

الرقابة الإحصائية على العمليات

الإحصاءات الأساسية

يقوم المدخل الإحصائي المستخدم في خرائط مراقبة الإنتاج على حقيقة بسيطة هي: يمكن التنبؤ بنموذج تغير كل الأشياء حيث تحدث دائما تغيرات في هيكل وشكل وقياسات العملية. وبتقديم الأفكار الجديدة عن طريق المهندسين القائمين بتنفيذ خطوات العملية يمكن إدخال التعديلات التي تساهم في تغير أفكار الموظفين. وحتى المجالات التجريبية لإبتكار الأشياء فإنها يمكن أن تؤدي إلى إبتكارات جديدة في العمليات الموجودة حاليا.

مشكلة الإنحرافات

وتوجد دائما مشكلة الإنحرافات التي يمكن أن تؤثر سلبيا على الرقابة. والمشكلة هي عدم القدرة على التنبؤ بالإنحرافات غير الطبيعية ويحدث ذلك بسبب عدم القدرة على قياس إلى أى مدى سيحدث الخروج من حالة تحت الضبط. وعلى ذلك فإن الحاجة إلى القياس الدقيق لكل إجراء داخل خطوات أية عملية سوف تصبح ملحة. ويمكن تلبية هذه الحاجة بتطبيق الرقابة الإحصائية للعملية .SPC

إن المشكلة الأساسية لتطبيق الطرق الإحصائية فى رقابة العمليات هى توفير

الأشخاص القادرين على ذلك والمتفهمين لهذه الطرق. ويتذكر المهندس التقليدي أيام الدراسة فقط عندما كانت المشاكل الإحصائية تشكل جزءاً من المواد الدراسية. وكان الإحصاء عندئذ يبدو من المواد الغامضة ذات القواعد المعقدة والتطبيقات القليلة.

الإحصاء ورقابة العمليات

تستخدم الرقابة الإحصائية للعمليات SPC. كما عرضنا المبادئ الأساسية للإحصاء سهلة الفهم والتطبيق فقط. وتستطيع الرقابة الإحصائية للعمليات SPC أن تبين لك ما إذا كنت تؤدي عملك بطريقة صحيحة أو أنك تؤديه بطريقة خاطئة. وبمجرد فهم الطرق الأساسية للرقابة الإحصائية للعمليات SPC فإنه يمكن توقع أن يسير التنفيذ في خط مستقيم.

المبادئ

وكما يحدث بالنسبة لإدارة الجودة الشاملة TQM فإنه لا يمكن تنفيذ الرقابة الإحصائية للعمليات SPC بسهولة إلا بعد تغير أسلوب التفكير داخل المؤسسة. ويجب أن يعطى رئيس الإدارة الدعم الكامل لهذه العملية. ويمكن تقديم الرقابة الإحصائية للعمليات SPC بنجاح بمجرد أن يوجد المناخ الملائم لتقبل مبدأ التفكير الإبداعي للموظفين المشتركين في إدارة المؤسسة. إن التفكير الإحصائي لبعض الموظفين أكثر أهمية لنجاح العملية من المعلومات الإحصائية التفصيلية نفسها. ويمكن استخدام المعادلات والنتائج لتسهيل تنفيذ العمليات المعقدة. إن البيانات اللازمة للعديد من الحسابات متوفرة ومتاحة بالجدول 7.3. وليس من الضروري معرفة كل المبادئ الإحصائية الأساسية.

إن مفتاح التنفيذ هو مشاركة الموظفين. لأن مشاركة الموظفين في جو الفريق سوف يجعل أدوات حل المشكلة أكثر فاعلية وبذلك ينبثق الحل. وعندما تجذب

تقارير فريق الموظفين عن التشغيل إنتباه رئيس الإدارة فى شكل جداول أوليه للمراجعة فإن العملية تتلقى دفعة جديدة من المسؤولين. وتحصل الإدارة على الثقة والرغبة فى صرف المخصصات المالية على برنامج الرقابة الإحصائية للعمليات SPC. ويحصل الموظفون على الثقة التى يمنحها رئيس الإدارة كمدخلات للمراجعة. ويتحقق فى البرنامج مساهمة أكثر صلابة من الموظفين.

نتائج إيجابية

وبمجرد تنفيذ حلول المشاكل فإن المديرين على إختلاف مستوياتهم يميلون إلى الإهتمام بموظفيهم المشاركين فى الحل وتقدير مجهوداتهم الإضافية وبذلك بتحقيق فكر التغيير. إن التقدير والتوجيه من الأمور الضرورية. وبدون الإهتمام والتقدير فإن البرنامج يفقد إهتمام الموظفين ويموت بالتالى.

الرقابة

تتحقق الرقابة على العملية عن طريق رقابة الإنحرافات فيها. ولفهم أسباب واثار الإنحرافات فإنه يجب أولاً قياسها. وتوفر الإحصاءات البسيطة وسائل قياس وتوجيه الإنحرافات. ومن السهل فهم وقراءة المصطلحات والمقاييس الإحصائية.

معاينة العملية (سحب ودراسة عينات من العملية)

سينسيبل سيسيل تباع المعاينة

تستمتع سينسيبل سيسيل Sensible Cecile بالمعلومات المستقاه من الإحصائيات. وكمهندسة فى معمل برامج الكمبيوتر، فإنها كانت تستخدم بنجاح كبير خرائط بسيطه فى توجيه الجداول الزمنية للتنفيذ كذلك الميزانيات.

وهى الآن مديرة المعمل وتريد إقناع المهندسين العاملين تحت إدارتها بأن

إستخدام الإحصاء يجعل أنتاجهم أكثر دقة وبالتالي أكثر فاعليه. وتوجهت سينسيل إلى هيسيتانت هيلدا Hesitant Hilda وقالت لها مبتسمة أنه يتعين عليهم تعديل ما يصدرونه أو يتلقون من تقارير بخصوص مشاكل برامج الكمبيوتر.

إندهشت هيلدا لكن سينسيل قالت لها أن من المهم معرفة ما يحدث للعمليات المخططة. لكن هيلدا إعترضت بقولها أنه لا يوجد لديهم وقت كافي لذلك كما أنه لا توجد أية أخطاء فى عملهم، وأن مراقبى جودة البرامج يكتشفون أية أخطاء تقع.

لم تكن سينسيل تتوقع وجود معارضة لذلك فإنها ما أن إكتشفت وتحققت من وجود شيء من الوجاهه فيما سمعت، حتى توجهت إلى باقى المهندسين وسألتهم عما إذا كانوا مشغولين أيضا ولا يجدون الوقت الكافي لإجراء مراجعات إحصائية للعملية SPRs.

وسمعت سيسيل من الحاضرين عبارات مثل: إنك تراهنين - هل لديك ميزانية لذلك - سوف نحتاج إلى عقل إضافي... قالت سيسيل بأن هذه التعليقات جيدة ولكنها تسائلت عن تأثير ذلك. قالت بأنهم سوف يسحبون عينات من التقارير التى يتسلمونها ويقتصر إجراء التحليل على تلك التقارير التى تشملها العينات فقط. ولن توجد حاجة إلى البيانات التفصيلية إلا فى حالة وجود أخطاء. ثم سألت: هل تشترون ذلك؟ فوافق الجميع بإستثناء نوونج نيد Knowing Ned الذى إعترض على معرفة الأخطاء عن طريق ترقيع الأرقام وقال إنه يمكن معرفة الأخطاء عن طريق التقارير وقالت سيسيل مبتسمة أنه يجب على نيد أن يأخذ فى إعتباره أن مجرد معرفة الأرقام الناتجة من المراجعات الإحصائية للعملية SPRs خلال فترة زمنية مقاسه سوف يبين مدى سرعة أداء العمل. كما أنه يبين لهم العدد المتوقع

فى المستقبل . وان هذا هام جدا لاغراض التخطيط . وقد يتضح انهم يعملون بجد وانهم يستحقون بعض المساعدة . ثم سألت نيد إن كان يوافقها على ذلك .

فكر نيد فى كلمات سيسيل لدقيقة واحدة ثم قال مبتسما أنه يعتقد أنه يشتري ذلك ، وأن بعض التخطيط لن يضر أحد .

وبذلك باعت سيسيل المعاينة للمجموعة

والمعاينة Sampling إجراءات إحصائية لإختيار دقيق لعدد من المفردات من مجتمع ما ، ثم إتخاذ قرار بخصوص المجتمع بناء على المعلومات المستقاه من بيانات العينة . وعند سحب العينات ، فإن إختيار المفردات يجب أن يتم عشوائيا للتأكد من أن الإنحرافات ذات العلاقة هى فقط التى ظهرت . وهكذا فإن كل مسبب للإنحرافات يجب أن يكون تأثيره على كل مفردة من المفردات المختارة متشابها وعندما يكون إختيار العينة صحيحاً فإن بياناتها تكون ممثلة للمجتمع . وبذلك فإنه يمكن قبول أو رفض المجتمع بناء على نتاج العينة المسحوبة منه . وتحتوى العينة العشوائية على كل الخصائص الموجودة فى المجتمع ويبدأ بالتالى ظهور الإنحرافات الموجودة فى العملية .

ويعرض شكل 7 فى الفصل الثامن عينة من قراءات الفولت المدونة فى بطاقة المولد وقد عرض بهذا المثال بيانات عينات مسحوبة فى فترات زمنية عبارة عن وردية عمل واحدة . وهذا مثال لحالة واحدة من حالات المعاينة . ويتناسب عدد الفترات الزمنية التى تسحب فيها العينات طرديا مع درجة دقتها .

وبعد أن يتقرر كل من طريقة سحب العينات والإطار الذى تسحب منه فإنه يتم توقيع بيانات العينات على خريطة منطقية ويبين شكل 8.7 نوع واحد من خرائط

الوسط الحسابي \bar{X} ، المدى المتوسط \bar{R} والتي سوف تناقش في الفصل الثامن.

نماذج الانحرافات

من الطبيعي أن تحدث الانحرافات في أكثر العمليات دقة وقياس الانحرافات في العملية فإن المهندس القائم بالقياس سوف يلاحظ أن القياسات تأخذ شكلاً متميزاً. إن نموذج حدوث أى شئ هو فى الواقع نتيجة لعوامل متعددة. فمثلاً، فى سابقة لإطلاق الأسهم على هدف محدد فإن النتائج توفر فرصة ممتازة للتوجيه فى كل مرة يصوب فيها المتسابق سهامه وكذلك لتسجيل النتائج بهغرض الدراسة. وعندما تنتهى المسابقة فإن نتائج المتسابق قد تبدو كما فى الجدول 7.1. ويظهر النموذج بهذا الجدول أن قدرة هذا المتسابق تتمركز حول الرقم 7 على الهدف. ويمكن بالتالى إستنتاج ما يستطيع المتسابق إحجازه بدرجة أدق.

جدول 7.1 بيانات التصويب على الهدف (بعشرين سهم)

رقم السهم	النقاط	رقم السهم	النقاط
1	7	11	6
2	7	12	6
3	9	13	10
4	10	14	7
5	7	15	5
6	6	16	7
7	8	17	8
8	4	18	6
9	9	19	7
10	7	20	9

ويمكن القول أنه ليس فقط كل العمليات بها إنحرافات ولكن أيضا كل الإنحرافات يمكن وضعها في نماذج محددة. وعندما تبدأ النماذج في التشكل فإن تكرار وقوع إنحراف معين في مجال محدد سوف يبين الطريقة التي تتوزع بها كل الإنحرافات. وعلى هذا فإن النموذج الذي تأخذه الإنحرافات (أو العينات) يسمى توزيع تكرارى Frequency Distribution.

التوزيع التكرارى

من المفيد تقديم بعض المعلومات عن المصطلحات الإحصائية الأساسية حتى يمكن فهم التوزيع التكرارى وخصائصه. وتؤخذ اللغة الإحصائية المستخدمة في رقابة العمليات من المصطلحات العامة في الحساب ومبادئ الجبر.

تعتبر كل عينة مسحوبة من مجتمع ما جزء من هذا المجتمع أو مجموعة فرعية منه. فمثلا، تعتبر العينات الخمسة المسحوبة فى الساعة العاشرة من صباح الثامن من يونيو هى المجموعات الفرعية للساعة العاشرة. ويوجد لكل مجموعة فرعية متوسط يمكن حسابه من العينات المكونة لها.

الوسط الحسابى The Mean

يعرف الوسط الحسابى لمفردات مجموعة فرعية بأنه متوسطها ويرمز له بالرمز \bar{X} . وبزيادة عدد العينات التى تجمع عنها بيانات أثناء التشغيل، فإنه يعاد حساب متوسط متوسطات هذه العينات. وتطلق تسمية الوسط الكبير (الكلى) على متوسط متوسطات العينات ويرمز له بالرمز $\bar{\bar{X}}$. وبإستمرار سحب العينات فإنه سوف يلاحظ أنه فى كثير من الحالات، تميل متوسطات العينات إلى التجمع حول قيمة معينة. وتسمى هذه الظاهرة النزعة المركزية.

ويمكن بسهولة حساب الوسط الحسابى لاية مجموعة من الأعداد بجمع الأرقام المنفردة ثم قسمة المجموع على عدد هذه الأرقام (n).

وهناك مقياسان آخران مهمان للإستخدام فى الرقابة الإحصائية للعمليات هما:
الوسيط والمنوال.

The Median الوسيط

الوسيط هو القيمة الوسطى للبيانات المجموعة. ودائما ما يكون نصف البيانات فوق الوسيط والنصف الآخر تحته. فمثلا العينة 1, 3, 4, 8، ليس الوسيط أحد مفرداتها ولكنه يساوى 3.5 أما العينة 2, 2, 3, 5 والعينة 3, 3, 3, 3 فإن الوسيط فى كليهما هو وسارى أحد مفرداتها.

The mode المنوال

المنوال هو القيمة الأكثر تكراراً فى البيانات عند تبويبها. وهو القيمة الأكثر احتمالاً فى العينة المسحوبة. فمثلا، المنوال فى النقاط المسجلة عند التصويب على الهدف فى الجدول 7.1 هو 7.

إنشاء التوزيع التكرارى

يتناول العرض هنا كيفية إنشاء التوزيع التكرارى فى أبسط صورته. بفرض أن 10 من مهندسى الإختبار يتلقون مصدرين للطاقة قوة 5 فولت يوميا فى مكان عملهم لمدة خمسة أيام. وينصب إهتمامهم على قياس الفولت الناتج من كل مصدر لأقرب فولت كامل (لأقرب رقم صحيح). وكان مدير الإختبارات مهتماً بعرض نتائج القياسات المأخوذة لمدة أسبوع.

ويعتبر الشكل 7.1 مثالا يمكن أن يستخدمه المدير لعرض البيانات الخام. ويعرض الفولتاج المنتج فى العمود الأول، وعدد المولدات بكل فولتاج فى العمود الثانى كعلامات، أما أعداد هذه العلامات فتعرض فى العمود الثالث. وتأخذ البيانات التى جمعها مدير الإختبارات منحنى يشبه شكل الجرس (طبيعى)، (انظر 7.2 شكل)

التوزيع التكرارى للفولت

e الفولت	عدد p _i	التكرار
1	11	2
2	111	3
3	1111	5
4	1111 111	8
5	1111 1111 1111	14
6	1111 1111 1111 111	18
7	1111 1111 1	11
8	1111 11	7
9	1111	5
10	11	2

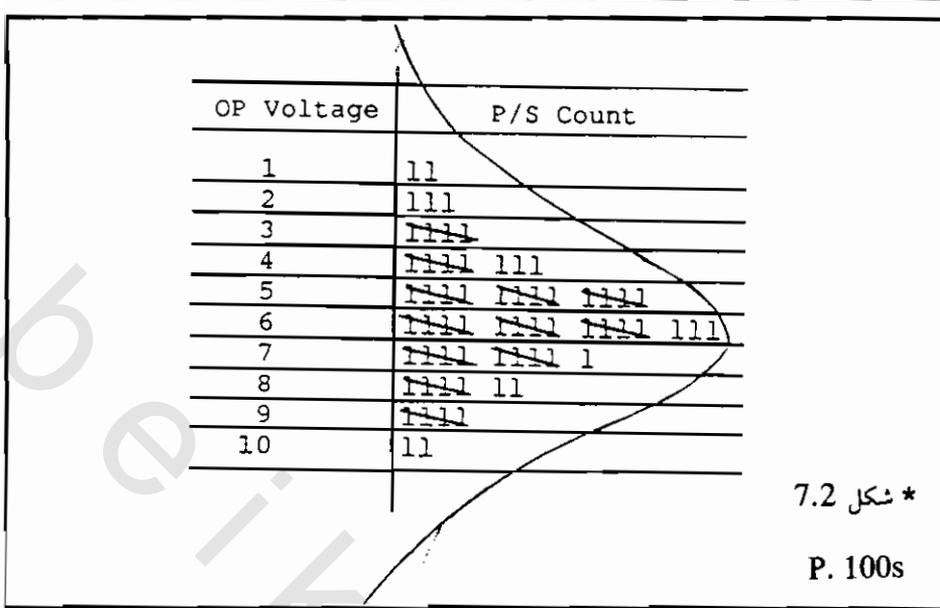
شكل 7.1 P. 100s

Arrow no.	Score	Arrow no.	Score
1	7	11	6
2	7	12	6
3	9	13	10
4	10	14	7
5	7	15	5
6	6	16	7
7	8	17	8
8	4	18	6
9	9	19	7
10	7	20	9

جدول 7.1 P. 99

البيانات التى جمعها مدير الإختبارات منحنى يشبه شكل الجرس (طبيعى)، (أنظر 7.2 شكل)

ويمكن الحصول على المعلومات الأساسية لتوجيه العملية إحصائيا بإختبار البيانات التى يحويها التوزيع التكرارى.



مدى ومتوسط العينة Sample Range and Average

يمكن بسهولة حساب كل من المدى الذى تتوزع عليه القيمة فى العينات (R) وكذلك القيمة المتوسطة (\bar{X}) للعينات المسحوبة. والمدى (R) هو مقياس للتشتت ويحسب بطرح أصغر القيم من أكبرها.

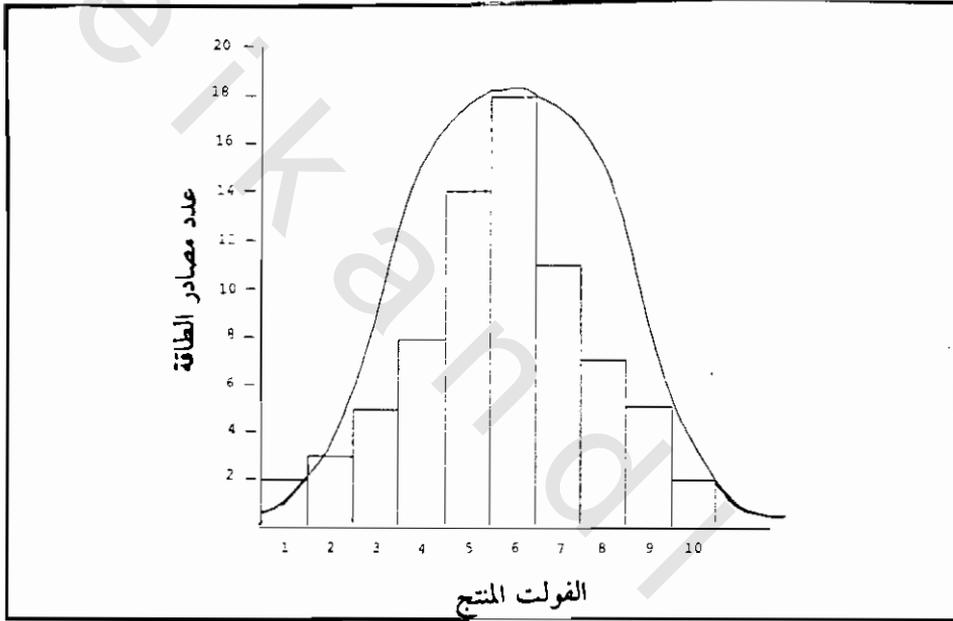
الانحراف المعيارى Standard Deviation

تتناسب دقة البيانات الموقعة طردياً مع حجم العينة التى تجمع البيانات عنها. وعندما يقوم فريق عملية هندسية بجمع بيانات يكون هدفه تحديد ما إذا كانت العملية المقاسة مطابقة للمواصفات الفنية المحددة لها أم لا. وعندما تأخذ العينات منحنى على شكل الجرس سواء أكان طبيعياً أو ملتويماً فإنه يمكن إستخلاص النتائج من خلال الملاحظات عن بعد العملية المقاسة عن مركز المنحنى. وبمقارنة توزيع العملية مع مواصفاتها فإنه يمكن ملاحظة الانحرافات خارج المواصفات إن وجدت وعندما تحدد النهايات الطرفية للمنحنى فإن الفريق يكون قد رسم منحنى يبين كمياً عدد الانحرافات التى تزيد عن الحدود المسموح بها. ويبين الشكل 7.3 نموذجاً

* قام العرب بتصحيح الرسم

ويبين المدرج المرسوم في الشكل 7.4 مصادر الطاقة التي سبق عرضها في الشكلين 7.1 & 7.2، والخاصة بالبيانات التي جمعها مدير الإختبارات. ويتبين من الشكل أن بيانات العملية تأخذ شكل الجرس ويعبر عنها بمنحنى توزيع طبيعي كما يوضح أنها مستقرة. ويبين الشكل - زيادة عما بينه شكل المنحنى - نتيجة أخرى وهي أن العملية لم تكن طبيعية وأن هناك إنحرافات جوهرية (لا ترجع إلى الصدفة) وأن هذه الإنحرافات الجوهرية أثرت على شكل المدرج.

شكل 7.4* الشكل النموذجي للمدرج التكرارى على شكل الجرس



شكل 7.5 معادلة حساب الإنحراف المعياري المقدر

$$\hat{\sigma} = R / d_2$$

ملاحظة: d_2 عبارة عن ثابت يعتمد على حجم العينة وتوجد قيم الثابت d_2 في الجدول 7.1

* قام المعرب بتصحيح الرسم

عندما يتطلب الأمر دقة أكبر

يمكن سحب العينات في فترات زمنية محددة وبالتالي فإن الزمن قد يؤثر في الخريطة. ويجب أن تبين الخريطة هذه المعلومة عندما يكون مطلوباً عرض الاتجاه الذي تسلكه العملية.

الانحراف المعياري المقدر

عادة ما يكون الانحراف المعياري للمجتمع مجهولاً أو يصعب إيجاده (أى يكون إيجاده مكلفاً أو يستلزم وقتاً لا يمكن توفيره). وقد ينفق وقت طويلاً لمجرد أخذ القياسات اللازمة للحساب. ويستخدم عادة تقديراً للانحراف المعياري عند تطبيق الرقابة الإحصائية للعمليات SPC. ويفضل استخدام هذا التقدير عندما يكون المجتمع موزعاً توزيعاً طبيعياً وتكون القياسات مستقره. ويرمز لهذا التقدير بالرمز $\hat{\sigma}$ ويمكن حسابه بسهولة باستخدام \bar{R} (متوسط أمدة العينات). ويعرض الشكل 7.5 مثالاً لطريقة الحساب.

التوزيع الطبيعي Normal Distribution

يسمى التوزيع الذي يأخذ شكل الجرس بإسم منحنى التوزيع الطبيعي (أو جاوس). وعموماً فإنه فى المنحنى الطبيعي يتساوى كل من الوسط الحسابى والوسيط والمنوال. ويكون المنحنى متماثلاً بالنسبة لخط المركز (الوسط) ثم يميل مبتعداً عن خط المركز إلى ما لا نهاية (أنظر الشكل 7.4).

ويتعين التوزيع الطبيعي تماماً باستخدام مقياسين فقط هما الوسط والانحراف المعياري (σ).

ويتشكل التوزيع الطبيعي عند سحب عينات كثيرة من العملية وسوف يلاحظ عندئذ أنها تتجمع حول مركز هو متوسط هذه العينات (القيمة المتوسطة)، كما

يلاحظ أن عدد العينات يتناقص كلما بعدنا عن هذا المركز. ويمكن تطبيق الإستنتاجات المستخلصة من منحنى التوزيع الطبيعي فى رقابة الإنحرافات فى المجتمع المسحوبه منه العينات.

Tallies in subgroup n	Constants for \bar{X} charts		Divisors for estimate of std. dev. d_2	Range lower control limit	Range upper control limit
	A	A_2		d_1	d_4
2	2.12	1.880	1.128	—	3.267
3	1.73	1.023	1.693	—	2.574
4	1.50	0.729	2.059	—	2.282
5	1.34	0.577	2.326	—	2.114
6	1.22	0.483	2.534	—	2.004
7	1.13	0.419	2.704	0.076	1.924
8	1.06	0.373	2.847	0.136	1.864
9	1.00	0.337	2.970	0.184	1.816
10	0.95	0.308	3.078	0.223	1.777

P. 104 جدول 7.2

التواء المنحنى الطبيعي

يمكن توقع أن تكون العينات المسحوبة من أية عملية لها نفس الشكل ما لم تتدخل أسباب جديدة تؤدي إلى وجود إنحرافات سواء أكان ذلك عند أداء العملية أو خلال إجراء المعاينة. وبعبارة أخرى، عندما تكمن أسباب الإنحرافات فى العملية نفسها وليس كمصدر خارجى عنها، فإنه يمكن أن نتوقع أن يكون المنحنى الناتج على الصورة المعتادة المتكررة والمتوقعة. وعلى كل حال، عندما ترجع الإنحرافات إلى أسباب أخرى خارج العملية نفسها فإن المنحنى الممثل للبيانات سوف يكون ملتويا ويفقد بالتالى شكل الجرس.