

AL- Rafidain
University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: <https://www.jrucs.iq>

JRUCS

Journal of AL-Rafidain
University College for
Sciences

بناء حدود سيطرة حصينة للمتوسط والمدى للسيطرة على جودة مياه الشرب في حالة التوزيعات الملتوية

ا. د. عبد الرحيم خلف راهي الحارثي abduhrahim.khalaf@duc.edu.iq	زمن علي عباس abcdjf@uomustansiriyah.edu.iq
قسم ادارة اعمال - كلية دجلة الجامعة، بغداد، العراق	قسم الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد- الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق

معلومات البحث	المستخلص
تواريخ البحث تاريخ تقديم البحث: 2022/1/16 تاريخ قبول البحث: 2022/2/5 تاريخ رفع البحث على الموقع: 2022/12/31	المستخلص تم في هذا البحث معالجة مشكلة عدم تماثل متغير خاصية الجودة وذلك من خلال بناء حدود سيطرة حصينة وغير حساسة لعدم تحقق شرط التوزيع الطبيعي وتم استخدامها كبديل للوحات مراقبة الجودة لشيورات في حالة تعذر اتباع بيانات متغير خاصية الجودة للتوزيع الطبيعي والمتمثلة بطريقة التباين الموزون The Weighted Variance (WV) Method وطريقة الانحراف المعياري الموزون The Weighted Standard Deviation (WSD) Method لمراقبة جودة المياه الصالحة للشرب في العراق من خلال اخذ (120) مشاهدة لمتغير الكلور المتبقي ومن خلال الاعتماد على معدلات طول التشغيل (ARL) The Average Run Length (ARL) اتضح ان لوحات السيطرة للوسط الحسابي والمدى لطريقة التباين الموزون (WV) تعطي افضل اداء مقارنة بلوحات الوسط الحسابي والمدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) وذلك من خلال امتلاكها اكبر قيم لمعدلات طول التشغيل (ARL).
الكلمات المفتاحية طريقة التباين الموزون (WV), طريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD), معدلات طول التشغيل (ARL).	
للمراسلة: زمن علي عباس abcdjf@uomustansiriyah.edu.iq	
doi: https://doi.org/10.55562/jrucsv52i1.547	

المبحث الأول: منهجية البحث

1.1. المقدمة

تعتبر السيطرة النوعية في العملية الإنتاجية منهجية مستخدمة لتحسين العملية الإنتاجية على نطاق واسع من قبل المنشأة، حيث اكتسبت السيطرة النوعية هذه الأهمية والمكانة المميزة بسبب قدرتها على رفع جودة المنتجات والخدمات من خلال تحسين مستوى الأداء والإنتاج وخلق ظروف عمل مناسبة والذي يؤدي الى خفض التالف أثناء القيام بالعملية الإنتاجية وبالتالي خفض تكاليف الإنتاج وهذا يعمل على تحسين العلاقة بين المنشأة والمستهلك الذي بدوره يؤدي الى خلق وضع تنافسي مناسب وان أي تقليل من شأن وأهمية السيطرة النوعية سوف يؤدي الى خفض جودة المنتجات والخدمات المقدمة وبالتالي يقل إقبال المستهلكين على اقتناء هذه المنتجات الذي يؤثر على الوضع التنافسي للمنشأة في الاسواق ويكلف المنشأة خسائر مالية كبيرة ويضر بمكانة وسمعة المنشأة لذلك يتم استخدام السيطرة النوعية التي تعتمد وبشكل كبير على لوحات السيطرة شائعة الاستخدام لمراقبة الجودة لشيورات من اجل الكشف عن مواطن الخلل في العملية الإنتاجية وبيان الأسباب التي ادت الى حدوث هذا الخلل والعمل على تصحيحه قبل الاستمرار في انتاج منتجات ذات جودة رديئة ومن خلال استخدام لوحات السيطرة لمراقبة الجودة يمكن معرفة وبسهولة اذا كانت العملية الإنتاجية واقعة ضمن حدود السيطرة ام لا ومن خلال ذلك يمكن الحكم على جودة المنتجات ويمكن استخدامها ايضاً لمراقبة جودة الخدمات المقدمة من قبل المنشأة في كافة المجالات وهذا ما دفع المنشأة والمعامل الإنتاجية الى مراقبة جودة المنتجات والخدمات المقدمة من قبلها باستخدام لوحات المراقبة الاحصائية وهذه اللوحات لها القدرة والقابلية على تحقيق جودة عالية للمنتجات والخدمات بتكاليف معقولة.

1.2. مشكلة البحث

تعتبر لوحات السيطرة لمراقبة الجودة من النوع التقليدي لشيوارت ادوات قوية في سيطرة الاحصائية على العملية الانتاجية وهي مقبولة وشرط استخدامها اتباع البيانات في التوزيع الطبيعي لكن في الكثير من الحالات التي تكون فيها البيانات ذات توزيع ملتوي (غير متمائل) وان استخدام هذه اللوحات في مثل هذه الحالات سوف يؤدي الى التوصل الى استنتاجات مضللة بشأن استقرار العملية الانتاجية بسبب زيادة معدلات الانذار الخاطي مع زيادة التواء التوزيع.

1.3. أهداف البحث

تجاهل التواء توزيع العملية والعمل على بناء حدود سيطرة حصينة لا تتأثر بكون هذه البيانات أو خاصية الجودة المقاسة خاضعة للتوزيع الطبيعي أم لا حيث توجد طرائق عديدة لتعديل الالتواء.

1.4. اهمية البحث

مقارنة كفاءة اداء لوحة الوسط الحسابي ولوحة المدى لطريقة التباين الموزون (WV) مع لوحة الوسط الحسابي ولوحة المدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) من خلال الاعتماد على معدلات طول التشغيل (ARL).

المبحث الثاني: الجانب النظري

2.1. طرائق تصميم حدود سيطرة حصينة للتوزيعات غير المتماثلة

• طريقة التباين الموزون The Weighted Variance (WV) Method

تم اقتراح هذه الطريقة من قبل (Bai ,Choi) عام (1995) حيث اوجدوا حدود السيطرة للتوزيعات غير المتماثلة للوحة الوسط الحسابي (\bar{X} -chart) ولوحة المدى (R-chart)؛ بينما اوجد (khoo et al.) حدود السيطرة للتوزيعات غير متمائلة للوحة الانحراف المعياري (S-chart) وتعتمد فكرة هذه الطريقة على تقسيم التوزيع الملتوي الاصلي الى قسمين واستخدام كل قسم لإنشاء توزيع طبيعي متمائل جديد؛ بحيث يمتلك التوزيعان الجديان المتماثلان نفس الوسط الحسابي ولكن يختلفان في الانحراف المعياري ويتم استخدام احد هذين التوزيعين لإيجاد الحد الاعلى للسيطرة؛ اما التوزيع الاخر فيستخدم لإيجاد الحد الادنى للسيطرة وبسبب استخدام طريقة التباين الموزون (WV) مضاعف الانحراف المعياري من اجل تأسيس حدود السيطرة تم تطوير طريقة لتقريب التباين بين التوزيعين حسب التالي؛ اذا كانت دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الاصلي الملتوي $f(x)$ بحيث ان (μ_X) تمثل الوسط الحسابي ل (X) ، (σ_X) يمثل الانحراف المعياري ل (X) يتم تقسيم دالة الكثافة $f(x)$ الى دالتين جديديتين متمائلتين $(f_U(x), f_L(x))$ حيث ان الدالتين يمتلكان نفس الوسط الحسابي (μ_X) ولكن يختلفان في التباين (σ_U^2, σ_L^2) ويتم استبدال $(f_U(x), f_L(x))$ بتوزيعين طبيعيين وذلك من خلال افتراض دالة $(\phi(\cdot))$ والتي تمثل التوزيع الطبيعي القياسي $N(0,1)$ وكالاتي [1,2]

$$\phi(x, \mu_X, \sigma_U) = \phi(x - \mu_X) \sigma_U^{-1} / \sigma_U$$

$$\phi(x, \mu_X, \sigma_L) = \phi(x - \mu_X) \sigma_L^{-1} / \sigma_L \quad (1)$$

ويتم ضرب الانحراف المعياري بعاملين بحيث يتم استخدام عامل واحد لإيجاد الحد الاعلى للسيطرة (UCL)؛ بينما يتم استخدام العامل الاخر لإيجاد الحد الادنى للسيطرة (LCL) بحيث ان

$$P_X = P(X \leq \mu_X) \quad (2)$$

هو احتمال ان يكون (X) متغير عشوائي اقل او يساوي الوسط الحسابي (μ_X) الخاص به.

يتم ايجاد حدود السيطرة لطريقة التباين الموزون (WV) كالاتي:

- اولاً: عند افتراض ان X_1, X_2, \dots, X_n يمثل عينة فرعية لمتغير خاصية الجودة ذات التوزيع غير متمائل (ملتوي) الوسط الحسابي للمتغير هو (μ) معلوم والانحراف المعياري للمتغير (σ) معلوم تكون حدود السيطرة لطريقة التباين الموزون (WV) كالاتي:

1. عند استخدام لوحة الوسط الحسابي (\bar{X} -chart) تكون حدود السيطرة كالاتي [3,4]

$$UCL = \mu_X + \frac{3\sigma_X}{\sqrt{n}} \sqrt{2P_X}$$

$$CL = \mu_X$$

$$LCL = \mu_X - \frac{3\sigma_X}{\sqrt{n}} \sqrt{2(1 - P_X)} \quad (3)$$

μ_X : الوسط الحسابي الكلي لجميع العينات.

σ_X : الانحراف المعياري للمجتمع.

P_X : العامل الخاص بحد السيطرة الاعلى.

$1 - P_X$: العامل الخاص بحد السيطرة الأدنى.
n : حجم عينة.

2. عند استخدام لوحة المدى (R - chart) تكون حدود السيطرة كالاتي [1,5,6]

$$UCL = \mu_R + 3\sigma_R \sqrt{2P_X} \quad (4)$$

$$CL = \mu_R$$

$$LCL = \mu_R - 3\sigma_R \sqrt{2(1 - P_X)}$$

μ_R : الوسط الحسابي الخاص بالمدى.

σ_R : الانحراف المعياري الخاص بالمدى.

ثانياً : في حال كانت معالم العملية غير معروفة يجب تقديرها ؛ لنفترض ان:

العينة الفرعية يمكن تقدير $P(X)$ من خلال استخدام عدد المشاهدات الاقل او يساوي (\bar{X}) وكالاتي:

$$\hat{P}(X) = \frac{\sum \sum \delta(\bar{X} - X_{ij})}{nK} \quad (5)$$

حيث $X \geq 0$ و $\delta(X) = 1$ لغير ذلك.

1. في حال استخدام لوحة الوسط الحسابي (\bar{X} -chart) تكون حدود السيطرة كالاتي [3]

$$UCL = \bar{X} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2^* \sqrt{n}} \sqrt{2\hat{P}_X} = \bar{X} + W_U \bar{R} \quad (6)$$

$$CL = \bar{X}$$

$$LCL = \bar{X} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2^* \sqrt{n}} \sqrt{2(1 - \hat{P}_X)} = \bar{X} - W_L \bar{R}$$

\bar{X} : المتوسط العام (متوسط المتوسطات).

\bar{R} : الوسط الحسابي الخاص بالمدى.

d_2^* : ثابت التواء التوزيع ويقابل (d_2) في لوحة المراقبة الجودة لشيوارت.

2. عند استخدام لوحة المدى (R- chart) تكون حدود السيطرة كالاتي [6]

$$UCL = \bar{R} \left[1 + 3 \frac{d_3^*}{d_2^*} \sqrt{2\hat{P}_X} \right] \quad (7)$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = \bar{R} \left[1 - 3 \frac{d_3^*}{d_2^*} \sqrt{2(1 - \hat{P}_X)} \right]^+$$

حيث ان $d_2^* = \frac{\bar{R}}{\sigma_X}$, $d_3^* = \frac{\sigma_R}{\sigma_X}$ يمثلان ثوابت لوحة السيطرة.

• طريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) Method

تم اقتراح هذه الطريقة من قبل (Bia , chang) عام (2001) تعتمد فكرة هذه الطريقة على تقسيم الانحراف المعياري (σ) لخاصية الجودة (X) الى قسمين الانحرافات العلوية (σ_U^W) والانحرافات السفلية (σ_L^W) حيث تمثل هذه الانحرافات درجات تشتت الجانب العلوي والجانب السفلي من عملية المتوسط (μ)؛ على افتراض ان $f(x)$ تمثل دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الملتوي (غير المتمائل) (p.d.f) حيث اوضح (Bia , chang) ان دالة $f(x)$ يتم تقسيمها الى دالتين جديدتين ($f_L(x)$, $f_U(x)$) حيث تمتلك هاتان الدالتان نفس الوسط الحسابي ولكنهما مختلفتان بالانحراف المعياري ($2\sigma_U^W$, $2\sigma_L^W$) يمكن تقريب الجانب العلوي للدالة $f(x)$ بجانب العلوي لدالة $f_U(x)$ وكذلك يمكن تقريب الجانب السفلي لدالة $f(x)$ بجانب السفلي لدالة $f_L(x)$ [7].

$$\sigma = \sigma_U^W + \sigma_L^W \quad (8)$$

بحيث ان

$$\sigma_U^W = p_X \sigma , \sigma_L^W = (1 - P_X) \sigma \quad (9)$$

حيث يمثل $P_X = (X \leq \mu)$ ؛ اذا كان التوزيع الاصلي ملتوياً نحو اليمين ($P_X > 1/2$) فان المسافة بين (UCL) و (LC) اكبر من المسافة بين (LCL) و (LC) ويعني ذلك ($\sigma_U^W > \sigma_L^W$) اما اذا كان التوزيع الاصلي ملتوياً نحو اليسار ($P_X < 1/2$) فان المسافة بين (UCL) و (LC) اصغر من المسافة بين (LCL) و (LC) ويعني ذلك ($\sigma_U^W < \sigma_L^W$). على افتراض ان عدد المشاهدات المأخوذة من التوزيع الملتوي الاصلي $f(x)$ وهذه المشاهدات مقسمة الى مجموعتين حسب الوسط الحسابي (μ) بحيث يكون عدد المشاهدات للأجزاء العلوية ($2nP_X$) و عدد المشاهدات للأجزاء السفلية ($2n(1-P_X)$) في حال كانت معالم العملية معروفة يتم اعطاء حدود السيطرة لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) للوحة الوسط الحسابي (\bar{X} -chart) كالاتي [3]

$$\begin{aligned} UCL &= \mu_X + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} 2 P_X \\ CL &= \mu_X \\ LCL &= \mu_X - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} 2 (1 - P_X) \end{aligned} \quad (10)$$

اما اذا كانت معالم العملية غير معروفة نفترض $(d_2^* = \frac{E(R_n)}{\sigma})$ يمثل ثابت لوحة السيطرة للتوزيع المتلوي الاصلي المقابل لـ (d_2) ثابت لوحة سيطرة للتوزيع الطبيعي حيث ان $(R_n = X_{(n)} - X_{(1)})$ ويمثل (R_n) مدى العينة و (n) تمثل حجم العينة $(X(r))$ يدل على الرتبة الاحصائية لـ (X) في العينة $(1 \leq r \leq n)$ ويفترض ان $(R_{2n(1-P_X)}^U = 2(X_{(n)} - \mu))$ يمثل مدى العينة من نسخ $(2n(1-P_X))$ مشاهدات من الجزء العلوي من الطبيعي (p.d.f) $f_U(x)$ ، $(R_{2n P_X}^L = 2(\mu - X_{(1)}))$ ، يمثل مدى العينة من نسخ $(2n P_X)$ مشاهدات من الجزء السفلي من الطبيعي (p.d.f) $f_L(x)$ يتم ايجاد (d_2^{WSD}) بواسطة

$$d_2^{WSD} = P_X d_2(2n(1-P_X)) + (1-P_X) d_2(2n P_X) \quad (11)$$

عند افتراض وجود متغير (X_{ij}) بحيث ان (jth) تمثل المفردة التي تم اخذها من العينة (ith) ؛ عند ذلك يمكن التقدير (P_X) من خلال المعادلة (5) التي تم ذكرها سابقاً ؛ بالتالي تكون حدود السيطرة كالآتي [3,7,8]

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2^{WSD} \sqrt{n}} 2 \hat{P}_X = \bar{\bar{X}} + WS_U \bar{R} \\ CL &= \bar{\bar{X}} \\ LCL &= \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2^{WSD} \sqrt{n}} 2 (1 - \hat{P}_X) = \bar{\bar{X}} - WS_L \bar{R} \end{aligned} \quad (12)$$

لإيجاد طريقة الانحراف المعياري الموزون للوحة المدى (R-Char)؛ بافتراض ان $(d_3^* = \sqrt{\text{Var}(\frac{R_n}{\sigma})})$ حيث يمثل (d_3^*) ثابت الرسم البياني للتوزيع المتلوي لطريقة الانحراف المعياري الموزون الذي يقابل (d_3) للتوزيع الطبيعي؛ ويتم ايضا استخدام $(2\sigma_U^W, 2\sigma_L^W)$ بدلاً من (σ) لإيجاد حدود السيطرة العليا والسفلى وحسب الآتي [7]

$$\begin{aligned} UCL &= (d_2^* + 3d_3^*)(2\sigma_U^W) = 2(d_2^* + 3d_3^*)P_X \sigma \\ LCL &= [(d_2^* - 3d_3^*)(2\sigma_L^W)]^+ = [2(d_2^* - 3d_3^*)(1 - P_X)\sigma]^+ \end{aligned} \quad (13)$$

ومن خلال طريقة الانحراف المعياري الموزون يمكن اثبات ان

$$\begin{aligned} d_3^{*2} &= E\left(\frac{R(n)}{\sigma}\right)^2 - (E(\frac{R(n)}{\sigma}))^2 \\ &= E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma} + \frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right)^2 - d_2^{*2} \\ &= E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma}\right)^2 + E\left(\frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right)^2 + 2E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma} \frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right) - d_2^{*2} \end{aligned} \quad (14)$$

حيث ان $(E(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma} \frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}))$ في الصيغة (14) يصعب اشتقاقه اذا لم يتم تحديد توزيع العملية ؛ ويمكن ان يظهر صعوبة الاشتقاق على النحو التالي

$$\begin{aligned} 2E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma} \frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right) &= E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma}\right)^2 + E\left(\frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right)^2 - E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma} - \frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right)^2 \\ &\leq E\left(\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma}\right)^2 + E\left(\frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right)^2 \right) \end{aligned} \quad (15)$$

وعند استبدال المعادلة (9) وعدم المساواة (15) في المعادلة (14) ينتج عنه حد اعلى لـ (d_3^*) وكالآتي

$$d_3^{*2} \leq 2E\left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma}\right)^2 + 2E\left(\frac{R_{2n P_X}^L}{2\sigma}\right)^2 - d_2^{*2}$$

$$= 2 P_X^2 E \left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma_W^U} \right)^2 + 2(1 - P_X)^2 E \left(\frac{R_{2nP_X}^L}{2\sigma_W^L} \right)^2 - d_2^{*2}$$

$$= 2P_X^2 \left(\text{Var} \left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma_W^U} \right) + \left(E \left(\frac{R_{2n(1-P_X)}^U}{2\sigma_W^U} \right) \right)^2 \right) + 2(1 - P_X)^2 \left(\text{Var} \left(\frac{R_{2nP_X}^L}{2\sigma_W^L} \right) + \left(E \left(\frac{R_{2nP_X}^L}{2\sigma_W^L} \right) \right)^2 \right) - d_2^{*2}$$

الحد الأعلى المقدر ل (WSD) ل (d_3^*)؛ يمكن تسميته ب (d_3^{WSD})

$$d_3^{WSD} = \sqrt{2P_X^2 d_3^2 (2n(1 - P_X)) + 2(1 - P_X)^2 d_3^2 (2nP_X) + \delta} \quad (16)$$

حيث ان

$$\delta = P_X d_2 (2n(1 - P_X) - (1 - P_X) d_2 (2nP_X))^2 \quad (17)$$

يمكن التعامل مع (δ) في (d_3^{WSD}) كعامل معدل لمقدر (WSD) ل (d_3^*) لتوزيع العملية الملتوية؛ ال (δ) يعتمد على كل من التواء التوزيع الاصلي وحجم العينة؛ وتقل قيمة (δ) الى الصفر اذا كان التوزيع الاصلي يميل الى ان يكون متماثلاً؛ ولكن (δ) ليس حساساً بدرجة كافية لتقليل تأثير التواء التوزيع الاصلي؛ حيث يجب تعديله حتى يعمل المقدر المقترح بشكل جيد، عند افتراض انه يمكن تعديل (δ) الى (δ^*) بعد ذلك يمكن تقدير مقدر (WSD) حسب الاتي

$$d_3^{AWS D} = \sqrt{2P_X^2 d_3^2 (2n(1 - P_X)) + 2(1 - P_X)^2 d_3^2 (2nP_X) + \delta^*} \quad (18)$$

بحيث يصبح ($d_3^{AWS D}$) هو مقدر جيد (d_3^*)؛ وعند افتراض ان $D_n(P_X) = d_3^{*2} - (d_3^{WSD})^2$ ؛ تشير الى الفرق بين $(d_3^{WSD})^2$ ، (d_3^{*2}) مع عينة عشوائية بحجم (n)؛ حيث ان $D_n(P_X) \cong (\delta^* - \delta)$ قد يرغب الشخص ان يقلل المقدر المقترح ل (d_3^*) الى ($d_3(n)$) للتوزيع المتماثل الذي يكون الاحتمال فيه ($P_X=0.5$)؛ لكن المقدر المقترح ($d_3^{AWS D}$) لا يقدر على ان يفي بالمتطلبات لان (δ^*) يعتمد على احجام العينة؛ يعمل (d_3^{WSD}) بشكل جيد عندما يكون التواء التوزيع الاصلي صغيراً لجميع احجام العينة المحددة.

اذا كانت المعلمات (d_2^*), (d_3^*), (δ) غير معروفة يمكن تقديرها بواسطة ($\frac{\bar{R}}{d_3^{AWS D}}$), (d_2^{WSD}), ($d_3^{AWS D}$)

$$UCL = 2(1 + 3 \frac{d_3^{AWS D}}{d_2^{WSD}}) P_X \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = \left[2(1 - 3 \frac{d_3^{AWS D}}{d_2^{WSD}}) (1 - P_X) \bar{R} \right]^+ \quad (19)$$

2.2. مقياس الاداء

تتم مقارنة أداء لوحات السيطرة لطرائق بناء حدود السيطرة الحصينة من خلال استخدام معدلات طول التشغيل the Average Run Length (ARL) الذي يعتبر واحداً من اهم المقاييس المستخدمة لقياس كفاءة أداء لوحات السيطرة حيث يتم تعريف معدل طول التشغيل على انه متوسط عدد العينات الفرعية (المجموعات الفرعية) التي يجب رسمها قبل ظهور تغير يشير الى خروج العملية عن حدود السيطرة؛ في حال وقوع متوسط العينة الفرعية (مجموعة فرعية) خارج الحدود العليا او الدنيا للسيطرة يتم إعطاء إنذار او إشارة يطلق على هذا الحدث (حدث الإشارة) عندما تقوم لوحة سيطرة ما بإعطاء إنذار عند عدم وجود اي تغيير في العملية يطلق على هذا الإنذار ب (الإنذار الخاطئ)؛ ويمثل معدل الانذار الخاطئ احتمال اعطاء انذار او اشارة في حال عدم وجود تغيير يشير الى حصول تغير في العملية [9,10].

يدعى معدل طول التشغيل عندما تكون العملية داخل حدود السيطرة بـ (ARL_0) ويعطى بالصيغة التالية

$$ARL_0 = 1 / \alpha \quad (20)$$

حيث تمثل (α) قيمة الخطأ من النوع الأول وتشير الى ان العملية خارج حدود السيطرة الا انها داخل حدود السيطرة؛ حيث يعتقد ان العملية خارج حدود السيطرة اي انها لا تعمل بالشكل الصحيح لذلك يتم إيقاف العملية بعد ذلك تظهر الحقيقة عكس ذلك. ويدعى معدل طول التشغيل عندما تكون العملية خارج حدود السيطرة ب (ARL_1) ويعطى بالصيغة الاتية

$$ARL_1 = 1 / 1 - \beta \quad (21)$$

حيث تمثل (β) قيمه الخطأ من النوع الثاني حيث تشير الى ان العملية داخل حدود السيطرة و يتم الاعتقاد ان العملية تجري بالشكل الصحيح وحسب ما مخطط له ولكن الحقيقة عكس ذلك تماماً.

المبحث الثالث: الجانب التطبيقي

تعتبر المياه من اعظم النعم التي انعم الله بها على البشر وهي من الموارد الطبيعية التي نحتاجها يومياً وبصورة رئيسية ؛ تتعرض مصادر المياه للكثير من الملوثات المتمثلة بالأحياء الدقيقة المسببة للكثير من الامراض بالإضافة الى النفايات الكيميائية التي يتم رميها في مصادر المياه والتي تؤثر وبشكل سلبي على صحة الانسان وخاصة تأثيرها على الاشخاص الذين يسكنون في المدن القريبة من الانهار.

• الخواص التي تؤثر على جودة المياه الصالحة للشرب

➤ الكلور المتبقي (Free chlorine)

يعتبر الكلور مادة سامة اقل من الهواء بمقدار (2.45) مرة يظهر الكلور في ثلاث حالات حسب درجة الحرارة والضغط الكلور السائل يمتلك قابلية للذوبان في المياه لذلك يستخدم غاز الكلور لتعقيم المياه على نطاق واسع في العالم وذلك لتمييز الكلور بسهولة الاسخدام والتكلفة المنخفضة وكذلك كفاءته في تعقيم المياه لكن يجب اضافته بكميات دقيقة بحيث تكون هذه الكمية لها القدرة على تفكيك واكسدة المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في المياه حيث ان كمية الكلور المتبقي مهمة جداً من اجل الحفاظ على جودة المياه ولضمان منع نمو البكتيريا اثناء النقل والتخزين وهي دليل نجاح عملية التعقيم وتكون تراكيز الكلور المتبقي في محطات معالجة المياه (0.3-0.8) ملغم/ لتر والحد المسموح به لتراكيز الكلور المتبقي في شبكات المياه الى المدن (0.2-0.5) ملغم / لتر وتتم عملية قياس الكلور المتبقي من خلال اخذ (10) مل من عينة المياه ثم اضافة قرص (Lovibond) ونتيجة لذلك يتم انتاج محلول وردي متفاوت الالوان حسب تركيز الكلور المتبقي في العينة.

يتم في هذه البحث تسليط الضوء على اهم الخواص الكيميائية والفيزيائية التي تؤثر وبشكل كبير على جودة مياه الشرب في العراق من خلال الزيارة الميدانية لمشروع ماء البلديات التابعة لأمانة بغداد الذي يضم محطتين لتصفية وتعقيم المياه التي تغذي مناطق شرق العاصمة بغداد وتم اخذ العينات الخاصة بماء الشرب من نهاية محطات ضخ مياه الشرب وتم جمع البيانات للفترة من شهر كانون الثاني يناير الى شهر ايلول سبتمبر لسنة 2020، ومن خلال اخذ (120) مشاهدة لمتغير الكلور المتبقي وبأحجام عينات (n= 3,5,8) ومن خلال استعمال برنامج R الاحصائي تم التوصل الى النتائج الاتية وكما موضح في الجدول (3-1) والجدول (3-2).

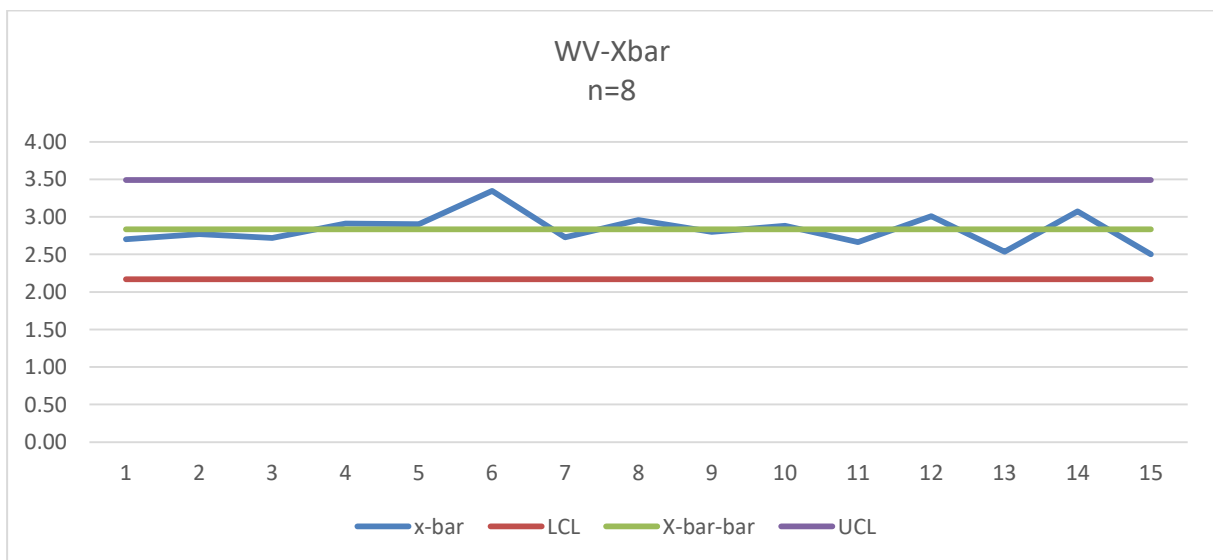
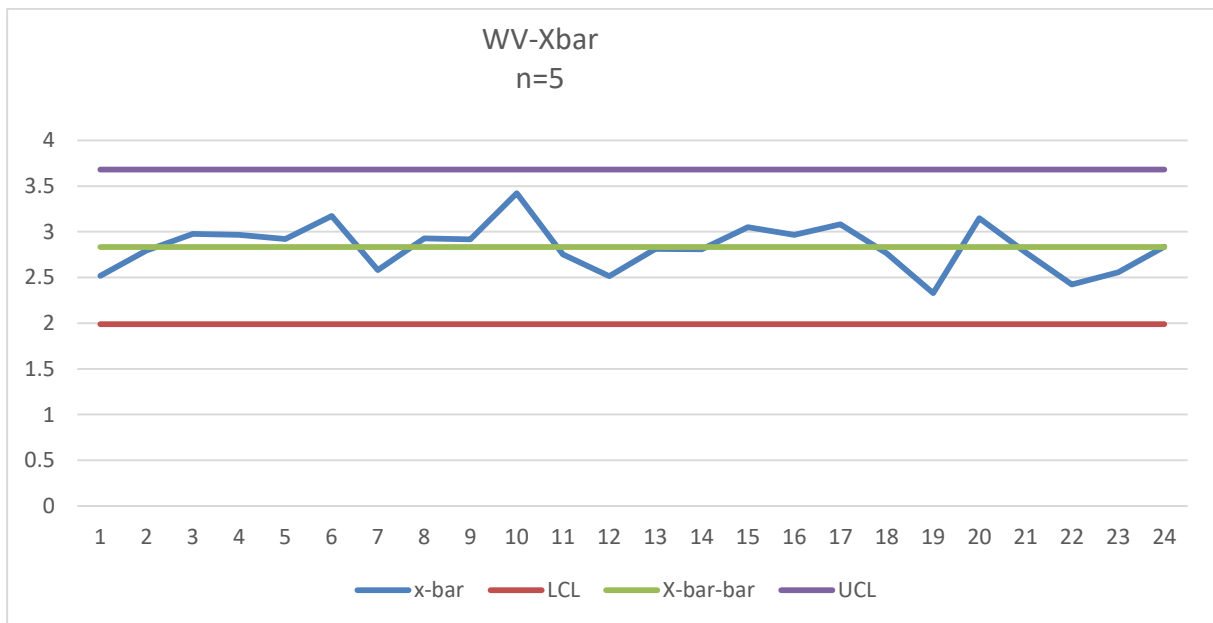
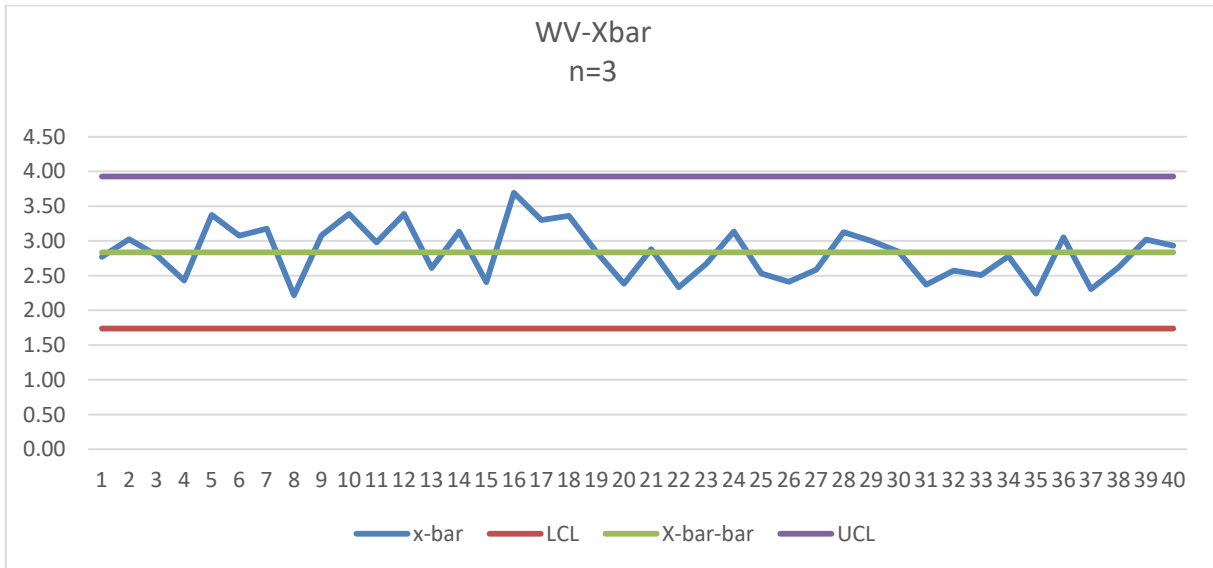
جدول (3-1) يمثل حدود السيطرة لكل من لوحات الوسط الحسابي والمدى لطريقة التباين الموزون (WV) وطريقة الانحراف

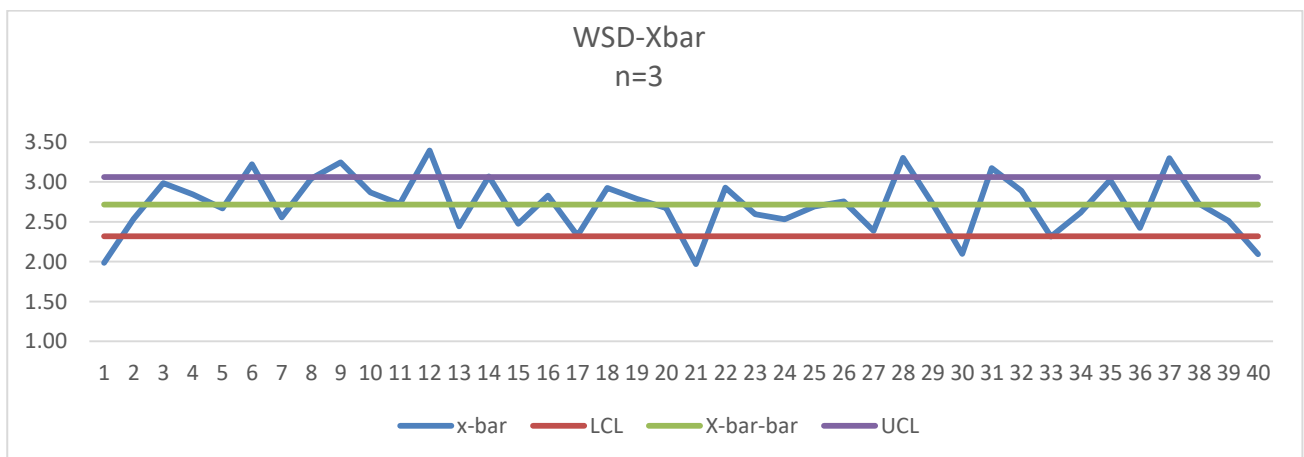
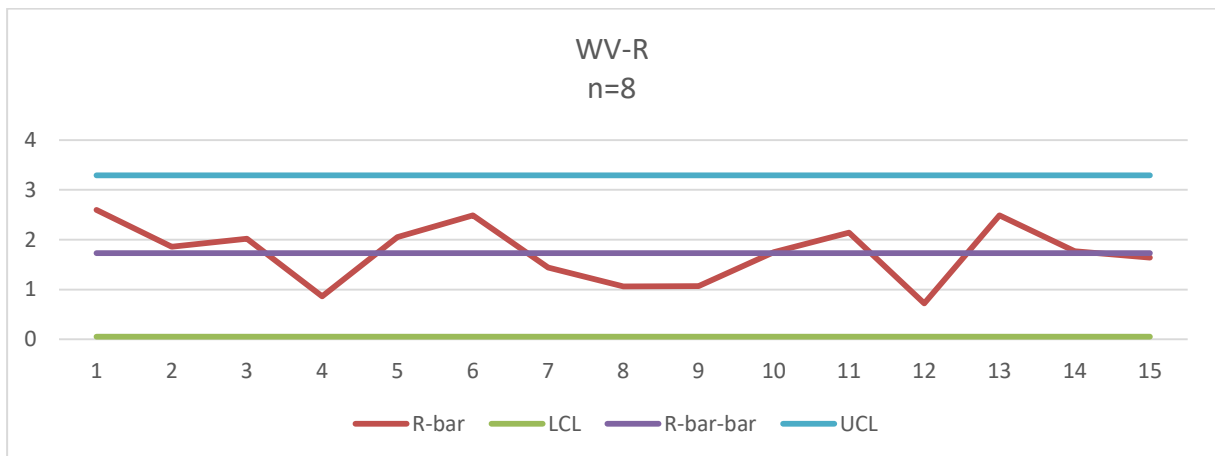
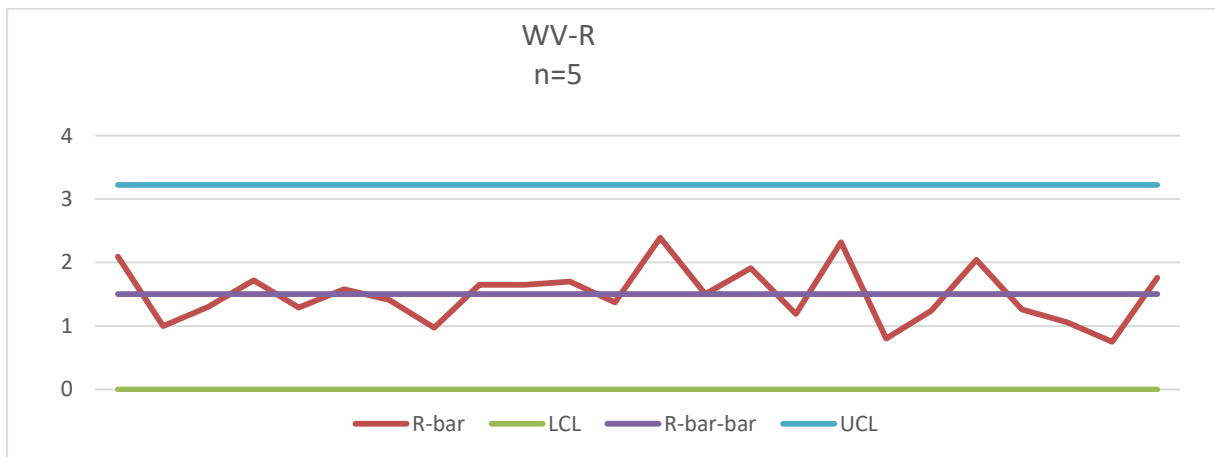
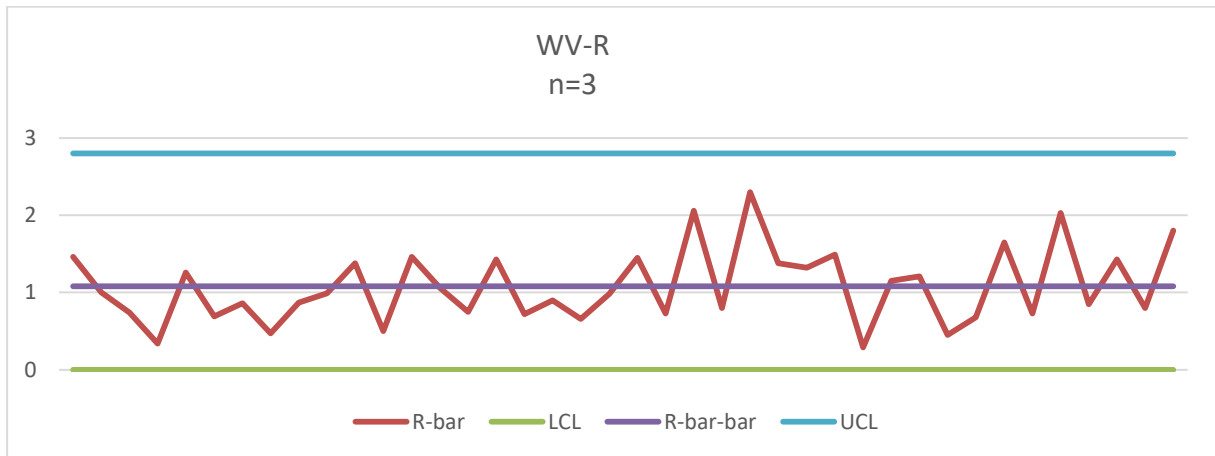
المعياري الموزون (WSD) لمتغير الكلور المتبقي وبأحجام عينات (n=3,5,8)

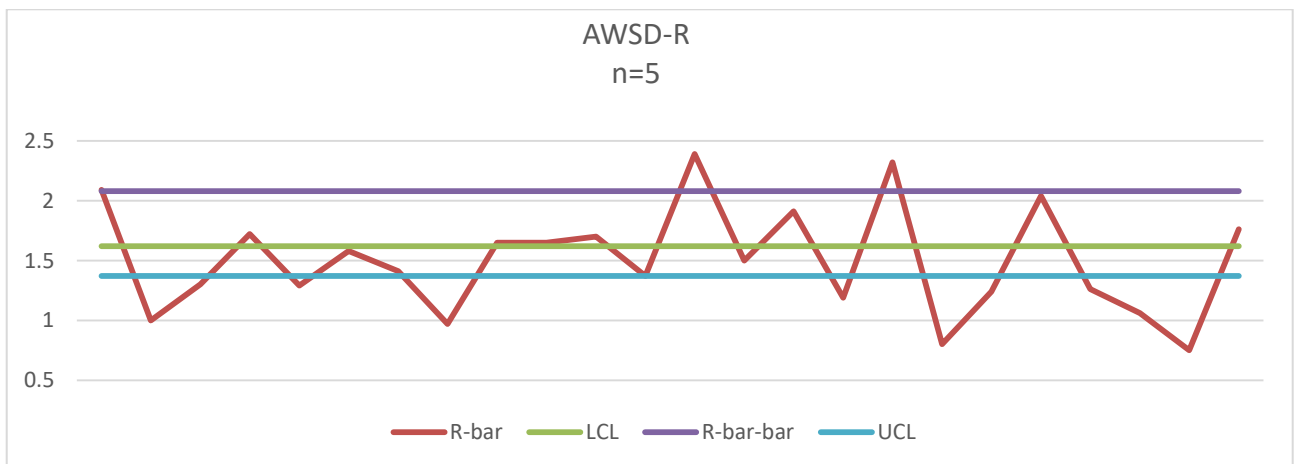
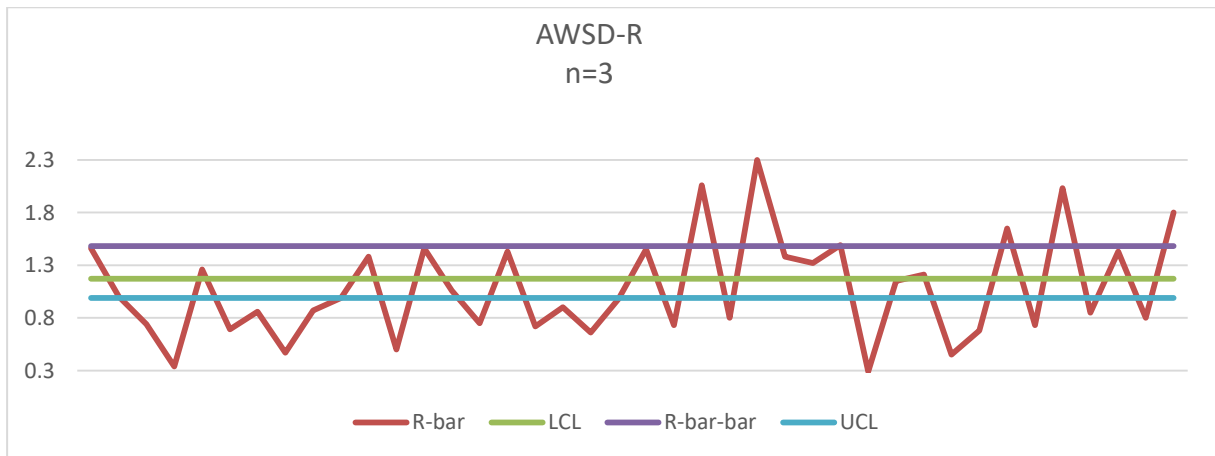
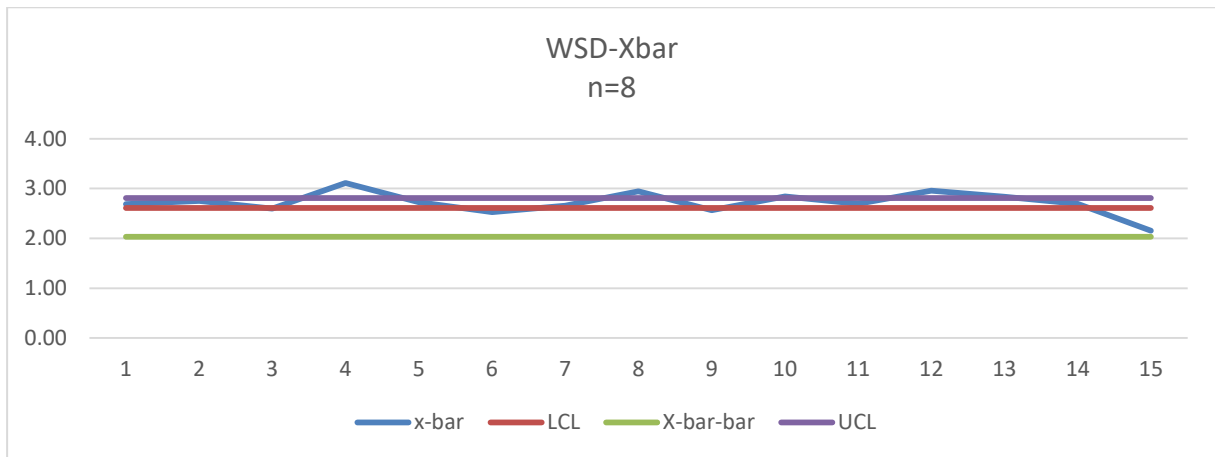
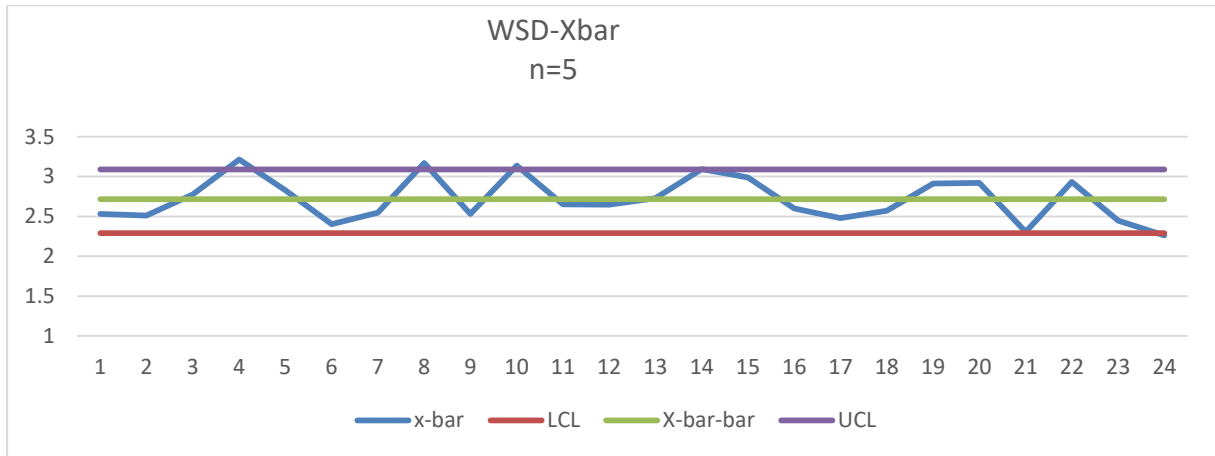
	n=3							
	WV- \bar{X}		WV-R		WSD- \bar{X}		AWS-D-R	
	U	L	U	L	U	L	U	L
متغير الكلور المتبقي	3.93	1.74	2.8	0	3.06	2.32	0.99	1.71
	n=5							
	WV- \bar{X}		WV-R		WSD- \bar{X}		AWS-D-R	
	U	L	U	L	U	L	U	L
متغير الكلور المتبقي	3.68	1.99	3.22	0	3.09	2.29	1.37	1.62
	n=8							
	WV- \bar{X}		WV-R		WSD- \bar{X}		AWS-D-R	
	U	L	U	L	U	L	U	L
متغير الكلور المتبقي	3.49	2.17	3.29	0.05	2.81	2.61	1.67	1.78

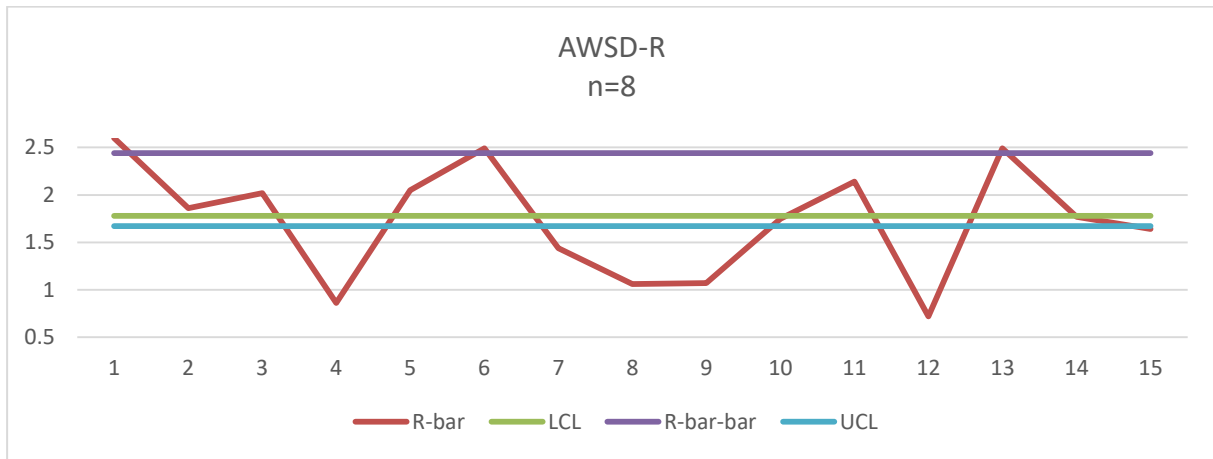
*المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على نتائج الحاسبة الالكترونية

عند النظر الى الجدول (3-1) يتضح لنا ان طريقة التباين الموزون (WV) للوحة الوسط الحسابي والمدى تمتلك حدود سيطرة اوسع عند مقارنتها مع حدود السيطرة للوحة الوسط الحسابي والمدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD)، اما الرسم البياني الخاص بحدود السيطرة للوحات الوسط الحسابي والمدى للطريقتين المستعملتين تم توضيحه في الشكل (3-1) وكالتالي









(3-1): يوضح حدود لوحات السيطرة للوسط الحسابي والمدى لكل من طريقة التباين الموزون (WV) وطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) لمتغير الكلور المتبقي عندما (n=3,5,8)

فيما يخص الرسم البياني لحدود لوحات السيطرة للوسط الحسابي والمدى للطريقتين المستعملتين نجد ان الاوساط الحسابية للمجاميع الفرعية كانت ضمن حدود السيطرة للوحة الوسط الحسابي والمدى لطريقة التباين الموزون (WV) ولجميع العينات (n=3,5,8) في حين نجد ان الرسم البياني للوحة السيطرة للوسط الحسابي لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD-X̄) تشير الى خروج بعض الاوساط الحسابية للمجاميع الفرعية خارج حدود السيطرة وعند ملاحظة الشكل (3-1) حيث يشير الرسم البياني الى خروج (5) اوساط حسابية من المجاميع الفرعية خارج حدود السيطرة عندما (n=3) ؛ وخروج (3) اوساط حسابية من المجاميع الفرعية خارج حدود السيطرة عندما (n=5) وكذلك خروج (7) اوساط حسابية من المجاميع الفرعية خارج حدود السيطرة عندما (n=8)؛ في حين نجد خروج اغلب الاوساط الحسابية للمجاميع الفرعية عن حدود السيطرة للوحة المدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون (AWSD-R) ولجميع حجوم العينات (n=3,5,8).

جدول (3-2): يمثل معدلات طول التشغيل (ARL) لكل من لوحات الوسط الحسابي والمدى لطريقة التباين الموزون (WV) وطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) لمتغير الكلور المتبقي عندما (n=3,5,8) وكالاتي

n=3				
	WV-X̄	WV-R	WSD-X̄	AWSD-R
متغير الكلور المتبقي	411.04	2.41	3.33	1.0010
n=5				
	WV-X̄	WV-R	WSD-X̄	AWSD-R
متغير الكلور المتبقي	412.55	29.48	6.58	1.0010
n=8				
	WV-X̄	WV-R	WSD-X̄	AWSD-R
متغير الكلور المتبقي	353.81	210.45	1.56	1.0010

*المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على نتائج الحاسبة الالكترونية

توجد علاقة عكسية بين معدلات طول التشغيل (ARL) وقيم الخطأ من النوع الاول (α) اذا ارتفعت قيم معدلات طول التشغيل (ARL) سوف تنخفض قيم الخطأ من النوع الاول (α) والعكس صحيح؛ وعند النظر الى الجدول (3-2) الذي يمثل معدلات طول التشغيل (ARL) نجد ان لوحة السيطرة للوسط الحسابي والمدى لطريقة التباين الموزون (WV) تمتلك اكبر قيم لمعدلات طول التشغيل (ARL) في حين نجد ان لوحات السيطرة للوسط الحسابي والمدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) تمتلك اصغر قيم لمعدلات طول التشغيل؛ وهذا يعني ارتفاع قيم الخطأ من النوع الاول (α) التي تشير الى زيادة الانذارات الخاطئة حيث تشير هذه الانذارات الى خروج العملية الانتاجية عن السيطرة ولكن الحقيقة عكس ذلك تماماً وهذا يفسر خروج العديد من الاوساط الحسابية للمجاميع الفرعية عن حدود السيطرة لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD).

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

4.1. الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم التوصل اليها تبين الاتي:

1. عند ملاحظة الرسوم البيانية للوحات السيطرة للوسط الحسابي والمدى لطريقة التباين الموزون (WV) نجد ان جميع الاوساط الحسابية للعينات الفرعية المحسوبة تقع ضمن حدود لوحات السيطرة الاحصائية ولجميع حجوم العينات (n=3,5,8) وهذا يعني ان بيانات متغير الكلور المتبقي تحت السيطرة الاحصائية وبالعكس من ذلك في لوحة الوسط

الحسابي والمدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون (WSD) نجد ان اغلب الاوساط الحسابية للعينات الفرعية المحسوبة تقع خارج حدود لوحات السيطرة الاحصائية ولجميع حجوم العينات ($n=3,5,8$) وان دل هذا على شيء فإنه يدل على ان بيانات متغير الكلور المتبقي التي تؤثر على جودة المياه الصالحة للشرب تقع خارج حدود السيطرة الاحصائية وهذا يدل على عدم ضبط العملية الانتاجية اي ان هذه اللوحة تكون حساسة جداً للتغيرات في العملية الانتاجية فهي اذا غير صالحة للاستخدام في حالة التغيرات الكبيرة في العملية الانتاجية.

2. وعند احتساب معدل طول التشغيل (ARL) كمقياس اداء للمقارنة بين لوحات الوسط الحسابي والمدى للطريقتين من اجل معرفة دقة واداء لوحات الوسط الحسابي والمدى للطريقتين التي تم استعمالهما ومن خلال الاعتماد على بيانات متغير الكلور المتبقي ولحجوم العينات المختلفة ($n=3,5,8$) وكما موضح في الجدول (2-3) حيث يؤكد على ما ذهبت اليه الرسوم البيانية وعند مقارنة لوحات الوسط الحسابي لطريقة التباين الموزون وطريقة الانحراف المعياري الموزون نجد دقة وكفاءة اداء طريقة التباين الموزون بشكل واضح وذلك من خلال حصول طريقة التباين الموزون على اكير قيمة لمعدلات طول التشغيل وبفرق كبير عن معدلات طول التشغيل لطريقة الانحراف المعياري الموزون؛ اما فيما يخص لوحات المدى لطريقة التباين الموزون وطريقة الانحراف المعياري الموزون الامر لا يختلف حيث ومن خلال الارقام تم اثبات كفاءة اداء ودقة لوحة المدى لطريقة التباين الموزون عندما يتم مقارنتها مع لوحة المدى لطريقة الانحراف المعياري الموزون وذلك من خلال امتلاك لوحة المدى لطريقة التباين الموزون على اكير قيم لمعدلات طول التشغيل لمتغير الكلور المتبقي ولجميع حجوم العينات.

4.2. التوصيات

3. يجب التأكد من ان بيانات متغير خاصية الجودة تتبع التوزيع الطبيعي عنها يمكن استخدام لوحات السيطرة للوسط الحسابي والمدى لطريقة شيوارات ولكن في حالة عدم التأكد سوف يتم التوصل الى استنتاجات مضللة وغير صحيحة عن العملية الانتاجية وعندها يمكن ان تظهر لنا اذنارات كاذبة تؤثر على استقرار العملية الانتاجية حينها يمكن ان تقع في الخطأ من النوع الاول .

4. وعندما يكون توزيع متغير خاصية الجودة توزيعاً ملتوياً وفي حالة تعذر استعمال تحويلات جونسون يمكن اللجوء الى استعمال طرائق لبناء حدود سيطرة حصينة تعمل على تصحيح التواء التوزيع او تفلطح التوزيع او التواء وتفلطح التوزيع معاً.

المصادر

- [1] A. Atta, M. Shoraim, S. Yahya, A. Abuzaid, E. Mahdi, "Enhancing R Control Chart Performance in Monitoring Process Dispersion Using Scale Weighted Variance Method for Skewed Populations", Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 15, No. 6, PP. 1508-1514, 2020.
- [2] A.M.A. Atta, M.H.A. Shoraim, S.S.S. Yahaya, Z. Zain, H. Ali, "A Scaled Weighted Variance S Control Chart for Skewed Populations", Journal of the Theoretical and Applied Information Technology, Vol. 91, No. 1, PP. 61-74, 2016.
- [3] D. karagöz, C. Hamurkaroğlu, "Control Charts for Skewed Distributions : Weibull , Gamma , and Lognormal," Metodološki Zvezki, Vol. 9, No. 2, PP. 95-106, 2012.
- [4] M.B.C. Khoo, and A.M.A. Atta, "An EWMA Control Chart Monitoring the Mean of Skewed Populations Using Weighed Variance" Conference of Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, PP. 218-223, 2008.
- [5] A. Atta, S. Yahaya, Z. Zain, Z. Ahmed, "New S Control Chart Using Skewness Correction Method for Monitoring Process Dispersion of Skewed Distributions", Proceedings of the 13th IMT-GT International Conference on Mathematics, Statistics and Their Applications (ICMSA2017), PP. 1-7, 2017.
- [6] A.M.A Atta, S.S.S. Yahaya, Z. Zain, N. Ahmad, "New skewness correction S control chart for Monitoring Dispersion of Skewed Data with Application in Healthcare", Sys Rev pharm, Vol. 11, No. 4, pp. 217-222, 2020.
- [7] T. Ru Tsai, and S. Jye wu, "Adjusted Weighted Standard Deviation R Chart for Skewed Distributions", Brazilian Journal of Probability and Statistics, Vol. 22, No. 1, PP. 9-22, 2008.
- [8] D. Karagöz, "Weighted Standard Deviation Method for \bar{X} and S Control Charts," commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. A1 Math. Stat., Vol. 68, No. 2, PP. 1377-1386, 2019.
- [9] M. khaparde, and N. Rajput, "Skewness Corrected Control Charts for Random Queue Length", International Journal of Scientific and Research publications, Vol. 5, No. 7, PP. 1-10, 2015.

- [10] S. Chakraborti, "Run length, Average Run Length and False Alarm Rate of Shewhart X-bar Chart: Exact Derivations by Conditioning," Commun. Statist. – Simula., Vol. 29, No. 1, PP. 61-81, 2000.



AL- Rafidain
University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

**Journal of AL-Rafidain
University College for Sciences**

Available online at: <https://www.jrucs.iq>

JRUCS

Journal of AL-Rafidain
University College for
Sciences

Building Robust Control Limits for the Mean and Range to Control the Quality of Drinking Water Case of Skewed Distributions

Zaman A. Abbas	Prof. Dr. Abdul Rahim K. Rahi AL - Harithy
abcdfj@uomustansiriyah.edu.iq	abdulrahim.khalaf@duc.edu.iq
College of Administration and Economics – AL-Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq	Department Business Administration - Dijlah University College, Baghdad, Iraq

Article Information

Article History:

Received: January, 16, 2022

Accepted: February, 5, 2022

Available Online: December,
31, 2022

Keywords:

The Weighted Variance (WV)
Method, The Weighted
Standard Deviation (WSD)
Method, The Averages Run
Length (ARL).

Correspondence:

Zaman A. Abbas

abcdfj@uomustansiriyah.edu.iq

doi: <https://doi.org/10.55562/jrucs.v52i1.547>

Abstract

In this paper, the problem of the quality characteristic variable asymmetry was addressed by setting non-violable and insensitive control limits for not meeting the normal distribution condition, and using them as an alternative to shewhart's charts for quality control in the event that the data cannot follow a normal distribution, represented by the weighted variance (WV) method and the weighted standard deviation (WSD) method. Monitoring the quality of drinking water in Iraq by taking (120) observations for the free chlorine variable, and depending on the Average Run Length (ARL), it was found that the control charts for the arithmetic mean and the range of the Weighted Variance (WV) method give the best comparative performance in control charts for the mean and range the method of calculation and the Weighted Standard Deviation (WSD) method, by obtaining the largest values of the Averages Run Length (ARL).