

الرقابة الإحصائية لجودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة المتوسط المتحرك

*Statistical control of the quality of industrial products using a moving average map*علي عابد^{1*}، محمد شريف²Ali Abed¹, Mohamed Cherif²¹مخبر تطوير المؤسسة الاقتصادية الجزائرية، فرقة إدارة الجودة، جامعة ابن خلدون -تيارت (الجزائر)ali.abed@univ-tiaret.dz²مخبر تطوير المؤسسة الاقتصادية الجزائرية، فرقة إدارة الجودة، جامعة ابن خلدون -تيارت (الجزائر)mohamed.cherif@univ-tiaret.dz

تاريخ النشر: 2023-03-31

تاريخ القبول: 2023-03-20

تاريخ الاستلام: 2022-10-15

ملخص:

تهدف هذه الدراسة الى تطبيق الأساليب الإحصائية في الرقابة على جودة المنتجات الصناعية، وذلك باستخدام خريطة المتوسط المتحرك التي تعتبر أكثر كفاءة من خريطة شوهارت، وقد تمت الدراسة في مؤسسة سوتريفيت بتيارت (SOTREFIT) ل أحد المنتجات الصناعية للشركة، وقد تم استخدام خريطة المتوسط المتحرك للفترة (w=3) و (w=4) و (w=5) وذلك باستخدام الانحراف المعياري المقدر إما بمتوسط المدى أو بمتوسط الانحراف المعياري، وبالإستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab تم التوصل إلى الخرائط الستة للمتوسطات المتحركة، وقد كانت الخريطين التي حققتا أقل خروج للعينات عن حدي السيطرة هما الخريطة بطول فترة (w=3) بدلالة متوسط الانحراف المعياري، والخريطة بطول فترة (w=5) بدلالة متوسط الانحراف المعياري، كما أن هذه النتائج المتوصل إليها تبقى نسبية ومن أجل التعمق في مثل هذه الدراسات لابد من اعتماد نوع آخر من الخائط هو خريطة الجمع اترامي أو خريطة المتوسط المتحرك المرجح أسيا.

كلمات مفتاحية: جودة، خريطة، متوسط متحرك، طول فترة، رقابة إحصائية.

تصنيفات JEL : Z21,M11,C44**Abstract:**

This study aims to apply statistical methods to control the quality of industrial products by using the moving average map which is more efficient than Schuhart's map, The study was carried out at SOTREFIT -TIARET- for one of the company's industrial products, the moving average map was used for the periods (w=3),(w=4) and (w=5) using the estimated standard deviation either with the mean range or the average standard deviation, by using the statistical program Minitab, the six charts of the moving averages were reached, the two maps that achieved the least out of control limits were the maps with a length of time (w=3)and (w=5) in terms of the mean standard deviation, these results remain relative, and in order to delve deeper into such studies, another type of map must be adopted, which is a cumulative addition map or a weighted moving average exponential map.

Keywords: quality, map, moving average, duration, statistical control**Jel Classification Codes:** C44,M11,Z21

1. مقدمة:

تعتبر الجودة الشاملة 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.

أما المؤسسات على اختلاف أنواعها وخاصة المؤسسات الإنتاجية فتشهد تغيرات سريعة وجذرية ومتتابعة أصبحت الجودة والجودة الشاملة السمة الغالبة على بيئة العمل المحيطة بها حيث تسعى جميع المؤسسات الإنتاجية على اختلاف أحجامها إلى تحقيق الجودة الشاملة في ظل التنافس العالمي على إنتاج مواد ذات جودة عالية وتنافسية راقية.

ومن الأساليب الإحصائية والكمية المستخدمة في معرفة جودة المنتج النموذج الإحصائي الذي وضعه الأمريكي بوالتر شوهارت والمعروف بخرائط الجودة (control chart) الذي يعتبر من بين الوسائل المستخدمة لضبط العملية إحصائياً (Statistical Process Control)، ولكن وما يعاب على هذه الخرائط أن أي نقطة فيها ليس لها علاقة ببيانات النقاط السابقة لها أي عديمة الذاكرة، هذه الصفة تجعل خريطة شوهارت أقل حساسية في كشف التغيرات الصغيرة المستمرة في مستوى العملية.

لذا يستعاض عن هذه الخريطة بخريطة أخرى تسمى بخريطة المتوسط المتحرك، والتي تعتبر بديلة لخريطة المراقبة لشوهارت لمراقبة العمليات في المرحلة الثانية، وهي مرحلة ما بعد تأسيس الاستقرار في مخرجات العملية التي تتصف بالتغيرات الصغيرة، إذ تعد هذه المرحلة مرحلة مراقبة مستمرة تهدف إلى الكشف عن التغيرات في مخرجات العملية وتحديد الأسباب الخاصة من ورائها ومعالجة المشكلات.

و لمعالجة موضوع الدراسة تم طرح الإشكالية التالية:

1.1. الإشكالية الرئيسية:

كيف يتم استخدام خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك في مراقبة جودة المنتجات الصناعية؟

2.1. فرضيات الدراسة:

في ضوء ما تقدم لمشكلة البحث و المتعلقة بكيفية الرقابة الإحصائية لجودة المنتج باستخدام خريطة المتوسط المتحرك يمكن صياغة الفرضيات التالية بهدف اختبار صحتها من عدمها.

- خريطة الرقابة هي طريقة فعالة لقياس جودة المنتجات بصفة دقيقة وباستمرار.

- خريطة الرقابة لشوهارت في مرحلتها الأولى أقل حساسية من المرحلة الثانية.

-خريطة الرقابة للمتوسط المتحرك خريطة فعالة في المدى الطويل.

3.1. أهداف الدراسة:

- تجلى القيمة العلمية والأهمية العملية لهذا البحث في كونه يركز على المجالات الرئيسية التالية:
- تسليط الضوء على الدور الهام الذي تلعبه الرقابة الإحصائية لجودة المنتج وإعطاء وصف شامل لمراحل الجودة في المؤسسة.
- إظهار مكانة الرقابة على المنتج وخريطة الرقابة خاصة خريطة المتوسط المتحرك في المؤسسات الإنتاجية.
- الأهمية البالغة لموضوع جودة المنتج وفائدته وكيفية الوصول إليه عن طريق تطبيق الأساليب الإحصائية وخرائط ضبط الجودة.
- تحسيس مسؤولي المؤسسات بأهمية تطبيق أساليب وأدوات الرقابة على المنتج في المؤسسة وذلك بمقارنة نتائجهم بالنتائج المتوصل إليها بعد تطبيق تلك الأساليب.
- تسليط الضوء على مدى مساهمة ضبط جودة المنتج في تحقيق الأرباح وتقليل التكاليف داخل المؤسسة..

4.1. المنهج المتبع وأدوات الدراسة:

للإجابة على الإشكالية المطروحة واختبار صحة الفرضيات من عدمها اعتمدنا على المنهج التاريخي لسرد مختلف التطورات والمراحل المتعلقة بالتطور التاريخي للرقابة الإحصائية للمنتجات، كما استعنا بالمنهج الوصفي التحليلي الذي يسمح بوصف نظام الرقابة على الجودة المنتج، كما تم الاعتماد على استخدام الطرق الإحصائية للرقابة على جودة المنتج من خلال خريطة الرقابة للمتوسط المتحرك، وتم الاعتماد في دراسة هذا النوع من الخريطة على البرنامج الإحصائي minitab .

2. مفهوم الرقابة على الجودة والتطور التاريخي لها:

1.2. مفهوم الرقابة على الجودة:

يقصد بها مجمل الأنشطة المنفذة بهدف التأكد من مطابقة خصائص وصفات المنتج مع تلك التي كانت محددة له سلفا.

إن فوظيفة الرقابة على الجودة تستهدف التأكد من ان ما يتم إنتاجه يتطابق تماما مع المواصفات المحددة، وهذا يستلزم بطبيعة الحال وضع مواصفات محددة مسبقا لإنتاج المنتج، وهذه المواصفات تصبح بمثابة المعايير التي ستم وفقا لها مقارنة المواصفات الفعلية مع المواصفات المحددة، لتحديد مستوى التطابق.

والرقابة على الجودة نشاط لا يشمل الرقابة على جودة المنتج النهائي فقط، بل يشمل الرقابة على مدخلات العملية الإنتاجية من مواد ومستلزمات وعمليات ونقل وتخزين وغيرهما لأن في ذلك ضماناً للوصول إلى منتج نهائي يتمتع بمواصفات تتطابق مع المعايير.

إن مضمون الرقابة على الجودة طراً عليه تطور سببه الرئيس هو ظروف السوق وتعزيز دور قيادة المستهلك لدورة الإنتاج والجودة.

فالمضمون التقليدي للرقابة على الجودة كان يتطابق مع وظيفة الفحص أو التفتيش على المنتجات الجاهزة، وعزل المنتجات المعيبة والتي لا تتفق مع المواصفات المحددة عن المنتجات التي ستعرض في الأسواق، بمعنى أن الرقابة على الجودة كانت رقابة على جودة المنتجات النهائية فقط.

أما المضمون الحديث للرقابة على الجودة وفي ظل مداخل الإدارة الحديثة مثل إدارة الجودة الشاملة (TQM) (Total Quality Management) فقد توسعت مساحة الرقابة على الجودة لتمتد من لحظة البحث عن المورد حتى ما بعد تسليم المنتج النهائي إلى الزبون أو المستهلك. (الحسين، 2012، صفحة 209)

2.2. التطور التاريخي للرقابة على الجودة:

ظهر موضوع الرقابة على الجودة منذ مرحلة الثورة الصناعية وقد صاحب عملية تقسيم العمل والتخصص، حيث أصبح كل عامل مسؤولاً عن جزء صغير من السلعة المنتجة، وخلال القرن العشرين، إزداد حجم المنظمات بشكل كبير، وأصبحت عملية المعاينة والفحص عملية فنية منظمة تخلو من العيوب، إذ يجتمع الأفراد المسؤولون عن المعاينة ليكتبوا التقرير، ويقدموه إلى مدير العمليات، بهدف التأكد من أن السلع المعيبة لم يتم بيعها إلى الزبائن ولكن وفي بداية العشرينات من القرن العشرين ونتيجة للتطور، فقد ظهر قسم منظم لرقابة الجودة يمارس أعمال الرقابة على الجودة، وبنتيجة هذا التطور فقد وجد أحياناً توتر بين العمال ومعايني رقابة الجودة.

وفي عام 1924 قدم والتر شوارت (Walter A. Shewhart) في مختبرات شركة بيل للهواتف في الولايات المتحدة الأمريكية مبادئ خرائط الرقابة الإحصائية للجودة، وقدم كل من رومينج (Roming) و دوج (Dodge) جداول عينات القبول، وفي نفس الوقت إزدادت أهمية الرقابة على الجودة بشكل كبير، وأصبح لها موقع مهم في الهيكل التنظيمي وفي مستوى الإدارات الرئيسية الأخرى، وقد تطلب الأمر إشترك المهندسين المسؤولون عن التصميم ومهندسي العملية، ومحلي رقابة الجودة والمراقبين والعاملين في خطوط الإنتاج والمعدات.

أما فيما يخص مساهمة العالم الميركي وليام إدوارد ديمينج (William Edward Deming) فقد إقترح طريقة إحصائية للرقابة على الجودة في المنظمات اليابانية، فقبل ديمينج كانت المنظمات اليابانية تنتج سلعها بمستوى رديء، إلا أن الصورة قد تغيرت بعد ذلك بشكل كبير، وفي الوقت الحالي، نلاحظ أن

السلع اليابانية من أفضل السلع في العالم من حيث الجودة وقد أطلق على ديمينج بطل اليابان، وخصصت جائزة سنوية باسمه تمنح لأفضل شركة صناعية في اليابان، وقد وضع ديمينج أربع عشرة نقطة تعتبر من أهم النقاط في تطوير وتحسين ورقابة الجودة.

وبعد الحرب العالمية الثانية، لم تكن الصناعة في الولايات المتحدة الأمريكية قادرة على إنتاج السلع ذات الجودة الكافية لترضي حاجات الزبائن والمستهلكين، بالإضافة إلى الحصة السوقية المنخفضة للسلع المصنعة في أمريكا، لذلك فقد كان هناك إلحاح كبير لتحسين السلع والخدمات، والتأكيد على إتباع الطرائق الإحصائية لضمان مطابقة السلع للمعايير المحددة.

وقد تشكلت الجمعية الأمريكية لرقابة الجودة عام 1946 وكان التأكيد الأولي لها على طرائق الرقابة الإحصائية للجودة، واهتمت بمشاكل قابلية الاعتماد، ومسؤولية السلعة والعطال صفر، ورقابة الجودة الشاملة، وقد عملت على نشر واستعمال أفكار رقابة الجودة في صناعات الإنتاج الخدمي. (الصرن، 2016، الصفحات 390-391)

3. أساليب الرقابة الإحصائية في الجودة:

يمكن تقسيم الأساليب الإحصائية في الرقابة على الجودة إلى مجموعتين أساسيتين:

1- أسلوب عينات القبول: ويقوم هذا الأسلوب على إختيار عينة عشوائية من الشحنة المراد فحصها، وبعد فحص العينة يتم قبول أو رفض الشحنة بناء على نتائج فحص العينة، وفي العادة هنا يشيع استخدام أسلوب قياس الخصائص من خلال تحديد خاصية مهمة للمنتج والتأكد من إمكانية قيام المنتج بهذه الخاصية أو عدم قدرته على ذلك.

2- أسلوب الرقابة على العملية: ويعتمد هذا الأسلوب على فحص عينات من الإنتاج أثناء التشغيل الفعلي للعملية الإنتاجية وبالتالي يمكن الحكم على درجة إنضباط العملية الإنتاجية بناء على نتائج فحص العينة، وفي العادة يشيع هنا استخدام أسلوب قياس المتغيرات من خلال القياس الفعلي لأحد مواصفات السلعة المنتجة مثل الوزن أو الطول أو السمك.... إلخ، ثم مقارنة نتيجة القياس بالحدود المسموح بها للحكم على جودة المنتج. (الدرادكة، 2015، صفحة 112)

بينما أسلوب القياس بالخصائص فيقوم على تحديد خاصية هامة للمنتج وقابلة للقياس، فإذا تحققت هذه الخاصية في المنتج أعتبر جيداً وإذا لم تتحقق اعتبر المنتج رديئاً، وبصفة عامة يمكن القول بأن أسلوب القياس بالمتغيرات هو الأكثر شيوعاً في ظل طريقة رقابة العملية، في حين أن القياس بالخصائص هو الأكثر استخداماً في ظل طريقة عينة القبول.

ومن أكثر الأساليب الإحصائية في الرقابة على الجودة انتشاراً الأسلوبين التاليين:

-أسلوب التوزيع التكراري.

-خرائط المراقبة الإحصائية. (الحسين، تخطيط الإنتاج ومراقبته، 2012، الصفحات 218-219)

4. مفهوم خرائط الجودة (خرائط الرقابة) وأنواعها

1.4 مفهوم خرائط الجودة (خرائط الرقابة)

تعرف بأنها خارطة بيانية لغرض تحديد جودة النوعية وفقا للمواصفات المعتمدة وتساعد في إتخاذ القرار الملائم بشأن العملية الإنتاجية.

وتعتمد هذه الطريقة على سحب عينات عشوائية من الإنتاج لفترات زمنية مختلفة وتهدف هذه الطريقة لغرض التعرف على التغيرات التي حدثت على المنتج.

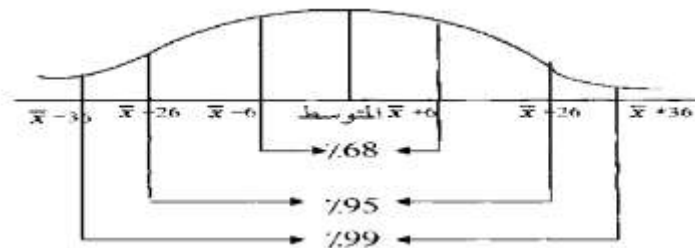
وهناك نوعين من التغيرات محتمل ان تحدث أسباب الصدفة أو أسباب غير الصدفة.

فإذا كانت التغيرات الناتجة جاءت نتيجة الصدفة فيمكن تجاوز الحالة أما إذا كانت التغيرات التي حدثت أسبابها غير الصدفة فهذا يحتاج إلى وقفة جدية لمعرفة الأسباب التي نشأت منها التغيرات وعليه يجب إستخدام مخططات السيطرة (خرائط الجودة) لغرض التعرف على الحدود العليا والدنيا للتغيرات.

وتعتمد فكرة المخطط على وجود محور أفقي وآخر عمودي يظهر داخلها خط مركزي يمثل متوسط العملية وخطين آخرين الولى هو الخط الأعلى الذي يمثل حد الرقابة الأعلى، والخط الأسفل يمثل حد الرقابة الأدنى، وهذان الحدان يمثلان مدى التغير في الخصائص المتعلقة بالمنتج.

حيث عندما تكون العملية الإنتاجية تحت الرقابة فإن التغير يكون واقعا بين الحد الأعلى والأدنى وتقترب الحالة من الأمثلية في حالة كون الظاهرة التي تم قياسها منطقية على الخط الوسطى، وفي حالة خروج التغير عن الحدود العليا و الدنيا يعني أن العملية الإنتاجية خارجة عن الرقابة أو السيطرة، ويتم ذلك من خلال متابعة العينات المسحوبة تباعا وفحصها داخل المخطط فإذا كانت العيوب التي تظهر من العينات لا تعتمد على الصدفة فيجب ان يكون توزيعها يتبع التوزيع الطبيعي والذي يأخذ الانحرافات المعيارية الثلاثة كما يوضحه الشكل رقم 1، حيث يبين أن حدود الانحراف من $\bar{X} + 3\sigma$ إلى $\bar{X} - 3\sigma$ حيث $\bar{X}$ هو الوسط الحسابي للعينة و σ هو الانحراف المعياري. (النعمي، راتب، و غالب، 2008، الصفحات 112-113)

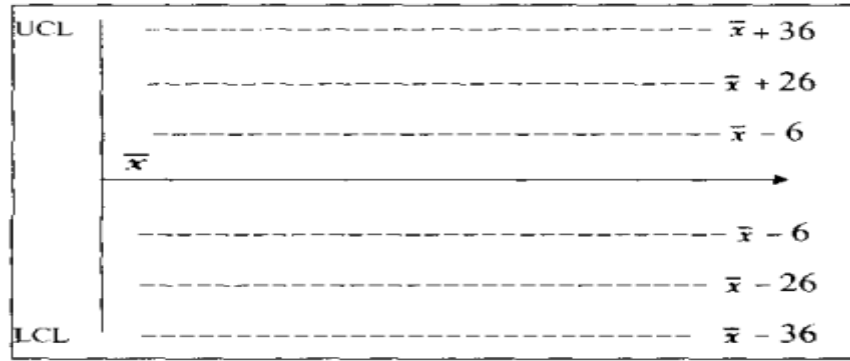
الشكل رقم(01): الانحرافات المعيارية الثلاثة



المصدر: محمد عبد العال النعمي، جليل صويص راتب، جليل صويص غالب إدارة الجودة المعاصرة، 2008، ص 114

أما الشكل رقم 2 فيبين الحدود العليا والدنيا لخريطة المراقبة

الشكل رقم (02): الحدود العليا والدنيا لخريطة الرقابة



المصدر: محمد عبد العال النعيمي، جليل صويص راتب، جليل صويص غالب إدارة الجودة المعاصرة، 2008، ص 114

حيث

UCL: هو الحد الأعلى للرقابة

LCL: هو الحد الأدنى للرقابة

ويتم تحديد المستوى المقبول للمواصفات بالحد الأعلى والأدنى، فإذا كانت العينات واقعة ضمن الحدود تقبل النتيجة وتكون مطابقة للمواصفات وفي حال وقوع العينات جميعها أو بعض منها خارج هذه الحدود ترفض ويتم أخذ قرار بالتعديل وتحديد الأسباب.

2.4 أنواع خرائط الرقابة (خرائط الجودة)

تنقسم خرائط الرقابة إلى نوعين رئيسيين وهما:

أ- **خرائط الرقابة للمتغيرات (Control Charts for Variables):** ويقصد بالمتغيرات مجموع خصائص المنتج أو الخدمة التي يمكن قياسها باستعمال أجهزة القياس مثل الأبعاد والأوزان، والخصائص الفيزيائية أو الميكانيكية للمنتجات.

أما في مجال العمليات الخدمية فقد تكون المتغيرات مثلاً مدة إنتظار المريض في العيادة، أو المدة التي تستغرقها عملية بنكية كالسحب أو الإيداع إلى غير ذلك.

وأكثر خرائط الرقابة للمتغيرات إستعمالاً في المجالات الصناعية والخدمية هي خرائط المراقبة للمتوسط والمدى ، وخرائط الرقابة للمتوسط والانحراف المعياري، وخرائط الرقابة للوسيط، وخرائط الرقابة للمتوسط المتحرك والمتوسط المتحرك المرجح أسياً، وخريطة الجمع التراكمي.

ب- **خرائط الرقابة للخواص (Control Charts for Attributes):** الخواص أو الصفات (Attributes) هي تلك خصائص المنتج أو الخدمة التي لا يمكن تحديدها عن طريق عملية القياس وإنما بالعد والحساب لعدد الوحدات المنتجة أو الخدمة المقدمة والتي يمكن الحكم عليها بأنها مقبولة أو

مرفوضة بناءاً على معايير ثابتة، وأكثر خرائط الرقابة للخواص استعمالاً هي خريطة عدد العيوب (c-chart) وخريطة نسبة المعيب (p-chart)، وخريطة عدد العيوب للعينة المتغيرة (u-chart)، وخريطة عدد المعيب للعينة الثابتة (np-chart). (عشوني، 2010، صفحة 86)

5. مفهوم خريطة المتوسط المتحرك (Moving Average Chart) وحدود المراقبة

1.5 مفهوم خريطة المتوسط المتحرك

تستخدم خريطة المتوسط المتحرك لمراقبة متوسط مخرجات العملية في حالتها المشاهدات الفردية والمجموعات الجزئية، وتتميز الخريطة بأنها أكثر حساسية في كشف التغيرات الصغيرة مقارنة بخريطتي المشاهدات الفردية والوسط الحسابي، غير أنها أقل حساسية من خريطة المتوسط المرجح أسياً (EWMA) وخريطة الجمع التراكمي (CUSUM)، ونقاط الخريطة هي الوسط الحسابي لفترات زمنية محددة المدى (span)، وفي كل مرة يحتسب فيها المتوسط المتحرك تترك الفترة الأقدم وتضاف قيمة الفترة اللاحقة، ولذلك جاءت التسمية بالمتحرك، ويعتمد تحديد طول الفترة (W) المراد عندها حساب المتوسط المتحرك على مستوى التغير المراد كشفه، وبصورة عامة لكشف التغيرات الصغيرة يفضل أن يكون طول الفترة كبيراً، أي أن العلاقة عكسية، ويقترح بيسل (Bissell) أن يكون طول W ما بين 03 و 05، فمثلاً في حالة المجموعات الجزئية ($n_i > 1$)، إذا كان طوا المدى المراد عنده حساب المتوسط المتحرك (W) يساوي 03 وعدد المجموعات الجزئية يساوي (g) يتم حساب المتوسطات المتحركة كمايلي:

$$M_1 = \bar{X}_1, M_2 = \frac{(\bar{X}_1 + \bar{X}_2)}{2}, M_3 = \frac{(\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3)}{3}, M_4 = \frac{(\bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \bar{X}_4)}{3}, \dots, M_g = \frac{(\bar{X}_{g-2} + \bar{X}_{g-1} + \bar{X}_g)}{3}$$

وبصورة عامة يتم حساب المتوسطات المتحركة كمايلي:

$$M_i = \frac{1}{W} (\bar{X}_{i-W+1} + \bar{X}_{i-W+2} + \dots + \bar{X}_{i-1} + \bar{X}_i) \text{ for } i \geq W$$

وإذا كانت $\bar{X}_i$ متغيرات عشوائية مستقلة عن بعضها البعض ولها تباين مشترك يساوي $\left(\frac{\sigma^2}{n}\right)$ فإن

تباين المتوسط المتحرك يأخذ الصيغة التالية: (إسماعيل، 2006، صفحة 259)

$$V(M_i) = \frac{1}{W^2} \sum_{j=i-W+1}^i V(\bar{X}_j) = \frac{1}{W^2} \sum_{j=i-W+1}^i \frac{\sigma^2}{n} \approx \frac{\sigma^2}{nW}$$

2.5 حدود المراقبة لخريطة المتوسط المتحرك

يمكن تمييز ثلاث حالات لحدود المراقبة لخريطة المتوسط المتحرك نذكرها كالتالي:

1.2.5 حدود المراقبة في حالة المجموعات الجزئية المتغيرة: تعطى حدود الرقابة كمايلي

–نقاط الخريطة (M_i)

$$M_i = \begin{cases} \frac{\bar{X}_1 + \dots + \bar{X}_i}{i} & \text{for } i \leq w \\ \frac{\bar{X}_1 + \dots + \bar{X}_{i-w+1}}{w} & \text{for } i > w \end{cases}$$

- الخط المركزي $\bar{\bar{X}}$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{n_1 \bar{X}_1 + n_2 \bar{X}_2 + \dots + n_g \bar{X}_g}{g}$$

حيث أن $\bar{X}_g$ هو الوسط الحسابي للمجموعة الجزئية رقم g

- حد المراقبة السفلي (LCL)

$$LCL_i = \begin{cases} \bar{\bar{X}} - L \left(\frac{\sigma}{i} \right) \sqrt{\frac{1}{n_1} + \dots + \frac{1}{n_1}} & \text{for } i \leq w \\ \bar{\bar{X}} - L \left(\frac{\sigma}{w} \right) \sqrt{\frac{1}{n_1} + \dots + \frac{1}{n_{i-w+1}}} & \text{for } i > w \end{cases}$$

- حد المراقبة العلوي (UCL)

$$UCL_i = \begin{cases} \bar{\bar{X}} + L \left(\frac{\sigma}{i} \right) \sqrt{\frac{1}{n_1} + \dots + \frac{1}{n_1}} & \text{for } i \leq w \\ \bar{\bar{X}} + L \left(\frac{\sigma}{w} \right) \sqrt{\frac{1}{n_1} + \dots + \frac{1}{n_{i-w+1}}} & \text{for } i > w \end{cases}$$

2.2.5 حدود المراقبة في حالة المجموعات الجزئية الثابتة ($n_i = n$): تعطى حدود الرقابة كمايلي

- نقاط الخريطة (M_i)

$$M_i = \begin{cases} \frac{\bar{X}_1 + \dots + \bar{X}_i}{i} & \text{for } i \leq w \\ \frac{\bar{X}_1 + \dots + \bar{X}_{i-w+1}}{w} & \text{for } i > w \end{cases}$$

- الخط المركزي $\bar{\bar{X}}$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_g}{g}$$

حيث أن $\bar{X}_g$ هو الوسط الحسابي للمجموعة الجزئية رقم g

-حد المراقبة السفلي (LCL)

$$LCL_i = \begin{cases} \bar{\bar{X}} - L \left(\frac{\sigma}{i} \right) \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{for } i \leq w \\ \bar{\bar{X}} - L \left(\frac{\sigma}{w} \right) \sqrt{\frac{w}{n}} & \text{for } i > w \end{cases}$$

-حد المراقبة العلوي (UCL)

$$UCL_i = \begin{cases} \bar{\bar{X}} + L \left(\frac{\sigma}{i} \right) \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{for } i \leq w \\ \bar{\bar{X}} + L \left(\frac{\sigma}{w} \right) \sqrt{\frac{w}{n}} & \text{for } i > w \end{cases}$$

3.2.5 حدود المراقبة في حالة المشاهدات الفردية: تعطى حدود الرقابة كمايلي

-نقاط الخريطة (M_i)

$$M_i = \begin{cases} \frac{X_1 + \dots + X_i}{i} & \text{for } i \leq w \\ \frac{X_1 + \dots + X_{i-w+1}}{w} & \text{for } i > w \end{cases}$$

-الخط المركزي $\bar{\bar{X}}$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g X_i$$

-حد المراقبة السفلي (LCL)

$$LCL_i = \begin{cases} \bar{\bar{X}} - \frac{L\sigma}{\sqrt{i}} & \text{for } i \leq w \\ \bar{\bar{X}} - \frac{L\sigma}{\sqrt{w}} & \text{for } i > w \end{cases}$$

-حد المراقبة العلوي (UCL)

$$UCL_i = \begin{cases} \bar{\bar{X}} + \frac{L\sigma}{\sqrt{i}} & \text{for } i \leq w \\ \bar{\bar{X}} + \frac{L\sigma}{\sqrt{w}} & \text{for } i > w \end{cases}$$

حيث أن w طول الفترة المراد عندها حساب المتوسط المتحرك، و g عدد المجموعات الجزئية للمشاهدات الفردية، σ تقدير الانحراف المعياري ويتم حسابه باستخدام إحدى المعادلتين التاليتين: $\sigma = \bar{R}/d_2$ أو $\sigma = \bar{S}/C_4$ (إسماعيل م.، 2006، الصفحات 260-261)

6. الدراسة التطبيقية

1.6 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** سنة 1983 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.

تعتبر مؤسسة سوترفيت احد فروع مؤسسة **TPL** وهي بذلك عبارة عن مؤسسة عمومية ذات طابع اقتصادي أنشأت في 01 جانفي 1989 كشركة ذات أسهم وكانت كنتيجة حتمية لإعادة هيكلة الشركة الوطنية لصناعة الحديد ومشتقاته، تمتلك سوترفيت الأملاك العقارية التالية:

المساحة الإجمالية: 249400م²

المساحة المغطاة: 56882م²

تقع سوترفيت **SOTREFIT** على بعد 02 كلم من مقر ولاية تيارت بالمنطقة الصناعية زعرورة ولقد تم وضع الطاقة الصناعية ومعظم تجهيزات الإنتاج وكذا التركيبات المرتبطة بمساعدة المصنع الإيطالي (دانييلي).

2.6 استخدام خريطة المتوسط المتحرك في قياس جودة المنتجات الصناعية لمؤسسة سوترفيت

من اجل القيام بعملية الرقابة الإحصائية لجودة المنتجات الصناعية لمنتوج معين من إنتاج المؤسسة الوطنية سوترفيت باستخدام خريطة المدى المتحرك، قمنا برصد القياسات اليومية لنوع معين من المنتج

وذلك لمدة 25 يوم، وباستخدام العينة العشوائية المنتظمة تم اخذ عينة عشوائية لـ 09 قياسات يومية، والجدول رقم (01) يوضح القياسات المختلفة.

الجدول رقم (01): القياسات المختلفة لمنتج الشركة خلال 25 يوم

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1	2,26	2,52	2,06	2,95	3,15	3,25	4,44	4,74	1,77
2	4,52	3,12	3,96	2,35	2,45	3,75	3,64	3,44	3,33
3	3,92	3,52	1,26	2,85	3,25	4,10	4,84	2,24	7,45
4	3,02	3,92	4,26	5,45	3,35	5,14	6,74	6,84	5,05
5	6,32	2,82	8,46	3,85	1,75	4,08	3,54	8,84	9,12
6	4,72	4,42	7,26	4,55	2,45	4,60	3,54	3,24	4,37
7	5,82	3,62	6,26	2,85	3,45	4,32	1,54	2,34	2,87
8	8,12	4,42	4,86	3,55	3,65	6,90	6,79	2,54	2,67
9	4,92	2,92	5,76	2,85	2,45	3,62	3,55	4,74	1,07
10	4,22	5,12	4,56	2,25	2,45	3,65	2,54	3,44	4,37
11	6,44	3,82	4,46	8,44	5,45	4,21	3,44	8,84	7,37
12	9,62	9,22	7,06	1,15	5,75	5,73	6,64	8,04	2,27
13	8,75	2,72	9,76	5,85	3,15	9,67	8,45	2,44	2,07
14	2,33	3,52	5,12	3,05	7,25	5,09	7,14	2,74	3,87
15	6,45	3,22	7,86	1,85	10,25	4,53	9,44	4,64	4,97
16	3,62	5,12	4,86	4,55	1,65	3,35	3,44	2,04	2,27
17	3,52	2,52	7,86	1,15	3,55	3,11	2,94	1,54	1,47
18	2,82	6,62	5,86	7,35	4,65	4,85	4,74	4,14	5,07
19	2,12	4,02	4,96	1,35	1,35	2,15	1,74	3,34	3,87
20	3,72	2,52	6,56	2,15	3,95	2,85	2,14	1,64	1,07
21	2,12	2,82	9,45	3,95	3,65	2,55	8,67	4,34	1,77
22	3,02	3,42	1,16	2,65	2,15	1,25	2,90	3,14	2,27
23	8,88	3,22	2,16	3,95	3,65	3,93	9,70	9,34	3,57
24	2,32	2,42	1,56	5,95	1,85	2,50	2,80	7,54	3,37
25	3,82	1,92	2,26	4,45	3,95	3,16	2,70	1,34	4,37

المصدر: من إعداد الباحثين

سنقوم بإعداد خريطة المتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة (w=3) ثم (w=4) ثم (w=5) ، باستخدام المقدرين للانحراف المعياري من أجل المقارنة ومعرفة اي طول فترة يساهم في الحد من ظهور النقاط المتطرفة عن حدي المراقبة

1.2.6 باعتبار طول الفترة (w=3)

المتوسط الحسابي الكلي هو

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_g}{g} \Rightarrow \bar{X} = \frac{3.01556 + 3.39556 + \dots + 3.10778}{25} = \frac{104.6811}{25} = 4.1872$$

ولحساب الانحراف المعياري سوف نقوم بحسابه وفقا للمقدين التاليين:

- باعتبار σ الانحراف المعياري والذي يتم تقديره بـ $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$ مع العلم أن قيمة الثابت d_2 هي 2.97 (الملحق رقم 1)

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{130.45}{25} = 05.218$$

$$\sigma = \bar{R} / d_2 \Rightarrow \sigma = 5.218 / 2.97 = 1.757 \quad \text{إذن}$$

- باعتبار σ الانحراف المعياري والذي يتم تقديره بـ $\bar{S} / C_4$ مع العلم أن قيمة الثابت C_4 هي 0.9896 (الملحق رقم 2)

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} = \frac{45.1775}{25} = 01.807$$

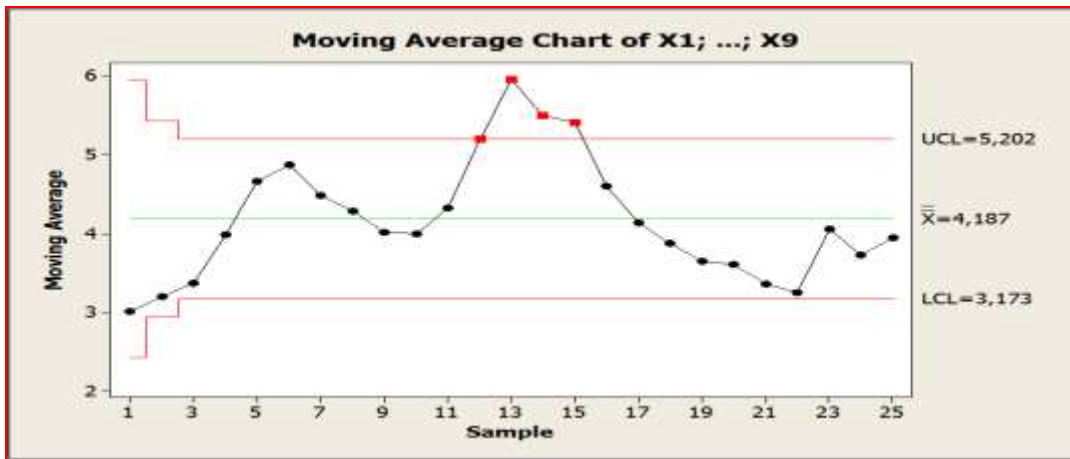
$$\sigma = \bar{S} / C_4 \Rightarrow \sigma = 1.807 / 0.9896 = 1.8260 \quad \text{إذن}$$

بعد حساب المتوسط الكلي والمدى والانحراف المعياري نستخرج خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باستخدام البرنامج الإحصائي minitab

1. باعتبار $\sigma = \bar{R} / d_2$ نتحصل على خريطة المراقبة كالتالي

الشكل رقم (03): خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة ($w=3$) والمقدرة بالانحراف المعياري

$$\sigma = \bar{R} / d_2$$



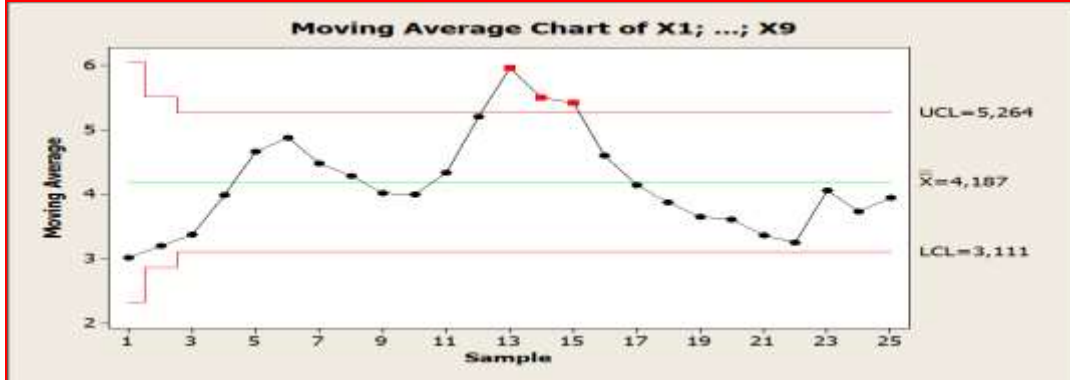
المصدر: من إعداد الباحثين بالإستعانة بمخرجات برنامج minitab

التحليل: نلاحظ من الشكل رقم (03) أن جميع النقاط المتعلقة بخريطة المتوسط المتحرك بدلالة متوسط المدى تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا العينات رقم 12 و13 و14 و15 والتي وقعت خارج حدي السيطرة، وعليه فالعملية غير مستقرة إحصائياً ، ولابد من الرجوع الى قسم الجودة لمعرفة الخلل.

2. باعتبار $\sigma = \bar{S}/C_4$ نتحصل على خريطة المراقبة كالتالي

الشكل رقم (04): خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة (w=3) والمقدرة بالانحراف المعياري

$$\sigma = \bar{S}/C_4$$



المصدر: من إعداد الباحثين بالإستعانة بمخرجات برنامج minitab

التحليل: نلاحظ من الشكل رقم (04) أن جميع النقاط المتعلقة بخريطة المتوسط المتحرك بدلالة متوسط الانحراف المعياري تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا العينات 13 و14 و15 والتي وقعت خارج حدي السيطرة، وعليه فالعملية غير مستقرة إحصائياً، ولابد من الرجوع الى قسم الجودة لمعرفة الخلل.

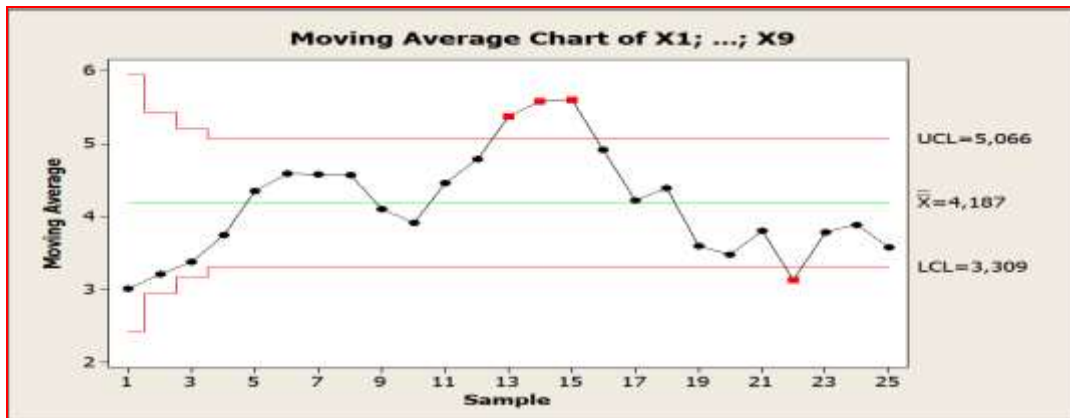
2.2.6 باعتبار طول الفترة (w=4)

تبقى القيم مثل المتوسط الحسابي الكلي والانحراف المعياري بالتقديرين على حالهم

1. باعتبار $\sigma = \bar{R}/d_2$ نتحصل على خريطة المراقبة كالتالي

الشكل رقم (05): خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة (w=4) والمقدرة بالانحراف المعياري

$$\sigma = \bar{R}/d_2$$



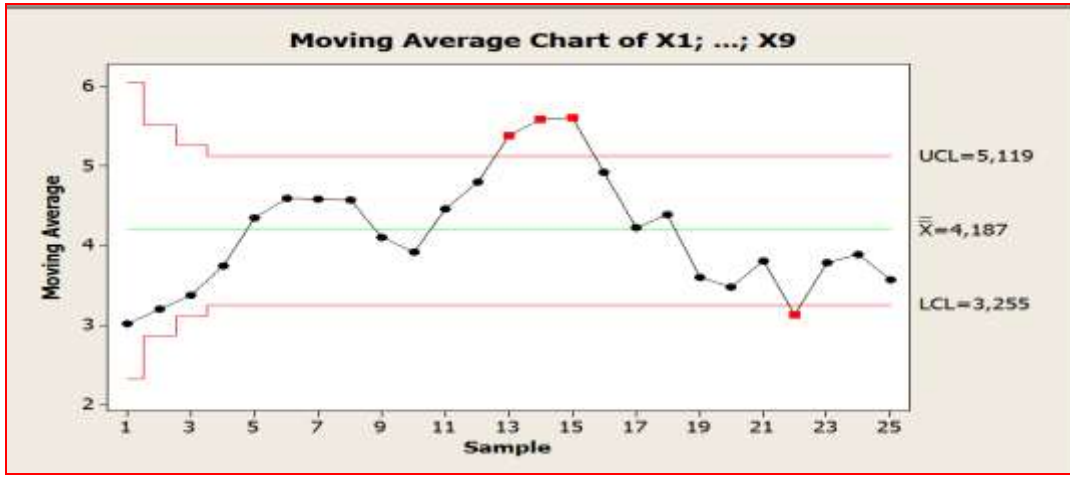
المصدر: من إعداد الباحثين بالإستعانة بمخرجات برنامج minitab

التحليل: نلاحظ من الشكل رقم (05) أن جميع النقاط المتعلقة بخريطة المتوسط المتحرك بدلالة متوسط المدى تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا العينات رقم 13 و14 و15 والتي وقعت خارج حدي السيطرة العلوي ، أما العينة رقم 22 فوقعت خارج حد السيطرة السفلي وعليه فالعملية غير مستقرة إحصائيا ، ولابد من الرجوع الى قسم الجودة لمعرفة الخلل.

2. باعتبار $\sigma = \bar{S}/C_4$ نتحصل على خريطة المراقبة كالتالي

الشكل رقم (06): خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة (w=4) والمقدرة بالانحراف المعياري

$$\sigma = \bar{S}/C_4$$



المصدر: من إعداد الباحثين بالإستعانة بمخرجات برنامج minitab

التحليل: نلاحظ من الشكل رقم (06) أن جميع النقاط المتعلقة بخريطة المتوسط المتحرك بدلالة متوسط الانحراف المعياري تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا العينات رقم 13 و14 و15 والتي وقعت خارج حدي السيطرة العلوي ، أما العينة رقم 22 فوقعت خارج حد السيطرة السفلي وعليه فالعملية غير مستقرة إحصائيا ، ولابد من الرجوع الى قسم الجودة لمعرفة الخلل.

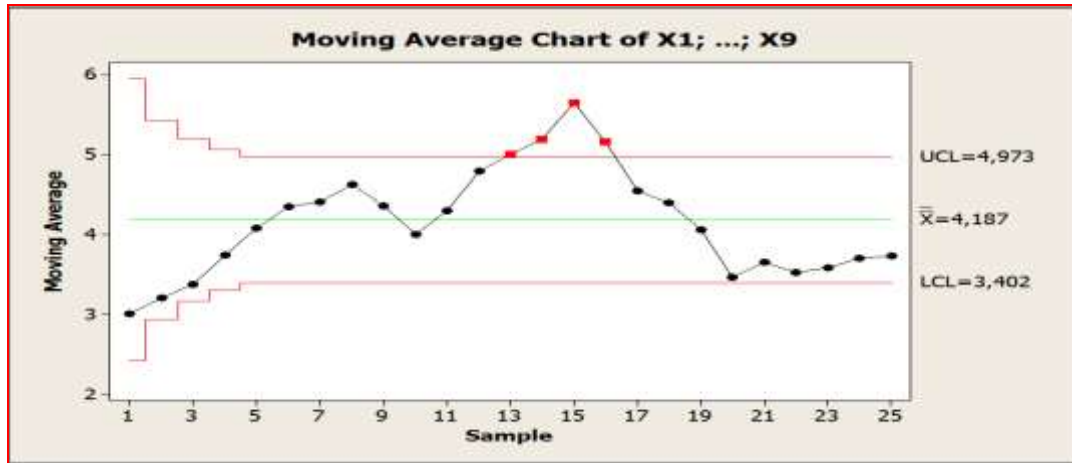
3.2.6 باعتبار طول الفترة (w=5)

تبقى القيم مثل المتوسط الحسابي الكلي والانحراف المعياري بالتقديرين على حالهم

1. باعتبار $\sigma = \bar{R}/d_2$ نتحصل على خريطة المراقبة كالتالي

الشكل رقم (07): خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة (w=5) والمقدرة بالانحراف المعياري

$$\sigma = \bar{R}/d_2$$



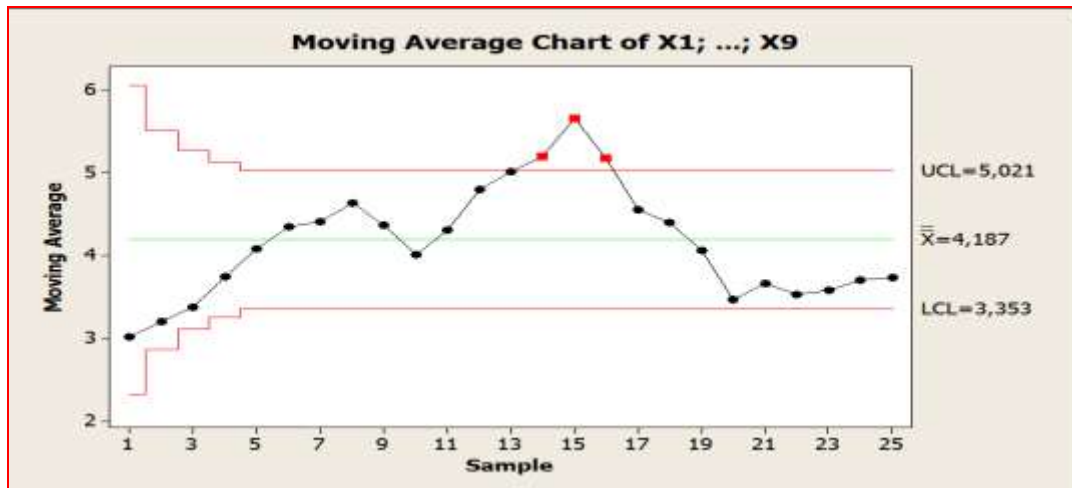
المصدر: من إعداد الباحثين بالإستعانة بمخرجات برنامج minitab

التحليل: نلاحظ من الشكل رقم(07) أن جميع النقاط المتعلقة بخريطة المتوسط المتحرك بدلالة متوسط المدى تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا العينات رقم 13 و14 و15 و16 والتي وقعت خارج حدي السيطرة العلوي ، وعليه فالعملية غير مستقرة إحصائيا ، ولابد من الرجوع الى قسم الجودة لمعرفة الخلل.

2. باعتبار $\sigma = \bar{S}/C_4$ نتحصل على خريطة المراقبة كالتالي

الشكل رقم (08): خريطة المراقبة للمتوسط المتحرك باعتبار طول الفترة (w=5) والمقدرة بالانحراف المعياري

$$\sigma = \bar{S}/C_4$$



المصدر: من إعداد الباحثين بالإستعانة بمخرجات برنامج minitab

التحليل: نلاحظ من الشكل رقم(08) أن جميع النقاط المتعلقة بخريطة المتوسط المتحرك بدلالة متوسط الانحراف المعياري تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا العينات رقم 14 و 15 و 16 والتي

وقعت خارج حدي السيطرة العلوي ، وعليه فالعملية غير مستقرة إحصائياً ، ولا بد من الرجوع الى قسم الجودة لمعرفة الخلل.

7. الخاتمة:

بعد تطبيق خريطة المتوسط المتحرك بطول فترة $(w=3)$ و $(w=4)$ و $(w=5)$ على المنتجات الصناعية لمؤسسة سوترفيت تيارت (SOTREFIT) تم التوصل إلى ما يلي

- مخرجات العمليات الإحصائية لخريطة المتوسط المتحرك بطول فترة $(w=3)$ و $(w=4)$ و $(w=5)$ كانت غير مستقرة إحصائياً لجميع طول الفترات المختارة ، حيث أن بعض النقاط وقعت خارج حد السيطرة العلوي والبعض الآخر خارج حد السيطرة السفلي.

- بما أن العملية الإحصائية كانت غير مستقرة لجميع الفترات المختارة يبقى على فريق الجودة اختيار الخريطة المثلى التي تكون فيها العينات خارج السيطرة أي الخريطة التي تكلف أقل الخسائر.

- يبقى فريق إدارة الجودة لمؤسسة سوترفيت تيارت (SOTREFIT)، المسؤول الوحيد عن الخلل الذي وقع للمنتج بالإعتماد على خريطة المتوسط المتحرك، وذلك بالرجوع إلى البطاقة الفنية للمنتج من أجل معرفة الخلل.

- من أجل تحديد نوع خريطة المتوسط المتحرك لأطوال الفترات المختارة و التي تساهم في تقليل خروج العينات عن حدي السيطرة وبالإستعانة بالإنحراف المعياري المقدر بمتوسط المدى أو متوسط الإنحراف المعياري نقوم بالمفاضلة بين الخرائط الستة التي تم التوصل إليها وأن الخريطة المثلى هي

- خريطة المتوسط المتحرك بطول فترة $(w=3)$ بدلالة متوسط الإنحراف المعياري حيث أن النقاط التي كانت خارج السيطرة هي 13 و 14 و 15

- خريطة المتوسط المتحرك بطول فترة $(w=5)$ بدلالة متوسط الإنحراف المعياري حيث أن النقاط التي كانت خارج السيطرة هي 14 و 15 و 16

- فريق الجودة لمؤسسة سوترفيت تيارت (SOTREFIT) لديه خيارين لخريطة المتوسط المتحرك إما بطول فترة $(w=3)$ أو $(w=5)$.

- خريطة المتوسط المتحرك لجميع الفترات المختارة وبدلالة متوسط المدى كانت كلها خارج التصنيف.

- خريطة المتوسط المتحرك بطول فترة $(w=4)$ وبدلالة متوسط الإنحراف المعياري كانت خارج التصنيف.

- 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

• من أجل التأكد الجيد لجودة الرقابة الإحصائية للعمليات الإنتاجية لا بد من تطبيق ما يعرف بمؤشرات المقدرة العملية.

• تبقى هذه النتائج صحيحة فقط بالإستعانة بهذا النوع من الخريطة ومن أجل التعمق في جودة الإنتاج يفضل استخدام خريطة الجمع التراكمي أو خريطة المتوسطات المتحركة المرجحة أسياً أو خريطة المراقبة للمتغيرات المتعددة.

8. الإحالات والمراجع:

- رعد الصرن. (2016). إدارة الجودة الشاملة-مدخل الوظائف والأدوات-. سوريا، دمشق: دار ومؤسسة رسلان للطباعة والنشر والتوزيع.
- مأمون سليمان الدراكة. (2015). إدارة الجودة الشاملة وخدمة العملاء (الإصدار 2). عمان، الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- محمد أديوي الحسين. (2012). تخطيط الإنتاج ومراقبته (الإصدار 2). عمان، الأردن: دار المناهج للنشر والتوزيع.
- محمد أديوي الحسين. (2012). تخطيط الإنتاج ومراقبته (الإصدار 2). عمان، الأردن: دار المناهج للنشر والتوزيع.
- محمد أحمد عيشوني. (2010). الدليل العملي للتحسين المستمر للعمليات باستخدام الأدوات الأساسية السبع للجودة (الإصدار 1). الرياض، المملكة العربية السعودية: دار الأحاب للنشر والتوزيع.
- محمد عبد الحمان إسماعيل. (2006). الرقابة الإحصائية على العمليات (الإصدار 1). الرياض، المملكة العربية السعودية: معهد الإدارة العامة.
- محمد عبد الرحمان إسماعيل. (2006). الرقابة الإحصائية على العمليات (الإصدار 1). الرياض، المملكة العربية السعودية: معهد الإدارة العامة.
- محمد عبد العال النعيمي، جليل صويص راتب، و جليل صويص غالب. (2008). إدارة الجودة المعاصرة-مقدمة في إدارة الجودة الشاملة للإنتاج والعمليات والخدمات-. عمان، الأردن: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

9. الملاحق:

الملحق رقم (01): قيم الثابت d_2 المستخدمة في طريقة المتوسط والمدي

	w														
z	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1.41	1.91	2.24	2.48	2.67	2.83	2.96	3.08	3.18	3.27	3.35	3.42	3.49	3.55	
2	1.28	1.81	2.15	2.40	2.60	2.77	2.91	3.02	3.13	3.22	3.30	3.38	3.45	3.51	
3	1.23	1.77	2.12	2.38	2.58	2.75	2.89	3.01	3.11	3.21	3.29	3.37	3.43	3.50	
4	1.21	1.75	2.11	2.37	2.57	2.74	2.88	3.00	3.10	3.20	3.28	3.36	3.43	3.49	
5	1.19	1.74	2.10	2.36	2.56	2.78	2.87	2.99	3.10	3.19	3.28	3.36	3.42	3.49	
6	1.18	1.73	2.09	2.35	2.56	2.73	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.49	
7	1.17	1.73	2.09	2.35	2.55	2.72	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48	
8	1.17	1.72	2.08	2.35	2.55	2.72	2.87	2.98	3.09	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48	
9	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48	
10	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.42	3.48	
11	1.15	1.71	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48	
12	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.72	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48	
13	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.71	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48	
14	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48	
15	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.08	3.18	3.26	3.34	3.41	3.48	
>15	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.97	3.078	3.173	3.258	3.336	3.407	3.472	

المصدر: محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، 2006، ص 436

الملحق رقم (02): الثوابت المستخدمة في رسم خرائط المراقبة للمتغيرات

حجم عينة (n)	D ₃	D ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	d ₁	c ₁	d ₃
2	0	3.267	0	3.267	0	2.606	1.880	2.659	1.880	1.880	1.128	0.7979	0.853
3	0	2.574	0	2.568	0	2.276	1.023	1.954	1.187	1.607	1.693	0.8862	0.888
4	0	2.282	0	2.266	0	2.088	0.729	1.628	0.796	0.796	2.059	0.9213	0.880
5	0	2.114	0	2.089	0	1.964	0.577	1.427	0.691	0.660	2.326	0.9400	0.864
6	0	2.004	0.030	1.970	0.029	1.874	0.483	1.287	0.549	0.580	2.534	0.9515	0.848
7	0.076	1.924	0.118	1.882	0.113	1.806	0.419	1.182	0.509	0.521	2.704	0.9594	0.833
8	0.136	1.864	0.185	1.815	0.179	1.751	0.373	1.099	0.434	0.477	2.847	0.9650	0.820
9	0.184	1.816	0.239	1.761	0.232	1.707	0.337	1.032	0.412	0.444	2.970	0.9693	0.808
10	0.223	1.777	0.284	1.716	0.276	1.669	0.308	0.975	0.365	0.419	3.078	0.9727	0.797
11	0.256	1.744	0.321	1.679	0.313	1.637	0.285	0.927	0.350	0.399	3.173	0.9754	0.787
12	0.284	1.717	0.354	1.646	0.346	1.610	0.266	0.886	0.317	0.382	3.258	0.9776	0.778
13	0.308	1.693	0.382	1.618	0.374	1.585	0.249	0.850	0.306	0.368	3.336	0.9784	0.770
14	0.329	1.672	0.406	1.594	0.399	1.563	0.235	0.817	0.282	0.356	3.407	0.9810	0.763
15	0.348	1.653	0.428	1.572	0.421	1.544	0.223	0.789	0.274	0.346	3.472	0.9823	0.756
16	0.364	1.637	0.448	1.552	0.440	1.526	0.212	0.763	0.257	0.337	3.532	0.9835	0.750
17	0.379	1.622	0.466	1.534	0.458	1.511	0.203	0.739	0.250	0.329	3.588	0.9845	0.744
18	0.392	1.608	0.482	1.518	0.475	1.496	0.194	0.718	0.237	0.322	3.640	0.9854	0.739
19	0.404	1.597	0.497	1.503	0.490	1.483	0.187	0.698	0.231	0.315	3.689	0.9862	0.734
20	0.414	1.585	0.510	1.490	0.504	1.470	0.180	0.680	0.218	0.308	3.735	0.9869	0.729
21	0.425	1.575	0.523	1.477	0.516	1.459	0.173	0.663	0.215	0.303	3.778	0.9876	0.724
22	0.434	1.566	0.534	1.466	0.528	1.448	0.167	0.647	0.204	0.298	3.819	0.9882	0.720
23	0.443	1.557	0.545	1.455	0.539	1.438	0.162	0.633	0.202	0.292	3.858	0.9887	0.716
24	0.452	1.548	0.555	1.445	0.549	1.429	0.157	0.619	0.192	0.288	3.895	0.9892	0.712
25	0.459	1.541	0.565	1.435	0.559	1.420	0.153	0.606	0.191	0.284	3.931	0.9896	0.708

المصدر: محمد عبد الرحمان إسماعيل، الرقابة الإحصائية على العمليات، 2006، ص 435