CHAPTER 5 الفصل الخامس

خرائط المراقبة للخواص

CONTROL CHARTS FOR ATTRIBUTES

الخاصية Attribute

سبق تعريف الخاصية فى الفصل الثانى إلا أننا نكرر ذلك لتنشيط ذاكرة القارئ. اصطلاح خاصية attribute، يستخدم فى مراقبة الجودة، مشيرا إلى خواص الجودة التى تطابق المواصفات أو لا تطابق المواصفات.

وهناك نوعان من الخواص :

١ـ حيث لايمكن إجراء قياسات ـ على سبيل المثال، فحص العناصر بصريا مثل اللون، والأجزاء المفقودة، والخدوش، والتلف.

٢ـ حيث يمكن إجراء قياسات إلا أنها لاتجرى بسبب الوقت، أو التكلفة، أو الحاجة. وفى كلمات أخرى، بينما يمكن قياس قطر ثقب بميكرومتر داخلى، فيمكن أن يكون من الأكثر إقناعا استخدام قياس «المرور وعدم المرور» وتحديد ما إذا كان مطابقا أم غير مطابق للمواصفات.

عندما لا تتطابق خاصية مع المواصفات، تستخدم اصطلاحات وصفية مختلفة. وغير المطابق nonconformity هو ترحيل خاصية الجودة من المستوى المقصود أو

الحالة التى تحدث بقسوة كافية بجعل المنتج أو الخدمة المصاحبة لاتتفق مع متطلبات المواصفات. وتعريف العيب defect يشبه ذلك، باستثناء أنه يهتم بتحقيق متطلبات معتادة مقصودة، أو متطلبات يمكن رؤيتها بصورة مناسبة. والعيب يكون مناسبا للاستخدام عندما يكون التقويم بالنسبة إلى الاستخدام، وتكون عدم المطابقة للمواصفات مناسبة.

ويستخدم اصطلاح وحدة عدم المطابقة nonconforming unit فى وصف وحدة منتج أو خدمة تحتوى على عدم مطابقة واحدة على الأقل. والمعيب defective هو تماثل لعيب defect ومناسب للاستخدام عندما تقوم وحدة المنتج أو الخدمة بدلا من المطابقة مع المواصفات.

وفى هذا الكتاب نستخدم اصطلاحى غير مطابق ووحدة عدم مطابقة. وتتجنب هذه العملية الخلط وسوء الفهم الناتج من عيب ومعيب فى الحالات القانونية للمنتجات.

قيود على خرائط المتغيرات Limitations of Variable Charts

خرائط مراقبة المتغيرات تكون وسيلة ممتازة لمراقبة الجودة وبالتالى تحسينها، إلا أنها عليها قيود. أحد القيود الواضحة هى أن هذه الخرائط لايمكن أن تستخدم لخواص جودة على هيئة attributes. والعكس ليس صحيحا، حيث أن المتغير يمكن أن يتغير إلى خاصية بذكر أنه يطابق أو لايطابق المواصفات. وفى كلمات أخرى، العيوب مثل الأجزاء المفقودة، أو اللون غير الصحيح، وما إلى ذلك، غير قابلة للقياس ولاتناسبها خرائط مراقبة المتغيرات.

قيد آخر يهتم بالحقيقة أنه هناك العديد من المتغيرات فى مفردة التشغيل. حتى مصنع التشغيل الصغير يمكن أن يكون به العديد من المتغيرات التى تصل إلى

10,000 خاصية جودة متغيرة. وحيث أنه يلزم خرائط $\bar{X}$ و R لكل متغير، فيلزم على ذلك 10,000 خريطة. من الواضح أن هذا سيكون مكلفا جدا وغير عملى. ويمكن لخريطة مراقبة الخواص أن تقلل هذا القيد بتقديم معلومات جودة شاملة بجزء من التكلفة.

أنواع خرائط الخواص Types of Attribute Charts

هناك مجموعتان مختلفتان لخرائط المراقبة للخواص. إحدى مجموعات الخرائط هى لوحدات عدم المطابقة. وهى مبنية على توزيع ذات الحدين. جزء، p ، من الخريطة يبين نسبة عدم المطابقة فى عينة أو مجموعة جزئية. ويعبر عن النسبة بكسر أو نسبة مئوية. بالمثل يمكن أن يكون لدينا خرائط نسب المطابقة والتى يمكن التعبير عنها أيضا ككسر أو نسبة مئوية. خريطة أخرى فى المجموعة تكون لعدد عدم المطابقة، خريطة np، ويمكن أن يعرب عنها أيضا كرقم مطابق.

مجموعة أخرى من الخرائط يكون لغير المطابقات. وهى مبنية على توزيع بواسون. وتبين خريطة c عد عدد غير المطابقات فى وحدة تفحص مثل السيارة، أو ثوب من القماش، أو لفة من الورق. وخريطة أخرى شديدة الارتباط هى خريطة u، والتى تكون لعد عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة.

معظم المعلومات عن خرائط المراقبة للخواص تشبه تلك المعطاة فى الفصل الثالث. وعلى القارئ الرجوع إلى القسم المعنون «حالة المراقبة» والقسم المعنون «تحليل شرط خارج المراقبة».

خرائط المراقبة لوحدات عدم المطابقة

CONTROL CHARTS FOR NONCONFORMING UNITS

مقدمة Introduction

تستخدم خريطة p لبيانات تشتمل على نسبة عدد حدوثات أحد الأحداث إلى إجمالى عدد الحدوثات. وتستخدم فى مراقبة الجودة لتحديد نسبة عدم المطابقة فى المنتج، أو خاصية الجودة، أو مجموعة خواص الجودة. وعلى هذا، نسبة عدم المطابقة هى نسبة عدد عدم المطابقة فى العينة أو المجموعة الجزئية إلى إجمالى العدد الموجود فى العينة أو المجموعة الجزئية. وبالرموز تكون الصيغة على النحو التالى :

$$p = \frac{np}{n}$$

حيث : p = نسبة أو كسر عدم المطابقة فى العينة أو المجموعة الجزئية

n = العدد الموجود فى العينة أو المجموعة الجزئية

np = عدد عدم المطابقة فى العينة أو المجموعة الجزئية

مثال لمشكلة EXAMPLE PROBLEM

أثناء المناوبة الأولى، أجرى 450 فحصا على شحنات كتاب الشهر ووجد 5 من عدم المطابقة. وكان الإنتاج أثناء هذه المناوبة 15.000 وحدة. ما نسبة عدم المطابقة؟

$$p = \frac{np}{n} = \frac{5}{450} = 0.011$$

نسبة عدم المطابقة، p ، عادة ما تكون صغيرة جدا، ولتكن 0.15. وباستثناء الظروف غير العادية تحدد القيم الأكبر من 0.15 أن الشركة تعانى من صعوبات شديدة وأنه تلزم إجراءات أكثر شدة من خرائط المراقبة. وحيث أن نسبة عدم المطابقة تكون صغيرة جدا، فيجب أن يكون حجم المجموعة الجزئية كبيرا جدا لإنتاج خريطة معنوية.

وخريطة p هى خريطة مراقبة متعددة الجوانب بصورة كبيرة. ويمكن أن تستخدم لمراقبة خاصية جودة واحدة، كما يحدث مع خريطة $\bar{X}$ و R، أو لمراقبة مجموعة من خواص الجودة من نفس النوع أو لنفس الجزء، أو لمراقبة محتوى المنتج كله. ويمكن عمل خريطة p لقياس الجودة الناتجة من أحد مراكز العمل، أو أحد الأقسام، أو إحدى المناوبات، أو المصنع كله. ويتكرر استخدامها فى تحديد أداء العامل، أو مجموعة من العاملين، أو إدارة كوسيلة لتقويم أدائهم للجودة.

ويمكن أن يكون حجم عينة المجموعة الجزئية لخريطة p متغيرا أو ثابتا. ويفضل حجم المجموعة الجزئية الثابت، إلا أنه يمكن أن يكون هناك 100% فحصا أوتوماتيكيا، حيث يتغير حجم المجموعة الجزئية.

الأهـداف OBGECTIVES

أهداف خريطة عدم المطابقة هى :

١ـ تحديد متوسط مستوى الجودة. معرفة متوسط الجودة ضرورية كإحدى العلامات المميزة. وهذه المعلومات تقدم إمكانية العملية بالنسبة إلى الخواص.

٢ـ توجيه الانتباه لإدارة أى تغيرات فى المتوسط. فبمجرد معرفة متوسط الجودة (نسبة عدم المطابقة)، تصبح التغييرات سواء بالزيادة أو النقصان معنوية.

٣ ـ تحسين جودة المنتج. فى هذا الصدد يمكن أن توجه خريطة p أفراد التشغيل أو الإدارة إلى إظهار أفكار لتحسين الجودة. وتذكر الخريطة ما إذا كانت الفكرة مناسبة أو غير مناسبة. ويجب بذل مجهود مستمر لا يلين لتحسين الجودة.

٤ ـ تقويم أداء الجودة لأفراد التشغيل والإدارة. ملاحظو أنشطة التشغيل وبصفة خاصة رئيس التنفيذ (CEO) يجب تقويمهم بواسطة خريطة وحدات عدم مطابقة. ومجالات الوظائف الأخرى، مثل الهندسة، والمبيعات، والتمويل، وما إلى ذلك يمكن أن تكون خرائط غير المطابقات أكثر تطبيقا لأغراض التقويم.

٥ ـ اقتراح أماكن لاستخدام خرائط $\bar{X}$ و R. بالرغم من أن تكلفة حسابات خرائط $\bar{X}$ و R تكون أكبر من نظيرتها لخريطة وحدات عدم المطابقة، إلا أن خرائط $\bar{X}$ و R تكون اكثر حساسية للتغيرات وأكثر فائدة فى تشخيص الأسباب. وفى كلمات أخرى، تقترح خريطة وحدات عدم المطابقة مصدر الصعوبة وتجد خريطة $\bar{X}$ و R السبب.

٦ ـ تحديد معايير القبول للمنتج قبل الشحن إلى العميل. معرفة نسبة عدم المطابقة تقدم معلومات للإدارة عما إذا كان الأمر سيرفع أم لا.

تحدد هذه الأهداف مدى وقيمة خريطة عدم المطابقة.

رسم خريطة p لحجم مجموعة جزئية ثابت

p-Chart Construction for Constant Subgroup Size

الإجراءات العامة التى تطبق على خرائط مراقبة المتغيرات تطبق أيضا على خريطة p.

١ـ اختيار خاصية (خواص) الجودة select the quality characteristic (s).

الخطوة الأولى فى الإجراء هى تحديد استخدام خريطة المراقبة. يمكن رسم خريطة p لمراقبة نسبة عدم المطابقة لـ (أ) خاصية جودة فردية، أو (ب) مجموعة من خواص الجودة، أو (ج) جزء، أو (د) منتج كامل، أو (هـ) عدد من المنتجات. وهذا يحدد هرمية للاستخدام بحيث أن أى فحص يسرى على أى خاصية جودة فردية يوفر بيانات أيضا لخرائط p أخرى، والتى تمثل مجموعات أكبر من الخواص، أو الأجزاء، أو المنتجات.

كما يمكن رسم خريطة p أيضا لمراقبة أداء (أ) عامل، أو (ب) مركز عمل، أو (ج) قسم، أو (د) مناوبة، أو (هـ) مصنع، أو (ر) منشأة. وباستخدام الخريطة بهذه الطريقة، يمكن عمل مقارنات بين الوحدات المتشابهة. كما أنه من الممكن أيضا تقويم أداء الجودة للوحدة. وهرمية الاستغلال توجد بحيث أن البيانات التى تجمع لخريطة واحدة يمكن أن تستخدم أيضا فى خريطة لشمول أكثر للكل.

استخدام خريطة للخرائط يكون مبنيا على تأمين أكبر منفعة بأقل تكلفة. ويجب أن تقيس خريطة واحدة أداء جودة رئيس التنفيذ (CEO).

٢ـ تحديد حجم المجموعة الجزئية وطريقتها determine the subgroup size and method. حجم المجموعة الجزئية هو دالة فى نسبة عدم المطابقة. إذا كان لأحد الأجزاء نسبة عدم المطابقة p قيمتها 0.001 وحجم مجموعة جزئية n قيمته 1000، فإن متوسط عدد عدم المطابقة، pn، يكون 1 لكل مجموعة جزئية. هذه لا تعد خريطة جيدة، حيث أن عدد كبير من القيم، يوضع على الخريطة، يكون أصفارا. وإذا كان لجزء نسبة عدم المطابقة 0.15 وكان حجم المجموعة الجزئية 50، فيصبح متوسط عدد عدم المطابقة 7.5 والذى يعد خريطة جيدة.

لهذا، يتطلب اختيار حجم المجموعة الجزئية بعض الملاحظات الأولية للحصول على فكرة عامة عن نسبة عدم المطابقة وبعض الحكم على متوسط عدد وحدات

عدم المطابقة التى تعد خريطة مرسومة كافية. وأقل حجم مقترح هو 50 كنقطة بداية. ويمكن أن يؤدى الفحص إما عن طريق مراجع أو فى خط الإنتاج نفسه. وعادة ما يعمل المراجعون فى معامل تحت شروط مثلى. ويوفر خط الإنتاج تغذية مرتجعة فورية لإجراء التصحيح، إلا أن عقلية رجل البوليس تظهر.

٣ـ تجميع بيانات collect data. يحتاج تقنى الجودة أن يجمع بيانات كافية لعدد 25 مجموعة جزئية على الأقل، أو يمكن الحصول على البيانات من السجلات التاريخية. ويقدم جدول ٥ ـ ١ نتائج الفحص لموتور مروحة من قسم الموتورات لمصنع إنتاج مجففات كهربائية للشعر. لكل مجموعة جزئية تحسب نسبة عدم المطابقة بالصيغة p = np/n. ويسجل تقنى الجودة أن المجموعة الجزئية رقم ١٩ لها عدد كبير جدا من وحدات عدم المطابقة، بسبب وصلات خاطئة.

٤ـ حساب محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة calculate the trial central line and control limits. صيغة حدود المراقبة هى :

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

حيث : $\bar{p}$ = متوسط نسبة عدم المطابقة للعديد من المجموعات الجزئية

n = عدد المفحوص فى المجموعة الجزئية

جدول ١٠٥ : نتائج فحص موتور مروحة مجفف الشعر، قسم الموتورات، شهر مايو

رقم المجموعة الجزئية	العدد المفحوص n	عدد عدم المطابقة np	نسبة عدم المطابقة p
1	300	12	0.040
2	300	3	0.010
3	300	9	0.030
4	300	4	0.013
5	300	0	0.0
6	300	6	0.020
7	300	6	0.020
8	300	1	0.003
9	300	8	0.027
10	300	11	0.037
11	300	2	0.007
12	300	10	0.033
13	300	9	0.030
14	300	3	0.010
15	300	0	0.0
16	300	5	0.017
17	300	7	0.023
18	300	8	0.027
19	300	16	0.053
20	300	2	0.007
21	300	5	0.017
22	300	6	0.020
23	300	0	0.0
24	300	3	0.010
25	300	2	0.007
Total	7500	138	

متوسط نسبة عدم المطابقة، $\bar{p}$، هى خط المركز ويتم الحصول عليه من الصيغة $\bar{p} = \Sigma np/\Sigma n$. وحساب محاولة حدود المراقبة لثلاثة انحرافات معيارية باستخدام البيانات عن مجففات الشعر الكهربائية يكون كما يلى :

$$\bar{p} = \frac{\Sigma np}{\Sigma n} = \frac{138}{7500} = 0.018$$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$= 0.018 + 3\sqrt{\frac{0.018(1-0.018)}{300}}$$

$$= 0.041$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$= 0.018 - 3\sqrt{\frac{0.018(1-0.018)}{300}}$$

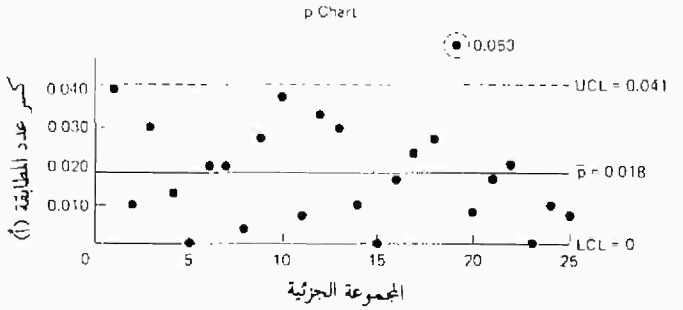
$$= -0.005 \text{ or } 0.0$$

ينتج عن حساب حد المراقبة السفلى قيمة سالبة negative، وهى نتيجة نظرية. وعمليا، تكون نسبة عدم المطابقة السالبة مستحيلة. لهذا، تتغير قيمة الحد السفلى للمراقبة 0.005- إلى الصفر.

عندما يكون حد المراقبة السفلى موجبا، فيمكن أن يتغير فى بعض الحالات إلى الصفر. فإذا ما نظر أفراد التشغيل إلى خريطة p، يكون من الصعب توضيح سبب أن نسبة عدم المطابقة التى تكون أقل من حد المراقبة السفلى تكون خارج التحكم. وفى كلمات أخرى، فإن أداء الجودة الجيدة بصورة استثنائية يصنف على أنه خارج التحكم. لتجنب الحاجة إلى توضيح هذا الموقف لأفراد التشغيل، يتغير حد المراقبة السفلى من القيمة الموجبة إلى الصفر. وعندما تستخدم خريطة المراقبة بأفراد الجودة أو بالإدارة، يترك خط حد المراقبة السفلى موجبا دون تغيير. بهذه الطريقة يعامل الأداء الجيد بصورة استثنائية (يقع تحت حد المراقبة السفلى) على أنه موقف يقع خارج التحكم ويفحص لمعرفة الأسباب المحددة. ومن المأمول فيه أن السبب المحدد يحدد كيف يمكن تكرار هذا الموقف.

الخط المركزى، $\bar{p}$، وحدود المراقبة مبينة فى شكل ٥ ـ ١، كما أن نسبة عدم المطابقة، p، من جدول ٥ ـ ١ وضعت على الخريطة أيضا. وتستخدم هذه الخريطة فى تحديد ما إذا كانت العملية مستقرة أم لا. ومن المهم تمييز أن يحدد الخط المركزى وحدود المراقبة من البيانات.

٥ ـ رسم الخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة establish the revised central line and control limits. لتحديد حدود مراقبة ثلاثة انحرافات معيارية، تحتاج القيمة القياسية أو الدليلية لنسبة عدم المطابقة p أن تحدد. فإذا ما أوضح تحليل خريطة المراقبة فى الخطوة ٤ السابقة مراقبة جيدة (عملية مستقرة)، فعند ذلك يمكن اعتبار $\bar{p}$ ممثلة للعملية. لهذا، فإن أفضل تقدير لـ P_o فى هذا الوقت يكون $\bar{p}$، ويكون $P_o = \bar{P}$.



شكل ٥.١: خريطة p لتوضيح محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة باستخدام بيانات من جدول ٥ ـ ١.

إلا أن معظم العمليات الصناعية لاتكون فى المراقبة عند تحليلها لأول مرة، وهذه الحقيقة موضحة فى شكل ٥ ـ ١ بالمجموعة الجزئية رقم 19، والتى تقع فوق حد المراقبة العلوى، ولهذا، تكون خارج المراقبة. وحيث أن المجموعة الجزئية رقم 19 لها سبب محدد، فيمكن استبعادها من البيانات وتحسب خريطة $\bar{p}$ جديدة بكل المجموعات الجزئية مع استبعاد المجموعة رقم 19. ويمكن تبسيط الحسابات باستخدام الصيغة التالية :

$$\bar{p}_{new} = \frac{\Sigma\, np - np_d}{\Sigma\, n - n_d}$$

حيث : np_d = عدد عدم المطابقة فى المجموعات الجزئية المستبعدة

n_d = العدد المفحوص فى المجموعات الجزئية المستبعدة

عند استبعاد بيانات يجب تذكر أن المجموعات الجزئية التى لها أسباب محددة فقط هى التى تستبعد. أما المجموعات الجزئية التى ليس لها أسباب محددة فتترك فى البيانات. كما أن النقاط التى تقع خارج المراقبة لوجودها أسفل حد المراقبة السفلى لا تستبعد، حيث أنها تمثل أداء جيدا بصورة استثنائية. أما إذا كانت نقطة تقع خارج المراقبة من ناحية الحد السفلى بسبب خطأ فى الفحص، فيجب أن تستبعد.

ومع تطبيق قيمة نمطية أو دليلية لنسبة غير المطابق، P_0، تعطى حدود المراقبة المراجعة بالصيغة :

$$p_0 = \bar{p}_{new}$$

$$UCL = p_0 + 3\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}$$

$$LCL = p_0 - 3\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}$$

حيث : P_0 = الخط المركزى، ويمثل القيمة النمطية أو الدليلية لنسبة عدم المطابقة. وهذه الصيغ لحدود مراقبة لثلاثة انحرافات معيارية من الخط المركزى P_0.

لهذا، فللبيانات الأولية الموجودة فى جدول ٥ ـ ١، يتم الحصول على قيمة جديدة لـ $\bar{p}$ عن طريق استبعاد المجموعة الجزئية رقم 19.

$$\bar{p}_{new} = \frac{\Sigma np - np_d}{\Sigma n - n_d}$$

$$= \frac{138 - 16}{7500 - 300}$$

$$= 0.017$$

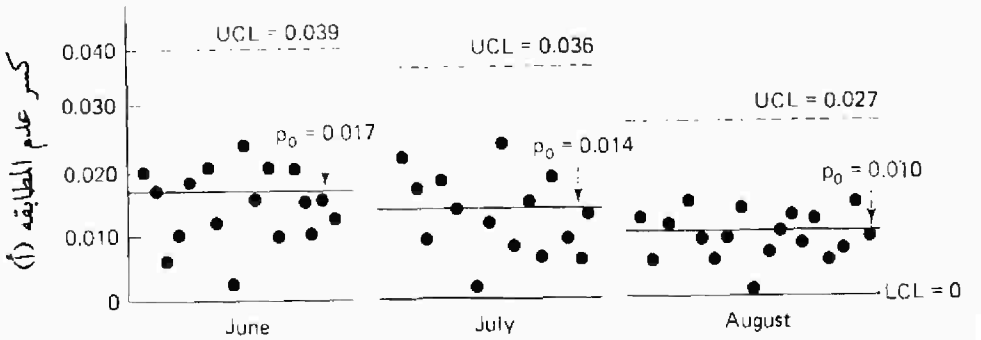
حيث $\bar{P}_{new}$ هى أفضل تقدير للقيمة النمطية أو الدليلية، و $P_0 = 0.017$. ويتم الحصول على حدود المراقبة المراجعة لخريطة P كما يلى :

$$UCL = p_0 + 3\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}} \qquad LCL = p_0 - 3\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}$$

$$= 0.017 + 3\sqrt{\frac{0.017(1 - 0.017)}{300}} \qquad = 0.017 - 3\sqrt{\frac{0.017(1 - 0.017)}{300}}$$

$$= 0.039 \qquad = -0.005 \text{ or } 0.0$$

وتظهر حدود المراقبة المراجعة والخط المركزى P_0 فى شكل ٥ ـ ٢. هذه الخريطة، بدون النقاط المرسومة، توضع فى المكان المناسب.



شكل ٥ـ٢ : استمرار استخدام خريطة p لتمثيل قيم نسبة عدم المطابقة P

٦ـ تحقيق الهدف achieve the objective. أول خمس خطوات هى تخطيط. وتشمل الخطوة الأخيرة إجراء وتقود إلى تحقيق الهدف.

بنيت حدود المراقبة المراجعة على بيانات جمعت فى شهر مايو. بعض القيم الممثلة لنتائج الفحص لشهر يونيو مبينة فى شكل ٥ ـ ٢. ويبين تحليل نتائج شهر يونيو أن الجودة تحسنت. والتحسن متوقع، حيث أن إعداد خريطة مراقبة الجودة عادة ما ينتج عنها تحسن فى الجودة. باستخدام بيانات شهر يونيو، يتم الحصول على تقدير أفضل لنسبة عدم المطابقة. القيمة الجديد (P_o = 0.014) تستخدم فى الحصول على حد المراقبة العلوى UCL البالغ قيمته 0.036.

أثناء الجزء الأخير من شهر يونيو وكل شهر يوليو، نتجت أفكار مختلفة لتحسين الجودة من فريق المشروع واختبرت. هذه الأفكار هى تحديات جديدة، تغير فى حجم السلك، أو بأى قوى، خرائط $\bar{X}$ و R على الغلاف، وما إلى ذلك. وعند اختبار الأفكار كان هناك ثلاثة معايير : يلزم 25 مجموعة جزئية على الأقل، ويمكن ضغط هذه المجموعات الجزئية البالغ عددها 25 فى الوقت طالما أنه لم يحدث تحيز فى المعاينة، ويمكن اختبار فكرة واحدة فقط فى نفس الوقت. يمكن أن يقل حجم العينات، الشىء الذى يسرع من عملية الاختبار، نظرا لأن المزيد من المجموعات الجزئية تحدث فى كل يوم. وتذكر خريطة المراقبة ما إذا كانت الفكرة قد حسنت الجودة، أو أنها قللت الجودة، أو أنها لا تأثير لها على الجودة. ويجب أن توضع خريطة المراقبة فى مكان واضح ليتمكن أفراد التشغيل من رؤيتها.

وتستخدم البيانات من شهر يوليو فى تحديد الخط المركزى وحدود المراقبة لشهر أغسطس. ويحدد نمط التغير لشهر أغسطس أنه لاينتج أى تحسين أكثر. إلا أن 41% من التحسن حدث فى شهر يونيو (0.017) إلى شهر أغسطس (0.010). عند هذه النقطة، نكون قد حصلنا على تحسين معتبر من اختبار الأفكار التى اقترحها فريق المشروع. وبينما يكون هذا التحسين جيدا جدا، إلا أننا يجب أن نستمر فى سعينا بدون كلل لتحسين الجودة ـ فلايزال 1 عدم مطابقة من 100. وربما يقود تحليل الفشل التفصيلى أو المساعدة التقنية من هندسة المنتج إلى أفكار إضافية يمكن تقويمها. ويمكن أن يساعد فى ذلك عمل فريق جديد للمشروع.

ولاينتهى تحسين الجودة على الإطلاق. ويمكن إعادة توجيه المجهودات إلى مجالات أخرى طبقا للحاجة و/ أو للموارد المتاحة.

بعض التعليقات على خرائط p Some Comments on p Charts

مثل خريطة $\bar{X}$ و R، تكون خريطة p أكثر فاعلية إذا ما وضعت فى مكان يستطيع أن يراها من خلاله أفراد التشغيل والجودة. وكذلك، مثل خريطة $\bar{X}$، و R، فإن حدود المراقبة تقع عند ثلاثة انحرافات معيارية من خط المركز. لهذا، فإن حوالى 99% من النقاط المرسومة، تقع بين الحدين العلوى والسفلى للمراقبة.

وتعالج حالة المراقبة لخريطة p بطريقة تشبه ماسبق وصفه فى الفصل الثالث. وقد يرغب القارئ أن يراجع بسرعة على هذا القسم. وخريطة المراقبة لقيم المجموعات الجزئية لـ p تساعد على إبعاد وجود الأسباب المحددة التى يمكن أن تحدث من التغير فى عملية التشغيل. وإلغاء هذه الأسباب المحددة يقلل P_o، ولهذا يكون له تأثير موجب على التلف، وفاعلية الإنتاج، والتكلفة لكل وحدة. كما تحدد خريطة p أيضا اتجاهات طويلة المدى فى الجودة، والتى تساعد فى تقويم التغييرات فى الأفراد، والطرق، والمعدات، والعدد، والمواد، وأساليب الفحص.

وإذا كانت نسبة عدم المطابقة فى المجتمع، ø، معروفة، فلايلزم حساب محاولة حدود المراقبة. وهذا يوفر الوقت جدا، حيث أن P_o = ø، والذى يسمح بتقديم خريطة p على الفور. وكذلك، يمكن تحديد قيمة مطلوبة لـ P_o - وفى هذه الحالة تكون محاولة حدود المراقبة ضرورية.

وحيث أن خريطة p مبنية على توزيع ذات الحدين، فيجب أن توجد فرصة ثابتة لاختيار منتج عدم المطابقة. وفى بعض عمليات التشغيل، إذا ما حدثت وحدة عدم مطابقة واحدة، فتكون كل المنتجات التالية لها تتميز بعدم المطابقة حتى يصحح الشرط. ويحدث هذا النوع من الشروط فى عمليات الدفعات أيضا عندما تكون تتميز محتويات الدفعة بعدم المطابقة أو عندما يحدث خطأ فى أبعاد، أو ألوان، أو ما شابه ذلك. فى مثل هذه الحالات لاتحدث فرصة ثابتة لعدم الحصول على وحدة عدم المطابقة، ولهذا تكون خريطة p غير مناسبة.

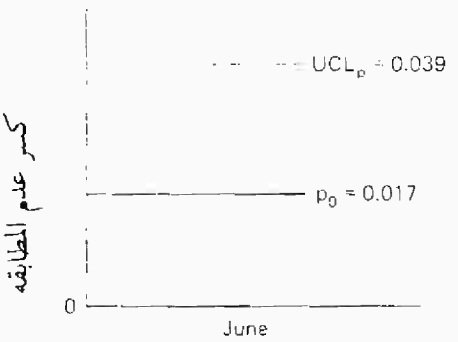
أساليب التقديم Presentation Techniques

تقدم المعلومات الموجودة فى المثال السابق ككسر لعدم المطابقة. كما يمكن أن تقدم أيضا كنسبة مئوية لعدم المطابقة، أو كسر للمطابقة، أو كنسبة مئوية للمطابقة. وتنقل كل الأربعة أساليب نفس المعلومات، كما هو مبين فى شكل ٥ـ٣. يبين الشكلان السفليان المعلومات العكسية من الشكلين العلويين المناظرين.

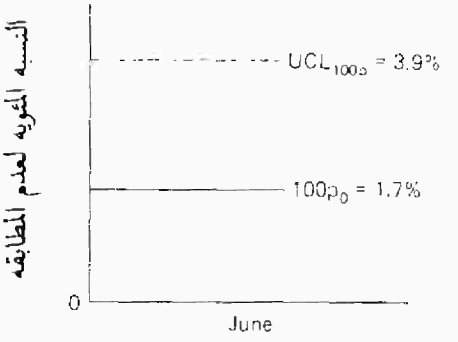
ويبين جدول ٥ ـ ٢ معادلات حساب الخط المركزى وحدود المراقبة للأربعة أساليب كدالة فى p_o.

وتأخذ العديد من الشركات المنهج الموجب وتستخدم أى اثنين من أساليب المطابقة المقدمة. ويكون استخدام الخرائط والنتائج هو نفسه أيا كانت الخريطة المستخدمة.

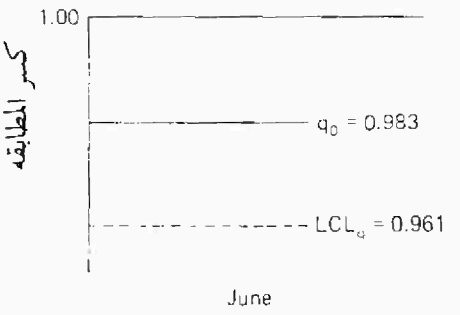
خريطه p لكسر عدم المطابقه



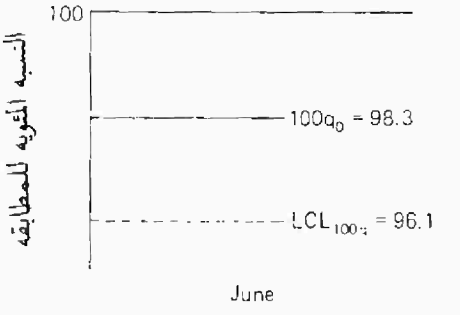
خريطه 100 p للنسبه المئويه لعدم المطابقه



خريطه q لكسر المطابق



خريطه 100 q للنسبه المئويه للمطابقه



شكل ٢٠٥ : أساليب مختلف لتقديم معلومات خريطة p

جـ ا ٢٠٥ : حساب خط المركز وحدود المراقبة لأساليب التقديم المختلفة

	نسبة عدم المطابقة	النسبة المئوية لعدم المطابقة	نسبة المطابقة	النسبة المئوية للمطابقة
الخط المركزى	p_0	$100p_0$	$q_0 = 1 - p_0$	$100q_0 = 100(1 - p_0)$
حد المراقبه العلوى	UCL_p	$100UCL_p$	$UCL_q = 1 - UCL_p$	$100(1 - UCL_p)$
حد المراقبه السفلى	LCL_p	$100LCL_p$	$LCL_q = 1 - LCL_p$	$100(1 - LCL_p)$

رسم خريطة p لحجم مجموعة جزئية متغير

p -Chart Construction for Variable Subgroup Size

كلما كان ممكنا، يجب أن تطور خريطة p وتستخدم بحجم ثابت للمجموعات الجزئية. إلا أن هذا الموقف لايكون ممكنا عند استخدام خريطة p فى فحص 100% للمخرجات التى تتغير من يوم لآخر. كذلك، البيانات لاستخدام خريطة p من فحص معاينة يمكن أن تتغير لأسباب متعددة. حيث أن حدود المراقبة تكون دالة فى حجم المجموعة الجزئية، n، فتتغير حدود المراقبة مع تغير حجم المجموعة الجزئية. لهذا، يجب أن تحسب لكل مجموعة جزئية.

وبينما لايكون مرغوبا فى تغير حجم المجموعة الجزئية، إلا أن هذا يوجد ويجب أن يعالج. وإجراءات تجميع البيانات، ومحاولة خط المركز وحدود المراقبة، وخط المركز وحدود المراقبة المراجعة هى نفسها مثل المستخدمة فى خريطة p مع حجم ثابت للمجموعات الجزئية. ويستخدم مثال بدون الخطوتين 1 و 2 لتوضيح هذا الإجراء.

الخطوة 3 : جمع البيانات collect the data. جمع أحد منتجى أجهزة المودم (الكشف والتعديل) للحاسوب بيانات من الاختبار النهائى للمنتج فى نهاية شهر مارس وكل شهر أبريل. وقد كان حجم المجموعات الجزئية هو نتائج الفحص اليومى. ويبين جدول ٥ ـ ٣ نتائج فحص 25 مجموعة جزئية فى أول ثلاثة أعمدة منه : تحديد المجموعة الجزئية، والعدد المفحوص، وعدد عدم المطابقة. وحسب القائم بالفحص العمود الرابع لنسبة عدم المطابقة مستخدما الصيغة p = np/n. وآخر عمودين فى الجدول هما حسابات الحد العلوى والسفلى للمراقبة، والتى تناقش فى القسم التالى.

التغير فى العدد المفحوص كل يوم يمكن أن يرجع إلى عدد من الأسباب. يمكن أن يحدث فشل للماكينات أو أنها لاتجدول. ويمكن أن يكون لنماذج

المنتج متطلبات إنتاج مختلفة، والتى تتسبب فى تغيرات من يوم لآخر. وبالنسبة إلى بيانات جدول ٥ ـ ٣، كان هناك انخفاض يوم ٩ أبريل إلى 1238 فحص بسبب عدم عمل المناوبة الثانية، وارتفاع يوم ٢٢ أبريل إلى 2678 فحص بسبب العمل وقت إضافى فى أحد مراكز العمل.

الخطوة 4 : تحديد محاولة خط المركز وحدود المراقبة determine the trial central line and control limits . تحسب حدود المراقبة باستخدام نفس الإجراءات والصيغ المستخدمة للمجموعات الجزئية ثابتة الحجم. إلا أنه حيث أن حجم المجموعة الجزئية يتغير من يوم لآخر، فيجب أن تحسب الحدود لكل يوم. أولا متوسط كسر عدم المطابقة، وهو خط المركز، يجب أن يحدد، ويكون :

$$\bar{p} = \frac{\Sigma\, np}{\Sigma\, n} = \frac{1015}{50{,}515} = 0.020$$

جدول ٥ ـ ٣: بيانات أولية للاختبار النهائى لمودم الحاسوب وحدود المراقبة لكل مجموعة جزئية

المجموعة الجزئية	العدد المفحوص n	عدد عدم المطابقة np	نسبة عدم المطابقة p	الحدود UCL	الحدود LCL
March 29	2,385	55	0.023	0.029	0.011
30	1,451	18	0.012	0.031	0.009
31	1,935	50	0.026	0.030	0.010
April 1	2,450	42	0.017	0.028	0.012
2	1,997	39	0.020	0.029	0.011
5	2,168	52	0.024	0.029	0.011
6	1,941	47	0.024	0.030	0.010
7	1,962	34	0.017	0.030	0.010
8	2,244	29	0.013	0.029	0.011
9	1,238	53	0.043	0.032	0.008
12	2,289	45	0.020	0.029	0.011
13	1,464	26	0.018	0.031	0.009
14	2,061	47	0.023	0.029	0.011
15	1,667	34	0.020	0.030	0.010
16	2,350	31	0.013	0.029	0.011
19	2,354	38	0.016	0.029	0.011
20	1,509	28	0.018	0.031	0.009
21	2,190	30	0.014	0.029	0.011
22	2,678	113	0.042	0.028	0.012
23	2,252	58	0.026	0.029	0.011
26	1,641	34	0.021	0.030	0.010
27	1,782	19	0.011	0.030	0.010
28	1,993	30	0.015	0.030	0.010
29	2,382	17	0.007	0.029	0.011
30	2,132	46	0.022	0.029	0.011
	50,515	1,015			

باستخدام p، يمكن الحصول على حدود المراقبة لكل يوم، وليوم ٢٩ مارس تكون الحدود كما يلى:

$$UCL_{29} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{29}}} \qquad LCL_{29} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{29}}}$$

$$= 0.020 + 3\sqrt{\frac{0.020(1-0.020)}{2385}} \qquad = 0.020 - 3\sqrt{\frac{0.020(1-0.020)}{2385}}$$

$$= 0.029 \qquad = 0.011$$

وتكون الحدود ليوم ٣٠ مارس كما يلى :

$$UCL_{30} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{30}}} \qquad LCL_{30} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{30}}}$$

$$= 0.020 + 3\sqrt{\frac{0.020(1-0.020)}{1451}} \qquad = 0.020 - 3\sqrt{\frac{0.020(1-0.020)}{1451}}$$

$$= 0.031 \qquad = 0.009$$

حسابات حدود المراقبة السابقة تكرر لبقية المجموعات الجزئية البالغ عددها 23 مجموعة. وحيث أن n هو المتغير الوحيد الذى يتغير، فمن الممكن تبسيط الحسابات كما يلى :

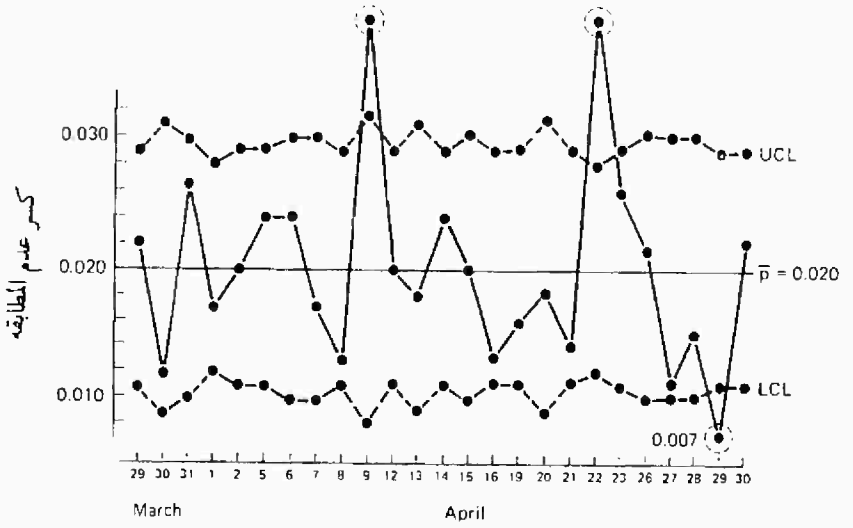
$$CL's = \bar{p} \pm \frac{3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{\sqrt{n}}$$

$$= 0.020 \pm \frac{3\sqrt{0.020(1-0.020)}}{\sqrt{n}}$$

$$= 0.020 \pm \frac{0.42}{\sqrt{n}}$$

باستخدام هذا الأسلوب تصبح الحسابات أكثر سرعة. وتظهر حدود المراقبة لكل المجموعات الجزئية البالغ عددها 25 فى العمودين الرابع والخامس من جدول ٥ـ٣. ويبين شكل ٥ ـ ٤ توضيحا بيانيا لمحاولة حدود المراقبة، وخط المركز، وقيم المجموعات الجزئية.

لاحظ أنه مع زيادة حجم المجموعة الجزئية، يزداد تقارب حدود المراقبة لبعضهما، ومع صغر حجم المجموعة الجزئية، تتباعد حدود المراقبة عن بعضها. هذه الحقيقة تكون واضحة من الصيغة وعن طريق مقارنة حجم المجموعة الجزئية، n، مع حدى المراقبة العلوى UCL السفلى LCL لها.



شكل ٥ـ٤: البيانات الأولية، وخط المركز، ومحاولة حدود المراقبة

الخطوة 5: تحديد خط مركز وحدود مراقبة مراجعة eastablish revised central line and control limits . بمراجعة شكل ٥ ـ ٤ يظهر وجود موقف خارج المراقبة يوم ٩ أبريل، ويوم ٢٢ أبريل، ويوم ٢٩ أبريل. لقد كان هناك مشكلة مع سبيكة اللحام يومى ٩ و ٢٢ أبريل، كما وجد أن معدة الاختبار كانت خارج مدى المعايرة يوم ٢٩ أبريل. وحيث أن كل هذه النقاط الواقعة خارج التحكم لها مسببات محددة، فإنها تستبعد. ويتم الحصول على $\bar{p}$ جديدة على النحو التالى :

$$\bar{p}_{new} = \frac{\Sigma np - np_d}{\Sigma n - n_d}$$

$$= \frac{1015 - 53 - 113 - 17}{50,515 - 1238 - 2678 - 2382}$$

$$= 0.019$$

وحيث تمثل هذه القيمة أفضل تقدير للقيمة النمطية أو الدليلية لكسر عدم المطابقة، $p_o = 0.019$.

يستخدم كسر عدم المطابقة، po، فى حساب حدى المراقبة العلوى والسفلى للفترة القادمة، وهى شهر مايو. إلا أن الحدين لايمكن أن يحسبا حتى نهاية كل يوم، عندما يكون حجم المجموعة الجزئية، n،معروفا. وهذا يعنى أن حدود المراقبة لاتعرف مسبقا على الإطلاق. ويبين جدول ٥ ـ ٤ نتائج فحص أول ثلاثة أيام عمل فى شهر مايو. وحدود المراقبة وكسر عدم المطابقة ليوم ٣ مايو هى كما يلى:

$$p_{\text{May 3}} = \frac{np}{n} = \frac{31}{1535} = 0.020$$

$$\text{UCL}_{\text{May 3}} = p_0 + 3\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n_{\text{May 3}}}}$$

$$= 0.019 + 3\sqrt{\frac{0.019(1 - 0.019)}{1535}}$$

$$= 0.029$$

$$\text{LCL}_{\text{May 3}} = p_0 - 3\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n_{\text{May 3}}}}$$

$$= 0.019 - 3\sqrt{\frac{0.019(1 - 0.019)}{1535}}$$

$$= 0.009$$

جدول ٥.٤: نتائج الفحص لأيام ٣ و ٤ و ٥ مايو

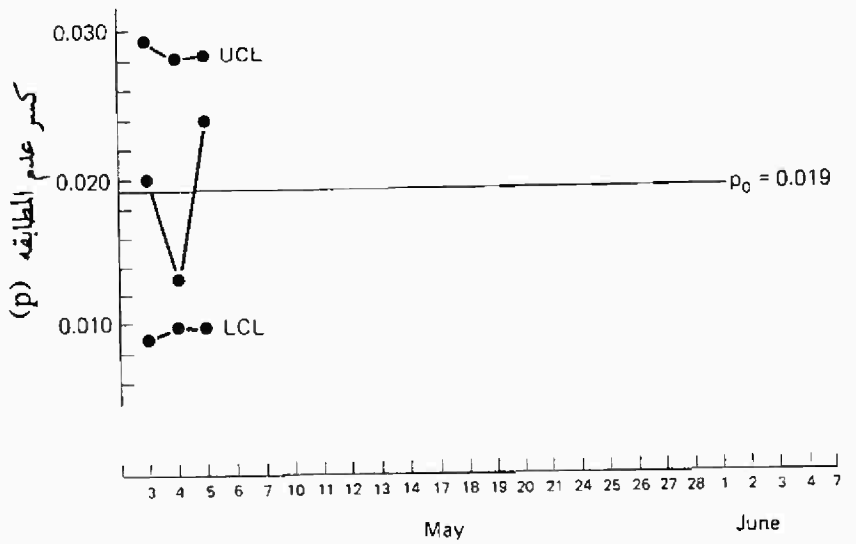
المجموعة الجزئية	العدد المفحوص	عدد عدم المطابقة
May 3	1535	31
4	2262	28
5	1872	45

حدا المراقبة العلوى والسفلى وكسر عدم المطابقة ليوم ٣ مايو وضعت على خريطة p كما هو موضح فى شكل ٥ ـ ٥. وبطريقة شبيهة، تعد الحسابات ليومى ٤ و ٥ مايو وتوقع على الخريطة.

وتستمر الخريطة حتى نهاية شهر مايو، باستخدام $P_o = 0.019$. وحيث أنه من المعتاد حدوث تحسن بعد تقديم الخريطة، فربما يتم الحصول على تقدير أفضل لقيمة P_o فى نهاية شهر مايو باستخدام بيانات الشهر. ويجب أن تقوم قيمة P_o دوريا فى المستقبل.

إذا كانت قيمة P_o معروفة، فلايكون هناك حاجة إلى عملية جمع البيانات ومحاولة حدود المراقبة. وهذا يوفر وقتا وجهدا كبيرين.

وحيث أن بعض الخلط يحدث بين P_o و $\bar{P}$ و P، فسوف تكون تعريفاتها :



شكل ٥.٥: حدود المراقبة وكسر عدم المطابقة لأول ثلاثة أيام عمل فى شهر مايو

١ـ P هى كسر عدم المطابقة فى مجموعة جزئية فردية. وتوقع على الخريطة ولاnot تستخدم فى حساب حدود المراقبة.

٢ـ $\bar{p}$ هى متوسط كسر عدم المطابقة للعديد من المجموعات الجزئية. وهى مجموع عدد عدم المطابقة مقسوما على مجموع العدد المفحوص وتستخدم فى حساب محاولة حد المراقبة.

٣ـ P_o هى القيمة النمطية أو الدليلية لكسر عدم المطابقة مبنية على أفضل تقدير لقيمة $\bar{P}$. وتستخدم فى حساب حدود المراقبة المراجعة. ويمكن أن تحدد بأنها القيمة المرغوب فيها.

٤ـ ø هى كسر عدم المطابقة فى المجتمع. وعندما تكون هذه القيمة معروفة، فيمكن أن تستخدم فى حساب الحدود، حيث أن $P_o = ø$.

تقليل تأثير حجم المجموعة الجزئية المتغير

Minimizing the Effect of Variable Subgroup Size

عندما تتغير حدود المراقبة من مجموعة جزئية لمجموعة جزئية أخرى، فإنها تقدم خريطة غير جذابة يكون من الصعب توضيحها لأفراد التشغيل. كما أنها تكون صعبة أيضا فى توضيح أن حدود المراقبة حسبت فى نهاية كل يوم أو نهاية كل فترة زمنية بدلا من حسابها قبل الفترة الزمنية. وهناك أسلوبان يقللان من تأثير حجم المجموعة الجزئية المتغير.

١ـ حدود مراقبة لمتوسط حجم المجموعة الجزئية control limits for an average subgroup size باستخدام متوسط حجم المجموعة الجزئية، يمكن حساب أحد الحدود ووضعه على خريطة المراقبة. ويمكن أن يبنى متوسط حجم المجموعة

الجزئية على الإنتاج المتوقع للشهر أو على فحوصات الشهر السابق. وكمثال، متوسط العدد المفحوص للبيانات الأولية فى جدول ٥ ـ ٣ يمكن أن يكون :

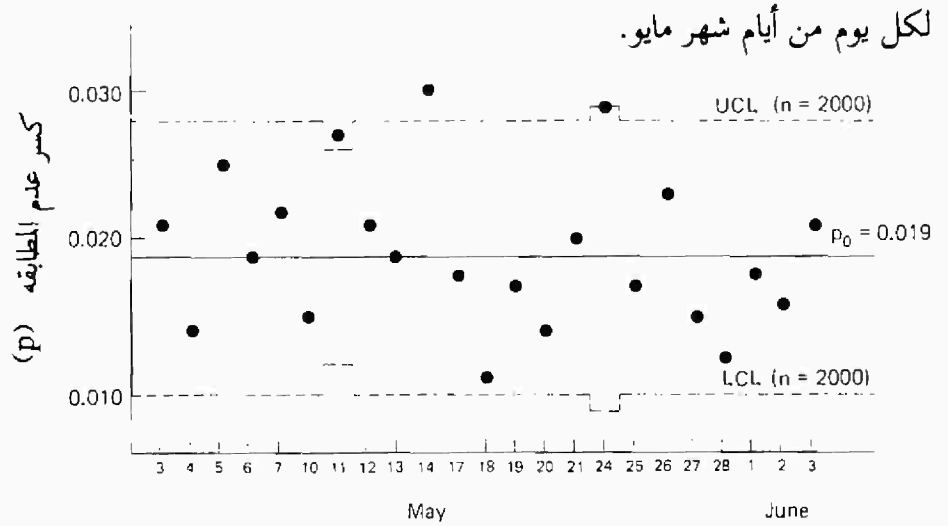
$$n_{av} = \frac{\Sigma n}{g} = \frac{50,515}{25} = 2020.6, \qquad \text{say } 2000$$

باستخدام قيمة 2000 لحجم المجموعة الجزئية n، و $P_0 = 0.019$، يمكن أن يصبح حدا المراقبة العلوى والسفلى كما يلى :

$$LCL = p_0 - 3\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n_{av}}} = 0.019 - 3\sqrt{\frac{0.019(1-0.019)}{2000}} = 0.010$$

$$UCL = p_0 + 3\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n_{av}}} = 0.019 + 3\sqrt{\frac{0.019(1-0.019)}{2000}} = 0.028$$

وتظهر حدود المراقبة فى خريطة p من شكل ٥ ـ ٦ مع كسر عدم المطابقة، p، لكل يوم من أيام شهر مايو.



شكل ٥.٦ : خريطة لشهر مايو توضح استخدام متوسط حجم المجموعة الجزئية

عند استخدام متوسط حجم المجموعة الجزئية، يوجد أربعة مواقف تحدث بين حدود المراقبة والقيم الفردية لكسر عدم المطابقة.

الحالة الأولى : تحدث هذه الحالة عندما تقع النقطة (كسر عدم مطابقة لمجموعة جزئية) داخل الحدود ويكون حجم مجموعتها الجزئية أقل من متوسط حجم المجموعة الجزئية. بيانات يوم ٦ مايو، p = 0.011 و n = 1828، تمثل هذه الحالة. وحيث أن حجم المجموعة الجزئية ليوم ٦ مايو (1828) أقل من المتوسط 2000، فتكون حدود المراقبة لهذا اليوم أوسع منها عن حدود المراقبة لمتوسط حجم المجموعة الجزئية. لهذا، فى هذه الحالة لاتكون حدود المراقبة الفردية لازمة. وإذا كان p فى المراقبة عندما n = 2000 فيجب أن تكون فى المراقبة أيضا عندما تكون n = 1828.

الحالة الثانية : تحدث هذه الحالة عندما تقع نقطة (كسر عدم مطابقة لمجموعة جزئية)داخل حدود المتوسط ويكون حجم مجموعتها الجزئية أكبر من متوسط حجم المجموعة الجزئية. بيانات يوم ١١ مايو، p = 0.027 و n = 2900، توضح هذه الحالة. حيث أن حجم المجموعة الجزئية ليوم ١١ مايو أكبر من متوسط حجم الجموعة الجزئية، فإن حدود المراقبة ليوم ١١ مايو تكون أقرب من بعضها عن حدود المراقبة لمتوسط حجم المجموعة الجزئية. لهذا، عندما يكون هناك اختلاف كبير فى حجم المجموعة الجزئية، تحسب حدود المراقبة الفردية. وبالنسبة إلى يوم ١١ مايو تكون قيم الحدين العلوى والسفلى هى 0.026 و 0.012، على التوالى. وحدود المراقبة الفردية هذه مبينة فى شكل ٥ ـ ٦. ويمكن رؤية أن النقطة تكون بعد حد المراقبة الفردى ولهذا يكون لدينا موقف خارج المراقبة.

الحالة الثالثة : تحدث هذه الحالة عندما تقع نقطة (كسر عدم مطابقة لمجموعة جزئية) خارج الحدود ويكون حجم مجموعتها الجزئية أكبر من متوسط حجم المجموعة الجزئية. بيانات يوم ١٤ مايو، p = 0.030 و n = 2365، توضح هذه الحالة.

وحيث أن حجم المجموعة الجزئية ليوم ١٤ مايو (2365) أكبر من المتوسط 2000، فإن حدود المراقبة ليوم ١٤ مايو تكون أقرب منها لمتوسط حجم المجموعة الجزئية. لهذا، فى هذه الحالة لايكون هناك حاجة إلى حدود مراقبة فردية. إذا كانت p خارج التحكم عندما تكون n = 2000، فيجب أن تكون خارج التحكم أيضا عندما تكون n = 2365.

الحالة الرابعة : تحدث هذه الحالة عندما تقع نقطة (كسر عدم مطابقة لمجموعة جزئية) خارج الحدود ويكون حجم مجموعتها الجزئية أقل من متوسط حجم المجموعة الجزئية. وتوضح بيانات يوم ٢٤ مايو، p = 0.029 و n = 1590، هذه الحالة. حيث أن حجم المجموعة الجزئية ليوم ٢٤ مايو (1590) يكون أقل من المتوسط 2000، فتكون حدود المراقبة أوسع عن بعضها بالمقارنة بحدود مراقبة متوسط حجم المجموعة الجزئية. لهذا، عندما يكون هناك فرق كبير فى حجم المجموعة الجزئية، تحسب حدود المراقبة الفردية. وبالنسبة إلى يوم ٢٤ مايو قيمتا الحدين العلوى والسفلى كانتا 0.029 و 0.009 على التوالى. وحدود المراقبة الفردية هذه مبينة فى شكل ٥ ـ ٦. ويمكن رؤية أن النقطة تكون على حد مراقبة فردى ويفترض أنها فى المراقبة.

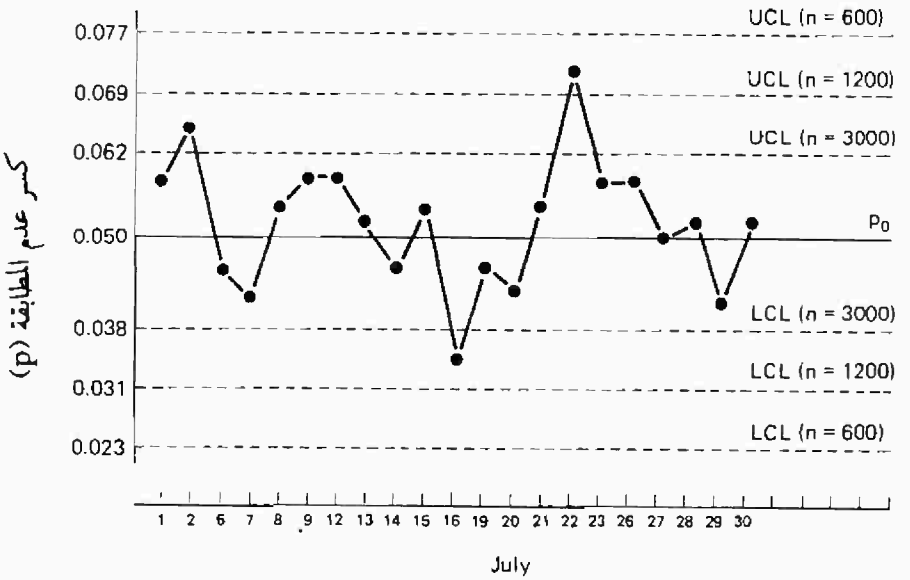
ولايكون ضروريا دائما حساب حدود المراقبة الفردية فى الحالتين الثانية والرابعة. فعندما تكون قيمة p قريبة من حدود المراقبة فقط يكون ضروريا تحديد الحدود الفردية. ولمثال المشكلة هذا قيم p داخل 0.002 ± مثلا من الحدود الأصلية يجب أن تختبر. وحيث أن حوالى 5% من قيم p تكون قريبة من حدود المراقبة، فلا تحتاج إلا قلة فقط من قيم p إلى أن تقوم.

بالإضافة إلى ذلك، ليس من الضرورى حساب حدود المراقبة الفردية طالما أن حجم المجموعة الجزئية لاينحرف بشدة عن المتوسط، وليكن 15% مثلا. ولهذا

المثال، حجم المجموعة الجزئية من 1700 إلى 2300 يكون كافيا ولايحتاج إلى حسابات حدود مراقبة فردية.

وفعليا، عندما يستخدم متوسط حجم المجموعة الجزئية، تتحدد حدود المراقبة الفردية بصورة غير متكررة ـ حوالى مرة كل 3 أشهر.

٢ ـ حدود المراقبة لأحجام مجموعات جزئية مختلفة control limits for different subgroup sizes أسلوب آخر، وجد أنه فعال، هو تحديد حدود مراقبة لأحجام مجموعات جزئية مختلفة. ويوضح شكل ٥ ـ ٧ مثل هذه الخريطة. وباستخدام حدود مراقبة مختلفة والأربع حالات سالفة الذكر، تصبح الحاجة إلى حساب حدود مراقبة فردية نادرة. مثال ذلك، المجموعة الجزئيةليوم ١٦ يوليو التى لها 1150 فحص تكون فى المراقبة، والمجموعة الجزئية ليوم ٢٢ يوليو التى لها 3500 فحص تكون خارج المراقبة.



شكل ٧.٥ : خريطة p موضحة خط المركز وحدود المراقبة لمجموعات جزئية مختلفة

يبين تحليل شكل ٥ ـ ٧ أن علاقة حدود المراقبة مع حجم المجموعة الجزئية، n، تكون أسية بدلا من كونها خطية. وفى كلمات أخرى، لاتكون خطوط حدود المراقبة متساوية المسافة للأجزاء الفرعية لحجم المجموعة الجزئية n.

خريطة عدد عدم المطابقة Number Nonconforming Chart

خريطة عدد عدم المطابقة (خريطة np) هى تقريبا نفس الشىء مثل خريطة p. إلا أنك، فى الحقيقة، يجب ألا تستخدمهما فى نفس الغرض.

خريطة np أسهل لأفراد التشغيل فى الفهم عن خريطة p. وكذلك، توقع نتائج الفحص على الخريطة مباشرة بدون أى حسابات.

اذا ما سمح لحجم المجموعة الجزئية بالتغير، فإن خط المركز وحدود المراقبة تتغير، الشىء الذى يقدم خريطة لامعنى لها تقريبا. لهذا، أحد القيود على خريطة np هو أن حجم المجموعة الجزئية يجب أن يكون ثابتا. ويجب توضيح حجم العينة على الخريطة بحيث يكون لدى الناظرين نقطة دليل.

وحيث أن خريطة عدد عدم المطابقة تكافئ رياضيا خريطة نسبة عدم المطابقة، فتتغير خط المركز وحدود المراقبة بالمعامل n. والصيغ هى :

$$\text{Central line} = np_0 \quad \text{(خط المركز)}$$

$$\text{Control limits} = np_0 \pm 3\sqrt{np_0(1 - p_0)} \quad \text{(حدود المراقبة)}$$

إذا كان كسر عدم المطابقة p_0 غير معروف، فيجب أن يحدد بواسطة جمع البيانات، وحساب محاولة حدود المراقبة، والحصول على أفضل تقدير لقيمة P_0. ويتم الحصول على صيغ محاولة حدود المراقبة بالتعويض بـ $\bar{P}$ بدلا من P_0 فى الصيغ السابقة.

مثال لمشكلة EXAMPLE PROBLEM

يوضح مثال لمشكلة الطريقة. تأخذ وكالة حكومية عينة من الوثائق اليومية حجمها 200 وذلك من إنتاج دفعة يومية مقدارها 6000. ومن السجلات السابقة كانت القيمة النمطية أو الدليلية لكسر عدم المطابقة، P_o، هى 0.075.

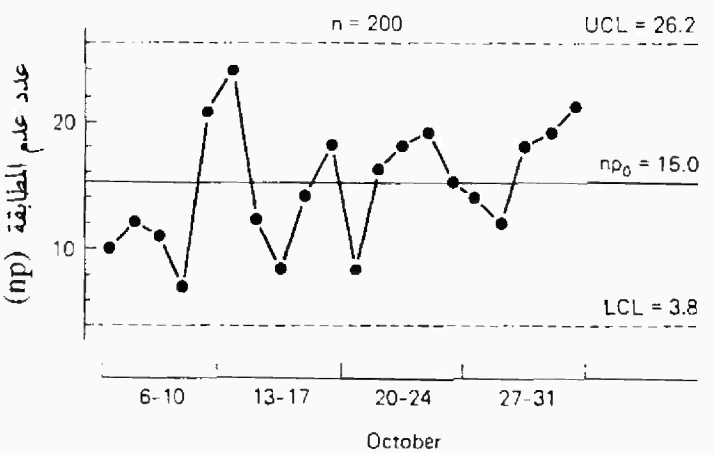
حسابات خط المركز وحدود المراقبة تكون كما يلى :

$$np_0 = 200(0.075) = 15.0$$

$$UCL = np_0 + 3\sqrt{np_0(1 - p_0)} = 15 + 3\sqrt{15(1 - 0.075)} = 26.2$$

$$LCL = np_0 - 3\sqrt{np_0(1 - p_0)} = 15 - 3\sqrt{15(1 - 0.075)} = 3.8$$

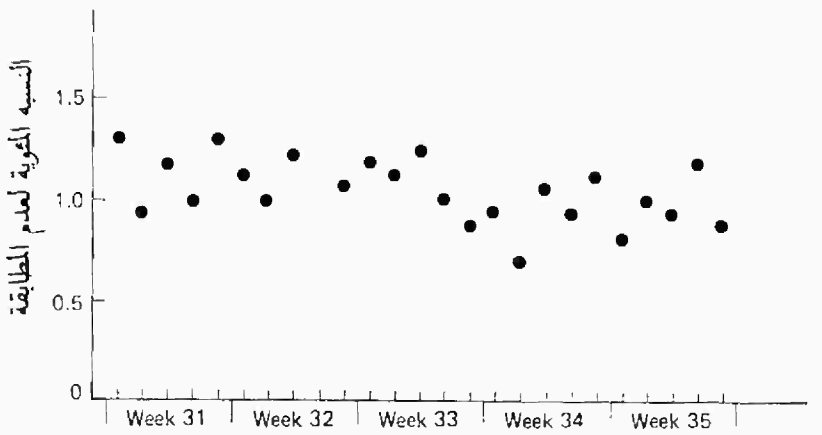
حيث أن عدد عدم المطابقة يكون رقما صحيحا، فيجب أن تكون قيم الحدود أرقاما صحيحة، إلا أنها يمكن أن تترك ككسور. وتمنع هذه العملية من وقوع نقطة مرسومة على خط المراقبة. وبالطبع خط المركز يكون كسرا. ويبين شكل ٥ ـ ٨ خريطة المراقبة لأربعة أسابيع فى شهر أكتوبر.



شكل ٥ ـ ٨ : خريطة عدد عدم المطابقة (خريطة np)

خريطة الدورة Run Chart

سبق أن وصفت خريطة الدورة للمتغيرات فى الفصل الثالث. ونفس نوع الخريطة يمكن أن يستخدم للخواص. ويبين شكل ٥ ـ ٩ خريطة دورة للنسبة المئوية لعدم المطابقة تغطى فترة من 5 أسابيع. نتائج فحص كل يوم وقعت على الخريطة.



شكل ٥ ـ ٩: خريطة دورة للنسبة المئوية لعدم المطابقة

هذا النوع من الخرائط يكون فعالا جدا أثناء مرحلة بدء عنصر جديد أو عملية جديدة عندما تكون العملية غريبة الأطوار جدا. كذلك، تفضل العديد من الشركات استخدام هذا النوع من الخرائط فى قياس أداء الجودة بدلا من خريطة المراقبة. وحيث أن الهدف هو النسبة المئوية صفر لعدم المطابقة، فيمكن أن ينقل خط المركز وحدود المراقبة إلى أفراد التشغيل أن النسبة المئوية الأقل من الصفر تكون مقبولة. هذا النوع من المعالجة يكون كافيا طالما أن الإدارة تميز أن قيود النظام قد

تحد الجودة بدلا من أفراد التشغيل. ويحدد تحليل شكل ٥ ـ ٩ أن العملية مستقرة نسبيا، لهذا، يمكن أن تنتج الجودة الأفضل فى تحسينات فقط للنظام.

وحيث أن خريطة الدورة ليس لها حدود، فهى ليست خريطة مراقبة. وهذه الحقيقة لاتحد من فعاليتها فى العديد من المواقف.

مقدرة العملية Process Capability

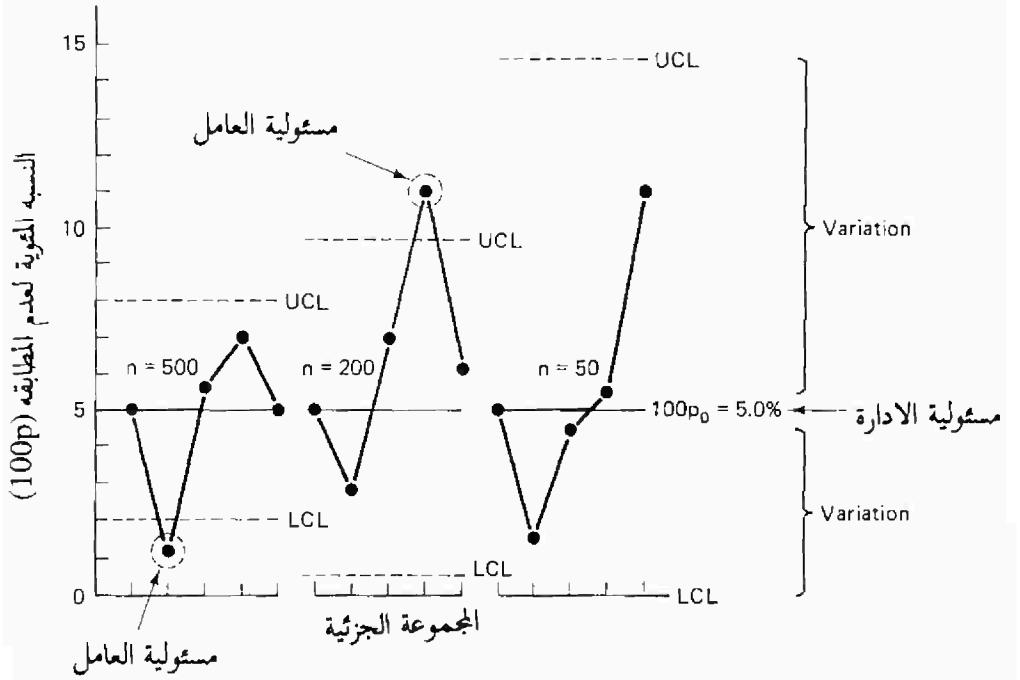
سبق وصف مقدرة عملية المتغير فى الفصل الثالث. وبالنسبة للخاصية تكون هذه العملية أسهل. فى الحقيقة، مقدرة العملية هى خط المركز لخريطة المراقبة.

ويبين شكل ٥ ـ ١٠ خريطة نسبة مئوية لعدم المطابقة لأول تشغيل لتسرب ماء السيارة بخط مركزى 5.0%. قيمة 5% هى مقدرة العملية والنقاط المرسومة تغير من المقدرة داخل حدود المراقبة. هذا التغير يحدث بطريقة عشوائية إلا أنه يتبع توزيع ذات الحدين.

بينما تبين حدود المراقبة حدود التغير فى المقدرة، إلا أنه يجب أن يفهم أن الحدود دالة فى حجم المجموعة الجزئية. وهذه الحقيقة مبينة فى شكل ٥ ـ ١٠ لأحجام مجموعات جزئية 500 و 200 و 50. ومع تزايد حجم المجموعة الجزئية، تصبح حدود المراقبة أقرب إلى خط المركز.

وتكون الإدارة مسئولة عن المقدرة. فإذا لم يكن 5% مقنعا، فيجب أن تبدأ الإدارة الإجراءات وتقدم الموارد لاتخاذ الإجراء التصحيحى اللازم. وطالما أن أفراد التشغيل (العمال، وملاحظى الخط الأول، وعمال الصيانة، والفاحصين) يحتفظون بالنقاط المرسومة داخل حدود المراقبة، فإنهم يفعلون ما تكون العملية قادرة على

أدائه. وعند وقوع نقطة مرسومة خارج حد المراقبة، فعادة ما يكون أفراد التشغيل هم المسئولون. والنقطة المرسومة تحت حد المراقبة السفلى تكون بسبب جودة مرتفعة بصفة استثنائية. ويجب أن تفحص لتحديد السبب المحدد حتى إذا لم تكن بسبب خطأ فى الفحص، فيمكن أن تتكرر.



شكل ١٠.٥: توضيح ومسئولية مقدرة العملية

خرائط المراقبة لعدد غير المطابقات

CONTROL CHARTS FOR COUNT OF NONCONFORMITIES

مقدمـة Introduction

المجموعة الأخرى لخرائط الخواص هى خرائط غير المطابق. وبينما تراقب خريطة p نسبة عدم المطابقة فى المنتج، فإن خريطة غير المطابقات تراقب عدد غير المطابقات فى المنتج. تذكر أن العنصر يصنف بأنه وحدة عدم مطابقة سواء كان به واحد أو أكثر من غير المطابقات. وهناك نوعان من الخرائط : خريطة عدد غير المطابقات c، وخريطة عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة u.

وحيث أن هذه الخرائط مبنية على توزيع بواسون. فيجب أن يتحقق شرطان. أولا، يجب أن يكون متوسط عدد غير المطابقات أقل كثيرا من إجمالى عدد غير المطابقات الممكن. وفى كلمات أخرى، تكون فرصة غير المطابقات كبيرة، بينما تكون فرصة غير المطابق فى أى موقع واحد صغيرة جدا. وهذا الموقف يكون تقليديا فى حالة مسامير اللحام الموجودة فى طائرة تجارية، حيث يكون هناك عدد كبير من مسامير اللحام مع وجود فرصة صغيرة لأن يكون أحد هذه المسامير بصفة خاصة غير مطابق. الشرط الثانى يحدد أن الحدوثات تكون مستقلة. وفى كلمات أخرى، حدوث غير مطابق واحد لا يؤثر، بالزيادة أو بالنقصان، على فرصة الحدوث التالى لغير المطابق. مثال ذلك، إذا ما كتب أحد الكاتبين على الآلة الكاتبة خطابا غير صحيح فيكون هناك ترجيح متساوى لأن يكون الخطاب التالى خطأ. وأى مبتدئ فى الكتابة بالآلة الكاتبة يعرف أن هذا ليس هو الحال دائما لأنه إذا لم تكن الأصابع على الحروف الصحيحة، ففرصة أن الخطاب التالى يكون خطأ تكون أكيدة.

والمواقع الأخرى التى تحقق فيها خرائط غير المطابقات الشرطين هى : عدم الاكتمال فى لوح كبير من الورق الملفوف على أسطوانة، والأخطاء المطبعية فى إحدى الصفحات المطبوعة، وبقع الصدأ الموجودة على ألواح الصلب، والبذور أو جيوب الهواء فى المنتجات الزجاجية، وغير مطابقات الالتصاق فى 1000 قدم مربع من لوحة مموجة، وعلامات الصب الموجودة على الزوارق المصنوعة من الفيبرجلاس، وأخطاء الفواتير، والأخطاء الموجودة فى الصيغ.

ومثل خريطة وحدة عدم المطابقة، فإن حدود المراقبة لغير المطابقات تبنى على ثلاثة انحرافات معيارية من خط المركز. لهذا، فإن حوالى 99% من قيم المجموعات الجزئية تقع بين الحدين. ويقترح على القارئ أن يراجع قسم «حالة المراقبة» فى الفصل الثالث، حيث أن الكثير من هذه المعلومات تطبق على خرائط العيب defect.

الأهـداف objectives

بينما لا تكون خرائط عدد غير المطابقات شاملة مثل خرائط $\bar{X}$ و R أو خرائط p، إلا أنها لاتزال لها عدد من التطبيقات، سبق ذكر بعض منها.

أهداف خرائط عدد غير المطابقات هى :

١ـ تحديد متوسط مستوى الجودة كعلامة مميزة أو نقطة بداية. هذه المعلومة تعطى مقدرة العملية.

٢ـ توجيه انتباه الإدارة إلى أى تغيرات فى المتوسط. وبمجرد معرفة متوسط الجودة، يصبح أى تغيير معنويا.

٣ـ تحسين جودة المنتج. وفى هذا الصدد يمكن أن توجه خريطة عدد غير المطابقات أفراد العمليات والإدارة إلى تقديم أفكار لتحسين الجودة. وتذكر الخريطة ما إذا كانت الفكرة مناسبة أم لا. ويجب بذل مجهود مستمر لايلين لتحسين الجودة.

٤ـ تقويم أداء الجودة لأفراد العمليات والإدارة. وطالما أن الخريطة فى المراقبة فإن أفراد العمليات يعملون بطريقة مقنعة. وحيث أن خرائط عدد غير المطابقات عادة ما تطبق على الأخطاء، فإنها تكون فعالة جدا فى تقويم الجودة لمجالات وظائف التمويل، والمبيعات،وخدمات العملاء، وما إلى ذلك.

٥ـ اقتراح مواقع لاستخدام خرائط $\bar{X}$ و R. فتميل بعض تطبيقات عدد غير المطابقات إلى التحليل الأكثر تفاصيلا عن طريق خرائط $\bar{X}$ و R.

٦ـ تقديم معلومات خاصة بقبول المنتج قبل شحنه.

هذه الأهداف تكون متطابقة تقريبا مع نظيرتها لخرائط عدم المطابقة. لهذا، يجب أن يحتاط من التأكد من أن الخرائط المناسبة هى المستخدمة.

وبسبب قيود خرائط عدد غير المطابقات، فلا تجد العديد من المصانع والصناعات فرصة لاستخدامها.

تشييد خريطة c c-Chart Construction

إجراءات تشييد خريطة c هى نفسها مثل اجراءات تشييد خريطة p. فاذا كان عدد غير المطابقات c غير معروفا، فيجب ان يوجد عن طريق جمع بيانات، وحساب محاولة حدود مراقبة، والحصول على أفضل تقدير.

١ ـ إختر خاصية (خواص) الجودة select the quality characteristic (s). أول خطوة فى الإجراء هى تحديد استخدام خريطة المراقبة. ومثل خريطة p، يمكن

إعدادها (أ) لخاصية جودة فردية، أو (ب) لمجموعة من خواص الجودة، أو (ج) لجزء، أو (د) لمنتج كامل، أو (هـ) لعدد من المنتجات. كما يمكن أن تعد أيضا لمراقبة الأداء (أ) لعامل، أو (ب) لمركز عمل، أو (ج) لقسم، أو (د) لمناوبة، أو (هـ) لمصنع، أو (و) لمنشأة. واستخدام الخريطة أو الخرائط يكون مبنيا على تأمين أقصى منفعة بأقل تكلفة.

٢ ـ حدد حجم المجموعة الجزئية والطريقة determine subgroup size and method. حجم خريطة c هو وحدة مفحوصة واحدة. والوحدة المفحوصة يمكن ان تكون طائرة، أو صندوقا من علب المياه الغازية، أو ربطة أقلام رصاص، أو حزمة من التطبيقات الطبية، أو رصة عناوين، وما إلى ذلك. ويمكن أن تكون طريقة الحصول على العينة عن طريق مراجع أو فى الخط المفتوح مباشرة.

٣ ـ إجمع البيانات collect the data. لقد جمعت بيانات عن عدد غير المطابقات من التشوهات فى القوارب البلاستيكية. وقد جمعت هذه البيانات خلال الأسبوعين الأول والثانى من شهر مايو عن طريق فحص عينات إنتاج عشوائية. وتظهر البيانات فى جدول ٥ ـ ٥ لعدد ٢٥ قاربا، وهو أقل عدد لمجموعات جزئية لازمة لحسابات محاولة حدود المراقبة. لاحظ أن القاربين MY132 و MY278 لديهما صعوبات إنتاج.

جدول ٥.٥ عدد التشوهات غير المطابقات (c)طبقا للرقم المسلسل للقارب

رقم مسلسل	عدد غير المطابقات	تعليق	رقم مسلسل	عدد غير المطابقات	تعليق
MY102	7		MY198	3	
MY113	6		MY208	2	
MY121	6		MY222	7	
MY125	3		MY235	5	
MY132	20	Mold Sticking	MY241	7	
MY143	8		MY258	2	
MY150	6		MY259	8	
MY152	1		MY264	0	
MY164	0		MY267	4	
MY166	5		MY278	14	Fell off skid
MY172	14		MY281	4	
MY184	3		MY288	5	
MY185	1				
			Total	$\Sigma c = 141$	

٤ـ إحسب محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة calculate the trial central line and control limits. صيغة محاولة حدود المراقبة هى :

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$
$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

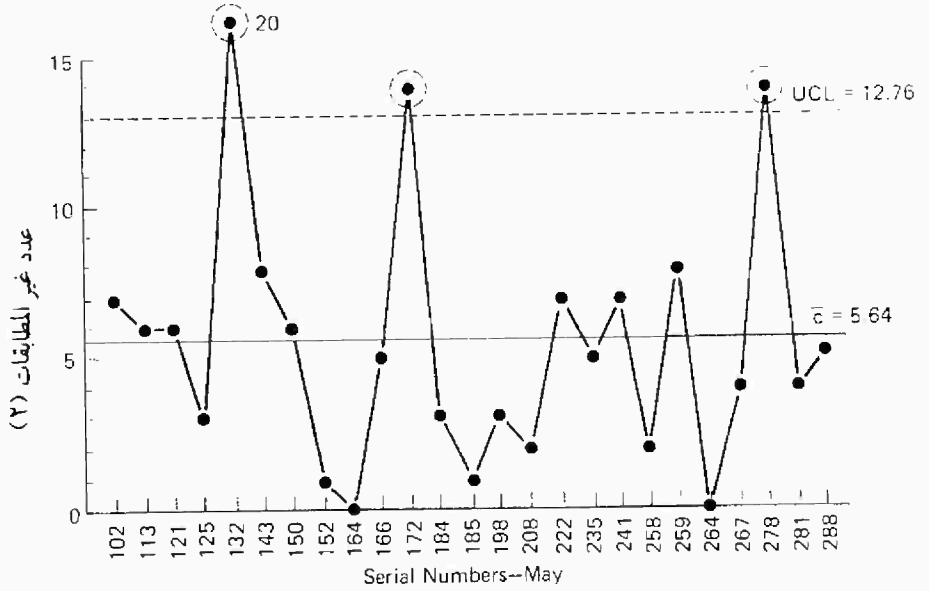
حيث c هى متوسط عدد غير المطابقات لعدد المجموعات الجزئية. ويتم الحصول على قيمة $\bar{c}$ من العلاقة $\bar{c} = \Sigma\, c/g$ ، حيث g هى عدد المجموعات الجزئية، و c هى عدد غير المطابقات. وللبيانات الموجودة فى جدول ٥ ـ ٥، تكون الحسابات كما يلى:

$$\bar{c} = \frac{\Sigma\, c}{g} = \frac{141}{25} = 5.64$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 5.64 + 3\sqrt{5.64} = 12.76$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 5.64 - 3\sqrt{5.64} = -1.48, \text{ or } 0$$

وحيث أن حد المراقبة السفلى البالغ قيمته 1.48- يكون مستحيلا، فإنه يتغير إلى الصفر. ويترك حد المراقبة العلوى البالغ قيمته 12.76 ككسر بحيث أن النقطة المرسومة التى تكون رقما صحيحا لا يمكنها أن تقع على حد المراقبة. ويوضح شكل ٥ ـ ١١ الخط المركزى $\bar{c}$، وحدود المراقبة، وعدد غير المطابقات، c، لكل قارب للبيانات الأولية.



شكل ١١.٥ : خريطة مراقبة لعدد غير المطابقات (خريطة c) باستخدام البيانات الأولية.

٥ ـ حدد خط المركز وحدود المراقبة المراجعة establish the revised central line and control limits. لكى تحدد حدود مراقبة ثلاثة انحرافات معيارية، تلزم القيمة النمطية أو الدليلية c_o. فاذا ما بين تحليل البيانات الأولية مراقبة جيدة، فيمكن اعتبار $\bar{c}$ ممثلا لهذه العملية $C_o = \bar{c}$. إلا أنه عادة، ما لايبين تحليل البيانات الأولية مراقبة جيدة، كما هو مبين فى شكل ٥ ـ ١١. ويمكن الحصول على تقدير أفضل لـ $\bar{c}x$ (تقدير يمكن تطبيقه لـ c_o) باستبعاد القيم الواقعة خارج المراقبة لأسباب محددة. والقيم المنخفضة التى ليس لها أسباب محددة تمثل جودة مرتفعة بصورة استثنائية. ويمكن تبسيط الحسابات باستخدام الصيغة التالية :

$$\bar{c}_{new} = \frac{\Sigma c - c_d}{g - g_d}$$

حيث C_d = عدد غير المطابقات فى المجموعات الجزئية المستبعدة

g_d = عدد المجموعات الجزئية المستبعدة

وبمجرد الحصول على قيمة نمطية أو دليلية مطبقة، توجد حدود مراقبة الثلاثة انحرافات معيارية باستخدام الصيغ :

$$UCL = c_0 + 3\sqrt{c_0}$$
$$LCL = c_0 - 3\sqrt{c_0}$$

حيث C_0 هى القيمة النمطية أو الدليلية لعدد غير المطابقات. وعدد غير المطابقات، C_0، هو الخط المركزى للخريطة، وهو أفضل تقدير باستخدام البيانات المتاحة ويساوى $\bar{C}_{new}$.

باستخدام معلومات شكل ٥ ـ ١١ وجدول ٥ ـ ٥، يمكن الحصول على حدود مراجعة. ويبين تحليل شكل ٥ ـ ١١ أن القوارب أرقام 132و 172 و 287 تقع خارج المراقبة. وحيث أن القاربين 132 و 278 لهما أسباب محددة (انظر جدول ٥ ـ ٥)، فإنهما يستبعدان، إلا أن القارب 172 يمكن أن يكون بسبب الفرصة ولا يستبعد. لهذا يتم الحصول على $\bar{C}_{new}$ كما يلى :

$$\bar{c}_{new} = \frac{\Sigma c - c_d}{g - g_d}$$
$$= \frac{141 - 20 - 14}{25 - 2}$$
$$= 4.65$$

حيث أن $\bar{C}_{new}$ هى أفضل تقدير للخط المركزى، $C_0 = 4.55$. فتكون حدود المراقبة المراجعة للخريطة هى :

$$UCL = c_0 + 3\sqrt{c_0} = 4.65 + 3\sqrt{4.65} = 11.1$$
$$LCL = c_0 - 3\sqrt{c_0} = 4.65 - 3\sqrt{4.65} = -1.82, \text{ or } 0$$

وتستخدم حدود المراقبة هذه لبدء الخريطة التى تبدأ بالقوارب التى تنتج خلال الأسبوع الثالث من شهر مايو وتبين فى شكل ٥ ـ ١٢ . وقد لوحظ أن حد المراقبة

السفلى سيكون سالبا طالما أن C_0 تكون أقل من 9، لهذا، فيمكن أن تعطى له القيمة صفر دون الحاجة إلى أداء الحسابات.

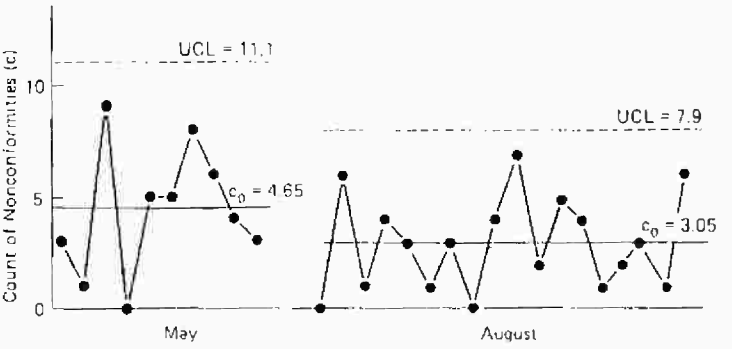
إذا كان C_0 معروفا، فلا يكون هناك حاجة إلى جمع البيانات وتحديد محاولة حدود المراقبة.

٦ـ حقق الهدف achieve the objective. السبب من خريطة المراقبة هو تحقيق أحد الأهداف سالفة الذكر أو أكثر من هدف واحد. وبمجرد تحقيق الهدف، لا تستمر الخريطة، أو يقل نشاط الفحص وتوزع الموارد على مشكلة جودة أخرى. إلا أن بعض الأهداف، مثل الهدف الأول، يمكن أن تكون مستمرة.

وكما هو الحال مع أنواع خرائط المراقبة الأخرى، يتوقع تحسن فى الجودة بعد تقديم الخريطة. وبعد انتهاء الفترة الأولية، يمكن الحصول على توقع أفضل لعدد

Chart for Canoe Blemish Nonconformities
Model – 17S

Type of Nonconformity																															
Scratches	1		2		2		3			1						2					1	2	1		1			1		
Paint Imperfections						1	2	1						1			3				1				1					3
Indentations	1		2						2					1				1			1	2						1		
Scuff Marks	1	1	5		3	4	3	5	2	2				4	1	2		1	2		1	3	1	6	2	1	2	2		3
Total	3	1	9	0	5	5	6	6	4	3			0	6	1	4	3	1	3	0	4	7	2	5	4	1	2	3	1	6
Serial Number	305	310	321	354	373	409	441	469	485	487			129	150	178	185	209	230	260	283	303	321	347	359	407	471	485	493	564	589	



شكل ١٢.٥: خريطة c لتشوهات غير المطابقات فى القوارب

غير المطابقات. ويوضح شكل ٥ ـ ١٢ التغير فى C_o وفى حدود المراقبة لشهر أغسطس مع استمرار استخدام الخريطة.

نتج تحسين الجودة من تقويم الأفكار التى قدمها فريق المشروع مثل إلحاق بعض قطع السجاد للهيكل، أو استخدام حبر أسرع فى الجفاف، أو عمل برامج تدريبية للعمال، أو ما شابه ذلك. وتبين خريطة المراقبة ما إذا كانت الفكرة حسن الجودة، أو تقلل الجودة، أو لا تغير من الجودة. ويلزم 25 مجموعة جزئية على الأقل لتقويم كل فكرة. ويمكن أن تؤخذ المجموعات الجزئية بصورة عملية معتادة طالما أنها تمثل العملية. ويجب ألا تقوم إلا فكرة واحدة فقط فى كل مرة.

ويوضح شكل ٥ ـ ١٢ أسلوبا أيضا لتسجيل عدد غير المطابقات لخواص جودة فردية، بينما يظهر الرسم الإجمالى. وهذا هو أسلوب ممتاز لتقديم الصورة كاملة والذى يتحقق بقلة إضافية من الوقت والتكلفة. ومن الممتع ملاحظة أن الأرقام المسلسلة للقوارب التى وقع الاختيار عليها للفحص تم الحصول عليها من جدول أرقام عشوائية.

ويجب أن توضع خريطة المراقبة فى مكان واضح ليمكن أن يراها أفراد العمليات.

خريطة عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة (خريطة u)

Chart for Count of Nonconfronties/Unit (u Chart)

تطبق خريطة C عندما يكون حجم العينة وحدة مفحوصة واحدة مثل القارب، أو الطائرة، أو 1000 قدم مربع من القماش، أو وعاء من الورق، أو 100استمارة من استمارات ضرائب الدخل، أو صندوق من المسامير. ويمكن أن يكون حجم الوحدة المفحوصة أى حجم يحقق الهدف، إلا أنه يجب أن يكون ثابتا. تذكر أن حجم

المجموعة الجزئية، n ، لايكون فى الحسابات نظرا لأن قيمته تساوى 1. وعندما تظهر مواقف يتغير فيها حجم المجموعة الجزئية، فإن خريطة u (عد عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة) تكون خريطة مناسبة. كما يمكن استخدام خريطة u أيضا عندما يكون حجم المجموعة الجزئية ثابتا.

وخريطة u تكافئ خريطة c رياضيا.

وتعد خريطة u بنفس الطريقة التى تعد بها خريطة c، مع تجميع 25 مجموعة جزئية، وحساب محاولة خط المركز وحدود المراقبة، والحصول على تقدير لعدد نمطى أو دليلى لغير المطابقات فى الوحدة الواحدة، وحساب لحدود المراجعة. والصيغ المستخدمة فى الإجراء هى :

$$u = \frac{c}{n} \qquad \bar{u} = \frac{\Sigma c}{\Sigma n}$$

$$\text{UCL} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \qquad \text{LCL} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

حيث : c = عدد غير المطابقات فى المجموعة الجزئية

n = العدد المفحوص فى المجموعة الجزئية

μ = عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة فى المجموعة الجزئية

$\bar{u}$ = متوسط عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة فى العديد من المجموعات الجزئية

ويتم الحصول على حدود المراقبة المراجعة بالتعويض عن u فى صيغة محاولة حدود المراقبة. وتوضح خريطة u بمثال.

يفصح أحد الموظفين كل يوم فواتير الشحن لشركة شحن جوى ليلى لمعرفة الأخطاء. ونظرا لأن عدد فواتير الشحن يختلف من يوم لآخر، فتكون خريطة u هى

الطريقة المناسبة. وجمعت البيانات كما هو مبين فى جدول ٥ ـ ٦. وتم الحصول على التاريخ، والعدد المفحوص، وعدد غير المطابقات ووضعها فى الجدول. وحسب عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة، u، ووضع أيضا فى الجدول. ونظرا لتغير حجم المجموعة الجزئية، فقد حسبت حدود المراقبة أيضا لكل مجموعة جزئية. وجمعت بيانات 5 أسابيع لعمل 6 أيام فى الأسبوع وجمعت بإجمالى عدد 30 مجموعة جزئية. وبالرغم من أنه مطلوب 25 مجموعة جزئية فقط، فإن هذه الطريقة تلغى أى تحيز يمكن أن يحدث من النشاط المنخفض الذى يحدث يوم السبت*. وحساب محاولة الخط المركزى هى :

$$\bar{u} = \frac{\Sigma c}{\Sigma n} = \frac{3389}{2823} = 1.20$$

وحسابات محاولة حدود المراقبة والنقطة المرسومة u، يجب أن تؤدى لكل مجموعة جزئية. وقد كانت يوم ٣٠ يناير كما يلى :

$$UCL_{Jan\,30} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \qquad LCL_{Jan\,30} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$= 1.20 + 3\sqrt{\frac{1.20}{110}} \qquad = 1.20 - 3\sqrt{\frac{1.20}{110}}$$

$$= 1.51 \qquad = 0.89$$

$$u_{Jan\,30} = \frac{c}{n} = \frac{120}{110} = 1.09$$

* البيانات خاصة بإحدى المنشآت التى تعمل يوم السبت نصف يوم فقط وتحصل على إجازة أسبوعية يوم الأحد من كل أسبوع كما هو معمول به فى معظم منشآت الولايات المتحدة الأمريكية. (المترجم)

جدول ٦.٥: عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة فى فواتير الشحن

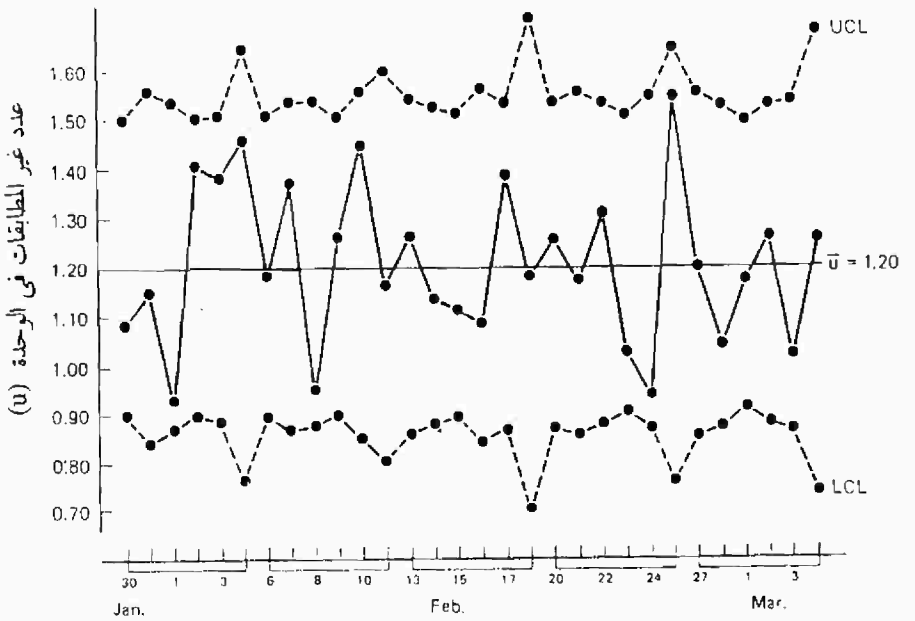
التاريخ		العدد المفحوص n	عدد غير المطابقات c	عدد غير المطابقات فى الوحدة u	UCL	LCL
Jan.	30	110	120	1.09	1.51	0.89
	31	82	94	1.15	1.56	0.84
Feb.	1	96	89	.93	1.53	0.87
	2	115	162	1.41	1.50	0.90
	3	108	150	1.39	1.51	0.89
	4	56	82	1.46	1.64	0.76
	6	120	143	1.19	1.50	0.90
	7	98	134	1.37	1.53	0.87
	8	102	97	.95	1.53	0.87
	9	115	145	1.26	1.50	0.90
	10	88	128	1.45	1.55	0.85
	11	71	83	1.16	1.59	0.81
	13	95	120	1.26	1.54	0.86
	14	103	116	1.13	1.52	0.88
	15	113	127	1.12	1.51	0.89
	16	85	92	1.08	1.56	0.84
	17	101	140	1.39	1.53	0.87
	18	42	60	1.19	1.70	0.70
	20	97	121	1.25	1.53	0.87
	21	92	108	1.17	1.54	0.86
	22	100	131	1.31	1.53	0.87
	23	115	119	1.03	1.50	0.90
	24	99	93	.94	1.53	0.87
	25	57	88	1.54	1.64	0.76
	27	89	107	1.20	1.55	0.85
	28	101	105	1.04	1.53	0.87
Mar.	1	122	143	1.17	1.49	0.91
	2	105	132	1.26	1.52	0.88
	3	98	100	1.02	1.53	0.87
	4	48	60	1.25	1.67	0.73
	Total	2823	3389			

هذه الحسابات يجب ن تكرر للمجموعات الجزئية البالغ عددها 29 والقيم الموجودة فى الجدول.

وتبين مقارنة النقاط المرسومة مع حدى المراقبة العلوى والسفلى فى شكل ٥ ـ ١٣ أنه لاتوجد قيم خارج المراقبة. لهذا، يمكن اعتبار $\bar{u}$ أنها أفضل تقدير لـ U_o و $U_o = 1.20$. ولا توجد أى نقطة تقع خارج المراقبة، ويحدد الفحص البصرى

للنقاط المرسومة أن العملية مستقرة. وهذا الموقف غير عادى بعض الشيء عند بدء أنشطة عمل خرائط المراقبة.

ولتحديد حدود المراقبة لفترة الخمسة أسابيع القادمة، يمكننا استخدام متوسط حجم المجموعة الجزئية بنفس الطريقة مثل حجم المجموعة الجزئية للمتغير فى



شكل ١٣.٥ : خريطة u لأخطاء فواتير الشحن

خريطة p. واستعراض الخريطة يبين أن حدود المراقبة ليوم السبت تكون أوسع كثيرا عن بعضها عن بقية أيام الأسبوع. وهذا الشرط بسبب قلة حجم المجموعة الجزئية. ولهذا، يبدو من المناسب عمل حدود مراقبة مستقلة ليوم السبت. وتكون الحسابات كما يلى :

$$n_{\text{Sat. avg}} = \frac{\Sigma n}{g} = \frac{(56 + 71 + 42 + 57 + 48)}{5} = 55$$

$$\text{UCL} = u_0 + 3\sqrt{\frac{u_0}{n}} \qquad \text{LCL} = u_0 - 3\sqrt{\frac{u_0}{n}}$$

$$= 1.20 + 3\sqrt{\frac{1.20}{55}} \qquad = 1.20 - 3\sqrt{\frac{1.20}{55}}$$

$$= 1.64 \qquad = 0.76$$

$$n_{\text{Sun. avg}} = \frac{\Sigma n}{g} = \frac{2823}{25} = 274 \approx 102, \quad \text{say } 100$$

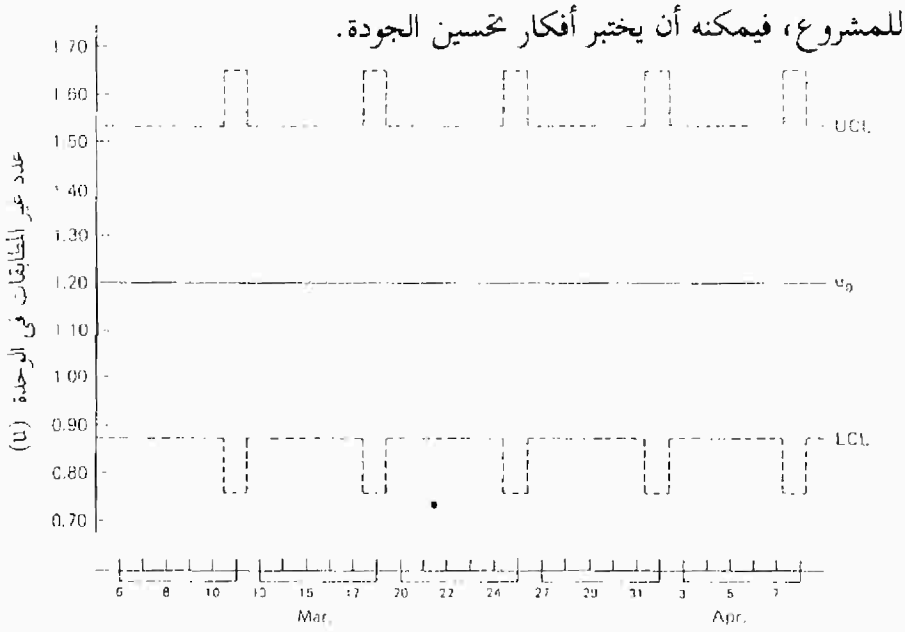
$$\text{UCL} = u_0 + 3\sqrt{\frac{u_0}{n}} \qquad \text{LCL} = u_0 + 3\sqrt{\frac{u_0}{n}}$$

$$= 1.20 + 3\sqrt{\frac{1.20}{100}} \qquad = 1.20 + 3\sqrt{\frac{1.20}{100}}$$

$$= 1.53 \qquad = 0.87$$

خريطة المراقبة للفترة التالية مبينة فى شكل ٥ ـ ١٤. وعندما تكون المجموعة الجزئية عبارة عن فحوصات يومية، تحتاج حدود المراقبة الحقيقية أن تحسب حوالى مرة واحدة كل ثلاثة أشهر.

ويمكن أن تستخدم خريطة المراقبة الآن فى تحقيق الهدف. فإذا كان هناك فريق للمشروع، فيمكنه أن يختبر أفكار تحسين الجودة.



شكل ٥ـ١٤ : خريطة u للفترة القادمة

وخريطة u تكون متطابقة مع خريطة c فى كل الأوجه باستثناء حالتين. أحد الاختلافات هو المقياس، والذى يكون مستمرا بالنسبة إلى خريطة u ووثابا بالنسبة إلى خريطة c. هذا الفرق يقدم مرونة أكثر لخريطة u حيث أن حجم المجموعة الجزئية يمكن أن يتغير . الاختلاف الآخر هو حجم المجموعة الجزئية الذى يكون 1 فى خريطة c.

وخريطة u محدودة فى أننا لانعرف موقع غير المطابقات. فمثلا، فى جدول ٥ ـ ٦، يوجد 82 غير مطابقات فى يوم ٤ فبراير وذلك من 56 فحص للقيمة 1.46. ويمكن أن تحسب كل غير المطابقات البالغ عددها 82 فى وحدة واحدة أو أنه يمكن ان تتواجد فى كل الوحدات المفحوصة البالغ عددها 82 فى كل منها غير مطابق واحد على الأقل.

تعليقات نهائية Final Comments

تعالج مقدرة العملية لغير المطابقات بطريقة تشبه وحدات عدم المطابقة. وعلى القارئ الرجوع إلى شكل ٥ ـ ١٠.

يبين شكل ٥ ـ ١٥ متى تستخدم خرائط الخواص المختلفة. أولا، تحتاج إلى أن تحدد ما إذا كانت الخريطة لغير المطابقات أم أنها لوحدات عدم المطابقة. يلى ذلك أنك تحتاج إلى تحديد ما إذا كان حجم المجموعة الجزئية ثابتا أم متغيرا. هذان القراران يحددان الخريطة المناسبة.

		خريطه خواص	
		وحدات عدم مطابقه	غير المطابقات
حجم العينة	ثابت	np	c (n = 1)
	ثابت أو متغير	p	u

شكل ١٥.٥ : متى تستخدم خرائط الخواص المختلفة

نظام تقدير الجودة A QUALITY RATING SYSTEM

مقدمـة Introduction

فى خرائط الخواص من القسم السابق، كل غير المطابقات ووحدات عدم المطابقه كان لها نفس الوزن، بغض النظر عن مدى جديتها. مثال ذلك، فى فحص الكراسى، يمكن أن يوجد بأحد الكراسى 5 غير مطابقات، كلها مرتبطة بتشطيب السطح، بينما يمكن أن يوجد لكرسى غير مطابق واحد، وهو رجل مكسورة. يكون لتأثير الكرسى القابل للاستخدام الذى به 5 غير مطابقات تافهة خمسة أمثال التأثير على خريطة الخواص مثل الكرسى غير القابل للاستخدام الذى به غير مطابق شديد واحد. ويقدم هذا الموقف تقويما غير دقيق لجودة المنتج. ويصحح نظام تقويم الجودة هذا العجز.

هناك مواقف صناعية وغير صناعية يكون مرغوبا فيها مقارنة أداء العمال، أو المناوبات، أو المصانع، أو الموردين. ولكى يقارن أداء الجودة، يلزم نظام تقدير للجودة لتصنيف، وتقويم غير المطابقات.

تصنيف غير المطابق Nonconformity Classification

غير المطابقات، وبالنسبة إلى هذا الموضوع وحدات عدم المطابقة، تصنف طبقا لقسوتها. وقد قسمت قياسات MIL-STD-105D غير المطابقات إلى ثلاث فئات :

١ـ غير مطابقات حرجة critical conformities. غير المطابق الحرج هو غير مطابق يحدد فيه الحكم والخبرة أنه يحتمل أن ينتج عنه شروط غير آمنة أو معتمدة على الصدفة للاستخدامات الفردية، أو للحفظ، أوطبقا للمنتج نفسه، أو غير مطابق يحدد فيه الحكم والخبرة أنه يحتمل أن يمنع أداء عمل المنتج.

٢ـ غير مطابقات رئيسية major nonconformities . غير المطابق الرئيسى عبارة عن غير مطابق، مختلف عن غير المطابق الحرج، يحتمل أن ينتج عنه فشل، أو تقليل مادى فى إمكانية استخدام المنتج فى الغرض المعد من أجله.

٣ـ غير مطابقات بسيطة minor nonconformities . غير المطابق البسيط عبارة عن غير مطابق لايحتمل أن ينتج عنه تقليل مادى لإمكانية استخدام المنتج فى الغرض المعد من أجله. وعادة ما تصاحب غير المطابقات البسيطة المظهر.

وللتلخيص، فغير المطابق الحرج سوف will يؤثر على إمكانية الاستخدام، وغير المطابق الرئيسى يمكن might أن يؤثر على إمكانية الاستخدام، وغير المطابق البسيط سوف لا will not يؤثر على إمكانية استخدام الوحدة.

وتستخدم نظم التصنيف الأخرى أربع فئات أو فئتين، طبقا لدرجة تعقيد المنتج. وأحيانا تستخدم فئة كوارث.

وبمجرد تحديد الفئات، يمكن وضع أوزان لكل فئة. وبينما يمكن تحديد أى أوزان للفئات، إلا أنه عادة ما تعتبر 9 نقاط لغير المطابق الحرج، و 3 نقاط لغير المطابق الرئيسى، و 1 نقطة لغير المطابق البسيط مقنعة حيث تكون درجة أهمية الرئيسى ثلاث مرات مثل البسيط وتكون درجة أهمية الحرج ثلاث مرات مثل الرئيسى.

خريطة مراقبة control chart

تعد خرائط المراقبة وترسم لعد عدد العيوب فى الوحدة الواحدة. والعيب فى الوحدة الواحدة يعطى بالعلاقة :

$$D = w_c u_c + w_{ma} u_{ma} + w_{mi} u_{mi}$$

حيث D : عدد العيوب فى الوحدة الواحدة

W_{mi}, W_{ma}, W_c = أوزان الثلاث فئات ـ الحرج، والرئيسى، والبسيط

U_{mi}, U_{ma}, U_c = عدد غير المطابق فى الوحدة الواحدة فى كل فئة من الثلاث فئات ـ الحرج، والرئيسى، والبسيط

عندما تكون W_c و W_{ma} و W_{mi} هى 9 و 3 و 1 على التوالى، تصبح العلاقة كما يلى :

$$D = 9u_c + 3u_{ma} + 1u_{mi}$$

وقيم D المحسوبة من العلاقة توضع على الخريطة لكل مجموعة جزئية.

ويتم الحصول على الخط المركزى وحدود مراقبة الثلاثة انحرافات معيارية من الصيغ التالية :

$$D_0 = 9u_{0c} + 3u_{0ma} + 1u_{0mi}$$

$$\sigma_{0u} = \sqrt{\frac{9^2u_{0c} + 3^2u_{0ma} + 1^2u_{0mi}}{n}}$$

$$UCL = D_0 + 3\sigma_{0u} \qquad LCL = D_0 - 3\sigma_{0u}$$

حيث U_{oc} و U_{oma} و U_{omi} تمثل غير المطابقات النمطية فى الوحدة الواحدة لفئات الحرج، والرئيسى، والبسيط على التوالى. عدد غير المطابقات فى الوحدة الواحدة للفئات الحرجة، والرئيسية، والبسيطة يتم الحصول عليه عن طريق فصل غير المطابقات إلى الثلاث فئات ومعالجة كل منها فى خريطة مستقلة من خرائط U.

مثال لمشكلة EXAMPLE PROBLEM

بافتراض استخدام نظام أوزان الثلاث فئات 9 و 3 و 1، حدد خط المركز وحدود المراقبة عندما تكون $U_{oc} = 0.08$ ، و $U_{oma} = 0.5$ ، و $U_{omi} = 3.0$، و $n = 40$. كذلك احسب العيوب فى الوحدة الواحدة ليوم ٢٥ مايو عندما يكون عدد غير المطابقات الحرجة 2، وعدد غير المطابقات الرئيسية 26، وعدد غير المطابقات البسيطة 160 لعدد 40 وحدة فحصت فى هذا اليوم. هل المجموعة الجزئية ليوم ٢٥ مايو فىْ المراقبة أم أنها خارج المراقبة؟

$$\begin{aligned} D_0 &= 9u_{0c} + 3u_{0ma} + 1u_{0mi} \\ &= 9(0.08) + 3(0.5) + 1(3.0) \\ &= 5.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{0u} &= \sqrt{\frac{9^2u_{0c} + 3^2u_{0ma} + 1^2u_{0mi}}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{81(0.08) + 9(0.5) + 1(3.0)}{40}} \\ &= 0.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= D_0 + 3\sigma_{0u} & \text{LCL} &= D_0 - 3\sigma_{0u} \\ &= 5.2 + 3(0.59) & &= 5.2 - 3(0.59) \\ &= 7.0 & &= 3.4 \end{aligned}$$

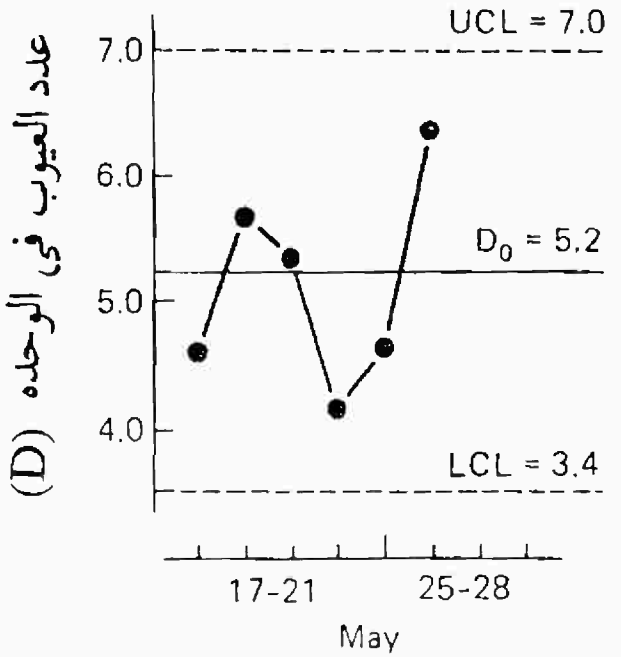
الخط المركزى وحدود المراقبة موضحة فى شكل ٥ ـ ١٦. وحسابات المجموعة الجزئية ليوم ٢٥ مايو هى :

$$\begin{aligned} D_{\text{May 25}} &= 9u_c + 3u_{ma} + 1u_{mi} \\ &= 9\left(\frac{2}{40}\right) + 3\left(\frac{26}{40}\right) + 1\left(\frac{160}{40}\right) \\ &= 6.4 \quad \text{(in control)} \end{aligned}$$

نظام تقدير الجودة المبنية على العيوب فى الوحدة الواحدة تكون مفيدة لأداء الجودة ويمكن أن تكون سمة هامة لنظام مراقبة الجودة الإجمالى.

برنامج حاسوب COMPUTER PROGRAM

برنامج الحاسوب المقدم فى شكل ٥ ـ ١٧ يحسب الخط المركزى وحدود المراقبة لخريطة كسر المعيب لحجم مجموعات جزئية ثابت. فإذا ما كان هناك رغبة فى طباعة البيانات الآتية، فيمكن إضافة عبارات LPRINT بعد العبارة رقم 210. البيانات المستخدمة مع البرنامج هى من المشكلة رقم ٢ فى نهاية هذا الفصل. ويمكن تعزيز البرنامج عن طريق رسم الخريطة وتوقيع النقاط الفعلية عليها. وهذا النشاط يتبع وحدات مخرجات الرسومات المتاحة للقارئ.



شكل ١٦.٥: خريطة عدد العيوب فى الوحدة الواحدة (خريطة D)

```
10 REM                        p  CHART
20 REM                    Fixed Subgroup Size
30 REM
40 REM               N = Sample Size(n)
50 REM               P = Fraction Nonconforming(p)
60 REM              NP = Number Nonconforming(np)
70 REM               G = Number of Subgroups(g)
80 REM            PBAR = Average Fraction Nonconforming(p bar)
90 REM            UCL = Upper Control Limit
100 REM           LCL = Lower Control Limit
110 REM            PO = Standard Value or Central Line
120 REM
130 DIM NP(30), P(30)
140 PRINT " Enter Subgroup Size.": INPUT N
150 LPRINT TAB(5); " n = ";N : LPRINT
160 PRINT " Enter Number of Subgroups." : INPUT G
170 REM             TRIAL CENTRAL LINE AND CONTROL LIMITS
180 NPS = 0
190 PRINT " Enter Data (np)."
200       FOR I = 1 TO G
210       INPUT NP(I)
220       NPS = NPS + NP(I)
230       NEXT I
240 PBAR = NPS / (N * G)
250 UCLT = PBAR + 3 * SQR(PBAR * (1 - PBAR) / N)
260 LCLT = PBAR - 3 * SQR(PBAR * (1 - PBAR) / N)
270 REM              DISCARD OUT-OF-CONTROL POINTS
280 D = G
290         FOR I = 1 TO G
300         P(I) = NP(I) / N
310         IF P(I) < LCLT GOTO 340
320         IF P(I) > UCLT GOTO 400
330         GOTO 430
340         PRINT " Subgroup Number = ";I
350         PRINT "p < LCL ; Enter 0 to discard, else 1."
360         INPUT K
370         IF K = 1 GOTO 430
380         IF K = 0 THEN NPS = NPS - NP(I)
390         D = D - 1 : GOTO 430
400         PRINT "Subgroup number = ";I
410         PRINT "p > UCL ; Enter 0 to discard, else 1."
420         INPUT K: GOTO 370
430         NEXT I
440 REM                 REVISED CENTRAL LINE AND CONTROL LIMITS
450 PO = NPS / (N * D)
460 UCL = PO + 3 * SQR(PO * (1 - PO) / N)
470 LCL = PO + 3 * SQR(PO * (1 - PO) / N)
480 PRINT TAB(5); "Standard Value and Central Line = ";PO
490 PRINT TAB(5); "Upper Control Limit = ";UCL
500 PRINT TAB(5); "Lower Control Limit = ";LCL
510 END


n = 1750

Standard Value and Central Line =  .0261863
Upper Control Limit =  .0376382
Lower Control Limit =  .0147344
```

شكل ١٧.٥: برنامج حاسوب بالبيسك لحساب الخط المركزى وحدود المراقبة لخريطة p

مشاكل PROBLEMS

١ـ حدد محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة لخريطة p مستخدما البيانات التالية، وهى مدفوعات لطلب تأمين طبى على الأسنان. ارسم القيم على ورق رسم وحدد ما إذا كانت العملية مستقرة أم لا. وإذا كان هناك أى نقاط تقع خارج المراقبة، أفرض أنها لها أسباب محددة وحدد الخط المركزى وحدد المراقبة المراجعة.

رقم المجموعة الجزئية	العدد المفحوص	عدد عدم المطابقة	رقم المجموعة الجزئية	العدد المفحوص	عدد عدم المطابقة
1	300	3	14	300	6
2	300	6	15	300	7
3	300	4	16	300	4
4	300	6	17	300	5
5	300	20	18	300	7
6	300	2	19	300	5
7	300	6	20	300	0
8	300	7	21	300	2
9	300	3	22	300	3
10	300	0	23	300	6
11	300	6	24	300	1
12	300	9	25	300	8
13	300	5			

٢ـ لم يكن الملاحظ متأكدا من أفضل طريقة لعرض أداء الجودة المحدد فى المشكلة السابقة. احسب الخط المركزى والحدود للطريقة الأخرى للتقديم.

٣ـ بعد تحقيق الهدف فى مثال المشكلة الخاص بموتورات مجففات الشعر، كان مطلوبا تقليل حجم العينة إلى 80. ما الخط المركزى وما حدود المراقبة؟

٤ـ يتم فحص 50 موتورا يوميا فى إحدى العمليات المستقرة. وأفضل تقدير لكسر عدم المطابقة كان 670.0. حدد الخط المركزى وحدود المراقبة. وفى أحد الأيام اكتشف 5 موتورات تتبع عدم المطابقة. هل هذا يقع فى المراقبة أم خارج المراقبة؟

٥ـ نتائج فحص شحنات فيديو الشهر إلى العملاء لعدد 25 يوم متتالى معطاة فى الجدول التالى. ما الخط المركزى وحدود المراقبة التى يجب تحديدها وتوقيعها إذا ما افترض أن أى نقاط خارج التحكم يكون لها أسباب محددة؟ عدد الفحوصات اليومية ثابت ويساوى 1750.

التاريخ	عدد عدم المطابقة	التاريخ	عدد عدم المطابقة
uly 6	47	July 23	37
7	42	26	39
8	48	27	51
9	58	28	44
12	32	29	61
13	38	30	48
14	53	Aug. 2	56
15	68	3	48
16	45	4	40
19	37	5	47
20	57	6	25
21	38	9	35
22	53		

٦ـ يعكس أداء المناوبة الأولى فى نتائج فحص معدات سن السكاكين كهربائيا. حدد محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة لكل مجموعة جزئية. أفرض أن أى نقاط تقع خارج المراقبة يكون لها أسباب محددة وحدد القيمة القياسية لكسر عدم المطابقة لفترة الإنتاج التالية.

التاريخ	العدد المفحوص	عدد عدم المطابقة	التاريخ	العدد المفحوص	عدد عدم المطابقة
Sept. 6	500	5	Sept. 23	525	10
7	550	6	24	650	3
8	700	8	27	675	8
9	625	9	28	450	23
10	700	7	29	500	2
12	550	8	30	375	3
14	450	16	Oct. 1	550	8
15	600	6	4	600	7
16	475	9	5	700	4
17	650	6	6	600	9
20	650	7	7	450	8
21	550	8	8	500	6
22	525	7	11	525	1

٧ـ نتائج الفحص اليومى لخط تجميع نموذج 305 لمدى كهربائى معطاة فى الجدول التالى. حدد محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة لكل مجموعة جزئية. أفرض أن أى نقاط خارج المراقبة يكون لها أسباب محددة وحدد القيمة القياسية لكسر عدم المطابقة لشهر ديسمبر.

التاريخ والمناوبة		العدد المفحوص	عدد عدم المطابقه	التاريخ والمناوبة		العدد المفحوص	عدد عدم المطابقه
Nov. 8	I	171	31	Nov. 17	I	165	16
	II	167	6		II	170	35
9	I	170	8	18	I	175	12
	II	135	13		II	167	6
10	I	137	26	19	I	141	50
	II	170	30		II	159	26
11	I	45	3	22	I	181	16
	II	155	11		II	195	38
12	I	195	30	23	I	165	33
	II	180	36		II	140	21
15	I	181	38	24	I	162	18
	II	115	33		II	191	22
16	I	165	26	25	I	139	16
	II	189	15		II	181	27

٨ ـ يراد تحديد حدود مراقبة مبنية على متوسط العدد المفحوص من معلومات المشكلة السابقة. ما هى حدود المراقبة والخط المركزى هذه؟ صف الحالات التى يلزم فيها حساب حدود مراقبة فردية.

٩ـ يراد إعداد خرائط مراقبة لإطارات لها خلفية لسند الصور. وكان كسر عدم المطابقة 0.08. حدد حدود المراقبة لمعدلات الفحص المقدرة بـ 1000 فحص يوميا، و 1500 فحص يوميا، و 2000 فحص يوميا. ارسم خريطة المراقبة. لماذا تكون حدود المراقبة غير متساوية المسافة عن المركز؟

١٠ـ حدد الخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة لخريطة النسبة المئوية لعدم المطابقة للمعلومات الموجودة فى:

أ ـ المشكلة رقم ١

ب ـ المشكلة رقم ٥

١١ـ من معلومات المشكلة رقم ١، حدد الخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة لخريطة np.

١٢ـ من معلومات المشكلة رقم٥، حدد الخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة لخرطة np. ما الخريطة الأكثر معنوية لأفراد التشغل؟

١٣ـ يراد رسم خريطة np لعملية دهان تقع فى مراقبة إحصائية. فاذا كان سيتم فحص 35 قطعة كل 4 ساعات وكان كسر عدم المطابقة 0.60، حدد الخط المركزى وحدود المراقبة.

١٤ـ حدد الخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة لخرائط كسر المطابقة fraction conforming، والنسبة المئوية للمطابقة percent conforming، والعدد المطابق number conforming للمعلومات الموجودة فى :

أ ـ المشكلة رقم ١

ب ـ المشكلة رقم ٥

١٥ـ فى الصفحة التالية خريطة خواص تقليدية مع معلومات خاصة بزجاجات صودا سعة 2 لتر. أكمل كل الحسابات، وارسم النقاط، وارسم محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة.

١٦ـ أوجد مقدرة العملية لكل من :

أ ـ المشكلة رقم ٥

ب ـ المشكلة رقم ٦

ج ـ المشكلة رقم ٩

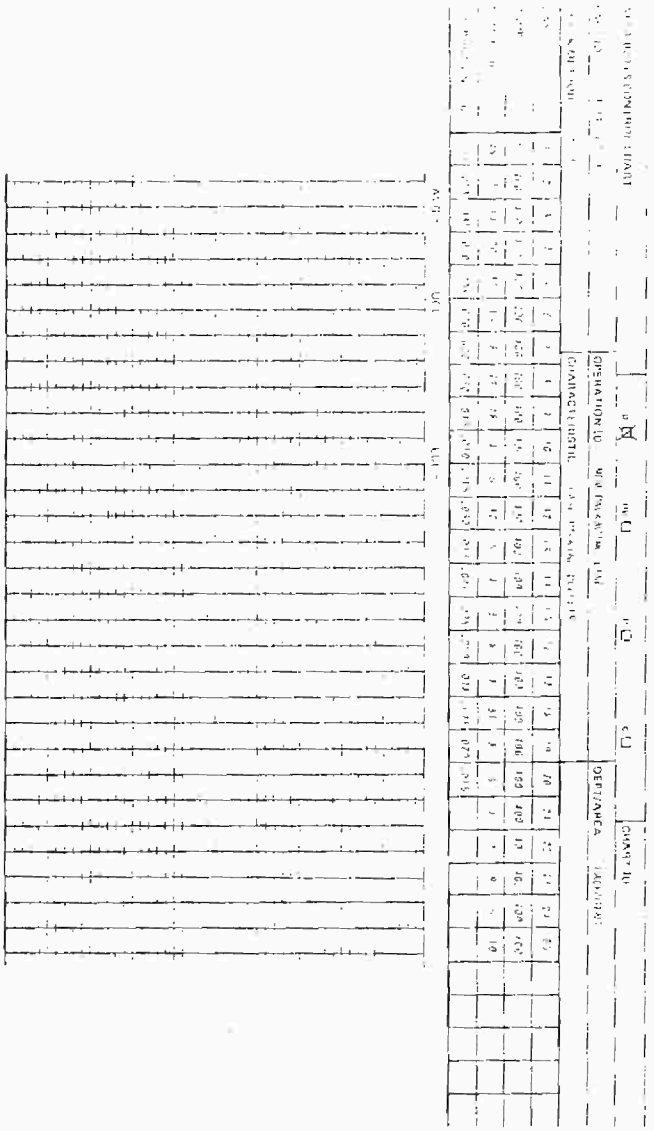
د ـ المشكلة رقم ١٥

١٧ـ باستخدام بيانات شكل ٩٠٥، ارسم خريطة دورة للنسبه المئوية للمطابقه percent conforming.

١٨ـ عدد غير مطابقات السطح فى 1000 متر مرعب لورق مقوى وزنه 20 كيلو معطى فى الجدول التالى. حدد محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة وكذلك الخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة مفترضا أسبابا محددة للنقاط التى تقع خارج التحكم.

عدد غير المطابق	رقم الدفعه	عدد غير المطابق	رقم الدفعه
30	35	10	20
2	36	8	21
12	37	6	22
0	38	6	23
6	39	2	24
14	40	10	25
10	41	8	26
8	42	10	27
6	43	0	28
2	44	2	29
14	45	8	30
16	46	2	31
10	47	20	32
2	48	10	33
5	49	6	34
3	50		

١٩ـ قام أحد البنوك الرائدة بترجمة البيانات الموجودة فى الجدول الذى يبين عدد غير المطابقات لعدد 1000 عملية جارية فى اليوم خلال شهرى ديسمبر ويناير. ما الخط المركزى وحدود المراقبة التى يوصى بها لخريطة المراقبة فى شهر فبراير؟ أفترض أن النقاط التى تقع خارج التحكم يكون لها أسباب محددة.



١٩ـ قام أحد البنوك الرائدة بترجمة البيانات الموجودة فى الجدول الذى يبين عدد غير المطابقات لعدد 1000 عملية جارية فى اليوم خلال شهرى ديسمبر ويناير. ما الخط المركزى وحدود المراقبة التى يوصى بها لخريطة المراقبة فى شهر فبراير؟ أفرض أن النقاط التى تقع خارج التحكم يكون لها أسباب محددة.

عدد غير المطابقات	عدد غير المطابقات
17	8
14	19
9	14
7	18
15	11
22	16
19	8
38	15
12	21
13	8
5	23
2	10
16	9

٢٠ـ جمع أحد الفاحصين بيانات عن عدد غير المطابقات فى مقطورة طولها 4 متر. وبعد 40 مقطورة، كان إجمالى عدد غير المطابقات 316. وقد حددت محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة وبينت المقارنة بينها وبين البيانات عدم وجود نقاط تقع خارج المراقبة. ما التوصيات للخط المركزى وحدود المراقبة المراجعة لخريطة عدد غير المطابقات؟

٢١ـ فحص 100 عنوان لمنتج يوميا لعدم مطابقات السطح. وكانت نتائج الخمسة وعشرين يوما الماضية هى : 22 و 29 و 25 و 17 و 20 و 16 و 34 و 11 و 31 و 29 و 15 و 10 و 33 و 23 و 27 و 15 و 17 و 17 و 19 و 22 و 23 و 27 و 2 و 33 و 21. ارسم النقاط على ورق رسم وحدد ما إذا كانت العملية مستقرة. حدد محاولة الخط المركزى وحدود المراقبة.

٢٢ـ حدد محاولة حدود المراقبة وحدود المراقبة المراجعة لخريطة u مستخدما البيانات الموجودة فى جدول تشطيب السطح لأسطوانات الورق. أفرض أن أى نقاط تقع خارج المراقبة يكون لها أسباب محددة.

رقم الدفعه	حجم العينة	إجمالى غير المطابق	رقم الدفعه	حجم العينة	إجمالى غير المطابق
1	10	45	15	10	48
2	10	51	16	11	35
3	10	36	17	10	39
4	9	48	18	10	29
5	10	42	19	10	37
6	10	5	20	10	33
7	10	33	21	10	15
8	8	27	22	10	33
9	8	31	23	11	27
10	8	22	24	10	23
11	12	25	25	10	25
12	12	35	26	10	41
13	12	32	27	9	37
14	10	43	28	10	28

٢٣ـ كان نشاط توزيع أحد المخازن فى مراقبة إحصائية وكان هناك حاجة إلى حدود مراقبة للفترة التالية. إذا كان حجم المجموعة الجزئية 100، وكان إجمالى عدد غير المطابقات 835، وعدد المجموعات الجزئية 22، ما حدود المراقبة والخط المركزى الجديدة؟

٢٤ـ ارسم خريطة مراقبة للبيانات الموجودة فى جدول فحوصات الزجاجات الفارغة لمنتج مشروبات غازية. أفرض وجود أسباب محددة لأى نقاط تقع خارج المراقبة.

عدد الزجاجات	رايش وخدوش واشياء اخرى	مواد غريبه على الجوانب	مواد غريبه على القاع	اجمالى غير المطابق
40	9	9	27	45
40	10	1	29	40
40	8	0	25	33
40	8	2	33	43
40	10	6	46	62
52	12	16	51	79
52	15	2	43	60
52	13	2	35	50
52	12	2	59	73
52	11	1	42	54
52	15	15	25	55
52	12	5	57	74
52	14	2	27	43
52	12	7	42	61
40	11	2	30	43
40	9	4	19	32
40	5	6	34	45
40	8	11	14	33
40	3	9	38	50
40	9	9	10	28
52	13	8	37	58
52	11	5	30	46
52	14	10	47	71
52	12	3	41	56
52	12	2	28	42

٢٥ـ افرض استخدام نظام وزن العيوب المستخدم الأوزان 10 و 5 و 1، وحدد الخط المركزى وحدود المراقبة عندما تكون $U_c = 0.11$، و $U_{mi} = 4.00$، و Uma = 0.70، و n = 50. إذا كانت نتائج فحص المجموعات الجزئية ليوم معين هى 1 غير مطابق حرج، و 35 غير مطابق رئيسى، و 110 غير مطابق بسيط، حدد ما إذا كانت النتائج فى المراقبة أم أنها تقع خارج المراقبة.

٢٦ـ اختبر، وأعد الكتابة إذا لزم الأمر، برنامج الحاسوب على الحاسوب المتاح لك استخدامه.

٢٧ـ عدل برنامج الحاسوب لإخراج الخط المركزى وحدود المراقبة بالنسبة إلى وحدة إخراج الرسومات المتاحة لك.

٢٨ـ اكتب برنامج حاسوب لما يلى :

أ ـ خريطتى c و u

ب ـ خريطة D

ج ـ خريطة p لحجم مجموعة جزئية متغير

د ـ خريطة np