الفصل الثامن

الأدوات السبع القديمة للجودة الشاملة

7 Old Quality control Tools

1. مقدمة
2. خرائط تدفق العملية
3. قوائم الفحص (المراجعة)
4. الأسئلة الانتقادية (الهامة)
5. مخطط السبب والأثر
6. مخطط باريتو
7. المدرجات التكرارية
8. مخطط التشتت

obeikan.com

الفصل الثامن
الأدوات السبع القديمة للجودة الشاملة

1. مقدمة:

تعد الطرائق الإحصائية أداة فعَّالة لتحسين عملية الإنتاج وتخفيض عيوبها. لذا لابد من التذكر دائماً بأنها أدوات مساعدة يمكن استعمالها بشكل متكرر. ويحاول الأفراد غالباً تخفيض عيوب الإنتاج من خلال معرفة سبب العيب وعلاجه، وتكون الخطوة الأولى في إيجاد السبب الحقيقي هي الملاحظة المفيدة لظاهرة العيب. وبعد هذه الملاحظة يصبح السبب الحقيقي ظاهراً. وتقود الطرائق الإحصائية إلى دقة وموضوعية الملاحظة من خلال إعطاء أهمية كبيرة للحقائق بدلاً من المفاهيم المجردة Abstract concepts وعدم التعبير عن هذه الحقائق بشيء من المعاني والأفكار، أو استعمال الأشكال المشتقة من نتائج الملاحظة المحددة. ولفهم هذه الأدوات الإحصائية لابد من إدراك أهمية العلاقات التبادلية بين الأفراد والدور الذي يؤديه كل منهم في الجوانب المختلفة لعملية الإنتاج بهدف الحصول على أكبر عدد ممكن من الأفكار بغية إيجاد التطوير والتحسين المستمرين. وهذه الأدوات بسيطة وفعالة، وتستعمل بشكل كامل في الممارسة.

2. خرائط تدفق العملية Process Flowcharts:

تساعد هذه الخرائط في إلقاء الضوء على تتابع العمليات المتعلقة بنقاط اتخاذ القرار الرئيسية. وهي تستخدم على النحو التالي[191]:

أ. تحديد جميع العمليات أو الأنشطة الرئيسية. ومن الضروري كتابة هذه العمليات أو الأنشطة على بطاقات أو لوحات.

---

(191) مارش، جون (1996): **إدارة الجودة الشاملة: الجزء الثالث، أدوات الجودة الشاملة، من الألف إلى الياء**، تعريب: عبد الفتاح السيد النعماني، مركز الخبرات المهنية للإدارة (بميك) القاهرة، ص 73.

ب. وضع هذه العمليات أو الأنشطة بشكل متتابع ومتسلسل.

جـ. بدء العمل حسب تسلسل الموضوع الذي سبق تحديده من البداية حتى النهاية، كما هو محدد بالقراءات الرئيسية ومخرجات قاعدة البيانات.

د. الصياغة النهائية لتتابع العمليات أو الأنشطة، وذلك بتحديد الارتباط بين العمليات والقرارات والمخرجات.

هـ. الوصول إلى الترجمة النهائية للعمليات أو الأنشطة في شكل خارطة.

تسمح خارطة تدفق العملية برؤية عملية تدفق الخطوات في العملية من البداية حتى النهاية. وتؤدي دوراً أساسياً في فهم وإدراك العملية. وبذلك فهي ترصد خطوات العملية وعلاقاتها. ويساعدنا نموذج التحليل هذا في معرفة[192]:

- المساعدة في تحديد النقاط الأفضل لجمع البيانات.
- تحديد وتتبع مصدر المشاكل.
- تحديد المكان الأفضل لفحص العملية.
- تحديد فرص تخفيض فترة النقل.

وتنظم خارطة تدفق العملية المعلومات حول العملية في شكل بياني باستعمال خمسة رموز أساسية هي:

التخزين ▽ التأخير **D** المعاينة □ النقل → العملية ○

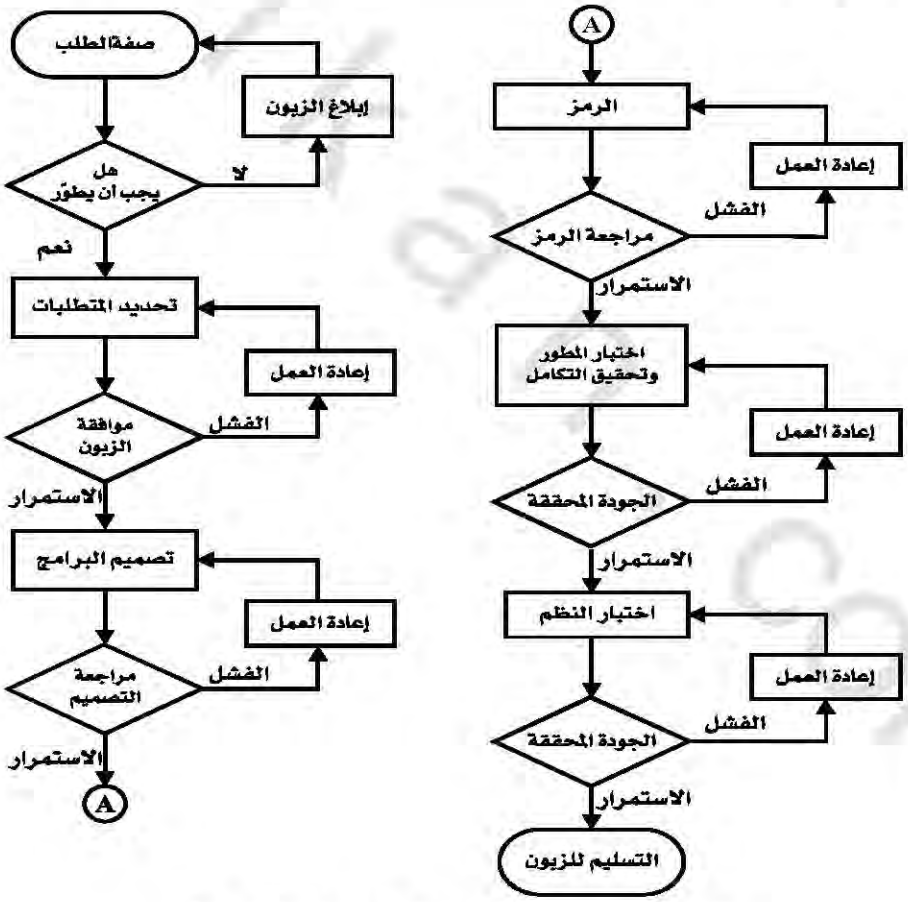
وهناك بعض المراجع التي تستخدم الرموز التالية[193]:

الشكل رقم (27) الرموز المستعملة في خارطة تدفق العملية.

(192) Heizer, Jay & Barry Render (2001): **Principles of operations Management**, (4th ed.), prentice – Hall, upper saddle River, N.J., p.

(193) Berenson, Mark L. & David M. Levine (1996): **Basic Business statistics: concepts and applications**, prentice – Hall, Inc, N.J., p. 667.

يُستعمل رمز البداية والنهاية (الشكل الدائري) كبداية أو نهاية للعملية، أي كرمز للبداية أو التوقف. ويستعمل رمز العملية (المستطيل) ليشير إلى أن الخطوة الموجودة في العملية قد أنجزت. بينما يجهز رمز القرار إحدى الطرائق المناسبة، وهي على الأقل طريقان تزودان بفهم شامل للجوانب المتنوعة للعملية، وتلقيان الضوء على مكان وجود التأخيرات، بحيث يكون من المحتمل تطويرها. ومن الأمثلة على خارطة تدفق العملية، الخارطة المستخدمة في تطوير البرامج، كما في الشكل رقم (28) بحيث تطور البرامج عن طريق سلسلة من الخطوات كل منها تحتوي أجزاء من المعاينة، مع إعادة للعمل إذا كان ضرورياً قبل تسليم هذه البرامج للزبائن.



الشكل رقم (28) خارطة تدفق العملية لتحسين البرامج.

وبذلك فإن خارطة تدفق العملية تساعد الأفراد على أن يفهموا العملية ويحسنوها من خلال العمليات الجزئية التي يمكن أن توحد، أو تبسَّط، أو تسجل، أو تخفض بحيث تصبح النشاطات التي لا تضيف أي قيمة واضحة للغاية.

ولتحقيق الكفاءة في استخدام خرائط تدفق العملية لابد من اتِّباع الإرشادات الثلاثة التالية[194]:

أ. للتأكد من دقة وفعالية الخارطة لابد من أداء جميع خطواتها السابقة كفريق عمل وليس بشكل إفرادي.

ب. تعتبر خرائط التدفق مفيدة عندما تتعامل مع تدفقات بسيطة نسبياً، وعندما يتطلب الأمر مزيداً من المعلومات لعمليات معقدة، فعندئذ يحتمل أن يكون نموذج العملية أكثر ملاءمة.

جـ. يمكن هيكلة خرائط التدفق أيضاً، وربطها بهيكل نموذج العملية.

3. قوائم الفحص (المراجعة) Check sheets:

وهي أداة لتسجيل وتنظيم البيانات اللازمة لتشخيص مشكلة ما، بطريقة تسهل جمع وتحليل هذه البيانات. وهناك عدة أنواع أو صيغ لقائمة البيانات، لكنها تشترك جميعاً في كونها تصمم بالكيفية التي تساعد مستخدمها على الإفادة مما جمع من بيانات، فالمستخدم يصممها على هيئة قائمة عادية أو جدول يحدد هو خاناته وأعمدته وتصنيفاته وهكذا، وهناك قائمة قد يقتصر هدفها على تحديد نوع المشكلة أو القصور، وأخرى على مواقع القصور، وقد تجمع قائمة ثالثة بين الهدفين[195].

وتعتبر قوائم الفحص إحدى أدوات الرقابة على الجودة ومتابعة تنفيذها،

---

(194) مارش، جون (1996)- مرجع سبق ذكره، ص 73.

(195) مصطفى، أحمد سيد (1999): **إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات**، كلية التجارة، جامعة بنها، ط 4.

وهي تقسم إلى نوعين: يتعلق النوع الأول بطريقة توزيع الإنتاج، والنوع الثاني تحديد موقع العيوب. وهي تمكن متخذي القرارات من ترتيب وتنظيم البيانات حول التلف مع بيان الأسباب المؤدية إلى ذلك[196].

أما طريقة عمل قوائم الفحص فتتحدد بالنقاط التالية[197]:

أ. حدد الهدف من جمع البيانات كالتعرف على تفاصيل العيب، أو مكانه أو تحديد كيفية توزع القياسات والمعاينة.

ب. حدد الشكل المطلوب لقائمة الفحص وفقاً للهدف المحدد.

جـ. حدد النقاط الواجب فحصها وترتيب المشكلات وفقاً لأهميتها والنقاط الواجب معاينتها أيضاً.

د. حدد طريقة جمع البيانات ومن سيقوم بها ومتى وأين ستتم عملية الجمع.

هـ. صمم قائمة الفحص على قطعة من الورق بحيث يكون من السهولة بمكان تسجيل البيانات عليها.

و. تسجيل البيانات على قائمة الفحص.

ز. تصنيف نتائج الفحص وإيجاد المجموع الإجمالي والمتوسطات والنسب.

تستعمل قوائم الفحص لتسجيل حدوث المشاكل المحددة. إذ تصنف هذه المشاكل، ويتم التحقق من وجودها وتحدد تكراراتها، وتجهز الحلول والأسباب المناسبة بالنسبة للمشكلة الملاحظة. ويختلف تكوين قائمة الفحص اعتماداً على نوع البيانات المتراكمة. ويمكن أن تكون قائمة الفحص خارطة بسيطة كما في الشكل رقم (29) أو صورة للسلعة بحيث تظهر العيوب، وكيف تظهر.

---

(196) الفضل، مؤيد، يوسف حجيم الطائي (2004)، مرجع سبق ذكره، ص 145.

(197) العبد الله، محمود وآخرون (2002): **ضبط الجودة والتطبيق العملي لأساليب ضبط الجودة**، مركز الدراسات والبحوث العلمية، حلب، المعهد 4000، الإصدار الأول 2002/3/28، ص 26.

قائمة فحص يومية		
نوع الوصف:	شكاوى من خط السلعة X	
التاريخ:	12 كانون الثاني 1997	
التكرار:	نوع الشكوى	
23	ما هو نوع التحميل؟.	
17	خطأ في إعداد الفاتورة؟	
10	ما هو نوع الطلب؟.	
15	خطأ في الشحن؟.	
	• • •	
118	المجموع الكلي	

الشكل رقم (29) قائمة فحص (مراقبة).

وما إن تحدد المشكلة يجب تحديد أسبابها الجذرية. وتعد الأسئلة الحرجة، ومخطط السبب والأثر طريقتين عمليتين في هذا الميدان. ويؤدي الإبداع دوراً أساسياً في تصميم قائمة الفحص.

4. الأسئلة الانتقادية (الهامة) Critical Questions:

تعتبر طريقة الأسئلة الانتقادية (الهامة) جيدة عندما لا يعرف السبب الأساسي للمشكلة. وهي طريقة بسيطة يمكن أن تستخدم من قبل أي فريق يقوم بحل المشكلة. إذ يقوم الفريق بطرح مجموعة من الأسئلة. ولنفترض أن محرك إحدى الآلات في أحد المصانع قد توقف، ولكننا لا نعرف سبب التوقف. ففي هذه الحالة يجب أن نقوم بطرح الأسئلة التالية:

1. لماذا توقف المحرك؟

الجواب: هناك إفراط في الطاقة، واحتراق في الصمام الكهربائي.

2. لماذا كان هناك إفراط في الطاقة؟

الجواب: لم يكن هناك تزييت كاف على عمود الآلة (المحور).

3. لماذا لم يكن هناك تزييت كافٍ على عمود الآلة (المحور)؟

الجواب: لأن مضخة الزيت متوقفة عن العمل بشكل كامل!!.

4. لماذا كان مردود المضخة منخفضاً؟

الجواب: محور (عمود) المضخة كان مرهقاً ومتآكلاً!!.

5. لماذا كان العمود (المحور) متآكلا؟

الجواب: لم يكن هناك مصفاة في علبة ملء الزيت ومزج الزيت ببرادة الحديد.

6. لماذا لم يكن هناك مصفاة في علبة ملء الزيت؟

الجواب: لم يكن لديها مصفاة!!

وبعد أن قام الفريق بطرح هذه الأسئلة، فإن السبب الحقيقي للمشكلة يصبح واضحاً وهو الخلل في تصميم الآلة[198].

5. مخطط السبب والأثر Cause & effect diagram:

في عام 1953 استطاع كاورو إيشيكاوا Kaoru Ishikawa الأستاذ في جامعة طوكيو، تلخيص آراء المهندسين في أحد المصانع بشكل بياني يفسر السبب والأثر، عندما كانوا يناقشون مشكلة الجودة، حيث اعتقد أن هذا المنهج يطبق للمرة الأولى. وقبل هذا التاريخ كان مساعدو إيشيكاوا وتلامذته يستخدمون هذه الطريقة في ترتيب العوامل في أنشطتهم البحثية. وعندما استخدم الشكل البياني علمياً، أبدعت فعاليته وفائدته الكبيرة، وأسرعت معظم الشركات اليابانية إلى تطبيقه بكثافة. وقد دخل اسم المخطط ضمن مصطلحات الرقابة على الجودة وضمن معايير الصناعة اليابانية Japanese Industry standards. وقد تم تعريفه كالتالي[199].

رسم بياني يوضح العلاقة بين خصائص الجودة والعوامل المؤثرة فيها.

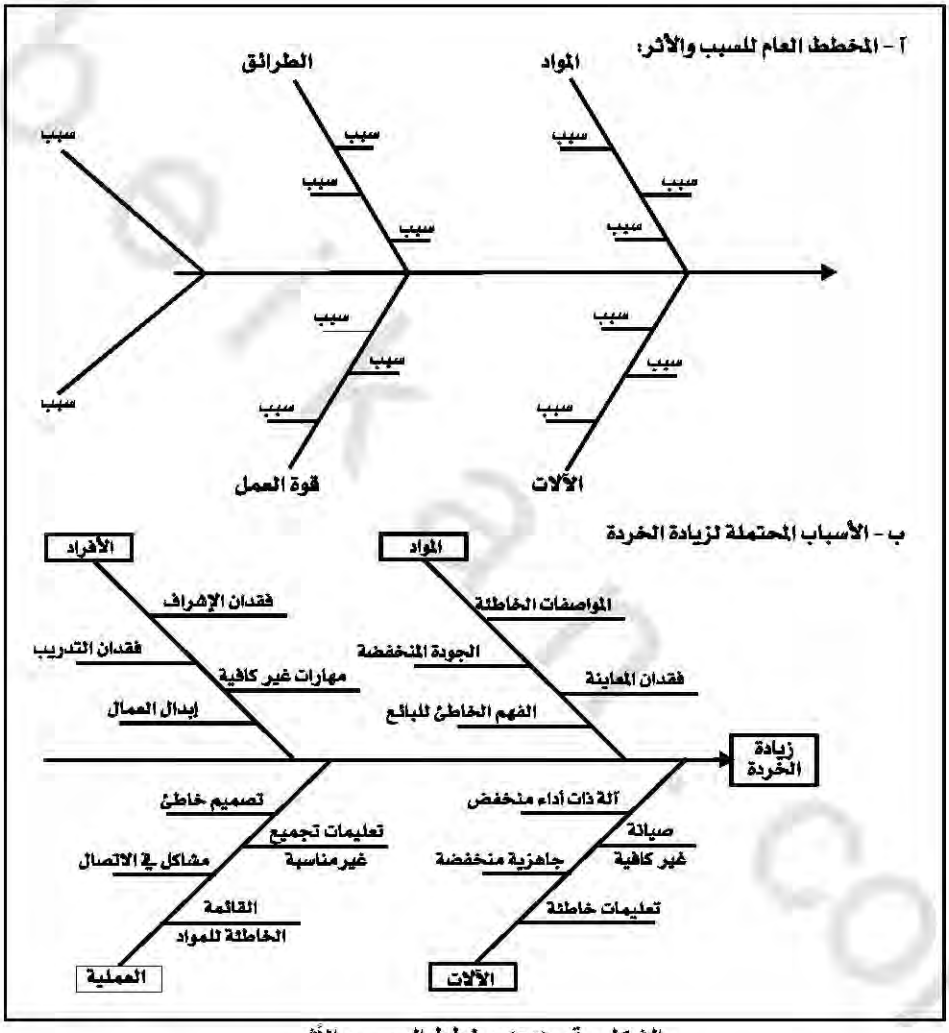
ويسمى هذا المخطط أيضاً بمخطط عظم السمكة Fishbone diagram، أو مخطط إيشيكاوا. ويبدأ مخطط السبب والأثر بتحديد جميع الأسباب التي تقدم

---

(198) Noori, Hamid & Russell Radford (1995), op. cite, p. 338.

(199) الخزامى، عبد الحكم أحمد (2000): **نموذج تحليل السبب والتأثير والقوى الميدانية CE/FFA النموذج الذكي لحل المشكلات وجلب الفرص**، مكتبة ابن سينا، القاهرة، ص 36.

للمشكلة. ويساعد هذا المخطط الفريق في حل المشكلة، وتحديد السبب الرئيسي للمشكلة. وبذلك فإن المخطط يمثل إحدى الطرائق الجيدة لتنظيم الأفكار، وتخفيض التكاليف، وتقليل استعمال الجداول. ويوضح الشكل رقم (30) مخطط السبب والأثر.



الشكل رقم (30) مخطط السبب والأثر.

ويتضح في الشكل رقم (30- آ) المخطط العام للسبب والأثر. إذ يمثل العمود الفقري المركزي المشكلة الأساسية. كما يتضح في الشكل رقم (30-

ب) فإن المشكلة الأساسية هي زيادة الخردة Scrap. وتحدد أسباب المشكلة عن طريق العظام الأساسية التي تتفرع من العمود الفقري. ويتم أيضاً تحديد هذه العظام بشكل أكثر دقة إلى عظام من المرتبة الثانية وإلى عظام من المرتبة الثالثة كما يظهر في المخطط.

ويُبنَى مخطط السبب والأثر وفق الخطوات التالية[200]:

1. تعريف الأثر أو خاصية الجودة للمشكلة المراد التحري عن أسباب حدوثها ووضعها ضمن مستطيلات.
2. رسم سهم عريض من اليسار باتجاه اليمين حتى مستطيل الأثر. ويمثل هذا السهم محور المخطط الرئيسي ويسمى الجذع، أو العمود الفقري للسمكة.
3. تحديد وحصر الأسباب الرئيسية للأثر وكتابتها كعناوين كبيرة ضمن مستطيلات بشكل مستقل عن بعضها البعض، والتي تمثل عظام العمود الفقري أو عظام الهيكل.
4. الوصل بين كل سبب رئيسي وخط الجذع بسهم كبير ومائل بزاوية (75) للدلالة على أن هذا السبب أدى إلى حدوث هذا الأثر.
5. تجزئة أو تقسيم كل سبب رئيسي إلى عدة أسباب فرعية مختلفة وفقاً لمستويات تأثيرها. وذلك برسم أسهم صغيرة ومتوسطة الطول متجهة نحو السبب الرئيسي، والتي تشكل العظام الصغيرة للهيكل العظمي للمخطط مع كتابة اسم كل سبب وضرورة الانتباه إلى متابعة عملية التقسيم حتى نصل إلى درجة يمكننا فيها معالجة السبب.
6. التأكد من عدم وجود نقص أو ازدواجية.
7. الإشارة بدائرة مغلقة أو بالألوان إلى الأسباب الأكثر أهمية. وذلك بناء على خبرات ومهارات كل فرد في الفريق.
8. كتابة اسم المنتج أو اسم العملية، واسم مجموعة دائرة رقابة الجودة

(200) العبد الله، محمود وآخرون (2002)، مرجع سبق ذكره، ص 13.

.Quality control circle

ولمخطط السبب والأثر تطبيقات غير محدودة في البحوث والتطوير والتشغيل والتسويق وعمليات المكاتب وما شابه ذلك. وهذا المخطط يعتمد على مساهمة كل فرد مشمول في عملية تفجير الأفكار. وهذه المخططات تفيد في[201]:

أ. التحليل Analysis: أي تحليل الشروط الفعلية بغرض تحسين جودة السلعة أو الخدمة، واستخدام أكثر الموارد كفاءة وتخفيض التكاليف.

ب. الإلغاء Elimination: أي التخلص من الشروط المتسببة في وجود سلعة غير مطابقة، أو الشكاوى المقدمة من الزبون.

جـ. التنميط Standardization أي تنميط العمليات الموجودة والمقترحة.

د. التعليم والتدريب: Training & Education أي تعليم وتدريب الأفراد في أنشطة اتخاذ القرارات والإجراءات التصحيحية.

ولابد من الإشارة إلى الفوائد والمزايا التي يحققها مخطط السبب والأثر وهي[202]:

أ. يعد أداة فعالة لتجميع كافة المشتركين في إعداد وتهيئة البيانات اللازمة لرسم المخطط من خلال تبادل الأفكار والآراء فيما بينهم.

ب. استخدام أساليب البحث العلمي من قبل المشاركين في إعداد المخطط لإدارة الحوار والمناقشات لمنع أسباب الانحراف.

جـ. يساعد على تشخيص الأسباب الحقيقية للانحرافات في ظروف الإنتاج الفعلية. وبهذا تتهيأ أفضل المعلومات لاتخاذ التدابير العلاجية وبالوقت المطلوب.

د. الوقوف على المستوى التقاني للعاملين والمنفذين لطرائق التصنيع وكفاءة

---

(201) بسترفيلد، دال (1995): **الرقابة على الجودة**، ترجمة ومراجعة: سرور علي إبراهيم سرور، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، ص 582.

(202) الفضل، مؤيد، يوسف. حجيم الطائي (2004)، مرجع سبق ذكره، ص 170.

الأداء.

هـ. يساعد المخطط على التحليل المنطقي والعزل والفرز لمشكلات الجودة حسب ترتيب أهميتها وتأثيرها على العملية.

و. من الممكن استخدامه عند تعدد المشكلات لكونه فاعلاً في تجميع الأفكار المتولدة خلال جلسات الأفراد لعمل قائمة المعلومات والبيانات للأسباب الممكنة للانحراف بالجودة.

ز. يوضح هذا المخطط النتيجة المستهدفة وتحديد أسبقيات الأسباب التي يجب معالجتها في بادئ الأمر.

وهناك مجموعة من الملاحظات المتعلقة بإنشاء واستخدام مخطط السبب والأثر هي[203]:

1 ـ ملاحظات حول إنشاء مخطط السبب والأثر:

أ. تحدد جميع العوامل المناسبة من خلال الدراسة والمناقشة من قبل العديد من الأشخاص.

يجب تحديد العوامل ذات التأثير الأكبر في سمة الجودة من بين تلك العوامل المبينة في المخطط.

إذا أهمل أو حذف أحد العوامل في مرحلة المناقشة الأولية وقبل إنشاء المخطط فلن يظهر في المراحل اللاحقة، وبالتالي فإن المناقشة من قبل جميع الأشخاص المعنيين أمر لا غنى عنه لعمل مخطط كامل لا يحوي أي حذف في المستقبل.

ب. يعبر عن سمة الجودة بأكبر قدر ممكن من الدقة والواقعية، والسمة التي يعبر عنها بشكل مختصر ينتج عنها مخطط سبب وأثر يعتمد على العموميات.

بالرغم من أن مثل هذا المخطط لا يحتوي على أخطاء أساسية من

---

(203) أحدب، محمود (1995): **مخطط السبب والأثر**، دورة ضبط الجودة للصناعات الهندسية والكيميائية، مركز الاختبارات والأبحاث الصناعية، 8 - 1995/7/12، ص 7.

وجهة نظر العلاقة بين السبب والأثر إلا أنه يكون مفيداً في حل مشاكل حقيقية.

جـ. اعمل نفس العدد من مخططات السبب والأثر بنفس عدد السمات.

إن إنشاء مخطط سبب وأثر لأخطاء في وزن وطول نفس المنتج سيكون مختلفاً ولذلك يجب تحليلها إلى مخططين منفصلين.

ومحاولة تضمين مخطط واحد لكل شيء ستؤدي إلى مخطط كبير ومعقد ولا يمكن التعامل معه وهذا يؤدي إلى جعل حل المشكلة صعباً جداً.

د. اختيار سمة وعوامل قابلة للقياس.

بعد إتمام مخطط السبب والأثر من الضروري التركيز على استخدام المعلومات بشكل موضوعي في علاقة السبب والأثر.

ولهذه الغاية يجب أن يكون كل من السمة والعوامل قابلة للقياس.

وعندما يكون من المستحيل قياسها يجب محاولة جعلها قابلة للقياس أو إيجاد سمات بديلة (تحل محلها).

هـ. اكتشف العوامل القابلة للتنفيذ.

إذا كان السبب المحدّد من غير الممكن العمل به فلن تحل المشكلة.

وإذا أردنا التأثير بالتحسين يجب أن نجزئ الأسباب إلى مستوى يمكن عنده العمل أو التأثير بها. وإلا فتحديدها ليس مفيداً.

2 ـ ملاحظات في استخدام مخططات السبب والأثر:

أ. حدد أهمية كلّ عامل بشكل موضوعي معتمداً على المعلومات. فهذا أكثر علمية ومنطقية. إن فحص العوامل بالاعتماد على خبرتك ومهارتك ضروري.

ولكن ينطوي إعطاؤها أهمية على خطورة من خلال التأثر بالتوقعات والانطباعات الشخصية.

معظم القضايا القابلة للحل بهذا الشكل يمكن أن تكون قد حلت، وكنتيجة

لذلك فإن القضايا الباقية بدون حل لا يمكن حلها بهذه الطريقة.

ب. حاول أن تطور أو تحسن مخطط السبب والأثر بصورة مستمرة أثناء استخدامه.

عملياً إن استخدام مخطط السبب والأثر يساعدنا على رؤية وملاحظة الأجزاء التي تحتاج إلى تدقيق أو حذف أو تعديل.

ولكي تكتشف الأجزاء التي يجب إضافتها عليك أن تقوم بجهود متكررة لتحسين مخططك وفي النهاية يمكن الحصول على مخطط مفيد فعلاً.

هذا وسوف يكون مفيداً في حل المشاكل وفي نفس الوقت سيساعدك في تحسين خبرتك الشخصية وزيادة معرفتك التقنية.

ويفيد مخطط السبب والأثر أيضاً في دراسات تحليل قدرة العملية. فهو لا يعد فقط نتيجة لمعاينة الخصائص (المواصفات) أو تحليل باريتو: وإحدى الخصائص الهامة هي الاتجاه نحو جعل الأفراد في المجالات المختلفة للأنشطة مدركين لمشكلات الإنتاج والحصول على الحلول الهامة بشأنها، ومن المهم التذكر دائماً أن الهدف هو منع المشكلة وليس اكتشافها[204].

ومن خلال بناء مخطط السبب والأثر تصبح الأسباب المحتملة للمشكلة واضحة بسهولة. ويمكن أن يُقيم كل منها الواحد بعد الآخر حتى نصل إلى السبب الحقيقي للمشكلة.

وتبنى مخططات السبب والأثر بشكل متكرر عن طريق استعمال دوائر رقابة الجودة، أو فرق حل المشاكل، وعن طريق استعمال التفكير الإبداعي (العصف الذهني) Brain Storming.

ويطور الفريق الأسباب الممكنة للمشكلة. وبعد ذلك يقوم بجمع البيانات لتضييق الأسباب المحتملة قبل القيام بالعمل التصحيحي. وباستعمال مخططات

---

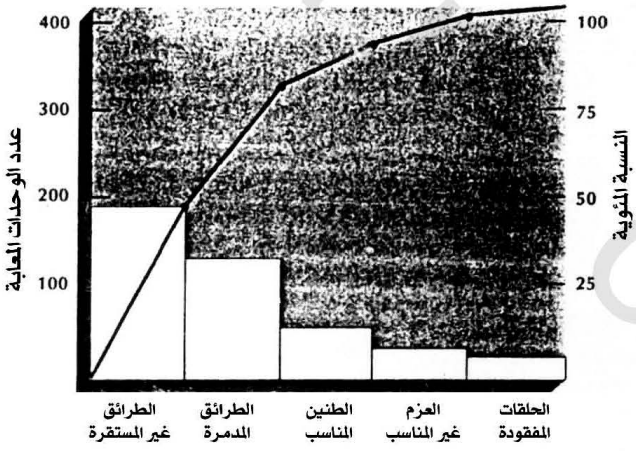
(204) Grant, Eugene L. & Richard S. Leavenworth (1988): **Statistical Quality Control**, (6th. Ed). Mc Graw-Hill Book Co. Singapore, P. 292.

السبب والأثر وتحليل باريتو أيضاً يكون من الممكن تخفيض العيوب. وبذلك يتم الانتقال إلى مشكلة أخرى، وهكذا يدوم التحسين المستمر للجودة[205].

6. مخطط باريتو Pareto Diagram:

إن الأداة الهامة والأكثر فائدة هي ما أطلق عليها اسم مخطط باريتو Pareto Diagram الذي قدم من قبل الاقتصادي الإيطالي Vilfredo Pareto حيث درس توزيع الثروة في القرن التاسع عشر في أوروبا ولاحظ أن الحصة الأكبر للثروة تراقب في جزء صغير منها من قبل المجتمع، وقد قام جوزيف جوران بإسقاط هذه الفكرة على دراسة واستخدام مخطط باريتو في توزيع ودراسة عيوب الجودة. حيث تساعد الحصة الأكبر من العيوب في دراسة العدد الصغير من المشكلات. ويركز هذا المخطط الانتباه على المشكلات القليلة الحيوية لإيجاد التحسينات السريعة في الجودة[206].

إن مخطط باريتو عبارة عن رسم بياني يرتب ويصنف البيانات تنازلياً من اليسار إلى اليمين، كما يظهر في الشكل رقم (31)..



الشكل رقم (31) مخطط باريتو.

(205) Schroeder, Roger G. (1993), Op. Cite, P. 140.

(206) Gardner, Everette S., JR. (1993): **The Spreadsheet Quality Manager**, MC Grow, Hill, Inc., New York, P. 23.

ويمكن أن يمثل تصنيف البيانات نماذج من أنواع الفشل أو المشاكل، أو الشكاوى، أو نماذج لعدم المطابقة وغير ذلك. وبتصنيف البيانات يمكن تحديد النماذج الأكثر تكراراً للفشل. وكنتيجة يمكن أن تحل المشاكل الأكثر أهمية أولاً.

وتظهر في الجدول رقم (12) الوحدات المعابة في إحدى المنظمات.

الوحدات المعابة في العناصر الهيدروليكية		
الرقم المعاين N = 2347		
الوحدات المعابة	عدد الوحدات المعابة	نسبة الوحدات المعابة
الحلقات المفقودة	16	%3.9
العزم غير المناسب	25	%6.1
الطرائق غير المستقرة	193	%46.8
الطنين المناسب	47	%11.4
الطرائق المدمّرة	131	%31.8
المجموع	412	%100

الجدول (12) الوحدات المعابة في إحدى المنظمات وإمكانية استخدامها في مخطط باريتو.

وكما يلاحظ من الجدول السابق فإنّ السبب الأكثر تكراراً هو الطرائق غير المستقرة، ثم تنقل هذه البيانات إلى المخطط. ويظهر مخطط باريتو بسهولة أهمية نماذج العيوب المتنوعة التي وجدت، ويظهر أيضاً العيوب التي يجب أن نقوم بتخفيضها أولاً. فمثلاً يجب أن نحقق أولاً في الطرائق غير المستقرة لأنها أكثر تكراراً، ومن ثم في الطرائق المدمّرة. ويجب أن نحقق فيها أيضاً خصوصاً إذا كانت الطرائق المدمّرة تحتاج إلى كلفة تصحيح أقل من التي تحتاجها الطرائق غير المستقرة.

ويتم رسم مخطط باريتو وفق الخطوات التالية[207]:

1. **الخطوة الأولى:** تحديد المشكلات الواجب التحقق منها وكيفية جمع البيانات عنها ويتم تنفيذ هذه الخطوة وفق الخطوات الفرعية التالية:

(207) Kume, Hitoshi: (1985): **Statistical Methods for Quality Improvement**, the Association for overseas technical scholarship. P. (AOTS), Japan, pp. 19-21.

أ. تحديد نوع المشكلات التي ترغب بالتحقق منها. ومن الأمثلة على ذلك الوحدات المعابة أو الخسائر المالية، أو الحوادث المعينة.

ب. تحديد البيانات الضرورية وكيفية تصنيفها، سواء أكان ذلك وفقاً لنوع العيب أو الموقع أو العملية أو الآلة أو العامل، أو حتى أسلوب الإنتاج. ومن الواجب تلخيص الوحدات التي تظهر بشكل متكرر.

جـ. تحديد أسلوب جمع البيانات والفترة التي جُمِعَتْ هذه البيانات خلالها.

2. **الخطوة الثانية:** تصميم البيانات على شكل قائمة وحدات كما يتضح من الجدول رقم (13) الذي يوضح قائمة بيانات منتج بلاستيكي خلال فترة زمنية معينة.

نوع العيوب	تسجيل الوقائع	المجموع
تشقق	### ###	10
خدش	### ### ### ..... //	42
تصبغ	### /	6
التواء	### ### ### ..... ////	104
فجوة	////	4
ثقب صغير	### ### ### ###	20
عوامل أخرى	### ### ////	14
المجموع الكلي		200

الجدول رقم (13) قائمة بيانات منتج بلاستيكي.

3. **الخطوة الثالثة:** ترتيب النتائج حسب الأهمية، أي وفقاً لخطورتها، وتأثيرها على السلعة. ولكن يجب بشكل دائم وضع العوامل الأخرى في نهاية الجدول، حيث يتم ترتيب العيوب بشكل تكون فيه العيوب الأكثر تكراراً في المقدمة. كما هو موضح في الجدول رقم (14).

نوع العيب	عدد العيوب	المجموع التراكمي	النسبة المئوية%	النسبة المئوية للمجموع التراكمي
التواء	104	104	52	52
خدش	42	146	21	73
ثقب صغير	20	166	10	83
تشقق	10	176	5	88

تصبغ	6	182	3	91
فجوة	4	186	2	93
عوامل أخرى	14	200	7	100
المجموع الكلي	200		100	

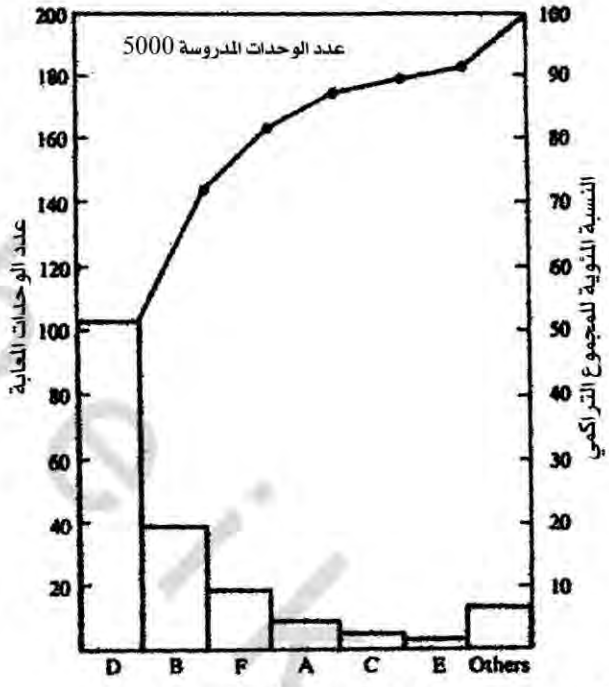
الجدول رقم (14) ترتيب النتائج في مخطط باريتو وفقاً للأهمية.

4. **الخطوة الرابعة:** رسم مخطط باريتو بناءً على قائمة بيانات المصفوفة ومجموعاتها التراكمية والنسب المئوية والنسبة المئوية للمجموع التراكمي كما في الشكل ر قم (31) مخطط باريتو.
5. **الخطوة الخامسة:** ترتيب الوحدات وفقاً لترتيب الكميات على أساس قائمة البيانات الموضوعة.
6. **الخطوة السادسة:** رسم محورين أفقي وعمودي كما يلي:

أ. المحور العمودي Vertical axis: ويوضع على الجانب الأيسر يمتد منه مقياس من الصفر إلى المجموع الكلي للمثال، أي عدد الوحدات المعابة، وعلى الجانب الأيمن مقياس النسبة المئوية للمجموع التراكمي من 0% إلى 100%.

ب. المحور الأفقي: Horizontal axis يقسم هذا المحور وفقاً لنسبة عدد الفترات إلى الوحدات المصنعة.

7. **الخطوة السابعة:** بناء مخطط الأعمدة.
8. **الخطوة الثامنة:** رسم المنحنى التراكمي (منحنى باريتو)، ووضع القيم التراكمية (المجموع التراكمي أو النسبة المئوية للمجموع التراكمي) ومن ثم يتم الوصل بين النقاط.
9. **الخطوة التاسعة:** كتابة الوحدات الضرورية على المخطط، أي الوحدات التي يهتم المخطط بدراستها كالعنوان والكميات.. والوحدات واسم الراسم، والوحدات الأخرى المتعلقة بالبيانات كالفترة وموضوع ومكان التحقيقات والعدد الكلي للبيانات.



الشكل (32) مخطط باريتو لمنتج بلاستيكي.

ومن أهم الملاحظات المتعلقة بمخطط باريتو ما يلي[208]:

1- يمكن أن نمسك بجوهر المشكلة بمراقبتها من زوايا مختلفة، ومن الضروري حلها بطرق مختلفة وتصنيفها حسب أهميتها، وذلك بغية التعرف على القليل الحيوي (ذي التأثير الفعال) وهو الغاية من مخطط باريتو.

2- إذا وجدنا أن النسبة المئوية لأشياء أخرى كبيرة، ففي هذه الحالة يجب جعلها بنداً رئيساً أو فقرة خاصة، وبمعنى آخر يفضل دائماً لدراسة أي مشكلة أن تصنف العيوب حسب أهميتها وأن تكون نسبة الأشياء الأخرى أقل ما يمكن.

3- إذا أمكن الدلالة على القيمة المالية بالبيانات فإنه من الضروري اختيار

(208) القدة، غياث (1995): **مخطط باريتو والتطبيق**، دورة ضبط الجودة للصناعات الهندسية والكيميائية، مركز الاختبارات والأبحاث الصناعية، دمشق، 8 - 1995/7/12، ص13.

المحاور بحيث تبين العلاقة بين خسارة المال والعيوب.

ويعد تحليل باريتو Pareto Analysis ذا فائدة كبيرة، وخصوصاً عند القيام بالدراسة الأولية لمشكلة الجودة، لأنه يساعد على تجزئة المشكلة إلى أجزاء صغيرة. والخطوة التالية في التحليل هي القيام بتحليل أسباب الفشل. ويمكن أن يعمل هذا عن طريق مخطط السبب والأثر[209].

ومن ناحية أخرى يعد مخطط باريتو بمثابة أداة قوية لتحسين الجودة والقابلية للتطبيق لتحديد المشكلة وقياس التقدم في العملية. ويمكن أن تشكل مخططات باريتو قبل وبعد التحسين، حيث تشكل أساساً جيداً لتحديد نجاح جهود التحسين، فإذا تم التحليل جنباً إلى جنب، فإن عدد الوحدات المعاينة في كل حالة يجب أن يكون نفس العدد المحدد في قياس عدد العيوب، أو حالات عدم المطابقة، وفي هذه الحالة فإن جهود التحسين تظهر بشكل واضح[210].

وقد انبثق عن مخطط باريتو ما يسمى باسم مبدأ باريتو Pareto Principle الذي اكتسب أهمية خاصة، حيث يعمل على التمييز بين الأشياء القليلة الحيوية، والأشياء الكثيرة التافهة، سواء أكان الحديث يتناول المشكلات أو الشكاوى، أو التكلفة أو الزبائن، أو الموردين، أو المشروعات. وهذا ما يسهل عملية تخصيص الجهود والموارد[211].

7. المدرجات التكرارية Histograms:

يصف المدرج التكراري التغيرات في العملية، أي إنه يقدر بشكل بياني قدرة العملية وعلاقتها بالمواصفات، والهدف المحدد. ويشير أيضاً إلى الفجوات الموجودة في البيانات. وبذلك فإن المدرجات التكرارية هي رسوم

---

(209) Schroeder. Roger G. (1993), Op. Cite, P. 139.

(210) Grant, Eugene L. & Richard S. Leavenworth (1996): **Statistical Quality Control** (7th ed), Mc Graw - Hill, Inc., p. 328.

(211) كامبر، ريتشارد (2000): **الجودة: مدخل المشاريع المتتالية: دليل عملي للأفراد والفرق والتنظيمات**، ترجمة: علي الهاشمي بن النوى رداوي، راجع الترجمة: جميل عبد الله منصور الجشي، معهد الإدارة العامة، الرياض، ص 332.

بيانية تستعمل لاختصار وتوضيح التغيرات في مجموعة البيانات. بفرض أننا أخذنا 100 عينة من مجموعة من العمليات. ولحساب عدد الفئات نستخدم المعادلة التالية[212]:

$$m = [1+3.322 \log 10n] = [1+3.322 \log 100] = 7.644 \approx 8$$

أما طول مدى الفئة فيحسب بالمعادلة التالية:

$$d = \frac{X\max - X\min}{m} = \frac{79.99 - 9.99}{8} = 8.75 \approx 9$$

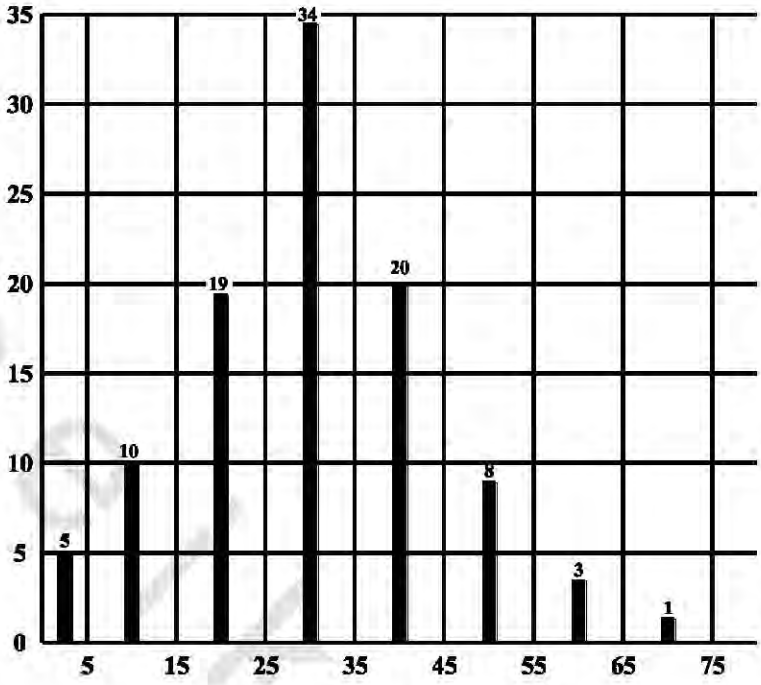
كما يظهر في الجدول رقم (15):

البيانات المتراكمة من 100 عينة		
عدد الملاحظات	النقطة الوسطى للفئة	حد الفئة (مئات من الإنش)
5	5	0 - 9.99
10	15	10 - 19.99
19	25	20 - 29.99
34	35	30 - 39.99
20	45	40 - 49.99
8	55	50 - 59.99
3	65	60 - 69.99
1	75	70 - 79.99

الجدول رقم (15) البيانات المستخدمة في المدرج التكراري

ومن ثم تعرض البيانات على شكل مدرج تكراري كما في الشكل رقم (33) حيث إن كل عمود يقابل فئة. ويشير ارتفاع العمود إلى تكرار الملاحظات في الفئة. وبالتالي يمكننا أن نقوم بعملية التحسين كما في مخطط باريتو.

(212) العلي، إبراهيم (1989): **مبادئ الإحصاء**، منشورات جامعة تشرين، كلية الاقتصاد، ص60.



الشكل رقم (33) المدرج التكراري.

8. مخططات البعثرة (الانتشار أو التشتت) Scatter Diagrams:

إن الأسلوب الأبسط لتحديد وجود علاقة سبب وأثر بين متغيرين هو مخطط البعثرة (التشتت). ويظهر الشكل (34) العلاقة بين السرعة، ومعدل استهلاك الوقود. إذ إنه كلما ازدادت السرعة انخفض معدل الاستهلاك. ويمكننا أن نمثل ذلك على المحاور. إذ توضع السرعة على المحور (X) وتمثل المتغير المستقل، وهو غالباً قابل للرقابة. ويمثل المحور (Y) معدل الاستهلاك، وهو المتغير التابع. وهناك أمثلة كثيرة على متغيرات مستقلة وتابعة منها:

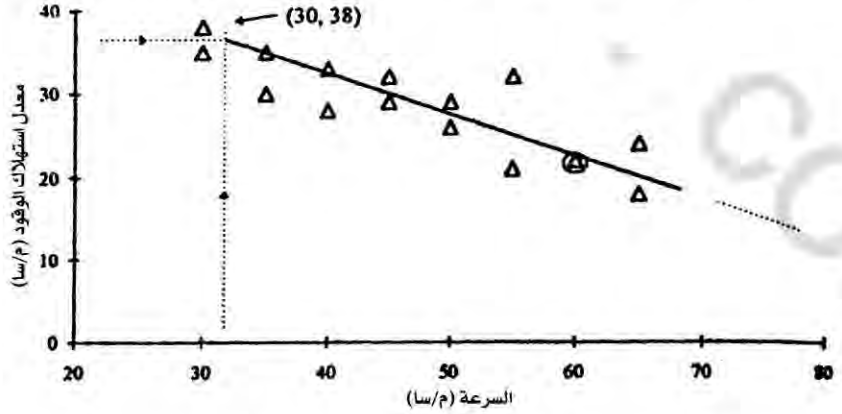
- المسافة المقطوعة وحياة الأداة المستخدمة.
- التدريب والأخطار.
- التوقفات وعمر التجهيزات.
- الحوادث وعمر المنظمة.

وهناك بضع خطوات بسيطة لبناء مخطط البعثرة (التشتت). فأولاً نقوم بجمع البيانات بالنسبة لكلا المتغيرين (X, Y) وتعد السرعة بمثابة السبب المراقب. أما معدل الاستهلاك فهو الأثر المقاس. ويظهر الجدول (16) البيانات الناتجة لـ (X, Y).

معدل استهلاك السرعة					
رقم العينة	(م/سا)	الوقود (م/ل)	رقم العينة	(م/سا)	الوقود (م/ل)
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

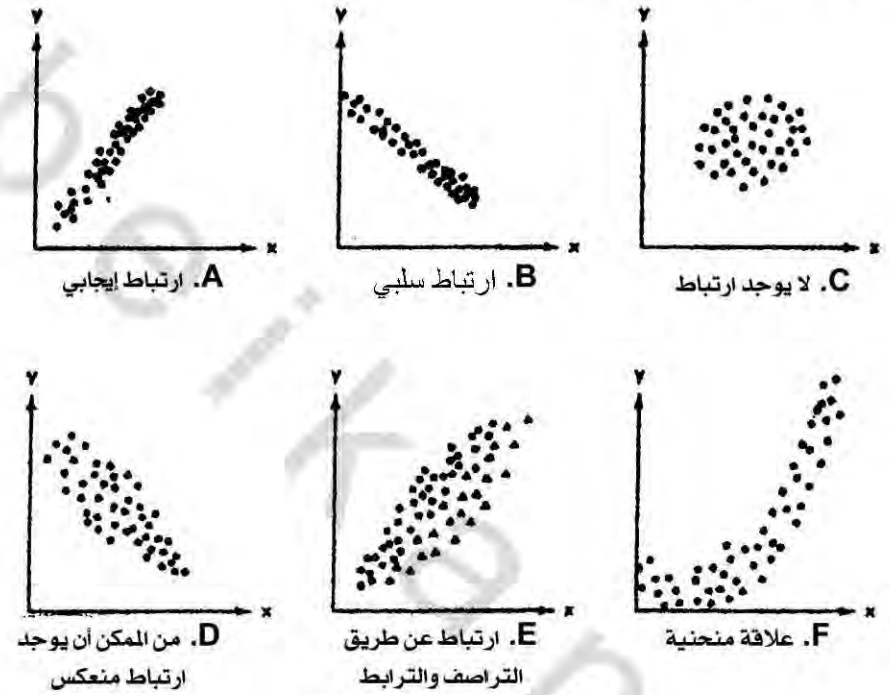
الجدول رقم (16) يوضح بيانات السرعة ومعدل استهلاك الوقود.

وتحدد القيمتان الأوليتان لـ (X, Y) اللتان سينطلق منهما الخط المستقيم (نقطة تقاطع الخطين المنقطين) حيث إن قيمة X = 30 وقيمة Y = 38 ثم تتم تكملة مخطط البعثرة (التشتت). فإذا كان هناك نقطتان متطابقتان كما في العينتين (13) و(14) فإننا نضع إشارة المثلث ضمن دائرة صغيرة. كما في الشكل (34).



الشكل رقم (34) مخطط التشتت.

وعندما يكمل مخطط البعثرة (التشتت) يمكن أن نحدد العلاقة أو الارتباط بين المتغيرات. ويظهر الشكل (35) نماذج مختلفة للارتباط وتفسيراتها على الشكل التالي:



الشكل (35) أنواع الارتباط.

A: ارتباط إيجابي بين متغيرين. إذ إنه كلما ازداد (X) يزداد (Y).

B: ارتباط سلبي بين متغيرين. إذ إنه كلما ازداد (X) ينخفض (Y).

C: لا يوجد ارتباط، ويشبه هذا المخطط الشكل الذي يأخذه خروج المقذوف من فوهة البندقية.

وتوصف هذه النماذج بأنها سهلة الفهم، أما النماذج الباقية فهي أكثر صعوبة. ففي (D) مثلاً قد يكون أو لا يكون هناك علاقة بين متغيرين. وهذا يدل على أن هناك علاقة سلبية بين (X, Y)، ولكنها ليست قوية أيضاً. ويجب القيام بتحليل إحصائي إضافي لتقييم هذا النموذج. وفي (E) نطابق البيانات التي تمثل أسباباً مختلفة لنفس الأثر. ومن الأمثلة على ذلك موردان مختلفان للمواد، أو آلتان مختلفتان. ويوضع أحد الأسباب بدائرة صغيرة، ويوضع

السبب الآخر بمثلث مفتوح. وعندما نفصل البيانات نرى أن هناك ارتباطاً قوياً. وفي (F) لدينا علاقة منحنية على العكس من العلاقة المستقيمة. فعندما تقع جميع النقاط الموضوعة على الخط المستقيم يكون لدينا ارتباط تام، ولكن بسبب التغيرات في التجارب، وأخطاء القياسات، فإن هذا الوضع التام قلما يظهر[213].

(213) Besterlield, Dale H. & Others (1995), Op. cite, p. 208.