

نموذج إحصائي مقترح لدراسة خرائط **six sigma** للرقابة الإحصائية
على جودة الانتاج
(دراسة تطبيقية)

الدكتور

أشرف أحمد عبدالعليم البديري

المدرس بقسم الإحصاء التطبيقي والتأمين

كلية التجارة - جامعة المنصورة

الدكتور

ياسر محمد العدل عبد اللطيف

الأستاذ المساعد بقسم الإحصاء التطبيقي والتأمين

كلية التجارة - جامعة المنصورة

الباحث

محمد مصطفى محي الدين عبدالمعطي

المستخلص:

يعد علم الرقابة علي جودة المنتج من العلوم التي حظيت بشغف الكثير من الباحثين والكتاب في العلوم الإقتصادية والإدارية، وذلك للبحث عن أليه جديده لتحقيق متطلبات المستهلك وإرضائه من حيث جودة السلع والخدمات المقدمة سواء كان ذلك في سعرها أو مدي توافرها، ولأن إرضاء العميل من شأنه زيادة ربحية المؤسسة وتعزيزاً لمركزها التنافسي وضمان لبقائها واستمرارها في السوق المحلي وكذلك خلق ميزة تنافسية لها في السوق الدولي. لذا فقد كان التطور في علم الجودة تطوراً سريع ومن ثم أستخدم خرائط الرقابة الإحصائية علي جودة الإنتاج، ويعد مفهوم ال-six-sigma من أحدث المفاهيم الإحصائية في علم رقابة الجودة ولكن في حالة البيانات الغير متماثلة تم ادخال معامل الألتواء للحصول علي خرائط اكثر دقة، وتم تطبيق تلك الخرائط علي البيانات المستخرجة من محطة شرق المنصورة لتنقية مياه الشرب .

وتوصلت الدراسة إلي بعض التوصيات من أهمها: ضرورة إستخدام خرائط معامل الألتواء في حالة البيانات الغير متماثلة حيث تعطي نتائج أكثر دقة لحدود الضبط لخرائط الرقابة الإحصائية علي الإنتاج. بإضافة إلي ضرورة تطوير محطات تنقية

المياة وإستخدام الوسائل الحديثة في التنقية من إستخدام الأوزون والأشعة فوق بنفسجية.

Abstract:

The quality control is one of the sciences which has gained a passion for many researchers and writers in economic and administrative sciences, so look for a new mechanism to achieve the requirements of the costumer and please him in terms of the quality of goods and services, whether in price or the extent of their availability, and because of customer satisfaction would increase the profitability of the enterprise and enhance the competitive position and to ensure the survival and continuity in the local market as well as create a competitive advantage in the international market. quality control has evolved rapidly and then using statistical quality control chart, the concept of six Sigma from the latest statistical concepts in the science of quality control, but in the case of non-symmetric data were introduced skewness correction to obtain a more accurate charts, those charts were applied on the data extracted from the East Mansoura station to purify drinking water.

This paper found some of the following recommendations: the need to use skewness correction control chart in the case of non-symmetric data which gives more accurate results for the adjustment of the boundaries of statistical quality control chart over production. So we need to develop the water treatment plants and using the modern methods of purification like ozone and ultraviolet rays.

١- المقدمة:

الماء سر الحياة حيث حيث تتراوح نسبة الماء في جسم الإنسان بين ٥٥% الي ٧٨% أي ما يعادل ثلثي جسم الإنسان. وعندما تنقص كمية الماء في جسم الإنسان يشعر بالعطش حيث لا يستطيع الإنسان العيش دون ماء لفترة طويلة حيث يؤدي نقص الماء في الجسم الي أثار سلبية علي الصحة مثل حدوث الجفاف والذي يؤدي الي تعطل بعض وظائف الجسم التي تحتاج الي ماء بصورة مستمرة. إن للماء الذي نشربه أهمية كبيرة في حياة الإنسان ومنها تظهر أهمية الماء النقي علي الصحة حيث يلعب الدور الأساسي في الحفاظ علي صحة الجسد و وظائفه الحيوية، وبالتالي يموت الإنسان إذا إنقطع عنه مصدر الماء العذب حيث ينصح العديد من الأطباء والعلماء المختصون بصحة الجسم بتناول الكميات الكافية من الماء النقي لتجنب العديد من

المخاطر الصحية. يمر الماء الذي نشربه بالعديد من عمليات التنقية حيث يضاف إليه بعض المواد الكيميائية عبر مجموعة من المرشحات بهدف التخلص من الشوائب والميكروبات الضارة الموجودة بالماء كما يضاف الكلور بهدف التخلص من البكتيريا الضارة والجراثيم الموجودة به، وعادة ما تستخدم هذه المواد بكثرة في تنقية المياه كإجراء وقائي بهدف تعقيمها ولم يتم حتي الآن إكتشاف العلاقة بين تلك المواد المستخدمة في تنقية المياه والعديد من الأمراض التي أصابت الإنسان في الأونة الأخيرة. بالتالي فإن الإهتمام بجودة الماء الذي نشربه ضرورة لا غني عنها لصحة الإنسان وأساساً لبقائه، وكذلك الإهتمام بجودة المواد الداخلة في تنقية المياه مع دراسة إمكانية استخدام مواد أكثر أمنناً من تلك المواد المستخدمة حالياً بمحطات تنقية المياه، حيث يمكن استخدام الأوزون و الأشعة فوق البنفسجية كلاهما لتنقية المياه و قتل الجراثيم و الطحالب المائية.

٢- مشكلة الدراسة :

في ظل التطورات الراهنة في الواقع المصري بات من المهم دراسة مفهوم الرقابة الإحصائية على جودة الإنتاج وذلك لتحقيق متطلبات المستهلك في منتج وخدمة جيدة، وبالتالي تتمكن من الإرتقاء بإقتصاد الوطن لكون جودة المنتج من أهم المعايير المحفزه للمستهلك في الإقبال علي منتج معين دون غيره، ولأن إدارة الجودة هي الإداره المتصلة مع المستهلك بشكل مباشر، بالتالي فإن علم إدارة الجودة من العلوم التي تساهم بشكل كبير في بناء الشركات والمؤسسات وتحديد أهدافها وأسس تحقيق هذه الأهداف بما يتناسب مع إستراتيجيات الشركة وتوجهاتها.

كما أن قضية ضبط الجودة من القضايا المهمة في المؤسسات الخدمية، والتي تساعد بدورها في خلق بيئة سليمة للعامل وبالتالي تساعد على الإنتاج، بدلاً من الإهتمام بجودة المنتج فقط، وذلك لأن العامل البشري هو الوقود المحرك للعملية الإنتاجية كلها، حيث تمتلك مصر ثروة بشرية هائلة يجب الإستفادة منها وإستغلالها مما يؤثر على معدلات التنمية وقدرة المجتمع على تحقيق طموحاته وأهدافه.

٣- أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلي ما يلي :

- إستعراض المفهوم العام للرقابة الإحصائية على جودة المنتج وكيفية تطبيق خرائط ضبط الجودة.
- التعرف علي مفهوم (six-sigma) في الرقابة الإحصائية علي الإنتاج.

- إستخدام خرائط six-sigma للرقابة الإحصائية علي الإنتاج لضبط جودة المنتج، بهدف الوصول الي أقل تكلفة ممكنة لدراسة الجودة .
- تصميم خرائط six-sigma لضبط الجوده علي الإنتاج بالإعتماد علي معامل الإلتواء ودراسة أثر ذلك علي النتائج .
- ربط مفهوم الرقابة الإحصائية علي الجوده بالواقع المصري حيث يتم تطبيق ذلك على محطة تحلية مياه الشرب .

٤- منهجية الدراسة :

- وتنقسم الدراسة الي بعدين أساسيين.
- البعد النظري : ومن خلاله يمكن التعرف علي مفهوم الرقابة الإحصائية علي الإنتاج من حيث نشأتها وتاريخ تطورها، وكذلك التعرف علي مفهوم (six-sigma) وأهمية هذا المفهوم الجديد في رقابة الجودة مع الأخذ في الاعتبار تأثير القيم المتطرفة والشاذة لدراسة وتحليل بيانات الظاهرة.
- الجانب التطبيقي : وذلك من خلال جمع البيانات عن مشكلة البحث ودراسة مدى أهمية تطبيق معايير الجودة في مجال تحلية المياه بإستخدام مفهوم (six-sigma) للرقابة الإحصائية علي الانتاج .

٥- مصادر البيانات :

تعتمد الدراسة علي البيانات المستخرجة من سجلات معمل محطة شرق المنصورة لمياه الشرب خلال الفترة من ٢٠١٥/٨/١١ وحتي ٢٠١٥/١١/٣١ والتي تحتوي علي ١٢٢ عينة في كل عينة ١١ مشاهدة بإجمالي ١٣٤٢ مشاهدة .

٦- الجانب النظري : خرائط الضبط بالإعتماد علي معامل الإلتواء.

لدراسة خرائط الـ six-sigma للرقابة الإحصائية علي الإنتاج بالاعتماد علي معامل الإلتواء يجب علينا التفريق بين حالتين :

١- معلومية التوزيع الإحتمالي للبيانات ومعالمته :

نفرض $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ مشاهدات لعملية عشوائية بوسط حسابي μ وانحراف معياري σ معلومة، بالتالي تكون خرائط الـ six-sigma للرقابة الإحصائية علي الإنتاج بالاعتماد علي معامل الإلتواء (Isc Chart) كمايلي :

$$UCL_{sc} = \mu + \frac{(6 + c_4^*)\sigma}{\sqrt{n}}$$

Isc Chart :

$$CL_{sc} = \mu$$

$$LCL_{sc} = \mu + \frac{(-6 + c_4^*)\sigma}{\sqrt{n}}$$

حيث c_4^* ثابت معامل الإلتواء ويحسب من العلاقة :

$$c_4^* = \frac{\frac{4}{3}k_3(\bar{x})}{1 + 0.2k_3^2(\bar{x})}$$

حيث $k_3(\bar{x})$ معامل الإلتواء لمتوسط العينة \bar{x} ، وفي حالة التماثل يكون $c_4^* = 0$ وبالتالي تتحول العلاقة السابقة الي خرائط شيوارت .

٢- حالة العينة :

في هذه الحالة نلجأ الي تقدير معامل الإلتواء حيث يحسب من العلاقة :

$$\hat{k}_{3\bar{x}} = \frac{\hat{k}_3}{\sqrt{n}}$$

وبالتالي تكون حدود الضبط في هذه الحالة :

$$UCL_{sc} = \bar{\bar{x}} + \left(6 + \frac{4k_3/(3\sqrt{n})}{1 + (0.2k_3^2/n)}\right) \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$CL_{sc} = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL_{sc} = \bar{\bar{x}} + \left(-6 + \frac{4k_3/(3\sqrt{n})}{1 + (0.2k_3^2/n)}\right) \frac{\bar{R}}{d_2}$$

حيث d_2 ثابت

يعتمد علي عدد مفردات العينة ويمكن إستخراجة من الجدول (٢) الخاص بثوابت خرائط الضبط بإستخدام أسلوب Six-sigma ، \bar{R} متوسط المدي للعينات .

٧- الجانب العملي : دراسة خرائط ضبط الجودة للرقم الهيدروجيني .

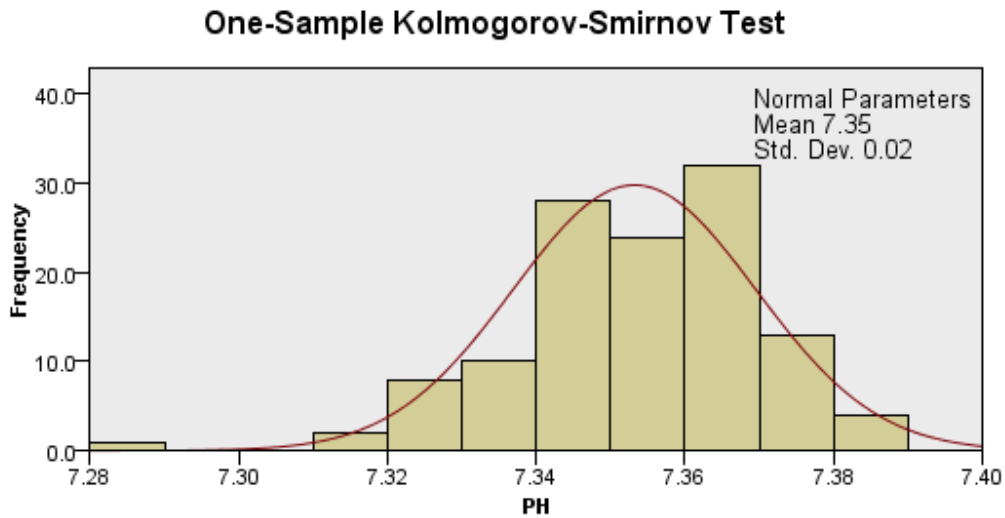
في ضوء البيانات التي تم جمعها من تحليل عينات المياه خلال الفترة من ٢٠١٥\٨\١١ الي ٢٠١٥\١١\٣٥، حيث أن الرقم الهيدروجيني يعتبر ضمن الخواص الطبيعية لمياه الشرب و يجب أن يكون داخل الحدود (٦.٥ : ٨.٥) طبقا لقرار وزير الصحة والسكان رقم (٤٥٨) لسنة ٢٠٠٧ . وبالاستعانة ببرنامج SPSS لتحليل البيانات وجدنا ان بيانات الرقم الهيدروجيني تتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط ٧.٣٥ وانحراف معياري مقدارة ٠.٠١٦ . ويوضح الجدول التالي مقياس النزعة المركزية والتشتت المحسوبة من البيانات باستخدام البرنامج :

جدول (١-٧) المقاييس الإحصائية الرقم الهيدروجيني

Statistics		
N	Valid	122
	Missing	0
Mean		7.3531892698
Median		7.3545454550
Std. Deviation		.01632110925
Skewness		-.889-
Std. Error of Skewness		.219
Minimum		7.28636364
Maximum		7.38090909

والشكل التالي بين نتائج إختبار جودة المطابقة للبيانات :

الشكل (١-٧)



ويوضح الشكل السابق توزيع المعاينة لبيانات الرقم الهيدروجيني "PH" حيث أنها تتبع التوزيع الطبيعي وذلك بعد عمل إختبار جودة التوفيق بمستوي معنوية ٠.٠١ .
* وباستخدام برنامج SPSS بالإعتماد علي البيانات التي تم جمعها من المحطة تنقية المياه يمكن تمثيل خرائط six-sigma للرقابة الإحصائية علي جودة الإنتاج كما يلي:
أ- خريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والمدى (R):

١- خريطة الوسط الحسابي :

في ضوء البيانات التي تم جمعها عن الرقم الهيدروجيني وعدم معلومية الوسط الحسابي (μ) والانحراف المعياري (σ) للمجتمع، بالتالي تكون حدود الضبط كما يلي :

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

حيث :

$$A_2 = \frac{6}{d_2 \sqrt{n}} = 0.570$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{x}_i}{k} = \frac{897.0890909}{122} = 7.35318927$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} = \frac{4}{122} = 0.032787$$

حيث تمثل k عدد عينات الدراسة، وتمثل n عدد المفردات داخل العينة .

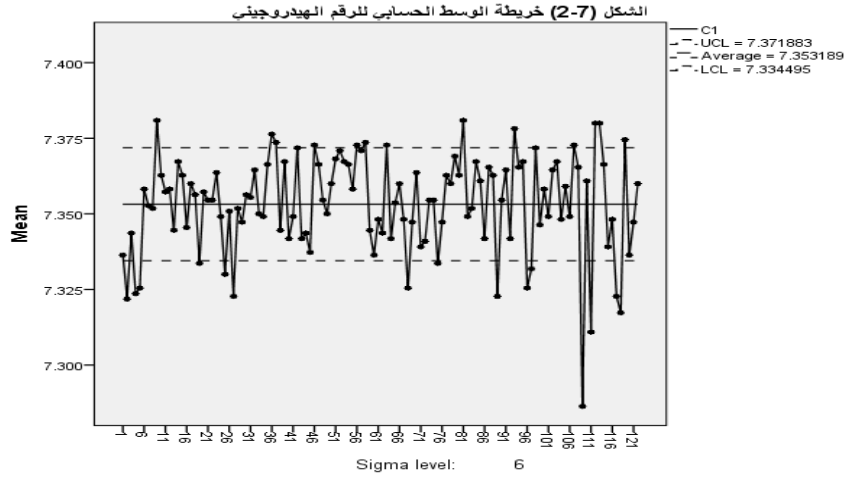
وبالتالي تكون حدود الضبط طبقا لمفهوم "six-sigma" كما يلي :

$$LCL = 7.3345$$

$$CL = 7.35318927$$

$$UCL = 7.37188$$

و باستخدام برنامج SPSS يمكن تمثيل خرائط الوسط الحسابي كما هو مبين بالشكل (٧-٢):



من الشكل السابق يتضح وجود عدد ٢٨ من العينات خارج حدود الضبط .

ويمكن قياس مؤشر قدرة العملية C_{pk} كما يلي :

$$C_{pk} = \min\left\{\frac{UCL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LCL}{3\sigma}\right\}$$

$$\therefore C_4 = \frac{\bar{S}}{\sigma}$$

$$\therefore \sigma = \frac{\bar{S}}{C_4} = \frac{0.014144}{0.9756} = 0.0144977$$

$$\therefore C_{pk} = \min\left\{\frac{7.371883 - 7.353189}{3 \times 0.0144977}, \frac{7.353189 - 7.334495}{3 \times 0.0144977}\right\}$$

$$C_{pk} = \min\{0.42982, 0.42982\} = 0.42982$$

وكذلك قدرة العملية C_p "Process capability"

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6\sigma} = \frac{7.371883 - 7.334495}{6 \times 0.0144977} = 0.42982$$

من النتائج السابقة وبالنظر الي الجدول^(١) الخاص بمستوي السجما المقابل لمؤشر قدرة العملية نجد أن العملية الإنتاجية تعمل بكفاءة عند مستوي σ وبالتالي يكون عدد المشاهدات الخارجة عن حدود الضبط ٦٩١٤٦٢ وحدة معيبة لكل مليون وحدة منتجة، ولكن في هذه الدراسة فإن العملية الإنتاجية تحتاج الي المزيد من إحكام السيطرة .

٢- خريطة المدي :

يمكن حساب حدود الضبط لخريطة المدي كما يلي :

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

حيث

$$D_3 = 1 - 6 \frac{d_3}{d_2} = -0.4882$$

$$D_4 = 1 + 6 \frac{d_3}{d_2} = 2.4882$$

وبالتالي تكون حدود الضبط طبقا لمفهوم "six-sigma" كما يلي :

$$LCL = -0.016$$

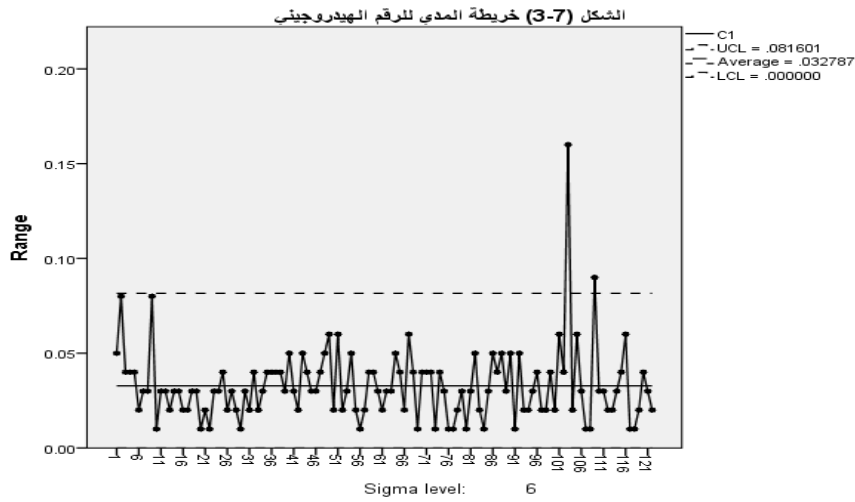
حيث لا يوجد حدود سالبة يكون الحد الادني مساوي لصفر

$$LCL = 0$$

$$CL = 0.032787$$

$$UCL = 0.0816$$

وبذلك يمكن تمثيل خريطة الضبط للمدي كما هو مبين بالشكل (٣-٧)



ومن الشكل السابق يتضح وجود عدد ٢ من العينات خارج حدود الضبط وهي " ١٠٣، ١٠٩ "

ب- خريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والانحراف المعياري (S):

١- خريطة الوسط الحسابي :

يمكن حساب حدود الضبط للوسط الحسابي بمعلومية الانحراف المعياري كما يلي :

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$$

حيث

$$A_3 = \frac{6}{C_4\sqrt{n}}$$

$$C_4 = \frac{4(n-1)}{4n-3} = 0.9756$$

$$\therefore A_3 = \frac{6}{0.9756\sqrt{11}} = 1.8543$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^k S_i}{k} = 0.014144$$

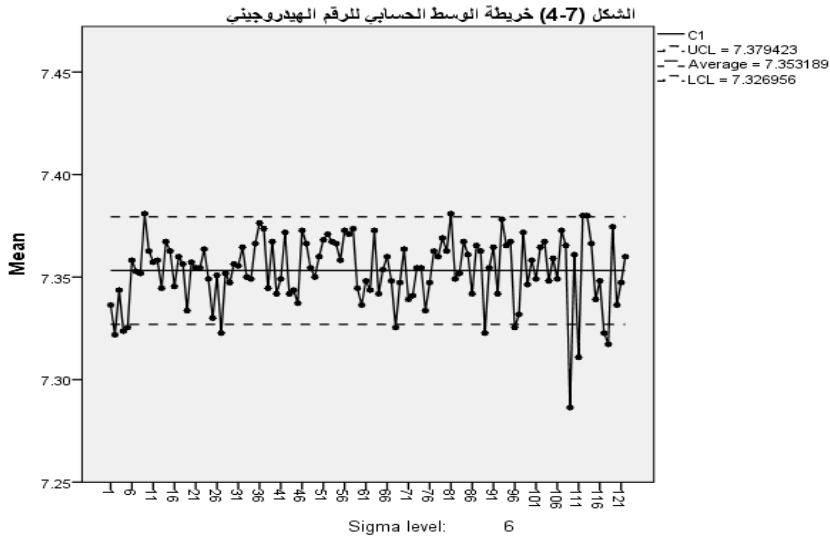
وبالتالي تكون حدود الضبط طبقاً لمفهوم "six-sigma" كما يلي :

$$LCL = 7.353189 - (1.8543 \times 0.014144) = 7.32696$$

$$CL = 7.353189$$

$$UCL = 7.353189 + (1.8543 \times 0.014144) = 7.37942$$

ويوضح الشكل (٧-٤) خريطة الضبط للوسط الحسابي بمعلومية الانحراف المعياري



ومن الشكل السابق نجد وجود عدد ١٥ من العينات خارج حدود الضبط .

ويمكن قياس مؤشر قدرة العملية C_{pk} كما يلي :

$$C_{pk} = \min\left\{\frac{UCL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LCL}{3\sigma}\right\}$$

$$\therefore C_4 = \frac{\bar{S}}{\sigma} \quad \therefore \sigma = \frac{\bar{S}}{C_4} = \frac{0.014144}{0.9756} = 0.0144977$$

$$\therefore C_{pk} = \min\left\{\frac{7.379423 - 7.353189}{3 \times 0.0144977}, \frac{7.353189 - 7.326956}{3 \times 0.0144977}\right\}$$

$$C_{pk} = \min\{0.603176, 0.60315\} = 0.60315$$

وكذلك قدرة العملية C_p "Process capability"

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6\sigma} = \frac{7.379423 - 7.326956}{6 \times 0.0144977} = 0.603165$$

من النتائج السابقة وبالنظر الي الجدول^(١) الخاص بمستوي السجما المقابل لمؤشر قدرة العملية نجد أن العملية الإنتاجية تقترب من مستوي 2σ وبالتالي يكون عدد المشاهدات الخارجة عن حدود الضبط ٣٠٨٥٣٨ وحدة معيبة لكل مليون وحدة منتجة وبالتالي فإن العملية الإنتاجية تحتاج الي المزيد من إحكام السيطرة للوصول الي مستوي 6σ .

٢- خريطة الانحراف المعياري :

يمكن حساب حدود الضبط لخريطة

للانحراف المعياري كما يلي :

$$LCL = B_3\bar{S}$$

$$CL = \bar{S}$$

$$UCL = B_4\bar{S}$$

حيث

$$B_3 = 1 - \frac{6}{C_4\sqrt{2(n-1)}} = 1 - 1.375196 = -0.3752$$

$$B_4 = 1 + \frac{6}{C_4\sqrt{2(n-1)}} = 1 + 1.375196 = 2.3752$$

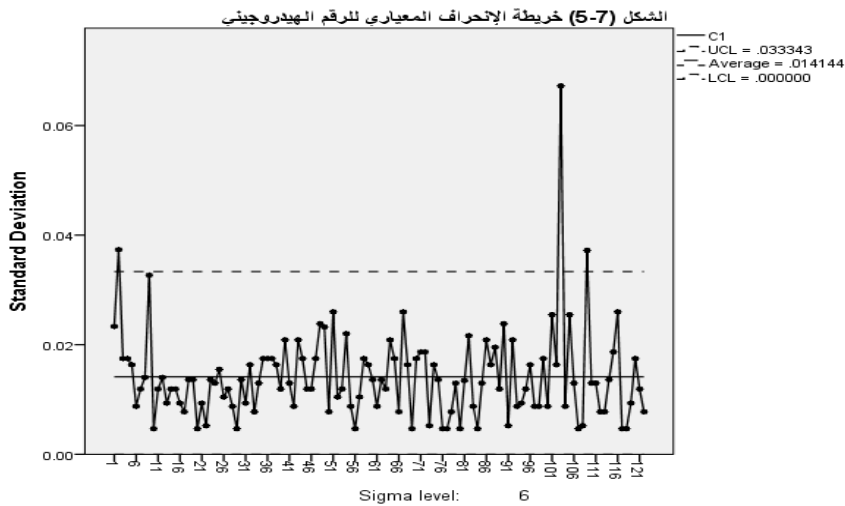
وبالتالي تكون حدود الضبط طبقا لمفهوم "six-sigma" كما يلي :

$$LCL = 0$$

$$CL = 0.014144$$

$$UCL = 0.014144 \times 2.3752 = 0.033$$

ويوضح الشكل (٥-٧) خريطة الضبط للانحراف المعياري :



ومن الشكل السابق يتضح وجود عدد ٣ من العينات خارج حدود الضبط وهي " ٢,١٠٣,١٠٩ "

• دراسة خرائط ضبط الجودة بالإعتماد علي معامل الإلتواء للرقم الهيدروجيني (PH).

في ضوء ما تم جمعة من البيانات عن الفترة من ٢٠١٥/٨/١ الي ٢٠١٥/١١/٣٠ للرقم الهيدروجيني في مياه الشرب لمحطة شرق المنصورة لمياة الشرب والصرف الصحي، وبالإستعانة ببرنامج spss وجد أن بيانات الرقم الهيدروجيني تتبع التوزيع الطبيعي بمعامل إلتواء (-٠.٨٨٩)، تكون خريطة الضبط كالتالي :

أ- خريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والمدى (R):

١- خريطة الوسط الحسابي :

بإستخدام البيانات التي تم جمعها عن نسبة الرقم الهيدروجيني تكون حدود الضبط كما يلي :

$$UCL_{sc} = \bar{\bar{x}} + \frac{(6 + c_4^*)\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

$$CL_{sc} = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL_{sc} = \bar{\bar{x}} + \frac{(-6 + c_4^*)\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

$$c_4^* = \frac{\frac{4}{3}k_3(\bar{x})}{1 + 0.2k_3^2(\bar{x})}$$

حيث

وبالتعويض بقيمة معامل الإلتواء

$$c_4^* = \frac{\frac{4}{3} \times -0.889}{1 + 0.2(-0.889)^2} = -1.023547$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} = \frac{4}{122} = 0.032787$$

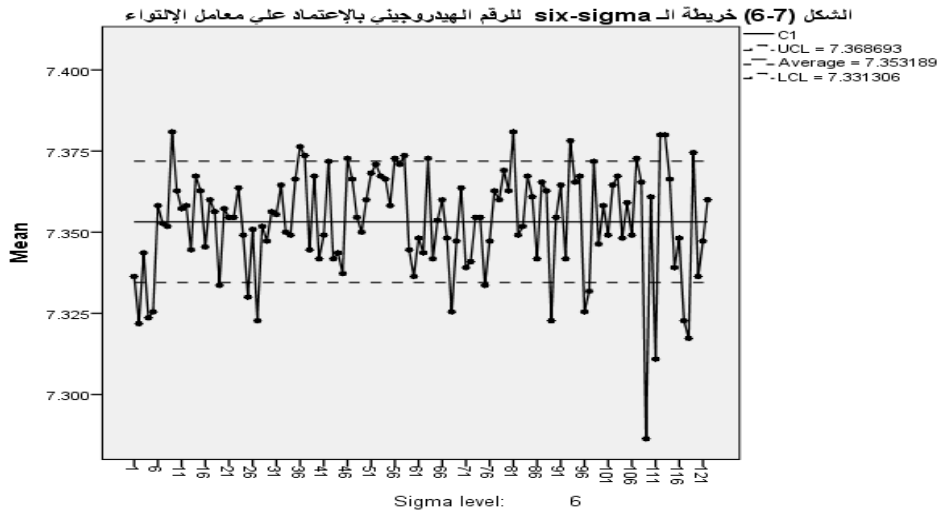
وبالتالي تكون خريطة الرقابة الإحصائية لضبط الجودة بالإعتماد علي معامل الإلتواء

$$UCL_{sc} = 7.353189 + \frac{(6-1.023547)0.032787}{3.173\sqrt{11}} = 7.368693$$

$$CL_{sc} = 7.353189$$

$$LCL_{sc} = 7.353189 + \frac{(-6-1.023547)0.032787}{3.173\sqrt{11}} = 7.331306$$

وبإستخدام برنامج spss يمكن تمثيل خريطة الرقابة الإحصائية كما بالشكل (٦-٧):



من الشكل السابق يتضح وجود عدد ٣٣ من العينات خارج حدود الضبط. ويمكن قياس مؤشر قدرة العملية C_{pk} كما يلي :

$$C_{pk} = \min\left\{\frac{UCL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LCL}{3\sigma}\right\}$$

$$\therefore C_4 = \frac{\bar{S}}{\sigma} \quad \therefore \sigma = \frac{\bar{S}}{C_4} = \frac{0.014144}{0.9756} = 0.0144977$$

$$\therefore C_{pk} = \min\left\{\frac{7.368694 - 7.353189}{3 \times 0.0144977}, \frac{7.353189 - 7.331306}{3 \times 0.0144977}\right\}$$

$$C_{pk} = \min\{0.35649, 0.503137\} = 0.35649$$

وكذلك قدرة العملية C_p "Process capability"

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6\sigma} = \frac{7.368694 - 7.331306}{6 \times 0.0144977} = 0.429815$$

من النتائج السابقة وبالنظر الي الجدول^(١) الخاص بمستوي السجما المقابل لمؤشر قدرة العملية نجد أن العملية الإنتاجية تعمل بكفاءة عند مستوي σ وبالتالي يكون عدد المشاهدات الخارجة عن حدود الضبط ٦٩١٤٦٢ وحدة معيبة لكل مليون وحدة منتجة، ولكن في هذه الدراسة فإن العملية الإنتاجية تحتاج الي المزيد من إحكام السيطرة، كما أن قدرة العملية بالإعتماد علي معامل الإلتواء مساوية لقدرة العملية بإستخدام خرائط شيوارت بإفتراض وجود تماثل في البيانات.

٢- خريطة المدي :

يمكن حساب حدود الضبط لخريطة المدي كما يلي :

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

حيث

$$D_3 = 1 + (-6 + c_4^*) \frac{d_3}{d_2} = -0.7420$$

$$D_4 = 1 + (6 + c_4^*) \frac{d_3}{d_2} = 2.234311$$

وبالتالي تكون حدود الضبط six-sigma " بالإعتماد علي معامل الإلتواء كما يلي :
طبقاً لمفهوم "

$$LCL_{sc} = -0.023279$$

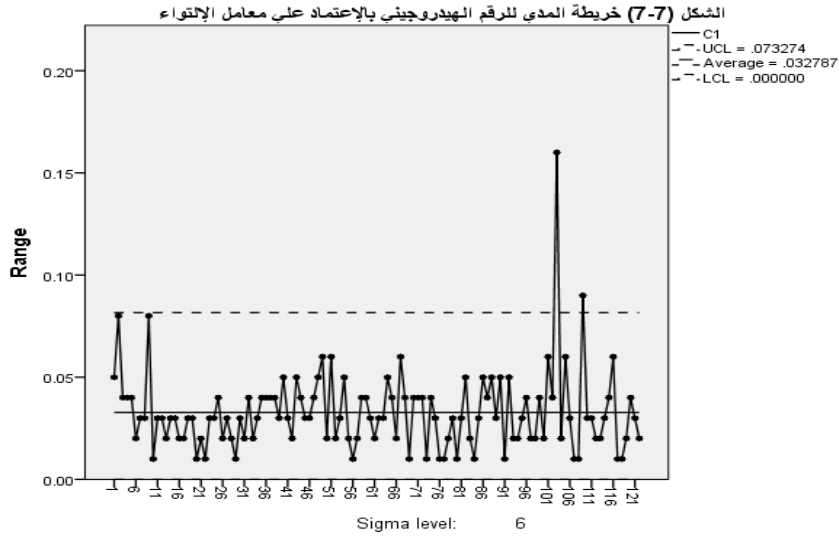
حيث لا يوجد حدود سالبة يكون الحد الادني مساوي لصفر

$$LCL_{sc} = 0$$

$$CL_{sc} = 0.032787$$

$$UCL_{sc} = 0.073274$$

وبذلك يمكن تمثيل خريطة الضبط للمدى كما هو مبين بالشكل (٧-٧) :



من الشكل السابق يتضح وجود عدد ٤ من العينات خارج حدود الضبط.

ب- خريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والانحراف المعياري (S):

١- خريطة الوسط الحسابي :

يمكن حساب حدود الضبط للوسط الحسابي بمعلومية الانحراف المعياري كما يلي :

$$LCL_{sc} = \bar{\bar{X}} + \frac{(-6 + c_4^*)}{c_4 \sqrt{n}} \bar{S}$$

$$CL_{sc} = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL_{sc} = \bar{\bar{X}} + \frac{(6 + c_4^*)}{c_4 \sqrt{n}} \bar{S}$$

حيث

$$C_4 = \frac{4(n-1)}{4n-3} = 0.9756$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^k S_i}{k} = 0.014144$$

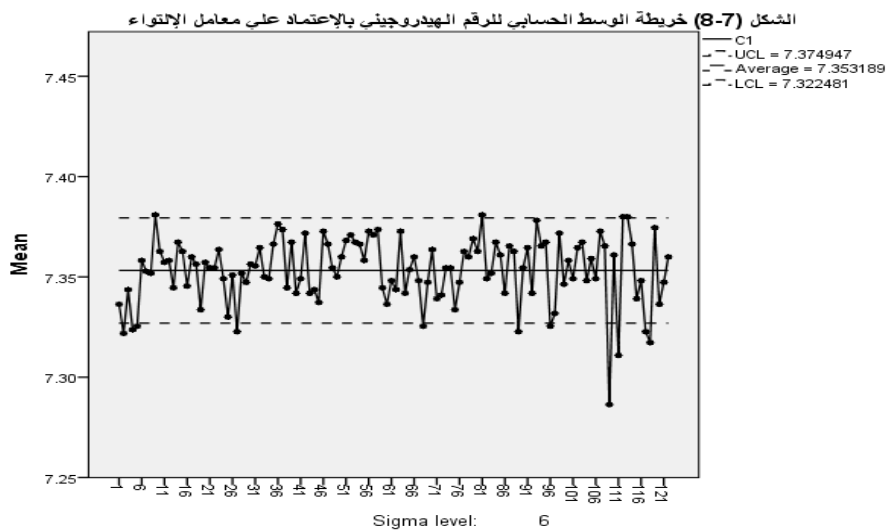
وبالتالي تكون حدود الضبط six-sigma " و بالإعتماد علي معامل الإلتواء كما يلي :
طبقا لمفهوم "

$$LCL_{sc} = 7.353189 + (-2.170644 \times 0.014144) = 7.32248$$

$$CL_{sc} = 7.353189$$

$$UCL_{sc} = 7.353189 + (1.53798 \times 0.014144) = 7.37494$$

ويوضح الشكل (٧-٨) خريطة الضبط للوسط الحسابي بمعلومية الانحراف المعياري:



يتضح من الشكل السابق وجود عدد ١٧ من العينات خارج حدود الضبط. ويمكن قياس مؤشر قدرة العملية C_{pk} كما يلي :

$$C_{pk} = \min\left\{\frac{UCL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LCL}{3\sigma}\right\}$$

$$\therefore C_4 = \frac{\bar{S}}{\sigma} \quad \therefore \sigma = \frac{\bar{S}}{C_4} = \frac{0.014144}{0.9756} = 0.0144977$$

$$\therefore C_{pk} = \min\left\{\frac{7.374947 - 7.353189}{3 \times 0.0144977}, \frac{7.353189 - 7.322481}{3 \times 0.0144977}\right\}$$

$$C_{pk} = \min\{0.50026, 0.70604\} = 0.50026$$

وكذلك قدرة العملية C_p "Process capability"

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6\sigma} = \frac{7.374947 - 7.322481}{6 \times 0.0144977} = 0.60316$$

من النتائج السابقة وبالنظر الي الجدول^(١) الخاص بمستوي السجما المقابل لمؤشر قدرة العملية نجد أن العملية الإنتاجية تعمل بكفاءة عند مستوي σ وبالتالي يكون عدد المشاهدات الخارجة عن حدود الضبط ٦٩١٤٦٢ وحدة معيبة لكل مليون وحدة منتجة، ولكن في هذه الدراسة فإن العملية الإنتاجية تحتاج الي المزيد من إحكام السيطرة، كما أن قدرة العملية بالإعتماد علي معامل الإلتواء مساوية لقدرة العملية بإستخدام خرائط شيوارت بإفتراض وجود تماثل في البيانات.

٢- خريطة الانحراف المعياري :

يمكن حساب حدود الضبط لخريطة للإنحراف المعياري كما يلي :

$$LCL = B_3 \bar{S}$$

$$CL = \bar{S}$$

$$UCL = B_4 \bar{S}$$

حيث

$$B_3 = 1 + \frac{(-6 + c_4^*)}{C_4 \sqrt{2(n-1)}} = 1 - 1.60979 = -0.60979$$

$$B_4 = 1 + \frac{(6 + c_4^*)}{C_4 \sqrt{2(n-1)}} = 1 + 1.140599 = 2.140599$$

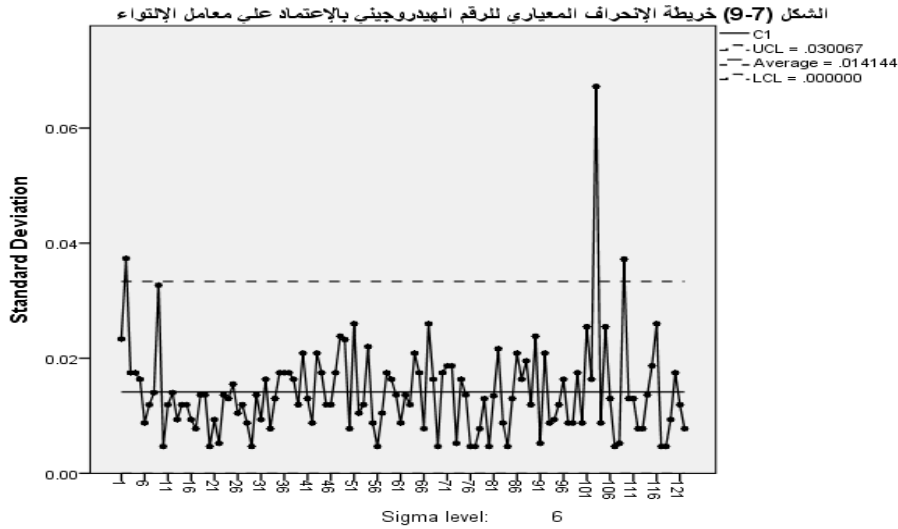
وبالتالي تكون حدود الضبط six-sigma" وبالإعتماد علي معامل الإلتواء كما يلي :
طبقا لمفهوم "

$$LCL_{sc} = 0$$

$$CL_{sc} = 0.014144$$

$$UCL_{sc} = 0.014144 \times 2.140599 = 0.03$$

ويوضح الشكل (٧-٩) خريطة الضبط للإنحراف المعياري بالإعتماد علي معامل الإلتواء :



يتضح من الشكل السابق وجود عدد ٤ من العينات خارج حدود الضبط.
 ٨- أهم النتائج :

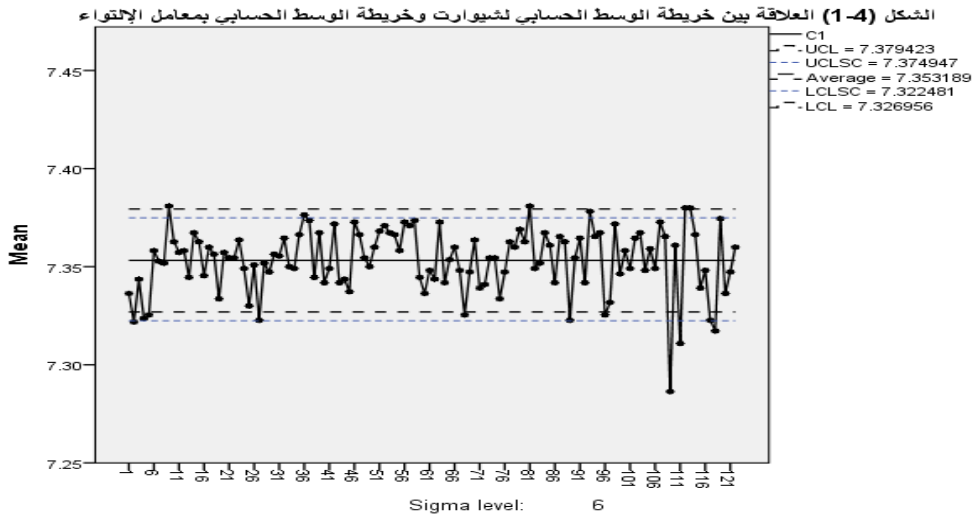
في ضوء ما سبق نستطيع إيجاز أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة في النقاط التالية :

(٨-١) رقابة الجودة للرقم الهيدروجيني:

الرقم الهيدروجيني هو مقياس لنسبة الحموضة في السوائل ويأخذ القيم من ٠ إلى ١٤ ، ويعتبر الرقم ٧ هو درجة تعادل السوائل أي أنها لا تكون حمضية أو قلوية ، فإذا كان الرقم أصغر من ٧ يعني ذلك أن السائل يحمل شحنات سالبة أي أنه حامضي، وإذا كان الرقم أكبر من ٧ فإن السائل يحمل شحنات موجبة أي أنه قلوي. وتختلف درجة الحموضة في جسم الإنسان بحسب الأعضاء، ومجمل هذه الدرجة في الجسم تساوي ٧.٣٥ أي أنها تكون قلوية قليلاً، وبالتالي فإنها تحمل شحنة موجبة، وهذا ما يجب أن يكون عليه الجسم إذا كان أعضاؤه سليمة ووظائفه سليمة، إذا انخفضت نسبة الحموضة في الجسم عن ٧ فيتحول إلى حمضي وبالتالي يحمل شحنة سالبة حيث يصبح مرتعاً للعديد من الأمراض المزمنة ، وإذا قلت الدرجة عن ٤ فإن الشخص قد يدخل في غيبوبة.

تشير النتائج إلي أن قدرة العملية لخريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والانحراف المعياري (S) يساوي ٠.٦٠٣١٥ وهي أعلى من قدرة العملية لخريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والمدي (R) والتي تساوي ٠.٤٢٩٨٢ ، بالتالي فإن خريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والانحراف المعياري (S) تعتبر أدق حيث أنها تأخذ في الاعتبار

جميع قيم البيانات الخاصة بالعملية. كما هو موضح بالشكل (٣-٤) والذي يمثل خريطة الوسط الحسابي للرقم الهيدروجيني، وعند حساب قدرة العملية لخريطة الوسط الحسابي (\bar{X}) والانحراف المعياري (S) بالإعتماد علي معامل الإلتواء وجد أنها تساوي ٠.٦٠٣١٦ وهي أفضل من خريطة شيوارت، ويوضح الشكل التالي العلاقة بين خرائط الوسط الحسابي لشيوارت وخرائط الوسط الحسابي بالإعتماد علي معامل الإلتواء:



٩- التوصيات :

بعد إستعراض النتائج توصي الدراسة بما يلي :

- ١- الجانب العملي للدراسة : توصي الدراسة الي أهمية إستخدام معامل الإلتواء عند تصميم خرائط الرقابة الإحصائية لضبط جودة المنتج، لما يعطية هذا الإسلوب من نتائج أكثر دقة في حالة البيانات الغير متماثلة.
- ٢- الجانب التطبيقي للدراسة : توصلت الدراسة الي أن محطة شرق المنصورة لمياه الشرب والصرف الصحي تعمل عند مستوي الـ σ وبالتالي يكون عدد المشاهدات الخارجة عن حدود الضبط ٦٩١٤٦٢ وحدة معيبة لكل مليون وحدة منتجة، ويعد هذا المستوي من السجما المستخدم غير مرضي، خصوصاً وإن أردنا محاربة العديد من الأمراض الناتجة عن تلوث مياة الشرب. وبالتالي فإنة للوصول الي مستوي الـ six-sigma يجب علينا إتباع الخطوات التالية :

- استخدام مرشحات الميكرون (Microfiltration) أو مرشحات النانو (Nanofiltration) كبديل للمرشح الرملي وذلك لقدرتها العالية في تنقية ومعالجة المياه، والتخلص من العوالق المتواجدة مأخذ مياه الشرب.
- استخدام الكلور بالكميات المناسبة والتي تساعد في وصول قيمة الـ PH في مياه الشرب الي ٧.٣٥ وهي درجة الحموضة الموجودة في جسم الإنسان.
- التعقيم بالأوزون: يعتبر الأوزون أحد بدائل الكلور في تعقيم المياه وبالرغم من غلاء ثمنه إلا أن العديد من المراكز البحثية نصحت باستخدامه لما له من أثر كبير في تنقية مياه الشرب من عدد كبير من البكتيريا والفيروسات دون التسبب في أي آثار جانبية علي صحة الإنسان علي عكس الكلور. وقد عرف العالم الأوزون لأول مرة علي يد العالم ليندر في ألمانيا عام ١٨٧٠م، ومنذ ذلك التاريخ ظهرت العديد من الأبحاث العلمية في هذا المجال. وقد نال العالم الألماني جائزة نوبل في الطب عام ١٩٣١م ثم مرة أخرى عام ١٩٤٤م عن أبحاثه في مجال استخدامات الأوزون. كما أن هناك عدد كبير من مشاريع تنقية وتعقيم مياه الشرب بواسطة الأوزون، بالإضافة إلي إستعمال عدد من الدول الأوزون في تعقيم مياه حمامات السباحة و معالجة مياه الصرف الصحي.
- التعقيم بالأشعة فوق بنفسجية والليزر والأمواج فوق صوتية: حيث تعتبر هذه الطريقة من الطرق الأكثر أماناً لتنقية مياه الشرب لعدم إحتوائها علي أي من المواد الكيميائية وبالتالي فهي تعد من أحدث الطرق وأكثرها تقدماً وقد أثبتت العديد من الأبحاث أن للأشعة فوق بنفسجية قدرة مميزة على القضاء على العديد من الملوثات الموجودة في المياه.
- صيانة وتنظيف شبكة المياه بشكل دوري لضمان عدم تلوث المياه بأي مؤثر خارج محطة تنقية المياه .

المراجع

أولا المراجع العربية :

- ١- سليمان، أسامة ربيع امين ، (٢٠٠٨) " خرائط مراقبة الجوده الإحصائية وتطبيقاتها علي الحاسب الألي MINITAB "، القاهرة، مصر.

- ٢- إسماعيل، عمر علي، مجلة تكريت للعلوم الإدارية والإقتصادية، مجلد ٧، العدد ٢١ لسنة ٢٠١١، ص [٤٨-٣١] " six sigma " مدخل متميز لتحسين جودة التعليم العالي بالتطبيق في كلية الإدارة والإقتصاد / جامعة الموصل".
- ٣- المليحي، عبد العزيز سالم، (١٩٩٨)، "دراسة إحصائية لرقابة جودة الانتاج الصناعي في دولة الإمارات العربية المتحدة" رسالة ماجستير في الإحصاء التطبيقي - كلية التجارة - جامعة عين شمس.
- ٤- الجبوري، ميسر إبراهيم أحمد و اسماعيل، عمر علي، مجلة تنمية الرافدين، مجلد ٣١، العدد ٩٣ لسنة ٢٠٠٩، ص [١٤٣-١٢٥] " المفهوم الإحصائي لتقنية six sigma وعلاقته بأنشطة تحسين العمليات".
- ٥- دودين، احمد يوسف و مساعده، ماجد عبد المهدي، المجلة العربية لضمان جوده التعليم الجامعي المجلد ٧، العدد ١٦، لسنة ٢٠١٤، ص [١٦١-١٨٤] " مدي إستخدام مفاهيم six sigma في الجامعات الأردنية الحكومية والخاصة".
- ٦- عيشاوي، احمد، (٢٠١٤)، "طريقة six-sigma كأداة لتحسين الجودة"، مجلة أداء المؤسسات الجزائرية - العدد (٥).
- ٧- صبيح، سوسن و صالح، سالم عبدالله و عبدالله، زهير حسن، (٢٠١١)، " تحسين نوعية الإنتاج بإستخدام الستة سيكما " دراسة تطبيقية علي مصنع المحاقن الطبية".
- ٨- عباس، سعيد فارس، مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية / جامعة بغداد العدد ٣٧ لسنة ٢٠٠٥ " تحسين العملية بإستخدام طريقة six sigma".
- ٩- رفاعي، ممدوح عبدالعزيز محمد، (٢٠٠٦) " لإستبعاد الفاقد وستة سيكما بالبنوك المصرية " كلية التجاره جامعة عين شمس.
- ١٠- البكري، علاء عبدالرحمن، (٢٠١٠)، " تطبيق معايير الجودة والإعتماد الأكاديمي الدولية في مؤسسات التعليم العالي بالدول الإسلامية " جامعة الفيصل، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- ١١- كريدي، باسم عباس و الحسنوي، سالم صلال راهي، (٢٠٠٨)، مجلة القادسية للعلوم الإدارية و الإقتصادية، مجلد ١٠، عدد ٣، ص [٩٦-٨١] " الرقابة علي الجودة في مصنع الديوانيه بإستخدام الخرائط الإحصائية".
- ١٢- الصفاوي، صفاء يونس و يحي، مزاحم محمد، المؤتمر الإحصائي العربي الثاني، سرت- الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الإشتراكية العظمي (٢٠٠٩)، ص [٦٩٧-٦٧٤] " التحليل الإحصائي بإستخدام six sigma".

١٣- مني أبو العز، (٢٠١٥)، " ممارسات Lean Six-sigma خلال نظام إدارة الجودة للمؤسسات الصناعية " رسالة دكتوراة في الهندسة، كلية الهندسة، جامعة المنصورة.

ثانيا المراجع الأجنبية :

- 1- Eugene L.Grent, Richard S. Leavenworth, (1996) "Statistical Quality Control", seventh edition .
- 2- korkusuz- Duygu, (2011), " Process Capability Analysis for Non-normal Processes with Lower Specification Limits" Master of Science, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Gothenburg, SWEDEN.
- 3- Bagh- Ashwin kumar and Behera- Nikesh kumar, (2007), "DETECTING SHIFT IN A WEIBULL PROCESS USING BOOTSTRAP METHOD" A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of bachelor of technology in mechanical engineering, National Institute of Technology, Rourkela.
- 4- Shin-bau wang, (2009), " skewness and kurtosis correction for \bar{x} and R control charts " Institute of statistics, National university of Kaohsiung, Taiwan.
- 5- Ashit B. Chakraborty and Anwer Khurshid, (2011), " CONTROL CHARTS FOR BINOMIAL WHEN THE UNDERLYING DISTRIBUTION IS RATIO OF TWO POISSON MEANS", College of Arts and Science, University of Nizwa, vol. 32, 258-264.
- 6- Douglas C.Montgomery, Arizona state university, (2009), " Introduction to statistical Quality control ", sixth edition
- 7- Ellen George, Steve Janiszewski, (2002), "Applying Six Sigma and Statistical Quality Control to Optimizing Software Inspections"
- 8- Nelson,Jr.Ralph, 2008, " Dispensing Powders in Liquids, Part 1,Chap6: Particle Volume Distribution". <http://www.erpt.org/014Q/nelsa-06.htm>.Retrieved.

9- Betal kan, Berna yazici,(2005), “ The Individuals Control Chart in Case of Non-Normality “ Journal of Modern Applied Statistical Methods, volume 5, Issue 2.

الملحقات

الملحق رقم (١)

جدول مستوى السجما المقابل لمؤشر قدرة العملية

عدد الوحدات المعيبة في المليون DPMO	إنتاجية العملية	المساحة تحت دالة الكثافة الاحتمالية	مستوى سيغما (σ)	C_{pk}
691462	30.85%	0.308537539	1	0.33
308538	69.15%	0.691462461	2	0.67
66807	93.32%	0.933192799	3	1
6209	99.38%	0.993790335	4	1.33
232.6	99.98%	0.999767371	5	1.67
3.4	100.00%	0.999996602	6	2

* المصدر: <https://ar.wikipedia.org>

الملحق رقم (٢)

ثوابت خرائط الضبط لخرائط الـ six-sigma

c_4	d_2	d_3	Observations in Sample (n)
0.7979	1.128	0.853	2
0.8862	1.693	0.888	3
0.9213	2.059	0.880	4
0.9400	2.326	0.864	5
0.9515	2.534	0.848	6
0.9594	2.704	0.833	7
0.9650	2.847	0.820	8
0.9693	2.970	0.808	9
0.9727	3.078	0.797	10
0.9754	3.173	0.787	11
0.9776	3.258	0.778	12
0.9794	3.336	0.770	13
0.9810	3.407	0.763	14
0.9823	3.472	0.756	15
0.9835	3.532	0.750	16
0.9845	3.588	0.744	17
0.9854	3.640	0.739	18
0.9862	3.689	0.734	19
0.9869	3.735	0.729	20
0.9876	3.778	0.724	21
0.9882	3.819	0.720	22
0.9887	3.858	0.716	23
0.9892	3.895	0.712	24
0.9896	3.931	0.708	25