

# حساب متوسط طول التشغيل (ARL) للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى 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 و EWMA واعتماد معيار (ARL) و (SDRL) و المستحصلة بأستعمال أسلوب سلسلة ماركوف .

توصل الباحث الى جملة من الاستنتاجات كان أبرزها ان هناك انحرافات 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 إحصائياً وتقليل الانحرافات في العملية الانتاجية عن القيمة المستهدفة .

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





## المقدمة

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

وتعد لوحات ضبط الجودة (Quality Control Charts) أداة إحصائية لمراقبة مدى مطابقة العملية الإنتاجية للمواصفات المحددة مسبقاً ، واكتشاف مواطن الخلل والانحرافات غير المرغوب فيها في الأداء و تحديد هذا الانحراف ومن ثم اتخاذ الإجراءات 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 الاستحواذ على المزيد من الأسواق، إذ تغير مفهوم الجودة ليشمل رأي الزبون ورضاه وثقته، فضلاً عن معايير جودة المنتج نفسه. ومن هنا برزت مشكلة البحث الحالي والتي صيغت على شكل تساؤلات والتي تمحورت حول مدى توفر أدوات ضبط الجودة المتمثلة بلوحات السيطرة الإحصائية، وما هو المعيار المناسب للكشف عن الانحراف في العملية الإنتاجية والبحث عن أسباب الخلل وانحراف العملية الإنتاجية عن مسارها . كما يمثل هدف البحث الرئيس بمحاولة دراسة الكشف عن مدى ضبط العملية الإنتاجية إحصائياً ، وأمكانية التطبيق السليم للوحات ضبط الجودة (لوحات الـ Cusum ، ولوحات الـ EWMA) لمراقبة جودة الإنتاج وتحديد جودة الخصائص النوعية للمنتوج من خلال التشخيص السريع لانحراف العملية الإنتاجية عن السيطرة الإحصائية باستعمال 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 منعّم الاقمشة عطور ومنتوج منظف الحمامات رونق) واستعمل عدداً من أدوات التحليل لمراقبة العملية الإنتاجية .

ولغرض قياس كفاءة أداء لوحات السيطرة فقد اعتمد متوسط طول التشغيل ( Average Run Length (ARL) ) ، إذ يعد المقياس الأكثر شيوعاً ويستخدم على نطاق واسع في عملية المراقبة الإحصائية لتقييم أداء حساسية لوحات السيطرة للكشف عن مخرجات العملية الإنتاجية . وفي بحثنا هذا اعتمدنا على معيار متوسط طول التشغيل والانحراف المعياري لطول التشغيل . لذا قسم بحثنا هذا كالآتي :-

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 الإحصائي وبعض الدراسات السابقة .

فيما تضمن المبحث الثاني الجانب النظري للبحث متضمن لوحات السيطرة الإحصائية وتعريفها وأهميتها وكذلك شرح مفصلاً عن لوحات Cusum لمراقبة متوسط العملية الإنتاجية ، ولوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لمراقبة متوسط العملية الإنتاجية ولوحة الـ EWMA من جان واحد الاعلى للانحراف المعياري للعملية ( $\sigma$ ) ، وكذلك بيان مفهوم متوسط طول التشغيل (ARL) وتقديم شرح مفصلاً 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) باستعمال لوحات السيطرة (Cusum و EWMA) . فيما أنفرد المبحث الرابع بمجموعة من الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها في البحث فقد تم عرض أهم الاستنتاجات والتوصيات .



## المبحث الأول / منهجية البحث

يمكن أستعراض فقرات منهجية البحث كالاتي:-

### 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 المنتج وكشف الانحرافات في العملية الإنتاجية.

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

3- كيف يمكن لمعيار متوسط طول التشغيل (Average Run Length) ان يساهم في تقليل الانحراف في العملية الإنتاجية عن الجودة للمنتجات عينة الدراسة؟

### 1-2 أهداف البحث

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

- 1- الكشف عن مدى ضبط العملية الإنتاجية 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 الإنتاجية تخضع للتوزيع الطبيعي .
- 3- إظهار مدى الاستفادة من التحليل الأفقي والعمودي في كشف التغير في متوسط العملية الإنتاجية 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 إدارة (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 .



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

### 1-5 حدود البحث

تتمثل حدود البحث بالآتي:

- 1- الحدود المكانية : اختير مصنع المأمون التابع للشركة العامة للمنتجات 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 المعيشة 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 والدوريات 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 و اخص منهم موظفي قسم السيطرة النوعية وكذلك من وثائق ومطبوعات مصنع المأمون فضلاً عن الفحوصات التي يجريها مصنع المأمون على منتوجاتها.

### 1-7 مجتمع وعينة البحث

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

### 1-8 أدوات التحليل الإحصائي

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 (7-2) ، 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 بحساب متوسط طول التشغيل (ARL) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) لكلا اللوحتين Cusum و EWMA فضلاً 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) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) ، حيث تطرق ( Khoo et al ) ، الى دراسة معدلات الإنذار الكاذبة للوحات  $\bar{X}$  , EWMA, CUSUM عندما تكون المعلمات مقدرة ، في حين قام ( Chi & Fang , 2011) بدمج اللوحتين الـ EWMA و لوحة 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 ) ، المقارنة بين الأداء الامثل للوحة الـ EWMA مع لوحة الـ CUSUM من خلال الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) ، أما ( Khoo et al , 2013) تناول تقييم لوحات السيطرة الـ EWMA مع قواعد التشغيل بأسلوب سلسلة ماركوف .



## المبحث الثاني/الجانب النظري للمبحث

### 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 إجراء 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 المنتج النهائي ، من أجل الحصول على جودة جيدة وضمن المواصفات المطلوبة يعرف نظام السيطرة الاحصائية لعدة اغراض منها (13 : 2013, Montgomery) 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 المكين .

3- دخول المنتج الى ميدان المنافسة وبالتالي زيادة المبيعات نتيجة لما يتمتع به المنتج من جودة عالية .

4- ضمان جودة المنتج بثقة كبيرة ودون تردد عندما تكون عملية الانتاج منضبطة إحصائياً ، أما في حالة عدم الضبط الاحصائي فإن 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 المنتج والاجزاء المصنعة يكون سببها أحد الامرين (144 : 2008, Kumar&Suresh) :

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

أ- انخفاض في كفاءة المكين 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 (246 : 2017, Heizer et al) فيطلق عليها انحرافات طبيعية التي تؤثر غالباً في كل

العمليات الانتاجية إذ تعد عمليات الانتاج ومن ثم جودة المنتج ، تحت السيطرة إذا كانت الانحرافات من النوع

الثاني أي انحرافات بسبب عوامل الصدفة ، وتكون جودة المنتج خارج حدود السيطرة إذا 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 المتحرك الموزون اسياً (EWMA) لمراقبة المتوسط العملية الانتاجية .

3- لوحة المتوسط المتحرك الموزون اسياً (EWMA) لمراقبة الانحراف المعياري للعملية الانتاجية .

وكما سيرد شرحها أدناه :-



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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

بافتراض المتغير  $x_i$  يمثل المشاهدة رقم (i) للمتغير قيد البحث يخضع للتوزيع الطبيعي بمتوسط  $(\mu_0)$  وتباين مقداره  $(\sigma^2)$ ، وتمثل  $(\mu_0)$  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) :

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

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

حيث تكون القيم الأولية لإحصاءه Cusum مساوية للصفر، أي  $C_0^+ = C_0^- = 0$  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 (Reference Value) أو قيمة السماح وقيمتها مساوية لـ (Wadsworth,2002:270) :-

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

أو قد تؤخذ قيم  $k$  مساوية لـ

$$\frac{\mu_1 + \mu_0}{2}$$

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

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

في حال تجاوزت قيمة إحصاءه Cusum  $(C_i^+$  أو  $C_i^-)$  حدود اتخاذ القرار الموجب أو السالب  $(H^+$  أو  $H^-)$ ، فإن 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) فإن حد اتخاذ القرار سيكون بين الصفر و  $H$ ، أي إن  $(0$  و  $H)$  وبذلك يتم إيقاف عملية الانتاج إذ كانت قيمة  $C_i^+ > H$  أو إذا وقعت قيمة  $C_i^+$  عند الصفر. وكذلك الحال عند اكتشاف 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 الأعلى An upper one - sided EWMA

لتكن العينة العشوائية رقم  $N = (X_{1N}, \dots, X_{nN})$  تم سحبها من التوزيع الطبيعي

$\{N(\mu, \sigma^2), -\infty < \mu < \infty, \sigma^2 > 0\}$ . وبذلك يمكن إيجاد إحصاء الاختبار للوحة الـ EWMA من الجانب الاعلى للكشف عن الانحراف في المتوسط  $(\mu)$  تكون وفق الصيغة

: (Morais&Pacheco,2000b:2)

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



حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية  
الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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

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

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

حيث  $\mu_0$  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 ( $n$ ) . وأن ( $\gamma_E$ ) تمثل قيمة ثابت حد السيطرة وهي قيمة موجبة وثابتة تكون بين الصفر واللانهاية ( $0 < \gamma_E < \infty$ ) . وان قيمة معلمة التنعيم (Smoothing Parameter) يرمز لها بالرمز ( $\lambda$ ) وهي قيمة موجبة وثابتة وتكون بين الصفر والواحد ( $0 < \lambda < 1$ ) وتمثل الوزن المعطى لمتوسط العملية الانتاجية الاحداث . حيث ان عملية الانتاج تكون خارج السيطرة عند الوقت ( $N$ ) عندما تقع قيمة احصاء 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  $\alpha$  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 لاحصاء 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 ( $\mu$ ) .

2-5 لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  An upper one - sided EWMA for  $\sigma$  لايجاد حدود السيطرة واحصاء الـ EWMA المستخدمة لمراقبة الانحراف المعياري للعينة عند اوقات متعاقبة عددها ( $N$ ) تكون وفق الصيغة الآتية (Serel & Mosko,2008:159) :

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

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

$$W_N = W_0 \quad , N=0$$
$$W_N = (1-\lambda) \times \max \{ \ln(\sigma_0^2), W_{N-1} \} + \lambda \times \ln(S_N^2), N=1,2,3,\dots \quad \dots(8)$$

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



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

### The Average Run Length

### 2-6 متوسط طول التشغيل

يعد معيار متوسط طول التشغيل (ARL) والانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) من أهم المعايير التي أتمدت من الباحثين لغرض المقارنة بين أداء وكفاءة لوحات السيطرة الإحصائية ، 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 ما يشير الى وجود نقطة خارج السيطرة .

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

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

### 2-7 استعمال سلاسل ماركوف في السيطرة الإحصائية

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 الاعلى لأسلوب سلاسل ماركوف للحصول على قيم متوسط طول التشغيل (ARL) للوصول الى لوحة منضبطة إحصائياً.

وعندما تكون حالة المتغيرات العشوائية المستمرة ومن خلال أسلوب سلاسل ماركوف ، نفترض لوحة Cusum لجانب واحد الاعلى بان العملية تتوقف إذا كانت الانحرافات المتراكمة لـ  $z$  عن القيمة المرجعية ( $k$ ) إي ( $z-k$ ) تصل حد القرار الاعلى ( $H$ ) 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  $E_t$  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 اختبار قيمة  $w$  بعناية كبيرة لأنها تؤثر على خصائص متوسط طول التشغيل والنقاط المنوية لطول التشغيل لهذه اللوحة (Abbas et al, 2014: 3495).

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

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 و  $h$  إي ( $0, H$ ) التي تكون تقريباً منظرية للحالة  $E_i$  ولذا اختيرت قيمة  $w$  لتكون على وفق الصيغة الآتية (Nenes & Tagaras, 2007: 1572):

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





## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

وان الاحتمالات الانتقالية لسلسلة ماركوف للحالات  $i=0,1,2,\dots,t-1$  كالآتي  
(Brook & Evens,1972:547) :

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

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

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

ان  $P_r(E_0 \rightarrow E_t) = P_r(z - k > H)$  تمثل القيمة الاحتمالية لطول التشغيل لأي قيمة لـ  $w$  تحقق الصيغة (9) عندما تكون القيمة الاحتمالية لطول التشغيل مساوية لـ  $P_r(rw - 0.5w < z - k \leq rw + 0.5w)$  وان القيمة الاحتمالية التجميعية لطول التشغيل مساوية لـ  $F_r = P_r(z - k \leq rw + 0.5w)$ . 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 الآتية  
(Brook & Evens,1972:543) :-

$$p = \begin{bmatrix} R & (I-R)1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

اذ أن  $I$  مصفوفة وحدة من الرتبة  $(t \times t)$  وأن  $1$  متجه عمودي من الرتبة  $(t \times 1)$  تكون فيه كل عنصر من عناصره مساوية للواحد وأن  $R$  مصفوفة جزئية من عناصر مصفوفة الاحتمالات الانتقالية  $p$  برتبة  $(t \times t)$  والتي يتم حسابها بالاعتماد على الصيغ (10) و(11) ، وأن  $0$  تمثل متجه صفري ذو رتبة  $(1 \times t)$  . ويتم الحصول على قيم متوسط طول التشغيل (ARL) على وفق الصيغة الآتية  
(Khoo et al , 2015:514) :

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

وباستخدام العلاقة  $\mu^{(s)} = s R \mu^{(s)}$  حيث ان  $s = 2, 3, 4 \dots$  وبالاعتماد على العلاقة بين العزوم العاملة والعزوم المركزية ، يمكن إيجاد 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 و SDRL للوحة EWMA لمراقبة المتوسط ( $\mu$ ) بوجود الانحراف المعياري لـ ( $\sigma$ )

أن أسلوب سلسلة ماركوف يبدأ بتقسيم فترة القرار (الفترة المحصورة بين الحد الأدنى (حد السيطرة المركزي  $(\mu_0)$ ) والحد الأعلى 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) ،  $i \in \{0, 1, \dots, X\}$  ، بمدى مساوي لـ

$$\Delta = \gamma_E \times \sigma_0 \sqrt{\lambda / [(2-\lambda)n]} / (X+1)$$

لسلسلة ماركوف المنتهية بمجال الحالة المتقطع  $\{0, 1, \dots, X+1\}$  ، وتمثل الحالة المنتهية بـ  $(X+1)$  ، اما مصفوفة الاحتمال الانتقالية فهي (ناصر ، 2009 : 209) :-



حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية  
الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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

أذ أن  $\mathbf{I}$  يمثل مصفوفة الوحدة ذات رتبة  $(X+1)$  و  $\mathbf{0}$  تمثل متجة صفري ذو رتبة  $(1 \times X+1)$  ، أما  $\mathbf{1}$  فهو متجه ذو رتبة  $(X+1 \times 1)$  تكون قيمة كل عنصر من عناصره مساوية للواحد، أما  $\mathbf{1}$  فيمثل احتمال البقاء ضمن الحالة المنتهية (Absorbing state) . وتكون المصفوفة الجزئية  $Q(\delta, \theta)$  مصفوفة الاحتمالات الانتقالية بين الحالات  $\{0,1,\dots, X+1\}$  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  $Q(\delta, \theta)$  التي تكون دالة بالمعلمتين للتغير في المتوسط والانحراف المعياري للعملية الانتاجية وتكون وفق الصيغة الاتية (Morais & Pacheco , 2000a:19-20) :-

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

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

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

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

وتحقق العناصر الداخلة في حساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية  $Q(\delta, \theta)$  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  $\sum_{i=0}^j q_{il}(\delta, \theta) = a_{ij}(\delta, \theta)$  ، فالمتباينة (18) تعني بان المصفوفة  $P(\delta, \theta)$  تكون رتيبة تصادفيا ، وان متوسط طول التشغيل (ARL) باستعمال اسلوب ماركوف يكون وفق الصيغة الاتية :-

$$ARL_E^\alpha(\delta, \theta) = ERL_E^\alpha(\delta, \theta)$$

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

أذ يكون  $ARL_E^\alpha(\delta, \theta)$  العنصر رقم  $([\alpha \times (x+1)] + 1)$  من متجه متوسط طول التشغيل ذو رتبة  $(1 \times (X+1))$  الذي يحسب وفق الصيغة  $ARL_E(\delta, \theta) = [I - Q(\delta, \theta)]^{-1} \mathbf{1}$  ، 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.



حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية  
الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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

$$\dots(20) SDRL_{\bar{e}}^{\alpha} = e^{-1} [\alpha \times (x+1)] + 1 \sqrt{2((I - Q(\delta, \theta))^{-1} - I)\mu + \mu - \mu^2}$$

2-7-3 الصيغ التقريبية لحساب قيم ARL و SDRL للوحة الـ EWMA لمراقبة الانحراف المعياري يستخدم أسلوب سلسلة ماركوف لحساب قيم متوسط طول التشغيل (ARL) و (SDRL) وذلك بتحديد الاحتمالات الانتقالية لسلسلة ماركوف المتقطعة التي تقترب للاستمرارية المشتركة مع إحصاء الـ EWMA في التطبيق لأسلوب سلسلة ماركوف إذ تكون الحالات الانتقالية المفترضة كالآتي  
-: (Morais&Pacheco,1998:5)

$$E_i = (e_i, e_{i+1}) , \quad i = 1, 2, \dots, V - 1 ; \quad \dots(21)$$

وتكون الحدود لتلك الحالات

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

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

حيث أن

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

وأن الحالة المنتهية (absorbing state) لسلسلة ماركوف تكون طبقاً لـ  $E_v = [UCL_{EWMA}, +\infty)$  ،  
اما مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلسلة ماركوف ، مثلت بصيغة مجزئة ، وكما يأتي:-

$$P(\theta) = \begin{bmatrix} [I - Q(\theta)] \times 1 & Q(\theta) \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

حيث ان I مصفوفة الوحدة ذات رتبة (v-1 × v-1) ، 0 متجه ذو رتبة (1 × v-1) ، 1 متجه ذو رتبة (1) ،  
(v-1 × v-1) ، تكون قيمة كل عنصر من عناصره مساوية للواحد ، 1 يمثل احتمال البقاء ضمن الحالة المنتهية ،  
والمصفوفة Q(θ) ذات رتبة (v-1 × v-1) ومدخلاتها تعطى وفق الصيغة الآتية:-

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

عندما

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

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

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

وهكذا فإن

$$a_{iv-1}(\theta) = \sum_{j=1}^{v-1} q_{ij}(\theta) \quad , i = 1, 2, \dots, V - 1 \quad \dots(29)$$



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الاتحافية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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

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

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

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

### المبحث الثالث / الجانب العملي

#### 3-1 نبذة تعريفية 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 1036 منتسبا. وتبلغ المساحة الكلية 170.000 م<sup>2</sup> ، المساحة المستغلة بالبناء 79872 م<sup>2</sup>. فقد باشرت إدارة المصنع بإنتاج الزيوت الصلبة عام 1953 بطاقة 15 طن/ يوم وبالعلامات (الراعي، ونفيس، ورنجس) . 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 و SDARL للوحات السيطرة الاحصائية والتي هي :-

- 1- لوحة Cusum من جانب واحد الاعلى لمراقبة المتوسط .
  - 2- لوحة EWMA من جانب الاعلى لمراقبة المتوسط ( $\mu$ ) وبوجود الانحراف المعياري ( $\sigma$ ) .
  - 3- لوحة EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  لمراقبة الانحراف المعياري .
- فقد تم أستعمال البيانات المتوفرة في الشركة العامة للمنتوجات الغذائية / مصنع المأمون للمنتجات الآتية:-
- 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 إجراء 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 .



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

اللازمة لاستعمال الأسلوب الماركوفي للوحات السيطرة للتحقق بمعدل عدد العينات التي يتم معاينتها لحين ورود ما يشير الى أن العملية أصبحت خارج السيطرة وبالتالي إيقاف العملية الانتاجية والبدء بالبحث عن أسباب الخلل ، والانحراف المعياري لطول التشغيل .  
وقد تم تفرغ نتائج اختبار (K-S) بالجدول (1)  
جدول (1) نتائج اختبار التوزيع الطبيعي باستعمال (K-S) .

اسم المنتج	الخاصية قيد الدراسة	احصاءة اختبار K-S	عدد المشاهدات N	الاحتمال P-value
معجون الأسنان عنبر	المادة الحامضية (x <sub>1</sub> )	D=0.074	60	اكبر من 0.15
كريم اليد بلسم	المادة الحامضية (x <sub>2</sub> )	D=0.090	60	اكبر من 0.15
منعم الاقمشة عطور	المادة الحامضية (x <sub>3</sub> )	D=0.074	60	اكبر من 0.15
منظف الحمامات رونق	المادة الفعالة (x <sub>4</sub> )	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 من 0.15 وهي اكبر من مستوى المعنوية 5% وبذلك نقبل فرضية العدم ، وان المتغيرات الاربعة قيد الدراسة تخضع للتوزيع الطبيعي بالمعلمتين المتمثلة بالمتوسط (μ) والتباين (σ<sup>2</sup>) وفقا للقيم المبينة ادناه ولكل متغير من المتغيرات الاربعة.

$$x_1 \sim \text{Normal distribution} (\mu = 6.503, \sigma^2 = 0.0256).$$

$$x_2 \sim \text{Normal distribution} (\mu = 6.481, \sigma^2 = 0.0225).$$

$$x_3 \sim \text{Normal distribution} (\mu = 6.571, \sigma^2 = 0.0259).$$

$$x_4 \sim \text{Normal distribution} (\mu = 3.515, \sigma^2 = 0.0234).$$

### 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<sub>0</sub>) والتي تكون مساوي لمتوسط المتوسطات لكل متغير من المتغيرات الاربعة (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>). وكذلك لقيمة الانحراف المعياري (σ) ومن ثم تحديد التوزيع الاحتمالي لأحصاءة لوحة Cusum من جانب واحد الأعلى فقط سيكون مساوي لـ

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

• لايجاد قيم ARL وSDRL للوحات Cusum للمتغير الذي يمثل المادة الحامضية (X<sub>1</sub>) لمنتج معجون اسنان عنبر والذي يتبع التوزيع الطبيعي ستكون أحصاءة لوحة Cusum (z - k = 6.503 - k, σ = 0.16) حيث ان σ يمثل الانحراف المعياري ويساوي  
$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0.0256} = 0.16$$

• واختيار قيمة لـ k قريبة من قيمة المتوسط العام (μ<sub>0</sub>) لكل المنتجات الاربعة ، أذ ستكون قيمة K لمنتجات الثلاثة الاولى (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>) مساوية لـ k = 6.3 . اما المنتج الرابع X<sub>4</sub> ستكون مساوية لـ  
k = 3.3 .



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

- بأفترض قيمة حد القرار التي يمكن أن تكون تقديرية لأنها تعتمد على القيمة التقديرية لـ  $\sigma$  هي  $H = 5\sigma$ .
- وأن عدد الحالات المستخدمة في سلسلة ماركوف ( $t$ ) ستكون مساوية لـ ( $t = 7$ ). التي تعتمد لحساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية ( $R$ ).
- وبالاعتماد على التوزيع الاحتمالي الطبيعي لأحصاءة لوحدة Cusum ( $P_{ij} \forall i, j = 0, 1, \dots, t-1$ ) ، يتم حساب الاحتمالات الانتقالية ( $z - k \sim \text{Normal Dist.}^n (\mu_0 - k, \sigma)$  للمصفوفة  $R$  برتبة  $t \times t$  باستعمال الصيغة (10) و (11).
- وقد تم تنفيذ التجارب وفقاً 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- فإن متوسط طول التشغيل ARL للحالة  $E_0$  تكون مساوية لـ (4.67) أي على الأقل يتم أخذ أربعة عينات قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية ، بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.66).
  - 2- وأن قيمة ARL للحالة  $E_1$  تكون مساوية لـ (4.10) ، أي على الأقل 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 الأقل 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 الأقل يتم أخذ عینتين قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الإحصائية بأنحراف معياري لطول التشغيل (SDRL) مساوي لـ (1.33).
  - 5- وقيمة ARL للحالة  $E_4$  تكون مساوية لـ (2.28) ، أي على الأقل يتم أخذ عینتين 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 الأقل 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 الأقل 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 ( $X_2, X_3, X_4$ ).



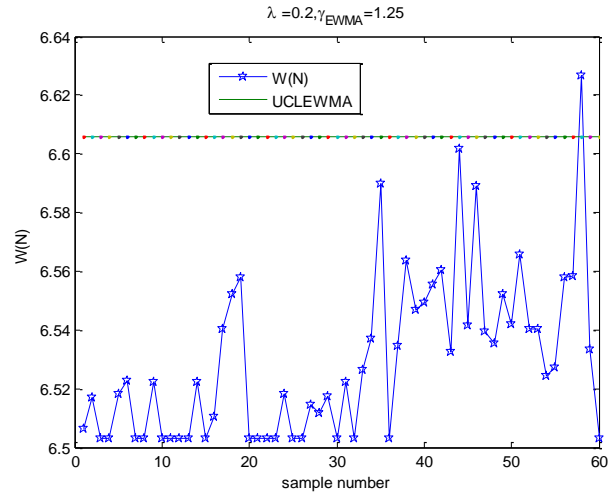
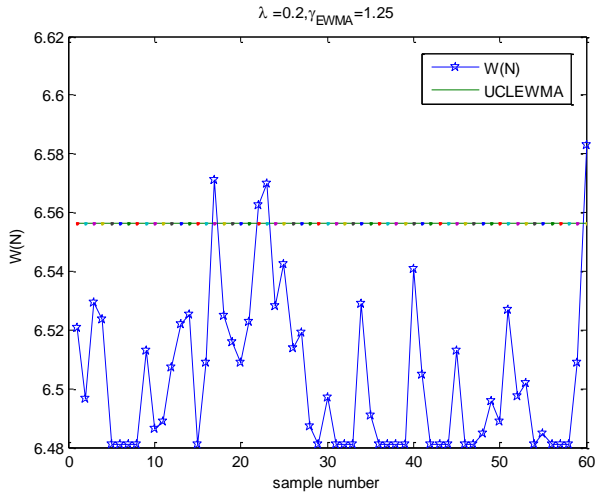
## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

3-4 الأسلوب الماركوفي للوحة الـ EWMA من جانب واحد الأعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  تتضمن هذا الفقرة عرض الاساليب التي يتم من خلالها تسليط الضوء على اداء لوحة السيطرة الـ EWMA من جانب واحد الأعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  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 الأعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  ، 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) وباعتماد على قيم المتوسط والتباين لكل متغير من المتغيرات الاربعة  $(X_1, X_2, X_3, X_4)$  المتقدم ذكرها في المبحث (3-2).

أنظر الاشكال (1-4) التي تمثل لوحة EWMA

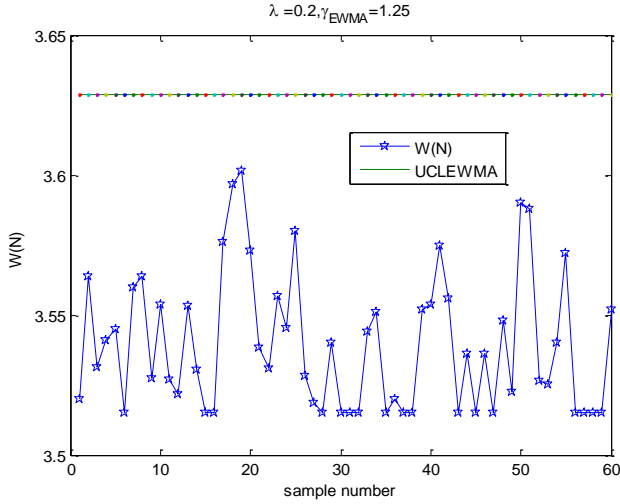
الشكل (1) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  لمنتوج عنبر.  
الشكل (2) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  لمنتوج بلسم.



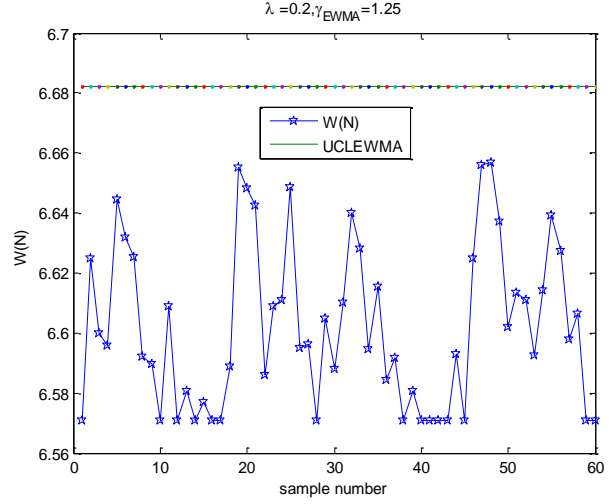


## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

الشكل (4) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد  
الاعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  لمنتوج رونق



الشكل (3) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد  
الاعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  لمنتوج عطور



من الشكل (1) الذي يمثل لوحة الـ EWMA لمنتوج معجون الاسنان غير الذي يمثل المتغير ( $X_1$ ) نلاحظ بأن هناك انحراف لعملية الانتاج عند النقطة (58) مما يدل على أن عملية الانتاج غير منضبطة احصائياً وذلك بسبب انحراف في الدالة الحامضية وعدم اجتياز فحص التدوق (الطعم) وسيولة وتصلب المنتج وتفاوت في وزن الانبوبة وعدم احكام 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 انحراف لعملية الانتاج عند النقاط (17,22,23,60) عن حد السيطرة الاحصائي مما يدل على أن عملية الانتاج غير منضبطة احصائياً وذلك بسبب انحراف في رائحة ولون المنتج وتصلب المنتج والشوائب والتحبب وتفاوت في وزن الأنبوبة (انحراف 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 الكرتونية ،انحراف في العلب الكرتونية للعبوة ، عدم وضوح تاريخ الانتاج على العبوة أو عدم وجوده ، 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 الكرتونية ،انحراف في العلب الكرتونية للعبوة ، عدم وضوح تاريخ الانتاج على العبوة أو عدم وجوده ، 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  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  (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  $n=5$  .





## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

ولدراسة تأثير معلمات لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\mu$  بوجود الانحرافات في  $\sigma$  على قيم

$$ARL_E^\alpha(\delta, \theta) \text{ و } SDRL_E^\alpha(\delta, \theta)$$

- قيمة معلمة التمهيد  $\lambda$  مساوية لـ  $\lambda = 0.05$ .
- قيمة ثابت حد السيطرة  $\gamma_E = 1.25$ .
- عدة قيم للتغير في الانحراف متوسط العملية  $\delta = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ .
- اختيار قيمتين للتغير في الانحراف المعياري للعملية  $\theta = 1.0, 1.1$ .
- وبافتراض أن  $x=49$  لعدد حالات سلاسل ماركوف.
- اختبار عدة قيم لبدائيات اخرى مختارة تكون  $\alpha = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$  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  $\alpha$  وثبات قيم  $\delta, \theta, \lambda, \gamma_E$ .
- 2- أن قيم  $ARL_E^\alpha(\delta, \theta)$  وقيم  $SDRL_E^\alpha(\delta, \theta)$  تتناقص بزيادة  $\delta$  وثبات قيم  $\alpha, \theta, \lambda, \gamma_E$ .
- 3- أن قيم  $ARL_E^\alpha(\delta, \theta)$  وقيم  $SDRL_E^\alpha(\delta, \theta)$  تتناقص بزيادة  $\theta$  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  $\lambda = 0.05$  و  $\gamma_E = 1.25$  فإن متوسط طول التشغيل  $ARL_E^\alpha(\delta, \theta)$  يكون مساوي لـ 35.3، أي انه يتم أخذ على الأقل 35 عينة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الاحصائية. في حين أن قيم  $ARL_E^\alpha(\delta, \theta)$  عند نفس القيم لـ  $\delta, \alpha$  و  $\theta = 1.1$  تكون مساوية لـ 28.553 أي أنه يتم أخذ على الأقل 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  $\lambda = 0.05$  و  $\gamma_E = 1.25$  تكون مساوية لـ 32.152 أي أنه يتم أخذ على الأقل 32 عينة قبل مغادرة عملية الانتاج لحالة السيطرة الاحصائية. في حين أن قيم  $SDRL_E^\alpha(\delta, \theta)$  لنفس القيم لـ  $\delta, \alpha$  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 للمتغير ( $X_1$ ) الذي يمثل المادة الحامضية لمنتوج معجون الأسنان عنبر و يتبع التوزيع الطبيعي ( $\mu = 6.481, \sigma = 0.15$ ) و  $\lambda = 0.05$  و  $\gamma_E = 1.25$  بعدد الحالات لسلسلة ماركوف  $X=49$  ولكل قيم  $\alpha$  المختارة.

ARL <sub>E</sub> <sup>α</sup> (δ, θ)						
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



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

SDRL <sub>E</sub> <sup>α</sup> (δ, θ)						
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 ( $\delta$ ) والتغير في الانحراف المعياري ( $\theta$ ) أنظر الصيغتين (16) و(17).

3-5 الأسلوب الماركوفي للوحة سيطرة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  تتضمن هذا الفقرة عرض الاساليب التي يتم من خلالها تسليط الضوء على اداء لوحة سيطرة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  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 اوقات مختلفة ولفترة (60) يوم عمل فعلي  $N=60$ .

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

جدول (4) يبين قيم  $\sigma^2_0$  للمتغيرات الاربعة قيد الدراسة.

Variables	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
Variance( $\sigma^2_0$ )	0.06078	0.03262	0.071383	0.074233

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



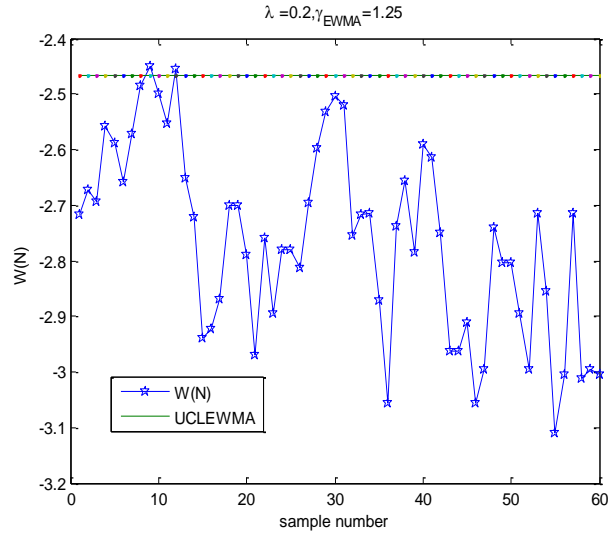
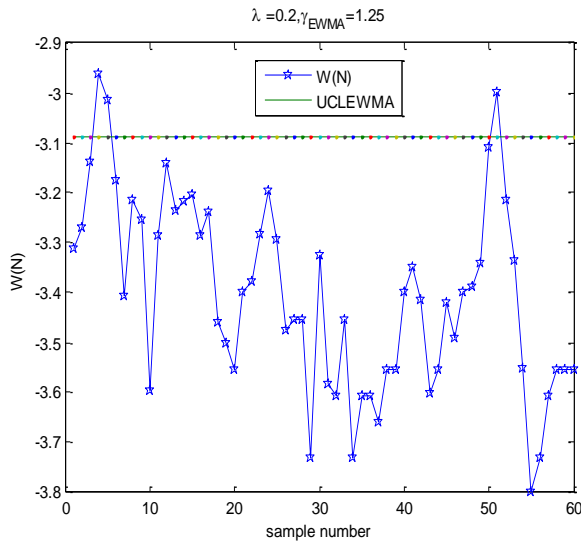
## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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 احصاء الـ EWMA.

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

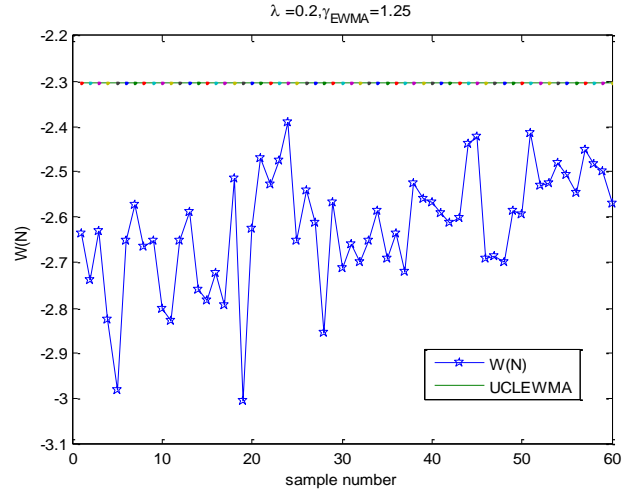
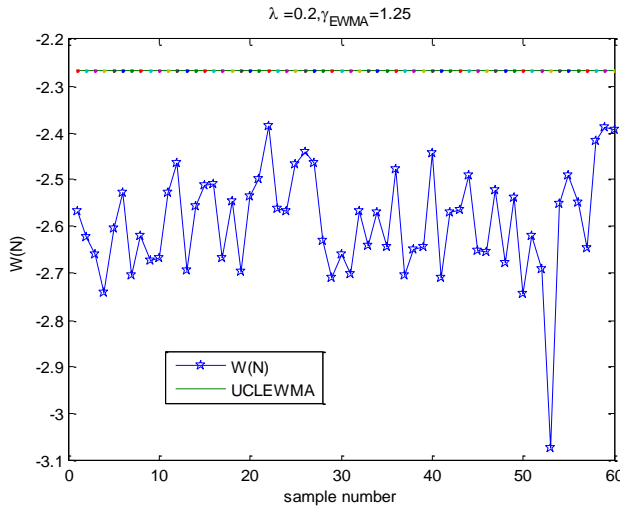
الشكل (6) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  لمنتوج كريم اليد بلسم.

الشكل (5) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  لمنتوج الاسنان (عنبر).



الشكل (8) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  لمنتوج منظف الحمامات رونق.

الشكل (7) يبين لوحة الـ EWMA من جانب واحد الاعلى لـ  $\sigma$  لمنتوج منعم الاقمشة عطور.





## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

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

1- لمنتوج معجون الاسنان عنبر فان 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 احكام الغطاء على الانابيب، أما التذبذب الحاصل في العينات يكون نتيجة التفاوت عن القيمة المستهدفة للمنتوج .

2- لمنتوج كريم اليد بلسم فان 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 فان عملية الانتاج تكون تحت السيطرة الاحصائية أنظر الشكل (7) .

4- ولمنتوج منظف الحمامات رونق فان 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 ( $\mu$ ) والتباين ( $\sigma^2$ ) وفقا للقيم المبينة ادناه ولكل متغير من المتغيرات الاربعة.

$x_1 \sim \text{Normal distribution } (\mu = 6.503, \sigma^2 = 0.0256)$  .

$x_2 \sim \text{Normal distribution } (\mu = 6.481, \sigma^2 = 0.0225)$  .

$x_3 \sim \text{Normal distribution } (\mu = 6.571, \sigma^2 = 0.0259)$  .

$x_4 \sim \text{Normal distribution } (\mu = 3.515, \sigma^2 = 0.0234)$  .

وإما قيمة متوسط عملية الانتاج عند مستوى النوعية المقبول ( $\mu_0$ ) فسيكون مساوي لقيمة المتوسط لكل المتغيرات الاربعة ( $\mu_0$ ). وان قيمة التباين فسيكون مساوي لقيمة المتوسط التباينات لكل متغير من المتغيرات الاربعة ( $\sigma_0^2$ ) .

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

• قيمتين لحد القرار (ثابت حد السيطرة) تكون مساوية لـ 1.5, 1.25 .  $\gamma_{EWMA}$  .

• قيمتين لمعلمة التنعيم تكون مساوية لـ 0.25, 0.05 .  $\lambda$  .

• عدة قيم للتغير في الانحراف المعياري للعملية تكون مساوية لـ 1.5, 1.4, 1.3, 1.2, 1.1, 1.0 .  $\theta$  .

• 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  $\sigma$  ، ولكل المتغيرات الاربعة ولقد تم الحصول على قيم متشابهة لكل المتغيرات الاربعة ، أذ كما نلاحظ من الصيغ (25) الى (29) المتعمدة لحساب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية  $Q(\theta)$  أذ أنها تعتمد على قيمة ( $n$ ) حجم العينة الفرعية المسحوبة بالوقت ( $t$ ) وقيمة معلمة التمهيدي ( $\lambda$ ) ، وقيمة ثابت حد السيطرة ( $\gamma_E$ ) وقيمة التغير في الانحراف المعياري للعملية ( $\theta$ ) .



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

وقد أختبرت عدة قيم لبدايات أخرى أي العناصر رقم  $i=11,21,31,41$  عندما يكون عدد حالات سلسلة ماركوف مساوية لـ  $v=42$  ،

وقد لخصت النتائج مما تقدم ذكره بالجدول (7) الى (10) ، ونلاحظ منها وبشكل عام بأن قيم  $ARL_{EWMA}^i(\theta)$  وقيم  $SDRL_{EWMA}^i(\theta)$  :-

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

جدول (7) يبين قيم  $ARL_{EWMA}^i(\theta)$  و  $SDRL_{EWMA}^i(\theta)$  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  $\theta$  المفترضة.

$\theta$ \ $i$	$ARL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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

$\theta$ \ $i$	$SDRL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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  $ARL_{EWMA}^i(\theta)$  و  $SDRL_{EWMA}^i(\theta)$  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  $\theta$  المفترضة.

$\theta$ \ $i$	$ARL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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



حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية  
الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

$\theta$ \ i	$SDRL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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  $ARL_{EWMA}^i(\theta)$  و  $SDRL_{EWMA}^i(\theta)$  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  $\theta$  المفترضة.

$\theta$ \ i	$ARL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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

$\theta$ \ i	$SDRL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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  $ARL_{EWMA}^i(\theta)$  و  $SDRL_{EWMA}^i(\theta)$  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  $\theta$  المفترضة.

$\theta$ \ i	$ARL_{EWMA}^i(\theta)$			
	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



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

$\theta$	i	$SDRL_{EWMA}^i(\theta)$			
		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 اعتماد معيار متوسط طول التشغيل (ARL) و معيار الانحراف المعياري لطول التشغيل (SDRL) للوحات السيطرة للكشف المبكر عن الانحراف بدلاً من إيقاف 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 المنتج بصورة مبكرة .

3- تزداد حساسية لوحة الـ EWMA لمراقبة ( $\mu$ ) بوجود ( $\sigma$ ) ، من خلال تناقص قيم  $ARL_E^\alpha(\delta, \theta)$  والانحراف المعياري لطول التشغيل  $SDRL_E^\alpha(\delta, \theta)$  يكون كالآتي :

- بتناقص قيمة ثابت حد السيطرة  $\gamma_E$  وثبوت قيم  $\lambda, \theta, \delta, \alpha, x$  .

- بزيادة قيمة التغير في الانحراف المعياري للعملية ( $\theta$ ) بثبوت قيم  $\lambda, \delta, \alpha, \gamma_E, x$  .

- بزيادة قيمة التغير في متوسط العملية ( $\delta$ ) بثبوت قيم  $\lambda, \theta, \alpha, \gamma_E, x$  .

- بزيادة القيمة المتنباه ( $\alpha$ ) وبثبوت قيم  $\lambda, \delta, \theta, \gamma_E, x$  .

4- تزداد حساسية لوحة الـ EWMA لمراقبة الانحراف المعياري لـ  $\sigma$  للعملية الانتاجية ، من خلال تناقص قيم  $ARL_{EWMA}^i(\theta)$  و  $SDRL_{EWMA}^i(\theta)$  تكون :-

- بزيادة قيمة معلمة التمهيد ( $\lambda$ ) بثبوت قيم  $\gamma_{EWMA}, v, \theta$  وللغصن رقم i .

- بتناقص قيم حد القرار ( ثابت حد السيطرة )  $\gamma_{EWMA}$  بثبوت قيم  $\lambda, v, \theta$  وللغصن رقم i .

- بزيادة التغير في قيمة الانحراف المعياري ( $\theta$ ) وثبوت قيمة  $\gamma_E, \lambda, v$  ، وللغصن رقم i .

- بزيادة قيمة الغصن i القيمة المتنباه كبدائية للوحة السيطرة .

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



## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

- 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 الأسباب التي ادت إلى انحراف المنتج عن القيمة المستهدف هي:
- قلة ادراك العاملين لمعالجة مراكز خلط المواد الاولية لتحضير المنتج 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 ماكينة 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) .
  - اعتماد أسلوب الصيانة العلاجية (الاضطرابية) عند توقف الماكينة عن العمل ، وعدم وجود برامج الصيانة الوقائية او الصيانة المخططة (Planned maintenance) بشكل دوري مما يؤدي الى عدم أحكام الغطاء على الاتابيب ، سيولة وتصلب المنتج ، تفاوت في وزن الاتبوية ، 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 المنتج يحقق رضا الزبون ازدادت سمعة المصنع مما يؤدي إلى زيادة أرباحها وتقليل التكاليف الوحدات التالفة وإعادة 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 تقبل 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 مراكز خلط المواد الاولية لتحضير المنتج عند حصول اي اختلاف في النسب المحددة.
  - 7- ضرورة الاهتمام بصيانة الماكينات بشكل مستمر.





## حساب متوسط طول التشغيل [ARL] للكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية دراسة حالة في إحدى الشركات الصناعية

### المصادر العربية

#### أولاً: الكتب

1- سلمان، أسامة ربيع أمين ، (2008)، " التحليل الاحصائي للبيانات باستخدام برنامج Minitab ، الطبعة الاولى .

#### ثانياً: الرسائل والأطاريح

2- أرسلان ، مؤيد أكرم ، (2012)، " أثر تطبيق تكامل نظام (ISO 9001 –TQM) 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 (8) والانحراف المعياري (9) في بعض من لوحات السيطرة على طول التشغيل " ، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة ، العدد (22)، ص ص [ 222-205 ] .

### References English

#### First: Books

4- Heizer ,Jay ,Render ,Barry&Munson ,Chuck , (2017), "Operation Management :Sustainability and Supply Chain Management "12<sup>th</sup> , 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 , 7<sup>th</sup> 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. ,Kenneth ,& Godfrey , A., Blanton ,(2002) , "Modern Method for Quality Control Charts and Improvement ,2<sup>th</sup> 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  $\square$  in The Presence of shifts in  $\sigma$ ," *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 .