الفصل الثانى عشر

إعتبارات عامة فى المراقبة الإحصائية للعمليات SPC

يتناول هذا الفصل بعض الإعتبارات العامة التى تحيط بتطبيق أسلوب المراقبة الإحصائية للعمليات SPC . وترتبط هذه الإعتبارات بكافة أنواع خرائط المراقبة كما ترتبط باقتصاديات المراقبة ذاتها.

وسوف نعرض هنا الإعتبارات التالية:

1 - إختيار المتغيرات التى تراقب إحصائيا.

2 - سحب العينات.

3 - تحديد حجم العينة.

4 - الحدود التجريبية والحدود المعدلة للرقابة.

5 - إستمرارية المراقبة الاحصائية للعمليات.

6 - إقتصاديات المراقبة الإحصائية للعملية.

7 - التكاليف المباشرة للرقابة.

8 - التكاليف غير المباشرة للرقابة.

إختيار المتغيرات التي تراقب إحصائياً بواسطة الخرائط

من المستحيل مراقبة كل خصائص المنتج لأن ذلك يكون مكلفاً جداً ويستغرق وقتاً طويلاً لأن تلك الخصائص كبيرة العدد كما أن المنتج نفسه يكون مكوناً من أجزاء متعددة لكل منها خصائص كبيرة العدد كذلك.

ومن أمثلة تلك الخصائص : الطول ـ الوزن ـ العرض ـ الارتفاع ـ الزوايا ـ درجة الحرارة ـ التيار الكهربائى ـ السرعة ـ الكثافة ـ الطاقة ـ اللون ـ درجة السطوع و . . . . .

ويستخدم تحليل باريتو فى إختيار تلك الخصائص التى تعد لها خرائط مراقبة. وعلى كل حال فإن الإختيار ينصب أساساً على تلك الخصائص شديدة التأثير على جودة المنتج النهائى. كما يجب الإهتمام بمراقبة الخصائص التى تواجه صعوبات إنتاجية معينة أو المضافة حديثاً للمنتج أو عالية التكاليف. ويشترط فى المتغير (الخاصية) التى تراقب إحصائياً أن يكون قابلاً للقياس. فإذا أمكن قياسه كمياً (أى التعبير عن القياس برقم) فإنه يمكن مراقبة المتوسط $\bar{X}$ أو المدى R . أما إذا كان القياس الكمى متعذراً فإننا نلجأ للقياس الوصفى أى نعبر عن مقياس المتغير وصفياً. ويراقب المتغير الوصفى بإستخدام خرائط مراقبة نسبة الوحدات المعيبة أو خريطة مراقبة عدد العيوب. وإذا كان عدد المتغيرات المطلوب مراقبتها كبيراً فإننا قد نلجأ إلى إعتبار الوحدة المنتجة (أو الجزء) مطابقاً للمواصفات أو غير مطابق، أى ننظر إلى المنتج ككل بغض النظر عن كون الخاصية كمية أو نوعية. ويراقب الإنتاج إحصائياً بعد ذلك بإستخدام خرائط مراقبة نسبة الوحدات المعيبة P أو خرائط مراقبة عدد العيوب C .

سحب العينات

تعتمد المراقبة الإحصائية للعمليات SPC على إستخدام أسلوب المعاينة Sampling بدلاً من فحص كل الوحدات وهناك طريقتان لسحب العينات :

1ـ طريقة الوقت الثابت instant time حيث تسحب العينات من الإنتاج فى لحظة واحدة محددة (أو فى أقرب وقت لها بقدر الإمكان). فتحسب مثلاً خمسة وحدات من الإنتاج فى نهاية كل ساعة زمن (عينة فى تمام الساعة الثامنة والثانية فى تمام الساعة التاسعة والثالثة فى تمام الساعة العاشرة و. . . هكذا).

2 ـ طريقة الفترة الزمنية Period of time حيث تسحب العينات من الوحدات المنتجة خلال فترة زمنية محددة. فتسحب مثلاً خمسة وحدات خلال كل ساعة (عينة من الوحدات المنتجة بين الساعة السابعة والساعة الثامنة، والعينه الثانية من بين الوحدات المنتجة بين الساعة الثامنة والساعة التاسعة، والعينة الثالثة من بين الوحدات المنتجة بين الساعة التاسعة والساعة العاشرة و. . . هكذا).

وتؤدى الطريقة الأولى (الوقت الثابت) إلى تقليل الإختلافات داخل العينة إلى أدنى مستوى على حساب زيادة الإختلافات بين العينات إلى أقصى مستوى. أما الطريقة الثانية (الفترة الزمنية) فتؤدى إلى تقليل الاختلافات بين العينات إلى أدنى مستوى على حساب زيادة الاختلافات داخل العينة إلى أقصى مستوى.

وتستخدم طريقة الوقت الثابت أكثر من طريقة الفترة الزمنية لأنها تعطى زمناً معيناً لوجود الاختلافات كما أنها تعطى مقياساً حساساً للتغيرات فى المتوسط $\bar{X}$. أما طريقة الفترة الزمنية فانها تمتاز بأنها تعطى نتائج عامة أفضل، كما أن الأساليب الإنتاجية المستخدمة فى بعض الحالات قد تجعل طريقة الفترة الزمنية هى الطريقة الوحيدة الممكنة للحصول على القياسات. وتستخدم الطريقتان معاً فى بعض الحالات إذ تعد خريطتان للمراقبة تستخدم فى واحدة منهما قياسات العينات المسحوبة بطريقة الوقت الثابت وتستخدم الأخرى قياسات العينات المسحوبة بطريقة الفترات الزمنية.

وبغض النظر عن طريقة سحب العينات فإن الوحدات المسحوبة يجب أن تكون متجانسة، أى منتجة تحت نفس الظروف بقدر الإمكان : بإستخدام نفس الخامات ونفس الآلة ونفس العامل ونفس الأدوات. . .

حجم العينة

يحتاج تحديد حجم العينة (n) إلى خبرة كبيرة بالمراقبة الإحصائية للعمليات. ويفضل أن يكون حجم العينة ثابتاً حتى يمكن أن يكون حدى المراقبة على شكل خطين مستقيمين مما يقلل كثيراً من كمية الحسابات المطلوب إجراءها كما بينا فى مكان سابق. وعلى العموم فإنه يجب مراعاة العوامل التالية عند إتخاذ قرار بخصوص حجم العينة :

1 ـ تقل المسافة بين حدى المراقبة (6σ) كلما زاد حجم العينة (n) وبالتالى فإن خريطة المراقبة تكون أكثر حساسية للإنحرافات فى متوسطات العينات.

2 ـ زيادة حجم العينة (n) يؤدى إلى زيادة تكلفة الفحص وبالتالى يجب أن تقارن الفائدة من زيادة حساسية خريطة المراقبة بالزيادة فى تكلفة الفحص.

3 ـ يفضل إستخدام خريطة مراقبة الإنحراف المعيارى σ بدلاً من خريطة مراقبة المدى R إذا كان حجم العينة أكبر من10 وحدات ($n \geq 10$) .

4 ـ تستخدم عادة فى التطبيقات الصناعية عينات مكونة من خمس وحدات.

5 ـ تستخدم عادة عينات من وحدتين أو ثلاثة إذا كانت تكلفة الفحص كبيرة وإجراءات الفحص دقيقة.

6 ـ عندما يكون حجم العينة أربعة وحدات أو أكثر ($n > 4$) فإن متوسطات العينات تتبع توزيعاً طبيعياً حتى لو كانت مسحوبة من مجتمعات تتبع توزيعات أخرى (نظرية النهاية المركزية).

7 ـ لا توجد قاعدة لتكرار سحب العينات ولكن يتحدد القرار بهذا الخصوص على أساس الظروف المحيطة بكل حالة مع مراعاة عاملين : درجة الثقة فى الجودة وتكاليف الفحص.

8 ـ يفضل زيادة تكرار سحب العينات فى بداية تطبيق نظام المراقبة الإحصائية للعمليات ثم تقليل هذا التكرار بعد ذلك.

الحدود التجريبية والحدود المعدلة للمراقبة

Trial Control Limits and Revised Control Limits

عندما تتخذ الإدارة قراراً بتطبيق المراقبة الإحصائية للعمليات SPC فإنها تبدأ من نقطة الصفر حيث لاتتوافر لديها فى العادة المعلومات الكافية عن مركز العملية أو تباينها. لذلك فإنها تبدأ أولاً فى أخذ القياسات ثم حساب كل من مركز العملية وحدى المراقبة. ولكن النتائج التى تتوصل إليها تعتمد أساساً على القياسات المستخدمة فى إعداد خريطة المراقبة. وليس هناك ما يضمن بأن القياسات المتخذة أساساً للحساب تمثل الأوضاع الطبيعية للعملية أى لا تحتوى على أية قيم شاذة (أية إنحرافات عن المعدلات الطبيعية)، لذلك فإنه يتعين تعديل كل من مركز العملية وحدى المراقبة ليكونا مبنيان على أساس القيم الطبيعية فقط دون القيم الشاذة. وتسمى حدود المراقبة التى تعد أولاً الحدود التجريبية حيث يتم سحب العينات ثم حساب حدود المراقبة بالأساليب التى سبق عرضها فى الفصول السابقة. ثم يتم توقيع النقاط على الخريطة. فإذا وقعت كل النقاط داخل حدود المراقبة فإن الحدود التجريبية تعتمد كحدود للمراقبة. أما إذا وقعت بعض النقاط خارج حدود المراقبة فإن العينات التى تمثلها هذه النقاط تستبعد ويعاد حساب حدود المراقبة من جديد. ويترتب على إستبعاد العينات ذات القياسات الشاذة نقص المدى (R) والإنحراف المعيارى (σ) وبالتالى تقترب حدود المراقبة من بعضها. لذلك فإن بعض النقاط التى كانت واقعة داخل الحدود السابقة للمراقبة قد تصبح خارج الحدود الجديدة للمراقبة. وتستبعد كذلك هذه العينات (إن وجدت) بنفس الطريقة ويعاد الحساب من جديد. ويتكرر ذلك حتى تقع جميع النقاط داخل حدود المراقبة وبذلك نحصل على الحدود المعدلة للمراقبة وهى التى يعتمد عليها فى عمل خرائط المراقبة بعد ذلك.

إستمرارية المراقبة الإحصائية للعمليات SPC

ذكرنا فيما سبق أن تطبيق المراقبة الإحصائية للعمليات يدفع العمال والمهندسين إلى زيادة الإلتزام بالمواصفات وبالتالى تحسين الأداء وتقليل الإنحرافات حيث يحاولون إظهار مهارتهم للإدارة عن طريق تحسين الأداء عندما يشعرون بأنها تراقب عملهم، كما أن المشرفين سيحاولون معالجة أسباب الإنحرافات والقضاء عليها.

لذلك فإنه يجب إعادة بناء خرائط المراقبة ومعالجتها دورياً من ناحية المعايير (خط المركز وحدى المراقبة) ومن ناحية عدد مرات الفحص. وإذا كانت العملية تسير لفترة معقولة بشكل مرضى فإنه يمكن إنقاص عدد مرات الفحص أو الإستغناء عن إخضاع المتغير للمراقبة الإحصائية.

إقتصاديات المراقبة الإحصائية للعملية

ينبغى إجراء تحليل لعملية المراقبة الإحصائية من ناحية مساهمتها فى تحقيق أرباح للشركة ومن ناحية التكلفة التى تتحملها الشركة نتيجة لهذه المراقبة. إن كفاءة أى مشروع تحسب بالنقود لذلك يجب أن تحسب تكلفة تحقيق الجودة كما تحسب كفاءة الأنشطة الأخرى كالإنتاج والصيانة والبيع و... هكذا.

وهناك بعض بنود تكلفة تحقيق الجودة يمكن تحديدها بوضوح مثل تكاليف الفحص ومرتبات الأفراد العاملين فى هذا المجال. ولكن هناك أيضاً بعض بنود تكلفة تحقيق الجودة يصعب تحديدها بوضوح مثل تكلفة الوحدات التى يتقرر إعتبارها خردة Scrap وتلك الوحدات التى يعاد تشغيلها أو إصلاحها. كما أن هناك بنود أخرى معنوية مثل تكلفة فقد ثقة المستهلك وتكلفة فقد السمعة التجارية... وغيرها من البنود التى يصعب جداً (وأحياناً يستحيل) تحديدها بشكل دقيق متفق عليه.

التكاليف المباشرة لتحقيق الجودة

تضم التكاليف المباشرة لتحقيق الجودة أربعة مجموعات أساسية :

1 ـ تكاليف تشغيل نظام مراقبة الجودة وتشمل تكاليف الأفراد القائمين بتصميم وتنفيذ نظام الجودة والمحافظة عليه ومن ذلك : تكاليف مهندسى الجودة، تكاليف تصميم وتطوير المعدات، تكاليف الأفراد من غير المشتغلين بالجودة بشكل أساسى عند الاستعانة بهم، تكاليف التدريب.

2 ـ تكاليف التقييم مثل تكاليف الفحص والاختبار، تكلفة الخامات والخدمات المستخدمة، تكاليف معايرة وصيانة أجهزة القياس.

3 ـ التكاليف الداخلية للأخطاء مثل تكلفة الوحدات الخردة، تكاليف إعادة التشغيل أو الإصلاح، تكاليف إعادة الفحص.

4 ـ التكاليف الخارجية للأخطاء مثل تكاليف الوحدات المرتجعة من العملاء، تكاليف الإصلاح أو الإبدال خلال فترة الضمان.

التكاليف غير المباشرة لتحقيق الجودة

وتضم تلك البنود ثلاثة مجموعات أساسية :

1 ـ تكاليف المحافظة على صلاحية المنتج للإستخدام مثل تكاليف الإصلاح بعد إنتهاء فترة الضمان، تكاليف النقل.

2 ـ تكاليف إرضاء العميل : ويكون العميل راضياً عن المنتج أو غير راضى بناء على العيوب التى يجدها فيه.

3 ـ تكاليف السمعة التجارية : وهى تعكس شعور العميل تجاه الشركة ككل وليس تجاه أحد منتجاتها بصفة خاصة.

على أنه ينبغى التركيز على إجمالى التكاليف المباشرة وغير المباشرة لتحقيق الجودة ومقارنته بالفوائد التى تتحقق نتيجة لذلك.

المراجع

REFERENCES

1. McGregor, Douglas. *The Human Side of Enterprise*. New York: McGraw-Hill, 1970.
2. Herzberg, Frederick. *The Motivation to Work*. New York: John Wiley and Sons, 1979.
3. Maslow, Abraham H. *Motivation and Personality*. New York: Harper and Row, 1970.
4. Boulding, Kenneth E. General systems theory: the skeleton of science. *Management Science*, April 1966.
5. Johnson, R. A., Kast, F. E., and Rosenweig, J. *The Theory and Management of Systems*. New York: McGraw-Hill, 1967.
6. Christofono, R. Fundamental Statistical Process Control. Ron Christofono Workshop Series, 1984.
7. *Webster's Student Dictionary*. Closter, NJ: Sharen Publications, 1990.
8. Cleland, D. I., and King, W. R. *Management: A Systems Approach*. New York: McGraw-Hill, 1972.
9. Juran, J. M. *Juran's Quality Control Handbook*. New York: McGraw-Hill, 1988.
10. DataMyte Corporation. *DataMyte Handbook*. Minnetonka, MN: DataMyte Corporation, 1989.
11. Amsden, R. T., Butler, H. E., and Amsden, D. M. *SPC Simplified: Practical Steps to Quality*. White Plains, NY: UNIPUB, Kraus International Publications, 1986.
12. Hradesky, J. *Productivity and Quality Improvement*. New York: McGraw-Hill, 1988.
13. *The Memory Jogger*. Methuen, MA: GOAL/OPC, 1988.

Team members	أعضاء الفريق
Team operation	عملية الفريق
Total Engineering Quality Management	إدارة الجودة الهندسية الشاملة
Total Quality Management TQM	إدارة الجودة الشاملة

V

Variation	الإنحرافات

X

$\bar{X}$	الوسط
$\bar{X}$ chart	خريطة مراقبة الوسط
$\bar{\bar{X}}$	متوسط المتوسطات (الوسط الكلى)

Process team	فريق العملية
P chart	خريطة مراقبة نسب الوحدات المعيبة

Q

Quality assurance	ضمان (تأمين) الجوده

R

R chart	خريطة مراقبة المدى
Range	المدى
Range chart	خريطة المدى
Run chart	خريطة سير العمل

S

Sampling	معاينة
Senior management	الإدارة العليا
Senior steering committee	اللجنة العليا لتسير العمل
σ	الإنحراف المعيارى
SPC	الرقابة الإحصائية على العمليات
Standard deviation	الإنحراف المعيارى
Statistical Process control	الرقابة الإحصائية على العمليات
Statistics	الإحصاء
Steering committee	لجنة التوجيه

T

Team assignment	فريق المهمة
Team leader	قائد الفريق

McGregor	ماكجريجور (كاتب)
Mean	متوسط
Median	وسيط
MIS	نظام معلومات إدارية
Mode	منوال
Motivators	محفزين

N

Negative feedback	تغذية مرتدة سالبة
Nominal group technique	أسلوب المجموعة الإسمية
Nonverbal feedbak	تغية مرتدة شفهية
Normal curve	منحنى طبيعى
Normal distribution	توزيع طبيعى

O

Objectives	أهداف

P

Pareto chart	خريطة پارتيو
construction	بنائها
Problem analysis	تحليل المشكلة
Problem statement	قائمة المشكلة
Process capability	قدرة العملية
Process control	مراقبة العملية
Process flow diagram	شكل تتابع العملية
Process manager	مدير العملية

Feedback	تغذية مرتدة
Fishbone diagram	الشكل البيانى عظمة السمكة
construction	بنائه
"Five deadly diseases" of a process	الأمراض الخمسة المميتة للعملية
Flow diagram	شكل التتابع
construction	بنائه
Frequency distribution	توزيع تكرارى

G

Goal	هدف
Grand mean	المتوسط الكلى

H

Herzberg	هيرزبرج (كاتب)
Hierarchy of needs	سلم الإحتياجات

I

Implementation	تنفيذ

J

Johnson Kast and Rosenweig	جونسون، كاست و روسينويج (كتاب)

M

Management Information Systems	نظم المعلومات الإدارية
Managerial techniques	أساليب إدارية
Maslow	ماسلو (كاتب)

C_{pl}	الوسط الكلى ـ الحد الأدنى للمواصفات / ٣ (الإنحراف المعيارى)
C_{pu}	(الحد الأعلى للمواصفات ـ الوسط الكلى / ٣ (الإنحراف المعيارى)
C chart	خريطة مراقبة عدد العيوب

D

Data systems	نظم البيانات
Deming	إدواردز ديمنج (كاتب)
Dispersion	إنتشار

E

Ego reinforcement	تدعيم الذات
Engineering atmosphere	جو هندسى
Engineering manager	مدير فنى
Engineering personality	شخصية هندسية
Engineering Process Team	فريق العملية الهندسية
Engineering Project manager	مدير المشروع الهندسى
Estimated Standard Deviation	إنحراف معيارى مقدر
Evaluation objective	هدف تقييمى

F

Facilitator	منسق

قائمة بأهم الأسماء
والمصطلحات والرموز الوارده بالكتاب

B

Bell curve	منحنى على شكل الجرس (طبيعى)
Boulding	كينث بولدنج (كاتب)
Brainstorming	مناقشة مفتوحة
Brainstorming session	جلسة مناقشة مفتوحة

C

Capability index	دليل القدرة
Cause and effect analysis	تحليل السبب والأثر
Central tendency	إتجاه للتمركز
Check sheet	قائمة فحص
Cleland and King	كليلاند وكينج (كاتبان)
Code of conduct	شفرة القياده
Control	رقابة
Control chart	قائمة مراقبة
C_p	مقياس قدرة العملية
C_{pk}	مقياس تمركز العملية