المجلة العراقية للعلوم الإحصائية (27) 2018
ص ص [23-40]

استخدام لوحة الانحدار للسيطرة في دراسة تطبيقية على معمل سمنت بادوش

احمد عصام غازي الطائي* Samireisa642@gmail.com
د.خالدة احمد محمد الحمداني** Samireisa642@gmail.com

المُستخلص

لوحة الانحدار للسيطرة أداة فعالة للسيطرة على العمليات الاحصائية حينما تكون صفة المُخرج قيد الاهتمام ، وتتأثر بمتغير خارجي ذي علاقةٍ بِها ، في هذاِ البحث تم تكوين لوحة الانحدار للسيطرة من بيانات تم الحصول عليها من معمل سمنت بادوش (التوسيع) ، وهي كمية انتاج السمنت (مُتغير الاستجابة y) ،التي تتأثر بساعات العمل المستخدمة في المعمل (المتغير التوضيحي x) ، وأخذت البيانات خلال المدة الزمنية (2010–2009) ، ولغرض بيان اداء المعمل قمنا بتطبيق اللوحة على بيانات مدة زمنية لاحقة (العام 2011) وكان هُناك نقطة واحدة خرجت عن حد السيطرة الاعلى ،وهذا يعني أنَّ هُناك تحسُناً كبيراً في مستوى الاداء وزيادة في معدل الانتاجية (قد يكون بشكل مؤقت او مستمر) . وعليهِ لابُد من التحقيق في السبب الذي أَدى الى خروج تِلكَ النقطة عن حد السيطرة الاعلى واعتمادهِ من أَجل تطور المعمل وزيادة إِنتاجهِ.

الكلمات المفتاحية: لوحة الانحدار للسيطرة ، العمليات الاحصائية

Using The Regression Control Chart :An applied study on the production of Badush Cement plant

Abstract:-

The regression control chart is an effective statistical process control tool in situations where the output characteristic of interest is affected by an external covariate . In this research , a regression control chart has been formed from data obtained from the Badush cement plant (expansion). The data are production volume of cement (dependent variable y) which is

* طالب دبلوم / قسم الإحصاء والمعلوماتية / كلية علوم الحاسوب والرياضيات / جامعة الموصل
** مدرس / قسم الإحصاء والمعلوماتية / كلية علوم الحاسوب والرياضيات / جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث 2014/1/16 تاريخ القبول 2014/1/24

affected by the manhours used in the plant (independent variable x) and the data were taken during the time period (2009-2010) . For purposes of statement performance of the plant, we applied the regression control chart on data of a later time period (2011) and there was one point out of upper control limit and this means that there was a significant improvement in the level of performance and an increase in the rate of productivity, (temporarily or permanently) .As a result an investigation was made to know the reason which led to the exit point for the upper control limit and approval for the development of the plant and increase of the production.

هدف البحث:

تم استخدام لوحة الانحدار للسيطرة في تحسين الأَداء في معمل الاسمنت عن طريق التنبؤ بمقدار كمية الانتاج وجدولتها ، والكشف عن الانحرافات والقيم الشاذة في البيانات التي تخرج عن الحدود المقبولة ، والتحقيق في الاسباب والبحث عنها ومعالجتها من أَجل الحصول على اداءٍ أَفضل .

1-المقدمة :-

تعد لوحات السيطرة من أَهم المقاييس الاحصائية للسيطرة على نوعية المادة المنتجة وكميتها ، فهي تقنية فعالة تساعد المدير القائم على العملية في اتخاذ الاجراء المناسب للوصول الى أَحسن أَداء للعملية ، كما تسهم في تقليل كلفة المنتج ، وذلك بتقليل عدد الوحدات التالفة او المعيبة واكتشاف الاسباب المؤثرة في نوعية المادة المنتجة وكميتها. تم تطوير هذه التقنية التي صنفت من التقنيات السبع الاساسية للجودة من العالم الاحصائي شيوارت (Shewhart) مع مطلع العشرينات من القرن الماضي .

تعدَّ لوحات السيطرة من أَساسيات موضوع السيطرة الاحصائية على النوعية التي تمثل أَحد الفروع المهمة في علم الاحصاء ، التي شاع استخدامها في مجالات العملية الانتاجية خاصة بعد التطور الذي شهدته تلك المجالات ، واستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة في الانتاج ، وزيادة الطلب على منتجات مختلفة وبمواصفات عالية الجودة ضمن إِطار الموارد المحدودة (خليل ،2011), (Shu & Tsung,2004).

يهدف البحث الى تكوين لوحة الانحدار للسيطرة من البيانات الخاصة بمعمل اسمنت بادوش (التوسيع) ، وذلك لمراقبة ساعات العمل (المتغير المستقلx) ومدى تأثّرها بالعامل الخارجي ، وتأثيرها في كمية الانتاج (المتغير المعتمد y) ، ثم تقييم مستوى الأَداء للوحة عن طريق إجراء الحسابات المتقدمة.

إنّ دراسة ساعات العمل وكمية الانتاج في بحوث سابقة كشفتْ عن وجود علاقة خطية واضحة بين عدد ساعات العمل المستخدمة لإِنتاج مادةٍ معينة وحجم تِلك المادة المنتجةَ أَو كميتها، وعولجت هذه باستخدام خط الانحدار ،وذلك لتشخيص العلاقة الخطية بين متغيرين ، ثم بناء حدود السيطرة حول خط الانحدار ، مراقبة النقاط التي تخرج عن حدود السيطرة والتحقيق في ذلك والكشف عن الاسباب ، وذلك لأجل تحسين مستوى وكفاءة الاداء وزيادة الانتاجية ، وهناك عدة اسباب تؤثر في الاداء ،عادةً ماتكون اسباباً لاارادية قابلة للتعيين (assignable causes)

.(Mendal,1967)

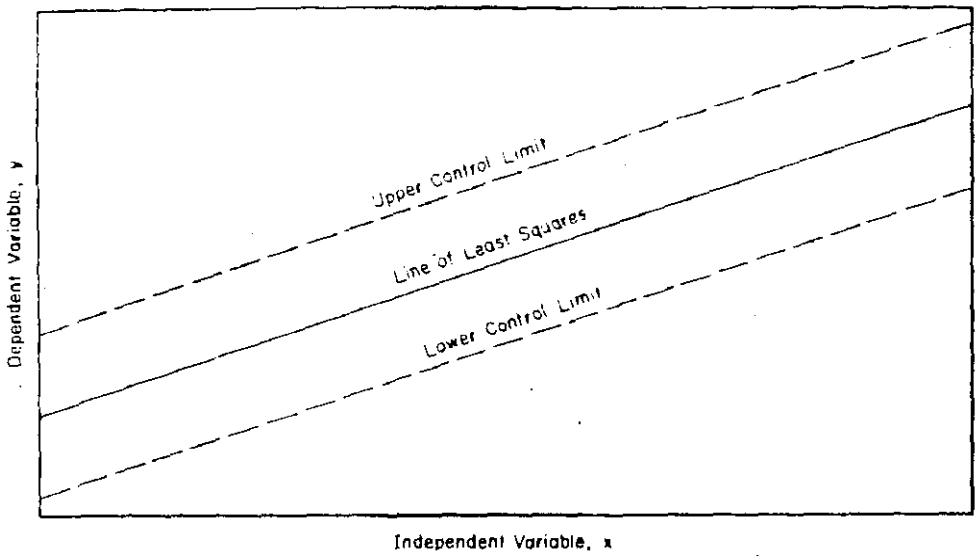
وتُعدُّ لوحة الانحدار للسيطرة (Regression Control Chart) أَداة فعالة لمراقبة العمليات الانتاجية حينما تكون صفة المخرج قيد الاهتمام تتأثر بمتغير خارجي ذي علاقة بهِ(Shu.L.,Tsung.F.& Tsui,K.L.2004) وتبنى اللوحة من معادلة خط الانحدار بعد ازالة القيم الشاذة المؤثرة في خط الانحدار ،واستعمال اللوحة يكون للسيطرة على ساعات العمل وتاثيرها في كمية المنتج (Mendal,1967) .

2- عناصر لوحة الانحدار للسيطرة :

تستخدِم لوحة السيطرة التقليدية عادةً(Conventional Control Chart) خط الهدف (Target Line)وحدي السيطرة الأَعلى والأَدنى(Upper and Lower Control limits) التي تكون موازية لخط الهدف ، فعلى سبيل المثال في لوحة المعدل $\bar{x}$ يكون خط الهدف هو المتوسط العام $\bar{\bar{x}}$ ، في حين $\bar{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$ يمثلان حدي السيطرة الأَعلى والأَدنى وهذه الخطوط تكون موازية للمحور السيني .

اما في لوحة الانحدار للسيطرة فيفترض أَن تكون قيم y (متغير الاستجابة) المرتبط خطياً بقيم x (المتغير التوضيحي) لكل قيمة من قيم x تتوزع توزيعاً طبيعياً مستقلاً بمتوسط مقدر من خط الانحدار ومع خطأ معياريّ يكون مستقلاً عن قيم x ومقدر من انحرافات القيم الحقيقية من قيم

$\hat{y}$ المقدرة من خط الانحدار ،إذ إن خط الانحدار سيمثل خط الهدف (Target line) ، وحدّا السيطرة سيكونان موازيين لخط الهدف وليس للمحور السيني ، كما هو مبين في الشكل (1) (Ozkul and Karaoglan , 2011)



الشكل (1): يبين مخطط لوحة الانحدار للسيطرة

الاختلاف بين لوحة الانحدار للسيطرة ولوحات السيطرة التقليدية

تختلف لوحة الانحدار للسيطرة عن لوحات السيطرة التقليدية بعدة نقاط منها(Mendal,1967) :

1- لوحة الانحدار للسيطرة مصممة للسيطرة على التغاير (التفاوت) فقط في حين لوحات السيطرة التقليدية تستخدم بعضها للسيطرة على التفاوت ، البعض الاخر للسيطرة على المتوسط للعملية الانتاجية إذ ان خط الهدف في لوحة الانحدار يمثل بمعادلة خط الانحدار $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x$. إذ إن $\hat{y}$ تمثل القيمة المتوقعة من معادلة الانحدار ، في حين ان y تمثل القيمة المشاهدة.

2- إن خطوط حدّي السيطرة في لوحة الانحدار ستكون موازية الى خط الانحدار بدلاً من المحور السيني في مخطط لوحة السيطرة التقليدية.

3- إن حسابات لوحة الانحدار للسيطرة اكثر تعقيداً واستنفاذاً للوقت من لوحات السيطرة التقليدية ، والانحراف المعياري لهذه اللوحة يتمثل بالخطأ المعياري لخط الانحدار ، يقدر بالاعتماد على انحرافات القيم الحقيقية (المشاهدة) حول خط الانحدار .

4- إن لوحة الانحدار للسيطرة ملائمة للعديد من الاغراض التي لا تخدمنا فيها لوحات السيطرة التقليدية ، فعلى سبيل المثال انها تعطينا القاعدة الاساسية للربح او الخسارة للصفة قيد الدراسة ، وتستخدم للتنبؤ عن طريق معادلة الانحدار التي من خلالها يمكننا صياغة ميزانية سنوية محسنة وتقييم الانحرافات من أَهداف الميزانية الموضوعة ، وتستخدم كذلك لتأسيس المعايير المرنة من الأَداء ، واخيراً لتحليل كفاءة الوحدات التنظيمية .

2-1: بناء لوحة الانحدار للسيطرة

إنَّ الخطوة الاولى في بناء لوحة الانحدار للسيطرة تكمن في رسم الشكل الانتشاري (Scatterplot) للبيانات بهدف التاكد من طبيعة العلاقة بين المتغير التوضيحي xi ومتغير الاستجابة yi، ويتم كذلك الكشف عن القيم الشاذة بغية التخلص منها ، إن كان سبب وجودها يعود لأَسباب مخصصة (قابلة للتعيين) (Assignable causes) غير حقيقية ومرتبطة بالسبب الثابت للنظام (Constant causes)، ثم يتم بناء لوحة الانحدار للسيطرة (Mendal,1967). ولبناء اللوحة يتم حساب القيم الآتية من البيانات المتوفرة :

N عدد القيم الكلي ، r معامل الارتباط

Se الخطأ المعياري لمشاهدات متغير الاستجابة $\hat{y}$ وهو $\sqrt{mse}$

$\bar{y}$ متوسط مشاهدات متغير الاستجابة ، Sy الانحراف المعياري لمشاهدات متغير الاستجابة

$\bar{x}$ متوسط مشاهدات المتغير التوضيحي

Sx الانحراف المعياري لمشاهدات المتغير التوضيحي

$\hat{\beta}_0$ تقدير المقطع ، $\hat{\beta}_1$ الميل

بعد إِجراء الحسابات في اعلاه يمكننا بناء لوحة الانحدار ، وذلك بإِيجاد معادلة خط الانحدار التقديرية :

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x$$

التي ستمثل خط الهدف (Target Line) ،ثم إِيجاد الحد الأَعلى للوحة بجمع ضعف الخطأ المعياري لكمية الانتاج المتوقعة $\hat{y}$ مع معادلة خط الانحدار التقديرية :

$$\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x + 2Se \qquad ...(1)$$

وكذلك ايجاد الحد الادنى للوحة بطرح ضعف الخطأ المعياري لساعات العمل من معادلة خط الانحدار :

$$\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x - 2Se \qquad ...(2)$$

إذ إن :

$$Se = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(ei - \bar{e})^2}{N-2}}$$

و إن ei هي قيمة الأَخطاء العشوائية التي تُحسب من طرح كل قيمة من القيم المتوقعة من القيم الحقيقية :

$$ei = yi - \hat{y}i$$

إن حدود السيطرة حول خط الانحدار يمكن ان تتوسع بشكل تدريجي ، اي أَنهما يبتعدان عن المتوسط وذلك حسب استخدام قانون حدود السيطرة ، إذ يمكننا استخدام 2Se او 3Se او 6Se ويعتمد ذلك على أَهمية موضوع البحث وحساسيته ، كذلك يجب ملاحظة انه اذا كانت الانحرافات حول خط الانحدار ليست كبيرة فإن حدود السيطرة لن تكون منحنية جداً (Too Curved) مع ملاحظة ان اللوحة مع حدّي السيطرة توضع بثقة 95% ، على الرغم من أَنَّ ذلك يؤدي إلى مستوىً آخر معقد الا انه يجب أَن يشار الى انها حدود محتملة ، ولكن من الافضل ان تكون موجودة ونحن حقاً نرغب في وجودها (Mendal,1969)، (Navidi ,2006)

3 : الخطأ المعياري للفروقات المتراكمة بين المشاهدات الحقيقية والمتوقعة لمتغير الاستجابة

إنّ لوحة الانحدار للسيطرة ستستخدم للسيطرة على متغير الاستجابة (y) ، وفي حالة قياس التقدم في العملية الانتاجية ، وبيان مستوى أَداء اللوحة في مدة زمنية لاحقة (اي المدة التي تأتي بعد المدة التي بُنيتْ لوحة الانحدار في بياناتها) سيكون اهتمامنا بالفروقات التراكمية بين مشاهدات متغير الاستجابة (y) في المدة الزمنية الجديدة ، ويرمز لها بـ ´yi والمشاهدات للمدة المتوقعة

نفسها من معادلة خط الانحدار التي يرمز لها بـ $\hat{y}i'$ ، التي ترتبط بمشاهدات المتغير التوضيحي xi' ، والمجموع المتراكم سيكون حينئذٍ (Mendal,1967):

$$\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}i' - yi') = (\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_1x_1'-y_1') + (\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_1x_2'-y_2') + \dots$$

$$= [\bar{y} +\hat{\beta}_1 (x_1' - \bar{x})-y_1'] + [\bar{y} +\hat{\beta}_1 (x_2' - \bar{x})-y_2'] + \dots$$

$$=n\bar{y} +\hat{\beta}_1\sum_{i=1}^{n}(xi' - \bar{x})-\sum_{i=1}^{n} yi'$$

والتباين لهذا المجموع المتراكم هو :

$$Var[\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}i' - yi')] = \frac{n^2Se^2}{N} + \frac{Se^2}{\sum_{i=1}^{N}(xi-\bar{x})^2}[\sum_{i=1}^{n}(xi' - \bar{x})]^2 + nSe^2$$

لنفرض أَنَّ $\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}i' - yi')$ يساوي C فإن الخطأ المعياري للفروقات المتراكمة سيكون:

$$Sc = Se\sqrt{\frac{n^2}{N} + n + \frac{[\sum_{i=1}^{n}(xi'-\bar{x})]^2}{\sum_{i=1}^{N}(xi-\bar{x})^2}} \qquad \dots(3)$$

مع ملاحظة أَنَّ xi تختلف عن xi' إذ إن الـ xi مأخوذة من البيانات الأَصلية المستخدمة في بناء خط الانحدار ، في حين xi' تمثل المشاهدات للمدة الزمنية اللاحقة .

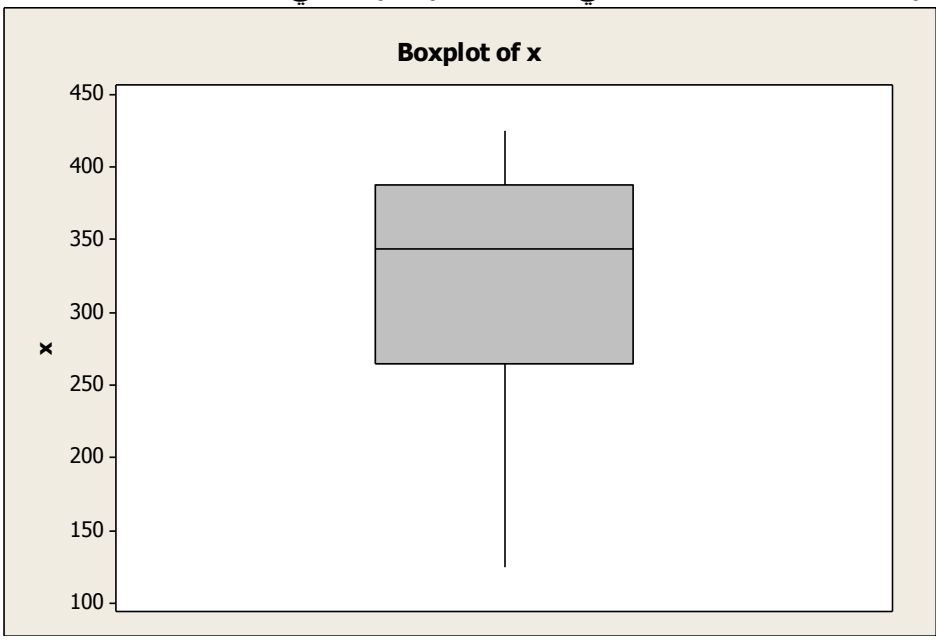
4- الجانب التطبيقي

لغرض تكوين لوحة الانحدار للسيطرة واستخدامها اعتمدنا على البيانات التي تم الحصول عليها من معمل اسمنت بادوش (التوسيع) ،للمدة الزمنية (2009-2010). اذ تُستخدم اللوحة لغرض السيطرة على متغيرين في آنٍ واحدٍ باستخدام معادلة خط الانحدار في لوحة السيطرة ، التي تستخدم للسيطرة على كمية الانتاج للأسمنت وساعات العمل المستخدمة في المعمل ، ثم بيان فيما اذا كانت العملية الانتاجية تحت السيطرة او خارجها ، ثم إجراء حسابات قياس التقدم في العملية الانتاجية ، بيان مستوى أَداء اللوحة عن طريق استخدام ساعات العمل الفعلية (المشاهدة) ،وساعات العمل المتوقعة لأوقات زمنية لاحقة(الطائي ،2013).

1-4 بناء لوحة الانحدار للسيطرة باستخدام بيانات معمل السمنت للمدة(2009-2010)

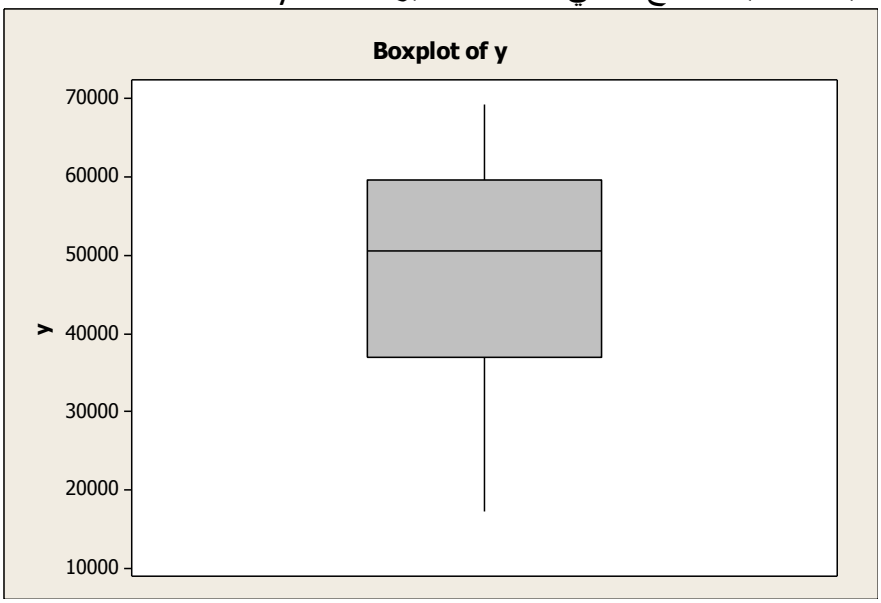
قبل بناء لوحة الانحدار للسيطرة يجب الكشف عن القيم الشاذة في البيانات بغية ازالتها ، وذلك لأَنَّ اللوحة لاتطبق إلا بعد ازالة القيم الشاذة المؤثرة في خط الانحدار ، وللكشف عن القيم الشاذة سنقوم باختبار البينات باستخدام ال Boxplot من برنامج Minitab16 وكالآتي :

أ- اختبار بيانات ساعات العمل ، التي تمثل المتغير التوضيحي x



الشكل(2) : يبين الرسم البياني (boxplot) لبيانات ساعات العمل

ب- اختبار بيانات كمية الانتاج ، التي ستمثل المتغير المعتمد y .



الشكل(3) :يبين الرسم البياني (boxplot) لبيانات كمية الانتاج

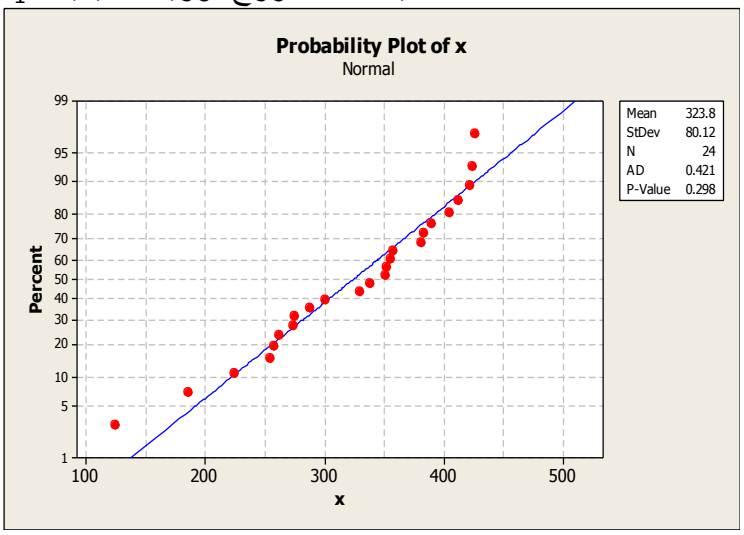
نلاحظ انه لاوجود لأية قيم شاذة في البيانات ، لذلك ستبقى البيانات كما هي بدون أية ازالة.

ولغرض معرفة مدى صلاحية البيانات لبناء لوحة الانحدار للسيطرة يتم اختبار البيانات ان كانت تتوزع توزيعاً طبيعياً او لا. ويتم ذلك باستخدام برنامج Minitab16 لاختبار التوزيع الطبيعي Normality Test.

1- اختبار بيانات ساعات العمل ، التي تمثل المتغير التوضيحي x

H_0= البيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً

H_1= البيانات لا تتوزع توزيعاً طبيعياً



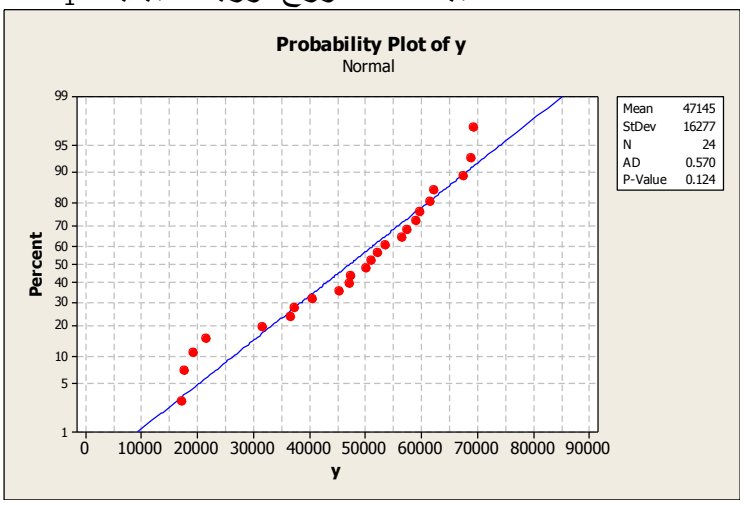
الشكل(4) : يبين اختبار التوزيع الطبيعي لبيانات ساعات العمل

بما أَن قيمة P التي أَعطاها التحليل الإحصائي P=0.29 اكبر من قيمة α=0.05 لذا تقبل فرضية العدم ، التي تشير الى أَن البيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً.

2- اختبار بيانات كمية الانتاج ،التي تمثل المتغير المعتمد y

H_0= البيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً

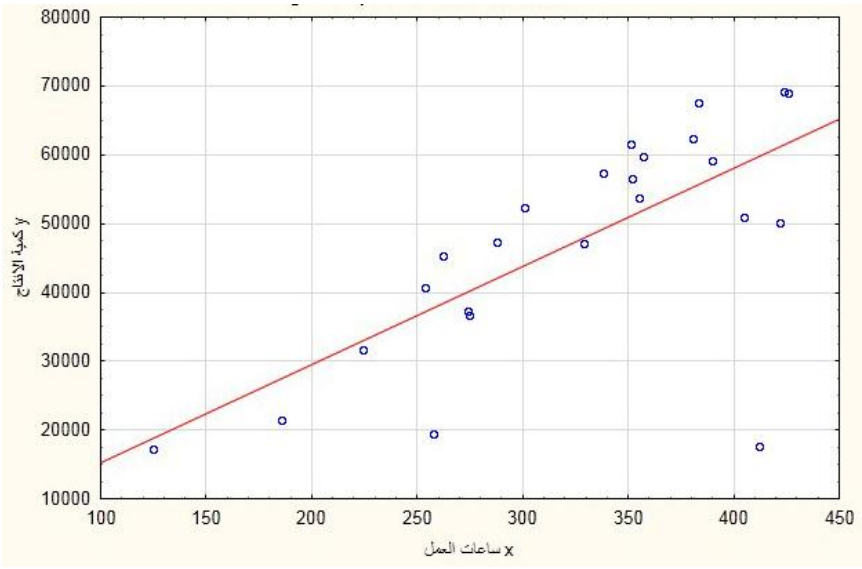
H_1= البيانات لا تتوزع توزيعاً طبيعياً



الشكل (5) : يبين اختبار التوزيع الطبيعي لبيانات ساعات العمل

بما أَن قيمة P التي أَعطاها التحليل الإِحصائي P=0.29 اكبر من قيمة α=0.05 لذا تقبل فرضية العدم ، التي تشير الى أَنَّ البيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً.

بما أَنه لاتوجد قيم شاذة في البيانات ، والبيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً يمكننا الآن البدأ ببناء اللوحة ، واول خطوة في بناء اللوحة هي رسم الشكل الانتشاري (Scatterplot) ، ثم عرض انموذج الانحدار وجدول تحليل التباين :



الشكل (6) : يبين مخطط الشكل الانتشاري للبيانات

أَما انموذج الانحدار ، وجدول تحليل التباين وباستخدام برنامج Minitab16 سيكون :

Regression Analysis: y versus x

```
The regression equation is
y = 1001 + 142 x


Predictor     Coef  SE Coef      T      P
Constant      1001    10286   0.10  0.923
x           142.49    30.87   4.62  0.000


S = 11861.7   R-Sq = 49.2%   R-Sq(adj) = 46.9%
```

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2998024683	2998024683	21.31	0.000
Residual Error	22	3095390341	140699561		
Total	23	6093415024			

إذن معادلة خط الانحدار ستمثل خط الهدف ، والخطأ المعياري لكمية الانتاج المتوقعة المعطى في نتائج برنامج Minitab16 :

$$Se=11861.7$$

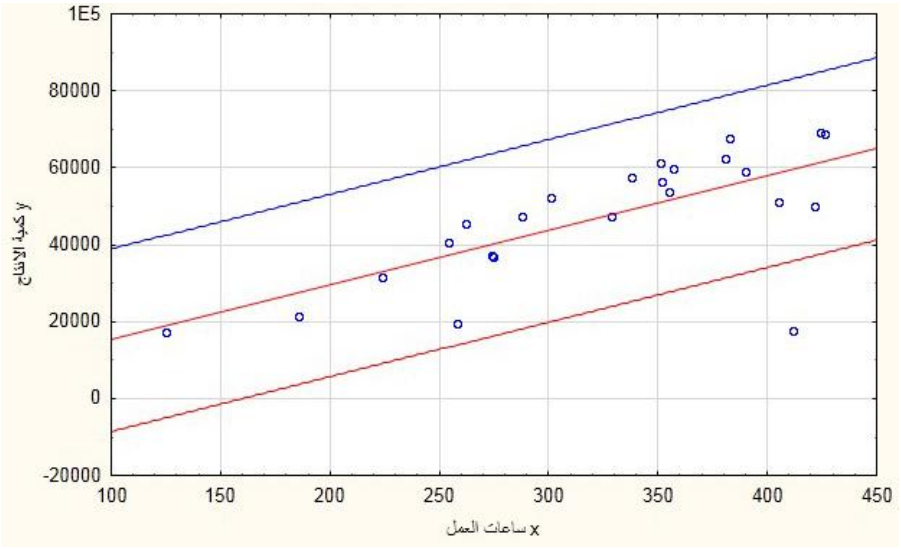
يمكننا الآن حساب حد السيطرة الأَعلى من المعادلة (1) :

$$UCL= 1001 + 142*x + 2*11861.7$$

بعد ذلك يتم حساب حد السيطرة الأَدنى من المعادلة (2) :

$$LCL= 1001 + 142*x - 2*11861.7$$

بعد حساب خط الهدف وحدي السيطرة الأَعلى والأَدنى ترسم اللوحة باستخدام برنامج (Statistica10) وكما هو مبين في الشكل في ادناه :



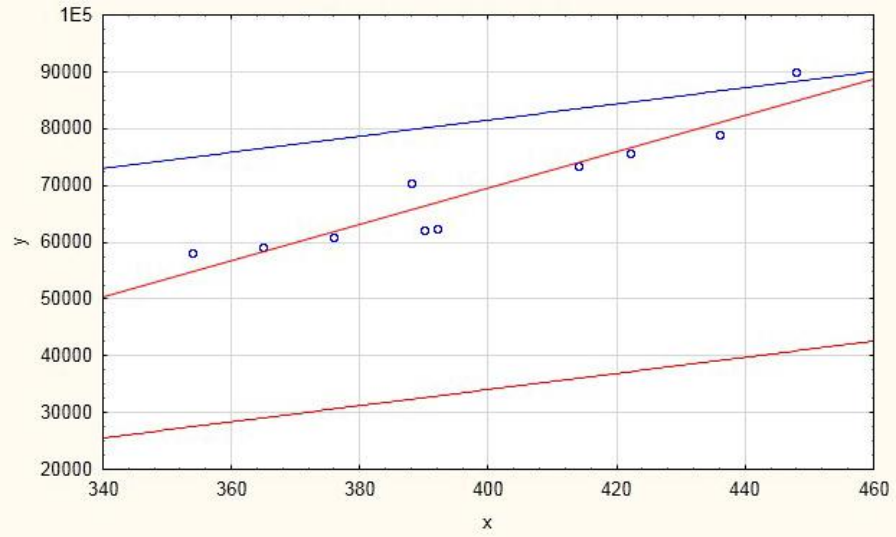
الشكل (7) : يبين لوحة الانحدار للسيطرة

نلاحظ أَنَّ هناك نقطة وقعت أَسفل الحد الأَدنى للسيطرة ، هذه النقطة تمثل كمية الانتاج لشهر كانون الثاني ،التي كانت 17645 طناً وهذا يعني أَنَّ هناك خسارة في كمية الانتاج خلال شهر كانون الثاني بالرغم من انهم استهلكوا 412 ساعة عمل ، إذن يجب على ادارة المعمل أَن تتحقق

في الاسباب التي أَدت الى خروج تلك النقطة عن حد السيطرة الادنى ومعالجتها لأَنها تؤدي إِلى تدني مستوى الانتاج في المعمل وتراجعه ،(الطائي،2013).

2-4 تطبيق لوحة الانحدار للسيطرة

لاختبار الأَداء في معمل الاسمنت ، ولتقييم مستوى أَداء اللوحة سنقوم بتطبيق اللوحة على بيانات مدة زمنية لاحقة العام(2011) للمزيد انظر(الطائي ،2013)،إذ سنضع البيانات في اللوحة المبنية مسبقا وكما هو مبين في الشكل (8) .



الشكل (8) : يبين تطبيق لوحة الانحدار على بيانات العام (2011)

نلاحظ في الشكل (8) أَن جميع النقاط التي وقعت داخل حدود السيطرة كانت قريبة من حد السيطرة الأَعلى ، وهذا يعني أَن هناك تحسناً في معدل الانتاج ، اي ان مستوى الاداء للمعمل قد تحسن بشكل كبير ، ونلاحظ كذلك خروج نقطة عن حد السيطرة الاعلى ان ذلك مؤشر على الاداء الجيد للغاية ، وان التحقيق في ذلك مهم للغاية ، وعلى ادارة المعمل التحقيق في الاسباب التي أَدت الى ذلك التحسن الكبير في الاداء لأن ذلك قد يفيد الإِدارة في العثور على سبب واعتماد الممارسات التي تؤدي الى كفاءة في الأَداء وزيادة في الإِنتاجية.

3-4 قياس مستوى أَداء لوحة الانحدار للسيطرة

يتم ايضاح لوحة الانحدار للسيطرة المُنجزة باستخدام الفرق بين كمية الانتاج المتوقعة وكمية الانتاج الفعلية في المعمل ، ومعلومات إِضافية يمكن الحصول عليها من تحليل الانحدار وذلكِ

لحساب الربح او الخسارة في كمية الانتاج ، ولإجراء اختبار t لبيان مستوى أداء اللوحة في العام (2011) .

سيتم في البداية حساب كمية الانتاج المتوقعة للعام (2011) وعلى النحو الآتي :

$$\hat{y}_1 = 1001+142*390= 56381$$

$$\hat{y}_2 = 1001+142*376= 54393$$

$$\hat{y}_3 = 1001+142*388= 56097$$

$$\hat{y}_4 = 60925$$

$$\hat{y}_5 = 62913$$

$$\hat{y}_6 = 52831$$

$$\hat{y}_7 = 59789$$

$$\hat{y}_8 = 64617$$

$$\hat{y}_9 = 56665$$

$$\hat{y}_{10} = 51269$$

بعد ذلك يتم حساب الربح او الخسارة في كمية الانتاج عن طريق حساب الفروقات بين كمية الانتاج الحقيقية والمقدرة من خط الانحدار والمجموع المتراكم لها ، وحساب الانحرافات المتراكمة لساعات العمل x_i' للعام (2011) ، اي بحساب القيم المتنبأ بها وكما هو مبين في الجدول (1) المذكور في ادناه :-

الجدول (1):يبين حسابات متقدمة

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الربح او الخسارة $(\hat{y}i' - yi')$	-5866	-6533	-14233	-14817	-16018	-6285	-13736	-25299*	-5827	-6839
$\sum(\hat{y}i' - yi')$	-5866	-12399	-26632	-41449	-57467	-63752	-77488	_	-83315	-90154
ساعات العمل $xi'(2011)$	390	376	388	422	436	365	414	_	392	354
الانحرافات المتراكمة $\sum(xi' - \bar{x}) = \sum(xi' - 398.5)$	-8.5	-31	-41.5	-18	19.5	-14	1.5	_	-5	-49.5

*القيمة في العمود رقم 8 سوف تهمل من الحسابات، لأَنها وقعت خارج حدود السيطرة للوحة ،

ثم يتم اجراء اختبار t عند درجات حرية (N-2) ، ومستوى معنوية 0.05 لفحص مستوى أَداء اللوحة وتقييمه ولتحديد ما اذا كان قد تغير بشكل ملحوظ ام لا ، واتخاذ القرار بشأن إِبقاء اللوحة الحالية او إنشاء لوحة سيطرة جديدة وعلى النحو الآتي :

H_0 : لايوجد فرق معنوي في مستوى الأَداء

H_1 : هناك فرق معنوي في مستوى الأَداء

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}i' - yi')}{Sc}$$

$$Sc = Se\sqrt{\frac{n^2}{N} + n + \frac{[\sum_{i=1}^{n}(xi' - \bar{x})]^2}{\sum_{i=1}^{N}(xi - \bar{x})^2}}$$

إذ إِن :

xi' ساعات العمل للسنة اللاحقة (2011)، xi ساعات العمل لعامي 2009-2010

yi' كمية الانتاج للسنة اللاحقة (2011)

$\hat{y}i'$ كمية الانتاج المتوقعة للسنة اللاحقة (2011)

Sc الخطأ المعياري للساعات المتراكمة للربح او الخسارة

Se الخطأ المعياري لكمية الانتاج المقدرة (المتوقعة)

N العدد الكلي لبيانات ساعات العمل xi لعامي 2009-2010

n عدد بيانات ساعات العمل للسنة اللاحقة xi' (خالية من النقاط التي وقعت خارج حدود السيطرة).

من الجداول السابقة يظهر لنا :

$$\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}i' - yi') = -90154$$

$$[\sum_{i=1}^{n}(xi' - \bar{x})]^2 = 2450.25$$

$$\sum_{i=1}^{N}(xi - \bar{x})^2 = 147653$$

من المعادلة (3)

$$Sc = 11861.7\sqrt{\frac{81}{24} + 9 + \frac{2450.25}{147653}} = 41753.184$$

$$t = \frac{-90154}{41753.184} = 2.15926$$

وعند مقارنة القيمة المحسوبة t_c مع القيمة الجدولية t_t عند درجة حرية (N-2) ومستوى معنوية ($\frac{\alpha}{2}$)التي تساوي (من الجداول) : $t_{(22,0.025)} = 2.074$

نلاحظ أَن القيمة المحسوبة t_c أَكبر من القيمة الجدولية t_t ، لذلك سترفض فرضية العدم، وتقبل

الفرضية البديلة اي أَنَّ هناك تغييراً كبيراً و ملحوظاً في مستوى الاداء للمعمل لذلك يجب إِنشاء لوحة سيطرة جديدة .

مع مُلاحظة انهُ إذا كان هناك تغيُر كبير في مستوى الاداء فإِن ذلك يعدّ اساساً لإِنشاء لوحة سيطرة جديدة .

الحالات الآتية ستُعطي القرارات بشأن استمرار لوحة السيطرة الاصلية :

1- إذا كان هُناك زيادة كبيرة في الانتاج فإِنهُ سيتم إنشاء لوحة سيطرة جديدة على أَساس البيانات للسنة الحالية ، التي تبين مستويات أَداء جديدة كما تبين لنا في هذا البحث .
2- إذا كانت هُناك خسارة ملحوظة في الانتاج سيتم كذلك إنشاء لوحة سيطرة جديدة إلا إذا كان سبب الخسارة سبباً ثابتاً(constant cause) أَدى الى تغير في النظام فإِن لوحة السيطرة الاصلية ستبقى .
3- إذا كان هُناك خسارة ملحوظة في ساعات العمل مع عدم حدوث تغيير معنوي في الانتاج ، ففي هذه الحالة ستبقى اللوحة الاصلية ، ولكن يجب أَن تكون أَهداف ادارة المعمل بذل جهد اضافي لتحسين معدل الانتاج للسنة الجارية .

الاستنتاجات

1- تعدُّ لوحة الانحدار للسيطرة أدق في مراقبة العمليات الانتاجية إذا كانت الصفة قيد الاهتمام تتأثر بمتغير خارجي ذي علاقة بها .

2-إن لوحة الانحدار للسيطرة تزود إِدارة المعمل بعدد الساعات اللازمة التي ستخصص لإِنتاج الكميات المحددة من السمنت عن طريق التنبؤ باستخدام معادلة خط الانحدار ، وهذا سيساعد الإِدارة على جدولة ساعات العمل ، و صياغة ميزانية سنوية محسنة .

المصادر

1- الراوي، خاشع محمود، (1987)، "المدخل الى تحليل الانحدار" ،مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق

2- الطائي،احمد عصام ،(2013) ،"لوحة الانحدار للسيطرة النوعية: دراسة تطبيقية على انتاج معمل اسمنت بادوش" ، رسالة دبلوم عالي ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق.

3 – الرسام، ريا سالم، (1996)، "تكوين لوحة بيز ثنائية الابعاد لمراقبة جودة الانتاج مع المحاكاة"، رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة الموصل، العراق.

4- خليل، احمد ممتاز، (2011)، " تكوين لوحات بيز متعددة المتغيرات للسيطرة على معدل وتباين نوعية تبليط الشوارع خارج مدينة الموصل "، رسالة ماجستير ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق.

5 – دبدوب، مروان عبد العزيز و الراوي، عمر فوزي، (2006)، "استخدام السيطرة النوعية والدالة التميزية في الدراسات التطبيقية"، مجلة التربية والعلم، المجلد(19)، العدد(1)، ص ص 203-220.

6- دي .أج . باسترفيلد، (1992)، "السيطرة النوعية"، ترجمة الزهيري، احمد مرتضى و البيضاني، فائق عباس، الطبعة الاولى، كلية الهندسة العسكرية، بغداد، العراق.

7- عيشوني، محمد احمد، (2007)، "ضبط الجودة: التقنيات الاساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية"، الطبعة الاولى، دار الاصحاب للنشر والتوزيع، الرياض.

8 - Behrman, R.E. & Kliegman, R.M., (1998), "Nelson Essentials Of Pediatrics", W.B. Saunders Company, U.S.A.

9 - Jackson,J.E.,(1956),"Quality Control Methods for Two Related Variables", Industrial Quality Control,Vol.12,No.7,pp.4-8.

10 - Mandel , B.J., (1969) , "The Regression Control Chart", Journal of Quality Technology 1, pp, 1-9.

11- Mandel , B.J., (1967), "Statistical Programs Of The United States Post Office Department", Industrial Quality Control,Vol.23, No.11, pp , 535-538.

12- Navidi, W., (2006), "Statistics for Engineers and Scientists", MC. Graw Hill New York.

13 - Ozkul,B. & Karaoglan,A.D.,(2011)," Regression Control Chart For Determination Of Young's Modulus:A Case Study", Balikesir University, Cagis Campus, 10145, Balikesir-Turkey.

14- Shu,L. &Tsung,F. &Tsui,K.L.,(2004),"Run-Length Performance Of Regression Control Chart With Estimated Parameters", Journal of Quality Technology, 36,3,ABI/INFORM Global.