

## مقارنة لفاعلية لوحات EWMA بطريقة الرسم البياني

مع حالة دراسية لمعمل بابل / ٢ .

جنان عباس ناصر / مدرس مساعد / معهد الادارة / الرصافة

### Comparison for activity EWMA charts by Graphical Method with studying Case in Babel-factory 2.

#### Abstract

In this research , we use The statistical techniques for detecting shift in quality for production in Babel – factory 2 . By application The exponentially weighted moving average (EWMA) control charts with asymptotic limits , the EWMA control charts with time- varying limits with the fast initial response (FIR-EWMA).this showed that the FIR-EWMA charts are more efficiency for detecting shift in quality .

Janan Abbas Nasier

#### الخلاصة

في هذا البحث ، نستخدم الاساليب الاحصائية للكشف عن الانحراف في النوعية لانتاج معمل بابل / ٢ . بتطبيق لوحات السيطرة المتوسط المتحرك الموزون اسياً ( EWMA ) بحدي السيطرة المحاذية ، لوحات السيطرة ال ( AWMA ) بحدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت ولوحات السيطرة ال FIR-EWMA بحدي السيطرة المتغيرة بالسيطرة الوقت مع ميزة الاستجابة الاولية السريعة . وقد تبين ان لوحات FIR-EWMA تكون اكثر كفاءة في الكشف عن الانحراف في النوعية .

#### 1. المقدمة

لوحات سيطرة المتوسط المتحرك الموزون أسياً (EWMA) تكون بديلة عن لوحات السيطرة لشيوارت . تكون لوحة ال- EWMA مؤثرة بشكل كبير في كشف الانحرافات الصغيرة في عملية مستمرة [2]. قدمت اولاً من قبل Roberts [3] عام 1959.

وقد بين Montgomery [2] عام 1991 بأن ، حدي السيطرة للوحات ال- EWMA ينبغي ان تكون متغيرة بتغير الوقت ، لان التباين لاحصاء الاختبار  $W_t$  يعتمد على الوقت  $t$  ، بسبب ان التأثير لثابت البداية  $W_0$  يتناقص عندما يزداد الوقت  $t$  ، اذ تكون لوحات السيطرة ال- EWMA بحدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت ملائمة في كل الحالات عندما يكون مستوى النوعية الاولي مشكوك فيه .

ثم اقترح عدة باحثين تعديلات للوحة ال- EWMA لبناء ميزة الاستجابة الاولية السريعة ( FIR ) منهم Montgomery و Rhoads [4] عام 1996-1997 لجعل لوحة ال- EWMA حساسة اكثر لبداية الى مشاكل في النوعية. اذ يتم استخدام تعديل لحدي السيطرة ، وياخذ هذا التعديل بنظر الاعتبار الطبيعة المعتمدة على الوقت لاحصاء ال- EWMA ، اذ يكون تحسين اضافي في اداء لوحة ال- EWMA باستخدام اسلوب الاستجابة الاولية السريعة ( FIR-EWMA ) والذي يمتاز بفاعليته وحساسيته في تشخيص الانحرافات الصغيرة بصورة مبكرة .

وقد طبقت الاساليب المتقدم ذكرها في حالة التوزيع المستمر حين يكون المتغير العشوائي ( الصفة المقاسة للنوعية ) يتبع التوزيع الطبيعي . وبناء على ما تقدم ذكره فان هدف البحث هو تقييم العملية الانتاجية في المنشأة العامة لصناعة البطاريات ( معمل بابل / 2 ) التي تساهم بشكل كبير في تدوير عجلة الانتاج لجهات مختلفة ( دوائر مختلفة ) . وذلك باستخدام الاساليب الاحصائية الخاصة بالسيطرة على النوعية . ومن هذه الاساليب تطبيق لوحات ال- EWMA ولوحات ال- FIR-EWMA والمقارنة بين هذه الاساليب لبيان مزايا وافضلية كل منها .

## 2. لوحات سيطرة الـ EWMA

لمراقبة متوسط العملية ، تتكون لوحة السيطرة الـ EWMA من رسم احصاء الاختبار  $W_t$  مقابل الوقت  $t$  ،  
[2] عندما تكون  $W_t$  مساوية لـ

$$W_t = \lambda \bar{X}_t + (1 - \lambda) W_{t-1} , \quad 0 < \lambda \leq 1 \quad \dots (1)$$

اما  $\lambda$  فهي معلمة التنعيم ( The smoothing parameter ) قيمة ثابتة وقيمة البداية  $W_0$  توضع مساوية لتقدير متوسط العملية ، غالبا تعطى كـ  $\bar{X}$  محسوب من البيانات الاولية سابقا . ونلاحظ عند التعويض عن قيمة  $W_{t-1}$  ،  $W_{t-2}$  ،  $W_{t-3}$  ، ... لقيمة  $W_{t-j}$  أذ ان  $J = 1, 2, 3 \dots$  في المعادلة (1) نلاحظ ان احصاء الاختبار الـ EWMA تكون متوسط موزون اسيا لكل المشاهدات السابقة. أي ان

$$W_t = \lambda \bar{X}_t + \lambda (1 - \lambda) \bar{X}_{t-1} + \lambda (1 - \lambda)^2 \bar{X}_{t-2} + \dots + (1 - \lambda)^{t-1} W_0$$

في تطبيقات مراقبة النوعية ، تكون القيم النموذجية لمعلمة التنعيم بين 0.05 و 0.25 . تكون العملية الانتاجية خارج السيطرة عندما تقع احصاء الاختبار  $W_t$  خارج المدى لحدي السيطرة المحاذية (asymptotic) مثلت بحدي السيطرة الاعلى UCL والادنى LCL وكماياتي

$$UCL = \mu_{\bar{X}} + L \sigma_{\bar{X}} \sqrt{\lambda / (2 - \lambda)} \quad \dots (2)$$

$$LCL = \mu_{\bar{X}} - L \sigma_{\bar{X}} \sqrt{\lambda / (2 - \lambda)}$$

$$LC = \mu_{\bar{X}}$$

اما LC فهو الحد المركزي عندما يكون كل من  $\mu_{\bar{X}}$  و  $\sigma_{\bar{X}}$  في التطبيقات مقدره نموذجيا من البيانات الاولية كمتوسط العينة والانحراف المعياري للعينة .

### ٢.١ لوحات سيطرة الـ EWMA مع حدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت

بافتراض المتوسطات  $\bar{X}_i$  ،  $i = 1, 2, 3 \dots T$  تكون متغيرات عشوائية مستقلة بمتوسط  $\mu_{\bar{X}}$  وتباين  $\sigma_{\bar{X}}^2/n$  ، عندما  $n$  حجم العينة المستخدمة عند كل فترة الوقت لحساب  $\bar{X}_i$  ، فان قيمة المتوسط والتباين لـ  $W_t$  [2]

$$\mu_{W_t} = \mu_{\bar{X}} \quad \dots (3)$$

$$\sigma_{W_t}^2 = \sigma_{\bar{X}}^2 (\lambda / (2 - \lambda)) [1 - (1 - \lambda)^{2t}]$$

نلاحظ التباين لاحصاء الاختبار الـ EWMA ( $W_t$ ) تكون دالة بالوقت . يكون حدي السيطرة للوحة السيطرة الـ EWMA مشتقة نموذجيا معتمدة على حدي  $L +$  انحراف معياري معياري ، وهكذا ، حدي سيطرة الـ EWMA الاعلى  $UCL(t)$  والادنى  $LCL(t)$  المتغيرة بتغير الوقت يكون وفق الصيغة

$$UCL = \mu_{\bar{X}} + L \sigma_{\bar{X}} \sqrt{(\lambda / (2 - \lambda)) [1 - (1 - \lambda)^{2t}]}$$

$$LCL = \mu_{\bar{X}} - L \sigma_{\bar{X}} \sqrt{(\lambda / (2 - \lambda)) [1 - (1 - \lambda)^{2t}]} \quad \dots (4)$$

$$LC = \mu_{\bar{X}}$$

$\mu_{\bar{X}}$  و  $\sigma_{\bar{X}}$  سبق تعريفها، عندما تزداد قيمة  $t$  . فأن حدي السيطرة  $UCL(t)$  و  $LCL(t)$  يقتربان لحدي السيطرة المحاذية (asymptotic) مثلت بحدي UCL و LCL التي اعطيت في الصيغة (2) . أن

معدل التقارب لحدي السيطرة المتغيرين بتغير الوقت الى حدي السيطرة المحاذية يعتمد على قيمة معلمة التنعيم ، ويكون التقارب بطيء جدا عندما تكون قيمة معلمة التنعيم صغيرة .

## ٢.٢ لوحات سيطرة EWMA مع الاستجابة الأولية السريعة

اقترح تقريب ميزة الاستجابة الأولية السريعة (FIR) [4] ليعطي لوحات الـ EWMA مع حدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت ميزة. ولأن حدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت تقترب أسيا الى حدي السيطرة المحاذية ، استخدام تعديل تناقص اسيا لحدي سيطرة ضيقة لاقصى مايمكن ، وكماياتي .

$$\text{FIR adj} = 1 - (1-f)^{1+a(t-1)} \quad \dots(5)$$

ان تعديل الـ FIR يجعل حدي السيطرة لأول نقطة عينة (t=1) نسبة f للمسافة الاصلية من قيمة البداية . اما معلمة التعديل (a) ، سيكون لها تأثير قليل جدا بعد عشرين مشاهدة . اذ يكون التعديل لـ FIR بنسبة 0.99 عند المشاهدة العشرين . وقد وضعت القيمة a بالصيغة

$$a = (-2/\log(f) - 1) / 19 \quad \dots(6)$$

اماحدي السيطرة الاعلى والادنى المتغيرين بتغير الوقت للوحة الـ FIR-EWMA هما على التوالي

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \mu_{\bar{x}} + L\sigma_{\bar{x}} [1 - (1-f)^{1+a(t-1)}] \sqrt{(\lambda / (2 - \lambda)) [1 - (1 - \lambda)^{2t}]} \\ \text{LCL} &= \mu_{\bar{x}} - L\sigma_{\bar{x}} [1 - (1-f)^{1+a(t-1)}] \sqrt{(\lambda / (2 - \lambda)) [1 - (1 - \lambda)^{2t}]} \quad \dots(7) \end{aligned}$$

اما  $\mu_{\bar{x}}$  و  $\sigma_{\bar{x}}$  قد سبق تعريفهما.

## ٣. الحالة الدراسية

يتضمن هذا الجانب عرض الاساليب التي يتم من خلالها الكشف عن الانحراف في النوعية ، تكون هذه الاساليب باستخدام لوحات الـ EWMA بحدي السيطرة المحاذية ، لوحات الـ EWMA بحدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت ، لوحات الـ FIR-EWMA بحدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت مع FIR . وتتضمن وقد تم استخدام البيانات المتوفرة في قسم السيطرة على النوعية لمعمل البطاريات السائلة ( بابل / 2 ) ، وتتضمن هذه البيانات متوسط عدد المعيب اليومي ولمئة دفعة انتاجية حجم كل منها مئة مدونة في جدول (1) أنظر الملحق .

ولغرض اجراء حسن المطابقة ، فقد تم حساب متوسط المتوسطات لعدد البطاريات التالفة المشاهدة 4.66 =  $\bar{\bar{X}}$  وتباين مقدارة  $\sigma_{\bar{x}}^2 = 2.145$  بطريقة العزوم . وبعد ذلك اجري اختبار حسن المطابقة لمتوسط عدد البطاريات التالفة على اساس الفرضية

$$H_0 : \bar{X} \approx N(\mu, \sigma^2)$$

$$H_1 : \bar{X} \not\approx N(\mu, \sigma^2)$$

وتم اختبار  $X^2$  ( مربع كاي ) لحسن المطابقة [1] ، لاحظ جدول (2) الذي يوضح الحسابات الضرورية لاجراء اختبار حسن المطابقة . وعند مقارنة قيمة  $X_{cal}^2 = 5.578$  مع قيمة  $X_{tab}^2$  المستخرجة من جداول مربع كاي بدرجة حرية K=3 ومستوى معنوية  $\alpha=0.05$  مع القيمة  $X^2(3, 0.05) = 7.815$  وجد ان قيمة  $X^2$  المحتمسبة أقل من الجدولية ، ممايعني قبول فرضية العدم التي تؤكد انعدام الفرق المعنوي بين التكرار المشاهد والنظري ، ومن هنا تم اعتماد التوزيع الطبيعي ، بوصفه توزيعا ملائما للنوعية لمنتوج البطارية .

### ٣.١ لوحات الـ EWMA بحدي السيطرة (time-varying & asymptotic)

في هذه المرحلة تم حساب أحصاء الاختبار للـ EWMA كما في المعادلة (1) لكل قيم معلمة التنعيم (0.05, 0.1, 0.25, 0.5). وتم حساب حدي السيطرة المحاذية للوحة الـ EWMA كما في المعادلة (2) بالاعتماد على قيم معلمة التنعيم المتقدم ذكرها ولقيم ثابت حد السيطرة (2.25, 2.5, 2.75, 3, 3.25, 3.5) باستخدام الـ matlab، وقد تم ايجاد قيم حدي السيطرة المحاذية ثم حسبت قيم حدي السيطرة time-varying كما في المعادلة (4). وقد لخصت النتائج من ماتقدم ذكره في جدول (3)، ونلاحظ ما يأتي

- ان المساحة المحصورة بين حدي السيطرة المحاذية تزداد بزيادة قيمة معلمة التنعيم وثبات قيمة حد السيطرة والعكس صحيح .
- تزداد سرعة التقارب بين حدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت الحدي السيطرة المحاذية بزيادة قيمة معلمة التنعيم .

ولغرض رسم لوحات الـ EWMA وعندما يكون حدي السيطرة (time-varying & asymptotic) استخدام التطبيق excel . لاحظ الاشكال البيانية (1-24) ويتضح منها ماياتي

- بزداد تشتت قيم احصاء الـ EWMA في المعادلة (1) بزيادة قيمة معلمة التنعيم .
- تكون قيم حدي السيطرة time-varying قريبة لقيم احصاء الـ EWMA عندما تكون قيمة ثابت حد السيطرة مساوية لـ 2.25 .
- ان عدد العينات المطلوب لتوليد اول اشارة للخروج عن السيطرة يتأثر بقيمة ثابت حد السيطرة (L) عند ثبات قيمة معلمة التنعيم و العكس صحيح . اذ يقل عدد العينات المطلوب لتوليد أول اشارة للخروج عن السيطرة بزيادة قيمة معلمة التنعيم ، ويمكن الكشف عن الانحراف في العملية الانتاجية في مبدئها ، واتخاذ اجراء تصحيح لجعل العملية الانتاجية في حالة ضبط احصائي .

ولغرض المقارنة ما بين الاسلوبين فقد تم اعتماد عدد العينات المطلوب لتوليد اشارة للخروج عن السيطرة على النوعية ، وقد لخصت النتائج من رسم لوحات الـ EWMA في الجدول (4) . ويتضح منها ماياتي

- نلاحظ عدم خروج أي من النقاط المرسومة من حدي السيطرة (asymptotic & time-varying) عندما تكون  $\lambda = 0.05$  ولكل قيم ثابت حد السيطرة لاحظ الاشكال (1-6) مما يدل على ان العملية الانتاجية تحت السيطرة ، لكن لا يعني ذلك عدم وجود تلف الا أن متوسط التلف دون المعدل لمتوسط عدد البطاريات التالفة .
- يبدو ان نقطة العينة رقم 66 خارج حد السيطرة الاعلى (asymptotic & time-varying) عندما تكون قيمة  $\lambda = 0.1$  ولقيم ثابت حد السيطرة (2.25, 2.5, 2.75) مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي ، ويلاحظ وقوع العينة رقم 66 على حد السيطرة الاعلى time-varying لنفس قيمة  $\lambda$  ولقيمة  $L = 2.75$  . اما لقيم ثابت حد السيطرة (3, 3.25, 3.5) ولنفس قيمة  $\lambda$  ، نلاحظ عدم خروج أي من نقاط المرسومة خارج حدي السيطرة (time-varying & asymptotic) ، مما يدل على ان العملية الانتاجية في حالة ضبط احصائي .
- أما عندما تكون  $\lambda = 0.25$  ولقيم ثابت حد السيطرة (2.25, 2.5, 2.75) يبدو أن نقطة العينة رقم 7 خارج حد السيطرة الاعلى (time-varying & asymptotic) مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي . ولنفس قيمة  $\lambda$  ولقيمة  $L = 3$  يبدو ان نقطة العينة رقم 66 خارج حد السيطرة الاعلى (time-varying & asymptotic) مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي. اما عند قيم ثابت حد السيطرة (3.25, 3.5) ولنفس قيمة  $\lambda$  نلاحظ أن جميع نقاط العينة بين حدي السيطرة (time-varying & asymptotic) مما يدل على ان العملية الانتاجية في حالة ضبط احصائي .

- اما عندما تكون قيمة  $\lambda = 0.5$  ولقيم ثابت حد السيطرة (2.25, 2.5, 2.75, 3) يبدو ان نقطة العينة رقم 7 خارج حد السيطرة الاعلى (time-varying & asymptotic) مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي . اما عند قيمة  $L=3.25$  ولنفس قيمة  $\lambda$  يبدو ان نقطة العينة رقم 66 خارج حد السيطرة الاعلى time-varying مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي . في حين نلاحظ عدم خروج أي من النقاط المرسومة من حدي السيطرة (time-varying & asymptotic) عندما يكون ثابت حد السيطرة  $L=3.5$  ولنفس قيمة  $\lambda$  .

لقد تم دراسة المسببات للخروج عن السيطرة على النوعية ( ارتفاع متوسط عدد المعيبات في الدفعة الانتاجية ) وقد تبين ظهور بعض العيوب في البطارية خلال الفحص النهائي ومنها: ظهور فطر في الجسر الذي يربط اقطاب الخلايا مع بعضها ، وجود ثقب في الصندوق ( الوعاء )، وجود دائرة كهربائية داخلية ( short ) بين الخلايا .

### ٣.٢ لوحات سيطرة الـ FIR-EWMA

لرسم لوحات FIR-EWMA، يتطلب اولا حساب قيم a المناظرة لنسب f المختارة وفق الصيغة (6)، لاحظ جدول (5). ثانيا حساب حدي السيطرة time-varying باستخدام التعديل FIR ولقيم معلمة التعديم (0.05, 0.1, 0.25, 0.5). عندما تكون  $L=3$  وقد استخدم الـ Matlab للحصول على النتائج من ماتقدم ذكره . ولغرض المقارنة ما بين الاسلوبين المتقدم ذكرهما واسلوب FIR رسمت لوحات EWMA بحدي سيطرة (time-varying & asymptotic) مع لوحات FIR-EWMA بحدي سيطرة time-varying . استخدم التطبيق excel لغرض الحصول على الاشكال البيانية (25-36). وقد لخصت النتائج من ما تقدم ذكره في جدول (6)، ويتضح منها ماياتي:-

- تزداد سرعة تقارب حدي السيطرة time-varying باستخدام اسلوب FIR الى حدي السيطرة time-varying بزيادة نسبة f .
- في الشكل (25) يبدو ان نقطة العينة رقم 7 على حد السيطرة الاعلى time-varying باستخدام اسلوب FIR مما يدل على ان العملية الانتاجية قد تكون ليست في حالة ضبط احصائي . اما في الشكلين (26 & 27) نلاحظ عدم خروج أي من النقاط المرسومة من حدي السيطرة مما يدل على ان العملية الانتاجية في حالة ضبط احصائي .
- في الشكل (28) يبدو ان نقطة العينة رقم 7 خارج حد السيطرة الاعلى time-varying باستخدام اسلوب FIR مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي . مما يستدعي دراسة المسببات . اما الشكلين 29 و 30 نلاحظ عدم خروج أي من النقاط المرسومة من حدي السيطرة مما يدل على ان العملية الانتاجية في حالة ضبط احصائي .
- نلاحظ في الشكلين 31 و 32 وجود نقطة العينة رقم 7 خارج حد السيطرة الاعلى time-varying باستخدام التعديل FIR . اما الشكل 33 نلاحظ نقطة العينة رقم 66 خارج حد السيطرة الاعلى time-varying باستخدام اسلوب FIR . مما يدل على ان العملية الانتاجية ليست في حالة ضبط احصائي .
- اما في الشكل 34 يبدو خروج نقطة العينة رقم 6 خارج حد السيطرة الاعلى time-varying باستخدام اسلوب FIR . اما في الشكلين 35 و 36 يبدو ان نقطة العينة رقم 7 خارج حد السيطرة الاعلى time-varying باستخدام اسلوب FIR . مما يدل على ان العملية الانتاجية خارج السيطرة

نلاحظ للاشكال (25-36) ان لوحات الـ EWMA باستخدام FIR بثبات قيمة حد السيطرة عند القيمة 3 كانت حساسة اكثر من لوحات الـ EWMA بحدي السيطرة (time-varying & asymptotic) ، وهذا ما يعزز الافتراض المتقدم ذكره في الجانب النظري من ان استخدام التعديل FIR يجعل اللوحة حساسة للانحرافات الصغيرة في العملية الانتاجية .

وقد تم دراسة المسببات للخروج عن السيطرة للوحات المتقدم ذكرها ، وقد تبين نفس الاسباب المتقدم ذكرها في لوحات الـ EWMA بحدي السيطرة (time-varying & asymptotic) .

## ٤. الاستنتاجات والتوصيات

- ان اهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها من خلال هذه الدراسة هي كالآتي
- تسجيل البيانات عن متوسط عدد المعيب المئوي دون تحليل هذه البيانات باستخدام الاساليب الاحصائية الخاصة بالسيطرة على النوعية .
  - تبين في الجانب التطبيقي ان لوحة الـ EWMA بحدي سيطرة time varying تكون حساسة اكثر من لوحة الـ EWMA بحدي سيطرة asymptotic ، عندما تكون قيمة  $\lambda=0.25$  و  $L=3$  ، وكذلك عندما تكون  $\lambda=0.5$  و  $L=3.25$  . لاحظ جدول (4) .
  - من خلال النتائج التي تم التوصل اليها بتطبيق اسلوب FIR-EWMA لوحظ ان العملية الانتاجية تبدأ تحت السيطرة ثم تظهر الانحرافات وخاصة الصغيرة منها خلال مراحل تنفيذ العملية الانتاجية .
  - من خلال المقارن بين الاساليب المستخدمة في السيطرة على الانتاج وبالتحديد عندما تكون  $L=3$  ولكل قيم معلمة التنعيم المختارة تبين ان اسلوب FIR-EWMA اكثر الاساليب كفاءة في كشف الانحرافات ويالية اسلوب EWMA بحدي سيطرة time- varying ثم اسلوب EWMA بحدي سيطرة asymptotic الذي يعتبر اقل الاساليب المستخدمة كفاءة .

- اما اهم التوصيات التي تم التوصل اليها من خلال هذه الدراسة هي كالآتي:-
- ضرورة استخدام الاساليب الاحصائية في السيطرة على النوعية منها لوحات سيطرة الـ EWMA وتشخيص الانحرافات التي قد تحدث اثناء سير العملية الانتاجية .اذ انها تعطي صورة واضحة للعملية الانتاجية من خلال منحني هذه اللوحات .
  - من الضروري اعتماد اسلوب FIR-EWMA لما له من اثر فعال في كشف ادق الانحرافات الصغيرة وخلال مراحل العملية الانتاجية مما يؤدي الى اتخاذ الاجراءات المناسبة لسير العملية الانتاجية ضمن المستوى المرغوب فيه .

## References

- 1.Daniel, W.W.(1978), "Biostatistics :Afoundation for analysis in health sciences" , second Edn. John Wiley and Sons , New York .
- 2.Montgomery, D.C.(1991), Introduction to statistical Quality control , Second Edition, John Wily and Sons , New York .
- 3.Roberts,s, S.W.(1959), "control charts Tests Based on Geometri Moving average" , Technometrics,1,239-250.
- 4.Rhoads, J.R.Montgomery, D.C.and Mastrangelo, C.M.(1996-1997), "Fast Initial Response scheme for the exponentially weighted Moving average control charts" , Quality Engineering, 9,317-327.

## جدول (1) البيانات الضرورية

رقم الدفعة	متوسط المعييب	رقم الدفعة	متوسط المعييب	رقم الدفعة	متوسط المعييب	رقم الدفعة	متوسط المعييب
1	4.06	26	5.431	51	4.001	76	2.401
2	5.239	27	4.363	52	4.002	77	4.009
3	4.467	28	6.412	53	7.005	78	5.008
4	5.027	29	3.362	54	2.01	79	6.101
5	4.332	30	5.317	55	4.05	80	5.09
6	8.321	31	5.027	56	4.106	81	3.331
7	8.079	32	6.342	57	6.206	82	3.421
8	4.204	33	3.384	58	6.37	83	8.001
9	5.281	34	4.425	59	4.011	84	5.001
10	6.235	35	6.463	60	6.102	85	.0981
11	4.317	36	7.124	61	6.013	86	2.421
12	5.351	37	4.254	62	6.31	87	3.01
13	6.273	38	4.396	63	4.016	88	6.002
14	3.274	39	5.441	64	7.002	89	5.003
15	4.152	40	3.42	65	6.018	90	4.104
16	4.006	41	3.351	66	9.003	91	6.017
17	5.167	42	4.419	67	3.401	92	3.41
18	3.351	43	4.168	68	3.156	93	2.201
19	5.421	44	3.341	69	5.007	94	3.41
20	3.343	45	2.102	70	3.301	95	3.405
21	6.227	46	4.016	71	5.109	96	5.009
22	2.256	47	5.436	72	6.002	97	3.361
23	5.263	48	4.235	73	5.001	98	5.107
24	4.048	49	3.349	74	3.381	99	4.108
25	4.416	50	6.441	75	3.309	100	4.208

## جدول (2) الحسابات الضرورية لاختبار حسن المطابقة.

Average of Defective	observed frequency	Expected frequency	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
At or below 2.5	7	7	0
2.5-3.5	21	14	3.5
3.5-4.5	27	25	0.16
4.5-5.5	21	26	0.962
5.5-6.5	17	18	0.056
Above 6.5	7	10	0.9
Total	100	100	5.578

جدول (3) قيم حدي السيطرة (asymptotic) الاعلى والادنى للوحة EWMA لتوليفات مختلفة لمعلمة التنعيم ولثابت حد السيطرة.

$\lambda$	L	UCL	LCL	* نقطة التقارب
0.05	2.25	5.1878	4.1322	80
	2.5	5.2465	4.0735	94
	2.75	5.3051	4.0149	83
	3	5.3638	3.9562	100
	3.25	5.4224	3.8976	86
	3.5	5.4811	3.8389	81
0.1	2.25	5.4162	3.9038	42
	2.5	5.5002	3.8198	16
	2.75	5.5843	3.7357	52
	3	5.6683	3.6517	51
	3.25	5.7523	3.5677	44
	3.5	5.8363	3.4837	43
0.25	2.25	5.9059	3.4141	19
	2.5	6.0443	3.2757	17
	2.75	6.1827	3.1373	17
	3	6.3212	2.9988	26
	3.25	6.4596	2.8604	18
	3.5	6.598	2.722	17
0.5	2.25	6.5631	2.7569	8
	2.5	6.7745	2.5455	7
	2.75	6.986	2.334	8
	3	7.1975	2.1225	10
	3.25	7.4089	1.9111	8
	3.5	7.6204	1.6996	9

\* يمثل هذا العمود النقطة التي يقترب فيها حدي السيطرة المتغيرة بتغير الوقت لحدي السيطرة الثابتة.

جدول (4) عدد العينات المطلوب لتوليد أول إشارة للخروج عن السيطرة في حالة كون حدي السيطرة (time-varying & asymptotic) للوحات EWMA ولتوليفات مختلفة لمعلمة التنعيم ولثابت حد السيطرة .

$L \backslash \lambda$	عدد العينات							
	Asymptotic limits				time-varying limits			
	0.05	0.1	0.25	0.5	0.05	0.1	0.25	0.5
2.25	-	66	7	7	-	66	7	7
2.5	-	66	7	7	-	66	7	7
2.75	-	66	7*	7	-	66	7*	7
3	-	-	-	7	-	-	66	7
3.25	-	-	-	-	-	-	-	66
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-

\* نقطة العينة تقع على حد السيطرة الاعلى time-varying .

جدول (5) يبين نسبة f مع قيم a المناظرة لها .

	f	a
1	0.4	0.2
2	0.5	0.3
3	0.7	0.6

جدول (6) عدد العينات المطلوب لتوليد إشارة للخروج عن السيطرة في حالة كون حدي السيطرة time-varying مع FIR للوحات FIR-EWMA ولتوليفات مختلفة لمعلمة التنعيم ونسبة f لثبات قيمة  $L=3$  .

L	$\lambda \backslash f$	0.4	0.5	0.7
3	0.05	7	-	-
	0.1	7	-	-
	0.25	7	7	66
	0.5	6	7	7