

استخدام خرائط المراقبة الالاعلمية على جودة الإنتاج (دراسة تطبيقية)

الباحث: م.م كريم خلف عزر

جامعة سومر / كلية الإدارة والاقتصاد / قسم الاحصاء

استخدام خرائط المراقبة اللامعلمية على جودة الإنتاج

(دراسة تطبيقية)

الباحث: م.م كريم خلف عزر / جامعة سومر / كلية الإدارة والاقتصاد / قسم الاحصاء

المستخلص

حالة استخدام خريطة هوتلينج T^2 عندما يكون توزيع البيانات يتبع التوزيع الطبيعي فإن أدائها يكون أفضل من الخرائط الأخرى، ومع ذلك في حالة بيانات المعلمية لا تتبع التوزيع الطبيعي، فإن أدائها أقل مما هو متوقع، مع هذا، إذا كان التوزيع الطبيعي معروف أو لا يعرف الكثير عن توزيع العملية، فإن خرائط اللامعلمية المقترحة تكون أفضل للخدمة وأكثر أماناً للمراقبة العملية، ومن المعلوم أيضاً في النظرية اللامعلمية أن الاختبارات التي تستند إلى إحصاء الإشارة أقل قوة من إحصاء إشارة الرتب عندما يكون توزيع البيانات متماثلاً، لذلك يفضل استخدام خريطة إشارة الرتب في حالة التوزيعات المتماثلة وخفيفة الذيل، ويتضح أيضاً عند اختيار UCL باستخدام التوزيع التقريبي فإن ARL_0 عادةً ما يحقق أكبر من المطلوب، الأمر الذي يؤدي إلى عدد قليل من الإنذارات الكاذبة، وهذا مرغوب فيه من الناحية العملي كذلك خرائط المراقبة اللامعلمية تعتبر أداة مفيدة في مراقبة العملية الإحصائية في حالة توزيع بيانات العملية غير محدد أو غير طبيعي، وكلتا الخريبتين الإشارة إشارة الرتب أظهرت نتائج مماثلة في مراقبة العملية، وباستخدام توزيع مربع كاي تم حساب وتحديد الحد الأعلى للخرائط المقترحة، وتوضح الخرائط أيضاً أن متغيرات الدراسة هي ضمن الحدود المسموح، ومن خلال المحاكاة أظهرت الخرائط قوة في الكشف عن التغيرات، وعندما تتكون العملية من عدة نظم أو متغيرات مترابطة، فإنه من الضروري استخدام خرائط متعدد المتغيرات بدلاً من الخرائط أحادية المتغير.

The Abstract

In case of hotelling T^2 chart when the data is distributed a normal distribution than its performance be better than the other charts, on the other hand, in case of the parametric data which doesn't distributed the normal distribution, then its performance is less than anticipated (or expected), however, if the normal distribution is know or there isn't too much to know about the process distribution , then the suggested non parametric charts will be better ferly and safest to control the process, Also it's know in the non-parametric theory that the tests which based on the sign-rank statistic when distribution of the data is symmetric therefore, it's preferred to use sign-rank chart in case of the symmetric distribution slight-Tail distribution, also it's clear that when test . UCL by using the approximate distribution ,then ARL_0 is usually satisfying more then the required which leads to a few number of the false alarms, and this is desired from the practical side, Also, non-parametric control charts are considered as useful tool in the statistical process control in case of the process data distribution be undetermined or not normal and both of the charts sign and sign rank showed similar results in controlling the process, and by using x^2 distribution, it has been calculated and determined the upper bound for the suggested charts, also the charts are showing that the study variables are within the allowed boundaries, and through the simulation the charts have bee showed a powerful in the exploring of the changes and when the process are consisting of a several systems or connected variables, then it's necessary to use the multi-variety charts in stead of the univariate charts.

المبحث الأول

منهجية البحث

(١-١) المقدمة:-

تُعد مراقبة وتحسين الجودة من أهم الأعمال الأساسية المهمة للعديد من المنظمات والصناعات والمؤسسات والخدمات، نظراً لتطور التكنولوجيا في إجراءات الرقابة الصناعية، والتحسُّن الكبير الذي تشهده الصناعات الحديثة في مجال جودة الإنتاج، شهدت العقود الأخيرة توجُّهاً متزايداً في تحسين فاعلية مراقبة الجودة، بالاعتماد على المفاهيم الحديثة والمنهجيات والأدوات المستخدمة في رقابة الجودة، وأصبحت الرقابة الإحصائية إحدى المهام الرئيسية في جميع المنظمات، وأداةً مسؤولةً للكشف عن التغيُّرات في إجراءات هذه العمليات، وانجاز العمل في كل مرحلة من مراحل الإنتاج، من أجل التأكد من سلامة المنتج، كذلك مطابقة النتائج النهائية المقدره لما خطط له مسبقاً، ويعدُّ موضوعُ الرقابة الإحصائية ذا دور بارز في تحقيق المواصفات الموضوعه بالنسبة إلى المنتج، وزيادة القدرة على مراقبة جودة المنتجات التي يتم إنتاجها ورصد العيوب خلال عمليات الإنتاج.

حيث ان رقابة العمليات الإحصائية (Statistical Process Control (SPC): تُعرَّف بأنها وسيلة لمراقبة الجودة باستخدام الأساليب الإحصائية، ورصد خصائص الجودة للمواد المصنعة لضمان التزامها بمعايير معينة، والحفاظ على العملية في حالة مستقرة، وكذلك تُعدُّ خرائط المراقبة أداةً فاعلةً في SPC، ووسيلةً أساسيةً لضبط العمليات إحصائياً، وباستخدامها يمكن متابعة سير العملية والكشف عن التغيرات غير الطبيعية التي تمكِّن من التدخل المبكر لتصحيح العملية.

(١-٢) مشكلة الدراسة:-

تتكون العديد من نظم التصنيع من عدة نظم فرعية مترابطة، والفائض من المواد الأولية الداخلة في الإنتاج في تلك النظم يسبب صعوباتٍ في رصد المتغيرات المتعددة، لأنه في كثير من الأحيان يكون مُضليلاً للمشغلين لرصد المتغيرات المترابطة بشكل فردي، وفي الواقع ليس هناك أيُّ ضمان بأن خصائص الجودة أو المتغيرات تتبع التوزيع الطبيعي، والخرائط المتعددة التي تم تصميمها باستخدام الأساليب التقليدية التي تعتمد على الافتراض الطبيعي تقدم نتائجٍ مضللةً وإنذاراتٍ كاذبةً في مثل هذه الحالات.

(٣-١) هدف الدراسة:-

تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي:

- وضع خرائط مراقبة تراقب العديد من المتغيرات في وقت واحد.
- تطبيق الخرائط اللامعلمية التي لا تعتمد على أي توزيع معين.
- إعطاء نموذج عملي لتطبيق خرائط المراقبة الإحصائية صالحة للتطبيق في كافة المؤسسات.

(٤-١) أهمية الدراسة:-

أسهمت المفاهيم الحديثة في تطبيقات ضبط الجودة على مستوى الرقابة الإحصائية- في حل القصور في مراقبة جودة المنتجات، بما يعزز دور القطاع العام الصناعي ويحسن أداءه في إنتاج منتجات ذات جودة تلبي حاجة المستهلك من حيث مطابقتها للمواصفات، وتركز هذه البحث على تطبيق إحدى أهم الوسائل العلمية الحديثة، وهو أسلوب خرائط المراقبة الإحصائية التي تساعد في مراقبة العملية الإنتاجية، وتحديد العملية في المراقبة أو خارج نطاق المراقبة من خلال الرصد المبكر للعملية، وتقليل الخسارة في الإنتاج وتصحيح مسار العملية.

المبحث الثاني

الجانب النظري

(١-٢) أهمية خرائط المراقبة اللامعلمية :

- المرونة المشتقة من عدم الحاجة إلى أي توزيع احتمالي معلمي للعملية الأساسية، على الأقل فيما يتعلق بوضع وتنفيذ خرائط المراقبة، وهذا مفيد جدًا في مراقبة العمليات، لاسيما عند بدء التشغيل للحالة التي تكون فيها البيانات المتاحة ليست كثيرة لاستخدام الإجراء العلمي.

- تشارك خرائط المراقبة اللامعلمية في خصائصها مجموعة من الاختبارات اللامعلمية وفترات الثقة.

- خرائط المراقبة اللامعلمية أقل تأثرًا بالقيم المتطرفة.

تستخدم الاختبارات اللامعلمية في حالة أحجام العينة الصغيرة، حيث تنفذ بشكل أسرع وأسهل من الاختبارات المعلمية.

(٢-٢) خرائط المراقبة اللامعلمية

١- أحادية المتغير

تُعرَّف خرائط المراقبة اللامعلمية أو التي لا تتبع أي توزيع معين من حيث توزيع طول المدى في المراقبة، فإذا كان توزيع طول المدى في المراقبة ثابتاً لكل التوزيعات المستمرة تسمى هذه الخرائط اللامعلمية، وفي مراقبة العملية يفترض أن الأسباب الاحتمالية لمتابعة بعض التوزيعات المعلمية تتطلب في بعض الأحيان توزيعاً طبيعياً، ولهذا السبب فإن الخصائص الإحصائية لخرائط المراقبة دقيقة إذا كان الافتراض الطبيعي هو الصحيح، وهذا غير متحقق في جميع الحالات، لأن معظم العمليات الأساسية لا تتبع التوزيع الطبيعي، ومن ثم فإن الخصائص الإحصائية غير مضبوطة، وهذا يعطي زيادةً لتبرير فكرة وضع خرائط مراقبة العمليات التي لا تعتمد على التوزيع الطبيعي أو أي توزيع معلمي آخر

٢- خريطة المراقبة ولكوكسن لإشارة الرتب متعددة المتغيرات

تستند خريطة المراقبة ولكوكسن لإشارة الرتب متعددة المتغيرات المقترحة إلى اختبار ولكوكسن لإشارة الرتب متعددة المتغيرات على النحو المحدد، ويشار إلى الخريطة بـ SR^2 ، ولنفتراض مرة أخرى أنه يتم تحديد القيم الوسيط في المراقبة،، والإضافة المطلوبة في خريطة SR^2 هي افتراض أن التوزيع المشترك للمتغيرات p متماثل قطرياً حول قيم

$$= (\theta_{10}, \theta_{20}, \dots, \theta_{p0} = 0)$$

في ظل هذا الافتراض فإنه يتبع ذلك أن التوزيعات الهامشية للمتغيرات الفردية متماثلة حول الوسيطات الخاصة بكلٍ منهما، ويتم حساب إحصاءة ولكوكسن لإشارة الرتب أحادية المتغير لكل المتغيرات p .

$$W_{i,j} = \sum_{j=1}^n R(|X_{i,j} - \theta_{i0}|) \operatorname{sgn}(X_{i,j} - \theta_{i0}) \quad (13)$$

حيث $R(|X_{i,j} - \theta_{i0}|)$ هي الرتب من

$(|X_{i,j} - \theta_{i0}|)$ وبين $|X_{i1} - \theta_{i0}|, \dots, |X_{in} - \theta_{i0}|$ ، و \square متجه $PX1$ في (W_i^s) ، حيث أن

التوزيع التقريبي من $(Wn^{\frac{3}{2}})$ هو متعدد المتغيرات الطبيعي بمتجه الوسط 0 ومصفوفة

التغاير الذي يمكن تقديره باستمرار من $(\bar{L}n^{-3})$ حيث يتم تعريف \bar{L} على النحو التالي:

$$= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \bar{L}_{ii} \quad (14)$$

إحصاءة رسم خريطة إشارة الرتب متعددة المتغيرات هي

$$SR^2 = W^B \quad \hat{L}^{-1} W(16)$$

حدود التوزيع لإحصاءة SR^2 هي x^2 مع درجات الحرية P ، ويتم تحديد الوسيط (غير المقدر) إما عن طريق البيانات السابقة للعملية أو عندما تكون العملية في المراقبة، وهكذا يتم استخدام المقدر الثابت للتغاير التقريبي من \hat{L}_{ij} ويحسب عند كل نقطة في الوقت الذي تحسب في إحصاءة رسم الخريطة، ونلاحظ مرة أخرى أنها مشابهة لاختبار الإشارة متعددة المتغيرات. اختبار ولكوكسن متعددة المتغيرات (كذلك خريطة SR^2) لا يعتمد على التوزيع في حالة أحجام العينة الكبيرة، وباستخدام مربع كاي التقريبي يتم إنشاء خريطة المراقبة، ويعطى FAR من α والحد الأدنى للمراقبة صفر والحد الأعلى للمراقبة هو

$$UCL = x_{\alpha,p}^2$$

كما أوضحنا فإن الخرائط المقترحة هي للحالات التي تكون فيها الوسيطات محددة (معروفة)، ويمكن تكييف المنهجية للحالات التي تكون فيها الوسيطات غير معروفة حيث يتم تقديرها عندما تكون العملية في المراقبة، وما دام أن حجم العينة السابقة والاختبار كبيراً بما فيه الكفاية يمكن استخدام توزيع مربع كاي التقريبي لإيجاد ثابت رسم الخريطة.

(٢-٣) خريطة هوتلينج T^2 -Hotelling

وهي خرائط بسيطة الاستخدام ويمكن اعتبارها امتداداً لخريطة شوارت X -bar أحادية المتغير في حالة أكثر من بعد واحد، وخرائط شوارت أحادية المتغير تستخدم للملاحظات الأخيرة فقط لكشف التحول في متوسط العملية، وهو ما يعاب عليها في بعض الحالات. أما خرائط المراقبة التي اقترحها (Hotelling, 1947) فهي الأكثر استخداماً من بين الخرائط متعددة المتغيرات في الوقت الحاضر، لنفترض أن هناك p من المتغيرات التي يتعين رصدها، وتم أخذ عينات عشوائية مستقلة بحجم n من توزيع متطابق في كل فترة زمنية، فإنه يتم حساب متجه متوسطات العينة كالتالي:

$$\bar{x} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_p)$$

إذا كان المجتمع يتبع التوزيع الطبيعي المتعدد مع متجه الوسط μ ومصفوفة التغاير Σ ، حيث إنه من المعلوم أن متجه الوسط ومصفوفة التغاير في خريطة المراقبة χ^2 يستخدمان لرصد المتوسط، وهذا مشابه لاستخدام خريطة شوارت X -bar في حالة معايير البعد الواحد تكون معروفة، وباستخدام إحصاءة رسم خريطة χ^2 :

$$= n (\mathbf{x}_t(t) - \mu)' \Sigma^{-1} (\mathbf{x}_t(t) - \mu), \quad t = 1, 2, \dots \quad (1-\alpha) \chi_{t-1}^2$$

فإن الحد الأدنى للمراقبة صفر والحد الأعلى للمراقبة من معدل الإنذار الكاذب α يعطى بواسطة

$$UCL = X_{\alpha, p'}^2$$

حيث $\chi_{\alpha, p}^2$ تمثل $(1 - \alpha)^{th}$ 100 النسبة المئوية من توزيع مربع كاي مع درجات الحرية p .

وفي حالة متجه الوسط ومصفوفة التباين غير معلوم، فإنه يجب أن يُقدر من البيانات السابقة للعملية، وأحياناً تؤخذ من المرحلة الأولى عندما تكون العملية في المراقبة لكل العينات n (أو مشاهدات المرحلة الأولى m) أو تأخذ عندما يعتقد أن العملية في المراقبة.

إحصاءة رسم الخريطة لكل عينة من المرحلة الثانية تستند إلى إحصاءة t متعددة المتغيرات، وإحصاءة T^2 هي:

حيث إن $\bar{X}_t = (\bar{X}_{1t}, \bar{X}_{2t}, \dots, \bar{X}_{pt})$ هو متجه في t^{th} لمتوسطات عينة المرحلة الثانية لكل متغير.

و $\bar{X} = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_p)$ هو متجه الوسط العام المحسوب من العينات التي تكون في المراقبة، حيث

S هي عينة مصفوفة التباين وتعرف كما يلي:

يشار إلى خريطة هوتلينج T^2 المشابهة لخريطة شيوارت \bar{X} في حالة لا تعطى المقاييس والمعالم لكليهما غير معلومة، فيكون الحد الأدنى لخريطة المراقبة T^2 هو صفر والحد الأعلى (بأثر رجعي) من تحليل المرحلة الأولى ويعطى بواسطة:

$$UCL = \frac{P(m-1)(n-1)}{mn-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1}, \quad (21)$$

حيث $F_{\alpha, p, mn-m-p+1}$ هي النسبة المئوية $(1-\alpha)^{th}$ من توزيع F مع المعالم P و $mn-mp+1$ ، ولتحليل المرحلة الثانية (مرحلة الرصد) يعطى الحد الأعلى لحدود مراقبة خريطة T^2 بواسطة:

$$UCL = \frac{P(m+1)(n-1)}{mn-p+1} F_{\alpha, \infty, mn-m-p+1}, \quad (22)$$

وعند رصد المتجهات الفردية أو المجموعات غير الفرعية ($n=1$) فإن إحصاءة رسم الخريطة T^2 تقل إلى:

$$T_t^2 = (x_t - \bar{x}) S^{-1} (x_t - \bar{x}), \quad t = 1, 2, \dots \quad (23)$$

والحد الأعلى للمراقبة هو

$$UCL = \frac{P(m+1)(m-1)}{m^2-mp} F_{\alpha, \infty, mn-m-p}, \quad (24)$$

وباستخدام $\chi_{\alpha, p}^2$ كقيمة تقريبية للحد الأعلى لمراقبة خريطة T^2 ، أظهرت الخريطة قبولاً في حالة قيم m كبيرة، مع الأخذ بالعلم أيضاً عدد المعالم.

استخدام بعض الباحثين الحد الأعلى لمراقبة المرحلة الأولى المقدم ويعطى بواسطة:

$$UCL = \frac{(m-1)^2}{m} \beta_{\alpha, \frac{p}{2}, \frac{-p-1}{2}}, \quad (25)$$

المبحث الثالث

الجانب النظري لخرائط المراقبة

ثالثاً: دراسة الأداء للخرائط

لدراسة أداء الخرائط المقترحة من خلال المحاكاة لكنتا الحالتين في المراقبة (IC) وخارج نطاق المراقبة (OOC)، وباعتماد على قوة المعلومات IC للتنفيذ الخرائط، وخاصة في حالة أحجام العينات الصغيرة والمعتدلة، وفي هذه الحالة نفترض حالتين من التوزيعات لإنشاء البيانات: الأولى باستخدام التوزيع الطبيعي، والثانية باستخدام أحد التوزيعات المتماثلة المشابهة للتوزيع الطبيعي مثل توزيع t بدرجات حرية مختلفة، وهذا الأسلوب تم استخدامه في كثير من الدراسات السابقة .

الخطوة الأولى: لدراسة أداء الخرائط المقترحة تم إنشاء البيانات من التوزيع الطبيعي المتعدد وتوزيع t المتعدد مع اثنتين من درجات الحرية (5 و 10) على التوالي، ومقارنة أداء خرائط شيوارت اللامعلمية مع خريطة هوتلينج T^2 التقليدية.

الخطوة الثانية: يتم حساب متوسط طول المدى (ARL) ووسيط طول المدى (MRL) والانحراف المعياري لطول المدى (SDRL) والنسبة المئوية.

الخطوة الثالثة : دراسة تأثير حجم العينة، وذلك بإنشاء مجموعة من العينات بأحجام مختلفة (10 - 20

وللتأكد من أن مصفوفة التباين واحدة لكلٍ من التوزيع الطبيعي المتعدد وتوزيع t المتعدد، وذلك باختيار المعلمة $\Sigma_{t(v)}$ لتوزيع t لتحقيق مصفوفة تباين واحدة لكلٍ من التوزيع الطبيعي و توزيع t، ولتوحيد قيم معالم التوزيعات للحصول على نتائج دقيقة، تم استخدام المعالم التالية في المحاكاة:

$$\mu_0 = \theta_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 \\ 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

للحصول على مصفوفة التباين Σ للبيانات التي تتبع التوزيع t المتعدد تم استخدام القيم التالية للمعلمة $\Sigma_{t(v)}$:

الجدول (١) حدود المراقبة العليا للمحاكاة

التوزيع مع درجات الحرية	العينة	التوزيع التقريبي , SR^2 , χ^2 , SN^2	في المراقبة $ARL=200$ $FAR = 0.005$		
			SN^2	SR^2	χ^2
الطبيعي	10	10.6	7.3	8.2	10.6
	20	10.6	8.9	9.1	10.6
	40	10.6	10.1	10.2	10.6
t(5)	10	10.6	7.4	8.4	12.22
	20	10.6	9.1	9.3	11.49
	40	10.6	10.2	10.2	11.17
t(10)	10	10.6	7.6	8.8	10.98
	20	10.6	9.5	9.6	10.78
	40	10.6	10.4	10.5	10.73

يبين الجدول (١) حدود المراقبة العليا لكل الخرائط التي ننظر فيها، ويتضح من الجدول أن حدود المراقبة التقريبية للخرائط المقترحة مرتفعة جداً، وهذا يعني أن المتوسطات ARL في المراقبة تكون أعلى من المطلوب في حالة استخدام الحدود التقريبية، وهذه الحالة خاصة في حالة أحجام العينة الصغيرة، وكلما ازداد حجم العينة فإن حدود المراقبة لكل الخرائط تقترب من حدود مراقبة التوزيع التقريبي كما هو متوقع.

وسوف يتم توضيح النتائج لكلتا الحالتين في المراقبة وخارج نطاق المراقبة للتحويلات المختلفة في متوسط العملية في الأقسام التالية، ولدراسة الأداء في المراقبة سيتم استخدام حدود المراقبة التقريبية، فإنه من المهم رؤية كيفية تأثير استخدام حدود المراقبة التقريبية في أداء مراقبة الخرائط، ومن ناحية أخرى سنستخدم حدود المراقبة لعائد ARL في المراقبة من 200 لمقارنة أداء الخرائط في حالة الخروج عن المراقبة.

بما أن الخرائط اللامعلمية هي للحالات العامة، سيكون من المفيد دراسة أداء الخرائط المقترحة باستخدام بيانات من التوزيعات الملتوية متعددة المتغيرات.

١- الأداء في المراقبة

يعرض الجدول (٢) بعض خصائص توزيع طول المدى في المراقبة عند استخدام حدود

المراقبة للتوزيع التقريبي، ومقارنتها مع خريطة T^2 .

حيث تظهر الخرائط تحسس أفضل في تأثير حجم العينة على ARL في المراقبة (ARL_0)، وفي حالة التوزيع الطبيعي المتعدد فإن خريطة هوتلينج T^2 تحقق ARL_0 بحوالي 200 كما هو متوقع مع احتمالية 0.005 من FAR، ومع ذلك في حالة التوزيع غير الطبيعي المتعدد فإن ARL_0 لخريطة هوتلينج T^2 في بعض الحالات أقل مما هو متوقع عادةً، أي أن معدل الإنذارات الكاذبة أكثر مما كان متوقعًا، ومن المثير للاهتمام أيضًا ملاحظة أن الخريطة التي تستند إلى إحصاء إشارة الرتب تحقق ARL_0 أعلى من التي تستخدم فيها إحصاء الاشارة، ومع ذلك كلما ازداد حجم العينة فإن ARL_0 لكل الخرائط يقترب إلى 200، وباستخدام التوزيع التقريبي للخرائط المقترحة، فمن المتوقع أن ARL_0 الاسمي قد لا يمكن تحقيقه لأحجام العينة الصغيرة، ويتضح ذلك في عملية المحاكاة، ومع ذلك كلما زادت حجم العينة إلى 40 فإن قيم ARL_0 تقترب إلى 200.

جدول (٢)

التوزيع	حجم العينة والخريطة		ARL	SDRL	MRL	5%	95%
الطبيعي	SN SR T^2	10	632	429	399	6	871
			412	355	215	15	743
			277	271	160	22	422
	SN SR T^2	20	512	321	342	8	907
			231	288	204	17	413
			207	226	205	29	382
	SN SR T^2	40	203	199	201	11	399
			199	200	200	15	297
			201	201	200	26	407
t(5)	SN SR T^2	10	431	390	382	17	802
			299	235	214	19	422
			277	229	227	24	409

	SN		333	331	235	16	671
	SR	20	251	176	213	22	442
	T^2		222	199	219	29	371
	SN		231	300	288	24	445
	SR	40	227	276	261	26	448
	T^2		201	220	167	29	395
t(10)	SN		487	369	311	14	842
	SR	10	272	242	227	34	587
	T^2		251	229	218	46	391
	SN		188	194	200	214	212
	SR	20	191	195	204	207	206
	T^2		193	197	205	202	202
	SN		203	199	201	198	199
	SR	40	199	200	200	199	197
	T^2		201	201	200	199	200

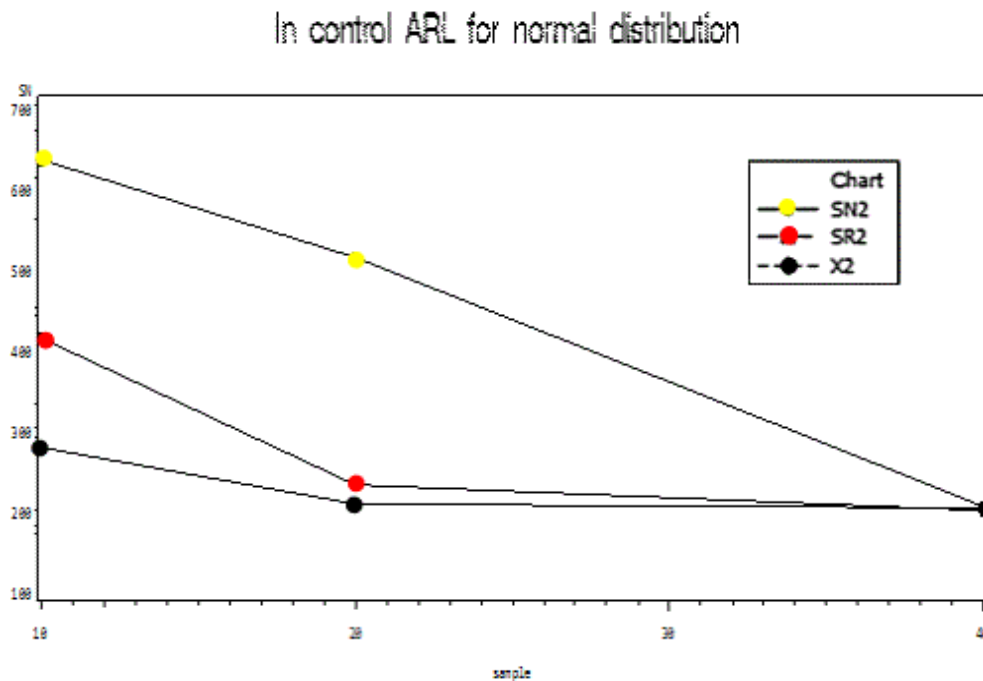
الجدول (٢) استخدام التوزيع التقريبي لطول المدى في المراقبة

من المثير للاهتمام ملاحظة أن العديد من الباحثين يختار الاختبارات والخرائط التي تتطلب الحالة الطبيعية عندما يكون حجم العينة 20، ويتضح أيضًا أن ARL_0 لخريطة هوتلينجلا يزال أقل بكثير مما هو متوقع اسميًا للبيانات التي تأتي من توزيع مشابه للتوزيع الطبيعي، لذلك قد يكون من الخطأ افتراض إن عينة بحجم 20 تحل مشكلة غير الطبيعي للخرائط المعلمية، وبالتالي فإن الاختبارات اللامعلمية (الخرائط التي لا تتطلب الافتراض الطبيعي) تكون خيارًا أفضل، ويبين الجدول (٢) في حالة احجام العينة (40) أن خريطة إشارة الرتب تكشف عن

التحول بشكل أسرع من خريطة الإشارة، هذا وإن من المتوقع أن يكون اختبار إشارة الرتب أقوى من اختبار الإشارة في حالة التوزيعات المتماثلة أو خفيفة الذيل المشابه للطبيعي، ويمكن ملاحظة أن خريطة هوتلينج تكشف عن التحول بشكل أسرع من الخرائط المقترحة، ومع ذلك قد يكون هذا مضللاً في كثير من الأحيان، لأن ARL_0 لهذه الخرائط هو دائماً أقل، ما يقودنا إلى السؤال حول قوة هذه الخرائط في المراقبة.

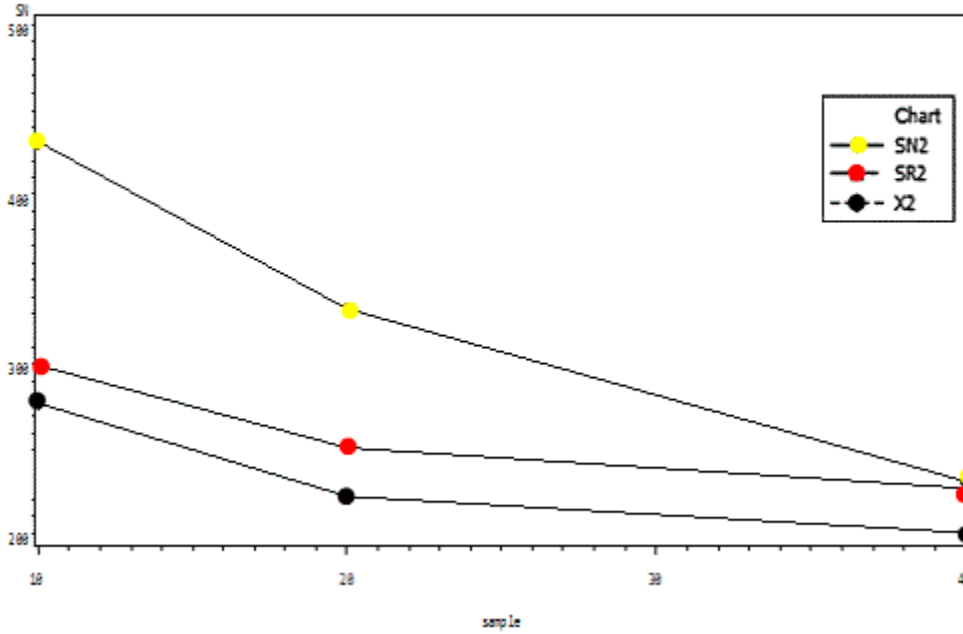
٢- الأداء خارج نطاق المراقبة

لمقارنة أدق للخرائط، يتم اختيار الحد الأعلى للمراقبة للحصول على ARL المحدد في المراقبة، ويبين العמוד الثانية من الجدول (١) إن UCL الذي تم إيجاده عن طريق المحاكاة يقترب استخدم أحجام العينة الصغيرة فمن المتوقع أن الاختبارات المعلمية والخرائط يكون أدائها أفضل عند استيفاء الافتراضات المعلمية اللازمة لاستخدامها، وعندما تكون البيانات غير طبيعية يكون أداء الخرائط المقترحة متماثلاً وفي بعض الأحيان أفضل من خريطة T^2



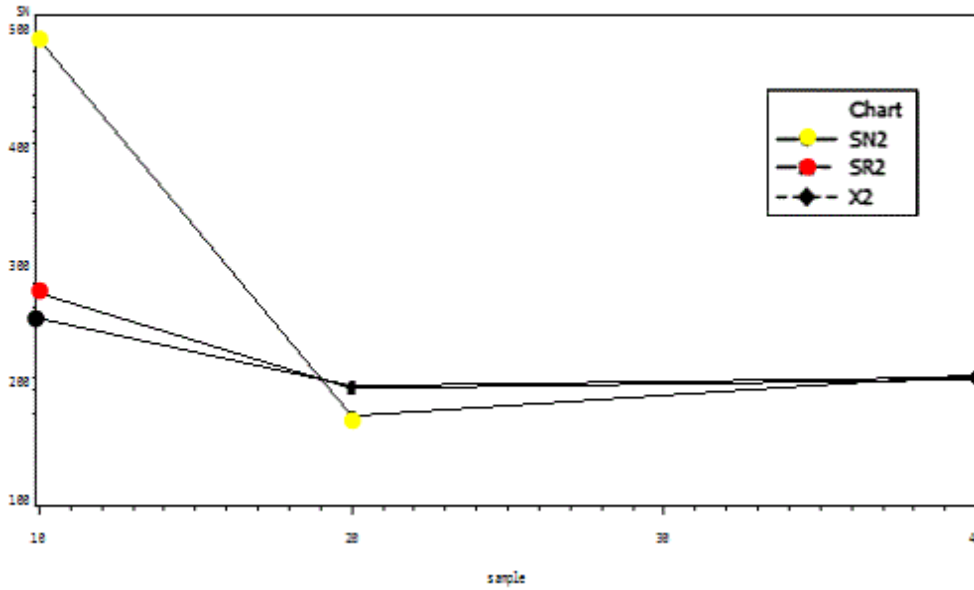
الشكل ١: متوسط طول المدى ARL في المراقبة للبيانات MVN لكل الخرائط.

In control ARL for T(5) distribution



الشكل ٢ : متوسط طول المدى ARL في المراقبة لبيانات (5) MVT لكل الخرائط.

In control ARL for T(10) distribution



الشكل ٣ : متوسط طول المدى ARL في المراقبة لبيانات (10) MVT لكل الخرائط.

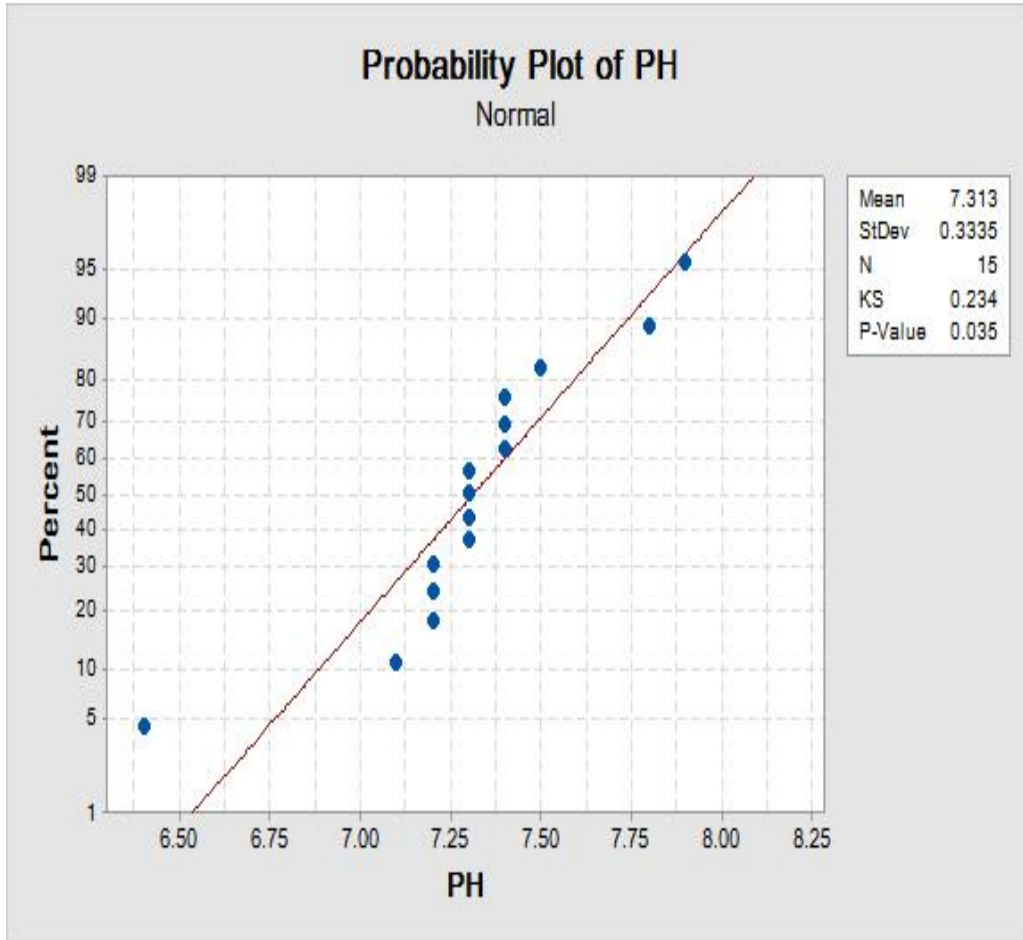
يتضح أن واحدة من الخرائط اللامعلمية لا تفقد الكثير في الواقع أثناء استخدامها، والزيادات في الافتراض الطبيعي غير ضرورية، والقوة في المراقبة وما يرتبط بها من معدلات الإنذار الكاذب يمكن أن تكون مشكلة مع الخرائط المعلمية.

ويتضح أيضاً عند استخدام حدود التوزيع التقريبي T^2 للخرائط المقترحة فإنها قادرة على كشف التحولات بسرعة نسبياً، على الرغم من أن ARL_0 يحقق أكبر من القيمة المطلوبة. وتكشف الخرائط أيضاً عن التحولات الصغيرة بشكل أسرع في حالة أحجام العينة الصغيرة، كما أن أداء الخرائط المقترحة مماثل للتحولات المتماثلة التي ننظر فيها، وهذا متوقع لخرائط المراقبة اللامعلمية، لذلك عند استخدام حدود المراقبة للتوزيع التقريبي فإنها تؤدي بشكل جيد، وإذا لم يعرف توزيع البيانات (أي المحاكاة لا يمكن إجرائها للحصول على ARL_0 المطلوب) يمكن الحصول على النتائج المطلوبة باستخدام T^2 التقريبي.

ثانياً: المؤشرات الإحصائية لبيانات الدراسة

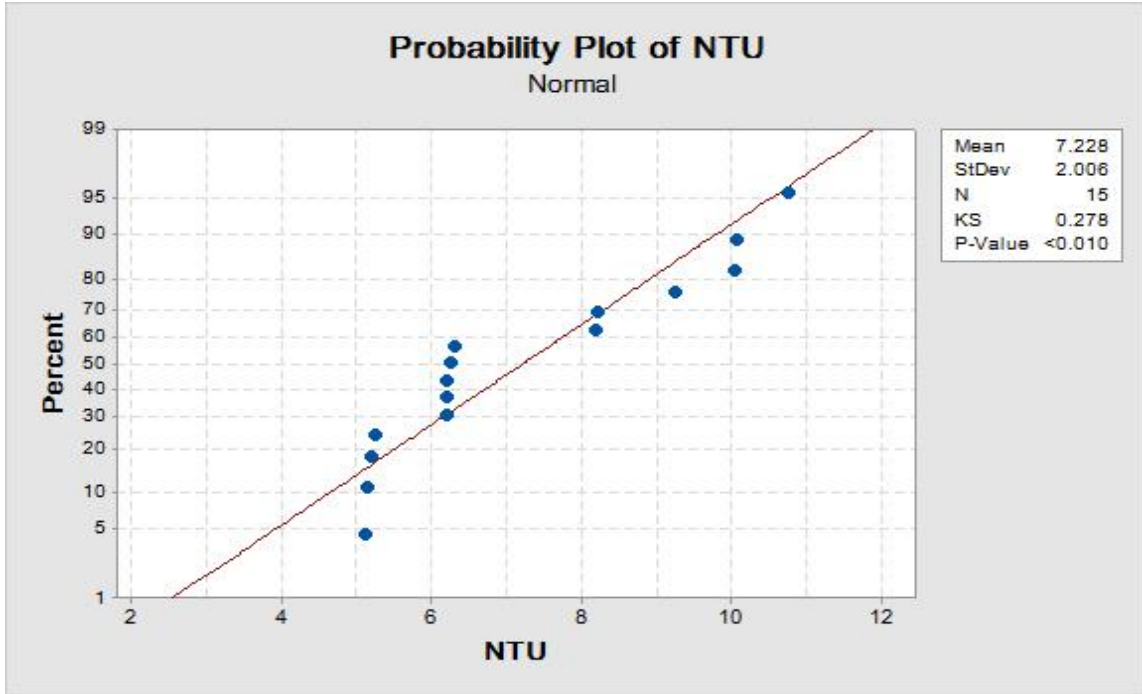
في البداية سوف يتم عرض بعض المؤشرات الإحصائية كالمتوسطات والانحراف المعياري والالتواء والتفرطح لمتغيرات الدراسة الأساسية والمبينة في الجدول (٣) والأشكال (٤، ٥، ٦).

١- المؤشرات الإحصائية لبيانات الأس الهيدروجيني PH



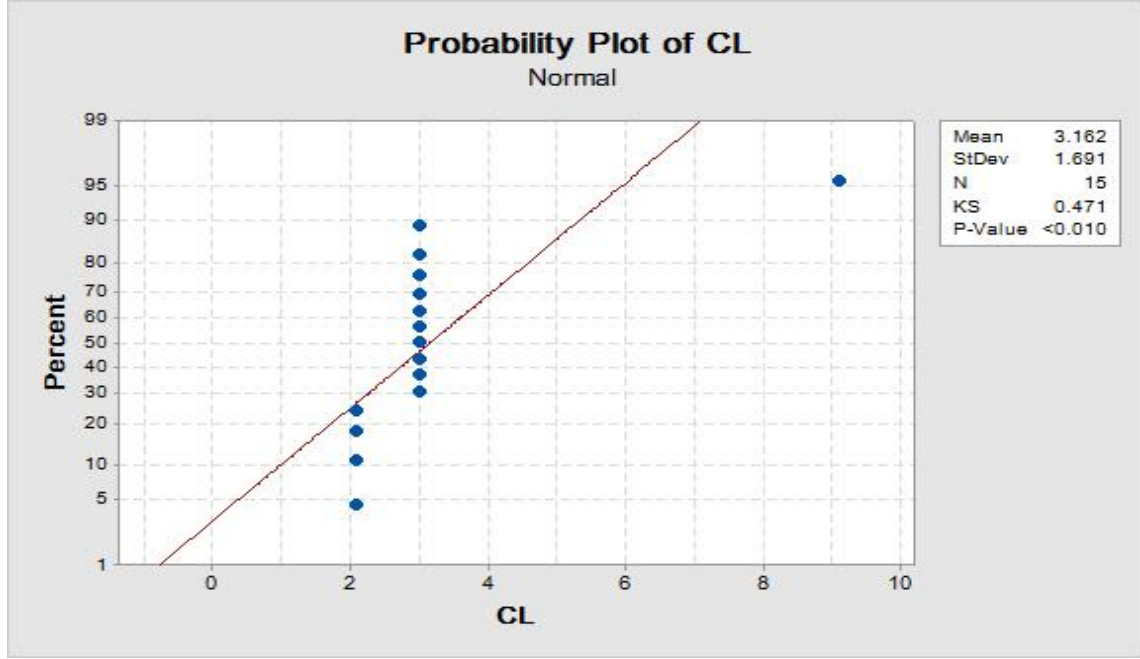
الشكل ٤: اختبار الحالة الطبيعية لبيانات الأس الهيدروجيني PH

٢- المؤشرات الإحصائية لبيانات العكورة NTU



الشكل ٥: اختبار الحالة الطبيعية لبيانات العكورة NTU

٣- المؤشرات الإحصائية لبيانات الكلورين CL_2



الشكل ٦: اختبار الحالة الطبيعية لبيانات الكلورين CL_2

الجدول (٣) قيم المؤشرات الإحصائية لبيانات الدراسة

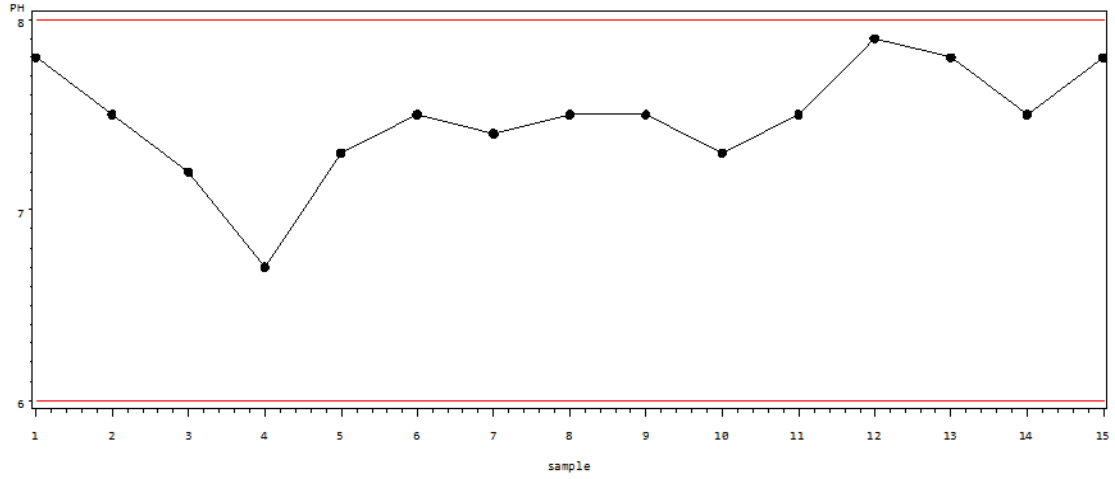
المتغير	المتوسط	الوسيط	الانحراف	المدى	الالتواء	التفرطح
PH	7.31	7.30	0.33	1.2	-1.04	4
CL2	3.162	3	1.69	7	3.46	12.89
NTU	7.22	6.25	2.006	5.65	0.62	-1.19

يلاحظ أن قيم المؤشرات الإحصائية في الأشكال (٤) و (٥) و (٦) خاصة الالتواء والتفرطح بعيدة عن القيم المألوفة للتوزيعات المعروفة وخصوصًا التوزيع الطبيعي، كذلك نجد أن قيمة p-value أصغر من مستوى المعنوية 5%، مما يرجح التعامل مع هذه المتغيرات بالأساليب اللامعلمية.

ثالثاً: خرائط المراقبة أحادية المتغير

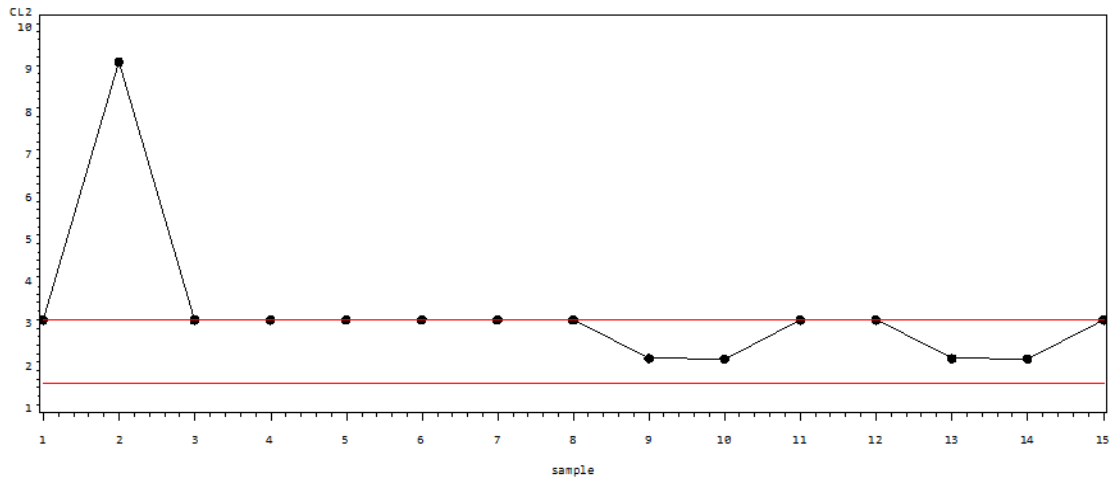
في هذا الجزء يتم استخدام الخرائط أحادية المتغيرات للمتغيرات الثلاث حسب الحدود العليا والدنيا المسموح بها.

Univariate Control Chart For Watter Treatment Data PH



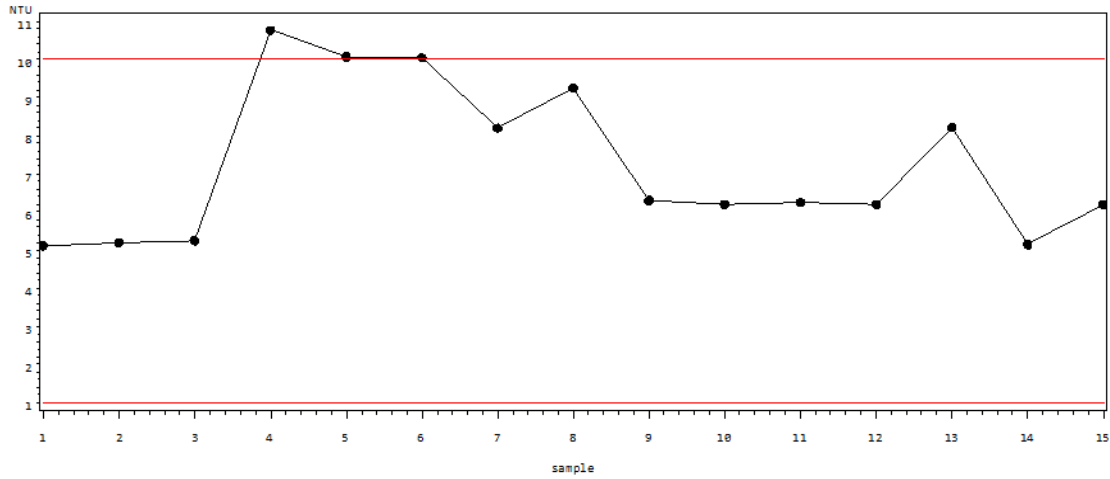
الشكل ٧: خريطة نسب الأس الهيدروجيني أحادية المتغير

Univariate Control Chart For Watter Treatment Data CL2



الشكل ٨: خريطة نسب الكلورين أحادية المتغير

Univariate Control Chart For Watter Treatment Data NTU



الشكل ٩: خريطة نسب العكورة أحادية المتغير

يتضح من الشكل (٧) إن نسبة الأس الهيدروجيني هي ضمن الحدود المسموح به، أما في الشكلين (٨) و(٩) فإن النسب الخاصة بكل من الكلورين والعكورة هيا خارج الحدود المسموح. وكما أوضحنا مسبقاً، أن التعامل مع متغيرات العملية بصورة مستقلة، يمكن أن يؤدي إلى نتائج مضللة عن العملية، لأن معظم العمليات تتكون من عدة متغيرات مترابطة، لذلك فإن التغيرات في متغير واحد تؤثر على المتوسط/أو التشتت في المتغيرات الأخرى. وهذا ما سوف يتم ملاحظته في حالة تطبيق الخرائط متعددة المتغيرات بصورة مشتركة لمتغيرات العملية.

رابعاً: خرائط المراقبة لبيانات المحاكاة

تم إنشاء خمس عينات وكل عينة تحتوي (15 مشاهدة) من التوزيع الطبيعي لثلاثة

متغيرات أساسية بمعالم متجه المتوسط $\mu = [0 \ 0 \ 0]$ ومصنوفة التباين

$$\begin{matrix} 1 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.4 \\ \Sigma=0.5 & 0.4 & 1 \end{matrix}$$

تحديد قيمة مستوى المعنوية $\alpha=0.005$

تحديد قيمة متوسط طول المدى $ARL=200$

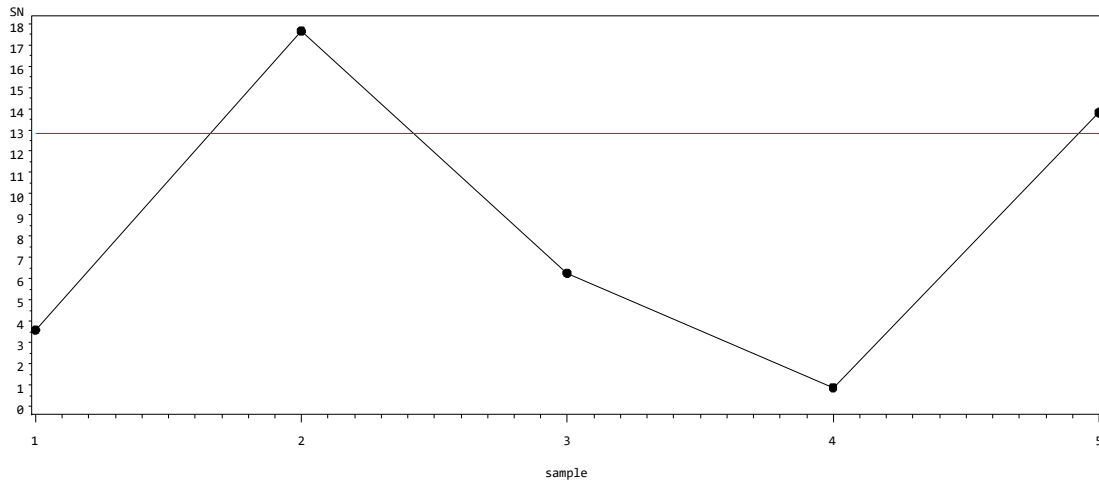
إحصاءة اختبار الإشارة وإشارة الرتب يتوزع حسب توزيع مربع كاي بدرجات حرية 3 ومستوى معنوية $\alpha=0.005$ ، ويمكن الاطلاع إلى القيم العشوائية التي تتبع توزيع مربع كاي في الجدول

رقم (٤) في الملحق (١)، ولذلك فإن الحدود الدنيا صفر والعليا يتم حسابه من توزيع مربع كاي وتساوي 12.84، وتم حساب قيمة إحصاءة SN^2 و SR^2 في الجدول التالي:

الجدول (٤) قيم إحصاءة رسم الخريطة لبيانات المحكاة

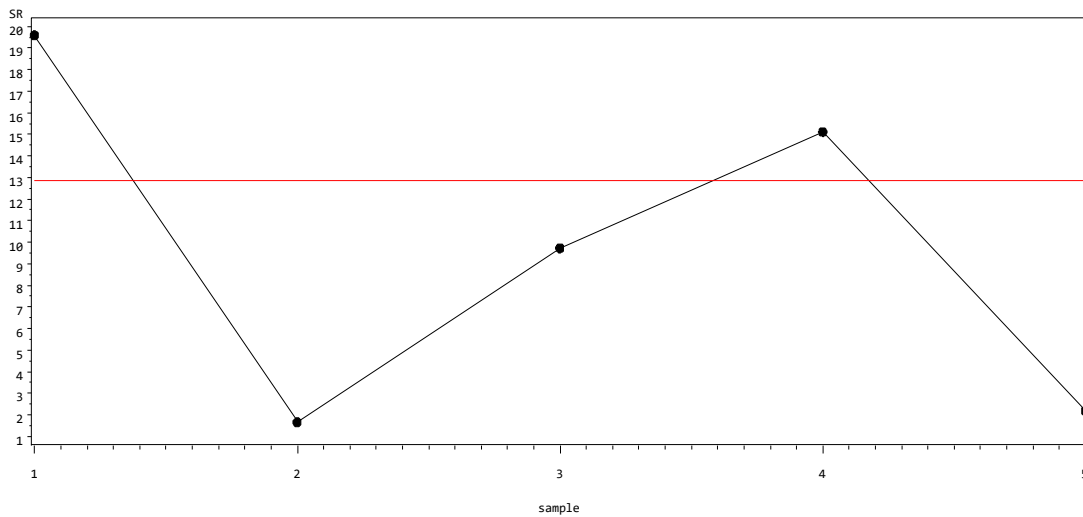
المجموعة	SN^2	SR^2
1	3.5949	19.5949
2	17.660	1.6601
3	6.268	9.7312
4	0.8824	15.1176
5	13.8236	2.1764

Multivariate Sign Chart For Watter Treatment Data



الشكل ١٠: خريطة الإشارة متعددة المتغيرات لبيانات المحاكاة

Multivariate Signed-Ranked Chart For Watter Treatment Data



الشكل (١١)

خريطة إشارة الرتب متعددة المتغيرات لبيانات المحاكاة

يتضح من الشكلين (١٠) و(١١) أن العملية خارج نطاق السيطرة للبيانات التي تم إنشاؤها من متعدد المتغيرات الطبيعي، ويلاحظ أن خريطة الإشارة تكشف عن التحول للعينتين الثانية والخامسة بينما خريطة إشارة الرتب فهي خارج نطاق السيطرة بالنسبة للعينتين الأولى والرابعة، أما باقي العينات فهي ضمن حدود المراقبة، ولتحسين أداء الخريطين يتم إزاحة المتوسط بقدر وحدة واحدة للانحراف المعياري لإحصاء الإشارة، وإزاحته بقدر نصف وحدة بالنسبة لإحصاء إشارة الرتب. وكما ذكرنا مسبقاً، فإن خريطة الإشارة أكثر قوى ضد القيم

المتطرفة في حالة التوزيعات خفيفة الذيل، بينما خريطة الإشارة أكثر قوة في حالة التوزيعات ثقيلة الذيل.

أولاً: النتائج

- ١- أن قياسات النسب التي تحتويها كمية المياه مُسيطر عليها حسب خرائط الإشارة وإشارة الرتب ولكوكسن اللامعلمية متعددة المتغيرات.
- ٢- استخدام خريطة هوتلينج T^2 في حالة البيانات غير الطبيعية، يؤدي إلى عدد من الإنذارات الكاذبة (كما رأينا مسبقاً).
- ٣- إذا كان توزيع بيانات العملية غير معروف أو لا يعرف الكثير عنه، فإن الخرائط اللامعلمية المقترحة توفر بديلاً أفضل وأكثر أماناً لرصد العملية.
- ٤- أن الاختبارات التي تستند إلى إحصاء الإشارة أقل قوة من تلك التي تستند إلى إحصاء إشارة الرتب في حالة توزيع البيانات المتماثل وخفيف الذيل .

ثانياً: التوصيات

- ١- التوسع في استخدام أسلوب الخرائط المراقبة الإحصائية كأسلوبٍ واقٍ من زيادة نسب القياساتغير المنضبطة.
- ٢- التوسع في استخدام خرائط المراقبة اللامعلمية لقلّة الفروض المستخدمة عن نظيراتها المعلمية.
- ٣- قد يكون من المهم النظر في الاختبارات اللامعلمية الأخرى غير الإشارة وإشارة الرتب في إنشاء خرائط المراقبة.

المراجع العربية والأجنبية

أولاً: المراجع العربية

- ١- انصاف، علاء حسين، (٢٠١٤) مقارنة بين طريقة شوارت (لخارطي الوسط الحسابي والمدى) والشبكات العصبية في السيطرة النوعية للتوزيعات الملتوية. مجلة الكوت للعلوم، العدد١٦، ص ١٤٢-١٥٤.
- ٢- حسين، حسين توفيق، (٢٠٠٠) استخدام الخرائط المتعددة في مراقبة الجودة دراسة تطبيقية.رسالة ماجستير، كلية التجارة، جامعة عين شمس.
- ٣- شاهين، حمزة إسماعيل، صالح، عائدة هادي، (٢٠١٣) استخدام مقدرات حصينة للوحة السيطرة T^2 -Hotelling للمشاهدات المفردة.مجلة الإدارة والاقتصاد، العدد٩٧، ص ٣٠٩-٣١٧.
- ٤- شحاتة، هناء محمد، (٢٠٠٧)دراسة إحصائية عن نظم مراقبة الجودة المتعددة المتغيرات وتطبيقاتها.رسالة ماجستير، كلية التجارة، جامعة بنها.
- ٥- الحارثي، عبد الرحيمخلف، رشيد، كاوهمحمد، (٢٠٠٨)، استخدام أسلوب متعدد المتغيرات للسيطرة على نوعية صفات التشبع الكلس الحر لمعامل أسمنت طاسل وجة". المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد ١٤، ص ١٥٥-١٧٠.
- ٦- العشماوي، إبراهيم السيد علي، (٢٠١٣) مقارنة بين خرائط مراقبة الجودة الإحصائية التقليدية والغازية بالتطبيق على شركة غزل ونسيج دمياط. رسالة ماجستير، كلية التجارة، جامعة دمياط.
- ٧- الهوبي، ايامحمد، (٢٠١٤) الاحصاء التطبيقي. كتاب، الكلية الجامعية للعلوم والتكنولوجيا - خانيونس.

٨- نبيه، إيمان عبد السلام، (١٩٩٧) نموذج مقترح لمراقبة جودة الإنتاج في صناعة الدواء: دراسة إحصائية مع التطبيق على شركة ممفيس. رسالة ماجستير، كلية التجارة، جامعة عين شمس.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- 1- Albers, W. and Kallenberg, W.C., 2006. *Alternative Shewhart-type charts for grouped observations.*
- 2- Amin, R.W. and Searcy, A.J., 1991. A nonparametric exponentially weighted moving average control scheme. ***Communications in Statistics-Simulation and Computation***, 20(4), pp.1049-1072.
- 3- Amin, R.W., Reynolds Jr, M.R. and Saad, B., 1995. Nonparametric quality control charts based on the sign statistic. ***Communications in***