استعمال دالة تاكوشي لتخفيض تكاليف الجودة– دراسة حالة في شركة بغداد للمشروبات الغازية (مصنع الزعفرانية)

أ.م.د. نداء صالح مهدي الشاهين الباحث: عدنان ياسين عطية
الجامعة التقنية الوسطى/ الكلية التقنية الإدارية_ بغداد

The use Of Taguchi function to reduce quality cost / Case Study in Baghdad Soft Drinks Company (Saffron Factory)

Researcher: **Assist.Prof.Dr**
Adnan Yaseen Attia **Nedaa S. Mahdi Al-Shaheen**
Middle Technical Uni./Admin. Technical College

تاريخ استلام البحث ٢٠١٦/٥/٢ تاريخ قبول النشر ٢٠١٦/٦/١٩

المستخلص:

يهدف البحث إلى استخدام دالة خسارة الجودة (دالة تاكوشي) بهدف التنبؤ بالخسائر (كلف الجودة) التي تتحملها الشركة نتيجة الابتعاد عن القيمة المستهدفة للجودة في مصنع الزعفرانية احد مصانع الشركة العامة للمشروبات الغازية، وتم اعتماد منهج دراسة الحالة للوصول إلى أهدافه من خلال تطبيق عدد من الأساليب الإحصائية للكشف عن الانحرافات في مخرجات عملية الإنتاج. واختير احد منتوجات المصنع (منتوج ميرندا التفاح) لتمثل عينة البحث. خرج البحث بعدد من الاستنتاجات كان أهمها ان هناك خسائر تتحملها الشركة نتيجة التفاوتات عن القيمة المستهدفة، لاسيما الخاصية فحص الإملاء والتي شكلت أكبر الخسائر وإنَّ أقل الخسائر التي تتحملها الشركة كانت لخاصية الـ (CO_2).[1]

الكلمات الاستدلالية: دالة خسارة الجودة – كلف الجودة.

Abstract:

The research aims to use quality loss function (Takeuchi function) in order to predict losses (quality) borne by the company as a result of moving away from the target value for the quality of the saffron plant commissioned a public company's factories for soft drinks, launched search of a problem expressed by a number of questions, the most important (can you predict the losses incurred by the company due to lack of quality achievable target), use the case study method to reach the targets of the search through the application of a number of statistical methods for detecting deviations in the output of the production process. And selected one of plant products (Miranda apple product) to represent the research sample. Out search a number of results was most important that there are losses incurred by the company as a result of variations of the target value, especially for a property checking the spelling of the product, which accounted for the largest losses and lower losses incurred by the company was the

property of the (CO2).

Keywords: function Taquchi.

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير في قسم تقنيات إدارة الجودة الشاملة – الكلية التقنية الإدارية / بغداد – الجامعة التقنية الوسطى – اعدت من قبل الطالب عدنان ياسين عطية تحت إشراف الأستاذ، المساعد، الدكتور، نداء صالح مهدي الشاهين

المقدمة:

في عالم تسوده المنافسة أصبح فيه اكتساب الفرصة في الحصول على زبائن جدد، أو الحفاظ على زبائنها الحاليين أمراً يثير قلق الكثير من الشركات، وهذا القلق متأتٍ من إمكانية استمرار الشركة في تلبية احتياجات زبائنها بتقديم منتوجات بمستويات جودة عالية وبأسعار مناسبة، ولعل تحقيق هذا الهدف في ظل نظم رقابة الجودة التقليدية أمرٌ يصعب تنفيذه، لأنَّ مدخل المطابقة التقليدي قد يؤدي في كثير من الحالات إلى قبول منتوجات غير مطابقة لمواصفات الجودة على أنها مطابقة، وذلك كونها في حدود السماح، ولا يفصح عن تكاليفها ضمن الوحدات التالفة أو المعيبة، وإن وصول هذه المنتجات إلى يد الزبون سوف يؤدي إلى تحقيق خسائر أكبر للشركة، منها انخفاض الحصة السوقية، لذا فقد طور العالم الياباني تاكوشي أداة يمكن معها ربط المعلومات الكمية للجودة مع معلومات التكاليف بأسلوب يوفر منهجية سليمة لإعطاء تقديرات معقولة عن تكاليف الابتعاد المحتملة عن مواصفات الجودة المستهدفة الذي يعد ضرورياً لتحقيق رقابة فاعلة على هذه الكلف.

وعلى هذا الأساس ونظراً لتزايد أهمية جودة المنتجات وتخفيض تكاليفها بوصفهما امران ضروريان وحاسمان لشركة بغداد للمشروبات الغازية، انطلق البحث من مشكلة عبر عنها بعدد من التساؤلات كان أهمها: (هل يمكن التنبؤ بالخسائر التي تتحملها الشركة نتيجة عدم تحقيقها الجودة المستهدفة؟)، كما تمثل هدف البحث الرئيس بمحاولة التعرف على تكاليف الجودة التي تتحملها الشركة نتيجة لابتعاد الإنتاج عن المواصفات المستهدفة، وتتجلى أهميته في محاولة تسليط الضوء على موضوعات حيوية للشركة في مجال الجودة وتوفير منهجية مناسبة لإعطاء تقديرات معقولة عن تكاليف الجودة التي يمكن قياسها باستعمال دالة تاكوشي. وباستعمال منهج دراسة الحالة أتاح للباحثين الاطلاع على البيانات وتطبيق عدد من الأدوات الكمية والإحصائية في مصنع الزعفرانية أحد مصانع الشركة العامة للمشروبات الغازية واختير أحد منتوجاتها بوصفه عينة البحث(منتوج ميرندا التفاح)، وخرج البحث بعدد من الاستنتاجات والتوصيات.

وتكون البحث من أربعة مباحث، جاء الأول منها لعرض منهجية البحث، فيما خصص المبحث الثاني لتغطية الجانب النظري، أما المبحث الثالث فقد خصص للجانب العملي لينصرف المبحث الرابع إلى الاستنتاجات والتوصيات.

المبحث الأول: منهجية البحث

أولاً_ مشكلة البحث:

تتجسد مشكلة البحث في الحاجة الى تطبيق دالة تاكوشي المعروفة بدالة خسارة الجودة أو خسارة الجودة المجتمعية والتي تقدم مدخلا مغايرا لتحقيق مستوى الجودة المطلوب بالعلاقة مع الكلفة، إذ إن قيم المنتجات عندما تكون مبتعدة عن القيمة المستهدفة فإنها تتضمن كلف سوف يتحملها الزبون والمجتمع في الشركة العامة للمشروبات الغازية، لا سيما في ظل التنافس الشديد لمنتوجاتها وارتفاع تكاليف الإنتاج نتيجة الخسائر التي تتحملها بسبب الابتعاد عن الجودة المستهدفة، لذا إن تخفيض التكاليف وتحسين مستوى جودة المنتوج مشكلة تستحق البحث والاختيار، وبذلك يمكن التعبير عن مشكلة البحث بالتساؤلات الآتية:

١. هل يمكن التنبؤ بالخسائر التي تتحملها الشركة نتيجة عدم تحقيقها الجودة المستهدفة؟
٢. كيف يمكن تطبيق دالة تاكوشي لتسهم في تخفيض التكاليف التي تتحملها الشركة؟
٣. ماهي الأساليب المستعملة في الشركة لمعالجة الانحرافات عن الجودة المستهدفة؟
٤. هل تعتمد الشركة أساليب ضبط الجودة لتشخيص الانحرافات في عملية الإنتاج؟

ثانيا_ فرضية البحث:

إنَّ استعمال دالة تاكوشي تؤدي إلى تخفيض كلف الجودة.

ثالثا_ أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية :

١. استعمال دالة تاكوشي للتنبؤ بالخسائر التي قد تتحملها الشركة نتيجة الابتعاد عن تحقيق الجودة المستهدفة.
٢. التعرف على الكلف التي تتحملها الشركة نتيجة ابتعاد الإنتاج عن المواصفات المستهدفة.
٣. التعرف على الأساليب المستعملة في الشركة لمعالجة الانحرافات عن مواصفات الجودة المستهدفة.

من خلال التطبيق الميداني اتضح لنا أنَّ الأساليب التي تستعملها الشركة لمعالجة الانحراف هي (لوحات الضبط الإحصائي وجهاز زام نيكل والقبان الإلكتروني لقياس الأوزان).

٤. تشخيص الانحرافات في عملية الإنتاج ومسبباتها من أجل تقديم الحلول باستعمال لوحات ضبط الجودة.

رابعا_ أهمية البحث:

تتجلى أهمية البحث في محاولة تسليط الضوء على موضوعات حيوية للشركة عينة البحث في مجال الجودة وتحسينها بالاعتماد على دالة تاكوشي التي يمكن من خلالها تخفيض تكاليف الجودة. وتتجسد هذه الأهمية من خلال الآتي:

١. سيحاول البحث مساعدة الإدارة والعاملين في الشركة على فهم أهمية عمل الأشياء الصحيحة من المرة الأولى وبذلك ستتحسن جودة منتجاتها وتخفيض تكاليف الابتعاد عن الجودة المستهدفة.

إنَّ تطبيق دالة تاكوشي عطت صورة واضحة للإدارة والعاملين عن تطبيق الأشياء الصحيحة من المرة الأولى ومدى مساهمتها في تحسين جودة منتجاتها وتخفيض كلف الابتعاد عن الجودة المستهدفة.

٢. توفير منهجية مناسبة للشركة لإعطاء تقديرات معقولة عن تكاليف الابتعاد المحتملة عن الجودة المستهدفة التي تعد ضرورية لتحقيق رقابة فاعلة على الكلف من اجل تخفيضها.

خامساً_ منهج البحث:

اعتمد البحث منهج دراسة الحالة كونه منهجاً وصفياً يتسم بشمولية التحليل ويعتمد أكثر من مدخل وطريقة وتصميم علمي منها: (المقابلات الشخصية والملاحظة وقائمة الفحص والمعايشة الميدانية) مما يتيح للباحث التحرك بإطار موجه للوصول إلى البيانات والمعلومات المباشرة وغير المباشرة ولمناقشة الأسئلة المحددة للإجابة عن تساؤلات البحث، وغالبا ما يكتسب الباحث خبرة ومعرفة ميدانية وبذلك سيزداد تقليص مقدار الفجوة القائمة بين النظرية والتطبيق (الشاهين، ٢٠٠٧: ١٠).

سادساً_ أدوات التحليل الإحصائي:

١. لوحات ضبط الجودة الإحصائي وتشمل (Goetsch , 2006 : 599- 601):

لوحة المتوسط والمدى: تستعمل هذه اللوحات لقياس المتغير الذي يعبر عن أية خاصية نوعية بوحدة من الوحدات الأساسية مثل الطول، الزمن، درجة الحرارة .... الخ وإن الغرض من استعمال هذه اللوحات هو لمراقبة عملية الإنتاج وتحديد التفاوتات.

٢.دالة خسارة الجودة:

بأنها الخسارة التي يتم إضافتها إلى المجتمع منذ الوقت الذي يتم فيه شحن المنتوج، فإنَّ الخسارة المجتمعية تشمل الإخفاق في الوفاء بمتطلبات الزبون والإخفاق في الوفاء بالأداء المثالي والتأثيرات الجانبية الضارة، وبذلك فقد ساعدَ دالة خسائر الجودة الكثير من أصحاب العمل على معرفة الخسائر الناتجة عن الإنتاج بعيداً عن القيم المستهدفة، مثل: الخام والطاقة والعمالة المستخدمة، والمنتوجات الجانبية غير المطابقة (بستر فيلد، وآخرون،٤٣٩:٢٠٠٤):

٣. الانحراف المعياري:

وهو القيمة الأكثر استخداما من بين مقاييس التشتت الإحصائي لقياس مدى التبعثر الإحصائي، أي أنه يدل على مدى امتداد مجالات القيم ضمن مجموعة البيانات الإحصائية. عادة ما يرمز إلى الانحراف المعياري بالحرف الإغريقي الصغير σ.

٤. متوسط دالة الخسارة:

إنَّ دالة خسارة الجودة تأخذ بنظر الاعتبار أجزاء المنتوج على أنَّها قطعة واحدة وعليه فإنَّ متوسط دالة الخسارة يأخذ التغير في الكثير من الأجزاء بدلا من مجرد قطعة واحدة، وثم تصنف عوامل الضجيج بوصفها عوامل خارجية وداخلية مع تصنيف العوامل الداخلية أيضا كوحدة إلى واحدة، كما تفترض إن منحنى الجودة يكون إحصائياً، وفي الواقع لن تستطيع دائما أنْ تبلغ المستهدف فيما يكون متوسط الخسارة بمثابة القيمة المعتدلة ويمكن تخفيض الخسارة بخفض الانحراف أولاً ثم ضبط المعدل لإيصاله إلى المستهدف.

٥. نسبة الإشارة إلى الضجيج:

هي نسبة الإشارة إلى الضجيج وقد طورها كمكافئ تفاعلي لدالة الخسارة التي تتعلق بتصميم المنتوج والعملية، إذ حدد نوعين من المسببات التي تؤدي إلى حدوث الانحراف في المنتوجات (وهي صفات التصميم الناجح) تعد لوحات السيطرة الإحصائية المستعملة في الكشف عن العيوب جزءاً من الضوضاء أو شبهها بالضجيج ويعود السبب الأول إلى الضجيج الخارجي الذي ينتج عن التباينات التي تحدث في العمليات بسبب الأخطاء البشرية التي يصعب السيطرة عليها بصورة عامة، أما السبب الثاني فهو الضجيج الداخلي الذي يعني التباينات الناجمة عن عوامل معينة مثل التدهور في العمل والتلف، وكان الضجيجان ذوا تأثير فاعل في النشاطات الإنتاجية، ولا سيما غير المباشرة.

سادساً: مجتمع وعينة البحث

جرى اختيار مصنع الزعفرانية التابع لشركة بغداد للمشروبات الغازية مجالاً لتطبيق البحث، لكونه احد المصانع الهامة في الشركة، إذْ تخصص له نسبة كبيرة من طاقاتها الإنتاجية وتسهيلات الإنتاج. ويمتلك خطوط إنتاجية ضخمة لإنتاج كل أنواع المشروبات الغازية وبطاقات إنتاجية عالية. ينتج المصنع العديد من المشروبات الغازية منها (بيبسي كولا وميرندا برتقال وسفن اب وبيبسي كولا دايت وسفن اب دايت وميرندا تفاح اخضر وشاني وماوتن ديو واستنج عنب) التي تمثل مجتمع البحث، وجرى اختيار منتوج (ميرندا التفاح) بوصفه عينة للبحث، بسبب إمكانية الحصول على البيانات المتعلقة بالمواصفات التصميمية والكلف والفحوصات من قبل السيطرة

النوعية، إذْ إنَّ الصلاحيات المخولة لقسم السيطرة النوعية لا تسمح لهم بالإفصاح عن المواصفات التصميمية لبقية المنتجات.

سابعا_ حدود البحث:

١. **الحدود المكانية:** جرى إجراء البحث في مصنع الزعفرانية التابع لشركة بغداد للمشروبات الغازية.
٢. **الحدود الزمنية:** شملت البيانات شهري شباط وآذار للعام ٢٠١٥، إذ إنَّ ازدياد الطلب على المشروبات الغازية يبدأ في موسم الربيع والصيف، لذا يبدأ الإنتاج من هذين الشهرين.
٣. **الحدود العلمية:** البحث محدد علميا بما جاء بأهدافه.

المبحث الثاني: الجانب النظري

سيقدم هذا المبحث خلفية نظرية لموضوع البحث دالة تاكوشي من خلال عدد من الفقرات وكما يأتي:

اولا: نبذة عن العالم الياباني تاكوشي وفلسفته:

جينجي تاكوشي عالم ياباني ولد عام ١٩٢٤ وحصل على شهادة الدكتوراه في العلوم من جامعة (Kyshu) عام ١٩٦٢. التحق بمعمل للاتصالات الالكترونية (ECL) [٢] لشركة تعمل في مجال التلغراف عام ١٩٤٩ وعمل هناك لغاية عام ١٩٦١ وذلك لتحسين الإنتاجية فيها من خلال أنشطة البحث والتطوير، وكانت أولى الأمور التي فكر فيها هي كيف يمكن إجراء عملية (التحول) في اليابان بعد أنْ رفض الطريقة التقليدية للتعامل مع الجودة وعدها ليست ضرورية في حالة الصناعة (اللامي، ٢٠٠٨: ٨٧).

تعد فلسفة تاكوشي استثمارا قيما لمبادئ Deming (المبدأ الثالث) التي تؤكد على بناء إستراتيجية الجودة في المراحل الأولى من التصميم بتحسين جودة التصميم أو التصميم المتين أو ما يعرف بمتانة الجودة (Robust Quality)، فدالة خسارة الجودة (Quality loss function) أظهرت المنظور الاستراتيجي _ المجتمعي للجودة، إذْ إنَّ تقديم منتوجات ذات تصاميم متينة يعني تخفيض التباين في العملية، إذْ تمثل دالة خسارة الجودة (QLF) حجم الخسائر (الكلف) المترتبة عن إطلاق منتوجات معيبة للسوق بسبب انحرافها عن القيمة المستهدفة (Target Value) وتزداد تلك الخسائر كلما كان الأداء الفعلي بعيداً عن القيمة المستهدفة واي انحراف عنها يعد خسارة (سرور، ٢٠١١ : ٣٣). استمد تاكوشي فلسفته للجودة من المبادئ الإدارية للجودة والمقدمة من قبل عالم الجودة (Deming) ولا سيما مبدأ (التوقف يعتمد على التفتيش لتحقيق الجودة) بمعنى استبعاد الحاجة إلى التفتيش الواسع لتحقيق الجودة ذلك من خلال بناء جودة المنتوج والعملية في

[٢] Electronic communications lab

مرحلة التصميم، ومن هنا استنبط تاكوشي أسلوب تحسين الجودة باعتماد طرائق التصميم التجريبي لتشخيص المنتجات والعمليات بصورة كبيرة مع التحليل الإحصائي لتغيراتها (الركابي، ٢٠١٠ : ٤٤٥).

أشار تاكوشى ضمن فلسفته للجودة الحديثة إلى النقطة المرجعية لتحديد مستوى جودة المنتوج أو الخدمة، ويتم التعبير عن هذه النقطة المرجعية بوصفها القيمة المستهدفة، إذْ يجري تسليم الجودة المثالية إذا كان المنتوج أو الخدمة الملموسة تؤدي وظيفتها المطلوبة طوال حياتها المتوقعة وفي ظل ظروف التشغيل الاعتيادية من دون آثار جانبية ضارة في الخدمات، وذلك لأن إنتاج واستهلاك الخدمة غالبا ما تحدث في وقت واحد، والجودة المثالية هي وظيفة لإدراك توقعات الزبائن ورضاهم (Thomas , 2010 : 446).

ثالثا_ أسلوب أو منهج تاكوشي:

يركز تاكوشي على بناء الجودة للمنتوج والعمليات في مرحلة التصميم، أي قبل البدء بعملية الإنتاج وذلك بواسطة تصميم اختبارات للمنتوج، لذا أن أسلوب تاكوشي لا يحتمل تطبيقه بنجاح إلا في ظـل ثقافة تلتزم تماماً بإدارة الجودة الشاملة طايل، ٢٠١٣ : ٢٢٠) وأشار (Davis & Heineke , 2005 : 332) إلى أنَّ اسلوب تاكوشى هو في الأساس تقنيات إحصائية لإجراء التجارب لتحديد أفضل مزيج من متغيرات المنتوج والعملية لتقديم منتوج بأفضل وسيلة وبأقل كلفة وبأعلى انتظام ويمكن أن يكون هذا إجراءاً معقدا ويستغرق وقتا طويلاً لكنه في النهاية يهدف إلى تقديم الأفضل.

لقد أدرك تاكوشي أهمية ربط تصميم المنتجات لتحسين العملية، وأدرك أن عدم الحاجة إلى التفتيش الشامل يكون من خلال بناء الجودة في كل من المنتجات والعمليات في مرحلة التصميم، لذلك وضع نظام متكامل لتحسين تصميم كل من المنتوج والعملية المستعملة لإنتاجه، والهدف من هذا النظام هو تحديد العوامل التي يمكن السيطرة عليها بسهولة وعلى الإعدادات التي يمكن أنْ تقلل التفاوت في خصائص المنتوج مع الحفاظ على متوسط قيم هذه الخصائص على الهدف. كما طور منهجية تصميم التجارب التي يمكن أنْ تساعد المديرين على تحديد الإعدادات المثلى من مواصفات المنتوج ورقابة العملية، وإحدى نتائج تحديد هذه الإعدادات هو أن المنتجات يمكن أنْ تكون قوية على الرغم من التغييرات في التشغيل والظروف البيئية، كما إن هذه النتائج تؤدي إلى تصاميم أكثر استقراراً (Swink , Others , 2014 : 218)، كما يساعد هذا الأسلوب على تعريف المتغير أو المتغيرات التي لها أثر أكبر على أداء المنتوج أو العملية ويؤخذ هذا بعد ذلك بالحسبان عند تصميم المنتوج أو العملية، مثال ذلك يمكن تحقيق صلادة الصلب أما بتغيير احد مكونات المنتوج أو بتقديم أو تعديل إحدى خطوات عملية إنتاجهِ (جوزيف كيلادا، ٢٠٠٤ : ٥٠٥).

رابعا_ مساهمات تاكوشي:

قدم العالم الياباني تاكوشي العديد من الإسهامات في مجال الجودة وتحسينها ومن هم هذه الإسهامات الآتي (Heizer , 2014 : 253): وهي دالة خسارة الجودة والتصميم المتين والجودة المستهدفة ونسبة الإشارة إلى الضجيج.

أ- دالة خسارة الجودة:

من بين المساهمات الكثيرة التي قدمها تاكوشي لتحسين الجودة ، النظرة المختلفة للجودة عندما عد الخسارة الإجمالية التي يولدها المنتوج للمجتمع بعداً هاماً لجودة المنتوج، إذْ أعرب تاكوشى في مفهوم دالة الخسارة عن تكاليف انحراف الأداء، أي ان أي انحراف عن المواصفات المستهدفة يسبب خسارة حتى لو كان الانحراف ضمن المواصفات. عندما يكون الانحراف ضمن المواصفات فان الخسارة قد تكون في شكل من أشكال سوء التناسب الخردة وإعادة العمل والضمانات وضياع السمعة وكلها أمثلة للخسائر عندما يمتد الانحراف إلى ما بعد المواصفات. وقد ساعدت دالة الخسارة المصممين على تحديد تفاوتات للمنتوجات وللصناعات التحويلية (Summers , 2006 : 55–56)

إنَّ المفهوم الكامن لدالة الخسارة الجودة والتي تعرف بـ (دالة تاكوشى) هو لحساب مقدار الخسارة التي تتحملها الشركة نتيجة لعدم تلبية المنتوج للمواصفات المستهدفة، فهي أنموذج رياضي يربط خسارة الجودة بقيمة الكلفة الناتجة من الانحراف عن المواصفات المستهدفة (Renna، ٢٠١٢ : ١٤)،

تعتمد دالة تاكوشي منحنى التوزيع الطبيعي والذي على أساسه يجري تقسيم المنحنيات الخاضعة لفحص الجودة إلى خمسة من المستويات (غير مقبول، ضعيف، وسط، جيد، افضل) والتي بموجبها يتم تصنيف وتبويب السلع أو الخدمات بالنسبة للمستهلك من حيث الجودة ويلاحظ في الشكل (١- أ) ان المستوى الأفضل يقع في قمة المنحنى، بينما غير المقبول يقع في الطرف الأيمن والأيسر ، كما ان الشكل يقسم إلى جزأين الأول يوضح تدرج مستويات خسارة الجودة والثاني يوضح توزيع خصائص المنتجات مما يساعد في السيطرة على جودة المنتوج والخدمة واستبعاد الرديء منها (Heizer, 2014: 253)، ويبين الشكل (١- أ) ايضاً بأن دالة خسارة الجودة والمنحنى الذي يزداد بمعدل متزايد يمكن أنَّ يأخذ الصيغة التربيعية البسيطة (Heizer,2014:253)

$$L = D^2 C$$

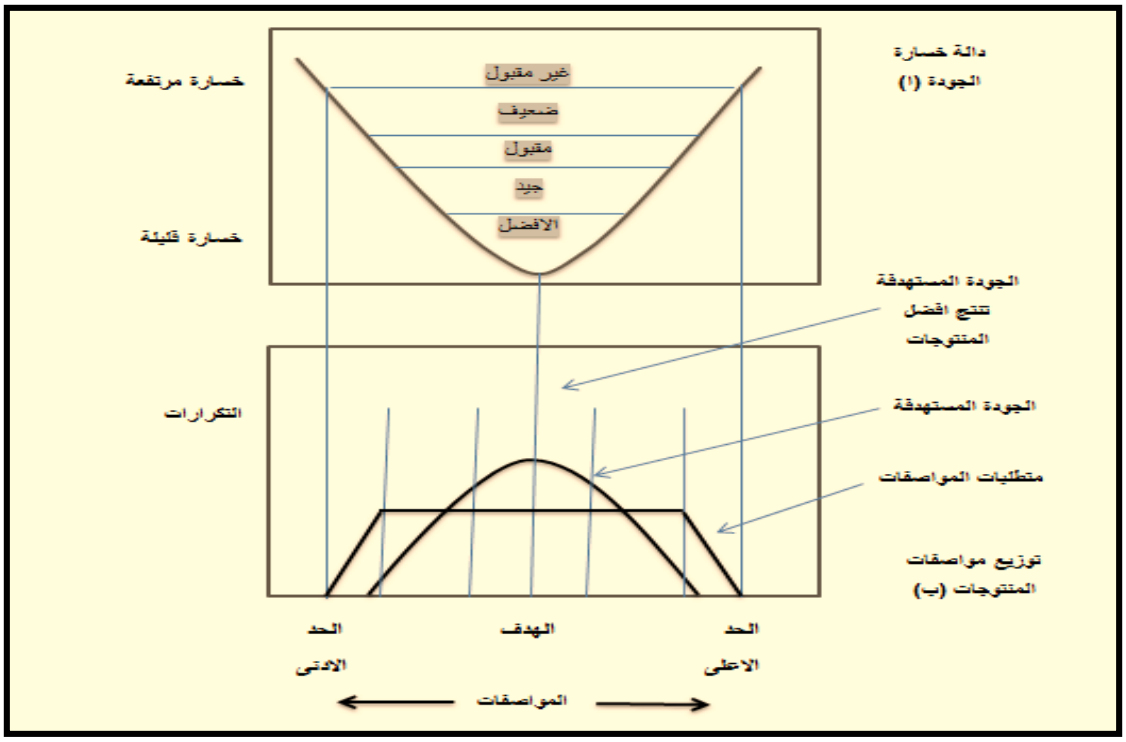
إذ إنَّ:

L: خسارة المجتمع.

D^2 : مربع الانحراف عن القيمة المستهدفة.

C: كلفة الانحراف عن حد المواصفات.

يجري تضمين كافة الخسائر للمجتمع الناجمة عن ضعف الأداء في دالة الخسارة. أصغر خسارة هي أكثر من المرغوب فيه للمنتوج، وأكثر الخسارة هي كلما ابتعد المنتوج عن القيمة المستهدفة. إنّض الطريقة التقليدية لمراقبة الجودة ترى أنَّ المنتوج جيدا طالما يقع داخل حدود المسموحات ولكن تاكوشي يرى أنَّ هذه الطريقة تؤدي إلى زيادة خسائر الجودة لأنَّ الالتزام بجودة المطابقة يؤدي إلى إنتاج وحدات بعيدة عن الهدف كما يوضحه الشكل (١- ب).



الشكل رقم (١)

دالة خسارة الجودة

Source : Heizer , Jay. Render , Barry , (2014), Operations Management,6 th ed, Prentice Hall, Inc

ب- التصميم المتين:

الإسهام الآخر الذي قدمه تاكوشي هو التصميم المتين للمنتوجات والتي يمكن بواسطتها إنتاج منتوجات بشكل موحد ومتسق على الرغم من وجود ظروف بيئية غير مناسبة. فكرة تاكوشى هي لإزالة آثار الظروف السلبية غير المناسبة بدلاً من إزالة الأسباب، ويؤكد على أن إزالة الآثار غالبا ما يكون أقل كلفة من إزالة الأسباب وأكثر فاعلية في إنتاج منتوج قوي .(Heizer , 2014 : 253)

ج- الجودة المستهدفة:

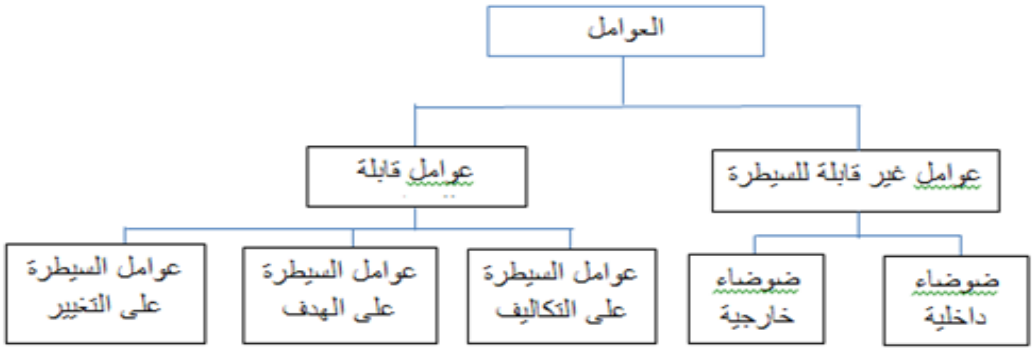
ركز تاكوشي على تحسين الجودة المستمر عند المنبع في مرحلة التصميم لجعل المنتوج بالضبط على القيمة المستهدفة (Heizer, 2000: 273)، أن تحسين الجودة المستمر يتضمن التخفيض المتواصل في تغيير خواص أداء المنتوج حول القيمة المستهدفة وبالتالي فأن التحسين لا ينصب على إزالة التلف فقط وإنما تحسين الجودة بالانتقال من حدود الرقابة إلى تحقيق القيمة المستهدفة (نجم، ٢٠١٠ : ١٨٤).

د- نسبة الإشارة إلى الضجيج (S/N):

من الإسهامات الأخرى التي قدمها تاكوشي هي نسبة الإشارة إلى الضجيج وقد طورها كمكافئ تفاعلي لدالة الخسارة التي تتعلق بتصميم المنتوج والعملية، إذ حدد نوعين من المسببات التي تؤدي إلى حدوث الانحراف في المنتجات (وهي صفات التصميم الناجح) تعد لوحات السيطرة الإحصائية المستعملة في الكشف عن العيوب جزاً من الضوضاء أو شبهها بالضجيج ويعود السبب الأول إلى الضجيج الخارجي الذي ينتج عن التباينات التي تحدث في العمليات بسبب الأخطاء البشرية التي يصعب السيطرة عليها بصورة عامة، أما السبب الثاني فهو الضجيج الداخلي الذي يعني التباينات الناجمة عن عوامل معينة مثل التدهور في العمل والتلف، وكان الضجيجان ذوا تأثير فاعل في النشاطات الإنتاجية، ولا سيما غير المباشرة (العلي،٢٠١٠: ٧٥)، أما تاكوشي فقد قسم عوامل الضوضاء على عدة أنواع وهي ما يأتي (اللامي، ٢٠٠٨ : ٩٤).

أ- عوامل يمكن السيطرة عليها (عوامل تصميمية) وهي التي يمكن وضع قيمتها أو تعديلها من خلال المصمم أو مهندس العملية.

ب- عوامل لا يمكن السيطرة عليها (عوامل الضوضاء) وهي مصدر الانحراف وغالباً ما تتعلق



ببيئة الإنتاج أو العوامل التي يمكن الرقابة أو السيطرة عليها. وكما موضحة في الشكل (٢).

شكل رقم(٢)

عوامل الضوضاء وفق أسلوب تاكوشي

Source : Antony , Jiju , Daniel perry , Chengbo Wang , Maneesh Kumar , 2006 , An application of Taguchi method of experimental design for new product design and development process , Assembly Autmation , vol. 26, Iss. 1 , pp 22.

يضيف تاكوشي ان السيطرة على دالة خسارة الجودة وخصائص التصميم والضوضاء يعد أساس محوري في عمليات تحسين الجودة لكونها مسببات رداءة الجودة وانهيار مستواها.

طور تاكوشي العديد من نسب الإشارة إلى الضجيج التي توازي دوال الخسارة، وسوف نختصر على تقديم الأكثر استعمالاً وكما يأتي (بستر فيلد، وآخرون، ترجمة الحمالي، ٤٥٤:٢٠٠٤)

أ- الأسمى – الأفضل:

تستعمل هذه النسبة حيثما كانت القيمة المستهدفة محددة ولكنها ليست صفراً وتغير حول تلك القيمة، على سبيل المثال الأبعاد والفولتية والوزن وبالنسبة للتصميم القوي يجب رفع النسبة S/N إلى الحد الأقصى والصيغة كما يأتي:

$$S/N_n = 10 \log_{10} [(\sum y^{-2}/s^2)-(1/n)]$$

ب- الأصغر الأفضل:

تستعمل النسبة الأصغر الأفضل للحالات التي يكون فيها قيمة الهدف المطلوبة صفر، على سبيل المثال انبعاث غازات السيارات أو التأكل والصيغة كما يأتي:

$$S/N_S = -10 \log_{10} [MSD] = - 10 \log_{10}[(\sum y^2)/n]$$

تستعمل القيمة السالبة للتأكد من أن القيمة الأكبر تعطي القيمة المثلى لمتغير الاستجابة.

ج- الأكبر – الأفضل:

النسبة الثالثة وهي الأكبر الأفضل التي تستعمل حيثما كانت القيمة الكبرى هي المطلوبة ، على سبيل المثال شدة اللحام أو البانزين المستهلك في الميل الواحد . ومن وجهة نظر رياضية تكون قيمة الهدف لا متناهية (∞) ، وهي معكوس نسبة الأصغر الأفضل والصيغة كما يأتي:

$$S/N_S = -10 \log_{10} [MSD] = - 10 \log_{10}[(\sum 1/y^2)/n]$$

وتقاس الإشارة إلى الضجيج بالديسيبل وتعادل أعشار وحدة القياس بل وهي وحدة شائعة الاستعمال في الهندسة الكهربائية

وسيجرى استعمال نسبة الأصغر الأفضل في الجانب العملي نظراً لان المطلوب تقليل خسائر الجودة.

المبحث الثالث: الجانب العملي

سيختص هذا المبحث بوصف وتحليل واقع العمل في صناعة المشروبات الغازية في مصنع الزعفرانية لينصرف بعد ذلك إلى تطبيق دالة تاكوشي وغيرها من الأدوات لتقدير خسائر الجودة وكما يأتي:

أولاً_ وصف وتحليل واقع مجتمع وعينة البحث:

١- نبذة عن شركة بغداد للمشروبات الغازية ومصنع الزعفرانية:

نظراً لتقادم الزمن على المصانع التي كانت منتشرة في العراق، وفي ضوء التطور التكنولوجي الواسع الذي شهدته صناعة المشروبات الغازية في العقد السبعيني من القرن العشرين، جاءت فكرة إنشاء مصنع الزعفرانية مواكبة لهذه التطورات. ففي بداية عام ١٩٨١ تم البدء بإقامة مشروع مصنع الزعفرانية للمشروبات الغازية في موقع متميز، وأصبح بعد افتتاحه في عام ١٩٨٣ من أكبر المصانع في الشرق الأوسط من ناحية عدد الخطوط والطاقات الإنتاجية وثالث أكبر مصنع في العالم طبقت فيه آخر مبتكرات التقنية الحديثة في مجال هذه الصناعة، ويشغل هذا المصنع مساحة تزيد عن (١٥٠٠٠٠) م^{٢}، وضعت مواصفات المصنع شركة بيبسي كولا العالمية التي أعدت بموجب أحدث تكنولوجيا قائمة في حينها في مجال تعبئة المشروبات الغازية، كما روعي في تصميم أبنية المصنع كافة الشروط الصحية الملائمة للصناعات الغذائية، واتفق على تنفيذ الأبنية وتصميم المكائن بأسلوب تسليم المفتاح مع مجموعة من الشركات الألمانية المشهورة مثل شركة (كلبرت هولشتاين) للخطوط الإنتاجية وشركة (سيمنس) للأجهزة والمعدات الكهربائية، وقد تقرر نصب سبعة خطوط إنتاجية طاقة كل منها ١٥٠٠ صندوق/ ساعة وعلى مراحل، فضلاً عن معمل لإنتاج غاز CO_2 بطاقة ٦٠٠ كغم/ساعة. (مطبوعات ووثائق الشركة ، ٢٠١٠ ، ٢٤-٢٥)

٢- تأسيس مصنع الزعفرانية ومنتجاته

في نهاية عام ١٩٨٨ تحولت ملكية مصنع الزعفرانية للمشروبات الغازية إلى قطاع مختلط، إذ جرى شراؤه في ١٩٨٨/١٢/٥، فيما جرى شراء مصنع بغداد للمشروبات الغازية في ١٩٨٩/١/٢ عن طريق المزايدة العلنية وفقا لأحكام قانون بيع أموال الدولة رقم ٣٢ لسنة ١٩٨٦، وخلال تلك المدة ألغيت المنشاة العامة للمشروبات والمعلبات الغذائية، وتأسست شركة بغداد للمشروبات الغازية المساهمة المختلطة عام ١٩٨٩ ومقرها بغداد، تأخذ على عاتقها شراء وامتلاك مصنعي الزعفرانية وبغداد للمشروبات الغازية العائدة إلى المنشاة العامة للمشروبات والمعلبات الغذائية (الملغاة).

أجيز تأسيس الشركة من مسجل الشركات بديوان وزارة التجارة بموجب قرار رقم (م ش/٣٣١٥) في ١٩٨٩/٣/٢٧ بوصفها شركة صناعية مساهمة مختلطة برأسمال قدره (٧٠,٠٠٠,٠٠٠) سبعون مليون دينار. (مطبوعات ووثائق الشركة، ٢٠١٠، ٢٥).

يعمل مصنع الزعفرانية على إنتاج مجموعة من المشروبات الغازية (مجتمع البحث) وهي (بيبسي كولا، ميرندا برتقال، سفن أب، بيبسي كولا دايت، سفن أب دايت، ميرندا تفاح أخضر، شاني، ستنج عنب ماونتن ديو).

٣- المواصفات التصميمية للمنتوج (ميرندا التفاح) وكلفته:

من أجل تطبيق دالة تاكوشي فقد وقع الاختيار على منتوج (ميرندا التفاح) بوصفه عينة البحث من أصل المجتمع الكلي، فضلاً عن ان البيانات التي اختيرت لتطبيق دالة تاكوشي الكشف عن خسائر الجودة كانت لشهر شباط، وخلال مدة المعايشة الميدانية التي قضاها الباحثان في المصنع للحصول على تلك البيانات، والجدول (٢) يوضح البيانات المتعلقة بالمواصفات التصميمية والكلف للمنتوج.

جدول رقم (1)

المواصفة التصميمية لمكونات منتوج الميرندا وحدود السماح والكلفة

الجزء	المواصفات التصميمية		المستهدف	المواصفة	الكلفة بالدينار
	الحد الاعلى	الحد الادنى			
عنصر CO2	٣	٢,٦	٢,٨	٢,٨±٠,٢	٣,٦
عنصر BX.	١٣,٢	١٢,٨	١٣	١٣±٠,٢	٥٠
فحص الإملاء	١,٠٣	٠,٩٧	١	١±٠,٠٣	٢٢٥

المصدر : (السيطرة النوعية في المصنع)

ثانياً_ تحليل نتائج الفحوصات وتطبيق دالة تاكوشي:

من أجل تطبيق دالة خسارة الجودة (دالة تاكوشي) سحبت (٣٠) عينة من منتوج الميرندا قوامها خمس قراءات للعينة الواحدة وجرى حساب المتوسط والمدى وعلى وفق ما موضح في الجدول (٣) وكما انه سيجرى اتباع نفس الخطوات لبقية خصائص المنتوج.

١- تحليل عنصر الـ(CO_2) لمنتوج ميرندا التفاح (شهر شباط) /٢٠١٥.

جدول رقم (2)

بيانات عنصر CO_2 لمنتوج الميرندا شهر شباط

العينة	التاريخ	الوقت	X1	X2	X3	X4	X5	المتوسط	المدى
1	٢/٧	٩	2.85	2.79	2.64	2.96	2.83	2.814	0.32
2		٩:٣٠	2.91	2.95	2.88	2.79	2.71	2.848	0.24
3		١٠	2.65	2.76	2.8	2.93	2.84	2.796	0.28
4		١٠:٣٠	2.73	2.7	2.64	2.81	2.89	2.754	0.25
5		١١	2.61	2.97	2.88	2.77	2.9	2.826	0.36
6	٢/٨	١٠:٣٠	2.68	2.74	2.96	2.86	2.81	2.81	0.28
7		١١	2.62	2.6	2.87	2.79	2.77	2.73	0.27
8		١١:٣٠	2.93	2.88	2.78	2.67	2.71	2.794	0.26
9		١٢	2.69	2.74	2.81	2.89	2.91	2.808	0.22
10		١٢:٣٠	2.67	2.63	2.72	2.89	2.97	2.776	0.34
11	٢/١٠	٩	2.65	2.73	2.94	2.86	2.79	2.794	0.29
12		٩:٣٠	2.66	2.65	2.71	2.89	2.92	2.766	0.27
13		١٠	2.78	2.82	2.94	2.68	2.61	2.766	0.33
14		١١	2.91	2.84	2.79	2.73	2.68	2.79	0.23
15		١١:٣٠٠	2.98	2.86	2.78	2.62	2.71	2.79	0.36
16	٢/١١	١١	2.97	2.91	2.87	2.79	2.67	2.842	0.3
17		١١:٣٠	2.79	2.71	2.64	2.78	2.93	2.77	0.29
18		١٢	2.72	2.81	2.66	2.89	2.95	2.806	0.29
19		١٢:٣٠	2.69	2.61	2.73	2.82	2.95	2.76	0.34
20		١م	2.62	2.63	2.71	2.89	2.98	2.766	0.36
21	٢/١٦	١٠	2.83	2.75	2.68	2.91	2.98	2.83	0.3
22		١٠:٣٠	2.70	2.63	2.76	2.87	2.95	2.782	0.32
23		١١	2.82	2.96	2.82	2.76	2.61	2.794	0.35
24		١١:٣٠	2.73	2.82	2.89	2.96	2.68	2.816	0.28
25		١٢	2.94	2.82	2.76	2.69	2.63	2.768	0.31
26	٢/١٧	٩	2.81	2.89	2.95	2.76	2.68	2.818	0.27
27		٩:٣٠	2.87	2.95	2.88	2.7	2.63	2.806	0.32
28		١٠	2.96	2.89	2.68	2.74	2.81	2.816	0.28
29		١٠:٣٠	2.95	2.88	2.89	2.79	2.66	2.834	0.29
30		١١	2.93	2.97	2.8	2.71	2.62	2.806	0.35
							للمتوسط	2.795867	0.298333

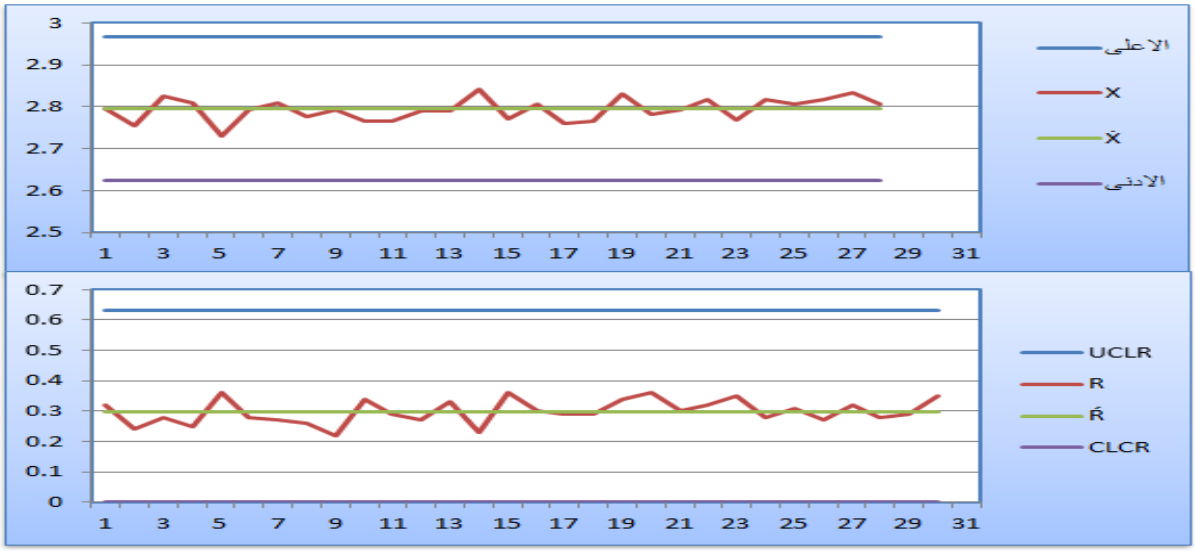
ولرسم حدود الضبط للوحتا المتوسط والمدى باستعمال المعادلات المبينة في الفقرة ساساً من منهجية البحث حصلنا على النتائج الموضحة في الجدول (3)

جدول رقم (3)

الضبط حدود الإحصائية لعنصر الـ (CO_2) لمنتوج ميرندا التفاح شهر شباط

رقم المعادلة	حدود الضبط الإحصائي	ت
(١)	$\bar{\bar{X}} = \frac{83.876}{30}$ = ٢,٧٩	1-
(٢)	$\bar{R} = \frac{8.95}{30}$ =٢,٩٨ ≈ 0.30	2-
(٣)	UCL =0.30*2.795+0.577 ٣ =٢,٩٦٨	3-
(٤)	LCL = 2. 795 − 0.577 * 0.30 = ٢,٦٢١	4-
(٥)	UCL_R =0.30 * 2.114 = 0.63	5-
(٦)	LCL_R =0.30 * 0 =0	6-

في ضوء النتائج المستحصلة من الجدول (3) يمكن رسم لوحتا المتوسط والمدى بالشكل(٣)



شكل رقم (٣)

لوحتا المتوسط والمدى لعنصر CO_2 لمنتوج ميرندا/شباط

يتضح من الشكل (٣) بأنَّ العينات ضمن حدود الضبط الإحصائي، وإنَّ العينات تتمحور تقريباً حول خط المركزي الذي يمثل القيمة المستهدفة للمواصفة.

ولحساب خسارة الجودة لمنتوج الميرندا وباستعمال المعادلة رقم (7):

$$L(Y) = \frac{3.6}{(0.2)^2}(2.795 - 2.80)^2 = 0.0023$$ دينار

مما يعني أنَّ عدم توافر خاصية (CO_2) في مشروب الميرندا سيكلف الشركة (0.0023) دينار للعبوة الواحدة نتيجة عدم الإيفاء بحاجات الزبون.

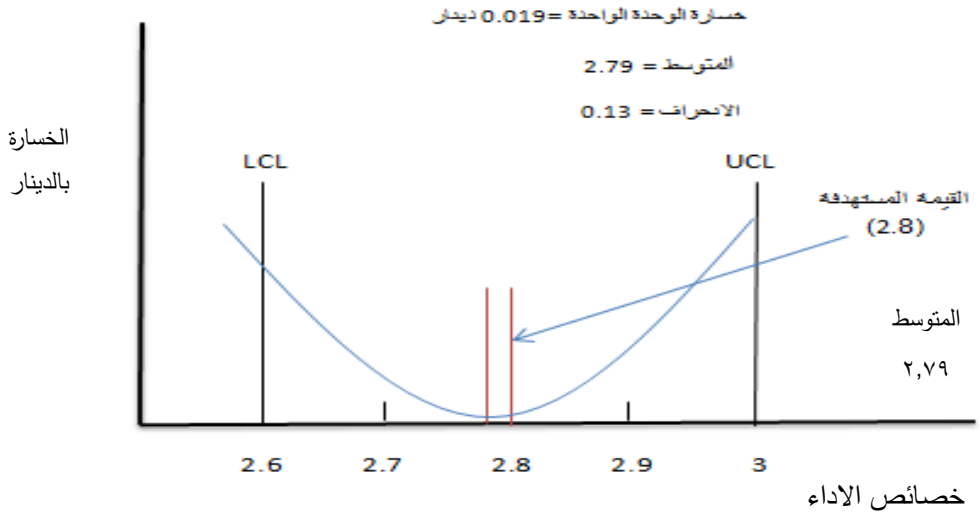
وباستعمال المعادلة رقم (8) لاستخراج الانحراف المعياري للعينة فانه يساوي:

$$S = \frac{0.30}{2.33} = 0.128 \approx 0.13$$

عليه فإنَّ متوسط الخسارة بالدينار باستعمال المعادلة رقم (٩) ستكون كما يأتي:

$$\bar{L}(Y) = \frac{3.6}{(0.2)^2}\left[(2.795 - 2.80)^2 + (0.13)^2\right] = 1.52 \text{ دينار}$$

ويمكن توضيح هذا من بالشكل الآتي:



شكل رقم (٤)

دالة خسارة الجودة لعنصر CO_2 لمنتوج الميرندا / شهر شباط

يتضح من الشكل (٤) أنَّ متوسط العملية منحرف عن القيمة المستهدفة بمقدار (٠,٠١) نحو اليسار وهذا مما أدى إلى خسارة بمقدار (0.0023) دينار لذا ينبغي تقليل هذا الانحراف ، ولكن التخفيض الأكبر يتحقق من خلال تمركز العملية حول القيمة المستهدفة وجعل المتوسط يساوي (٢,٨)

ولغرض بيان نسبة الإشارة إلى الضجيج (متوسط العملية إلى انحرافها) وباستعمال المعادلة رقم(١٠) ينتج:

$$S/N_S = -10 \log_{10}\left[\frac{234.5}{30}\right] = 0.89$$

يتضح أنَّ نسبة الإشارة (المتوسط) إلى الضجيج (الانحراف المعياري) هي (0.89) التي تعني نسبة استجابة العملية للعوامل المؤثرة، بمعنى آخر (حساسية المنتوج للعوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على تباينات المنتوج) بما أنّ نسبة الإشارة إلى الضجيج موجبة فهذا يعني أنَّ المنتوج غير قابل على تحمل درجات الحرارة العالية والعوامل البيئية الأخرى.

٢- تحليل عنصر الـ (BX.) لمنتوج ميرندا التفاح (شهر شباط) /٢٠١٥.

جدول رقم (4)

بيانات عنصر (BX.) لمنتوج الميرندا شهر شباط

العينة	التاريخ	الوقت	X1	X2	X3	X4	X5	المتوسط	المدى
١	٢/٧	٩	12.96	12.93	12.84	13	13.11	12.968	0.27
٢		٩:٣٠	12.82	12.88	13	12.98	13.2	12.976	0.38
٣		١٠	12.84	12.98	13.1	13.2	12.93	13.01	0.36
٤		١٠:٣٠	13.12	13.16	12.91	12.97	12.85	13.002	0.31
٥		١١	12.98	13.1	12.82	12.91	12.87	12.936	0.28
٦	٢/٨	١٠:٣٠	12.83	12.94	13.15	12.89	13.1	12.982	0.32
٧		١١	12.93	13.1	13.17	12.86	12.97	13.006	0.31
٨		١١:٣٠	12.92	12.84	12.99	13.11	13.19	13.01	0.35
٩		١٢	12.89	13.16	12.98	13.1	12.81	12.988	0.35
١٠		١٢:٣٠	13.12	13.1	12.96	12.83	12.89	12.98	0.29
١١	٢/١٠	٩	12.99	13.11	13.17	12.89	12.84	13	0.33
١٢		٩:٣٠	12.97	12.85	12.81	12.99	13.18	12.96	0.37
١٣		١٠	12.98	13.15	13	12.82	12.91	12.972	0.33
١٤		١١	12.97	12.93	12.87	13.16	13.1	13.006	0.29
١٥		١١:٣٠	12.86	13	12.91	12.99	13.14	12.98	0.28
١٦	٢/١١	١١	12.85	12.83	12.96	13.15	13.12	12.982	0.32
١٧		١١:٣٠	13.13	12.89	12.81	12.98	13.19	13	0.38
١٨		١٢	12.84	12.93	13	13.2	12.98	12.99	0.36
١٩		١٢:٣٠	12.91	12.85	13.16	13.1	12.96	12.996	0.31
٢٠		١م	12.93	12.99	12.8	13.1	13.11	12.986	0.31
٢١	٢/١٦	١٠	12.81	13.11	13.19	12.95	12.84	12.98	0.38
٢٢		١٠:٣٠	12.89	12.82	12.97	13.17	13.1	12.99	0.35
٢٣		١١	12.99	13.1	13.16	12.9	12.82	12.994	0.34
٢٤		١١:٣٠	13.18	13.11	12.98	12.83	12.89	12.998	0.35
٢٥		١٢	12.99	13.14	13.11	12.93	12.84	13.002	0.3
٢٦	٢/١٧	٩	13.1	13.2	12.85	12.97	12.87	12.998	0.35
٢٧		٩:٣٠	13.13	12.96	13.11	12.99	12.81	13	0.32
٢٨		١٠	13	13.17	12.95	12.83	12.87	12.964	0.34
٢٩		١٠:٣٠	12.91	12.84	12.99	13.1	13.18	13.004	0.34
٣٠		١١	13.18	13.11	12.82	12.89	12.99	12.998	0.36
							المجموع	389.658	9.93

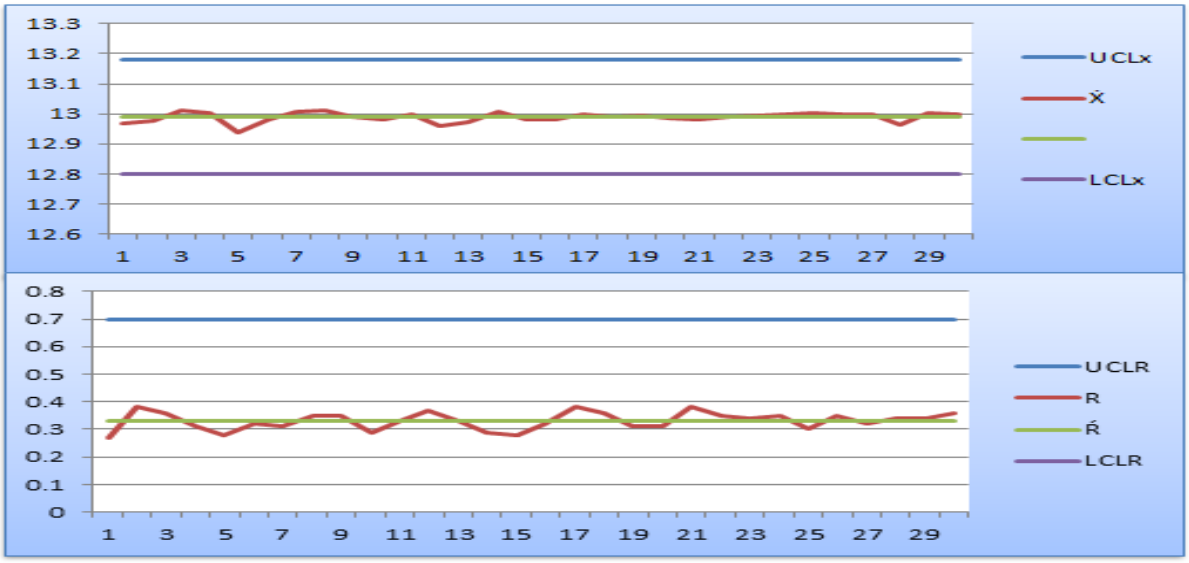
ولرسم حدود الضبط للوحتا المتوسط والمدى باستعمال المعادلات المبينة في الفقرة سادسا من منهجية البحث حصلنا على النتائج الموضحة في الجدول (5)

جدول رقم (5)

حدود الضبط الإحصائية لعنصر الـ (BX.) لمنتوج ميرندا التفاح (شهر شباط)

رقم المعادلة	حدود الضبط الإحصائي	ب
(١)	$\bar{\bar{X}} = \frac{389.66}{30} = 12.9886 \approx 12.99$	1-
(٢)	$\bar{R} = \frac{9.93}{30} = 0.33$	2-
(٣)	13.180 =UCL =12.99+0.577*0.331	3-
(٤)	LCL =12.99 − 0.577 * 0.331 = 12.799	4-
(٥)	$UCL_R = 0.331 * 2.114 = 0.70$	5-
(٦)	$LCL_R = 0.331 * 0 =$٠	6-

في ضوء النتائج المستحصلة من الجدول (5) يمكن رسم لوحتا المتوسط والمدى بالشكل(٥)



شكل رقم (٥)

لوحتا المتوسط والمدى لعنصر BX. لمنتوج ميرندا / شهر شباط

يتضح من الشكل (٥) أنَّ العملية منضبطة إحصائياً، إذْ إنَّ العينات تتمحور حول الخط المركزي لكنها ليست على طول الخط المركزي الذي يمثل المستهدف من المواصفة.

ولحساب خسارة الجودة باستعمال دالة تاكوشي لمنتوج الميرندا عنصر ال (BX.) وباستعمال المعادلة رقم (٧):

$$L(Y) = \frac{50}{(0.2)^2}(12.988 - 13)^2 = 0.18$$ دينار

مما يعني أنَّ عدم توافر خاصية السكريات (BX.) في مشروب الميرندا سيكلف الشركة (0.18) دينار للعبوة الواحدة نتيجة عدم الايفاء بحاجات الزبون.

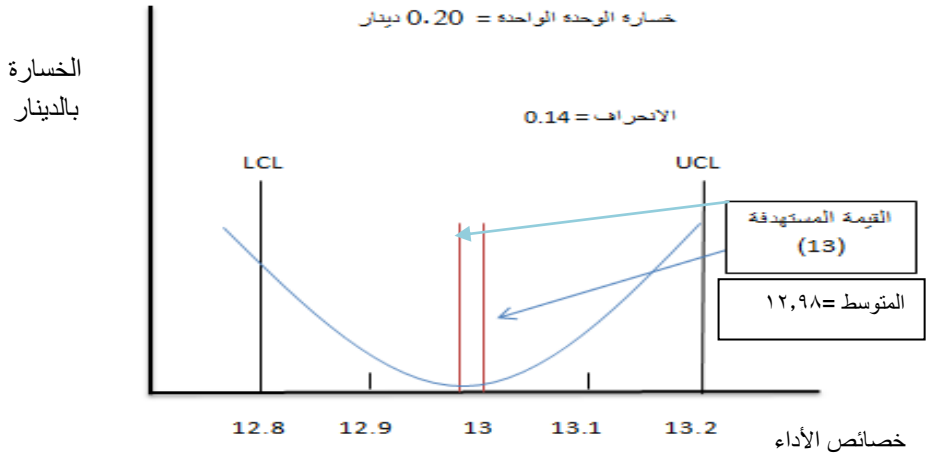
باستعمال المعادلة رقم (٨) لاستخراج الانحراف المعياري للعينة فانه يساوي:

$$S = \frac{0.331}{2.33} = 0.14$$

عليه فإنَّ متوسط الخسارة باستعمال المعادلة رقم (٩) ستكون كما يأتي:

$$L(Y) = \frac{50}{(0.2)^2}\left[(12.988 - 13)^2 + (0.14)^2\right] = 24.7 \quad \text{دينار}$$

ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل الآتي.



شكل رقم (٦)

دالة الخسارة الجودة لعنصر BX لمنتوج الميرندا / شهر شباط

يتضح من الشكل (٦) أنَّ متوسط العملية منحرف عن القيمة المستهدفة بمقدار (٠,٠٢) نحو اليسار وهذا مما أدى إلى خسارة بمقدار (0.18) دينار للعبوة الواحدة لذا ينبغي تقليل الانحراف، ولكن التخفيض الأكبر يتحقق من خلال تمركز العملية حول القيمة المستهدفة وجعل المتوسط يساوي (١٣) .

لغرض بيان نسبة الإشارة إلى الضجيج (متوسط العملية إلى انحرافها) وباستعمال المعادلة رقم(١٠) ينتج :

$$S/N_S = -10\ \log_{10}\left[\frac{5061.12}{30}\right] = 2.2$$

يتضح أنَّ نسبة الإشارة (المتوسط) إلى الضجيج (الانحراف المعياري) هي (2.2) التي تعني نسبة استجابة العملية للعوامل المؤثرة، بمعنى آخر(حساسية المنتوج للعوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على تباينات المنتوج) وبما أنَّ نسبة الإشارة إلى الضجيج موجبة فهذا يعني أنَّ المنتوج غير قادر على تحمل الظروف البيئية.

٣- تحليل فحص الإملاء لمنتوج ميرندا التفاح (شهر شباط) /٢٠١٥

جدول رقم (6)

بيانات فحص الإملاء لمنتوج لميرندا شهر شباط

العينة	التاريخ	الوقت	X1	X2	X3	X4	X5	$\dot{X}$	R
١	٢/٧	٩	0.99	0.97	1.01	1.02	1	0.998	0.05
٢		٩:٣٠	0.99	1	0.98	1.01	1.03	1.002	0.05
٣		١٠	0.97	0.99	1.02	0.99	1.01	0.996	0.05
٤		١٠:٣٠	1.02	0.98	0.99	1.03	1	1.004	0.05
٥		١١	0.98	0.99	1.03	0.99	1.02	1.002	0.05
٦	٢/٨	١٠:٣٠	1.01	1.02	0.99	0.97	1	0.998	0.05
٧		١١	1.03	0.98	0.99	1	0.98	0.996	0.05
٨		١١:٣٠	1.02	1	1.02	0.98	0.99	1.002	0.04
٩		١٢	1.02	1.02	0.97	0.98	0.99	0.996	0.05
١٠		١٢:٣٠	0.97	0.98	1	1.01	0.99	0.99	0.04
١١	٢/١٠	٩	0.99	0.98	0.98	1.01	1.03	0.998	0.05
١٢		٩:٣٠	0.99	1.02	1.03	1	0.99	1.006	0.04
١٣		١٠	0.99	0.98	1	1.02	0.98	0.994	0.04
١٤		١١	0.99	1	1.03	0.99	1.01	1.004	0.04
١٥		١١:٣٠	1.02	1	0.99	1.02	0.98	1.002	0.04
١٦	٢/١١	١١	1.02	1.03	1	0.97	0.99	1.002	0.06
١٧		١١:٣٠	0.99	0.98	0.98	1.03	1.01	0.998	0.05
١٨		١٢	0.98	1.02	1	0.99	0.98	0.994	0.04
١٩		١٢:٣٠	1.01	1	0.99	0.97	0.98	0.99	0.04
٢٠		١م	1.01	1.02	1	0.98	0.99	1	0.04
٢١	٢/١٦	١٠	1.03	0.99	0.98	1,02	0.98	0.995	0.05
٢٢		١٠:٣٠	1.01	1.02	0.98	1	0.97	0.996	0.05
٢٣		١١	0.98	0.99	0.98	1.02	1	0.994	0.04
٢٤		١١:٣٠	0.99	0.99	0.98	1.02	1.03	1.002	0.05
٢٥		١٢	0.99	0.97	1	1.02	0.99	0.994	0.05
٢٦	٢/١٧	٩	0.98	1	1.02	0.99	1.01	1	0.04
٢٧		٩:٣٠	0.99	0.99	1.01	1	1.02	1.002	0.03
٢٨		١٠	0.98	0.99	0.98	1.03	1.02	1	0.05
٢٩		١٠:٣٠	1.03	1.03	0.99	1.01	1.01	1.014	0.04
٣٠		١١	0.97	0.99	1.01	1.02	0.99	0.996	0.05
							المجموع	29.965	1.37

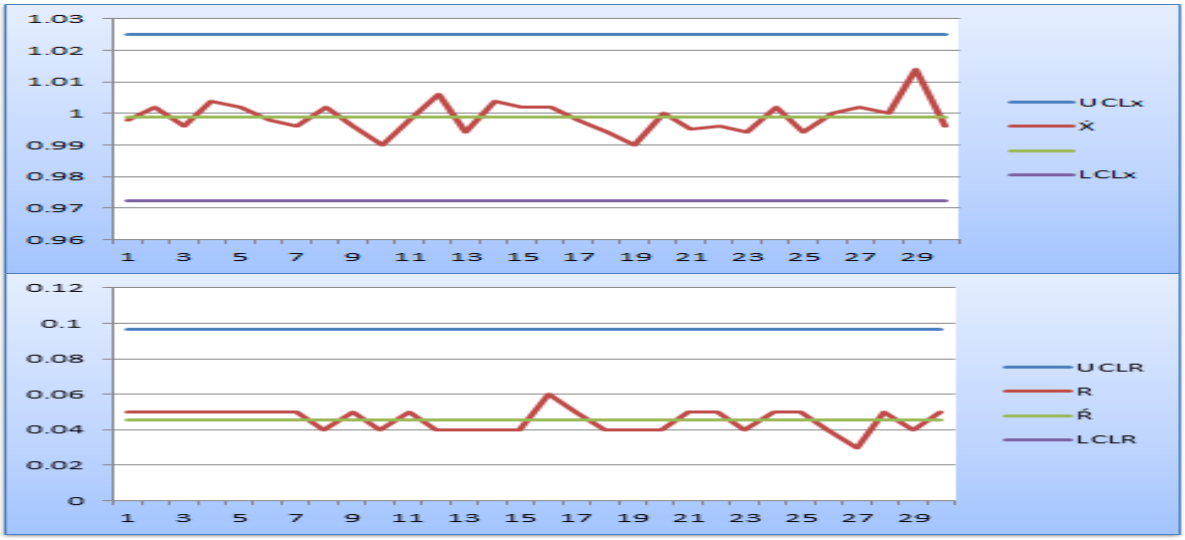
ولرسم حدود الضبط للوحتي المتوسط والمدى باستعمال المعادلات المبينة في الفقرة سادسا من منهجية البحث حصلنا على النتائج الموضحة في الجدول (7).

جدول رقم (7)

حدود الضبط الإحصائية فحص الإملاء لمنتوج ميرندا التفاح (شهر شباط)

ت	حدود الضبط الاحصائي	رقم المعادلة
1-	$\bar{\bar{X}} = \frac{29.965}{30} = 0.99883 \approx 0.999$	(١)
2-	$\bar{R} = \frac{1.37}{30} = 0.04566 \approx 0.046$	(٢)
3-	١,٠٢ UCL = 0.999+ 0.577 *0.046 =	(٣)
4-	LCL = 0.999 – 0.577 * 0.046 = 0.97	(٤)
5-	UCL_R =0.046 * 2.114 = 0.097	(٥)
6-	LCL_R = 0.046 * 0 = 0	(٦)

في ضوء النتائج المستحصلة من الجدول (7) يمكن رسم لوحتا المتوسط والمدى بالشكل(٧)



شكل رقم (٧)

لوحتا المتوسط والمدى لفحص الإملاء لمنتوج ميرندا/شهر شباط

يتضح من الشكل (٧) بأنَّ العينات ضمن حدود الضبط الإحصائي، وإنَّ العينات تتمحور تقريباً حول خط المركزي الذي يمثل القيمة المستهدفة للمواصفة.

ولحساب خسارة الجودة باستعمال دالة تاكوشي لمنتوج الميرندا وباستعمال المعادلة رقم (٧):

$$L(Y) = \frac{225}{(0.03)^2}(0.999 - 1)^2 = 0.25 \text{ دينار}$$

مما يعني أنَّ عدم إملاء العبوة من مشروب الميرندا وفق المواصفة سيكلف الشركة (٠,٢٥) دينار للعبوة الواحدة نتيجة عدم الإيفاء بحاجات الزبون.

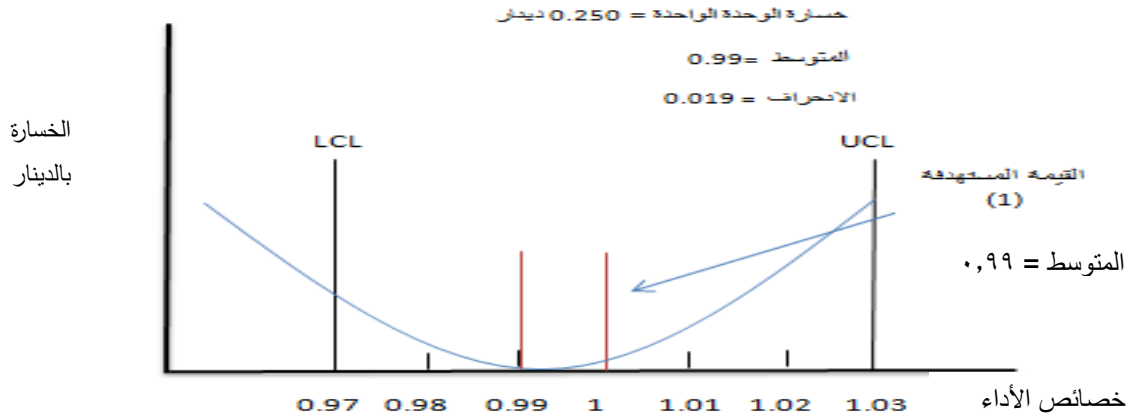
باستعمال المعادلة رقم (٨) لاستخراج الانحراف المعياري للعينة فإنَّه يساوي:

$$S = \frac{\bar{R}}{d2} = \frac{0.046}{2.33} = 0.019$$

عليه فإنَّ متوسط الخسارة باستعمال المعادلة رقم (٩) ستكون كما يأتي:

$$L(Y) = \frac{225}{(0.03)^2}\left[(0.999-1)^2 + (0.019)^2\right] = 90.5 \text{ دينار}$$

ويمكن توضيح ذلك بالشكل الآتي:



شكل رقم (٨)

دالة خسارة الجودة لفحص الإملاء لمنتوج الميرندا شباط

يتضح من الشكل (8) أنَّ المتوسط مزاح نحو الحد الأدنى للتفاوت عن يسار القيمة المستهدفة، أي إن القيمة المستهدفة تزيد عن المتوسط بمقدار (٠,١)، لذا يبغي تخفيض الانحراف وجعل المتوسط يساوي القيمة المستهدفة.

لغرض بيان نسبة الإشارة إلى الضجيج (متوسط العملية إلى انحرافها) وباستعمال المعادلة رقم(١٠) ينتج:

$$S/N_S = -10\log_{10}\left[\frac{29.930}{30}\right] = -0.001$$

يتضح أنَّ نسبة الإشارة (المتوسط) إلى الضجيج (الانحراف المعياري) هي (0.001−) التي تعني نسبة استجابة العملية للعوامل المؤثرة، بمعنى آخر (حساسية المنتوج عوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على تباينات المنتوج) بما أنَّ نسبة الإشارة إلى الضجيج سالبة فهذا يعني أنَّ هذه النسبة جيدة وتعبر عن قابلية المنتوج وتحمله للظروف البيئية.

من خلال النتائج المستخرجة للخصائص الثلاثة لمنتوج الميرندا(CO_2،BX.) ، فحص الإملاء) لشهر شباط تبين إن أعلى خسارة للجودة التي تتحملها الشركة هي (١) دينار لخاصية فحص الإملاء لمنتوج الميرندا / شهر شباط نتيجة عدم تحقيق إملاء العبوة من المشروب وفق المواصفة المستهدفة، بينما أقل خسارة كانت (٠,٠٠٢٣) دينار لعنصر الـ(CO_2) لمنتوج الميرندا/ شهر شباط ويوضح الجدول (8) خسائر الجودة التي تتحملها الشركة للخصائص الثلاثة، إذ إن العمود (أ) من الجدول يوضح خسارة الجودة للعبوة الواحدة بينما يشير العمود (ب) إلى خسارة الجودة للصندوق الواحد، في حين أن العمود (ج) يوضح خسارة الجودة بالنسبة الدفعة، كما خصص العمود (د) ليوضح خسارة الجودة سنوياً، وإذا ما تجنبت الشركة هذه الخسائر فإنَّها ستحقق وفورات اقتصادية بالمبالغ نفسها فضلاً عن تحقيق رضا الزبون من خلال تجنب الخسارة المجتمعية.

جدول رقم (8)

خلاصة خسائر كلف الجودة في المصنع

منتوج ميرندا التفاح					
خسارة الجودة الخاصية		(أ) خسارة الجودة العبوة الواحدة بالدينار	(ب) خسارة الجودة لصندوق (30) عبوة	(ج) خسارة الجودة لدفعة (70,000) عبوة	(د) خسارة الجودة سنوياً (٥٥٥) الف كارتون
خاصية الـCO_2	شهر شباط	0.0023	0.069	١٦١	١٢٧٦,٥
خاصية البركس (BX.)	شهر شباط	0.18	5.4	12600	٩٩٩٠٠
خاصية فحص الإملاء	شهر شباط	0.25	7.5	17500	١٣٨٧٥٠

المصدر : من إعداد الباحثين.

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

يقدم هذا المبحث إجمالاً ما توصلت إليه نتائج تطبيق الأدوات الإحصائية والكمية وما ترتب عنها من توصيات تحقيقا لما جاء في منهجية البحث والوصول إلى أهدافه، وكما يأتي:

أولاً_ الاستنتاجات:

خلص البحث إلى الاستنتاجات الآتية:

١. تركز دالة تاكوشي على بناء الجودة في المراحل الأولى من تصميم المنتوج وذلك بهدف إنتاج منتوجات عالية الجودة وغير حساسة للتغيرات مما يحقق رضا الزبائن، فكلما كان المنتوج مطابقاً للمواصفات أدى إلى تحقيق رغبات الزبون إلى جانب تقليل الخسائر الناجمة عن الانحرافات (على سبيل المثال التلف و إعادة العمل) مما يؤدي إلى تقليل كلفة المنتوج في الشركة.

٢. تعد دالة تاكوشي مقياساً لقياس درجة الانحراف عن القيمة المستهدفة وإنْ كانت ضمن حدود السماحات، أي إنها تقيس الخسارة الاجتماعية وليست الخسارة التي تنتج عن اكتشاف العيوب فقط.

٣. الاعتقاد السائد لدى الكثير من العاملين في مصنع الزعفرانية أن خسارة الجودة تقتصر على تكاليف المنتجات غير المطابقة للمواصفات التي يجري اكتشافها قبل شحنها للزبون، وعدم ادراكهم بأنَّ أي انحراف عن القيمة المستهدفة يشكل خسارة يتحملها المجتمع والزبون.

٤. من الأسباب التي أدت إلى انحراف المنتوج عن المستهدف هي:

أ- قلة إدراك العاملين لمعالجة مركزات خلط المواد الأولية لتحضير المنتوج عند حصول اختلاف في النسب المحددة.

ب- عملية الاختناق التي تحدث على الحزام الناقل لنقل العبوات وقلة تركيز العاملين على نقلها نتيجة إرهاق العاملين، لاسيما في المناوبات المسائية.

ج- عدم صيانة بعض الأجهزة بصورة دورية.

٥. يعد تخفيض التكاليف من أهم المزايا التي يمكن تحقيقها من تطبيق دالة خسارة الجودة في مصنع الزعفرانية نظراً للوفورات التي يمكن أنْ تحصل عليها الشركة عندما تبلغ منتوجاتها القيمة المستهدفة.

٦. إنَّ عمليات الإنتاج في المصنع جميعها ضمن حدود الضبط الإحصائي، وإنَّ العينات تتمحور تقريباً حول الخط المركزي الذي يمثل القيمة المستهدفة للمواصفة وهو ناتج عن اهتمام وحرص الشركة لجعل منتوجاتها وفق مواصفات الجودة.

٧. عدم إلمام إدارة الشركة والمسؤولين عن الإنتاج بدالة تاكوشي (دالة خسارة الجودة) ومن خلال تطبيق دالة خسارة الجودة اتضح هناك خسائر تتحملها الشركة نتيجة التفاوت عن القيمة

المستهدفة، لاسيما لخاصية فحص الإملاء والتي شكلت أكبر الخسائر وإنَّ أقل الخسائر التي تتحملها الشركة كانت لخاصية الـ (CO_2).

٨. يعد استعمال متوسط دالة الخسارة من الوسائل المهمة في تقدير الخسائر التي تتحملها الشركة لأنه يأخذ بالحسبان كلاً من القيمة المستهدفة والانحرافات التي تحصل بسبب عوامل الضجيج الداخلية والخارجية التي تسبب انحراف الأداء عن المستهدف.

٩. اتضح أنَّ منتوج ميرندا التفاح لشهر شباط غير حساس للظروف البيئية والعوامل الخارجية.

ثانياً_التوصيات:

استنادا إلى ما أسفرت عنه الاستنتاجات يمكن الخروج بأهم التوصيات وكما يأتي:

١. ضرورة الأخذ بنظر الاعتبار رضا الزبون عن منتوجات الشركة ، فكلما كان المنتوج يحقق رضا الزبون ازدادت سمعة الشركة مما يؤدي إلى زيادة أرباحها وحصتها السوقية.

٢. ضرورة تطبيق دالة تاكوشي للوصول إلى مستويات عالية الجودة للمنتوجات وتقليل تكاليفها، من خلال تقليل الانحرافات عن القيمة المستهدفة وبالتالي لن تكون هنالك تكاليف يتحملها الزبون والمجتمع.

٣. تدريب العاملين على كيفية معالجة مركزات خلط المواد الأولية لتحضير المنتوج عند حصول أي اختلاف في النسب المحددة.

٤. ضرورة الاهتمام بصيانة المكائن بشكل دوري ومستمر.

٥. الاهتمام بقياس تكاليف الجودة بوصفها مؤشرا لقياس قدرة الشركة على خفض التكاليف وتحسين الجودة والبقاء في عالم الأعمال.

٦. ضرورة استعمال لوحات الضبط الإحصائي لمراقبة عمليات الإنتاج والتعرف على مسببات الانحراف التي قد تحدث لأسباب عشوائية أو غير عشوائية.

٧. التركيز على متوسط دالة خسارة الجودة للتعرف لأنها تأخذ بنظر الاعتبار الانحراف في كثير من الأجزاء بدلا من القطعة الواحدة والعمل على تقليلها.

٨. ضرورة استعمال نسبة الإشارة إلى الضجيج لأنها تساعد الشركة على تشخيص قوة ومتانة منتوجاتها ومعرفة مدى تأثرها للظروف البيئية والخارجية.

المصادر العربية:

أولاً: الكتب

١. بسترفيلد، ديل بسترفيلد، كارول، ومنشا وجلين، ساكري، ماري بسترفيلد، (٢٠٠٤)، إدارة الجودة الشاملة، ترجمة الحمالي، راشد بم محمد، كلية العلوم الإدارية، جامعة ملك سعود.

٢. جوزيف كيلادا، (٢٠٠٤)، تكامل إعادة الهندسة مع إدارة الجودة الشاملة، تعريب سرور علي ابراهيم، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

٣. طايل، مصطفى كمال، (٢٠١٣)، معايير الجودة الشاملة (الإدارة، الإحصاء، الاقتصاد)، الطبعة الأولى، دار اسام للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

٤. العلي، عبد الستار، (٢٠١٠)، تطبيقات في أدارة الجودة الشاملة، دار الميسرة للنشر والتوزيع، عمان الأردن.

٥. اللامي، غسان قاسم، ٢٠٠٨، تقنيات ونظم معاصرة في إدارة العمليات، الطبعة الأولى، دار إثراء للنشر والتوزيع، عمان الأردن.

٦. النجار، صباح مجيد، جواد، مها كامل، (٢٠١٠)، إدارة الجودة مبادئ وتطبيقات، الطبعة الأولى، مطبعة دار السكندرية، بغداد.

٧. نجم، عبود نجم، (٢٠١٠)، إدارة الجودة الشاملة في عصر الانترنت، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان الأردن، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة زيتونة الأردنية، الطبعة الأولى.

ثانياً_ الرسائل والأطاريح:

٨. الشاهين، نداء صالح، (٢٠٠٧) ، تصميم أنموذج متعدد الأهداف لتقييم أهداف نظم السلامة المهنية على وفق المواصفة OHSAS 18001، أطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

ثالثاً_ المؤتمرات والدوريات:

٩. الركابي، مقتدر تايه، الجبوري، مها صباح إبراهيم، (٢٠١٠)، استخدام دالة تاكوشي في ضبط الجودة، دراسة حالة في الشركة العامة للزيوت النباتية، المؤتمر العالمي الغول، الكلية التقنية الإدارية / بغداد.

١٠. سرور، منال جبار، (٢٠١١)، تخفيض تكاليف الفشل باستعمال دالة تاكوشي، مجلة دراسات المحاسبية والمالية، عدد خاص لوقائع المؤتمر العالمي الأولى تحت شعار دورة العلوم المحاسبية والمالية في النهوض بواقع المؤسسات الاقتصادية في العراق.

English References:

First: Book

11. Davis, Mark M., & Hrineke, Janelle, (2005) , Operations Management Integrating Manufacturing and Services, 5th ed., Mc Geaw – Hill, New York .
12. Goetsch, David, L., (2006), Quality Management Introduction to Total Quality Management for production Processing and Services, 5th ed., pearson, prentice, Hall.
13. Heizer, Jay, Render, Barry, (2000), Operations Management, ٦th, ed.,prentice, Hall ,Inc.
14. Heizer, Jay, Render, Barry, (2014), Operations Management, ١١th, ed., prentice, Hall ,Inc .
15. Krajewski, Lee , J., Ritzman, Larry, P., Malhotra, Manoj, K., (2013), Operations Management Processes and Supply Chain, 10th, ed., pearson Education Limited .
16. Summers, Donna, C., (2006), Quality, 4th ed. pearson, prentice, Hall .
17. Swink, M., Steven, A., Cooper, M. B., Janet, L.,2014 , Management Operations Across the supply Chain, ٢th ed. ,Mc Geaw – Hill, New York.
18. Thomas, S., Faster, (2010), Management Quality Integrating the Supply Chain, 4th, ed.,pearson, Education , Inc.

Second, articles and research

19. Antony, Jiju, Daniel Perry, Chengbo Wang, Maneesh Kumar, (2006),"An application of Taguchi method of experimental design for new product design and development process", Assembly Automation, Vol. 26 Iss 1 pp. 18 – 24.
20. Renna, Magdalena, 2012, Supplier Selection for food industry: A combination of Taguchi Loss Function and fuzzy analytical Hierachy process, the Asian Journal of Technology Management, Vol. 5 , No. 1.