حساب متوسط طول التشغيل (ARL) للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في أحدى الشركات الصناعية

أ.م.د. جنان عباس ناصر العبيدي / الكلية التقنية الادارية / الجامعة التقنية الوسطى
الباحث / نور عباس عبد

تاريخ التقديم:2017/10/3
تاريخ القبول:2017/11/15

المستخلص

لوحات السيطرة الاحصائية استعملت بصورة شائعة في العملية الانتاجية ومقياس للسيطرة على العملية الانتاجية . في هذا البحث ندرس استخدام أسلوب سلسلة ماركوف في حساب متوسط طول التشغيل (ARL) للوحة المجموع المتراكم Cusum للكشف عن الانحرافات في متوسط العملية الانتاجية . ولوحات السيطرة لمتوسط المتحرك الموزون أسياً EWMA للكشف عن الانحرافات في المتوسط والانحراف المعياري للعملية الانتاجية . أيضا استعملنا لوحات EWMA مستند على اللوغاريتم بتباين العينة لمراقبة الانحراف المعياري للعملية. عندما تكون المشاهدات (منتجات مختارة من مصنع المأمون) موزعة بشكل مستقل ومتطابق (iid) من التوزيع الطبيعي في عملية تصنيع مستمرة . استعمل منهج دراسة الحالة بوصفه المنهج الملائم للوصول الى اهداف البحث واختير كل من (منتوج معجون الاسنان عنبر ومنتوج كريم اليد بلسم ومنتوج منعم الاقمشة عطور ومنتوج منظف الحمامات رونق) لتمثل عينة البحث . اما الاساليب الاحصائية المستخدمة فهي لوحات الـ Cusum وEWMA وأعتماد معيار (ARL) و(SDRL) و المستحصلة بأستعمال أسلوب سلسلة ماركوف .

توصل الباحث الى جملة من الاستنتاجات كان أبرزها ان هناك أنحرافات في العملية الانتاجية عن القيمة المستهدفة، للخاصية الحامضية لمنتوج (عنبر وبلسم) والتي أدت الى وحدات تالفة (معيبة Defect) وأن أقل الانحرافات كانت للخاصية الحامضية لمنتوج (عطور) وللخاصية الفعالة لمنتوج (رونق) ، وأوصى الباحث بضرورة تطبيق معيار متوسط طول التشغيل ARL للوصول الى عملية انتاج منضبطة إحصائيا وتقليل الانحرافات في العملية الانتاجية عن القيمة المستهدفة .

المصطلحات الرئيسة للبحث / **لوحات السيطرة ، لوحات المجموع المتراكم ، لوحة المتوسط المتحرك الموزون أسياً ، متوسط طول التشغيل ، سلسلة ماركوف ، الانحراف المعياري لطول التشغيل .**

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
العدد 105 المجلد 24
الصفحات 538ـ 564

*بحث مستل من رسالة ماجستير

المقدمة

في ظل التنافس والتطورات العالمية على المستويين الاقتصادي والتكنولوجي أصبحت الجودة عاملاً حاسماً لبقاء المنظمة في بيئة الأعمال تلك البيئة التي لا تفرق إلاّ بالأفضل والأجود . المنظمة الدولية العالمية للمعايرة ISO (international organization for standardization) عَرفت الجودة بأنها مجموعة من الخصائص المتعلقة بالمنتوج أو النظام أو بالعملية الأنتاجية والتي تلبي رغبات الزبائن والأطراف الخاصة الأخرى .

وتعد لوحات ضبط الجودة (Quality Control Charts) أداة إحصائية لمراقبة مدى مطابقة العملية الأنتاجية للمواصفات المحددة مسبقاً ، واكتشاف مواطن الخلل والانحرافات غير المرغوب فيها في الأداء و تحديد هذا الانحراف ومن ثم اتخاذ الاجراءات التصحيحية لتفادي مثل هذه المشكلات في المستقبل وبالتالي ضمان التحسين المستمر. ونتيجة التقدم العلمي والتكنولوجي، وتوسع حجم الأسواق وأزدهار النشاط الاقتصادي في العديد من دول العالم، وزيادة المنافسة بين الشركات العاملة في نفس مجالات الإنتاج ، رغبة في الأستحواذ على المزيد من الأسواق، اذ تغير مفهوم الجودة ليشمل رأي الزبون ورضاه وثقته، فضلا عن معايير جودة المنتوج نفسه. ومن هنا برزت مشكلة البحث الحالي والتي صيغت على شكل تساؤلات والتي تمحورت حول مدى توفر أدوات ضبط الجودة المتمثلة بلوحات السيطرة الاحصائية، وما هو المعيار المناسب للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية والبحث عن أسباب الخلل وانحراف العملية الانتاجية عن مسارها . كما يمثل هدف البحث الرئيس بمحاولة دراسة الكشف عن مدى ضبط العملية الأنتاجية احصائياً ، وأمكانية التطبيق السليم للوحات ضبط الجودة (لوحات الـ Cusum ، ولوحات الـ EWMA) لمراقبة جودة الانتاج وتحديد جودة الخصائص النوعية للمنتوج من خلال التشخيص السريع لانحراف العملية الأنتاجية عن السيطرة الاحصائية بأستعمال معيار (ARL) . اعتمدت البحث منهج دراسة الحالة كونه المنهج الملائم للوصول الى أهدافها، واختيرت عينة من منتوجات المصنع شملت المنتوجات (منتوج معجون الاسنان عنبر ومنتوج كريم اليد بلسم ومنتوج منعم الاقمشة عطور ومنتوج منظف الحمامات رونق) واستعمل عدداً من أدوات التحليل لمراقبة العملية الانتاجية .

ولغرض قياس كفاءة أداء لوحات السيطرة فقد أعتمد متوسط طول التشغيل (Average Run Length (ARL) ، أذ يعد المقياس الأكثر شيوعاً ويستخدم على نطاق واسع في عملية المراقبة الاحصائية لتقيم أداء حساسية لوحات السيطرة للكشف عن مخرجات العملية الانتاجية .

وفي بحثنا هذا اعتمدنا على معيار متوسط طول التشغيل والانحراف المعياري لطول التشغيل . لذا قسم بحثنا هذا كالاتي :-

المبحث الأول تناول أستعراض لوجهات النظر المختلفة للكتاب والباحثين ممن تناولوا لوحات السيطرة ، ومنهجية البحث متضمنة مشكلة البحث ، وأهدافه وأهميه ، ومن ثم منهج وحدود البحث ، وأساليب جمع بيانات ومجتمع وعينة البحث وأدوات التحليل الاحصائي وبعض الدراسات السابقة .

فيما تضمن المبحث الثاني الجانب النظري للبحث متضمن لوحات السيطرة الاحصائية وتعريفها وأهميتها وكذلك شرح مفصلاً عن لوحات Cusum لمراقبة متوسط العملية الانتاجية ، ولوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لمراقبة متوسط العملية الانتاجية ولوحة الـ EWMA من جان واحد الاعلى للانحراف المعياري للعملية (σ) ، وكذلك بيان مفهوم متوسط طول التشغيل (ARL) وتقديم شرح مفصلا لأستخدام أسلوب سلسلة ماركوف لحساب قيم متوسط طول التشغيل ARL والانحراف المعياري لطول التشغيل SDRL للوحات السيطرة (Cusum و EWMA) .

أما المبحث الثالث فقد خُصص للجانب العملي للبحث ، أهتم بوصف وتحليل واقع مجتمع وعينة الدراسة ، فيما خُصص المبحث الثاني لعرض تحليل نتائج الفحوصات وتطبيق معيار متوسط طول التشغيل (ARL) و الانحراف المعياري لمتوسط طول التشغيل (SDRL) بأستعمال لوحات السيطرة (Cusum و EWMA) .

فيما انفرد المبحث الرابع بمجموعة من الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها في البحث فقد تم عرض أهم الاستنتاجات والتوصيات .

المبحث الاول / منهجية البحث

يمكن أستعراض فقرات منهجية البحث كالآتي:-

1-1 مشكلة البحث

كثيراً ما تواجه القطاعات الصناعية العديد من الصعوبات ، وذلك لعدم اعتمادها على أدوات ضبط الجودة بشكل علمي وسليم مما يجعل قطاع الصناعة في العراق أمام مشكلة حقيقية في تحسين جودة المنتوج وكشف الانحرافات في العملية الأنتاجية.

وفي ضوء ذلك يمكن الإفصاح عن مشكلة البحث عن طريق إثارة التساؤلات الاتية :-

1- ما هي الادوات المستخدمة لضبط الجودة للكشف عن الانحراف في العملية الأنتاجية ؟

2- هل المنظمة المبحوثة تعتمد على معيار معين للكشف عن الانحراف في العملية الأنتاجية بدلاً من ايقاف العملية الأنتاجية ، والبحث عن أسباب الخلل وانحراف العملية الأنتاجية عن مسارها الطبيعي (الخروج عن السيطرة الاحصائية) .

3- كيف يمكن لمعيار متوسط طول التشغيل (Average Run Length) ان يسهم في تقليل الانحراف في العملية الأنتاجية عن الجودة للمنتوجات عينة الدراسة؟

1-2 أهداف البحث

في ضوء تحديد مشكلة البحث فأن أهداف البحث تتمثل بالآتي :-

1- الكشف عن مدى ضبط العملية الأنتاجية احصائياً .

2- التطبيق السليم لتقنيات السيطرة الاحصائية (لوحات الـ Cusum ، ولوحات الـ EWMA) لمراقبة جودة الانتاج بأسلوب جديد وتطبيقها لعدة منتجات من منتجات المنظمة المبحوثة بافتراض أن العملية الأنتاجية تخضع للتوزيع الطبيعي .

3- إظهار مدى الاستفادة من التحليل الافقي والعمودي في كشف التغير في متوسط العملية الأنتاجية بأستعمال لوحة الـ Cusum من الجانب الاعلى ، فضلاً عن مراقبة التغير في متوسط العملية (μ) بوجود الانحرافات في الانحراف المعياري (σ) لمراقبة العملية والكشف عن التغير في الانحراف المعياري للعملية بأستعمال لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى.

1-3 أهمية البحث

تكمن أهمية البحث بالآتي :

1- دور اللوحات في حل مشاكل الانتاج من خلال الكشف بصورة مبكرة عن المسببات التي تؤدي الى تلف الانتاج.

2- الاستثمار الامثل لموارد (المنظمة المبحوثة) من خلال تقليل عدد الوحدات التالفة (المعيبة).

3- زيادة ربحية (المنظمة المبحوثة) و تلبية حاجات ورغبات الزبون.

4- تزويد أدارة (المنظمة المبحوثة) بالمعلومات عن ضبط العملية عن طريق ما يظهره معيار متوسط طول التشغيل (ARL) و معيار الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) ، وتحفيز العاملين على البدء بأفكار جديدة تتعلق بتحسين الجودة وتخفيض عدد الوحدات التالفة (المعيبة) في الانتاج .

1-4 منهج البحث

إعتمدت البحث منهج دراسة الحالة (Case Study) الذي يعد المنهج الأكثر ملائمة لمشكلة البحث ، من خلال المعايشة الميدانية في (مصنع المأمون) ، وإجراء المقابلات الشخصية مع المسؤولين لغرض الحصول على البيانات والمعلومات اللازمة لأجراء البحث ، فضلاً عن الاطلاع على السجلات والوثائق الخاصة بمصنع المأمون .

1-5 حدود البحث

تتمثل حدود البحث بالآتي:

1- الحدود المكانية : اختير مصنع المأمون التابع للشركة العامة للمنتوجات الغذائية مكاناً لإجراء البحث

2- الحدود الزمانية : شملت البيانات لعينة البحث لشهر كانون الثاني و شباط وآذار ونيسان لمدة (60) يوماً لأيام العمل الفعلية للعام (2017) وهي مدة المعايشة الميدانية .

1-6 أساليب جمع المعلومات والبيانات

تم الاعتماد على أسلوبين في جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالبحث هما :

1- الجانب النظري : تم الاعتماد على الكتب العربية والأجنبية و الدوريات والمجلات العربية والأجنبية والرسائل والأطاريح الجامعية و الشبكة الدولية للمعلومات (Internet) .

2- الجانب العملي : جرى في هذا الجانب جمع البيانات والمعلومات من خلال المقابلات الشخصية مع موظفي مصنع المأمون واخص منهم موظفي قسم السيطرة النوعية وكذلك من وثائق ومطبوعات مصنع المأمون فضلا عن الفحوصات التي يجريها مصنع المأمون على منتوجاتها.

1-7 مجتمع وعينة البحث

وقع الاختيار على مصنع المأمون التابع للشركة العامة للمنتوجات الغذائية مجالاً لتطبيق البحث الذي يمثل مجتمع البحث وجرى أختيار كل من المنتجات (معجون الاسنان عنبر ، كريم اليد بلسم ، منعم الاقمشة عطور ، منظف ومعقم الحمامات رونق) بوصفها عينة للبحث ، وذلك بسبب أمكانية الحصول على البيانات المتعلقة بالمواصفات التصميمية وفحوصات السيطرة النوعية ، إذ أنَّ الصلاحيات المخولة لقسم السيطرة النوعية لا تسمح لهم بالإفصاح عن المواصفات التصميمية لبقية المنتوجات .

1-8 أدوات التحليل الاحصائي

تم استعمال أسلوب سلسلة ماركوف لحساب متوسط طول التشغيل (ARL) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) بالاعتماد على مصفوفة الاحتمالات الانتقالية الخاصة بكل من اللوحات (Cusum، EWMA) وفق الصيغ الواردة في الفقرة (2-7) ، وتم استعمال برنامج (Microsoft Excel_2010) لإدخال البيانات وحساب المتوسطات والتباينات للعينات وبرنامج الجاهز (Minitab 17 _ 2010) لاختبار البيانات وبالاعتماد على البرنامج الجاهز ((MATLAB7.11.0 (R2010b) لكتابة البرامج المتعلقة لحساب متوسط طول التشغيل (ARL) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) لكلا اللوحتين Cusum وEWMA فضلا عن كتابة برامج لرسم بعض من لوحات السيطرة المتمثلة بـ EWMA من جانب واحد الاعلى.

وقد تناول عدد من الكتاب والباحثين دراسة لوحات السيطرة الاحصائية و متوسط طول التشغيل (Average Run Length) والأنحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) ، حيث تطرق (Khoo et al 2011,) الى دراسة معدلات الإنذار الكاذبة للوحات $\bar{X}$,CUSUM ,EWMA عندما تكون المعلمات مقدرة ، في حين قام (Chi &Fang , 2011) بدمج اللوحتين الـ EWMA ولوحة Shewhart –x للكشف عن الانحراف في المتوسط والانحراف المعياري للعملية من خلال اعتماد معيار متوسط طول التشغيل (Average Run Length (ARL) ، أما (Rajan ,2012) قام بتحليل أداء لوحة السيطرة الاصطناعية للكشف عن التحولات الصغيرة في متوسط العملية والانحراف المعياري للعملية ، ومقارنة أداء لوحة المجموع المتراكم الـ Cusum بلوحة الـ EWMA من خلال متوسط طول التشغيل (ARL) ، بينما تناول (Lee et al 2013,) المقارنة بين الأداء الامثل للوحة الـ EWMA مع لوحة الـ CUSUM من خلال الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) ، أما (Khoo et al , 2013) تناول تقيم لوحات السيطرة الـ EWMA مع قواعد التشغيل بأسلوب سلسلة ماركوف .

المبحث الثاني/الجانب النظري للبحث

2-1 لوحات السيطرة الاحصائية وتعريفها

تعد لوحات السيطرة الاحصائية واحدة من الادوات المهمة لأسلوب فحص العينة الاحصائية المستخدمة لقياس خصائص الجودة سواء كانت تلك الخصائص(متغيرات أو صفات) .
وتعرف لوحات السيطرة (Control Charts) على أنها وسيلة بيانية توضيحية بسيطة للسيطرة على العملية خلال فترة من الزمن وتسمح للمديرين والعاملين بالتمييز بين التقلبات العشوائية المتأصلة بالعملية وبين الانحرافات التي تعود لأسباب خاصة وفريدة والتي قد تتطلب أجراء التعديل والمعالجة (Montgomery,2013:190) .

2-2 أهمية لوحات السيطرة الاحصائية

أن أتباع كافة الوسائل الاحصائية الممكنة في جميع مراحل عملية الانتاج ابتداء من مرحلة المواد الاولية وانتهاء الى مرحلة المنتوج النهائي ، من أجل الحصول على جودة جيدة وضمن المواصفات المطلوبة يعرف نظام السيطرة الاحصائية لعدة اغراض منها (Montgomery ,2013 : 13) و(أرسلان، 2012 :101):-

1- تخفيض التكاليف التي تصرف على تصحيح الاخطاء أو اكتشافها ، وذلك بتطبيق برنامج إحصائي في السيطرة على الجودة .
2- زيادة كفاءة ضبط الجودة قياساً الى الأساليب الاخرى ، وهذا بالتالي يؤدي الى انخفاض نسب التالف والمعاد تشغيله وقلة توقف المكائن .
3- دخول المنتج الى ميدان المنافسة وبالتالي زيادة المبيعات نتيجة لما يتمتع به المنتوج من جودة عالية .
4- ضمان جودة المنتوج بثقة كبيرة ودون تردد عندما تكون عملية الانتاج منضبطة إحصائيا ، أما في حالة عدم الضبط الاحصائي فأن ذلك يدل على وجود تغيرات في النظام مما يتطلب اكتشافها وأزالتها والتقليل من تأثيرها على عملية الانتاج .

أما أنواع الانحرافات الاحصائية للعملية الانتاجية التي تظهر في جودة المنتوج والاجزاء المصنعة يكون سببها أحد الامرين (Kumar&Suresh ,2008 :144) :

أولاً :- انحرافات لأسباب مرجعية (Assignable causes of variation) تحصل بسبب عوامل متعددة بالإمكان معرفتها وتتبع أسبابها والسيطرة عليها وتتمثل بـ :-

أ- انخفاض في كفاءة المكائن بسبب انخفاض خدمات الصيانة أو التقادم أو الجودة الرديئة .
ب- تغير القدرة الانتاجية ودرجة كفاءة العامل .
ج- تغير في طبيعة المواد الاولية المستخدمة في الانتاج او الاختلاف في التركيب .
د- اختلافات بسبب تفاعل بعض او جميع هذه العوامل التي تؤثر على عملية الانتاج .

ثانياً :- انحرافات لأسباب صدفية (Chance causes of variation) حيث أن هذه الانحرافات تحصل نتيجة مجموعة من العوامل تنشأ كنتيجة للعمليات الانتاجية التي من غير الممكن جعلها دقيقة ومضبوطة على طول الخط الانتاجي . أما (Heizer et al ,2017 :246) فيطلق عليها أنحرافات طبيعية التي تؤثر غالباً في كل العمليات الانتاجية أذ تعد عمليات الانتاج ومن ثم جودة المنتوج ، تحت السيطرة أذا كانت الانحرافات من النوع الثاني أي انحرافات بسبب عوامل الصدفة ، وتكون جودة المنتوج خارج حدود السيطرة أذا كانت الانحرافات في الجودة ناتجة عن النوع الاول من الانحرافات لأسباب مرجعية (أرسلان، 2012 :101) .

في بحثنا هذا تناولنا ثلاث أنواع لوحات السيطرة وهي :-

1- لوحة المجموع المتراكم Cusum لمراقبة متوسط العملية الانتاجية .
2- لوحة المتوسط المترحك الموزون اسياً (EWMA) لمراقبة المتوسط العملية الانتاجية .
3- لوحة المتوسط المترحك الموزون اسياً (EWMA) لمراقبة الانحراف المعياري للعملية الانتاجية.

وكما سيرد شرحها أدناه :-

3-2 لوحة Cusum لمراقبة متوسط العملية Cusum chart for monitor the average process

بأفتراض المتغير x_i يمثل المشاهدة رقم(i) للمتغير قيد البحث يخضع للتوزيع الطبيعي بمتوسط (μ_0) وتباين مقداره (σ^2)، وتمثل (μ_0) قيمة متوسط العملية الانتاجية عند مستوى الجودة المقبول أو تسمى بالقيمة المستهدفة(Target Value) لخاصية الجودة x_i. ولحساب إحصاءه المجموع المتراكم (Cusum) من الجانبين يكون على وفق الصيغة الآتية (Dunbar,2007:11) و(Ryu&Hyun,2010:1) :

$$C_i^+ = Max[0, x_i - (\mu_0 + k) + C_{i-1}^+] \quad ... (1)$$

$$C_i^- = Max[0, (\mu_0 - k) - x_i + C_{i-1}^-] \quad ... (2)$$

حيث تكون القيم الأولية لإحصاءه Cusum مساوية للصفر، إي $C_0^+ = C_0^- = 0$ وان C_i^+ يسمى الحد الأعلى التراكمي للكشف عن الانحرافات الموجبة لعملية الانتاجية وان C_i^- تسمى الحد الأدنى التراكمي للكشف عن الانحرافات السالبة لعملية الانتاج (Yanga&Cheng,2010:898). حيث أن k تسمى بالقيمة المرجعية (ReferenceValue) أو قيمة السماح وقيمتها مساوية لـ (Wadsworth,2002:270) :-

$$k = \frac{\delta^*}{2}\sigma = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{2} \quad ... (3)$$

أو قد تؤخذ قيم k مساوية لـ $k = \frac{\mu_1 + \mu_0}{2}$

إذ إن μ_1 يمثل متوسط عملية الانتاج خارج السيطرة وقيمته مساوية لـ $\mu_1 = \mu_0 + \delta^*\sigma$ ، وتمثل δ^* التغير في متوسط عملية الانتاج الذي نرغب باكتشافها بوقت مبكر وقيمتها مساوية لـ

$$\delta^* = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\sigma} \quad ... (4)$$

في حال تجاوزت قيمة إحصاءه Cusum $(C_i^+ \text{او} C_i^-)$ حدود اتخاذ القرار الموجب أو السالب $(H^+ \text{أو} H^-)$ ، فان العملية الانتاجية تعد خارج السيطرة وبذلك يتطلب إتخاذ إجراءات تصحيحية للعملية الانتاجية لأعادتها تحت السيطرة . ويكون التقدير الملائم لحد اتخاذ القرار مساوي لـ $H = 5\sigma$. إما لوحة Cusum من جانب واحد لمراقبة متوسط العملية الانتاج (الانحرافات الموجبة) فان حد اتخاذ القرار سيكون بين الصفر و H ، إي إن (0 وH) وبذلك يتم إيقاف عملية الانتاج إذ كانت قيمة $C_i^+ > H$ أو اذا وقعت قيمة C_i^+ عند الصفر . وكذلك الحال عند أكتشاف الانحرافات السالبة في متوسط العملية الانتاج ، وعندما يكون المتغير تحت السيطرة يخضع للتوزيع الطبيعي بانحراف معياري معلوم (Montgomery,2009:404) .

2-4 لوحة EWMA من جانب واحد الاعلى An upper one - sided EWMA

لتكن العينة العشوائية رقم N $\underline{X}_N = (X_{1N}, \ldots, X_{nN})$ تم سحبها من التوزيع الطبيعي $\{N(\mu, \sigma^2), -\infty < \mu < \infty, \sigma^2 > 0\}$. وبذلك يمكن أيجاد احصاءة الاختبار للوحة الـEWMA من الجانب الاعلى للكشف عن الانحراف في المتوسط (μ) تكون وفق الصيغة (Morais&Pacheco,2000b:2) :

$$W_N = \mu_0 \quad , \quad N = 0$$

$$W_N = \max\{\mu_0 , (1-\lambda)W_{N-1} + \lambda \overline{X}_N)\} \quad , N = 1,2,3,\ldots \qquad \ldots(5)$$

ولأيجاد قيمة حد السيطرة الاعلى للوحة الـ **EWMA** (UCL_E) تكون وفق الصيغة الآتية :

$$UCL_E = \mu_0 + \gamma_E \sigma_0 \sqrt{\lambda/[(2-\lambda)\,n]} \qquad \ldots(6)$$

حيث μ_0 تمثل قيمة المتوسط عند قيمة معلومة من البيانات للعملية تحت السيطرة ، وأن $\sigma_0/\sqrt{n}$ تمثل قيمة الانحراف المعياري عند قيمة معلومة من البيانات للعملية تحت السيطرة مقسومة على حجم العينة الفرعية **(n)** . و أن (γ_E) تمثل قيمة ثابت حد السيطرة وهي قيمة موجبة وثابتة تكون بين الصفر واللانهاية $(0, \infty)$. وان قيمة معلمة التنعيم **(Smoothing Parameter)** يرمز لها بالرمز(λ) وهي قيمة موجبة وثابتة وتكون بين الصفر والواحد $(0<\lambda<1)$ وتمثل الوزن المعطى لمتوسط العملية الانتاجية الاحدث . حيث ان عملية الانتاج تكون خارج السيطرة عند الوقت **(N)** عندما تقع قيمة احصاءة الاختبار(W_N) خارج حد السيطرة الاعلى (UCL_E) للوحة.

أما في حالة تبني قيمة بداية اخرى وفق الصيغة $w_0 = \mu_0 + \alpha\,\gamma_E\,\sigma_0\sqrt{\lambda/[(2-\lambda)\,n]}$ ، عندما تكون قيمة α بين الصفر والواحد اي ان $\alpha \in (0,1)$. ومن أجل توضيح هذه الحالة بشكل موجز، نفترض تم تبني قيمة بداية بـ $\alpha = 0.2$ ، فان قيمة البداية لاحصاءة الاختبار w_0 تكون مساوية لـ $w_0 = \mu_0 + 0.2\,\gamma_E\,\sigma_0\sqrt{\lambda/[(2-\lambda)\,n]}$.عند استخدام قيمة بداية اخرى للوحة الـ **EWMA** يسرع في الكشف عن الانحراف المتزايد في متوسط العملية الانتاج (μ).

2-5 **لوحة الـ** EWMA **من جانب واحد الاعلى لـ** σ An upper one - sided EWMA for σ

لايجاد حدود السيطرة واحصاءة الـ **EWMA** المستخدمة لمراقبة الانحراف المعياري للعينة عند اوقات متعاقبة عددها **(N)** تكون وفق الصيغة الآتية **(Serel & Mosko,2008:159)** :

$$C_{EWMA} = (LCL_{EWMA}, UCL_{EWMA}]$$

$$C_{EWMA} = (-\infty, \ln(\sigma_0^2) + \gamma_{EWMA} \times \sqrt{\{\lambda \times \psi'[(n-1)/2]\}/(2-\lambda)}\ ] \qquad \ldots(7)$$

$$W_N = W_0 \quad , \quad N = 0$$

$$W_N = (1-\lambda) \times \max\{\ln(\sigma_0^2), W_{N-1}\} + \lambda \times \ln(S_N^2), \quad N = 1,2,3,\ldots \qquad \ldots(8)$$

وان ثابت حد السيطرة γ_{EWMA} تكون قيمة موجبة وثابتة اكبر من الصفر اي ان $\gamma_{EWMA} \in (0, \infty)$ ، أما λ فهي تمثل معلمة التنعيم **(smoothing parameter)** وقيمتها تكون $(0<\lambda\leq 1)$ وتمثل الوزن المعطى للمشاهدة الاحدث . وسيتم اختيار قيم γ_{EWMA} و λ من قبل (الباحث) لتعطي خصائص لمتوسط طول التشغيل المرغوب به لكلا الحالتين تحت السيطرة وخارج السيطرة. وتمثل ψ' دالة **trigamma** ، W_0 تمثل القيمة الاولية المعطاة لأحصاءة الـ **EWMA** ، التي تكون في حدود السيطرة C_{EWMA} ، في حال كانت قيمة W_0 أكبر من $\ln(\sigma_0^2)$ اعطت بداية اخرى للوحة السيطرة .

2-6 متوسط طول التشغيل The Average Run Length

يعد معيار متوسط طول التشغيل (ARL) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) من أهم المعايير التي أعتمدت من الباحثين لغرض المقارنة بين أداء وكفاءة لوحات السيطرة الاحصائية ، فضلاً عن كونه معيار لتقييم حساسية أداء لوحات السيطرة في الكشف عن الانحرافات في مخرجات العملية الانتاجية . ويعرف متوسط طول التشغيل (ARL) بأنه متوسط عدد النقاط التي يجب رسمها لحين ورود مايشير الى وجود نقطة خارج السيطرة .

ومتوسط طول التشغيل (ARL) هو أداة جيدة لتقييم أداء لوحات السيطرة الإحصائية في العملية. وعرف Montgomery (ARL) " هو متوسط عدد النقاط التي يجب رسمها لحين وجود نقطة خارج السيطرة " (Montgomery, 2013: 257) .

وهناك عدة أساليب أعتمدت لحساب قيم ARL وSDRL:-

1- أسلوب المحاكاة ،
2- حل معادلات التكاملية .
3- أسلوب سلسلة ماركوف وهو الأسلوب المستخدم في بحثنا هذا .

2-7 أستعمال سلاسل ماركوف في السيطرة الاحصائية

2-7-1 الصيغ التقريبية لحساب قيم (ARL) و(SDRL) للوحة الـ CUSUM من جانب واحد الاعلى

يبدأ أسلوب سلاسل ماركوف بتقريب انتقالات احصاءة الاختبار للوحة Cusum من جانب واحد الأعلى لأسلوب سلاسل ماركوف للحصول على قيم متوسط طول التشغيل (ARL) للوصول الى لوحة منضبطة إحصائيا.

وعندما تكون حالة المتغيرات العشوائية المستمرة ومن خلال أسلوب سلاسل ماركوف ، نفترض لوحة Cusum لجانب واحد الأعلى بان العملية تتوقف إذا كانت الانحرافات المتراكمة لـ z عن القيمة المرجعية (k) إي (z-k) تصل حد القرار الأعلى (H) أو عندما يكون المجموع المتراكم مساوي للصفر (Abbas et al ,2013 :655)

إذ يتم تمثيل لوحة Cusum من جانب واحد بعملية ماركوف بمجال حالة مستمر (Continuous State Space). وبافتراض إن عدد الحالات لسلسلة ماركوف تكون مساوية لـ t+1 والتي سميت بـ $E_0, E_1, \dots, E_t$ ، حيث ان الحالة E_t الحالة المشبعة (Absorbing State).

وان احتمال بقاء السلسلة في نفس الحالة بالخطوة التالية ، يجب إن يكون مطابق للحالة التي يكون فيها قيمة المجموع المتراكم لا يتغير بأكثر من مقدار صغير ليكن (0.5w) يعني بان القيمة التالية لـ z لا تنحرف عن القيمة المرجعية (k) بمقدار أكثر من (0.5w)، إذ إن القيمة لـ (w) تحد العرض لفترة التجميع (The grouping interval) التي استعملت لتجزئة التوزيع الاحتمالي لـ z. ويتم اختيار قيمة w بعناية كبيرة لأنها تؤثر على خصائص متوسط طول التشغيل والنقاط المئوية لطول التشغيل لهذه اللوحة (Abbas et aI,2014:3495) .

فضلاً عن تأثير الكبير لعرض فترة القرار، ولغرض تفادي أي سلوك غير مرغوب به تم وضع القيد الاتي :-

أن احتمال الانتقال من الحالة E_i الى الحالة المشبعة E_t ينبغي إن يكون مساوياً لاحتمال بان قيمة المجموع المتراكم للوحة Cusum إي (z-k) تنتقل ما بعد النقطة H بالفترة صفر وh إي (0, H) التي تكون تقريبا مناظرة للحالة E_i ولذا اختيرت قيمة w لتكون على وفق الصيغة الآتية (Nenes & Tagaras ,2007:1572):

$$w = \frac{2H}{(2t-1)} \quad \dots (9)$$

وان الاحتمالات الانتقالية لسلسلة ماركوف للحالات i=0,1,2,…t-1 كالاتي : (Brook & Evens,1972:547)

$$P_{i0} = P_r(E_i \to E_0) = P_r(z - k \le -i\,w + 0.5w) \quad \dots (10)$$

$$P_{ij} = P_r(E_i \to E_j) = P_r((j-i)w - 0.5w \le z - k \le (j-i)w + 0.5w) \quad ,1 \le j \le t-1 \quad \dots (11)$$

$$P_{it} = P_r(E_i \to E_t) = P_r((t-i)w - 0.5w \le z - k) \quad \dots (12)$$

ان $P_r(E_0 \to E_t) = P_r(z - k > H)$ تمثل القيمة الاحتمالية لطول التشغيل لأي قيمة لـ w تحقق الصيغة (9) عندما تكون القيمة الاحتمالية لطول التشغيل مساوية لـ $P_r = P_r(r\,w - 0.5w < z - k \le rw + 0.5w)$ وان القيمة الاحتمالية التجميعية لطول التشغيل مساوية لـ $F_r = P_r(z - k \le rw + 0.5w)$. إذ إن طول التشغيل يكون كبير عندما تكون العملية تحت السيطرة في حين يكون صغير عندما تحيد العملية عن السيطرة الإحصائية.

ولإيجاد مصفوفة الاحتمالات الانتقالية p تكون على وفق الصيغة الاتية -:(Brook & Evens,1972:543)

$$p = \left[\begin{array}{c|c} R & (I-R)\underline{1} \\ \hline \underline{0}' & 1 \end{array}\right]$$

اذ أن I مصفوفة وحدة من الرتبة (t×t) وأن $\underline{1}$ متجه عمودي من الرتبة (t×1) تكون فيه كل عنصر من عناصره مساوية للواحد وأن R مصفوفة جزئية من عناصر مصفوفة الاحتمالات الانتقالية p برتبة (t×t) والتي يتم حسابها بالاعتماد على الصيغ (10) و(11) ، وأن $\underline{0}'$ تمثل متجه صفري ذو رتبة (1×t) . ويتم الحصول على قيم متوسط طول التشغيل (ARL) على وفق الصيغة الاتية :(Khoo et al , 2015:514)

$$ARL = \mu = (I - R)^{-1}\,1 \quad \dots (13)$$

وباستخدام العلاقة $(I - R)\,\mu^{(s)} = s\,R\,\mu^{(s)}$ حيث ان $s = 2, 3, 4 \dots$ وبالاعتماد على العلاقة بين العزوم العاملية والعزوم المركزية ، يمكن ايجاد الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL)على وفق الصيغة الآتية :

$$SDRL = \sqrt{2((I-R)^{-1} - I)\,\mu + \mu - (\mu)^2} \quad \dots (14)$$

2-7-2 الصيغ التقريبية لحساب ARL وSDRL للوحة الـ EWMA لمراقبة المتوسط (μ) بوجود الانحراف المعياري لـ (σ)

أن اسلوب سلسلة ماركوف يبدأ بتقسيم فترة القرار(الفترة المحصورة بين الحد الأدنى (حد السيطرة المركزي (μ_0)) والحد الاعلى للوحة السيطرة (UCL_E) اي بين القيمتين $[\mu_0, \mu_0 + \gamma_E \sigma_0 \sqrt{\lambda/[(2-\lambda)n]}\,]$ بـ (X+1) من الفترات الجزئية (الحالات الانتقالية للأسلوب سلسلة ماركوف)، $[e_i , e_{i+1}) , i \in \{0,1,\dots,X\}$،بمدى مساوي لـ $\Delta = \gamma_E \times \sigma_0 \sqrt{\lambda/[(2-\lambda)n]}\ /(X+1)$. اذ تشترك الفترات الجزئية بـ (X+1) من الحالات الانتقالية لسلسلة ماركوف المنتهية بمجال الحالة المتقطع {0,1,…, X+1}، وتمثل الحالة المنتهية بـ (X+1)، اما مصفوفة الاحتمال الانتقالية فهي (ناصر ، 2009: 209) :-

$$\mathbf{P}(\delta,\theta)=\begin{bmatrix} \boldsymbol{Q}(\delta,\theta) & [I-Q(\delta,\theta)]\underline{1} \\ \underline{0}' & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (15)$$

أذ ان **I** يمثل مصفوفة الوحدة ذات رتبة **(X+1)** و $\underline{0}'$ تمثل متجة صفري ذو رتبة **(1×X+1)** ، أما $\underline{1}$ فهو متجه ذو رتبة **(X+1 ×1)** تكون قيمة كل عنصر من عناصره مساوية للواحد، أما **1** فيمثل احتمال البقاء ضمن الحالة المنتهية **(Absorbing state)** . وتكون المصفوفة الجزئية $\mathbf{Q}(\delta,\theta)$ مصفوفة الاحتمالات الانتقالية بين الحالات **{0,1,.., X+1}** وتكون مدخلاتها كما يأتي :-

$$Q(\delta,\theta)=[q_{ij}(\delta,\theta)],i,j\in\{0,1,\dots,X\}$$

وتمثل $q_{ij}(\delta,\theta)$ القيمة الاحتمالية بالصف **i** والعمود**j** وتمثل احتمال المرور من حالة الى اخرى بمصفوفة الاحتمالات الانتقالية $\mathbf{Q}(\delta,\theta)$ التي تكون دالة بالمعلمتين للتغير في المتوسط والانحراف المعياري للعملية الانتاجية وتكون وفق الصيغة الاتية **(Morais & Pacheco , 2000a:19-20)** :-

$$q_{ij}(\delta,\theta)=a_{ij}(\delta,\theta)-a_{ij-1}(\delta,\theta) \qquad i,j\in\{0,1,\dots,X\} \quad \dots(16)$$

أذ ان a_{ij} , $i,j\in\{0,1,\dots,X\}$ تكون

$$a_{i-1}(\delta,\theta)=0 , \qquad i\in\{0,1,\dots,X\}$$

$$a_{ij}(\delta,\theta)=\Phi((1/\theta)\{(([(j+1)-(1-\lambda)(i+1/2)]\gamma_E)/[(X+1)\sqrt{\lambda(2-\lambda)}])-\delta\})$$
$$i,j\in\{0,1,2,..,X\} \quad \dots(17)$$

وتحقق العناصر الداخلة في حساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية ($\mathbf{Q}(\delta,\theta)$) الصيغة الاتية :-

$$a_{ij}(\delta,\theta) > a_{i+1j}(\delta,\theta) \;;\; i\in\{0,1,2,,\dots X-1\};\; j\in\{0,1,2,,\dots X\} \quad \dots(18)$$

ولان $a_{ij}(\delta,\theta)=\sum_{l=0}^{j}q_{il}(\delta,\theta)$ ، فالمتباينة **(18)** تعني بان المصفوفة $\mathbf{P}(\delta,\theta)$ تكون رتيبة تصادفيا ، وان متوسط طول التشغيل **(ARL)** باستعمال اسلوب ماركوف يكون وفق الصيغة الاتية :-

$$ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)=ERL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$$
$$=\underline{e}'[\alpha\times(x+1)]+1[I-Q(\delta,\theta)]^{-1}\underline{1} \quad \dots(19)$$

أذ يكون $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ العنصر رقم $([\alpha\times(x+1)]+1)$ من متجه متوسط طول التشغيل ذو رتبة **(1×(X+1))** الذي يحسب وفق الصيغة $ARL_E(\delta,\theta)=[I-Q(\delta,\theta)]^{-1}\underline{1}$ ، ولتوضيح ذلك ليكن عدد الحالات المفترضة تحت السيطرة مساوية لـ**X=49** وقيمة البداية المتبناة تكون مساوية لـ $\alpha=0.2$ فان رقم العنصر سيكون مساوي لـ **11** وهكذا لبقية القيم التي يمكن تبنيها ضمن الصفر و الواحد.

اما الانحراف المعياري لطول التشغيل باستعمال أسلوب سلاسل ماركوف يكون وفق الصيغة الاتية:-

$$SDRL_E^{\alpha} = \underline{e}'[\alpha\times(x+1)]+1\sqrt{2((I-Q(\delta,\theta)^{-1}-I)\mu+\mu-\mu^2}\quad\ldots(20)$$

2-7-3 الصيغ التقريبية لحساب قيم ARL وSDRL للوحة الـ EWMA لمراقبة الانحراف المعياري

يستخدم أسلوب سلسلة ماركوف لحساب قيم متوسط طول التشغيل (ARL) و(SDRL) وذلك بتحديد الاحتمالات الانتقالية لسلسة ماركوف المتقطعة التي تقترب للاستمرارية المشتركة مع إحصاءه الـ EWMA في التطبيق لأسلوب سلسلة ماركوف اذ تكون الحالات الانتقالية المفترضة كالآتي -: (Morais&Pacheco,1998:5)

$$E_i = (e_i, e_{i+1}) , \qquad i = 1,2,\ldots., \ V-1 ; \qquad \ldots(21)$$

وتكون الحدود لتلك الحالات

$$e_1 = -\infty \quad , \ e_2 = \ln(\sigma_0^2) \qquad \ldots(22)$$

$$e_{i+1} = e_i + \Delta = \ln(\sigma_0^2) + (i-1)\Delta \quad , \qquad i = 1,2,\ldots., \ V-1 ; \qquad \ldots(23)$$

حيث أن

$$\Delta = \gamma_{EWMA}\times\sqrt{\{\lambda\times\psi'[(n-1)/2]\}/(2-\lambda)\ }/(v-2) \qquad \ldots(24)$$

وأن الحالة المنتهية (absorbing state) لسلسلة ماركوف تكون طبقا لـ$E_v = [UCL_{EWMA}, +\infty)$ ،

اما مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلسلة ماركوف ، مثلت بصيغة مجزئة ، وكما يأتي:-

$$P(\theta) = \left[\begin{array}{c|c} [I-Q(\theta)]\times\underline{1} & (\theta)Q \\ \hline \underline{0}' & 1 \end{array}\right]$$

حيث ان I مصفوفة الوحدة ذات رتبة (v-1 ×v-1) , $\underline{0}$ متجه ذو رتبة (1×v-1)، $\underline{1}$ متجه ذو رتبة (1 × v-1) ، تكون قيمة كل عنصر من عناصره مساوية للواحد ، 1 يمثل احتمال البقاء ضمن الحالة المنتهية ، والمصفوفة $Q(\theta)$ ذات رتبة (v-1 × v-1) ومدخلاتها تعطى وفق الصيغة الاتية:-

$$q_{ij}(\theta) = a_{ij}(\theta) - a_{ij-1}(\theta) \qquad i,j = 1,2,\ldots\ldots V-1 \qquad \ldots(25)$$

عندما

$$a_{i0} = 0 \ , \quad i = 1,2,\ldots.V-1 \ ; \qquad \ldots(26)$$

$$a_{ij} = F_{x^2_{(n-1)}}\{[(n-1)/\theta^2]\times\exp[(j-1)\Delta/\lambda]\} \quad j = 1,2,\ldots\ldots V-1 ; \quad \ldots(27)$$

$$a_{ij}(\theta) = F_{x^2_{(n-1)}}\{[(n-1)/\theta^2]\times\exp[(j-1)-(1-\lambda)(i-3/2)\Delta/\lambda]\}$$
$$i = 2,3,\ldots v-1; \ j = 1,2,\ldots v-1,\ldots(28)$$

وهكذا فأن

$$a_{iv-1}(\theta) = \sum_{vj=1}^{v-1} q_{ij}(\theta) \qquad ,i = 1,2,\ldots..V-1 \qquad \ldots(29)$$

وان قيم متوسط طول التشغيل (ARL) يكون على وفق الصيغة الاتية(Khoo et al ,2013:6) :-

$$ARL=\mu=(I-Q(\theta))^{-1}1 \quad \ldots(30)$$

اما الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL)على وفق الصيغة الآتية :

$$SDRL=\sqrt{2((I-Q(\theta))^{-1}-I)\mu+\mu-\mu^2} \quad \ldots(31)$$

المبحث الثالث /الجانب العملي

3-1 نبذة تعريفة لعينة البحث

مصنع المأمون هو امتداد لشركة بذور القطن التي أسست عام 1952 ويقع في حي الرياض/ كمب سارة خاتون ، ويقوم بإنتاج مساحيق التنظيف والمنظفات السائلة وصوابين التواليت ومستحضرات التجميل، وبلغ عدد منتسبي 1036منتسبا. وتبلغ المساحة الكلية 170.000 م^2 ، المساحة المستغلة بالبناء 79872م^2. فقد باشرت أدارة المصنع بإنتاج الزيوت الصلبة عام1953 بطاقة 15 طن/ يوم وبالعلامات (الراعي، ونفيس، ونرجس) . وفي عام 1957 اضيف اليه قسم تعبئة المنظفات بعلامة (سيرف واومو) وفي عام 1961 تم القيام بإنتاج مستحضرات التجميل . وفي عام 1973 تم تشغيل قسم الالمنيوم لتصنيع الانابيب لسد حاجة قسم المستحضرات أنظر الملحق (1) الهيكل التنظيمي لمصنع المأمون .

تقوم الشركة بتسويق جميع هذه منتوجات عن طريق:

1.مراكز البيع المباشر المنتشرة في مناطق مختلفة من محافظة بغداد.

2.السيارات المتنقلة التابعة للشركة التي تذهب الى اماكن مثل الدوائر الحكومية والجامعات .

3-2 تحليل البيانات

نتائج الفحوصات وحساب (ARL) و(SDARL)

للبدء بتطبيق الصيغ المعتمدة لحساب قيم ARL وSDARL للوحات السيطرة الاحصائية والتي هي :-

1- لوحة Cusum من جانب واحد الاعلى لمراقبة المتوسط .

2- لوحة EWMA من جانب الاعلى لمراقبة المتوسط (μ) وبوجود الانحراف المعياري(σ) .

3- لوحة EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ لمراقبة الانحراف المعياري .

فقد تم أستعمال البيانات المتوفرة في الشركة العامة للمنتوجات الغذائية / مصنع المأمون للمنتجات الاتية:-

1- معجون اسنان (عنبر) .

2- كريم اليد (بلسم) .

3- منعم الاقمشة (عطور) .

4- منظف الحمامات (رونق) .

فقد تم سحب العينات وأجراء الفحوصات لعينة البحث فقد كانت البيانات المعتمدة حول متوسط أو معدل المادة الحامضية (PH) للمنتوجات الثلاثة (عنبر، بلسم وعطور) والمادة الفعالة (AD) لمنظف الحمامات (رونق) لكونهما العامل الحاسم في تحديد جودة المنتوجات بالإضافة الى ان هذه الخواص تتوزع توزيع طبيعي . وقد تم تسجيل النتائج حول المادة الحامضية والمادة الفعالة للمنتجات الاربعة المتقدم ذكرها اعلاه من خلال نتائج تجربة مقامة لهذا الغرض في مصنع المأمون وعلى أوقات متتالية وعددها ستون (60) عينة . ومن خلال سحب عينات للمنتوج وتسجيل القراءات التي تم الحصول عليها ولخمسة مشاهدات (n=5).

فقد تم أستعمال التطبيق الجاهز Excel لأيجاد المتوسط للمشاهدات الخمسة للأوقات والانحراف المعياري . ومن ثم اجراء اختبار ملائمة البيانات للتوزيع الطبيعي للقراءات بعدد (60) عينة باستعمال اختبار Kolmogorov- Smirnov(K-S) باستعمال التطبيق الاحصائي Minitab . لاختبار الفرضية الاحصائية التالية (سلمان، 2008 : 360) :

- فرضية العدم (H_0) : البيانات تخضع للتوزيع الطبيعي .
- الفرضية البديلة (H_1) : البيانات لا تخضع للتوزيع الطبيعي .

اللازمة لأستعمال الاسلوب الماركوفي للوحات السيطرة للتنبؤ بمعدل عدد العينات التي يتم معاينتها لحين ورود ما يشير الى أن العملية أصبحت خارج السيطرة وبالتالي أيقاف العملية الانتاجية والبدء بالبحث عن أسباب الخلل ، والانحراف المعياري لطول التشغيل .
وقد تم تفريغ نتائج اختبار(K-S) بالجدول (1)

جدول (1) نتائج اختبار التوزيع الطبيعي باستعمال (K-S) .

اسم المنتوج	الخاصية قيد الدراسة	احصاءة اختبار K-S	عدد المشاهداتN	الاحتمال P-value
معجون الأسنان عنبر	المادة الحامضية (x_1)	D=0.074	60	اكبر من 0.15
كريم اليد بلسم	المادة الحامضية (x_2)	D=0.090	60	اكبر من 0.15
منعم الاقمشة عطور	المادة الحامضية (x_3)	D=0.074	60	اكبر من 0.15
منظف الحمامات رونق	المادة الفعالة (x_4)	D=0.059	60	اكبر من 0.15

يتضح من نتائج التحليل الاحصائي لأختبار(K-S) المتغيرات الاربعة قيد البحث ، بان قيمة P-value اكبر من0.15 وهي اكبر من مستوى المعنوية 5% وبذلك نقبل فرضية العدم ، وان المتغيرات الاربعة قيد الدراسة تخضع للتوزيع الطبيعي بالمعلمتين المتمثلة بالمتوسط (μ) والتباين (σ^2) وفقا للقيم المبينة ادناه ولكل متغير من المتغيرات الاربعة.

x_1 ~ Normal distribution ($\mu = 6.503, \sigma^2 = 0.0256$).

x_2 ~ Normal distribution ($\mu = 6.481, \sigma^2 = 0.0225$).

x_3 ~ Normal distribution ($\mu = 6.571, \sigma^2 = 0.0259$).

x_4 ~ Normal distribution ($\mu = 3.515, \sigma^2 = 0.0234$).

3-3 الأسلوب الماركوفي للوحة الـ Cusum

في بحثنا هذا سيتم حساب قيم متوسط طول التشغيل ARL على وفق الصيغة (13)، والانحراف المعياري لطول التشغيل SDRL على وفق الصيغة (14) المبينة في المبحث الثاني الفقرة (1-7-2) .
وقد أعتمدت قيمة متوسط العملية عند مستوى النوعية المقبول (μ_0) والتي تكون مساوي لمتوسط المتوسطات لكل متغير من المتغيرات الاربعة (x_1, x_2, x_3, x_4) .وكذلك لقيمة الانحراف المعياري (σ) ومن ثم تحديد التوزيع الاحتمالي لأحصاءة لوحة Cusum من جانب واحد الأعلى فقط سيكون مساوي لـ

$z - k \sim$ Normal Dist.^{n} ($\mu_0 - k$, σ)

- لايجاد قيم ARL وSDRL للوحات Cusum للمتغير الذي يمثل المادة الحامضية (X_1) لمنتوج معجون اسنان عنبر والذي يتبع التوزيع الطبيعي ستكون أحصاءة لوحة Cusum ($z - k = 6.503 - k, \sigma = 0.16$) حيث ان σ يمثل الانحراف المعياري ويساوي $\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0.0256} = 0.16$.
- و اختيار قيمة لـ k قريبة من قيمة المتوسط العام (μ_0) لكل المنتجات الاربعة ، أذ ستكون قيمة K للمنتجات الثلاثة الاولى (x_1, x_2, x_3) مساوية لـ $k = 6.3$. اما المنتوج الرابع X_4 ستكون مساوية لـ $k = 3.3$.

- بأفتراض قيمة حد القرار التي يمكن أن تكون تقديرية لأنها تعتمد على القيمة التقديرية لـ σ هي $H = 5\sigma$.
- وأن عدد الحالات المستخدمة في سلسلة ماركوف (t) ستكون مساوية لـ ($t = 7$) . التي تعتمد لحساب مصفوفة الأحتمالات الانتقالية (R) .
- وبالاعتماد على التوزيع الاحتمالي الطبيعي لأحصاءة لوحة Cusum ($z - k \sim$ Normal Dist.^{n}($\mu_0 - k$, σ) ، يتم حساب الاحتمالات الانتقالية ($P_{ij} \ \forall \ i,j = 0,1,...,t-1$) للمصفوفة R برتبة $t \times t$ باستعمال الصيغة (10) و (11) .

وقد تم تنفيذ التجارب وفقا للتوليفات المتقدم ذكرها للحصول قيم ARL وقيم SDRL للوحات الـ Cusum لكل المتغيرات الأربعة بأستعمال برنامج كتب بلغة Matlab . وقد لخصت النتائج مما تقدم ذكره بالجدول (2) .

جدول (2) يبين قيم ARL و SDRL للوحات Cusum حين تكون المادة الحامضية (x_1,x_2,x_3) لمنتجات (عنبر،بلسم،عطور) تتبع عملية الانتاج التوزيع الطبيعي و تكون المادة الفعالة (x_4) لمنتوج منظف الحمامات رونق تتبع عملية الانتاج التوزيع الطبيعي $H = 5\sigma$ بعدد t=7 من حالات سلسلة ماركوف.

No.of states (t=7)	X_1		X_2		X_3		X_4	
	$H = 5\sigma$ $K = 6.3$		$H = 5\sigma$, $K = 6.3$		$H = 5\sigma$, $K = 6.3$		$H = 5\sigma$, $K = 3.3$	
	ARL	SDRL	ARL	SDRL	ARL	SDRL	ARL	SDRL
0	4.67	1.66	4.41	1.52	4.70	1.68	4.27	1.44
1	4.10	1.58	3.87	1.44	4.13	1.60	3.74	1.37
2	3.51	1.46	3.31	1.33	3.53	1.48	3.20	1.26
3	2.90	1.33	2.74	1.21	2.92	1.34	2.65	1.15
4	2.28	1.19	2.16	1.09	2.29	1.20	2.09	1.03
5	1.69	0.97	1.60	0.88	1.70	0.98	1.56	0.84
6	1.26	0.65	1.22	0.58	1.27	0.66	1.20	0.54

من الجدول (2) نلاحظ أن عدد العينات (ARL) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) للوحات Cusum يتناقص كلما تقترب أحصاءة Cusum من حد القرار H فمثلاً للمتغير (x_1) عندما تكون $H=5\sigma$ و$k=6.3$ و$t=6$ نلاحظ بأن :-

1- فان متوسط طول التشغيل ARL للحالة E_0 تكون مساوية لـ (4.67) أي على الاقل يتم أخذ أربعة عينات قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الاحصائية ، بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.66) .
2- وأن قيمة ARL للحالة E_1 تكون مساوية لـ (4.10) ، أي على الاقل يتم أخذ أربع عينات قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.58) .
3- وقيمة ARL للحالة E_2 تكون مساوية لـ (3.51) ، أي على الاقل يتم أخذ ثلاث عينات قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.46) .
4- وأن متوسط طول التشغيل (ARL) للحالة E_3 يكون مساوي لـ (2.90) ، أي على الاقل يتم أخذ عينتين قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.33) .
5- وقيمة ARL للحالة E_4تكون مساوية لـ (2.28) ، أي على الاقل يتم أخذ عينتين قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.19) .
6- أما قيمة ARL للحالة E_5 تكون مساوية لـ (1.69) ، أي على الاقل يتم أخذ عينة واحدة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (0.97) .
7- وأن قيمة ARL للحالة E_6 تكون مساوية لـ (1.26) ، أي على الاقل يتم أخذ عينة واحدة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (0.65) .

ويمكن تعميم ما تقدم ذكره للمتغيرات الثلاثة (X_2,X_3,X_4) .

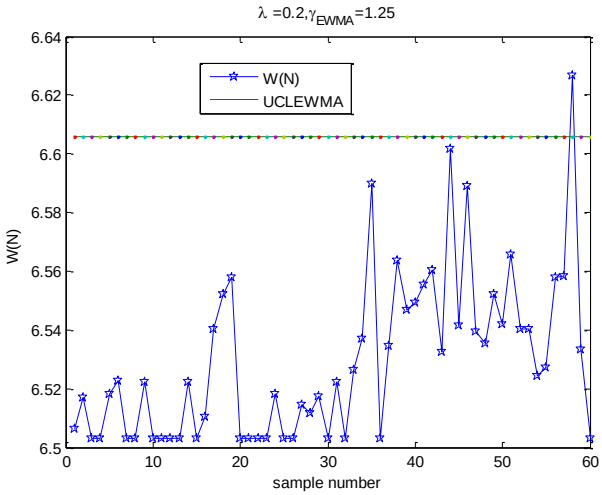
3-4 الأسلوب الماركوفي للوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ

تتضمن هذا الفقرة عرض الاساليب التي يتم من خلالها تسليط الضوء على اداء لوحة السيطرة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ في حالة (التوزيع الطبيعي). وقد استخدم الـ Matlab للحصول على النتائج المتعلقة برسم تلك اللوحة لكل المتغيرات المتقدم ذكرها ، وكذلك قيم متوسط طول التشغيل ($ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$) فضلا عن الانحراف المعياري لطول التشغيل($SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$) لتلك اللوحة.

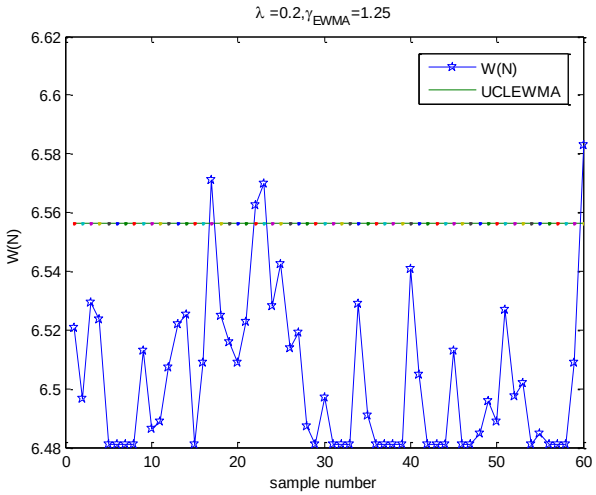
لتكوين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ ، فقد تم رسم قيم احصاءة W_N لكل متغير من المتغيرات اربعة قيد البحث وفق الصيغة (5) عندما تكون $W_0=\hat{\mu}_0$ وتكون مساوية لقيمة الحد المركزي او (حد السيطرة الادنى) وعندما تكون قيمة معلمة التنعيم مساوية لـ $\lambda=0.2$ ، وقيمة ثابت حد السيطرة مساوية لـ $\gamma_E=1.25$ ،وان n=5 الذي يمثل عدد المشاهدات لكل عينة البحث على اوقات منتظمة وعلى التوالي عددها N=60 عينة . وان قيمة حد السيطرة الاعلى (UCL_E) للوحة المحتسب وفق الصيغة (6) وبالاعتماد على قيم المتوسط والتباين لكل متغير من المتغيرات الاربعة (X_1,X_2,X_3,X_4) المتقدم ذكرها في المبحث (2-3).

أنظر الاشكال (4-1) التي تمثل لوحة EWMA

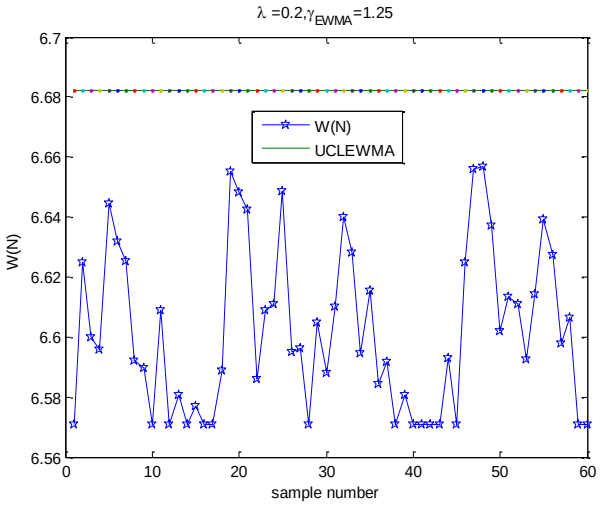
الشكل (1) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ لمنتوج عنبر.



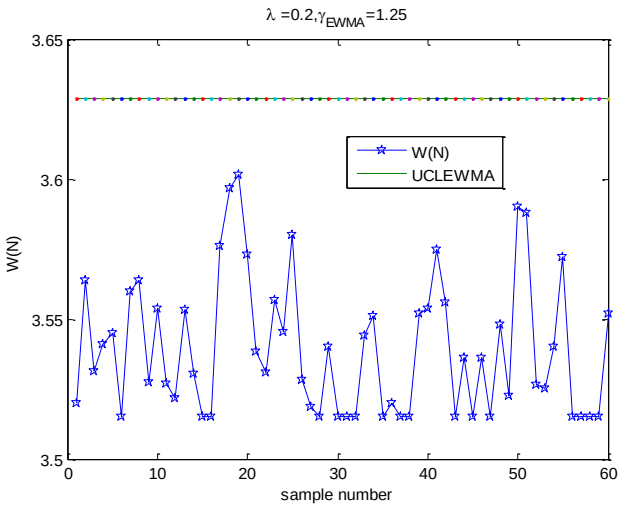
الشكل (2) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ لمنتوج بلسم.



الشكل (3) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ لمنتوج عطور



الشكل (4) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ لمنتوج رونق



من الشكل (1) الذي يمثل لوحة الـ EWMA لمنتوج معجون الاسنان عنبر الذي يمثل المتغير (X_1) نلاحظ بأن هناك أنحراف لعملية الانتاج عند النقطة (58) مما يدل على أن عملية الانتاج غير منضبطة أحصائياً وذلك بسبب أنحراف في الدالة الحامضية وعدم أجتياز فحص التذوق(الطعم) وسيولة وتصلب المنتوج وتفاوت في وزن الانبوبة وعدم أحكام الغطاء على الانابيب، أما التذبذب الحاصل في العينات يكون نتيجة التفاوت عن القيمة المستهدفة للمنتوج .

ومن الشكل (2) الذي يمثل لوحة السيطرة الـ EWMA لمنتوج كريم اليد بلسم الذي يمثل المتغير (X_2) نلاحظ بأن هناك أنحراف لعملية الانتاج عند النقاط (17,22,23,60) عن حد السيطرة الاحصائي مما يدل على أن عملية الانتاج غير منضبطة أحصائياً وذلك بسبب أنحراف في رائحة ولون المنتوج وتصلب المنتوج والشوائب والتحبب وتفاوت في وزن الأنبوبة (أنحراف عن المواصفة) ، أما التذبذب الحاصل في العينات تكون نتيجة التفاوت عن القيمة المستهدفة للمنتوج .

أما الشكل (3) الذي يمثل لوحة السيطرة الـ EWMA لمنتوج منعم الاقمشة عطور الذي يمثل المتغير (X_3) نلاحظ بأن العينات ضمن حدود السيطرة الاحصائية وأن هناك تذبذب في عملية الانتاج ويكون نتيجة (تشوه في الطباعة على العلب الكارتونية ،انحراف في العلب الكارتونية للعبوة ، عدم وضوح تاريخ الانتاج على العلبة أو عدم وجودة ، عدم انتظام فتحات العبوات ، تلوث بالمادة (عدم نظافة العبوات من الخارج) .

ومن الشكل (4) الذي يمثل لوحة السيطرة الـ EWMA لمنتوج منظف الحمامات رونق الذي يمثل المتغير (X_4) نلاحظ بأن العينات ضمن حدود السيطرة الاحصائية وأن هناك تذبذب في عملية الانتاج (تشوه في الطباعة على العلب الكارتونية ،انحراف في العلب الكارتونية للعبوة ، عدم وضوح تاريخ الانتاج على العلبة أو عدم وجودة ، عدم انتظام فتحات العبوات ، تلوث بالمادة (عدم نظافة العبوات من الخارج) .

لإيجاد قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ و $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ للوحات EWMA من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ (التوزيع الطبيعي) ، لكل المتغيرات الاربعة المتقدم ذكرها والمبينة في الفقرة (2-3) وبالاعتماد على الصيغة في (19) و(20) المبينة في الفقرة (2-7-2) عندما يكون حجم المشاهدات يساوي n=5 .

ولدراسة تأثير معلمات للوحة الـ **EWMA** من جانب واحد الاعلى لـ μ بوجود الانحرافات في σ على قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ و $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$

- قيمة معلمة التمهيد λ مساوية لـ **0.05** = λ .
- قيمة ثابت حد السيطرة $\gamma_E = 1.25$
- عدة قيم للتغير في الانحراف متوسط العملية $\delta = 0.0,0.2,04,0.6,0.8$.
- اختيار قيمتين للتغير في الانحراف المعياري للعملية $\theta = 1.0,1.1$.
- وبافتراض أن **x=49** لعدد حالات سلاسل ماركوف .
- اختيار عدة قيم لبدايات اخرى مختارة تكون $\alpha = 0.0,0.2,04,0.6,0.8$ التي تمثل رقم **(1,11,21,31,41)** من المتجهين **ARL** و**SDRL** .

وقد لخصت النتائج مما تقدم ذكره بالجدول **(3)** ،أذ نلاحظ وبشكل عام بان قيم **ARL** وقيم **SDRL** :-

1- أن قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ وقيم $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ تتناقص بزيادة α وثبات قيم $\delta, \theta, \lambda, \gamma_E$.

2- أن قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ وقيم $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ تتناقص بزيادة δ وثبات قيم $\alpha, \theta, \lambda, \gamma_E$.

3- أن قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ وقيم $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ تتناقص بزيادة θ وثبات قيم $\alpha, \delta, \lambda, \gamma_E$.

وعموما من الجدول **(3)** نلاحظ بأنه عندما تكون قيمة $\theta = 1$ و$\delta = 0.0$ و$\alpha = 0.0$ و**0.05**= λ و**1.25**= γ_E فأن متوسط طول التشغيل $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ يكون مساوي لـ **35.3** ، أي انه يتم أخذ على الاقل **35** عينة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الاحصائية . في حين أن قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ عند نفس القيم لـ α, δ و $\theta = 1.1$ تكون مساوية لـ **28.553** أي أنه يتم أخذ على الاقل **28** عينة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الاحصائية . نستنتج مما تقدم ذكره أن قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ تتناقص بزيادة التغير في الانحراف المعياري للعملية أنظر الجدول **(3)** .

و نلاحظ أن قيم $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ نلاحظ بأنه عندما تكون قيمة $\theta = 1$ و$\delta = 0.0$ و$\alpha = 0.0$ و**0.05**= λ و**1.25**= γ_E تكون مساوية لـ **32.152** أي أنه يتم أخذ على الاقل **32** عينة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الاحصائية . في حين أن قيم $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ لنفس القيم لـ α, δ و $\theta = 1.1$ تكون مساوية لـ **25.865** ، نستنتج أن قيم $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ تتناقص بزيادة التغير في الانحراف المعياري للعملية أنظر الجدول **(3)** .

جدول **(3)** يبين قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ و $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ للوحة الـ **EWMA** للمتغير **(X_1)** الذي يمثل المادة الحامضية لمنتوج معجون الأسنان عنبر و يتبع التوزيع الطبيعي $(\mu = 6.481, \sigma = 0.15)$ و$\gamma_E = 1.25$ و$\lambda = 0.05$ بعدد الحالات لسلسلة ماركوف **X=49** ولكل قيم α المختارة.

$ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$						
θ	δ	α				
		0.0	**0.2**	**0.4**	**0.6**	**0.8**
1.0	**0.0**	**35.3**	**32.385**	**27.75**	**21.074**	**13.919**
	0.2	**17.472**	**15.396**	**12.543**	**9.0045**	**5.7187**
	0.4	**10.499**	**8.9561**	**7.0457**	**4.909**	**3.1271**
	0.6	**7.2319**	**6.0392**	**4.6622**	**3.2253**	**2.1235**
	0.8	**5.4555**	**4.5007**	**3.4464**	**2.4005**	**1.6562**
1.1	**0.0**	**28.553**	**26.084**	**22.276**	**17.018**	**11.58**
	0.2	**15.766**	**13.92**	**11.4**	**8.3251**	**5.4984**
	0.4	**10.039**	**8.6159**	**6.8436**	**4.8719**	**3.2219**
	0.6	**7.1142**	**5.9843**	**4.6678**	**3.2989**	**2.2376**
	0.8	**5.4415**	**4.5194**	**3.4943**	**2.4827**	**1.7495**

$SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$						
θ	δ	α				
		0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
1.0	0.0	32.152	31.946	31.221	29.152	25.12
	0.2	14.322	14.094	13.485	12.127	9.9381
	0.4	7.5559	7.3296	6.8434	5.9328	4.6416
	0.6	4.5613	4.3539	3.9772	3.3433	2.5096
	0.8	3.0472	2.8669	2.5778	2.1132	1.5257
1.1	0.0	25.865	25.677	25.048	23.371	20.312
	0.2	13.058	12.854	12.313	11.129	9.2786
	0.4	7.4547	7.2512	6.8023	5.9551	4.7721
	0.6	4.714	4.5234	4.1599	3.5387	2.7342
	0.8	3.2336	3.0631	2.7716	2.2998	1.7172

أن النتائج المتقدم ذكرها والتي نفذت للمتغير (X_1) يمكن تعميمها للمتغيرات (X_2,X_3,X_4) وذلك لان الصيغ التي تعتمد في حساب مصفوفة $Q(\delta,\theta)$ تعتمد على التغير المتوسط (δ) والتغير في الانحراف المعياري (θ) أنظر الصيغتين (16) و(17) .

3-5 الأسلوب الماركوفي للوحة سيطرة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ

تتضمن هذا الفقرة عرض الاساليب التي يتم من خلالها تسليط الضوء على اداء لوحة سيطرة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ في حالة التوزيع الطبيعي ، من خلال تطبيق الخصائص التصادفية المتقدم ذكرها في الجانب النظري . اما البيانات المعتمدة للتوزيع الطبيعي، فقد كانت القراءات لمتوسط المادة الحامضية :-

- المتغير(x_1) للمنتوج معجون الأسنان عنبر الذي يتبع التوزيع الطبيعي $(\mu=6.503,\sigma=0.16)$.
- المتغير (x_2) للمنتوج كريم اليد بلسم الذي يتبع التوزيع الطبيعي $(\mu=6.481,\sigma=0.15)$.
- المتغير (x_3) للمنتوج منعم الاقمشة عطور الذي يتبع التوزيع الطبيعي $(\mu=6.571,\sigma=0.161)$.
- ومتوسط القراءات للمادة الفعالة المتغير (x_4) للمنتوج منظف الحمامات رونق الذي يتبع التوزيع الطبيعي $(\mu=3.515,\sigma=0.153)$.

من نتائج التجربة المقامة لهذا الغرض في الشركة العامة للمنتوجات الغذائية / مصنع المأمون . فقد تم تسجيل القراءات للمادة الحامضية لمنتوج معجون الأسنان (عنبر) والمنتوج كريم اليد (بلسم) والمنتوج منعم الاقمشة (عطور) ، وقراءات المادة الفعالة لمنتوج منظف الحمامات (رونق) فقد اخذت خمسة مشاهدات n=5 في أوقات مختلفة ولفترة (60) يوم عمل فعلي N=60.

لغرض رسم لوحات الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ (في حالة التوزيع الطبيعي) للكشف عن التزايد في الانحراف المعياري للعملية تحت السيطرة . فقد تم حساب قيم σ^2_0 على اساس متوسط عدد التباينات للمتغيرات الاربعة المتقدم ذكرها اعلاه ، وكما مبين في الجدول (4) أدناه .

جدول (4) يبين قيم σ^2_0 للمتغيرات الاربعة قيد الدراسة.

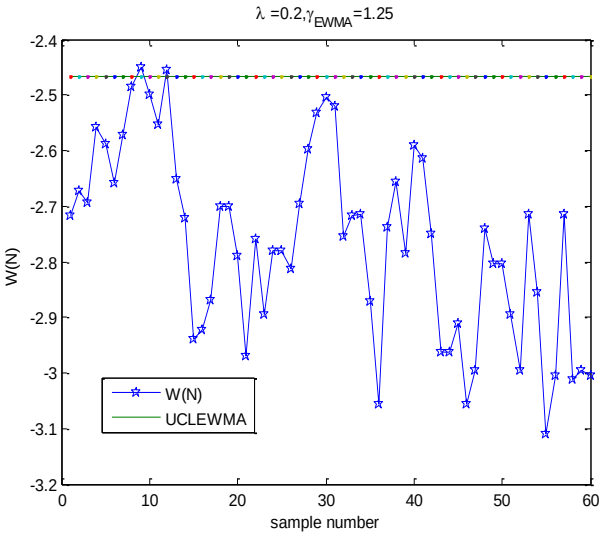
Variables	X_1	X_2	X_3	X_4
Variance(σ^2_0)	0.06078	0.03262	0.071383	0.074233

عندما تكون $\lambda=0.2$ و$\gamma_{EWMA}=1.25$ و n=5 ، N=60 أذ ان $W_0=\ln\sigma^2_0$.

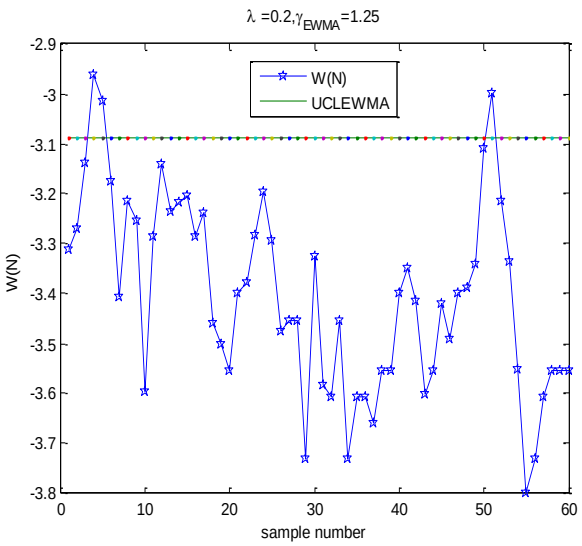
فقد تم حساب قيم حدود السيطرة للوحة الـ EWMA وفق الصيغة (7) وهي مساوية $C_{EWMA} = (-\infty,-2.4659)$. فقد تم حساب تباين العينة ولكل وقت ، ثم استخدمت الصيغة (8) لحساب قيم احصاءة الـ EWMA .

وباستعمال matlab فقد رسمت لوحة الـ EWMA للمتغيرات الاربعة قيد الدراسة المتقدم ذكرها ، انظر الاشكال (5,6,7,8) .

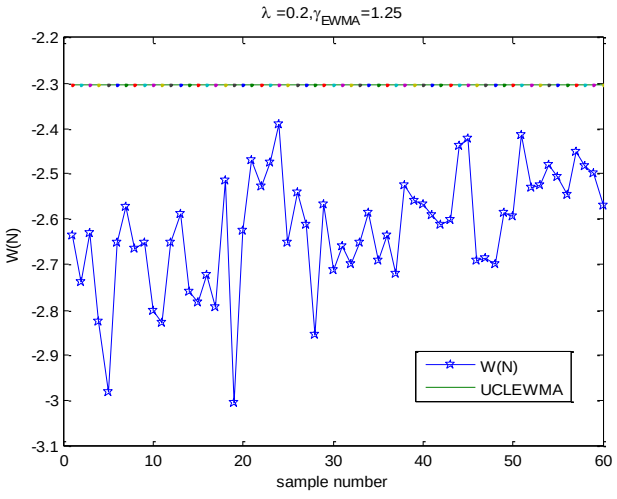
الشكل (5) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ لمنتوج الاسنان (عنبر)



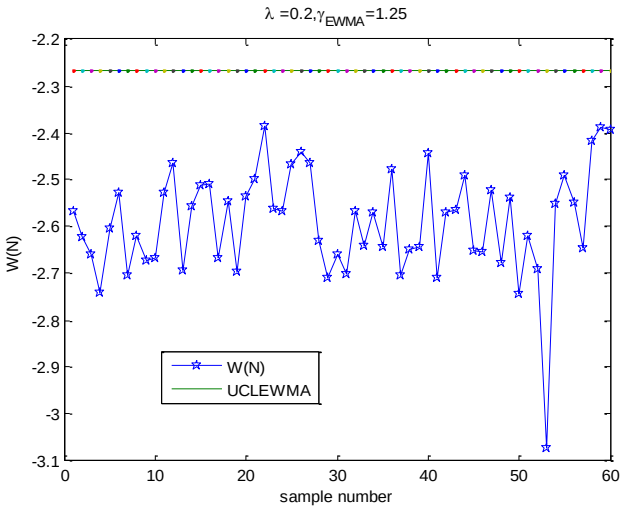
الشكل (6) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ لمنتوج كريم اليد بلسم.



الشكل (7) يبين لوحة الـEWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ لمنتوج منعم الاقمشة عطور



الشكل (8) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ لمنتوج منظف الحمامات رونق



ومن خلال لوحات الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ للمتغيرات الاربعة (X_1,X_2,X_3,X_4) والمبينة في الاشكال الاربعة اعلاه نلاحظ ما يأتي :-

1- لمنتوج معجون الاسنان عنبر فأن عملية الانتاج تكون خارج السيطرة الاحصائية عند المشاهدة (9) والمشاهدة (12) أنظر الشكل (5) وسبب ذلك أنحراف في الدالة الحامضية وعدم اجتياز فحص التذوق(الطعم) وسيولة وتصلب المنتوج وتفاوت في وزن الانبوبة وعدم أحكام الغطاء على الانابيب، أما التذبذب الحاصل في العينات يكون نتيجة التفاوت عن القيمة المستهدفة للمنتوج .

2- لمنتوج كريم اليد بلسم فأن عملية الانتاج تكون خارج السيطرة الاحصائية ، عند المشاهدة (4) و(5) والمشاهدة (50) أنظر الشكل (6) وذلك بسبب أنحراف في رائحة ولون المنتوج وتصلب المنتوج والشوائب والتحبب وتفاوت في وزن الأنبوبة (انحراف عن المواصفة) ، أما التذبذب الحاصل في العينات تكون نتيجة التفاوت عن القيمة المستهدفة للمنتوج .

3- ولمنتوج منعم الاقمشة عطور فأن عملية الانتاج تكون تحت السيطرة الاحصائية أنظر الشكل (7) .

4- ولمنتوج منظف الحمامات رونق فأن عملية الانتاج تكون تحت السيطرة الاحصائية ، أنظر الشكل (8) .

لغرض حساب قيم ARL على وفق الصيغة (30)، اي العدد المتوقع من العينات المسحوبة لغاية ورود ما يشير الى ان عملية الانتاج قد اصبحت خارج السيطرة كذلك حساب قيم SDRL على وفق الصيغة (31). حيث ان المتغيرات الاربعة قيد الدراسة تخضع للتوزيع الطبيعي بالمعلمتين المتمثلة بالمتوسط (μ) والتباين (σ^2) وفقا للقيم المبينة ادناه ولكل متغير من المتغيرات الاربعة.

x_1 ~ **Normal distribution (** $\mu = 6.503, \sigma^2 = 0.0256$ **).**

x_2 ~ **Normal distribution (** $\mu = 6.481, \sigma^2 = 0.0225$ **).**

x_3 ~ **Normal distribution (** $\mu = 6.571, \sigma^2 = 0.0259$ **).**

x_4 ~ **Normal distribution (** $\mu = 3.515, \sigma^2 = 0.0234$ **).**

وإما قيمة متوسط عملية الانتاج عند مستوى النوعية المقبول (μ_0) فسيكون مساوي لقيمة المتوسط لكل المتغيرات الاربعة (μ_0). وان قيمة التباين فسيكون مساوي لقيمة المتوسط التباينات لكل متغير من المتغيرات الاربعة (σ_0^2) .

لإيجاد قيم ARL وSDRL للوحات EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ ولكل متغير من المتغيرات الاربعة اعلاه . وبالاعتماد على الصيغ في الفقرة (3-7-2) عندما يكون حجم المشاهدات يساوي n=5. ولدراسة تأثير معلمات للوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ على قيم ARL وSDRL سيتم اختيار

- قيمتين لحد القرار (ثابت حد السيطرة) تكون مساوية لـ $\gamma_{EWMA} = 1.25, 1.5$.
- قيمتين لمعلمة التنعيم تكون مساوية لـ $\lambda = 0.05, 0.25$.
- عدة قيم للتغير في الانحراف المعياري للعملية تكون مساوية لـ $\theta = 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 15$.
- عدد حالات سلسلة ماركوف تكون مساوية لـ(v = 42).

وقد تم تنفيذ التجارب وفقا للتوليفات المتقدم ذكرها للحصول قيم ARL وقيم SDRL للوحات الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ σ ، ولكل المتغيرات الاربعة ولقد تم الحصول على قيم متشابة لكل المتغيرات الاربعة ، أذ كما نلاحظ من الصيغ (25) الى (29) المتعمدة لحساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية Q(θ) أذ أنها تعتمد على قيمة (n) حجم العينة الفرعية المسحوبة بالوقت (t) وقيمة معلمة التمهيد (λ) ، وقيمة ثابت حد السيطرة (γ_E) وقيمة التغير في الانحراف المعياري للعملية (θ) .

وقد أختبرت عدة قيم لبدايات آخرى أي العناصر رقم i=11,21,31,41 عندما يكون عدد حالات سلسلة ماركوف مساوية لـ v=42 ،
وقد لخصت النتائج مما تقدم ذكره بالجداول (7) الى (10) ، ونلاحظ منها وبشكل عام بأن قيم $ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$ وقيم $SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$:-

1- متناقصة بزيادة قيمة معلمة التمهيد (λ) بثبوت قيم γ_{EWMA} ، v ، θ وللعنصر رقم i .
2- متزايدة بزيادة قيمة ثابت حد السيطرة γ_{EWMA} بثبوت قيم λ، v ، θ وللعنصر رقم i .
3- متناقصة بزيادة قيمة التغير في الانحراف المعياري لمتوسط عملية الانتاج (θ) وثبوت قيمة γ_{EWMA} , λ , v ، وللعنصر رقم i .
4- متزايدة بزيادة قيمة العنصر i وثبوت قيمة γ_{EWMA} , λ , v ، θ .

جدول (7) يبين قيم $ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$ و $SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$ للمادة الحامضية (x_1) لمنتوج معجون اسنان عنبر بعدد v=42 من حالات سلسلة ماركوف لبعض من البدايات اخرى (i=11,21,31,41) عندما تكون $\lambda = 0.05$ و $\gamma_{EWMA} = 1.25$ ولكل قيم θ المفترضة.

θ \ i	$ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	453.77	438.85	388.86	255.32
1.1	66.294	59.987	47.203	26.796
1.2	22.589	19.047	13.602	7.1907
1.3	12.041	9.6827	6.5562	3.4847
1.4	8.0522	6.306	4.1724	2.3197
1.5	6.0874	4.7012	3.0879	1.8181
θ \ i	$SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	451.24	450.92	446.46	405.64
1.1	62.66	62.257	59.837	50.057
1.2	19.056	18.665	17.217	13.423
1.3	8.8854	8.5449	7.6049	5.6371
1.4	5.2533	4.9663	4.31	3.0796
1.5	3.5743	3.3341	2.8461	1.9741

جدول (8) يبين قيم $ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$ و $SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$ للمادة الحامضية (x_1) لمنتوج معجون اسنان عنبر بعدد v=42 من حالات سلسلة ماركوف لبعض من البدايات اخرى (i=11,21,31,41) عندما تكون $\lambda = 0.25$ و $\gamma_{EWMA} = 1.25$ ولكل قيم θ المفترضة.

θ \ i	$ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	61.236	58.587	53.749	46.545
1.1	20.712	19.133	16.811	13.939
1.2	10.202	9.1279	7.767	6.287
1.3	6.3109	5.5163	4.6117	3.7157
1.4	4.4886	3.8671	3.2154	2.614
1.5	3.4877	2.9832	2.4879	2.0559

θ \ i	$SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	60.327	60.238	59.797	58.42
1.1	19.617	19.517	19.169	18.354
1.2	9.0856	8.9842	8.7019	8.1577
1.3	5.2338	5.1344	4.8986	4.5017
1.4	3.4672	3.3701	3.1667	2.8579
1.5	2.5221	2.4265	2.2462	1.9943

جدول (9) يبين قيم $ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$ و $SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$ للمادة الحامضية (x_1) لمنتوج معجون اسنان عنبر بعدد v=42 من حالات سلسلة ماركوف لبعض من البدايات اخرى (i=11,21,31,41) عندما تكون $\lambda = 0.05$ و $\gamma_{EWMA} = 1.5$ ولكل قيم θ المفترضة.

θ \ i	$ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	1430.3	1404.4	1291	843.48
1.1	125.26	115.88	94.264	51.173
1.2	33.197	28.345	20.463	9.8996
1.3	15.904	12.815	8.6246	4.0985
1.4	10.134	7.9065	5.1517	2.5437
1.5	7.4709	5.7324	3.6849	1.9279
θ \ i	$SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	1427.5	1427.2	1420.6	1301.8
1.1	120.41	119.94	116.53	97.034
1.2	28.408	27.914	25.953	19.768
1.3	11.717	11.276	10.049	7.1927
1.4	6.5069	6.1339	5.3056	3.6407
1.5	4.2762	3.9618	3.3664	2.237

جدول (10) يبين قيم $ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$ و $SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$ للمادة الحامضية (x_1) لمنتوج معجون اسنان عنبر بعدد v=42 من حالات سلسلة ماركوف لبعض من البدايات اخرى (i=11,21,31,41) عندما تكون $\lambda = 0.25$ و $\gamma_{EWMA} = 1.5$ ولكل قيم θ المفترضة.

θ \ i	$ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	153.65	149.57	139.61	121.01
1.1	38.988	36.699	32.571	26.628
1.2	16.127	14.623	12.403	9.7311
1.3	8.9926	7.8988	6.4946	5.0053
1.4	6.0035	5.1526	4.1681	3.2178
1.5	4.4784	3.7859	3.0482	2.3864

θ \ i	$SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$			
	11	21	31	41
1.0	152.5	152.43	151.82	148.93
1.1	37.539	37.443	36.966	35.482
1.2	14.643	14.539	14.162	13.261
1.3	7.5728	7.4708	7.164	6.5498
1.4	4.6745	4.5768	4.3187	3.8637
1.5	3.24	3.1463	2.9218	2.5634

المبحث الرابع/ الاستنتاجات والتوصيات

أولاً : الاستنتاجات

يتضمن هذا المبحث الاستنتاجات التي توصل إليها البحث وكما يأتي:

1- عدم إلمام ادارة المصنع والمسؤولين عن الانتاج بلوحات ضبط الجودة (لوحات CUSUM و EWMA) وعدم أعتماد معيار متوسط طول التشغيل (ARL) و معيار الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) للوحات السيطرة للكشف المبكر عن الانحراف بدلاً من أيقاف العملية الانتاجية والبحث عن أسباب الخلل .

2- يعد ARL و SDRL مقياساً لتقييم حساسية أداء لوحات السيطرة لكشف الانحراف عن القيمة المستهدفة وأن كانت ضمن حدود السماحات أي إنها تقلل من الخسارة للمصنع التي تنتج عن اكتشاف العيوب بشكل مبكر وضبط المنتوج بصورة مبكرة .

3- تزداد حساسية لوحة الـ EWMA لمراقبة (μ) بوجود (σ) ، من خلال تناقص قيم $ARL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ والانحراف المعياري لطول التشغيل $SDRL_E^{\alpha}(\delta,\theta)$ يكون كالأتي :

- بتناقص قيمة ثابت حد السيطرة γ_E وثبوت قيم λ ،θ ، δ ، α ، x .
- بزيادة قيمة التغير في الانحراف المعياري للعملية (θ) بثبوت قيم γ_E ، λ ،δ ، α ، x .
- بزيادة قيمة التغير في متوسط العملية (δ) بثبوت قيم γ_E ، λ ،θ ، α ، x .
- بزيادة القيمة المتنباه (α) وبثبوت قيم γ_E ، λ ،δ ، θ ، x .

4- تزداد حساسية لوحة الـ EWMA لمراقة الانحراف المعياري لـ σ للعملية الانتاجية ، من خلال تناقص قيم $ARL^{i}_{EWMA}(\theta)$ و $SDRL^{i}_{EWMA}(\theta)$ تكون :-

- بزيادة قيمة معلمة التمهيد (λ) بثبوت قيم γ_{EWMA} ، v ، θ وللعنصر رقم i .
- بتناقص قيم حد القرار(ثابت حد السيطرة) γ_{EWMA} بثبوت قيم λ، v ، θ وللعنصر رقم i.
- بزيادة التغير في قيمة الانحراف المعياري (θ) وثبوت قيمة γ_E ، λ ، v ، وللعنصر رقم i .
- بزيادة قيمة العنصر i القيمة المتبناة كبداية للوحة السيطرة .

5- اظهرت نتائج الاختبار والتحليل في الجانب العملي من الدراسة الاستنتاجات التالية :-

– بالنسبة لمنتوج معجون الأسنان (عنبر) اشيرت نتائج الاشهر الاربعة كانون الثاني وشباط واذار ونيسان لـ(60) يوم للخاصية الحامضية PH بأن العينات خارج حدود الضبط الاحصائي اي ان العملية غير منضبطة احصائياً والعينات لا تتمحور جميعها حول القيمة المستهدفة .

– بالنسبة لمنتوج كريم اليد (بلسم) اشيرت النتائج التحليل للخاصية الحامضية PH للأشهر الاربعة كانون الثاني وشباط واذار ونيسان لـ(60) يوم بأن العينات خارج حدود الضبط الاحصائي اي ان العملية غير منضبطة احصائياً والعينات لا تتمحور جميعها حول القيمة المستهدفة .

– بالنسبة لمنتوج منعم الاقمشة (عطور) اشيرت نتائج الاشهر الاربعة كانون الثاني وشباط واذار ونيسان لـ(60) يوم للخاصية الحامضية PH بأن العينات ضمن حدود الضبط الاحصائي اي ان العملية منضبطة احصائياً ولكن العينات لا تتمحور جميعها حول القيمة المستهدفة .

– بالنسبة لمنتوج منظف الحمامات (رونق) اشيرت نتائج الاشهر الاربعة كانون الثاني وشباط واذار ونيسان لـ(60) يوم للخاصية الفعالة AD بأن العينات ضمن حدود الضبط الاحصائي اي ان العملية منضبطة احصائياً ولكن العينات لا تتمحور جميعها حول القيمة المستهدفة .

6- من الإسباب التي ادت إلى انحراف المنتوج عن القيمة المستهدف هي:

– قلة ادراك العاملين لمعالجة مركزات خلط المواد الاولية لتحضير المنتوج عند حصول اختلاف في النسب المحددة.

– عملية الاختناق التي تحدث على الحزام الناقل لنقل العبوات وقلة تركيز العاملين على نقلها نتيجة ارهاق العاملين .

– عدم توفير ماكنة للتعبئة حيث يتم الاعتماد على التعبئة اليدوية للمنتوج (عطور، رونق) مما يؤدي الى تفاوت في وزن العبوة أي الانحراف في الوزن النوعي و التلوث بالمادة (عدم نظافة الانبوب من الخارج) .

– أعتماد أسلوب الصيانة العلاجية (الاضطرارية) عند توقف الماكنة عن العمل ، وعدم وجود برامج الصيانة الوقائية او الصيانة المخططة (Planned maintenance) بشكل دوري مما يؤدي الى عدم أحكام الغطاء على الانابيب ، سيولة وتصلب المنتوج ، تفاوت في وزن الانبوبة ، انحراف في الوزن النوعي .

– الاعتقاد السائد لدى الكثير من العاملين في المصنع أن انحراف عملية الانتاج تقتصر على تكاليف المنتجات الغير المطابقة للمواصفات التي يجري اكتشافها قبل شحنها للزبون، وعدم ادراكهم بأن اي انحراف عن القيمة المستهدفة يشكل خسارة يتحملها المصنع والزبون.

ثانياً : التوصيات

تضمن هذا المبحث مجموعة من التوصيات التي بنيت على الاستنتاجات التي توصل اليها البحث وكما يأتي :

1- ضرورة الأخذ بنظر الاعتبار رضا الزبون عن منتوجات المصنع ، فكلما كان المنتوج يحقق رضا الزبون ازدادت سمعة المصنع مما يؤدي إلى زيادة أرباحها وتقليل التكاليف الوحدات التالفة وأعادة التصنيع .

2- ضرورة تطبيق معيار متوسط طول التشغيل (ARL) للوصول الى مستويات عالية الجودة للمنتوجات وتقليل تكاليفها، من خلال تقليل الانحرافات عملية الانتاج عن القيمة المستهدفة وبالتالي لن تكون هنالك تكاليف يتحملها الزبون والمصنع .

3- الاهتمام بقياس لوحات ضبط الجودة (Quality Control Charts) بوصفها مؤشرا لقياس قدرة المصنع على تقيل الانحرافات في عملية الانتاج وتحسين الجودة والبقاء في عالم الاعمال.

4- ضرورة استعمال لوحات الضبط الاحصائي لمراقبة عمليات الإنتاج والتعرف على مسببات الانحراف التي قد تحدث لأسباب عشوائية او غير عشوائية.

5- التركيز على متوسط طول التشغيل والانحراف المعياري لطول التشغيل لأنهما يساعدان على الكشف المبكر للانحرافات في عملية الانتاج والعمل على تقليلها وتلافي الانحرافات قبل حدوثها.

6- تدريب العاملين على كيفية معالجة مركزات خلط المواد الاولية لتحضير المنتوج عند حصول اي اختلاف في النسب المحددة.

7- ضرورة الاهتمام بصيانة المكائن بشكل مستمر.

المصادر العربية

اولاً : الكتب

1- سلمان ،أسامة ربيع أمين ، (2008)، " التحليل الاحصائي للبيانات بأستخدام برنامجMinitab ، الطبعة الاولى .

ثانياً : الرسائل والأطاريح

2- أرسلان ، مؤيد أكرم ،(2012)، " أثر تطبيق تكامل نظام (TQM– ISO 9001) على السياسة التنافسية (دراسة تطبيقية في معمل التحرير الجاهز للبناء وزارة الاعمار والاسكان " ، أطروحة دكتوراه ، جامعة سانت كليمنتس العالمية .

3- ناصر ، جنان عباس، (2009)، "دراسة مقارنة للتأثير المزدوج للانحراف في متوسط العملية (δ) والانحراف المعياري (θ) في بعض من لوحات السيطرة على طول التشغيل "، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة ، العدد (22)، ص ص [205-222] .

References English

First: Books

4- **Heizer ,Jay ,Render ,Barry&Munson ,Chuck , (2017), "Operation Management :Sustainability and Supply Chain Management ".12th , pearson education inc , USA.**

5- **Kumar,S.Anil & Suresh N.,(2008),"Production & Operation Management", Published By New Age International (P) Ltd, New Delhi.**

6- **Monntgomery, Douglas, C. , (2013), StatisticalQuality Control: A Modern Introduction , 7th ed. , John Wiley & Sons, Inc.**

7- **Montgomery, Douglas C.,(2009),"Introduction to Statistical Quality Control", 6th ed, John Wiley & Sons, Inc., USA .**

8- **Rykov, N. Balakrishnan.(2010) Mathematical and Statistical Models and Methods in Reliability, Birlin: Springer Science, LLC.**

9- **Wadsworth ,JR. , M. ,Harrison , Stephens , S. ,Kennneth ,& Godfrey , A., Blanton ,(2002) , Modern Method for Quality Control Charts and Improvement ,2th ed. , John Wiley & Sons, Inc.**

Second - Thesis

10-**Dunbar ,Martin Xavier ,(2007) ,"Analysis and Design of One –and Two–Sided CUSUM Charts with Known and Estimated Paramerers ", Mister Thesis of Science , Georgia Southern University .**

Thirdly, articles and research

11-**Abbas , Nasir , Riaz , Muhannad , and Does , M. , M. ,J. , Ronald ,(2014)," An EWMA-Type Control Chart for Monitoring the Process Mean Using Auxiliary Information" , Communications in Statistics—Theory and Methods ,vol 43, pp 3485-3498 .**

12-**Abbas, Nasir, Riaz, Muhammad and Does ,M.M.J.,OpRonald ,(2013) , "CS-EWMA Chart for Monitoring Process Dispersion ", Quality Rrliability Engineering International ,pp. 653–663 .**

13-**Brook, D. and Evans, D. A. , (1972) , " An approach to the probability distribution of CUSUM run length". Biometrika , Vol. 59, No. 3, pp 539-549.**

14-**Morais , Cabral, M.and Pacheco, A. (1998)," Two Stochastic Properties Of one –sided Exponentially Weighted Moving Average Control Charts," Communications in Statistics — Simulation and Computation, pp 1-20.**

15-**Morais ,Cabral, M.and Pacheco, A. (2000b). " Some Stochastic Properties Of one –sided *X* and EWMA Charts for in The Presence of shifts in σ," Communications in Statistics- Simulation and Computation, pp1-13.**

16-**Khoo , B. C. , Michael , Castagliola, Philippe, Liew , J . Y. , Teoh ,W.L., Maravelakis, Petros E., (2013) ," A study on EWMA charts with runs rules - the Markov chain approach ", Communication in Statistics- Theory and Methods ·**

17-**Khoo , B. C. , Michael , The, S. Y., Chew , X. Y., and Teo , W. L. ,(2015) ," Standard Deviation of the Run Length (SDRL) and Average Run Length (ARL) Performances of EWMA and Synthetic Charts ", IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Vol. 7, No. 6 , pp.513-516 .**

18-**Nenes , George and Tagaras , George , (2007) " THE CUSUM CHART FOR MONITORING SHORT PRODUCTION RUNS ", International Journal of Production Research , Vol 44 , Issue 8 , pp 1569-1587 .**

19-**Serel, A. Dog˘an , Moskowitz , Herbert , (2008) ," Joint economic design of EWMA control charts for mean and variance", European Journal of Operational Research ,Vol 184 ,pp157-168 .**

20-**Ryu , Jong –Hyun , and Wan , Hong , (2010)," Optimal Design of a CUSUM Chart for a Mean Shift of Unknown Size ", Journal of Quality Technology Vol. 42, No. 3, pp. 1-16 .**

21-**Yanga , Su-Fen ,and Cheng ,W., Smiley,(2010), "A New Non-parametric CUSUM Mean Chart ", Quality Rrliability Engineering International ,pp. 867–875 .**

Calculate the Average Run Length (ARL) to Detect the Deviation in the Process A case Study in an Industrial Organization

Abstract

Statistical control charts are widely used in industry for process and measurement control . in this paper we study the use of markov chain approach in calculating the average run length (ARL) of cumulative sum (Cusum) control chart for defect the shifts in the mean of process , and exponentially weighted moving average (EWMA) control charts for defect the shifts for process mean and , the standard deviation . Also ,we used the EWMA charts based on the logarithm of the sample variance for monitoring a process standard deviation when the observations (products are selected from al_mamun factory) are identically and independently distributed (iid) from normal distribution in continuous manufacturing . The case study approach used as the appropriate approach to reach the research objectives , all of the (Product toothpaste Anber , Product Hand Cream Balsam , Product Menem Eutur fabrics, and Bathroom Cleaner Rwnaq) represent for the research sample , the statistical methods used are the Cusum and EWMA chats And the adoption of the (ARL) and (SDRL) obtained using the method of Markov chain.

The researcher recommended that the application of the standard Average Run length of ARL to reach the production process and disciplined statistically reduce deviations in the production process for the target value .

Keyword : Control charts , Cumulative sum chart , Exponentially weighted moving average chart , Average Run Length , Markov chain , Standard deviation of Run Length .