مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية

اسم المقال: ضبط ومراقبة العملية الانتاجية باستخدام خرائط المراقبة الاحصائية للمتغيرات (حالة تطبيقية على معمل جود لتجميع الأدوات الكهربائية)

اسم الكاتب: هلا نتيفة

رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/index.php/library/4673

تاريخ الاسترداد: 2026/11/03 16:23 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية – ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

ضبط ومراقبة العملية الانتاجية باستخدام خرائط المراقبة الاحصائية للمتغيرات (حالة تطبيقية على معمل جود لتجميع الأدوات الكهربائية)

هلا نتيفة*

(تاريخ الإيداع 21 / 1 / 2015. قُبِل للنشر في 14 / 4 / 2015)

□ ملخّص □

يتناول هذا البحث بالدراسة والتحليل مسألة ضبط ومراقبة العملية الإنتاجية باستخدام خرائط مراقبة الجودة (لوحات السيطرة) للمتغيرات، بهدف قياس جودة المنتجات أثناء العملية الإنتاجية، وذلك عن طريق معرفة مقدار الانحرافات الحاصلة في العملية الإنتاجية وأسبابها وزمنها ومكانها واتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة. ويعبِر عن خريطة مراقبة الجودة الإحصائية عرض بياني للقياسات عبر الزمن تُظهر الحدود الدنيا والعليا للعملية التي نريد مراقبتها وضبط جودتها وذلك للتمييز بين التغيرات الطبيعية التي تحدثها أسباب عامة كامنة في العملية وبين التغيرات التي تحدثها أسباب محددة.

ويُركز البحث على أنواع خرائط مراقبة الجودة وتطبيقها على حالة عملية تم إجرائها على معمل جود لتجميع الأدوات الكهربائية، منها خرائط مراقبة المتغيرات (Control charts for Variables) والتي تضم خريطة الوسط الحسابي ($\bar{X}$-Chart)، خريطة الانحراف المعياري (S-Chart)، خريطة المدى $\overline{\text{المدى}}$ (R-Chart)، خريطة الوحدات (X-Chart) وغيرها، حيث تم حساب قيم خطوط الضبط للخرائط المدروسة ورسم الخرائط بالاستعانة ببرنامج (SPSS) الإحصائي.

ويخلص البحث الى نتائج واقعية تؤكد افتقار شركة جود لتطبيق التقنيات الإحصائية في ضبط الجودة ومنها خرائط المراقبة الإحصائية كما لا توجد طريقة علمية واضحة مبنية على أسس رياضية متبعة في ضبط سير العملية الإنتاجية، وباعتبار أن شركة جود حاصلة على شهادات مقاييس الجودة السورية والأوروبية، كان لا بد من وضع مجموعة من التوصيات للشركة تتعلق باستخدام خرائط المراقبة الإحصائية في جميع المراحل الإنتاجية، ووضع برامج دورية تدريبية تطويرية متخصصة في مجال الجودة مع ضرورة ضم كادر إحصائي إلى الكوادر العاملة في الشركة وأهمية قياس مقدرة العمليات الإنتاجية لمعرفة قابليتها على تحقيق خاصية الجودة ضمن المواصفات المحددة واستخدام حدود ضبط باعتماد ستة انحرافات معيارية عن متوسط العملية.

الكلمات المفتاحية: خرائط مراقبة الجودة، خرائط مراقبة المتغيرات، تحليل مقدرة العملية.

* ماجستير – كلية الاقتصاد –جامعة دمشق– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

Adjust And Control The Production Process By Using The Statistical Control Charts Applied Case On Jood Factory For Assembly Electrical Tools

Hila Netaefa*

(Received 21 / 1 / 2015. Accepted 14 / 4 / 2015)

□ ABSTRACT □

This research deals with study and analysis the issue of adjust and control the production process by using the Quality Control Charts (Control Panels) for variables , in order to measure products quality during production process , by knowing deviations amount occurring in production process , causes, time and place deviation then take appropriate corrective actions.

the quality control charts show graphic measurements over time and show the lower, central, and upper limits of the process that we want to control and quality control in order to distinguish between natural changes that caused by general reasons inherent in the process and the changes that caused by specific reasons.

The research focuses on kinds of Quality Control Charts, the case have been applied on Jood Factory for assembly electrical tools, such as Control Charts for variables which includes Average chart ($\bar{X}-$ chart) , standard deviation chart ($\bar{s}$ – chart), range chart (R – chart), and units chart (X– chart), the control lines were drawn by using SPSS program.

The research concludes realistic results confirm that the company doesn't have an application of statistical techniques in quality control such as Quality Control Charts and there isn't clear scientific method according to athletic basis followed in process control.

Jood company has certificates of Syrian and European standards of quality control so it had to be a recommendation for the company related to use statistical control charts in all production stages , and put periodic developmental specialist training programs in quality control field with the need to include a statistical cadre to staff working in the company, and the importance of measuring process capability to make sure of its abilityto achieve quality within the specified standards, and use control limits of six standard deviation about process average.

Keywords: Quality Control Charts, Control Charts for variables, process capability analysis

*Master, faculty of economic ,Damascus university, Syria.

مقدمة:

تعتبر خرائط المراقبة الإحصائية من الأدوات الإحصائية الهامة المستخدمة في ضبط ومراقبة العملية الإنتاجية وقياس جودة المنتجات أثناء الإنتاج بهدف الكشف عن موطن الخلل والانحرافات غير المرغوب فيها في الأداء، حيث تحدد خرائط المراقبة الإحصائية زمن الخلل ومكانه وتبين الأسباب المؤدية له، وهذا من شأنه أن يساعد على الكشف المبكر للمشاكل سواءً في طريقة تنفيذ العملية الإنتاجية أو في المنتج قبل الاسترسال في إنتاج مزيد من الكميات غير المحققة للمواصفات، مما يعني تخفيض التكاليف.

فمن خلال خرائط المراقبة الإحصائية نستطيع التمييز بين نوعين من التغيرات[1] التي تطرأ على العملية الإنتاجية، الأولى تسمى "التغيرات الطبيعية" (Common Variations)، وهي ناتجة عن أسباب عشوائية تحدث بالصدفة المحضة خلال العملية الإنتاجية ويكون تأثيرها على العملية بسيطاً، وبالتالي لا داعي لضبطها، والثانية تسمى "التغيرات المحددة" (Assignable Variations) وهي راجعة إلى تغيرات غير طبيعية نتيجة أسباب خاصة تؤدي إلى انحرافات واضحة في خريطة المراقبة، لذلك يجب البحث عنها وتصحيحها، كالتذبذبات بالتيار الكهربائي التي تؤثر على كفاءة عمل الآلات، أو قدم الآلات، أو انخفاض جودة المواد الخام، أو تغيرات ناتجة عن كثرة الفحص، أو تغيرات ناتجة عن البيئة المحيطة بالعمل، كدرجة الحرارة، وضعف الإضاءة، وكثافة العمل، أو تغيرات ناتجة عن سوء الحالة الصحية أو النفسية للعامل، وتغيرات ناتجة عن قلة خبرة العامل وعدم تدريبه على تطبيق أساليب ضبط الجودة بالشكل الأمثل.

نستطيع من خلال خرائط الجودة معرفة فيما إذا كانت العملية الإنتاجية واقعة خارج المراقبة الإحصائية وتجري بصورة تؤثر سلباً على جودة المنتج، كما أن دورها لا يقتصر في ضبط ومراقبة العملية الإنتاجية فحسب وإنما في إمكانية تطبيقها لضبط ومراقبة جودة الخدمات التي يمكن أن تقدمها الشركات لعملائها في كافة المجالات، كقياس جودة خدمات الصيانة بعد بيع المنتج، والجودة في تلبية الخدمات البنكية.

لقد أصبح هدف تقديم منتجات عالية الجودة من أولويات الشركات الإنتاجية، وذلك مع احتدام المنافسة وبعد الاتفاقات الاقتصادية الدولية، واتفاقيات الشراكة الأوروبية مع بعض دول العالم، بما فيها الشراكة السورية الأوروبية المتوقعة مستقبلاً، مما زاد من ضرورة تمتع المنتجات بجودة عالية تلبي متطلبات الأسواق الدولية، وتكون بمواصفات جيدة قابلة للمقارنة بالمقاييس الإحصائية، وهذا ما دفع اليوم مزيداً من الشركات والمعامل الإنتاجية إلى التركيز على مراقبة منتجاتها وخدماتها بأدوات الجودة المستندة إلى خرائط المراقبة الإحصائية، والتي من شأنها أن تحقق المعايير الأساسية للتنافسية، والمتمثلة بالجودة العالية والتكاليف المعقولة.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

إن هدف الوصول إلى ناصية المنافسة والتنافسية بتحقيق هدفي الجودة العالية والسعر المناسب غير ممكن التحقيق بالمستوى الأمثل إلا بمراقبة وضبط العملية الإنتاجية أو الخدمة باستخدام أدوات مراقبة الجودة المعتمدة على خرائط المراقبة الإحصائية، ومن هنا تأتي أهمية البحث من خلال الإضاءة على هذه العوامل والقيام بالتطبيق العملي

---

[1] **عيشوني، محمد أحمد،2010، الدليل العلمي للتحسين المستمر للعمليات باستخدام الأدوات السبع للجودة، سلسلة اصدارات المجلس السعودي للجودة (المنطقة الغربية)،الاصدار رقم (2)، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية.**

لهذه الخرائط وإجراء التحليل الإحصائي المستمر للتغيرات في العملية الإنتاجية لتحسين الأداء، بما يضمن للمنشأة عاملين إيجابيين، الأول: تحديد موطن الخلل وزمانه ومكانه، والثاني: خفض تكاليف الإنتاج.

ويُعزز أهمية هذا البحث الحالة التطبيقية الملموسة التي تم إجرائها على منتجات مختارة في مصنع جود لتجميع الأدوات الكهربائية في مدينة اللاذقية، كواحدة من المنشآت الإنتاجية الخاصة التي يُفترض أنها متميزة على مستوى سورية، والوصول في إطار ذلك إلى العديد من النتائج الملموسة، مكّنت من الإستفادة منها عملياً في تحسين نتائج العملية الإنتاجية في المصنع المدروس.

مشكلة البحث:

تفتقر شركات القطاع الخاص الإنتاجية في سورية إلى القدرة على تطبيق التقنيات الإحصائية لضبط الجودة على أسس علمية سليمة، وتفتقر بالتالي إلى أهم متطلبات وشروط الارتقاء على سلم المنافسة والتنافسية، من خلال اللجوء إلى استخدام خرائط مراقبة الجودة كواحدة من الأدوات الإحصائية الرئيسية في ضبط ومراقبة سيرورة العملية الإنتاجية، كونها تقوم على اتباع خطوات مبنية على أسس رياضية، التي بدونها يصعب تحديد مواضع الخلل أثناء عملية الإنتاج، ويصعب بالتالي تصحيح الأخطاء المحتملة في الوقت المناسب. لذلك فإن تطرق البحث إلى هذه المشكلة من خلال حالة تطبيقية عملية (في مصنع لتجميع الأدوات الكهربائية) من شأنه أن يُسهم في توضيح جوانبها، ليتمكن من وضع المنهجية العلمية السليمة لتلافيها.

فرضيات البحث:

1. يوجد علاقة ترابطية بين استخدام وتطبيق خرائط المراقبة الإحصائية من جهة، ورفع جودة المنتج الصناعي، وتحسين سير العملية الإنتاجية، وتخفيض تكاليف الإنتاج، من جهة أخرى.
2. هناك علاقة قوية بين تحول المستهلكين نحو المنتج الصناعي المنافس ذي الجودة العالية والابتعاد عن معايير ومقاييس الجودة.
3. هناك تأثير واضح للضبط الاحصائي للجودة على تحقيق القدرة التنافسية لدى الشركات الصناعية في سورية.

منهجية البحث:

استخدم في البحث كلا المنهجين: الاستنباطي في الجانب النظري المتعلق بخرائط المراقبة الإحصائية وكيفية تصميمها بما يتناسب مع الحالة المدروسة، والمنهج الاستقرائي العملي في دراسة الواقع الميداني لمعمل جود لتجميع الأدوات الكهربائية، بما في ذلك في عملية تحديد مجتمع البحث وجمع البيانات للتعرف على المشكلات والعقبات التي تواجه تطبيق خطط المعاينة الإحصائية في هذا المعمل، وتم في إطار ذلك استخدام بعض الأساليب الإحصائية لجمع البيانات كالاستبيانات والمقابلات الشخصية والملاحظة المباشرة.

خرائط مراقبة الجودة

تعتبر خرائط المراقبة الإحصائية من الأدوات الهامة لضبط ومراقبة العملية الإنتاجية وقياس جودة المنتجات أثناء العملية الإنتاجية وللتأكد من مطابقتها للمواصفات المحددة مسبقاً واكتشاف موطن الخلل والانحرافات غير

المرغوب فيها في الأداء وزمن ومكان الخلل وتحديد أسباب هذه الانحرافات لتصحيحها وتفادي المشاكل الممكنة الظهور في المنتج مستقبلاً بهدف ضمان التحسين المستمر للعملية الإنتاجية[2].

وتلعب طبيعة الظاهرة محل الدراسة دوراً أساسياً في تحديد مفهوم عدم مطابقة العملية الإنتاجية لمواصفات الجودة المطلوبة الذي يُستند عليه في الحكم على العملية الإنتاجية باستخدام خرائط ضبط جودة المنتج، حيث إن وجود نقاط واقعة خارج حدي المراقبة سواءً أكانت أقل من الحد الأدنى للمراقبة أم أعلى من الحد الأعلى للمراقبة يُعد معياراً على عدم مطابقة العملية الإنتاجية لمواصفات الجودة المطلوبة، وكمثال على ذلك وضع قطعة إضافية على أداة كهربائية منتجة، وهذه القطعة غير مذكورة في المواصفات سيترتب عليه انخفاض ربحية المصنع، والعكس بالعكس صحيح، عندما يتم إنقاص قطعة من أداة كهربائية منتجة، وهي مذكورة في المواصفات سيترتب عليه خسارة للمصنع متجسدة في رفض الطلبية من جانب العملاء أو التعرض للمسائلة القانونية بسبب الشكاوى التي يُحتمل أن تتقدم بها جمعيات حماية المستهلك.

أما في خرائط المراقبة لعدد الوحدات المعيبة أو نسبة الوحدات المعيبة، فإن معيار عدم المطابقة للمواصفات هو وقوع النقاط في مستوى أعلى من الحد الأعلى لحدي المراقبة [3].

وتسمى خرائط المراقبة بـ(خرائط شيوارت) نسبةً إلى العالم الأميركي (والتر شيوارت Walter Shawhart)، الذي طبقها عام (1924) أثناء عمله في معامل (بيل تلفون) الأمريكية والتي كانت تنتج أجهزة هاتفية دون المستوى المنشود، الأمر الذي جعله يبحث في أسباب رداءة هذه الأجهزة، وخلص إلى تحديد نوع التغيرات الحاصلة كتغيرات ناتجة عن أسباب طبيعية أو عامة، وأسباب غير طبيعية أو محددة، أو أسباب ناتجة عن الصدفة يمكنها أن تؤثر في العملية الإنتاجية، وفي إطار ذلك أوضح (شيوارت) في كتابه (The Economic Control of Product Quality) الذي قام بتأليفه عام (1931) أنه قد تطرأ انحرافات أو تغيرات يصعب تجنبها أثناء العملية الإنتاجية لكنها تبقى مقبولة مادامت هذه التغيرات ضمن حدود مراقبة العملية الإنتاجية المعمول فيه، ويرمز لهذه التغيرات بالمتغير العشوائي للفترة الزمنية (t) بالرمز (E_t)، ويمكن السيطرة عليها باستخدام خرائط مراقبة الجودة.

مفهوم خريطة مراقبة الجودة الإحصائية: تعرّف خريطة مراقبة الجودة الإحصائية على أنها عرض بياني للقياسات عبر الزمن، والتي تظهر الحدود الدنيا والعليا للعملية التي نريد مراقبتها وضبط جودتها[4]. وتعرّف أيضاً بأنها رسم بياني يبين التغيرات[5] التي تحدث في خصائص المنتج مع الزمن، والشكل (رقم 1) في الملحق يوضح الشكل العام لخريطة مراقبة جودة الإنتاج والمكونات الأساسية لها، والتي تتألف عموماً من:

-الحد الأدنى للمراقبة (Lower Control Limit /LCL)، والحد الأعلى للمراقبة (Upper Control /UCL Limit)، وتمثل حدود الضبط (UCL , LCL) أقصى ما يمكن قبوله في الخاصية المدروسة بشرط خضوع عملية الإنتاج للضبط الإحصائي، كما أنها تحسب من خلال البيانات التي تنتجها العملية الإنتاجية وتعتبر مؤشراً على مقدرتها على تحقيق المواصفات التي يطلبها المستهلك.

---

[2] **ربيع، أسامة أمين سليمان، خرائط مراقبة الجودة الإحصائية وتطبيقاتها على الحاسب الآلي Minitab،الطبعة الأولى، آب 2008، ص2**

[3] **المرجع السابق، ص2.**

[4] **Heizer , Jay & Rander ,Barry ,1993, Production & Operations Management /Startegies &Tactics/ Third edition ,Prentice-Hall, Inc, Englwood Cliffs ,New Jersey ,USA P753**

[5] **ربيع، أسامة أمين، 2008، ص2، مرجع سبق ذكره.**

– خط المنتصف (المركزي) (Central Line /CL)، ويمثل المستوى الأمثل لجودة الإنتاج.

–المحوران: الرأسي، الذي يعطي قيم المتغير المراد عمل خريطة المراقبة له، والمحور الأفقي الذي يمثل رقم العينة.

وفي هذا الإطار لابد من التنويه إلى ضرورة خضوع عملية سحب العينات والوحدات التابعة لكل عينة لتأثير التغيرات الطبيعية مع إمكانية السماح بوقوع التغيرات ذات الأسباب الخاصة بين العينة والأخرى.

ومن الشكل رقم (1) في الملحق، نلاحظ استقرار الظاهرة الافتراضية في الخريطة، فهي لا تتجاوز الحد الأدنى والأعلى للمراقبة، كما تتوزع النقاط بشكل شبه متناظر حول الخط المركزي، ولذلك تعتبر خريطة المراقبة أداة مهمة في تقويم استقرار العملية الإنتاجية من عدمه، كما يُعد تحديد طريقة اختيار وحجم العينات العشوائية الدورية المسحوبة من العملية الإنتاجية من الأساسيات، ويلعب ذلك دوراً هاماً في إنشاء خرائط مراقبة تُعطي قيم معالم تحدد استقرار العملية من عدمها بمتابعة مسار المعلم المدروس في خريطة الضبط، ومن أهم هذه المعالم المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والمدى والنسبة.($\overline{X}, \sigma_X, \overline{R}, P$).

حدود خرائط المراقبة: بناء على القاعدة التجريبية لـ(تشيبتشيف) التي تؤكد وجوب وقوع على الأقل $[1-\frac{1}{k^2}]$% من البيانات داخل (K)، وهي وحدة انحراف معياري عن المتوسط[6]، (وتساوي K=1,2,3)، ويكون حد الضبط هو عبارة عن متوسط العملية الإنتاجية مضافاً اليه أو مطروحاً منه ثلاثة انحرافات معيارية، مع العلم أن هذا المتوسط يتغير مع تغير نوع خريطة المراقبة. فقد يكون متوسط أوساط العينات ($\overline{\overline{X}}$) أو متوسط الانحراف المعياري ($\overline{\sigma}$) أو متوسط المدى ($\overline{R}$) أو متوسط نسبة خاصة ما ($\overline{P}$)[7]، وبالتالي تعتبر العملية الإنتاجية مستقرة عند وقوع قيم المعالم المدروسة داخل ثلاث وحدات انحراف معياري عن المتوسط، والسبب في اختيار أقصى حد للحكم على العمليات هو الجهل أحياناً بتوزيعات المعاينة في المتغيرات المستمرة، حيث لن يخرج عن المراقبة إلا كمية قليلة من الوحدات قياساً لحجم الدفعة (وحدة مقابل كل 500 وحدة)، الأمر الذي يجعل اختيار (3σ) مفيداً عند التطبيق العملي. علماً أنه تم اختيار ثلاث وحدات انحرافات معيارية بسبب عدم معرفة توزيعات المعاينة في بعض الأحيان للمتغيرات المستمرة وبالتالي نكون قد ضمِنا عدم خروج إلا كمية ضئيلة من الوحدات خارج حدود الضبط.

وتتم عملية ضبط العمليات الإنتاجية (Process Control) بسحب عينات عشوائية دورية الفترة، ويتم رسم خريطة المراقبة بتوقيع نقاط العينات عليها مع حدي الضبط (UCL , LCL)، ثم تحلل الخريطة الناتجة لمعرفة مدى استقرار العملية ووقوعها تحت الضبط الإحصائي. فإذا وقعت نقطة واحدة أو عدة نقاط خارج حدود الضبط اعتبرت العملية غير مستقرة، ويتوجب البحث عن الأسباب الخاصة وراء خروج النقاط عن حدي الضبط وتلافيها، وهنا نجد نفسنا أمام إجراءين: فإما أن يتم تغيير العينات وعمل خريطة جديدة أو إهمال النقاط الخارجة عن حدود الضبط ورسم خريطة جديدة من العينات المتبقية واعتمادها، مع إخضاعها للرقابة الدورية، وإذا وقعت جميع النقاط ضمن حدود الضبط اعتبرت العملية مستقرة ويتم اعتماد الخريطة لمراقبة العملية في المستقبل.

أنواع خرائط مراقبة الجودة: تنقسم خرائط مراقبة الجودة إلى:

---

[6] **الأشعري، جلال، 2007، تقنيات المعاينة الإحصائية ودورها في عملية ضبط الجودة الصناعية، ،رسالة لنيل درجة الدكتوراه في الاحصاء، جامعة دمشق، دمشق، ،سورية، ص122.**

[7] **صفادي، صفاء يونس، 1994، استخدام لوحات السيطرة على نوعية المنتوج الصناعي بالتطبيق على معمل الغزل والنسيج ، مجلة الرافدين ، العدد رقم 4، ص170.**

1- خرائط مراقبة المتغيرات (Control charts for Variables): ويقصد بالمتغيرات مجموع خصائص المنتج أو الخدمة التي تقاس بأجهزة القياس، كالطول والعرض والارتفاع والوزن والزمن والخواص الفيزيائية والميكانيكية للمنتج، وفي مجال الخدمات يتم قياس زمن انتظار المريض في العيادة والمدة المستغرقة في عمليتي السحب والايداع للمبالغ في بنك ما، ومن أهم خرائط المراقبة للمتغيرات في المجالات الصناعية خريطة الوسط الحسابي (X-Chart) وخريطة الانحراف المعياري (S -Chart) وخريطة المدى(R-Chart) وخريطة الوحدات (X-Chart) والتي هي مجال دراستنا في هذا البحث.

2- خرائط مراقبة الخواص (Control charts Attributes): يقصد بالخواص أو الصفات (Attributes) صفات المنتج أو الخدمة التي تحدد بالعد والحساب لعدد الوحدات المنتجة أو الخدمات المقدمة، وليس بالقياس والتي يحكم عليها بالقبول أو الرفض باستخدام مقاييس معينة ثابتة، مثل عدد الغسالات التي تعيبها أخطاء في الطلاء على الهيكل الخارجي. ومن أهم خرائط مراقبة الخواص أو الصفات في المجالات الصناعية أو الخدمية على سبيل المثال خريطة نسبة المعيب (P-Chart) وخريطة عدد العيوب في الوحدات للعينة المتغيرة (U-Chart) وخريطة عدد المعيب في الوحدات للعينة الثابتة (np-Chart)[8].

خرائط مراقبة المتغيرات (Control charts for Variables)

أولاً: خريطة (X-Chart): عند بناء خرائط الوسط الحسابي لعملية إنتاجية معينة نقوم باختيار عدد (K) من العينات المتتالية بحيث (K≥20)، وتتضمن كل عينة (n) وحدة، حيث n≤10 (n=3 or 4 or 5)، وبحيث يكون حجم العينة موحد لجميع العينات المختارة، وهنا توجد ثلاث حالات[9]:

الحالة الأولى: المتوسط الحسابي للمجتمع (μ) معلوم، والانحراف المعياري للمجتمع (σ) معلوم: تسمح خريطة المتوسط بمراقبة تغيرات القيمة المتوسطة خلال مختلف فترات العملية الإنتاجية. وبمعنى آخر تسمح بمراقبة الانحرافات في قيمة متوسط العينات خلال فترة المراقبة وبالتالي ستكون حدود المراقبة على اعتبار أن (μ) تقدير جيد غير متحيّز لـ$(\bar{X})$، أي أن $[E(\bar{X}) = \mu]$:

$$LCL = \mu - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \quad ، \quad CL = \mu \quad ، \quad UCL = \mu + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (1)$$

الحالة الثانية: الوسط الحسابي للمجتمع (μ) مجهول والانحراف المعياري للمجتمع (σ) معلوم:

نستبدل (μ) بـ$(\overline{\overline{X}})$ على اعتبار أن $(\overline{\overline{X}})$ تقدير جيد غير متحيّز لـ(μ) أي $[E(\overline{X}) = \mu]$ حيث $(\overline{\overline{X}})$ هو المتوسط العام (متوسط المتوسطات)، ويحسب من العلاقة:

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{k} \bar{x}_i}{n} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \cdots + \bar{x}_k}{K} \qquad (2)$$

وتمثل (K) عدد العينات المختارة أو المسحوبة، وتمثل $[\bar{x}_1, \bar{x}_2, \ldots, \bar{x}_k]$ متوسط كل عينة، من العينة الأولى حتى العينة (K)، وتكون حدود الضبط:

$$LCL = \overline{\overline{X}} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \quad ، \quad CL = \overline{\overline{X}} \quad ، \quad UCL = \overline{\overline{X}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (3)$$

وفي حالة وقوع نقطة خارج حدود الضبط في الخريطة المستخدمة وخاصة عند رسمها لأول مرة نتيجة أخطاء مرتكبة في الحسابات أو في الاختبارات أو في سحب العينة أو أسباب عامة، فيتم اهمال النقاط الواقعة خارج حدود

[8] **عيشوني،2007، مرجع سبق ذكره**

[9] **ربيع، أسامة أمين، 2008، ص4، مرجع سبق ذكره**

المراقبة ثم تحسب حدود جديدة للضبط بالنسبة للنقاط الموجودة فقط ضمن حدود المراقبة، إذ يُعاد رياضياً يعاد حساب متوسط المتوسطات الجديد بالعلاقة التالية:

$$\overline{\overline{\mathrm{X}}}_{new} = \frac{\sum X_i - \sum X_d}{K - K_d} \qquad (4)$$

وتمثل $(\overline{\mathrm{X}_\mathrm{d}})$ متوسط العينات المستبعدة و$(\mathrm{K_d})$ عدد العينات المستبعدة، وتصبح حدود الضبط:

$$LCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}}_{new} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \quad ، CL = \overline{\overline{\mathrm{X}}}_{new} \quad ، \quad UCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}}_{new} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (5)$$

الحالة الثالثة: المتوسط الحسابي $(\boldsymbol{\mu})$ والانحراف المعياري للمجتمع $(\boldsymbol{\sigma})$ مجهول:

البديل الأول: استخدام متوسط المدى $(\overline{R})$ لمجموعة من العينات مختارة من العملية الإنتاجية، ويمكن أن يكون حجم كل عينة من وحدتين إلى ثمان وحدات، ويفضل أن يكون حجم العينة ثلاث وحدات حتى خمس وحدات، ولمتوسط المدى العلاقة التالية:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots R_K}{K} \qquad (6)$$

حيث $[\mathrm{R}_1, \mathrm{R}_2, \ldots \mathrm{R}_\mathrm{K}]$ تعبر عن مدى كل عينة مختارة من العملية الإنتاجية، من العينة الأولى حتى العينة (K)، ويحسب المدى من العلاقة $[R = X_{max} - X_{min}]$، أي الفرق بين القيمة القصوى والقيمة الدنيا في العينة. ويتم ضرب متوسط المدى المحسوب من العلاقة المذكورة بالمعامل (A_2) لتحويل متوسط المدى إلى ثلاثة انحرافات معيارية لتوزيع المتوسطات $(\bar{X})$ كما يلي:

نعلم أن الانحراف المعياري لمتوسط العينة يقدر بحاصل قسمة متوسط المدى على معامل لحجم العينة (d_2) أي:

$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ تقديره $\frac{\bar{R}}{d_2}$ وبضرب طرفي العلاقة ب3 نجد: $3\,\sigma_{\bar{X}} = 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ وبتعويض $\frac{\bar{R}}{d_2}$ مكان σ نجد $3\,\sigma_{\bar{X}} = 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$ ، نسمي المقدار $\frac{3}{\mathrm{d}_2\sqrt{\mathrm{n}}}$ بالمعامل A_2 وبتعويضها: $3\,\sigma_{\bar{X}} = 3A_2\bar{R}$ ونحصل على قيمة A_2 من الجدول رقم(1) في الملحق وهو جدول خاص لمعالم خرائط العينة ولكل حجم عينة معامل خاص به.

وتكون حدود خريطة المراقبة للمتوسط و متوسط المدى:

$$LCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} - A_2\bar{R} \quad ، CL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} \quad ، \quad UCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} + A_2\bar{R} \qquad (7)$$

وفي حالة وقوع نقطة خارج حدود الضبط في الخريطة نحسب متوسط المدى الجديد ونطبق العلاقة رقم (4) بعد استبدال المتوسط الحسابي بالمدى وتصبح حدود الضبط:

$$LCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} - A_2\bar{R}_{new} \quad ، CL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} \quad ، \quad UCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} + A_2\bar{R}_{new} \qquad (8)$$

حيث: $\bar{R}_{new} = \frac{\sum \mathrm{R}_i - \sum \mathrm{R}_d}{K - K_d}$، و$(\mathrm{K_d}$: عدد العينات المستبعدة، و R_d مدى العينات المستبعدة.

البديل الثاني: يمكننا استخدام متوسط الانحراف المعياري(S–bar) لمجموعة من العينات المختارة من العملية الإنتاجية كبديل لمتوسط المدى في العلاقات (6)(7)(8) وسنحصل على حدود الضبط التالية:

$$LCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} - \frac{3\bar{s}}{\sqrt{n}} \quad ، CL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} \quad ، \quad UCL = \overline{\overline{\mathrm{X}}} + \frac{3\bar{s}}{\sqrt{n}} \qquad (9)$$

حيث $\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + \cdots s_K}{K}$ و $\mathrm{s}_1, \mathrm{s}_2, \ldots \mathrm{s}_\mathrm{K}$ الانحراف المعياري للعينة الأولى والانحراف المعياري للعينة الثانية والانحراف المعياري للعينة K، K عدد العينات.

البديل الثالث: نستخدم الانحراف المعياري المشترك (التجميعي) [Pooled Standard Deviation]، وتكون حدود الضبط باستخدام الانحراف المعياري التجميعي والذي يرمز له بـ(S_{pooled})، وذلك على اعتبار أن (μ) تقدير جيد غير متحيز لـ($\overline{X}$)، أي [$E(\bar{X}) = \mu$]:

$$LCL = \overline{\overline{X}} - \frac{3S_{pooled}}{\sqrt{n}} \quad ، CL = \overline{\overline{X}} \quad ، \quad UCL = \overline{\overline{X}} + \frac{3S_{pooled}}{\sqrt{n}} \qquad (10)$$

حيث: $S_{Pooled} = \sqrt{\frac{S_1^2 + S_1^2 + \cdots \ldots + S_1^2}{K}}$ و $S_1^2, S_1^2, \ldots \ldots, S_1^2$ تباين العينة الأولى وتباين العينة الثانية وهكذا حتى نصل إلى تباين العينة (K)، ويحسب التباين للعينة (K) مثلاً بتربيع علاقة $\bar{s}$ الواردة في البديل الثاني.

خريطة الوحدات(X–Chart): هنا تكون حدود الضبط في خريطة الوحدات (X–Chart) لعدد (K) من العينات المختارة وحجم كل منها:

$$\boldsymbol{LCL = \overline{\overline{X}} - E_2\overline{R} \quad CL = \overline{\overline{X}} \quad UCL = \overline{\overline{X}} + E_2R} \qquad (11)$$

حيث: E_2 قيمة ثابتة تستخرج من الجدول رقم (1) في الملحق وتستخدم (E_2) لتعديل متوسط المدى ($\overline{R}$) إلى ثلاثة انحرافات معيارية لتوزيع الوحدات (X و $\overline{\overline{X}}$) المتوسط الحسابي لمتوسط الوحدات في كل عينة.

خريطة الانحراف المعياري(S–Chart): يتم حساب الانحراف المعياري لكل عينة من العينات المختارة للتأكد من وجود عينة شاذة أو عينة متطرفة يمكن أن تخرج عن النطاق المتوقع لحدود الانحرافات المعيارية، حتى لو تغير حجم العينات المختارة، حيث تسمح خريطة الانحراف المعياري بدراسة مدى استقرار العملية الإنتاجية بالنسبة لتغير نتائجها، ويتحقق هذا الاستقرار إذا كان مجال التغير تقريباً ثابت خلال الزمن ويشترط لاستخدام خريطة الانحراف المعياري أن يكون عدد العينات المختارة K (K≥ 9)، أما إذا كان عدد العينات K<9 نستخدم خريطة المدى (R–Chart):

الحالة الأولى : حالة كون الانحراف المعياري للمجتمع (σ) معلوم: وتكون حدود الضبط:

$$LCL = B_5\sigma \quad ، CL = C_4\sigma \quad ، \quad UCL = B_6\sigma \qquad (12)$$

وذلك على اعتبار أن [$E(S) = C_4\sigma$]، حيث (S) مقدار متحيز للانحراف المعياري (σ) ، لأن (C_4) أقل من الواحد . أما (C_4، B_5 ، B_6) فهي قيم ثابتة تستخرج من ثوابت خريطة الانحراف المعياري من جدول رقم (1) في الملحق.

الحالة الثانية: عندما يكون الانحراف المعياري للمجتمع ($\boldsymbol{\sigma}$) مجهول: وهنا نستطيع رسم خريطة (S–Chart) باستخدام إحدى الطريقتين:

الطريقة الأولى: نقوم بحساب متوسط الانحرافات المعيارية للعينات المختارة $\bar{s}$ والتي حجم كل منها n وحدة، وعددها K≥20 و $E(\frac{\bar{s}}{C_4}) = \sigma$ وستكون حدود الضبط في هذه الحالة:

$$LCL = B_5\frac{\bar{s}}{C_4} \quad ، CL = \bar{s} \quad ، \quad UCL = B_6\frac{\bar{s}}{C_4} \qquad (13)$$

وفي حالة وقوع نقطة خارج حدود الضبط في الخريطة المستخدمة فيتم اهمال النقاط الواقعة خارج حدود المراقبة، ثم تحسب حدود جديدة للضبط بالنسبة للنقاط الموجودة فقط ضمن حدود المراقبة، ورياضياً، يعاد هنا حساب

متوسط الانحراف المعياري الجديد $\bar{S}_{new}$ كما يلي: $\bar{S}_{new} = \frac{\sum S_i - \sum S_d}{K - K_d}$ ، ويتم استخدام متوسط الانحراف المعياري الجديد $\bar{S}_{new}$ في الخط المركزي بدلاً من $\bar{S}$ ويحل مكان $\bar{S}$ في حدي الضبط الأدنى والأعلى.

الطريقة الثانية: حساب الانحراف المعياري المشترك (التجميعي) Pooled Standard Deviation:

وبنفس الأسلوب السابق ستكون S_{pooled} هي الخط المركزي وسيكون $\sigma = E\left(\frac{S_{pooled}}{C_4}\right)$ وستكون حدود الضبط على الشكل التالي (سليمان، 2008):

$$LCL = B_5 \frac{S_{Pooled}}{C_4} \quad ، CL = S_{pooled} \quad ، \quad UCL = B_6 \frac{S_{pooled}}{C_4} \qquad (14)$$

خريطة المدى (R–Chart):

تعتبر خريطة المدى الخريطة البديلة لخريطة الانحراف المعياري في الحالة التي يكون فيها عدد العينات المختارة أقل من تسعة (K<9). ولإيجاد حدود هذه الخريطة لحجم عينات مختارة (n) وعددها (K) نحسب أولاً متوسط المدى، ويكون هو الخط المركزي في الخريطة، وبالتالي ستكون حدود خريطة المدى كما يلي:

$$LCL = D_3\bar{R} \quad ،CL = \bar{R} \quad ، \quad UCL = D_4\bar{R} \qquad (15)$$

تحليل مقدرة العمليات Process Capability Analysis:

يعطي تحليل مقدرة العمليات معلومات وتوقعات عن مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيق خواص الجودة ومواصفات تصميم المنتج المحددة والتي لا علاقة لها بالأدوات أو المواد الداخلة في تكوين المنتج، وإنما تحدد مواصفات تصميم المنتج بشكل مسبق ليتم إنتاجه ضمن حدودها بهدف الحصول على منتج داخل الضبط الإحصائي وبالمواصفات المحددة، وتساهم دراسة وتحليل مقدرة العمليات الإنتاجية في تخفيض تكاليف تفتيش المنتجات المعيبة عن طريق تقليل عدد مرات التفتيش، وهذا يؤدي إلى تخفيض تكلفة المنتج بشكل ملموس. يعرف (Feigenbaum) مقدرة العملية الإنتاجية المضبوطة إحصائياً بأنها: مقياس عن قابليتها على تحقيق خاصية الجودة ضمن المواصفات المحددة، أي قابليتها على تحقيق الدقة في الأداء النوعي للنظام الإنتاجي بما يشمله من عناصر قادرة على تحقيق منتج مصمم ضمن حدود المواصفات المطلوبة.

وهناك مجموعة من العوامل والظروف قد تهيمن على مقدرة العملية الإنتاجية و تؤدي إلى تذبذبات تصنيعية في صفات المنتج وتقاس باستخدام المتغيرات الإحصائية كالمتوسط الحسابي (μ) والانحراف المعياري (σ)، مثل جودة المواد الداخلة في إنتاج المنتج وخبرة الفنيين القائمين بعملية إنتاج المنتج وحداثة المعدات والآلات المستخدمة ومقدار دقتها ومهارة الأشخاص الموكل إليهم عملية القياس. وبما أن معظم العمليات الإنتاجية خاضعة للتوزيع الطبيعي، هذا يعني أن خصائص جودة المنتجات خاضعة للتوزيع الطبيعي حسب خصائص التوزيع الطبيعي الموضحة في الشكل رقم (2) في الملحق، وبذلك يكون (68.26%) من المنتجات واقعاً داخل حدود وحدتي انحراف معياري (σ 1±) و(31.74%) من المنتجات معيبة واقعة خارج وحدتي انحراف معياري، و(95.45%) من المنتجات واقعة داخل أربع وحدات انحراف معيارية(σ 2±) ونسبة معيب (4.55%) من المنتجات خارج حدود أربع وحدات انحراف معيارية، و(99.73%) من المنتجات تقع داخل حدود ست وحدات انحراف معيارية (σ 3±) أو (σ 6)، وهو ما يمثل مقدرة العملية، ويبقى فقط نسبة معيب من المنتجات قدرها (0.27%). لا يمكن دراسة مقدرة العملية دون معرفة دقيقة لمتوسط العملية (Process Mean) ومقدار التشتت في العملية (Process Standard Deviation) وحدود المواصفات (Specifications Limits) والخاصية الاسمية للجودة (Quality Characteristic Target)، وهذا يتطلب ضبط العملية إحصائياً وخضوع خصائص الجودة للتوزيع الطبيعي ومقارنة التوزيع التكراري للعملية مع حدود

الضبط وحدود المواصفات، وسنحصل على الحالات التالية عند مقارنة مجال التشتت لمقدرة العملية الذي يساوي (6 σ) مع حدود المواصفات (USL,LSL) بهدف معرفة مقدرة العملية على تحقيق المواصفات[10]:

A. اذا كان (USL−LSL) > 6 σ أي أن الفرق بين حدي المواصفات أكبر من تشتت العملية، هذا يعني أن العملية قادرة على تحقيق المواصفات.

B. إذا كان (USL−LSL) = 6 σ، أي إذا كان الفرق بين حدي المواصفات مساوي لتشتت العملية هذا يعني مقدرة العملية على تحقيق المواصفات بصعوبة، لأن أي تحرك بسيط للمركز سيؤدي إلى خروج نسبة لا بأس بها خارج حدود المواصفات.

C. إذا كان (USL−LSL) ≥ 6 σ مع تحرك متوسط العملية عن الهدف، يعني ذلك أن العملية غير قادرة على تحقيق المواصفات لنفس السبب في الحالة (B)، مع الانتباه أنه إذا انحرف توزيع العملية خارج الحد الأعلى للمواصفات نستطيع إعادة تشغيل المنتج، أما إذا انحرف توزيع العملية خارج الحد الأدنى للمواصفات فيعتبر المنتج كخردة.

D. إذا كان (USL−LSL) < 6 σ، أي إذا كان الفرق بين حدي المواصفات أصغر من تشتت العملية، هذا يعني أن العملية غير قادرة أبداً على تحقيق المواصفات ولا بد من إجراء التفتيش على مخرجات العملية الإنتاجية.

مؤشر المقدرة البسيط C_P : وله العلاقة التالية

$$C_P = \frac{USL-LSL}{6\ \sigma} \qquad (16)$$

ولهذا المؤشر عدة قيم معروفة عالمياً ومتفق عليها، وتؤخذ من خلال جداول معروفة تبين العلاقة بين حدود المواصفات وقيمة مؤشر المقدرة وعدد الوحدات المعيبة في عملية إنتاجية ما واردة في: عيشوني، محمد، 2007، ص351)، وهذه القيم هي:

- C_P=1.33 : وهذه القيمة ناتجة عن تبني [±4σ] حدود مواصفات وتعتبر هذه القيمة هدف أدنى لمعظم الشركات للوصول اليها أو تجاوزها لتصل إلى أعلى من 1.66 وبذلك تكون نسبة المعيب (0.0063%)، مما يعني أن مقدرة العملية متوسطة في تحقيق المواصفات.
- C_P=1: هذه القيمة ناتجة عن تبني ±3 σ حدود مواصفات والعملية تنتج نسبة معيب (0,27%)، والعملية قادرة على تحقيق المواصفات بحد أدنى ومقدرتها مقبولة.
- C_P > 1.66: وهذه القيمة ناتجة عن تبني ±5 σ حدود مواصفات ومقدرة العملية الإنتاجية جيدة على تحقيق المواصفات.
- C_P < 1 : العملية غير قادرة على تحقيق المواصفات.

نلاحظ أن القيمة C_P لا يدخل في حسابها تمركز العملية وموقع المتوسط (الهدف) وهذا ينجم عنه أخطاء إذا انحرف التوزيع التكراري للعملية عن التوزيع الطبيعي.

[10] **عيشوني، 2007، ضبط الجودة،التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الانتاجية والخدمية ،ص 340، مرجع سبق ذكره.**

مؤشرات المقدرة C_{PK} و C_{PU} و C_{PL} و C_{PM} القائمة على حدود المواصفات:

تدخل مؤشرات المقدرة (C_{PL}وC_{PU}) إحدى حدي الضبط (C_{Pu}) أو (C_{PL}) عند حسابها، بينما يدخل مؤشر المقدرة (C_{Pk}) حدي الضبط (LSL) و(USL)، بالإضافة إلى متوسط العملية وتشتتها. وفي أول الثمانينيات من القرن الماضي أوجد (تاجوشي Taguchi)، مؤشر المقدرة (C_{Pm}) الذي يُدخل في حسابه حدّي المواصفات ومتوسط وتشتت مضاعف بالإضافة إلى هدفها، وتعطى مؤشرات المقدرة بالعلاقات التالية:[11]

$$C_{PU} = \frac{USL-\mu}{3\sigma} \quad \text{(17)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

وهو مؤشر المقدرة القائم على استخدام الحد الأعلى للمواصفات ومتوسط وتشتت العملية:

$$C_{PL} = \frac{\mu-LSL}{3\sigma} \quad \text{(18)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

وهو مؤشر المقدرة القائم على استخدام الحد الأدنى للمواصفات ومتوسط وتشتت العملية:

$$\mathbf{C_{PK}} = \frac{\boldsymbol{Min\{(USL-\mu)|(\mu-LSL)\}}}{\mathbf{3\sigma}} \quad \text{(19)} \quad \ldots\ldots$$

وهو مؤشر المقدرة القائم على استخدام الحد الأدنى والحد الأعلى للمواصفات ومتوسط وتشتت العملية. فإذا كان أكبر من الواحد تعتبر العملية ذات مقدرة جيدة، أما إذا كان أقل من الواحد تعتبر العملية غير قادرة.

$$\boldsymbol{C_{PM}} = \frac{\boldsymbol{USL-LSL}}{\mathbf{6}\sqrt{\boldsymbol{\sigma^2+(\mu-T)^2}}} \quad \text{(20)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

وهو مؤشر للمقدرة الذي يدخل في حسابه حدي المواصفات ومتوسط وتشتت مضاعف وهدف العملية.

ويتم اختيار مؤشر المقدرة بما يتناسب مع معطيات العملية الإنتاجية. ومن المؤكد أن معامل المقدرة يزيد بزيادة حدود المواصفات وتقل بذلك عدد الوحدات المعيبة في العملية الإنتاجية، وهذا يعني تحسين مقدرتها في تحقيق المواصفات في خصائص جودة المنتج ويشمل ذلك تقليل درجة التشتت في العملية وتغيير موقع متوسطها.

الدراسة التطبيقية لخرائط المراقبة الاحصائية في ضبط جودة منتجات معمل جود لتجميع الأدوات الكهربائية في اللاذقية

نبذة عن واقع الشركة: تأسست شركة جود للصناعات المنزلية عام (1994)، وبدأت بتصنيع البرادات الجمادات المنزلية والأفران وأدوات منزلية أخرى، وهي حاصلة على شهادات محلية كشهادة (SNS) للجودة، وشهادة نظام الجودة الإدارية (ISO 9001–2000)، وشهادات مطابقة للمقاييس الأوروبية (CE) و(IMQ)، ويوجد في المعمل خطي إنتاج للبرادات والأفران المنزلية، فمثلاً يتم في خط إنتاج البرادات صهر ألواح البلاستيك الخام وتحويلها إلى قوالب، كقالب البراد البلاستيكي الداخلي وقالب الفريزر ورفوف باب البراد والقاعدة البلاستيكية للبراد وغيرها من مراحل التصنيع، ومن ثم يتم تجميع الأجزاء المنتجة مع المحرك والحساس والكابلات الكهربائية وتعبئة غاز الفريون ثم يتم وضع البرادات المنتجة على خط السلامة الكهربائية لاختبارها مخبرياً بأجهزة اختبار متخصصة بما يتناسب مع المواصفات الأوروبية والمواصفات السورية المحددة، كما يتم تشغيل البرادات لفترة للتأكد من جودة دارة التبريد ومن عدم تسرب غاز الفريون.

[11] **عيشوني، 2007، ضبط الجودة، التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الانتاجية والخدمية، ص 349، مرجع سبق ذكره.**

وبما أن معمل جود تأسس على تطبيق مقاييس الجودة السورية والأوروبية فقد ألزم نفسه على استخدام خرائط المراقبة الإحصائية لأهميتها البالغة –كما ذكرنا– في ضبط ومراقبة العملية الانتاجية وفي قياس جودة المنتجات أثناء العملية الإنتاجية قبل الاسترسال في إنتاج كميات كبيرة من المنتج دون المواصفات.

وفي سياق الحالة التطبيقية التي أُجريت في المعمل، تم أخذ عينات عشوائية لبرادات (nf700) من كل يوم إنتاج x،حجمها 25 عينة لمراقبة أداء التبريد لكبين البراد فقط، وسندرس خـــرائط ضبـط الجودة للمتغيرات $(\bar{x}, s, r, x)$ وذلك ضمن شرط عدد العينات (K≥20) وحجم كل عينة (10 ≤ n)، والتي يطلق عليها بالمجموعة الجزئية الرشيدة، وهي تعكس انحرافات العملية الإنتاجية بشكل أمثل، وتنتقى هذه العينات بصورة دورية عبر فترات زمنية منتظمة تحدد حسب المعلومات المتوفرة عن العينة.

ولضمان عشوائية اختيار العينات تم سحب البرادات بطريقة المعاينة العشوائية المنتظمة بفاصل قدره ساعة في كل يوم إنتاج ولمدة 25 يوماً خلال الفترة (2011/01/05 – 2011/03/22)، أما حجم كل عينة فكان 5 وحدات. وعلى الرغم من صغر حجم العينة إلا أنه يسهل على الشخص الذي يقوم بإعداد الخريطة عملية حساب متوسط كل منها، ويكون التوزيع التكراري لمتوسطات العينات هو التوزيع الطبيعي أو قريب من التوزيع الطبيعي لعينات حجمها (4 ≤n)، حتى لو لم يكن توزيع المجتمع المسحوب منه العينات طبيعياً (حسب نظرية النهاية المركزية)، لذلك يجب مراعاة تقليل حجم العينة الى (4 أو 3 أو 2)، وسنلخص خطة المعاينة لتطبيق لوحات ضبط المتغيرات $(\bar{x}, s, r)$ في الجدول التالي:

خطة المعاينة لتطبيق لوحات ضبط المتغيرات $(\bar{x}, s, r)$

• العملية: أداء التبريد لكبين البراد في خط اختبار البراد وتقاس الحرارة بالدرجة المئوية.
• حجم المجموعة الجزئية الواحدة: 5 برادات مختارة بشكل متتالي.
• عدد المجموعات الجزئية: 25 مجموعة.
• دورة المعاينة: عينة واحدة في كل يوم إنتاج
• احتياجات التوثيق: تم تسجيل كل الحالات الملاحظة في العينات.

وتطبيقاً للخطة السابقة تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والمدى لكل عينة من العينات أو المجموعات المختارة كما هي موضحة في الجدول رقم (2) في الملحق، علماً أن المتوسط الحسابي للمجتمع مجهول وكذلك الانحراف المعياري.

خريطة المتوسط الحسابي باستخدام المدى:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} = -0.4728 + 0.577(4.388) = 2.06$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} = -0.4728 - 0.577(4.388) = -3.005$$

$$CL = \bar{\bar{x}} = -0.4728$$

ونحصل على قيمة (A_2) من جدول معاملات حساب الخطوط المركزية وتساوي هنا $(A_2 = 0.577)$، والتمثيل البياني للخريطة موضح في الشكل رقم (3) في الملحق.

خريطة المتوسط الحسابي باستخدام $\bar{S}$:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + \frac{\bar{s}}{\sqrt{n}} = -0.4728 + \frac{3(1.6948)}{\sqrt{5}} = 1.8$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - \frac{\bar{s}}{\sqrt{n}} = -0.4728 - \frac{3(1.6948)}{\sqrt{5}} = -2.75$$

$$CL = \bar{\bar{x}} = -0.4728$$

والتمثيل البياني للخريطة موضح في الشكل رقم (4) في الملحق.

خريطة المتوسط الحسابي باستخدام S_{pooled}:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + \frac{S_{pooled}}{\sqrt{n}} = -0.4728 + \frac{3(1.78)}{\sqrt{5}} = 1.92$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - \frac{S_{pooled}}{\sqrt{n}} = -0.4728 - \frac{3(1.78)}{\sqrt{5}} = -2.9$$

$$CL = \bar{\bar{x}} = -0.4728$$

$$S_{\text{pooled}} = \sqrt{\frac{(n-1)(s_1^2+s_2^2+\cdots+s_n^2)}{K(n-1)}} = \sqrt{\frac{(5-1)(79.3119)}{25(5-1)}} = 1.78$$

يتضح من استخدام الطرائق الثلاث لخريطة المتوسط الحسابي أن العينتين رقم (13) و(24)، هما خارج حدود الضبط، لذلك سنحذفهما من الجدول وسنحسب قيم جديدة لكل من: $\bar{\bar{x}}$ ، $\bar{S}$ ، S_{pooled}، $\bar{\text{X}}$، $\bar{\text{R}}$.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x} - \sum \bar{x}d}{K - Kd} = \frac{-11.82 - 0.4}{25 - 2} = -0.53$$

$$\bar{\text{R}} = \frac{\sum R - \sum Rd}{K - Kd} = \frac{109.7 - 6}{25 - 2} = 4.51$$

$$\bar{S} = \frac{\sum s - \sum sd}{K - Kd} = \frac{42.37 - 2.69}{25 - 2} = 1.73$$

$$S_{\text{pooled}} = 1.8$$

والشكل رقم(6) في الملحق يبين خريطة المتوسط الحسابي باستخدام المتوسط والمدى الجديدين (بعد حذف العينتين رقم (13) و(24).

وتصبح حدود الضبط الجديدة: UCL=2.07 CL=−0.53 LCL=−3.13

والشكل رقم (7) في الملحق يبين خريطة المتوسط الحسابي باستخدام الانحراف المعياري S الجديد

وتصبح حدود الضبط: UCL=1.79 CL=−0.53 LCL=−2.85

نلاحظ من مقارنة الطرائق الثلاث لخريطة المتوسط الحسابي أن استخدام متوسط المدى أعطى حدود ضبط أوسع من حالة استخدام متوسط الانحراف المعياري أو متوسط الانحراف المعياري المشترك، ولكن من المعروف إحصائياً أن الانحراف المعياري كمقياس تشتت أدق وأقوى في التعبير عن حقيقة الظاهرة كون المدى لا يدخل في حساباته إلا القيم الطرفية، بخلاف الانحراف المعياري الذي يدخل جميع القيم في حساباته. كما لوحظ من أرقام الحالة التطبيقية استقرار العملية الإنتاجية بعد حذف العينتين رقم (13) و(24)، والسبب أن العينة (13) تحتوي على درجة حرارة (3.5)، وهي خارجة عن حدود الضبط كذلك العينة (24) فتحتوي على ثلاث قيم خارجة عن حدود الضبط، إما لأسباب طبيعية، أو بسبب عوامل الصدفة. ولكي نتأكد من مستوى جودة العملية الإنتاجية، لابد من دراسة مقدرة العملية الإنتاجية والذي سنوضحه بعد دراسة خريطتي S و X، ولكن بالإجمال بعد استبعاد العينتين المذكورتين أصبحت

العملية الإنتاجية مستقرة وتحت الضبط الإحصائي ولا يوجد أي نمط معين ويمكن اعتماد حدود الضبط التي حصلنا عليها كحدود قياسية تستعمل لمراقبة العملية الإنتاجية في المستقبل.

خريطة S: بما أن الانحراف المعياري للمجتمع مجهول، سنحسب حدود خريطة الانحراف المعياري كالآتي:

- خريطة الانحراف المعياري باستخدام متوسط الانحرافات المعيارية للعينات $(\bar{s})$:

حسبنا سابقاً قيمة $(\bar{S} = 1.73)$، وهي قيمة الانحراف المعياري بعد حذف العينتين رقم (13) و(24)، أما قيم (B_6, B_5, C_4) فنحصل عليها من الجدول رقم (1) في الملحق، وهي:

$$B_6 = 1.964, B_5 = 0, C_4 = 0.94$$

كما نحسب حدود الضبط للخريطة الموجودة في الشكل رقم (8) في الملحق كالآتي:

$$CL = \bar{s} = 1.73 \quad UCL = B_6 \frac{\bar{s}}{C_4} = 1.964 \frac{1.73}{0.94} = 3.61 \quad LCL = B_5 \frac{\bar{s}}{C_4} = (0) \frac{1.73}{0.94} = 0$$

ونلاحظ من الشكل رقم (8) أن جميع قيم (S) تقع ضمن حدود الضبط باستخدام متوسط الانحراف المعياري ولا يوجد أي نمط يمكن تمييزه، أي أن العملية الإنتاجية مستقرة وتستطيع الشركة اعتماد حدود الضبط المحسوبة كأرقام قياسية لتقييم استقرار العملية الإنتاجية بالنسبة لاختلاف مخرجاتها في المستقبل.

خريطة الانحراف المعياري باستخدام متوسط الانحرافات المعيارية المشتركة:

$$CL = S_{\text{pooled}} = 1.8 \quad UCL = B_6 \frac{S_{\text{pooled}}}{C_4} = \frac{1.8}{0.94} = 3.76 = 1.964 \quad LCL = B_5 \frac{S_{\text{pooled}}}{C_4} = 0$$

ونجد من الشكل رقم (9) في الملحق، أن جميع قيم (S) تقع ضمن حدود الضبط باستخدام الانحراف المعياري المشترك ولا يوجد أي نمط يمكن تمييزه، أي أن العملية الانتاجية مستقرة وتستطيع الشركة اعتماد حدود الضبط المحسوبة كأرقام قياسية لتقييم استقرار العملية الإنتاجية بالنسبة لاختلاف مخرجاتها في المستقبل.

خريطة المدى: تستخدم خريطة المدى عندما نريد دراسة خاصية جودة واحدة لمنتج ما، وتطبق في العمليات ذات الإنتاج الكثيف وتتميز بسهولة حسابها حتى من قبل غير المتخصصين في مجال الجودة وسنحسب حدود الضبط:

$$CL = \bar{R} = 4.51 \quad LCL = D_3 \bar{R} = 0 \quad \text{UCL} = D_4 \bar{R} = 2.114(4.51) = 9.53$$

ونلاحظ من الشكل رقم (10) في الملحق، الذي يبين التمثيل البياني لخريطة المدى، أن جميع قيم (R) تقع ضمن حدود الضبط، ولا يوجد أي نمط يمكن تمييزه، مما يدل على استقرار العملية الإنتاجية وتستطيع الشركة اعتماد حدود الضبط المحسوبة كأرقام قياسية لتقييم استقرار العملية الإنتاجية في المستقبل.

خريطة الوحدات (X): نحسب حدود الضبط لخريطة الوحدات (X) من العلاقات التالية:

$$\text{CL} = \bar{\bar{x}} = -0.53 \quad UCL = \bar{\bar{x}} + E_2 \bar{R} = -0.53 + 1.290 \ (4.51) = 5.29$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} + E_2 \bar{R} = -0.53 - 1.290 \ (4.51) = -6.35$$

وتم الحصول على قيمة (E_2) من جدول رقم (1) في الملحق.

نلاحظ من الشكل رقم (11) في الملحق أن جميع قيم (X) تقع ضمن حدود الضبط باستخدام متوسط المتوسطات ومتوسط المدى ولا يوجد أي نمط يمكن تمييزه مما يدل على استقرار العملية الإنتاجية وتستطيع الشركة اعتماد حدود الضبط المحسوبة كأرقام قياسية لتقييم استقرار العملية الإنتاجية في المستقبل.

مقدرة العملية:

يمكننا التأكد من مدى إمكانية العملية الإنتاجية على تحقيق المواصفات المحددة لأداء التبريد لكبين البراد (nf700) عن طريق مؤشر المقدرة C_p (Capability Index)، وحدود المواصفات للعملية الإنتاجية كما حددتها الشركة: USL=5 LSL=−5

وبما أن العملية الإنتاجية مستقرة فنستطيع حساب مقدرة العملية على النحو التالي:

Process Capability= UCL−LCL= $6\widehat{\sigma_X}$

$5.29-(-6.35) = 6\widehat{\sigma_X} \rightarrow \widehat{\sigma_X} = 1.94$

وبتطبيق علاقة مؤشر المقدرة: $C_p = \frac{LSL-USL}{6\widehat{\sigma_X}} = \frac{5-(-5)}{(6)(1.94)} = 0.86$

نلاحظ أن (USL=5,29) و(LSL=−6,35)، وبطرحهما من بعض بعد أخذ الإشارات بالاعتبار ينتج لدينا أن (6σ=11.64) ، أي العملية الإنتاجية غير قادرة على تحقيق المواصفات، ونلاحظ أن ($C_p < 1$) ، وهذا يؤكد أيضاًعلى عدم مقدرة العملية الانتاجية على الوفاء بالمواصفات. وبما أن (C_p) لا يدخل في حسبانه تمركز العملية وموقع المتوسط (الهدف) لذا ينجم عنه أخطاء في تقييم العملية وخاصة إذا انحرف التوزيع التكراري للعملية عن التوزيع الطبيعي.

أما مؤشر تمركز العملية: $C_{pu} = \frac{USL-\mu}{3\sigma} = \frac{5-(-0.53)}{(3)1.94} = 0.95$

$$C_{PL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} = \frac{-0.53-(-5)}{3(1.94)} = \frac{4.47}{5.82} = 0.76$$

$$C_{pK} = \frac{Min\{\mu - LSL, USL - \mu\}}{3\sigma} = \frac{Min\{5.35,4.47\}}{(3)1.94} = 0.76$$

أي أن العملية ليست متمركزة، وغير قادرة على الوفاء بالمواصفات، وعلى شركة جود إعادة النظر بحدود مواصفات تبريد الكبين والعمل على توسيعها لجعل مؤشر مقدرة العملية ومؤشر تمركز العملية في حالتهما المعيارية $C_p, C_{pk} = 1.33$ ، أو على الأقل أكبر من واحد فنقترح مثلاً جعل حدي المواصفات هي (8) و(−8) بهدف تكبير حدود المواصفات، وسيصبح: C_p =1.37 ، C_{pk}=1.28 ، وبهذا تصبح العملية الإنتاجية متمركزة وقادرة على الوفاء بالمواصفات.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تفتقر الشركات الصناعية في سورية ومنها شركة جود لتطبيق التقنيات الإحصائية المستخدمة في الضبط الإحصائي ومنها خرائط الجودة الإحصائية على الرغم من حصولها على شهادات الجودة العالمية ووجود إدارة جودة ضمن هيكلها التنظيمي.

2- لا يوجد لدى معمل جود طريقة علمية واضحة مبنية على أسس رياضية متبعة في ضبط سير العملية الإنتاجية.

3- إن الابتعاد عن مقاييس الجودة يؤدي إلى تحول المستهلكين نحو المنتج المنافس وهذا ما أكدته دراسة مقدرة العملية لأداء تبريد الكبين (NF700) عن خروج بعض درجات الحرارة عن حدود المواصفات ربما لعدم وضعها بشكل مدروس وقدم الآلات نسبياً.

4-أدى تطبيق خرائط المراقبة الإحصائية الى تحسين سير العملية الإنتاجية وتخفيض التكاليف وزيادة جودة المنتج الصناعي وبدا ذلك واضحاً عند تطبيق خريطة المتوسط الحسابي باستخدام المدى والانحراف المعياري والانحراف المعياري المشترك، عندما تم وضع اليد على موطن الخلل في عملية قياس أداء تبريد براد (NF700)، حيث بدت العينتان (13و24) خارج حدود الضبط بسبب ارتفاع درجة حرارة الكبين عن الحد الطبيعي، وبالتالي تم معرفة مكان الخلل في الوقت المناسب وبحذفهما تحولت العملية الإنتاجية من عملية غير مستقرة إلى عملية مستقرة، وهذا يحسن من جودة المنتجات ويقلل عموماً من تكاليف الإنتاج وبدا ذلك واضحاً في الأشكال (3) و(4) و(5) و(6) في الملحق.

التوصيات:

نرى أن على معمل جود لتجميع الأدوات الكهربائية:

1- استخدام خرائط المراقبة الاحصائية في جميع المراحل الإنتاجية لكشف الخلل الإنتاجي بشكل مبكر والعمل على تصحيحه وتلافيه قبل وصوله إلى شكله النهائي إلى المستهلك بما يؤثر على سمعة الشركة والثقة بمنتجها ومركزها التنافسي في السوق الداخلية.

2- ضم كادر إحصائي إلى الكوادر العاملة في الشركة وتوزيعهم على دوائر الجودة، ووضع برامج دورية تدريبية تطويرية متخصصة في مجال الجودة لتدريب القائمين عليها على أحدث أساليب الضبط الإحصائية بما يؤدي إلى تحسين أدائهم، وهذا بدوره يزيد من الخبرة المحلية بطرائق الضبط الإحصائي ويقلل من الاستعانة بالخبرات الخارجية ذات التكلفة المرتفعة.

3- العمل على قياس مقدرة العمليات الإنتاجية لمعرفة قابليتها على تحقيق خاصية الجودة ضمن المواصفات المحددة، وكونها مفيدة في تخفيض تكاليف تفتيش المنتجات المعيبة عن طريق تقليل عدد مرات التفتيش وهذا يؤدي إلى تخفيض تكلفة المنتج بشكل واضح.

4- استخدام حدود ضبط بست انحرافات معيارية عن متوسط العملية لأن ذلك يضمن وقوع (99.73%) من المنتجات تحت الضبط ما يمثل ويبقى فقط نسبة معيب من المنتجات قدرها (0.27%)، بمعنى آخر تضمن الشركة الحصول على عملية إنتاجية تحت السيطرة قادرة على الوفاء تماماً بالمواصفات المحددة لها بشكل مسبق وبأخطاء لا تذكر.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

1-عيشوني، محمد أحمد، 2007، ضبط الجودة، التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الانتاجية والخدمية، دار الاصحاب للنشر والتوزيع، الرياض، المملكة العربية السعودية.

2-عيشوني، د. محمد أحمد، 2010، الدليل العلمي للتحسين المستمر للعمليات باستخدام الأدوات السبع للجودة، سلسلة اصدارات المجلس السعودي للجودة (المنطقة الغربية)، الإصدار رقم (2)، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية.

3-ربيع، أسامة أمين سليمان، 2008، خرائط مراقبة الجودة الإحصائية وتطبيقاتها على الحاسب الآلي Minitab ، الطبعة الأولى.

4-الأشعري، جلال، 2007، تقنيات المعاينة الإحصائية ودورها في عملية ضبط الجودة الصناعية، رسالة لنيل درجة الدكتوراه في الإحصاء، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

5-صفادي، صفاء يونس، 1994، استخدام لوحات السيطرة على نوعية المنتوج الصناعي بالتطبيق على معمل الغزل والنسيج، مجلة الرافدين، العدد رقم 4.

المراجع باللغة الانكليزية:

1- Heizer , Jay & Rander ,Barry , Production & Operations Management /Startegies &Tactics/ Third edition , 1993,Prentice-Hall, Inc, Englwood Cliffs ,New Jersey ,USA.

2- Feigenbaum, Armand V. Total Quality

3- Montgomery, Douglas C, Introduction to statically Quality Control, 2005,5th edition, John Wili &SonsInc

4- Grant,EugeneL,&Leavenworth,Richards, Statistical Quality Control, 1996,Opcite.