ضبط الجودة بإستخدام التحليل الأفقي والعمودي للوحات السيطرة الإحصائية
دراسة تطبيقية في احدى شركات الاسمنت التابعة لوزارة الصناعة والمعادن العراقية

أ.د حاكم محسن محمد
خيرالله هادي عزوز

Abstract

This search aims to clear the important of vertical and horizontal analyses of data which used in draw of the statistical control chart to quality control , and know the range of shifting the average of production process and standard deviation from specification limits to decrease the fail probability when consumer used product , or decrease economic risk which result from instability of process , in addition to : using the normal distribution curve to discover effected the shifting of process mean on quality properties which study .

يهدف هذا البحث الى توضيح اهمية التحليل الافقي والعمودي للبيانات المستخدمة في رسم لوحة السيطرة الاحصائية من أجل ضبط خاصية الجودة ومعرفة مدى انتقال متوسط العملية الانتاجية وانحرافها المعياري عن الحدود التصميمية لغرض تقليل احتمالية الفشل عند استخدام الزبون للمنتج او تقليل المخاطر الاقتصادية الناتجة من عدم استقرار العملية الانتاجية ، فضلاُ عن ذلك فقد تم استخدام منحنى التوزيع الطبيعي لبيانات البحث لمعرفة تاثير انتقال متوسط العملية على خاصية الجودة المبحوثة .

اولا : منهجية البحث

١ -مشكلة البحث

مشكلة البحث تتلخص بالتساؤلات الاتية :

- هل العملية الانتاجية في الشركة المبحوثة منضبطة احصائياً ام لا؟
- هل تستخدم الشركة المبحوثة اساليب السيطرة الاحصائية بالشكل العلمي الصحيح ؟
- ما هي النتائج المستحصلة من استخدام اساليب السيطرة الاحصائية ؟
- ما هي النتائج المستحصلة من استخدام التحليل الافقي والعمودي للوحة السيطرة الاحصائية ؟

٢ -هدف البحث

يهدف البحث الى:

- الكشف عن مدى ضبط العملية الانتاجية احصائياً .
- الكشف عن احتمالية حدوث انحراف عن خصائص التصميم باستخدام منحنى التوزيع الطبيعي .
- التطبيق السليم لتقنيات السيطرة الاحصائية على جودة الانتاج باسلوب جديد.
- اظهار اهمية استخدام السيطرة الاحصائية على الخصائص النوعية للمنتج.
- اظهار مدى الاستفادة من التحليل الافقي والعمودي في كشف انتقال متوسط العملية ومقارنة ذلك مع التحليل الافقي التقليدي لبيانات لوحات السيطرة الاحصائية .

٣ - فرضية البحث

يساهم استخدام اساليب السيطرة الاحصائية في ضبط العملية الانتاجية وافراز المعيب ، وتتفرع عنها الفرضيات الفرعية الاتية :

- ان استخدام لوحة المتوسط والانحراف المعياري يحدد مدى ضبط العلمية الانتاجية احصائياً من خلال كشف وتحديد الانحراف في متوسط العلمية وانحرافها المعياري عن الحدود التصميمية للعملية .
- ان استخدام التحليل العمودي يساهم في كشف انتقال متوسط العملية ويساعد في الفصل بين المسببات العشوائية وغير العشوائية .

٤ -المنظمة المبحوثة

احد مصانع الاسمنت التابع لاحدى شركات وزارة الصناعة والمعادن العراقية .

ثانيا : الاطار النظري للبحث

١- مفهوم الجودة (Concept of Quality)

كلمة الجودة من الناحية اللغوية أصلها من الجود والجيد نقيض الردىء [١]. أما الجودة (Quality) اصطلاحاً فنشأت عن الكلمة

(١) ابن منظور، ١٩٠٨: ٧٢.

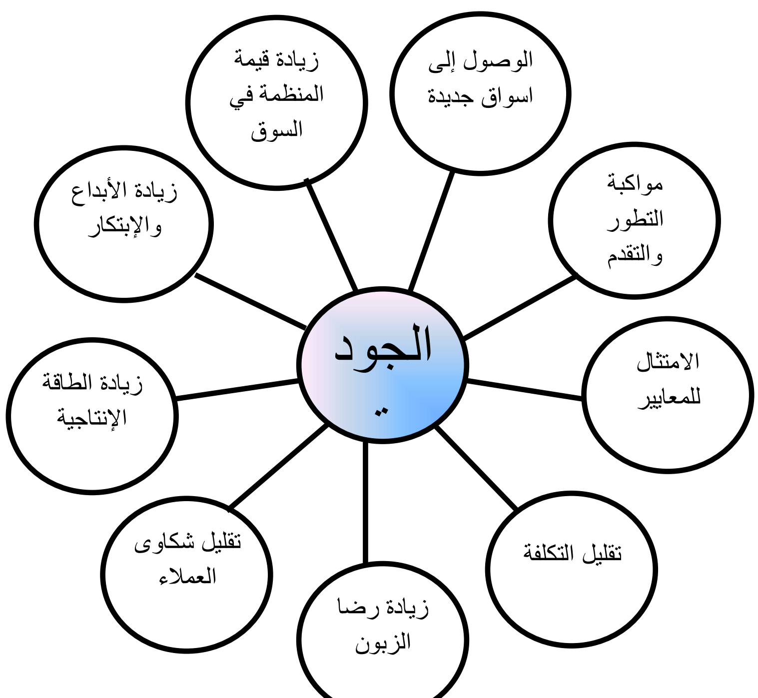
(٢) Dale , et al.,١٩٩٧: ٢.

(٣) [illegible] ١٩٩٨ : ٧٧

اللاتينية (qualitas) والتي تعني (Such as the thing really is) أي الشيء كما هو في الواقع [٢]. أو يقصد بها طبيعة الشيء والشخص ودرجة صـلاحة [٣] .

و ورد عدد من التعاريف للجودة منها : [٤] أذ عرفها Juran على أنها : درجة الملاءمة للاستخدام. وقد حددGarvin [٥] ثمانية عوامل يجب أن تركز عليها الشركة فيما يتعلق بالجودة وهذه العوامل هي : الإداء ، والشكل ، والمعولية ، والتكييف والمتانة والاستخدام والجمال والجودة المدركة. ويشير Fawrot [٦] إلى أن مفهوم الجودة في الشركات الصناعية الناجحة يعتمد على فكرة مفادها هي أن الجودة يجب أن تبدأ بالزبائن وتنتهي بهم .

و وفقا لتعريف [٧] فإن إدارة الجودة انشطة منسقة لتوجيه المنظمة قدر تعلق الامر بالجودة، أمّا الجودة حسب مضمون المواصفة القياسية ايزو ٩٠٠٠ لعام ٢٠٠٠ هي عبارة عن مجموعة الصفات المميزة للمنتج (أو النشاط أو العملية أو المؤسسة أو الشخص) والتي تجعله ملبياً للحاجات المعلنة والمتوقعة أو قادراً على تلبيتهـا [٨] ومن هذا يتضح أن جوهر الجودة هو في تلبية الحاجات المتوقعه أو التفوق عليها ، وان مفهوم الجودة يمكن توضيحه بالشكل (١) والذي يبين أن الجودة لا تتضمن فقط الاهتمام بخصائص المنتج اثناء التصنيع وانما تتعداها إلى الوصول إلى اسواق جديدة والابداع والتفكير في ايجاد تطويرات حديثة تواكب التطور العلمي في المجال الصناعي مما يؤدي إلى تحقيق حاجات الزبون والتفوق على توقعاته الحالية والمستقبلية .



الشكل (١) مفهوم الجودة

المصدر : الطيطي، خضر مصباح، إدارة وصناعة الجودة مفاهيم ادارية وتقنية وتجارية في الجودة ، (٢٠١٠ : ٢٥) .

٢- ضبط الجودة (Quality Control)

يمكن وصف ضبط الجودة بانه : نظام رقابة لضمان الحفاظ على المعايير الصحيحة في صناعة السلع ويتم بالفحص العشوائي الدوري على المنتجات [١]، وضبط الجودة مرتبط مع مصطلح جودة المطابقة للعملية أي هل أن مخرجات العملية تطابق الغاية التصميمية ؟ وجودة المطابقة (Quality of conformance) هي أن السلع والخدمات المنتجة تطابق الحدود التصميمية [٢] ويعرف الباحث أن ضبط الجودة هو سلسلة من الاجراءات التي يتم بموجبها المحافظة على إنتاج وحدات متماثلة أو قريبة من التماثل ومطابقة للحدود التصميمية ، وقد عرفها (Juran) بأنها " اجراء اداري يتضمن عمليات الرقابة والضبط للمحافظة على استقرار الأوضاع وتجنب التغييرات المفاجئة وابقاء الامور تحت السيطرة[٣] ويعرفها قدار [٤] هي آليه من الخطوات للحصول على منتجات وخدمات تلبي متطلبات الزبون .

(١) النعيمي ٢٠٠٩ : ٤٠.

(٢) Stevenson & Chuong , ٢٠١٠ : ٤٦١.

(٣) النعيمي ٢٠٠٩ :٤٠.

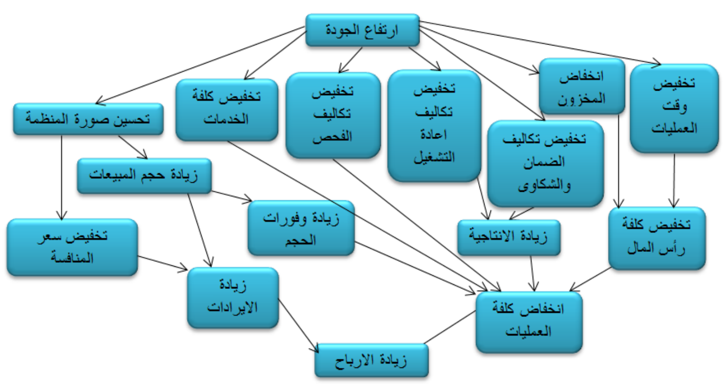
(٤) قدار ١٩٩٨ : ٧٦.

٣ - اثر الجودة الجيدة (Impact of good Quality)

جودة السلع والخدمات ورضا الزبون وربحية الشركة ،عناصر مترابطة بشكل وثيق، فالمستوى العالي للجودة يؤدي إلى مستوى عالي من رضا الزبون ، والذي سيدعم فرض اسعار عالية وغالبا ما تكون التكلفة متدنية (واطئة) وقد أشارة الدراسات ان هناك علاقة ارتباط قوية بين جودة المنتجات وربحية الشركة [١]. والشكل (٢) يوضح طرائق مختلفة لتأثير الجودة على المجالات المختلفة في الشركة حيث أن الجودة العالية ممكن أن تزيد الإيراد نتيجة لزيادة المبيعات ودعم السعر في الأسواق وفي الوقت نفسه فأن الكلف سوف تنخفض بسبب تحسين الكفاءه والإنتاجية واستخدام رأس المال [٢].

(١)kotler & Keller , ٢٠١٢ : ١٣١.

(٢) Slack , et al., ١٩٩٨ :٦٣٤-٦٣٥.



الشكل (٢)

ارتفاع مستوى الجودة وأثره النافع على الإيراد والتكاليف

Source : Based on Gummesson ، E., (١٩٩٣) " Service Productivity , Service Quality and Profitability " , Proceedings of the ٨th International Conference of the Operation Management Association , Warwick , UK .

٤ - نتائج الجودة السيئة (The Consequences of Poor Quality)

إنَّ من المهم جداً لأي منظمة معرفة تأثيرات الجودة على الانشطة المختلفة في مجال السلع والخدمات وأخذها في الحسبان لتطوير برامج الجودة والحفاظ على المستوى الجيد للجودة ، والجودة الرديئة ثؤثر بشكل مباشر وكبيره في المجالات الآتية [٣] :

- فقدان الأعمال .
- المسؤولية القانونية .
- انخفاض الإنتاجية .
- زيادة التكاليف .

٥ - الرقابة الإحصائية على الجودة (Statistical Quality Control)

يعرف Grant و Leavenworth الرقابة الإحصائية على الجودة (SQC) بأنها مجموعة من الأدوات الإحصائية تستخدم لتقييم الجودة التنظيمية [١] . ويمكن تقسيمها إلى ثلاث مجاميع رئيسة [٢] :

- ❖ التوصيف الإحصائي (Descriptive statistics) : ويستخدم لوصف خصائص الجودة والعلاقات والترابط بينها ومن تلك الإحصاءات: المتوسط (Mean) والإنحراف المعياري (standard deviation) والمدى (range) ومقاييس توزيع البيانات .
- ❖ الرقابة الإحصائية على العملية (Statistical process control SPC) : وتشمل عمليات التفتيش والفحص وسحب عينات عشوائية من مخرجات العملية لمعرفة فيما أ إذا كانت العملية تنتج منتجات ضمن الحدود التصميمية أم لا . وكذلك تجيب الرقابة الإحصائية على العملية على تساؤل أ تعمل العملية الإنتاجية بشكل مناسب أم لا ؟.
- ❖ عينات القبول (Acceptance sampling) : وهي عملية الفحص العشوائي لعينة من السلع واتخاذ القرار لامكانية قبول تلك الدفعة من السلع اعتمادا على نتائج الفحص أي أن عينات القبول تحدد فيما أ إذا كان من الممكن قبول الدفعة أم رفضها .

٦ - لوحات السيطرة **(Control Chart)**

(١) Grant & Leavenworth ١٩٩٨ : ٦٧.

(٢) Costa ١٩٩٩: ٣١, ٣٨٧–٣٩٧.

يعد الدكتور Walter Shewhart أول من استخدم الأساليب الإحصائية للسيطرة وتحسين جودة العمليات التي تنتج السلع والخدمات وذلك في عمله في مختبرات شركة بيل للهواتف الامريكية في عام ١٩٢٠ -١٩٣٠ والذي استخدم الإحصاء في اكتشاف مصادر التباين ومن ثم ازالتها عند تكرار العمليات (Donna ٢٠٠٩ :٢٥)، لقد شغلت Shewhart مسألتين هما الكشف عن الخلل في العملية الإنتاجية والمحافظة على استمرار بقاء العملية الإنتاجية تحت السيطرة ولتحقيق ذلك قام باستخدام لوحات السيطرة النوعية (Quality control chart) وذلك من خلال ثلاثة بحوث قدمها في هذا المجال في عامـــي (١٩٢٦ – ١٩٢٧) التي تم نشرها في مجلة (American Statistical Society) وأن الهدف من استخدام لوحة السيطرة النوعية هو الكشف عن التغيرات العشوائية في العملية الإنتاجية (عكار ٢٠٠٦ : ٩٩) . ويعرف (Stevenson & Chuong ٢٠١٠ : ٤٦٠) السيطرة الإحصائية على العملية بأنها تقييم إحصائي لمخرجات العملية خلال العملية الإنتاجية .

وتسمى لوحات الرقابة على الجودة ((Quality Control Charts QCC)) كذلك بالرقابة الإحصائية على الجودة (Statistical Quality Control) التي تستخدم للرقابة على جودة المنتج في البيئة الصناعية وتوفير المعلومات حول تفاوت العملية ونمطها النظامي من خلال مقارنة التباين المقبول والمستهدف مع التباين المقاس فعلياً للمنتج وترجمة ذلك إلى تحسين جودة المنتج وزيادة الإنتاجية من أجل تعظيم ربحية المنظمة (William et al ٢٠١١ : ٢) .

تقوم الفكرة الأساسية للوحات السيطرة الإحصائية على اجراء تحليل إحصائي مستمر لمستوى جودة الإنتاج أو الخواص الرئيسة للمنتج بهدف ضبط الجودة من خلال اخذ عينات من خطوط الإنتاج في فترات زمنية محددة وضمن مؤشرات إحصائية (اللامي والبياتي ٢٠٠٨ : ٥٥٠).

إنَّ الاساس في نظرية خرائط السيطرة هو التميز بين أسباب الاختلاف في خواص المنتج وبتطبيق النظريات الإحصائية لبعض التغيرات التي تحدث وفقا للصدفة البحتة التي لا يمكن عمل لها شيء سوى مراجعة عملية الإنتاج [١] والنوع الآخر هو الذي يحدث بواسطة مسببات نظامية منها اختلاف بين المكائن والعمال والمواد الأوّلية المستخدمة وكل هذه العوامل بعد مرور مدة زمنية واختلافات في العلاقات بين كل عامل مع العامل الآخر ، إنَّ هذه الأسباب تعد خطرة على العملية الإنتاجية ومؤثرة عليها لذا يجب تشخيصها واتخاذ القرارات التصحيحية المناسبة لها [٢].

وتعرف لوحة الضبط بأنها خارطة بيانية تستخدم كوسيلة لاتخاذ القرار المناسب بشأن سير العملية الإنتاجية في مرحلة إنتاج معينة وفق

(١) Slack , et al : ١٩٩٨ :٦٤٤.

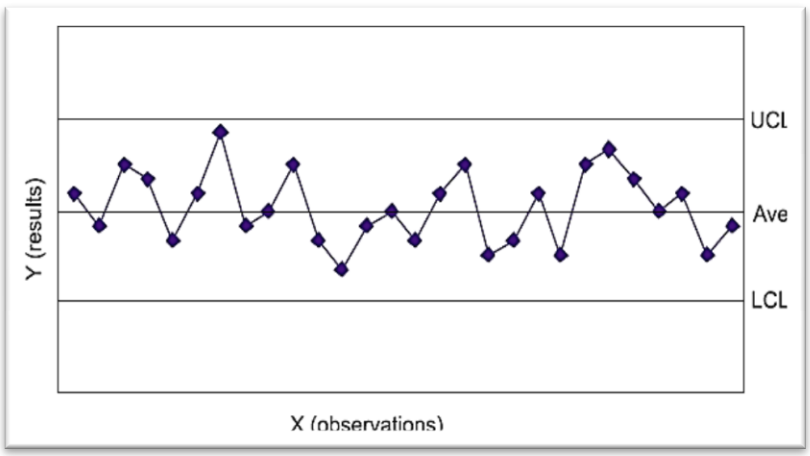
(٢) اللامي والبياتي ٢٠٠٨ : ٥٥٠.

(٣) عكار ٢٠٠٦ : ١٠٠.

(٤) Stevenson &

المسار المحدد لها ويتم ذلك من خلال سحب عينات عشوائية زمنية من الدفعات الإنتاجية بعد تحديد صفة الوحدة المنتجة واللذان يعكسان جـودتها [٣] .ويعرفها[٤] Stevenson & Chuong بأنها مخطط بدلالة الزمن للعينة الإحصائية تستخدم للتميز بين التغيرات العشوائية وغيــر العشوائية (random & nonrandom).

وتتكون لوحات السيطرة الإحصائية بشكل عام من حد أعلى (Upper control limit) وحد أدنى (Lower control limit) وخط المركز (Central line) حيث يتم توزيع عينات الفحص بين تلك الحدود الثلاثة لمعرفة مدى قبول العملية إحصائياً ، . والشكل (٣) يوضح المخطط العام للوحة السيطرة الإحصائية حيث يمثل المحور الرأسي أحد مؤشرات خاصية الجودة المطلوبة والمحور الأفقي يمثل الزمن للعينات المسحوبة لتلك الخاصية .



الشكل (٣) لوحة ضبط الجودة

Source : kumar S . Anil & Sursh .N , Production and operations management ٢th ed ٢٠٠٨ :p ١٤٣, Published by New Age International (P) Ltd., Publishers.

وهناك العديد من لوحات السيطرة الإحصائية ولكل لوحة استخدام معين وذلك تبعاً لهدف الاستخدام وطبيعة خصائص المنتج أو المميزات المراد التأكد من ضبطها ، لذلك هناك صنفين من لوحات السيطرة الإحصائية وهما لوحات السيطرة للمتغيرات (القياسات) و لوحات السيطرة للمميزات وبقدر تعلق الاموضوع بهدف البحث سيتم توضيح لوحات السيطرة للمتغيرات المستخدمة في تحليل خاصية الجودة المبحوثة فقط .

٦ – ١ : لوحات السيطرة للمتغيرات (Control Charts for Variable)

وتستخدم هذا النوع من لوحات ضبط الجودة في حالة إمكانية قياس خاصية الجودة للمنتج مثل الطول والوزن والتيار الكهربائي و درجة الحرارة و الكتلة وهكذا ، هناك عدة أنواع من لوحات السيطرة للمتغيرات وسيتم توضيح الأنواع الشائعة منها وهي :

٦ – ١ – ١ : لوحة المتوسط والمدى (X¯ – R Chart)

تتكون لوحة المتوسط من الحد الأعلى للسيطرة الإحصائية (Upper control limit) وتكتب اختصاراً (UCL) والحد الأدنى للسيطرة الإحصائية (Lower control limit) ويكتب اختصاراً (LCL) وخط المركز (Central control limit CL) والذي يمكن احتسابها وفقاً للمعادلات الآتية [١] :

(١)Krajewski et al ., ٢٠١٠ : ٢٠٩.

حيث أن :

n : عدد العينات المسحوبة (Subgroup)

X¯ : معدل المشاهدات للعينة الواحدة ويحسب من المعادلة الآتية

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{k} x_{ij}}{k}$$

A٢ : ثابت يعتمد على حجم العينة (عدد المشاهدات في العينة الواحدة)

R¯ : متوسط المديات لمشاهدات العينات ويحسب من المعادلة الآتية

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R}{n}$$

أمّا لوحة المدى التي تتكون من حد أعلى وأدنى وحد مركزي فيتم احتسابها من المعادلات الآتية [٢]:

(٢) Krajewski et al ., ٢٠١٠ : ٢٠٨.

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$CL_R = \bar{R}$$

حيث أن :

D_3 , D_4 معاملات تعتمد على عدد المشاهدات في العينة (n) .

٦ – ١ – ٢ : لوحة المتوسط والإنحراف المعياري (X¯ – σ Chart)

تستخدم لوحة المتوسط والإنحراف المعياري عندما يكون تباين العملية صغيرا وعلى سبيل المثال تستخدم لوحة الإنحراف المعياري في الرقابة على إنتاج رقائق السيلكون للكومبيوترات [١] .وتتكون لوحة المتوسط (في لوحة المتوسط والإنحراف المعياري) أيضاً من حد أعلى وحد أدنى وحد مركزي وتحسب وفقاً للمعادلات الآتية [٢]

حيث أن :

σ : يمثل الإنحراف المعياري (sigma) ويحسب من المعادلة الآتية

: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^{٢}}{k - ١}}$

$\bar{\sigma}$: متوسط الإنحراف المعياري للعينات (n) ويحسب من المعادلة الآتية : $\bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=١}^{n} \sigma}{n}$

K : تمثل عدد المشاهدات في العينة n .

وتحسب حدود الضبط للوحة الإنحراف المعياري كما يأتي :

$UCL = B_{٤} \bar{\sigma}$
$LCL = B_{٣} \bar{\sigma}$
$CL = \bar{\sigma}$

حيث أن :

$B_{٣}$ ، $B_{٤}$ ثابتان تعتمد قيمتهما على حجم العينة (n).

٧ - منحنى التوزيع الطبيعي Normal Distribution Curve

كما هو معروف يوجد عدد من المنحنيات التي تمثل التوزيعات الإحتمالية المستمرة ، ولكن الشائع منها هو منحنى التوزيع الطبيعي لكاوس (Normal Curve Gaussian Distribution) الذي يساعد استخدامه في مجال ضبط الجودة على إيجاد نسب التلف اثناء الإنتاج واحكام الضبط على تحليلات لوحات ضبط الجودة [٣] .

وبدراسة شكل منحنى التوزيع الطبيعى نجد أنه منحنى متماثل حول الوسط الحسابى للتوزيع ، ويأخذ الشكل الجرسي وله قمة واحدة ويمتد

(١) Foster . ٢٠٠٧ : ٣٩٤

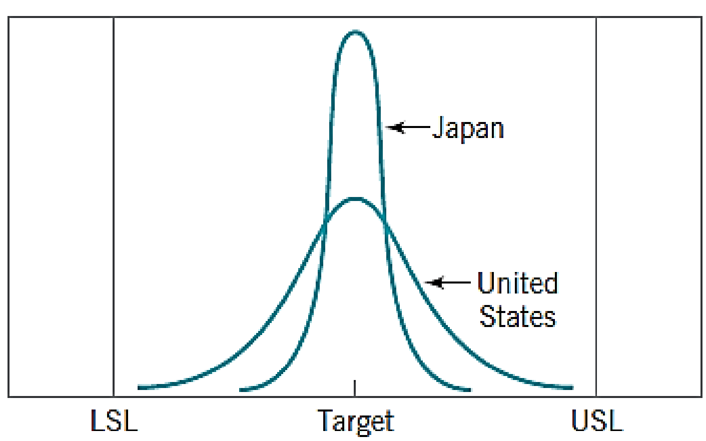
(٢) Stevenson & Chuong ٢٠١٠ : ٤٦٥.

(٣) القزاز ٢٠٠٩: ٤٥.

طرفاه إلى ما لأنهاية مقتربين من المحور الأفقى شيئاً فشيئاً من دون أن يتماسا مع هذا المحور . وإذا أسقطنا عموداً من قمة المنحنى على المحور الأفقى فإن هذا العمود يعد محوراً للتماثل لأنه يقسم المساحة تحت المنحنى إلى قسمين متساويين تمأماً وينطبق كل منهما على الآخر تمأم الأنطباق ومساحة كل قسم تساوى ٥٠% من المساحة الكلية تحت المنحنى وينتج عن هذا التماثل أن قيم الوسط الحسابى والوسيط والمنوال للتوزيع الطبيعى تكون متساوية .

ويتصف منحنى التوزيع الطبيعي بالخصائص الآتية [١]:

- المساحة الكلية تحت المنحنى تساوي واحد عدد صحيح ومن هذا فقد تم استخدام جدأول خاصة لمعرفة المساحة المحصورة بين قيمتين أو أقل أو أكثر من قيمة معينة من قيم (x) التي تمثل احتمالية وقوع الإنتاج في هذه المساحة .
- يعتمد شكل منحنى التوزيع الطبيعي على الإنحراف المعياري (σ) والمتوسط (μ) فكلما ازدادت قيمة الإنحراف المعياري كلما ازداد تفلطح المنحنى والعكس بالعكس . أما زيادة أو نقصان متوسط العملية (μ) فإنه سوف ينقل منحنى التوزيع الطبيعي من مكان إلى آخر نحو اليمين أو اليسار ، وهذه الخاصية مهمة جداً في قرارات الإنتاج في منظمات الاعمال فقد تستخدم بعض منظمات الأعمال منحنى التوزيع الطبيعي المفلطح أكثر من غيرها كما هو حاصل في المقارنة بين منحنى التوزيع الطبيعي للشركات اليابانية والشركات الامريكية حيث يبين الشكل (٤) أن الشركات اليابانية تقلل من التباين (الإنحراف المعياري) مما يجعل منحنى التوزيع الطبيعي مدبباً (أقل تفلطحاً) مقارنة بشركات الولأيات المتحدة الامريكية ، وهذا دليل على أن الصناعة اليابانية ذات جودة فائقة واحتمالية حصول العيوب متدني جداً وهي بذلك تقلل من احتمالية مخاطرة المستهلك أي احتمالية أنسياب منتجات معيبة إلى الزبون.



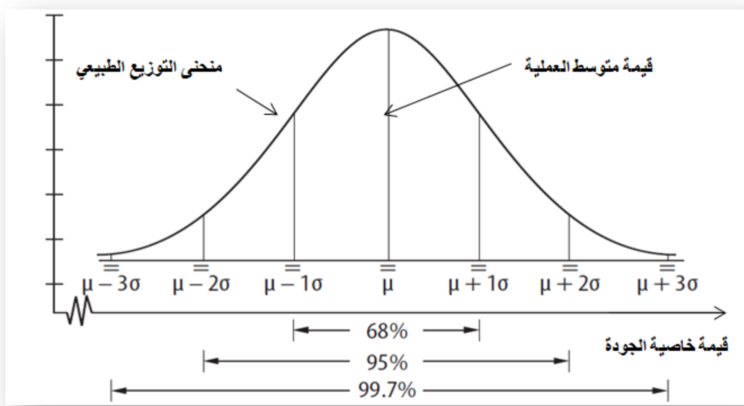
الشكل (٤) منحنى التوزيع الطبيعي للولايات المتحدة واليابان

Source : Montgomery , Douglas C. statistical quality control . ٧th ed . A modern Introduction , ٢٠١٣: p.٧.

لماذا ينتقل متوسط العملية ؟ أو بتعبير آخر لماذا لا تكون العملية مركزية في بعض الحالات ؟ السبب الأول هو أن هناك قيمة واحدة مقبولة لمتوسط العملية ممكن تحديدها وليست هي القيمة المستهدفة. والسبب الأهم هو أن كلفة عدم المطابقة لأحد الحدود التصميمية أكبر من كلفة عدم المطابقة للحد الاخر وفي هذه الحالة يجب الموازنة بين كلفة عدم المطابقة بواسطة ضربها في احتمالية عدم المطابقة للحدود التصميمية وهذا سيؤدي إلى عدم مركزية العملية [١] .

- المساحات تحت منحنى التوزيع الطبيعي وبالاعتماد على عدد الإنحرافات المعيارية هي كالآتي :
  - المساحة المحصورة بين ±١σ = ٦٨ %
  - المساحة المحصورة بين ±٢σ = ٩٥ %
  - المساحة المحصورة بين ±٣σ = ٩٩,٧ %

وكما موضحة في الشكل (٥) ادناه :



Source : Linda L. Brennan The McGRAW-HILL -٣٦Hour Course Operations Management ٢٠١١ : ١٢١.

ثالثاً : الجانب التطبيقي للبحث

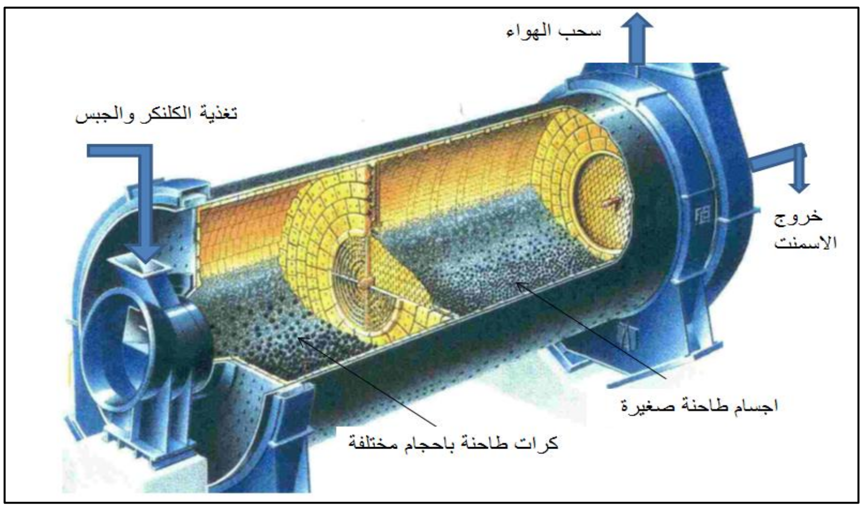
١ - مقدمة عن صناعة الإسمنت

يتم انتاج الاسمنت عن طريق طحن مادة نصف مصنعة تسمى الكلنكر مع نسبة قليلة من مادة الجبس ، وتعد عملية الطحن من الفعاليات الأساسية في صناعة الإسمنت حيث تلعب دوراً بارزاً في

(١) Stevenson ٢٠١٠ : ٤٨١.

(١) Duda ١٩٧٧ : ١٦٨.

تحديد جودة الإسمنت ، ولنعومة الإسمنت أثر كبير على قوة الانضغاط للإسمنت المنتج حيث كلما ازدادت نعومة الإسمنت المطحون أدى ذلك إلى زيادة قوة الانضغاط للإسمنت المنتج [١] . إنَّ عملية طحن المواد نصف المصنعة (الكلنكر) مع نسبة (٢%) من مادة الجبس تتم بواسطة مكائن ضخمه تسمى بطواحين الإسمنت وهي عبارة عن اسطوانة معدنية يبلغ قطرها (٤) متر وطولها (١١) متر مبطنة من الداخل بطابوق حديدي ذو مواصفات خاصة حسب نظام الطحن للطاحونة ومقسمة إلى غرفتين تحتوي الغرفة الأولى على أجسام طاحنة كروية (Ball) باقطار مختلفة (باحجام مختلفة) وظيفتها تكسير الكلنكر وتحويله إلى احجمام صغيرة وتحتوي الغرفة الثانية على أجسام طاحنة صغيرة اسطوانية (Cylpabes) وظيفتها تحويل المواد القادمة من الغرفة الأولى إلى إسمنت بنعومة لا تقل عن (٢٣٠٠ cm^2/g) للإسمنت العادي و لاتقل عن (٢٥٠٠ cm^2/g) للإسمنت المقاوم وفقاً لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة (١٩٨٤).



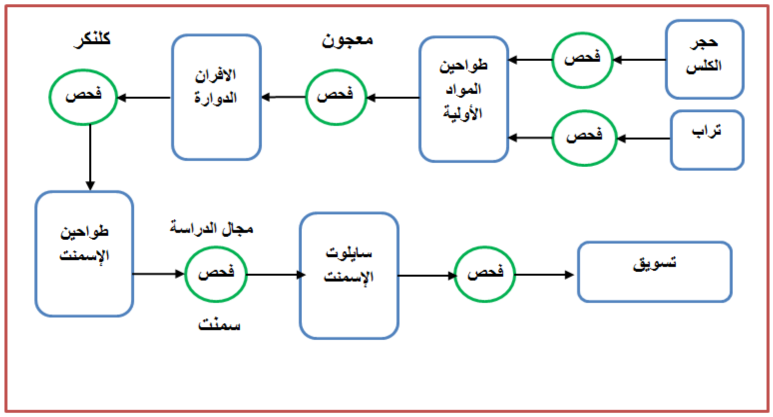
الشكل (٦) طاحونة الإسمنت

المصدر : إعداد الباحث بالاعتماد على Magotteaux Customer Training www.magotteaux.com Course

٢ - مجال الدراسة

إنَّ مجال هذه الدراسة هو كما مبين في الشكل (٧) وهي في نقطة الفحص والتفتيش بعد طواحين الإسمنت حيث يقوم قسم السيطرة النوعية في المعمل بفحص خاصية السطح النوعي (Blain) للإسمنت المنتج في هذه النقطة بسحب عينة عشوائية كل ساعة ويجب أن لاتقل هذه الخاصية عن (٢٣٠٠ cm^2/g) للإسمنت العادي و (٢٥٠٠ cm^2/g

) للإسمنت المقاوم وفقاً لما نصت علية المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة ١٩٨٤ .



الشكل (٧) المخطط الإنسيابي لعملية إنتاج الإسمنت

المصدر : إعداد الباحث بالاعتماد على المسلك التكنولوجي للمعمل محل الدراسة

٣ - خصائص الإسمنت

تقسم خصائص الإسمنت إلى نوعين وهما الخصائص الكيميائية والخصائص الفيزيائية ويؤثر أحدهما بالآخر بتأثيرات مختلفة وكبيرة ، وسيتم شرح الخصائص الفيزيائية التي لها علاقة بموضـــوع هذه الدراسة فقط :

٣ - ١. الخصائص الفيزيائية : في ادناه أهم الخصائص الفيزيائية للإسمنت التي تم توضيحها لما لها أهمية في مجال الدراسة أما بقية الخصائص فلم يتم التطرق لها هنا لعدم الحاجة :

٣-٢-١ السطح النوعي (Blain) : عبارة عن خاصية تصف حجم حبيبات الإسمنت والذي يرتبط بعملية طحن وتنعيم الكلنكر وتقاس النعومة بالمساحة السطحية لوحدة الوزن حيث تزداد المساحة السطحية لوزن معين بزيادة نعومة الحبيبات ويتم حساب النعومة باستخدام جهاز البلين الذي يقيس نفاذية الهواء خلال عينة الإسمنت [١] . السطح النوعي للإسمنت أو ما يسمى بنعومة الإسمنت الذي يتم قياسه بواسطة جهاز خاص يستخدم فكرة حساب زمن تدفق الهواء من خلال عينة ذات وزن محدد من الإسمنت وعن طريق جداًول خاصة يتم التوصل إلى نعومة الإسمنت . يقاس السطح النوعي بوحدات المساحة لكل واحد غرام من الإسمنت (cm^2/g) اي المســـاحة التي يغطيها (١ غم) من الإسمنت . وإنَّ أدنى حد لهذه المساحة وفقاً لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة (١٩٨٤) للإسمنت العادي هي (cm^2/g ٢٣٠٠) بينما

(١) الشافعي ٢٠١١ : ٥٦.

للإسمنت المقاوم فإن أدنى مساحة مقبولة هي ($٢٥٠٠\ cm^{٢}/g$) وإنَّ التفسير العلمي لعدم السماح لإنتاج سمنت أقل من هذه الحدود هو أن التفاعل الكيميائي للماء مع جزيئات الإسمنت يصبح أكثر بطئا في حال ازداد حجم جزيئة الإسمنت الواحدة لأنه يحتاج إلى وقت أكثر للوصول إلى قلب الجزيئة أو قد لا يتم التفاعل بشكل تام حتى فترات طويلة مما يسبب في فشل كونكريت الإسمنت ، لذلك يسعى اغلب المنتجين بالأرتفاع بنعومة الإسمنت لتحقيق عدد من الأهداف :

- إنَّ زيادة السطح النوعي يؤدي إلى ضمان تفاعل كافة جزيئات الإسمنت مما يعطي قوة جيدة للكونكريت المنتج .
- اثبت الواقع العملي في المصنع محل الدراسة أن الأرتفاع بالنعومات إلى ($٣٠٠٠\ cm^{٢}/g$) كمعدل يساعد في التخلص من العيوب الناتجة من عدم السيطرة على نسب بعض مكونات الإسمنت .
- إنَّ معدل سرعة الاماهة (Hydration) يزداد بزيادة نعومة حبيبات الإسمنت وذلك لان عملية الاماهة تبدأ بسطوح حبيبات الإسمنت والمساحة السطحية الكلية للحبيبات تمثل المادة المتوفرة لعملية الاماهة مما يؤدي إلى زيادة سرعة الحصول على المقاومة [١]، والاماهة هي عملية التفاعل الكيميائي بين مركبات كلنكر الإسمنت وكبريتات الكالسيوم والماء وهي المسؤولة عن تصلب الخرسانة وقوتها [٢].
- سرعة اكتمال عملية التفاعل مع الماء تعتمد على مقاس حبيبات الإسمنت حيث يصعب وصول الماء إلى قلب الحبيبات الكبيرة مما يسبب تفاعل القلب الداخلي لحبيبات الإسمنت في ازمنة متآخرة وقد يصحب ذلك عدم ثبات حجم الإسمنت ، و إن كبر حجم الحبيبات وعدم تفاعل قلبها تماما يؤدي إلى ضعف في المقاومة محتوى الإسمنت نفسه.
- بزيادة النعومة يكون التلاصق والتماسك بين مكونات الملاط الإسمنتي أفضل ، وذلك لان المسحوق الناعم يتمكن من تغطية سطوح حبيبات الركام الناعم أو المواد الخاملة الآخرى افضل من المسحوق الخشن .
- زيادة النعومة تقلل من طبقة الماء التي تنفصل على سطح الخلطة بسبب النضح ، وذلك لقلة قابلية الترسيب للحبيبات الناعمة تحت تأثير وزنها .
- النعومة العالية للإسمنت تحسن قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية وتزيد من تماسكها ولكنها تجعل كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة ذات قوام قياسي أكبر.

وفي الوقت نفسه وعلى الرغم من عدم تحديد حد أعلى للسطح النوعي بالمواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة (١٩٨٤) إلا

(١) الشافعي ٢٠١١ : ٥٣.

(٢) Ceesay , ٢٠٠٤ : ١٨.

(٣) Avsar ٢٠٠٦ : ١٤.

(٢) الشافعي ٢٠١١ : ٥٦.

أنه هناك مساؤى اثبتتها الخبرة العملية في مجال صناعة الإسمنت عند الأرتفاع بشكل كبير في نعومة الإسمنت وهي كالآتي [٣] [٤]:

- كلفة طحن الكلنكر تزداد بزيادة النعومة مما يستوجب تحـدبد نعومة الإسمنت .
- الإسمنت ذو النعومة العالية يتعرض إلى اماهة جزئية اثناء الخزن الردئ بسبب تعرضه للرطوبة فاقدا قيمتة الإسمنتية.
- بزيادة نعومة الإسمنت تزداد المساحة السطحية للقلويات الموجودة فيه مما يؤدي إلى زيادة فاعليتها للتفاعل مع السيلكا الفعالة الموجودة في الركام ومن ثم تلف الخرسانة .
- زيادة النعومة تؤدي إلى زيادة انكماش عجينة الإسمنت .
- زيادة النعومة تسبب زيادة المساحة السطحية للمركب (C_3A) ومن ثم زيادة كمية الجبس اللازمة لتأخير تفاعل هذا المركب .

إنَّ الأسباب اعلاه سواء أ كانت مزايا أم مساوئ دفعت الباحث إلى اختيار هذه الخاصية في مجال البحث وكذلك فان توافر البيانات كان عاملاً مهما أيضاً في الاختيار .

٣ -٢ -٢ . قوة الانضغاط (Compressive strength) : حددت المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة ١٩٨٤ قوة انضغاط الإسمنت بعمر (٣) أيام بان لا تقل عن (١٥ N/mm^2) وبعمر (٧) أيام لا تقل عن(٢٣ N/mm^2) ويتم قياس قوة الإسمنت المنتج بتحضير مكعبات من الإسمنت بعد مزجها جيدا مع الرمل القياسي ونسب محدده من الماء وتوضع في الماء لمدة محدد وبعدها توضع في اجواء رطبة لمدة (٣) أيام بعدها توضع في جهاز قياس تحمل قوة الانضغاط ويسلط عليها ضغط لحين تكسر هذه المكعب عند ذلك تعد هذه هي قوة التكسير بعمر (٣) أيام وهكذا بالنسبة لقوة التكسير بعمر (٧) أيام .

٤ . اختيار خاصية الجودة

تم اختيار خاصية السطح النوعي للسمنت المنتج (Blain) والذي يتم إجراء الفحص في نقطة الفحص الموضحه على المخطط الإنسيابي لعملية إنتاج الإسمنت الشكل (٧) حيث يؤخذ نموذج من الإسمنت المنتـج كل ساعة (Test per hour) ويقاس البلين (السطح النوعي) لمعرفة فيما إذا كان يحقق الحدود التصميمة أم لا ؟ وتعطى النتيجة من قبل السيطرة النوعية إلى قسم طواحين الإسمنت لغرض إجراء تغير معين في ظروف التشغيل إذا وجد أن هناك إنحراف يستوجب ذلك ، إن السبب في اختيار هذه الخاصية هو :

١. المزايا والمساؤى التي تم ذكرها اعلاه .
٢. توافر البيانات واتاحتها لأغراض بحثية .
٣. إمكانية تغير قيم هذه الخاصية بسهولة بتغيير ظروف التشغيل لتحقيق متطلبات التصميم .

٤. هذه الخاصية كانت ولا زالت محط أهتمام الكثير من الباحثين في مجال تصميم طواحين الإسمنت لأنها المؤشر الوحيد على كفاءة إداء طواحين الإسمنت وقدرتها على تحقيق متطلبات التصميم وبتعبير ادق فأن طاحونة الإسمنت يتم تصميمها على أساس هذه الخاصية .

٥ . تجميع البيانات

تم تصميم ورقة عمل خاصة على نظام الاكسل على الحاسوب لتسهيل عملية تحليل البيانات لأغراض هذه الدراسة وتثبيت نتائج البلين لكل ساعة اشتغال لطواحين الإسمنت لشهر حزيران من عام (٢٠١٣) ، والجدول (١) يوضح تفاصيل ورقة العمل والذي أطلق عليها تسمية صفحة المدخلات (Input sheet) .

من ملاحظة صفحة المدخلات وجد أن كافة المعلومات اللازمة موجودة لكن من الجدير بالذكر أن يتم توضيح بعض الامور منها :

- إنَّ يوم العمل الواحد مقسم إلى ثلاث وجبات عمل كل وجبة عمل عبارة عن (٨) ساعات عمل وهي الوجبة الصباحية تبدء عند الساعة (٧)صباحاً وتنتهي عند الساعة (٣) بعد منتصف الظهر والوجبة المسائية تبدء عند الساعة (٣) ظهرا وتنتهي عند الساعة (١١) قبل منتصف الليل والوجبة الليلية تبدء عند الساعد (١١) قبل منتصف الليل وتنتهي عند الساعة (٧) من صبا ح اليوم التالي.
- يتم في نهاية كل يوم احتساب متوسط السطح النوعي لذلك اليوم ($\bar{X}_{day}$) أو ($\bar{X}$ Horizontal) وهكذا لباقي أيام الشهر .
- يتم في نهاية الشهر حساب المتوسط الشهري (متوسط العملية μ_1) للسطح النوعي (Blain) وهكذا لباقي الأشهر .
- الذي تم اضافته من قبل الباحث هو حساب معدل كل ساعة (المتوسط العمودي أو متوسط المشاهدات)على طول الشهر ($\bar{X}_{hour}$) أو ($\bar{X}$ Vertical) لغرض الاستفادة من هذا المعدل في تحديد فيما إذا كان هناك انتقال في متوسط العملية بين وجبات العمل أم لا.

الجدول (١) صفحة المدخلات

INPUT SHEET

COMPANY...... Cement Plant Quality Report From 1/6/2013 To 30/6/2013 Report number 1

Part name (product) : Normal Cement | Machine name : Grinding mill Z1 | Variable of quality : Blain | Unit of measure : cm^2/g

Specification limits : USL : 3300 | LSL : 2300 | μ_o : 2800 | σ_o : 166.7 | Control limits : UCL 3182 | CL(μ_1) 3044 | LCL 2851 | σ_1 179.7

Date	Observation (X_{ij}) (test per hour)																								Ave
	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X1	X2	X3	X4	X5	X6	$\bar{X}$
Production tour	Morning tour								Evening tour								Night tour								
1/6/2013	3120	3177	3221			2908	2705	3340	3177	2992		2944	2992	3016	3039	3063	2626	3221				3132	3221	3393	3072
2/6/2013	2992	3028	2957								3016	3132			3154	3177	3063	3221	3308	2809	2821	3039	3016	3109	3056
3/6/2013	3086	3132	2992						3120	2896	3265	3159	3132	2969	3109	3120	2920	3177	2992	3004	3039	3372	3577	3435	3131
4/6/2013	3372	3527								3265	3319	3132	3109	3120	3132	3016	2758	3154		2809	3016	3004	3016	3199	3122
5/6/2013	3109								2770	2859		2920	2908	3086	3097	3013	3016	3308	3188	2719	3165	3330	3199	3109	3050
6/6/2013	3120	3361	3577	3177	3265					3159	3177	2821	3446			2908	3393	3109	3063	3051	3063	2846			3159
7/6/2013						3287	2745	3308	3177	3159	3063	3097	2969	2871	2992	3051	3074	3372	3016			3265	3154	2920	3089
8/6/2013	2992	3081					3051	3016	3004	3265	2999	3221	3177	2908	3039	2992	2871								3047
9/6/2013										2908	2920	3097	3120	3074	3063	3086	3063	3596	2745	3074	2944	3097	3188	3154	3075
10/6/2013	2859	2846	3063	2992	3132						2920	2719	3154	3188	3177	3109	2598	2809	3074	2980	3004	3154	3199	3210	3010
11/6/2013	3122		2998						3063	2944		3063						3417	2959	3173	3103	3008	3020	3056	3077
12/6/2013															3086	3051	2666	2696	2846	3016	3028	2957	2908	2809	2906
13/6/2013	2908			3496	2859	2399	2944	2944	2944	2920	2871	2992	2920	2992	2770	3097	3051	3352		3173		3241	3173	3020	3003
14/6/2013	3241	3173						3196	3115	3264	3150	3154	3162	3138	3150	3115	3150	3127	3286	3522	3219	3068	3260	3127	3190
15/6/2013	3150					2728	3480	2947	2922	2920														3063	3030
16/6/2013	2821	2809						2529	2871	2809	2920	2944	2980	3039	3109	3177	3086	2884	2959	2781	2859	3097	3086	3132	2942
17/6/2013	3199	3243	2821	3265	2745	2801			2920	2944	2666	3016	3414	2920	2969	2992	3004	3109	3004	2920	2980	3199	2992	3004	3006
18/6/2013	3210	3577	3132					2443	3109	3132	2992	3028	2920	2846	2969	2929	2969		3086	3132	3154	3154	2960	2944	3036
19/6/2013	2920	2821					3143	2920	2944	2871	3039	3016	3098	3063	3265	3004	3287	3016	3039	3051	3039	3016	3039	3016	3030
20/6/2013	3016	2920	2809	3109						3097	3051	2920	3016	3243	3120	3097	3132			3109	3086	3004	2980	3063	3045
21/6/2013	3051			3372	3177	2992	2871	3177			3132	3221	3097	3016	2992	3004	2543			2944	3016	3132	3177	3210	3062
22/6/2013					2846	3265	3330	2745	2745	2796			3455	2662	2770			2745	3694	3051	3016		2821	2920	2991
23/6/2013	2871	2692	2944							3086	3063	3039		3016	2920	2980	3199	2908	2770			2908	2932	2883	2947
24/6/2013									2834	2908	3063			3476					3132	2908		2908	2992	2969	3021
25/6/2013						2920	2871	2770	2932			3063	3086	3132											2968
26/6/2013													2846		3051	3016	3069	3265	2612	2908	2932		2846	3199	2974
27/6/2013							2992	2745	3109		2920		3004		3265	3109	2969								3014
28/6/2013											2821	2920		2980	2992	3004	2920		2920	2859	3004	3265	3243	2992	2993
29/6/2013	3004					3265	2944	2992						3051		2846	2846	2992	3297						3026
30/6/2013						2920	3243	3154	3097			2871	2992	3039	3051	3004	2969	3028			3351	3132	3120	3039	3067
Production tour	Morning tour								Evening tour								Night tour								3038
Test per hour	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X1	X2	X3	X4	X5	X6	$\bar{\bar{X}}(\mu 1)$
Average $\bar{X}$	3058	3099	3051	3235	3004	2949	3027	2948	2992	3010	3018	3021	3091	3037	3053	3038	2970	3119	3050	3000	3042	3101	3088	3079	3045

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على سجلات المعمل محل الدراسة

٦ : تحليل البيانات

تم استخدام التحليل الأفقي للبيانات (تحليل العينات n) والتحليلي العمودي (تحليل المشاهدات k) ورسم لوحة المتوسط والإنحراف المعياري على مستوى الأيام (العينات n) وعلى مستوى الساعات (المشاهدات k) بعد صياغة النماذج الرياضية الآتية :

الجدول (٢) مصفوفة البيانات

sample	Observation (X_{ij}) (test per hour)						k
	1	2	3	...	i	...	
1	X_{11}	X_{21}	X_{31}	...	X_{i1}	...	X_{k1}
2	X_{12}	X_{22}	X_{32}	...	X_{i2}	...	X_{k2}
3	X_{13}	X_{23}	X_{33}	...	X_{i3}	...	X_{k3}
.	.	.	.	.	.	...	.
.	.	.	.	.	.	...	.
j	X_{1j}	X_{2j}	X_{3j}	...	X_{ij}	...	X_{kj}
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
n	X_{1n}	X_{2n}	X_{3n}	...	X_{in}	...	X_{kn}

المصدر : إعداد الباحث

حيث أن :

sample	Observation (X_{ij}) (test per hour)						k	$\bar{X}h$	$UCL\bar{X}h$	$LCL\bar{X}h$	σh	$UCL\sigma h$	$LCL\sigma h$
	1	2	3	...	i	..							
1	X_{11}	X_{21}	X_{31}	...	X_{i1}	..	X_{k1}	$\bar{X}h_1$	$UCL\bar{X}h_1$	$LCL\bar{X}h_1$	σh_1	$UCL\sigma h_1$	$LCL\sigma h_1$
2	X_{12}	X_{22}	X_{32}	...	X_{i2}	..	X_{k2}	$\bar{X}h_2$	$UCL\bar{X}h_2$	$LCL\bar{X}h_2$	σh_2	$UCL\sigma h_2$	$LCL\sigma h_2$
3	X_{13}	X_{23}	X_{33}	...	X_{i3}	..	X_{k3}	$\bar{X}h_3$	$UCL\bar{X}h_3$	$LCL\bar{X}h_3$	σh_3	$UCL\sigma h_3$	$LCL\sigma h_3$
.	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.	.
j	X_{1j}	X_{2j}	X_{3j}	...	X_{ij}	..	X_{kj}	$\bar{X}h_j$	$UCL\bar{X}h_j$	$LCL\bar{X}h_j$	σh_j	$UCL\sigma h_j$	$LCL\sigma h_j$
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n	X_{1n}	X_{2n}	X_{3n}	...	X_{in}	..	X_{kn}	$\bar{X}h_n$	$UCL\bar{X}h_n$	$LCL\bar{X}h_n$	σh_n	$UCL\sigma h_n$	$LCL\sigma h_n$
$\bar{X}v$	$\bar{X}v_1$	$\bar{X}v_2$	$\bar{X}v_3$		$\bar{X}v_i$		$\bar{X}v_k$						
$UCL\bar{X}v$	$UCL\bar{X}v_1$	$UCL\bar{X}v_2$	$UCL\bar{X}v_3$		$UCL\bar{X}v_i$		$UCL\bar{X}v_k$						
$LCL\bar{X}v$	$LCL\bar{X}v_1$	$LCL\bar{X}v_2$	$LCL\bar{X}v_3$		$LCL\bar{X}v_i$		$LCL\bar{X}v_k$						
σv	σv_1	σv_2	σv_3		σv_i		σv_k						
$UCL\sigma v$	$UCL\sigma v_1$	$UCL\sigma v_2$	$UCL\sigma v_3$		$UCL\sigma v_i$		$UCL\sigma v_k$						
$LCL\sigma v$	$LCL\sigma v_1$	$LCL\sigma v_2$	$LCL\sigma v_3$		$LCL\sigma v_i$		$LCL\sigma v_k$						

$i = 1, 2, 3 \ldots\ldots k$ Number of Observation in subgroup n
$j = 1, 2, 3 \ldots\ldots n$ Number of subgroup (sample)

النموذج الرياضي للدراسة

حساب متوسط العملية (μ_1)

- حساب الإنحراف المعياري للعملية (σ_1)

- صياغة معادلات التحليل الأفقي :

❖ حساب متوسط العينة الأفقي ($\bar{X}$ horizontal -$\bar{X}h$)

❖ حساب الإنحراف المعياري للعينة الأفقي (σ horizontal -σh_j)

❖ حساب حدود السيطرة الإحصائية للوحة المتوسط

الحد الأعلى للسيطرة الإحصائية $UCL\bar{X}h_j = \mu_1 + A_1 * \bar{\sigma} h_n$

الحد المركزي للسيطرة الإحصائية $CL\bar{X}h = \mu_1 = \bar{\bar{X}}$

الحد الأدنى للسيطرة الإحصائية $LCL\bar{X}h_j = \mu_1 - A_1 * \bar{\sigma} h_n$

وبما أن عدد المشاهدات (K) في العينة (n) متغير هذا سيؤدي إلى تغير قيمة الثابت (A_1) مما ينتج حدود سيطرة غير مستقيمة وقد تم الاستعانة ببرنامج على الاكسل لحساب هذه الحدود .

❖ حساب حدود السيطرة الإحصائية للوحة الإنحراف المعياري

حيث أن :

- صياغة معادلات التحليل العمودي

❖ حساب متوسط العينة العمودي (Vertical -$X^{-}v_j$ (X^{-}

❖ حساب الإنحراف المعياري للعينة العمودي (σ (Vertical - σv_i

❖ حساب حدود السيطرة الإحصائية العمودية للوحة المتوسط

وبما أن عدد المشاهدات (n) في العينة (k) متغير هذا سيؤدي إلى تغير قيمة الثابت ($A_١$) مما ينتج حدود سيطرة غير مستقيمة وقد تم الاستعانة ببرنامج على الاكسل لحساب هذه الحدود .

❖ حساب حدود السيطرة الإحصائية للوحة الإنحراف المعياري

حيث أن :

٧ : منحنى التوزيع الطبيعي القياسي لخاصية السطح النوعي (Blain)

لغرض مقارنة الواقع العملي مع الأهداف التصميمية القياسية لخاصية الجودة التي هي السطح النوعي للإسمنت المنتج (Blain) قام الباحث برسم منحنى التوزيع الطبيعي القياسي لهذه الخاصية ليتم بعد ذلك مقارنتها مع ما يتم التوصل له من نتائج لفحص البلين للإسمنت المنتج خلال فترة الدراسة ، وتم الاعتماد في رسم منحنى التوزيع الطبيعي على ما يأتي :

- ❖ الحد الأدنى التصميمي لخاصية البلين (LSL) تم تحديدها بموجب المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة ١٩٨٤ للسمنت البورتلاندي العادي وتساوي ($cm^{٢}/g$ ٢٣٠٠) حيث أن هذه المواصفة لم تشترط حداً أعلى لخاصية السطح النوعي .
- ❖ من الخبرة العملية تم تحديد المتوسط القياسي (μ_o) ويساوي $cm^{٢}/g$ ٢٨٠٠ .
- ❖ قام الباحث بتحديد الإنحراف المعياري القياسي (σ_o) من خلال المعطيات اعلاه

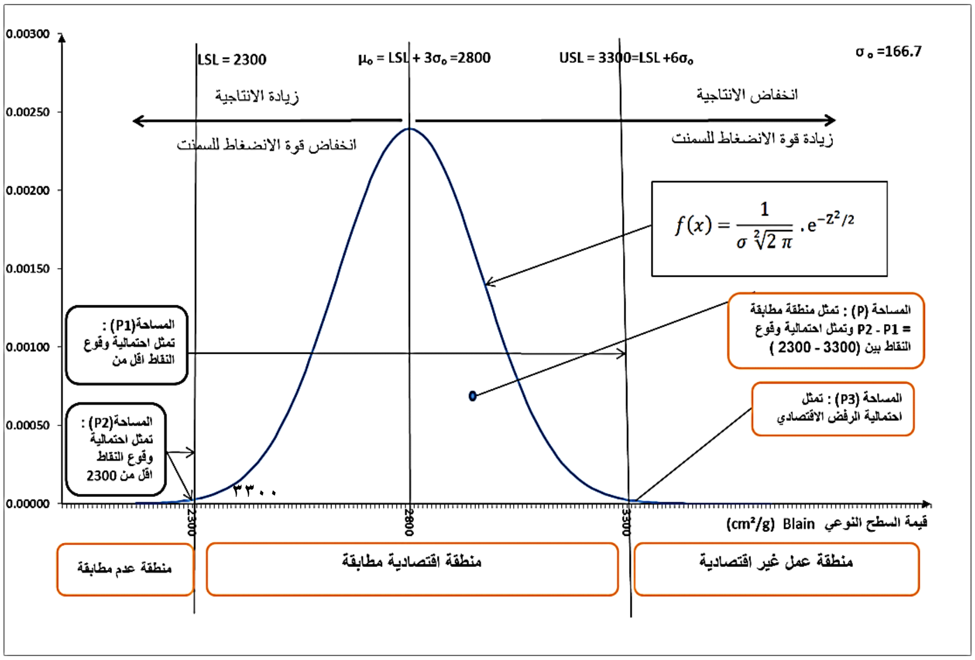
$$\sigma_o = \frac{\mu_o - LSL}{٣} = \frac{٢٨٠٠ - ٢٣٠٠}{٣} = ١٦٦.٧ \ cm^{٢}/g$$

- ❖ وقد اثبت الواقع العملي أن إنتاج سمنت بنعومات عالية هذا يؤدي إلى تخفيض إنتاجية طاحونة الإسمنت بالساعة الواحدة لأن النعومة (Blain) يرتبط بعلاقة عكسية مع الإنتاجية وكذلك فإن تخفيض الإنتاجية يعني إنخفاض نسبة المواد المطحونة (كلنكر + جبس) داخل الطاحونة مما يؤدي إلى زيادة نسبة التآكل الميكانيكي بين الأجسام الطاحنة وبين طابوق بطانة الطاحونة وهذا له نتائج اقتصادية سيئة كبيره على مستوى شراء المواد وتوقف المكائن عن العمل لاغراض الصيانة ، وكما تم ذكره سابقا ان زيادة النعومة تؤدي إلى زيادة كلفة طحن الكلنكر لذا يتطلب الامر وضع حدا أعلى لخاصية السطح النوعي (USL) وتم احتسابه كما يأتي :

US
$= ٣$

❖ استخدام معادلة منحنى التوزيع الطبيعي الآتية (Besterfield ١٩٨٦: ٤٠) :

❖ رسم منحنى التوزيع الطبيعي القياسي لخاصية السطح النوعي بالاستعانة ببرنامج تم تصميمة خصيصا من قبل الباحث لهذا الغرض :



الشكل (٨) منحنى التوزيع الطبيعي القياسي لخاصية السطح النوعي
المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل

ومن الشكل (٨) يتضح أن هناك ثلاث مساحات مهمة تحت منحنى التوزيع الطبيعي التي مجموعها يساوي ١ وهذه المساحات هي :

❖ المساحة (A) : تمثل المساحة المحصورة بين القيمتين (٣٣٠٠-٢٣٠٠) وهما الحد الأعلى والأدنى القياسيين . ويطلق على هذه الإحتمالية بالرمز (P) وتحسب :

❖ المساحة (A_1) : وهي المساحة التي تقع أقل من (٣٣٠٠) وتمثل إحتمالية وقوع النقـــــــــــاط أقل مـن (٣٣٠٠) ويرمز لها (P_1)

=

حيث ان Φ تمثل دالة التوزيع المتراكم لمنحنى التوزيع الطبيعي القيـاسي عند ($\mu_o = ٠$ و $\sigma_o = ١$) ويمكن الحصول على قيمتها بواسطة الحاسبة الالكترونية على برنامج مايكروسوفت أكسل .

- ❖ المساحة (A٢) : وهي المساحة التي تقع أقل من (٢٣٠٠) وتمثل إحتمالية وقوع النقاط أقل مـــن (٢٣٠٠) ويرمز لها (P٢) وهي تمثل مخاطرة المستهلك (α) وتحسب كما يأتي :

$$P_2 = \{x_{ij} \leq LSL\} = \left\{z \leq \frac{LSL - \mu_o}{\sigma_o}\right\} = \Phi(\frac{LSL - \mu_o}{\sigma_o})$$

$$= \frac{2300 - 2800}{166.7} = \Phi(-3)$$

ومن برنامج مايكروسوفت أكسل نجد :

إذن يمكن ايجاد الإحتمالية (P)

$$P = \{\, LSL \leq x_{ij} \leq USL\} = \{\, LSL \leq Z \leq USL\} = \left\{\frac{LSL-\mu_o}{\sigma_o} \leq Z \leq \frac{USL-\mu_o}{\sigma_o}\right\}$$

$$P = \Phi\left(\frac{USL - \mu_o}{\sigma_o}\right) - \Phi\left(\frac{LSL - \mu_o}{\sigma_o}\right)$$
$$= \Phi\left(\frac{3300 - 2800}{166.7}\right)$$
$$- \Phi\left(\frac{2300 - 2800}{166.7}\right)$$
$$P = \Phi(3) - \Phi(-3) = 99.865\% - 0.135\%$$
$$= 99.73\%$$

❖ المساحة ($A3$) : وتمثل إحتمالية وقوع النقاط أكبر من (3300) ويسميها الباحث بإحتمالية الرفض الاقتصادي (P_3)وتحسب كما ياتي :

$$P_3 = 1 - P_1 = 1 - \Phi\left(\frac{USL-\mu_o}{\sigma_o}\right) = 1 - 99.865\% = 0.135\%$$

❖ المساحة (A٣) : وتمثل إحتمالية وقوع النقاط أكبر من (٣٣٠٠) ويسميها الباحث بإحتمالية الرفض الاقتصادي ($P_٣$)وتحسب كما يأتي :

$$P_٣ = ١ - P_١ = ١ - \Phi\left(\frac{USL-\mu_o}{\sigma_o}\right) = ١ - ٩٩.٨٦٥\% = ٠.١٣٥\%$$

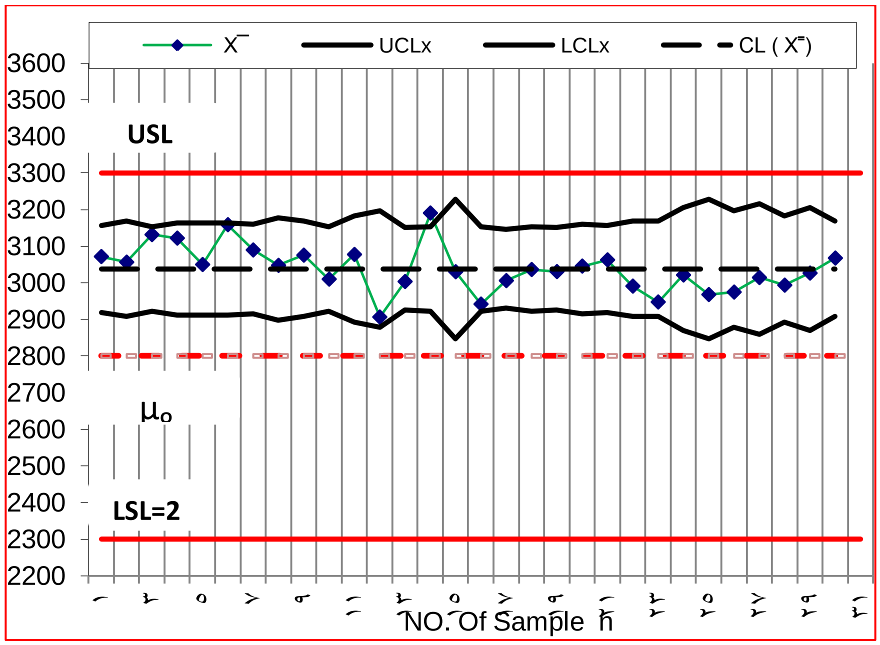
٨ : التحليل الأفقي (تحليل العينات) او التحليل التقليدي للوحة السيطرة الإحصائية لشهر حزيران ٢٠١٣ :

من لوحة المتوسط والإنحراف المعياري لخاصية السطح النوعي لشهر حزيران (٢٠١٣) يتبين ان سلوك المنتج يسعى للعمل في منطقة بين الحد الأعلى القياسي (USL) والمتوسط القياسي (μ_o) أي أنه يحاول دائما إلى تقليل إحتمالية عدم المطابقة إلى أدنى حد وإن كان ذلك على حساب تحمل خسائر اقتصادية مع زيادة إحتمالية العمل في منطقة الرفض الاقتصادي وهذا توجه نحو الجودة أكثر مما هو توجه نحو الكلفة ، وهذا يدل أيضاً ان قسم السيطرة النوعية يفرض وجوده على قسم الإنتاج إمّا لكون قسم الإنتاج يسعى لتحقيق افضل نوعية ممكنه بغض النظر عن الكلفة أو لان احتساب الكلفة عسيرا ولم يتم احتسابه بالقيم النقدية أو البحث عن تأثير ذلك على كلفة المنتج النهائي وهذا الرأي هو الارجح لأنه من الممكن تحقيق الجودة المطلوبة بتحقيق المتوسط القياسي مع المحافظة على اقتصاديات العمل مما يؤدي إلى قدرة المنافسة السعرية .

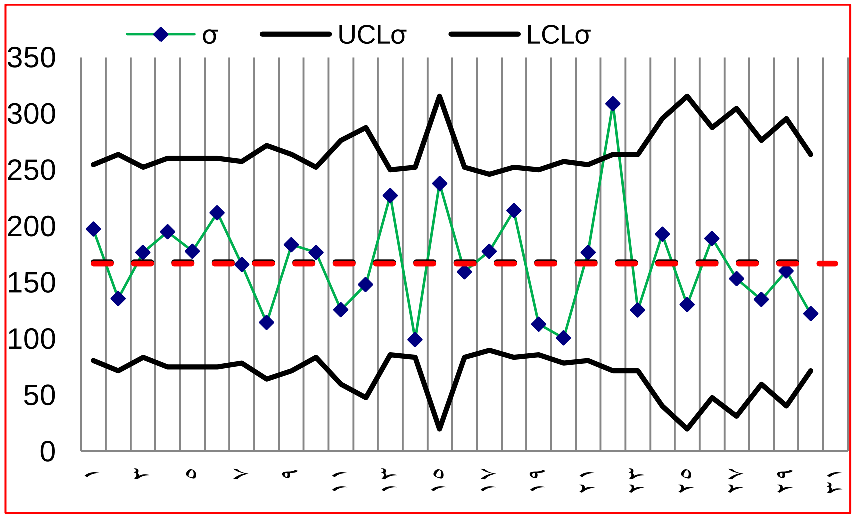
ويتضح من لوحة المتوسط المبينة في الشكل (٩) أن العملية غير منظبطة إحصائياً لوقوع النقطة (١٤) خارج حدود السيطرة الإحصائية ، وكذلك لوقوع النقاط من (١ إلى ٩) متتالية فوق الحد المركزي و

وقوع النقاط من (٢٢ إلى ٢٩) متتالية أدنى من الحد المركزي وهذا دليل على عدم استقرار العملية وانتقال متوسطها .

وكذلك يتضح من لوحة الإنحراف المعياري المبينة في الشكل (١٠) هو أن العملية غير منضبطة إحصائياً لوقوع النقطة (٢٢) خارج الحد الأعلى للسيطرة الإحصائية ، وهذا تزامن مع إنخفاض متوسطات العينات ابتداءاً من العينة (٢٢) ولغاية العينة (٢٩) إلى أقل من متوسط العملية .



الشكل (٩) لوحة المتوسط الأفقية لخاصية السطح النوعي لشهر حزيران (٢٠١٣)
المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل



الشكل (١٠) لوحة الإنحراف المعياري الأفقية لخاصية السطح النوعي لشهر حزيران ٢٠١٣

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل

يتضح من الشكل (١١) أن منحنى التوزيع الطبيعي لخاصية البلين قد انتقل إلى يمين منحنى التوزيع القياسي وهذا بسبب انتقال متوسط العملية من ($\mu_o = ٢٨٠٠$) إلى ($\mu_١ = ٣٠٤٤$) مع المحافظة على الإنحراف المعياري للعملية قريب جداً من الإنحراف المعياري القياسي حيث أن ($\sigma_١ = ١٧٩.٧ \quad \sigma_o = ١٦٦.٧$) وهذا أدى إلى زيادة منطقة الرفض الاقتصادي التي قيمتها :

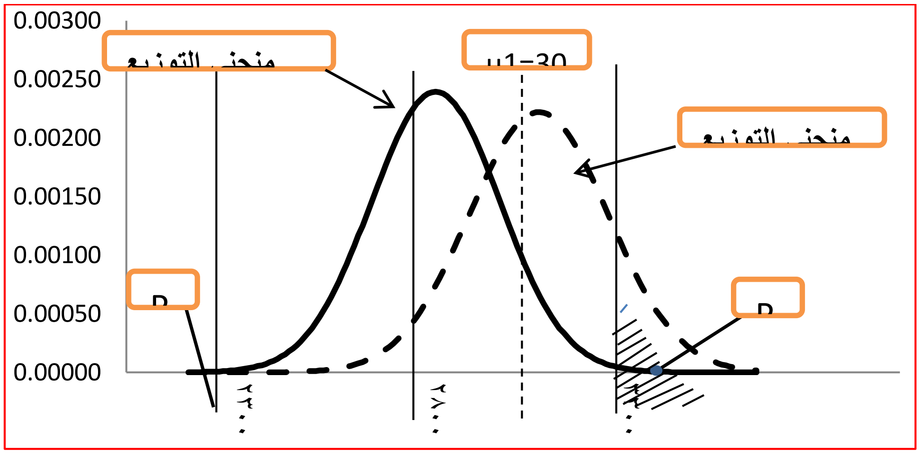
$$P_٣ = ١ - P_١ = ١ - \Phi\left(\frac{USL-\mu_١}{\sigma_١}\right) =$$

$$١ - \Phi\left(\frac{٣٣٠٠-٣٠٤٤}{١٧٩.٧}\right) = ١ - \Phi(١.٤٢٧)$$

$$P_٣ = ١ - ٩٢.٣٢\% = ٧.٦٨\%$$

بينما انخفضت إحتمالية عدم المطابقة إلى رقم متدني جداً :

$$P_٢ = \Phi\left(\frac{LSL - \mu_١}{\sigma_١}\right) = \Phi\left(\frac{٢٣٠٠ - ٣٠٤٤}{١٧٩.٧}\right)$$
$$= \Phi(-٤.١٣٩) = ٠.٠٠١٧\%$$

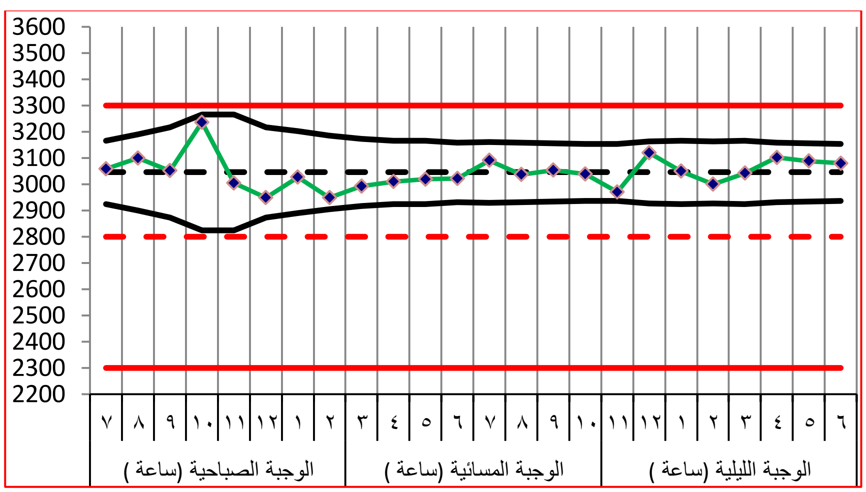


الشكل (١١) منحنى التوزيع الطبيعي الفعلي والقياسي لخاصية السطح النوعي لشهر حزيران ٢٠١٣

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل

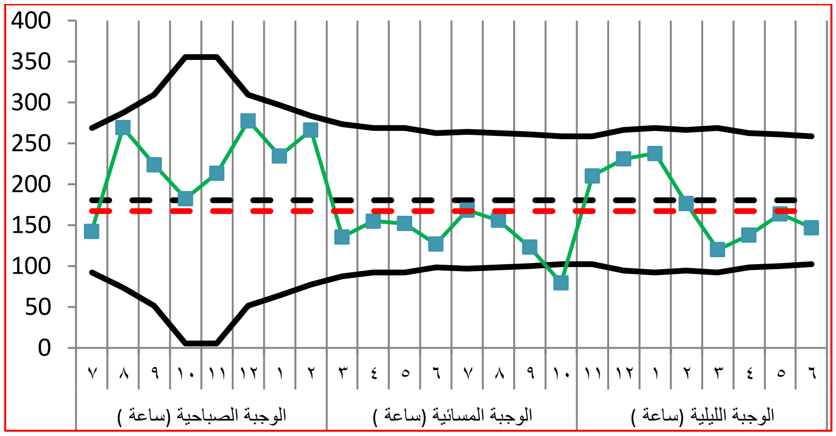
١٠ : التحليل العمودي (تحليل المشاهدات) لوحة السيطرة الاحصائية لشهر حزيران ٢٠١٣ :

إنّ لوحة المتوسط العمودية المبينة في الشكل (١٢) وعلى الرغم من عدم وجود أي نقطة خارج حدود السيطرة الإحصائية إلا أن العملية غير منظبطة إحصائياً بسبب وقوع أكثر من سبع نقاط متتالية أقل من الحد المركزي للسيطرة الإحصائية وهي النقاط (١١ ، ١٢ ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦) .



الشكل (١٢) لوحة المتوسط العمودية لخاصية السطح النوعي لشهر حزيران ٢٠١٣

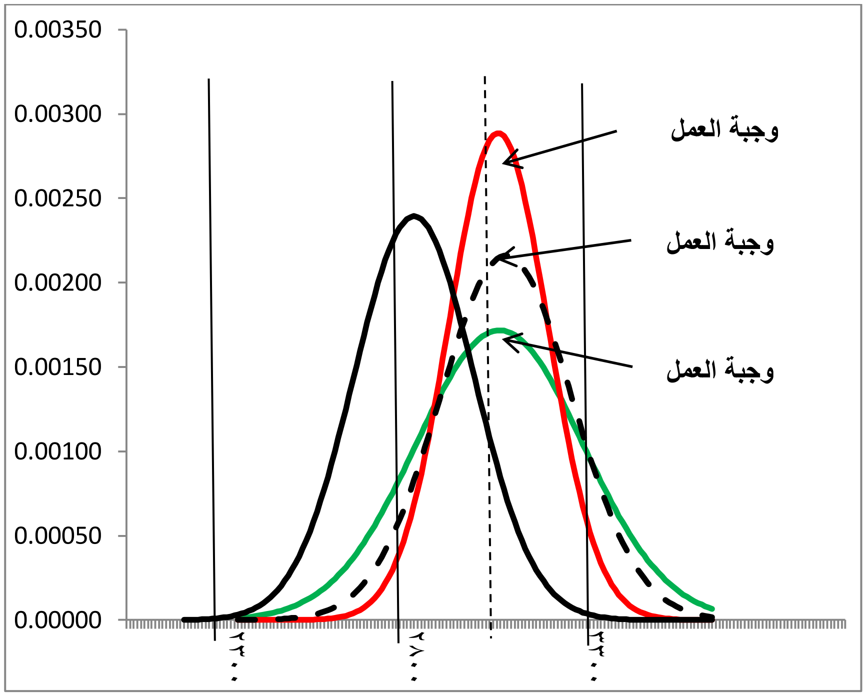
المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل



الشكل (١٣) لوحة الإنحراف المعياري العمودية لخاصية السطح النوعي لشهر حزيران ٢٠١٣

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل

ومن الملاحظات المهمة جداً في هذا التحليل نجد في لوحة المتوسط والإنحراف المعياري أن الوجبة المسائية أكثر استقراراً من الوجبة الليلية وهذه بدورها أكثر استقراراً من الوجبة الصباحية على الرغم من أن متوسط العملية لكل الوجبات كان متقارباً بشكل كبير وهذا ما يوضحه منحنى التوزيع الطبيعي لخاصية السطح النوعي لكل وجبة عمل على انفراد في الشكل (١٤) حيث أن الوجبة المسائية تعمل بإنحراف معياري أقل من الوجبة الليلية ، والوجبة الليلية تعمل بإنحراف معياري أقل من الوجبة الصباحية وهذا يدل على ان التبيانات ناتجه أغلبها من الوجبة الصباحية .



الشكل (١٤) منحنى التوزيع الطبيعي لوجبات العمل
مع منحنى التوزيع الطبيعي القياسي لخاصية السطح النوعي
المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات البرنامج المصمم على نظام الاكسل

رابعاً : الاستنتاجات

من خلال نتائج الدراسة فقد توصل الباحث إلى جملة من الاستنتاجات المهمة وهي كلآتي :

- ❖ ساهم استعمال أساليب السيطرة الإحصائية في ضبط العملية الإنتاجية وتحديد حالات عدم المطابقة وحالة الانتقال في متوسط العملية وأثر التغيرات التي تحصل في قيمة الإنحراف المعياري للعملية مما ساعد في الكشف عن المسببات من أجل

اتخاذ الإجراءات اللازمة لاعادة العملية الإنتاجية إلى الضبط الإحصائي وبذلك تم اثبات الفرضية الرئيسية للبحث .

- تبين من خلال تطبيق لوحة المتوسط والإنحراف المعياري لخاصية السطح النوعي للإسمنت المنتج أن العملية غير منضبطة إحصائياً ، وإنَّ استخدام هذا النوع من لوحات السيطرة الإحصائية ساهم في كشف حالة عدم الاستقرار للعملية الإنتاجية وحالة انتقال متوسطها وبذلك تم اثبات الفرضية الفرعية الأولى للبحث.
- استنتج الباحث من خلال تطبيق أسلوب التحليل الأفقي والعمودي والذي يمكن التعبير عنه اختصاراً (HVA) أن هناك بعض المؤشرات المهمة التي تم اكتشافها وتحقيق الغرض الرئيسي للوحات ضبط الجودة الإحصائية والذي هو الفصل بين الأسباب الشائعة وبين الأسباب الخاصة حيث أن التحليل العمودي على مستوى المشاهدات (الساعات) بين بكل وضوح سلوك القوى العاملة المختلف خلال وجبات العمل الثلاث وأثر ذلك على الإنتاجية والجودة بالوقت نفسه .
- إنَّ استخدام منحنى التوزيع الطبيعي مع لوحات ضبط الجودة وخاصة في حالة التحليل العمودي أدى إلى نتائج جيدة من حيث قدرة المنحنى على اظهار سلوك وجبات العمل وانتقال متوسط العملية الإنتاجية بين تلك الوجبات وتغير الإنحراف المعياري بالوقت الذي يجب أن يتشابه منحنى التوزيع الطبيعي لكل وجبات العمل وينطبق على الحدود التصميمية .
- من الامور المهمة التي توصل لها الباحث هي أنه على الرغم من خاصية الجودة محل الدراسة التي تم تحديدها بحد أدنى فقط وفقاً لما جاء بالموصفة القياسية العراقية رقم ٥ لسنة ١٩٨٤ إلا أن الدراسة أظهرت أهمية وجود حداً أعلى لهذه الخاصية لما لذلك من أثر كبيرعلى اقتصاديات الإنتاج فضلاً عن ما ورد في المصادر العلمية المختصة بكيمياء الإسمنت التي تؤكد ضرورة وجود حد أعلى ، حيث اظهرت ان الارتفاع غير الطبيعي بالسطح النوعي للإسمنت يؤدي إلى نتائج سلبية على قوة الإسمنت .
- من خلال الملاحظة الميدانية من قبل الباحث إلى الواقع العملي للمصنع تبين أن هناك ضعفاً كبيراً في موضوع تطبيق الوسائل الإحصائية لضبط الجودة وإن كان هناك تطبيق بسيط لها لكن لا توجد خبرات بشرية لتفسير النتائج التي تظهرها لوحات السيطرة .
- التقادم الكبير لمكائن الإنتاج ادى إلى وجود أكثر من مشكلة فنية تمنع من استقرار العملية الإنتاجية حيث يتم الاعتماد على الخبرة العملية وعلى التحكم اليدوي في بعض عوامل التشغيل .

- من المواضيع الملفتة للنظر التي اوضحتها الدراسة أن المصنع يسلك سلوكاً باتجاه تقديم منتج يفوق متطلبات التصميم من خلال الارتفاع بخاصية السطح النوعي للإسمنت المنتج من أجل زيادة قوة الإسمنت التي تعد خاصية حاسمة لجودة الإسمنت لكن ذلك كان على حساب تحمل خسائر اقتصادية بالإنتاج ومستلزمات الإنتاج والصيانة .

خامساً : التوصيات

- إنَّ تطبيق أسلوب التحليل الأفقي والعمودي لعينات الإنتاج ممكن أن يؤدي الى فهم أكبر لسلوك العملية الإنتاجية مع إمكانية الفصل بين بعض من المسببات الخاصة والمسببات العشوائية مما يتيح إمكانية معالجة عدم استقرار العملية الإنتاجية لذلك يوصي الباحث باستخدام هذا الأسلوب في عملية تطبيق أساليب السيطرة الإحصائية في المصانع الإنتاجية .
- على المصنع محل الدراسة اتخاذ الإجراءات اللازمة لجعل العملية الإنتاجية مستقرة من الناحية الإحصائية من خلال إجراء عمليات الصيانة الدورية لاجزاء طواحين الإسمنت وتشغيل منظومة المتحسس الصوتي (الفلفون) للسيطرة على نسبة المواد الأوّلية داخل الطاحونة وإعادة منظومة التحكم بتغذية المواد الاولية للسيطرة على وزن المواد الاولية الداخلة الى الطاحونة وكذلك اعادة منظومة السيطرة على سحب الهواء من داخل الطاحونة لإعطاء إمكانية لمشغل الطواحين بالسيطرة على السطح النوعي للإسمنت المنتج بتفاوت قليل نسبياً وضمن الهدف المطلوب في المواصفة القياسية العراقية رقـم (٥) لسنة (١٩٨٤) .
- العمل على تطوير وتدريب القوى العاملة في مجال الإنتاج والسيطرة النوعية على أسلوب الرقابة الإحصائية على ضبط الإنتاج وأظهار اهمية ذلك من خلال الادلة العلمية وتوضيح المردودات الاقتصادية لتطبيق الأساليب العلمية في عملية الرقابة .
- الاهتمام بالجانب الاقتصادي من خلال حساب تكاليف الصيانة وخاصة تلك الناتجة من سوء الاستخدام لمكائن الإنتاج مع المحافظة على مستوى الجودة المطلوب لأن العامل الاقتصادي يعد عاملاً مهما في تقرير مصير أي منظمة .
- من التوصيات المهمة هو ضرورة قيام الجهات الرقابة باستخدام أسلوب تحليل منحنى التوزيع الطبيعي للمنتجات وعدم الإعتماد فقط على عينات بسيطة تؤخذ من السوق المحلية لتحديد مطابقة المنتج .

❖ للباحثين في هذا المجال يوصي الباحث بضرورة الاحاطة الكاملة بالعملية الإنتاجية من كافة النواحي الفنية وكافة خصائص المنتج لأن ذلك له دور كبير في تفسير النتائج وتحليلها حيث اثبتت الدراسة أن ليس بالضرورة ان تكون العملية الإنتاجية غير المنضبطة إحصائيا تؤدي الى إنتاج منتجات غير مطابقة للحدود التصميمية لكنها أدت إلى اضرار باجزاء الطاحونة وخسائر بالإنتاج .
❖ من المهم جدا قبل البدء بتطبيق لوحات السيطرة الإحصائية هو معرفة خصائص المنتج وتأثيرها على اداء المنتج النهائي وكذلك من الضروري معرفة الحدود التصميمية لتلك الخصائص فبعض الخصائص لها حد تصميمي واحد كما هو الحال في بعض خصائص الإسمنت وبهذه الحاله يجب على الباحث معرفة مدى الحاجة الى وجود حد تصميمي آخر ومدى فائدة ذلك أو تأثيره على سير العملية الإنتاجية أو اداء المنتج النهائي .

سادساً : مراجع البحث

المصادر العربية :

١. ابن منظور، لسان العرب، دار أحياء التراث العربي للطباعة والنشر، ج٢، بيروت، لبنان ١٩٠٨.
٢. عبد الرحيم ، فالح محمد حسن ، الاساليب العلمية في ادارة الانتاج، دار الرسالة ، بغداد، ١٩٧٦ .
٣. قدار ، طاهر رجب ، المدخل الى ادارة الجودة الشاملة والايزو ٩٠٠٠ ، الطبعة الاولى ، دمشق ، سوريا ، ١٩٩٨ .
٤. اللامي ، غسان قاسم داود ، البياتي ، اميرة شكر ولي ، ادارة الانتاج والعمليات – مرتكزات معرفية وكمية، ٢٠٠٨ عمان - الاردن.
٥. النعيمي ، محمد عبد العال ، صويص ، راتب جليل ، صويص ، غالب جليل ، ادارة الجودة المعاصرة ،مقدمة في ادارة الجودة الشاملة للانتاج والعمليات والخدمات ، ٢٠٠٩ .
٦. القزاز ، اسماعيل ابراهيم والحديثي ، رامي حكمت وكوريل ، عادل عبد الملك ، ستة سيكما واساليب حديثة اخرى في ادارة الجودة الشاملة ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة –عمان – الاردن ٢٠٠٩.
٧. الطيطي ، خضر مصباح ، ادارة وصناعة الجودة مفاهيم ادارية وتقنية وتجارية في الجودة، ٢٠١٠ .

٨. الشافعي ، شريف فتحي " هندسة وتكنولوجيا الخرسانة " دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة ٢٠١١ .
٩. عكار ،احمد عبد علي " استخدام لوحات الضبط في مراقبة أوزان علب الاجبان من صنف ربع كغم في معمل البان تكريت " (٢٠٠٦).

المصادر الانكليزية :

١. *Besterfield , Dale , H., (١٩٨٦), Quality Control ٣th ed., Prentice – Hall International , Inc .*
٢. *Dale, Barrie ، Cooper, Carry and Wilkinson, Adrian, (١٩٩٧) , Managing Quality and Human Resources , Blackwell, Inc.*
٣. *Donna C.S. Summers (٢٠٠٩) Quality Management Creating and Sustaining Organizational Effectiveness , ٣th ed ., Pearson Preentice Hall .*
٤. *Duda , Walter H. , ١٩٧٧ , Cement data book , Macdonald & Evans London .*
٥. *Foster , S., Thomas , (٢٠٠٧) , Managing Quality integrating the supply Chain ٣th ed . , Pearson Education , Inc ., Upper Saddle River , New Jersey .*
٦. *Garvin, D. A., (١٩٨٨), "Management Quality", The free Press, New York.*
٧. *Grant, E. L., and R. S. Leavenworth. (١٩٩٨) , Statistical Quality Control , ٦th ed. , New York , McGraw - Hill.*
٨. *Juran , J., M., (١٩٨٥) ،Management of Quality, ٥th ed., McGraw-Hill, New York.*
٩. *Kotler , Philip & Keller , Kevin Lane , (٢٠١٢) Marketing Management ١٤th ed .*
١٠. *Krajewski , Lee J. , Ritzman , Larry P. , Malhotra , Manoj K., (٢٠١٠) , Operations Management processes and supply chains , ٩th ed.,Pearson Prentice Hall , New Jersey .*
١١. *Kumar , S.Anil & Suresh , N . ٢٠٠٨ " Production and operations management " ١th ed . Published by New Age International (P) Ltd., Publishers .*

١٢. *Montgomery , Douglas C., ٢٠١٣ , statistical quality control , ٧th ed . A modern Introduction .*
١٣. *Russlle , R.S., and ,Taylor , B W, (٢٠٠٠) , Operations Management , ٣th ed , printice-Hill ,USA .*
١٤. *Schroeder , Roger G., (٢٠٠٧) Operation management contemporary concepts and cases , ٣th ed., McGraw –Hill Irwin .*
١٥. *Slack , Nigel . Chambers , Stuart . Harland, Christine. Harrison , Alan & Johnston , Robert (١٩٩٨) , Operations Managemant ٢th ed , Pitman Publishing , London .*
١٦. *Stevenson, W.J., & Chuong , Sum Chee , (٢٠١٠). Operations Management and Asian perspective . Boston: McGraw-Hill Eduction (Asia).*

B . Research

١. *Costa, A. F. B. (١٩٩٩a) , Joint and R Charts with Variable Sample Sizes and Sampling Intervals , Journal of Quality Technology ٣١,p ٣٨٧–٣٩٧.*
٢. *Ceesay , Jorgomai, (٢٠٠٤) ," The Influence Of Exposure Conditions On Delayed Ettringite Formation In Mortar Specimens" , Thesis Submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science .*
٣. *Avsar , Hakan (٢٠٠٦) Control, Optimization And Monitoring Of Portland Cement (PC ٤٢,٥) Quality At The Ball Mill .*
٤. *Brennan , Linda L. (٢٠١١) -٣٦Hour Course Operations Management , The MC. GRAW – HILL .*
٥. *William D., Schafer ، Coverdale , Bradley J. , Luxenberg , Harlan & Jin , Ying , (٢٠١١) , Quality Control Charts in Large-Scale Assessment Programs , A peer-reviewed*

electronic journal , Volume ١٦, Number ١٥, October ٢٠١١ .pp : ١-٧

C . Articles & Conference

١. *Fawrott, S. E., (١٩٨٩), The Japanese Challenge: A notion the Emergence of Japanese Competitive, Operation Management Review, Vol. ٧ No. ١& ٢.*

٢. *Gummesson , E., (١٩٩٣) " Service Productivity , Service Quality and Profitability " , Proceedings of the ٨th International Conference of the Operation Management Association , Warwick , UK .*