

الفصل الثامن

فحص ومراقبة الجودة

* مقدمة :

تعد عملية الفحص والرقابة على الجودة من العمليات الإدارية الأساسية التي يجب على المنشأة المشتريّة القيام بها ، انطلاقاً من عدم التقرير بأن الأصناف الموردة مطابقة لمستويات الجودة ، دون أهمية مراعاة الفحص والرقابة لها . ولذلك فإن الهدف من هذه العملية الإدارية ، هو التأكد من مدى مطابقة المواد المشتراة لمستويات الجودة المطلوبة . ولا ينبغي إهمال القيام بهذه العملية لمجرد الافتراض بحسن العلاقة بين المنشأة والمورد ، أو لمجرد الفهم بأن مثل هذا الإجراء يحمل في مضمونه عدم الثقة في المورد . ونظراً لأهمية هذا الموضوع ، سوف نتناوله من حيث الأبعاد التالية :

أولاً : مفهوم وخطوات فحص ورقابة الجودة .

ثانياً : اقتصاديات فحص ورقابة الجودة .

ثالثاً : الرقابة الإحصائية على الجودة .

أولاً : مفهوم وخطوات فحص ورقابة الجودة :

تعنى عملية فحص ورقابة الجودة كما أوضحنا مجموعة الأنشطة الإدارية التي تهدف إلى التأكد من مدى مناسبة المنتج (سلعة أو خدمة) للاستخدامات المطلوبة . وتمر خطوات هذه العملية بنفس خطوات تطبيق مفهوم الرقابة ذاتها ، وهي :

١- وضع وتحديد المعايير .

٢- قياس الأداء الفعلي .

٣- مقارنة الأداء الفعلي بالمعايير .

٤- التقييم وإجراء العمل التصحيحي .

وفيما يلي توضيح لكل خطوة من هذه الخطوات ، بالتطبيق على مفهوم مراقبة الجودة :

١- وضع وتحديد المعايير :

تتمثل أول خطوة من خطوات الفحص والرقابة على الجودة في وضع المعايير التي على ضوءها يتم تنفيذ باقي خطوات الرقابة، وعادة ما

يعبر عن مستوى الجودة المطلوب فى صورة معايير ، يتم تحديدها أثناء وضع خطة الصنع الخاصة بإنتاج السلعة . ومن هنا تتضح أيضاً العلاقة بين التخطيط والرقابة ، على أساس أن الخطط تمثل معايير للأداء يجب القياس على أساسها . ويتم تحديد المعايير إما فى صورة رسوم أو كتابة ، أما الرسوم فتهتم بتحديد المقاييس والشكل الخاص بالسلعة ، وما عدا ذلك من الأشياء التى لا يمكن التعبير عنها بالرسم يتم تحديدها فى شكل مكتوب . وأثناء وضع المعايير أيضاً يتم تحديد حدود السماح أو الانحرافات المسموح بها عن المعايير ، وبالطبع فإن حدود السماح هذه تختلف من صناعة إلى أخرى . فنجد أنها فى صناعة مثل الأدوية تكون أقل ما يمكن ، فى حين أنها قد تكون أكثر من ذلك فى صناعات أخرى . وبالطبع فإن المعيار الخاص بجودة السلعة يتوقف على مستوى الجودة الذى يرغبه المستهلك فى المقام الأول ، مع أخذ القدرة على إنتاج وتصنيع هذه المواصفات فى الاعتبار ، وبعد ذلك يتم تحديد المعايير الواقعية للإنتاج التى على أساسها تتم عملية القياس .

٢- قياس الأداء الفعلى (الفحص) :

من أجل التأكد من مطابقة الأداء الفعلى للجودة للمعايير التى سبق تحديدها ، يتم قياس الأداء الخاص بالجودة من خلال فحص المنتجات . ويعرف الفحص بأنه ذلك الجزء من ضبط مستوى جودة الإنتاج الذى يضمن استمرار الحصول على نفس مستوى الجودة فى الإنتاج باستمرار ، إذ بعد تحديد مستويات جودة الإنتاج فى صورة مواصفات ومعايير لابد من توافرها فى المنتج ، يصبح الهدف من عملية الفحص مقارنة مستويات التنفيذ بتلك المستويات المحددة . ولذلك سوف نتعرض فى عملية الفحص لما يلى :

١/٢ العلاقة بين عملية الفحص ومكونات النظام الإنتاجى :

إن عملية الفحص ضرورية فى كل مراحل النظام الإنتاجى ، من أجل ضمان الحصول على وحدات بمستوى الجودة المطلوب ، ولذلك فإن عمليات الفحص تتضمن ما يلى :

- فحص المواد المشتراة . وذلك بهدف التأكد من صلاحية هذه المواد للعملية الإنتاجية وخلوها من العيوب والاختلافات التى تؤثر على جودة الإنتاج . وبالطبع فإن عملية الفحص هنا تتم على أساس مطابقة الوحدات الواردة

للمشروع ، بتلك التي تم تحديدها في أمر الشراء الصادر للمورد من المشروع

- فحص الأجزاء تحت التصنيع أثناء سير العملية الإنتاجية ، وذلك بهدف تحديد وضبط العيوب أولاً بأول ، خاصة تلك التي يتم اختفاؤها حينما يتم تشطيب المنتج النهائي . ولذلك فإن تحديد النقاط الحرجة التي يجب أن يجرى فيها الفحص تعتبر عملية مهمة حسب طبيعة كل صناعة ، ويمكن الاسترشاد بما يلي لتحديد نقط الفحص :

- x- أن يتم فحص الأجزاء بعد العمليات التي يتوقع حدوث انحرافات عندها .
- x- أن يتم الفحص قبل العمليات ذات التكلفة المرتفعة ، حتى نضمن عدم القيام بهذه العمليات على الوحدات المعيبة .
- x- أن يتم الفحص قبل العمليات التي يترتب عليها اختفاء العيوب من العمليات السابقة .

- فحص المنتجات تامة الصنع وذلك للتأكد من إنتاج المعايير المطلوبة لإشباع مطالب واحتياجات المستهلك ، وعدم خروج الوحدات غير المطابقة للمواصفات إلى المستهلك ، من أجل الحفاظ على سمعة المشروع وقدرته على المنافسة .

٢/٢ - كيفية القيام بالفحص وعدد الوحدات الواجب فحصها :

أما من حيث كيفية إتمام عملية الفحص ، فإن هناك طرقاً كثيرة يمكن للقائم بعملية الفحص أن يختار من بينها ما يناسبه . ومن هذه الطرق استخدام الحواس ، أو استخدام أدوات مساعدة في الفحص ، مثل المقاييس أو الموازين أو خرائط الرقابة على الجودة . وبالنسبة لعدد الوحدات الواجب فحصها ، قد يتصور البعض أن الفحص الشامل لكل الوحدات أفضل ، حيث أنه يمنع احتمال وجود وحدات معيبة ، ولكن هذا بالطبع غير صحيح إذ أن على المشروع أن يحدد مستوى الفحص الذي يؤدي إلى تخفيض التكاليف الكلية إلى أدنى درجة (تكاليف الفحص ، والتكاليف الخاصة باحتمال نزول وحدات معيبة إلى السوق) .

هذا بالإضافة إلى أن درجة تركيز الفاحص في حالة الفحص الشامل تنخفض مع الوقت ومع زيادة عدد الوحدات المفحوصة ، مما يؤدي إلى زيادة احتمال حدوث الأخطاء في حالة الفحص الشامل . وعلى أي الأحوال ، فإن هناك حالات يفضل فيها الفحص بنظام العينات وهي :

- عندما تكون السلعة من النوعية التي تستهلك في أثناء عملية الفحص .
- عندما تكون تكلفة الفحص مرتفعة بالمقارنة بتكلفة احتمال مرور وحدات معيبة

- عندما يصعب فحص كل الوحدات المنتجة لأى سبب من الأسباب .

٣- مقارنة الأداء الفعلى بالمعايير :

فى هذه المرحلة يتم إجراء المقارنة بين الجودة الفعلية للإنتاج ، وبين المعايير التى تم تحديدها فى الخطوة رقم (١) ، الأمر الذى يترتب عليه التعرف على الانحرافات ، وهل هى مقبولة أم لا ، وما الأسباب الحقيقية لهذه الانحرافات . وبالطبع فإن هناك انحرافات مقبولة ، وهى تلك التى ترجع إلى الصدفة أو نتيجة الأخطاء العشوائية ، وهذه الانحرافات لا يمكن التخلص منها . أما النوع الآخر من الانحرافات وهى الانحرافات التى لا يمكن قبولها ، هى تلك التى تنتج بسبب حدوث خطأ أو أكثر أثناء مراحل العملية الإنتاجية والتى يمكن أن تتمثل فى واحد أو أكثر مما يلى :

- استخدام المشروع لمواد خام غير مطابقة للمواصفات .
- وجود خلل فى إحدى الماكينات ، مما يترتب عليه إنتاج أجزاء غير مطابقة للمواصفات .
- عدم كفاءة العاملين فى المشروع أو بعضهم على تشغيل الماكينات بالكفاءة والدقة المطلوبة .
- عدم الاهتمام بصيانة وتغيير بعض الأجزاء التى تتآكل بعد فترة معينة ، مما يترتب عليه زيادة الانحرافات .

٤- اتخاذ الإجراء الصحيح :

فى هذه الخطوة تكون الصورة واضحة أمام متخذ القرار ، إذ أن الانحرافات تكون قد أصبحت محددة ، والأسباب التى أدت إليها أيضاً أصبحت واضحة . وبالتالي فإن المسئول يتخذ القرار الذى يترتب عليه إزالة أسباب الانحراف والتى قد تتمثل فيما يلى :

- تغيير المعايير لكونها ذات مستوى أعلى مما يجب ، أو أنها مثالية بدرجة عالية

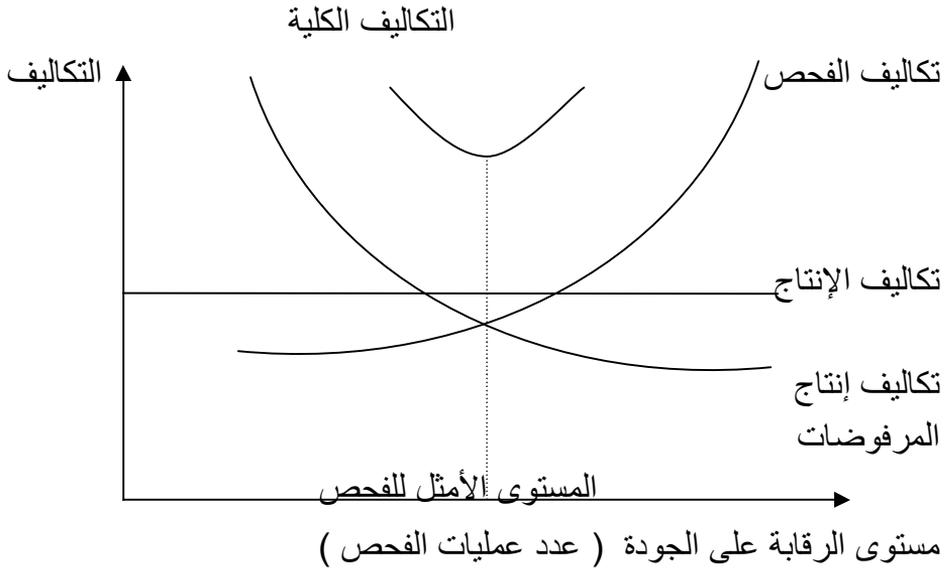
- تغيير المواد الخام اللازمة للعملية الإنتاجية .

- تدريب العمال على كيفية تشغيل الآلات بشكل سليم .

- الاهتمام بعمليات الصيانة فى المشروع .

ثانياً : اقتصاديات فحص ورقابة الجودة :

إن اقتصاديات الجودة تتطلب تحديد الحجم الأمثل لعمليات الفحص ، والذي يترتب عليه تخفيض التكاليف الكلية لأدنى درجة ممكنة (تكاليف الفحص ، والتكاليف التي يتحملها المشروع نتيجة لإنتاج وحدات معيبة) . إذ أنه مع الاهتمام بالجودة تزداد عمليات الفحص ، مما يترتب عليه زيادة تكلفة الفحص ولكن في المقابل تنخفض الوحدات المنتجة وبها عيوب ، مما يؤدي إلى انخفاض تكاليف العيوب . ولكن عند نقطة معينة لا تؤدي الزيادة في عمليات الفحص ، إلى انخفاض الوحدات المعيبة . وتعتبر هذه النقطة (الأدنى) أفضل مستوى للفحص ، إذ أنه يحقق أعلى وفورات ممكنة للمشروع ، وهذا ما يوضحه الشكل التالي :



شكل رقم (١/٨) - المستوى الأمثل للفحص

وعلى ذلك يمكن القول بأن المعيار أو المقياس الذي يحدد للمشروع مدى الفحص ، يتوقف على :

- ١- تكلفة إجراء عملية الفحص سواء داخل المشروع أو خارجه (ت ف) .
- ٢- التكلفة الإضافية الناتجة عن الوحدات المعيبة (ت ض) .
- ٣- متوسط النسبة المئوية للوحدات المعيبة التي تتضمنها عادة الطلبات المرسله من المورد ، ويرمز لها بالرمز (و) .

ويمكن إيجاد صيغة كمية يمكن الاعتماد عليها عند تقرير القيام بالفحص من عدمه على الوجه التالي :

بفرض أن المشروع قرر أن يتم فحص جميع الوحدات الموردة والتي عددها (ن) وحدة ، أى أن التكلفة الإضافية فى هذه الحالة ستكون صفراً ، لأنه لا يوجد احتمال وجود وحدات معيبة . وفى هذه الحالة تكون التكلفة الكلية ، هى :

التكلفة الكلية = تكلفة الفحص + التكلفة الإضافية

$$= (ن \times ت ف) + (ن \times و \times ت ض)$$

حيث أن "و" (وهى النسبة المئوية للوحدات المعيبة) = صفراً ، لكون هناك فحص كامل .

$$\therefore \text{التكلفة الكلية} = (ن \times ت ف) + (صفر \times ت ض)$$

$$= ن \times ت ف \quad \text{وتكون عند حدها الأقصى .}$$

وإذا فرضنا الحالة العكسية ، أى أن المشروع قرر عدم الفحص ، فإن (ت ف) = صفر .

$$\therefore \text{التكلفة الكلية فى حالة عدم الفحص} = (ن \times صفر) + (ن \times و \times ت ض)$$

$$= ن \times و \times ت ض \quad \text{وتكون عند حدها الأقصى.}$$

∴ يمكن القول أن الفحص وعدم الفحص لا يختلفان لدى المشروع ، عند الحد الذى تتساوى فيه التكلفة الكلية للفحص مع التكلفة الكلية لعدم الفحص ، أى عندما يكون :

$$ن \times ت ف = ن \times و \times ت ض$$

وبحذف ن من طرفى المعادلة

$$\therefore ت ف = و \times ت ض$$

$$\therefore و = \frac{ت ف}{ت ض}$$

ومعنى ذلك أن الفحص يتساوى مع عدمه لدى المشروع ، إذا كان متوسط النسبة المئوية للوحدات المعيبة التى تتضمنها عادة الطلبيات

تكلفة فحص الوحدة

التكلفة الإضافية للوحدة

المعيبة

المرسلة من المورد ، تساوى خارج قسمة :

وعلى ذلك فإن الاحتمالات الثلاثة الآتية ، هى التى تحدد مدى الفحص:

$$1- \text{إذا كانت } و = \frac{ت ف}{ت ض} \left(\text{لا يصبح هناك فرق من حيث التكاليف} \right)$$

بين الفحص أو عدم الفحص بالنسبة للمنشأة
المشترية .

ت ض

$$\left(\begin{array}{l} \text{ت ف} \\ \text{ت ض} \end{array} < \text{إذا كانت و} \right) \text{ يكون الفحص الكامل أفضل .}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{ت ف} \\ \text{ت ض} \end{array} > \text{إذا كانت و} \right) \text{ يكون عدم الفحص أقل تكلفة .}$$

مثال :

تقوم منشأة بشراء احتياجاتها من صنف معين فى شكل طلبيات أسبوعية حجمها ١٠٠٠ وحدة ، وتبلغ تكلفة فحص الوحدة الواحدة عشرون قرشاً ، أما التكلفة الإضافية لأى وحدة معينة فستحمل المشروع عشرة جنيهاً . والمطلوب : تقديم النصح لهذه المنشأة ، من حيث هل الأفضل لها أن تقوم بفحص كامل أم عدم الفحص أصلاً ؟ ، وذلك إذا علمت أن الطلبيات السابقة من هذا الصنف ، كانت عادة تحتوى على ٣% وحدات معينة .

(الحل)

سنقوم بحل هذا المثال بطريقتين :

أ- الطريقة الأولى للحل :

$$\begin{aligned} \text{التكلفة الكلية فى حالة الفحص الكامل} &= (\text{ن} \times \text{ت ف}) + (\text{ن} \times \text{و} \times \text{ت ض}) \\ \text{التكلفة الكلية فى حالة الفحص الكامل} &= (١٠٠٠ \times \text{صفر}) + (١٠ \times ٠.٢ \times ١٠٠٠) \\ &= (١٠٠٠ \times \text{صفر} + ٢٠٠) \end{aligned}$$

$$= ٢٠٠ + \text{صفر}$$

$$= ٢٠٠ \text{ جنيهاً}$$

$$\text{التكلفة الكلية فى حالة عدم الفحص} = (\text{ن} \times \text{ت ف}) + (\text{ن} \times \text{و} \times \text{ت ض})$$

$$\text{التكلفة الكلية لعدم الفحص} = (١٠٠٠ \times \text{صفر}) + (١٠ \times \frac{٣}{١٠٠} \times ١٠٠٠)$$

$$= ٣٠٠ + \text{صفر}$$

$$= ٣٠٠ \text{ جنيهاً}$$

أى أن الفحص يكلف المنشأة ٢٠٠ جنيهاً ، بينما عدم الفحص يكلف المنشأة ٣٠٠ جنيهاً .

∴ فمن الأفضل لهذه المنشأة أن تقوم بالفحص الكامل لجميع الوحدات
الموردة .

ب- الطريقة الثانية للحل :

$$\frac{ت ف}{ت ض} = و$$

$$\therefore و = \frac{٠.٢}{١٠} = ٠.٠٢ = ٢\%$$

أى أن الفحص وعدم الفحص يستويان إذا كانت نسبة الوحدات المعيبة هي ٢% ، ولكن بالنظر إلى بيانات المثال نجد أن الطليبات السابقة كانت تحتوى على ٣% من الوحدات المعيبة ، أى أن :

$$\frac{ت ف}{ت ض} < و$$

∴ ننصح المشروع بالفحص الكامل للوحدات .

ثالثاً : الرقابة الإحصائية على الجودة :

ترجع فكرة الرقابة الإحصائية على الجودة إلى استخدام العينات فى عمليات الفحص ، بدلاً من الاعتماد على الفحص الشامل سواء للمواد أو الأجزاء أو الوحدات تامة الصنع . ومن أجل تعميم النتائج التى يتم الحصول عليها من فحص العينات على كل الوحدات التى يتم إنتاجها ، فإن رجال الإحصاء يفرقون بين نوعين من الانحرافات ، هما :

- الانحرافات التى ترجع إلى الصدفة والتى تحدث فى ظروف العمل الطبيعية ولا يمكن التخلص منها ، وتعتبر هذه الانحرافات مقبولة إحصائياً .
- الانحرافات التى ترجع إلى عوامل أخرى وهى غير متوقعة ولا يمكن قبولها .

ويمكن التفرقة بين النوعين التاليين للرقابة على الجودة ، وهما :

١- الرقابة باستخدام خرائط الرقابة على الجودة .

٢- الرقابة بنظام عينات القبول .

١- خرائط الرقابة على الجودة :

تستخدم هذه الخرائط عادة للفحص أثناء العملية الإنتاجية ، وتدور الفكرة الرئيسية لها على تحديد حد أعلى وحد أدنى لمستوى الجودة

المقبول ، وبالطبع فإن تحديد هذا الحد (الأعلى والأدنى) يكون على أساس حساب الوسط الحسابي للمجتمع وأيضاً الانحراف المعياري لهذا، ويكون الحد الأقصى مساوياً للوسط الحسابي + ٣ انحراف معياري ، كما يكون الحد الأدنى مساوياً للوسط الحسابي - ٣ انحراف معياري .

وعند القيام بفحص عينة من منتجات التشغيل ، فإنه يتم التفريفة بين نوعين من الانحرافات عن الوسط الحسابي كما يلي :

- الانحرافات التي تقع داخل الحد الأدنى والأقصى ، وهي التي لا تؤدي إلى وقف العملية الإنتاجية ، حيث ينظر إليها على أنها انحرافات عشوائية راجعة إلى عوامل الصدفة .

- الانحرافات التي تقع خارج الحد الأدنى والأقصى ، وهي التي يترتب عليها وقف العمليات الإنتاجية ، حيث أنها ترجع إلى عوامل جوهرية.

وهناك نوعان أساسيان للرقابة على الجودة باستخدام خرائط الرقابة،

وهما :

١/١ - خرائط الرقابة لفحص المتغيرات .

٢/١ - خرائط الرقابة لفحص توافر الخصائص .

١/١- خرائط الرقابة لفحص المتغيرات :

تتناول الرقابة على المتغيرات فحص كل جزء من الأجزاء التي تدخل في إنتاج المنتج ، وذلك بهدف التأكد من مطابقة المواصفات القابلة للقياس الكمي ، مثل الطول أو الوزن أو درجة الحرارة ... الخ ، والتي تأخذ مدى معين يتم تبويبها على أساسه . وتشتمل هذه النوعية من الخرائط على النوعين التاليين :

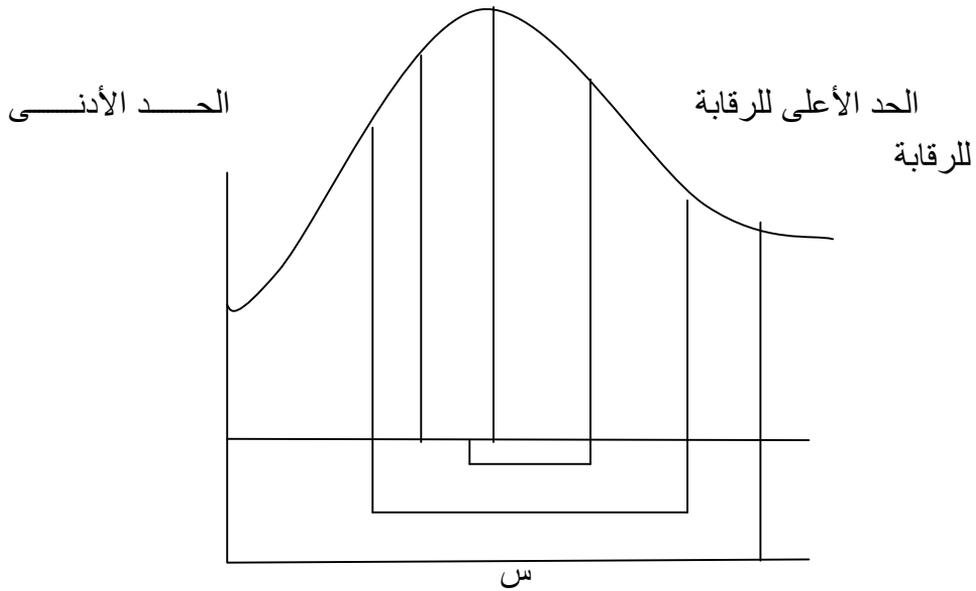
١/١/١ - خريطة المتوسطات :

هي الخريطة التي يتم عليها تسجيل متوسط كل عينة ، للتعرف على مدى وقوعه داخل أو خارج الحدود المحددة (الأدنى والأقصى) للرقابة ، فإذا اتضح أن متوسط عينة ما يقع داخل الحدود الموضحة على هذه الخريطة ، فإنها تصبح عينة مقبولة . أما إذا اتضح أن متوسط عينة أخرى تقع خارج الحدود ، فهذا معناه أن هناك خللاً في العملية الإنتاجية لا بد من التعرف عليه والعمل على إزالة أسبابه.

٢/١/١ - خريطة المدى :

هى الخريطة التى يسجل عليها المدى الخاص بكل عينة ، ويعرف المدى بأنه الفرق بين أدنى قيمة فى العينة وأعلى قيمة فى نفس العينة ، وهو يقيس درجة التشتت فى هذه العينة . إذ أن خريطة المتوسطات قد تظهر أن العملية الإنتاجية مقبولة ، ولكن قد تكون درجات تشتت المفردات عن المتوسط عالية ، مما يستوجب ضرورة التعرف على أسباب ذلك والعمل على التخلص منها .

وفى الواقع فإن خرائط المتوسطات والمدى تبين على نظرية إحصائية مشهورة ، هى نظرية النهايات المركزية . وتقوم فكرة هذه النظرية على أنه بصرف النظر عن نوع التوزيع الاحتمالى الأسمى لأى ظاهرة ، فإن توزيع متوسط المتوسطات لهذه الظاهرة - يتبع التوزيع الطبيعى والذى يأخذ الشكل التالى :



س + ١ δ	٦٦.١ %
س + ٢ δ	٩٥.٤ %
س + ٣ δ	٩٩.٧ %

شكل رقم (٢/٨)- التوزيع الطبيعي وحدود الرقابة

حيث \bar{S} = متوسط المتوسطات للعينات المسحوبة كلها ،

δ = الانحراف المعياري لمتوسط العينات .

وبمعلومية هذين العنصرين يمكن تحديد الحد الأدنى والأعلى للرقابة على الجودة ، إذ أنه يكون عند $\bar{S} \pm 3\delta$. ونظراً لصعوبة عملية حساب الانحراف المعياري لمتوسط المتوسطات ، فإنه يمكن استبدال ذلك بمتوسط المدى الخاص بالعينات للحصول على الحدود الدنيا والعليا للرقابة (\bar{M}) ، وبالتالي يمكن تحديد الحد الأدنى والأعلى لخريطة المتوسطات كما يلي :

الحد الأدنى = $\bar{S} - \bar{A}_M$

الحد الأعلى = $\bar{S} + \bar{A}_M$

حيث أن : \bar{A} = قيمة معدة إحصائياً لمقابلة الأحجام المختلفة من العينات ويتم الحصول عليها من الجدول (١/٨) .
 \bar{M} = متوسط المدى للعينات .

جدول رقم (١/٨)

عناصر الحدود الدنيا والعليا لخرائط الرقابة

المدى الأدنى (د)	المدى الأعلى (ع)	متوسط العنصر (أ)	حجم العينة
صفر	٣.٢٧	١.٨٨	٢
صفر	٢.٥٧	١.٠٢	٣
صفر	٢.٢٨	٠.٧٣	٤
صفر	٢.١١	٠.٥٨	٥
صفر	٢.٠٤	٠.٤٨	٦
٠.٠٨	١.٩٢	٠.٤٢	٧
٠.١٤	١.٨٦	٠.٣٧	٨
٠.١٨	١.٨٢	٠.٣٤	٩
٠.٢٢	١.٧٨	٠.٣١	١٠
٠.٢٦	١.٧٤	٠.٢٩	١١

٠.٢٨	١.٧٢	٠.٢٧	١٢
٠.٣١	١.٦٩	٠.٢٥	١٣
٠.٣٣	١.٦٧	٠.٢٤	١٤
٠.٣٥	١.٦٥	٠.٢٢	١٥

تابع جدول رقم (١/٨) :

المدى الأدنى (د)	المدى الأعلى (ع)	متوسط العنصر (أ)	حجم العينة
٠.٣٦	١.٦٤	٠.٢١	١٦
٠.٣٩	١.٦١	٠.١٩	١٨
٠.٤١	١.٥٩	٠.١٨	٢٠

أما الحد الأدنى والأعلى لخريطة المدى ، فإنهما يحددان كما يلي :

الحد الأدنى للمدى = م × د

الحد الأعلى للمدى = م × ع

حيث أن :

م = متوسط المدى للعينات .

د = قيمة المدى الأدنى من الجدول .

ع = قيمة المدى الأعلى من الجدول .

ولتوضيح كيفية إعداد خريطة المتوسط والمدى ، سوف نتعرض للمثال

التالى :

مثال :

تقوم إحدى الشركات بإعداد خرائط الرقابة على المتغيرات للمنتجات التى تقوم بتصنيعها ، ومن أجل ذلك فقد قامت الشركة بأخذ عدد من العينات يبلغ حجم كل منها ٤ مفردات ، وقد كانت قيم هذه المفردات كما هو موضح بالجدول التالى :

جدول رقم (٢/٨)

عدد المفردات والقيم المسجلة لها بالشركة

قيمة مفردات كل عينة			عدد العينات	
٢٧.٠	٢٥.٠	٢٤.٦	٢٦.٤	١

٢٢.٤	٢٤.٨	٢٥.٦	٢٣.٢	٢
٢٣.٨	٢٥.٢	٢٦.٣	٢٢.٧	٣
٢١.٨	٢٨.٢	٢٧.٢	٢١.٨	٤
٢١.٥	٢٧.٤	٢٥.٦	٢٤.٥	٥
٢٧.٨	٢٦.٨	٢٢.٧	٢٣.٧	٦
٢٥.٤	٢٢.٦	٢٦.٠	٢٨.٠	٧
٢٦.٠	٢٢.٢	٢١.٤	٢٧.٤	٨
٢١.٨	٢٨.٠	٢٧.٢	٢٤.٠	٩
٢٤.٠	٢٥.٥	٢٧.٢	٢٦.٣	١٠
٢٧.٠	٢٣.٦	٢١.٨	٢٣.٦	١١
٢١.٤	٢٦.٢	٢٧.٤	٢٨.٠	١٢
٢٦.٥	٢٧.٦	٢٣.٥	٢٥.٨	١٣
٢١.٤	٢٥.٢	٢٨.٠	٢٦.٤	١٤
٢٤.٢	٢١.٨	٢٢.٥	٢٧.٥	١٥

والمطلوب تحقيق الرقابة الإحصائية في هذه الشركة من خلال :

(١)- رسم خريطة المتوسطات لهذه العينات .

(٢)- رسم خريطة المدى لهذه العينات .

(الحل)

للقيام برسم خريطة الأوساط وخريطة المدى في هذه الشركة لمجموعة

العينات التي تم أخذها، يتم إتباع الخطوات التالية :

١- حساب الوسط والمدى الخاص بكل عينة كما هو بالجدول التالي :

جدول رقم (٣/٨) - الوسط الحسابي

والمدى لعدد العينات بالشركة

رقم العينة	قيم مفردات كل عينة	الوسط الحسابي	المدى
١	٢٦.٤ ٢٤.٦ ٢٥.٠ ٢٧.٠	٢٥.٧٥	٢.٤
٢	٢٣.٢ ٢٥.٦ ٢٤.٨ ٢٢.٤	٢٤.٠٠	٣.٢
٣	٢٢.٧ ٢٦.٣ ٢٥.٢ ٢٣.٨	٢٤.٥٠	٣.٦
٤	٢١.٨ ٢٧.٢ ٢٨.٢ ٢١.٨	٢٤.٧٥	٦.١
٥	٢٤.٥ ٢٥.٦ ٢٧.٤ ٢٦.٥	٢٦.٠٠	٢.٠
٦	٢٣.٧ ٢٢.٧ ٢٦.٨ ٢٧.٨	٢٥.٢٥	٥.١
٧	٢٨.٠ ٢٦.٠ ٢٢.٦ ٢٥.٤	٢٥.٥٠	٤.٤
٨	٢٧.٤ ٢١.٤ ٢٢.٢ ٢٦.٠	٢٤.٢٥	٦.٠
٩	٢٤.٠ ٢٧.٢ ٢٨.٠ ٢١.٨	٢٥.٢٥	٥.٤
١٠	٢٦.٣ ٢٧.٢ ٢٥.٥ ٢٤.٠	٢٥.٧٥	٢.٣

تابع جدول رقم (٣/٨) :

رقم العينة	قيم مفردات كل عينة	الوسط الحسابي	المدى
١١	٢٣.٦ ٢٧.٨ ٢٣.٦ ٢٧.٠	٢٥.٥٠	٤.٢
١٢	٢٨.٠ ٢٧.٤ ٢٦.٢ ٢١.٤	٢٥.٧٥	٦.٦
١٣	٢٥.٨ ٢٣.٥ ٢٧.٢ ٢٦.٥	٢٥.٧٥	٣.٠
١٤	٢٦.٤ ٢٨.٠ ٢٥.٢ ٢١.٤	٢٥.٢٥	٥.٠
١٥	٢٧.٥ ٢٢.٥ ٢١.٨ ٢٤.٨	٢٤.١٥	٥.٧

١/١ - حساب الوسط الحسابي لأوساط العينات :

$$س = \frac{\text{مجموع الأوساط الحسابية للعينات}}{\text{عدد العينات}} = \frac{٣٧٧.٤}{١٥} = ٢٥.١٦$$

٢/١ - حساب المدى المتوسط للعينات :

$$م = \frac{\text{مجموع المدى الخاص بالعينات}}{\text{عدد العينات}} = \frac{٦٤.٩٥}{١٥} = ٤.٣٣$$

٣/١ - حساب الحدود الدنيا والعليا للأوساط كما يلي :

الحد الأدنى = س - أم

$$٢٢.٤٤ = ٠.٧٣ \times ٤.٣٣ - ٢٥.١٦ =$$

$$\text{الحد الأعلى} = س + أم = ٢٨.٧٦ = ٠.٧٣ \times ٤.٣٣ + ٢٥.١٦ =$$

٤/١ - حساب الحدود الدنيا والعليا للمدى كما يلي :

الحد الأدنى = م × د

$$٤.٣٣ \times \text{صفر} = \text{صفر}$$

الحد الأعلى = م × ع

$$٩.٨٧ = ٢.٢٨ \times ٤.٣٣ =$$

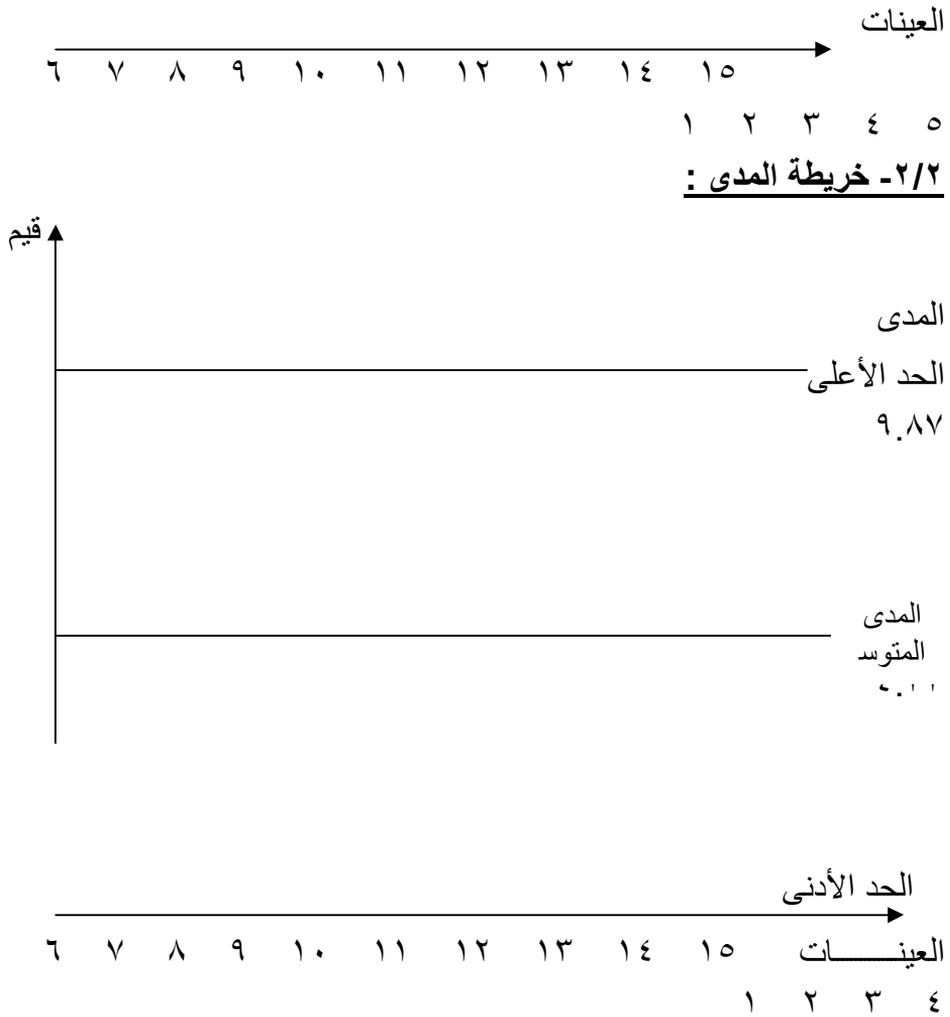
٢- رسم خريطة الأوساط وخريطة المدى مع توضيح الحدود الدنيا والعليا عليها

كما يلي :

١/٢ - خريطة الأوساط :



* هذه القيمة مستخرجة من الجدول الإحصائي أمام عينة عدد مفرداتها (٤) ، وهى قيمة متوسط العنصر.



- ٣- اختبار خريطة المتوسطات وذلك برصد قيم العينات (الوسط الحسابي للعينات) على هذه الخريطة ، فإذا كانت قيم جميع الأوساط بين الحد الأدنى والأعلى ، فإن ذلك يعني أن الانحرافات بينها راجعة إلى عوامل الصدفة ، أما إذا وقعت إحدى أو بعض هذه القيم خارج الحدود ، فمعنى هذا أن هناك أسباباً لذلك ، يجب البحث عنها والعمل على إزالتها .
- ٤- اختبار خريطة المدى بنفس الطريقة السابقة مع ملاحظة أن الحد الأدنى للمدى هو صفر والحد الأقصى ٩.٨٧ .

ومن اختبار هذه الخرائط يتضح ما يلي :

- ١/٤ - أن خريطة المتوسطات تدل على أن الانحرافات بين الأوساط المختلفة ترجع إلى الصدفة .
- ٢/٤ - أن خريطة المدى تدل على أن الانحرافات بين المدى قائمة أيضاً على الصدفة ، ومن ذلك فإنه يمكن القول بأن مستوى الجودة فى هذه الشركة تحت الرقابة الإحصائية ، وأيضاً يتضح أن خرائط الرقابة يمكن الاستفادة منها على أساس أنها :
- وسيلة لتحديد الهدف الذى يجب أن يحاول المشروع الوصول إليه ، وهو الحدود الدنيا والعليا التى لا يجب تخطيها .
 - وسيلة لتحقيق الهدف وذلك من خلال تحديد الانحرافات التى لا ترجع إلى الصدفة ، والتي يجب العمل على التخلص منها .
 - أن استعمالها بصفة مستمرة يعطى صورة واضحة عن مدى الوصول إلى مستوى الجودة المطلوب فى كل عينة من العينات التى يتم أخذها بعد ذلك للتعرف على مستوى الجودة فيها .

٢/١ - خرائط الرقابة على الخصائص أو الصفات:

وهى الخرائط التى تبنى على أساس فحص توافر نسبة خصائص معينة فى العينات ، أو عن طريق البحث عن خصائص معينة من خلال تحديد عدد الوحدات المعيبة ، وهذا النوع من الخرائط ينقسم إلى النوعين التاليين :

١/٢/١ - خرائط مراقبة نسبة الردئ :

وتستخدم هذه الخرائط فى حالة القدرة على القياس الدقيق للمواصفات ، ولكن لا يمكن تحقيق ذلك عملياً نتيجة لارتفاع التكاليف أو لضيق الوقت أو لأن السلعة من النوع الذى يستهلك فى حالة الاختبار . ولذلك فإنه يتم استخدام العينات لتحديد توافر نسبة التالف فى الإنتاج ، بدلاً من إجراء الفحص الشامل لكل الوحدات .

وطبقاً لهذه الخريطة يتم تحديد حد أدنى وحد أعلى للرقابة ووضع قيم العينات عليها ، ومن خلاله يتم تحديد درجة قبول نسبة الردئ ، والتي إذا وقعت بين هذه الحدود تكون راجعة إلى الصدفة ،

أما إذا وقعت خارج هذه الحدود فإنها راجعة إلى أسباب أخرى يجب البحث عنها والتخلص منها .
وتقوم خرائط مراقبة نسبة الردى على التوزيع ذى الحدين ،
وذلك لأن هذا التوزيع به درجتين فقط ، وهما مقبول أو معيب . ومن
أجل رسم هذه الخريطة ، فإنه يتم حساب الوسط الحسابى والانحراف
المعيارى لهذا التوزيع كما يلى :

- الوسط الحسابى لنسبة الوحدات الرديئة يكون :

$$\frac{\text{عدد الوحدات الرديئة}}{\text{المجموع الكلى للوحدات التى تم فحصها}} = \text{الوسط الحسابى للوحدات الرديئة}$$

وسوف يرمز له بالرمز (و) ، حيث أن المجموع الكلى للوحدات
يساوى (عدد العينات × حجم العينة بافتراض أنها ثابتة) .

- أما الانحراف المعياري (ع) لهذا التوزيع فيكون :

$$\frac{\text{و (و - ١)}}{\text{ن}} = \text{ع}$$

حيث (ن) = حجم العينة

وتكون حدود الرقابة إذا ما افترضنا درجة ثقة ٩٩.٧ % عند الوسط الحسابى
 ± ٣ انحراف معيارى وبذلك يكون الحد الأدنى والحد الأعلى للرقابة كما يلى :

$$\text{الحد الأدنى} = \text{و} - ٣ \left(\frac{\text{و (و - ١)}}{\text{ن}} \right)$$

$$\text{الحد الأعلى} = \text{و} + ٣ \left(\frac{\text{و (و - ١)}}{\text{ن}} \right)$$

ومن أجل التعرف على كيفية الرقابة باستخدام خرائط الرقابة على نسبة
الردى ، سوف نستخدم المثال التالى:

مثال :

طلبت منك إحدى الشركات مساعدتها فى تحديد درجة قبول
المعيب لديها فى الكميات المنتجة ، ومن أجل ذلك قامت الشركة
بأخذ ٢٠ عينة ، وحجم كل منها ١٠٠ مفردة ، وكانت نسبة الردى

فى هذه العينات كما هى موضحة بالجدول التالى ، والمطلوب منك تحديد درجة قبول الإنتاج إحصائياً فى هذه الشركة ؟.

جدول رقم (٤/٨)

نسبة الردئ فى الكميات المنتجة للشركة

نسبة الردئ	عدد الكميات الرديئة	رقم العينة	نسبة الردئ	عدد الكميات الرديئة	رقم العينة
٠.١٧	١٧	١١	٠.٠٧	٧	١
٠.٠٧	٧	١٢	٠.٠٦	٦	٢
٠.٠٥	٥	١٣	٠.٠٣	٣	٣
٠.٠٤	٤	١٤	٠.٠٤	٤	٤
٠.٠٨	٨	١٥	٠.٠٣	٣	٥
٠.٠٩	٩	١٦	٠.٠٦	٦	٦
٠.١٢	١٢	١٧	٠.٠٢	٢	٧
٠.١٦	١٦	١٨	٠.١١	١١	٨
٠.٠٤	٤	١٩	٠.١٣	١٣	٩
٠.١٥	١٥	٢٠	٠.١٥	١٥	١٠

(الحل)

من أجل تحديد درجة قبول أو عدم قبول نسبة المعيب فى هذه الشركة ، فإنه يلزم إتباع الخطوات التالية :

١- حساب الوسط الحسابى لنسبة الردئ :

$$0.08 = \frac{157}{2000} = \frac{\text{عدد الوحدات الرديئة}}{\text{عدد الوحدات التى تم فحصها}} = \text{و}$$

٢- حساب الانحراف المعيارى لنسبة الردئ :

$$\frac{0.92 \times 0.08}{\sqrt{\quad}} = \frac{\text{و} (1 - \text{و})}{\sqrt{\quad}} = \text{ع}$$

* هذا الرقم يمثل (عدد العينات × حجم العينة = ٢٠ × ١٠٠) .

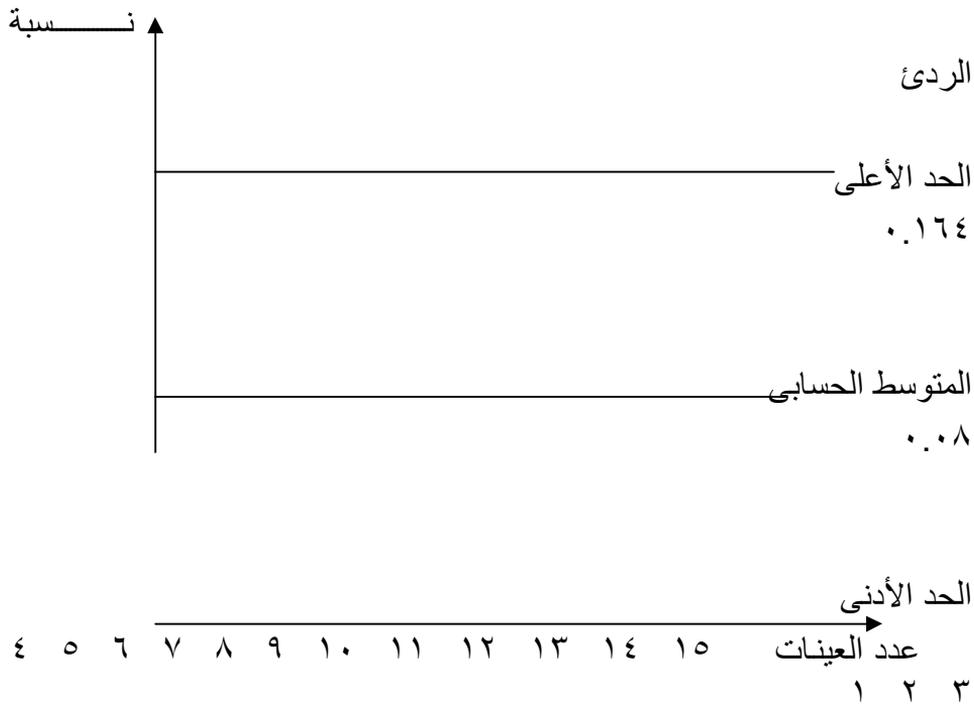
$$\frac{100}{0.028} = \frac{n}{\sqrt{0.000736}} =$$

٣- حساب الحد الأعلى والحد الأدنى للرقابة :

$$\text{الحد الأدنى} = 0.08 - 0.028 \times 3 = -0.004 \times$$

$$\text{الحد الأعلى} = 0.08 + 0.028 \times 3 = 0.164$$

٤- رسم خريطة الرقابة كما يلي :



٥- ترصد قيم نسبة المعيب في كل عينة على الرسم ، لتحديد هل تقع هذه النسب خارج أو داخل الحدود المحددة لذلك . ومنها يتضح أن هناك عينة واحدة وهي العينة رقم (١١) ، تقع خارج الحد الأعلى للرقابة ، إذ أن نسبة الرديء فيها ١٧% ، في حين أن الحد الأقصى المسموح به للرديء ، هو ١٦% تقريباً ، الأمر الذي يحتم ضرورة إعادة النظر في العملية الإنتاجية للتعرف على أسباب هذا الانحراف .

٢/٢/١- خرائط الرقابة الخاصة بعدد العيوب في الوحدة الواحدة :

* هذا الرقم يشير إلى أن الحد الأدنى للرقابة = صفر .

تستخدم هذه الخرائط فى تسجيل عدد العيوب المسجلة فى وحدة واحدة ، وهى تقتصر على المنتجات ذات الأسطح مثل الزجاج والمنسوجات وألواح الصاج وأجسام السفن والطائرات ، وبالتالى فهذه الخرائط تعتبر أقل شيوعاً من الخرائط السابقة . كما أن العينة المستخدمة فى هذه الحالة تكون وحدة واحدة ، ويسجل عدد العيوب التى تظهر عليها . وعليه فإن الأساس فى هذه الخرائط ، هو عدد العيوب وليس عدد الوحدات المعيبة .

ويستخدم مع هذه الخرائط توزيع بولسون ، وفى هذا التوزيع يكون الانحراف المعياري مساوياً للجزر التربيعي للوسط الحسابي ، أى أن :

$$\frac{\text{عدد العيوب الإجمالى}}{\text{عدد العينات}} = (\text{و})$$

$$\sqrt{\text{و}} = (\text{ع})$$

وما عدا ذلك تستخدم نفس الخطوات التى استخدمت لمراقبة الجودة فى الخريطة السابقة ، وهى خريطة نسبة الردىء، وفيما يلى مثال يوضح ذلك :

مثال :

أعطيت لك البيانات التالية ، والتى توضح عدد العيوب على سطح من الصاج الذى تقوم بإنتاجه إحدى الشركات ، وذلك فى عدد من العينات المختلفة مقدارها ١٠ عينات كما يتضح من الجدول التالى ، والمطلوب رسم الخريطة الخاصة بذلك لتحديد مستوى الجودة فى هذه الشركة ؟.

جدول رقم (٥/٨)

عدد العيوب فى ألواح الصاج بالشركة

رقم العينات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
عدد العيوب	٦	٤	٣	٣	٤	٥	١	٣	٦	٤

(الحل)

(١) حساب الوسط الحسابي والانحراف المعياري :

$$\text{أ- الوسط الحسابي (و)} = \frac{٣٩}{١٠} = ٣.٩ \text{ عيباً فى الوحدة .}$$

$$\text{ب- الانحراف المعياري (ع) = } \sqrt{\frac{10}{3.9}} = 1.87 \text{ تقريباً}$$

(٢) حساب حدود المراقبة :

$$١/٢ - \text{ الحد الأدنى} = \text{و} - ٣ \text{ ع}$$

$$١.٧١ - = ١.٨٧ \times ٣ - ٣.٩ =$$

أى أن الحد الأدنى للمراقبة هنا هو صفر .

$$٢/٢ - \text{ الحد الأعلى} = \text{و} + ٣ \text{ ع}$$

$$٩.٥١ = ١.٨٧ \times ٣ + ٣.٩ =$$

(٣) رسم خريطة الرقابة كما يلي :



٤- رصد أعداد العيوب على الخريطة من كل لوح صاج ، ومنه يتضح مدى مستوى الجودة تحت السيطرة الإحصائية ، أى أن الانحرافات ترجع إلى أسباب متعلقة بالصدفة .

٢- الرقابة على الجودة باستخدام عينات القبول :

طبقاً لهذه الطريقة فإنه يتم رفض أو قبول الكميات المنتجة ، وفقاً لمدى مطابقتها عينات القبول للمواصفات التي تم تحديدها مسبقاً. فإذا توافرت الخصائص مثلاً فى العينة التي تم أخذها، ففي هذه الحالة تقبل الكمية كلها، وإذا لم تتوافر الخصائص فى هذه

العينة (أو العينات) يتم رفض الكمية كليا. وبالطبع لا يخفى أن العينة لا تمثل مجتمع البحث تمثيلاً كاملاً ، مهما تكون درجة الدقة التي يتم بها اختيار العينة .

ويمكن استخدام هذه الطريقة في الفحص للرقابة على ما يلي :

- المواد الخام التي تشتريها المنشأة .
- الأجزاء نصف المصنعة قبل انتقالها من قسم إلى قسم أو قبل التجميع .
- المنتجات تامة الصنع قبل نزولها إلى السوق .

وفى كل نوع من هذه الأنواع نجد أن هناك طرفين لعملية الفحص ، هما الطرف الذى يسلم الشيء ، والطرف الذى يستلم الشيء (بائع ومشتري مثلاً) . وعند سحب العينة يرغب كل طرف فى تجنب الأخطاء الناتجة عن قبول ، أو رفض كمية ما . فالبايع يرغب فى تجنب الخطأ الخاص برفض كمية جيدة ، لأن فى ذلك تحميل له بتكلفة تجهيز وحدات بديلة لتلك الكمية التى تم رفضها . أما المشتري ، فإنه يرغب فى تجنب الخطأ الخاص بقبول كمية معيبة .

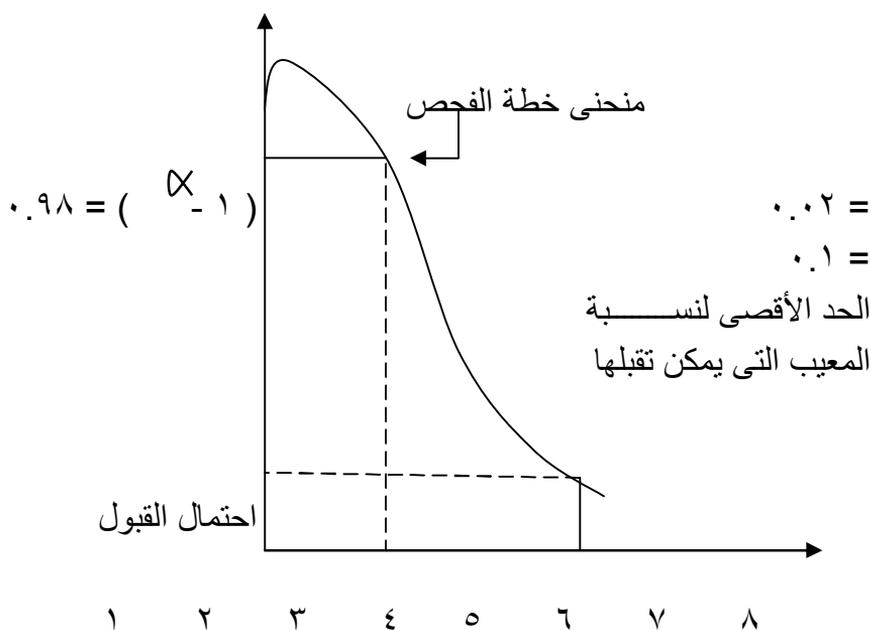
ويسمى خطأ رفض كمية جيدة بالخطأ من النوع الأول (ألفا) أو α ، كما يسمى خطأ قبول كمية معيبة بالخطأ من النوع الثانى (β) أو بيتا . ويوضح الجدول التالى الاحتمالات المختلفة التى تحدث عند سحب عينة ما ، وذلك بالنسبة للكمية كلها :

جدول رقم (٦/٨) - احتمالات سحب عينة ما

نتائج الفحص		خصائص الكمية
قبول الكمية	رفض الكمية	
قرار صحيح	خطأ من النوع الأول α	كمية جيدة
قرار صحيح	خطأ من النوع الثانى β	كمية معيبة

وبالطبع فإنه لا بد من تحديد مستوى الجودة المقبول ، وأيضاً نسبة الوحدات المعيبة التي يمكن تحملها كحد أقصى فى كل كمية . وهذا سوف يترتب عليه تحديد قيمة كل من β . وبعد ذلك يتم تحديد حجم العينة ، وعدد مرات القبول (أى أقصى عدد من الوحدات المعيبة التي يمكن قبولها فى الدفعة) .

ومن أجل تبسيط عملية الرقابة يتم افتراض حجم العينة (ن) ، وعدد مرات القبول (ع) ، ثم بعد ذلك تتحدد قيمة β ، ومستوى الجودة المقبول ، وأقصى نسبة معيب يمكن تحملها . وأى خطة للفحص يترتب عليها رسم ما يسمى بمنحنى خطة الفحص ، والذي يختلف باختلاف أحجام العينات ، والحد الأقصى للوحدات المعيبة التي يمكن قبولها ، وهذا المنحنى يأخذ الشكل التالى:



نسبة الوحدات المعيبة

شكل رقم (٣/٨) - منحنى خطة الفحص

وسوف نكتفى بهذا الجزء من الإشارة إلى مراقبة الجودة باستخدام عينات القبول ، حيث يعتبر هذا الموضوع إحصائى أكثر منه إدارى .

(المراجع)

أولاً : المراجع العربية :

- ١- الريح (طارق) ، المفهوم الحديث لإدارة الإنتاج ، المجلة العربية للإدارة، المنظمة العربية للعلوم الإدارية ، العدد الثانى ، أبريل ١٩٧٨ .
- ٢- السادات (رفعت فايق) ، محاضرات فى تخطيط ومراقبة الإنتاج فى المشروعات الصناعية ، مجموعة محاضرات أقيمت على طلاب شعبة إدارة الأعمال بكلية التجارة جامعة أسيوط ، عام ١٩٦٨ .
- ٣- السلمى (على) ، الأساليب الكمية فى الإدارة ، القاهرة : دار المعارف ، ١٩٧٢ .
- ٤- السلمى (على) ، بحوث العمليات لاتخاذ القرارات الإدارية ، القاهرة : دار المعارف ، ١٩٧١ .
- ٥- تخطيط وجدولة أعمال الصيانة ، محاضرة تدريب فى برنامج "دورة رفع مستوى مهندسى شركة أسمنت أسيوط"، أسيوط : جامعة أسيوط ، كلية الهندسة ، قسم الهندسة الميكانيكية ، أبريل ١٩٩٣ .
- ٦- زين الدين (فريد عبد الفتاح) ، تخطيط ومراقبة الإنتاج - مدخل إدارة الجودة ، غير موضع جهة النشر ، ١٩٩٧ .
- ٧- سعد (جرمين حزين) ، الجدولة والرقابة على الإنتاج ، القاهرة : دار النهضة العربية ، ١٩٨٦ .
- ٨- سعد (جرمين حزين) ، تخطيط ومراقبة الإنتاج ، القاهرة : المطبعة الفنية الحديثة ، ١٩٨٥ .

- ٩- شقرا (أكرم) ، إدارة الإنتاج ، دمشق : مطبعة طربين : ١٩٨٥ .
- ١٠- محمد (أحمد سرور) ، إدارة الإنتاج ، القاهرة : مكتبة عين شمس ، غير محدد سنة النشر .
- ١١- محمد (فتحى إبراهيم) ، محمود محمد عبد الظاهر ، محاضرات فى تخطيط ومراقبة الإنتاج فى المشروعات الصناعية ، غير موضح جهة النشر ، ١٩٩٦ .
- ١٢- محمد (فتحى إبراهيم) ، قراءات فى الإدارة الإنتاجية الحديثة ، غير موضح جهة النشر ، ١٩٩١ .
- ١٣- هميمى (إبراهيم) ، تخطيط ومراقبة الإنتاج ، القاهرة : مكتبة التجارة والتعاون ، ١٩٨٨ .
- ١٤- هميمى (إبراهيم) ، إدارة العمليات والإنتاج ، القاهرة : مكتبة عين شمس ، ١٩٧٤ .

ثانياً : المراجع الأجنبية :

- 15- Manks I.G., *Operations Management : Theory & problems* , New York : McGraw Hill Book Company, 1982.
- 16- Mark A.V.& P.W. Gregory, *Operations Management : Concepts, Methods, Strategies*, Second edition, USA: Richard D. Irwin, Inc., 1991.
- 17- Nicholas J.A., D.C. Richard & M.D. Mark, *Fundamentals of Operations Management*, Second edition, Richard D. Irwin, Inc., 1995.
- 18- Richard J.T., *Production / Operations Management: Concepts, Structure, & Analysis*, Second edition, Richard D. Irwin, 1995 .
- 19- William J.S., *Production / Operations Management*, Fourth edition, Richard D. Irwin, Inc., 1993.