الفصل الثالث

الضبط الإحصائى لجودة الإنتاج

الضبط الإحصائي لجودة الإنتاج

ظهرت الرقابة الإحصائية لجودة الإنتاج مع الحرب العالمية حيث استخدم أسلوب العينات فى التفتيش على مواصفات الإنتاج وكذلك المواد والتصميمات ... الخ ، وهكذا أصبحت هناك نظم المراقبة الشاملة الإحصائية للجودة .

وتتيح مراقبة الجودة بالطرق الإحصائية عدة فوائد نذكرها فيما يلى :

١- تحدث الرقابة على العمليات المرحلية وليس فقط على المنتج وهذا يعنى :

- معرفة سبب الانحرافات عن مستوى الجودة المحدد وعلاجه ، بينما التفتيش النهائى لا يمكننا سوى من فرز المنتجات المقبولة والمرفوضة فهنا نحن نعالج الأثر هنا فى المراقبة الإحصائية نعالج السبب .
- إعادة المرفوضات عند ظهورها وهذا يوفر الجهد والوقت والطاقة الآلية المبذولة فى تشغيل المنتجات المعيبة خلال المراحل المتبقية حتى ينتهي كمنتج .

٢- إن الرقابة الإحصائية تبنى على نظرية العينات الإحصائية وهذه تعنى :

- عدم فحص كل النتائج من المرحلة (فحص ١٠٠٪) والاكتفاء بعينة ممثلة وهذا يوفر من الوقت والجهد وعدد الكشافين اللازمين (وبالتالى يوفر التكلفة) .
- بعض الاختبارات تجعل المنتج لا يصلح بعدها للاستخدام وهذا يجعل فحص الإنتاج كله (فحص ١٠٠٪) أمراً محالاً .
- استخدام العينات العشوائية فى سحب العينات يجعل الرقابة الذاتية على سير العمل (لدى العاملين أنفسهم) قوية وفعالة .

• - طرق اختيار وفحص العينات :

يمكن استعمال عدة طرق وهى :

أولا - عدم إجراء أي عملية للاختبار (انعدام فحص) Not Test

ثانيا – طريقة الفرز ١٠٠٪ Sotting

ثالثا – عمل فحص فجائى على المواد والمنتجات Spot Checking

رابعا – طريقة اختبار العينات التقريبية Arbitrary Sampling

الطريقة العلمية لاختيار العينات Scientific Sampling

أولا – عدم إجراء أي عملية للاختبار (انعدام الفحص) :

فى هذه الطريقة ترسل المواد أو الأجزاء النصف مشغلة إلى الماكينات المباشرة بدون أى اختبار أو فحص لدى جودتها ، وفى العادة لا نعرف أى معلومات عن مدى جودة هذه المواد إلا بعد تصريفها ، وبهذا لا تظهر العيوب إلا فى مرحلة متأخرة ، أى بعد انتهاء عملية التصنيع ومن هنا تزيد تكاليف تصنيع المنتج الداخل فيها تلك المواد ، نتيجة لإعادة تصنيع بعضها لتلاشى العيوب التى تظهر أو لتصنيع منتجات بديلة عن التى حدث فيها عيوب حتى يمكن الوفاء بمواد التسليم للكمية المطلوبة من هذا المنتج .

ثانيا – طريقة الفرز ١٠٠٪ :

وعلى عكس الطريقة الأولى فهنا يجرى فرز لكامل المواد الداخلة فى التصنيع ١٠٠٪ وتكون هذه الطريقة ضرورية فى بعض الأحيان خاصة إذا كان المنتج له خطورة على الأرواح عند استخدامها كما فى صناعة الطائرات مثلاً – وتعتبر هذه الطريقة مكلفة .

واتضح من الخبرة فى الحالات العادية أنه كلما زادت عملية الفحص كلما كانت قليلة الفاعلية .

فعند إجراء فحص كامل على المواد والمنتجات (١٠٠٪) فإن الأفراد القائمين بعملية الفحص يتعرضون لتعب وملل ينتج من تكرار العملية ووجد من الخبرة الفعالية الناتجة عن الفحص لا تتعدى ٩٠٪ فى هذه الحالة ، ومن الواضح أن ارتفاع التكاليف الناتج عن استخدام طريقة الفرز ١٠٠٪ لا يوازى المكسب العائد منها فى الحالات العادية .

كذلك لا يمكن استخدام هذه الطريقة إذا كان المنتج يصبح عديم الفائد بعد

عمل التجارب عليه (كما هو متبع فى صناعة الموا التى تشتعل - أعواد الكبريت - أو السجاير بعد التدخين مثلاً) .

وهناك حقيقة معروفة وهى أننا لا يمكن أن نفحص النواحى الجيدة فى المنتج بعد تصنيعه ولكن الجودة العالية يجب أن تبنى على المنتج أثناء تصنيعه ومن هنا نرى عملية فرز المنتجات إلى سليمة ومعيوبة لا تمثل إلا جزء بسيط من عملية الفحص .

ثالثا - عمل فحص فجائى على المواد والمنتجات :

وفى محاولة للوصول إلى حل وسط بين الطريقة الأولى والثانية ، اقترح بعض العاملين فى هذا المجال لاستخدام طريقة جديدة ألا وهى عمل فحص فجائى على المواد والمنتجات وذلك بأخذ عينات عشوائية منها وفحصها وبالتالى فإن هذه الطريقة سوف تساعد على منع المواد التى بها عيوب من دخول عمليات التصنيع ولكن سيكون تأثير هذا جزئياً ، وذلك لأن بعض كميات من المواد سوف تدخل الإنتاج بدون فحص .

رابعا - طريقة اختبار العينات التقريبية :

وقد اسخدمت هذه الطريقة بكثرة إلى عهد قريب وهى تتلخص فى فحص عينة تقريبية من المواد أو رفضها فيعتمد على نتيجة هذا الفحص .

وهذه الطريقة تعتبر مناسبة عن الطرق الأخرى إلا أن لها نقطة ضعف وهو أن اختبار ١٠٪ من المواد لفحصها قد تكون كافية وممثلة لبعض الكميات وكثيراً أو قليلاً جداً للبعض الآخر .

ففحص ١٠٪ من كمية مقدارها ١٠٠٠٠ وحدة يختلف تماماً عن اختبار وفحص ١٠٪ من كمية مقدارها ٥٠ وحدة .. وهكذا .

وعامة فهناك خطورة ما فى قبول مواد أو منتجات معيوبة عند استخدام أى طريقة لاختبار العينات فباستخدام الطريقة السابقة يوجد احتمال لقبول مواد معيوبة أو رفض مواد مقبولة وعادة فإن المستخدمين لهذه الطريقة لا يعرفون كثيراً عن مدى الخطورة الموجودة فى طريقتهم التى يستعملونها .

• **جداول أخذ العينات** Sampling Tables :

وتعتمد مراقبة الجودة أساساً على طريقة أخذ العينة ، وجداول أخذ العينات حيث تستخدم عادة فى اختبار الأصناف الموردة ، وفى قبول دفعات من الإنتاج Batches .

١- أنواع الجداول والتصنيفات :

الجداول الإحصائية متعددة الأنواع منها ما يعتبر مرجعاً يحتوى على أرقام عديدة عن ظاهرة معينة ولا يقصد بها سوى أن تكون مصدراً لجداول أخرى تصمم خصيصاً لخدمة أغراض التحليل ويمكن تسميتها جداول تحليلية فيستقى المختص من النوع الأول من الجداول ما يريده من بيانات لعمل الجداول التى من النوع الثانى ، ومن أمثلة الجداول التى من النوع الأول كل ما تحتويه المجلدات والنشرات الإحصائية التى تصدرها الدولة أو المنظمات الدولية ولا يتوخى فى نشرها سوى الشمول التام الكامل للبيانات عن موضوع معين ويترك للباحثين مهمة اختيار ما يلزمهم من البيانات من داخل هذه الجداول يجتزئون منها البيانات التى يريدون استخدامها فى بحوثهم وينظمونها فى جداول خاصة بهم لخدمة هذا الغرض .

ويتم تصنيف الظواهر داخل هذا النوع من الجداول أو ذاك إما كماً أو نوعاً أو حسب المكان أو الزمان (التصنيف الجغرافي) .

أ- التصنيف الكمي Quantitative :

يتم فى حالة الظواهر التى يمكن قياسها رقمياً كحجم العائلة مقيساً حسب عدد أطفالها أو حجم المصانع حسب عدد عمالها أو الأفلام والروايات السينمائية حسب عدد من شاهدوها أو القطارات حسب عدد الركاب الذين يستقلونها .

ب- التصنيف النوعى Qualitative:

يتم فى حالة الظواهر التى تقاس حسب خاصية معينة Characteristic وإن كان من بين بعض هذه الخواص ما قد يمكن تحويله إلى قياس كمى ، فقد يمكننا القول بأن عدداً من التلاميذ قد نجح بدرجة مقبول وبعضهم بدرجة جيد ... الخ ، وقد يمكن الاصطلاح على التعبير رقمياً عن هذه الخواص غير الرقمية ، ولكن

بعض هذه الخواص قد لا يمكن التعبير عنه رقمياً تعبيراً محدداً كأن يقسم طلبة الجامعة حسب ما إذا كانوا يمارسون الرياضة أو لا يمارسونها .. أو أن يتم تصنيف الناس إلى ذكور أو إناث أو إلى متزوجين وغير متزوجين وأرامل ومطلقين وكلها قياسات نوعية لا كمية .

جـ- التصنيف الزمنى Chronological:

أو السلاسل الزمنية يقصد به بيان تغير ظاهرة معينة على مر الزمن ، مثل كمية الصادرات من محصول معين أو منتج صناعى خلال فترات متتالية أو غير متتالية سنوية أو شهرية أو أسبوعية ، ويمكن اعتبار السلاسل الزمنية صورة قريبة الشبه من التصنيف الكمى مع فارق بسيط هو أن السنوات أو الشهور حتى مع تساوى فترات بعدها عن بعضها البعض تختلف فيما بينها اختلافاً كيفياً حسب الظروف والحوادث التى تلابس هذه السنين والشهور .

د- التصنيف الجغرافى :

مثل هذا التصنيف يمكن اعتباره تصنيفياً نوعياً ولكن غالباً ما يذكر تحت عنوان مستقل باعتباره تصنيفاً حسب الموقع لا حسب الخواص المميزة للمنطقة ، كما هو الحال فى عرض بيانات محصول القطن حسب المحافظات وهنا يتم ترتيب الأرقام حسب الحروف الأبجدية للمحافظات أو حسب التتابع الجغرافى أو حسب التفوق فى الإنتاج .

وقد لا يكون من السهل التمييز بين التصنيف الكمى والنوعى تمييزاً فاصلاً إذ أن من الظواهر ما يمكن التعبير عنه فى فئات كمية ونوعية على حد سواء كما هو الحال فى توزيع الأفراد حسب الأعمار أو فى توزيع المنشآت حسب حجمها أو عمرها فيقال : صغيرة وكبيرة (تصنيف نوعى) أو تستخدم أعداد مختلفة من العمال أو طاقات مختلفة من العدد والآلات (لتصنيف هذه المؤسسات تصنيفاً كمياً) وقد يقال : حديثة ومتوسطة العمر وقديمة (تصنيف نوعى) أو ذات سنوات عددية من العمر (تصنيف كمى) .

كما يمكن أن تكون الجداول بسيطة أو مركبة فالبسيط منها ما سبق أن ذكرنا أمثلته أما المركب فإنه يجمع بين ظاهرتين كالعمر والدخل أو كجودة

الإنتاج وفترة التدريب أو درجة المهارة للعمال أو كحجم المبيعات من منتجات متفرقة بواسطة مراكز مختلفة للتسويق فى مناطق مختلفة ، وهناك من الجداول المركبة ما يجمع بين أكثر من ظاهرتين .

٢- أركان العرض الجدولى السليم :

لكى يكون عرض البيانات فى شكل جداول عرضاً سليماً يجب أن تتوافر فى هذه الجداول أركان معينة .

أ- الترقيم Numbers :

يجب أن يكون للجدول الوارد فى أى تقرير أو مجلد أو نشرة رقم معين يميزه عن جداول أخرى وبذلك تسهل الإشارة إليه فى صلب التقرير ، أما إذا لم يكن فى التقرير سوى جدول واحد فلا داعى لترقيمه .

ب- العنوان Adress :

يجب أن يكون للجدول عنوان يدل على نوع البيان الذى يحتويه ونوع التصنيف والمكان والزمان فيقال مثلاً : «كمية المبيعات من كل صنف من أصناف الإنتاج فى مصنع (....) في شهر أكتوبر - عام ٢٠٠٢ » وقد يستغني عن ذكر المكان والزمان فى عنوان الجدول إذا كانت النشرة كلها أو المجلد كله ينصب على منطقة واحدة أو فترة زمنية واحدة ، ويحسن أن يكون العنوان مختصراً بشرط ألا يخل هذا الاختصار بالمدلول .

جـ- ملاحظات علوية Head notes :

تستخدم عادة لاستكمال ما قد لا يحتمله العنوان من تفاصيل كذكر وحدات القياس مثلاً «بالآلاف» أو «بملايين القطع» وذكر هذه الملاحظات يتوقف على ضرورتها .

د- مدلولات السطور Stubs **وعناوين الأعمدة** Captions:

قد يكون لمجموعة عرض بيانات الديون حسب أحجامها رقمياً وأنواعها من حيث كونها ديوناً جيده أو مشكوكاً فيها أو معدومة فإنه يمكن اعتبار كل نوع من هذه الأنواع الثلاثة مدلولاً عاماً لمجموعة من السطور التى تذكر فيها أحجام الديون

بالجنيهات ويذكر أمام كل سطر عدد المدينين مثلاً ، وكذلك الحال فى الأعمدة إذ يمكن تجميع عدد من الأعمدة تحت عنوان واحد Boxhead تتفرع عنه تصنيفات لهذا المدلول العريض فى أعمدة متفرقة لكل منها عنوانها كما هو الحال مثلاً في فئات المرتب حسب عدد المعولين إذ يمكن لأحد هذين القياسين أن يجمع تحته الآخر بتفريعاته فتعتبر كل فئة من فئات أحدهما عنواناً لمجموعة فئات الآخر ، ويشترط في مدلولات السطور أو الأعمدة أن تكون مختصرة دون إخلال بالمعنى المقصود .

هـ- التفسيرات السفلية Footnotes :

وتستخدم إذا اقتضت الضرورة ذلك لتفسير إحدى القيم التى يحتويها الجدول إما لشذوذها أو لاختلاف مضمونها من مصطلحات علمية أو فنية يرد ذكرها فى الجدول ولا يدرك معناها الدقيق غير المتخصصين (نسبة الدرجة الثانية - رأس المال - العامل ... الخ) .

و- المصدر Source :

وفيها يبين اسم المصدر الذى جاءت منه بيانات الجدول من قبيل رد الفضل لأصحابه وكذلك تيسيراً لمهمة من قد يريد الرجوع إلى هذا المصدر للتأكد من بعض البيانات أو لاستكمالها أو لمعرفة الطرق والوسائل التى استخدمت لجمع هذه البيانات من منابعها الأصلية .

ز- الخلايا Cells :

إن مجرد السطور والأعمدة فى أى جدول يعنى بالتبعية أن الجدول مكون من خلايا كل خلية يلتقى فيها مدلول السطر بعنوان العامود وتحتوى كل خلية على قيمة ، ولا يعفى من رصد القيمة داخل الخلية أن تكون هذه القيمة صفراً ، أما إذا لم تكن القيمة متاحة أصلاً فعندئذ يجب النص على هذا المعنى برموز مختصرة داخل الخلية أو بإدراج هذا المعنى فى التفسيرات السفلية وبذلك لا يكون الجدول مدعاة للحيرة لدى مستخدمي البيانات لا يدرون إن كان فراغ خلاياه يعنى أن القيمة صفراً أو أن البيان ليس متاحاً .

ح - تقريب الأرقام Rounding :

إذا كانت الأرقام التى يحتويها الجدول كبيرة فغالباً ما تهمل الكسور ، فإذا

تصادف وجود رقم أقل من الواحد الصحيح فلابد من النص عليه والإشارة إليه برمز يمكن تفسير له أسفل الجدول بأنه يدل على هذه الأرقام بالذات وذلك حتى لا يترك السطر أو العامود خالياً من الرقم فتختلط القيم الصفرية مثلاً مع القيم التى دون الواحد الصحيح كما أن هناك من الأرقام الضخمة مالا يجدى رصده إلى آخر رقم من أرقام الآحاد إذ يستوى فى بعض البحوث أن نعرف أن وزن المتر المربع لعينة حوالى ١٢٠جرام أو أن نعرف أنها ١٥٧٣,١٢٠ جرامً لأننا نعلم أن عملية العد لا يمكن أن تصل إلى مثل هذه الدقة فى الوزن وعلى ذلك فإنه يمكن التقريب مع التنويه فى رأس العامود أو فى سطر على أن الأرقام مذكورة فى مثل هذه الحالة «بالآلاف» وفى حالات أخرى يتم التقريب «بالملايين» وإن كان العرف لم يجر على التقريب بالعشرات أو المئات أو مئات الآلاف .

ط- المسافات والتسطير Spacing & Ruling :

لها أهميتها من حيث تيسير قراءة الأرقام فى الجداول الواردة بها وقد جرت العادة على ترك مسافتين كل خمسة سطور وأن يقفل الجدول بخطوط مستقيمة من أعلى ومن أسفل وإن كان العرف فى الطباعة قد جرى على عدم غلق الجدول بأى خط على جانبيه .

وجدير بالذكر أن للرسوم البيانية أيضاً أركانها التى تعتبر بعضها أركاناً مشتركة بينها وبين الجداول باختلافات طفيفة إذ يحل عنوان المحور الأفقى فى الرسم محل عناوين الأعمدة فى الجدول وتحل مدلولاتها المحور الرأسى على الرسم محل عناوين السطور للجدول وتحل النقط فى الرسم محل الأرقام فى الخلايا ولكن لكل رسم بيانى مقياس يرسم به ويستدل الباحث منه على حجم الظاهرة المعروضة بيانياً .

٣- جداول التوزيعات التكرارية :

تعتبر جداول التوزيعات التكرارية أولى الخطوات فى تلخيص البيانات العديدة وتبسيطها تمهيداً لتحليلها بالطرق الإحصائية التى سنأتى على ذكرها فيما بعد ، وتتجسد هذه الجداول فى صورتها النهائية على شكل مجموعات تضم القيم المتساوية أو المتشابهة .

مثال :

إذا فرض ان لدينا مجموعة من أوزان الأقمشة الغير منسوجة بالجرام وذات ماركات مختلفة ونريد عمل حصر لهم فكانت بياناتهم كما فى جدول رقم (٢) :

٨٥,١	٧٦,٣	٧٤,٩	٩٠,٢	٧٤,٧	٧٨,٢	٨٢,٣	٧٩,٧	٨١,٩	٧٥,١
٨٣,٧	٨١,٢	٨٧,٣	٨٣,٤	٧٧,٨	٧٩,٩	٧٣,٠	٧٥,٧	٧٤,٥	٧٦,٧
٧٥,٤	٨٣,٣	٨٤,٢	٧٩,٣	٧٧,٦	٨٠,٣	٨٢,٧	٧٣,٤	٨٢,٥	٧٦,١
٧٨,٦	٨٩,٧	٧٥,٥	٨١,٩	٧٥,١	٧٣,٣	٧٦,٠	٧٥,٢	٨٠,٨	٧٤,٤
٧٦,٨	٨٥,٨	٧٨,٣	٨٤,٤	٧٣,٥	٧٤,٩	٧٢,٢	٧٠,٠	٧٠,٦	٧٨,٧
٦٩,٢	٧٥,٤	٧٩,٢	٧٩,٣	٧٨,٢	٩١,٠	٨٥,٠	٧٣,٦	٧٧,٨	٧٧,٢
٩٢,١	٧٧,٤	٨٢,٢	٧٩,٧	٧٧,٦	٧٦,٦	٧٩,٦	٧٧,٤	٨٠,١	٦٨,٩
٨٢,١	٨٤,٥	٧٨,٨	٨٦,٨	٦٩,٨	٨٠,٦	٧٣,٩	٧٨,٠	٧٦,٢	٨١,٠
٧٨,٢	٧٩,١	٦٨,٨	٨٦,١	٧٨,٢	٧٤,٨	٧١,٢	٨١,٣	٧٩,٠	٧٦,٠

من الواضح أنه إذا تركت الأرقام بهذه الصورة فلن يكون من السهل التعامل معها - خصوصاً إذا كان عدد الأرقام كثيراً - حتى معرفة أعلى وأقل أوزان الأقمشة .

ومن الصعب أيضاً معرفة ما إذا كانت معظم القيم تتركز حول قيمة معينة ومن ثم يصعب الاستدلال على هذه القيمة .

ولكي يمكن معرفة كل ذلك لابد من تلخيص العرض السابق فى صورة مصفوفة Array وذلك بترتيب هذه الأوزان تصاعدياً أو تنازلياً مما يترتب عليه ظهور أرقام الجدول السابق فى الصورة التالية جدول رقم (٣) مرتبة تنازلياً ترتيباً أفقياً .

جدول رقم (٣)

٨٥,١	٨٥,١	٨٥,٨	٨٦,١	٨٦,٨	٨٧,٣	٨٩,٧	٩٠,٢	٩١,٠	٩٢,١
٨٢,١	٨٣,١	٨٢,٥	٨٢,٧	٨٣,٣	٨٣,٤	٨٣,٧	٨٤,٤	٨٤,٤	٨٤,٥
٨٠,١	٨٠,٣	٨٠,٦	٨٠,٨	٨١,٠	٨١,٢	٨١,٣	٨١,٩	٨١,٩	٨٢,١
٧٨,٨	٧٩,٠	٧٩,١	٧٩,٢	٧٩,٣	٧٩,٣	٧٩,٦	٧٩,٧	٧٩,٧	٧٩,٩
٧٧,٨	٧٧,٨	٧٨,٠	٧٨,٢	٧٨,٢	٧٨,٢	٧٨,٢	٧٨,٣	٧٨,٦	٧٨,٧
٧٦,٢	٧٦,٣	٧٦,٦	٧٦,٧	٧٦,٨	٧٧,٢	٧٧,٤	٧٧,٤	٧٧,٦	٧٧,٦
٧٥,١	٧٥,١	٧٥,٢	٧٥,٤	٧٥,٤	٧٥,٥	٧٥,٧	٧٦,٠	٧٦,٠	٧٦,١
٧٣,٤	٧٣,٥	٧٣,٦	٧٣,٩	٧٤,٤	٧٤,٥	٧٤,٧	٧٤,٨	٧٤,٩	٧٤,٩
٦٨,٨	٦٨,٩	٦٩,٢	٦٩,٨	٧٠,٦	٧٠,٧	٧٢,١	٧٢,٢	٧٣,٠	٧٣,٣

وواضح أن مثل هذا الترتيب – سواء كان تنازلياً أو تصاعدياً – يساعدنا على معرفة المدى الذي تتغير فيه هذه الأسعار بمجرد النظر فنجدها تتراوح فى مثالنا هذا بين ٦٨,٨ ، ٩٢,١ وأن التغير مستمر خلال هذا المدى بدون طفرات .

ولكن عمل هذه المصفوفة يحتاج جهد حيث أنها تستلزم استعراض كل القيم المعطاة بالنظر ويمكن تبسيط هذه العملية بكتابة كل وزن على ورقة وفرزها ثم وضعها فى مكانها من الترتيب المرغوب فيه ، علماً بأن هذا الترتيب ليس مفيداً فقط من الوجهة الإحصائية بل يستخدم أيضاً لمعرفة الماركات وأوزانها وما إلى ذلك ولكن هذه العملية تزداد تعقيداً إذا كان عدد المفردات كثيراً مما قد يؤثر علي هذه الفوائد .

وعندما كان الهدف الرئيسي من التبويب هو التلخيص ونظراً لأنه قد يساعد فى الحصول على بعض الأوزان أكثر من قماشة (فى مثالنا هذا حصلت أربعة أقمشة على ٧٨,٢ وحصل اثنان على ٧٥,٤ وحصل قماشتان على ٨٢,١ و قماشتان أخرتان على ٨١,٩ ... الخ) فإنه من المفيد بيان القيم ورصد عدد

مرات ظهورها أو تكرارها أمامها فى جدول واحد وهذه الطريقة تساعد على تلخيص البيانات إلى حد ما ويسمى الجدول الناتج عن هذه العملية توزيعاً تكرارياً مبدئياً .

ولكن مبالغة فى الاختصار والتلخيص يمكن اندماج القيم معاً تحت عنوان مشترك ولذلك طريقتان :

١- طريقة الرصد المباشر The Entry From

٢- طريقة التفريغ The Scoring Device

وتتطلب الطريقتان تحديد الفئات التى نريد تجميع القيم فيها إلا أن أوجه الاختلاف بين الطريقتين أننا فى الحالة الأولى نسجل الرقم نفسه أمام الفئة ، أما فى الحالة الثانية فإننا نسجل الرقم كحالة فى صورة شرطة مثلاً أو خط مائل ونجمع الخطوط معاً فى حزم خماسية ففى الحالة الأولى تصبح البيانات فى الصورة الآتية :

* * *

مثال لاستخدام طريقة الرصد المباشر للبيانات جدول رقم (٤) :

الفئـــــات											
٦٨ ٦٩,٩	٧٠ ٧١,٩	٧٢ ٧٣,٩	٧٤ ٧٥,٩	:٧٦ ٧٧,٩	: ٧٨ ٧٩,٩	: ٨٠ ٨١,٩	: ٨٢ ٨٣,٩	: ٨٤ ٨٥,٩	: ٨٦ ٨٧,٩	: ٨٨ ٨٩,٩	: ٩٠ ٩١,٩	: ٩٢ ٩٣,٩
٦٨,٨	٧٠,٦	٧٢,١	٧٤,٤	٧٦,٠	٧٨,٠	٨٠,١	٨٢,١	٨٤,٢	٨٦,١	٨٩,٧	٩٠,٢	٩٢,١
٦٨,٩	٧٠,٧	٧٢٢	٧٤,٥	٧٦,٠	٧٨,٢	٨٠,٣	٨٢,١	٨٤,٤	٨٦,٨		٩١,٠	
٦٩,٢		٧٣,٠	٧٤,٧	٧٦,١	٧٨,٢	٨٠,٦	٨٢,٣	٨٤,٥	٨٧,٣			
٦٩,٨		٧٣,٣	٧٤,٨	٧٦,٢	٧٨,٢	٨٠,٨	٨٢,٥	٨٥,٠				
		٧٣,٤	٧٤,٩	٧٦,٣	٧٨,٢	٨١,٠	٨٢,٧	٨٥,١				
		٧٣,٥	٧٤,٩	٧٦,٦	٧٨,٣	٨١,٢	٨٣,٣	٨٥,٨				
		٧٣,٦	٧٥,١	٧٦,٧	٧٨,٦	٨١,٣	٨٣,٤					
		٧٣,٩	٧٥,١	٧٦,٨	٧٨,٧	٨١,٩	٨٣,٧					
			٧٥,٢	٧٧,٢	٧٨,٨	٨١,٩						
			٧٥,٤	٧٧,٤	٧٩,٠							
			٧٥.٤	٧٧,٤	٧٩,١							
			٧٥,٥	٧٧,٦	٧٩,٢							
			٧٥,٧	٧٧,٦	٧٩,٣							
				٧٧,٨	٧٩,٣							
				٧٧,٨	٧٩,٦							
					٧٩,٧							
					٧٩,٧							
					٧٩,٩							
٤	٢	٨	١٣	١٥	١٨	٩	٨	٦	٣	١	٢	١
مجموع القيم = ٩٠												

ولا تختلف طريقة التفريغ Scoring Method عن طريقة الرصد المباشر المستخدمة فى الجدول السابق إلا فى أننا بدلاً من كتابة الأرقام ذاتها على النحو المبين نستعيض عن كل رقم بخط مائل يمثله ثم نقوم بتجميع كل خمسة خطوط فى حزمة واحدة تيسيراً للعد فى النهاية وتمتاز الطريقة الأولى عن الثانية بما يلى :

١-يمكن فحص الجدول لمعرفة ما إذا كان الرقم قد سجل فى الخانة الصحيحة .
٢- يمكن جمع الأرقام لمعرفة ما إذا كان المجموع مطابقاً لمجموع القيم قبل التبويب .
٣- يمكن معرفة ما إذا كان مركز الفئة المختار لكل خانة قريباً من متوسط القيم التى فى هذه الخانة وعلى ضوء هذا يمكن ضم فئتين معاً أو تقسيم الفئة إلى فئتين أو أكثر تحقيقاً لهذا الهدف دون الحاجة إلى الرجوع إلى القائمة الأصلية للأرقام .

وكمثل بسيط لتوضيح الأخطاء التى تأتى بالصدفة فى أخذ العينات بطريقة عشوائية .

نفرض أن لدينا صندوقين بكل منهما ١٠٠٠ قميص من المنتج ، وأننا نعلم أن جميع القطع فى أحد الصندوقين معيبة وأن جميع القطع فى الصندوق الأخرى مقبولة ولكننا لا نعلم أى الصندوقين به القطع المعيبة ، وأيهما به القطع المقبولة ، فما هو حجم العينة التى تحتاجها لكى نجرى هذا الاختبار .

والجواب هو قطعة واحدة فإذا حدث أن أخذنا القطعة الواحدة من الصندوق الذى به القطع المعيبة وقمنا بمراجعتها فإننا سنجدها خارج حدود المواصفات ، وبالتالى سيكون الصندوق الآخر هو الذى يحوى القطع المقبولة .

يوضح لنا هذا المثال أحد المبادئ فى أخذ العينات وهو :

« استخدم فقط حجم العينة التي توصلك للنتيجة المطلوبة »

والآن نفرض أننا نعرف أن أحد الصندوقين يحتوى على قطع كلها مقبولة ، وأن الصندوق الآخر يحتوى كذلك على قطع كلها مقبولة عدا قطعة واحدة معيبة ، فما هو حجم العينة التى نحتاجها لكى نميز أحد الصندوقين عن الآخر ؟

هناك حالة واحدة يكون فيها حجم العينة ١٠٠٠ قطعة وذلك إذا ما بدأنا بالصندوق الآخر وتم اختبار ٩٩٩ قطعة منه كانت كلها مقبولة قبل اختبار القطعة الأخيرة رقم ١٠٠٠ التى يكون بالصدفة هى المرفوضة .

ويلعب الحظ كثيراً أثناء اختبار الصندوق الثانى (الذى يحوى قطعة واحدة مرفوضة) حيث قد تظهر القطعة المرفوضة ضمن العشر قطع الأولى التى يجرى

اختبارها أو قد تكون القطعة المرفوضة هى القطعة ٤٦٧ أو أى رقم آخر ، ويتوقف اكتشاف الصندوق المرفوض على مكان تواجد القطعة المعيبة فى الصندوق ، والطريقة التى تم بها الغوص بالأصابع داخل الصندوق لالتقاط قطع العينة .

وكمثل بسيط آخر نفرض أن أحد الصناديق يحتوى على ١٠٠ قطعة معيبة مختلطة مع باقى الألف قطعة التى يحتويها الصندوق ، وتعرف الكمية فى هذه الحالة بأنها معيبة ١٠٪ ومفروض من الناحية النظرية أننا لو أخذنا من الصندوق عينة مكونة من ١٠ قطع فإنه يتوقع وجود قطعة واحدة معيبة ضمن العشر قطع ، ولكن بالخبرة البسيطة نجد أنه ليس من الضروري أن تتحقق هذه النتيجة حيث أنها تتوقف كثيراً على مكان تواجد الـ١٠٠ قطعة المعيبة وسط الـ١٠٠٠ قطعة وأيضاً على كيفية اختيار العينة ، وعلى ذلك فإن إحدى العينات (المكونة من ١٠ قطع) قد لا تحتوى على أى قطعة معيبة بالمرة ، بينما قد تحتوى عينة أخرى على ٢ أو ٣ قطع معيبة أو أكثر وهكذا .

وإذا زيد حجم العينة ليصبح ١٠٠ قطعة (بدلاً من ١٠) فإن احتمال احتواء العينة على عدد من القطع المعيبة أقرب إلى نسبة ١٠٪ وكذلك إذا أخذت عينة عشوائية مكونة من ٥٠٠ قطعة فإن احتمال احتوائها على عينات معيبة نسبتها تساوى ١٠٪ يزداد ، أى عدد العينات المعيبة يقرب جداً من ٥٠ وبذلك قد توصلنا إلى مبدأ آخر فى طريقة أخذ العينات وهو :

« كلما كبر حجم العينة قل الخطأ فى كون اعتبار العينة ممثلة للكمية كلها »

وعند أخذ العينة من الكمية كلها لا يكتفي بأخذ قطع قليلة من قمة الصندوق ، بل يجب الغوص فى الصندوق للحصول على عينة عشوائية .

ولكى يمكن الاعتماد على « جداول أخذ العينات » فإنه يجب أن تؤخذ العينات بطريقة عشوائية وتقع مسئولية ذلك على المفتش .

وتوجد جداول متنوعة مستخدمة فى المصانع المختلفة ولكنها جميعاً مبنية على أسس واحدة وتختلف بعضها عن بعض فقط من حيث التفاصيل .

ويبين الجدول (٢) كيفية أخذ العينات الفردية وهو يوضح كلاً من حجم العينة المقابل لحجم الإنتاج ، ومستوى القبول للجودة .

٤- كيفية استخدام جدول أخذ العينات الفردية :

نفرض أن لدينا دفعة من المنتجات عددها ١٠٠٠ قطعة ومطلوب اختبار مدى مطابقتها للمواصفات ، فإننا نبحث فى خانة حجم الإنتاج عن المجموعة التى تشمل العدد ١٠٠٠ فنجدها فى العمود الخامس من الجدول (٥) (المجموعة ٨٠٠-١٢٩٩) ثم نستخرج حجم العينة المناظر لحجم الإنتاج فنجد أنه ١١٥ قطعة يختار وبطريقة عشوائية .

والآن نفرض أنه وجدت ٤ قطع معيبة من الـ١١٥ قطعة (العينة العشوائية) فإننا نبحث فى العمود الخامس تحت المجموعة (٨٠٠-١٢٩٩ وحجم العينة ١١٥) عن العدد ٤ من رقم القبول ، وعند هذه النقطة تحرك النظر أفقياً إلى اليمين حتى نصل إلى خانة « المستوى المقبول للجودة » فإننا نحصل على رقم ٢٪ .

كل هذا يعنى أنه إذا وجدت ٤ قطع معيبة فى العينة التى حجمها ١١٥ ، فيكون الإنتاج الذى حجمه ١٠٠٠ قطعة يحوى قطعاً معيبة بنسبة ٢٪ ، أو بمعنى آخر يحتوى الإنتاج الذى حجمه ١٠٠٠ قطعة قطعاً معيبة عددها ٢٠ ، ٤ منها اكتشفت فى العينة (١١٥ قطعة) وبالاختبار الفعلي لباقي الإنتاج .

(٨٨٥ قطعة) فإننا سنحصل حتماً على ١٦ قطعة معيبة .

وقد أثبتت الخبرة العملية أنه من بين عشر مرات فإن تسعة منها تحقق العينة فيها مستوى الجودة للإنتاج ، وعلى ذلك فإن الاختبار الكامل الحقيقي للإنتاج قد يؤدى إلى ١٩ وربما ٢١ قطعة معيبة بدلاً من ٢٠ (عدد القطع المعيبة نظرياً) ولكن النتيجة العامة لنسبة القطع المعيبة فى الإنتاج التى نحصل عليها من العينة وهى ٢٪ تكون غالباً أقرب ما يمكن إلى الصحة بالنسبة للأغراض الصناعية .

٥- تعيين مستوى الجودة قبل التفتيش على الإنتاج :

من المتوقع دائماً أن يشمل الإنتاج نسبة معينة من القطع المعيبة وأن محاولة الحصول على إنتاج سليم ١٠٠٪ تحت ظروف الإنتاج الحديث المتسم بالسرعة العالية تعتبر عملية مكلفة للغاية ، وعلى ذلك فيجب تعيين نسبة محددة للعيوب يسمح بها فى الإنتاج وتتوقف على طريقة الصناعة ونوع الإنتاج والتسويق وظروف التشغيل ، وتتراوح هذه النسبة عادة ٠,٥ ، ٥٪ .

وبديهي فإن وضع مستويات الجودة يعتبر عاملاً مهماً فى هندسة الإنتاج ، ويجب الموازنة بين تأثير النسبة العالية المسموح بها للعيوب على نسبة المبيعات وعلى العملاء وأسواق السلعة المنتجة ، وبين تأثير النسبة الصغيرة جداً التى يسمح بها للعيوب على تكاليف الإنتاج وخامات التشغيل وأجرة العمال .

والمتبع فى هذا الشأن أن يتلقى قسم التفتيش بالمصنع التعليمات الخاصة بمستوى الجودة التى سيتم على أساسها التفتيش على الإنتاج ، ولنفترض أن التفاوت المسموح به فى الإنتاج والذى تقرر بواسطة السلطة الأعلى هو ٢٪ ، وأن المفتش يستخدم الجدول رقم (٥) فى اختبار جودة إنتاج ١٠٠٠ قطعة ، فالبحث فى العمود الخامس رأسياً تحت (حجم الإنتاج) «٨٠٠- ١٢٩٩ » حتى نقابل الخانة الأفقية المناظرة « للمستوى المقبول للجودة » ٢ فإننا نحصل على رقم القبول ٤ .

جدول (٥) لاختبار جودة الإنتاج

إجمالى الإنتاج	٧٤-٠	٧٥- ١٩٩	٢٠٠- ٤٩٩	٥٠٠- ٧٩٩	٨٠٠- ١٢٩٩	١٣٠٠- ٣١٩٩	٣٢٠٠- ٧٩٩٩	٨٠٠٠- ١٩٩٩٩	٢٠٠٠٠- ١٠٩٩٩٩
حجم العينة	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	١١٥	١٥٠	٢٢٥	٣٠٠	٤٥٠
مستوى القبول للجودة	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول	رقم القبول
%٠,١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢
%٠,٢٥	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٣	٤
%٠,٥٠	٠	٠	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦
%١,٠	٠	٠	١	٢	٣	٤	٥	٧	٩
%٢,٠	٠	٠	٢	٣	٤	٥	٨	١٠	١٤
%٣,٠	٠	١	٣	٤	٦	٨	١١	١٤	٢٠
%٤,٠	١	٢	٤	٥	٨	١٠	١٤	١٧	٢٦
%٥,٠	٢	٣	٥	٦	٩	١٢	١٧	٢٢	٢٨

وعلى ذلك فإن التعليمات التى يتلقاها المفتش من الجدول هى أن يأخذ عينة عشوائية كميتها ١١٥ قطعة من كمية إنتاج ١٠٠٠ قطعة ، فإذا كانت نتيجة

التفتيش هى احتواء العينة (١١٥ قطعة) على عدد ٤ قطع معيبة أو أقل فإنه سيقبل كمية الإنتاج كلها حيث لا تحوى قطعاً معيبة أكثر من الكمية المسموح بها وهى ٢٪ ، أما إذا اكتشف وجود أكثر من ٤ قطع معيبة فى العينة (١١٥ قطعة) فإنه سيرفض كمية الإنتاج كلها (١٠٠٠ قطعة) .

خامسًا – الطريقة العلمية لاختيار العينات :

تتشابه هذه الطريقة مع طريقة اختيار العينات التقريبية فى كثير من الصفات ولذلك فهى بين طريقة عدم إجراء أى عملية للاختبار وطريقة الفرز ١٠٠٪ وهذه الطريقة تضيف إلى الطرق السابقة معرفة بمدى الخطورة التى قد تنتج من اتخاذ قرار خاطئ .

ومن البديهى أن العلاقة المباشرة بين المنتج والمستهلك هى ترجمة لمستوى الجودة المتداولة – بينهما ، فالجودة إذن تلعب الدور الارتباطى بينهما ، ومقاييسها هى المواصفات التى تم الاتفاق عليها ونمو العلاقة بين المنتج والمستهلك واطرادها على مر الأيام إنما هو تسجيل مستمر لمستوى الجودة الى يحدد المواصفات تبعاً للإمكانات التى لدى كل منهما ، وهنا يمكن أن نذكر بشئ من التفصيل علاقة هذا المستوى بفحص العينات واختبارها كوسيلة لاتخاذ قرارات الرفض والقبول فى أى من الدفعات الواردة أو الخارجة من وإلى المخازن أو المصانع ، فالافتراض الأول أننا نأخذ عينة أو أكثر من أى دفعة ثم نفحصها لمطابقتها للمواصفات ونتيجة الفحص احتمالية ولاشك فى ذلك أن اختيار العينة كان عشوائياً دقيقاً وبأمانة وحيادية لا انحياز لها .

وهذه النتيجة الاحتمالية تحتمل الرفض أو القبول وقد يكون الرفض لهذه الدفعة فى حين أنها فى المستوى المطلوب من حيث مواصفاتها للجودة – وقد يكون العكس أى قبول الدفعة وهى بمستوى أقل بناء على نتيجة فحص العينة وهنا تتدخل نظرية الاحتمالات لتفسر ذلك من الوجهة العلمية ولكن للاتفاق العلمى بين الطرفين (المنتج والمستهلك) فى تحديد شدة الاحتمالات فى كلاً الحالتين ، فكل من الطرفين يخاطر نتيجة الرفض لنسبة معينة من الدفعات حتى ظروف معينة

من الجودة تمثل متوسط مستوى الجودة المطلوب والمستهلك يتحمل هو الآخر قبول نسبة محددة من الدفعات تحت ظروف خاصة من الجودة تكون بطبيعة الحال حداً أدنى لمستوى الجودة المطلوب .

ويعبر عن هذا فى حالة المنتج بقيمة مخاطرة المنتج وجرت العادة على أن تكون هذه النسبة فى حدود ٥٪ .

- **كيفية أخذ عينة عشوائية :**

يعتبر شرط أساسي فى اختبار جودة الإنتاج أن تؤخذ العينات بطريقة عشوائية ومعنى عينة عشوائية هى العينة التى تؤخذ من إجمالى الإنتاج بطريقة معينة بحيث أن أى وحدة فيها تختار تماماً مثل أى وحدة أخرى ، ومن الناحية الأخرى العملية يعنى هذا أنه يجب الغوص Digging فى إجمالى الإنتاج لأخذ العينة **(أي لا يكتفي بأخذ العينة من على السطح)** وفى كثير من الأحيان وخاصة بالنسبة للأجزاء المشغلة يجب على المفتش أن يفرغ الأجزاء فى وعاء (أو صندوق) فارغ ، وتؤخذ قطع العينة أثناء عملية تفريغ الأجزاء من صندوق لآخر ، وفى حالة الأجزاء الأكبر إذا كانت متحركة بواسطة سير متحرك أو قضبان دوارة مثل

(Chain Conveyer) فإن المفتش يأخذ قطع العينة كل ثالث أو خامس أو تاسع قطعة متوقفاً ذلك على سرعة تحرك السير أو قضبان التحويل (Conveyer) حتى يحصل فى النهاية على العدد الإجمالي .

والكسل هو العدو رقم واحد فى أخذ عينة عشوائية حقيقية ، ويجب أن نتذكر دائماً أنه يمكن أن تفشل الطرق الإحصائية لأخذ العينات على أسس علمية بسبب كون العينة لا تمثل الإنتاج تمثيلاً صحيحاً ، ويواجه المفتش عادة صعوبة أو جهد بدنى .

فمثلاً إذ كان مطلوب اختبار أصناف واردة عن طريق النقل البحرى معبأة فى صناديق ورقية أو خشبية مقفلة بإحكام ، فيجب على المفتش ألا يهمل فى فتح كل الصناديق حيث يجب أن تحتوى عينة الاختبار على وحدات ممثلة لمحتويات كل صندوق ، وأيضاً إذا كان المطلوب اختبار مشغولات مرصوصة على الأرض

على هيئة أكوام كل كوم منها مكون من ٣٠-٤٠ وحدة ، فإنه لا يكتفي بأخذ وحدات العينة من الطبقة العليا للمشغولات أو من الأجناب المفتوحة للكوم لسهولة تناولها ، حيث أن العينة فى هذه الحالة لا تمثل الكمية كلها المراد اختبارها ، ولذلك يجب على المفتش الاستعانة بأيدى عاملة ، أو بونش أو بأى معدات تحميل أخرى لرفع طبقات الكوم واحدة تلو الأخرى مع أخذ وحدات قليلة بطريقة عشوائية من كل طبقة حتى نحصل على العدد المطلوب لعينة الاختبار .

وكما كان للجداول الإحصائية مهمتها التى سبقت الإشارة إليها فإن للرسوم البيانية كذلك مهمتها فى تبسيط عرض البيانات واجتذاب المشاهد إلى الحقائق الرقمية فيتسنى له بذلك أن يستوعب هذه الحقائق بغير عناء كبير ودون إرهاق ولكن هذا لا يعنى أن الرسوم البيانية تغنى عن الجداول دائماً ولكن الأحرى أن الرسوم البيانية إنما تساند الجداول الإحصائية فى تبسيط العرض .

إلا أن للرسوم البيانية وضعية أخرى تتجاوز مجرد التبسيط والتشويق وتثبيت صورة الأرقام فى ذهن المشاهد دون حاجة إلى استظهارها ، فهى فى الواقع أداة قوية ولازمة من أدوات التحليل الإحصائي التى لا غنى للباحث المدقق عن استخدامها وهى فى ذلك بمثابة صور الأشعة التى لابد للأطباء من الاستعانة بها لتشخيص المرض وتحديد مدى خطورته ، فبدون الرسوم البيانية يعجز الباحث عن تصور شكل الظاهرة اللحظي أو تطورها على مدار الأيام والسنين أو اختلافها من منطقة إلى أخرى أو من بلد إلى آخر .

ومن هذا المنطلق الذى يغفله كثير من الإحصائيين فى تطبيقهم للإحصاء يتعين أن يكون للرسوم البيانية وضعها المرموق ضمن أى نشاط احصائي إذ لا يكفى أن تعتبر الرسوم البيانية مجرد أداة للتشويق لأنها فى الواقع أداة لا غنى عنها فى التحليل كما سوف نرى عند دراسة الارتباط مثلاً وعند تحليل السلاسل الزمنية إذ أنه لا غنى عن الرسوم البيانية فى هذين المجالين على الأقل .

ولسوف نستعرض فيما يلى أهم أنواع الرسومات وأهم القواعد التى يجب مراعاتها عند رسم كل نوع من هذه الأنواع كما سوف نجمل هذه الأنواع تحت عنوانين رئيسيين هما :

أولا – العرض البياني للبيانات غير المبوبة Graphic Presentation of Ungrouped Data .

ثانيا – العرض البياني للبيانات المبوبة Graphic Presentation of Grouped (Frequency Distributions) .

كما يتضح من التوضيح التالي :

أولاً – العرض البياني للبيانات غير المبوبة .

١- الأعمدة أو الأشرطة البيانية (لتمثيل الظاهرة فى إجمالها أو بمكوناتها أو لتمثيل أكثر من ظاهرة) .

٢- الخطوط والمساحات البيانية .

٣- الصور والأشكال الرمزية .

٤- الدوائر والمربعات .

ثانياً – العرض البياني للبيانات المبوبة :

١- المدرج التكراري (قطع محورين عند اختلاف مدلول المسافات عليهما والعبرة بمساحة المستطيل وليس بارتفاعه) .

٢- المضلع التكراري (أيسر فى مقارنة توزيعين عن مقارنة المدرج التكراري لهما .

٣- المنحنى التكراري .

٤- المنحنيات المتجمعة الصاعدة والهابطة .

أولاً – العرض البياني للبيانات غير المبوبة :

وهى الأرقام التى لا ينظمها جدول توزيع تكرارى وهنا تستخدم الأعمدة أو الأشرطة البيانية أو الخطوط أو المساحات البيانية أو المنحنيات أو الأشكال الرمزية والصور أو الدوائر أو المربعات ، وسوف نعالج هذه الأنواع بشئ من التفصيل فيما يلى :

١ – **الأعمـــدة أو الأشرطة البيانية أو الهستوجرام** Bar or Column Charts or Histograms

وتستخدم هذه الأشكال فى تمثيل الظواهر محل الدراسة بقصد تيسير المقارنات بينها سواء مكانياً أو زمانياً Place or Comparisons وفيها يتم تخصيص المحور الأفقى لأسماء الأماكن أو المناطق أو للزمن بالساعة أو باليوم أو بالأسبوع أو بالشهر أو بالفصل أو بالسنة ويتم تخصيص المحور الرأسى لوحدات القياس سواء كانت أرقاماً مطلقة أو نسباً مئوية .

وتستخدم الأعمدة الرأسية أو الأشرطة الأفقية لتمثيل الظواهر على النحو التالى :

- كل ظاهرة على حدة وفيها يكون الشكل الناتج مكوناً من أعمدة أو أشرطة بسيطة Simple Bar or Column Charts.

- أو كل ظاهرة على حدة مع إبراز أجزائها ومكوناتها ويكون الشكل الناتج مكوناً من أعمدة أو أشرطة مجزأة part Bar or Column Charts-Component .

- أو لتمثيل ظاهرتين أو أكثر معاً ويكون الشكل الناتج مكوناً من مجموعات متجاورة من الأعمدة والأشرطة Grouped Bar or Column Charts .

ويمكن أن يطلق على أى من هذه الأشكال الثلاثة اسم هستوجرام Histogram إذا كانت الأرقام موضوع التمثيل بيانات زمنية باعتبار أن الرسم فى هذه الحالة يكون ممثلاً للتطور التاريخى للظاهرة ويتم التمثيل فى هذه الحالة باستخدام الأعمدة لا الأشرطة وسوف نرى فيما بعد الهستوجرام يستخدم أيضاً لتمثيل التوزيعات التكرارية وأنه يطلق عليه فى هذه الحالة بالذات اسم المدرج التكرارى .

ويراعى فى رسم الأعمدة أو الأشرطة البيانية الشروط الآتية :

ألا يختلف أى شريط أو عامود عن الآخر إلا فى الطول ، أما العرض فيكون موحداً بالنسبة لها جميعاً .

أن تترك مسافة بين كل عمودين أو شريطين متجاورين تقدر فى بعض المصادر بحوالى نصف عرض العامود أو الشريط أو ثلثي هذا العرض أو مثله ولكن هذا تقليد وليس قاعدة إذ أن هذا الأمر يتوقف على التقدير الشخصي والذوق الفنى والخبرة .

أن يبدأ القياس على المحور الرأسى بالذات من نقطة الصفر وإلا اختل التناسب بين القيم وفقدت المقارنة قيمتها الحقيقية .

يمكن كتابة القيم داخل الأعمدة والأشرطة أو عند نهاياتها .

فى حالة التمثيل الزمنى إذا كان عدد السنوات أو الفترات كثيرةً فإنه يمكن الاكتفاء بذكر بعضها فقط دون الآخر لكيلا يزدحم المحور الأفقى بكل هذه السنوات وذلك بأن تذكر سنة من كل ٥ سنوات متتالية على هذا المحور مع الحرص على تساوى المسافات بالطبع للفترات المتساوية وجدير بالذكر هنا أن استخدام الأعمدة يقتصر عادة على الأحوال التى يكون فيها عدد الفترات الزمنية قليلاً ، أما إذا زاد هذا العد فإنه يمكن الاستعاضة عن الأعمدة البيانية بالخطوط التى سيأتى ذكرها فيما بعد .

يستحسن عند استخدام الأعمدة أو الأشرطة ترتيب البيانات تصاعدياً أو تنازلياً قبل تمثيلها بيانياً بحيث تبدو فى الرسم بهذا الترتيب وذلك تيسيراً للاستطلاع والتحليل وإن كانت هذه القاعدة يمكن ، بل يجب الخروج عنها عند تمثيل البيانات الزمنية التى يجب الحرص فيها على ضرورة تتابع الفترات الزمنية وإلا ضاع مغزى الرسم نفسه ، فإذا كانت لدينا البيانات الآتية عن كمية المبيعات أو المشتريات من سلع مختلفة أو منتجات مصانع مختلفة .

وتستخدم الأعمدة والأشرطة أيضاً لتمثيل البيانات المجزأة كما هو الحال عند تمثيل الملابس حسب كونها للرجال أو للنساء أو للأطفال ويحدد المقاس عليها .

وفيما يلي مثال توضيحي لنماذج العرض البياني :

تقوم شركة للملابس الجاهزة بفحص الإنتاج النهائي لفرزها إلى إنتاج درجة أولى ليس به عيوب ظاهرة ويباع بالأسعار العادية ونظراً لزيادة عدد القطع فى المجموعة الثانية فقد أرادت الشركة تتبع أكثر الأسباب أهمية فى وجود عيوب فى الإنتاج بغية تحسين الإنتاج وتقليل الفاقد ، وبفحص ٥٠٠ قطعة معيبة أمكن تقسيمها حسب العيب كالتالي .

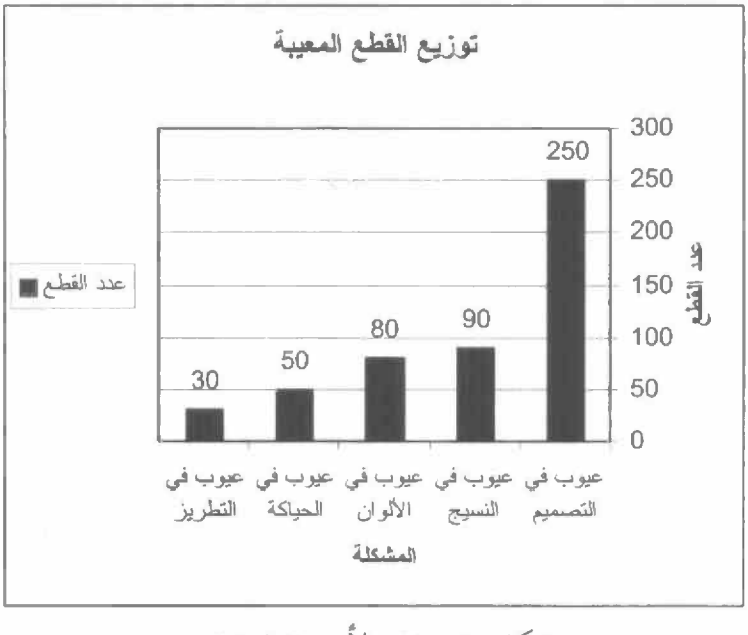
* * *

جدول رقم (٦)

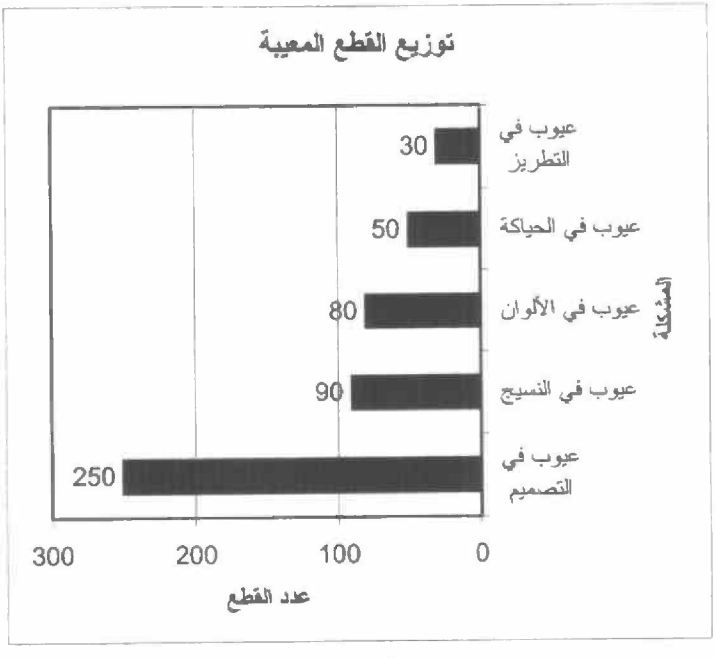
توزيع ٥٠٠ قطعة ملابس معيبة حسب العيب

المشكلـــة	عدد القطع
عيوب في التصميم	٢٥٠
عيوب في النسيج	٩٠
عيوب في الألوان	٨٠
عيوب في الحياكة	٥٠
عيوب في التطريز	٣٠
إجمالي عدد القطع المعيبة	**٥٠٠**

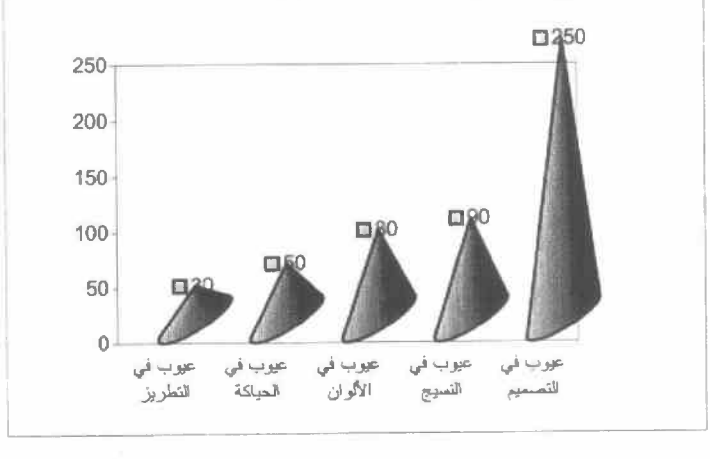
وتوضح الأشكال (٦ : ١١) نماذج مختلفة للأعمدة والأشرطة البيانية والأشكال المجسمة



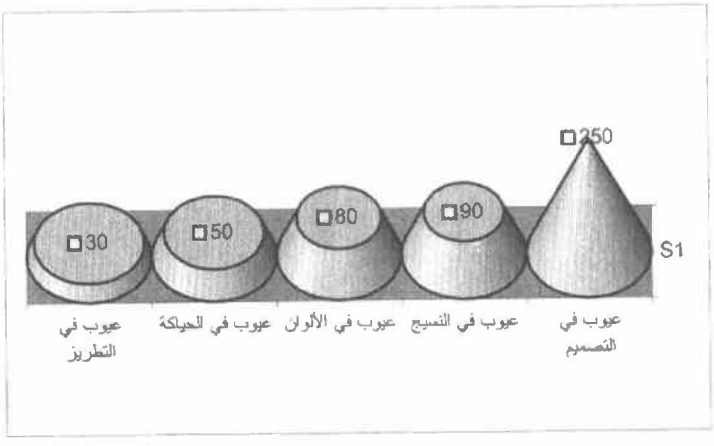
شكل رقم (٦) الأعمدة البيانية



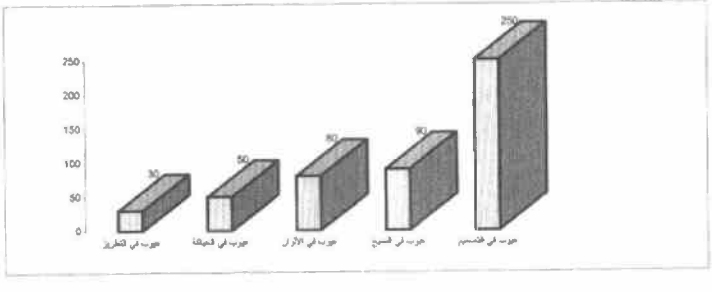
شكل (٧) الأشرطة البيانية



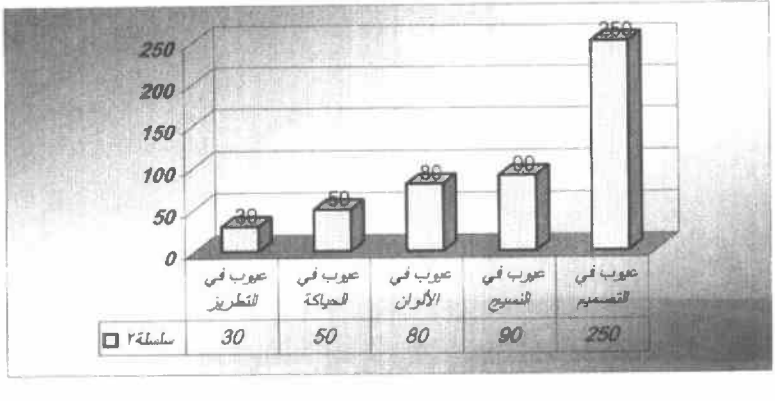
شكل رقم (٨) الأشكال المخروطية



شكل رقم (٩)



شكل رقم (١٠)



شكل رقم (١١) (الأشكال المجسمة) 3d

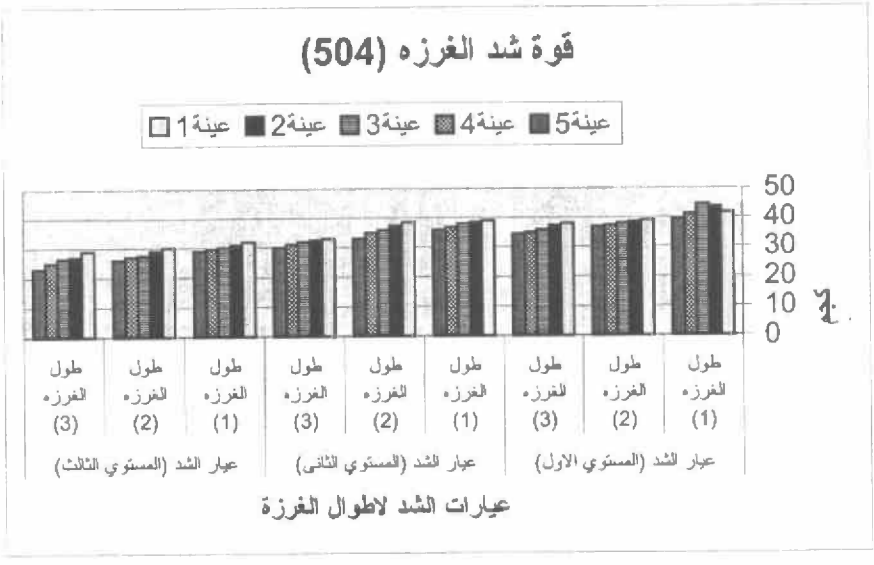
مثال أخر لتوضيح الأعمدة والأشرطة بصور أخرى :

يعطى الجدول التالي التوزيع التكراري لعدد (٥) عينات من أقمشة الانترلوك قطن ١٠٠ ٪

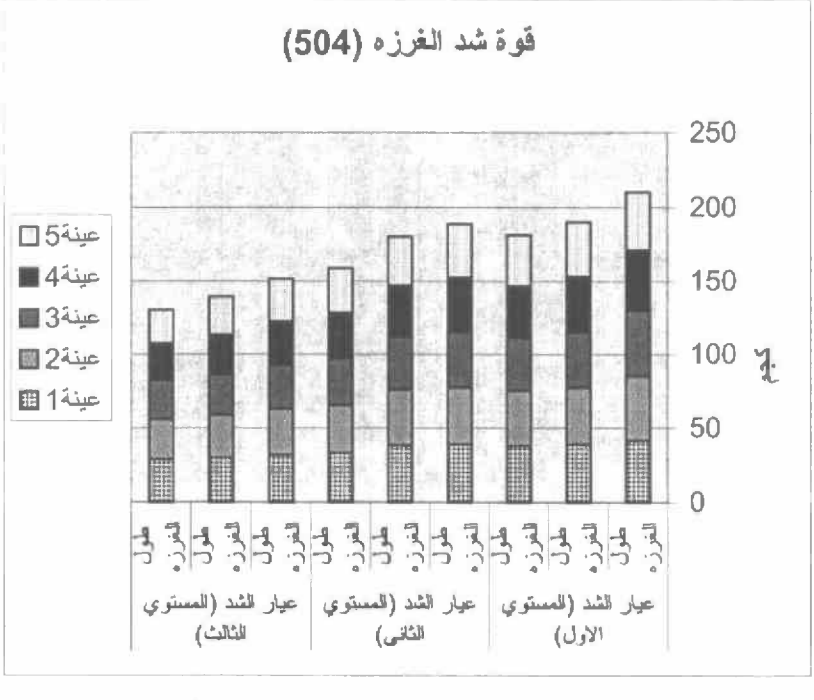
تم حياكتها باستخدام الغرزة رقم (٥٠٤) والمطلوب معرفة قوة شد هذه الغرزة بالكيلو جرام عند ثلاثة مستويات لعيارات شد خيط الحياكة وبأطوال مختلفة للغرزة .

جدول (٧) قوة شد الغرزة رقم (٥٠٤) بالكيلو جرام

	عيار الشد (المستوي الأول)			عيار الشد (المستوي الثاني)			عيار الشد (المستوي الثالث)		
	طول الغرزه (١)	طول الغرزه (٢)	طول الغرزه (٣)	طول الغرزه (١)	طول الغرزه (٢)	طول الغرزه (٣)	طول الغرزه (١)	طول الغرزه (٢)	طول الغرزه (٣)
عينة١	41.7	39	38	39	38.5	33	32	30	29
عينة٢	43.6	38.5	37.5	38.5	37.5	32.5	31	29	27
عينة٣	44.5	38	36	38	36	32	30	27.5	26.5
عينة٤	41.2	37.5	35	37	35	31	29.5	27	25
عينة٥	39.4	37	34.5	36	33	30	29	26	23


قوة شد الغرزه (504)
عينة1 عينة2 عينة3 عينة4 عينة5
50
40
30
20
10
0
ك.ج
طول الغرزه (3)
طول الغرزه (2)
طول الغرزه (1)
عيار الشد (المستوي الثالث)
عيار الشد (المستوي الثانى)
عيار الشد (المستوي الاول)
عيارات الشد لاطوال الغرزة

شكل (١٢)


قوة شد الغرزه (504)
عينة5
عينة4
عينة3
عينة2
عينة1
250
200
150
100
50
0
ك.ج
عيار الشد (المستوي الثالث)
عيار الشد (المستوي الثانى)
عيار الشد (المستوي الاول)

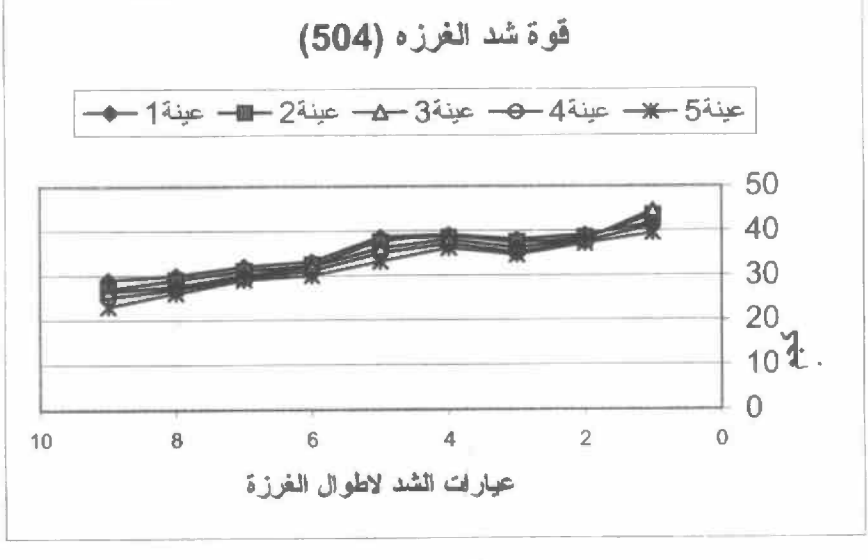
شكل (١٣)

٢- الخطوط والمساحات البيانية Line and Band Graphs :

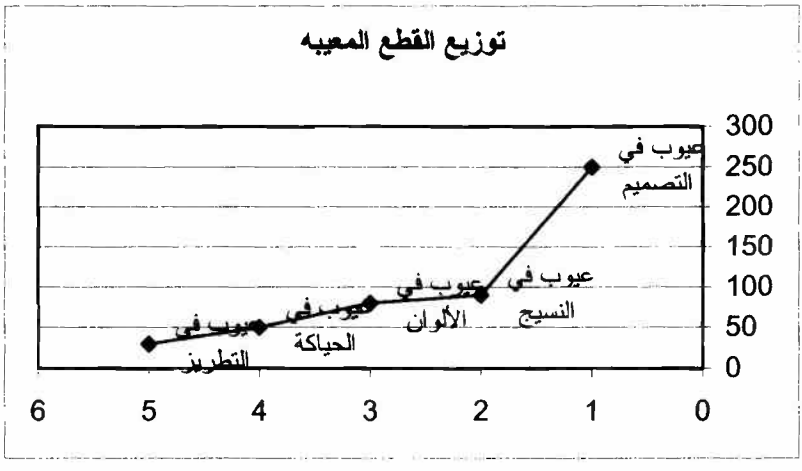
يعتبر استخدام الخطوط البيانية امتداداً لفكرة الأعمدة البيانية كما تعتبر المساحات البيانية امتداداً فكرياً للأعمدة المجزأة ، إذ أننا بتوصيل منتصف أعالى الأعمدة البسيطة على خطوط نحصل على الخط البيانى وبتوصيل منتصفات أعالى الأجزاء المكونة للأعمدة نحصل على خطوط بيانية متجمعة تقع بين كل خطين منها مساحة تعبر عن هذا الجزء من الظاهرة فقط ، وبديهى أنه يمكننا رسم الخطوط البيانية فى الحالين بدون رسم الأعمدة أو أجزائها على الإطلاق .

ويراعى فى رسم الخطوط والمساحات البيانية نفس القواعد التى سردناها عند الحديث عن الأعمدة البسيطة والأعمدة المجزأة ، إذ أننا هنا أيضاً نبدأ المحور الرأسى من نقطة الصفر ونسجل القيم فى شكل نقط (بدلاً من أعمدة) ويتم توصيل هذه النقط بخطوط مستقيمة ، كما يمكن استخدام الخطوط البيانية لتمثيل ظاهرتين مع التمييز بين الخطوط إما بالألوان أو باختلاف سمك الخطوط أو ما شابه ..

ويمكن إيضاح ذلك بالرسم التالي لنفس الأمثلة السابقة :



شكل (١٤)



شكل (١٥)

٣- الصور والأشكال الرمزية Pictorial and symbolic graphs :

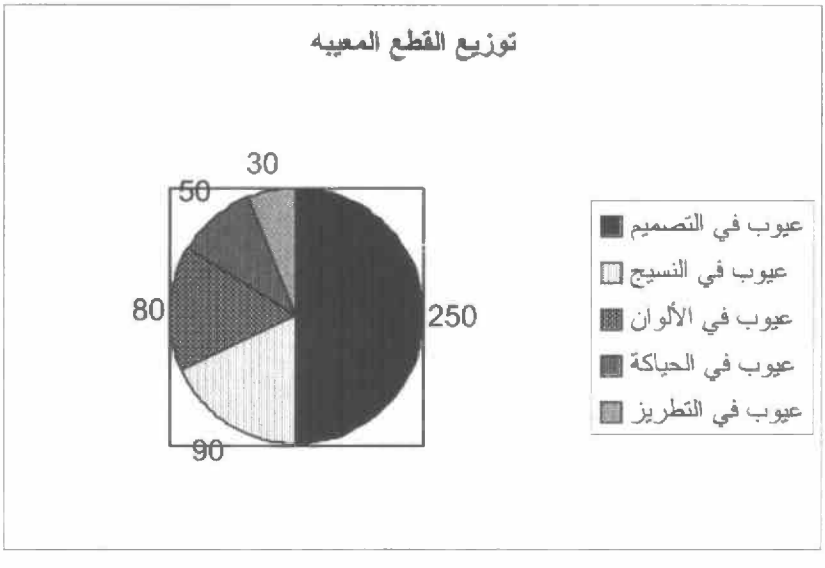
فى حملات الدعاية والإعلان والإعلام لعامة الشعب يمكن اجتذاب أنظار الناس بملء الرسوم البيانية ببعض الرموز التى تمثل الظاهرة نفسها كقطع العملة إذا كان بالأرباح والخسائر أو الإيرادات أو قيمة المشتروات أو المبيعات أو بصورة مصغرة للسلعة أو بوجوه مختلفة الشكل للرجال والنساء والأطفال وهكذا تبعاً لاختلاف الموضوع .

ويراعى استخدام أساليب بسيطة فى مثل هذه الرموز من الصور حرصاً على عدم ازدحام الرسم فتضيع الحكمة المتوخاة منه ، كما يراعى بيان الاختلافات فى القيم عن طريق تكرار الرمز لا تكبيره فإذا استخدمنا القطعة الواحدة من العملة لكى تمثل فى الرسم ١٠ جنيهات يجب استخدام قطعتين من هذه العملة فى الرسم لتمثيل عشرين جنيهاً إذ لا يجوز فى هذه الحالة مضاعفة حجم هذه القطعة على الرسم لأن العين المجردة لا يمكنها معرفة الاختلافات بين أحجام الرموز المختلفة فى الرسوم البيانية .

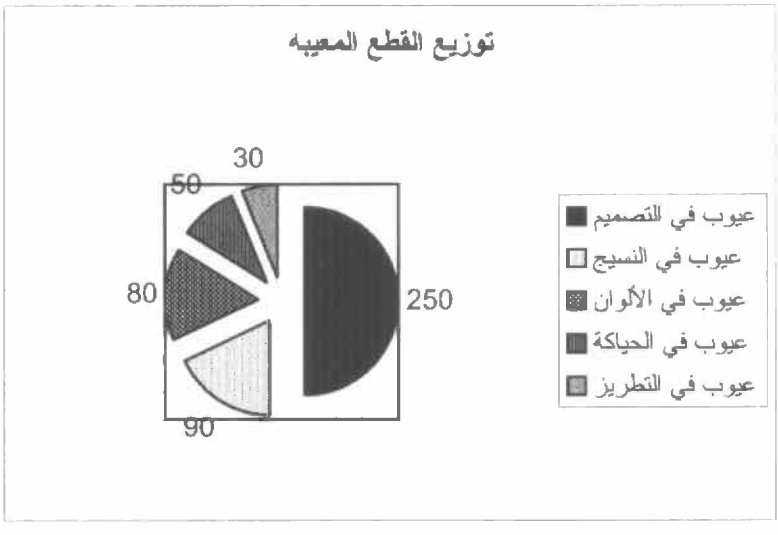
* * *

٤- الدوائر والمربعات Pies and Squares:

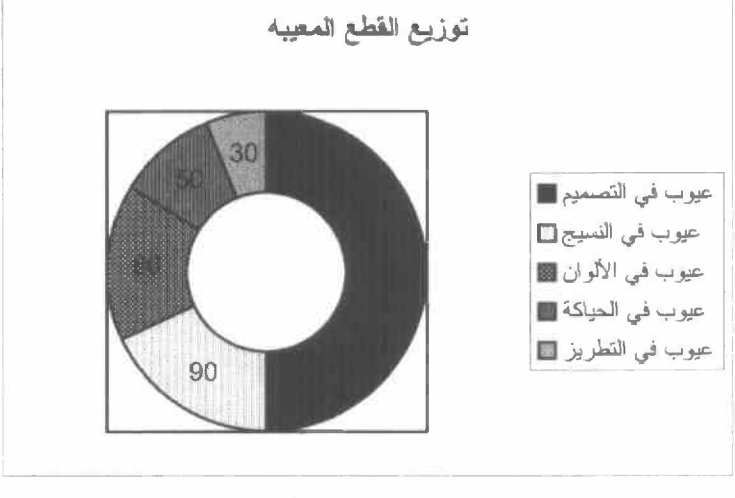
كما يمكن الاستعانة بالدوائر والأشكال الهندسية الأخرى كالمربعات والمثلثات مثلاً لبيان الفروق بين القيم المختلفة بيانياً وذلك برسمها بحيث تتناسب مساحة كل منها مع حجم الظاهرة موضوع التمثيل البيانى ويتضح ذلك من مثال توزيع القطع المعيبة وإظهارها في النماذج التالية أشكال (١٦ : ١٩) .



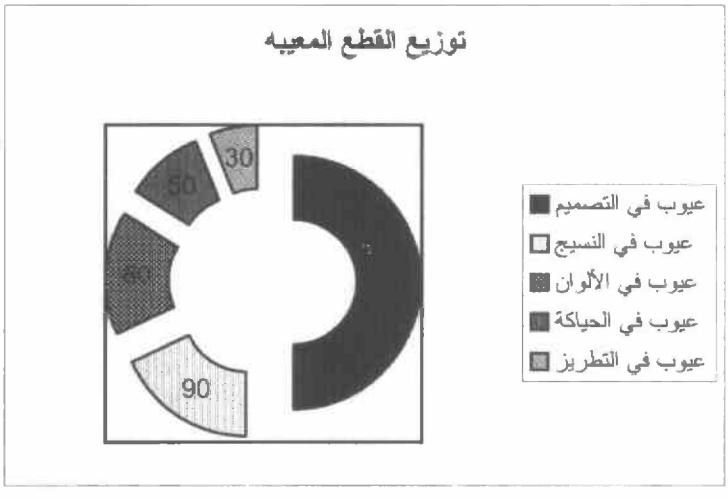
شكل رقم (١٦)



شكل رقم (١٧)



شكل رقم (١٨)



شكل رقم (١٩)

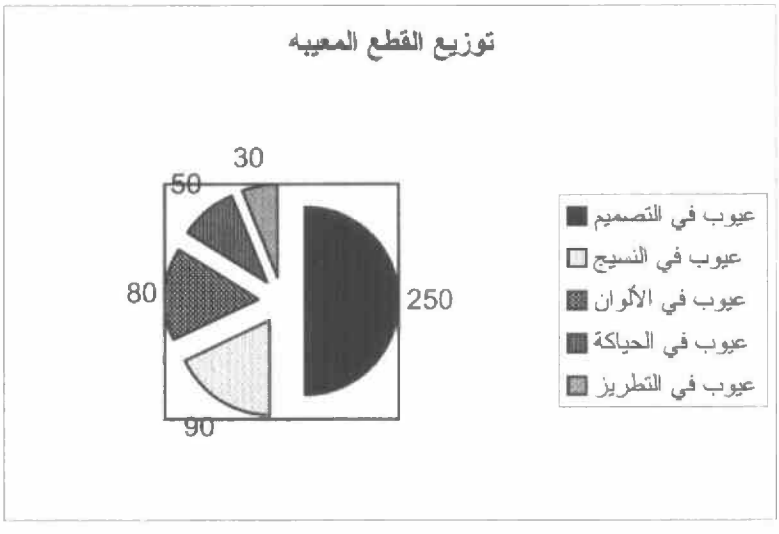
٥- **استخدام لوحات النسب المئوية للقطع المعيبة** Percent defective chits:

تستخدم هذه اللوحات البيانية على الأخص فى التحكم فى جودة الإنتاج عندما تكون المنتجات عبارة عن أجزاء من نوع واحد بكميات كبيرة ، وفى هذه الحالة يأخذ المفتش عينات عشوائية مكونة من وحدات كثيرة نسبياً مثل ١٠٠ أو ٢٠٠ قطعة فى المرة الواحدة ويحدد عدد القطع المعيبة ويحسب نسبتها المئوية بالنسبة لإجمالى قطع العينة .

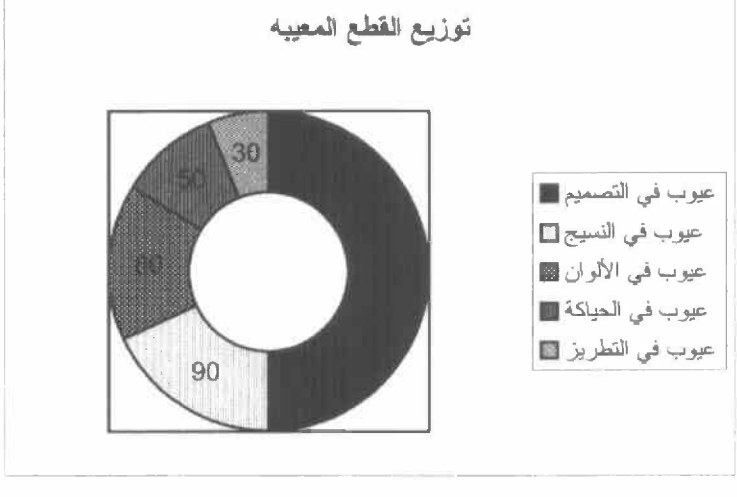
ثم نرصد أرقام النسب المئوية فى لوحة بيانية موقع عليها « خطوط حدود الرقابة Control Limits» .

- **تطبيقات إحصائية :**

وإذا سلمنا بأن الإحصاء يستهدف تلخيص البيانات بحيث يسهل على الفاحص استيعابها بأقل عناء ممكن وأنه إذا كانت الجداول الإحصائية والرسوم البيانية تساعد على تحقيق هذا الهدف المنشود فإن بعض الحسابات الإحصائية تساعد أيضاً على تحقيق هذا الهدف وذلك بتلخيص الأرقام الكثيرة فى شكل واحد يمكن أن يكون أحد المسميات الآتية :



شكل رقم (١٧)



شكل رقم (١٨)

ولكى نحصل على صيغة عامة لهذا الحساب يمكننا أن نرمز للمتوسط الحسابى بالرمز (سَ) ولكل رقم من أرقام المجموعة (س) ويمكن أن يكون الرقم الأول هو (س١) والرقم الثانى (س٢) والرقم الثالث (س٣) والرقم الرابع (س٤) والرقم الخامس (س٥) .

$$\text{إذن } س = \frac{س١ + س٢ + س٣ + س٤ + س٥}{٥}$$

وفى الحالة العامة يمكننا أن نرمز لعدد القيم بالرمز (ن) وبذلك يكون :

$$سَ \quad \frac{س١ + س٢ + ... + س\,ن}{ن}$$

أو إذا أردنا شكلاً أبسط لهذه الصيغة نكتفى بالقول بأن :

$$سَ \quad \frac{مجـ\, س}{ن}$$

وفيما يلي أمثلة تطبيقية للتحليلات الإحصائية :

مثال (١) :

يعطى الجدول التالي التوزيع التكراري لعدد ١٠٠ طبقة فرد (فرشة) لبدلة رجالي عرضها ١٦٠ سم من إنتاج إحدى شركات الملابس الجاهزة حيث تحدد مواصفات الإنتاج طول الفرشة بمقدار ١٢ متراً .

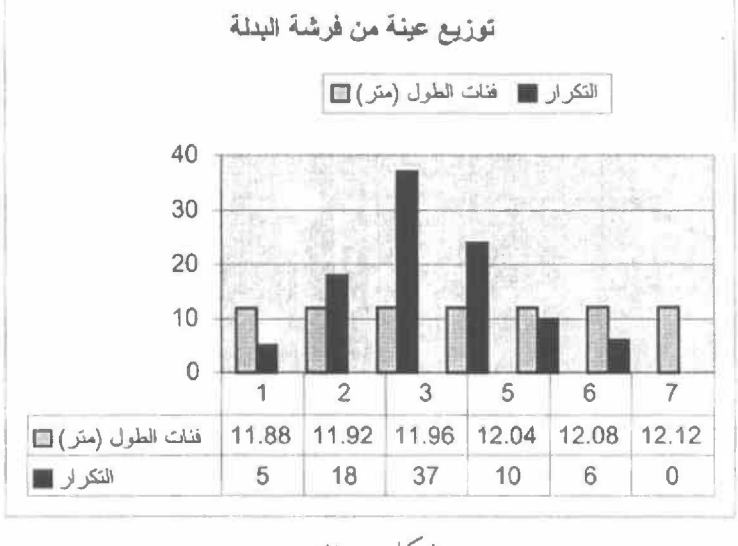
* * *

جدول (٨)

توزيع أطوال عينة من طبقات الفرد (فرشة) البدلة

فئات الطول (متر)	التكـــرار
١١,٨٨	٥
١١,٩٢	١٨
١١,٩٦	٣٧
١٢,٠٠	٢٤
١٢,٠٤	١٠
١٢,٠٨-١٢.١٢	٦
مجموع	**١٠٠**

فيكون العرض البياني للتوزيع التكراري كما فى شكل (٢٠)



شكل (٢٠)

العرض البياني لتوزيع عينة من طبقات الفرد (فرشة) البدلة

ويبين المدرج التكرارى بصورته التقليدية هذه أن تركز بيانات العينة يأتى قريباً من القيمة المستهدفة لطول الفرشة ، كما يوضح انتشار القيم حول متوسطها وهذه هى أهداف الاستخدام المعتاد للمدرج التكرارى لتمثيل البيانات ، غير أنه فى حالة مراقبة الجودة يمكن إضافة بعض الملامح إلى المدرج التكرارى لتصبح بذلك أداة فعالة لقياس مقدرة العملية الإنتاجية [1] ، ويتم ذلك بحساب الوسط الحسابى والانحراف المعيارى من بيانات العينة واستخدامها فى حساب حدود التفاوت التى تعتبر مقبولة من حيث الالتزام بالمواصفات الموضوعة مسبقاً على أطوال طبقات الفرد (الفرشة) وإدخال هذه الحدود وكذلك المتوسط على الشكل البيانى أى على المدرج التكرارى ويتم استخدام الجدول التالى لحساب كل من الوسط الحسابى والانحراف المعيارى للعينة .

جدول (٩)

تقدير الوسط الحسابى والانحراف المعيارى للعينة

الفئـــة	التكرار ك	مركز الفئة س	الانحراف ح = (س-أ)	ك ح	ك (ح٢)
١١,٨٨-	٥	١١,٩٠	٠,١٠-	٥	٠,٠٥٠
١١,٩٢-	١٨	١١,٩٤	٠,٠٦-	١,٠٨	٠,٠٨٦٨
١١,٩٦-	٣٧	١١,٩٨	٠,٠٢-	٠,٧٤	٠,٠١٤٨
١٢,٠٠-	٢٤	١٢,٠٢	٠,٠٢	٠,٤٨	٠,٠٠٩٦
١٢,٠٤-	١٠	١٢,٠٦	٠,٠٦	٠,٦٠	٠,٠٣٦
١٢,٠٨-١٢,١٢	٦	١٢,١٠	٠,١٠	٠,٦٠	٠,٠٠٦
الإجمالـــى	١٠٠			٠,٦٤-	٠,١٨١٢

فيكون الوسط الحسابى :

$$\text{سَ} = \text{أ} + \frac{\text{مح ك ح}}{\text{مح ك}} = ١٢ - \frac{٠,٦٤}{١٠٠} = ١١,٩٩٣٦ \text{ متراً}$$

أى ١١,٩٩٤ متراً تقريبا

(١) تشير مقدرة العملية الإنتاجية Process Capability إلى أن التفاوت الحادث فعلًا فى الإنتاج يقع فى حدود المواصفات الموضوعة مسبقًا على جودة المنتج .

والانحراف المعيارى :

$$ع = \sqrt{\frac{مجـ ك ح^2}{مجـ ك} - \left(\frac{مجـ ك ح}{مجـ ك}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{٠,١٨١٢}{١٠٠} - \left(\frac{-٠,٦٤}{١٠٠}\right)^2} = ٠,٠٤٢ \text{ متراً}$$

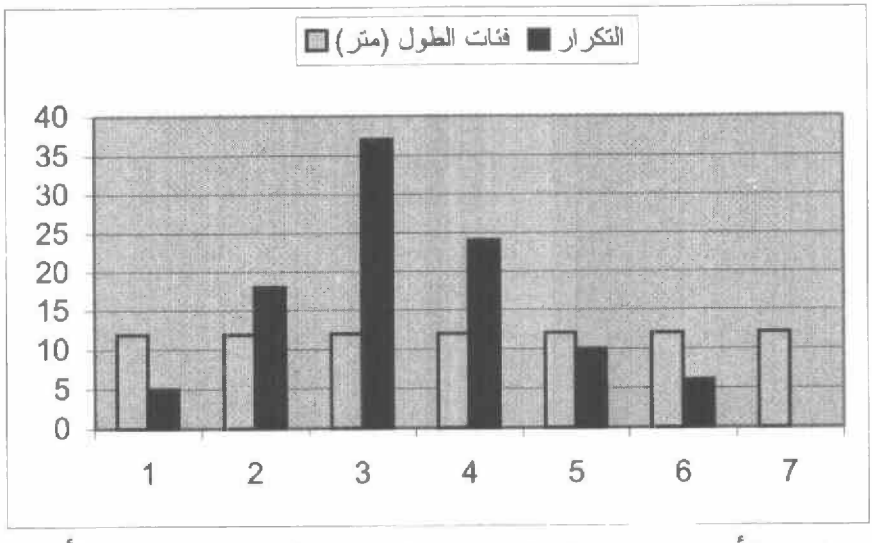
حيث أ هى المقدار الثابت الذى طرح من مراكز الفئات س لتنتج الانحراف ح وذلك لتبسيط الحسابات وعادة يستخدم الوسط الحسابى مضافاً إليه ثلاثة انحرافات معيارية لتحديد حد المراقبة الأعلى ومطروحاً من ثلاثة انحرافات معيارية لتحديد حد مراقبة الأدنى حيث بافتراض أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعى فيكون ٩٩,٧٣٪ من المفردات داخل الحدود س + ٣ ع .

أى داخل الحدود

١١,٩٩٤ + ٣ X ٠,٤٢ = ١١,٨٦٨ ، ١٢,١٢

وبإدخال هذه الحدود على المدرج التكرارى شكل (١٠) يصبح الشكل ذو فائدة أكبر فى مراقبة الجودة حيث يتضح أن المدرج التكرارى يقع بالكامل داخل مدى المراقبة كما أن المتوسط الحسابى للعينة ١١,٩٩٤ متراً يقع قريباً من القيمة المستهدفة للأطوال ١٢ متراً وهذا يعنى أن العملية الإنتاجية مستقرة .

* * *



شكل (٢١)

العرض البياني كأداة للرقابة على الجودة

مثال (٢) :

تقوم شركة للملابس الجاهزة بفحص الإنتاج النهائى لفرزها إلى إنتاج درجة أولى ليس به عيوب ظاهرة ويباع بالأسعار العادية ونظراً لزيادة عدد القطع فى المجموعة الثانية فقد أرادت الشركة تتبع أكثر الأسباب أهمية فى وجود عيوب فى الإنتاج بغية تحسين الإنتاج وتقليل الفاقد ، وبفحص ٥٠٠ قطعة معيبة أمكن تقسيمها حسب العيب كما فى جدول رقم (١٠) .

* * *

جدول (١٠)

توزيع ٥٠٠ قطعة ملابس معيبة حسب العيب

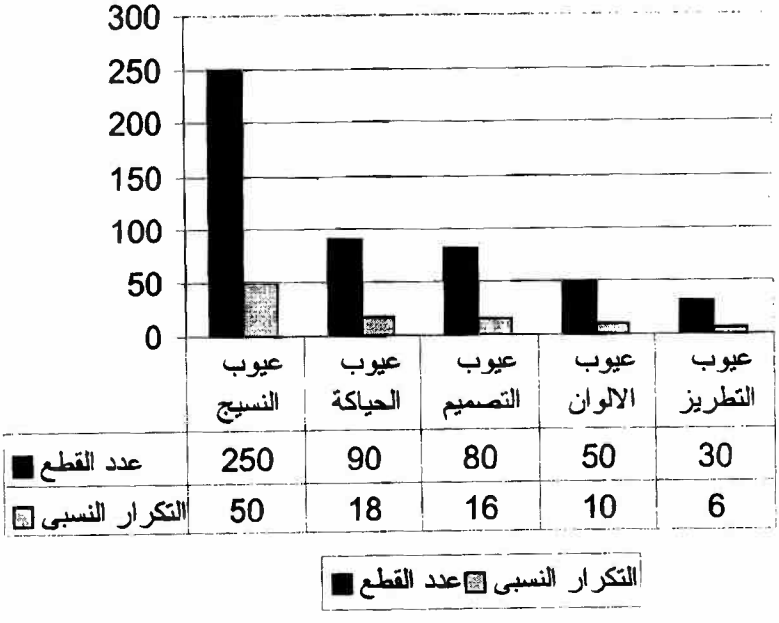
المشكلـــة	عدد القطع
عيوب فى التصميم	٨٠
عيوب فى النسيج	٢٥٠
عيوب فى الألوان	٥٠
عيوب فى الحياكة	٩٠
عيوب فى التطريز	٣٠
إجمالـــى عدد القطع المعيبة	**٥٠٠**

باستخدام هذه البيانات بعد ترتيبها تنازلياً من حيث عدد القطع يمكن توضيح العرض البياني كما فى شكل رقم (٢٢) .

ويلاحظ أن المحور الأفقي لا يمثل ظاهرة مقايسة (أطول ، أوزان ، أعمار ، ...) وإنما يمثل صفات خصص لكل منها عمود (فئة) ويتساوى اتساع الأعمدة وبالتالي تعكس ارتفاعاتها التكرار أو الأهمية النسبية لكل منها .

ويمكن تحويل الجدول السابق إلى جدول تكرارى نسبى يحوى النسب المئوية لكل فئة كما بالجدول رقم (١١) .

* * *



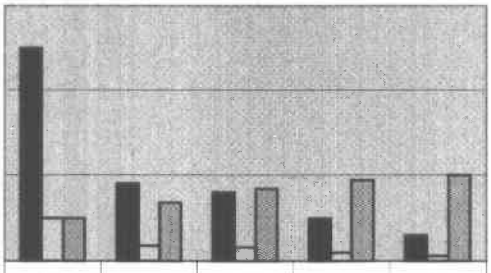
شكل رقم (٢٢)

جدول (١١)

التكرار النسبى لتوزيع الوحدات المعيبة

المشكلة	عدد القطع	التكرار النسبى	التكرار النسبى المتجمع
عيوب النسيج	٢٥٠	٥٠	٥٠
عيوب الحياكة	٩٠	١٨	٦٨
عيوب التصميم	٨٠	١٦	٨٤
عيوب الألوان	٥٠	١٠	٩٤
عيوب التطريز	٣٠	٦	١٠٠
مجموع	٥٠٠	١٠٠	

ثم يستخدم عمودي التكرار النسبي والتكرار النسبي المتجمع فى رسم المدرج التكرارى والمنحنى المتجمع كما فى الشكل رقم (٢٣) .



	عيوب النسيج	عيوب الحياكة	عيوب التصميم	عيوب الالوان	عيوب التطريز
عدد القطع	250	90	80	50	30
التكرار النسبى	50	18	16	10	6
التكرار النسبى المتجمع	50	68	84	94	100

شكل (٢٣)

ومن الواضح أن عيوب النسيج والحياكة والتصميم مسئولة عن حوالى ٨٤٪ من مشاكل الجودة ومن ثم فمن المفيد تتبع هذه المشاكل للحد من تأثيرها ،

- **شكل الانتشار :**

قد يكون من المفيد إذا كانت العملية الإنتاجية خارج حدود الرقابة التعرف على الأسباب التى قد تكون راجعة لماكينات الإنتاج أو للعمالة أو للمواد الخام المستخدمة أو لبيئة العمل أو غيرها من الأسباب فإذا اتضح أن لأى من هذه العوامل منفردة أو مجتمعة تأثير على جودة الإنتاج فإنه من الممكن تدارك الخلل وإصلاحه لإعادة العملية الإنتاجية تحت الرقابة .

ويمكن الاستدلال بشكل مبدئى على وجود علاقة بين هذه المتغيرات وجودة الإنتاج باستخدام شكل الانتشار فإذا كنا نرغب مثلاً فى معرفة وجود علاقة من عدمه بين عمر الماكينات المستخدمة وعدد الوحدات المعيبة فى إنتاج كل منها فمن الممكن أخذ عينة عشوائية متساوية من إنتاج كل ماكينة وتسجيل عدد الوحدات المعيبة فى كل عينة ثم يتم رسم شكل الانتشار بتمثيل عمر الماكينات على المحور الأفقى وعدد العيوب على المحور الرأسى وتمثل كل ماكينة بنقطة

على الشكل إحداثيها الأفقى عمر الماكينة وإحداثيها الرأسى عدد الوحدات المعيبة فى إنتاج الماكينة ، فإذا أتممنا تمثيل النقاط لجميع الماكينات فإن انتشار النقاط بعض فكرة مبدئية عن إمكانية تمثيل العلاقة بين عمر الماكينة وعدد الوحدات المعيبة باستخدام خط مستقيم أى أن تكون العلاقة خطية ، فإذا كان الأمر كذلك فإن شدة العلاقة تتوقف على مدى تركز أو قرب النقاط من الخط فكلما تركزت النقاط حول الخط دل ذلك على شدة الارتباط بين المتغيرين ، وعلى العكس فإن انتشار الواسع للمشاهدات حول خط الانحدار المقترح يشير إلى أن الارتباط الخطى بينهما ضعيف .

مثال (٣) :

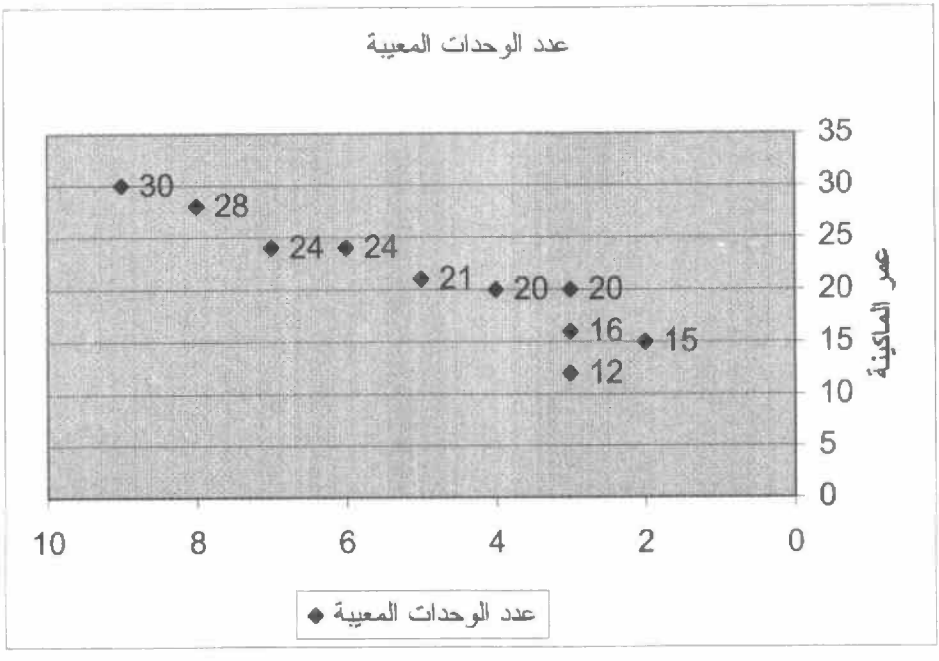
يعطى الجدول التالى أعمار ١٠ماكينات حياكة مستخدمة فى إنتاج القميص الرجالى وعدد الوحدات المعيبة فى عينة عشوائية متساوية مأخوذة من إنتاج كل منها .

هل هناك علاقة جوهرية بين أعمار الماكينات ونسبة المعيب فى إنتاج كل منها بما يستلزم التفكير فى إحلال الماكينات القديمة منها ؟

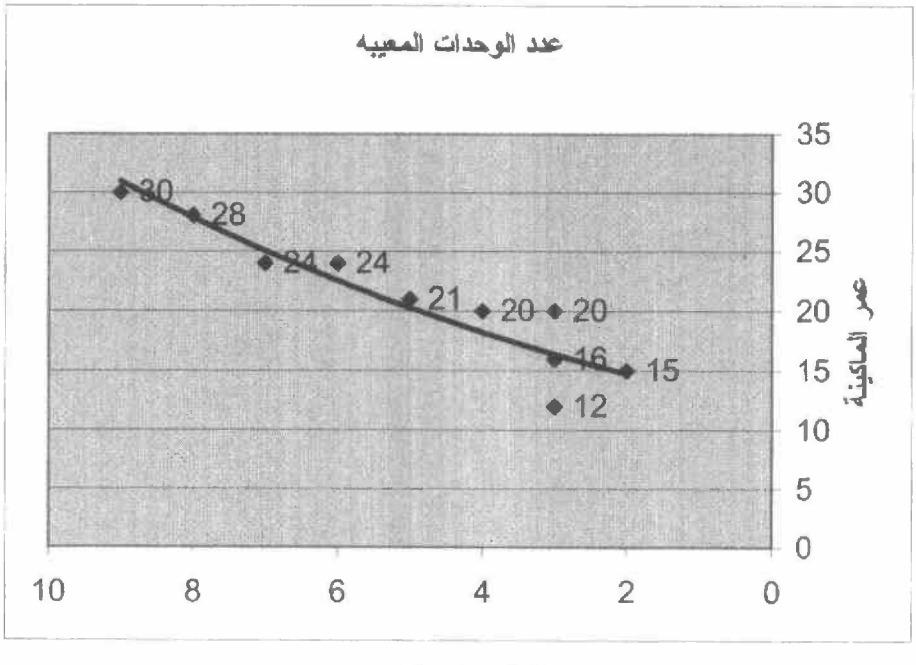
جدول (١٢)

عمر الماكينة	٨	٤	٦	٥	٢	٣	٧	٣	٩	٣
عدد الوحدات المعيبة	٢٨	٢٠	٢٤	٢١	١٥	٢٠	٢٤	١٦	٣٠	١٢

فيكون شكل الانتشار باستخدام بيانات الجدول كما فى شكل (٢٤) ومنها يتضح أن من الممكن أن يمر خط مستقيم بين النقاط بما يقترح وجود علاقة ارتباط خطى بين عمر الماكينة وعدد الوحدات المعيبة فى إنتاجها كما فى شكل (٢٥) .



شكل (٢٤)



شكل رقم (٢٥)

وبالرغم من أن جميع النقاط فى شكل الانتشار قريبة من خط العلاقة المقترح إلا أننا لا نستطيع أن نقطع بوجود علاقة معنوية بين المتغيرين إلا من خلال الإجراء الإحصائي المناسب ، ولما كان الهدف عادة فى مراقبة الجودة هو معرفة وجود علاقة بين المتغيرين من عدمه فإنه يمكن تحقيق هذا الهدف من خلال حساب معامل الارتباط واختبار معنويته [1] .

- تقدير معامل الارتباط :

نقدر معامل الارتباط بالاستعانة بالجدول رقم (١٣) .

جدول (١٣)

عمر الماكينة (س)	عدد الوحدات المعيبة (ص)	(س-س̄)	(ص-ص̄)	(س-س̄)(ص-ص̄)	(س-س̄)^2	(ص-ص̄)^2
٨	٢٨	٣	٧	٢١	٩	٤٩
٤	٢٠	- ١	- ١	١	١	١
٦	٢٤	١	٣	٣	١	٩
٥	٢١	-	-	-	-	-
٢	١٥	- ٣	- ٦	١٨	٩	٣٦
٣	٢٠	- ٢	- ١	٢	٤	١
٧	٢٤	٢	٣	٦	٤	٩
٣	١٦	- ٢	- ٥	١٠	٤	٢٥
٩	٣٠	٤	٩	٣٦	١٦	٨١
٣	١٢	- ٢	- ٩	١٨	٤	٨١
٥٠	٢١٠	-	-	١١٥	٥٢	٢٩٢

$$س̄ = \frac{\text{مجـ س}}{\text{ن}} = \frac{٥٠}{٢١٠} = ٥$$

$$ص̄ = \frac{\text{مجـ ص}}{\text{ن}} = \frac{٢١٠}{١٠} = ٢١$$

(١) فى حالات أخرى قد يكون مطلوبًا استخدام العلاقة بين المتغيرين فى التنبؤ وفى هذه الحالة يلزم تقدير علاقة الانحدار ص = أ + ب س واختبار معنويتها قبل استخدامها فى التنبؤ .

معامل الارتباط ر = $\frac{\text{محـ (س-س) (ص-ص)}}{\sqrt{\text{محـ (س-س)}^2 \times \text{محـ (ص-ص)}^2}}$

$= \frac{١١٥}{\sqrt{٥٢ \times ٢٩٢}} = ٠,٩٣$

واضح أن معامل الارتباط كبير حيث يقترب من الارتباط التام بين المتغيرين (ر = ١) مما يدل على شدة العلاقة بين المتغيرين ولكنه بصفة عامة يجب اختبار معنوية معامل الارتباط حيث تتوقف معنوية معامل الارتباط على حجم العينة فكلما كان حجم العينة صغيراً كلما لزم أن يكون معامل الارتباط كبيراً لكى يكون معنوياً .

ويمكن إجراء اختبار المعنوية باستخدام توزيع ت وذلك بحساب قيمة ت باستخدام النسبة :

ت = $\text{ر} \sqrt{\frac{\text{ن} - ٢}{١ - \text{ر}^2}}$

ومقارنتها بقيمة ت الجدولية بدرجات حرية ن - ٢ حيث ر معامل الارتباط ، ن عدد المفردات وهو هنا عدد الماكينات .

ت = $٠,٩٣ \sqrt{\frac{١٠ - ٢}{١ - (٩٣ ر)^2}} = \frac{٢,٦٣}{٠,٣٦٨} = ٧,١٥$

قيمة ت الجدولية بمستوى معنوية ٥٪ ودرجات حرية ٨ = ٢,٣٠٦

حيث أن ت المحسوبة أكبر من ت الجدولية

معامل الارتباط معنوى بين عمر الماكينة وعدد الوحدات المعيبة ، أى أن هناك تأثير طردى لعمر الماكينة على نسبة المعيب فى إنتاجها ويمكن للإدارة النظر فى استبدال الماكينات الأقدم من خلال دراسة مقارنة للتكاليف الاستثمارية اللازمة للاستبدال بالعائد منها فى صورة تقليل نسبة المعيب فى إنتاجها قبل اتخاذ مثل هذا القرار .