استخدام مقدرات حصينة للوحة السيطرة Hotelling-T^2 للمشاهدات المفردة

أ.م.د. حمزة اسماعيل شاهين* م.عائدة هادي صالح**

المستخلص

غالباً ماتستخدم لوحة السيطرة Hotelling-T^2 التقليدية في عملية السيطرة الاحصائية متعددة المتغيرات وكما هو معلوم أن هذا النوع من لوحات السيطرة تكون حساسة جداً عند وجود مشاهدات شاذة في بيانات الوجه الاول (Phase I) للوحة السيطرة عند استخدامها لحساب حدود السيطرة .

تم في هذا البحث استخدام لوحة السيطرة Hotelling-T^2 الحصينة للمشاهدات المفردة من خلال الاعتماد على مقدرات حصينة وكفوءة لمعلمتي الموقع $\underline{\mu}$ والقياس Σ تعرف بمقدرات أصغر محدد تباين مشترك معاد الأوزان (RMCD) وبيان أي من لوحتي T^2 التقليدية والحصينة أكثر كفاءة في الكشف عن الانحرافات عن متوسط العملية الانتاجية وذلك عن طريق رسم كلا اللوحتين .

Abstract

To monitor a multivariate process classical Hotelling's T^2 control chart is often used. However , it is well known that such control charts are very sensitive to the presence of outlying observations in the historical phase I data used to set up its control limits .

In this paper we used arobust Hotelling's T^2 type control chart for individual observations based on robust and efficient estimators of location and scatter known as re weighted minimum covariance determinant (RMCD) estimators .

1- المقدمــة وهدف البحث

تعتبر عملية السيطرة الاحصائية على نوعية وجودة المنتوج إحدى أهم الأدوات التي تستخدمها إدارة أية شركة أو مؤسسة في إتخاذ القرارات المناسبة لضمان مستوى مقبول من النوعية والجودة في منتوج معين(3)

ومن أشهر أساليب عملية السيطرة الاحصائية على نوعية المنتوج لوحات السيطرة (Control Charts) والتي تعتبر بمثابة الضوء الأحمر الذي يضئ عند وجود عيب ما في منتوج معين قد يؤدي الى حدوث إنحراف ما في العملية الانتاجية ، فهي تظهر سبب هذا الانحراف مما يساعد في علاجه وانتظام العملية الانتاجية من جديد .

ولوحات السيطرة تقسم الى نوعين ، لوحات سيطرة للصفات ، ولوحات سيطرة للمتغيرات والتي سوف يتم التركيز عليها في بحثنا هذا ، ومن أهم لوحات السيطرة للمتغيرات هي لوحة Hotelling-T^2 .

وقد أثبت الباحثون Chenaori ، Variyath و Steiner (4) ، أن استخدام هذا النوع من لوحات السيطرة يؤدي الى ظهور مشاهدات تكون غير طبيعية في الوجه الأول (Phase I) للوحة السيطرة قد

* الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد .
** الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد .
مقبول للنشر بتأريخ 2013/2/4

تؤدي الى تضخيم حدود السيطرة (Control Limits) ويقلل من قوة عملية الكشف عن المشاهدات التي تسبب الانحرافات عن متوسط العملية الانتاجية .

وكما هو معلوم أن احصاءة Hotelling-T^2 تعتمد بشكل رئيس على مقدري معلمتي الموقع $\underline{\mu}$ والقياس $\sum$ وهذين المقدرين يتصفان بالتحسس الشديد اتجاه وجود الشواذ في البيانات (8) .

وقد أثبت الباحثان Sullivan و Woodall (9) ، أن لوحة السيطرة Hotelling-T^2 التي تعتمد على المقدرات التقليدية لمعلمتي الموقع والقياس تكون ذات تأثير ضعيف في الكشف عن الانحرافات عن موجه متوسط العملية الانتاجية في حالة وجود مشاهدات شاذة في البيانات .

إن هذا البحث يهدف بالدرجة الأساس الى استخدام لوحة سيطرة Hotelling-T^2 حصينة ذات تأثير فعال وقوي في الكشف عن الانحرافات في العملية الانتاجية بالاعتماد على مقدرات حصينة وكفوءة لمعلمتي الموقع $\underline{\mu}$ والقياس $\sum$ تعرف بمقدرات أصغر محدد تباين مشترك معاد الأوزان (RMCD) *

وكذلك يهدف البحث ألى بيان أي من لوحتي Hotelling-T^2 التقليدية والحصينة أكثر كفاءة ودقة في الكشف عن الانحرافأت عن طريق رسم هاتين اللوحتين .

ولقد تم استخدام الدوال الجاهزة في برنامج (Matlap-10) في حساب تقدير موجه المتوسط (معلمة الموقع) ومصفوفة التباين والتباين المشترك (معلمة القياس) باستخدام مقدرات أصغر محدد تباين مشترك معاد الأوزان (RMCD) .

2- لوحة السيطرة Hotelling-T^2 التقليدية

تعتبر لوحة Hotelling-T^2 من أشهر لوحات السيطرة متعددة المتغيرات في عملية المراقبة والسيطرة على موجه المتوسط للعملية الانتاجية .

وبافتراض ان موجه المشاهدات $\underline{x}_j$ إذ

$$\underline{x}_j = (x_{j1}, \ldots\ldots\ldots\ldots, x_{jp})' \quad , \quad j = 1, \ldots\ldots\ldots, n \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

يتبع التوزيع الطبيعي متعدد المتغيرات بموجه المتوسط $\underline{\mu}$ ومصفوفة التباين المشترك $\sum$ ، وعند استخدام لوحة Hotelling-T^2 للسيطرة على نوعية المنتوج من خلال فحص عدة صفات (متغيرات) في آن واحد ، فإنه يتم حساب حد أعلى للسيطرة فقط (Upper Limit) وهو عبارة عن قيمة T^2 بمستوى معنوية α ودرجة حرية $(p, n-p)$ إذ أن (5)

$$UCL = T^2_{(p,n-p)\alpha} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث أن :

P : عدد المتغيرات (الصفات) .

n : حجم العينة .

α : مستوى المعنوية .

والقيمة الحرجة لـ T^2 تستخرج من جداول خاصة تعرف بجداول Hotelling-T^2 أو يمكن ان تستخرج من جداول F وحسب الصيغة الآتية :

$$T^2_{(p,n-p)} = \frac{p(n-1)}{(n-p)} F_{(p,n-p)\alpha} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

ويمكن إعادة كتابة صيغة الحد الأعلى للسيطرة كالآتي :

$$UCL = \frac{p(n-1)}{(n-p)} F_{(p,n-p)\alpha} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

وهذا الحد الأعلى هو الحد الذي يسمح بالوصول اليه بالنسبة للمشاهدات قيد الاختبار حيث ان عبور هذه المشاهدات للحد المذكور يجعلها خارج حدود السيطرة .

---

* (RMCD) مختصر للمصطلح (Re-weighted minimum covariance determinant estimators)

ولغرض فحص كل مشاهدة فيما إذا كانت تحت السيطرة أم لا ، يتم حساب قيمة احصاءة T^2 لكل مشاهدة j وكالآتي :

$$T^2_{(j)} = (\underline{x}_j - \underline{\bar{x}})' S^{-1} (\underline{x}_j - \underline{\bar{x}}) \quad \ldots\ldots(5)$$

إذ إن :

$\underline{\bar{X}}$: موجه المتوسط للعينة حيث

$$\underline{\bar{x}} = n^{-1} \sum_{j=1}^{n} \underline{x}_{ij} = (\bar{x}_1, \ldots\ldots\ldots\ldots \bar{x}_p)' \quad \ldots\ldots(6)$$

S : مصفوفة التباين والتباين المشترك للعينة إذ

$$S = (n-1)^{-1} \sum (\underline{x}_j - \underline{\bar{x}})(\underline{x}_j - \underline{\bar{x}})'$$

$$= \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \ldots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \ldots & s_{2p} \\ . & . & \ldots & . \\ s_{p1} & s_{p2} & \ldots & s_{pp} \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots(7)$$

والفرضية التي يتم اختبارها هي أن :

H_0 : عملية الانتاج في حدود السيطرة .

H_1 : عملية الانتاج خارج حدود السيطرة .

وتتم مقارنة قيمة احصاءة $T^2_{(j)}$ في الصيغة (5) لكل مشاهدة مفردة j مع حد السيطرة بالصيغة (4) وبالتالي ترفض الفرضية H_0 إذا كانت :

$$T^2_{(j)} > UCL$$

لجميع قيم j إذ إن $(j = 1, \ldots\ldots\ldots, n)$

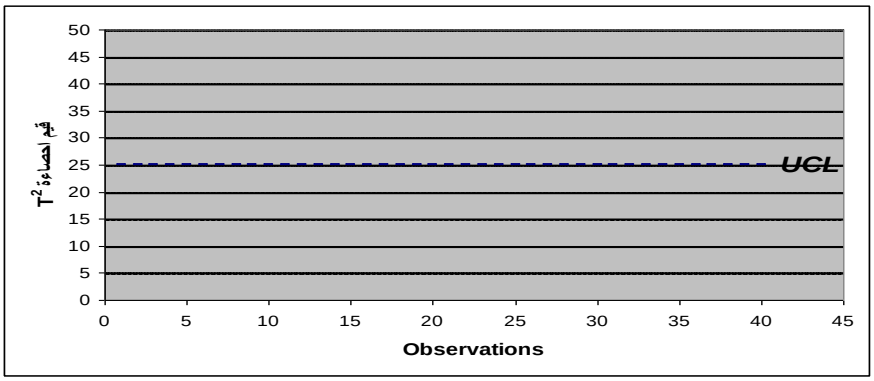
وتقبل الفرضية H_0 إذا كانت :

$$T^2_{(j)} < UCL$$

لجميع قيم j إذ إن $(j = 1, \ldots\ldots\ldots, n)$

وهذا يعني أن عملية الانتاج في حدود السيطرة وخلاف ذلك ترفض H_0 وهذا يعني أن العملية الانتاجية خارج حدود السيطرة .

ويمكن رسم هذه اللوحة لمشاهدات العينة بحجم (n) وقيم احصاءة T^2-Hotelling لجميع المشاهدات وكما مبين أدناه :



3- مقدرات أصغر محدد تباين مشترك معاد الأوزان (RMCD)

عندما يكون موجه المتغير العشوائي $\underline{X}_j$ يتبع توزيعاً طبيعياً متعدد المتغيرات إذ أن

$$\underline{X}_j \sim N_p(\underline{\mu}, \Sigma)$$

يكون التقدير التقليدي لمعلمة الموقع $\underline{\mu}$ هو موجه الوسط الحسابي $\underline{\bar{X}}$ وتقدير معلمة القياس Σ بمصفوفة التباين والتباين المشترك S .

وهذين المقدرين من المعروف عنهما يتصفان بخصائص المقدرات الجيدة فضلاً عن أنهما يتمتعان بخاصية التغاير المتساوي (Affine Equivariance) (8) . ولكن نقطة الانهيار (Breakdown Point) لهما تساوي $\left(\frac{1}{n}\right)$ ، وهذا يعني أن وجود قيمة شاذة واحدة ضمن البيانات يفقد هذين المقدرين خصائصهما الجيدة ولذلك برزت الحاجة الى طرائق تقدير حصينة كبديل للطرائق التقليدية تتصف هذه الطرائق الحصينة بكونها قليلة التحسس اتجاه وجود الشواذ وتتمتع مقدراتها بنفس خصائص مقدرات الطرائق التقليدية (6) .

وقد اقترحا الباحثان Rousseeuw و Van Zomeren (7) مقدرات حصينة لمعلمتي الموقع والقياس للتوزيع الطبيعي متعدد المتغيرات تعرف بمقدرات أصغر محدد تباين مشترك معاد الأوزان (RMCD) .

وتعتمد هذه المقدرات على ايجاد مقدرات أولية لموجه المتوسط $\underline{\mu}$ ومصفوفة التباين والتباين المشترك Σ يعبر عنها بـ $\underline{\bar{X}}_0$ و S_0 وذلك من خلال عينة جزئية من المشاهدات بحجم $h = (n\gamma)$ ، إذ أن $(0.5 \le \gamma \le 1)$ و (n) عدد المشاهدات ، وهذه العينة الجزئية تمتلك أصغر محدد لمصفوفة التباين والتباين المشترك من بين بقية محددات العينات الجزئية الأخرى والتي عددها مساو الى توافيق $\binom{n}{h}$.

وهذان المقدران يكونان كالآتي :

$$\underline{\bar{X}}_0 = \frac{1}{h}\sum_{j=1}^{h} \underline{X}_j \quad \text{.....(8)}$$

$$S_0 = C_p \left\{ \frac{1}{h}\sum_{j=1}^{h} (\underline{X}_j - \underline{\bar{X}}_0)(\underline{X}_j - \underline{\bar{X}}_0)' \right\} \quad \text{.....(9)}$$

حيث أن :

C_p : يمثل عامل الاتساق ويحسب كالآتي :

$$C_p = [1 + \frac{15}{(n-p)}]^2 * \frac{1}{\chi^2_{p,\alpha}} \quad \text{.....(10)}$$

إذ أن $\chi^2_{p,\alpha}$ تمثل قيمة مربع كاي الجدولية بدرجة حرية p ومستوى معنوية α .

واعتماداً على هذين المقدرين يتم حساب وزن لكل مشاهدة في العينة وعلى النحو الآتي :

$$W_j = \begin{cases} 1 & if \quad \sqrt{(\underline{X}_j - \underline{\bar{X}}_0)' S_0^{-1} (\underline{X}_j - \underline{\bar{X}}_0)} \le \chi^2_{p,\alpha} \\ 0 & if \quad O.W \end{cases} \quad \text{.....(11)}$$

إذ يعطى وزن يساوي 1 للمشاهدة غير الشاذة وصفر للمشاهدة الشاذة ، ويتم حساب مقدرات (RMCD) بالاعتماد على المشاهدات غير الشاذة وحسب الصيغ الآتية :

$$\underline{\bar{x}}_{RMCD} = \frac{\sum_{j=1}^{h} W_j \underline{x}_j}{\sum_{j=1}^{h} W_j} \text{.....(12)}$$

$$S_{RMCD} = C_p \left\{ \frac{\sum_{j=1}^{h} W_j (\underline{x}_j - \underline{\bar{x}}_{RMCD})(\underline{x}_j - \underline{\bar{x}}_{RMCD})'}{\sum_{j=1}^{h} W_j} \right\} \text{.....(13)}$$

وتتصف هذه المقدرات بخاصية الاتساق (Consistent) للمعلمتين $\underline{\mu}$ و Σ على التعاقب وكذلك بخاصية التغاير المتساوي أي أن استخدام وحدات قياس مختلفة أو أي تحويلات خطية لايغير من أداء طريقة التقدير (8) . وهذه المقدرات تمتلك نقطة انهيار تصل الى $(1-\gamma)$ ويمكن أن تمتلك أعلى نقطة انهيار تصل الى 50% عندما يكون حجم العينة الجزئية h مساو الى $\left[(n+p+1)/2\right]$ ونقطة الانهيار هي أصغر نسبة مئوية من البيانات الملوثة تجعل التقدير يتخطى الحد المعقول (ينهار) (2) .

4- لوحة السيطرة Hotelling-T^2 الحصينة

لغرض جعل لوحة السيطرة في الصيغة (5) لوحة سيطرة حصينة يتم استبدال موجه متوسط العينة $\underline{\bar{X}}$ ومصفوفة التباين والتباين المشترك S للمعلمتين $\underline{\mu}$ و Σ في الصيغة المذكورة بمقدري RMCD وكالآتي (4) :

$$T^2_{RMCD}(j) = (\underline{x}_j - \underline{\bar{x}}_{RMCD})' S^{-1}_{RMCD} (\underline{x}_j - \underline{\bar{x}}_{RMCD}) \text{.....(14)}$$

ولغرض فحص كل مشاهدة فيما إذا كانت تحت السيطرة أم لا ، تتم مقارنة احصاءة T^2_{RMCD} الحصينة لكل مشاهدة j مع حد السيطرة بالصيغة (4)، وبالتالي ترفض الفرضية H_0 القائلة أن عملية الانتاج في حدود السيطرة إذا كانت :

$$T^2_{RMCD}(j) > \frac{p(n-1)}{(n-p)} F_{(p,n-p)\alpha}$$

ولجميع قيم j إذ أن $(j = 1,\text{.....},n)$.

5- الجانب التطبيقي

1-5 : وصف البيانات

استندت الدراسة على بيانات تخص الفحص الكهربائي لمضخات الماء تم الحصول عليها من المنشأة العامة للصناعات الكهربائية . وقد كانت المواصفات النوعية المعتمدة في هذا الفحص هي :

- X_1 **: يمثل مقاومة المحرك بوحدة الأوم .**
- X_2 **: يمثل فولتية المحرك بوحدة الأمبير .**
- X_3 **: يمثل قدرة المحرك بوحدة الواط .**

وشملت الدراسة عينة بحجم (40) مضخة وتم تسجيل نتائج الفحص الكهربائي لها وعرضت البيانات كما في الجدول رقم (1) .

جدول رقم (1)
نتائج فحص مقاومة وفولتية وقدرة المحرك للمشاهدات

ت	X_1	X_2	X_3	ت	X_1	X_2	X_3
1	93.2	64	0.30	21	90.0	60	0.38
2	92.2	60	0.35	22	89.0	53	0.44
3	93.6	58	0.36	23	91.0	55	0.39
4	102.0	58	0.32	24	91.0	56	0.36
5	100.0	52	0.38	25	92.0	50	0.34
6	102.0	63	0.45	26	90.4	53	0.35
7	105.0	68	0.38	27	92.1	52	0.40
8	102.0	66	0.39	28	92.0	52	0.41
9	103.0	56	0.36	29	92.5	62	0.44
10	98.0	56	0.35	30	93.1	54	0.37
11	103.0	57	0.39	31	94.0	62	0.39
12	104.7	56	0.37	32	88.3	56	0.36
13	102.0	61	0.30	33	110.1	60	0.41
14	104.0	80	0.32	34	92.3	60	0.40
15	102.0	56	0.33	35	87.8	58	0.38
16	91.2	64	0.37	36	91.2	60	0.39
17	89.6	53	0.40	37	93.0	60	0.36
18	96.0	29	0.42	38	115.8	58	0.36
19	91.0	53	0.44	39	95.4	50	0.34
20	91.0	53	0.43	40	120.0	56	0.36

2-5 : اختبار تحقق شرط التوزيع الطبيعي

تشترط الطرائق الحصبنة لتقدير معلمتي الموقع والقياس التحقق من ان شرط التوزيع الطبيعي قد تم اختراقه سواء أكان لكل متغير على حد أم للمتغيرات الثلاثة المدروسة مشتركة .

وقد أختبرت البيانات في الجدول (1) باستخدام اختبار كولمكروف-سميرنوف بالاعتماد على البرنامج الاحصائي الجاهز (SPSS 17) وأظهرت النتائج أن متغيرات الدراسة مقاومة المحرك (X_1) وفولتية المحرك (X_2) لاتتوزع توزيعاً طبيعياً في حين قدرة المحرك (X_3) تتوزع توزيعاً طبيعياً . والجدول (2) يبين نتائج الاختبار .

جدول رقم (2)
نتائج اختبار البيانات للتوزيع الطبيعي

Variables	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	d.f	Sig.
X_1	0.213	40	0.000
X_2	0.160	40	0.011
X_3	0.083	40	0.200

3-5 : اختبار وجود أو انعدام القيم الشاذة

فيما يخص عينة البحث فقد أظهرت نتائج طريقة (Box-and-whisker Plot) باستعمال البرنامج الاحصائي الجاهز (SPSS 17) وجود قيم شاذة لمتغيرين فقط هما X_1 و X_2 في حين المتغير الثالث X_3 لم تظهر فيه قيم شاذة .

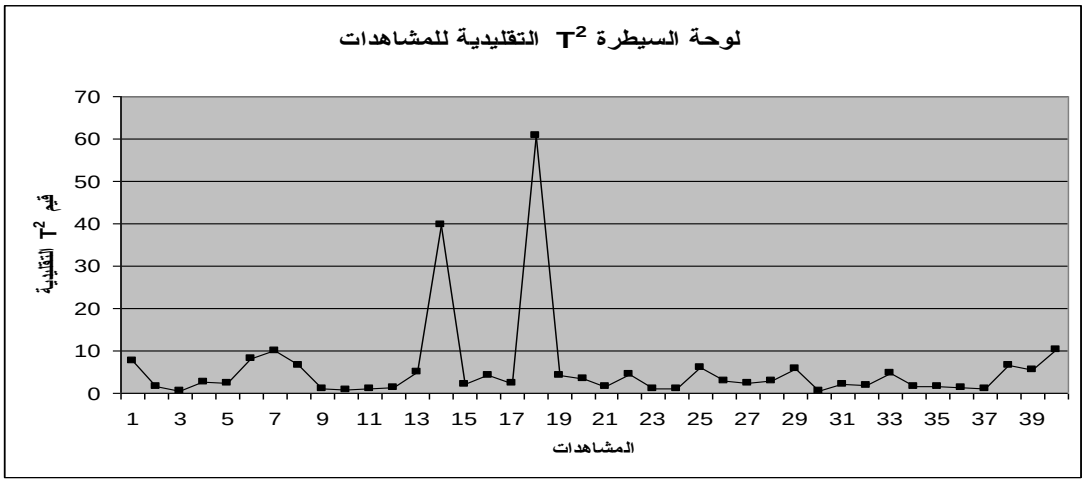
4-5 : تطبيق لوحة Hotelling-T^2 التقليدية

تم حساب قيمة احصاءة T^2 لكل مشاهدة حسب الصيغة (5) وكانت النتائج كما في الجدول (3)

جدول رقم (3)
قيم T^2 للمشاهدات بالطريقة التقليدية

Obs.	T_j^2	Obs.	T_j^2
1	7.6337	21	1.5089
2	1.5089	22	4.505
3	0.4503	23	0.93
4	2.6395	24	0.9948
5	2.2581	25	5.9591
6	8.1463	26	2.8694
7	9.8785	27	2.4928
8	6.6641	28	2.8113
9	1.0462	29	5.6935
10	0.7237	30	0.6513
11	0.9896	31	2.1917
12	1.3619	32	1.7136
13	5.0708	33	4.7438
14	39.806	34	1.4766
15	2.2073	35	1.5081
16	4.2589	36	1.3698
17	2.2474	37	1.0564
18	60.8506	38	6.5957
19	4.1817	39	5.6064
20	3.3311	40	10.196

وتم رسم لوحة السيطرة Hotelling-T^2 التقليدية كما في الشكل (1)
شكل رقم (1)
من خلال الشكل (1) يتبين أن المشاهدات (14) و(18) خارجة عن الحد الأعلى للسيطرة وهذا يعني أن العملية الانتاجية خارج حدود السيطرة



5-5 تطبيق لوحة Hotelling-T^2 الحصينة

بالنظر لإختلاف وحدات القياس لمتغيرات الدراسة (X_1) والذي يمثل مقاومة المحرك يقاس بوحدة الأوم ، و(X_2) والذي يمثل فولتية المحرك يقاس بوحدة الأمبير، و(X_3) والذي يمثل قدرة المحرك ويقاس بوحدة الواط ، فقد تم تطبيق صيغة Hotelling – T^2 بالاعتماد على بيانات هذه المتغيرات دون إجراء تحويل البيانات الى الصيغة القياسية لأن صيغة Hotelling – T^2 وفق المعادلة (5) تعتمد على مصفوفة التباين والتباين المشترك المقدرة $(\hat{R})$.

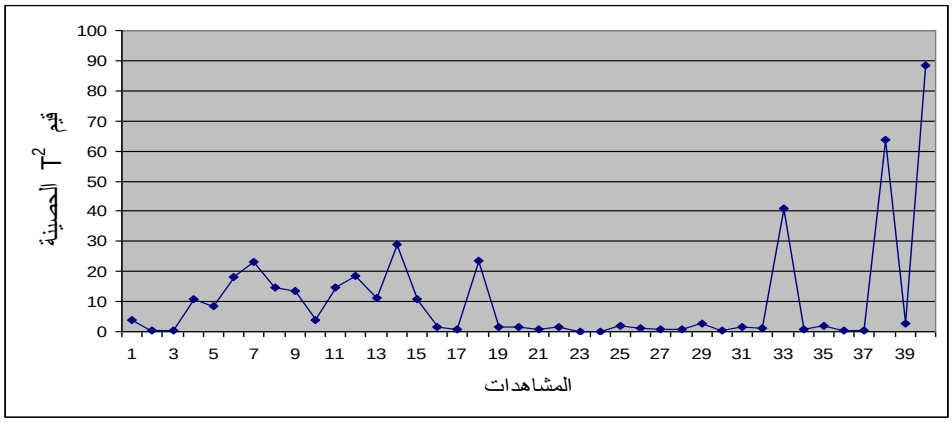
تم حساب قيمة احصاءة T^2_{RMCD} الحصينة لكل مشاهدة حسب الصيغة (14) وكانت النتائج كما في الجدول (4) .

جدول رقم (4)
قيم T^2 الحصينة للمشاهدات

Obs.	T^2_{RMCD}	Obs	T^2_{RMCD}
1	3.878	21	0.713
2	0.543	22	1.720
3	0.437	23	0.130
4	10.715	24	0.137
5	8.320	25	2.020
6	17.996	26	1.172
7	23.220	27	0.687
8	14.694	28	0.826
9	13.581	29	2.697
10	4.006	30	0.381
11	14.781	31	1.533
12	18.372	32	1.249
13	11.142	33	41.009
14	28.931	34	0.602
15	10.804	35	1.891
16	1.591	36	0.420
17	0.799	37	0.472
18	23.543	38	63.869
19	1.405	39	2.741
20	1.389	40	88.593

وتم رسم لوحة السيطرة T^2_{RMCD} الحصينة كما في الشكل (2) .

شكل رقم (2)
لوحة السيطرة T^2_{RMCD} الحصينة



يلاحظ من الشكل (2) أن المشاهدات 6 ، 7 ، 8 ، 9 ، 11 ، 12 ، 14 ، 18 ، 33 ، 38 ، 40 خارجة عن الحد الأعلى للسيطرة وهذا يعني أن العملية الانتاجية خارج حدود السيطرة .

6- الاستنتاجات والتوصيات

6-1 : الاستنتاجات

في ضوء نتائج الجانب التطبيقي تم التوصل الى مايلي :

1- أن مقدر أصغر محدد تباين مشترك معاد الأوزان (RMCD) أعطى تفوقاً واضحاً للوحة السيطرة Hotelling-T^2 الحصينة في الكشف عن أكبر عدد ممكن من تلك المشاهدات الخارجة عن حدود السيطرة على النوعية .

2- كشفت لوحة السيطرة T^2 الحصينة وجود (11) مشاهدة خارجة عن حدود السيطرة في حين لوحة السيطرة T^2 التقليدية كشفت أن هناك مشاهدتين فقط هما خارج حدود السيطرة .

3- أن لوحة السيطرة T^2 الحصينة تكون أكثر ملائمة من لوحة السيطرة T^2 التقليدية عند وجود قيم شاذة ضمن بيانات متغيرات السيطرة على النوعية مما يعطيها الأهمية قي استخدامها كوسيلة للسيطرة على النوعية والجودة للمنتوج .

4- أعتمد في بيان فعالية لوحة السيطرة الحصينة على طريقة حساب الانحراف في متجه متوسط العملية الحسابية وذلك لأن البيانات المستخدمة في التحليل هي عبارة عن مشاهدات وليس عينات .

6-2 : التوصيات

نوصي بالتوسع بتطبيق لوحات السيطرة الحصينة من قبل ادارات الشركات والمؤسسات المسؤولة عن اتخاذ القرارات المناسبة لضمان مستوى مقبول من النوعية والجودة لمنتجاتها .

7- المصادر

1- الياسين ، دريد حسين بدر (2009) ، " استخدام بعض طرائق التمييز الحصينة لتشخيص أمراض سرطان الدم (اللوكيميا) " ، رسالة ماجستير في الاحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، الجامعة المستنصرية .

2- رشيد ، ظافر حسين ، خمو ، خلود يوسف ، حميد ، رند سليم (2001) ، " استخدام بعض طرائق التمييز الحصينة في تشخيص أعراض قرحة الاثنى عشر " ، بحث منشور ، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد .

3- عليوي ، ميعاد فاضل (1992) ، " استخدام اسلوب متعدد المتغيرات في السيطرة على النوعية في المجال الصناعي " ، رسالة ماجستير في الاحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، الجامعة المستنصرية .

4- Chenouri ,S.E , Variyath , A.M and Steiner , S.H (2007) , *" Multivariate Robust Control Chart for individual Observations "* , http:// Wis-Kuleuven.be/stat/papers/rismca.pdf .

5- Cheng , L.M , Away , Y and Hasan , M.K (2008) , " *The algorithm and design for real-Time Hotellings' T^2 and MEWMA Control Chart in MSPC* "
Email : Mclaubee @ yahoo.com , Yumaldi , Khatim @ftsm , ukm.my .

6- Haber , P.J , (1981) , *" Robust Statistics "* , John Wiley and Sons .

7- Rousseeuw , P.J. and Van Zomeren , B.C. (1990) , *" Unmasking Multivariate Outliers and leverage Point "* , J.A.SA , 85 . pp633-639 .

8- Rousseeuw , P.J. and Katrin , V.D. (1999) " *Afast algorithm for Minimum Covariance Determinant Estimators "* , Techomatrics 41, pp.912-223 .

9- Sullivan , J.H. and Woodall , W.H. (1996) , *" A Comparison of Multivariate Control Charts for Individual Observations "* , Journal of quality technology 28,pp. 398-408 .

.....

.....

.....