قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة المراقبة للصفات

د.عابد علي، جامعة ابن خلدون "تيارت"

تاريخ الاستلام:12-09-2018 تاريخ القبول:05-07-2019 تاريخ النشر: 31-07-2019

الملخص:

تعتبر الجودة ظاهرة عالمية توليها المؤسسات اهتماما خاصا بل الوظيفة الأولى وفلسفة إدارية لأي منظمة تمكنها من الحصول على ميزة تنافسية والبقاء والاستمرار في ظل المتغيرات البيئية المتلاحقة وقد ظهرت كنتيجة حتمية للتطورات التي شهدتها الجودة وهي مهمة أساسية لجميع الأفراد العاملين في المنظمة كما أنها لا تقتصر على العاملين في حقول النوعية فقط بل تعني الإسهام الفعال للنظام الإداري والتنظيمي بكافة عناصره لتحقيق الكفاءة الاستثمارية للموارد وتحقيق الإشباع الأمثل للمستهلك الأخير.

ونجد من بين هذه الأساليب الإحصائية والكمية المستخدمة في معرفة جودة المنتج النموذج الإحصائي الذي وضعه الأمريكي بوالتر شيوارت والمعروف بخرائط الجودة وخرائط السيطرة **control chart**، الذي يعتبر من بين الوسائل المستخدمة لضبط العملية إحصائيا **Statistical Process Control**، فباستخدام خرائط المراقبة يمكن متابعة أداء العمليات اليومية بشكل مستمر وكذا تحليل أداء المنظمة

الكلمات المفتاحية: إدارة الجودة، خرائط الرقابة للصفات، خريطة نسبة عدم المطابقة (P-Charts)، المنتجات الصناعية، خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts).

Abstract:

Quality is a global phenomenon attached special attention to institutions, But the first job and management philosophy of an organization able to obtain competitive advantage and survive under successive environmental variables have emerged as an inevitable result of the developments in quality and is an essential task for all personnel in the organization as it is not limited on the quality of workers in the fields , but only means to contribute to the effective administrative and regulatory system in all its elements to achieve the investment

efficiency of resources and achieve optimal saturation of the last consumer.
We find among these statistical methods and the amount used to know the product statistical model developed by the American Walter Hiwart known maps quality and control maps quality **control chart**, which is considered among the means used to adjust the process statistically **Statistical Process Control**, by Using surveillance maps can monitor the performance of daily operations in continuous, as well as the organization 's performance analysis
key words:quality management, control of the characteristics of maps, map of the proportion of non - conformity (p-Charts), industrial products, Map number of units of non- conformity (Obstacles) (np-Charts).

المقدمة: تعد جودة المنتجات السمة الغالبة على المؤسسات خاصة الإنتاجية والساعية إلى التطوير المستمر لتحقيق التميز والبقاء في السوق، وبالتالي تعتبر الخط الفاصل بين قبول المنتجات أو رفضها وذلك حسب جودتها وعليه فان المؤسسات تسعى جاهدة للظفر بها ضمانا لتحسين سمعتها في السوق، وجذب الكم الهائل للزبائن والمستهلكين من خلال تلبية حاجاتهم، وبالتالي إرضاءهم ويتم ذلك بضبط جودة المنتجات عن طريق استخدام أساليب إحصائية و التي من أهمها خرائط أو مخططات السيطرة المستعملة في عمليات الضبط الجودة والتي على أساسها يتم سحب عينات "عشوائية ،مختارة " لكميات معينة من الإنتاج وفحصها، للحكم إذا ما كانت هذه المنتجات ترتقي إلى مستوى الجودة أم لا، وهذا بهدف ضبط وتحسين عملية الإنتاج وذلك بكشف الانحرافات في عملية الإنتاج ومن ثم العمل على تصحيحها وإجراء تغيرات على العمليات الإنتاجية كالقيام بتحسينها أو إعادتها.

إشكالية البحث

من خلال ما ورد في المقدمة يمكن أن نصيغ إشكالية البحث على النحو التالي:

كيف يمكن قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة المراقبة للصفات؟

فرضيات البحث:

في ضوء العرض السابق لمشكلة البحث والمتعلقة بكيفية ضبط جودة المنتج باستخدام خرائط الرقابة في المؤسسات الجزائرية وتحديد الشروط الكفيلة بإنجاح هذا التطبيق يمكن صياغة الفرضيات التالية

– إن الاعتماد على خرائط السيطرة يمكن من تحديد ومعالجة الانحرافات الموجودة في العملية الإنتاجية وعليه فهي وسيلة فعالة لضبط جودة المنتجات وبالتالي تحقيق رضا الزبائن بأدنى التكاليف وأقصى الأرباح.

– مخططات السيطرة طريقة فعالة لقياس جودة المنتجات بصفة دقيقة وباستمرار.

– خرائط السيطرة للمتغيرات أفضل طريقة إحصائية لضبط المتغيرات الوصفية أما خرائط السيطرة للصفات فهي طريقة إحصائية مثلى لضبط المتغيرات الكمية

منهج وأدوات البحث:

للإجابة على الإشكالية المطروحة واختبار صحة الفرضيات من عدمها اعتمدنا على المنهج التاريخي لسرد مختلف التطورات والمراحل المتعلقة بمفاهيم الجودة عبر الزمن كما استعننا بالمنهج الوصفي التحليلي الذي يسمح بوصف نظام الرقابة على الجودة ووضع جودة المنتج.

أما من حيث الجانب التطبيقي فقد اعتمدنا على المعلومات المقدمة من طرف المؤسسة محل الدراسة، وقمنا بدراسة جودة المنتجات الصناعية باستخدام البرنامج الإحصائي Minitab16.1

الإطار النظري للبحث:

أولا: مفهوم الجودة والتطور التاريخي لها

1.1 مفهوم الجودة: يرجع مفهوم الجودة "**Qualité**" إلى الكلمة اللاتينية"**Qualitas**" التي تعني طبيعة الشخص أو طبيعة الشيء ودرجة الصلابة، وقديما كانت تعني الدقة والإتقان،[1]

و يعتبر مفهوم الجودة من المفاهيم التي أثارت ومازالت تثير الجدل بين الكتاب والممارسين، حيث يتوقف معنى ومفهوم الجودة على طريقة النظر إليها، وفي هذا الخصوص يمكن التمييز بين ثلاثة وجهات نظر مختلفة فيما يتعلق بالمعنى المستخدم، وهي: الجودة كما يتم تحديدها في مرحلة تصميم المنتج ويطلق عليها جودة التصميم، والجودة التي تتحقق خلال العملية الإنتاجية ذاتها وتسمى جودة الإنتاج، وأخيرا الجودة كما تظهر عند الاستعمال والاستخدام الفعلي للمنتج بواسطة المستهلك وتسمى بجودة الأداء، ومن هنا تعددت وتباينت التعاريف التي أوردها الكتاب والمهتمين بموضوع الجودة في وضع تعريف محدد لمعنى ومضمون الجودة وأبعادها المختلفة نذكر منهم:

– فيعرف **هارولد جيلمور Harod Gilmore** الجودة بأنها "درجة مطابقة منتج معين لتصميمه أو مواصفاته"، ويعرفها **روس جونسن Ross Johnson** بأنها "القدرة على تحقيق ومقابلة رغبات وتوقعات المستهلك"، أما **جوزف جوران Joseph M. Juran** بأنها "الملائمة للاستخدام أو للاستعمال".

– كما قدمت الجمعية الأمريكية لمراقبة الجودة وكذلك الهيئة العالمية للمواصفات القياسية (الايزو9000) تعريفا للجودة مؤداه أن الجودة هي "إجمالي السمات والخصائص التي تميز المنتج أو الخدمة ويمكن عن طريقها الوفاء باحتياجات معينة"[2]

– ويعرفها **كروسبي Crosby** بتعريف يشترط فيه ثلاث شروط لتحقيق الجودة وهي:

1.الوفاء بالمتطلبات.

2.انعدام العيوب.

3.تنفيذ العمل بصورة صحيحة من أول مرة وكل مرة.[3]

– أما **ماكينلي** فيعرف الجودة بأنها تحقيق احتياجات وتوقعات العملاء أو تجاوزها، وهذا يتطلب أن تركز المنظمة بشكل مستمر على العملاء.

– أما **ديمينج Deming الجودة** هي تحقيق احتياجات وتوقعات العميل حاليا ومستقبلا.

– **بيري درومي** الجودة "هي تكامل الملامح والخصائص لمنتج أو خدمة ما، بصورة تمكن من تلبية احتياجات ومتطلبات محددة أو معرفة ضمنا".

– **بيستر فيلد Besterfield** الجودة شيء غير ملموس تعتمد على الإدراك، وقد عرفها بيستر فيلد بصياغة المعادلة التالية:$Q=P/E$

حيث إن Q الجودة (Qualité) وP الأداء (performance) وE التوقعات (Expectations)، فإذا كانت قيمة Q أكبر من الواحد الصحيح يعني ذلك رضا العميل نحو المنتج أو الخدمة المقدمة له، وواضح أن تحديد الأداء والتوقعات يعتمدان على الإدراك، إذ المنظمة تحدد الأداء والتوقعات يحددها العميل.[4]

2.1 التطور التاريخي للجودة: إن الجودة كمفهوم مشترك ومتداخل بين كل من إدارة الإنتاج والعمليات وإدارة التسويق لم تكن وليدة لحظة معينة، بل هي محصلة للتطور التاريخي للأفكار العلمية،

وبالتالي نجد أن مفهوم الجودة قد تطور من حقبة زمنية إلى أخرى نتيجة الأبحاث وقياس الرغبات الخاصة بالمستهلكين.

وفي هذا الصدد يمكن تقسيم مراحل التطور التاريخي للجودة تبعا لما يلي:

1.المرحلة الأولى (1900–1940): وتسمى مرحلة الفحص والتفتيش من اجل كشف وتحديد الأخطاء بعد وقوعها، والتخلص من الوحدات المعيبة بعد إنتاجها، حيث في هذه المرحلة تم الاعتماد على ما يلي:

1–المقارنات،2––التفتيش واستخدم فيها خرائط مراقبة المتغيرات،3––خرائط الرقابة الوصفية.[5]

2.المرحلة الثانية (1940–1960) مرحلة التفتيش وضبط الجودة إحصائيا: في هذه المرحلة تطور مفهوم الجودة إلى أنشطة الضبط الإحصائي للعمليات (SPC)(Statistical Process Control) لتحديد ما إذا كانت مخرجات العملية مطابقة لتصميم السلعة أو الخدمة وبالتالي الوصول إلى العيوب والأخطاء في المصدر وذلك باستخدام الأساليب الإحصائية في قياس أداء العملية بالمقترنة مع المعايير ومعالجة الانحرافات.[6]

وقد تم في هذه المرحلة الاعتماد على ما يلي: –مخطط باريتو، –مخطط السبب والأثر.

3–المرحلة الثالثة (1960–1990) مرحلة ضبط الجودة إحصائيا وضمان الجودة: في هذه المرحلة تطور مفهوم الجودة إلى **تأكيد/ ضمان الجودة** (Q A) (Quality Assurance) أو المرادف لها ضبط الجودة الشاملة (T Q C)(Total Quality Control) بتبني سياسة منع وقوع الأخطاء بدلا من الكشف عنها بعد حدوثها للتأكد من توفير الثقة بان المتطلبات الجودة تتوافر في المنتوج أو الخدمة بهدف ضمان ملائمة السلعة أو الخدمة للاستعمال أو مطابقة السلعة أو الخدمة إلى التصميم والمواصفات الفنية، ثم الانتقال إلى إدارة الجودة الشاملة في الثمانينات، كثقافة للتحسين المستمر بهدف إرضاء الزبون، والتي لا تزال مستمرة حتى ألآن.[7]

وفي هذه المرحلة تم الاعتماد على ما يلي:

1–مبدأ التلف الصفري، 2–ضمان الجودة.

4–المرحلة الرابعة من1990الى يومنا هذا: في هذه المرحلة تم الاعتماد على ما يلي:

1–ظهور مفهوم إدارة الجودة الشاملة، 2–مشاركة الأفراد العاملين،3– ظهور وتطور المواصفات العالمية عائلة ISO 9000،4–تحقيق القيمة الشاملة للزبون.[8]

ثانيا: الضبط الإحصائي للعملية (مخطط السيطرة)

2.1-مفهوم الضبط: إن الضبط هو الأداة الفعالة لتحقيق الهدف من جودة المنتج أو الخدمة، وليس الهدف من الضبط على الجودة الوصول إلى الكمال وفقا لمواصفات التصميم الهندسي للمنتج أو الخدمة، ولكن للتأكد من أن الانحرافات في التنفيذ لن تتجاوز الحدود المسموح بها، ويعتمد ضبط الجودة على خطوات رئيسية يمكن تصنيفها كالتالي:

-تعريف صفات الجودة المطلوبة.

-تحديد الكيفية التي تقاس فيها هذه الصفات.

-وضع المعايير المناسبة في الجودة.

-تأسيس البرنامج الملائم للفحص.

-تحديد ومعالجة المسببات الرئيسية لرداءة الجودة.[9]

2.2-نظرية خريطة الرقابة : كما هو معروف يعد فريدريك تايلور مؤسس فكرة الإدارة العلمية، ذ قام بتطبيق الطرائق العلمية لحل المشاكل الإدارية الصناعية وركز بشكل رئيسي على تحليل العمل كوسيلة لزيادة إنتاجية الفرد في وحدة الزمن، ومن الجدير بالذكر أن أفكار تايلور التي جاء بها في كتابه (الإدارة العلمية) والذي نشر عام 1911م تطورت فيما بعد إلى علوم متخصصة بحد ذاتها في حقل إدارة الإنتاج[10]، وترجع فكرة خريطة المراقبة (**control chart**) إلى الدكتور والتر شوهارت (**Walter A.Shewart**) الذي كان يعمل بمختبرات هاتف بل الأمريكية باحثا عن أسباب رداءة أجهزة الهاتف، وفي عام1924م طور شوهارت خريطة إحصائية لمراقبة متغيرات المنتج والتي تمثل بداية مراقبة الجودة إحصائيا، وتهدف الخريطة إلى فهم وفصل مصادر الاختلافات، ويعتبر شوهارت أول من فرق بين اختلافات الأسباب العامة واختلافات الأسباب الخاصة، وظل شوهارت يطور في نظرية خريطة المراقبة إلى أن اصدر في عام 1931م كتابه الشهير "الرقابة الاقتصادية على جودة المنتج المصنع".

وخريطة المراقبة هي تمثيل بياني لإحدى خواص جودة منتج أو خدمة ما تستخدم للتمييز بين اختلافات الأسباب الخاصة والأسباب العامة، وخرائط المراقبة من حيث الشكل متماثلة، لان الخريطة تتكون من ثلاثة خطوط أفقية متوازية:

-الخط العلوي ويعرف بحد المراقبة العلوي (UCL) (Upper Control Limit).

-الخط الأوسط ويعرف بالخط الوسط/المركزي ويمثل القيمة المتوقعة للمتغير (خاصية الجودة) في المدى البعيد.

-الخط السفلي ويعرف بحد المراقبة السفلي (Lower Control Limit) (LCL).

ويمثل المحور الأفقي في الخريطة أرقام العينات والتي تعرف بالمجموعات الجزئية، والمحور الراسي يمثل إحصائيات العينات (مثل المتوسطات الحسابية للعينات)، ويتم في الخريطة توقيع قيم إحصاءات العينة للمجموعات الجزئية في شكل نقاط (أو علامات أخرى) متصلة بخطوط مستقيمة، ورياضيا يأخذ النموذج العام لخريطة المراقبة لخاصية الجودة (W) الصيغة التالية:[11]

$$UCL = \mu_w + L\sigma_w$$
$$CL = \mu_w$$
$$LCL = \mu_w - L\sigma_w$$

3.2-قواعد الحكم على العملية الإنتاجية من خلال خرائط جودة الإنتاج:

– قبل اتخاذ القرار بشأن مستوى الجودة في العملية الإنتاجية بمعنى هل هي مطابقة أو غير مطابقة لمواصفات الجودة يتعين على متخذ القرار أن يحدد مفهوم عدم مطابقة العملية الإنتاجية لمواصفات الجودة المطلوبة وهذا يتوقف على طبيعة الظاهرة محل الدراسة.

– فهناك حالات يعد فيها وجود نقاط تقع خارج حدي المراقبة (UCL. LCL) معيار أو دليل على إن العملية الإنتاجية غير مطابقة لمواصفات الجودة المطلوبة؛

– وهناك حالات يقال إن العملية الإنتاجية تكون غير مطابقة للمواصفات في حالة وجود نقاط تقع في مستوى أقل من الحد الأدنى للمراقبة فقط، بينما وجود نقاط في مستوى أعلى من الحد الأعلى لحدود المراقبة يعد أمر طيب ويتعين تدعيمه.

– وهناك أيضا حالات أخرى مثل خرائط المراقبة لعدد الوحدات المعيبة أو نسبة الوحدات المعيبة نجد أن معيار عدم المطابقة للمواصفات يقتصر على النقاط التي تقع في مستوى أعلى من الحد الأعلى للرقابة.[12]

ثالثا: أنواع خرائط الرقابة

تصنف خرائط المراقبة وفقا لنوع البيانات التي تحتويها، وتسمى البيانات التي تستند إلى القياسات مثل الوزن، الطول، العرض بالبيانات المستمرة، والبيانات التي تستند على الأعداد مثل عدد المبيعات أو عدد العيوب بالبيانات المنفصلة، ويمكن التمييز بين نوعين أساسيين من خرائط المراقبة كالآتي:[13]

3-1 خرائط المراقبة للمتغيرات[14]: تستخدم خرائط المراقبة للمتغيرات لكشف وتقدير خصائص المنتج أو الخدمة التي يمكن قياسها بوحدة رقمية، وتستخدم في هذه الحالة ما يعرف بخرائط الوسط الحسابي ($\bar{X}$ -*Chart*)وخرائط المدى (R-Chart) ولوحة الوسيط والمدى ولوحة المدى ولوحة الانحراف المعياري.[15]

وبالتالي يمكن القول إن خرائط المراقبة تستخدم عادة لمراقبة نوعية المنتج في عملية إنتاجية مستمرة، وأنها تسمح لخبير المراقبة عن قرب معرفة أي تغيرات في العملية الإنتاجية وتنذر المنتج للتغيرات الحاصلة في طبيعة المنتج، وهذا يساعد في التأكد من أن المنتج يطابق مواصفات الصنع ومعايير الجودة. [16]

3-2 خرائط المراقبة للصفات: تستخدم خرائط المراقبة للصفات عندما تقتصر عمليات التقييس على تصنيف الوحدات المنتجة إلى وحدات معيبة وغير معيبة أو على تعدد العيوب في العينة أو الوحدة المنتجة[17]، وكذلك في مجال الخدمات رضا أو عدم رضا العميل عن الخدمة المقدمة، ويمكن تقسيم خرائط المراقبة للصفات إلى أربع أنواع رئيسية هي:

1-خريطة نسبة عدم المطابقة (P-Charts).

2-خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts).

3-خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة (C-Charts).

4-خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts)[18]

3-2-1 خريطة نسبة عدم المطابقة (P-Charts): تستخدم خريطة نسبة عدم المطابقة لمراقبة نسبة عدد الوحدات غير المطابقة للمواصفات في خاصية جودة واحدة أو في مجموعة من خواص الجودة أو جميع خواص المنتج، ونسبة عدم المطابقة هي نسبة عدد الوحدات غير المطابقة للمواصفات المحددة لمجموع الوحدات المفحوصة، فإذا كانت العملية الإنتاجية مستقرة فان احتمال إنتاج وحدة غير مطابقة المواصفات يساوي (P)، وإذا تم أخذ عينة عشوائية حجمها (n) وحدة إنتاجية ووجد

عدد غير المطابق منها للمواصفات يساوي (D)، فان (D) يتبع توزيع ذي الحدين بمعلمتي P وn أي أن:

$$P\left(D=x\right)=\binom{n}{x}P^{x}\left(1-p\right)^{n-x}$$

الوسط الحسابي للتوزيع يساوي $np=\mu$ وتباينه $npq=\sigma^2$ ونسبة عدم المطابقة في العينة ($\hat{P}$) هي نسبة عدد الوحدات غير المطابقة (D) في المجموعة الجزئية لمجموع عدد الوحدات المفحوصة (n) في المجموعة الجزئية، ويمكن التعبير عن هذه النسبة كنسبة مئوية كما يلي: $\hat{P}=\frac{D}{n}$

و $\hat{P}$ متغير عشوائي يتبع توزيع ذي الحدين بوسط حسابي وانحراف معياري يأخذان الصيغتين التاليتين:[19]

$$\sigma_{\hat{P}}=\sqrt{\frac{P\left(1-P\right)}{n}} \quad \text{و} \quad \mu_{\hat{P}}=P$$

ولاستخراج حدود خريطة المراقبة نتبع نفس الخطوات المشار إليها في خريطة المراقبة للمتوسط والمدى وتحسب حدود خريطة الرقابة وفق الحالتين التاليتين كالتالي:

أ–حدود المراقبة في حالة معرفة نسبة عدم المطابقة: باستخدام تقريب التوزيع الطبيعي لتوزيع ذي الحدين فان حدود المراقبة لخريطة نسبة عدم المطابقة في حالة معرفة النسبة الحقيقية (**$P=P_0$**) يتم حسابها حسب الصيغة التالية:

$$UCL=P_0+3\sqrt{\frac{P_0\left(1-P_0\right)}{n}}$$

$$CL=P_0$$

$$LCL=P_0-3\sqrt{\frac{P_0\left(1-P_0\right)}{n}}$$

ب–حدود المراقبة في حالة عدم معرفة نسبة عدم المطابقة: إذا كانت القيمة الحقيقية لنسبة عدم المطابقة غير معلومة يتم تقديرها بحساب متوسط نسب عدم المطابقة للمجموعات الجزئية ويتم حسابها كما يلي:

$$\bar{P} = \begin{cases} \dfrac{\sum_{i=1}^{g} D_i}{gn} = \dfrac{\sum_{i=1}^{g} \hat{P}_i}{g} & \text{حجم العينة ثابت.....} \\ \dfrac{\sum_{i=1}^{g} D_i}{\sum_{i=1}^{g} n_i} & \text{حجم العينة متغير.....} \end{cases}$$

وتعطى حدود المراقبة في هاته الحالة كالتالي:[20]

$$UCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}{n}}$$

$$CL = \bar{P}$$

$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}{n}}$$

3-2-2 خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts): تستخدم هذه الخريطة لبيان عدد الوحدات غير المطابقة (**np**) وهي تختلف عن الخريطة السابقة والتي تبين نسبة الوحدات غير المطابقة ويمكن بيان عددها إذا كانت العينة ثابتة، بينما إعداد خريطة (**np**) فيها شيء من الصعوبة في حالة كون حجم العينة (**n**) متغير، بحيث تتغير حدود المراقبة أو الضبط مع تغير حجم العينة، ويمكن استنتاج حدود الخريطة وفق الحالتين التاليتين:

أ-حدود المراقبة في حالة عدم معرفة عدد الوحدات غير المطابقة: فيما يلي معادلات حدود المراقبة إذا كان عدد الوحدات المطابقة معلوما[21]

$$UCL = nP_0 + 3\sqrt{nP_0\left(1-P_0\right)}$$

$$CL = nP_0$$

$$LCL = nP_0 - 3\sqrt{nP_0\left(1-P_0\right)}$$

ب-حدود المراقبة في حالة عدم معرفة عدد الوحدات غير المطابقة: يتم استخراج حدود المراقبة كالتالي

الخط المركزي ويساوي متوسط عدد العيوب ويتم حسابه حسب الصيغة التالية

$$n\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{g} D_i}{g} \qquad I=1.2.3.....g$$

بحيث أن **n** حجم المجموعة الجزئية ويشترط أن يكون ثابتا،**g** عدد المجموعات الجزئية و $\bar{P}$ متوسط نسبة عدم المطابقة، و D_i عدد وحدات عدم المطابقة في المجموعة الجزئية رقم (i).

وتعطى حدود المراقبة كالتالي:[22]

$$UCL = n\bar{P} + 3\sqrt{n\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}$$

$$CL = n\bar{P}$$

$$LCL = n\bar{P} - 3\sqrt{n\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}$$

3-2-3 خرائط عدد غير المطابقات(العيوب): تستخدم خرائط عدد غير المطابقات لمراقبة عدد غير المطابقات في الوحدة المنتجة، وتنقسم إلى خريطتين هما، خريطة C وخريطة U.

حيث تستخدم الأولى في حالة ثبات عدد وحدات الفحص في العينة أو المجموعة الجزئية، في حين تستخدم الثانية في حالتي ثبات عدد وحدات الفحص في العينة وعدم ثبات أحجام وحدات الفحص، ووحدة الفحص هي الوحدة الثابتة التي يتم أخذها من مخرجات العملية بانتظام لفحصها وعد عدد العيوب فيها.[23]

3-2-3-1 خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة (C-Charts):إن هذه الخريطة هي نوع من أنواع خرائط الخصائص الصفات التي يتم بها مراقبة عدد العيوب في المنتج (**C**) ويصنف الإنتاج إلى معيب عند احتوائه على عيب واحد أو أكثر وعلى الرغم من استعمالات هذه الخريطة ليس بمستوى استعمالات خريطة المتوسط والمدى وخريطة نسب المعيب في حقل التصنيع إلا أنها تستعمل في مجالات متعددة، وتجدر الإشارة بصدد هذه الخريطة إلى إمكانية رسمها لمراقبة خاصية واحدة أو مجموعة من خصائص الجودة، لماكنة واحدة أو مجموعة من المكائن وأحيانا للمنتج الجاهز بأكمله.[24]

تستخدم خرائط عدد غير المطابقات لمراقبة عدد غير المطابقات في الوحدة المنتجة، وتنقسم إلى خريطتين هما، خريطة C وخريطةU،حيث تستخدم الأولى في حالة ثبات عدد وحدات الفحص في العينة أو المجموعة الجزئية، في حين تستخدم الثانية في حالتي ثبات عدد وحدات الفحص في العينة

وعدم ثبات أحجام وحدات الفحص، ووحدة الفحص هي الوحدة الثابتة التي يتم أخذها من مخرجات العملية بانتظام لفحصها وعد عدد العيوب فيها.[25]

ويمكن استنتاج حدود خريطة الرقابة وفق الحالتين التاليتين كالتالي:

أ-حالة معرفة عدد غير المطابقات في الوحدة: نفرض أن Xi يمثل عددا ير المطابقات في الوحدة المفحوصة رقم **i** وان متوسط عدد غير المطابقات في الوحدة هو **C** فان Xi يتبع توزيع بواسن أي أن:

$$P\left(X_i = x\right) = \frac{e^{-c}c^{x}}{x!} \qquad X=0,1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ;C>0$$

مع افتراض صحة تقريب التوزيع الطبيعي لتوزيع بواسن فان حدود المراقبة لخريطة C في حالة معرفة عدد غير المطابقات ($C=C_0$) تأخذ الصيغة التالية:[26]

$$UCL = C_0 + 3\sqrt{C_0}$$
$$CL = C_0$$
$$LCL = C_0 - 3\sqrt{C_0}$$

ب-حالة عدم معرفة عدد غير المطابقات في الوحدة: في حالة عدم معرفة قيمة C_0 فيتم سحب مجموعة من العينات من الوحدات المنتجة لإجراء الفحص عليها وتحديد الحالات غير المطابقة في العينة، حيث يتم تقدير C_0 من خلال حساب المتوسط $\bar{C}$، ويحسب $\bar{C}$ من خلال العلاقة التالية: حيث أن C_i هو عدد غير المطابقات في العينة رقم i ومن ثم تأخذ حدود المراقبة للخريطة كالتالي:[27]

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^{g} C_i}{g} \qquad \begin{aligned} UCL &= \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \\ CL &= \bar{C} \\ LCL &= \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \end{aligned}$$

3-2-3-2 خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts): تستخدم هذه الخريطة لمعالجة المشاكل التي تواجه خريطة الضبط لعدد الحالات غيرا لمطابقة في العينة (**خريطة C**) عندما يكون حجم العينة متغيرا بالشكل الذي يؤثر في حدود الضبط ولا يسمح بإقامة حدود ضبط معتمدة، ومن الجدير بالذكر أن عدد الحالات غير المطابقة في الوحدة (**U**) يتساوى عددها في العينة (**C**) مقسوما على عدد الوحدات في العينة (n) وفق الصيغة التالية: [28] $U_i = \frac{C_i}{n_i}$

ولرسم خريطة ($\mathbf{U}$) لعدد ($\mathbf{g}$) مجموعة جزئية يتم حساب قيمة الخط المركزي كما يلي:

وبما أن عدد غير المطابقات ($C_i=n_iu_i$) يتبع توزيع بواسن، وبافتراض صحة تقريب التوزيع الطبيعي لتوزيع بواسن فان مدى ثلاثة انحرافات معيارية لمجموع عدد غير المطابقات في المجموعة الجزئية يساوي تقريبا $\overline{un}_i \pm 3\sqrt{\overline{un}_i}$ وبقسمة طرفي المعادلة السابقة على (n_i) فان مدى ثلاثة انحرافات معيارية تأخذ الصيغة التالية: $\bar{U} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$

ومن ثم فإن حدود المراقبة للخريطة يكون كالتالي:[29]

$$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

$$CL = \bar{U}$$

$$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

الإطار الميداني أو التطبيقي للبحث

أولا: التعريف بالمؤسسة الصناعية سوترفيت تيارت: هي مؤسسة إنتاجية خاصة بتحويل المنتجات الطويلة TPL والتي تعتبر من بين أقدم المؤسسات في الجزائر وذلك من خلال التطرق إلى تقديمها وذكر مختلف فروعها عبر المناطق المختلفة من ربوع الوطن، وتسليط الضوء على فرع تيارت **SOTREFIT** إضافة إلى الهيكل التنظيمي له ونوعية المنتجات التي يختص بها هذا الفرع وكذا ذكر مراحل الإنتاج وسياسة الجودة التي يتبعها.

وقد أنشأت مؤسسة تحويل المنتجات الطويلة**TPL** سنة1983 بعد إعادة هيكلة الشركة الوطنية لصناعة الحديد والصلب السابقة، تختص **TPL** في تحويل المنتجات الحديدية الطويلة ولقد تمكنت هذه الأخيرة بفضل فروعها الستة المنتشرة على كامل التراب الوطني من توفير تشكيلة متنوعة من المنتجات تخص مختلف القطاعات كالزراعة، الصناعة، البناء، الأشغال العمومية أو الحرفية، كما تتعدد استعمالات منتجاتها من أسلاك مدرفلة بمقاييس ونوعيات مختلفة، منتجات التلحيم والصلب الخاص بالبناء، وهي تحتل مركز الريادة على المستوى الوطني بفضل قدراتها الإنتاجية وكفاءة العاملين وشبكة التوزيع الواسعة كما لا ننسى خبرتها الواسعة والطويلة في مجال تحويل المنتجات الحديدية وهذا ما شجعها على توسيع مبيعاتها حتى على المستوى الخارجي بدءا من دول المغرب العربي و إفريقيا.

ثانيا: قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام مخطط السيطرة للصفات

سيتم التطرق إلى خرائط المراقبة للصفات التي تم التعرض لها في الجانب النظري وهي كالتالي:

1.2 قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart)

لقياس جودة المنتجات الصناعية لمنتوج معين من إنتاج المؤسسة الوطنية سوترفيت باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة، بحيث تمت عملية رصد المنتجات المخالفة للمواصفات المعمول بها (المعيبة) وذلك لمدة 25 يوم، من عينة مقدارها 250 قطعة منتجة فكانت النتائج كما يوضحها الجدول 01

الجدول (01): الأخطاء الإنتاجية في مدة 25 يوم

الأيام	عدد المنتجات المصنعة	عدد المنتجات المعيبة
01	250	25
02	250	12
03	250	08
04	250	26
05	250	14
06	250	10
07	250	22
08	250	06
09	250	14
10	250	25
11	250	18
12	250	17
13	250	23
14	250	28
15	250	10
16	250	16
17	250	25
18	250	22

19	250	18
20	250	09
21	250	14
22	250	22
23	250	15
24	250	10
25	250	16
المجموع	--------	**425**

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق يتم حساب حدي المراقبة العلوي والسفلي كما يلي:

$$\bar{P} = \frac{\sum pi}{\sum g_x n} = \frac{425}{25x\ 250} = \frac{425}{3750} = 0.068$$

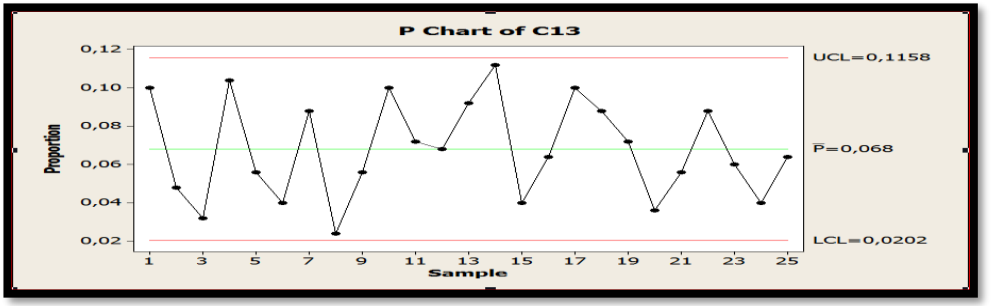
$$LCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}{n}} \qquad LCL = 0.068 + 3\sqrt{\frac{0.068x\ 0.932}{250}} = 0.11576$$

$$CL = \bar{P} \qquad CL = 0.068$$

$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}{n}} \quad \Rightarrow \quad LCL = 0.068 - 3\sqrt{\frac{0.068x\ 0.932}{250}} = 0.02023$$

وبإدخال معطيات الجدول السابق في البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الحصول على حدي المراقبة كما يوضحه الشكل التالي:

الشكل (01): خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart)



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (01) تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 25 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab 16.1 هي خريطة نسبة عدم المطابقة ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

2.2 قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدم المطابقة (np-chart)

لقياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدم المطابقة (np-chart)، وبالاستعانة بالجدول السابق رقم 01 يتم حساب حدي المراقبة العلوي والسفلي باستخدام المعادلات التالية

كما يلي:

$$n\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{g} p_i}{g} = \frac{425}{25} = 17$$

إذن

$$n\bar{P} = 17 \Rightarrow \bar{P} = \frac{17}{n} = \frac{17}{250} = 0.068$$

وعليه

$$1 - \bar{P} = 1 - 0.068 = 0.932$$

وبالتالي يمكن استخراج حدي المراقبة العلوي والسفلي كما يلي:

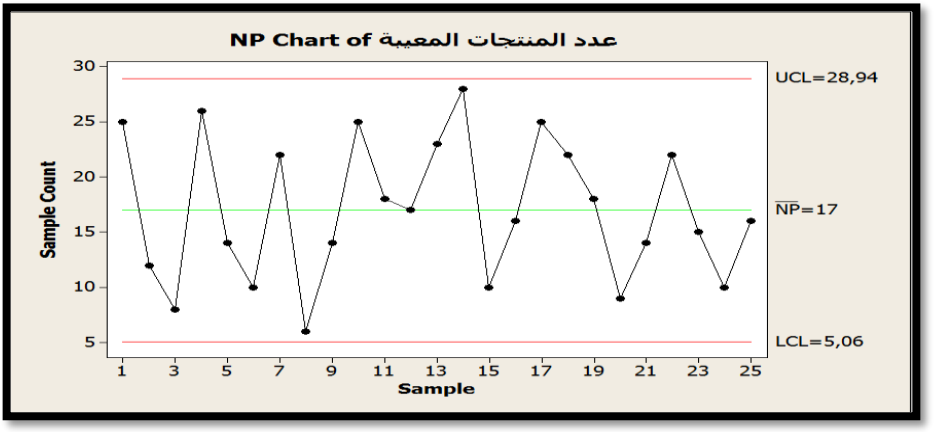
$$UCL = n\bar{P} + 3\sqrt{n\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)} \qquad UCL = 17 + 3\sqrt{17x\ 0.932} = 28.94$$

$$CL = n\bar{P} \qquad \Longrightarrow \qquad CL = 17$$

$$LCL = n\bar{P} - 3\sqrt{n\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)} \qquad LCL = 17 - 3\sqrt{17x\ 0.932} = 05.058$$

وبالاستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الوصول إلى الشكل التالي

الشكل (02): خريطة نسبة عدم المطابقة (P–chart)



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (02) تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 25 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab 16.1 هي خريطة عدم المطابقة ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

3.2 قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدد غير المطابقات (c–chart) و (U–chart)

سيتم التطرق في هذا المطلب إلى نوعين من الخرائط هما:

أولا: خريطة عدد غير المطابقات (c–chart): في هذا النوع من الخرائط يتم الاستعانة بتوزيع بواسن وبتقريب هذا التوزيع إلى التوزيع الطبيعي يتم الحصول على حدي المراقبة.

والجدول 02 يوضح عدد المنتجات المعيبة في سنة 2017

الجدول (02): عدد المنتجات المعيبة سنة 2017

الأشهر	عدد المنتجات المعيبة
01	120
02	145
03	100
04	110
05	125
06	145
07	125
0 8	150
09	125
10	105
11	112
12	120
المجموع	1482

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^{g} C_i}{g} = \frac{1482}{12} = 123.50$$

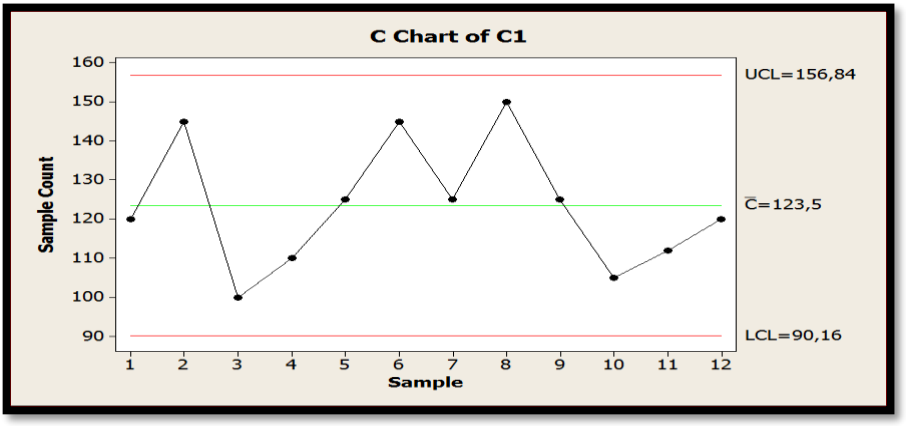
$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \qquad UCL = 123.50 + 3\sqrt{123.50} = 156.84$$

$$CL = \bar{C} \qquad \Rightarrow \qquad CL = 123.50$$

$$LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \qquad LCL = 123.50 - 3\sqrt{123.50} = 90.16$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (02) التالي:

الشكل (03): خريطة عدد غير المطابقات (c–chart)



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (03) تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 12 شهرا، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد غير المطابقات، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عملية عدد المنتجات المعيبة ، وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم

استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

ثانيا: خريطة عدد غير المطابقات(U–chart)

الجدول (03): عدد الأخطاء المنتجة في اليوم

الأيام	حجم العينة	عدد الحالات غير المطابقة	عدد المنتجات المعيبة
01	05	12	02.40
02	05	18	03.60
03	05	08	01.60
04	05	15	03.00
05	05	10	02.00
06	05	06	01.20
07	05	14	02.80
08	05	11	02.20
09	05	16	03.20
10	05	12	02.40
11	05	18	03.60
12	05	10	02.00
13	05	14	02.80
14	05	08	01.60
15	05	05	01.00
16	05	12	02.40
17	05	10	02.00
18	05	15	03.00
19	05	20	04.00
20	05	19	03.80

21	05	12	02.40
22	05	15	03.00
23	05	10	02.00
24	05	20	04.00
25	05	17	03.40
المجموع	--------	**341**	**65.40**

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

نعلم أن:

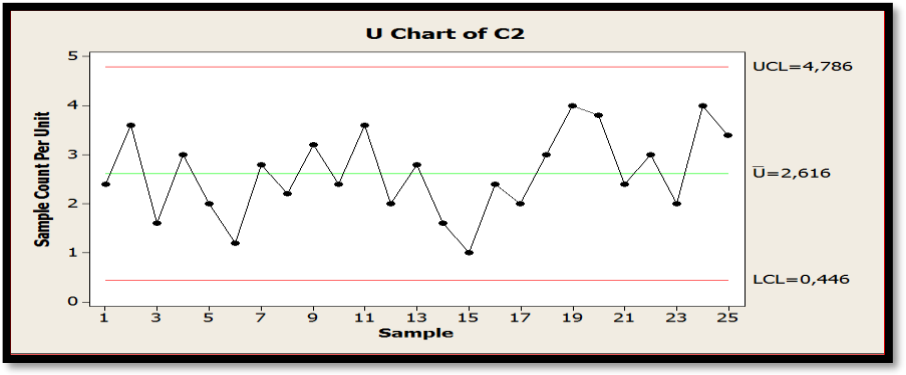
$$\overline{U} = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{m} = \frac{65.40}{25} = 02.616$$

$$UCL = \overline{U} + 03\sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \Leftrightarrow CLC = 02.616 + 03\sqrt{\frac{02.616}{05}} = 04.786$$

$$CL = \overline{U} \Leftrightarrow CL = 02.616$$

$$LCL = \overline{U} - 03\sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \Leftrightarrow LCL = 02.616 + 03\sqrt{\frac{02.616}{05}} = 0.446$$

الشكل (04): خريطة عدد غير المطابقات(U–chart)



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (17-4) تخص عدد الحالات غير المطابقة للمنتجات المعيبة المرتكبة خلال 25 يوما، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد الحالات غير المطابقة، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد الحالات غير المطابقة للمنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عملية عدد للمنتجات المعيبة ، وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

خاتمة البحث

وبعد تطبيق نماذج خرائط الرقابة للصفات على المنتجات الصناعية لمؤسسة سوترفيت تيارت (**SOTREFIT**) تم التوصل إلى ما يلي

-بينت الدراسة أن إدارة الجودة تعتبر من أهم المناهج التي تعمل على الاهتمام بتخفيض نسبة الإنتاج وأداء العمل بطريقة صحيحة من الوهلة الأولى كما أنها تساهم في ضبط جودة المنتجات من خلال تطبيق الأدوات والأساليب الإحصائية

- تستخدم خرائط الجودة للصفات إذا كان المتغير قابل للقياس الكمي بينما خرائط الجودة للمتغيرات تستخدم إذا كان المتغير غير قابل للقياس الكمي وكلاهما يستخدم لضبط المتغيرات على المدى القصير ولهما دور فعال في تحديد الانحرافات الحاصلة في العملية الإنتاجية ومعرفة أسبابها ومحاولة معالجتها بالاستعانة بقسم الجودة

-مخرجات العمليات الإحصائية لخرائط الرقابة للصفات كانت مستقرة لجميع الحالات

أن جميع مخرجات العمليات كانت مستقرة إحصائيا وتبقى هذه النتائج صحيحة فقط في الأجل القصير، أما إذا كانت العمليات تقاس في المدى البعيد فمن الأفضل استخدام **خرائط الجمع التراكمي** أو **خرائط المتوسطات المتحركة والمتوسطات المتحركة المرجحة أسيا.**

الهوامش والمراجع:

[1]مأمون درادكة، طارق الشبلي، الجودة في المنظمات الحديثة، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع، عمان-الأردن،2002، ص 15

[2]جمال طاهر أبو الفتوح، إدارة الإنتاج والعمليات مدخل إدارة الجودة الشاملة، مكتب القاهرة للطباعة والنشر، الطبعة الأولى،2002، القاهرة، ص272

[3] محمود عبد الفتاح رضوان، إدارة الجودة الشاملة، المجموعة العربية للتدريب والنشر، الطبعة الأولى، 2012، القاهرة، ص 14

[4] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، معهد الإدارة العامة، مركز البحوث، 2006، المملكة العربية السعودية، ص 15

مؤيد الفضل، حاكم محسن محمد ، إدارة الإنتاج و العمليات، دار زهران للنشر والتوزيع،2010، عمان-الأردن، ص 340[5]

[6] عبد الكريم محسنا، صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج والعمليات، الطبعة الرابعة، الذاكرة للنشر والتوزيع، بغداد – العراق، 2012، ص 542

[7] عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج والعمليات، مرجع سبق ذكره، ص 542

[8] مؤيد الفضل، حاكم محسن محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، مرجع سبق ذكره، ص 341

[9]منعم جلوب زمزير، إدارة الإنتاج والعمليات، دار زهران للنشر والتوزيع،1995، عمان-الأردن، ص 302

[10] إسماعيل إبراهيم القزاز، رامي حكمت الحديثي، عادل عبد المالك كوريل، SIX SIGMA وأساليب حديثة أخرى في إدارة الجودة الشاملة، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، الطبعة الأولى،2009، ص 99

[11] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص172

[12] أسامة ربيع أمين سليمان خرائط مراقبة الجودة الإحصائية وتطبيقاتها على الحاسب الآلي MINITAB جامعة المنوفية، الطبعة الاولى، القاهرة،2008، ص ص 2-3

[13] عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج والعمليات، الذاكرة للنشر والتوزيع، الطبعة الرابعة، مرجع سبق ذكره، ص 591

[14] هذا النوع الأول من خرائط السيطرة يخرج عن نطاق دراستنا في هذا البحث.

[15] مؤيد الفضل، حاكم محسن محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، مرجع سبق ذكره، ص398

[16]- عبد اللطيف حسن شومان، مقدمة في الإحصاء التطبيقي، دار الجنان للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولي، 2015 ص 264

[17] عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج والعمليات، الذاكرة للنشر والتوزيع، الطبعة الرابعة، مرجع سبق ذكره، ص 591

[18] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص ص 313-314

[19] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص314

[20] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، الأساليب الإحصائية في الإدارة، دار زهران للنشر، عمان-الأردن، ص ص 265-266

[21] مؤيد الفضل، حاكم محسن محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، مرجع سبق ذكره، ص418

[22] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص 337

[23] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص ص 338

[24] إسماعيل إبراهيم القزاز، وآخرون، SIX SIGMA وأساليب حديثة أخرى في إدارة الجودة الشاملة، مرجع سبق ذكره، ص133

[25] علاء الدين قبانجي، الاحتمال والإحصاء، منشورات جامعة دمشق، الطبعة الأولي، سوريا ،2011 -2012، ص 423

[26] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، الأساليب الإحصائية في الإدارة، مرجع سبق ذكره، ص 278

[27] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص ص 339

[28] مؤيد الفضل، حاكم محسن محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، مرجع سبق ذكره، ص423

[29] محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، مرجع سبق ذكره، ص ص 346