

# استخدام معدل طوله التشغيل ARL للمقارنة بين لومتج المتوسط المتحرك الموزون أسياً التقليدية والمعدلة

أ.د. جواد كاظم خضير الموسوي\*  
محمود جاسب خضير\*\*  
المستخلص

من الادوات الاحصائية المستخدمة في ضبط جودة الانتاج ومراقبته هي لوحات السيطرة . وان هذه اللوحات توضح استمرار عملية الانتاج وفقاً للامودج المتوقع لها والتغير العشوائي بين الوحدات المنتجة . ومن هذه اللوحات التي تمت دراستها في بحثنا هذا لوحة المتوسط المتحرك الموزون أسياً (Exponential Weighted Moving Average) ويرمز له اختصاراً (EWMA) . وبذلك فان الهدف الأساس لهذا البحث هو المقارنة بين لوحتي السيطرة المعلمية (EWMA) التقليدية و (EWMA) المعدلة . باستخدام أساليب المحاكاة اعتماداً على مؤشر معدل طول التشغيل (ARL) ، مع الإشارة الى توليد بيانات تتبع التوزيع الطبيعي . كما استخدمت بيانات حقيقية تمثل اوزان نتاجات صحيفة الصباح العراقية ، وتبين ان اللوحة الملائمة للمخرجات كانت اللوحة (EWMA) المعدلة .

## Abstract

One of the statistical tools which used to adjust and monitor the output quality is Control Charts. These Charts illustrate the continuation of the Production Process according to the expected Model and random change between produced units. One of these Charts that has been studied in our research is the Exponential Weighted Moving Average and is symbolized by (EWMA)

Thus , the main goal of this research is the comparison between the traditional (EWMA ) and modified (EWMA) Control Charts by using data simulation method based on (ARL) indicator with reference to that is generated by Normal distribution. As real data representing the weights of the products of the Iraqi al – Sabah newspaper used. Finally, we found that the modified EWMA control chart is the best.

## 1.1 المقدمة : Introduction

لاشك أن مفهوم السيطرة النوعية قد أحتل حيزاً واسعاً في المجالات الإنتاجية والإدارية والتطبيقات العملية لاسيما في المنشآت الصناعية التي تسعى لتحسين نوعية أنتاجها . وقد أكتسبت السيطرة النوعية أهمية كبيرة في ظل الأسواق والمنافسات العالمية ، لذلك لم تعد النوعية والأهتمام بها أحد الأنشطة الوظيفية على المستوى التنفيذي في الشركات بل أصبحت إحدى جوانب التخطيط الاستراتيجي في الشركات الناجحة . كما أستخدمت لوحات السيطرة النوعية بنطاق واسع في الصناعات التحويلية والخدمات وغيرها . وأن الهدف من أستخدمها هو لمراقبة العمليات وكشف الأنماط خارج السيطرة في زمن معين .

\* الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد .

\*\* باحث .

مستل من رسالة ماجستير

مقبول للنشر بتاريخ 2016/11/27

أن أول من أقترح مفهوم لوحات السيطرة هو الأحصائي (Shewhart) عام (1931). ثم استخدم احد الباحثين في اليابان لوحات السيطرة لأول مرة في الصناعات الألكترونية لتحسين نوعية المنتجات وذلك عام (1950). كما أدرك بعض الأحصائيين في أمريكا قوة لوحات السيطرة منذ عام (1960) ويرجع ذلك الى تطوير منهجية معينة سميت (six - sigma) التي جذبت الكثير من المتخصصين والاكاديميين خلال (30) سنة الماضية .

والى جانب الاستخدام الواسع للوحة (Shewhart) فإن العديد منها قد تطور كثيراً، على سبيل المثال ، لوحة المجموع التراكمي (CUSUM) (cumulative sum) ولوحة المتوسط المتحرك الموزون اسيا (Exponential Weighted Moving Average) ، فضلاً عن لوحات السيطرة للتباين وغيرها .

## 2.1 مشكلة البحث :

هناك العديد من لوحات السيطرة استخدمت لمراقبة العمليات بما فيها لوحة السيطرة لـ (Shewhart) التي اخذت حيزاً كبيراً في التطبيقات العملية من قبل الكثير من الباحثين ، الا أنه خلال (30) سنة الماضية اثبتت عدم كفاءتها في الكشف عن التغيرات الصغيرة التي تحدث في متوسط العملية سواء كانت هذه التغيرات عشوائية أم غير عشوائية أو تغيرات دورية ، الأمر الذي يجعل معدل طول التشغيل (ARL) غير مرغوباً فيه . وبذلك فإن الحل البديل الذي يعالج هذه الحالات هو استخدام لوحة المتوسط المتحرك الموزون أسياً (EWMA) الذي يتعامل مع المشاهدات الحالية والسابقة للعملية .

## 3.1 هدف البحث :

مما لاشك فيه ان تحسين نوعية المنتج النهائي يتطلب دراسة شاملة للوحات السيطرة الكفوءة وذلك لتلافي حدوث التغيرات أو الانحرافات في متوسط أو تباين العملية ، وبذلك فإن الهدف الأساس لهذا البحث هو دراسة لوحة (EWMA) ومن ثم عمل مقارنة بين اللوحتين (EWMA) التقليدية والمعدلة باستخدام أساليب المحاكاة اعتماداً على بعض المؤشرات المتمثلة بمعدل طول التشغيل (ARL) .

## 1.2 لوحة السيطرة EWMA : EWMA Control Chart

ان لوحات السيطرة للمتوسط المتحرك الموزون اسيا (EWMA) تم وضعها و تطويرها من قبل ( Roberts , 1959) (8) عندما كان يبحث في تقنيات اللوحة (EWMA) في احد مختبرات الهواتف . ومن ثم استعرضت بعد ذلك المزيد من الدراسات للباحثين ، كان اهمها الدراسة التي قام بها (Hunter , 1986) (6) و (Crowder , 1989) (4) عندما وصفا لوحة (EWMA) بانها فرصة مهمة للنظر في السيطرة الديناميكية في الزمن الحقيقي ، وان تصميم هذه اللوحة يعطي للمشاهدة الاكثر حداثة اكبر وزنا وكل المشاهدات الاخرى تكون ذات اوزان متناقصة هندسيا بعد المشاهدة الاولى .

### 1.1.2 لوحة (EWMA) التقليدية (1,2,3,5): Traditional EWMA Chart

ان لوحة (EWMA) يمكن ان تستخدم للمفردات وللعينات التي يكون حجمها على الاقل (n=2) مشاهدة . وان الصيغة العامة لهذه اللوحة (للمفردات) كما يأتي :

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda) z_{i-1} \quad \dots \dots \dots (1)$$

اذ ان  $\lambda$  تمثل ثابت التمهيد وقيمتها محصورة بالفترة  $0 < \lambda < 1$  . وان القيمة الاولى غالباً ما تمثل قيمة الهدف (Target Value) ، اي ان  $z_0 = \mu_0$  . وبتعويض ( $z_{i-1}$ ) في الصيغة (1) ينتج ان :

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda) [\lambda x_{i-1} + (1 - \lambda) z_{i-2}] \\ = \lambda x_i + \lambda(1 - \lambda) x_{i-1} + (1 - \lambda)^2 z_{i-2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

وبالتكرار يتم الحصول على الصيغة النهائية لـ ( $z_{i-j}, j = 2, 3, \dots$ ) :

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j x_{i-j} + (1 - \lambda)^i z_0 \quad \dots \dots \dots (3)$$

ان الازان  $\lambda(1 - \lambda)^j$  تتناقص هندسيا وان مجموعها يقترب من الواحد ، حيث ان :

$$\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j = \lambda \left[ \frac{1 - (1 - \lambda)^i}{1 - (1 - \lambda)} \right] = 1 - (1 - \lambda)^i \quad \dots \dots \dots (4)$$

وبذلك فان متوسط اللوحة يكون :

$$Ez_i = [1 - (1 - \lambda)^i] E(x) + (1 - \lambda)^i Ez_0$$

$$Ez_i = [1 - (1 - \lambda)^i] \mu_0 + (1 - \lambda)^i \mu_0$$

$$= \mu_0$$

اما تباين اللوحة يكون على النحو الاتي :

$$\begin{aligned} \sigma_{z_i}^2 &= var[\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j x_{i-j}] + var[(1-\lambda)^i z_0] \\ &= \sigma_x^2 \lambda^2 \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^{2j} + zero \\ &= \sigma_x^2 \lambda^2 \left[ \frac{1 - (1-\lambda)^{2i}}{1 - (1-\lambda)^2} \right] \\ &= \sigma_x^2 \left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) [1 - (1-\lambda)^{2i}] \quad \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

اذ ان  $\sigma_x^2 = \sigma^2, \forall i$  .

اما تباين اللوحة (EWMA) لمتوسط العينات ( $\bar{x}_i$ ) عندما يكون مستقلا عن التباين ، فيكون على النحو الاتي :

$$\sigma_{z_i}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) [1 - (1-\lambda)^{2i}] \quad \dots \dots \dots (6)$$

وبالتالي فان حدود السيطرة ستكون :

$$\begin{aligned} UCL &= \mu_0 + L \sigma_{\bar{x}} \sqrt{\left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \\ CL &= \mu_0 \\ LCL &= \mu_0 - L \sigma_{\bar{x}} \sqrt{\left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad \dots \dots \dots (7) \end{aligned}$$

اذ ان  $L$  تمثل حد العرض للوحة تحت السيطرة .

### 2.1.2 لوحة (EWMA) المعدلة (7) Modified EWMA Chart

اقترح هذه اللوحة كل من (Patel and Divecha, 2011) التي تعتمد على الاحصاءة الاتية :

$$z_i = \lambda x_i + (1-\lambda) z_{i-1} + (x_i - x_{i-1}) \quad \dots \dots \dots (8)$$

اذ ان  $i = 0, 1, 2, \dots$  وان  $0 < \lambda < 1$  والقيمة الاولى  $z_0 = x_0 = \bar{x}$  .

وبتعويض ( $z_{i-1}$ ) في الصيغة (8) ينتج ان :

$$z_i = \lambda x_i + (1-\lambda) [\lambda x_{i-1} + (1-\lambda) z_{i-2} + (x_{i-1} - x_{i-2})] + (x_i - x_{i-1}) = \lambda x_i + \lambda(1-\lambda)x_{i-1} + (1-\lambda)^2 z_{i-2} + (1-\lambda)(x_{i-1} - x_{i-2}) + (x_i - x_{i-1})$$

وبالتكرار يتم الحصول على الصيغة النهائية لـ ( $z_{i-j}, j = 2, 3, \dots$ ) :

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j x_{i-1} + \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j (x_{i-j} - x_{i-j-1}) + (1-\lambda)^i z_0 \quad \dots \dots \dots (9)$$

ويمكن ايجاد متوسط احصاءة EWMA المعدلة كما ياتي :

$$E(z_i) = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j E(x_{i-1}) + \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j E(x_{i-j} - x_{i-j-1}) + (1-\lambda)^i E(x_0)$$

اذ ان  $z_0 = x_0$  ، ولكن :

$$\begin{aligned} \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j &= 1 - (1-\lambda)^i \\ \therefore E(z_i) &= [1 - (1-\lambda)^i] \mu + 0 + (1-\lambda)^i \mu = \mu \quad \dots \dots \dots (10) \end{aligned}$$

اما تبين اللوحة المعدلة يكون على النحو الاتي :

$$\begin{aligned} Var(z_i) &= Var[\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j x_{i-1}] + Var[(1-\lambda)^i z_0] + Var[\sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j (x_{i-j} - x_{i-j-1})] \\ &= \sigma^2 \left[ \left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) + \left( \frac{2\lambda(1-\lambda)}{2-\lambda} \right) \right] \dots \dots \dots (11) \end{aligned}$$

وعليه فان حدود السيطرة للوحة المعدلة ستكون :

$$UCL = \mu_0 + L \sigma \sqrt{\left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) + \left( \frac{2\lambda(1-\lambda)}{2-\lambda} \right)}$$

$$CL = \mu_0$$

$$LCL = \mu_0 - L \sigma \sqrt{\left( \frac{\lambda}{2-\lambda} \right) + \left( \frac{2\lambda(1-\lambda)}{2-\lambda} \right)} \dots \dots \dots (12)$$

### 3. المحاكاة :

إن المحاكاة هي عملية تقليد لظاهرة حقيقية في وجود مجموعة من المعادلات الحسابية والرياضية ضمن برامج الكمبيوتر المتقدمة من أجل الدراسة والتقييم ، على سبيل المثال حالات الطقس والمعادلات الكيميائية والنوية وحتى متابعة العمليات الحيوية لجسم الإنسان . ان أى ظاهرة يمكن إختصارها أو تحويلها إلى بيانات حسابية أو معادلات يمكن محاكاتها، وعلى الرغم من ذلك فإن عملية المحاكاة بحد ذاتها صعبة للغاية ولاسيما فيما يتعلق بالظواهر الطبيعية.

تاريخيا استخدمت المحاكاة بصورة مستقلة في العديد من الحقول التي أريد لها التطوير ولكن مع دخول القرن العشرين وظهور الدراسات المتعلقة بنظرية النظم وعلوم التحكم الآلى المرتبطة إرتباطا وثيقا بظهور الحاسبات الآلية و إنتشارها الواسع وإستخدامها في ميادين العلم و البحث العديدة كل ذلك أدى بدوره إلى توحيد بعض من هذه الميادين وجعل الأمر أكثر إنتظاما من ذى قبل بإلاضافة إلى الاندفاع إلى إيجاد منظور جديد يميل أكثر إلى إستخدام النظم .

#### 1.3 الخطوات المستخدمة في تجارب المحاكاة :

تضمنت تجارب المحاكاة الخطوات الرئيسية الآتية :

الخطوة الاولى :

في هذه الخطوة يتم تعيين القيم الافتراضية التالية :

- (a) تم اختيار ثلاثة حجوم عينات لكل تجربة وهي : ( n = 5 , 10 , 15 ) .
- (b) تم اختيار ثلاثة مستويات لعدد العينات في كل تجربة : ( R = 15 , 25 , 35 )
- (c) تم افتراض ان مخرجات العملية تتبع التوزيع الطبيعي N(25,9) .
- (d) تم تحديد عدد مرات تكرار كل تجربة ليكون (1000) مكرر .

الخطوة الثانية :

استخدام المعيار التالي للمقارنة بين لوحتي السيطرة EWMA هو :

- معدل طول التشغيل (ARL) :

ويمثل عدد العينات الى اول خروج عن السيطرة ، وتم احتسابه باستخدام اسلوب سلاسل ماركوف .

#### 2.3 تجارب المحاكاة :

في هذا البند تم اجراء تجربة تخص لوحتي السيطرة التي تم ترميزها كما يأتي :

• EWMA وتمثل اللوحة التقليدية .

• EWMA وتمثل اللوحة المعدلة .

واعتمدت قيم المعلمات الافتراضية الآتية :

$$\lambda = 0.1 , 0.2 , 0.3 \quad , \quad \delta_{\mu} = 0.5 , 1.0 , 2.0 , 3.0$$

وان ( $\delta_{\mu}$ ) تمثل مقدار الانحراف في متوسط العملية . وفيما يلي التحليل الاحصائي لنتائج المحاكاة عند

تنفيذ هذه التجارب اعتمادا على برنامج تمت كتابته بلغة ( Visual Basic ) .

### 3.3 المقارنة بين لوحات السيطرة المعلمية:

تم اجراء المقارنة بين لوحات السيطرة المعلمية لبيان افضليتها اعتمادا على اكبقيمة لمعيار معدل طول التشغيل في حالة التوزيع الطبيعي للمخرجات  $N(25,9)$ . ويتضح عموما من خلال الجدول رقم (1) ما يأتي:

1. يتبين ان اللوحة EWMA-1 قد اعطت قيما متفاوتة لمعدل طول التشغيل عند الاخذ بنظر الاعتبار حجم العينة ومعلمة الانحراف عن المتوسط  $(\delta_{\mu})$ .
2. يلاحظ ان قيم معدل طول التشغيل (ARL) الناتجة عن تطبيق اللوحة EWMA-2 عندما تتبع المخرجات التوزيع  $N(25,9)$  كانت كبيرة الى حد ما. وان هذه القيم لا تتاثر بحجم العينة، اذ انها كانت متقاربة واحيانا متشابهة عند اختلاف حجم العينة وثبات عدد العينات. فضلا عن ان تاثير المعلمة  $(\lambda)$  على معدل طول التشغيل يظهر عندما تكون قيمتها مساوية الى (0.3) ثم (1) عموما.

#### جدول (1)

المقارنة بين اللوحات اللامعلمية لمعدل طول التشغيل ARL

$\lambda$	$\delta$	EWMA-1		EWMA-2		EWMA-1		EWMA-2	
		R = 15	n = 5	R = 25	n = 5	R = 35	n = 5		
0.1	0.5	1.004	0.950	1.003	0.953	1.001	0.953		
	1.0	1.109	0.952	1.125	0.950	1.129	0.952		
	2.0	1.455	1.603	1.464	1.003	1.489	1.002		
	3.0	1.639	9.076	1.594	5.555	1.616	3.647		
0.2	0.5	1.025	0.953	1.028	0.950	1.043	0.951		
	1.0	1.279	1.002	1.272	1.004	1.283	0.958		
	2.0	2.377	8.102	2.319	4.782	2.471	3.295		
	3.0	4.104	14.777	4.023	24.721	4.106	34.637		
0.3	0.5	1.071	1.007	1.070	0.955	1.081	1.004		
	1.0	1.661	1.679	1.653	1.472	1.649	1.465		
	2.0	4.900	13.798	5.233	13.071	5.512	12.370		
	3.0	8.968	14.967	8.302	24.953	10.102	34.953		
		R = 15 n = 10		R = 25 n = 10		R = 35 n = 10			
0.1	0.5	1.001	0.950	3.0	1.004	1.004	0.952		
	1.0	1.107	0.953	1.136	0.954	1.136	0.950		
	2.0	2.371	1.005	2.530	1.001	2.455	1.002		
	3.0	3.167	9.077	4.484	5.554	5.585	3.647		
0.2	0.5	1.086	0.953	1.083	0.950	1.088	0.950		
	1.0	2.335	1.010	2.956	1.010	3.406	0.958		
	2.0	2.917	8.102	4.246	4.782	5.586	3.295		
	3.0	4.028	14.777	4.478	24.721	4.665	34.637		
0.3	0.5	2.398	1.039	2.847	1.060	3.670	1.042		
	1.0	2.465	1.679	3.458	1.472	1.649	1.465		
	2.0	4.907	13.798	5.224	13.071	5.530	12.370		
	3.0	8.947	14.967	8.302	24.953	10.091	34.953		
		R = 15 n = 15		R = 25 n = 15		R = 35 n = 15			
0.1	0.5	1.001	0.952	1.004	0.952	1.002	0.951		
	1.0	1.156	0.952	1.198	0.953	1.199	0.952		
	2.0	2.703	1.005	3.278	1.001	4.465	1.002		
	3.0	2.974	9.077	4.149	5.556	5.721	3.647		
0.2	0.5	2.339	0.953	1.550	0.950	1.516	0.953		
	1.0	2.285	1.010	3.015	1.010	3.979	0.958		
	2.0	2.917	8.102	4.163	4.782	5.522	3.295		
	3.0	4.028	14.777	4.435	24.721	4.665	34.637		
0.3	0.5	2.383	1.087	2.687	1.060	3.936	1.042		
	1.0	2.465	1.679	3.423	1.472	4.513	1.465		
	2.0	4.907	13.798	5.224	13.071	5.530	12.370		
	3.0	8.947	14.967	8.302	24.953	10.091	34.953		

**4. الجانب التطبيقي :**

ان البيانات التي استخدمت في الجانب التطبيقي تمثل اوزان (25) عينة من هذه الصحيفة وعددها (250) مشاهدة ، وان كل عينة تتألف من (10) مشاهدات ، حيث تم اخذ هذه العينات من الواقع الانتاجي باوقات مختلفة ، وتم تسجيل وزن كل صحيفة متكاملة (ورق مع الحبر) المولفة من (32) صفحة التي من المفترض ان يكون معدل وزن الصحيفة (150) غرام تقريبا . والجدول رقم (2) يبين اوزان الصحيفة الماخوذة ميدانيا .

**جدول (2)**

اوزان صحيفة الصباح الصادرة عن شبكة الاعلام العراقي مقاسة (غم)

العينات	المشاهدات									
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
1	146.6	148.1	143.5	150.3	148.8	147.4	146.4	148.6	147.6	148.0
2	147.9	150.9	149.3	147	149.2	147.6	147.9	150.2	150.1	150.7
3	148.7	149.5	146.8	148.2	146.4	150.4	145.7	149.2	148.0	146.0
4	147.2	150.2	145.2	151.5	148.3	149.1	152.3	147.4	147.7	148.0
5	148.3	149.1	147.1	149.1	148.4	148.7	147.7	148.4	151.7	150.8
6	149.8	152.2	150.0	146.9	149.9	150.2	148.6	151.8	148.9	149.2
7	152.3	148.4	149.3	147.1	148.4	154.0	150.9	149.6	149.5	147.7
8	148.0	148.4	149.0	149.1	153.6	148.4	149.4	152.0	150.8	149.4
9	149.3	149.5	149.7	152.1	149.0	150.6	147.9	147.8	148.4	148.7
10	149.9	149.8	150.2	151.5	148.7	150.3	148.5	150.3	148.5	147.7
11	148.4	141.9	148.9	147.7	149.6	148.8	148.3	148.8	147.5	146.3
12	151.9	150.4	147.0	147.9	148.2	149.6	151.7	149.1	148.6	149.9
13	146.9	149.3	150.4	149.0	148.9	147.8	150.1	148.2	147.8	149.6
14	149.3	144.5	148.4	142.7	150.6	145.6	148.6	147.2	148.5	148.9
15	149.6	147.6	150.4	151.6	147.5	147.8	146.6	148.3	148.5	148.7
16	148.0	146.9	149.2	149.9	148.2	147.1	149.4	146.5	150.0	147.7
17	151.6	148.9	144.5	147.2	151.1	148.5	147.1	148.5	148.3	149.8
18	147.6	149.6	145.4	145.8	146.3	148.0	148.0	148.1	149.7	148.9
19	144.6	144.2	144.9	150.0	145.6	148.3	148.4	150.0	149.0	147.5
20	149.0	146.0	148.7	150.2	151.2	148.5	148.9	149.0	148.5	148.7
21	148.5	149.8	144.3	148.3	147.3	148.0	148.7	153.9	153.0	151.0
22	149.3	151.6	145.1	147.1	150.0	153.1	148.7	153.3	148.9	148.6
23	150.6	149.9	143.7	148.6	152.7	147.6	150.1	149.5	147.0	144.8
24	148.1	149.5	150.3	149.5	148.1	148.5	148.3	148.2	148.9	149.6
25	154.4	147.5	143.3	148.7	145.9	148.9	153.3	147.0	150.8	147.7

**1.4 لوحة EWMA التقليدية :**

طبقا للنتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق البيانات لهذه اللوحة والموضحة في الجدول (3) والشكل

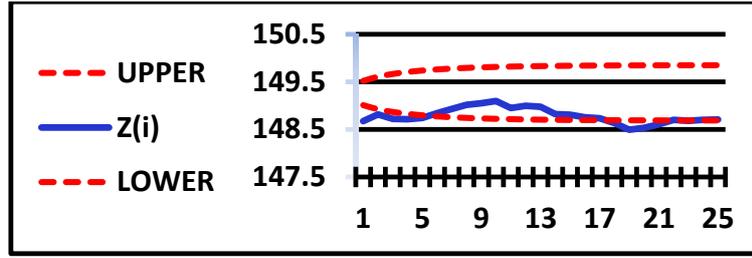
(1) يلاحظ ماياتي :

- خروج العينة الاولى عن الحد الادنى للسيطرة وهذه اشارة غير مشجعة في استمرار العملية الانتاجية .
  - خروج (10) عينات عن الحد الادنى للسيطرة وهي تشكل نسبة عالية وقدرها 40% من العدد الكلي للعينات المدروسة .
  - يلاحظ من خلال الشكل ان قيم  $Z(i)$  منخفضة وتبتعد عن المتوسط .
- العملية الانتاجية خارج السيطرة .

**جدول (3)**

نتائج لوحة السيطرة EWMA التقليدية لانحراف المتوسط عندما ( $\lambda=0.1, \delta_{\mu} = 0.5$ )

العينات خارج السيطرة	$Z(i)$	$LCL(i)$
1	148.6731	149.0134
2	148.8138	148.9258
3	148.7214	148.8688
4	148.7183	148.8280
5	148.7395	148.7976
18	148.6353	148.6920
19	148.4067	148.6907
20	148.5341	148.6897
21	148.6086	148.6889
23	148.6793	148.6877



الشكل (1)

رسم لوحة السيطرة EWMA التقليدية لانحراف المتوسط عندما ( $\lambda=0.1, \delta_\mu = 0.5$ )

## 2.4 لوحة EWMA المعدلة :

طبقاً للنتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق البيانات لهذه اللوحة والموضحة في الجدول (4) والشكل

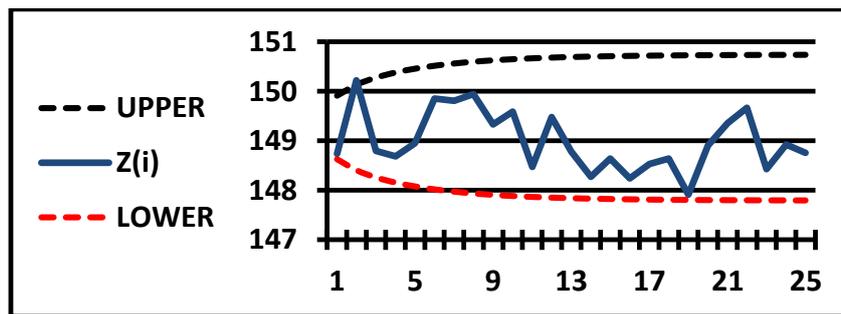
(2) يلاحظ ما يأتي :

- دخول كل قيم العملية الانتاجية Z(i) بين حدي الاعلى و الادنى للسيطرة .
- يلاحظ من الشكل ان قيم Z(i) تتذبذب حول المتوسط بشكل مستقر والذي قيمته (148.996) .
- العملية الانتاجية داخل السيطرة .

جدول (4)

نتائج لوحة السيطرة EWMA المعدلة لانحراف المتوسط عندما ( $\lambda=0.1, \delta_\mu=0.5$ )

العينات	LCL(i)	Z(i)	UCL(i)		LCL(i)	Z(i)	UCL(i)
1	148.6245	148.7363	149.9091	14	147.8323	148.2752	150.7013
2	148.4027	150.2207	150.131	15	147.8248	148.6436	150.7088
3	148.2581	148.7976	150.2755	16	147.8188	148.2383	150.7149
4	148.1548	148.6869	150.3789	17	147.8139	148.5294	150.7197
5	148.0776	148.9512	150.4561	18	147.8099	148.6405	150.7237
6	148.0186	149.8511	150.5151	19	147.8068	147.9114	150.7269
7	147.9727	149.808	150.5609	20	147.8042	148.9073	150.7295
8	147.9368	149.9422	150.5969	21	147.8021	149.3545	150.7315
9	147.9083	149.3279	150.6253	22	147.8004	149.6661	150.7332
10	147.8857	149.5891	150.6479	23	147.799	148.4245	150.7346
11	147.8677	148.4722	150.6659	24	147.7979	148.922	150.7357
12	147.8532	149.478	150.6804	25	147.7971	148.7548	150.7366
13	147.8417	148.7802	150.692				



الشكل (2)

رسم لوحة السيطرة EWMA المعدلة لانحراف المتوسط عندما ( $\lambda=0.1$ ) و ( $\delta_\mu = 0.5$ )

## خامساً : الاستنتاجات والتوصيات :

## 1.5 الاستنتاجات :

- من خلال الدراستين التجريبية والتطبيقية في حساب لوحتي السيطرة (EWMA) التقليدية والمعدلة تم التوصل الى جملة من الاستنتاجات فيما يأتي نصها :
1. ان قيم معدل طول التشغيل (ARL) يتأثر بقيم المعلمة ( $\lambda$ ) ، وهناك علاقة طردية بينهما . حيث لا توجد صيغة رياضية او احصائية تتحكم بقيمة هذه المعلمة بسبب تأثرها بطبيعة ونوع البيانات المطبقة .
  2. تبين ان قيم (ARL) للوحات المذكورة تكون اكبر ما يمكن عندما يكون حجم العينة مساويا الى (15، 10) .
  3. اشارت تجارب المحاكاة ان زيادة عدد العينات في التجربة يؤدي الى تزايد قيم (ARL).
  4. طبقا للمقارنة التي اجريت في تجربة المحاكاة نستنتج ان اللوحة EWMA-2 المعدلة كانت الافضل اعتمادا على اكبر قيمة للمعيار (ARL) .
  5. ان العملية الانتاجية لاوزان الصحيفة كانت خارج السيطرة عند تطبيق لوحات السيطرة المعلمية EWMA-1 ، حيث كانت نسبة العينات التي خرجت عن حدي الثقة 40% من العدد الكلي للعينات .
  6. ان العملية الانتاجية كانت داخل السيطرة عند تطبيق لوحة السيطرة EWMA-2 المعدلة .

## 2.5 التوصيات :

1. نوصي امكانية اجراء دراسة نظرية لتقدير المعلمة ( $\lambda$ ) في حالة لوحة السيطرة EWMA عموما .
2. ان اغلب الدراسات المتعلقة بلوحات السيطرة EWMA قد تناولت الانحرافات في متوسط العملية الانتاجية ، لذا نوصي بدراسة الانحرافات في حدي الثقة لهذه العملية .
3. نوصي بدراسة معمقة للتوزيع الاحتمالي لمعدل طول التشغيل (ARL) في حالة اللوحة EWMA مع الاخذ بنظر الاعتبار توزيعات احتمالية غير طبيعية .

## المصادر

1. Aparisi ,F. & Garcia –Diaz,Y.C. (2007). " Design and Optimization of EWMA Control Charts for in-control , indifference , out-control Region." *Computers and Operation Research* , 34 , 7 , pp. 2096-2108 .
2. Bakir , S.T. (2002) . " Classification of distribution – free Quality Control – Chart." , *Annal Meeting of the American Statistical Association*.
3. Crowder , S.V. (1987) . " A Simple method for studying run length distributions of Exponentially Weighted Moving Average Charts ." *Technometrics* , Vol.29 , Issue 1 , pp. 401-407 .
4. Crowder , S.V. (1989) . " Design of Exponentially Weighted Moving Average Scheme ." *Journal of Quality Technology* , 23 , pp. 117-124 .
5. Duttadeka ,S. & Gogoi , B. (2014). " A study on Exponentially Weighted Moving Average Chart with Parametric and Nonparametric Approach ." , *Journal of Agriculture and life Science* , Vol.1, No.2 .
6. Hunter , J.S. (1986) . " The Exponentially Weighted Moving Average ." *Journal of Quality Technology* , 18(4) , pp. 203-210 .
7. Patel , A.K. & Divecha , J. (2011) . " Modified Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) Control Chart for an analytical Process data." *Journal of Chemical Engineering and Materials Science* , vol.2(1) , pp. 12-20 .
8. Robert ,S.W. (1959). " Control Charts based on Geometric Moving Averages ." *Tecnometrics* , 1 , pp. 239-308 .