الفصل السادس

إيجاد حل المشكلة

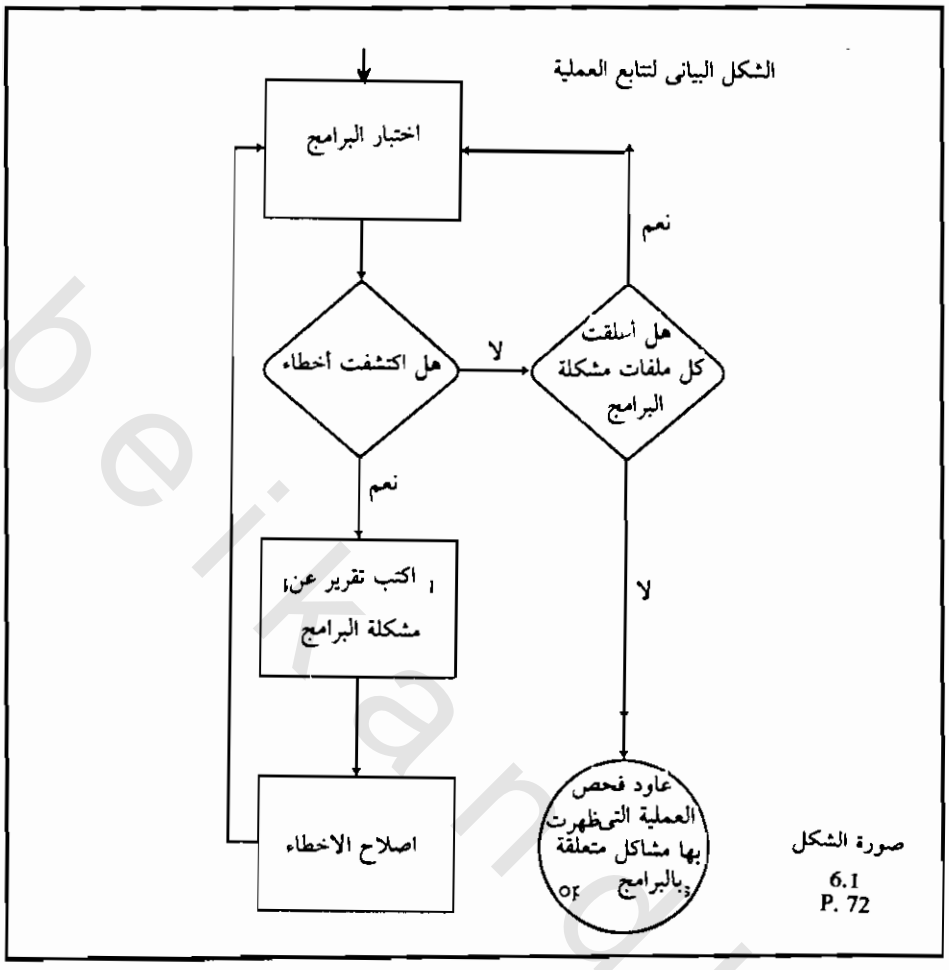
إحتياجات الحل

تطبق لحل المشاكل الهندسية نفس القواعد المتبعة لحل المشاكل بصفة عامة. يجب أن تعرف المشكلة لفريق العمل باستخدام الأدوات المختلفة المتاحة. ويجب عرض المشكلة واضحة بحسب تسلسلها حتى نتأكد من أن كل عضو بالفريق يفهمها ويوافق على أن لها حلاً يدخل ضمن امكانيات الفريق. ويجب تجزءة المشكلة إلى أجزاء صغيرة لتوفير مجالات للحل يكلف ببعضها أحد أعضاء فريق العملية الهندسية. وعندما يتم توفيركل هذه الشروط فإنه يمكن للفريق الدخول إلى حل المشكلة بإختبار مسببها، وكذلك تأثيرها على العملية تحت الدراسة.

إستخدام الشكل البيانى للتتابع كأداة للحل

يعد الفريق فى هذه المرحلة شكلاً بيانياً لتتابع العملية Process Flow Diagram يعكس أحدث المعلومات التى يحتاجها الفريق. ويمكن باستخدام هذا الشكل أن تجرى مقارنة تأثير كل خطوة من خطوات العملية على كل الخطوات الأخرى (انظر شكل 6.1).

ويجب المحافظة على تحديث الشكل البيانى من خلال أنشطة حل المشكلة.



سبب المشكلة وتأثيرها

إن مهمة فريق إدارة الجودة الهندسية الشاملة TEQM هى وضع العمليات خارج الضبط فى المؤسسة ضمن العمليات تحت الضبط. وانه لمن الصعب كما يبدو إستمرار التركيز على رقابة العملية أثناء فحص مشاكل كثيرة تساهم فيها إدارة الجودة الهندسية الشاملة TEQM، ويبدو هذا أحد العوامل التى يوافق عليها أغلب الخبراء. وبمجرد وضع العملية تحت الضبط فإن العملية سوف تتحسن وسوف يمكن إدخال تحسينات مستمرة عليها.

جمع وتحليل البيانات

ويعتبر فحص نتائج عملية معينة وتحديد ما اذا كانت قد حققت المطلوب منها أسهل كثيراً من تصحيح هذه المشكلة. وفى كثير من الحالات لايكون المهندس المسئول قد صنف الحقائق المؤثرة وعلى ذلك لا يستطيع توفير المعلومات اللازمة لايجاد الحل. وبعبارة أخرى يكون هناك نقصاً فى المعلومات ولم يتم جمع بيانات كافية لتوفير الحل.

طريقة قائمة الفحص

وجد أن قائمة check sheet فى أكفاء طرق جمع البيانات فى المعامل الهندسية. وتضمن هذه الطريقة لجمع البيانات جمع كل البيانات اللازمة لحل المشكلة. ويجب أن تحتوى قائمة الفحص على معلومات ـ عن عدد مرات تكرار وقوع كل حدث.

وبعد إكتمال القائمة تبدأ مهمة وضع النقاط الواقعة خارج الضبط ضمن النقاط تحت الضبط، وتحويل البيانات المجموعة الى صورة الحقيقة المنفردة التى يمكن أن تؤدى إلى حل المشكلة .

(انظر الشكل 6.2).

Software Quality Assurance

S/W Lab Errors — Tallies - Week 1

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
Variable Definition	11	111	111	1	1111
Comment Spelling	1	11	1	111	11
Coding Errors	1111	1111	111	1111	111
PDL Errors	1	11	11	1	11
PDL/Code Mismatch	1		1		
Other	1111	111	1111	11	111

الشكل 6.2

P. 74

توجيه الأحداث

يجب على فريق العملية الهندسية أن يتفق أولاً علي الأحداث التى يجب توجيهها فى كل قائمةفحص على حدة وذلك كخطوة أولى للعمل. ولايجب أبداً أن تفقد ميزة شعورأعضاء الفريق بملكيتهم للحل النهائى، ومن المهم جداً أن يوافق كل عضو بالفريق تماماً على مايجب البحث عنه (أى الاتفاق التام داخل الفريق على الهدف الذى يسعى الفريق اليه). ويجب على قائد الفريق أن يرسم كروكياً صورة لقائمة الفحص على السبورة كلما تجمعت لديه البيانات (انظر شكل 6.2).

وعلى الفريق أيضاً أن يقرر ما هى الفترة الزمنية التى يتم خلالها جمع البيانات. وتقسم الفترة الكلية إلى فترات مناسبة لجمع كل نوع من البيانات ويكون ذلك هو أساس قائمة الفحص ويجب على الفريق أن يحتفظ فى ذهنه بأن النجاح فى جمع البيانات يتوقف على وضوح قائمة الفحص وسهولة فهمها. ويجب أن يسجل بوضوح كل المجالات التى سوف تجمع عنها البيانات. كما يجب أن تكون المساحات المتاحة فى قائمة الفحص كافية لكتابة بيانات مفهومة فيها.

شروط قائمة الفحص

يجب أن يتأكد الفريق أن عملية جمع البيانات يتوفر لها الأشخاص القادرين على القيام بهذا العمل فى الوقت والمكان المطلوبين، وأن البيانات قد جمعت خلال كل فترة من الفترات المحددة. ويعرض الشكل 6.2 نموذجاً لقائمة جمع بيانات ولكنه مجرد مثالاً واحداً. ويتوفر فوراً من مشاهدات العينات ـ فى هذه الحالة ـ بياناً عن النقاط التى بدأت تخرج عن الضبط.

تفسير البيانات

من المبادئ الهامة فى مجال جمع البيانات أن بذل جهد أكبر لجمع بيانات أكثر من اللازم فى المرة الأولى أفضل من بذل جهد إضافى لجمع بيانات أخرى تكميلية إذا كانت البيانات الأولى غير كافية.

فهم البيانات

توفر طريقة قائمة الفحص بيانات وفيرة ومرتبه. إن قائمة الفحص يمكن أن تستبدل بمدخلات مباشرة من البيانات فى الكمبيوتر، وبالتالى تستبعد أية فرصة للأخطاء البشرية، ولكن معظم التطبيقات الخاصة بفريق العملية الهندسية لا تتطلب هذه الدقة العالية. ومرة أخرى البساطة فى مدخل الرقابة الإحصائية للعمليات SPC أفضل من الدقة المبالغ فيها.

وبمجرد جمع بيانات عن العملية لمدة تكفى لتحديد نمطها، فإنه يجب تحويل البيانات إلى وسط آخر لتفسيرها. وتستخدم التفسيرات الصحيحة فى إجراء التصميمات اللازمة فى حالة وقوع العملية خارج الضبط.

خريطة باريتو The Pareto Chart

يمكن تسهيل فهم البيانات باستخدام طريقة باريتو، حيث تستخدم أداة للعرض البيانى للمشاكل الأكبر بالمقارنة مع المشاكل الأخرى الموجودة. وتوفر قائمة الفحص مجموعات من البيانات لعمل الأعمدة الرأسية فى الخريطة. ويقارن تحليل باريتو بين المشاكل الموجودة ثم يعرضها حسب الأهمية. ويبين أطول الأعمدة فى الخريطة المشكلة الأكثر تكراراً ويقع على يسار الأعمدة الأخرى (انظر الشكل6.3).

ويمثل أقصر الأعمدة المشكلة التى يتكرر حدوثها أقل من غيرها. ويقع بين هذين العمودين مجموعة من الأعمدة يبين كل منها مشكلة يتناسب تكرار حدوثها مع طول العمود الممثل لها. وتعتبر خريطة باريتو عرضاً ترتيبياً للمشاكل بخريطة أعمدة رأسية.

عرض باريتو

تعرض المشاكل الموجودة بيانياً بإستخدام طريقة باريتو بغرض تحديد أكثرها تكراراً.

وتعد خرائط أخرى إضافية أثناء رقابة العملية. وتعرض العملية وتوجه حتى تتضح الأهمية النسبية لكل العوامل المؤثرة ثم تحلل هذه العوامل. وتصور خريطة باريتو فى هذه الحالة إستمرار تكبير الصورة الخاصة بكل المشاكل وتوجيهها ثم تحديد أولوياتها. وسوف يعطى تحليل باريتو عندما يجريه فريق العملية الهندسية مؤشرات خاصة بالعملية والظروف المحيطة بها قبل وبعد فترة جمع البيانات. وتمكن دراسة الإنحرافات قبل وبعد فترة جمع البيانات من الحكم الصحيح على التقدم الفعلى فى القرارات التصحيحية.

بناء باريتو

يعطى البناء السليم لخريطة باريتو تفسيراً صحيحاً للمشكلة فى لحظة واحدة خاطفة. ويجب أن تتضمن الخريطة كل المعلومات المناسبة، فى كل مجال من مجالاتها. ويجب أن تكون كل الملاحظات الخاصة بالمزايا والعيوب مكتوبة وسهلة الفهم. كما يجب على الأشخاص المسئولين عن إعداد وتحديث الخريطة أن يحافظوا على مبدأ العقول المتفتحة للبناء وأن لا يغوصوا فى الكمية الكبيرة من البيانات. وليس ضرورياً أن تكون الأحداث الأكثر تكراراً أو الأكثر تكلفة هى

الأحداث الأكثر أهمية. إن فقس بيضة واحدة طبيعياً يستلزم اهتماماً أكبر من فقس 50 بيضة صناعياً.

طريقة الخطوة خطوة

عند إتباع الخطوات المؤدية لبناء خريطة باريتو فإنه يجب الإستمرار فى جمع البيانات حتى النقطة التى يقتنع عندها أعضاء فريق العملية الهندسية بأن جميع جوانب المشكلة قد تم تغطيتها. ويتناسب الوقت المستهلك فى جمع البيانات طردياً مع درجة تعقد المشكلة. وعلى الفريق أن يتأكد من أن جميع البيانات التاريخية الخاصة بالعملية قد تضمنتها الاختبارات، وبمجرد أن يناقش الفريق كل البيانات فانه يستطيع العمل فى بناء خريطة باريتو باتباع الخطوات السبعة التالية :

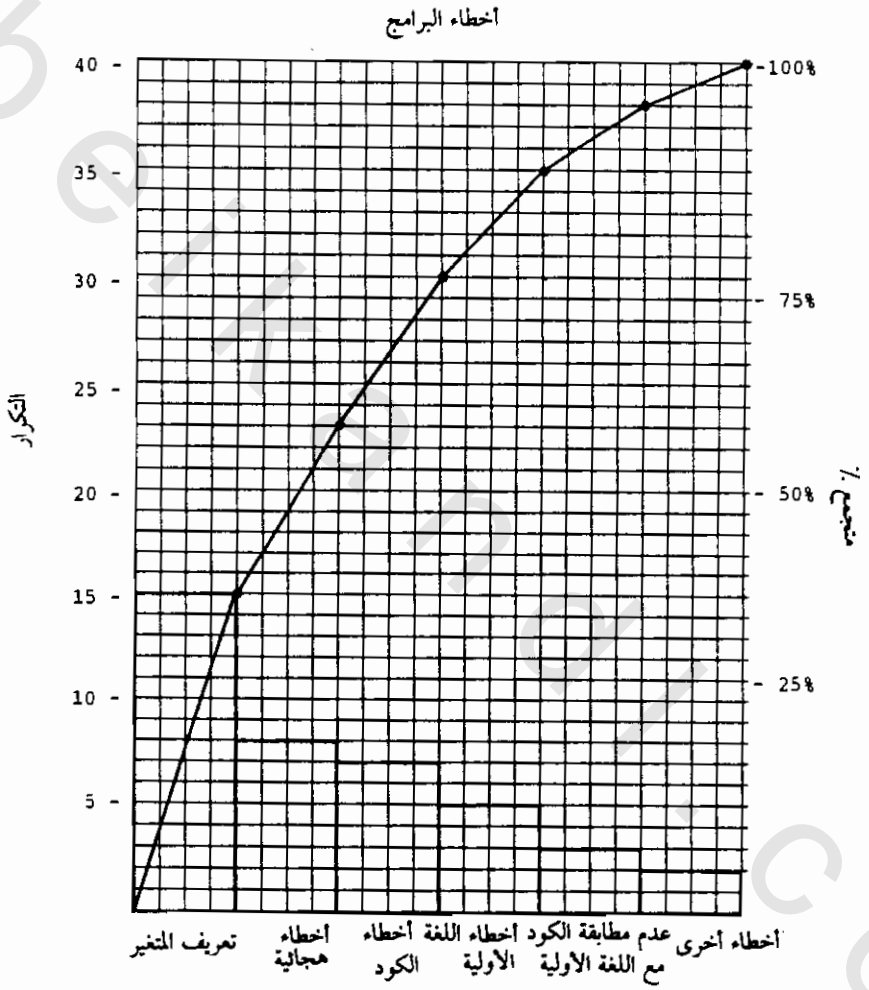
1 ـ يقرر الفريق أى المؤشرات سوف تمثل على كل من المحورين. فمثلاً، عند دراسة عدد الأخطاء فى الكود التى تكتشفها إدارة ضمان جودة البرامج Software Quality assurance (SQA) خلال فترات زمنية مختلفة، يمكن تمثيل أخطاء الكود المكتشفة(Coding Errors Found (CEF على المحور الرأسى. وتمثل الفترات الزمنية المختلفة مثل الساعات أو الأيام ـ على المحور الأفقى. (انظر شكل 6.3).

2 ـ توقع الأخطاء على الشكل. وتصنف مختلف المشاكل غير المغطاه خلال جمع البيانات حسب أنواعها (انظر جدول 6.1). فمثلاً :

(a) تعاريف المتغير، (b) الأخطاء الهجائية، (c) عدم تطابق الكود مع التصميم الأولى للغة (PDL)، وهكذا حتى تصبح كل المشاكل قد أخذت فى الاعتبار وأمكن تقديمها منفردة داخل أحد الأنواع السابقة ليتسنى عرضها.

3 ـ يقارن كل نوع من الأنواع الأخرى حسب عدد مرات حدوثه.

خريطة باريتو



شكل 6.3 P. 78

4ـ تعد خريطة باريتو حسب مقياس الرسم كالمبين فى شكل6.2. وفى هذه الحالة سيكون تكرار الحدوث على المحور الرأسى (y) وأخطاء البرامج على المحور الأفقى (x). وسوف تعرض النسب المجمعة عند الحافة اليمنى للخريطة.

جدول 6.1 بيانات بناء خريطة باريتو

الأخطـــاء	العـــدد
الأخطاء الأخرى	2
أخطاء الكود	7
عدم تطابق الكود مع التصميم الأساسى للغة	3
أخطاء التصميم الأساسى للغة	5
الأخطاء الهجائية	8
تعاريف المتغيرات	15

5 ـ يمثل كل نوع بواسطة عمود على خريطة باريتو يتناسب طردياً مع عدد البنود التى يشملها. فمثلاً، اذا كان عدد التعاريف غير الصحيحة للمتغير هو 15 وعدد الأخطاء الهجائية هو 8 فإن الأعمدة الرأسية فى خريطة باريتو سوف تكون إرتفاعاتها 15، 8 بحسب مقياس الرسم للمحور الرأسى (y) وقواعدها على المحور الأفقىx (انظر الشكل6.3).

6ـ وبعد عرض كل الأنواع على خريطة باريتو، يعاد ترتيبها بحسب الطول بحيث يكون أطولها ناحية اليسار ثم الذى يليه وهكذا بحسب الترتيب (الأطول فالأقصر. .)حتى يكون الأقصر فى أقصى اليمين.

7 ـ يستكمل الخط الذى يعرض بيانياً النسبة المئوية من المجموع التى يمثلها كل عمود. ويتم ذلك فى الخطوة الأولى حسب التسلسل الزمنى للتعامل مع البيانات كما هو موضح بالجدول6.2 والذى يستخدم كما يلى :ـ

a ـ يضاف رقم كل نوع على الرقم التالى له فى الصف ويكون جدول تجميعى يشبه الجدول 6.3 . فمثلاً، تكون البداية بالنوع الأكبر (تعاريف المتغيرات) ثم يضاف التالى (الأخطاء الهجائية) أى (23 = 8 + 15). ويوضع المجموع على الخريطة كما هو مبين بالجدول 3-6.

جدول 6.2 بيانات بناء خريطة باريتو حسب التكرار

الأخطـــاء	العـــدد
تعاريف المتغير	15
الأخطاء الهجائية	8
أخطاء الكود	7
أخطاء التصميم الأساسى للكود	5
عدم تطابق الكود مع التصميم الاساسى للغة	3
أخطاء أخرى	2

جدول 6.3 مجاميع ونسب بيانات باريتو

نـوع الخطـأ	العـدد	المجمع	النسبة المجمعة ٪
تعاريف المتغير	15	15	38 %
الأخطاء الهجائية	8	23	58 %
أخطاء الكود	7	30	75 %
أخطاء التصميم الأساسى للكود	5	35	88 %
عدم تطابق الكود مع التصميم الاساسى للغة	3	38	95 %
أخطاء أخرى	2	40	100 %

b ـ يضاف المجموع الى النوع التالى فى الكبر: تعريف المتغير + الاخطاء الهجائية (23) + أخطاء الكود (7) = 30 . ويوضع هذا المجموع على الخريطة كالمبين. ويستمر العمل بنفس الطريقة لكل الأنواع حتى تدخل جميعها بالجدول ويكون المجموع النهائى بالجدول هو 40 .

c ـ تحسب النسب بالجدول كما يلى : تساوى النسبة (التكرار المتجمع ÷ مجموع التكرارات) × 100 . فمثلاً (انظر جدول 6.3):

15 + 40 = 0.38 x 100 = 38%

(15 + 8) + 40 = 0.58 x 100 = 58%

(15 + 8 + 7) + 40 = 0.75 x 100 = 75%

وعندما تتم جميع عمليات الإضافة والقسمه فان النسبة الأخيرة سوف تكون 100%.

d- يرسم الخط الممثل للنسب التجميعية كما هو مبين بالشكل6.3 . ويمكن تسهيل رسم الخط بأن يكون الشكل البيانى معداً بمقياس رسم مناسب ويحقق الوضوح وسهولة الفهم.

إستخدام خريطة باريتو

تستخدم خرائط باريتو لكل من البيانات الكمية والبيانات الوصفية. وتقارن الخريطة مباشرة بين مسببات المشكلة من ناحية عدد مرات تكرار وجودها. ويمكن استخدام المعلومات المعروضة على خريطة باريتو فى إعداد خطط لتخفيض تكرار أنواع المسببات ذات التكرار الأكبر وذلك فى خريطة باريتو اضافية. وبعبارة أخرى، يمكن تجزءة الأنواع كثيرة التكرار (المتغيرات الخاطئة) إلى أنواع فرعيه مختلفة ثم عمل خريطة باريتو جديدة. ويمكن إتباع هذه الطريقة لكل خريطة منتجه حتى تختصر المشكلة الأساسية إلى مشكلات أصغر ذات أحجام أقل وقابلة للحل ويخصص لها إجراء خاص بها كبند ضمن بنود عمل فريق العملية الهندسية. ولما كان الفريق يعمل على أطول الأعمدة فى خريطة باريتو فانه يمكن الحصول على تحديد لأفضل وقت للبدء فى مرحلة الحل. ويمكن إستخدام هذه الطريقة حتى يتمكن الفريق من الدخول إلى مرحلة الحل بثقة. وتمكن الخريطة خريطة من معرفة الأسباب الرئيسية للمشكلة لذلك فانها تعتبر طريقة لتقليل الحاجة إلى إجراء تحاليل تفصيلية أخرى. وعندما يجد أعضاء الفريق أنفسهم فى هذه الحالة فإن طريقة الحل الموصى بها سوف تأخذ الشكل البيانى لعظمة السمكة "Fishbone".

الشكل البياني لعظمة السمكة The Fishbone Diagram

يعتبر الشكل البيانى لعظمة السمكة من الأدوات الرئيسية المستخدمة فى تحليل السبب والأثر، وقد سمى بهذا الإسم بسبب مظهر الشكل البيانى النهائى.

ولا يبدأ بذل الجهد فى البحث عن السبب والأثر إلا بعد تعريف المشكلة وموافقة جميع أعضاء فريق العملية عليه. ومن المهم أن تكون المشكلة مفهومة جيداً وواضحة حتى يمكن تقسيم المشكلة الكبيرة إلى أجزاء صغيرة يسهل التعامل معها.

الفريق الهندسى يذهب إلى الذهب

كان ليفى لين Lively Len قائداً ممتازاً للفريق، وقد قاد فريقاً من رؤساء المهندسين خلال مناقشات دقيقة وكان قادراً على المحافظة على اللباقة والكياسة خلال تلك المناقشات. وكانت ضمن إجراءات بنود الاجتماع السابق أن يقوم كل عضو بجمع البيانات التى تؤيد وتدعم أفكاره، وسوف ينتهى هذا الاجتماع بعد أن تكون المشكلة قد عُرفت.

وقف لين قبلهم وشرح ما كان مطلوباً منهم فى الاجتماع السابق. ثم أعلن لين بدء الاجتماع فجلس كل عضو فى مقعده منتبهاً ومصغياً لحديثه وساد الغرفة الصمت. وتساءل لين عن ماهية المشكلة، وإذا كان كل شئ تم على مايرام فلماذا يستمر الصرف من الميزانية وإتباع الجدول الزمنى.

وتحدث جونيور چون Jonior John فقال بأن الوقت مناسب لفحص البنود الثلاثين التى عرضت فى الاجتماع السابق على أنها المشاكل التى تواجه الإدارة.

صفق ليفلى بيديه قائلاً : ممتاز. وطلب أن يخرج كل عضو قائمة المشكلات الخاصة به وأن يضع أمام كل مشكلة الوزن المناسب لها من 1 حتى 5 وأن تكون هذه هى البداية.

ومن الطريف معرفة أنه قد تم التوصل بسرعة إلى تحديد أهم خمسة مشاكل من ناحية الميزانية والجدول الزمنى للتنفيذ. وكان الفريق جاهزاً بعد ذلك لتأدية الخطوة التالية : عمل تحليل «عظمة السمكة» للسبب والأثر لأعلى الاختيارات. وأعدوا قائمة بأهم..... بأهم خمسة مشاكل مختارة ثم كتبت هذه القائمة على السبورة.

ووضع الفريق المشكلة كما يلى : الادارة الهندسية لا تؤيد تطوير الأساليب الهندسية وبدأ العمل اليومى لحل هذه المشكلة.

تحليل التباين للشكل البيانى «عظمة السمكة»

وتبعاً للقدرة على العرض فانه حتى الدقائق قد تسبب مشاكل، وقد تكون مشاكل حيوية ويصبح نموذج تحليل التباين للشكل البيانى «عظمة السمكة» مرادف لاصطلاح تحليل السبب والأثر[13]. ويعرض هذا النموذج فى شكل بيانى كل سبب لأثر معين فى شكل عظام صغيرة (الأسباب) توجه الإهتمام إلى رأس السمكة (المشكلة / الأثر).

وبالرغم من أن هناك نموذجين للشكل البيانى عظمة السمكة يستخدمان بكثرة فى حل المشاكل، فان المعالجة ستقتصر هنا على نموذج تحليل التباين للسبب والأثر. وبالرغم من أن نموذج تصنيف المشاكل بيانياً يعتبر بديلاً حيوياً، إلا أنه لن يعرض هنا. وباختصار، فإنه عند تصنيف نموذج المشكلة للجهد فان خطوات العملية تنال إهتمام أكبر وتظهر باستمرار عند بناء الخريطة.

إستخدام التصنيف حسب النوع

يساعد تحليل الشكل البيانى لعظمة السمكة فريق العملية الهندسية فى تصنيف

الأسباب الممكنة لمشكلة التى يتناولها التحليل. وبتصنيف الأسباب إلى نوعيات ذات مدلول فان بناء الخريطة يصبح مجرد عملية وضع كل سبب فى المجموعة الخاصة به. وعلى كل حال فانه يتعين على الفريق أن يتذكر دائماً أن الشكل البيانى عظمة السمكة يصور رأى وحس الفريق وأن هذا الحس لايكون صحيحاً فى بعض الأحيان. ويجب دعم القرارات المتخذة فى الإجتماع بخصوص تحليل السبب والأثر بواسطة بيانات تجمع لهذا الغرض. كما يجب إعطاء الأولوية فى القبول للحس والإدراك.

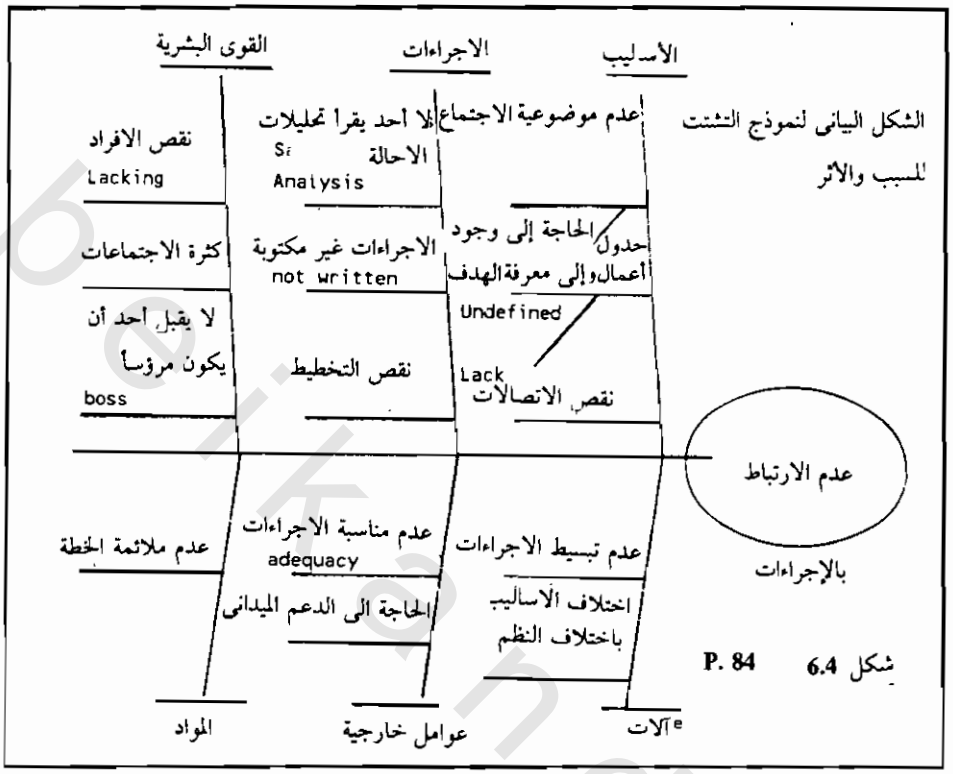
وعندما يستخدم فريق العملية الشكل البيانى للسبب والأثر فانه يحتاج إلى إعطاء تعريف لكل سبب محتمل للمشكلة وكذلك الأسلوب البيانى لعرضه.

وكلما إستمر الفريق فى اكتشافاته فان أمور أخرى سوف تظهر فى الهيكل العظمى للسمكة ويكون لها أثر على قائمة المشكلة وتقع عند رأس السمكة تقريباً. ويقع سبب الأثر عند أسفل الزعنفة الظهرية تماماً. وبمجرد إنتهاء الشكل البيانى (وهذا ليس بالأمر السهل) فان العلاقة بين التأثير وكل الأسباب الممكنة له سوف تظهر وتعرض بوضوح. (انظر الشكل**6.4**).

مجموعتى الأسباب الرئيسية

يستمتع الكثير من فرق العمليات باستخدام إحدى مجموعتى الأسباب الرئيسية. وتصبح المجموعة المختارة هى العظام الأربعة الرئيسية فى الشكل البيانى عظمة السمكة. ويمكن تحديد العظام الأربعة الرئيسية منفردة عند الفحص الفنى بأنها : الأيدى العاملة، والآلات، والأساليب الفنية، والمواد. وتوجد عظام أخرى عديدة بالإضافة لتلك العظام الرئيسية. وفى حالة الدراسة الإدارية والمالية يعطى مكاناً هاماً لنوعيات مثل : السياسات، والإجراءات، والأشخاص،

والتجهيزات (التسهيلات). ولا يتقيد الفريق بهذه النوعيات ولكنها تمثل بداية ممتازة بالنسبة له.



وبمجرد أن ينتهى فريق العملية من تحديد الأسباب المحتملة فانه سوف تظهر سلسلة أخرى من الأسباب تستحق الدراسة المتعمقة. وقد يرغب الفريق فى إضافة شكل بيانى «عظمة السمكة» آخر للأسباب الرئيسية والطريق المقترح للنجاح هو البحث عن الأسباب التى تؤدى إلى الإنحراف عن النموذج (الشكل) الطبيعى للأشياء. وعلى الفريق أن يتأكد من أن الجهودقد وجهت نحو اكتشاف أسباب المشكلة وليس أحد أعراضها. وسوف يعطى تحليل السبب والأثر الفروق فى فهم كل مهندس منفرداً للمشكلة نظرياً وعملياً. وسوف يتحسن فهم كل مشارك للمشكلة من خلال المناقشات التى تجرى عند بناء الخريطة.

تعريف المشكلة

يحتاج النجاح إلى الإتفاق التام والفهم المشترك للمشكلة. ويأتى الحل النهائى للمشكلة من التعريف الأول لها لها بشكل كامل وشامل. وعندما يوافق الفريق على أن المشكلة موضوع المناقشة هى تلك التى يجب أن تحلل فإنه يجب التأكد من أن كل عضو بالفريق بفهم المشكلة بشكل كامل. وتصبح الطريقة التى سوف تستخدم للحل جزء من المناقشة، وتجزأ المشكلة إلى أجزاء صغيرة ويختار الجزء الرئيسى منها للحل.

بناء الشكل البيانى «عظمة السمكة»

يبدأ الفريق فى بناء الشكل البيانى «عظمة السمكة» كما يلى :

1. يكتب قائد الفريق تعريفاً للمشكلة على السبورة. ثم يناقش التعريف وتعدل صياغته حتى يوافق عليه كل أعضاء الفريق. ويوضع التعريف بعد ذلك فى منطقة رأس السمكة ويصبح هو التعريف المعتمد للمشكلة (المشكلة المطلوب حلها).

2. يحدد الفريق المجموعات الرئيسية التى سوف تضم الأسباب المختلفة. وتكون البداية إما من المجموعة الانتاجية (الأيدى العاملة، والآلات، والمواد، والأساليب الفنية) أو من المجموعة المالية والإدارية (السياسات، والاضرار، والإجراءات، والعمليات). ويتم ادخال التعديلات اللازمة بعد ذلك فى الأسباب حسب حاجة المدخلات.

3. تعرض البيانات التى جمعها الفريق عند تحليله للعملية على الخريطة. وتؤخذ الأسباب من قوائم الفحص التى أعدها كل عضو بالفريق وتسجل على الخريطة إما كفرع رئيسى لواحد من الأنواع الأربعة، وإما كأسباب فرعية. ويتم بعد ذلك استكمال قوائم الفحص وجمع البيانات.

4. تطبق طريقة المجموعة الإسمية للتأكد من أن كل عضو بالمجموعة قد أتيحت له الفرص المتساوية للمشاركة وإعطاء مدخلات للخريطة.

5. عقد إجتماع للفهم والمناقشة المفتوحة وتشجيع وجود جو من الحرية واليسر فى إبداء الرأى لضمان الحصول على أكبر عدد ممكن من مسببات المشكلة. ولايمكن في هذه المرحلة التحقق من مدى فاعلية وأهمية أى سبب من الأسباب. ويكتب قائد الفريق كل سبب فوراً على الخريطة بدون طرح أسئلة.

إختيار الأسباب الهامة

وعندما يأخذ الرسم شكلاً ما فإنه يتم عمل بعض الإجراءات كتصميمات ممكنة للمشكلة. وسيكون هذا نتيجة للبحث المستمر عن تلك البنود التى يتكرر عرضها كعظام فى السمكة. وتعامل الأسباب المختلفة التى يتكرر ظهورها على أنها هى الأسباب الحقيقية. وعندما تتقارب النتائج المرسومة على الشكل فإنه يكون من المهم توجيه السؤال : لماذا يوجد كل سبب؟. وعند الإجابة على الأسئلة فان البيانات المعروضة يجب أن تدعم الاختيار. ويجب أن تكون الأسباب والبيانات موضع للأسئلة حتى يتحقق إجماع أعضاء الفريق على البدء فى مرحلة الحل.

وهناك طريق واحد للاستمرار داخل الشكل البيانى وهو أن يقوم قائد الفريق برسم مربع حول تلك الأسباب التى حققها الفريق كمياً. وفى حالة عدم تحقق سبب ما رغم موافقة أعضاء الفريق على وجود علاقة متميزة بين السبب والأثر فإن القائد يضع خطاً ثقيلاً تحت هذا السبب. وفى حالة وجود إتفاق بين أعضاء الفريق على عدم وجود دليل أو علاقة بين سبب ما والأثر على المشكلة فان القائد لايضع أية علامة ويعامل هذا السبب كأحد الأسباب غير الهامة. وسوف تظهر مربعات أكثر فى الرسم كلما تحسن فهم الفريق للمشكلة.

انتهاء التحليل

ينتهى تحليل السبب والأثر عند الوصول إلى حل للأثر (للمشكلة). وعند هذه

النقطة يكون العرض المقدم للجنة التوجيه مفيداً إذ يوفر عادة مدخلات التوجيه أو القيود التى قد يواجهها الفريق.

فريق العمل يدق ناقوس الكفاح

يعرف داندى دوج Dondy Doug عن هيكل الادارة أكثر مما يعرفه عن الحلول الوسط. ومنذ زمن ليس بالبعيد طبق نظام لترقيم المستندات الهندسية بالشركة كان مثيراً للضحك عندما يراجعه أى عميل. وقد كلف دوج بتشكيل فريق من المهندسين لإعداد نظام للترقيم يمكن بيعه للعملاء.

وقد اختار كل من دوج ومديره الفريق بعناية. وبدأ الفريق بالإجتماع مرة كل أسبوع وعمل بجد لحل مشكلة المراقبة المستندية وجاء الفريق ككل بالإجابة ووافقوا على أنه يمكن الحصول بسرعة على الموافقة على التنفيذ بإضافة خانات إلى المستندات المستخدمة فى قسم المعلومات الإدارية، ولكن كانت هناك مشكلة وهى أن تنفيذ التحسينات يستلزم 400 ساعة عمل فى البرامج على أساس المعدل المعيارى لعبء التمويل. كما يجب شراء ذاكرة إضافية لجهاز الكمبيوتر الموجو (VAX). ويستلزم ذلك زيادة فى التكاليف.

وإستدعى دوج منسق الفريق ماستر مايند مانى Mastermind Mannie والذى يمثل عنصراً هاماً فى إجتماعات الفريق وسأله عن مقترحاته.

قال ماسترمايند أنه يعتقد بأن الشئ الوحيد الممكن عمله هو تجميل العرض المقدم للرؤساء لاقناعهم بأن هؤلاء الفتيان على حق وأن ربح الشركة سوف يزيد بسبب هذه المصروفات وأن الموارد اللازمة للانجاز متوافرة. وكان مانى يعلم بأنه فصيح وأن دوج قد إنبهر بالفكرة ووعد بأن يجمع الفريق لوضع الخطط لذلك.

مضت ثلاثة أسابيع اجتمع فيها الفريق ووضع خلالها خطط العرض والتنفيذ. . وتعاون أيضاً المسئولون عن التمويل حيث عرض عليهم الفريق العائد على الاعتمادات المالية المطلوبة. وهكذا إقتنعوا بالفكرة، وذلك لأن الفكرة عرضت بثقة، وعرف أعضاء الفريق أنهم أدوا عملهم.

واجه دوج لجنة من الأشخاص المهمين فى الشركة وهم رئيس الشركة ومعه 23 من كبار المديرين والمهتمين بالموضوع وتوقع ومعه أعضاء الفريق الموافقة على مشروعهم.

قدم دوج نفسه إلى اللجنة قائلاً بأنه قائد الفريق الذى يتقدم اليوم ليعرض عليهم ماتم انجازه وليطلب الموافقة على إعتماد الميزانية اللازمة للتنفيذ.

وساد الهدوء عند الإشارة إلى المصروفات ولكن دوج إستمر فى الحديث دون أن يصدمه ذلك. وشعر دوج مع إستمرار العرض بأن رئيس الإجتماع قد إقتنع بأهمية الإنجاز.

وطلب دوج من المجتمعين تلخيصاً للعرض، أن يلقوا نظره إلى الخريطة الأخيرة التى أعدها الفريق والتى توضح أن العائد الكلى سيغطى المصروفات خلال 22 شهراً فقط. ثم إبتسم وخطا خطوة جانبية وسأل ان كانت هناك أية أسئلة.

وساد الصمت العميق لبضع لحظات، ثم إنفجر التصفيق الحاد بالغرفة. .

وهنأ كبار المسؤلين عن التمويل فريق العمل وكذلك هنأهم كبار

المهندسين، وإبتسم لهم كبار المسئولين، وقال رئيس الشركة فى النهاية : أنه يشكر أعضاء الفريق على حسن أدائهم للعمل.

وهكذا انتهى عمل الفريق، ولقد فعل داندى دوج الكثير..

نحو التنفيذ

ولا يمثل الشكل البيانى للسبب والأثر فى حد ذاته حلاً للمشكلة. ولكنه يوفر للفريق تحليلاً هاماً للمشكلة وأسبابها. ويتعين على الفريق الآن أن يتجه نحو تنفيذ الحل. ويجب إعطاء الإهتمام إلى عمل خرائط باريتو إضافية لكل سبب من الأسباب الرئيسية المسجلة.

وسوف تعطى هذه الخرائط تعريفاً لأكثر الأسباب أهمية فى الشكل البيانى «عظمة السمكة» بملاحظة عوامل هامة مثل : التكلفة، والإستخدام، أو تكرار الحدوث.

ويجب على الفريق إستخدام نتائج «عظمة السمكة» وباريتو فى تصميم أشكال بيانية بسيطة لتحديد عدد من خطوات العملية التى يتعامل معها الفريق، فقد يرى الفريق عمل خرائط مراقبة مبنية على أساس رقابة إحصائية بسيطة على العمليات. وتمكن هذه الاجراءات فريق العمل من التركيز على المجالات التى مازالت خارج الضبط ووضع التصميمات تبعاً لذلك فى بيانات السبب والأثر.