تكوين لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة ومقارنتها مع لوحة شيوارت

أ.د. طه حسين علي
جامعة صلاح الدين / اربيل
كلية الإدارة والاقتصاد
taha.ali@su.edu.krd

م. إسراء عوني حيدر
جامعة صلاح الدين / اربيل
كلية الإدارة والاقتصاد
esraa.haydier@su.edu.krd

م. فاطمة عثمان حمه رسول
جامعة صلاح الدين / اربيل
كلية الإدارة والاقتصاد
fatimah.hamarasool@su.edu.krd

ISSN 2709-6475 DOI: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2023.5.5.17

تأريخ استلام البحث ٢٠٢٣/٥/١٣ تأريخ قبول النشر ٢٠٢٣/٥/٢١ تأريخ النشر ٢٠٢٣/١١/٣٠

المستخلص

تمَّ في هذا البحث اقتراح تكوين لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة (BD-Chart) وذلك للحصول على المرونة اللازمة في تكوين اللوحة باستخدام الخبرة والتجارب السابقة، فضلاً عن البيانات المأخوذة من العينة التي يعتمد عليها أسلوب بيز، ومن ثم مقارنتها مع لوحة شيوارت لعدد العيوب الموزونة (D-Chart) للحصول على لوحة جديدة ذات كفاءة أعلى يمكن استخدامها في السيطرة والرقابة على خاصية عدد العيوب الموزونة، وذلك من خلال إجراء محاكاة، فضلاً عن استخدام بيانات حقيقية وبالاعتماد على برنامج بلغة ماتلاب مصمم لهذا الغرض وتمَّ من خلال التطبيق استنتاج ان اللوحة المقترحة كانت أفضل من لوحة شيوارت لعدد العيوب الموزونة.

الكلمات المفتاحية: لوحات السيطرة النوعية، العيوب الموزونة، أسلوب بيز.

Create a Bayesian panel for the number of weighted defects and compare it with the Shewart panel

Prof.Dr. Taha Hussein Ali
Salahaddin University-Erbil
College of Administration & Economics
taha.ali@su.edu.krd

Lect. Israa Awni Haider
Salahaddin University-Erbil
College of Administration & Economics
esraa.haydier@su.edu.krd

Lect. Fatima Othman Hama Rasoul
Salahaddin University-Erbil
College of Administration & Economics
fatimah.hamarasool@su.edu.krd

Abstract

In this research, a proposal was made to create a Baez board for the number of weighted defects (BD-Chart) and compare it with the Shewart board for the number of weighted defects (D-Chart) through a simulation as well as using real data and relying on a program in Mat lab designed for this purpose and was done through the application Conclusion: The proposed panel was better than Stewart's panel for the weighted number of defects.

Key words: Quality control panels, weighted defects, BASE method.

١- المقدمة:

تعود بداية استخدام لوحات السيطرة النوعية إلى العالم الإحصائي (د. والتر شيوارت) عام (١٩٢٤) التي استخدم فيها الأسلوب الإحصائي الكلاسيكي في تكوين واتخاذ القرار المناسب بشأن سير العملية الإنتاجية في كل مرحلة من المراحل الإنتاجية.

ومن اللوحات التي قدمها شيوارت لوحة عدد العيوب الموزونة والتي تمثل عيب (D-Chart) أو انحراف عن المواصفات أو المعايير المطلوبة وتصنف هذه العيوب إلى (العيوب البسيطة والعيوب المتوسطة والعيوب الخطيرة) التي تعتمد على مشاهدة واحدة فقط في اتخاذ القرار حول سير العملية الإنتاجية، وهذا يعني ان قرار استمرار أو إيقاف العملية الإنتاجية يعتمد على مشاهدة واحدة فقط في لوحات شيوارت، وهذا يعد نقطة ضعف عجز في لوحات شيوارت. أما الجانب الآخر فهو أسلوب بيز المتسلسل الذي قدمه العالم (wald) الذي يوفر آلية تناول المشاهدات الواحدة تلو الأخرى وبشكل متسلسل أي إن كل مشاهدة جديدة سوف تضيف معلومة جديدة في تقدير معلمة التوزيع الاحتمالي لظاهرة معينة.

تطورت لوحات السيطرة النوعية ونشرت بحوث ودراسات عديدة حولها، ومن هذه الدراسات الدراسة التي قدمها الباحث (طه) في عام ٢٠٠٧[5] دراسة تطبيقية حول "تكوين لوحة بيز للقيمة المفردة واستخدامها للسيطرة على قوة ضغط الرخام في معمل اربيل" تناول فيها تكوين لوحة جديدة للسيطرة النوعية المقابلة للوحة شيوارت للقيمة المفردة والتي استخدم فيها أسلوب بيز المتسلسل في تكوينها واتخاذ القرار فيها بدلاً من الأسلوب الإحصائي الكلاسيكي المستخدم في لوحات شيوارت.

وقدم الباحث (مسعود) في عام ٢٠٠٨[7] دراسة تطبيقية حول "تكوين بعض لوحات المتوسطات المتحركة الهندسية في السيطرة النوعية مع التطبيق على المياه المعبئة"، تناول فيها تكوين أربع لوحات جديدة في السيطرة النوعية وهذه اللوحات المقترحة أكثر حساسية في كشف التغيرات الطفيفة في العملية الإنتاجية، وتم تطبيق اللوحات المقترحة ولوحات بيز المكونة على بيانات حقيقية وهي تشمل كمية الكلور وكمية الصوديوم في المياه المعبأة في كل من معمل (نالا وكاني ولايف).

وتناولت الباحثة (إسراء)[2] دراسة تطبيقية حول "استخدام الموجة الصغيرة في تكوين بعض لوحات المعدل للسيطرة النوعية مع التطبيق على المكعب (Daubechies) الكونكريتي في أربيل"، إذ تم تكوين أربع لوحات سيطرة نوعية جديدة مقترحة تمثل لوحات المعدل للموجة الصغيرة هارو من الرتبة الثانية باستخدام طريقة (Minimax) مع قطع العتبة الناعمة والصلبة في تقدير مستوى قطع العتبة وتمت المقارنة فيما بينها كجانب تجريبي، فضلاً عن استخدام بيانات (MATLAB)، وتمَ إجراء محاكاة لتلك اللوحات باستخدام برنامج مقارنتها مع لوحة المعدل لشيوارت حقيقية تمثل الخاصية النوعية لقوة ضغط المكعب الكونكريتي لبيوت القرية الجامعة الجديدة في أربيل كجانب تطبيقي.

٢- الجانب النظري:

١.٢ لوحة عدد العيوب الموزونة (لوحة D)[4]:

تستخدم لوحات السيطرة النوعية في السيطرة على الخصائص النوعية للمادة المنتجة واتخاذ القرار المناسب بشأن سير العملية الإنتاجية ولوحات السيطرة النوعية على أنواع من ضمنها (لوحة

D) تستخدم في حالة وجود عدد العيوب الموزونة ونستخدم (لوحة D) للسيطرة على عدد العيوب، ولهذه اللوحة أهمية كبيرة في التطبيقات العملية، وذلك نتيجة استخدام معيار وزن العيوب، وبذلك سوف يكون لكل عيب وزن يتناسب مع درجة خطورته ولهذه الخاصية أهمية كبيرة من حيث عدم مساواة العيوب الخطيرة جداً التي تؤدى إلى فشل الوحدة المنتجة بأكملها مقارنة مع العيوب الصغيرة أو قليلة الأهمية والتي ربما تعد من الأمور الشكلية أو جمالية في مادة المنتجة.

تقسم عادة العيوب إلى عدة تصنيفات حسب أهميتها التي تكون إما تصنيفين أو ثلاثة أو أربعة تصنيفات حسب الخاصية النوعية للمادة المنتجة التى اقترحها Dodge,H.F. عام ١٩٢٨كما ذكرها الباحث Besterfield[8] ونتيجة هذه الخاصية تعد هذه لوحة أكثر استخداماً وأفضل مقارنةً باللوحات الأخرى.

إن أوزان العيوب عبارة عن أرقام عددية تقدر حسب خطورة وأهمية العيب، فمثلاً إذا قسمت عيوب المادة المنتجة إلى أربعة أصناف بحيث يمثل الصنف الأول العيوب الخطيرة جداً ويأخذ القيمة العددية للوزن (100)، بينما يمثل الصنف الثاني العيوب الخطرة وهو أقل خطورة من الصنف الأول ويأخذ الوزن (40) بينما يمثل الصنف الثالث العيوب قليلة الخطورة ويأخذ الوزن (20) ويمثل الصنف الرابع العيوب غير المهمة نهائياً[8] ويأخذ الوزن (1)، كما نلاحظ أن قيم الأوزان محصورة ما بين الصفر والواحد أي إن (0<dj<1)، إذ أن dj تمثل وزن العيب ذات تسلسل j ومجموع هذه الأوزان يساوى الواحد (j = 1, 2, 3).

إن النقاط المرسومة على هذه اللوحة هي القيم (D_i) ويمكن أن نحصل عليها من خلال جمع حاصل ضرب كل وزن في عدد العيوب ذات التسلسل j في العينة (i)، إذ (i = 1, 2, …, m) التي يرمز لها (C_{ij}).

$$D_i = \sum_j d_j C_{ij} \quad for\ sample\ (i) \quad (1)$$

$$T = \bar{D} = \sum_J d_j\, \bar{c}_j \quad (2)$$

إذ أن T تمثل تمثل خط هدف اللوحة (Target Line) التي يتم تقديرها من خلال الصيغة (2) وأن:

$$\bar{C}_j = \sum_i C_{ij}/m \quad (3)$$

(m): تمثل عدد العينات المفحوصة.

وإن حدود السيطرة تكون بالشكل الآتي:

$$UCL_D = \bar{D} + 3\sigma_D \quad (4)$$

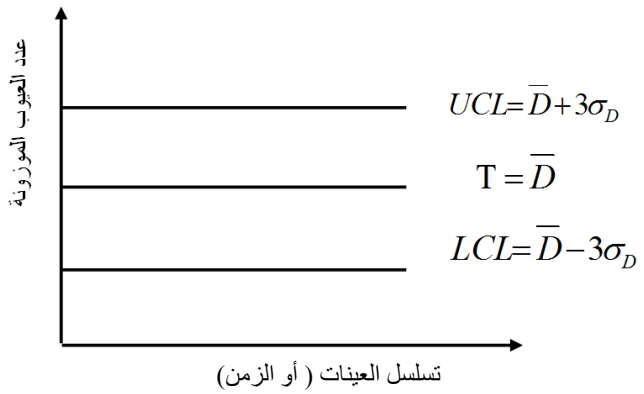
$$LCL_D = \bar{D} - 3\sigma_D \quad (5)$$

إذ أن:

$$\sigma_D = \left[\sum_j d^2 \bar{C}_j \right] \quad (6)$$

يمكن الاستعاضة عن قيمة $\bar{c}$ j التي يمكن الحصول عليها من خلال العينة بقيم $(\bar{c}oj)$ التى يمكن أن نحصل عليها من الخبرة والتجارب السابقـــة حول إنتاج نفس المواصفات المحددة من منتجات سابقة.

يمكن توضيح الشكل العام لهذه اللوحة كما يأتي[4]:



الشكل (1) لوحة عدد العيوب الموزونة

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

٢.٢ تحليل بيز حول معلمة توزيع بواسون:

المشاهدات عبارة عن عدد العيوب في مفهومها التي لها توزيع بواسون، وان دالة الترجيح للمشاهدة الأخيرة y_t توزيع بواسون بمعلمة (λ_t) والتى تمثل معدل العيوب لحد زمن t وإن التوزيع الاحتمالي الأولي للمعلمة (λ_t) تمثل توزيع كاما التى تحسب قبل أخذ المشاهدة الأخيرة (y_t).

باستخدام نظرية بيز وبعد أخذ المشاهدة y_t يمكن الحصول على توزيع العدد العيوب (λ_t) وكما يأتي:

$$P(\lambda_t/D_t)=\frac{h_t^{kt}}{\Gamma(K_t)}\lambda^{kt-1}e^{-ht\lambda t} \qquad (7)$$

K_t: يمثل القيمة النهائية لعدد العيوب المتراكم بعد أخذ المشاهدة y_t التى يمكن الحصول عليها من خلال إضافة المشاهدة الأخيرة y_t إلى القيمة الأولية لعدد العيوب المتراكم قبل أخذ المشاهدة الأخيرة y_t التي نرمز لها $\acute{k}_t()$ أي إن:

$$k_t=\acute{k_t}+y_t \qquad (8)$$

h_t: يمثل قيمة النهائية لعدد الوحدات الزمنية التي نحصل عليها من خلال إضافة العدد (1) إلى القيمة الأولية لعدد الوحدات الزمنية $\acute{h}_t$ أي إن:

$$h_t=\acute{h_t}+1 \qquad (9)$$

علماً بأن القيم الأولية $\acute{k}_t()$ و$(\acute{h}_t)$ أخذت بنظر الاعتبار عامل النمو g_t الذي يأخذ بنظر الاعتبار اندثار المادة المنتجة بمرور الزمن وبالاعتماد على قيم $\acute{k}_{t-1}()$ و$(\acute{h}_{t-1})$ على التوالي أي إن:

$$k_t' = g_t k_{t-1} \qquad (10)$$
$$h_t' = g_t h_{t-1} \qquad (11)$$

من توزيع كاما يتبين ان التوقع للمعلمة (λ_t) يكون كالآتي:

$$c_t = E(\lambda_t / D_t) = k_t / h_t \qquad (12)$$

والتباين للمعلمة (λ_t) يكون كالآتي:

$$\sigma_t^2 = V(\lambda_t / D_t) = k_t / h_t^2 \qquad (13)$$

٣.٢: لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة:

سيتم تكوين لوحات بيز جديدة للسيطرة على الصفات النوعية المقابلة للوحات شيوارت. تستخدم هذه اللوحة للسيطرة على عدد العيوب الموزونة وتتميز بإمكانية استخدامها عندما تكون هنالك حاجة كبيرة لتمييز مدى خطورة العيوب في المادة المنتجة.

إن قيم توقع التوزيع النهائي لعدد العيوب c_t التي حصلنا عليها من العلاقة (12) التي اعتمدنا في حسابها على جميع المعلومات الأولية، فضلاً عن المعلومات والمشاهدات الماخوذة عند الزمن t أي إن:

$$C_t = k_t / h_t \qquad (14)$$

إن النقاط المرسومة على هذه اللوحة هي عبارة عن معدلات عدد العيوب الموزونة التي نحصل عليها من خلال العلاقة الآتية:

$$D_t = \sum_j d_j c_{tj} \qquad (15)$$

وهذا يعني أن النقاط المرسومة على هذه اللوحة هي عبارة عن مجموع حاصل ضرب كل وزن (قيمة الوزن هي مساوية لقيمة الوزن التي ذكرت في لوحات شيوارت) في عدد العيوب الموجود في العينة t والمقدر من خلال 13 وعلى اعتبار ان (j) هو تسلسل تصنيفات خطورة العيوب خط الهدف لهذه اللوحة يتمثل بالقيمة الاخيرة من قيم Dt والمحسوبة من العلاقة أعلاه وهو عبارة عن مجموع حاصل ضرب آخر قيمة لتوقع التوزيع النهائي Ctj للبيانات السابقة (أي عند الزمن t) مضروباً في أوزان العيوب المقابلة لها.

حدود السيطرة نحصل عليها من خلال الصيغة الآتية:

$$UCL_{Dt} = D_t + 3\sigma_{Dt} \qquad (16)$$
$$LCL_{Dt} = \overline{D}_t - 3\sigma_{Dt} \qquad (17)$$

إذ أن σ_{Dt} نحصل عليها من خلال ما يأتي:

$$\sigma_{Dt}^2 = V(Dt) = V(\sum_j d_j c_{tj})$$
$$= \sum_j d^2 jV(cij) + 2\sum_{j \neq l} d_j d_l cov(cij, ctl)\ l \neq j$$

لكن التباين المشترك بين (cij, ctl) يساوى صفر وذلك لكون تصنيفات الخطورة مستقلة عن بعضها البعض هذا يعني:

$$\sigma^2 Dt = \sum_j d^2 jV(cij) \qquad (18)$$

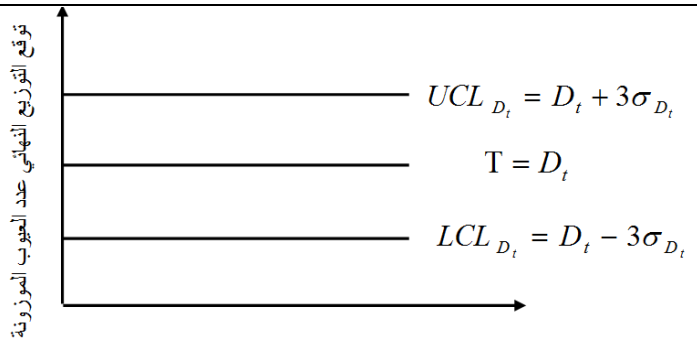
بالتعويض بالعلاقة (13) والحصول على تباين التوزيع النهائي المقدر لعدد العيوب ومن ثم ادخال تسلسل التصنيفات خطورة العيوب (j) على عدد العيوب المقدر (ct) وتعويضها في العلاقة السابقة نحصل ما يأتي:

$$\sigma_{Dt}^2 = \sum_j d_j^2 \left(\frac{kij}{h_t^2}\right) = \left(\frac{1}{h_t^2}\right)\sum_j d_j^2 k_{tj}$$

وبأخذ جذر التربيعي للطرفين نحصل على الانحراف القياسي لعدد العيوب الموزونة وحتى زمن t أي إن:

$$\sigma_{Dt}^2 = \left(\frac{1}{h_t}\right)\left[\sum_j d_j^2 k_{tj}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (19)$$

والشكل الآتي يوضح لوحة بيز العامة لعدد العيوب الموزونة[4].



الشكل (2) لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة

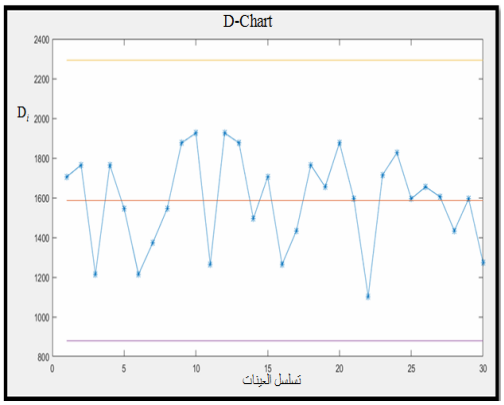
المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

٣- الجانب العملي (The practical side):

لتجربة الطريقة المقترحة في تكوين لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة ومقارنتها مع الطريقة الإعتيادية في تكوين هذه اللوحة تناول الجانب التطبيقي من البحث جانب تجريبي بإستخدام المحاكاة من خلال برنامج مصمم بلغة ماتلاب وجانب تطبيقي لبيانات حقيقية.

١.٣: الجانب التجريبي (Experimental side):

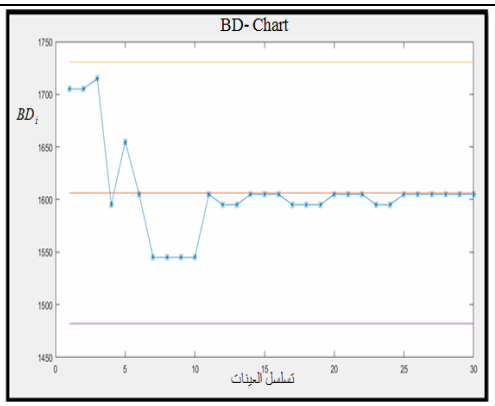
لمحاكاة تكوين لوحة بيز لعدد العيوب الموزنة (BD-Chart) المقترحة ومقارنتها مع لوحة عدد العيوب الموزونة (D-Chart) لشيوارت، تمَّ تصميم برنامج بلغة ماتلاب (الملحق A) وعلى إفتراض عدد عينات يساوي (30) وكل عينة تتألف من مشاهدات (تمثل عدد العيوب لكل عينة) لها توزيع بواسون لعدة قيم مختلفة من λ وهي (5، 15، 25، 35، 45 و60) وأن أوزان العيوب كانت القيمة (1) للعيوب البسيطة، (10) للعيوب المتوسطة و(50) للعيوب الخطرة وهي موزعة على عدد العيوب بنسب (60%، 30% و10%) على التوالي. وكانت التجربة الأولى للوحة D- عندما $(\lambda = 45)$ كما يأتي:



الشكل (3) لوحة-D لتجربة المحاكاة الأولى

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

الشكل (3) يوضح أن جميع النقاط المرسومة على هذه اللوحة تقع داخل حدود السيطرة لذلك يمكن الإعتماد عليها في المستقبل للسيطرة والرقابة على عدد العيوب الموزونة. أما لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة للتجربة الأولى عند نفس قيمة المعلمة $(\lambda = 45)$ فهي كما في الشكل الآتي:



الشكل (4) لوحة-BD لتجربة المحاكاة الأولى

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

الشكل (4) يوضح أن جميع النقاط المرسومة على هذه اللوحة تقع داخل حدود السيطرة لذلك يمكن الإعتماد عليها في المستقبل للسيطرة والرقابة على عدد العيوب الموزونة.

لغرض المقارنة بين لوحتي بيز وشيوارت لعدد العيوب الموزونة تمَ تكرار التجربة (1000) مرة ولعدة قيم مختلفة للمعلمة λ وحساب معدل الفروق بين الحد الأعلى والأدنى للسيطرة (لأن معدل الفروق يعتمد على حدود السيطرة العليا والدنيا التي تتضمن المعدل والتباين لذلك يمكن استخدامها كمعيار للمقارنة فكلما كانت أقل كانت اللوحة أفضل) وتلخيصها في الجدول الآتي:

الجدول (1) المقارنة بين لوحتي بيز وشيوارت لعدد العيوب الموزونة

λ	معدل فرق حدود لوحة-D	معدل فرق حدود لوحة-BD
5	391.6006	136.7307
15	767.6814	219.8775
25	988.4277	275.1449
35	1168.9	321.7138
45	1324.1	361.5525
60	1528.9	415.4647

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

الجدول (1) يوضح أن معدلات الفروق بين الحد الأعلى والأدنى للسيطرة في لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة كانت أقل من معدلات الفروق للوحة شيوارت ولكل القيم المختلفة لمعلمة توزيع بواسون المفترضة λ مما يدل على أفضلية استخدامها في السيطرة والرقابة على عدد العيوب التي تعتمد على أوزان مختلفة حسب أهمية كلاً منها. كما يبين الجدول أن الفروق تزداد مع زيادة قيمة المعلمة λ المفترضة.

٢.٣: الجانب التطبيقي (Applied side):

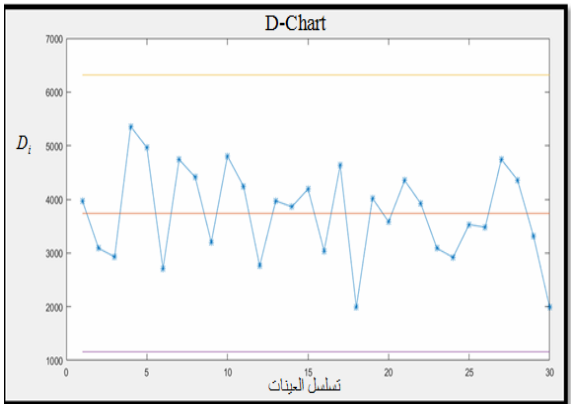
تمَ استخدام بيانات حقيقية تمثل العيوب الموزونة إلى (30) عينة مفحوصة مأخوذة من المصدر[8]، التي لخصت في الجدول الآتي:

الجدول (2) بيانات عدد العيوب المفحوصة إلى (30) عينة

العينة	عدد العيوب	العينة	عدد العيوب	العينة	عدد العيوب	العينة	عدد العيوب	العينة	عدد العيوب
1	120	7	143	13	120	19	121	25	107
2	94	8	134	14	116	20	108	26	105
3	89	9	97	15	127	21	131	27	143
4	162	10	145	16	92	22	119	28	132
5	150	11	128	17	140	23	93	29	100
6	82	12	83	18	60	24	88	30	60

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

تمَ إستخدام بيانات الجدول (2) في تكوين لوحة-D من خلال حساب عدد العيوب الموزونة وعلى افتراض أنها تتوزع بنسب (60%، 30% و10%) وأعطيت أوزان (1، 0 و50) للعيوب البسيطة، المتوسطة والخطيرة ومن ثم تقدير خط الهدف والحد الأعلى والأدنى لهذه اللوحة ورسم النقاط عليها (البرنامج في الملحق B) كما يمثله الشكل الآتي:

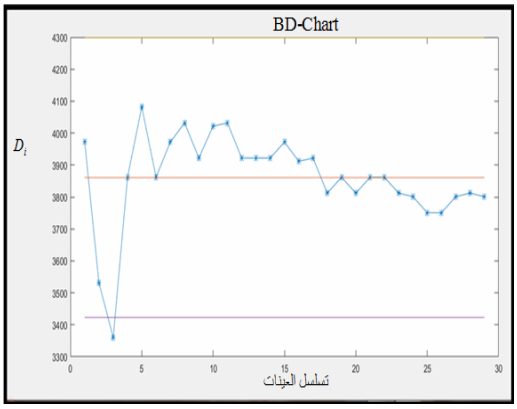


الشكل (5) لوحة-D للبيانات الحقيقية

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

الشكل (5) يوضح أن جميع النقاط المرسومة على هذه اللوحة تقع داخل حدود السيطرة لذلك يمكن الإعتماد عليها في المستقبل للسيطرة والرقابة على عدد العيوب الموزونة لهذا المصنع.

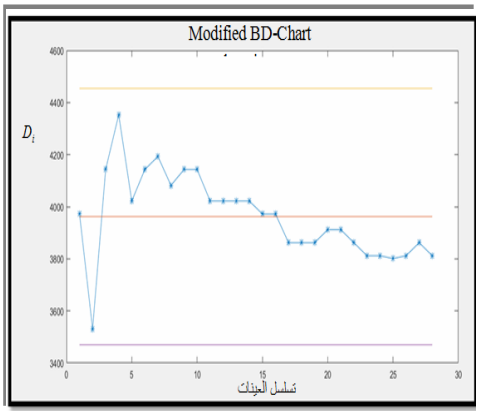
كما تمَ تكوين لوحة-BD المقترحة بإستخدام بيانات الجدول (2) من خلال حساب عدد العيوب الموزونة وعلى نفس النسب والأوزان المفترضة في لوحة-D وتقدير خط الهدف والحد الأعلى والأدنى لهذه اللوحة ورسم النقاط عليها (البرنامج في الملحق C) كما يمثله الشكل الآتي:



الشكل (6) لوحة-BD للبيانات الحقيقية

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

الشكل (6) يوضح أن هنالك نقطة واحدة تقع خارج حدود السيطرة (العينة الثالثة) لذلك سيتم حذف هذه العينة وحساب خط الهدف المعدل لباقي العينات (29 عينة) وتقدير حدود السيطرة المعدلة ومن رسم النقاط عليها كما في الشكل الآتي:



الشكل (7) لوحة-BD المعدلة للبيانات الحقيقية

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

الشكل (7) يوضح أن جميع النقاط المرسومة على هذه اللوحة تقع داخل حدود السيطرة لذلك يمكن الإعتماد عليها في المستقبل للسيطرة والرقابة على عدد العيوب الموزونة لهذا المصنع.

للمقارنة بين لوحتي بيز وشيوارت لعدد العيوب الموزنة المكونة لبيانات حقيقية في الشكل (5) و(7) تم تكوين الجدول الآتي:

الجدول (3) المقارنة بين لوحتي بيز وشيوارت لعدد العيوب الموزونة لبيانات حقيقية

اللوحة	لوحة-D	لوحة-BD
خط الهدف	3739	3962
الحد الأعلى للسيطرة	6318	4454
الحد الأدنى للسيطرة	1159	3470
الفرق بين الحدين الأعلى والأدنى	5159	984

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

الجدول (3) يبين أن الفرق بين الحدين الأعلى والأدنى للوحة-BD المقترحة كانت (984) وهي أقل من الفرق للوحة-D المقدمة من قبل شيوارت والتي يساوي (5159) مما يعطي الأفضلية للوحة المقترحة في تكوين لوحة عدد العيوب الموزونة.

٤- الإستنتاجات (Conclusions):

في ضوء تحليل تجارب المحاكاة والجانب التطبيقي يمكن ادراج أهم الاستنتاجات وكما يأتي:

١. نستنتج من الجانب التجريبي ان معدلات الفروق بين الحد الأعلى والأدنى للسيطرة في لوحة بيز لعدد العيوب الموزونة كانت أقل من معدلات الفروق للوحة شيوارت ولكل القيم المختلفة للمعلمة λ وأن الفروق تزداد مع زيادة قيمة المعلمة λ المفترضة.

٢. نستنتج من الجانب التطبيقي أن لوحة بيز المتسلسل أدى إلى الحصول على نتائج أفضل من لوحة (D) الاعتيادية وذلك من خلال ملاحظة النتائج، إذ أن الفرق بين الحدين الأعلى والأدنى للوحة-BD المقترحة كانت (984) وهي أقل من الفرق للوحة-D لشيوارت التي يساوي (5159) مما يعطي الأفضلية للوحة المقترحة في تكوين لوحة عدد العيوب الموزونة.

٥- التوصيات (Recommendations):

١. استخدام لوحة بيز للسيطرة على عدد العيوب الموزونة في المنشأت الصناعية ومعالجة الخلل الموجود فيها.
٢. تكوين لوحات بيز لعدد العيوب لكل وحدة واحدة.

٦- المصادر (References):

أولاً: المصادر العربية:

١. أحمد حسن عليان أبو الناقوس، ١٩٩٣، استخدام إحصاء بيز على النماذج الديناميكية الخطية مع تصميم لوحة بيز، رسالة ماجستير، قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، الموصل، العراق.
٢. اسراء عوني حيدر وطه حسين علي، ٢٠١٦، استخدام الموجة الصغيرة في تكوين بعض لوحات المعدل للسيطرة النوعية مع التطبيق على المكعب الكونكريتي في اربيل، مجلة بؤلى تكنيك جامعة صلاح الدين، أربيل.
٣. طه حسين علي وطالب شريف جليل، ٢٠٠٤، تكوين لوحات السيطرة النوعية باستخدام أسلوب بيز، مجلة زانكؤ جامعة صلاح الدين- أربيل، العراق.
٤. طه حسين علي، ١٩٩٨، تكوين لوحات بيز للسيطرة على الصفات النوعية، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، الموصل، العراق.
٥. طه حسين علي، ٢٠٠٧، تكوين لوحة بيز للقيمة المفردة واستخدامها للسيطرة على قوة ضغط الرخام في معمل أربيل، مجلة تنمية الرافدين جامعة صلاح الدين، أربيل، العراق.
٦. فاطمة عثمان حمه رسول وسراء عونى حيدر، هيور عبدالقادر، ٢٠١٩، استخدام لوحتي المعدل والانحراف المعياري للسيطرة على الخاصية النوعية لدواء الاموكسسلين والتنبؤ بقيم السيطرة لنموذج السلسلة الزمنية، مجلة زانكؤ جامعة صلاح الدين، أربيل، العراق.
٧. مسعود محمد الشرنخي، ٢٠٠٨، تكوين بعض لوحات المتوسطات المتحركة الهندسية في السيطرة النوعية مع التطبيق على المياه المعبأة، رسالة ماجستير، قسم الإحصاء، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

ثانياً: المصادر الأجنبية:

8. Ali, T.H, Rhhim, A.G. & Saleh, D.M. 2018. Construction of Bivariate F-control chart with Application, Eurasian Journal of Science &Engineering ISSN2414-5629(Print), ISSN 2414-5602 (Online).
9. Basterfield, 2009. Quality control, prentice Hall Englewood Cliffs, New York.
10. Grant, E.L. & Leavenworth, R.S., Statistical. 1980. Quality Control, McGraw-Hill, International Book Company, London.

الملحق

البرنامج الأول (توليد لوحة D)

```
% Poisson distribution
m = 30;
Lambda = 45;
for i =1: m
w = exp(-Lambda);
   u = rand;
   x(i) = 0;
   while u > w
       u = u-w ;
       x(i) = x(i)+1;
       w = (w* Lambda) / x(i) ;
   end
   x(i);
end
c = x ;
d = [50 10 1] ;
for i=1: m
   D(i)=d(1)*round(.6*c(i))+d(2)*round(.3*c(i))+d(3)*round(.1*c(i));
end
D
T = mean(D);
T = [ones(size(D))*T] ;
UCL = T+3*std(D) ;
LCL = T-3*std(D) ;
if LCL < 0
   LCL = [zeros(size(D))];
end
l = 1: m ;
plot(l,D,'*-',l,T,'-',l,UCL,'-',l,LCL,'-')
```

البرنامج الثاني (توليد لوحة BD)

```
% Poisson distribution
m = 30;
Lambda = 45;
for i =1: m
   w = exp(-Lambda);
   u = rand ;
   x(i) = 0 ;
   while u > w
       u = u-w ;
       x(i) = x(i)+1;
       w = (w* Lambda) / x(i);
   end
   x(i) ;
end
c=x ;
d=[50 10 1] ;
k(1) = c(1);
m = 1
r = 30
dc(1) = k(1)/ m
D(1)=d(1)*round(0.6*dc(1))+d(2)*round(0.3*dc(1))+d(3)*round(0.1*dc(1))
for t=2:r
k(t) = k(t-1) + c(t-1) ;
m = m+1
dc(t) = k(t) / m
D(t)=d(1)*round(0.6*dc(t))+d(2)*round(0.3*dc(t))+d(3)*round(0.1*dc(t))
end
D
T = mean (D)
T = [ones(size(D))*T]
UCL = T + 3*std(D)
LCL = T  - 3*std(D)
if LCL < 0
   LCL = [zeros(size(D))]
end
e=1: r ;
plot (e,D,'*-',e,T,'-',e,UCL,'-',e,LCL,'-')
```

البرنامج الثالث (تطبيق لوحة D)

```
m=30
d = [50 10 1] ;
c = [120 94 89 162 150 82 143 134 97 145 128 83 120 116 127 92 140 60 121 108 131 119
93 88 107 105 143 132 100 60];
for i = 1: m
D(i)=d(1)*round(0.6*c(i))+d(2)*round(0.3*c(i))+d(3)*round(0.1*c(i))
end
D
T = mean(D)
T = [ones(size(D))*T]
UCL = T+3*std(D)
LCL = T-3*std(D)
if LCL < 0
   LCL=[zeros(size(D))]
end
i = 1 : m
plot (i,D,'*-',i,T,'-',i,UCL,'-',i,LCL,'-')
```

البرنامج الرابع (تطبيق لوحة BD)

```
c(1) = 120 ;
k(1) = c(1) ;
m = 1
r = 29
d = [50 10 1];
dc(1) = k(1)/ m
D(1)=d(1)*round(0.6*dc(1))+d(2)*round(0.3*dc(1))+d(3)*round(0.1*dc(1))
C = [94 162 150 82 143 134 97 145 128 83 120 116 127 92 140 60 121 108 131 119 93 88
107 105 143 132 100 60];
for t = 2: r
k(t) = k(t-1) + c(t-1) ;
m = m+1
dc(t) =k(t) / m
D(t)=d(1)*round(0.6*dc(t))+d(2)*round(0.3*dc(t))+d(3)*round(0.1*dc(t))
end
D
T = mean(D)
T = [ones(size(D))*T]
UCL = T+3*std(D)
LCL = T-3*std(D)
if LCL < 0
   LCL = [zeros(size(D))]
end
e = 1: r ;
plot(e,D,'*-',e,T,'-',e,UCL,'-',e,LCL,'-')
```