CHAPTER 12 الفصل الثانى عشر

أساليب تحسين الجودة

QUALITY IMPROVEMENT TECHNIQUES

INTRODUCTION مقدمة

سبق مناقشة العديد من أساليب تحسين الجودة فى الفصول السابقة. وتوجد هذه الأساليب فى صورة مختصرة فى هذا الفصل. إلا أن الهدف الرئيسى من الفصل هو وصف أساليب إضافية. والأساليب الأساسية الموصوفة هى : رسم باريتو، وتحليل المصفوفة، ورسم جرير، والسلاسل الزمنية، ورسم السبب والأثر، والمدرج التكرارى، ومقدرة العملية، وخريطة المراقبة، وماقبل المراقبة، والرسم المبعثر، وخريطة الدورة، وخريطة مسار العمليات.

PARETO DIAGRAM رسم باريتو

أجرى الفريدو باريتو Alfredo Pareto (١٨٤٨ ـ١٩٢٣م) دراسات مكثفة على توزيع الثروة فى أوربا. وقد وجد أنه هناك قلة من الناس لديهم الكثير من المال، والعديد من الناس لديهم القليل من المال. هذا التوزيع غير المتساوى للثروة أصبح جزءا متكاملا من نظرية اقتصادية. وقد ميز الدكتور جوزيف جوران Joseph Juran هذا المفهوم كمفهوم شامل يمكن تطبيقه على العديد من المجالات. وقد استخلص التعبيران قلة حيوية vital few وكثرة تافهة trivial many.

ورسم باريتو هو رسم يرتب تصنيفات البيانات فى ترتيب تنازلى من اليسار إلى اليمين كما هو مبين فى شكل ١٢ ـ ١ . فى هذه الحالة، تكون تصنيفات البيانات أنواعا لفشل حقلى. وتصنيفات بيانات ممكنة أخرى هى المشاكل، أو الأسباب، أو أنواع عدم المطابقات، وما إلى ذلك. وتوجد القلة الحيوية على اليسار، والكثرة التافهة على اليمين. ويكون ضروريا فى بعض الأحيان دمج بعض من الكثرة التافهة فى صنف واحد يسمى أخرى other ويرمز له بالرمز O فى الرسم. وعند استخدام فئة أخرى، فإنها تكون على اليمين دائما. والمقياس الرأسى يكون دولارات، أو تكرارا، أو نسبة مئوية. ويمكن تمييز رسومات باريتو من المضلعات التكرارية بالحقيقة أن المقياس الأفقى لرسم باريتو يكون فئات، بينما مقياس المدرج التكرارى يكون عدديا.

وفى بعض الأحيان يكون لرسم باريتو خط تراكمى، كما هو مبين فى شكل ١٢ ـ ٢ . يمثل هذا الخط مجموع البيانات عند جمعها مع بعضها من اليسار إلى اليمين. ويستخدم مقياسان : مقياس على اليسار إما أن يكون تكرارات أو دولارات، وآخر على اليمين ويكون نسب مئوية.

وتستخدم رسومات باريتو فى تعريف معظم المشاكل الهامة. وعادة 80% من الإجمالى ينتج من 20% من العناصر. وهذه الحقيقة مبينة فى شكل ١٢ ـ ٢، حيث نوعى F و C للفشل الحقلى تعد لحوالى 80% من الإجمالى. وفى الحقيقة، العناصر الأكثر أهمية يمكن أن تعرف عن طريق سرد العناصر فى ترتيب تنازلى. إلا أن الرسم له ميزة تقديم تأثير حيوى على خواص القلة الحيوية التى تحتاج إلى انتباه. وتوجه على ذلك الموارد لأخذ إجراء التصحيح اللازم. وأمثلة القلة الحيوية هى :

قلة من العملاء تمثل غالبية المبيعات.

قلة من المنتجات، أو العمليات، أو خواص الجودة تمثل كما كبيرا من تكلفة الخردة أو إعادة التشغيل.

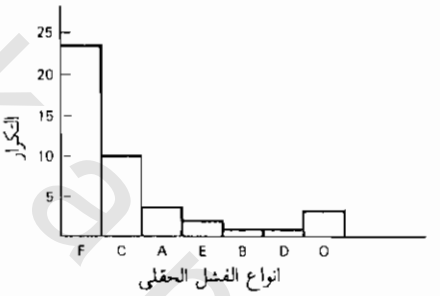
قلة من غير المطابقات تمثل غالبية اتهامات العملاء.

قلة من الموردين تمثل غالبية الأجزاء المرفوضة.

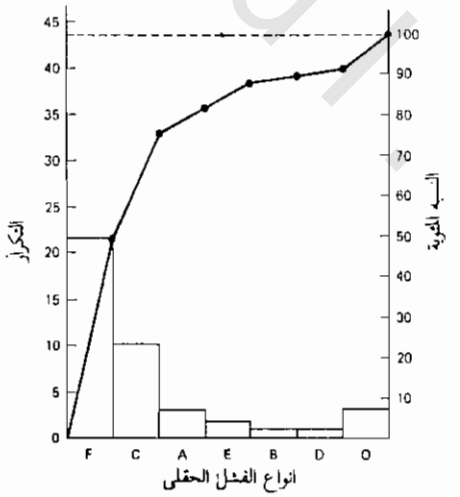
قلة من المشاكل تمثل غالبية وقت عدم عمل العملية.

قلة من المنتجات تمثل غالبية الربح.

قلة من العناصر تمثل غالبية تكلفة المخزون.



شكل ١٢.١: رسم باريتو



شكل ١٢.٢: خط تراكمى

وإعداد رسم باريتو سهل جدا. فهناك ست خطوات لذلك :

١ـ تحديد طريقة تصنيف البيانات : طبقا للمشكلة، أو السبب، أو نوع غير المطابق، أو ما إلى ذلك.

٢ـ تحديد ما إذا كان الدولار أو التكرار يستخدم فى ترتيب الخواص.

٣ـ جمع بيانات لفترة زمنية مناسبة.

٤ـ تلخيص البيانات وترتيب الفئات من الأكبر إلى الأصغر.

٥ـ حساب النسبة المئوية التراكمية إذا كانت هى المستخدمة.

٦ـ إعداد الرسم وإيجاد القلة الحيوية.

مقياس النسبة المئوية التراكمية، عندما يستخدم، يجب أن يتفق مع مقياس الدولار أو التكرار بحيث أن 100% تكون فى نفس ارتفاع إجمالى الدولارات أو التكرارات. انظر السهم فى شكل ١٢ ـ ٢.

وقد لوحظ أن تحسين الجودة للقلة الحيوية، وليكن 50%، يكون أكبر كثيرا فى العائد على الاستثمار من تحسين 50% فى الكثرة التافهة. وكذلك، بينت الخبرة أنه من الأسهل عمل تحسين 50% على القلة الحيوية.

واستخدام رسم باريتو هو عملية لاتنتهى على الإطلاق. فمثلا، دعنا نفترض أن F هو الهدف من التصحيح فى برنامج التحسين. يحدد فريق مشروع للفحص وإجراء التحسينات. وفى المرة التالية لإجراء تحليل باريتو، يصبح فشل حقلى آخر، وليكن c هو الهدف للتصحيح، وتستمر عملية التحسين حتى تصبح أنواع الفشل الحقلى مشكلة جودة غير معنوية.

ورسم باريتو هو وسيلة قوية لتحسين الجودة. ويطبق على تعريف المشكلة وقياس التقدم.

تحليل المصفوفة MATRIX ANALYSIS

تحليل المصفوفة هو أسلوب بسيط، لكنه فعال فى مقارنة مجموعات من الفئات مثل العمال، أو البائعين، أو الماكينات، أو الموردين. كل العناصر فى كل فئة يجب أن تنفذ نفس النشاط. وفعليا، فإن تحليل المصفوفة هو رسم باريتو فى بعدين.

ويوضح جدول ١٢ ـ ١ الأسلوب لمعدى ضرائب الدخل. ويبين تحليل الأعمدة أن المعد الذى عنده أقل عدد من غير المطابق يكون D، ويتبعه A. وبمجرد تحديد أفضل معد، فعادة مالايكون من الصعب جدا اكتشاف «براعته» ونقل هذه الحكمة إلى المعدين الضعاف.

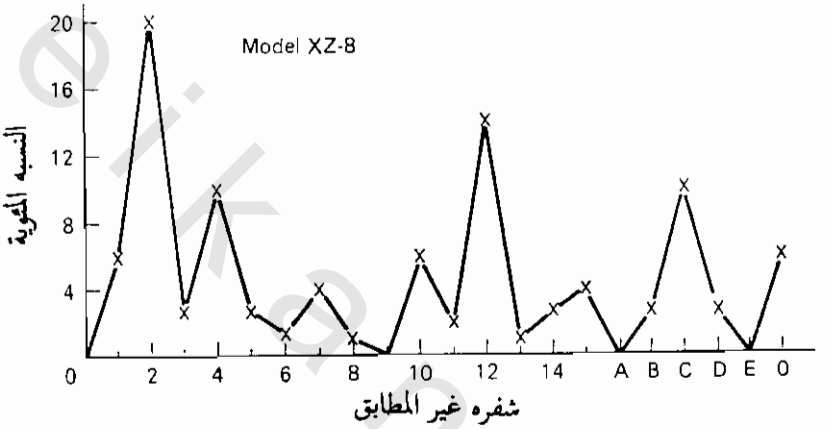
جدول ١٢.١: مصفوفة أخطاء طبقا لمعدى ضرائب الدخل

انواع غير المطابق	معد التقرير						
	A	B	C	D	E	F	TOTAL
1	0	0	1	0	2	1	4
2	1	0	0	0	1	0	2
3	0	16	1	0	2	0	19
4	0	0	0	0	1	0	1
5	2	1	3	1	4	2	13
:	:	:	:	:	:	:	:
15	0	0	0	0	3	0	3
الاجماليات	6	20	8	3	36	7	80

ويبين تحليل الصفوف غير المطابقات التى تتسبب فى صعوبات لكل المعدين. وفى هذه الحالة، نوع غير المطابقات 5 يتطلب نوعا معينا من إجراء التصحيح، مثل الحفظ أو الاستبقاء. ونوع غير المطابق 3 يمثل مشكلة للمعد B، إلا أن المعدين الآخرين ليس لديهم أى صعوبة.

رسم جرير GRIER DIAGRAM

تطبيع آخر لمفهوم باريتو طوره تيد جرير Ted Grier، مدير الخدمات القومية National Service Manager لشركة كاسيو Casio. وقد احتاج إلى أسلوب لمقارنة غير المطابق فى نماذج مختلفة لمنتجات متشابهة. ولتحقيق هذه الحاجة، طورت شفرة توقيع لغير المطابق، كما هو مبين فى شكل ١٢ ـ ٣.



شكل ١٢ـ٣: شفرة توقيع عدم المطابقة

ولكى يستخدم هذه الأسلوب، يجب أن يوجد عدد معتبر من شفرات غير المطابق فى مجموعة المنتج هو نفسه. وشفرة غير المطابق المرقمة من 1 إلى 15 يمكن أن تكون شائعة لكل النماذج، كما أن شفرة غير المطابق من A إلى E يمكن أن تكون فريدة لنموذج معين. وتوضع شفرة غير المطابق على محور x، والنسبة المئوية للفشل على المحور y. ويكون إجمالى النسبة المئوية 100%. ولكل نموذج منتج رسمه الخاص به.

ويمكن تضييق محور x أو توسيعه بواسطة الحاسوب خلال نفس الحدود الطبيعية للشاشة أو لورق الطباعة. وفى كلمات أخرى، لنموذج واحد، يمكن أن

يكون المقياس 26%، كما يمكن أن يكون 21% لآخر. وكل صورة تكون متناسبة بصورة متسقة، ولهذا تعطى التشكيلات التى تشبه كتابة اليد الآدمية أقصى رؤية. وتعزز هذه السمة فائدة الرسومات لبعض التطبيقات.

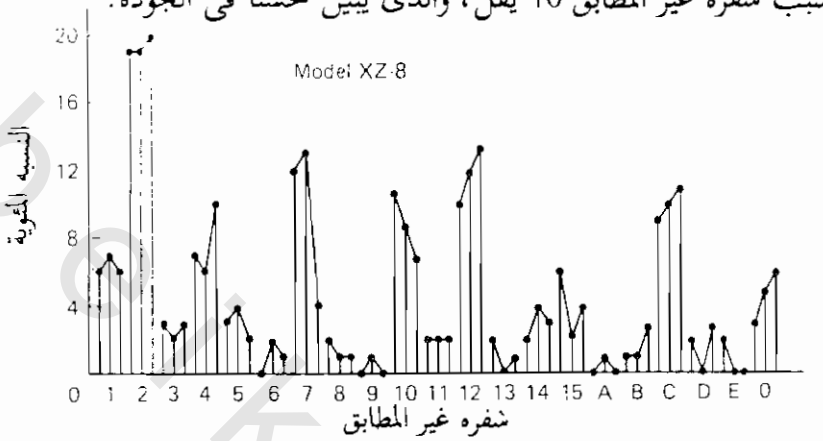
تجمع البيانات بنفس الطريقة مثل باريتو. وفى هذه الحالة، تمثل البيانات سبب إعادة المنتج. ويجب أن يكون هناك حرص فى التأكد من أن البيانات تمثل المنتج بحيث لايحدث أى تحيز. مثال ذلك، المنتجات التى يعيدها العملاء فقط من، 3 شهور أو آخر 3 شهور لفترة الضمان هى التى تؤخذ فى الاعتبار. وفى الحقيقة، يمكن إعداد شفرة توقيعات غير المطابق مختلفة من بيانات مختلفة لنفس نموذج المنتج. وتلخص البيانات دوريا، وليكن كل شهر مثلا.

وقد أوضحت الخبرة أنه هناك تغير بسيط فى الرسم بعد 25 وحدة معادة. وبعد اكتمال شفرة توقيعات غير المطابق لنماذج الستة منتجات، فيمكن تحليلها لأى مواقف غير عادية. مثال ذلك، شفرة غير المطابق 7 تخص مصدر الطاقة. وأثناء فترة واحدة، أظهر أحد النماذج (XZ-8) نسبة مئوية منخفضة انخفاضا غير عادى فى الإعادة لشفرة غير المطابق 7، بينما الخمسة نماذج الأخرى كان لها نسب مئوية تشبه الفترات السابقة. وقد بين الفحص الأكثر تغيرا فى مورد البطارية للنموذج.

وقد استخدمت شفرة توقيع غير المطابق أيضا فى بدء فحص نشاط تصحيح. مثال ذلك، عندما تتعدى شفرة غير المطابق 20% من الوحدات المعادة، يطلب من مهندسى الجودة أن يحددوا السبب الممكن للشرط ويبدأوا نشاط تصحيح.

وبتلخيص البيانات من كل نموذج، يمكن إعداد شفرة توقيع للعيب للمجموعة كلها. هذا الاجراء يقدم معلومات لمقارنة كل نموذج مع إجمالى المجموعة لتحديد ما إذا كان هناك أى تغييرات معنوية. فإذا ما كان هناك رغبة، يمكن أن ترسم البيانات الملخصة أيضا فى صورة رسم باريتو تقليدى.

ويمكن تعديل شفرة توقيع غير المطابق لتبين اتجاهات عن طريق شمول ثلاث فترات أو أكثر فى الرسم. وهذا الأسلوب مبين فى شكل ١٢ ـ ٤ . ويبين الشكل أن المعاد بسبب شفرة غير المطابق 10 يقل، والذى يبين تحسنا فى الجودة.

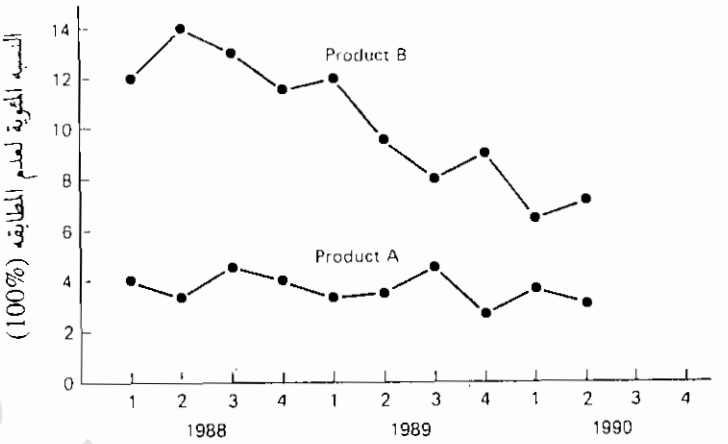


شكل ١٢.٤: شفرة توقيع غير المطابق لآخر ثلاثة أشهر

هذا التعديل على رسم باريتو هو وسيلة أخرى تساعد فى تعريف مشاكل الجودة. ويطبق رسم جرير عندما يكون هناك العديد من النماذج المتشابهة فى مجموعة المنتج. الحاسبات، والساعات، وإطارات المركبات، والأثاث، والأجهزة هى قلة من هذه الإمكانيات.

السلاسل الزمنية TIME SERIES

السلاسل الزمنية هى أسلوب بسيط جدا لتوضيح التغير فى بعض العوامل عبر الوقت. ويوضح شكل ١٢ ـ ٥ هذا النوع من الرسومات. يعد المقياس الأفقى بوحدات زمنية مثل الربع سنة أو السنة. ويكون المحور الرأسى هو العامل تحت الدراسة، وهو فى هذه الحالة النسبة المئوية لعدم المطابقة. وكما يمكن رؤيته من الشكل، تظل جودة المنتج A ثابتة، بينما جودة المنتج B تظهر تحسنا مستمرا. وهذه الرسومات تكون ممتازة فى إظهار الاتجاهات وتوجيه التقدم.

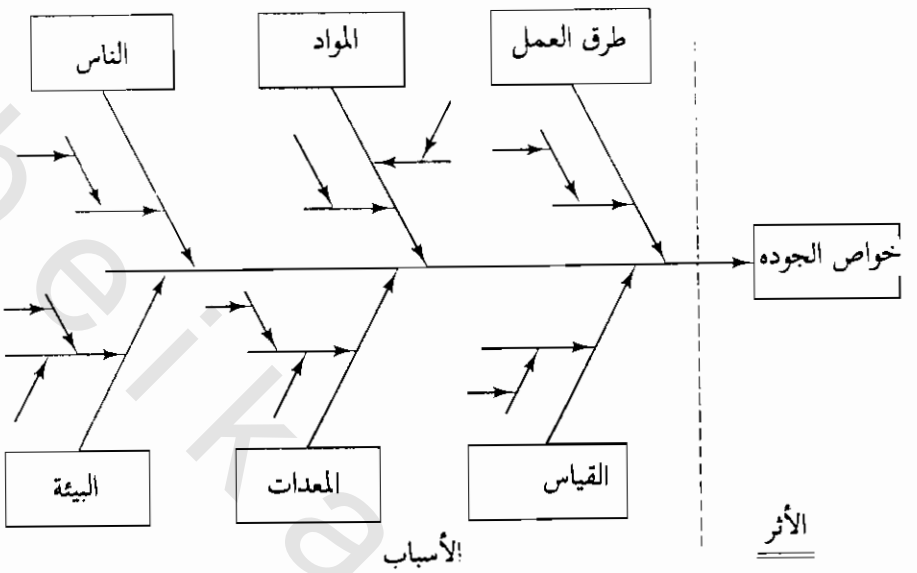


شكل ١٢ـ ٥: رسم سلاسل زمنية للنسبة المئوية لعدم المطابقة

رسم السبب والأثر CAUSE-AND-EFFECT DIAGRAM

رسم السبب والأثر (CE) هو صورة مكونة من خطوط ورموز مصممة لتمثيل علاقة ذات معنى بين الأثر وأسبابه. وقد طور بواسطة الدكتور كاورو ايشيكاوا Kaoru Ishikawa عام ١٩٤٣م ويشار إليه فى بعض الأحيان بأنه رسم ايشيكاوا.

وتستخدم رسومات السبب والأثر فى فحص أثر «ردىء» وأخذ إجراء تصحيح للأسباب أو أثر «جيد» لتعلم الأسباب المسئولة. ولكل أثر، يحتمل أن توجد عدة أسباب. ويوضح شكل ١٢ ـ ٦ رسم السبب والأثر مع وجود الأثر على اليمين والأسباب على اليسار. والأثر هو خاصية الجودة التى تحتاج إلى تحسين. وعادة ما تجزء الأسباب إلى أسباب رئيسية لطرق العمل، والمواد، والقياس، والناس، والبيئة. كما تستخدم الإدارة والصيانة فى بعض الأحيان للأسباب الرئيسية. ويعاد تجزئة كل سبب رئيسى إلى أسباب أقل متعددة. مثال ذلك، تحت طرق العمل، يمكن أن يكون لدينا تدريب، ومعرفة، ومقدرة، وخواص طبيعية، وما إلى ذلك. ورسومات السبب والأثر (ويتكرر تسميتها «رسومات عظام السمك» بسبب شكلها) هى الوسائل لتصوير كل هذه الأسباب الرئيسية والأقل.



شكل ٦.١٢: رسم السبب والأثر

والخطوة الأولى فى إعداد رسم السبب والأكثر هى لفريق المشروع بأن يعرف الأثر أو مشكلة الجودة. ويضعه قائد الفريق فى الناحيةاليمنى من ورقة كبيرة. يلى ذلك تعريف الأسباب الرئيسية ووضعها على الرسم.

ويتطلب تحديد كل الأسباب الرئيسية تفجير للأفكار من فريق المشروع. وتفجير الأفكار هو أسلوب إنتاج أفكار يناسب بصورة جيدة رسم السبب والأثر. ويستخدم مقدرة التفكير الابتكارى للفريق.

والانتباه إلى قلة من الأساسيات يقدم نتائج أكثر دقة وأكثر فائدة :

١ـ يتم تسهيل مساهمة كل عضو من أعضاء الفريق عن طريق إعطاء كل عضو دورا لتقديم فكرة وذلك بصورة دورية. فإذا لم يستطع العضو التفكير فى أحد

الأسباب الأقل فإنه يترك الدور لزميله التالى له. ويمكن أن تحدث فكرة أخرى فى دورة لاحقة. وباتباع هذه العملية، لايهيمن واحد أو اثنين من الأفراد على جلسة تفجير الأفكار.

٢ـ تشجيع كميات الأفكار، وليست جودتها. ففكرة أحد الأفراد يمكن أن تنتج فكرة لفرد آخر، وتحدث سلسلة من ردود الأفعال. وعادة، ما تقود إحدى الأفكار التافهة إلى أفضل حل.

٣ـ لايسمح بنقد أى فكرة. فيجب أن يوجد تبادل حر للمعلومات التى تحرر التخيلات. توضع كل الأفكار فى الرسم. ويتم تقويم الأفكار فى مرحلة لاحقة.

٤ـ رؤية الرسم هى عامل رئيسى للمساهمة. ولكى يوجد مكان لكل الأسباب الأقل، يوصى باستخدام لوح من الورق مساحته 2 قدم فى 3 قدم. ويجب أن يثبت على أحدث الحوائط للحصول على أكبر رؤية.

٥ـ ينتج جو موجه للحل وليس جلسة مضايقة. يركز على حل المشكلة بدلا من مناقشة كيف بدأت. ويجب أن يسأل قائد الفريق أسئلة مستخدما أساليب لماذا، وماذا، وأين، ومتى، ومن، وكيف.

٦ـ تترك الأفكار تتطور لفترة زمنية (على الأقل لمدة ليلة)، ثم تعقد جلسة أخرى لتفجير الأفكار. يقدم لأعضاء الفريق نسخة من الأفكار التى تم الوصول إليها بعد الجلسة الأولى. وعندما لا تنتج أفكار أكثر، ينتهى نشاط تفجير الأفكار.

وبعد إتمام رسم السبب والأثر، يجب أن يقوم لتحديد الأسباب الأكثر احتمالا. ويتحقق هذا النشاط فى جلسة مستقلة. والطريقة هى جعل كل شخص يدلى بصوته بالنسبة للأسباب الأقل. ويمكن أن يدلى أعضاء الفريق بأصواتهم لأكثر من

سبب واحد. والأسباب التى تأخذ أكثر الأصوات يوضع عليها دوائر، وتتحدد أكثر الأسباب الأربع أو الخمسة احتمالا.

وتطور الحلول لتصحيح الأسباب وتحسين العملية. معايير الحكم على الحلول الممكنة تشمل التكلفة، والجدوى، والمقاومة للتغير، وما يتبعها، والتدريب، وما إلى ذلك. وبعد اتفاق الفريق على الحلول، يتبع ذلك الاختبار والتنفيذ.

وتوضع الرسومات فى مواقع رئيسية لمحاكاة الإشارة المستمرة مع ظهور مشاكل شبيهة أو جديدة. وتراجع الرسومات عند وجود حلول وإجراء تحسينات.

ولرسم السبب والأثر تطبيق غير محدود تقريبا فى البحث، والتشغيل، والتسويق، وعمليات المكاتب، وما إلى ذلك. وأحد أقوى أصولها هو مساهمة كل فرد مشمول فى عملية تفجير الأفكار. والرسومات مفيدة فى :

١ـ تحليل analyzing شروط فعلية بغرض تحسين جودة المنتج أو الخدمة، واستخدام أكثر كفاءة للموارد، وانخفاض فى التكاليف.

٢ـ إلغاء elimination الشروط المتسببة فى منتج عدم مطابقة واتهام من العميل.

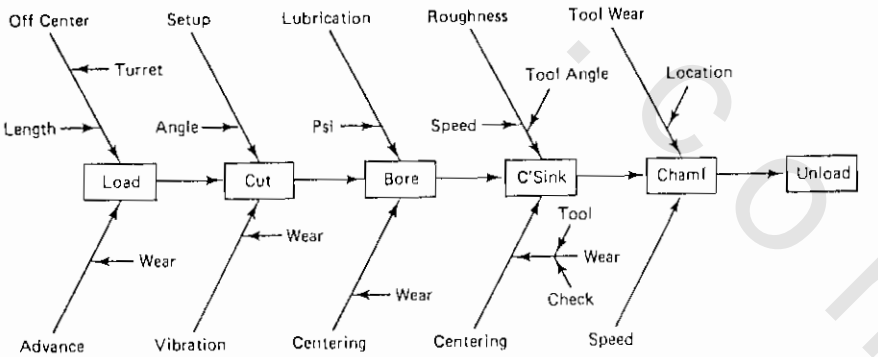
٣ـ نمطيات standardization للعمليات الموجودة والمقترحة.

٤ـ تعليم وتدريب education and training الأفراد فى أنشطة اتخاذ القرارات والإجراءات التصحيحية.

لقد وصفت المقاطع السابقة نوع تعدد السبب cause-enumeration لرسم السبب والأثر وهو النوع الأكثر شيوعا. وهناك نوعان آخران لرسومات السبب والأثر ... بيان هذا النوع. وهما نوعا تحليل التشتت وتحليل العملية. والفرق الوحيد بين ... ثلاثة أنواع هو التنظيم والترتيب.

نوع تحليل التشتت dispersion-analysis لرسم السبب والأثر يشبه نوع تعدد السبب عندما يصبح النوعان كاملين. ويكمن الفرق فى طريقة الإعداد. فلهذا النوع، يملأ كل فرع رئيسى تماما قبل بدء العمل فى أى فرع من الفروع الأخرى. وكذلك، يكون الهدف تحليل أسباب التشتت أو القابلية للتغير.

نوع تحليل العملية process-analysis لرسم السبب والأثر هو النوع الثالث، ويختلف فى شكله عن النوعين الآخرين. ولكى يعد هذا الرسم، يكون ضروريا كتابة كل خطوة فى عملية الإنتاج. وعادة ما يشار إلى ذلك بأنه رسم مسار flow diagram. وتصبح الخطوات فى عملية الإنتاج الأسباب الرئيسية major causes، كما هو مبين فى شكل ١٢ ـ ٧. وتتصل بعد ذلك الأسباب الأقل بالأسباب الرئيسية. ورسم السبب والأثر هذا يكون لعناصر داخل العملية. والإمكانيات الأخرى هى عمليات operations داخل العملية process، عملية تجميع assembly process، أو عملية كيميائية chemical process، وما إلى ذلك. وميزة هذا النوع من رسم السبب والأثر هى بساطته، حيث أنه يتبع تسلسل الإنتاج.



شكل ١٢ـ٧: رسم السبب والأثر لتحليل العملية

استمارات التأكد CHECK SHEETS

الغرض الرئيسى من استمارات التأكد هو التأكد من أن البيانات جمعت بعناية ودقة. ويجب أن تقدم فى مثل هذه الصيغة بحيث أن البيانات يمكن أن تستخدم وتحلل بسرعة وسهولة. وصيغة استمارة التأكد تكون فردية لكل موقف. ويبين شكل ١٢ ـ ٨ استمارة تأكد لغير مطابقات من الدهان. ويبين شكل ١٢ ـ ٩ استمارة تأكد صيانة لحمام سباحة لسلسلة فنادق كبيرة. ويجرى الاختبار على أساس يومى أو أسبوعى، وبعض الاختبارات، مثل درجات الحرارة، تقاس. ويؤكد هذا النوع من استمارات التأكد أن الاختبار قد حدث.

المدرج التكرارى HISTOGRAM

نوقشت المدرجات التكرارية فى الفصل الثانى. وهى تصف التغير فى العملية كما هو موضح فى شكل ١٢ ـ ١٠. ويبين المدرج التكرارى مقدرة العملية

CHECK SHEET

Product: Bicycle—32 **Date:** Jan. 21
Stage: Final Inspection **ID:** Paint
Number Inspected: 2217 **Inspector/Operator:** Jane Doe

Nonconformity Type	Check	Total
Blister	卌 卌 卌 卌 I	21
Light spray	卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 III	38
Drips	卌 卌 卌 卌 II	22
Overspray	卌 卌 I	11
Splatter	卌 III	8
Runs	卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 II	47
Others	卌	5
	Total	152
Number Nonconforming	卌 III	113

شكل ١٢ـ٨ : استمارة تأكد لغير المطابقات للدهان

obeikandl.com

والعلاقة مع المواصفات والأسماء بالرسم. كما أنه يقترح كذلك شكلا للمجتمع ويحدد ما إذا كان هناك أى فجوات فى البيانات.

خرائط المراقبة CONTROL CHARTS

نوقشت خرائط المرقابة فى الفصلين الثالث والخامس. وخريطة المراقبة المبينة فى شكل ١٢ ـ ١١ توضح تحسنا فى الجودة. وخرائط المراقبة هى أسلوب ممتاز لحل المشكلة وإنتاج تحسن فى الجودة.

ويحدث تحسن فى الجودة فى موقفين. عندما تقدم خرائط المراقبة لأول مرة، عادة ماتكون العملية غير مستقرة. ومع تعريف الأسباب المحددة للشروط التى تقع خارج المراقبة واتخاذ إجراء التصحيح، تصبح العملية مستقرة، مع الحصول على تحسن فى الجودة.

والموقف الثانى يخص اختبار أو تقويم الأفكار. فخرائط المراقبة عبارة عن متخذ قرارات ممتاز بسبب أن نمط النقاط المرسومة يحدد ما إذا كانت الفكرة جيدة أم ضعيفة أم لا تأثير لها على العملية. فإذا كانت الفكرة جيدة، فإن نمط النقاط المرسومة فى خريطة $\bar{X}$ سوف يضيق حول الخط المركزى X_o. وفى كلمات أخرى، يصبح النمط أقرب إلى الكمال، وهو الخط المركزى. ولخريطة R وخرائط الخواص، يميل النمط إلى ناحية الصفر، وهو الاكتمال. أنماط التحسن هذه موضحة فى شكل ١٢ ـ ١١. أما إذا كانت الفكرة ضعيفة، فيحدث نمط عكسى. وعندما لا يتغير نمط النقاط المرسومة، فلا يكون للفكرة أى تأثير على العملية.

بينما تكون خرائط المراقبة ممتازة لحل المشكلة عن طريق تحسين الجودة، إلا أنها لها قيود عندما تستخدم فى توجيه أو صيانة العملية. ويكون أسلوب ما قبل المراقبة أفضل كثيرا عند التوجيه.

D = Daily A = As Needed

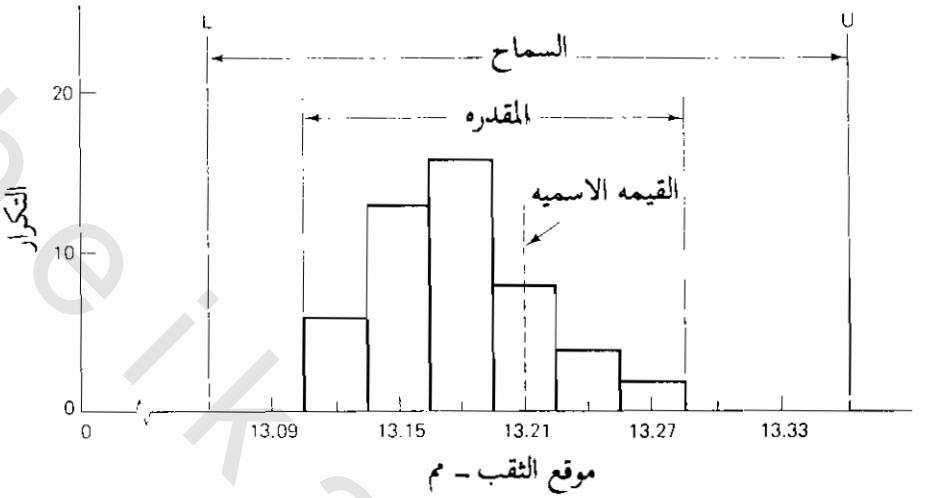
Hot Tub

		Mon.	Tues.	Wed.	Th.	Fri.	Sat.	Sun
Chemical Test (Add if Needed) phchlorine	(D)	7.4						
Temperature	(D)	81°						
Add Water (If Needed)	(D)							
Clean Deck Around Hot Tub	(D)	✓						
Pool								
Chemical Test (Add if Needed)	(D)	7.6						
Add Water (If Needed)	(D)	300 gals.						
Check Temperature	(D)	78°						
Vacuum Pool (If Needed)	(A)							
Filter Backwash (20 lb.)	(A)	✓						
Lint Filter	(D)	✓						
Sweep and Hose Off Deck	(D)	✓						
General Cleaning								
Vacuum Carpets	(D)	✓						
Vacuum and Sweep Building B	(D)	✓						
Clean Tables	(D)	✓						
Sweep and Mop Wooden Deck	(D)	✓						
Clean Outside Deck, Bring in Chairs	(D)	✓						
Take Out Trash	(D)	✓						
Empty Building B Trash Cans	(D)	✓						
Wash Windows	(D)	✓						
Bathrooms								
Scrub Sinks, Toilets, and Showers	(D)	✓						
Sweep and Mop Floors	(D)	✓						
Empty Trash and Check Lockers	(D)	✓						
Cover Hot Tub (At End of the Night)	(D)	✓						
Check Pool Filters—Be Sure It's On	(D)	✓						

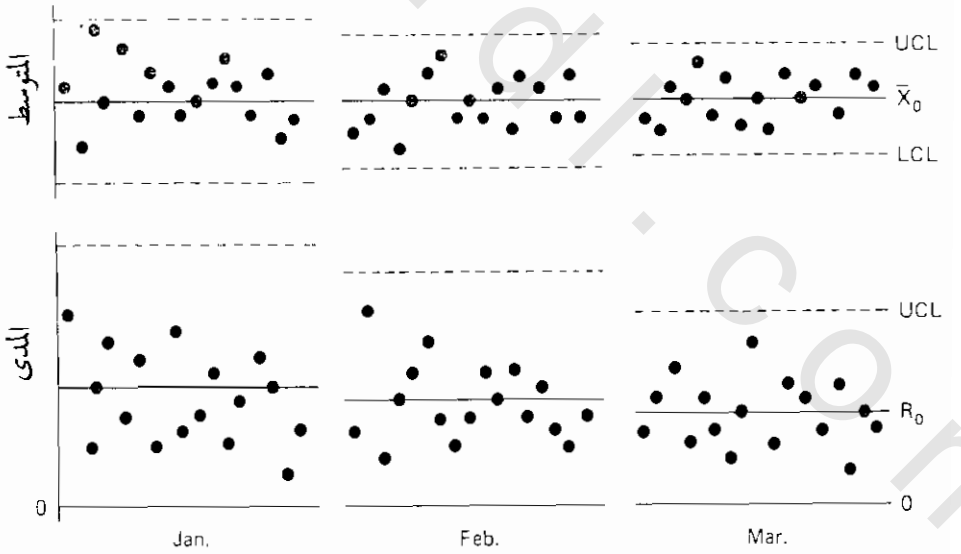
List any and all deviations from this work schedule on the reverse side, date it, and initial it.

شكل ٩٠١٢: استمارة تأكد لحمام سباحة

obeikandl.com



شكل ١٢.١٠: مدرج تكرارى لموقع ثقب



شكل ١٢.١١: خرائط $\bar{X}$ و R تبين تحسينا فى الجودة

مقدرة العملية PROCESS CAPABILITY

تقع على الإدارة مسئولية التأكد من أن العملية قادرة على تحقيق المواصفات. وقد وصفت المقدرة فى الفصل الثالث وتعاد فى هذا الفصل للتركيز على أهميتها. يمكن أن تكون العملية مستقرة وقابلة للتنبؤ، كما هو مبين بخرائط المراقبة، إلا أنها تتسبب فى الخساره. ومقياس مقدرة العملية يسمى فهرس المقدرة ويرمز له بالرمز C_p ويكون مكونا ضروريا لخريطة مراقبة المتغيرات. وقد ميزت أقل قيمة 1.33 للمقياس C_p كنمطية واقعية. كما أنه من الضرورى أيضا تحديد ما إذا كانت العملية متمركزة على قيمة الهدف أو قيمة اسمية، ويستخدم الرمز C_{pk} فى قياس المركزة. وأقل قيمة 1.00 يوصى بها للمقياس C_{pk}.

عندما تكون قيمة C_p هى 1.33 أو أكبر، فيقع على ذلك مسئولية حفظ العملية ممركزة، ومستقرة، وقابلة للتنبؤ على أفراد التشغيل.

ما قبل المراقبة PRECONTROL

خرائط المراقبة للمتغيرات، خاصة خرائط $\bar{X}$ و R، تكون ممتازة لحل المشكلة. إلا أنها لها عيوب معينة عندما تستخدم بواسطة أفراد التشغيل فى توجيه العملية بعد أن يحسن فريق المشروع من العملية :

على المدى القصير، عادة ما تكتمل العملية قبل أن يكون لدى العامل وقت لحساب الحدود.

قد لايكون لدى العمال وقت أو مقدرة على إجراء الحسابات اللازمة.

عادة، مايحدث خلط لدى العامل بالنسبة إلى المواصفات وحدود المراقبة. هذه الحقيقة صحيحة بصفة خاصة عندما تكون العملية خارج التحكم مع عدم إنتاج فاقد.

ويصحح ما قبل المراقبة هذه العيوب مع توفير بعض المميزات الخاصة به.

وأول خطوة فى العملية هى التأكد أن مقدرة العملية أقل من المواصفات. لهذا، يلزم فهرس مقداره C_p مساويا 1.00 أو أكبر ويفضل أن يكون أكبر من 1.00. ومن مسئولية الإدارة أن تتأكد أن العملية قادرة على تحقيق المواصفات. يلى ذلك، تحديد خطوط ما قبل المراقبة (pc) لقسمة السماح إلى خمس مناطق كما هو مبين فى شكل ١٢ ـ ١٢ ـ أ. وتوضع خطوط pc هذه فى منتصف الطريق بين القيمة الاسمية والحدود الخارجية للسماح كما هى معطاة بواسطة U للمواصفات العليا و L للمواصفات السفلى. ومنطقة المركز تكون نصف سماح الطباعة وتسمى المساحة الخضراء. وعلى كل جانب توجد مناطق صفراء، وكل منها يعادل ربع إجمالى السماح. وتقع المناطق الحمراء خارج المواصفات. والألوان تجعل الطريقة بسيطة الفهم والتطبيق.

ولمواصفة 3.15 ± 0.10 مم، تكون الحسابات كما يلى :

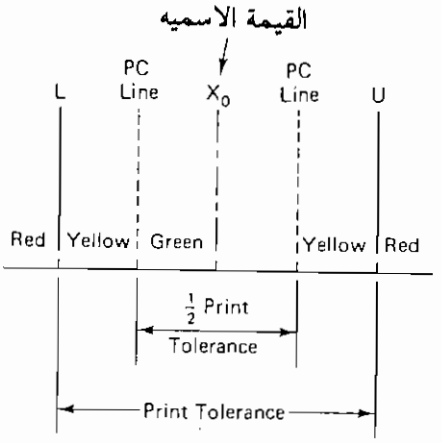
١ـ اقسم السماح على 4 : $0.20/4 = 0.05$

٢ـ اجمع قيمة على المواصفة السفلى، 3.05 :

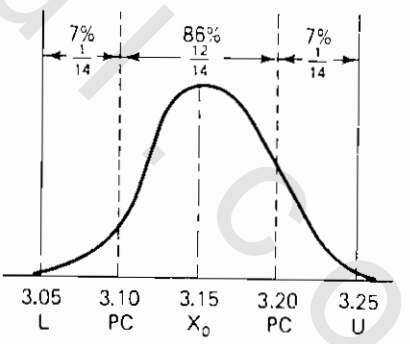
$$pc = 3.05 + 0.05 = 3.10$$

٣ـ اطرح قيمة من المواصفة العليا، 3.25 :

$$PC = 3.25 - 0.05 = 3.20$$



(أ) خطوط ومناطق P_C



(ب) الاحتمال عندما تكون $C_p = 1.\infty$

وتكون $C_{pk} = 1.00$

شكل ١٢ ـ ١٢: خطوط ما قبل المراقبة

لهذا، حدد خطى ما قبل المراقبة عند 3.10 و 3.20 مم. وهذه القيم مبينة فى شكل ١٢ ـ ١٢ ـ ب.

الأساس الإحصائى لما قبل المراقبة مبين فى شكل ١٢ ـ ١٢ ـ ب. أولا، مقدرة العملية تساوى المواصفات وتتمركز كما هو محدد بواسطة Cpk = 1.00 ، Cp = 1.00 بالنسبة إلى التوزيع الطبيعى، 86% من الأجزاء (12 من 14) تقع بين خطى PC ، وهى المنطقة الخضراء، و 7% من الأجزاء (12من 14) تقع بين خط PC والمواصفات، وهى المنطقتان الصفراء اللون. ومع زيادة فهرس المقدرة، فإن فرصة وقوع جزء فى المنطقة الصفراء تقل. وذلك، مع فهرس مقدرة كبير (تعتبر قيمة Cp = 1.33 نمطية واقعية)، يظهر التوزيع الذى يرحل عن الطبيعى بسهولة.

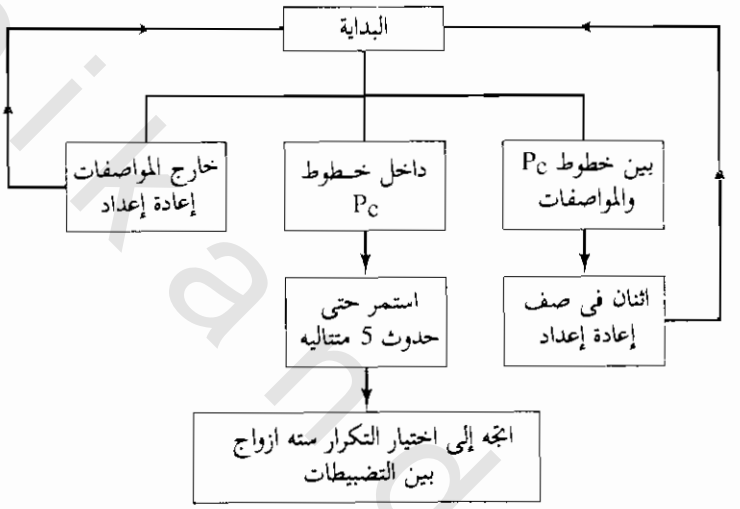
ولعملية ما قبل المراقبة مرحلتان: البدء والعمل. هاتان المرحلتان مبينتان فى شكل ١٢ ـ ١٣ . يختبر أحد الأجزاء، ويمكن أن تقع النتائج فى منطقة من مناطق الثلاثة ألوان. فإذا كان الجزء خارج المواصفات (المنطقة الحمراء)، توقف العملية وتعد إعدادا أوليا. أما إذا ما وقع الجزء بين خطى PC والمواصفات (منطقة صفراء)، يختبر جزء ثانى، وإذا وقع الجزء الثانى فى منطقة صفراء، توقف العملية وتعد إعداداً أوليا. وإذا وقع الجزء بين خطى PC (منطقة خضراء)، تختبر أجزاء إضافية حتى يقع خمسة أجزاء متتالية فى المنطقة الخضراء. ويصبح العمال مهرة فى «الدفع برفق» للإعداد عندما يلزم إعداد أولى.

بمجرد وقوع خمسة أجزاء متتالية فى المنطقة الخضراء، تبدأ مرحلة البدء، أو اختبار التكرار. وإختبار التكرار هو تقويم أزواج الأجزاء. وقاعدة التكرار هى عمل عينة من ستة أزواج بين التضبيطات، ويعطى جدول ١٢ ـ ٢ الوقت بين القياسات لتكرارات الضبط المختلفة. وكما يمكن رؤيته من الجدول، توجد علاقة خطية بين المتغيرين. لهذا، إذا حدث تضبيط واحد فى المتوسط كل 6 ساعات، فإن الوقت

بين قياس الأزواج يكون 60 دقيقة. والوقت بين التضبيطات يتحدد بواسطة العامل والملاحظ بناء على معلومات تاريخية.

ويبين شكل ١٢ ـ ١٤ قواعد القرار للأزواج المقاسة (المحددة بأنها A و B) لإمكانيات مناطق الألوان المختلفة.

١ـ عندما يقع مسار فى المنطقة الحمراء، تنهى العملية، وتعد اعدادا أوليا، وتبدأ العملية من مرحلة البدء.



شكل ١٢.١٣: عملية ما قبل المراقبة

جدول ١٢.٢: تكرار القياس

الوقت بين القياسات ـ بالدقائق	الوقت بين التضبيطات ـ بالساعات
10	1
20	2
30	3
40	4
⋮	⋮

٢ـ عندما يقع زوج A و B فى المناطق الصفراء العكسية، تنهى العملية، وتطلب المساعدة، حيث أن هذا يمكن أن يتطلب تضبيطا أكثر تعقيدا.

٣ـ عندما يقع زوج A و B فى نفس المنطقة الصفراء، تضبط العملية وتعود العملية إلى مرحلة البدء.

٤ـ عندما يقع واحد من A أو B فى المنطقة الخضراء، يستمر عمل العملية.

وفى الناحية اليمنى من الشكل يوجد احتمال أن زوجا معينا من A و B يحدث.

	Color Zones					
Decision	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Probability
Stop. Go to Start-up	A				A	nil nil
Stop. Get Help		A B		B A		1/14 * 1/14 = 1/196 1/14 * 1/14 = 1/196
Adjust. Go to Start-up		A, B		A, B		1/14 * 1/14 = 1/196 1/14 * 1/14 = 1/196
Continue		A B	A, B B A A B	B A		12/14 * 12/14 = 144/196 1/14 * 12/14 = 12/196 1/14 * 12/14 = 12/196 12/14 * 1/14 = 12/196 12/14 * 1/14 = 12/196
	L		PC X_o Target	PC	U	Total = 196/196

شكل ١٤.١٢: قرار واحتمال العمل

وتجرى عملية ما قبل المراقبة بسهولة أكبر فى الاستخدام عن طريق دهان معدة القياس باللون الأخضر، والأصفر، والأحمر فى المواقع المناسبة. وبهذه الطريقة، يعرف العامل متى يستمر، أو يحتاط، أو يتوقف.

ويمكن استخدام ماقبل المراقبة للخواص. فمقاييس «المرور وعدم المرور» تعطى ألوانا مناسبة تحدد خطوط ما قبل المراقبة وتصدر للعامل مع المقاييس المعتادة للمواصفات العليا والسفلى. ويستخدم ماقبل المراقبة أيضا فى الخواص المرئية عن طريق تحديد نمطيات مرئية لخطوط pc.

ومميزات ما قبل المراقبة هى كما يلى :

١ـ إنها تطبق على دورات إنتاج قصيرة المدى مثل تطبيقها على دورات إنتاج طويلة المدى.

٢ـ لاتحتوى على تسجيل، أو حساب، أو رسم بيانات. ويمكن استخدام خريطة ماقبل المراقبة إذا مارغب المستهلك فى دليل إحصائى لمراقبة العملية (انظر شكل ١٢ ـ ١٥).

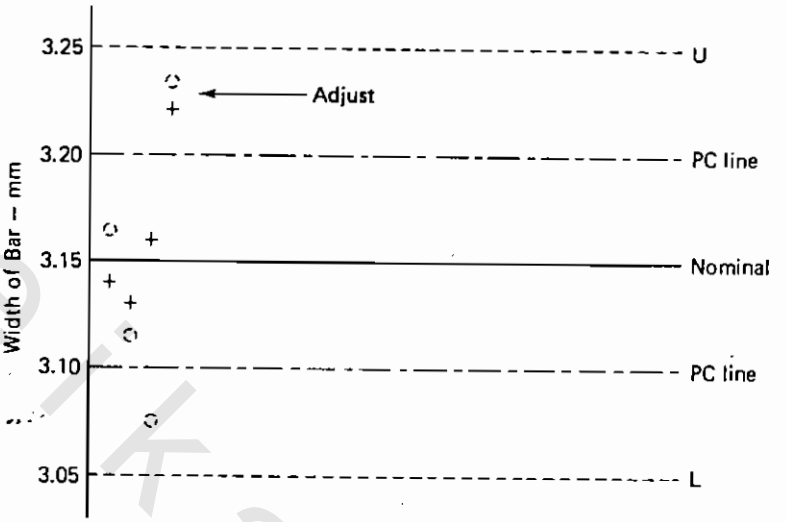
٣ـ تطبق على البداية بحيث تتمركز العملية على الهدف.

٤ـ تعمل مع السماح مباشرة بدلا من عدم فهم حدود المراقبة بسهولة.

٥ـ تطبق على الخواص.

٦ـ بسيطة الفهم، والتدريب عليها سهل جدا.

بينما أسلوب ما قبل المراقبة يتمتع بالعديد من المزايا، إلا أننا يجب أن نتذكر أنه ماهو إلا أسلوب مراقبة فقط. وتستخدم خرائط المراقبة فى حل المشكلة، حيث أنها



شكل ١٢-١٥: خريطة ما قبل المراقبة

لها مقدرة على تحسين العملية عن طريق تصحيح الأسباب المحددة واختبار أفكار التحسين. وكذلك، تكون خريطة المراقبة أكثر مناسبة لمقدرة العملية واكتشاف ترحيل العملية.

وإيجازا، عامل ماقبل المراقبة يعنى إدارة أفضل وفهما للعامل، ومسئولية العامل عن الجودة، وقلة المرفوض، وقلة التضبيطات، وقلة اجهاد العامل، والارتفاع التالى فى المعنوية. وقد تحققت هذه المنافع للعديد من أنواع العمليات المختلفة.

الرسم المبعثر SCATTER DIAGRAM

أبسط طريقة لتحديد ما إذا كانت علاقة السبب والأثر موجودة هى إعداد رسم مبعثر. ويبين شكل ١٢ ـ ١٦ العلاقة بين سرعة السيارة وعدد الأميال المستهلكة

فى جالون الوقود. ويبين الشكل أن السرعة تزداد، وتقل عدد الأميال لكل جالون. وترسم سرعة السيارة على محور x وهو المتغير المستقل. المتغير المستقل عادة مايكون تحت التحكم. ويوجد على محور y عدد الأميال فى الجالون الواحد وهو متغير معتمد، أو مستجيب. وأمثلة أخرى لهذه العلاقة هى كما يلى :

سرعة القطع وحياة العدة

محتويات الرطوبة وتمدد السن

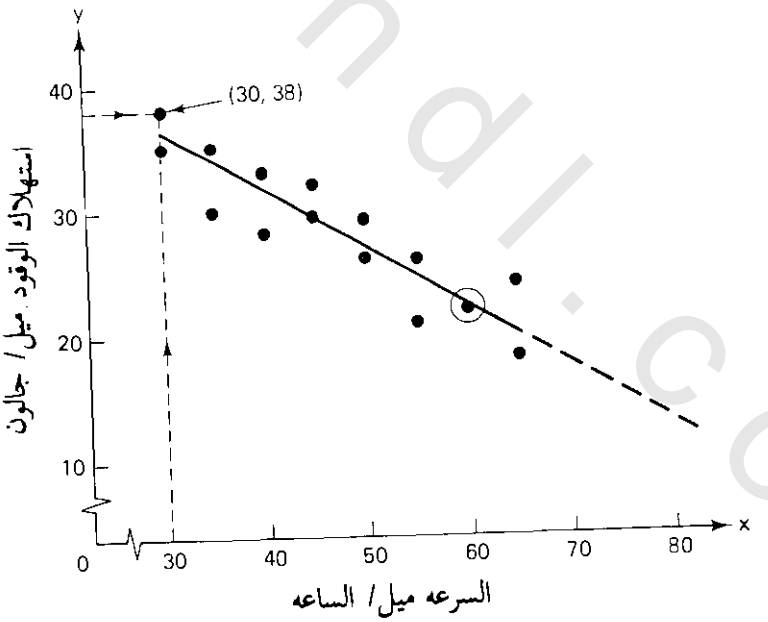
درجة الحرارة وصلادة أحمر الشفاه

ضغط الاضراب والتيار الكهربائى

درجة الحرارة والنسبة المئوية لزبد المشروبات الغازية

الغلة والتركيز

الكسر وعمر الماكينة



شكل ١٢.١٦: رسم مبعثر

obeikandl.com

هناك عدة خطوات بسيطة فى إعداد الرسم المبعثر. فتجمع البيانات كأزواج مرتبة (X, y). وتراقب سرعة السيارة (السبب) ويقاس عدد الأميال لكل جالون (الأثر) .ويبين جدول ١٢ ـ ٣ بيانات أزواج x, y النائجة.

جدول ٣٠١٢: بيانات عن سرعة السيارة مقابل عدد الأميال لكل جالون

رقم العينه	السرعة (ميل فى الساعة)	استهلاك الوقود (ميل فى الجالون)	رقم العينه	السرعه (ميل فى الساعه)	استهلاك الوقود (ميل فى الجالون)
1	30	38	9	50	26
2	30	35	10	50	29
3	35	35	11	55	32
4	35	30	12	55	21
5	40	33	13	60	22
6	40	28	14	60	22
7	45	32	15	65	18
8	45	29	16	65	24

ويعد المقياسان الأفقى والرأسى بأعلى قيم على اليمين لمحور x وفى القمة لمحور y. وبعد تسمية المقياسين، ترسم البيانات. وباستخدام خطوط منقطة، يوضح شكل ١٢ـ ١٦ رسم العينة رقم 1 (30,38). قيمة x تكون 30 وقيمة y تكون 38. ورسمت العينات من رقم 2 إلى رقم 16، واكتمل الرسم المبعثر. فإذا كانت نقطتان متطابقتان، فيمكن استخدام دوائر مركزية، كما هو مبين عند 60 ميل فى الساعة.

وبعد الانتهاء من الرسم المبعثر، يمكن تقويم العلاقة بين أو الارتباط بين المتغيرين. ويبين شكل ١٢ ـ ١٧ أنماط مختلفة وتفسيرها. عند (أ) يكون لدينا ارتباط موجب بين متغيرين لأنه عندما تزيد x فإن y تزيد. وعند (ب) يوجد ارتباط سالب بين متغيرين لأنه عندما تزيد x تقل y. وعند (ج) لايوجد أى ارتباط، وأحيانا ما يشار إلى هذا النمط بأنه نمط shortgun.

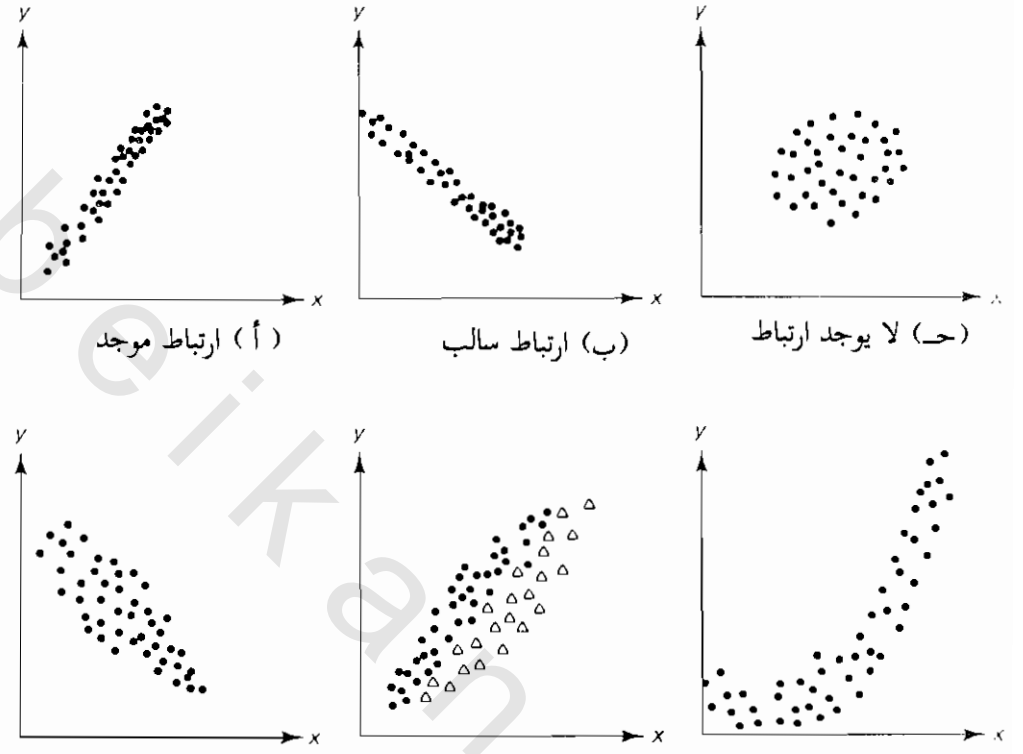
الأنماط الموصوفة فى (أ) و (ب) و (ج) سهلة الفهم، إلا أن الأنماط الموصوفة فى (د) و (هـ) و (و) أكثر صعوبة. عند (د) قد توجد أو لاتوجد علاقة بين المتغيرين. ويبدو أن هناك علاقة سالبة بين x و y، إلا أنها ليست قوية جدا. ويلزم تحليل إحصائى أكثر لتقويم هذا النمط. وعند (هـ)، طابقنا البيانات لتمثيل أسباب مختلفة لنفس الأثر. وبعض الأمثلة هى الأميال فى الجالون مع الريح مقابل ضد الريح، وموردين مختلفين المواد، وماكينتين مختلفتين، ورسم أحد الأسباب بدائرة سوداء صغيرة، ورسم السبب الآخر بمثلث. وعندما تفصل البيانات، نرى أنه هناك ارتباط قوى. وعند (و)، نرى أنه هناك علاقة خطية منحنية بدلا من علاقة خطية.

وعندما تقع كل النقاط المرسومة على خط مستقيم، يكون لدينا ارتباط كامل. وبسبب التغيرات فى التجربة وخطأ القياس، نادرا ما يحدث هذا الموقف الكامل.

وقد يكون من المرغوب فيه فى بعض الأحيان ضبط الخط المستقيم لبيانات لكى تكتب معادلة للتنبؤ. مثال ذلك، قد نرغب فى تقدير الأميال لكل جالون عند سرعة 75 ميل فى الساعة. يمكن وضع خط على الرسم المبعثر بالنظر أو رياضيا باستخدام تحليل المربعات الصغرى. وبأى من الطريقتين، تكون الفكرة هى عمل انحراف للنقاط متساو على كل من جانبى الخط المستقيم. ويستخدم خط متقطع كامتداد للخط المستقيم بعد البيانات نظرا لعدم وجود بيانات فى هذه المنطقة.

خريطة الدورة RUN CHART

نوقشت خرائط الدورة فى الفصلين الثالث والخامس. وهى أسلوب بسيط جدا فى تحليل العملية فى مرحلة التطوير، أو، لهذا الوضع، عندما لاتكون أساليب إعداد الخرائط الأخرى ممكنة التطبيق. والنقطة الهامة هى رسم صورة للعملية وجعلها «تتحدث» لك. والصورة أفضل من ألف كلمة، بافتراض أنك تنصت للكلمات.



شكل ١٢.١٧: أنماط رسومات مبعثرة مختلفة

خرائط المسار FLOWCHARTS

للعديد من المنتجات والخدمات، قد يكون مفيدا إعداد خريطة مسار. تبين هذه الخرائط مسار المنتج أو الخدمة خلال محطات العمليات المختلفة. وتجعل الخريطة من السهل رؤية النظام كله، وتعريف نقاط المشاكل المحتملة، وتحديد أنشطة المراقبة.

وتستخدم رموز نمطية، كما هو مبين في جدول ١٢ ـ ٤. ويبين شكل ١٢ ـ ١٨ خريطة مسار لسباكة شواية لعمل الشواء خارج المنازل.

جدل ٤.١٢: رموز خرائط المسار

الوصف	الاسم	الرمز
كتابه حرف أو ثقب	عملية	
ثقب نقل ماده	نقل	
فحص وثيقة أو قراءة عداد	فحص	
الاعداد للملأ، او انتظار المصعد	تأخر	
السجل فى كابينه الملفات، او وضع المنتجات النهائية فى المخزن	تخزين	

تصميم التجارب DESIGN OF EXPERIMENTS

يتطلب تصميم التجارب مستوى مختلف من المقدرة الرياضية عن الأساليب سالفة الذكر. إلا أنه الطريقة الوحيدة التى يمكن تحليل النظم المعقدة بها. ويستخدم منهج متغيرات متعددة نظرا لأن تكلفة تغيير متغير واحد فى نفس الوقت عادة ماتكون ممنوعة. وتجرى الدراسة فى معمل، ونموذج لمصنع، وتحت شروط التشغيل. والتكاليف قصيرة الأجل لإجراء هذه الدراسات تكون كبيرة، إلا أنه فى المدى الطويل، تعطى عملية مثلى ومعلمات منتج مثلى. وتحدد الحتميات الحالية أن الإدارة تزيد من استخدامها لهذا الأسلوب. وتقع المعلومات الإضافية عن هذا الموضوع خارج نطاق هذا الكتاب.

مشاكل PROBLEMS

١ـ ارسم رسم باريتو لاستبدال أجزاء لفرن كهربائى. وبيانات ستة أشهر هى : باب الفرن، 193، ومؤقت (الساعة) 53، والشعلات الأمامية 460، والشعلات الخلفية 290، ومراقب الاشتعال 135، وآلية السحب 46، وأخرى 84، ومنظمات الفرن 265.

٢ـ يدرس فريق مشروع تكلفة التعطل لخط زجاجات مشروبات غازية. وكان تحليل البيانات بآلاف الدولارات لفترة 3 شهور كما يلى: منظم الضغط الخلفى30، وضبط دودة التغذية 15، ورأس الضغط النحاسى 6، والتبريد المفقود 52، واستبدال الصمام 8، وأخرى 5.

الرمز	الوصف
	Unload Trailer or Hand Truck
	To Storage
	Stores
	To Machine or Hand Truck
	Machine
	Null
	Place on Hand Truck
	To Paint
	Hang on Line
	Clean – Paint – Bake
	Inspect Paint
	Unload – Stack on Hand Truck
	To Packaging
	Unload – Package Grills in Canteen
	To Assembly by Conveyor

شكل ١٢.١٨: خريطة مسار للشوايات

obeikandl.com

٣ـ حوالى ثلثى حوادث السيارات تكون بسبب القيادة غير المناسبة. ارسم رسم باريتو بدون الخط التراكمى للبيانات : دوران غير مناسب 3.6%، قيادة سريعة جدا 28.1%، اتباع السيارة الأمامية عن قرب شديد 8.1%، الخروج عن الطريق 30.1%، القيادة على يسار المركز 3.3%، كثرة الحديث غير المناسب 3.2%.

٤ـ نادى تسجيلات صوتية يعد تسجيلات شهرية قام بجمع بيانات لأسباب إعادة شحنات خلال الربع سنة الماضية. وكانت النتائج كما يلى : اختيار خطأ 50,000، ومرفوض 195,000، وعنوان خطأ 68,000، وإلغاء الطلب 5000، وأخرى 15,000. ارسم رسم باريتو.

٥ـ غير المطابق للدهان خلال أحد الشهور لمنتج آلات جز العشب التى يديرها راكبها كانت كما يلى : غاز منفط 212، وضخ خفيف اللون 582، وتسرب قطرات 227، وضخ زائد اللون 109، وبقع 141، ودهان ردىء 126، وانحلال اللون 434، وأخرى 50. ارسم رسم باريتو.

٦ـ اعمل مصفوفة وحللها لمجمعى قسم تجميع النقل وأنشطة عدم المطابقة لتشغيلهم. والبيانات موضحة فى الجدول المبين فى الصفحة التالية.

٧ـ تمت مقارنة أربعة أنوال نسيج أقمشة طبقا لغير المطابق. اعمل مصفوفة وحللها. البيانات هى :

النول 24 : خيط مقطوع 3، ولف مشدود 2، ومكوك 1، ومشوش 3.

النول 36 : عدم مطابقة توصيل الخيط 2، ومكوك 8، ولف مشدود 8، وخيط مقطوع 2، ومشوش 1.

النول 28 : لف مشدود 5، ومشوش 2.

النول 15 : مشوش 7، ومكوك 6، ولف مشدود 2، وخيط مقطوع 7، وعدم مطابقة توصيل الخيط 4.

LYNN	BRENT	MARY	KEN	DAVE	BILL
• Mushroomed hammer (1) • Leaky seals (3) • Wrong tools (4) • Loose fasteners (3) • Spliced air tool hose (1) • Improper method (5) • Open air line (1)	• Wrong tools (1) • Leaky seals (3) • Loose fasteners (1)	• Leaky seals (4) • Improper torque (5) • Oil dry in hydraulic area (1) • Improper method (2) • Hoses and tubes uncapped (3) • Oil on floor (2) • Loose fasteners (4)	• Improper method (1) • Wrong tools (1) • Oil dry in hydraulic area (2) • Improper torque (1)	• Loose fasteners (2) • Mushroomed hammer (1) • Wrong tools (4) • Leaky seals (3) • Improper method (3) • Hoses and tubes uncapped (1) • Oil on floor (3) • Improper torque (3)	• Leaky seals (2) • Defective lifting device (1) • Loose fasteners (1)

obeikandl.com

٨ـ ارسم رسم جرير لنموذج إطار سيارة XYZ. بيانات (أول رقم هو الشفرة) غير المطابقات هى 10-1 و 5-2 و 0-3 و 9-4 و 6-5 و 0-6 و 2-7 و 0-8 و 3-9 و 10-1 و A-6 و B-1 و C-3 و 5-0.

٩ـ ارسم رسم سلسلة زمنية لغير المطابقات لكل وحدة للادعاءات على مستشفى medicare وحلل النتائج. البيانات هى : 1986-0.20 و 1987-0.15 و 1988-0.16 و 1989-0.12.

١٠ـ من فريق مشروع مكون من ستة أو سبعة أشخاص، اختر قائدا، وشيد رسم السبب والأثر لقهوة رديئة من جهاز استخدم فى إعداد 22 فنجان قهوة فى المكتب.

١١ـ من فريق مشروع مكون من ستة أو سبعة أشخاص، اختر قائدا، وشيد رسم CE لما يلى :

أ ـ نوع تحليل تشتت لخاصية جودة.

ب ـ نوع تحليل عملية لتسلسل أنشطة مكتب إحدى شركات التأمين.

ج ـ نوع تحليل عملية لتسلسل أنشطة إنتاج على مخرطة : المخرطة تبدأ بتحميل الشغلة وهى قضيب قطره 25 مم وطوله 80 مم، يجرى له خراطة خشنة إلى قطر 12 مم وطول 40 مم. وينتج فيه أسنان UNF بقطر 12 مم، ثم ترك الأسنان، وعمل خراطة تشطيب لقطر 25 مم وطول 20 مم، ثم قطع الجزء المتبقة، وفك الشغلة.

١٢ـ صمم استمارة تأكد لصيانة قطعة معدة مثل موقد الغاز، أو ميزان المعمل، أو الآلة الكاتبة.

١٣ـ ما خطوط pc لعملية لها درجة حرارة اسمية 32 درجة مئوية وسماح ± 1.0 درجة مئوية؟

١٤ـ حدد خط pc لمركزية قضيب عندما يكون سماح قراءة إجمالى المؤشر total indicator reading (TIR) مساويا 0.06 مم والهدف هو 0. ملاحظة : هذه المشكلة لها سماح من ناحية واحدة، إلا أن المنطقة الخضراء لاتزال نصف السماح. ارسم النتيجة.

١٥ـ ما احتمال أن يكون الزوج A و B أخضر؟ وأن يكـون واحد منهما أصفر؟

١٦ـ باستخدام الرسم المبعثر، حدد إذا ما كان هناك علاقة بين درجات حرارة المنتج والنسبة المئوية للزبد لحد المشروبات الغازية. البيانات هى :

اليوم	درجة حراره المنتج درجة فهرنهيتيه	النسبه المئويه للزبد (%)	اليوم	درجة حراره المنتج درجة فهرنهيتيه	النسبه المئويه للزبد (%)
1	36	15	11	44	32
2	38	19	12	42	33
3	37	21	13	38	20
4	44	30	14	41	27
5	46	36	15	45	35
6	39	20	16	49	38
7	41	25	17	50	40
8	47	36	18	48	42
9	39	22	19	46	40
10	40	23	20	41	30

١٧ـ باستخدام الرسم المبعثر، حدد ما إذا كان هناك علاقة بين عدد ساعات استخدام الماكينة والمليمترات للهدف. البيانات لعدد 20 زوج من (x, y) مع وجود ساعات استخدام الماكينة كالمتغير x هى :

(30, 1.10), (31, 1.21), (32, 1.00), (33, 1.21), (34, 1.25), (35, 1.23), (36, 1.24), (37, 1.28), (38, 1.30), (39, 1.30), (40, 1.38), (41, 1.35), (42, 1.38), (43, 1.38), (44, 1.40), (45, 1.42), (46, 1.45), (47, 1.45), (48, 1.50), and (49, 1.58).

ارسم خطا للبيانات بمجرد النظر فقط وقدر عدد المليمترات التى تبعد عن الهدف عند 55 ساعة.

١٨ـ البيانات عن ضغط الغاز (كج/سم مربع) وحجمه (لتر) هى كما يلى :

(0.5, 1.62), (1.5, 0.75), (2.0, 0.62), (3.0, 0.46), (2.5, 0.52), (1.0, 1.00), (0.8, 1.35), (1.2, 0.89), (2.8, 0.48), (3.2, 0.43), (1.8, 0.71), and (0.3, 1.80).

ارسم رسما مبعثرا وحدد العلاقة.

١٩ـ البيانات التالية (قوة الشد، والصلادة) هى لقوة الشد (رطل على البوصة المربعة) والصلادة (روكويل Rockwell E) لألومونيوم يجرى عليه سباكة بالاسطمبات. شيد رسما مبعثرا وحدد العلاقة :

(293, 53), (349, 70), (368, 40), (301, 55), (340, 78), (308, 64), (354, 71), (313, 53), (322, 82), (334, 67), (377, 70), (247, 56), (348, 86), (298, 60), (287, 72), (292, 51), (345, 88), (380, 95), (257, 51), (258, 75).

٢٠ـ البيانات عن كمية الماء المستخدم بالبوصة ومحصول الفصفصة بالطن هى:

الماء	12	18	24	30	36	42	48	60
المحصول	5.3	5.7	6.3	7.2	8.2	8.7	8.4	8.2

شيد رسما مبعثرا وحلل النتائج.

٢١ـ شيد خريطة مسار لمنتج أحد المنتجات أو لمقدم إحدى الخدمات.

obeikandl.com