينة).
- منحني خواص خطة الفحص.
  - منحني خواص خطة الفحص.
  - استخدام منحني خواص خطة الفحص في التحكم في الجودة .
  - مخاطرة المنتج و مخاطرة المستهلك.
- متوسط الجودة المصدرة.
- أنواع خطط الفحص بالعينات (المعاينة للدفعه).
- الفحص والمعاينة للدفعه.
- خطة الفحص المفردة.
- خطة الفحص الثنائية.
- خطة الفحص المتعددة.

## 1-5 المفاهيم الأساسية عن خطط الفحص:

فيما يلي سوف نتناول مفهوم الفحص، وأنواع الفحص، الفحص الكلي (فحص 100 %) ومميزات و عيوب (فحص 100 %)، والفحص بالعينات (المعاينة)، ومميزات و عيوب المعاينة.

### 5-1-1 مفهوم الفحص:

يمكن تعريف مفهوم الفحص على أنه عملية تقويم جودة التوريدات سواء كانت مشترة أو مصنعة داخل المنشأة.

### 5-1-2 أنواع الفحص:

ينقسم فحص التوريدات سواء كانت مواد خام أو أجزاء منتجات أو منتجات تامة الصنع إلى نوعين أساسيين هما: الفحص الكلي (فحص 100 %)، والفحص بالعينات (المعاينة للدفع).

### 5-1-3 الفحص الكلي (فحص 100 %):

حيث يجرى فحص كامل لكل التوريدات من المواد الخام أو أجزاء المنتجات أو المنتجات التامة الصنع، و تقبل هذه التوريدات إذا كانت نسبة عدم مطابقة هذه التوريدات تساوي أو تقل عن نسبة محددة يتفق عليها كل من المنتج و المورد أو المنتج و المستهلك.

### 5-1-4 مميزات و عيوب الفحص الكلي (فحص 100 %):

تتمثل مميزات الفحص الكلي (فحص 100 %) في الآتي:

- 1- يؤدي إلى فرز كامل للسليم أو المعيب من المواد أو الأجزاء أو المنتجات.
- 2- يكون ضروريا عند فحص المواد أو الأجزاء أو المنتجات التي تتعلق بنواحي الأمان عند استخدامها كما في صناعة الطائرات مثلا على ألا تتأثر أو تدمر أثناء هذا الفحص.

تتمثل عيوب الفحص الكلي (فحص 100 %) في الآتي:

- 1- يكلف كثيرا حيث يجب أن تفحص كل مفردة على حدة.
- 2- لا يستخدم في الفحص التدميري مثل فحص أعواد الثقاب أو اختبار مواد لمقاومة الشد و إلا ستدمر كل الأعواد أو المواد في الفحص أو الاختبار.
- 3- يصيب الفاحص بالملل نظرا لكبر الكميات المفحوصة مما يجعله يفشل أحيانا في التمييز بين المفردة السليمة أو المفردة المعيبة.

### 5-1-5 الفحص بالعينات (المعاينة للدفع):

إن إجراء الفحص بالعينات يعني إجراء فحص لعينة من الدفعة سواء كانت توريدات من المواد الخام أو أجزاء المنتجات أو منتجات تامة الصنع، فإذا كانت نسبة عدم المطابقة لهذه العينة من الدفعة

تساوي أو تقل عن نسبة محددة يتفق عليها كل من المنتج و المورد أو المنتج و المستهلك فتقبل هذه العينة، وبالتالي يتخذ قرارا بقبول الدفعة التي أخذت منها هذه العينة و يسمى هذا الأسلوب معاينة القبول.

### 5- 1- 6 مميزات و عيوب الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة):

تتمثل مميزات الفحص بالعينات أو المعاينة بالآتي:

- 1- يكون اقتصاديا أكثر من الفحص الكلي (فحص 100 %) بسبب قلة عدد الوحدات المفحوصة.
- 2- يمكن تطبيقه على الاختبارات التدميرية للمواد أو الأجزاء أو المنتجات.
- 3- يمكن عن طريق تطبيقه تقدير مستوى جودة المواد أو الأجزاء أو المنتجات بكفاءة أكبر وفي وقت أسرع حيث إن كل الوقت و الجهد في عملية الفحص الكلي (فحص 100 %) يستنفذ في إجراء الفرز دون اهتمام لمستوى الجودة.
- 4- ترفض الدفعة كلها بدلا من إعادة وحدات عدم المطابقة، و هذا يوفر دافعا أقوى لتحسين جودتها.

و تتمثل عيوب الفحص بالعينات (المعاينة) في الآتي:

- 1- هناك مخاطرة محددة لرفض دفعات مقبولة أو قبول دفعات مرفوضة، و إذا أردنا تقليل درجة هذه المخاطرة إلى حد كبير سيكون المقابل هو استخدام عينات ذات حجم أكبر و شروط قبول متشددة، و بالتالي فليس اقتصاديا تقليل درجة المخاطرة لحد كبير.
- 2- لا يفضل استخدامه في حالة فحص المواد أو الأجزاء أو المنتجات التي تتعلق بنواحي الأمان عند استخدامها و لا تتأثر أو لا تدمر أثناء الفحص.

### 5- 2- خواص خطة الفحص:

فيما يلي سوف نتناول منحى خواص خطة الفحص واستخدامه في التحكم في الجودة، و مخاطرة المنتج و مخاطرة المستهلك.

### 5- 2- 1 منحى خواص خطة الفحص:

هو عبارة عن منحى يوضح احتمال قبول الدفعة المقدمة بنسب معيب محددة تحت خطة فحص معينة. و لتوضيح مفهوم منحى خاصية التشغيل المثالي لخطة فحص لعينة حجمها (n=100) مفردة فتقبل الدفعة إذا كان عدد المفردات المعيبة اثنين أو أقل (رقم القبول  $Ac=2$ ) و ترفض الدفعة إذا كان عدد المفردات ثلاثاً أو أكثر (رقم الرفض  $Re=3$ ) و تكتب في صورة

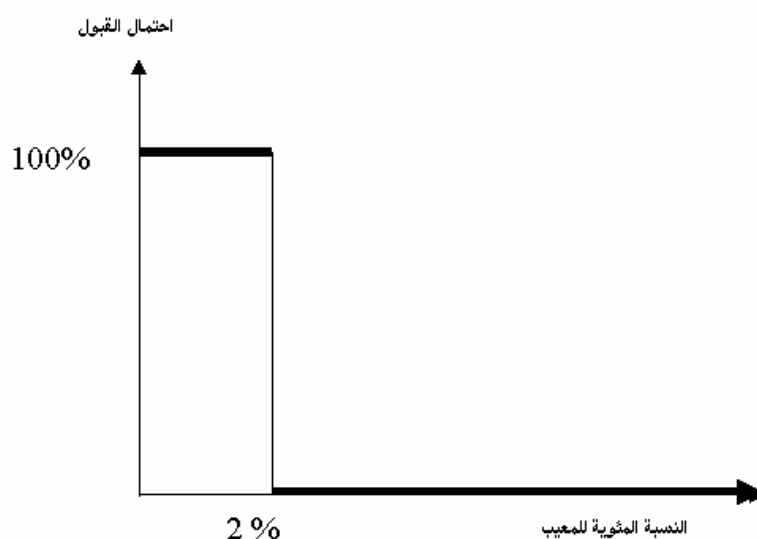


$$\frac{n(Ac / Re)}{100(2/3)}$$

حيث

حجم العينة  $n=100$ رقم القبول  $Ac=2$ رقم الرفض  $Re=3$ 

حيث يوضح ذلك المنحنى بشكل ( 5 - 1 ) وفيها يتحدد مستوى الجودة الحدي أي نسبة معيب ( 2 %) والخطة تقبل كل الدفعات التي لها مستوى جودة أفضل من مستوى الجودة الحدي و ترفض كل الدفعات ذات مستوى الجودة الأقل من مستوى الجودة الحدي.



شكل ( 5 - 1 ) منحنى خواص خطة الفحص

و لكن منحنى خواص خطة الفحص الفعلي يختلف عن منحنى خاصية التشغيل المثالي نظرا لوجود مخاطرتي الفحص بالعينات التي تتمثل في احتمال رفض دفعات ذات جودة عالية يجب أن تقبل و تعرف هذه بمخاطرة المنتج ( $\alpha$ ) و احتمال قبول دفعات ذات جودة متدنية يجب أن ترفض و تعرف بمخاطرة المستهلك ( $\beta$ ).

و لرسم منحنى خواص خطة الفحص للخطة  $100(2/3)$  يستخدم توزيع ذو حدين في حساب احتمال قبول الدفعة، و الجدير بالذكر أن توزيع بواسون يعتبر بديلاً ممتازاً لتوزيع ذي الحدين لكل

خطط المعاينة، و لهذا يستخدم توزيع بواسون في تحديد احتمال قبول الدفعة و ذلك بفرض قيم لنسب المعيب (  $p$  ) و حساب الاحتمال المناظر لقبول الدفعة لهذه النسب (  $P_a$  ).

و يكون قبول الدفعة مبنيا على رقم القبول  $Ac=2$  أي عدم وجود أي مفردة معيبة أو وجود مفردة معيبة واحدة أو مفردتين معيبتين على الأكثر في العينة المفحوصة كالآتي:

$$P_a = P_0 + P_1 + P_2$$

حيث

$P_a$  = احتمال قبول الدفعة

$P_0$  = احتمال عدم وجود أي مفردة معيبة في العينة

$P_1$  = احتمال وجود مفردة معيبة واحدة في العينة

$P_2$  = احتمال وجود مفردتين معيبتين في العينة

و بفرض قيمة نسبة المعيب (  $P = 1\%$  ) نحسب قيمة (  $nP$  ) ثم نحسب قيمة (  $P_a$  ) كالآتي:

$$np = 100 \times 0.01 = 1$$

$$P_a = P_0 + P_1 + P_2$$

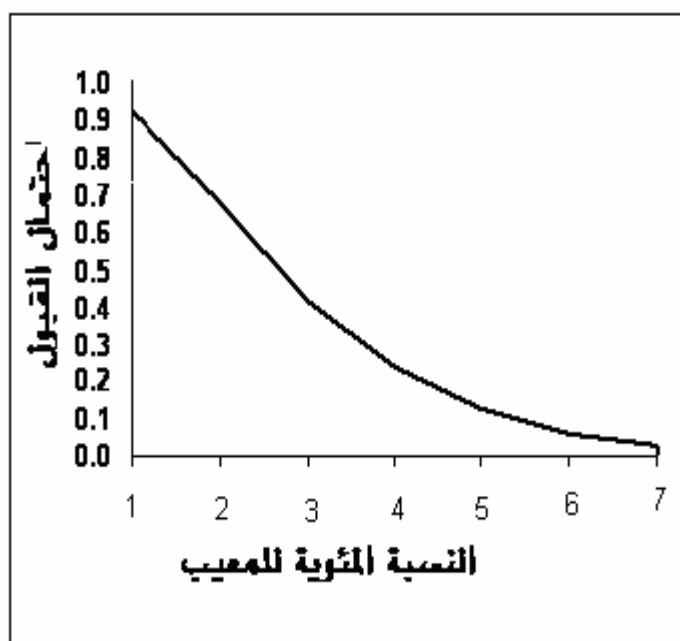
$$\begin{aligned} P_a &= \frac{(np)^0 e^{-(np)}}{0!} + \frac{(np)^1 e^{-(np)}}{1!} + \frac{(np)^2 e^{-(np)}}{2!} \\ &= \frac{(1)^0 e^{-1}}{0!} + \frac{(1)^1 e^{-1}}{1!} + \frac{(1)^2 e^{-1}}{2!} = e^{-1} \left[ 1 + 1 + \frac{1}{2} \right] = 0.919 \end{aligned}$$

و بالمثل يمكن حساب احتمال القبول (  $P_a$  ) المقابل لنسب المعيب المفروضة (  $p$  ) ، و بذلك

يتكون الجدول رقم ( 5 - 1 ) الذي يساعد في رسم منحى خواص خطة الفحص للخطوة ( 2/3 ) 100 كما هو بشكل رقم ( 5 - 2 )

احتمال القبول $P_a$	نسبة المعيب $p$	حجم العينة $n$	$np$
0.92	0.01	100	1
0.68	0.02	100	2
0.42	0.03	100	3
0.24	0.04	100	4
0.13	0.05	100	5
0.06	0.06	100	6
0.03	0.07	100	7

جدول رقم (5 - 1) احتمال القبول ( $P_a$ ) المقابل لنسب المعيب المفروضة ( $p$ )



شكل رقم (5 - 2) منحنى خواص خطة الفحص للخطة 100(2/3)

5- 2- 2 استخدام منحنى خواص خطة الفحص في التحكم في الجودة:

و من المنحنى يمكننا تحديد احتمال قبول الدفعات المقدمة بجودة معينة، فمثلا إذا كانت جودة الدفعة في صورة نسبة معيب ( $p = 2\%$ ) فإن احتمال قبولها من منحنى خواص خطة الفحص للخطة

100(2/3) هو (68 %)، و على ذلك فإن منحني خواص خطة الفحص يبين مدى تحقيق الهدف من المعاينة والذي يجب أن يتفق عليه المنتج و المورد أو المستهلك و المنتج، و إلا يجب تغيير الخطة و إعداد منحني خواص خطة الفحص للخطة الجديدة يتفق عليه الطرفان.

### 5-2-3 مخاطرة المنتج و مخاطرة المستهلك:

سبق أن وضعنا أن مخاطرة المنتج ( $\alpha$ ) تتمثل في احتمال رفض دفعات ذات جودة عالية يجب أن تقبل، و يناظر هذه المخاطرة مستوى جودة يعرف باسم مستوى جودة القبول AQL (Acceptable Quality Level) فمثلا من منحني خواص خطة الفحص للخطة 100(2/3) عند مستوى جودة القبول (AQL) مقدرا بنسبة معيب (1 %) نجد أن احتمال قبول الدفعة ( $P_a = 92\%$ ) رغم أن هذا المستوى من الجودة يجب أن يقبل بنسبة (100 %) و على ذلك فمخاطرة المنتج (احتمال الرفض)

$$\alpha = 100\% - P_a$$

$$= 100\% - 92\%$$

$$= 8\%$$

وبالمثل مخاطرة المستهلك ( $\beta$ ) تتمثل في احتمال قبول دفعات ذات جودة متدنية يجب أن ترفض، و يناظر هذه المخاطرة مستوى جودة الرفض LQL (Limiting Quality Level) و من منحني خواص خطة الفحص للخطة 100(2/3) عند مستوى جودة الرفض (LQL) مقدرا بنسبة معيب (5 %) نجد أن احتمال قبول الدفعة ( $P_a = 13\%$ ) ، رغم أن هذا المستوى من الجودة يجب ألا يقبل أي يرفض بنسبة (100 %) و على ذلك فمخاطرة المستهلك (احتمال القبول) ( $\beta = P_a = 13\%$ ).

### 5-3 متوسط الجودة المصدرة:

عند استخدام خطة عينات القبول للحكم على جودة الدفعات يحدث في بعض الأحيان رفض بعض الدفعات نتيجة لزيادة عدد الوحدات المعيبة داخل هذه الدفعات عن الحد المسموح به، وفي هذه الحالة يلجأ المنتج إلى إجراء تفتيش كلي على هذه الدفعات، حتى يمكن عزل الوحدات المعيبة عن باقي الوحدات

السليمة في الدفعات ثم يقوم بعد ذلك باستبدال هذه الوحدات المعيبة بوحدة أخرى سليمة. وعند ذلك تصبح هذه الدفعات التي رفضت سليمة تماماً ولا توجد بها أي وحدات معيبة<sup>(12)</sup>، وعلى هذا الأساس يقبلها العميل في هذه الحالة بالإضافة إلى الدفعات الأخرى التي تم قبولها من قبل.

ويمكن تعريف متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ) على أنه متوسط نسبة المعيب الموجود في الدفعات التي قبلت من قبل بواسطة خطة عينات القبول وكذلك الدفعات التي رفضت من قبل ثم استبدلت فيها الوحدات المعيبة بوحدة أخرى سليمة.

ويمكن حساب متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ) بالمعادلة الآتية:

$$AOQ = P \times P_a$$

وكمثال لحساب متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ) عند نسبة معيب  $p$  قدرها 1 % باحتمال

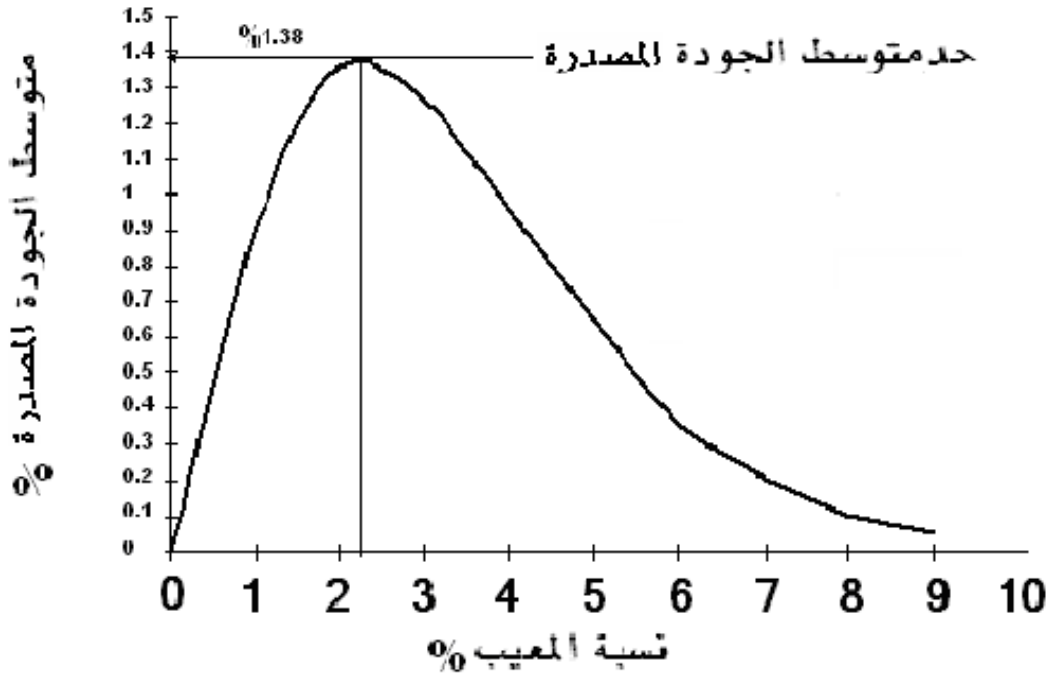
قبول  $P_a$  قدره 92 %، إذاً متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ)

$$AOQ = 0.01 \times 0.92 = 0.0092 = 0.92\%$$

وبالمثل يتم حساب متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ) عند نسب معيب مختلفة كما هو موضح بجدول رقم (5 - 2).

متوسط الجودة المصدرة $P_a \times p$	احتمال القبول $P_a$	نسبة المعيب $p$
0	1	0
0.0092	0.92	0.01
0.0136	0.68	0.02
0.0126	0.42	0.03
0.0096	0.24	0.04
0.0065	0.13	0.05
0.0036	0.06	0.06
0.0021	0.03	0.07
0.0011	0.014	0.08
0.00054	0.006	0.09
0.00027	0.0027	0.10

جدول رقم (5 - 2) متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ)



شكل رقم ( 5 - 3 ) العلاقة بين نسبة المعيب  $p$  ومتوسط الجودة المصدرية م.ج.م. (AOQ) ومن شكل رقم ( 5 - 3 ) يتضح أن حد ومتوسط الجودة المصدرية أي أكبر نسبة معيب للدفعات بعد تمام التفتيش والاستبدال للوحدات المعيبة تبلغ 1.38 %.

#### 4-5 أنواع خطط الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة):

يمكن تقسيم أنواع خطط الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة) إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

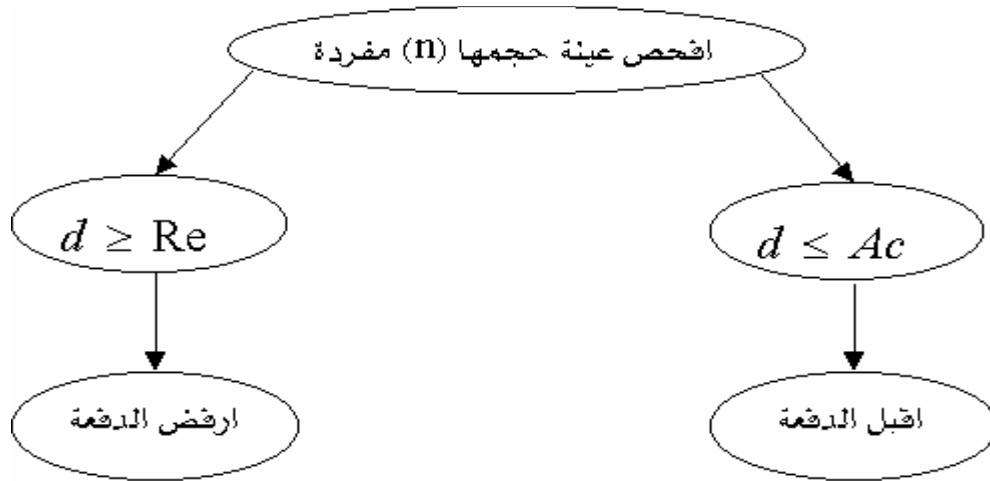
- خطة الفحص المفردة.
- خطة الفحص الثنائية.
- خطة الفحص المتعددة.

#### 5- 4- 1 خطة الفحص المفردة:

حيث يتخذ قرار القبول أو الرفض للدفعة من خلال فحص عينة واحدة فقط تسحب من هذه الدفعة<sup>(28)</sup>. ويمثل الشكل رقم ( 5 - 4 ) حيث يتم فحص عينة حجمها  $(n)$  مفردة من الدفعة التي حجمها  $(N)$  مفردة:

- فإذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في العينة  $(d)$  أقل من أو يساوي عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة  $(Ac)$  Acceptable Number (Ac) ويسمى رقم القبول فتقبل الدفعة.

- أما إذا كان عدد المفردات المعيبة في العينة ( $d$ ) يساوي أو أكثر من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة ( $Re$ ) Rejection Number و يسمى رقم الرفض فترفض الدفعة.
  - ومن الجدير بالذكر أن عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة ( $Re$ ) يزيد بمقدار واحد عن عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة ( $Ac$ ) وذلك للعينة المفردة.
  - و توضع خطة الفحص المفردة على صورة  $n(Ac/Re)$ .
- مثال لخطة فحص مفردة:  $50(1/2)$  أي افحص عينة حجمها (50) مفردة فإذا وجدت مفردة واحدة معيبة أو أقل فتقبل الدفعة، أما إذا وجدت مفردتان معيبتان أو أكثر فترفض الدفعة.



شكل رقم ( 5 - 4 ) طريقة إجراء خطة فحص مفردة

## 5- 4- 2 خطة الفحص الثنائية:

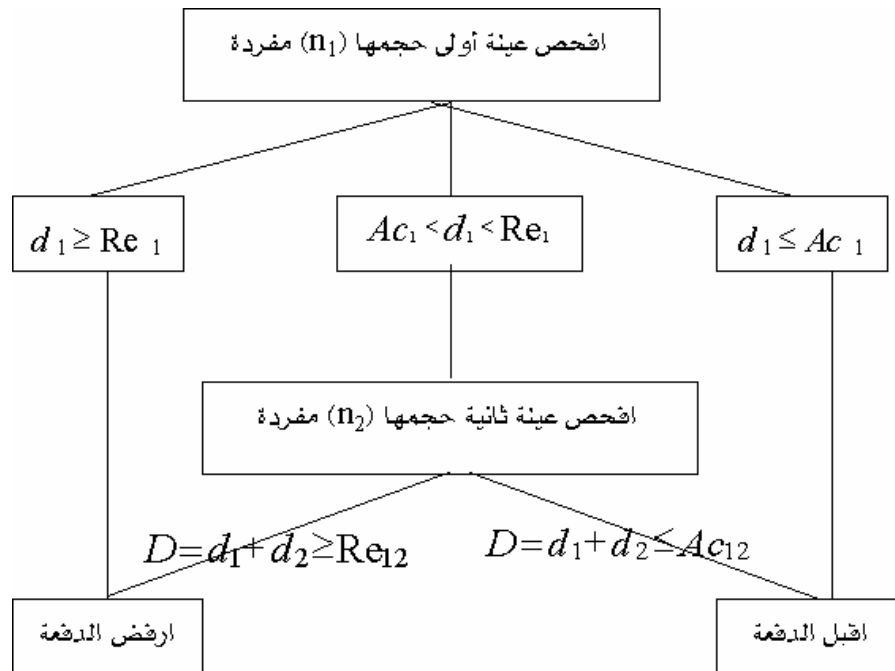
حيث يتخذ قرار القبول أو الرفض للدفعة من خلال فحص عينة أولى (إذا كانت جودة الدفعة عالية فتقبل أو جودة الدفعة متدنية فترفض) أو من خلال الانتقال إلى مرحلة فحص ثانية أي فحص عينة ثانية<sup>(29)</sup> (إذا كانت جودة الدفعة مشكوكا فيها أي ليست بالعالية أو بالمتدنية)، وذلك للتأكد من جودة الدفعة.

و تمثل بالشكل رقم ( 5 - 5 ) حيث يتم فحص عينة أولى حجمها ( $n_1$ ) مفردة من الدفعة التي حجمها ( $N$ ) مفردة:

- فإذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في العينة الأولى ( $d_1$ ) أقل من أو يساوي عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Ac_1$ ) فتقبل الدفعة.
- أما إذا كان عدد المفردات المعيبة في العينة الأولى ( $d_1$ ) يساوي أو أكثر من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Re_1$ ) فترفض الدفعة.
- وإذا كان عدد المفردات المعيبة في العينة الأولى ( $d_1$ ) أكبر من عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Ac_1$ ) وأقل من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Re_1$ ) فينتقل الفحص إلى مرحلة ثانية أي تفحص عينة ثانية حجمها ( $n_2$ ) مفردة و نحدد عدد المفردات المعيبة في العينة الثانية ( $d_2$ ).
- فإذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $D_2=d_1+d_2$ ) أقل من أو يساوي عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $Ac_2$ ) فإن العينة الثانية تقبل و بالتالي تقبل الدفعة.
- أما إذا كان عدد المفردات المعيبة في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $D_2=d_1+d_2$ ) يساوي أو أكثر من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $Re_2$ ) فترفض العينة الثانية و بالتالي ترفض الدفعة.
- ومن الجدير بالذكر أن عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في هذه المرحلة ( $Re_2$ ) أكبر من عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في هذه المرحلة ( $Ac_2$ ) بمقدار مفردة واحدة.
- وتوضع خطة الفحص الثنائية على صورة  $n_1(Ac_1/ Re_1)$  ,  $n_2(Ac_2/ Re_2)$  حيث:

رقم الرفض للعينة الأولى = $Re_1$	رقم القبول للعينة الأولى = $Ac_1$	حجم العينة الأولى = $n_1$
رقم القبول للعينتين معا = $Ac_2$	حجم العينتين معا = $n_{12}$	حجم العينة الثانية = $n_2$
		رقم الرفض للعينتين معا = $Re_2$





شكل رقم ( 5 - 5 ) طريقة إجراء خطة فحص ثنائية

مثال تطبيقي لخطة فحص ثنائية: 3 ( 3/4 ) 64 , 32 ( 1/4 ) 2

أي فحص عينة أولى حجمها (32) مفردة:

- فإذا وجدت مفردة واحدة معيبة أو أقل، فتقبل الدفعة.
- وإذا وجدت أربع مفردات معيبة أو أكثر فترفض الدفعة.
- وإذا وجدت مفردتان أو ثلاث مفردات معيبة فيتم الانتقال إلى مرحلة ثانية من الفحص أي تفحص عينة ثانية حجمها (32) مفردة.
- فإذا كان مجموع المفردات المعيبة في هذه المرحلة أي العينتين معا (3) مفردات أو أقل فتقبل الدفعة.
- أما إذا كان مجموع المفردات المعيبة في هذه المرحلة أي العينتين معا (4) مفردات أو أكثر فترفض الدفعة.

### 5- 4- 3 خطة الفحص المتعددة:

يتخذ قرار القبول أو الرفض للدفعة من خلال فحص عينة أولى (إذا كانت جودة الدفعة عالية فتقبل أو جودة الدفعة متدنية فترفض) أو من خلال الانتقال إلى مرحلة أخرى من الفحص أي فحص عينة

ثانية أو عينة ثالثة أو عينة رابعة أو عينة خامسة أو عينة سادسة أو أخيرا عينة سابعة إذا تطلب الأمر ذلك أي إذا كانت جودة الدفعة مشكوكا فيها أي ليست بالعالية أو بالمتدنية.

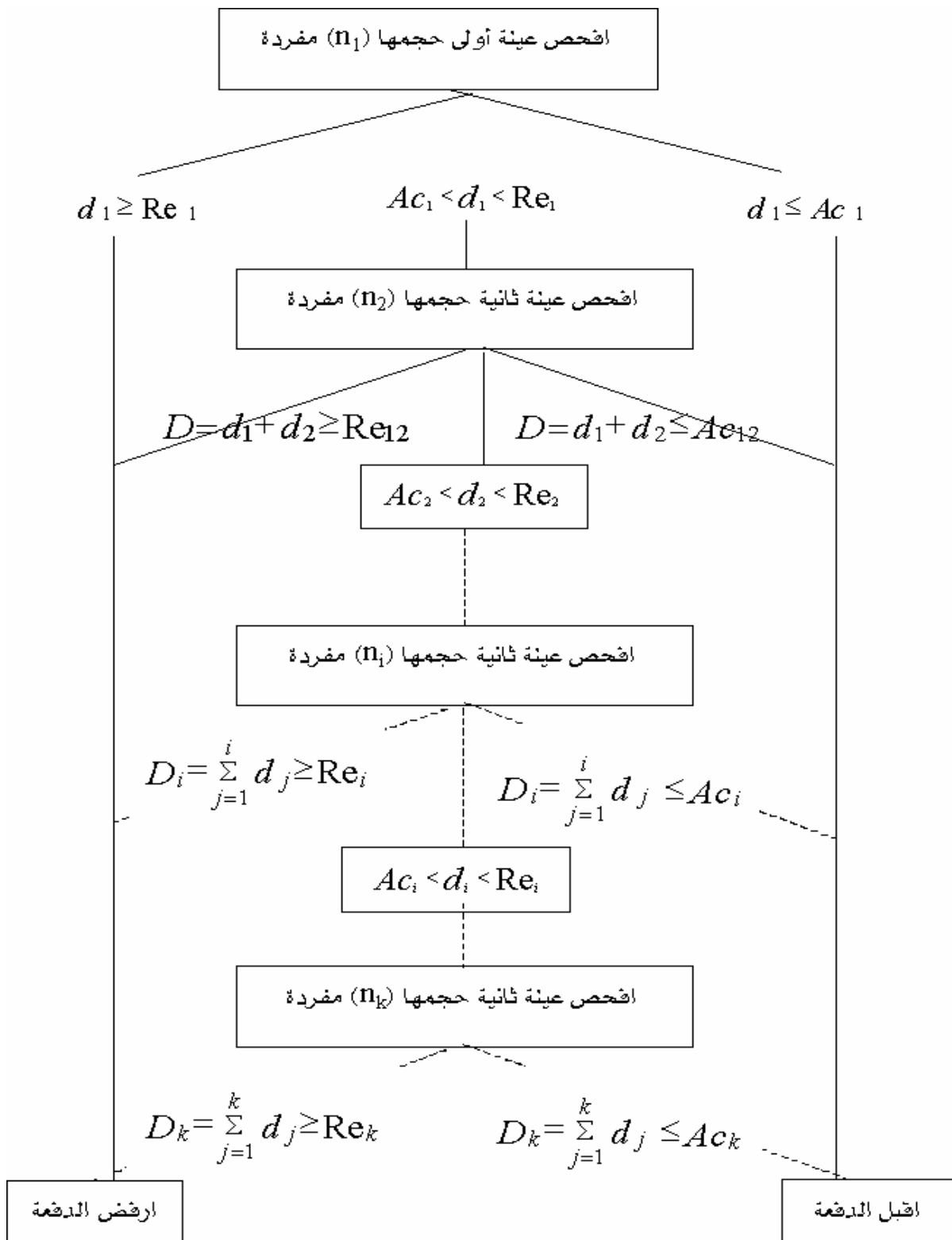
و تمثل بالشكل رقم ( 5 - 6 ) حيث يتم فحص عينة أولى حجمها ( $n_1$ ) مفردة من الدفعة التي حجمها ( $N$ ) مفردة:

- فإذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في العينة الأولى ( $d_1$ ) أقل من أو يساوي عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Ac_1$ ) فتقبل الدفعة.
- أما إذا كان عدد المفردات المعيبة في العينة الأولى ( $d_1$ ) يساوي أو أكثر من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Re_1$ ) فترفض الدفعة.
- وإذا كان عدد المفردات المعيبة في العينة الأولى ( $d_1$ ) أكبر من عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Ac_1$ ) وأقل من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة الأولى ( $Re_1$ ) فينتقل الفحص إلى مرحلة ثانية أي تفحص عينة ثانية حجمها ( $n_2$ ) مفردة و نحدد عدد المفردات المعيبة في العينة الثانية ( $d_2$ ).
- فإذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $D_2=d_1+d_2$ ) أقل من أو يساوي عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $Ac_2$ ) فإن العينة الثانية تقبل و بالتالي تقبل الدفعة.
- أما إذا كان عدد المفردات المعيبة في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $D_2=d_1+d_2$ ) يساوي أو أكثر من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في هذه المرحلة أي العينتين معا ( $Re_2$ ) فترفض العينة الثانية و بالتالي ترفض الدفعة.
- و من الجدير بالذكر أن عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في هذه المرحلة ( $Re_2$ ) أكبر من عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في هذه المرحلة ( $Ac_2$ ) بمقدار مفردتين على الأقل.
- أما إذا كان عدد المفردات المعيبة في العينتين معا ( $D_2=d_1+d_2$ ) أكبر من عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في هذه المرحلة أي في العينتين معا ( $Ac_2$ ) وأقل من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في هذه المرحلة أي في العينتين معا ( $Re_2$ ) أي ( $Ac_2 < D_2 < Re_2$ ) فيتخذ قرارا بالانتقال إلى مرحلة ثالثة من الفحص أي تفحص عينة ثالثة حجمها ( $n_3$ ) مفردة.
- و تجرى نفس الخطوات السابقة التي تم اتباعها عند فحص العينة الأولى أو العينة الثانية حيال اتخاذ قرارا بالقبول أو بالرفض أو فحص عينة رابعة إذا تطلب الفحص ذلك.

- و يمكننا الاستمرار في هذا الفحص حتى العينة السابعة التي يجب ألا نتجاوزها دون أخذ قرار بالقبول أو بالرفض للدفعه حيث يكون عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في هذه المرحلة السابعة ( $Re_k$ ) يزيد بمقدار الوحدة عن عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في هذه المرحلة السابعة ( $Ac_k$ ) ونظرا لتعقيد خطة الفحص المتعددة فإنها توضع في صورة جدول (5 - 4):

رقم العينة i	حجم العينة ni	الحجم التراكمي للعينات	رقم القبول التراكمي Ac	رقم الرفض التراكمي Re
1	13	13	0	4
2	13	26	1	6
3	13	93	3	8
4	13	52	5	10
5	13	65	7	11
6	13	78	10	12
7	13	91	13	14

جدول رقم ( 5 - 4 ) طريقة إجراء خطة فحص متعددة



شكل رقم ( 5 - 6 ) طريقة إجراء خطة فحص متعددة

### ملخص الوحدة

1. الفحص: عملية تقويم جودة التوريدات سواء كانت مشتراة أو مصنعة داخل المنشأة.
2. أنواع الفحص: الفحص الكلي (فحص 100 %)، الفحص بالعينات (المعاينة).
3. من مميزات الفحص الكلي: ملاءمته لفحص المنتجات التي تتعلق بالأمان.
4. من عيوب الفحص الكلي: يكلف كثيرا، ولا يستخدم في الاختبارات التدميرية.
5. من مميزات الفحص بالعينات (المعاينة): اقتصادي، و يستخدم في الاختبارات التدميرية.
6. من عيوب الفحص بالعينات (المعاينة): رفض دفعات يجب أن تقبل، و قبول دفعات يجب أن ترفض.
7. منحني خواص خطة الفحص: هو عبارة عن منحني يوضح احتمال قبول الدفعة المقدمة بنسب معيب محددة تحت خطة فحص معينة.
8. مخاطرة المنتج ( $\alpha$ ): احتمال رفض دفعات ذات جودة عالية يجب أن تقبل.
9. مخاطرة المستهلك ( $\beta$ ): احتمال قبول دفعات ذات جودة متدنية يجب أن ترفض.
10. لرسم منحني خطة الفحص: تفرض قيم لنسب المعيب و تحسب الاحتمالات المناظرة لقبول هذه النسب.
11. متوسط الجودة المصدرة م.ج.م. (AOQ): عبارة عن متوسط نسبة المعيب الموجود في الدفعات التي قبلت من قبل بواسطة خطة عينات القبول وكذلك الدفعات التي رفضت من قبل ثم استبدلت فيها الوحدات المعيبة بوحدات أخرى سليمة.
12. أنواع خطط الفحص: خطة الفحص الأحادية، و خطة الفحص الثنائية، و خطة الفحص المتعددة.
13. خطة الفحص المفردة: يتخذ قرار القبول أو الرفض للدفعة من خلال فحص عينة واحدة فقط تسحب من هذه الدفعة.

14. خطة الفحص الثنائية: يتخذ قرار القبول أو الرفض للدفعة من خلال فحص عينة أولى (إذا كانت جودة الدفعة عالية فتقبل أو جودة الدفعة متدنية فترفض) أو من خلال الانتقال إلى مرحلة فحص ثانية أي فحص عينة ثانية (إذا كانت جودة الدفعة مشكوكا فيها أي ليست بالعالية أو بالمتدنية)، و ذلك للتأكد من جودة الدفعة.

15. خطة الفحص المتعددة: يتخذ قرار القبول أو الرفض للدفعة من خلال فحص عينة أولى (إذا كانت جودة الدفعة عالية فتقبل أو جودة الدفعة متدنية فترفض) أو من خلال الانتقال إلى مرحلة أخرى من الفحص أي فحص عينة ثانية أو عينة ثالثة أو عينة رابعة أو عينة خامسة أو عينة سادسة أو أخيرا عينة سابعة إذا تطلب الأمر ذلك أي إذا كانت جودة الدفعة مشكوكا فيها أي ليست بالعالية أو بالمتدنية.

## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) الفحص الكلي للمنتجات هو فحصها بنسبة فحص 90 %. ( )
- (ب) الفحص بالعينات هو فحص عينة واحدة أو أكثر من الدفعة. ( )
- (ج) مخاطرة المنتج هو قبول دفعات يجب أن ترفض. ( )
- (د) يتخذ قرار القبول أو الرفض في العينة الأحادية من عينة واحدة فقط. ( )
- (هـ) جداول الفحص بالعينات تسهل إجراء عملية الفحص بالمعاينة. ( )

(2) أكمل الفراغات:

- (أ) الفحص الكلي ضروري عند فحص منتجات تتعلق بنواحي .....  
 (ب) الفحص بالعينات (المعاينة) يمكن تطبيقه على الاختبارات .....  
 (ج) خطة الفحص المتعددة أكثر تعقيدا من خطة الفحص ..... و خطة الفحص .....

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) الفحص الكلي:

- 1- يستخدم في فحص مكعبات خرسانية عن طريق الكسر. ( )
- 2- يستخدم في فحص المنتجات التي تتعلق بالأمان و لا تدمر أثناء الفحص. ( )
- 3- يستخدم في فحص أعواد الثقاب. ( )

(ب) مخاطرة المنتج:

- 1- قبول دفعات يجب أن ترفض. ( )
- 2- تساوي قبول أو رفض الدفعات. ( )
- 3- رفض دفعات يجب أن تقبل. ( )

(4) اذكر أمثلة على ما يلي:

- (i) فحص كل ما يتعلق بالأمان.
- (ب) فحص بالعينات لمنتجات يمكن أن تدمر أثناء الفحص.
- (ج) خطة فحص أحادية.
- (د) خطة فحص ثنائية.
- (هـ) خطة فحص متعددة.

(5) رتب الخطوة التالية:

- 5- فإذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في العينة (d) أقل من أو يساوي عدد المفردات المعيبة المسموح بوجودها في العينة (Ac) فتقبل الدفعة.
- 6- خطة فحص أحادية تتمثل في فحص عينة مقدارها (n) مفردة.
- 7- أما إذا وجد أن عدد المفردات المعيبة في العينة (d) يساوي أو أكثر من عدد المفردات المعيبة غير المسموح بوجودها في العينة (Re) فترفض الدفعة.

(6) أجب عما يأتي:

- (i) ما هي أنواع الفحص؟
- (ب) اذكر مميزات الفحص بالعينات ؟
- (ج) ما المقصود برقم القبول في خطة الفحص بالعينات (المعاينة) ؟
- (د) ما هي مخاطرة المستهلك؟
- (هـ) اكتب صورة خطة فحص لعينة حجمها مائة مفردة وتقبل الدفعة إذا كان عدد المفردات المعيبة واحدة أو أقل و ترفض الدفعة إذا كان عدد المفردات اثنتين أو أكثر.
- (و) ارسم منحني لخطة الفحص المفردة  $150(2/3)$ .
- (ز) احسب حد متوسط الجودة المصدرة لخطة الفحص المفردة  $0(1/2)8$ .



## حالات تدريبية عملية

1. تعتزم إحدى الشركات أن تشتري مواد خام لمنتج معين. ونظرا لوجود موردين اثنين فقط هما (أ) و(ب) يقدمان هذه المواد الخام. اضطرت الشركة للتعاقد معهما للتوريد من أجل ضمان استمرارية التوريد. فإذا كنت الفني المستلم لهذه المواد الخام وتأكدت من جودة توريدات المورد الأول وتشككت في جودة توريدات المورد الثاني. فأى نوع من خطط الفحص بالمعاينة (المفردة أو المزدوجة) تستلم على أساسها توريدات كل مورد؟ ولماذا؟

### أجوبة على تدريبات مختارة

(1) الإجابات الصحيحة:

(أ) ( x )

(ب) ( ✓ )

(ج) ( x )

(د) ( ✓ )

(2) التكملة الصحيحة للفراغات:

(i) الأمان.

(ب) التدميرية للمواد أو الأجزاء أو المنتجات.

(ج) المفردة - الثنائية.

(3) الاختيارات الصحيحة:

(i) 2- يستخدم في فحص المنتجات التي تتعلق بالأمان و لا تدمر اثناء الفحص.

(ب) 3- رفض دفعات يجب أن تقبل.

## ضبط الجودة

### مقدرة العمليات الإنتاجية

الوحدة السادسة: مقدرة العمليات الإنتاجية

### الأهداف:

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً و بكفاءة على أن:
- يشرح مفهوم العمليات الإنتاجية.
- يعرف التحكم في العمليات الإنتاجية.
- يشرح مفهوم مقدرة العمليات الإنتاجية.
- يدرس مقدرة العمليات الإنتاجية.
- يحسن من مقدرة العمليات الإنتاجية.
- يقدر مقدرة العمليات الإنتاجية.
- يطبق عملياً مفهوم مقدرة العمليات الإنتاجية وحسابها.

### متطلبات الجدارة:

التمكن من مفهوم التحكم في العملية الإنتاجية من الوحدة الثالثة.

### مستوى الأداء المطلوب:

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100%.

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

ساعتان .

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الأمثلة التوضيحية و دراسة الحالة .

إن بيان مدى مقدرة العمليات الإنتاجية على تحقيق متطلبات معينة هو المدخل الأساسي إلى جودة المنتجات بواسطة هذه العمليات الإنتاجية ، وفي هذه الوحدة سوف نتناول ما يلي:

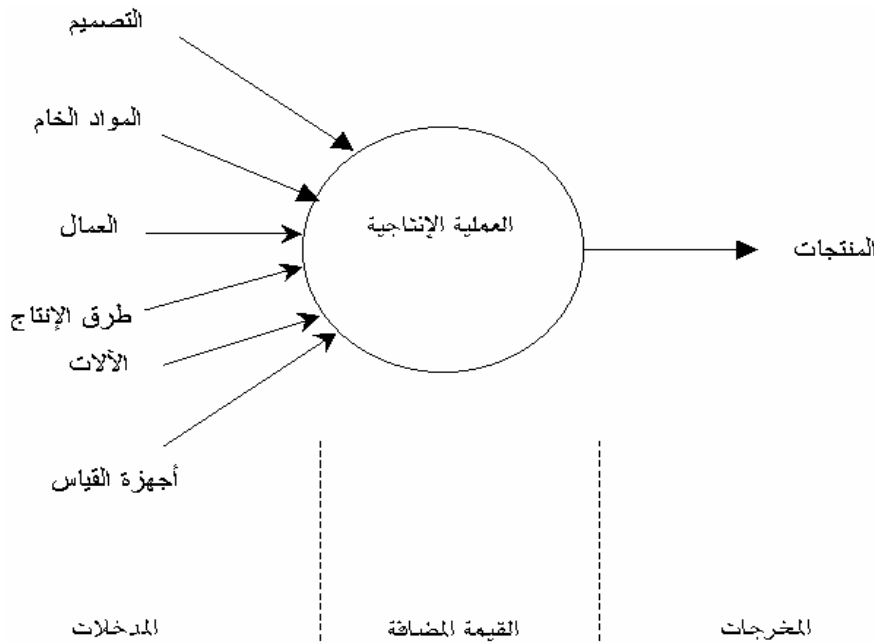
- مفاهيم أساسية عن مقدرة العمليات الإنتاجية.
- دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية.
- تحسين مقدرة العمليات الإنتاجية.
- تقدير مقدرة العمليات الإنتاجية.
- تطبيقات عملية على مفهوم مقدرة العمليات الإنتاجية.

## 6- 1 مفاهيم أساسية عن مقدرة العمليات الإنتاجية:

تشتمل هذه المفاهيم على مفهوم العمليات الإنتاجية والتحكم في العمليات الإنتاجية ومفهوم مقدرة العمليات الإنتاجية.

### 6- 1- 1 مفهوم العمليات الإنتاجية:

يمكن تعريف العملية الإنتاجية على أنها "عملية تحويل مجموعة من المدخلات التي تشتمل على تصميمات المنتجات، والمواد الخام، والعمال، وطرق الإنتاج، والآلات، وأجهزة القياس إلى مخرجات أي منتجات نهائية بالمواصفات المطلوبة" انظر شكل (1-6) العملية الإنتاجية.



شكل (1-6) العملية الإنتاجية

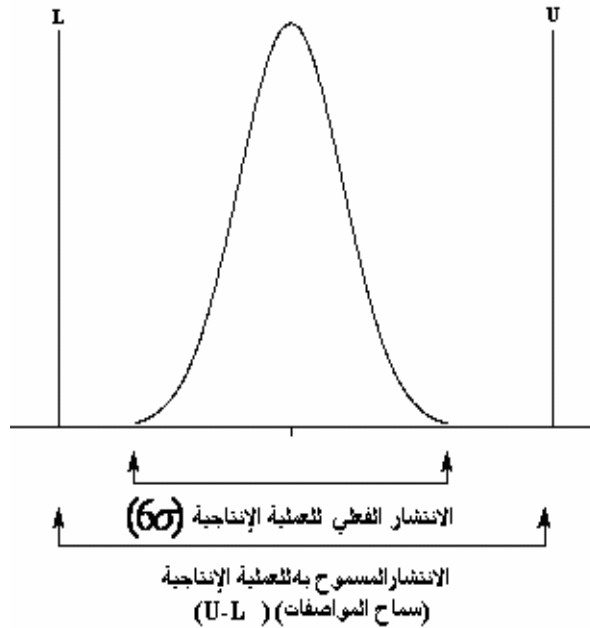
## 6-1-2 التحكم في العمليات الإنتاجية:

أما التحكم في العملية الإنتاجية فيعرف على أنه "التحكم في جودة مدخلات العملية الإنتاجية وأداء العملية الإنتاجية ذاتها وتحليل جودة نتائج فحص المخرجات أي المنتجات النهائية لإعادة التحكم في جودة العملية الإنتاجية".

## 6-1-3 مقدرة العمليات الإنتاجية:

مما لا شك فيه أن التصميم الجيد للمنتج واستخدام المواد الخام الجيدة والتأهيل المناسب للعمال الذين يؤدون العملية الإنتاجية واختيار طريقة الإنتاج المناسبة وصيانة الآلات والمعدات والتحقق من أجهزة القياس المستخدمة يؤثر على جودة العملية الإنتاجية، مما يؤدي إلى تقليل الانتشار الفعلي للعملية الإنتاجية ويحسن من قدرتها على تحقيق المواصفات الموضوعية<sup>(9)</sup>، ولذلك تعرف مقدرة العملية الإنتاجية على أنها "تحقيق العملية الإنتاجية للمواصفات الموضوعية".

وتحدد مقدرة العملية الإنتاجية (Process Capability) بمقدار ستة أضعاف الانحراف المعياري المقدر ( $6\sigma$ ) انظر شكل (6-2).



شكل (6-2) مقدرة العملية الإنتاجية

## 2-6 دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية :

تهدف دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية إلى تحديد مقدرة العمليات الإنتاجية في إطار خاصية جودة معينة مثل أقطار أعمدة من الصلب أو أطوال مواسير نحاسية .... الخ وتنقسم مراحل الدراسة<sup>(5)</sup> إلى:

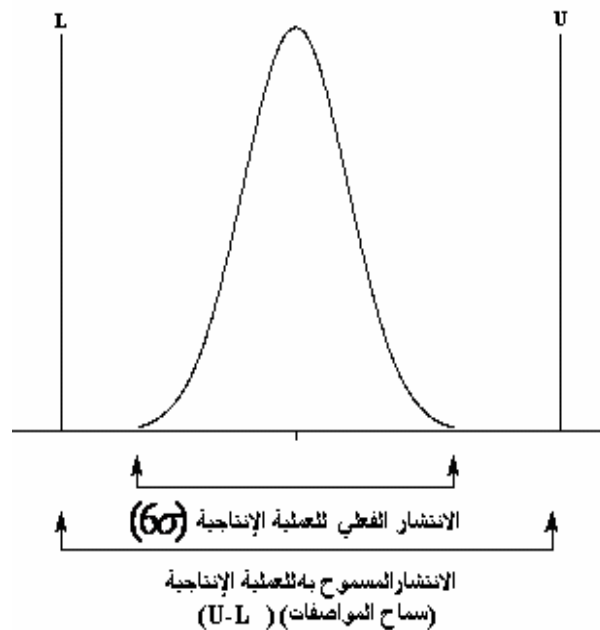
- مرحلة التخطيط: تختص هذه المرحلة بتحديد خاصية من الخواص الهامة لجودة التي تتضمنها العملية الإنتاجية.
- مرحلة التنفيذ: وفيها تجمع البيانات الضرورية وتؤخذ القياسات الفردية لخاصية الجودة المختارة.
- مرحلة الحساب: حيث يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ).

## 3-6 تحسين مقدرة العمليات الإنتاجية :

عندما نركز على تحسين مقدرة العمليات الإنتاجية يفضل دراسة الحالات الثلاث الآتية<sup>(10)</sup> لعلاقة مقدرة العمليات الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماح المواصفات وهو الفرق بين حدي المواصفات ( $U-L$ ).

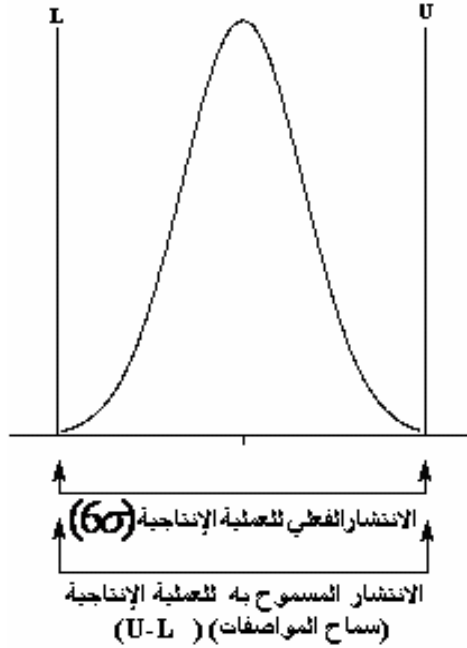
الحالة الأولى: مقدرة العملية الإنتاجية أقل من سماح المواصفات ( $6\sigma < U-L$ )

هي الحالة المرغوب فيها أكثر حيث إن سماح المواصفات أكبر من مقدرة العملية، وعلى ذلك تكون العملية ذات مقدرة على تحقيق المواصفات حتى لو حدث ترحيل كبير في متوسط العملية كما هو واضح بشكل (6- 3).



شكل (6- 3) الحالة الأولى: مقدرة العملية الإنتاجية أقل من سماح المواصفات ( $6\sigma < U-L$ )

الحالة الثانية: مقدرة العملية الإنتاجية تساوي سماح المواصفات ( $6\sigma = U-L$ ) يعتبر نموذجاً طبيعياً للتغير، إلا أنه عندما يحدث ترحيل في متوسط العملية تنتج منتجات غير مطابقة شكل (6- 4)، ولتحسين مقدرة العمليات الإنتاجية يجب تصحيح الأسباب التي أدت إلى ذلك فور حدوثها.



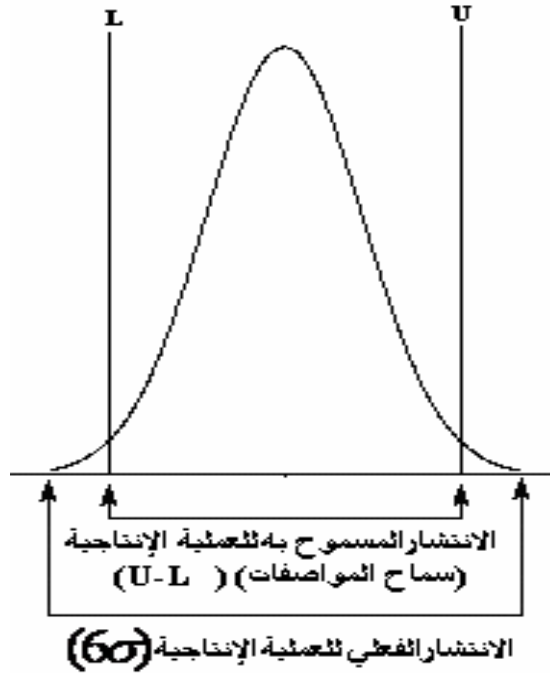
شكل (6- 4) الحالة الثانية: مقدرة العملية الإنتاجية تساوي سماح المواصفات ( $6\sigma = U-L$ )

الحالة الثالثة: مقدرة العملية الإنتاجية أكبر من سماح المواصفات ( $6\sigma > U-L$ )

تعتبر هذه الحالة غير مرغوب فيها حيث تنتج العملية منتجات غير مطابقة للمواصفات شكل (6- 5)، ولتحسين مقدرة العملية الإنتاجية يمكن اتباع أحد الحلول الآتية:

- 1- زيادة سماح المواصفات مع دراسة موثوقية الأجزاء المكونة للمنتج لتحديد ما إذا كان المنتج يمكنه العمل مع زيادة هذا السماح أم لا.
- 2- ترك العملية الإنتاجية والمواصفات كما هما، مع تنفيذ فحص 100% لإبعاد أجزاء عدم المطابقة، ويعتبر هذا الحل الأكثر اقتصاداً من حيث التكلفة.
- 3- تقليل تشتت العملية بحيث يصبح التوزيع أكثر حدة في القمة وقد يتطلب ذلك استخدام مواد جديدة أو عمالة ذات مهارة عالية أو استخدام ماكينات دقيقة.





شكل (6-5) الحالة الثالثة: مقدرة العملية الإنتاجية أكبر من سماح المواصفات ( $6\sigma > U-L$ )

#### 4-6 تقدير مقدرة العملية الإنتاجية:

فيما يلي سوف نتناول طريقة لتقدير العملية الإنتاجية باستخدام خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ )، ثم نتطرق إلى حساب أهم وأشهر مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية وهو مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ( $C_p$ ).

#### 6-4-1 تقدير مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام خريطة التحكم في المتوسط $\bar{X}$ والمدى $R$ :

تعتبر خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) من أكثر الطرق استخداماً لتقدير مقدرة العملية الإنتاجية كما يلي<sup>(5)</sup>:

(هـ) يتم أخذ قياسات للخاصية المطلوب تقدير مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيقها بما لا يقل عن عشر عينات حجم كل منها 5 مفردات.

(و) تُنشأ خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) (كما ورد في الوحدة الرابعة من

هذه الحقيبة: خرائط التحكم للمتغيرات والخواص).

(ز) تُوقع البيانات على هذه الخرائط.

(ح) تتم دراسة استقرار العملية الإنتاجية عن طريق وقوع جميع البيانات داخل حدود التحكم بطريقة عشوائية.

(هـ) في حالة استقرار العملية الإنتاجية أي أنها تحت التحكم تُحسب مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) طبقاً للمعادلة الآتية:

$$6\sigma = 6 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

حيث

$\sigma$  = الانحراف المعياري المقدر للعملية الإنتاجية

$\bar{R}$  = متوسط المدى للعينات

عامل من عوامل خرائط التحكم للمتغيرات يعتمد على حجم العينة المأخوذة انظر جدول (6 - 1).  $d_2 =$

حجم العينة n	$d_2$
2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326
6	2.534
7	2.704
8	2.847
9	2.970
10	3.078

جدول (6 - 1) أحد عوامل خرائط التحكم للمتغيرات

(ط) وفي حالة عدم استقرار العملية الإنتاجية تتم دراسة أسباب عدم الاستقرار ثم اتخاذ الإجراءات الكفيلة حتى يحدث استقرارها.

## 6- 5 تقدير مقدرة العملية الإنتاجية بحساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ( $C_p$ ):

تعتبر مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية هي مقاييس أو معاملات بسيطة تستعمل في تحديد العلاقة بين تشتت العملية الإنتاجية وحدود المواصفات وبالتالي يمكن من خلالها معرفة مدى مقدرة العملية

الإنتاجية على تحقيق المواصفات<sup>(13)</sup>، ومن أهم هذه المؤشرات مؤشر مقدرة العمليات الإنتاجية ( $C_p$ ) والذي يشتمل على مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماح المواصفات ( $U-L$ ) ويعرف كآتي:

$$C_p = \frac{U-L}{6\sigma}$$

وجداول (6- 2) يوضح قيمة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للحالات الثلاث لعلاقة مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) بسماح المواصفات ( $U-L$ ).

حالة مقدرة العمليات الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماح المواصفات ( $U-L$ ).	قيمة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية $C_p$
$6\sigma < U-L$	$C_p > 1$
$6\sigma = U-L$	$C_p = 1$
$6\sigma > U-L$	$C_p < 1$

جدول (6- 2) قيمة مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية  
للحالات الثلاث لعلاقة مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) بسماح المواصفات ( $U-L$ )

## 6-6 تطبيقات عملية على مقدرة العملية الإنتاجية:

وسوف نتناول فيما يلي مجموعة من التطبيقات العملية على مقدرة العملية الإنتاجية:

### 6-6- 1 مثال تطبيقي على مقدرة العملية الإنتاجية:

في أحد مصانع تعبئة المواد الغذائية تم تقدير الانحراف المعياري لأوزان البقول التي تعبأ في أكياس فكان 4.2 جرام، حدد مقدرة هذه العملية الإنتاجية  
مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) لأوزان البقول:

$$(6\sigma) = 6 \times 4.2 = 25.2 \text{ gm}$$

### 6-6- 2 مثال تطبيقي على حالات مقدرة العملية الإنتاجية و سماح المواصفات:

في إحدى العمليات الإنتاجية لإنتاج أعمدة من الصلب تحدد جودتها على أساس أقطارها، تم تقدير الانحراف المعياري لأقطارها بمقدار 0.96 مم، وكان حدا المواصفات هما 114 مم و 110 مم، حدد الحالة

التي تنطبق عليها هذه العملية من حالات علاقة مقدرة العملية الإنتاجية و سماح المواصفات. وما رأيك لتحسين العملية الإنتاجية؟ (مع افتراض أن العملية متمركزة بين حدي المواصفات ووجود توزيع متمثل لها).

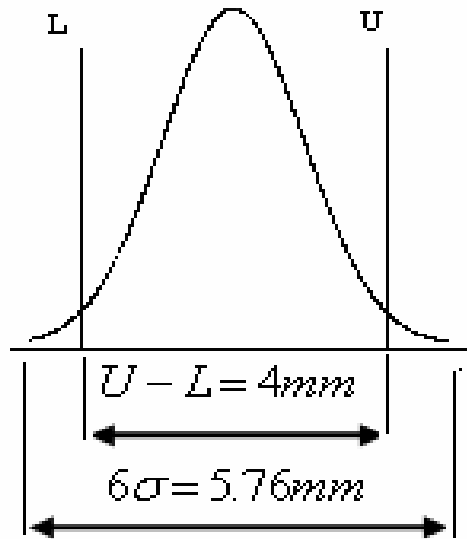
مقدرة العملية الإنتاجية  $(6\sigma)$

$$(6\sigma) = 6 \times 0.96 = 5.76 \text{ mm}$$

سماح المواصفات (U-L)

$$U - L = 114 - 110 = 4 \text{ mm}$$

بما أن مقدرة العملية الإنتاجية (5.76 مم) أكبر من سماح المواصفات (4 مم) إذاً الحالة التي تنطبق عليها هذه الحالة هي الحالة الثالثة كما هو موضح بالشكل (6-6)



شكل (6-6) مقدرة العملية الإنتاجية

وهذه الحالة غير مرغوب فيها حيث تنتج العملية الإنتاجية أعمدة غير مطابقة للمواصفات ويتطلب ذلك القيام بأحد الحلول الآتية:

- (أ) زيادة سماح المواصفات مع عدم الإخلال بعمل الأعمدة في أداء وظيفتها.
- (ب) تنفيذ فحص 100% لإبعاد الأعمدة غير المطابقة.
- (ج) استخدام ماكينات دقيقة تجعل توزيع الأعمدة أكثر حدة في القمة.

### 6- 3 مثال تطبيقي على تحسين مقدرة العملية الإنتاجية:

ينتج أحد المصانع مقاومات كهربائية بانحراف معياري مقدره قدره  $0.068 \Omega$  (أوم)، وقامت لجنة فنية بدراسة هذه العملية الإنتاجية من أجل تحسين مقدرتها عن طريق استخدام نوع جديد من النحاس، وبتقدير الانحراف المعياري لهذه المقاومات بعد التحسين أصبح الانحراف المعياري المقدّر  $0.050 \Omega$  (أوم)، احسب مقدرتي العملية الإنتاجية قبل وبعد التحسين وكذلك نسبة التحسين.

يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية قبل التحسين  $(6\sigma_1)$

$$6\sigma_1 = 6 \times 0.068 = 0.408 \Omega$$

يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية بعد التحسين  $(6\sigma_2)$

$$6\sigma_2 = 6 \times 0.050 = 0.3 \Omega$$

$$\text{نسبة التحسين} = \frac{0.408 - 0.3}{0.408} = \frac{0.108}{0.408} = 26.5\%$$

### 6- 4 مثال تطبيقي على تقدير مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام خريطة التحكم في

المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ).

يحتوي جدول (6- 3) على قيم المتوسط ( $\bar{X}$ ) و المدى ( $R$ ) لأطوال أعمدة صغيرة من النحاس بالسنتيمتر (cm) لعدد عشر عينات حجم كل منها خمسة أعمدة، والمطلوب تقدير مقدرة هذه العملية الإنتاجية، علماً بأن عند حجم العينة  $n=5$  تكون  $A2 = 0.577$  و  $D3 = 0$  و  $D4 = 2.115$

رقم العينة	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	المجموع	المتوسط $\bar{X}$	المدى $R$
1	33	45	33	25	43	170	43	20
2	25	28	29	29	43	145	29	9
3	24	32	25	19	25	125	25	13
4	29	35	34	33	39	170	43	10
5	23	29	28	63	29	145	29	13
6	30	27	31	36	31	155	13	9
7	24	25	25	25	26	125	25	2
8	31	28	30	41	30	160	23	13
9	23	03	29	29	25	145	29	7
10	34	32	33	33	33	165	33	2
الإجمالي						1505	013	98

جدول (6- 3) أطوال أعمدة صغيرة من النحاس بالسنتيمتر وقيم المتوسط والمدى

أولاً: تُنشئ خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ). (كما ورد في الوحدة الرابعة من هذه الحقيبة: خرائط التحكم للمتغيرات والخواص)، وتوقع البيانات على هذه الخرائط.

خريطة التحكم في المدى:

الخط الأوسط لخريطة التحكم في المدى:

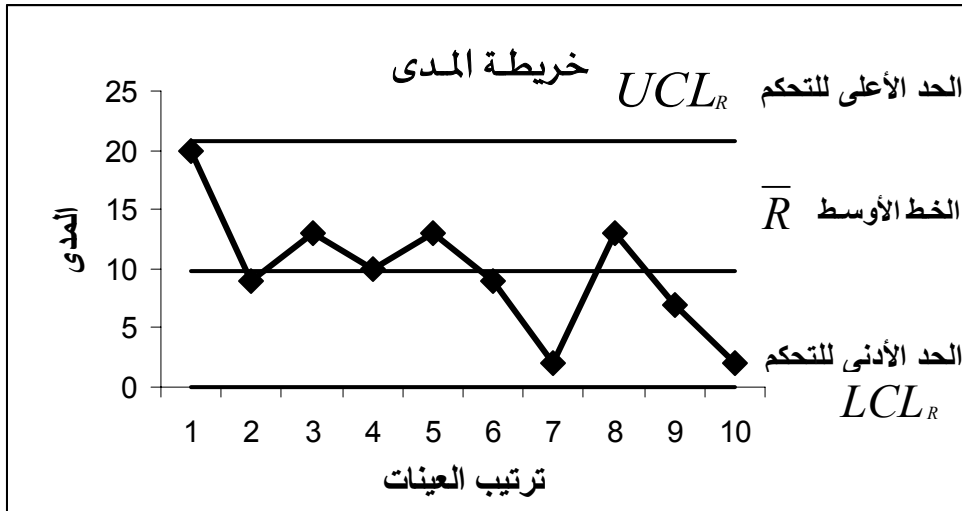
$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{N} = \frac{98}{10} = 9.8$$

الحد الأعلى للتحكم في المدى:

$$UCL_R = D_4 \bar{R} = 2.115 \times 9.8 = 20.73$$

الحد الأدنى للتحكم في المدى:

$$LCL_R = D_3 \bar{R} = 0 \times 9.8 = 0$$



شكل (6- 7) خريطة التحكم في المدى

خريطة التحكم في المتوسط

الخط الأوسط لخريطة التحكم في المتوسط:

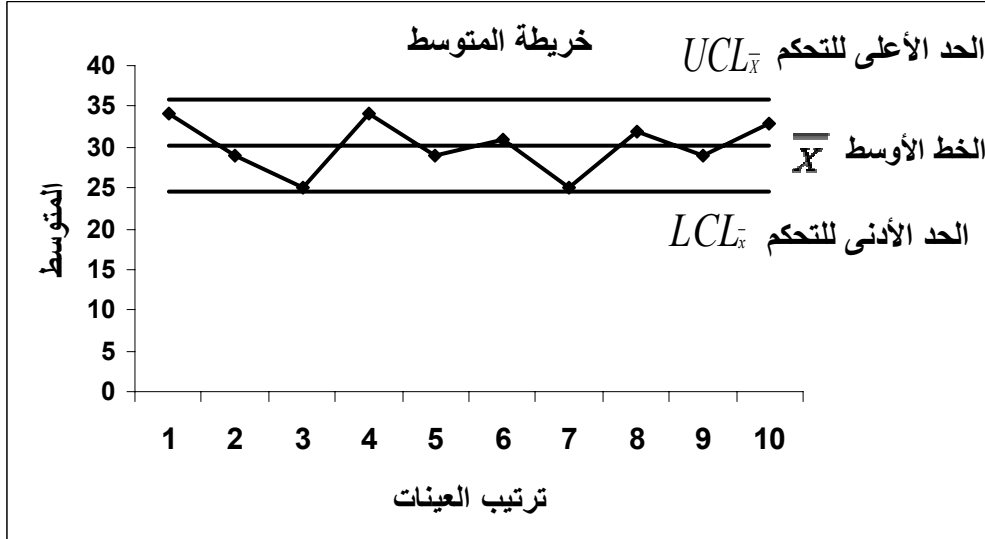
$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{X}_j}{N} = \frac{301}{10} = 30.1$$

الحد الأعلى للتحكم في المتوسط:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 30.1 + 0.577 \times 9.8 = 35.75$$

الحد الأدنى للتحكم في المتوسط:

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 30.1 - 0.577 \times 9.8 = 24.45$$



شكل (6- 8) خريطة التحكم في المتوسط

ويتضح من خريطتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) استقرار العملية الإنتاجية، وعليه

يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية بالمعادلة الآتية:

$$6\sigma = 6 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

حيث  $d_2 = 2.326$  عند حجم العينة يساوي 5 مفردات انظر جدول (6- 1).

$$6\sigma = 6 \frac{\bar{R}}{d_2} = 6 \frac{9.8}{2.326} = 25.28 \text{ cm}$$

6- 5 مثال تطبيقي على حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ( $C_p$ ):

في إحدى العمليات الإنتاجية لإنتاج أطباق من الكرتون كان الانحراف المعياري المقدر لتخانة

الأطباق  $\sigma = 0.038$  مم وبعد التحسين  $\sigma = 0.030$  مم وكانت حدود المواصفات  $2.4 \pm 0.15$  مم،

احسب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية قبل وبعد التحسين.

مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية قبل التحسين

$$C_p = \frac{U-L}{6\sigma_0} = \frac{2.55-2.25}{6 \times 0.038} = 1.32$$

مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية بعد التحسين

$$C_p = \frac{U-L}{6\sigma_0} = \frac{2.55-2.25}{6 \times 0.030} = 1.67$$



### ملخص الوحدة

1. العملية الإنتاجية: عملية تحويل مجموعة من المدخلات التي تشتمل على تصميمات المنتجات، والمواد الخام، والعمال، وطرق الإنتاج، والآلات، وأجهزة القياس إلى مخرجات أي منتجات نهائية بالمواصفات المطلوبة.
2. التحكم في العمليات الإنتاجية: التحكم في جودة مدخلات العملية الإنتاجية وأداء العملية الإنتاجية ذاتها وتحليل جودة نتائج فحص المخرجات أي المنتجات النهائية لإعادة التحكم في جودة العملية الإنتاجية.
3. مقدرة العمليات الإنتاجية (Process Capability): تحقيق العملية الإنتاجية للمواصفات الموضوعة.
4. مقدرة العملية الإنتاجية (Process Capability) تحدد بمقدار ستة أضعاف الانحراف المعياري المقدر ( $6\sigma$ )
5. دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية: تشتمل على مراحل: مرحلة التخطيط ومرحلة التنفيذ ومرحلة الحساب.
6. لتحسين مقدرة العمليات الإنتاجية تتم دراسة الحالات الثلاث الآتية لعلاقة مقدرة العمليات الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماح المواصفات وهو الفرق بين حدي المواصفات (U-L):  
 الحالة الأولى: مقدرة العملية الإنتاجية أقل من سماح المواصفات ( $6\sigma < U-L$ )  
 الحالة الثانية: مقدرة العملية الإنتاجية تساوي سماح المواصفات ( $6\sigma = U-L$ )  
 الحالة الثالثة: مقدرة العملية الإنتاجية أكبر من سماح المواصفات ( $6\sigma > U-L$ )
7. تقدير مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ): في حالة استقرار العملية الإنتاجية أي أنها تحت التحكم تُحسب مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) طبقاً للمعادلة الآتية:

$$6\sigma = 6 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

حيث

$\sigma$  = الانحراف المعياري المقدر للعملية الإنتاجية

$\bar{R}$  = متوسط المدى للعينات

عامل من عوامل خرائط التحكم للمتغيرات يعتمد على حجم العينة المأخوذة.  $d_2$  =

8. أهم مؤشر لمقدرة العمليات الإنتاجية ( $C_p$ ) والذي يشتمل على مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماع المواصفات ( $U-L$ ) ويعرف كآآآ:

$$C_p = \frac{U-L}{6\sigma}$$

## تدريبات

1. ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) العملية الإنتاجية هي تحويل مجموعة من المخرجات إلى مدخلات. ( )
- (ب) التحكم في العملية الإنتاجية: التحكم في المدخلات والعملية ذاتها وتحليل المخرجات ( )
- (ج) مقدرة العمليات الإنتاجية هي تحقيق العملية الإنتاجية للمواصفات المطلوبة. ( )
- (د) أفضل حالة للعملية الإنتاجية عندما تكون مقدرة العملية الإنتاجية أكبر من سماح المواصفات  $(6\sigma > U-L)$  ( )
- (هـ) مؤشر مقدرة العمليات الإنتاجية ( $C_p$ ) يحسب من المعادلة  $C_p = \frac{6\sigma}{U-L}$  ( )

2. أكمل الفراغات:

- (أ) التحكم في العملية الإنتاجية يشتمل على: التحكم في.....، والتحكم في.....، والتحكم في.....
- (ب) مقدرة العملية الإنتاجية تحدد بمقدار.....
- (ج) مراحل دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية:.....،.....،.....
- (د) حالة العملية الإنتاجية المرغوب فيها عندما يكون سماح المواصفات..... من مقدرة العملية الإنتاجية.
- (هـ) يمكن تقدير مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام خريطتا التحكم في..... و.....

3. اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة ( ✓ ) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) من عناصر العملية الإنتاجية:

- 1- المواد الخام. ( ) -2 العمالة. ( )  
3- الماكينات. ( ) -4 كل ما سبق. ( )

(ب) أفضل حالة لعلاقة مقدرة العمليات الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماح المواصفات (U-L) عندما تكون:

- 1- ( $6\sigma < U-L$ ) ( ) -2 ( $6\sigma = U-L$ ) ( )  
3- ( $6\sigma > U-L$ ) ( ) -4 كل ما سبق. ( )

4. اذكر أمثلة على ما يلي:

- (i) كيفية التحكم في عناصر العملية الإنتاجية.  
(ب) تحسين مقدرة العملية الإنتاجية.  
(د) الحالات الثلاث لعلاقة مقدرة العمليات الإنتاجية ( $6\sigma$ ) وسماح المواصفات (U-L).  
(هـ) القيم المختلفة لمؤشر مقدرة العمليات الإنتاجية ( $C_p$ ).

5. رتب تسلسل مراحل دراسة مقدرة العملية الإنتاجية:

الترتيب

المرحلة

- مرحلة التنفيذ: وفيها تجمع البيانات الضرورية وتؤخذ القياسات الفردية لخاصية الجودة المختارة. ( )  
مرحلة التخطيط: تختص هذه المرحلة بتحديد خاصية الجودة الهامة التي تتضمنها العملية الإنتاجية. ( )  
مرحلة الحساب: حيث يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية ( $6\sigma$ ) ( )

6. أجب عما يأتي:

- (i) ما هو التحكم في العملية الإنتاجية ؟  
(ب) عرف مقدرة العملية الإنتاجية.  
(ج) كيف تحقق العملية الإنتاجية المواصفات المطلوبة ؟  
(د) لماذا تتم دراسة مقدرة العملية الإنتاجية ؟

### حالات تدريبية عملية

1. ينتج مصنع أجهزة عرض البيانات (بروجيكتور) لشدة إضاءة قدرها 3000 لومينس، وبانحراف معياري مقدّر 20 لومينس، احسب مقدرة عملية إنتاج هذه الأجهزة.
2. بمراقبة عملية إنتاجية تنتج ألواحاً من الصاج بتخانة 6 ملليمتر بانحراف معياري قدره 0.02 ملليمتر، وتم استخدام ماكينة جديدة دقيقة لتحسين هذه العملية فأصبح الانحراف المعياري المقدّر 0.015 ملليمتر، احسب مقدرة العملية الإنتاجية قبل وبعد التحسين ونسبة التحسين.
3. في أحد مصانع المياه الغازية، تتم تعبئة قوارير البلاستيك سعتها 360 مليلتر بالمياه الغازية عن طريق ثلاثة خطوط إنتاج (أ، ب، ج)، وقدّر الانحراف المعياري للمياه الغازية فكان 4، 3، 5 على الترتيب، فإذا علمت حدود المواصفات للمياه الغازية المعبأة هي 372، 348 مليلتر. حدد حالة العلاقة بين مقدرة عملية التعبئة وسماح المواصفات التي تنطبق على كل خط إنتاج، وبما توصي لتحسين كل حالة على حدة.
4. يحتوي الجدول الآتي على نتائج القياس لطول شريحة من النحاس مقدراً بالملليمتر، وأجريت القياسات على عينات حجم كل منها 5 شرائح. باستخدام خريطة المتوسط والمدى، احسب مقدرة هذه العملية الإنتاجية.

رقم العينة	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	83	95	83	75	84
2	75	78	79	79	84
3	74	82	75	69	75
4	79	85	84	83	89
5	73	79	78	86	79
6	80	77	81	86	81
7	74	75	75	75	76
8	81	78	80	91	80
9	82	80	79	79	75
10	84	82	83	83	83

5. احسب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لإنتاج مقاومات كهربائية بانحراف معياري مقدره 3  $\Omega$  (أوم)، مع العلم بأن حدود المواصفات لهذه المقاومات هي 186 ، 174  $\Omega$  (أوم).

## أجوبة على تدريبات مختارة

(1) الإجابات الصحيحة:

- (أ) ( x )
- (ب) ( ✓ )
- (ج) ( ✓ )
- (د) ( x )
- (هـ) ( x )

(2) التكملة الصحيحة للفراغات:

- (أ) مدخلات العملية الإنتاجية - العملية الإنتاجية ذاتها - مخرجات العملية الإنتاجية.
- (ب)  $(6\sigma)$ .
- (ج) التخطيط - التنفيذ - الحساب.
- (د) أكبر.
- (هـ) المتوسط  $(\bar{X})$  والمدى  $(R)$ .

(3) الاختيارات الصحيحة:

- (أ) -4 كل ما سبق.
- (ب) -1  $(6\sigma < U-L)$ .

## ضبط الجودة

### تكاليف الجودة



## الوحدة السابعة :تكاليف الجودة

### الأهداف :

- بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا و بكفاءة على أن :
- يشرح مفهوم تكاليف الجودة.
- يحدد أهمية دراسة تكاليف الجودة.
- يعدد أنواع تكاليف الجودة.
- يشرح كل نوع من أنواع تكاليف الجودة.
- يحدد إلى أي نوع من أنواع تكاليف الجودة تنتمي تكلفة معينة.
- يقدر النسب المثالية لعناصر تكاليف الجودة.
- يصف العلاقة بين مستويات الجودة و تكاليف الجودة المناظرة.
- يدرس تكاليف الجودة في مؤسسة إنتاجية.

### متطلبات الجدارة :

إدراك أهمية العلاقة بين جودة المنتجات وأسعارها الناشئة عن تكاليفها.

### مستوى الأداء المطلوب :

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100 %.

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة :

ساعتان.

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة :

الأمثلة التوضيحية و دراسات الحالة.

وسوف نتناول في هذه الوحدة ما يلي:

- مفهوم تكاليف الجودة.
- أهمية دراسة تكاليف الجودة.
- أنواع تكاليف الجودة: الوقاية والتقييم والإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي.
- نوع تكاليف الجودة الذي تنتمي إليه تكلفة معينة.
- النسب المثالية لعناصر تكاليف الجودة.
- العلاقة بين مستويات الجودة وتكاليف الجودة المناظرة.
- دراسة تكاليف الجودة في مؤسسة إنتاجية.

## 7- 1 مفهوم تكاليف الجودة:

تتمثل تكاليف الجودة التي يتحملها المنتج في تلك التكاليف المتعلقة بوضع مفهوم ومستوى لجودة المقترحة وتحقيق هذا المستوى والتحكم في هذه الجودة وتقييم مدى مطابقة المنتجات المصنعة مع متطلبات هذه الجودة وكذلك التكاليف المصاحبة للإخفاقات التي تحدث نتيجة عدم الوفاء بمتطلبات الجودة سواء على المستوى الداخلي للشركة المنتجة أو تلك الإخفاقات التي تتعدى حدود الشركة المنتجة وتصل ليد المستهلك.

## 7- 2 أهمية دراسة تكاليف الجودة:

ترجع أهمية دراسة تكاليف الجودة على مستوى المؤسسات الصناعية إلى تحقيق الموازنة بين تحسين جودة المنتجات وتقليل التكاليف غير الضرورية مثل تقليل تكلفة التالف من الإنتاج في آن واحد وفي ظل التنافس الشديد مما يؤدي إلى زيادة الأرباح، وعلى ذلك فإن دراسة وتحليل تكاليف الجودة تعتبر أداة فعالة لتحقيق هذا الموازنة، فهي طريقة لتقييم ومراقبة فعالية برامج تحسين الجودة، ووسيلة لتحديد مناطق المشاكل وأولوية الإجراءات الفعالة التي يجب اتخاذها حيال هذه المشاكل.

## 7- 3 أنواع تكاليف الجودة:

ومن المفهوم السابق لتكاليف الجودة نجد أن تكاليف الجودة تشتمل على مجال "تكاليف الرقابة على الجودة" الذي يتضمن تكاليف الوقاية وتكاليف التقييم ومجال "تكاليف الإخفاق في الرقابة على الجودة" الذي يتضمن تكاليف الإخفاق الداخلي وتكاليف الإخفاق الخارجي.

### - تكاليف الوقاية:

هي التكاليف التي تصرف من البداية لمنع حدوث عيوب أو منتجات معيبة، أي منع عدم مطابقة المنتجات لجودة المطلوبة، وتشمل التكاليف الآتية:

1- تكاليف التخطيط لجودة: أي التخطيط لتطبيق نظام الجودة.

2- تكاليف التحكم في العمليات الإنتاجية:

3- تكاليف تدريب العاملين في مجال الجودة:

### - تكاليف التقييم:

هي التكاليف التي تصرف على عمليات الاختبار و الكشف لتقييم مستوى جودة المنتجات، وتشمل التكاليف الآتية:

1- تكاليف فحص التوريدات من مواد خام ومنتجات نصف مصنعة.

2- تكاليف تجهيز وتشغيل وصيانة ومعايرة أجهزة القياس والفحص.

3- تكاليف الفحص المرحلي للمنتجات تحت التشغيل.

4- تكاليف الفحص والاختبار النهائي.

5- تكاليف تشغيل المنتجات في منشأة المستهلك.

### - تكاليف الإخفاق الداخلي:

هي التكاليف التي تنفق بسبب حدوث عيوب في المنتجات أو إنتاج منتجات معيبة داخل الشركة المصنعة قبل أن تصل هذه المنتجات إلى يد المستهلك، أي تكاليف عدم المطابقة لجودة المطلوبة داخليا، وتشمل التكاليف الآتية:

1- تكاليف إعادة اختبار الأجزاء أو المنتجات داخل المصنع.

2- تكاليف تصنيف المنتجات المعيبة سواء إلى ما يمكن إصلاحها (إعادة تشغيل) و ما لا يمكن إصلاحها (خرقة).

3- تكاليف إعادة تشغيل للمنتجات التي يمكن إصلاحها.

4- تكاليف الخسارة الناتجة عن خردة المنتجات التي لا يمكن إصلاحها.

### - تكاليف الإخفاق الخارجي:

هي التكاليف التي تنفق بسبب حدوث عيوب في المنتجات أو إنتاج منتجات معيبة بعد وصولها ليد المستهلك، أي تكاليف عدم المطابقة لجودة المطلوبة خارجيا، وتشمل التكاليف الآتية:

1- تكاليف شكاوي العملاء داخل وخارج فترة الضمان:

2- تكاليف المساءلة القانونية نحو العملاء نتيجة لإخفاق مكوناتها.

3- تكاليف سحب المنتجات غير المطابقة من السوق.

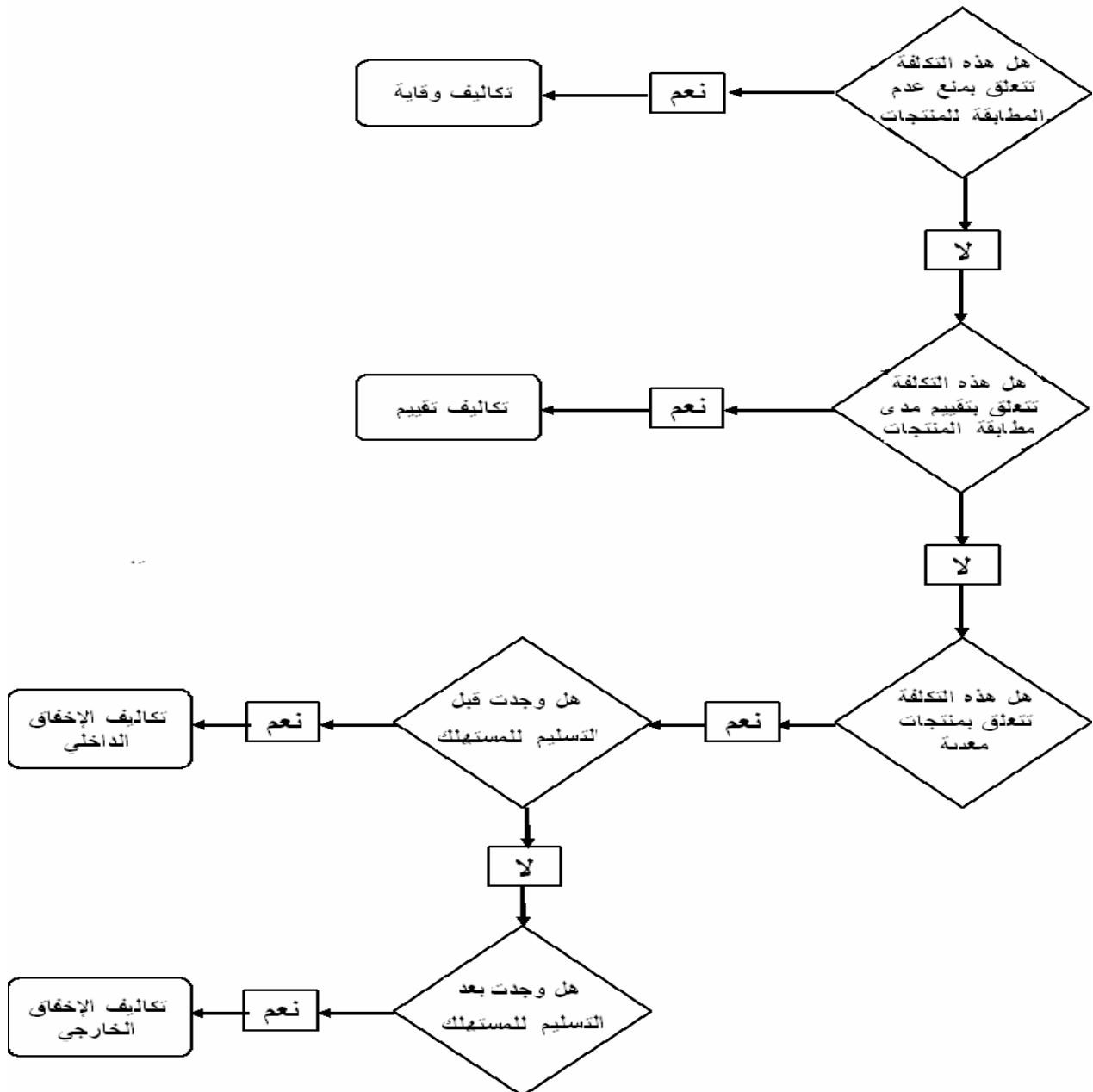
4- تكاليف فقدان العملاء واهتزاز السمعة في السوق.

#### 7- 4 تحديد نوع تكلفة الجودة الذي تنتمي إليه تكلفة معينة؛

سبق أن عرفنا كل نوع من أنواع تكاليف الجودة مسترشدين بأمثلة توضيحية لكل نوع، ويمكن

تحديد نوع تكاليف الجودة. عن طريق هذا الأسلوب الموضح في شكل رقم (7- 1) وذلك باختبار كل

تكلفة على حدة بعدة أسئلة لتحديد نوع تكاليف الجودة التي تنتمي إليه هذه التكلفة.



شكل رقم (7- 1) تحديد نوع تكلفة الجودة

## 7- 5 النسب المثالية لعناصر تكاليف الجودة:

يوضح الجدول رقم (7- 1) النسب التقريبية لعناصر تكاليف الجودة سواء كانت في أحسن صورها أو أدنى صورها.

نوع تكاليف الجودة	نسبتها المثلى من تكاليف الجودة	نسبتها السيئة من تكاليف الجودة
تكاليف الوقاية	40-50 %	10%
تكاليف التقييم	40-50 %	20%
تكاليف الإخفاق الداخلي	0-10 %	40%
تكاليف الإخفاق الخارجي	0-10 %	3%0

جدول رقم (7- 1) جدول النسب المثلى والسيئة لتكاليف الجودة

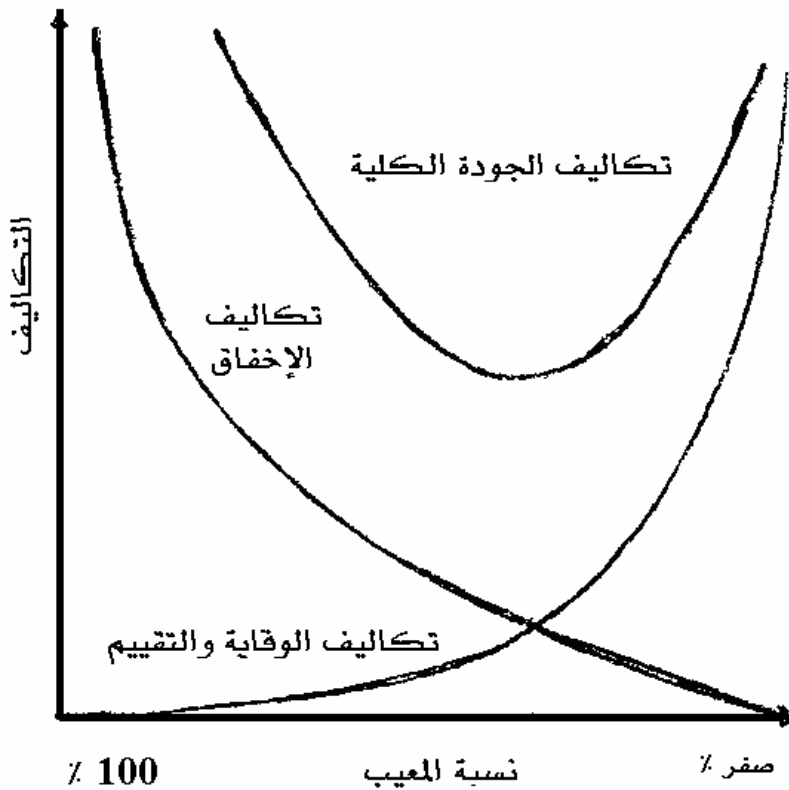
## 7- 6 العلاقة بين مستويات الجودة وتكاليف الجودة المناظرة:

يوضح شكل رقم (7- 2) العلاقة بين مستويات الجودة المختلفة مقدرة بنسب المعيب وكذلك تكاليف الجودة المناظرة كما يلي:-

- 1- عندما تزداد تكاليف الوقاية والتقييم يرتفع مستوى الجودة حتى يصل إلى نسبة معيب تساوي (5%) أي أعلى مستوى من الجودة.
- 2- عند تزداد تكاليف الإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي تزداد نسب المعيب أي يقل مستوى الجودة.
- 3- مجموع منحني تكاليف الوقاية والتقييم ومنحنى تكاليف الإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي تمثل منحني تكاليف الجودة الكلية.
- 4- ومن منحني تكاليف الجودة الكلية يتضح أن تكاليف الجودة الكلية تكون عالية جدا عندما تكون نسبة المعيب عالية لزيادة تكاليف الإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي نظرا لتدني مستوى الجودة، و تعرف هذه المنطقة بمنطقة تحسين الجودة أي المنطقة التي يمكن فيها زيادة تكاليف الوقاية و التقييم لتقليل نسب المعيب أي تقليل تكاليف الإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي لرفع مستوى الجودة مع تقليل تكاليف الجودة الكلية. حتى

تصل تكاليف الجودة الكلية إلى أدنى قيمة لها (أقل تكاليف كلية) ويكون مستوى الجودة المناظر لهذه التكاليف هو المستوى الأمثل لجودة، وذلك لأن التكاليف سوف تزداد مرة أخرى إذا ارتفع مستوى الجودة عن هذا المستوى الأمثل، وتعرف هذه المنطقة بمنطقة إتقان الجودة، أي أن الجودة العالية يحتاج الوصول إليها إلى تكاليف عالية.

5- تعتبر الجودة المثالية التي تتحقق بأقل قيمة من التكاليف هي الهدف الذي يجب أن تسعى إليه الشركة للوصول إليه <sup>(7)</sup>.



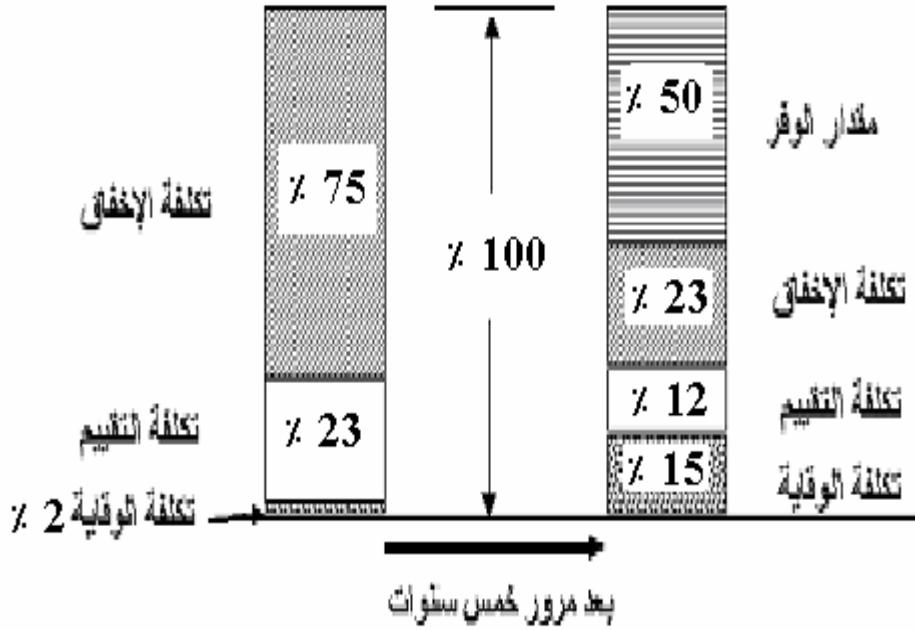
شكل (7-2) العلاقة بين مستويات الجودة المختلفة مقدرة بنسب المعيب وتكاليف الجودة المناظرة

### 7-7 دراسة تكاليف الجودة في مؤسسة إنتاجية؛

تهدف جميع المؤسسات الإنتاجية إلى توفير تكلفة عمليات ضبط الجودة وذلك بهدف زيادة أرباحها في ظل ثبات الأسعار وتنافسها بين مؤسسة وأخرى.

و يوضح الشكل رقم (7-3) تكاليف الجودة لإحدى المؤسسات الإنتاجية، وذلك قبل دراسة وتحليل هذه التكاليف والعمل على تقليلها خلال خمس سنوات، حيث كانت نسبة تكاليف الجودة

كالآتي: تكاليف الوقاية (2%) تكاليف التقييم (23%) تكاليف الإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي (57%) من التكاليف الكلية لجودة.



شكل رقم (7-3) تقليل التكاليف الكلية لجودة

ولقد قامت المؤسسة الإنتاجية على مدار خمس سنوات باستخدام الإستراتيجية التالية:

- تقليل تكاليف الإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي بحل جميع المشاكل التي سببت هذه الإخفاقات و العمل على تصحيحها والوقاية منها.
- الاستثمار في أنشطة وقائية صحيحة تستحق الإنفاق عليها مثل زيادة تدريب العاملين حتى يؤدوا عملهم بالطريقة الصحيحة من أول مرة.
- تقليل تكاليف التقييم كلما كان ذلك مناسباً وبطريقة مجدية مثل استخدام طرق الفحص الأكثر كفاءة.

واستطاعت المؤسسة الإنتاجية بذلك من تقليل التكاليف الكلية لجودة بنحو (50%) عما سبق، حيث انخفضت تكاليف الإخفاق الداخلي و تكاليف الإخفاق الخارجي إلى نحو (23%)، وانخفضت أيضاً تكاليف التقييم إلى نحو (12%)، وفي المقابل ارتفعت تكاليف الوقاية إلى نحو (15%)، الأمر الذي أشمر عن تحقيق وفرا قدره (50%) من التكاليف الكلية لجودة.

## ملخص الوحدة

1. مفهوم تكاليف الجودة: تتمثل تكاليف الجودة التي يتحملها المنتج في تلك التكاليف المتعلقة بوضع مفهوم ومستوى لجودة المقترحة وتحقيق هذا المستوى والتحكم في هذه الجودة.
2. أهمية دراسة تكاليف الجودة: ترجع أهمية دراسة تكاليف الجودة على مستوى المؤسسات الصناعية إلى تحقيق الموازنة بين تحسين جودة المنتجات و تقليل التكاليف غير الضرورية مثل تقليل تكلفة التالف من الإنتاج في آن واحد وفي ظل التنافس الشديد مما يؤدي إلى زيادة الأرباح.
3. أنواع تكاليف الجودة: "تكاليف الرقابة على الجودة" الذي يتضمن تكاليف الوقاية و تكاليف التقييم و مجال "تكاليف الإخفاق في الرقابة على الجودة" الذي يتضمن تكاليف الإخفاق الداخلي وتكاليف الإخفاق الخارجي.
4. تكاليف الوقاية: هي التكاليف التي تصرف من البداية لمنع حدوث عيوب أو منتجات معيبة، أي منع عدم مطابقة المنتجات لجودة المطلوبة، وتشمل: تكاليف التخطيط لجودة، وتكاليف التحكم في العمليات الإنتاجية وتكاليف تدريب العاملين في مجال الجودة.
5. تكاليف التقييم: هي التكاليف التي تصرف على عمليات الاختبار والكشف لتقييم مستوى جودة المنتجات، و تشمل: تكاليف فحص التوريدات من مواد خام ومنتجات نصف مصنعة، وتكاليف تجهيز و تشغيل وصيانة ومعايرة أجهزة القياس والفحص، وتكاليف الفحص المرحلي للمنتجات تحت التشغيل، وتكاليف الفحص والاختبار النهائي، وتكاليف تشغيل المنتجات في منشأة المستهلك.
6. تكاليف الإخفاق الداخلي: هي التكاليف التي تنفق بسبب حدوث عيوب في المنتجات أو إنتاج منتجات معيبة داخل الشركة المصنعة قبل أن تصل هذه المنتجات إلى يد المستهلك، وتشمل: تكاليف إعادة اختبار الأجزاء أو المنتجات داخل المصنع، وتكاليف تصنيف المنتجات المعيبة سواء إلى ما يمكن إصلاحها (إعادة تشغيل) وما لا يمكن إصلاحها (الخردة)، وتكاليف إعادة تشغيل



للمنتجات التي يمكن إصلاحها، وتكاليف الخسارة الناتجة عن خردة المنتجات التي لا يمكن إصلاحها، وتكاليف التفاوض مع الموردين بشأن التوريدات غير المطابقة.

7. **تكاليف الإخفاق الخارجي:** هي التكاليف التي تتفق بسبب حدوث عيوب في المنتجات أو إنتاج منتجات معيبة بعد وصولها ليد المستهلك، وتشمل: تكاليف شكاوي العملاء داخل وخارج فترة الضمان، وتكاليف المساءلة القانونية نحو العملاء نتيجة لإخفاق مكوناتها، وتكاليف سحب المنتجات غير المطابقة من السوق، وتكاليف فقدان العملاء واهتزاز السمعة في السوق.

8. **تحديد نوع تكلفة الجودة:** أي تحديد نوع تكاليف الجودة (الوقاية والتقييم والإخفاق الداخلي والإخفاق الخارجي) التي تنتمي إليه تكلفة معينة.

9. **العلاقة بين مستويات الجودة و تكاليف الجودة المناظرة:** حيث يرتفع مستوى الجودة بزيادة تكاليف الوقاية و التقييم، وتزداد نسبة المعيب أي ينخفض مستوى الجودة بزيادة تكاليف الإخفاق الداخلي والخارجي.

10. **دراسة تكاليف الجودة في مؤسسة إنتاجية:** عن طريق تقليل تكاليف الإخفاق الداخلي و الإخفاق الخارجي بحل جميع المشاكل التي سببت هذه الإخفاقات والعمل على تصحيحها والوقاية منها، والاستثمار في أنشطة وقائية صحيحة تستحق الإنفاق عليها مثل زيادة تدريب العاملين حتى يؤدي عملهم بالطريقة الصحيحة من أول مرة، وتقليل تكاليف التقييم كلما كان ذلك مناسباً وبطريقة مجدية مثل استخدام طرق الفحص الأكثر كفاءة وبذلك تنخفض تكاليف الجودة الكلية.

## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (×) أمام الإجابة الخاطئة:

- (i) تشتمل تكاليف الجودة على تكاليف الرقابة على الجودة و تكاليف الإخفاق في الرقابة على الجودة. ( )
- (ب) من أهمية دراسة تكاليف الجودة تحسين جودة المنتجات فقط. ( )
- (ج) تكاليف التخطيط لجودة تعد من تكاليف الوقاية. ( )
- (د) تكاليف شكاوي العملاء تعد من تكاليف الإخفاق الداخلي. ( )
- (هـ) تكاليف إعادة التصنيع داخليا تعد من تكاليف الإخفاق الخارجي ( )
- (و) كلما زادت تكاليف الوقاية قلت تكاليف الإخفاق. ( )

(2) أكمل الفراغات:

- (i) أنواع تكاليف الجودة: ..... و ..... ، و ..... ،
- ..... و ..... ، و .....
- (ب) من تكاليف الوقاية ..... ، و.....
- (ج) من تكاليف التقييم ..... ، و.....
- (د) من تكاليف الإخفاق الداخلي ..... ، و.....
- (هـ) من تكاليف الإخفاق الخارجي ..... ، و.....

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(i) من أنواع تكاليف الجودة:

- 1- تكاليف الوقاية و التقييم. ( )
- 2- تكاليف الإخفاق الداخلي والخارجي. ( )
- 3- كل ما سبق. ( )

## (ب) من تكاليف الوقاية:

- 1- تكاليف إعادة الاختبار للمنتجات. ( )
- 2- تكاليف التدريب. ( )
- 3- تكاليف اهتزاز السمعة في السوق. ( )
- 4- تكاليف اختبار المواد المشتراة. ( )

## (ج) من تكاليف التقييم:

- 1- تكاليف إعادة الاختبار للمنتجات. ( )
- 2- تكاليف التدريب. ( )
- 3- تكاليف اهتزاز السمعة في السوق. ( )
- 4- تكاليف اختبار المواد المشتراة. ( )

## (د) من تكاليف الإخفاق الداخلي:

- 1- تكاليف إعادة الاختبار للمنتجات. ( )
- 2- تكاليف التدريب. ( )
- 3- تكاليف اهتزاز السمعة في السوق. ( )
- 4- تكاليف اختبار المواد المشتراة. ( )

## (هـ) من تكاليف الإخفاق الخارجي:

- 1- تكاليف إعادة الاختبار للمنتجات. ( )
- 2- تكاليف التدريب. ( )
- 3- تكاليف اهتزاز السمعة في السوق. ( )
- 4- تكاليف اختبار المواد المشتراة. ( )

## (4) اذكر أمثلة على ما يلي:

- (i) تكاليف الوقاية.
- (ب) تكاليف التقييم.
- (ج) تكاليف الإخفاق الداخلي.
- (د) تكاليف الإخفاق الخارجي.
- (هـ) علاقة تكاليف الوقاية بتكاليف الإخفاق.

## (5) رتب العناصر الأساسية في جودة التصميم:

- 8- و تم نقل هذا المنتج المعيب من قسمه إلى قسم التعبئة.
- 9- وصل المنتج المعيب إلى المستهلك و اهتزت سمعة الشركة في السوق.
- 10- تقاعس عامل في الاهتمام بالتدريب الذي تلقاه.
- 11- و تمت تعبئة المنتج المعيب في قسم التعبئة و التغليف.
- 12- و على ذلك أخطأ في قياس أبعاد المنتج.

## (6) أجب عما يأتي:

- (أ) ما هي تكاليف الجودة؟
- (ب) ما هي أهمية دراسة تكاليف الجودة؟
- (ج) عدد أنواع تكاليف الجودة؟
- (د) لماذا تركز الشركات على تكاليف الوقاية؟
- (هـ) لماذا تعد تكاليف الإخفاق الخارجي أكبر تكاليف الجودة؟
- (و) كيف توفر تكلفة عمليات ضبط الجودة؟

### حالات تدريبية عملية

تقاعس عامل في الاهتمام بالتدريب الذي تلقاه، و على ذلك أخطأ في قياس أبعاد المنتج، و تم نقل هذا المنتج المعيب من قسمه إلى قسم التعبئة، و تمت تعبئة هذا المنتج المعيب في قسم التعبئة و التغليف، و وصل المنتج المعيب إلى المستهلك، و اهتزت سمعة الشركة في السوق. في ضوء دراستك لوحدة تكاليف الجودة اشرح مفهوم "الوقاية خير من العلاج" في هذا الموقف.

## أجوبة على تدريبات مختارة

### (1) الإجابات الصحيحة:

- (أ) ( ✓ )  
 (ب) ( x )  
 (ج) ( ✓ )  
 (د) ( x )  
 (هـ) ( x )  
 (و-) ( ✓ )

### (2) التكملة الصحيحة للفراغات:

- (i) تكاليف الوقاية، وتكاليف التقييم، و تكاليف الإخفاق الداخلي، و تكاليف الإخفاق الخارجي.  
 (ب) تكاليف التخطيط لجودة ، و تكاليف تدريب العاملين.  
 (ج) تكاليف فحص التوريدات، و تكاليف الفحص و الاختبار النهائي.  
 (د) تكاليف إعادة اختبار الأجزاء ، و تكاليف إعادة تشغيل للمنتجات  
 (هـ) تكاليف شكاوي العملاء ، و تكاليف اهتزاز السمعة في السوق.

### (3) الاختيارات الصحيحة:

- (أ) 3- كل ما سبق.  
 (ب) 2- تكاليف التدريب.  
 (ج) 4- تكاليف اختبار المواد المشتراة.  
 (د) 1- تكاليف إعادة اختبار للمنتجات.  
 (هـ) 3- تكاليف اهتزاز السمعة في السوق.

# ضبط الجودة

## الضبط الشامل للجودة

## الوحدة الثامنة: الضبط الشامل لجودة الإنتاج

### الأهداف:

بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا و بكفاءة على أن:

- يشرح تطور أنظمة الجودة.
- يشرح مفهوم الضبط الشامل للجودة.
- يصنف عناصر الضبط الشامل للجودة.
- يشرح مفهوم إدارة الجودة الشاملة.
- يعدد ويشرح مداخل إدارة الجودة الشاملة:
  - النقاط الأربع عشرة لديمنج.
  - النقاط الأربع عشرة لكروسبي.
  - الخطوات العشر لتحسين الجودة لجوران.
- يشرح مراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة.
- يشرح بإيجاز مواصفات الجودة الأيزو 9000.

### متطلبات الجدارة:

أدراك أهمية شمولية المسؤولية لجميع العاملين تجاه الجودة.

### مستوى الأداء المطلوب:

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100%.

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

ساعتان.

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الأمثلة التوضيحية.



تطورت أساليب الجودة على مراحل عديدة بدءاً من مسئولية العامل عن جودة المنتجات ومروراً باستخدام الأساليب الإحصائية لضبط جودة المنتجات، ووصولاً إلى المسئولية المؤسسية عن جودة النظام الذي ينتج المنتجات وقياس فعالية هذا النظام وتحسينه لضمان جودة المنتجات. وسوف نتناول في هذه الوحدة ما يلي:

- تطور أنظمة الجودة.
- مفهوم الضبط الشامل للجودة.
- عناصر الضبط الشامل للجودة.
- مفهوم إدارة الجودة الشاملة.
- مبادئ مفهوم إدارة الجودة الشاملة.
- مداخل إدارة الجودة الشاملة.
- النقاط الأربع عشرة لديمنج.
- النقاط الأربع عشرة لكروسبي.
- الخطوات العشر لتحسين الجودة لجوران.
- مراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة.
- مواصفات الجودة الأيزو 9000.

## 8- 1 تطور أنظمة ضبط الجودة؛

إذا نظرنا إلى نشأة أنظمة ضبط الجودة في عصرنا الحديث نجدها قد بدأت منذ نهاية القرن الماضي أي القرن التاسع عشر، ومن وجهة النظر التاريخية نجد أن التغيرات الجوهرية لأنظمة ضبط الجودة تحدث كل عشرين سنة تقريباً، وفيما يلي ملخص لتطور هذه الأنظمة شكل (8- 1)

- ضبط الجودة بواسطة العامل:
- يعتبر هذا النظام الخطوة الأولى في تطور ضبط الجودة حيث كان العامل مسئولاً عن إنتاج المنتج بأكمله و لذلك فهو يقوم في النهاية بمراجعة ما ينتجه و التحكم في جودته، وقد كان هذا النوع من الضبط سائداً حتى بداية القرن العشرين.

### - ضبط الجودة بواسطة رئيس العمال:

بدأت هذه المرحلة مع بداية القرن العشرين حيث نشأ الكثير من المصانع و بدأ ظهور نوع من التخصصية في الأداء بمعنى أن كل مجموعة من العمال تقوم بأعمال متشابهة تجمع مع بعضها لإنتاج منتج معين في ظل وجود رئيسٍ لهؤلاء العمال يراقب جودة أعمالهم.

### - ضبط الجودة عن طريق الفحص:

أثناء الحرب العالمية الأولى بدأت نهضة صناعية حيث أصبح الإنتاج أكثر تعقيدا مع زيادته إلى حد كبير مما أدى إلى ضرورة تعيين عمال متفرغين لعملية فحص المنتجات وضبط جودتها.

### - الضبط الإحصائي جودة الإنتاج:

و مع بداية الحرب العالمية الثانية بدأت النهضة الصناعية الكبرى في العالم و بدأت المصانع في اتخاذ الأساليب و المعدات الأوتوماتيكية (الأتمتية) لمواجهة الزيادة المطردة في الاحتياجات. و من هنا نشأت الحاجة إلى نظام آخر لضبط الجودة على مثل هذه الكميات الهائلة من المنتجات، فكان أن ظهر هذا النوع من الضبط المعروف باسم الضبط الإحصائي جودة الإنتاج ، و يعتبر هذا النظام امتدادا للنظام السابق مع إضافة بعض أساليب الضبط مثل الفحص بالعينات.

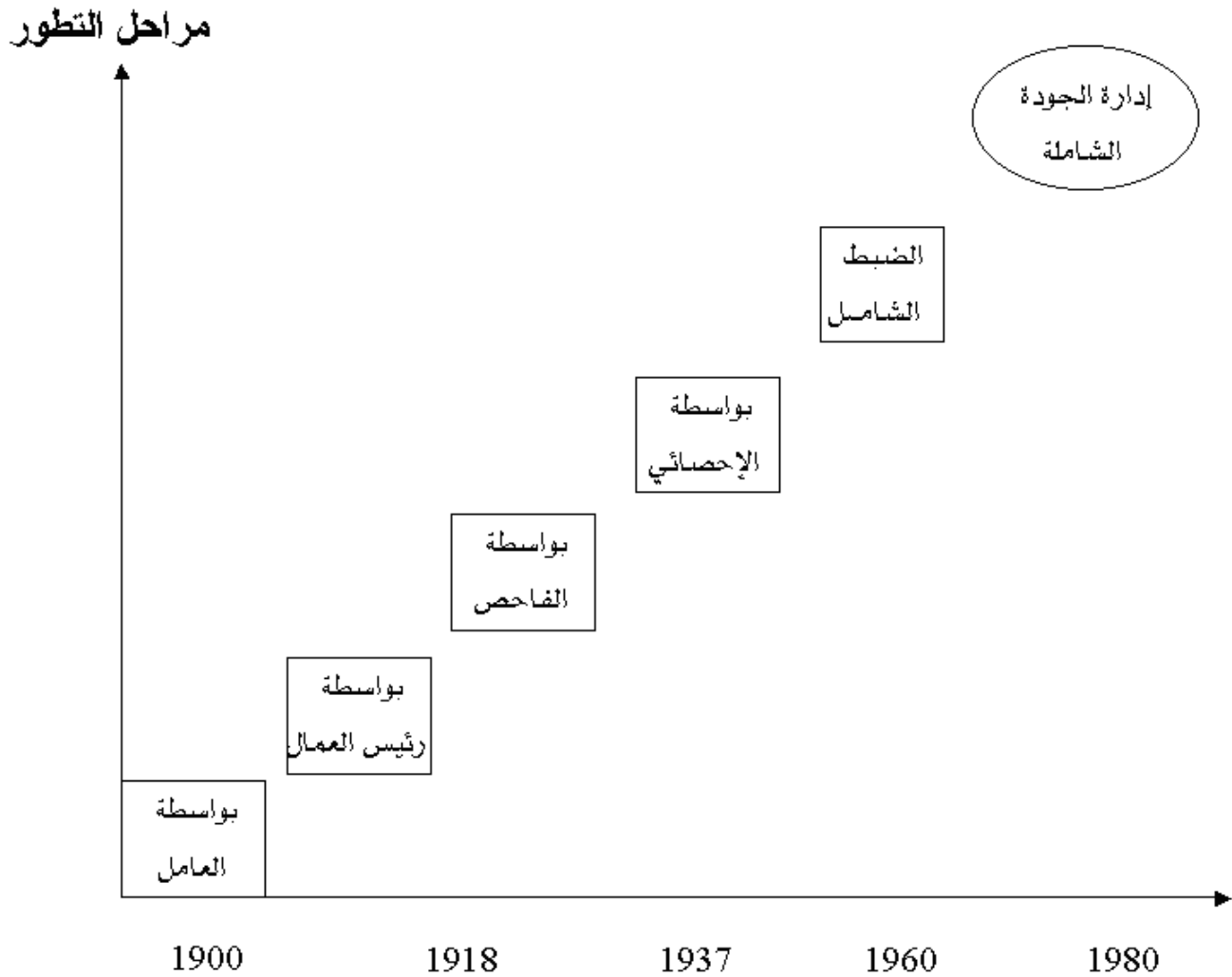
### - الضبط الشامل جودة الإنتاج:

وصولا إلى هذه المرحلة كان ضبط الجودة ليس إلا مجرد وسيلة لفحص المنتجات فقط وقد كان قاصرا إلى حد كبير على حل و متابعة مشاكل الإنتاج، و لكن مع بداية الستينيات ظهر نظام الضبط الشامل جودة الإنتاج، و هو عبارة عن "نظام فعال شامل لجميع عناصر الجودة لمختلف أقسام المصنع لكي يمكن إنتاج المنتجات على أقصى مستوى اقتصادي ممكن والذي يحقق رضا المستهلك رضا تاما في النهاية". (وسوف يتم فيما بعد تناول مفهوم وعناصر الضبط الشامل جودة الإنتاج بالتفصيل )

### - إدارة الجودة الشاملة:

في بداية الثمانينات تطور مفهوم الضبط الشامل جودة الإنتاج ليصبح إدارة الجودة الشاملة و هو عبارة هو "تضافر كل الجهود داخل المؤسسة الإنتاجية أو الخدمية بهدف تحسين

الأداء تحسينا مستمرا إرضاءً للمستهلك" ، و من هنا انبثقت المواصفات القياسية الدولية الإيزو 9000 التي ظهرت في عام 1987 و عدلت في عام 1994 و عام 2000 لضمان وتأكيد جودة النظام الذي ينتج المنتجات متعديا المفهوم القديم جودة المنتجات فقط. (وسوف يتم فيما بعد تناول تعريف ومبادئ وفوائد ومداخل ومراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة ومواصفات الجودة الأيزو 9000 بالتفصيل )



شكل (8 - 1) تطور أنظمة ضبط الجودة

## 8- 2 مفهوم الضبط الشامل للجودة:

سبق أن تم تعريف بالضبط الشامل للجودة على أنه "نظام فعال شامل لجميع عناصر الجودة لمختلف أقسام المصنع لكي يمكن إنتاج المنتجات على أقصى مستوى اقتصادي ممكن والذي يحقق رضا المستهلك رضا تاماً".

## 8- 3 عناصر الضبط الشامل للجودة:

و تشتمل عناصر نظام الضبط الشامل للجودة على كافة أوجه النشاط التي تتعلق بجودة المنتج، من مرحلة التعرف الأولى على احتياجات السوق و انتهاء بالتلبية التامة لمتطلباته. كما في شكل رقم (8- 2)، وفيما يلي شرح موجز لهذه العناصر:

### - التسويق و أبحاث التسويق:

ينبغي أن ينبثق عن مهمة التسويق تحديد و توثيق متطلبات جودة المنتجات، وترجمة هذه المتطلبات إلى مواصفات فنية تتخذ أساساً لأعمال التصميم.

### - تصميم المنتج و تطويره:

ينبغي أن يكون التصميم مترجماً لمتطلبات جودة المنتج و قابلاً للإنتاج و التحقق و المراقبة في ظل ما هو مقترح من ظروف إنتاج و تركيب و تجهيز و تشغيل.

### - المشتريات:

يجب على الشركة التخطيط لكافة أنشطة المشتريات و مراقبتها حيث تؤثر هذه المشتريات على جودة منتجات الشركة.

### - التخطيط و تطوير العمليات:

ضمان التخطيط للعمليات أنها تتم تحت ظروف خاضعة للمراقبة بالطريقة و التسلسل المحددين.

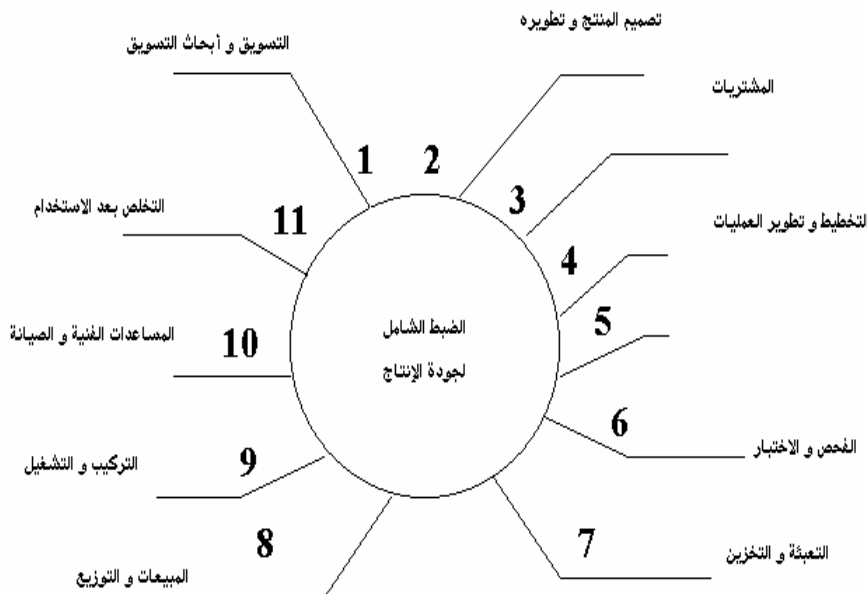
### - الإنتاج:

يجب أن تستهدف جودة المنتج في كل مرحلة من مراحل دورة عمر المنتج ابتداءً من مراقبة المواد و تتبعها و تحديدها، و مراقبة و صيانة المعدات، و إدارة مراقبة العملية الإنتاجية.

### - الفحص و الاختيار:

التحقق من جودة المنتج بالفحص خلال المراحل المختلفة عند استلام المواد و أثناء العملية الإنتاجية و أخيراً المنتج النهائي.

- التعبئة والتخزين:  
تعيين طرق مناسبة للتعبئة والتخزين لضمان سلامة المنتج المخزون وتجنب تدني حالته.
- المبيعات والتوزيع:  
توفير الحماية جودة المنتجات أثناء جميع مراحل البيع و التوزيع و التسليم.
- التركيب والتشغيل:  
يجب أن تسهم إجراءات التركيب و ما تتضمنه من لافتات تحذير، في عمليات التركيب السليم، كما يجب توثيقها. ينبغي أن تتضمن الإجراءات شروطا تحول دون التركيب غير السليم أو العوامل التي تهبط بمستوى الجودة والموثوقية وسلامة وأداء أي منتج جديد.
- المساعدة الفنية والصيانة:  
وتشمل الاستشارة الفنية وتوفير الأجزاء أو قطع الغيار والخدمة التي تتسم بالكفاءة.
- التخلص بعد الاستخدام:  
وتشتمل على التصرف في المنتج أو إعادة الاستفادة منه بعد فترة الاستخدام.
- التسويق وأبحاث التسويق:  
يجب وضع نظام للمردود فيما يتعلق بالأداء في حالة الاستخدام وذلك لمراقبة خصائص جودة المنتج خلال دورة حياته. ويتم تصميم هذا النظام بحيث يقوم - بصفة مستمرة - بتحديد مدى تلبية المنتج أو الخدمة لتوقعات المستهلك من حيث الجودة بما في ذلك السلامة والموثوقية.



شكل (8 - 2) عناصر نظام الضبط الشامل لجودة

## 8- 4 إدارة الجودة الشاملة؛

في أواخر القرن الماضي ظهرت الحاجة إلى مدخل إداري جديد تأخذ به المؤسسات لكي تواجه التحديات المعاصرة و التي تتمثل في:

- تعرض المؤسسات إلى المنافسات الداخلية والخارجية التي تؤثر على استقرارها وربحياتها.
  - مواكبة ثورة تكنولوجيا المعلومات التي أوجدت مفاهيم جديدة في نظم العمل وأساليب الإدارة.
  - ظهور تغييرات في بنية الاقتصاد العالمي التي تبلورت في عولة التجارة والاقتصاد.
- و لذلك تبنت تلك المؤسسات المفهوم الإداري الجديد الذي يعرف بإدارة الجودة الشاملة والذي يعد من أكثر المفاهيم الإدارية الرائدة التي حققت نجاحات كثيرة على مستوى العالم أجمع.
- مفهوم إدارة الجودة الشاملة كغيره من المفاهيم الإدارية التي تتباين بشأنه الآراء، و لكن أفضل تعريف لإدارة الجودة الشاملة كما سبق ذكره هو "تضافر كل الجهود داخل المؤسسة الإنتاجية أوالخدمية بهدف تحسين الأداء تحسينا مستمرا إرضاءً للمستهلك".

## 8- 5 مبادئ إدارة الجودة الشاملة وفوائدها؛

مبادئ إدارة الجودة الشاملة هي مجموعة من القواعد الأساسية الشاملة لقيادة و تشغيل منشأة ما ، و تهدف إلى التحسين المستمر للأداء على المدى الطويل من خلال التركيز على العملاء و فهم احتياجات المستفيدين الآخرين.

### المبدأ الأول: التركيز على العملاء

تعتمد المنشآت على عملائها، و لذا يجب عليها فهم احتياجاتهم الحالية و المستقبلية، و تحقيق متطلباتهم، و أن تعمل على تجاوز توقعاتهم.

### و يحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- زيادة الأرباح و الحصة السوقية نتيجة الاستجابة السريعة و المرنة لفرص السوق.
- زيادة الفعالية في استخدام موارد المنشأة لزيادة رضا العميل.
- زيادة ولاء العميل مما يجعله يكرر الشراء.

### المبدأ الثاني: القيادة:

القيادة مسؤولة عن تأسيس وحدة الهدف و الاتجاه للمنشأة، و عليهم أن ينشئوا و يحافظوا على المناخ الداخلي المناسب للعاملين للمشاركة الفعالة في تحقيق أهداف المنشأة.

### و يحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- تفهم الموظفين و تحمسهم لسياسات و أهداف المنشأة..

- تقليل فرص سوء الفهم و الاتصال غير الجيد بين المستويات المختلفة إلى أدنى حد ممكن.

#### المبدأ الثالث: مشاركة العاملين

العاملون في مختلف المستويات هم جوهر المنشأة، و مشاركتهم الكاملة تمكن من استخدام قدراتهم لصالح المنشأة.

#### و يحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- عاملون مشاركون متحمسون في المنشأة.
- الابتكار و الإبداع في تحقيق أهداف المنشأة و توسيعها.
- شعور الموظفين بالمسؤولية تجاه أعمالهم و أدائهم.
- الحماس للمشاركة في التحسين المستمر.

#### المبدأ الرابع: أسلوب العملية

تتحقق النتيجة المرجوبة بكفاءة أكبر عندما تدار الموارد و الأنشطة ذات العلاقة كعملية. أي تحويل الموارد كمدخلات بواسطة هذه الأنشطة إلى منتجات أو خدمات أو معلومات كمخرجات ذات قيمة مضافة بالمواصفات المطلوبة.

#### و يحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- تكاليف أقل و زمن أقصر خلال الاستخدام الفعال للموارد.
- نتائج أفضل و أكثر توافقا.
- تحديد فرص التحسين بشكل أفضل.

#### المبدأ الخامس: أسلوب المنظومة في الإدارة

تحديد و فهم و إدارة العمليات المرتبطة كمنظومة يؤدي إلى تحسين فعالية و كفاءة المنشأة في تحقيق أهدافها.

#### و يحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- تكامل و انتظام العمليات ما يؤدي إلى أفضل نتيجة.
- القدرة على تركيز الجهود على العمليات الرئيسة.
- دعم ثقة الأطراف ذات العلاقة في كفاءة و فعالية المنشأة.

#### المبدأ السادس: التحسين المستمر

يجب أن يكون التحسين المستمر للأداء العام هدفا دائما للمنشأة.

#### و يحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- تميز الأداء من خلال تحسين قدرات المنشأة .
- انتظام أنشطة التحسين في جميع مستويات المنشأة حتى تصبح هدفا استراتيجيا .
- المرونة للتفاعل بسرعة مع الفرص الجديدة .

#### المبدأ السابع: أسلوب الحقائق في اتخاذ القرارات

القرارات الفعالة تبنى على تحليل البيانات و المعلومات.

ويحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- قرارات حكيمة.
- القدرة على إثبات فعالية القرارات السابقة من خلال الرجوع إلى سجلات الحقائق .
- زيادة القدرة على مراجعة و إثبات و تغيير المرنّيات و القرارات.

#### المبدأ الثامن: علاقات المصلحة المتبادلة مع الموردين

المنشأة و المورد يعتمد كل منهما على الآخر و علاقة المصلحة المتبادلة بينهما تزيد من قدرتهما على إيجاد الفائدة.

ويحقق هذا المبدأ الفوائد الآتية:

- زيادة القدرة على إيجاد فائدة للطرفين.
- المرونة و السرعة للاستجابة المشتركة من الطرفين لأوضاع السوق المتغيرة أو احتياجات وتوقعات العملاء.
- تقليل التكاليف و الموارد.

### 8- 6 مداخل إدارة الجودة الشاملة:

تتعدد مداخل إدارة الجودة الشاملة طبقا لروادها ، الذين تبنا هذا الأسلوب الإداري الهام ، ومن هؤلاء الرواد ديمنج وجوران وكروسبي<sup>(28)</sup> .

#### 8- 6- 1 النقاط الأربع عشرة لديمنج:

- 1- إيجاد و خلق هدف ثابت لتحسين المنتجات والخدمات.
- 2- تبني فلسفة التطوير والتحسين لمواجهة التحديات.
- 3- التوقف عن الاعتماد على أساليب التفتيش والفحص الشامل لتحقيق الجودة.
- 4- التوقف عن ممارسة تقويم الأعمال واختيار الموردين بناء على السعر فقط.



- 5- التحسين المستمر بلا توقف لكل العمليات والأنشطة.
- 6- تأصيل التدريب مع الاعتماد على الطرق الحديثة في التدريب.
- 7- تحقيق التنسيق بين الإشراف والإدارة.
- 8- إبعاد الخوف عن المرؤوسين والعاملين وخلق المناخ الملائم و المحفز.
- 9- العمل على إزالة المعوقات والخلافات بين الأقسام والإدارات في المؤسسة.
- 10- التخلص من الشعارات والتهافتات والتحذيرات الموجهة إلى العاملين والتي تطالبهم بمستويات مرتفعة بدون تقديم الوسائل.
- 11- عدم وضع أرقام قياسية للأداء دون ربط ذلك بالجودة.
- 12- إزالة الحواجز التي تحرم العاملين من الفخر والزهو بالعمل والتخلص من نظام التقويم السنوي.
- 13- تأسيس وإقامة برامج قوية للتعليم وإعادة التدريب والتطوير الذاتي لكل فرد.
- 14- تشجيع كل فرد في مكانه المناسب على أن يخصص جهده من أجل التطوير المستمر.

## 8- 6- 2 النقاط الأربع عشرة لكروسيبي:

- 1- التزام الإدارة العليا بالجودة.
- 2- بناء فريق لتحسين الجودة.
- 3- قياس مستوى الجودة الفعلي.
- 4- قياس و تحديد تكلفة الجودة.
- 5- نشر الوعي بالجودة.
- 6- اتخاذ خطوات تصحيحية.
- 7- تكوين لجنة لبرنامج القضاء على الأخطاء والعيوب.
- 8- تدريب شامل.
- 9- تحديد يوم باسم "يوم الخلو من العيوب".
- 10- وضع أهداف لجميع العاملين.
- 11- إزالة مسببات الأخطاء والعيوب.
- 12- تقدير العاملين الذين تمكنوا من تحقيق أهدافهم.
- 13- لقاءات مستمرة بين أخصائي الجودة وأعضاء مجلس الجودة.
- 14- تكرار جميع الخطوات السابقة.

## 8- 6- 3 الخطوات العشر لتحسين الجودة لجوران:

- 1- تنمية الوعي بالحاجة للتحسين ومدى فرص التحسين.
- 2- إرساء أهداف التحسين.
- 3- التنظيم لتحقيق أهداف التحسين.
- 4- الإمداد بالتدريب.
- 5- تنفيذ مشاريع لحل المشاكل.
- 6- إعداد تقارير عن مدى التقدم.
- 7- الاعتراف بما يقدمه العاملون.
- 8- نشر النتائج.
- 9- المحافظة على النتائج المحققة.
- 10- المحافظة على القوة الدافعة للتحسين بجعل التحسين السنوي كجزء لا يتجزأ من أنظمة المنظمة وعملياتها المعتادة.

## 8- 7 مراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة:

تشارك فيها جميع المستويات الإدارية الثلاثة وهي الإدارة العليا و الإدارة الوسطى وأخيرا القوى العاملة الذين ينفذون العمليات الإنتاجية ويتضمن تطبيق إدارة الجودة الشاملة المراحل الآتية<sup>(23)</sup>:

- مرحلة الإعداد.
- مرحلة التخطيط.
- مرحلة التقويم.
- مرحلة التنفيذ.
- مرحلة تبادل ونشر الخبرات.

## 8- 7- 1 مرحلة الإعداد:

تتمحور هذه المرحلة حول كيفية اقتناع الإدارة العليا بمدى أهمية تطبيق إدارة الجودة الشاملة، وإعدادهم للإشراف على هذا التطبيق.

## 8- 7- 2 مرحلة التخطيط:

تركز هذه المرحلة على كيفية التخطيط الجيد لتطبيق إدارة الجودة الشاملة.

### 8- 7- 3 مرحلة التقويم:

تجيب هذه المرحلة عن تساؤل مهم عن الموقف الحالي للمؤسسة والمركز التنافسي في المستقبل الذي ترنو إليه المؤسسة .

### 8- 7- 4 مرحلة التنفيذ:

وتركز هذه المرحلة على التنفيذ الفعلي لأساليب إدارة الجودة الشاملة في المؤسسة.

### 8- 7- 5 مرحلة تبادل ونشر الخبرات:

يتم في هذه المرحلة استثمار الخبرات و استعراض النجاح الذي تحقق ودعوة جميع وحدات المؤسسة و المتعاملين معها من مجتمع محلي، وموردين وأرباب وأصحاب المصلحة، لشرح الإنجازات والتركيز على المزايا التي تعود عليهم بالفائدة بالمشاركة في عملية التحسين لإقناعهم بتبني تطبيق إدارة الجودة الشاملة في وحداتهم.

### 8- 8 مواصفات الجودة أيزو 9000:

سوف نتناول تعريف مواصفات الجودة أيزو 9000 وأسباب إصدارها ومصادرها وعلاقتها بنظام الجودة و سلسلتها وأهمية تطبيقها ومزايا الحصول عليها :

- مواصفات الجودة أيزو 9000 : هي مواصفات قياسية دولية لنظم الجودة تحدد ملامح نظام الجودة في أي منظمة إنتاجية أو خدمية، أصدرتها (الأيزو) المنظمة الدولية للتوحيد القياسي عام 1987 وعدلتها عام 1994 وعام 2000.

- أسباب اصدار مواصفات الجودة أيزو 9000: لم يعد يكفي أن نضمن جودة المنتج أو الخدمة بل يجب أن نضمن قبل ذلك جودة الشركة التي تنتج هذا المنتج أو تقدم تلك الخدمة إذ أن جودة الشركة هي أكبر ضمان لجودة، لأن جودة النظام ككل تضمن استمرار جودة المنتج أو الخدمة وتوحيد مواصفاتها على المدى الطويل.

- مصادر مواصفات الجودة أيزو 9000: المواصفات القياسية العسكرية مثل MIL – Q 9858 A الصادرة عام 1963 والمواصفات القياسية لحلف الناتو AQPL والمواصفات القياسية البريطانية BS 5750 التي أصدرها المعهد البريطاني للمواصفات القياسية عام 1979 .

- علاقة مواصفات الجودة أيزو 9000 بنظام الجودة: بنودها تحدد نظام الجودة الذي يتمثل في الهيكل التنظيمي والمسؤوليات والأنشطة والموارد التي تهدف سويًا إلى ضمان جودة المنتجات أو الخدمات حسب الاحتياجات.
- سلسلة مواصفات الجودة أيزو 9000: طبقًا لإصدارها الثالث عام 2000 فإن سلسلة مواصفات الجودة أيزو 9000 هي:
  - أيزو 9000: تصف أساسيات نظم إدارة الجودة وتحدد التعاريف والمفاهيم لنظم إدارة الجودة.
  - أيزو 9001: تحدد متطلبات نظم إدارة الجودة حيثما كانت إدارة الشركة تحتاج إلى إظهار مقدرتها لإنتاج منتجات تفي بمتطلبات كل من المستهلك والتشريعات المطبقة وتهدف إلى التركيز على مفهوم إرضاء المستهلك، على أن تحدد الشركة نطاق تطبيق بنود هذه المواصفة على مجالات عمل الشركة، وفي حالة عدم شمول تطبيق كافة بنود المواصفة على أنشطة و مجالات عمل الشركة يتم ذكر الأسباب.
  - أيزو 9004: إرشادات تأخذ في الاعتبار كل من الفاعلية والكفاءة لنظام إدارة الجودة، و تهدف هذه المواصفة إلى تحسين أداء الشركة وتحقيق رضا المستهلك وأصحاب المصلحة الآخرين.
- أهمية تطبيق مواصفات الجودة أيزو 9000:
  - ضمان جودة المنتجات والخدمات ومطابقتها لاحتياجات العميل.
  - تحسين جودة المنتجات والخدمات يؤدي إلى رضا العملاء.
  - مواجهة المنافسة الخارجية.
  - أساس للتعاقد بين المشتري والمورد في الدول الصناعية الكبرى.
- مزايا الحصول على مواصفات الجودة أيزو 9000:
  - استيفاء احتياج العملاء وظروف السوق الحالية.
  - المطابقة للمتطلبات الإلزامية والاختيارية لنظم الجودة.
  - زيادة الإنتاجية والكفاءة.
  - أساس لبرنامج إدارة الجودة.

- كسب اعتراف وتقدير الجهات الخارجية فيما يخص الالتزام بالجودة.
- الإعداد والتجهيز لمتطلبات السوق مستقبلاً.
- الإقلال من الأخطاء وإعادة تصحيح الخدمات غير المطابقة.
- الإقلال من شكاوى العملاء مما يؤدي لقبول الخدمات بصورة كبيرة لديهم.
- زيادة الوعي بالجودة لدى الشركة وتحفيز العاملين والتعاون بينهم.
- تحسين قنوات الاتصال بين العاملين.
- وجود نظام جودة موثق يمكن بيانه.
- يضع للمؤسسة خط عمل أساسي.
- يركز على التدريب والتطوير المهني.
- الإقلال من مراجعات التقييم الخارجية مما يوفر الوقت.

## ملخص الوحدة

1. تطور أنظمة ضبط الجودة: ضبط الجودة بواسطة العامل - ضبط الجودة بواسطة رئيس العمال - ضبط الجودة عن طريق الفحص - الضبط الإحصائي جودة الإنتاج - الضبط الشامل لجودة الإنتاج - إدارة الجودة الشاملة.
2. الضبط الشامل للجودة: نظام فعال شامل لجميع عناصر الجودة لمختلف أقسام المصنع لكي يمكن إنتاج المنتجات على أقصى مستوى اقتصادي ممكن و الذي يحقق رضا المستهلك رضا تاما.
3. عناصر الضبط الشامل للجودة:
  - التسويق و أبحاث السوق.
  - تصميم المنتج و تطويره.
  - المشتريات.
  - التخطيط و تطوير العمليات.
  - الإنتاج.
  - الفحص و الاختيار.
  - التعبئة و التخزين.
  - المبيعات و التوزيع.
  - التركيب و التشغيل.
  - المساعدة الفنية و الصيانة.
  - التخلص بعد الاستخدام.
4. إدارة الجودة الشاملة: تضافر كل الجهود داخل المؤسسة الإنتاجية أو الخدمية بهدف تحسين الأداء تحسينا مستمرا إرضا للمستهلك.
5. مبادئ إدارة الجودة الشاملة: التركيز على العملاء والقيادة ومشاركة العاملين وأسلوب العملية وأسلوب المنظومة في الإدارة والتحسين المستمر وأسلوب الحقائق في اتخاذ القرارات وعلاقات المصلحة المتبادلة مع الموردين.

6. مداخل إدارة الجودة الشاملة: تتعدد مداخل إدارة الجودة الشاملة طبقا لروادها، الذين تبنا هذا الأسلوب الإداري الهام:

- مدخل ديمنج.
- مدخل كروسبي.
- مدخل جوران.

7. مراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة:

- مرحلة الإعداد.
- مرحلة التخطيط.
- مرحلة التقويم.
- مرحلة التنفيذ.
- مرحلة تبادل و نشر الخبرات.

8. مواصفات الجودة أيزو 9000 : هي مواصفات قياسية دولية لنظم الجودة تحدد ملامح نظام الجودة في أي منظمة إنتاجية أو خدمية، أصدرتها (الأيزو) المنظمة الدولية للتوحيد القياسي عام 1987 وعدلتها عام 1994 وعام 2000.

## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) ضبط الجودة بواسطة الفاحص أولى مراحل تطور أنظمة الجودة. ( )
- (ب) يهدف الضبط الشامل لجودة إلى تحقيق رضا المستهلك. ( )
- (ج) لا ينبغي أن يكون تصميم المنتج مترجماً لمتطلبات جودة المنتج. ( )
- (د) التعبئة الجيدة تضمن سلامة المنتج. ( )
- (هـ) تختلف منهاج ومداخل إدارة الجودة الشاملة طبقاً لروادها. ( )
- (و) مواصفات الجودة الأيزو 9000 مواصفات جودة منتج. ( )

(2) أكمل الفراغات:

- (أ) من مراحل تطور أنظمة الجودة.....، و ..... ،  
..... و.....
- (ب) يجب التأكد من جودة المنتج بالفحص خلال المراحل المختلفة : استلام المواد الخام،  
..... و..... ، و .....
- (ج) إدارة الجودة الشاملة تعني تضافر كل الجهود داخل المنشأة بهدف .....

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علماً بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) يهدف الضبط الشامل لجودة:

- 1- إنتاج منتجات جيدة بسعر غير اقتصادي. ( )
- 2- إنتاج منتجات غير جيدة بسعر اقتصادي. ( )
- 3- إنتاج منتجات جيدة بسعر اقتصادي. ( )

(ب) إدارة الجودة الشاملة تعني:

- 1- مشاركة كل العاملين على مستوى القسم. ( )
- 2- مشاركة كل العاملين على مستوى الإدارة. ( )
- 3- مشاركة كل العاملين على مستوى المنشأة ككل. ( )



(ج) من المبادئ الأربع عشر لمدخل ديمنج لإدارة الجودة الشاملة:

- 1- خلق غاية ثابتة لتحسين الخدمة أو المنتج. ( )
- 2- التخطيط لجودة. ( )
- 3- ضبط الجودة. ( )

(د) تدريب المديرين على مفاهيم وأساليب إدارة الجودة الشاملة:

- 1- لإكسابهم الثقة بالنفس. ( )
- 2- للخوف من التغيير. ( )
- 3- كل ما سبق. ( )

(هـ) من سلسلة مواصفات الجودة الأيزو 9000 إصدار 2000:

- 1- أيزو 9001. ( )
- 2- أيزو 9002. ( )
- 3- أيزو 9003. ( )

(4) اذكر أمثلة على ما يلي:

- (أ) أبحاث السوق تقيس نبض السوق.
- (ب) المشتريات الجيدة تؤدي إلى منتجات جيدة.
- (ت) التحسين المستمر هدف دائم تسعى إليه أي منشأة.

(5) رتب العبارات: تحصل الشركة على شهادة المطابقة الأيزو 9000 في المراحل الآتية:

- (أ) تدقيق إجراءات وعمليات الشركة.
- (ب) تأهيل الشركة للمواصفات.
- (ج) منح الشركة شهادة المطابقة.

(6) أجب عما يأتي:

- (أ) اشرح بإيجاز نظام الضبط الإحصائي لجودة؟
- (ب) ما هو مفهوم الضبط الشامل لجودة؟
- (ج) اذكر مراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة؟
- (د) قارن بين مداخل رواد إدارة الجودة الشاملة: ديمينج و كروسبي و جوران ؟
- (هـ) لماذا أصدرت مواصفات الجودة أيزو 9000 ؟

## حالات تدريبية عملية

في أحد الأقسام بمصنع ما تفشت ظاهرة زيادة نسبة المعيب في خطوط إنتاج هذا القسم. من مفهوميك لتطبيق إدارة الجودة الشاملة حدد الآتي:

(أ) الإجراء التصحيحي الذي يجب أن تتخذه:

إذا كنت مدير هذا القسم.

---

---

---

---

---

(ب) الإجراء الوقائي الذي يجب أن تتخذه:

إذا كنت مدير قسم آخر.

---

---

---

---

### أجوبة على تدريبات مختارة

#### (1) الإجابات الصحيحة:

- (أ) ( ✓ )  
(ب) ( ✓ )  
(ج) ( ✕ )  
(د) ( ✓ )  
(هـ) ( ✓ )

#### (2) التكملة الصحيحة للفراغات:

- (أ) بواسطة العامل - بواسطة رئيس العمال - الضبط الإحصائي جودة الإنتاج - الضبط الشامل جودة الإنتاج - إدارة الجودة الشاملة.  
(ب) أثناء العملية الإنتاجية - المنتج النهائي.  
(ج) تحسين الأداء تحسينا مستمرا إرضاءً للمستهلك.

#### (3) الاختيارات الصحيحة:

- (أ) 3- إنتاج منتجات جيدة بسعر اقتصادي.  
(ب) 3- مشاركة كل العاملين على مستوى المنشأة ككل.  
(ج) 1- خلق غاية ثابتة لتحسين الخدمة أو المنتج.  
(د) 1- لإكسابهم الثقة بالنفس.  
(هـ) 1- أيزو 9001.

ضبط الجودة

الموثوقية

الموثوقية

9

## الوحدة التاسعة: الموثوقية

### الأهداف:

بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً و بكفاءة على أن:

- يشرح علاقة الجودة بمفهوم الموثوقية.
- يعرف الموثوقية.
- يشرح كيف يحقق الموثوقية في المنتجات الصناعية.
- يشرح علاقة الموثوقية برغبات المستهلك.
- يحسب موثوقية النظام.
- يتدرب عملياً على حساب الموثوقية.

### متطلبات الجدارة:

إجراء العمليات الرياضية المستخدمة في توصيل المكونات على التوالي وعلى التوازي.

### مستوى الأداء المطلوب:

لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 100 %.

### الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة:

ساعتان.

### الوسائل المساعدة على تحقيق الجدارة:

الأمثلة التوضيحية.

وسوف نتناول في هذه الوحدة ما يلي:

- الجودة والموثوقية.
- تعريف الموثوقية.
- تحقيق الموثوقية في المنتجات الصناعية.
- الموثوقية و رغبات المستهلك.
- حساب موثوقية النظام.
- تدريبات عملية على حساب الموثوقية.

## 9- 1 الجودة والموثوقية؛

من المعلوم أن جودة المنتج قد تتغير مع عمر المنتج<sup>(28)</sup>، أي تقل كفاءته بمرور الزمن، وعلى ذلك فإن أحد أوجه قبول المنتج تعتمد على قدرته على الأداء المرضي لفترة من الزمن، و يعرف هذا الوجه بموثوقية المنتج (R) Reliability، أي قدرته على الاستمرار في كونه مناسباً للغرض المناط به أو الوفاء باحتياجات المستهلك. ومن ثم تكون موثوقية المنتج بمثابة استمرار جودته على المدى الطويل و لفترة محددة.

## 9- 2 تعريف الموثوقية؛

هي عبارة عن مقياس لقدرة المنتج على أداء الوظيفة المطلوبة منه بنجاح في ظروف الاستعمال العادية و لمدة محددة و يعبر عن هذا المقياس بالاحتمال<sup>(12)</sup>.

1- أداء المنتج للوظيفة المطلوبة منه بنجاح: لقدرة المنتج على أداء الوظيفة المطلوبة ولا بد من التركيز على الوظيفة المطلوبة من المنتج عند الحديث عن الموثوقية. فلا يجب أن يستعمل المنتج إلا في الغرض الذي صمم و أنتج من أجله<sup>(2)</sup>. مثال ذلك : عدم استخدام مكينة كهربائية مصممة للأعمال المنزلية في تنظيف فندق كبير.

## 2- ظروف الاستعمال العادية:

و هذه الظروف تشمل كل العوامل التي تؤثر على استخدام المنتج مثل بيئة التشغيل. مثال ذلك: عدم تشغيل جهاز حاسب آلي في مكان مفتوح مليء بالأتربة التي تؤثر على دوائره الإلكترونية.

### 3- المدة المحددة:

و يقصد بالمدة المحددة الفترة الزمنية التي تمضي حتى يحدث تعطل أو انهيار للمنتج نتيجة الاستعمال. أي حياة المنتج الفعالة مثل تغيير محمل كريات (Ball-Bearing) لطائرة بعد 2000 ساعة تشغيل حتى لا يخفق في التشغيل و الطائرة تطير. في الجو

### 4- التعبير عن المقياس بالاحتمال:

رغم فرضية تساوي أعمار المنتجات المنتجة من مصنع واحد تحت ظروف تشغيلية واحدة، إلا أنه وجد اختلاف في أزمنة الانهيار لهذه المنتجات (أي أعمارها) التي يمكن أن تتبع توزيعاً احتمالياً معيناً.

### 9- 3 تحقيق الموثوقية في المنتجات الصناعية؛

نظراً لأهمية تحقيق الموثوقية في المنتجات الصناعية ، فيمكن للشركات الصناعية تحقيق الموثوقية عن طريق الآتي:

- بساطة تصميم المنتجات الصناعية و التحقق منه.
- استخدام مكونات ذات موثوقية عالية.
- استخدام مفهوم المكون الاحتياطي لتفادي عطل المنتج الصناعي.
- اتباع الطرق التصنيعية التي تم التحقق منها.
- بناء نظام تحذيري في المنتج الصناعي مثل إصدار صوت.
- الإيقاف الذاتي للمنتج الصناعي عند تحميله بأكثر من قدرته.

### 9- 4 الموثوقية ورغبات المستهلك؛

تحدد موثوقية المنتج مثل كل خواص الجودة للمنتج عن طريق تحقيق رغبات واحتياجات المستهلك في مرحلة تشغيل هذا المنتج، وهناك مستوى معين لموثوقية المنتج يفي باحتياجات المستهلك هذه وذلك بأمثل سعر اقتصادي للمنتج، ومن المعروف أنه إذا كان هذا المستوى للموثوقية للمنتج منخفضاً فتزداد إجمالي تكاليف التشغيل بالنسبة للمستهلك في صورة مصاريف متزايدة للإصلاح والصيانة بالإضافة إلى تحمل تكلفة زمن عدم تشغيل المنتج أو بمعنى أدق زمن تعطيله<sup>(20)</sup>.

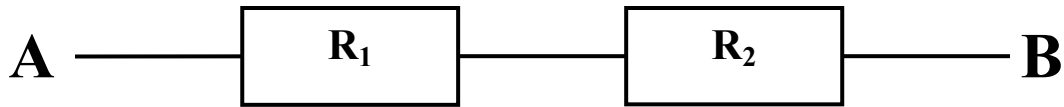


### 9- 5 حساب موثوقية النظام :

في ظل تطور التقنيات الحديثة في الإنتاج، تزايد تعقيد المنتجات وتحولت من منتجات بسيطة إلى منتجات معقدة تتكون من عدة مكونات تعمل كنظام متكامل، وعلى ذلك تحول الاهتمام من موثوقية المنتج البسيط إلى موثوقية المنتج كنظام متكامل.

و يمكن حساب موثوقية ( $R_s$ ) النظام طبقا لترتيب مكوناته:

#### 1- الترتيب على التوالي:



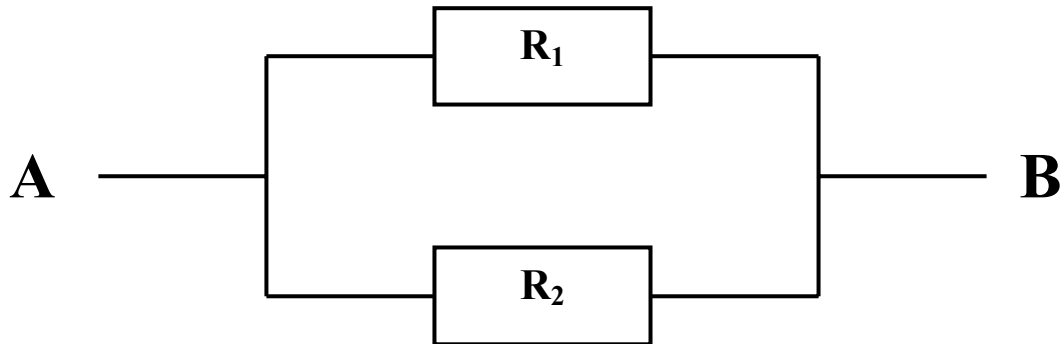
شكل (9- 1) ترتيب المكونات على التوالي

تكون موثوقية النظام :

$$R_s = R_1 \times R_2$$

وعلى ذلك تكون موثوقية النظام ( $R_s$ ) المرتبة مكوناته على التوالي أقل من أدنى موثوقية لأي من مكوناته.

#### ترتيب على التوازي:



شكل (9- 2) ترتيب المكونات على التوازي

تكون موثوقية النظام :

$$R_s = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)$$

وعلى ذلك تكون موثوقية النظام ( $R_s$ ) المرتبة مكوناته على التوازي أكبر من موثوقية أي من مكوناته.

## 9- 6 تدريبات عملية على حساب الموثوقية:

التدريب العملي الأول:

في إحدى التجارب الخاصة بقياس موثوقية المصابيح الكهربائية الخاصة بجهاز عرض البيانات، والتي أجريت على 100 مصباح كهربائي، حيث تم تشغيل هذه المصابيح، وقد أظهرت التجارب أن 20 مصباحا قد انهارت بعد 500 ساعة تشغيل. احسب موثوقية هذه المصابيح.

يتم حساب احتمال الانهيار للوحدات خلال فترة زمنية ( $t$ ) من القانون:

$$F_t = \frac{n_t}{N}$$

حيث

$F_t$  = احتمال الانهيار للوحدات خلال فترة زمنية ( $t$ )

$n_t$  = عدد الوحدات المنهارة أثناء فترة زمنية ( $t$ )

$N$  = عدد الوحدات في العينة المختبرة

و على ذلك يكون احتمال انهيار المصابيح الكهربائية خلال 500 ساعة:

$$F_t = \frac{20}{100} = 0.2$$

1- بمعلومية أن مجموع الاحتمالات يساوي الواحد الصحيح أي مجموع احتمالي حدوث انهيار أو عدم

حدوث انهيار للوحدات يساوي الواحد الصحيح:

يتم حساب الموثوقية (احتمال عدم حدوث انهيار بعد فترة زمنية ( $t$ )) من القانون

$$R_t = 1 - F_t$$

حيث

 $R_t =$  الموثوقية $F_t =$  احتمال الانهيار للوحدات خلال فترة زمنية (t)

و على ذلك يكون موثوقية هذه المصابيح الكهربائية:

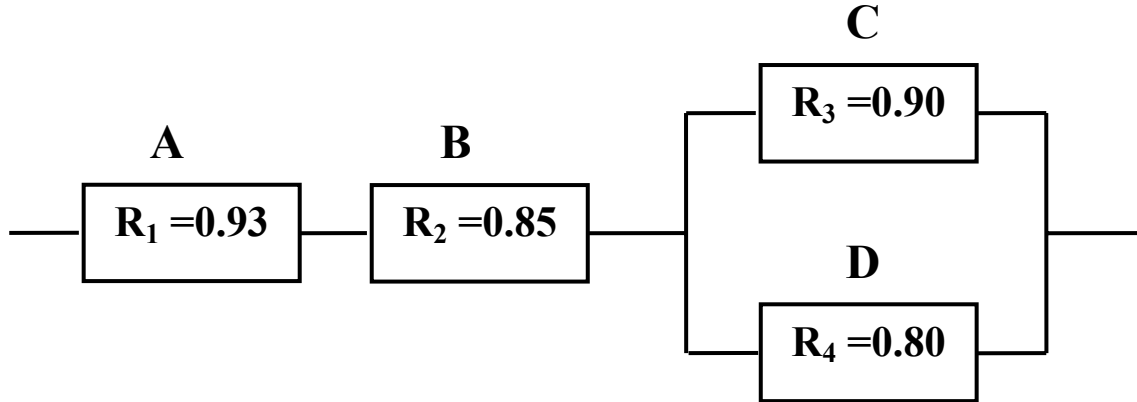
$$R_t = 1 - F_t$$

$$= 1 - 0.2 = 0.8$$

التدريب الثاني:

احسب موثوقية نظام إلكتروني من أحد الأنظمة الإلكترونية لطائرة مكون من أربعة مكونات

A, B, C, D رتب كما هو موضح بالشكل رقم (9 - 3)



شكل (9 - 3) النظام A, B, C, D

أولاً: حساب موثوقية المكونتين C, D

$$R_{CD} = 1 - (1 - R_C)(1 - R_D)$$

$$= 1 - (1 - 0.90)(1 - 0.80)$$

$$= 1 - (0.10)(0.20)$$

$$= 1 - 0.02$$

$$= 0.98$$

ثانياً: حساب موثوقية النظام A, B, C, D

$$\begin{aligned} R_{ABCD} &= R_C R_B R_{CD} \\ &= 0.93 \times 0.85 \times 0.98 \\ &= 0.775 \\ &= 77.5\% \end{aligned}$$

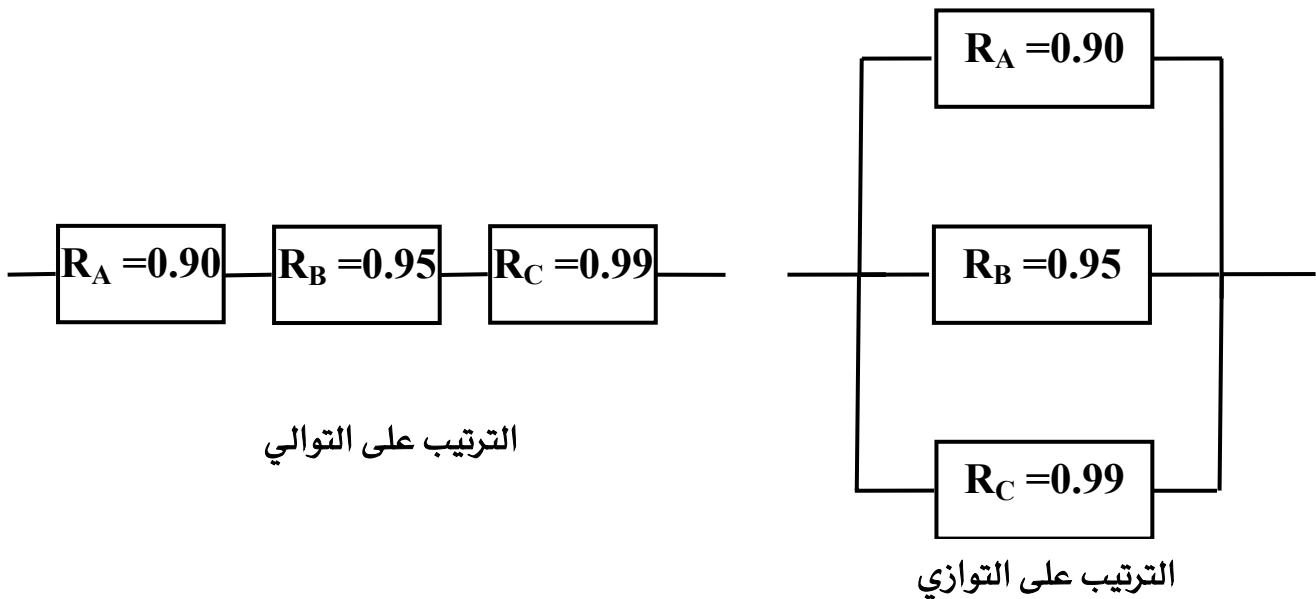
التدريب الثالث:

طلب كبير المهندسين من أحد مهندسي التصميم أن يزيد من موثوقية أحد أنظمة جهاز تليفزيون

مكون من ثلاثة مكونات A, B, C حيث كانت موثوقيتها  $R_A = 0.90$   $R_B = 0.95$   $R_C = 0.99$

هل يرتب هذه المكونات على التوالي أم يربتها على التوازي.

انظر شكل رقم (9 - 4)



شكل رقم (9 - 4)

أولاً: حساب موثوقية النظام مرتباً على التوالي

$$\begin{aligned} R_{ABC} &= (R_A) (R_B) (R_C) \\ &= (0.90) (0.95) (0.99) \\ &= 0.84645 \\ &= 84.645 \% \end{aligned}$$

ثانياً: حساب موثوقية النظام مرتباً على التوازي

$$\begin{aligned} R_{ABC} &= 1 - (1 - R_A) (1 - R_B) (1 - R_C) \\ &= 1 - (1 - 0.90)(1 - 0.95) (1 - 0.99) \\ &= 1 - (0.10)(0.05)(0.01) \\ &= 1 - 0.00005 \\ &= 0.99995 \\ &= 99.995 \% \end{aligned}$$

وحيث إن موثوقية النظام المرتب على التوازي أكبر من موثوقية النظام المرتب على التوالي. لذلك يجب على هذا المهندس أن يرتب هذه المكونات على التوازي حتى يزيد من موثوقية النظام.

### ملخص الوحدة

1. الجودة و الموثوقية: الموثوقية هي الجودة على المدى الطويل.
2. الموثوقية: هي عبارة عن مقياس لمقدرة المنتج على أداء الوظيفة المطلوبة منه بنجاح في ظروف الاستعمال العادية و لمدة محددة ويعبر عن هذا المقياس بالاحتمال، ويتم قياس الموثوقية من خلال تجارب اختبارات الانهيار للمنتجات.
3. تحقيق الموثوقية في المنتجات الصناعية يتم عن طريق:
  - بساطة تصميم المنتجات و التحقق منه.
  - استخدام مكونات ذات موثوقية عالية.
  - استخدام مفهوم المكون الاحتياطي لتفادي عطل لمنتج.
  - اتباع الطرق التصنيعية التي تم التحقق منها.
  - بناء نظام تحذيري في المنتج مثل إصدار صوت.
  - الإيقاف الذاتي للمنتج عند تحميله بأكثر من قدرته.
4. الموثوقية و رغبات المستهلك: يهدف المستهلك دائماً إلى الحصول على منتجات ذات موثوقية عالية وبسعر اقتصادي.
5. موثوقية المنتج و النظام:
  - في ظل تطور التقنيات الحديثة في الإنتاج، تزايد تعقيد المنتجات و تحولت من منتجات بسيطة إلى منتجات معقدة تتكون من عدة مكونات تعمل كنظام متكامل، و على ذلك تحول الاهتمام من موثوقية المنتج البسيط إلى موثوقية المنتج كنظام متكامل. وترتب مكونات النظام إما على التوالي أو على التوازي أو على التوالي والتوازي معاً.
  - موثوقية النظام (RS) المرتبة مكوناته على التوازي أكبر من موثوقية أي من مكوناته.
  - موثوقية النظام (RS) المرتبة مكوناته على التوالي أقل من أدنى موثوقية لأي من مكوناته.

## تدريبات

(1) ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (x) أمام الإجابة الخاطئة:

- (أ) الموثوقية هي الجودة على المدى الطويل. ( )
- (ب) تزداد موثوقية النظام بتوصيل مكوناته على التوازي. ( )
- (ج) التصميم البسيط و المحقق منه إحدى طرق تحقيق الموثوقية. ( )

(2) أكمل الفراغات:

- (i) يجب استخدام المنتج في ..... حتى يحكم على موثوقيته واقعيًا.
- (ب) رغبة المستهلك تتمثل في الحصول على منتجات ذات موثوقية..... وبسعر .....
- (ج) يمكن تحقيق الموثوقية عن طريق ..... ، و .....

(3) اختر الإجابة الصحيحة و ضع علامة (✓) أمامها علما بأن هناك إجابة واحدة صحيحة فقط:

(أ) الموثوقية عنصر هام:

- 1- للمنتجات ذات الاستخدام لمرة واحدة. ( )
- 2- للمنتجات المعمرة. ( )
- 3- للمنتجات الورقية. ( )

(ب) الموثوقية تزيد من:

- 1- إقبال المستهلك على المنتجات المعمرة. ( )
- 2- إعراض المستهلك عن المنتجات المعمرة. ( )
- 3- لا تؤثر على المستهلك. ( )

(ج) موثوقية النظام تقل:

- 1- بتوصيل مكوناته على التوالي. ( )
- 2- بتوصيل مكوناته على التوازي. ( )
- 3- الإجابتان السابقتان. ( )

(4) اذكر أمثلة على ما يلي:

(أ) موثوقية بعض المنتجات.

(ب) توصيل مكونات نظام على التوازي.

(5) أجب عما يأتي:

(أ) عرف الموثوقية؟

(ب) ما أهمية الموثوقية للمستهلك ؟

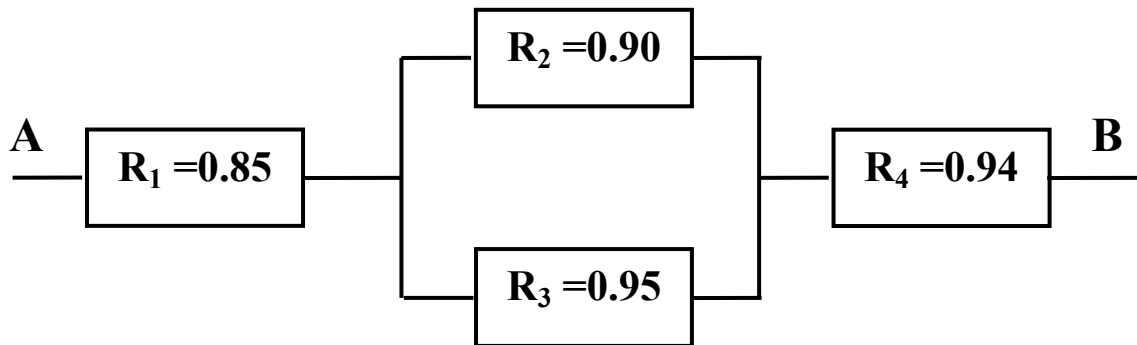
(ج) كيف تحقق الشركات الموثوقية في منتجاتها؟



## حالات تدريبية عملية

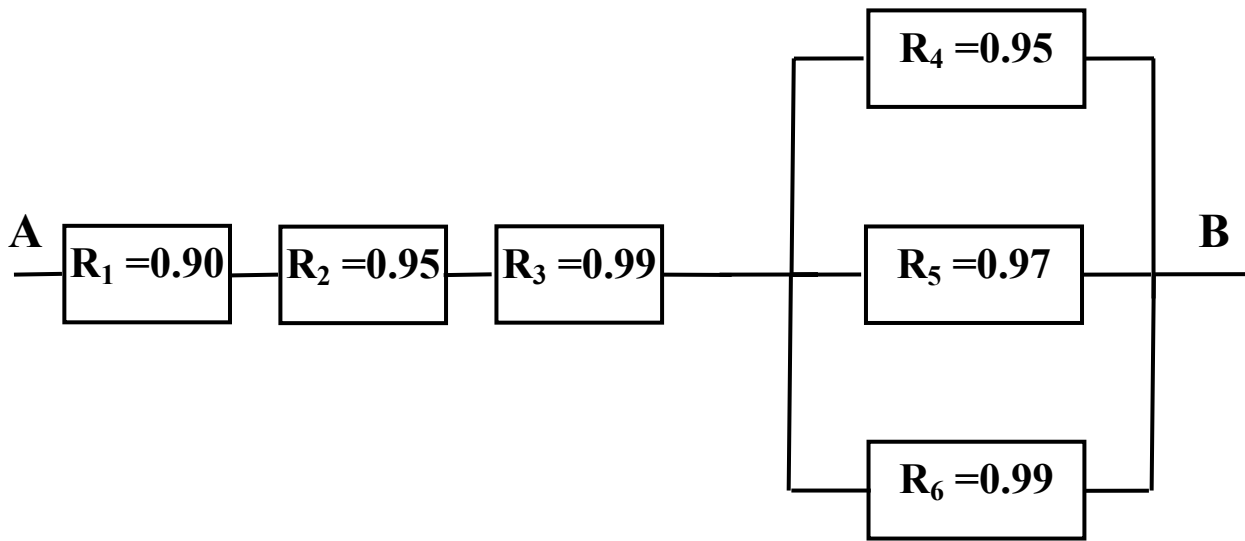
1. في إحدى الدراسات الخاصة بقياس الموثوقية لمصابيح كهربائية، أظهرت النتائج أن 10 مصابيح قد انهارت في فترة زمنية 2500 ساعة و ذلك من إجمالي عدد المصابيح الممتلة لعينة التجربة الذي يقدر بـ 200 مصباحا، احسب موثوقية هذه المصابيح التي انهارت.

2. في أحد الأجهزة التليفزيونية تم تركيب نظام إلكتروني AB كما هو موضح بالشكل التالي احسب موثوقية هذا النظام.

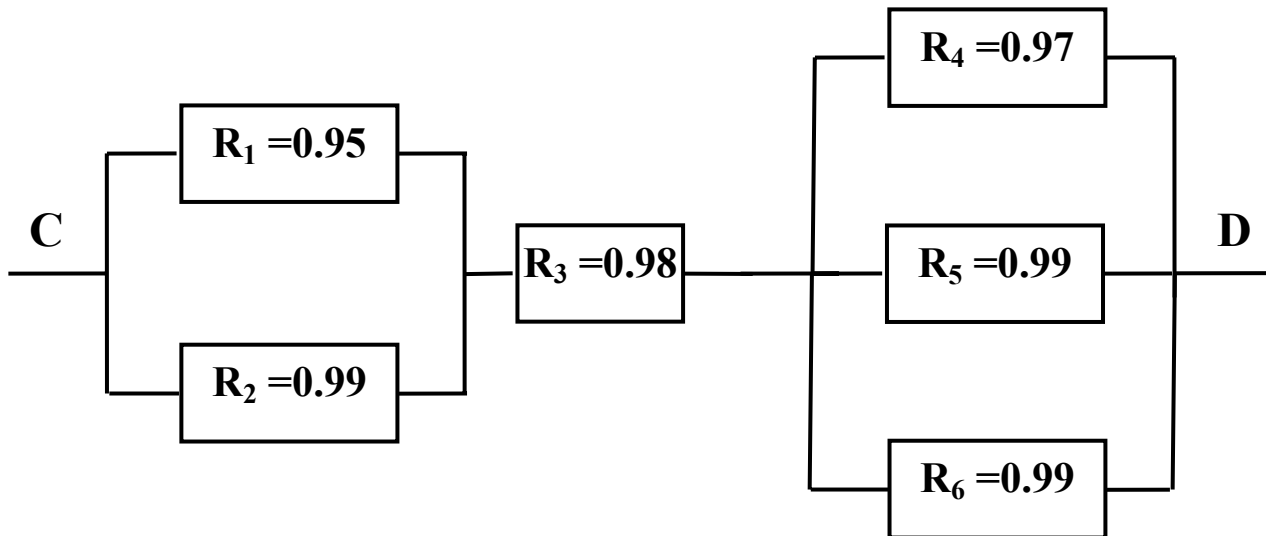


3. تم إنشاء مطار جديد في إحدى الدول، وطرحت الدولة منافسة لتزويد هذا المطار بأجهزة رادار لرصد ما يجري في السماء التي تغطي المنطقة المحيطة بالمطار. وتقدمت إحدى الشركات العالمية المتخصصة في إنتاج أجهزة الرادار بعرضين لجهازي رادار AB و CD كما هو موضح بالشكلين التاليين.

جهاز الرادار AB



جهاز الرادار CD



بماذا توصي اللجنة الفنية التي تدرس هذين العرضين بناءً على موثوقية كل جهاز رادار؟

## أجوبة على تدريبات مختارة

### (1) الإجابات الصحيحة:

(أ) ( ✓ )

(ب) ( ✓ )

(ج) ( x )

### (2) التكملة الصحيحة للفراغات:

(أ) الظروف التشغيلية.

(ب) عالية - اقتصادي.

(ج) بساطة تصميم المنتجات و التحقق منه - استخدام مكونات ذات موثوقية عالية - استخدام مفهوم المكون الاحتياطي لتفادي عطل لمنتج - اتباع الطرق التصنيعية التي تم التحقق منها - بناء نظام تحذيري في المنتج مثل إصدار صوت - الإيقاف الذاتي للمنتج عند تحميله بأكثر من قدرته.

### (3) الاختيارات الصحيحة:

(أ) 2- للمنتجات المعمرة.

(ب) 1- إقبال المستهلك على المنتجات المعمرة.

(ج) 1- بتوصيل مكوناته على التوالي.

## قائمة المراجع

1. إسماعيل، محمد عبد الرحمن  
الرقابة الإحصائية على العمليات  
معهد الإدارة العامة - الرياض - الرياض 2006
2. الدرادكة، مأمون و طارق السبلي  
الجودة في المنظمات الحديثة  
دار صفاء - عمان - الأردن 2002
3. الشبراوي، عادل  
الدليل العملي لتطبيق إدارة الجودة الشاملة  
شعاع - القاهرة - مصر 1995
4. الغرفة التجارية الصناعية  
أهمية الرقابة على الجودة  
الغرفة التجارية الصناعية - الرياض - السعودية 1994
5. القزاز، إسماعيل إبراهيم و عادل عبد الملك  
ضبط الجودة النظرية والتطبيق  
مكتبة طرابلس العامة - طرابلس - طرابلس 1997
6. المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس  
دليل ضبط الجودة في الصناعة  
المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس - عمان - الأردن 1981
7. حمودة، عبد المنعم محمد  
تخطيط ومراقبة الإنتاج في الصناعة  
دار الجامعات المصرية - الإسكندرية - مصر 1985

8. راشد، أحمد فؤاد، عبد المنعم محمد حمودة  
أساسيات التقييس و جودة الإنتاج  
دار الجامعات المصرية-الإسكندرية - مصر 1976
9. رضوان، محمد حسن صالح  
الضبط الإحصائي لجودة الإنتاج  
القاهرة - مصر 1971
10. سرور، علي إبراهيم سرور  
ترجمة "الرقابة على الجودة" لدال بستر فيلد  
المكتبة الأكاديمية - القاهرة - مصر 1995
11. سلطان، تركي ابراهيم  
ضبط الجودة في الصناعة  
القاهرة - مصر 1975
12. عبد القادر، محمود سلامة  
الضبط المتكامل لجودة الإنتاج  
وكالة المطبوعات- الكويت 1976
13. عيشوني، محمد أحمد  
ضبط جودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية  
دار الأصحاب للنشر والتوزيع - الرياض - السعودية 2007
14. قرة، ناصر الدين و جمال الدين محمد الحنفي  
جودة منتجات الخزف (السيراميك)  
القاهرة - مصر 1996

15. مجلس الغرف التجارية الصناعية  
مجلة الجودة  
العدد رقم 1 أكتوبر 2001 - الرياض - السعودية
16. مدكور، فوزي شعبان  
إدارة جودة الإنتاج  
جامعة القاهرة - مصر 1995
17. نجم، نجم عبود  
إدارة العمليات: النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة  
مركز البحوث - معهد الإدارة العامة - الرياض - السعودية 2001
18. Besterfield, D.H.  
**Quality Control**  
Prentice- Hall Int. Ed. 1995  
الطبعة العربية - القاهرة - مصر 1995
19. Campanella, J.  
**Principles of Quality Cost.**  
ASQC Quality Press. 1990 U.S.A.
20. Feigenbaum, A.V.  
**Total Quality Control**  
Mc Graw- Hill Int. Ed. 1991 Singapore.
21. International Organization for Standardization (ISO) .  
**ISO 9000 Series**  
ISO 1987, 1994, 2000 Geneva – Switzerland
22. International Trade Center .  
**ISO 9000 Quality Management Systems:  
Guidelines for enterprises in developing countries.**  
International Trade Center 1993 Geneva
23. Jablonski, J.R.  
**Implementing Total Quality Management: An Overview**  
Pfeiffer 1991 U.S.A.

24. Juran, A.M.  
**Quality Control Handbook**  
Mc Graw- Hill 1988 U.S.A.
25. Juran, A.M, Blanton Godfrey  
**Juran's Quality Handbook**  
Mc Graw- Hill 2000 U.S.A.
26. Kottman, R.J.  
**Total Engineering Quality Management**  
ASQC Marcel Dekker, Inc. 1993  
الطبعة العربية - القاهرة - مصر 1994
27. Oakland, J.S.  
**Statistical Process Control**  
Butterworth, U.K. 1996
28. Oakland, J.S.  
**Total Quality Management**  
Heinemann, London 1989
29. Schilling, E.G.  
**Acceptance Sampling in Quality Control**  
Marcel Dekker 1982
30. Soin, S.S.  
**Quality Control Essentials**  
Mc Graw- Hill, Inc 1992
31. Spiegel, M.R.  
**Statistics**  
Mc Graw- Hill 1991 Singapore  
الطبعة العربية - القاهرة - مصر 1978
32. Williams, R.L.  
**Essentials of Total Quality Management**  
AMACOM 1994 Singapore  
الطبعة العربية - الرياض - السعودية 1999

## المحتويات

مقدمة	1
الوحدة الأولى : مقدمة ومفاهيم أساسية عن الجودة	1
1 -1 الجودة :	2
1 -2 ضبط الجودة :	3
1 -3 أسس ضبط الجودة :	3
1 -4 مسؤولية الجودة :	4
1 -5 الاحتياج لجودة :	5
1 -6 فوائد ضبط الجودة :	5
1 -7 توكيد الجودة :	6
ملخص الوحدة	8
تدريبات	9
حالة تدريبية عملية	11
حلقة نقاش	11
أجوبة على تدريبات مختارة.	12
الوحدة الثانية : أساسيات الإحصاء	13
2 -1 الاختلافات التصنيعية :	14
2 -2 البيانات الخام لجودة :	16
2 -3 التوزيعات التكرارية :	17
2 -4 المدرجات التكرارية.	19
2 -5 العلاقة بين حجم العينة ودقة التوزيعات التكرارية .	20
2 -6 الفرزة المركزية وعلاقتها بجودة المنتج .	21
2 -7 مقاييس النزعة المركزية.	21
2 -7 -1 المتوسط الحسابي.	21
2 -7 -2 الوسيط.	24
2 -7 -3 المنوال	25
2 -8 التشتت وعلاقته بجودة المنتج :	27
2 -9 مقاييس التشتت :	27
2 -9 -1 المدى.	27
2 -9 -2 الانحراف المعياري	28
2 -9 -3 التباين	32
2 -10 تطبيقات على تقنية التوزيع التكراري في المجال الصناعي :	32
ملخص الوحدة	35



37	تدريبات . . . . .
39	حالات تدريبية عملية . . . . .
40	حالة دراسية . . . . .
41	أجوبة على تدريبات مختارة. . . . .
42	الوحدة الثالثة : خرائط التحكم للمتغيرات والخواص . . . . .
45	3- 1 مفهوم خريطة التحكم وتطبيقاتها . . . . .
45	3- 2 التحكم في العمليات الإنتاجية . . . . .
46	3- 3 النظرية العامة لخرائط التحكم . . . . .
47	3- 4 أنواع خرائط التحكم . . . . .
48	3- 5 خطوات إنشاء وعمل خريطة التحكم . . . . .
48	3- 6 خرائط التحكم للمتغيرات . . . . .
49	3- 7 إنشاء وعمل خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) . . . . .
49	3- 7- 1 خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) . . . . .
50	3- 7- 2 خريطة التحكم في المدى ( $R$ ) . . . . .
51	3- 8 تطبيق عملي لخريظتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) . . . . .
60	3- 9 إنشاء وعمل خريظتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ) . . . . .
60	3- 9- 1 خريطة التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) . . . . .
61	3- 9- 2 خريطة التحكم في الانحراف المعياري ( $S$ ) . . . . .
62	3- 10 تطبيق عملي لخريظتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والانحراف المعياري ( $S$ ) . . . . .
68	3- 11 خرائط التحكم للخواص . . . . .
69	3- 12 مفاهيم خاصة بخرائط التحكم للخواص. . . . .
69	3- 12- 1 المفهوم الأساسي للاحتمالات. . . . .
70	3- 12- 2 المتغيرات العشوائية. . . . .
70	3- 12- 3 التوزيعات الاحتمالية. . . . .
71	3- 13 خريطة التحكم في نسبة المعيب ( $p$ ) . . . . .
73	3- 14 تطبيق عملي لخريظتنا التحكم في نسبة المعيب ( $p$ ) في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي. . . . .
79	3- 15 خريطة التحكم في عدد العيوب ( $C$ ) . . . . .
80	3- 16 تطبيق عملي لخريظتنا التحكم في عدد العيوب ( $C$ ) في مجال ضبط جودة الإنتاج الصناعي. . . . .
68	3- 17 اختيار خريطة التحكم المناسبة لحالة صناعية معينة . . . . .
90	ملخص الوحدة . . . . .
93	تدريبات . . . . .

96	حالات تدريبية عملية
101	أجوبة على تدريبات مختارة.
102	الوحدة الرابعة : الضبط الإحصائي للعمليات
103	4- 1 الضبط الإحصائي والتحسين المستمر للعمليات.
103	4- 2 أدوات التحسين المستمر للعمليات.
104	4- 3 المدرج التكراري.
104	4- 3- 1 ما هو المدرج التكراري واستخداماته.
105	4- 3- 2 إنشاء المدرج التكراري.
105	4- 3- 3 مثال تطبيقي على المدرج التكراري لتحسين العملية الإنتاجية.
106	4- 4 خريطة باريتو.
106	4- 4- 1 ما هي خريطة باريتو واستخداماتها.
107	4- 4- 2 إنشاء خريطة باريتو.
107	4- 4- 3 مثال تطبيقي على خريطة باريتو لتحسين العملية الإنتاجية.
110	4- 5 خريطة التدفق.
110	4- 5- 1 ماهي خريطة التدفق.
110	4- 5- 2 إنشاء خريطة التدفق.
111	4- 5- 3 مثال تطبيقي على خريطة التدفق لتحسين العملية.
114	4- 6 خريطة السبب والنتيجة.
114	4- 6- 1 ما هي خريطة السبب والنتيجة واستخداماتها.
114	4- 6- 2 كيفية إنشاء خريطة السبب والنتيجة.
116	4- 6- 3 مثال تطبيقي على خريطة السبب والنتيجة لتحسين العملية الإنتاجية.
116	4- 7 قوائم التأكد.
117	4- 7- 1 ما هي قوائم التأكد واستخداماتها.
117	4- 7- 2 كيف تصمم قائمة التأكد.
119	4- 7- 3 مثال تطبيقي على تصميم قائمة التأكد لتحسين العملية الإنتاجية.
120	4- 8 خرائط التبعض.
120	4- 8- 1 ما هي خرائط التبعض واستخداماتها.
121	4- 8- 2 إنشاء خرائط التبعض.
122	4- 8- 3 مثال تطبيقي على خرائط التبعض لتحسين العملية الإنتاجية.
124	4- 9 خرائط التحكم.
124	4- 9- 1 ما هي خرائط التحكم واستخداماتها.
125	4- 9- 2 خطوات إنشاء وعمل خرائط التحكم.
125	4- 9- 3 مثال تطبيقي على خرائط التحكم لتحسين العملية الإنتاجية.
127	ملخص الوحدة

129	تدريبات .
132	حالات تدريبية عملية .
135	أجوبة على تدريبات مختارة .
136	الوحدة الخامسة : خطط الفحص والمعاينة .
137	5- 1 المفاهيم الأساسية عن خطط الفحص الفحص .
138	5- 1 - 1 مفهوم الفحص .
138	5- 1 - 2 أنواع الفحص .
138	5- 1 - 2 الفحص الكلي (فحص 100%) .
138	5- 1 - 4 مميزات و عيوب الفحص الكلي (فحص 100%) .
138	5- 1 - 5 الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة) .
139	5- 1 - 6 مميزات و عيوب الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة) .
139	5- 2 خواص خطة الفحص .
139	5- 2 - 1 منحني خواص خطة الفحص .
142	5- 2 - 2 استخدام منحني خواص خطة الفحص في التحكم في الجودة .
143	5- 2 - 2 مخاطرة المنتج و مخاطرة المستهلك .
143	5- 3 متوسط الجودة المصدرة .
145	5- 4 أنواع خطط الفحص بالعينات (المعاينة للدفعة) .
145	5- 4 - 1 خطة الفحص المفردة .
146	5- 4 - 2 خطة الفحص الثنائية .
148	5- 4 - 2 خطة الفحص المتعددة .
152	ملخص الوحدة .
154	تدريبات .
156	حالات تدريبية عملية .
157	أجوبة على تدريبات مختارة .
158	الوحدة السادسة : مقدرة العمليات الإنتاجية .
159	6- 1 مفاهيم أساسية عن مقدرة العمليات الإنتاجية .
159	6- 1 - 1 مفهوم العمليات الإنتاجية .
160	6- 1 - 2 التحكم في العمليات الإنتاجية .
160	6- 1 - 3 مقدرة العمليات الإنتاجية .
161	6- 2 دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية .
161	6- 3 تحسين مقدرة العمليات الإنتاجية .
163	6- 4 تقدير مقدرة العملية الإنتاجية .
163	6- 4 - 1 تقدير مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام خريطتنا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ ) .
164	6- 5 تقدير مقدرة العملية الإنتاجية بحساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ( $C_p$ ) .

165	6-6 تطبيقات عملية على مقدرة العملية الإنتاجية
165	6-6-1 مثال تطبيقي على مقدرة العملية الإنتاجية
165	6-6-2 مثال تطبيقي على حالات مقدرة العملية الإنتاجية وسماح المواصفات
167	6-6-3 مثال تطبيقي على تحسين مقدرة العملية الإنتاجية
167	6-6-4 مثال تطبيقي على تقدير مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام خريطتا التحكم في المتوسط ( $\bar{X}$ ) والمدى ( $R$ )
169	6-6-5 مثال تطبيقي على حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ( $C_p$ )
171	ملخص الوحدة
173	تدريبات
175	حالات تدريبية عملية
177	أجوبة على تدريبات مختارة
178	الوحدة السابعة : تكاليف الجودة
179	7-1 مفهوم تكاليف الجودة
179	7-2 أهمية دراسة تكاليف الجودة
179	7-3 أنواع تكاليف الجودة
181	7-4 تحديد نوع تكلفة الجودة الذي تنتمي إليه تكلفة معينة
182	7-5 النسب المثالية لعناصر تكاليف الجودة
182	7-6 العلاقة بين مستويات الجودة و تكاليف الجودة المناظرة
183	7-7 دراسة تكاليف الجودة في مؤسسة إنتاجية
185	ملخص الوحدة
187	تدريبات
190	حالات تدريبية عملية
191	أجوبة على تدريبات مختارة
192	الوحدة الثامنة : الضبط الشامل لجودة
193	8-1 تطور أنظمة ضبط الجودة
196	8-2 مفهوم الضبط الشامل لجودة
196	8-3 عناصر الضبط الشامل لجودة
198	8-4 إدارة الجودة الشاملة
198	8-5 مبادئ إدارة الجودة الشاملة وفوائدها
200	8-6 مداخل إدارة الجودة الشاملة
200	8-6-1 النقاط الأربع عشرة لديمنج
201	8-6-2 النقاط الأربع عشرة لكروسبي
202	8-6-3 الخطوات العشر لتحسين الجودة لجوران
202	8-7 مراحل تطبيق إدارة الجودة الشاملة

202	8 - 7 - 1	مرحلة الإعداد
202	8 - 7 - 2	مرحلة التخطيط
203	8 - 7 - 3	مرحلة التقويم
203	8 - 7 - 4	مرحلة التنفيذ
203	8 - 7 - 5	مرحلة تبادل ونشر الخبرات
203	8 - 8	مواصفات الجودة الأيزو 9000
206		ملخص الوحدة
208		تدريبات
211		حالات تدريبية عملية
212		أجوبة على تدريبات مختارة
213		الوحدة التاسعة: الموثوقية
214	9 - 1	الجودة والموثوقية
214	9 - 2	تعريف الموثوقية
215	9 - 3	تحقيق الموثوقية في المنتجات الصناعية
215	9 - 4	الموثوقية ورغبات المستهلك
216	9 - 5	حساب موثوقية النظام
217	9 - 6	تدريبات عملية على حساب الموثوقية
221		ملخص الوحدة
223		تدريبات
225		حالات تدريبية عملية
227		أجوبة على تدريبات مختارة
228		قائمة المراجع

