استعمال دالة تاكوشي لتخفيض كلف الفشل الخارجي
دراسة حالة في الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود/ مصنع القطنية (مصنع المنتوجات الطبية)

سمير كامل الخطيب محمود طارق محمود
الجامعة التقنية الوسطى/ الكلية التقنية الإدارية/ بغداد/ قسم تقنيات إدارة الجودة الشاملة
mhmwdtarq6@gmail.com

الخلاصة

الاهداف: الهدف من البحث هو تطبيق دالة خسارة الجودة لـ Taguchi في مصنع المنتوجات الطبية العراقية لبيان نسب كلف الفشل الخارجي والخسائر التي يتكبدها المصنع من خلال تحديد ومعالجة الانحرافات في العمليات الإنتاجية ومساعدة المصنع على إنتاج منتوجات تقع ضمن القيمة والجودة المستهدفة وصولاً لتحقيق انخفاض في كلف الفشل الخارجي.

المنهجية: ينطلق البحث من مشكلة وهي ارتفاع كلف الفشل الخارجي في مصنع المنتوجات الطبية وانخفاض مستوى جودة المنتوجات الطبية وعجز المصنع عن المنافسة في السوق، وتوجه الزبائن إلى منتوجات بديلة ومنافسة وذات جودة أعلى وسعر أقل.

المنهج: أُعتمد الباحث منهج دراسة الحالة بوصفه المنهج الملائم للوصول إلى اهداف البحث، وتم اختيار عينة من منتوجات المصنع شملت (منتوج لصقة الظهر الطبية) لتمثل عينة البحث، اما الأساليب الإحصائية المستخدمة فهي (دالة Taguchi ، لوحات ضبط الجودة).

أسلوب التحليل: تم استخدام خرائط الوسط الحسابي وخرائط المدى تمهيداً لتطبيق دالة Taguchi، لتحديد قيمة الخسائر عن منتوج لصقة الظهر الطبية (عينة البحث).

النتائج: خلص البحث إلى جملة من الاستنتاجات كان اهمها ان هناك كلف فشل خارجي وخسائر يتحملها مصنع المنتوجات الطبية نتيجة التفاوت أو الابتعاد عن الجودة المستهدفة ،إذ سجل منتوج لصقة الظهر الطبية سنوياً خسائر كبيرة في المصنع والسبب هو انحراف اداء مؤشر منتوج لصقة الظهر الطبية (عينة الدراسة) عن القيمة والجودة المستهدفة.

الكلمات المفتاحية: دالة خسارة الجودة لـ Taguchi ، الجودة المستهدفة ، كلف الفشل الخارجي.

Using Taguchi Function to Reduce External Failure Costs / A Case Study in General Company for Textiles and Leather Industries/ Cotton Factory (Medical Products Factory)

Sameer Kamil Al-Kateeb Mahmood Tareq Mahmood
Middle Technical University / Technical College of Management / Baghdad / Total Quality Management Techniques

Abstract:

Objectives: The purpose of the reseach is to apply the Taguchi quality loss function in Iraqi medical products factory to show the external failure costs and losses occure at the factory by identifying and addressing varincess in the production processes and helping the factory to produce products within the targeted value and quality to achieve a reduction in the cost of external failure.

Methodology: The research started from the problem of high external failure costs in the factory of medical products, low quality of medical products and inability of the factory to compete in the market, and directing customers to alternative products and competitive quality and higher price is lower.

Approach: The researcher adopted case study methodology as the appropriate method to reach the objectives of the research. A sample of the factory products was selected (The product of medical backpack) to represent the sample of the study, the statistical methods of their work (Taguchi function, quality control panels).

Style of analysis: The arithmetic mean and range maps were used in preparation for the application of the Taguchi function, to determine the value of losses for the medical backpack product (study sample).

Results: The research concluded a number of conclusions, the most important of which is that there are costs of external failure and losses borne by the medical products factory due to the disparity or away from the target quality, as the medical backpack product recorded significant losses annually in the factory and the reason is the deviation of the performance of the medical backpack product index (research sample) About value and quality targeted.

Keywords: Taguchi quality loss function, Target quality, external failure costs.

المقدمة

تعاني بعض المنظمات الصناعية العراقية اليوم من انحرافات في العمليات الإنتاجية (عدم مطابقة المنتوج للمواصفات القياسية و التصميمية)، اي الابتعاد عن القيمة والجودة المستهدفة نتيجةً لوجود مسببات منها {تقادم مكائن الإنتاج وعدم تطبيق الصيانة الدورية لها ، رداءة مواصفات المواد الأولية الداخلة في العمليات الإنتاجية ، قلة وعي وتدريب العاملين بأساليب العمليات الإنتاجية، وعدم وجود حوافز مادية ومعنوية للعاملين، عدم مواكبة الإدارات في المنظمات الصناعية إلى التطورات التكنولوجية الحديثة ، ضعف نشر ثقافة الجودة في المنظمات الصناعية}. إنَّ وجود بعض من هذه المسببات أو جميعها في المنظمات يؤدي الى الانحراف في الإنتاج وعدم مطابقة المنتوج للمواصفات وبالتالي يؤدي إلى وجود تلف في الإنتاج مما ينعكس على تحمل المنظمة الصناعية كلف عدم مطابقة المنتوج للمواصفات (كلف الفشل الخارجي) منها كلف الضمانات اي كلف أعادة المنتوج للمنظمة وكلف فقدان سمعة المنظمة وكلف الشكاوي وفقدان السمعة لدى الزبون وكلف المسؤولية القانونية عن المنتوج وكلف خسارة الحصة السوقية ، لذا وضع البروفيسور الياباني Taguchi دالة خسارة الجودة لبيان الخسارة التي تتحملها المنظمة الصناعية الكلف المترتبة على أطلاق منتوجات معيبة للسوق بسبب انحرافها عن الجودة المستهدفة.

وفي ضوء ما تقدم تكونت هيكلية الدراسة من أربعة فصول وهي كالآتي: الفصل الأول تضمن مبحثين، يعرض المبحث الأول منهجية الدراسة، اما المبحث الثاني فقد تناول بعض الدراسات السابقة، اما الفصل الثاني كُرس للجانب النظري للدراسة و تضمن مبحثين، ركز المبحث الأول على الخلفية النظرية لدالة خسارة الجودة لـ Taguchi، اما المبحث الثاني فقد ركز على مفهوم كلف الفشل الخارجي، فيما تناول الفصل الثالث الجانب التطبيقي للدراسة ، وقد جاء الفصل الرابع في مبحثين، تضمن المبحث الأول الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث، أما المبحث الثاني فقد احتوى على أهم التوصيات والمقترحات التي خرج بها الباحث.

الفصل الأول/ المبحث الأول/ منهجية الدراسة

اولاً: مشكلة البحث Problem of Research

تكمن المشكلة بارتفاع كلف الفشل الخارجي وانخفاض مستوى جودة المنتوجات الطبية وقلة المنافسة في السوق، وفي الوقت نفسه هناك مشكلة اخرى هي انخفاض الارباح نتيجة عدم رضا الزبائن (مذاخر الادوية الطبية، الصيدليات، المستشفيات الاهلية) وقلة ثقتهم بالانتاج والتفات الزبائن إلى منتوجات بديلة ومنافسة وذات جودة أعلى وسعر أقل، كما لوحِظ عدم إلمام قسم السيطرة النوعية بتطبيق أساليب الضبط الإحصائية للجودة و منها دالة خسارة الجودة لـ Taguchi.

وفي ضوء ذلك تم تشخيص مشكلة الدراسة بالتساؤلات الآتية:-

1- ماهي نسب كلف الفشل الخارجي والخسائر الحالية في المنتوجات الطبية؟

2-كيف يمكن ان تحقق دالة خسارة الجودة لـ Taguchi انخفاض في كلف الفشل الخارجي ومعالجة الانحراف في العملية الإنتاجية، وبالتالي تحديد مقدار الخسارة ثم خسارة الزبون وبالتالي خسارة المجتمع؟

ثانياً: أهداف البحث Objectives of Research

أن الهدف الرئيس للدراسة الحالية هو تطبيق دالة خسارة الجودة لـ Taguchi لبيان الخسائر الحالية و تخفيض كلف الفشل الخارجي في الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود/ (مصنع المنتوجات الطبية).

وفي ضوء ذلك يمكن التعبير عن أهداف الدراسة بالنقاط الآتية:-

1- التعرف على نسب كلف الفشل الخارجي والخسائر الحالية في مصنع المنتوجات الطبية.

2- التعرف على الأساليب التي يتبعِها مصنع المنتوجات الطبية لتخفيض كلف الفشل الخارجي وتحسين جودة المنتوجات.

3- معرفة ماهي الدوافع والاسباب التي تمنع قسم السيطرة النوعية في المصنع من تطبيق لوحات الضبط الإحصائية للجودة لغرض تحديد و معالجة الانحرافات في العملية الإنتاجية وإنتاج منتوجات تقع ضمن القيمة و الجودة المستهدفة.

4- تطبيق دالة خسارة الجودة لـ Taguchi في مصنع المنتوجات الطبية لتحديد ومعالجة الانحرافات في العملية الإنتاجية من اجل تخفيض كلف الفشل الخارجي، والمساهمة في تعريف إدارة المصنع بأسس تطبيق دالة Taguchi لتحديد مقدار خسارة المصنع ثم خسارة الزبون وبالتالي خسارة المجتمع.

5- ان الهدف من دالة خسارة الجودة لـ Taguchi بيان الخسارئر التي تتحملها المنظمة الصناعية، اي الكلف المترتبة على أطلاق منتوجات معيبة للسوق بسبب انحرافها عن الجودة المستهدفة.

ثالثاً: أهمية البحث Importance of Research

يمكن التعبير عن أهمية الدراسة بالنقاط الآتية:-

1- مساعدة المصنع على معرفة وتحديد نسب كلف الفشل الخارجي والخسائر الحالية والعمل على تخفيضها باستخدام دالة Taguchi كلما أمكن ذلك.

2- مساعدة المصنع على إنتاج منتوجات تكون ضمن المواصفات التصميمية (مطابقة المنتوج للمواصفات القياسية) وتقليل الانحرافات في العملية الإنتاجية كلما أمكن ذلك.

3- مساعدة المصنع على تخفيض كلف الفشل الخارجي منها (كلف الضمانات والاستبدال وكلف خسارة الحصة السوقية) نتيجة إنتاج منتوج يبتعد أو ينحرف عن القيمة والجودة المستهدفة.

4- مساعدة المصنع على تطبيق دالة خسارة الجودة لـ Taguchi لتحديد مقدار الخسارة التي يتحملها المصنع والتي تعد خسارة للمجتمع.

5- مساعدة المصنع على الاحتفاظ بالزبائن الحاليين واستقطاب زبائن جدد (مذاخر الادوية الطبية، الصيدليات، المستشفيات الاهلية) نتيجة أنتاج منتوجات تقع ضمن القيمة والجودة المستهدفة، وتقليل شكاوى الزبائن كلما أمكن ذلك.

6- نشر الوعي لدى الإدارات والعاملين ومنتسبين المصنع بأهمية نشر ثقافة الجودة وأساليب وأدوات تطبيقها ولاسيما لوحات الضبط الإحصائية للجودة ودالة خسارة الجودة لـ Taguchi.

رابعاً: منهج البحث Approach of Research

أعتمد الباحث في هذه الدراسة على منهج دراسة الحالة (Case Study) للأسباب الآتية:-

1- يهتم منهج دراسة الحالة بإظهار المصنع المبحوث في زمن الحالي.

2- يعد منهج دراسة الحالة منهج دقيق يتسم بشمولية التحليل، ودقة النتائج.

خامساً: مجتمع وعينة الدراسة Community & Study Sample

تم اختيار الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود/ مصنع القطنية – تحديداً مصنع المنتوجات الطبية كمجتمع للدراسة، وخط إنتاج (منتوج لصقة الظهر الطبية) كعينة للدراسة.

سادساً: حدود البحث Borders of Research

1- **الحدود المكانية:** تم اختيار الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود / مصنع القطنية تحديداً (مصنع المنتوجات الطبية) الكائن في بغداد – الكاظمية مكاناً لإجراء الدراسة، وذلك بسبب حصول الباحث على بيانات ومعلومات متكاملة عن البحث.

2- **الحدود الزمانية:** استغرقت الدراسة الميدانية في المصنع المبحوث لمدة من 30 / 12 / 2018 إلى 1 /7 /2019، وذلك بسبب عمل الخطوط الانتاجية في هذه المدة.

سابعاً: أدوات التحليل Analysis tools

أُعتمد الباحث في هذه الدراسة على أساليب التحليل الإحصائي منها (أدوات ولوحات ضبط الإحصائي للجودة، دالة خسارة الجودة لـ **Taguchi** والقانون الإحصائي لتقدير وحساب حجم العينة **n** من مجتمع طبيعي حجمه **N**) وهي كالآتي:-

1- لوحات الضبط الإحصائي للجودة Statistical Quality Control Chart

تستعمل لوحات الضبط الإحصائي للجودة لمراقبة الوسط الحسابي والانحرافات في العملية الإنتاجية ويتم الاستفادة من هذه اللوحات في دراسة المتغيرات المستمرة كالوزن و الحرارة و الطول وغيرها، وهي على نوعين لوحة المدى ولوحة الوسط الحسابي ويستخدمان جنباً إلى جنب لضبط العملية الإنتاجية:- [1][2]

لوحة المدى R-Chart : تستخدم لمراقبة تباين العملية الإنتاجية ، ويحسب المدى بطرح أكبر قيمة في بيانات العينة من أصغر قيمة وعندما تكون القيم خارج حدود الرقابة (الضبط) للوحة المدى فيمكن القول ان العملية خارج حدود الضبط. **ويمكن حساب حدود الضبط العليا والدنيا لهذه اللوحة كما يأتي:-**

الحد الأعلى للضبط	$UCLR = D_4\bar{R}$
الحد الأدنى للضبط	$LCLR = D_3\bar{R}$
الحد المركزي (CL)	$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$

إذ ان:-

$\bar{R}$:- الحد المركزي (CL) لخارطة المدى.

D_4 ، D_3:- ثوابت (قيم جدولية) يمكن استخراجها من جداول إحصائية مُعدة مسبقاً.

i. **لوحة الوسط الحسابي $\bar{\bar{X}}$ - Chart :** تستخدم لقياس الوسط الحسابي للعملية الإنتاجية.

ويمكن حساب حدود الضبط العليا والدنيا لهذه لوحة كما يأتي:-

الحد الأعلى للضبط	$UCL\bar{x} = \bar{\bar{X}} + A_2\,\bar{R}$

الحد الأدنى للضبط	$LCL\bar{x} = \bar{\bar{X}} - A_2\,\bar{R}$

الحد المركزي (CL)	$\bar{\bar{x}} = \frac{\Sigma \bar{x}_i}{n}$

إذ ان:-

$\bar{X}$:- الوسط الحسابي للعينة ويحسب بالقاعدة الآتية :

$$\bar{x} = \frac{\Sigma xi}{n}$$

إذ ان :-

X_i :- تمثل المشاهدات

n :- تمثل عدد العينات

$\bar{\bar{X}}$:- الوسط الحسابي للعينات الحد المركزي (CL)

A_2:- ثابت (قيمة جدولية) يمكن استخراجها من جداول إحصائية مُعدة مسبقاً.

2- دالة خسارة الجودة (QLF) Quality loss function

طور العالم Taguchi أكثر من (68) دالة خسارة وجرى تقريب الكثير من الحالات بواسطة الدالة التربيعية من (الدرجة الثانية) ولغرض حساب دالة خسارة الجودة لـ Taguchi عن طريق استخدام المعادلة الآتية:- [3][4]

❖ **دالة خسارة الجودة (الأصغر – الأفضل)**

تستعمل دالة خسارة الجودة (الأصغر – الأفضل) للحالات التي يكون فيها قيمة الهدف المطلوب (القيمة المستهدفة) تساوي صفر، إذ عند تطبيق هذه الدالة يتم تخفيض خسائر الجودة ، إذ تصبح قيمة الخسائر تساوي صفر ، وهي دالة تقليل الخسائر ونسب الفشل في الإنتاج إلى صفر والدالة الرياضية كما يأتي:

دالة خسارة الجودة في حالة تقليل خسائر الجودة وعند قيمة مستهدفة تساوي صفر

$$\mathbf{L(y) = K\,(\bar{\bar{X}} - m)^2}$$

وجرى استعمال دالة خسارة الجودة (الأصغر – الأفضل) في الجانب العملي نظراً لان المطلوب تقليل خسائر الجودة (تخفيض كلف الفشل الخارجي).

إذ إن:-

L(y):- الخسائر التي يتحملها المجتمع من المنتوج بعد تسليمه للزبون.

K: - معامل خسارة الجودة (كلفة تجنب الانحراف) وهو ثابت التناسب ويمكن استخراج القيمة بالمعادلة الآتية:

$$K = \frac{C}{d^2}$$

إذ ان :-

C: - الكلفة (الخسارة المرتبطة بالوحدة الواحدة).

d^2:- حدود المواصفة العليا والدنيا.

S^2: - مربع الانحراف المعياري، ويمكن استخراج القيمة بالمعادلة الآتية: $S = \frac{\bar{R}}{d_2}$

إذ ان :-

S: الانحراف المعياري.

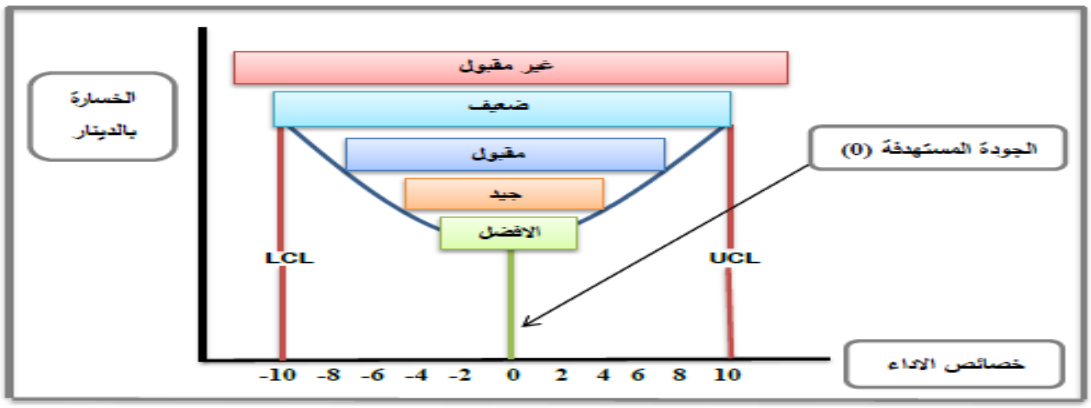
$\bar{R}$:- المدى.

d_2:- قيمة ثابته (قيمة جدولية) يمكن استخراجها من جداول إحصائية مُعدة مسبقاً.

m:- القيمة المستهدفة للخاصية (الجودة المستهدفة).

$\bar{\bar{X}}$:- معدل متوسطات القيم الفعلية لخصائص الوظيفية للمنتوج.

يوضح الشكل (1) دالة خسارة الجودة لـ Taguchi والجودة المستهدفة التي تم تطبيقها على المؤشرات الخاصة بالجانب العملي للدراسة.



شكل (1) دالة خسارة الجودة لـ Taguchi الخاصة بالجانب العملي للدراسة

3- القانون الإحصائي لتقدير و حساب حجم العينة (n) من مجتمع طبيعي حجمه (N) [5][6]

يعتمد مصنع المنتوجات الطبية اثناء فحص منتوجاته على أسلوب المعاينة العشوائية البسيطة، وقد تم اعتماد نسبة مُحددة من قبل الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية لسحب العينة وهي**(%10)** من مجموع الإنتاج الكلي، على سبيل المثال اذ كان الإنتاج الكلي **(N=1000)** فأن العينة تكون **(n=100)**، إذ يعتمد مصنع المنتوجات الطبية اثناء الفحص على أسلوب سحب العينة دون إعادتها كمنتوج نهائي والسبب هو هناك مواد تضاف إلى العينة عند الفحص في مختبر السيطرة النوعية لذا يتم إعادة العينات المسحوبة والتي تم إكمال فحصها إلى المرحلة أو العملية الاولى من الإنتاج.

... وفي ضوء ذلك أُعتمد الباحث ومن خلال استشارة الإحصائيين على القانون الإحصائي الآتي لحساب حجم العينة **(n)** في حال سحب العينة وفحصها دون إرجاعها (السحب بدون إعادة):

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot s^2}{N \cdot d^2 + Z^2 \cdot S^2}$$ [7][8]

إذ إن:-

N : تمثل المجتمع، Z: تمثل مستوى الثقة و تساوي (1.96). S : تمثل التباين.

d: تمثل الفرق بين متوسط العينة والمجتمع.

الفصل الأول/ المبحث الثاني/ بعض الدراسات السابقة

أولاً: الدراسات العربية والأجنبية التي تختص بدالة خسارة الجودة لـ Taguchi

A-دراسة Li [9]

عنوان الدراسة Quality Loss Functions for the Measurement of Service Quality

{دالة خسارة الجودة لقياس جودة الخدمة}

مشكلة الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تطبيق دالة خسارة الجودة لـ Taguchi (QLF) في أحدى مطاعم ماكدونالدز (McDonald's) و مطاعم كنتاكي فرايد تشيكن (Kentucky Fried Chicken) لقياس جودة الخدمة وتلبية أحتياجات الزبائن عن طريق ثلاثة محاور لدراسة (وقت الانتظار ، طعم ونكهة الوجبات المقدمة ، سعر الطعام).

موقع إجراء الدراسة

مطاعم ماكدونالزز (McDonald's) و مطاعم كنتاكي فرايد تشيكن (Kentucky Fried Chicken)

أسلوب التحليل: دراسة حالة.

أدوات التحليل

1- دالة خسارة الجودة لـ Taguchi (QLF) . {Quality Loss Function}

2- نموذج كانوا (Kano model).

أبرز النتائج

1- بعد تطبيق دالة خسارة الجودة (QLF) ونموذج كانوا (Kano model) لقياس جودة الخدمة وجد أن الزبائن يشكون من (فترات الانتظار) في مطعم ماكدونالدز (McDonald's).

2- بعد تطبيق دالة خسارة الجودة (QLF) ونموذج كانوا (Kano model) لقياس جودة الخدمة وجد أن الزبائن يشكون من (فترات الانتظار وارتفاع أسعار الطعام) في احد مطاعم كنتاكي فرايد تشيكن (Kentucky Fried Chicken).

مدى الإستفادة

الإسترشاد ببعض المصادر والبحوث التي لم يتسنَ للباحث معرفتها والاطلاع عليها من قبل.

أوجه الإختلاف

دراسة الباحث

أدوات التحليل هي:

- ✓ لوحات الضبط الإحصائي للجودة.
- ✓ دالة خسارة الجودة لـ Taguchi.

دراسة Li

أدوات التحليل هي:

- ✓ نموذج كانوا (Kano model).
- ✓ دالة خسارة الجودة لـ Taguchi.

B-دراسة جاسم [10]

عنوان الدراسة

{ علاقة تكاليف الجودة بطريقة تاكوشي واثرهما في تخفيض التكاليف}

مشكلة الدراسة

1 – تتلخص مشكلة الدراسة أن تحقيق رضا الزبائن بالحصول على منتوجات عالية الجود قليلة الكلفة هي المشكلة التي يحاول البحث إيجاد الحل الأمثل لها.

2- دراسة العلاقة بين تكاليف الجودة وطريقة Taguchiودورهما في تخفيض التكاليف وزيادة جودة المنتوجات في الوقت نفسه.

أسلوب التحليل: دراسة نظرية.

أدوات التحليل: دالة خسارة الجودة لـ Taguchi (QLF) {Quality Loss Function}.

أبرز النتائج

1- تشير النتائج أن فلسفة Taguchi تركز على بناء الجودة في المراحل الأولى من التصميم وذلك بهدف إنتاج منتوجات عالية الجودة بأقل كلفة ممكنة.

2- تشير النتائج أن فلسفة Taguchi تركز على القيمة المستهدفة (Target Value) لان الجودة تكون هي الأفضل عندما تكون المنتوجات مطابقة لمواصفاتها المطلوبة من قبل الزبائن.

مدى الإستفادة

التعرف على المصادر التي تخص موضوع الدراسة الحالية.

أوجه الإختلاف

دراسة الباحث

1- دراسة تطبيقية.

2- طبُقت الدراسة في منظمة صناعية.

دراسة جاسم

1- دراسة نظرية.

2- لم تُطبق الدراسة في موقع عمل.

ثانياً: الدراسات العربية والأجنبية التي تختص بكلف الفشل الخارجي

A-دراسة [11]

عنوان الدراسة

{ طرائق تحسين جودة المنتوج الصناعي وأثرها في تخفيض تكاليف الفشل}

مشكلة الدراسة

أن مشكلة البحث تدور حول العلاقة بين تحسين الجودة وتخفيض كلف الفشل وهذا ما قادنا إلى طرح التساؤلات الأتية:-

- ❖ ماهي العلاقة بين تحسين الجودة و الكلفة.

إن هذه العلاقة لا تبدو مباشرة، مما يقودنا إلى طرح الأسئلة الفرعية التالية:-

1- هل يمكن تقييم تكاليف الفشل وبالتالي الوقوف على مستوى الجودة بالمنظمة؟

2- كيف يتم تحسين الجودة؟

3- كيف يؤثر تحسين الجودة في تخفيض تكاليف الفشل، وبالتالي في تخفيض الكلفة الكلية؟

موقع إجراء الدراسة

الشركة الوطنية للعصائر – الجزائر.

أسلوب التحليل: دراسة حالة.

أدوات التحليل

1- مخطط باريتو. 2- مخطط السبب – الأثر. 3 – المدرجات التكرارية.

4- مُنحنيات التشتت أو الارتباط.

أبرز النتائج

1- تشير النتائج لابد من الوقوف على المستوى الحقيقي للجودة عن طريق تقييم تكاليف الفشل كل سنة والعمل على تخفيضها قدر الإمكان، وبالتالي معرفة نقاط القوة لاستغلالها ونقاط الضعف لتحويلها إلى فرص للتحسين.

2- تبرز أهمية تبني ثقافة التحسين المستمر للجودة في المنظمات الجزائرية وتحقيق وفورات في التكاليف، عن طريق الاهتمام بتكاليف عدم المطابقة (تكاليف الفشل) وتخفيضها كلما أمكن ذلك مما يضمن لها القدرة على المنافسة بالجودة والسعر والتكيف مع الظروف المحيطة بها.

مدى الإستفادة

إغناء الجانب النظري لغرض الإستفادة من محتويات هذه الدراسة.

أوجه الإختلاف

دراسة الباحث

أدوات التحليل هي: دالة خسارة الجودة ولوحات ضبط الإحصائي للجودة.

دراسة كريمة

أدوات التحليل هي: مخطط باريتو و مخطط السبب-الأثر و المدرجات التكرارية.

B- دراسة [12]

عنوان الدراسة

{Single Mathematical Model Considering the Cost of poor quality for green pharmaceutical supply chain management}

{ أقتراح نموذج رياضي واحد مع مراعاة كلفة الجودة الرديئة لإدارة سلسلة التوريد الدوائية الخضراء}.

مشكلة الدراسة

تقترح هذه الدراسة نموذجاً رياضياً واحداً في شبكة سلسلة التوريد الخضراء التي تتكون من الموردين والمصنعين ومراكز التوزيع للمنتوجات الدوائية، الأهداف الرئيسة هي: تقليل (كلف الفشل) وكذلك تقليل تكاليف التشغيل مع الأخذ بنظر الاعتبار كلفة شراء المواد الإجمالية ، وتكاليف الإنتاج (بما في ذلك كلفة الجودة الرديئة) ، وكلفة نقل المواد ، والكلفة الاجتماعية لانبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكاربون.

موقع إجراء الدراسة

قسم الهندسة الصناعية ، كلية الهندسة ، جامعة خرازمي ، طهران - قسم الهندسة الحيوية الطبية ، جامعة ولاية أريزونا ، الولايات المتحدة الأمريكية.

أسلوب التحليل: دراسة تطبيقية.

أدوات التحليل

تطبيق برنامج (LINGO 16.0) الجاهز على الحاسوب لإستخراج النتائج.

أبرز النتائج

توضح نتائج الدراسة زيادة في معدل كلف الفشل الخارجي (الكلفة الاجمالية لانبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكاربون) ، فإن كمية انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكاربون ستنخفض.

مدى الإستفادة

الإطلاع على بعض المصادر الالكترونية { شبكة المعلومات الدولية الأنترنت}.

أوجه الإختلاف

دراسة الباحث

أدوات التحليل هي: لوحات الضبط الإحصائي للجودة.

دالة خسارة الجودة لـ Taguchi.

3- طُبقت الدراسة في الجانب الصناعي.

دراسة Moslemi

أدوات التحليل هي:

تطبيق برنامج (LINGO 16.0) الجاهز على الحاسوب لإستخراج النتائج.

3- طُبقت الدراسة في الجانب الخدمي.

الفصل الثاني/ المبحث الأول/ دالة خسارة الجودة لـ Taguchi

اولاً: دالة خسارة الجودة لـ Taguchi [Quality Loss Function For Taguchi]

1- مفهوم دالة خسارة الجودة [Quality Concept Loss Function]

أن معظم مشاكل الجودة هي نتيجة إنتاج منتوجات غير مطابقة للمواصفات التصميمية أي ابتعاد أو انحراف المنتوج عن القيمة والجودة الموجهة نحو الهدف {Target-Quality}،[13] لذلك وضع العالم والبروفيسور الياباني {Taguchi} دالة خسارة الجودة {Quality loss function} لبيان الخسارة التي

تتحملها المنظمة الصناعية عن الكلف المترتبة على أطلاق منتوجات معيبة للسوق بسبب انحرافها عن القيمة المستهدفة {Target-Value}، وتزداد تلك الخسائر كلما كان الأداء الفعلي للمنتوج بعيداً عن القيمة والجودة المستهدفة، وإن أي انحراف عنها يعد خسارة بالنسبة للمنظمة والزبون والمجتمع،[14] وردت تعريفات مختلفة لدالة خسارة الجودة لـ Taguchi، ويوضح الجدول (1) أبرز التعاريف التي تعبر عن آراء الكتاب والباحثين المهتمين بدالة خسارة الجودة:

جدول (1) أهم تعريفات دالة خسارة الجودة لـ Taguchi

المصدر	التعريـف
15	وظيفة لقياس الانحراف في الأداء الوظيفي للمنتوجات عن قيمتها المستهدفة إذ تشمل هذه الخسارة التكاليف المرتبطة بعدم رضا الزبون (بسبب فقدان سمعة الشركة) والتكاليف المرتبطة بعدم تلبية متطلبات الزبائن لخدمة معينة.
16	أداة رياضية لمعرفة الخسارة المنقولة إلى المجتمع من وقت شحن المنتوج إلى الزبون، ومن بين هذه الخسائر هي (عدم رضا الزبائن ، تكاليف الضمان ، فقدان السمعة ، وفقدان الحصة السوقية).
17	نظام الجودة الهندسي المرتبط بالكلفة ويركز على التطبيق الفاعل لاستراتيجيات هندسية ، فضلاً عن استعمال أساليب إحصائية متقدمة في المراحل الأولى من التصميم، وكذلك أثناء مراحل الإنتاج المختلفة.
18	دالة رياضية لقياس خسارة الجودة إذ كلما ازدادت الاختلافات عن القيمة المستهدفة ترتفع التكاليف المرتبطة بالجودة.
19	نموذج رياضي يربط خسارة الجودة بقيمة الكلفة الناتجة من الانحراف عن المواصفات المستهدفة.
20	دالة حسابية لبيان الخسارة المنقولة إلى المجتمع من الوقت الذي يتم فيه شحن المنتوج إلى زبون، وهي أحد الجوانب الهامة لجودة المنتوج أو الخدمة لبيان الخسارة الإجمالية للمجتمع.
21	طرائق نموذجية في إدارة الجودة تهدف إلى تقليل التكاليف وتحسين الجودة تجنباً للعواقب الاقتصادية للإ نحرافات عن القيمة المستهدفة.
4	مقياس قوي لعرض الخسارة الناتجة عن الانحراف عن القيمة المستهدفة وصولاً لتحقيق المعيب الصفري (Zero defect) في الإنتاج.
5	وظيفة رياضية لتحديد الخسارة وتقليل جميع تكاليف الجودة الرديئة.
22	صيغة رياضية لمعرفة الخسارة الاجتماعية نتيجة الانحراف عن القيمة المستهدفة إذ تشمل وظيفة فقدان الجودة (المجتمع، الشركة المصنعة، الزبائن، البيئة، وجميع الآخرين الذين يتصلون بشكل مباشر أو غير مباشر بالمنتوج).
23	دالة رياضية شائعة لمعرفة خسارة الجودة، أذ لا توجد خسارة إذا كانت قيمة الأداء القياسي تساوي القيمة المستهدفة، بمعنى آخر لا يمكن قبول المنتوج إلا في حالة خصائصه ضمن حدود المواصفات المحددة مسبقًا.

وفي ضوء ذلك يُعرف الباحثان دالة خسارة الجودة لـ Taguchi بأنها { دالة رياضية لبيان الخسائر التي تتحملها المنظمة سواء كان المنتوج سلعة أو خدمة نتيجة ابتعاد أداء المنتوج الفعلي عن القيمة الموجه نحو الهدف (الجودة المستهدفة) وصولاً لتحقيق أقل الخسائر(خسارة الشركة المصنعة، خسارة الزبون المشتري، خسارة بيئية)، اي بالنتيجة خسارة يتحملها المجتمع}.

2-المفاهيم الأساسية لدالة خسارة الجودة [Basic Concepts of Quality Loss Fnction]

وضع العالم الياباني **{Taguchi}** ثلاث مفاهيم أساسية لدالة خسارة الجودة وهي كالآتي:[24]

a. **المفهوم الاول:-** تكبد خسائر اقتصادية واجتماعية نتيجة شراء منتوج غير مطابق {انحراف المنتوج عن القيمة و الجودة المستهدفة}.

b. **المفهوم الثاني:-** يتم تعريف أي خسارة في الجودة على أنها انحراف عن الهدف {وليس الفشل في التوافق مع المواصفات}.

c. **المفهوم الثالث:-** الجودة العالية لا يمكن تحقيقها اقتصاديًا إلا من خلال تصميمها منذ البداية {وليس عن طريق الفحص والاختبار في النهاية}.

... وفي ضوء ذلك.. يرى الباحثان أن جودة المنتوج لا يجب أن تقاس بمستوى قبول المنتوج، وانما بدرجة انحرافه عن القيمة والجودة المستهدفة للمواصفات (Target Value).

3- تطبيقات دالة خسارة الجودة [Applications of Quality Loss Function]

قدم **{Genichi Taguchi}** تطبيقات لدالة خسارة الجودة معبراً عنها بـ السياسات الأربعة للجودة وهي كالآتي:[25]

a. **السياسة (1):** أن يتم عمل أي شيء للتحكم في الاختلافات أو منعها، إذ أن الخسارة تكون كبيرة بسبب تسليم وحدات غير مطابقة إلى الزبائن.

b. **السياسة (2):** أن يُطبق التفتيش بنسبة **(100%)** بشكل أساسي وذلك لإعادة صياغة أو إلغاء الوحدات غير المطابقة.

c. **السياسة (3):** الوقاية بواسطة تقنيات مراقبة العمليات الإحصائية، استخدام مخططات التحكم التي تستخدم لاكتشاف في ما إذا كانت العملية تحت السيطرة أم لا.

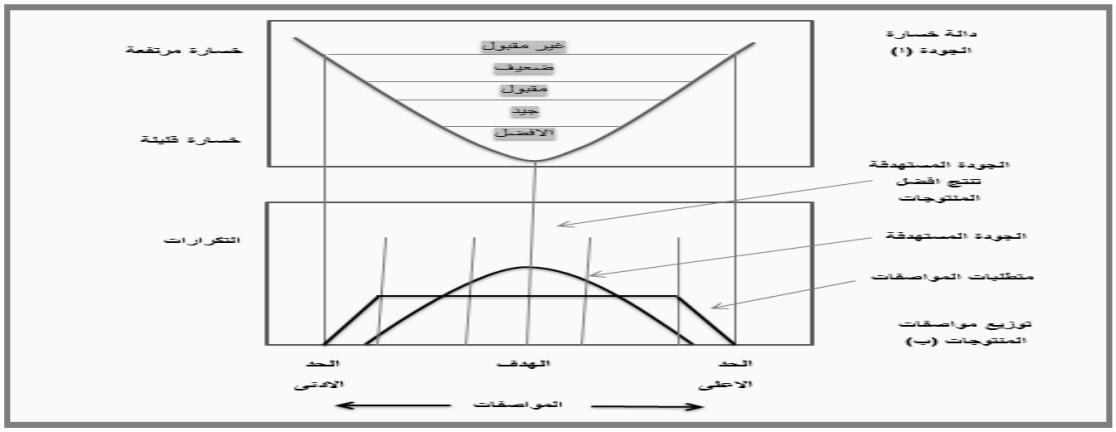
d. **السياسة (4):** المزج بين السياسة **(2)** والسياسة **(3)** ، فإن هذه السياسة تؤدي إلى تخفيض كلف الفشل وتحسين الجودة. عند تطبيق دالة خسارة الجودة ينبغي على المنظمة الصناعية أن تحدد البعد الحرج للمنتوج على سبيل المثال (الوزن) فإذا حددت القيمة المستهدفة للوزن بـ **(20)** كغم، فإن أي انحراف عن الوزن المحدد يمثل خسارة للمجتمع والمنظمة الصناعية.[26]

تعتمد دالة **{Taguchi}** على منحنى التوزيع الطبيعي الذي على أساسه يجري تقسيم المنحنيات الخاضعة لفحص الجودة إلى (5) مستويات {غير مقبول، ضعيف، مقبول، جيد، ألافضل} إذ يتم بموجبها تصنيف وتبويب المنتوجات أو الخدمات بالنسبة للزبون من خلال الجودة ، ويلاحظ في الشكل **(2- أ)** أن المستوى الأفضل يقع في قمة المنحنى بينما المستوى غير المقبول يقع في الطرف الأيمن والأيسر كما أن الشكل يُقسم إلى جزئين الأول يوضح تدرج مستويات خسارة الجودة ، والثاني يوضح توزيع خصائص أو مواصفات المنتوجات مما يساعد في السيطرة على جودة المنتوج والخدمة واستبعاد الرديء منها.[5]

ويؤكد **{Taguchi}** أن زيادة تكاليف الفشل غير المرغوب فيها في المنظمات الصناعية هو نتيجة انحراف خصائص الجودة عن القيمة والجودة المستهدفة. [26]

أن قيمة دالة خسارة الجودة **(QLF)** تساوي (صفراً) عندما تكون خصائص جودة المنتوج أو الخدمة بالضبط على القيمة المستهدفة **{Target Value}** ، وأن قيمة دالة خسارة الجودة ترتفع أضعافاً مضاعفة كلما كانت خصائص الجودة أقرب إلى حدود المواصفات، أن الأساس المنطقي هو أن الخدمة أو المنتوج الذي لا يتوافق مع المواصفات هو أشبه بالخدمة المعيبة أو منتوج مجرد عن الكمال، ويقترح **{Taguchi}** أن على المديرين أن يبحثوا باستمرار عن السبل لتخفيض كل التقلبات في عملية الإنتاج وجعلها أقرب إلى القيمة والجودة المستهدفة ، وأن لا يكون المحتوى فقط ضمن الحدود المقبولة.[27]

ويوضح الشكل (2) دالة خسارة الجودة والجودة الموجه نحو الهدف (الجودة المستهدفة).



شكل (2) دالة خسارة الجودة والجودة المستهدفة [5]

الفصل الثاني/ المبحث الثاني/ كلف الفشل الخارجي

اولاً: كلف الفشل الخارجي [External Failure Costs]

الكلف التي تتحملها المنظمات من عدم مطابقة المنتوج أو الخدمة للمواصفات بعد شحنهُ إلى الزبائن، ويمكن أن تكون كلف و أنشطة الفشل الخارجي هي الأكثر كلفة بسبب تأثيرها على سمعة المنظمة.[28]

ثانياً: عناصر كلف الفشل الخارجي [Elements of External Failure Costs]

وردت عناصر مختلفة لكلف الفشل الخارجي الخاصة بالمنتوج أو الخدمة ، ويوضح الجدول (2) عناصر كلف الفشل الخارجي حسب آراء الكتاب والباحثين:

المصدر	عناصر كلف الفشل الخارجي
29	1- كلف الشكاوي. 2 - كلف الضمانات. 3- كلف المسؤولية القانونية عن المنتوجات ذات الجودة الرديئة.
30	1كلف إعادة المنتوج الرديء للمنظمة. 2-كلف الاستبدال في فترة الضمان. 3- كلف التأخير في التسليم.
31	1-كلف نقل وإعادة المنتوج السيء إلى المنظمة. 2-كلف التخفيضات على أسعار المنتوجات ذات الجودة الرديئة.
26	1-كلف دعم الزبائن. 2-كلف إصلاح وصيانة المواد المعادة. 3-كلف هندسة العملية والتصنيع المتعلقة بالفشل الخارجي.
32	1- كلف خدمات ما بعد البيع. 2- كلف الخدمات الميدانية وتوصيل المنتوجات البديلة إلى الزبائن. 3- كلف الالتزامات عن الشكاوى القانونية للزبائن.
33	1-كلف الاسترجاع. 2-كلف سحب المنتوج من السوق. 3- كلف فقدان سمعة المنظمة. 4-كلف خسارة الحصة السوقية.

الفصل الثالث/ الجانب التطبيقي/ تحليل نتائج الفحوصات وتطبيق دالة Taguchi

من أجل تطبيق دالة **{Taguchi}** فقد وقع الاختيار على منتوج لصقة الظهر الطبية (لصقة الاسد) من أصل المجتمع الكلي الذي يضم المنتوجات وذلك بسبب مدة المعايشة الميدانية التي قضاها الباحث في المصنع، إذ تمكن الباحثان من الحصول على البيانات المتعلقة بالمواصفات التصميمية والفحوصات والكلف من قسم السيطرة النوعية وقسم المتابعة والتخطيط وقسم حسابات الكلف الخاصة بخط إنتاج لصقة الظهر الطبية.

<u>خط إنتاج لصقة الظهر (لصقة الاسد)</u>

يتم إنتاج لصقة الظهر الطبية على وفق مواصفات قياسية خاضعة للجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية من قبل وزارة الصناعة والمعادن العراقية، ويوضح الجدول (3) المواصفة التصميمية لمكونات منتوج البلاستر الطبي وحدود السماح والكلفة:

جدول (3) المواصفة لمكونات منتوج لصقة الظهر وحدود السماح والكلفة

ت	المؤشر	المواصفات التصميمية				الكلفة بالدينار لكل لصقة طبية واحدة
		الحد الأعلى	الحد الأدنى	الجودة المستهدفة	المواصفة القياسية	
1	قوة لصقة الظهر (نيوتن/سم)	3	1	2	2 ±1	75 دينار
2	وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة (غم/م^2)	135	115	125	125 ±10	35 دينار

ولتطبيق دالة خسارة الجودة لـ **{Taguchi}** وتخفيض كلف الفشل في الإنتاج، سُحبت **(78)** عينة من منتوج البلاستر الطبي من أصل **(600)** باستخدام القانون الإحصائي لتحديد حجم العينة **(n)** وهي تمثل **(13%)** وذلك بسبب اعتماد نسبة محددة من قبل الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية لسحب العينة وهي **(10%)** من مجموع الإنتاج الكلي.

$$n = \frac{N.z^2.s^2}{N.d^2+Z^2.S^2} = \frac{(600).(1.96)^2.(2.4)^2}{(600).(0.5)^2+(1.96)^2.(2.4)^2} \cong 78$$

إذ إن: {N : تمثل المجتمع ، Z: تمثل مستوى الثقة و تساوي (1.96) ، S: تمثل التباين ، d: تمثل الفرق بين متوسط العينة والمجتمع}.

وتتكون كل عينة من**(4)** مشاهدات **(x1,x2,x3,x4)**، إذ جرى حساب الوسط الحسابي والمدى و الانحراف المعياري وذلك لغرض رسم لوحتي الوسط الحسابي والمدى لمعرفة هل ان العملية منضبطة إحصائياً أم لا باستخدام البرنامج الإحصائي الأمريكي مني تاب **(Minitab 2018).**

التحليل الأول: تحليل نتائج مؤشر قوة لصقة الظهر الطبية (لشهر_ مايو/ أيار/ 2019)

جدول(4) بيانات مؤشر قوة لصقة الظهر الطبية (شهر أيار/2019)

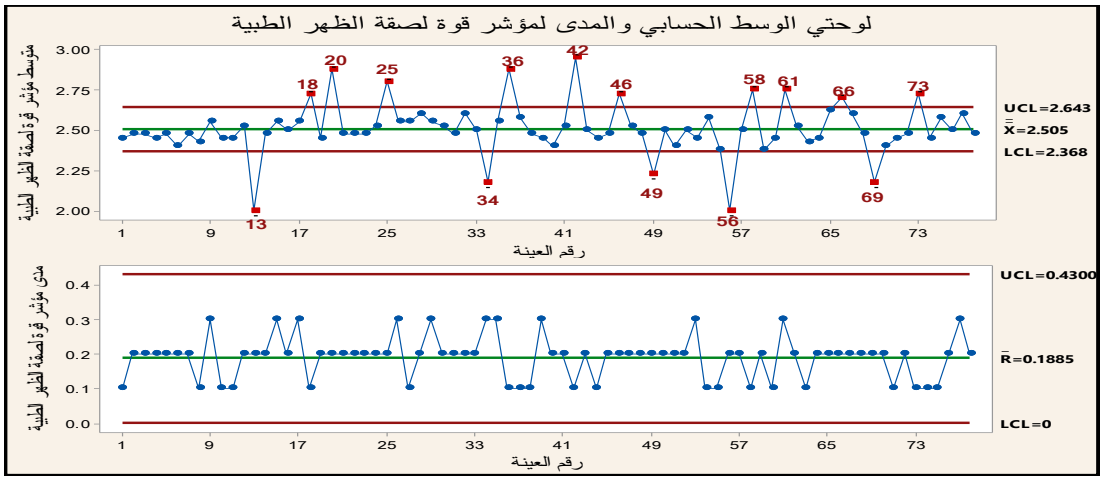
رقم العينة	X1	X2	X3	X4	المتوسط $\bar{X}$	المدى R	رقم العينة	X1	X2	X3	X4	المتوسط $\bar{X}$	المدى R
1	2.5	2.4	2.5	2.4	2.450	0.1	**40**	2.4	2.4	2.3	2.5	2.400	0.2
2	2.4	2.6	2.5	2.4	2.475	0.2	**41**	2.6	2.5	2.6	2.4	2.525	0.2
3	2.4	2.4	2.6	2.5	2.475	0.2	**42**	3.0	3.0	2.9	2.9	2.950	0.1
4	2.6	2.4	2.4	2.4	2.450	0.2	**43**	2.5	2.5	2.6	2.4	2.500	0.2
5	2.6	2.4	2.5	2.4	2.475	0.2	**44**	2.5	2.4	2.5	2.4	2.450	0.1
6	2.4	2.5	2.3	2.4	2.400	0.2	**45**	2.4	2.4	2.6	2.5	2.475	0.2
7	2.4	2.6	2.4	2.5	2.475	0.2	**46**	2.8	2.8	2.6	2.7	2.725	0.2
8	2.5	2.4	2.4	2.4	2.425	0.1	**47**	2.4	2.5	2.6	2.6	2.525	0.2
9	2.4	2.7	2.5	2.6	2.550	0.3	**48**	2.6	2.4	2.5	2.4	2.475	0.2
10	2.5	2.5	2.4	2.4	2.450	0.1	**49**	2.2	2.1	2.3	2.3	2.225	0.2
11	2.4	2.4	2.5	2.5	2.450	0.1	**50**	2.4	2.5	2.5	2.6	2.500	0.2
12	2.6	2.5	2.4	2.6	2.525	0.2	**51**	2.5	2.4	2.3	2.4	2.400	0.2
13	2.1	2.0	1.9	2.0	2.000	0.2	**52**	2.6	2.4	2.5	2.5	2.500	0.2
14	2.5	2.6	2.4	2.4	2.475	0.2	**53**	2.3	2.4	2.6	2.5	2.450	0.3
15	2.4	2.7	2.5	2.6	2.550	0.3	**54**	2.5	2.6	2.6	2.6	2.575	0.1
16	2.4	2.5	2.6	2.5	2.500	0.2	**55**	2.4	2.4	2.3	2.4	2.375	0.1
17	2.7	2.5	2.6	2.4	2.550	0.3	**56**	2.1	2.0	2.0	1.9	2.000	0.2
18	2.7	2.7	2.8	2.7	2.725	0.1	**57**	2.5	2.4	2.6	2.5	2.500	0.2
19	2.6	2.4	2.4	2.4	2.450	0.2	**58**	2.8	2.7	2.8	2.7	2.750	0.1
20	3.0	2.8	2.9	2.8	2.875	0.2	**59**	2.5	2.4	2.3	2.3	2.375	0.2
21	2.5	2.6	2.4	2.4	2.475	0.2	**60**	2.4	2.4	2.5	2.5	2.450	0.1
22	2.4	2.4	2.6	2.5	2.475	0.2	**61**	2.9	2.8	2.6	2.7	2.750	0.3
23	2.5	2.4	2.4	2.6	2.475	0.2	**62**	2.6	2.6	2.5	2.4	2.525	0.2
24	2.6	2.4	2.6	2.5	2.525	0.2	**63**	2.4	2.4	2.4	2.5	2.425	0.1
25	2.7	2.9	2.8	2.8	2.800	0.2	**64**	2.5	2.5	2.3	2.5	2.450	0.2
26	2.6	2.5	2.7	2.4	2.550	0.3	**65**	2.5	2.6	2.7	2.7	2.625	0.2
27	2.5	2.5	2.6	2.6	2.550	0.1	**66**	2.6	2.7	2.7	2.8	2.700	0.2
28	2.6	2.6	2.7	2.5	2.600	0.2	**67**	2.7	2.6	2.5	2.6	2.600	0.2
29	2.4	2.6	2.7	2.5	2.550	0.3	**68**	2.5	2.4	2.4	2.6	2.475	0.2
30	2.5	2.4	2.6	2.6	2.525	0.2	**69**	2.1	2.1	2.2	2.3	2.175	0.2
31	2.4	2.6	2.5	2.4	2.475	0.2	**70**	2.3	2.4	2.4	2.5	2.400	0.2
32	2.5	2.6	2.7	2.6	2.600	0.2	**71**	2.4	2.5	2.4	2.4	2.450	0.1
33	2.6	2.4	2.5	2.5	2.500	0.2	**72**	2.4	2.4	2.6	2.5	2.475	0.2
34	2.2	2.2	2.0	2.3	2.175	0.3	**73**	2.7	2.8	2.7	2.7	2.725	0.1
35	2.4	2.7	2.5	2.6	2.550	0.3	**74**	2.4	2.5	2.4	2.5	2.450	0.1
36	2.8	2.9	2.9	2.9	2.875	0.1	**75**	2.5	2.6	2.6	2.6	2.575	0.1
37	2.6	2.5	2.6	2.6	2.575	0.1	**76**	2.5	2.5	2.6	2.4	2.500	0.2
38	2.5	2.5	2.4	2.5	2.475	0.1	**77**	2.6	2.4	2.7	2.7	2.600	0.3
39	2.5	2.3	2.4	2.6	2.450	0.3	**78**	2.4	2.5	2.6	2.4	2.475	0.2
المجموع الكلي					$\sum \bar{x}_i$=195.425	$\sum$ R=14.7							

ويوضح الجدول (5) كيفية تطبيق البيانات أعلاه باستخدام معادلات وحدود الضبط للمتوسط والمدى

جدول (5) حدود الضبط الإحصائية لبيانات مؤشر (قوة لصقة الظهر الطبية) باستخدام ($\bar{\bar{x}}$.$\bar{R}$)

رقم المعادلة	المعادلة وحدود الضبط الإحصائية	تطبيق المعادلة	الناتج النهائي
(1)	$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$	$\bar{R} = \frac{14.7}{78} = 0.1885$	$\bar{R} = 0.1885$
(2)	$UCLR = D_4\bar{R}$	UCL_R=(2.282)× (0.1885) =0.4300	UCL_R=0.4300
(3)	$LCLR = D_3\bar{R}$	LCL_R=(0)×(0.1885) =0	LCL_R=0
(4)	$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}$	$\bar{\bar{x}} = \frac{195.425}{78} = 2.505$	$\bar{\bar{x}} = 2.505$
(5)	$UCL\bar{x} = \bar{\bar{X}} + A_2\,\bar{R}$	$UCL\bar{x}$=2.505) ×(0.1885)=2.643 +(0.729	$UCL\bar{x}$=2.643
(6)	$LCL\bar{x} = \bar{\bar{X}} - A_2\,\bar{R}$	$LCL\bar{x}$=2.505 -) ×(0.1885)=2.368 (0.729	$LCL\bar{x}$=2.368
علماً بأن (A_2)=0.729 ,(D_4)=2.282, (D_3)=0, ثوابت مُستخرجة من جداول إحصائية مُعدة مسبقاً.			

وعلى ضوء البيانات والمعلومات الواردة أعلاه يمكن رسم لوحتي الوسط الحسابي والمدى بالشكل (3)



شكل (3) لوحتي الوسط الحسابي والمدى لمؤشر قوة لصقة الظهر الطبية

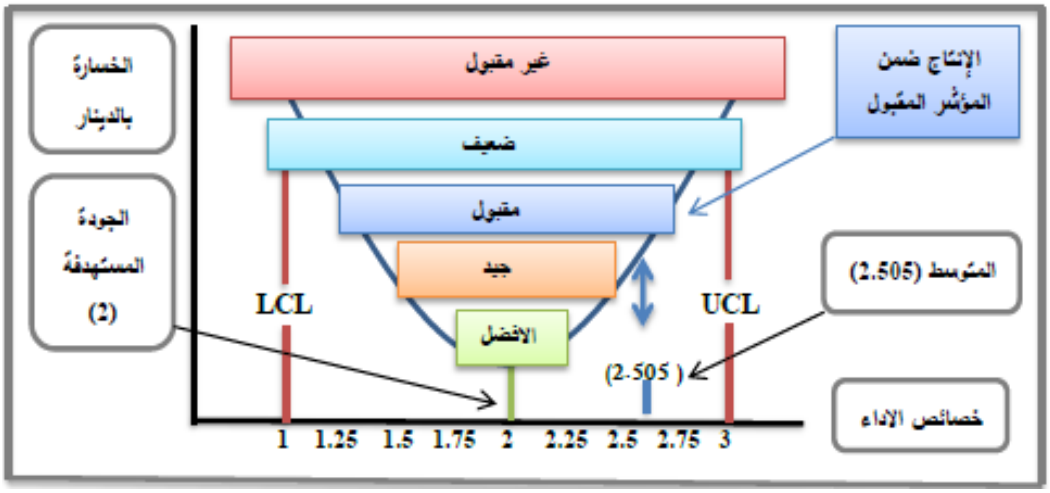
التفسير: يتضح من الشكل (3) إن العملية الإنتاجية غير منضبطة إحصائياً إذ ان متوسط العينات **(18,20,25,36,42,46,58,61,66,73)** تقع خارج الحد الأعلى للضبط أما متوسط العينات **(13,34,49,56,69)**تقع خارج الحد الأدنى للضبط، أما في لوحة المدى بعض العينات تقع ضمن الحد المركزي والعينات الاخرى تتفاوت بين حدود السماح.

حساب دالة خسارة الجودة لـ {Taguchi} لمؤشر (قوة لصقة الظهر الطبية)

$$L(y) = K(\bar{\bar{X}} - m)^2 \qquad K = \frac{C}{d^2}$$

$$L(y) = \frac{75}{(1)^2}(2.505 - 2)^2 = 19.120 \text{ دينار للوحدة الواحد}$$

النتيجة: هذا يعني أن مؤشر (قوة لصقة الظهر الطبية) ينحرف عن الجودة المستهدفة لذا سيُكلف الشركة خسارة بمقدار **(19.120)**دينار لكل لصقة طبية واحدة وهذه الخسارة تمثل **(25%)** من كلفة إنتاج الوحدة الواحدة ، إذ من خلال تطبيق دالة **Taguchi** تم تخفيض كلفة مؤشر (قوة لصقة الظهر الطبية) من **(75)** دينار **(19.120 -75)** إلى **(55.880)** دينار ، وهذا سوف يتيح للمنظمة تخفيض سعر البيع للزبائن مما يحسن قدرة المنتوج على المنافسة في السوق، ويوضح الشكل (4) دالة خسارة الجودة لمؤشر قوة لصقة الظهر الطبية.



شكل(4) دالة خسارة الجودة لمؤشر قوة لصقة الظهر الطبية

التفسير: من خلال دالة خسارة الجودة أعلاه يتضح لنا أن متوسط العملية الإنتاجية وهو **(2.505)** ينحرف عن الجودة المستهدفة والبالغة قيمتها **(2)** حسب المواصفة القياسية للجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية وهذا ما أدى إلى حدوث خسارة بقيمة **(19.120)** دينار للوحدة الواحدة لذا ينبغي تقليل هذا الانحراف إذ ان العملية الإنتاجية يجب ان تكون على وفق حسابات العالم **{Taguchi}** اي ضمن القيمة و الجودة المستهدفة لها، اي ان يكون المتوسط يساوي **(2)** وبالتالي لايوجد فشل أو خسائر في الإنتاج.

التحليل الثاني: تحليل نتائج مؤشر (وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة) لمنتوج لصقة الظهر (لشهر / أيار/ 2019)

جدول(6) بيانات مؤشر وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة لمنتوج لصقة الظهر الطبية (شهر أيار/2019)

رقم العينة	X1	X2	X3	X4	المتوسط $\bar{X}$	المدى R	رقم العينة	X1	X2	X3	X4	المتوسط $\bar{X}$	المدى R
1	120	119	120	120	119.75	1	**40**	121	120	122	121	121.00	2
2	121	120	120	121	120.50	1	**41**	123	122	120	122	122.00	2
3	121	122	120	120	120.75	2	**42**	120	120	122	123	121.25	3
4	119	119	120	120	119.50	1	**43**	122	120	121	120	120.75	2
5	120	121	122	121	121.00	2	**44**	124	123	120	122	122.25	4
6	120	119	121	120	120.00	2	**45**	121	122	121	121	121.25	1
7	123	122	121	121	121.75	2	**46**	118	119	120	120	119.25	2
8	120	121	120	120	120.25	1	**47**	120	120	121	120	120.25	1

2	120.75	122	120	120	121	**48**	2	119.00	118	120	119	119	**9**
3	121.50	120	123	122	121	**49**	3	121.00	121	120	123	120	**10**
2	121.25	120	122	121	122	**50**	1	121.75	121	122	122	122	**11**
1	119.25	119	119	119	120	**51**	2	120.75	120	122	121	120	**12**
2	120.75	122	120	121	120	**52**	2	121.00	122	121	120	121	**13**
2	120.75	120	121	120	122	**53**	2	121.00	121	122	121	120	**14**
3	121.50	121	120	122	123	**54**	2	121.00	121	120	122	121	**15**
2	119.00	119	120	119	118	**55**	2	121.00	121	121	120	122	**16**
1	120.75	120	121	121	121	**56**	1	119.25	119	119	120	119	**17**
3	122.50	121	123	124	122	**57**	3	121.50	120	122	121	123	**18**
2	120.75	122	120	121	120	**58**	2	121.25	122	121	122	120	**19**
1	120.50	120	121	120	121	**59**	2	121.00	121	122	121	120	**20**
2	121.00	121	122	120	121	**60**	2	119.25	120	119	118	120	**21**
3	121.50	122	123	121	120	**61**	3	121.50	120	121	122	123	**22**
1	120.75	121	120	121	121	**62**	1	122.50	122	122	123	123	**23**
1	120.50	120	121	121	120	**63**	1	120.50	120	121	121	120	**24**
2	121.75	121	123	122	121	**64**	2	119.00	118	120	119	119	**25**
3	119.50	118	119	120	121	**65**	2	121.00	121	122	121	120	**26**
2	120.75	120	121	122	120	**66**	3	121.50	120	121	123	122	**27**
1	120.75	121	120	121	121	**67**	1	120.75	121	121	120	121	**28**
1	120.50	121	120	121	120	**68**	2	121.00	120	121	121	122	**29**
3	121.50	120	121	122	123	**69**	1	120.25	120	121	120	120	**30**
2	120.75	120	122	121	120	**70**	2	121.75	121	123	122	121	**31**
2	119.25	120	118	119	120	**71**	1	120.50	120	121	121	120	**32**
2	121.00	121	120	122	121	**72**	1	119.25	120	119	119	119	**33**
2	120.75	120	121	120	122	**73**	2	121.00	121	122	120	121	**34**
2	119.25	120	119	120	118	**74**	2	121.25	122	120	121	122	**35**
2	121.00	121	120	122	121	**75**	1	120.75	121	121	120	121	**36**
2	120.75	122	120	121	120	**76**	2	120.75	121	120	122	120	**37**
1	119.50	119	120	119	120	**77**	4	122.00	120	124	123	121	**38**
2	121.00	121	120	121	122	**78**	1	120.50	120	121	121	120	**39**
$\sum R$= 147	**$\sum \bar{x}_i$=9417**	**المجموع الكلي**											

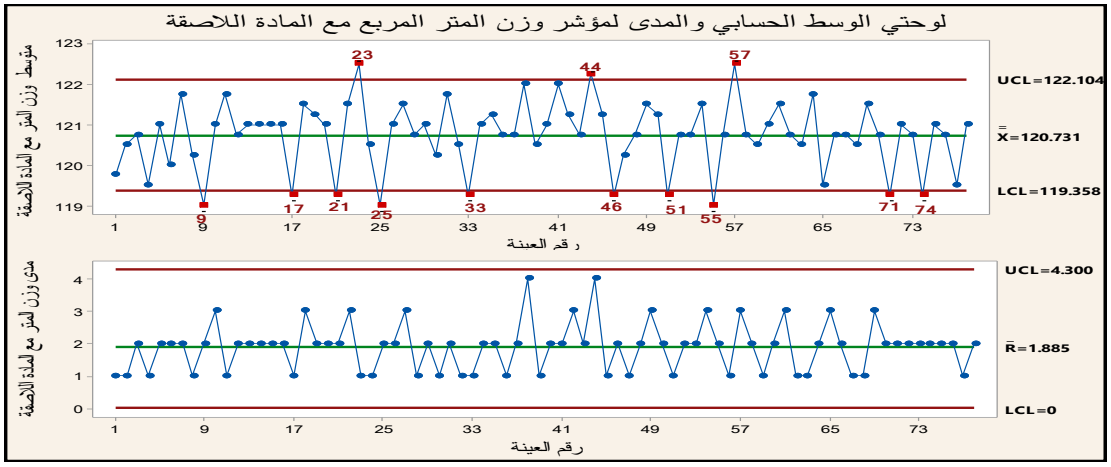
... ويوضح الجدول (7) كيفية تطبيق البيانات أعلاه باستخدام معادلات وحدود الضبط للمتوسط والمدى

جدول (7) حدود الضبط الإحصائية لبيانات مؤشر (وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة) باستخدام ($\bar{\bar{x}}$.$\bar{R}$)

رقم المعادلة	المعادلة وحدود الضبط الإحصائية	تطبيق المعادلة	الناتج النهائي
(1)	$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$	$\bar{R} = \frac{147}{78} = 1.885$	$\bar{R} = 1.885$
(2)	$UCLR = D_4\bar{R}$	UCL_R=(2.282)× (1.885) =4.300	UCL_R=4.300
(3)	$LCLR = D_3\bar{R}$	LCL_R=(0)× (1.885) =0	LCL_R=0
(4)	$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}$	$\bar{\bar{x}} = \frac{9417}{78} = 120.731$	$\bar{\bar{x}} = 120.731$

(5)	$UCL\bar{x} = \bar{\bar{X}} + A_2\,\bar{R}$	$UCL\bar{x}$=120.731) ×(1.885)=122.104 +(0.729	$UCL\bar{x}$=122.104
(6)	$LCL\bar{x} = \bar{\bar{X}} - A_2\,\bar{R}$	$LCL\bar{x}$=120.731 -) ×(1885)=119.358 (0.729	$LCL\bar{x}$= 119.358
علماً بأن (A_2)=0.729 (D_4)=2.282, (D_3)=0, ثوابت مُستخرجة من جداول أحصائية مُعدة مسبقاً.			

وعلى ضوء البيانات والمعلومات الواردة أعلاه يمكن رسم لوحتي الوسط الحسابي والمدى بالشكل (5)



شكل (5) لوحتي الوسط الحسابي والمدى لمؤشر وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة

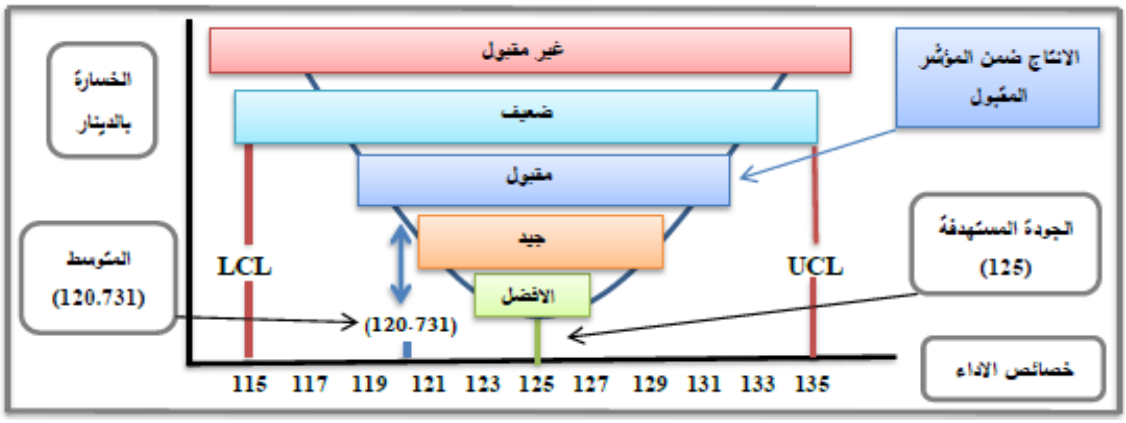
التفسير: يتضح من الشكل (5) إن العملية الإنتاجية غير منضبطة إحصائياً إذ ان متوسط العينات **(23,44,57)** تقع خارج الحد الأعلى للضبط أما متوسط العينات **(9,17,21,25,33,46,51,55,71,74)** تقع خارج الحد الأدنى للضبط، أما في لوحة المدى بعض العينات تقع ضمن الحد المركزي والعينات الاخرى تتفاوت بين حدود السماح.

حساب دالة خسارة الجودة لـ {Taguchi} لمؤشر (وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة)

$$K = \frac{C}{d^2} \qquad L(y) = K\,(\bar{\bar{X}} - m)^2$$

$$L(y) = \frac{35}{(10)^2}\,(120.731 - 125)^2 = 6.370 \text{ دينار للوحدة الواحدة}$$

النتيجة: هذا يعني أن مؤشر (وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة لمنتوج لصقة الظهر) ينحرف عن الجودة المستهدفة لذا سيُكلف الشركة خسارة بمقدار **(6.370)** دينار لكل لصقة طبية واحدة وهذه الخسارة تمثل **(18%)** من كلفة إنتاج الوحدة الواحدة ، إذ من خلال تطبيق دالة **Taguchi** تم تخفيض كلفة مؤشر (وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة) من **(35)** دينار **(35 -6.370)** إلى **(28.630)** دينار ، وهذا سوف يتيح للمنظمة تخفيض سعر البيع للزبائن مما يحسن قدرة المنتوج على المنافسة في السوق، ويوضح الشكل (8) دالة خسارة الجودة لمؤشر وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة.



شكل(6) دالة خسارة الجودة لمؤشر وزن المتر المربع مع المادة اللاصقة

التفسير: من خلال دالة خسارة الجودة أعلاه يتضح لنا أن متوسط العملية الإنتاجية وهو **(120.731)** ينحرف عن الجودة المستهدفة والبالغة قيمتها **(125)** حسب المواصفة القياسية للجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية وهذا ما أدى إلى حدوث خسارة بقيمة **(6.370)** دينار للوحدة الواحدة لذا ينبغي تقليل هذا الانحراف إذ ان العملية الإنتاجية يجب ان تكون على وفق حسابات العالم **{Taguchi}** اي ضمن القيمة و الجودة المستهدفة لها، اي ان يكون المتوسط يساوي **(125)** وبالتالي لايوجد فشل أو خسائر في الإنتاج، ويوضح الجدول (8) أجمالي الخسائر في المصنع ونسب كلف الفشل الخارجي في الإنتاج.

جدول (8) أجمالي الخسائر ونسب كلف الفشل الخارجي في الإنتاج

منتوج لصقة الظهر الطبية (لصقة الاسد)					
خسارة الجودة المؤشر	**خسارة الجودة لكل (1) قطعة بالدينار**	**خسارة الجودة لكل علبة (6) قطعة بالدينار**	**خسارة الجودة لكل دفعة (600)قطعة بالدينار**	**خسارة الجودة لكل (120,000) قطعة سنوياً بالدينار**	**نسب الفشل في الانتاج %**
قوة لصقة الظهر الطبية	19.120	114.72	11,472	2,294,400	**%25**
نسبة البنزين في لصقة الظهر	1.350	8.1	810	162,000	**%9**
وزن المتر مع المادة اللاصقة	6.370	38.22	3,822	764,400	**%18**
المجموع	28.18	169.08	16,908	3,381,600	

الفصل الرابع/ المبحث الأول/ الاستنتاجات

1- من خلال دراسة واقع مصنع المنتوجات الطبية لوحِظ ضعف ثقافة الجودة عموماً في المصنع واعتبار الجودة مجرد شعار وليس تطبيق وبالتالي عدم تطبيق اي من أدوات الجودة ومنها دالة **{Taguchi}**.

2- عدم المعرفة أو القصور في الاطلاع على الطرائق الإحصائية المتمثلة بـ لوحات ضبط الجودة (لوحة الوسط الحسابي والمدى والانحراف المعياري) من أجل تطبيق دالة **{Taguchi}** وبالتالي معرفة أو تقليل الانحرافات في الانتاج.

3- بَيَّنَت الدراسة أن المصنع في الوقت الحاضر يُركز على العقود المبرمة مع وزارة الصحة العراقية والطبابة العسكرية ، أكثر من الاهتمام بتلبية متطلبات زبائن مذاخر الادوية والصيدليات الطبية نتيجة ارتفاع اسعار المنتوجات الطبية مقارنةً بالمنتوج الطبي المستورد، مما انعكس على ضعف قدرة المصنع على الارتقاء بجودة منتوجاته وعجزهُ عن المنافسة.

4- توضح الدراسة إن استخدام دالة خسارة الجودة لـ **{Taguchi}** وتطبيقها على الخطوط الإنتاجية في المصنع تؤدي إلى بيان الخسائر التي تتحملها المنظمة الصناعية وكذلك تقليل الانحراف عن القيمة و الجودة الموجه نحو الهدف وصولاً لتحقيق التحسين المستمر في الإنتاج وتعزيز مكانتها التنافسية، وإن أي انحراف عنها يعد خسارة بالنسبة للمنظمة والزبون والمجتمع.

5- أظهرت نتائج الدراسة الخاصة بـ الجانب التطبيقي (تحليل نتائج الفحوصات) في مصنع المنتوجات الطبية من خلال تطبيق دالة **{Taguchi}** في المصنع إن منتوج لصقة الظهر الطبية سجل أعلى الخسائر سنوياً في المصنع نتيجة ابتعاد اداء مؤشر قوة اللصقة الطبية بإتجاه الحد الأعلى والأدنى في لوحة الوسط الحسابي ، اي انحراف مؤشر قوة اللصقة عن الجودة المستهدفة، إذ يُسبب انخفاض قوة اللصقة الطبية إلى ضعف قوة اللصقة، اي تصبح اللصقة رخوة ، مما ينعكس سلباً على تسويق المنتوج.

6- بَيَّنَت نتائج الدراسة الخاصة بـ الجانب التطبيقي ان المصنع يتحمل خسائر و نسب فشل خارجي في خط إنتاج (الصقة الطبية) بشكل يومي نتيجة الابتعاد عن الجودة المستهدفة، ومن الاسباب التي ادت إلى حدوث الفشل خارجي وانحراف المنتوج عن الجودة المستهدفة هي:-

a. عدم وجود نظام بديل بين العاملين في المصنع، والذي ينتُج عن القصور أو تسيُب العاملين عن العمل نتيجة العمل لوقت طويل في المصنع.
b. العمل على نوعين من المكائن في وقت واحد (المكائن القديمة والحديثة) وهذا يؤدي إلى حدوث تفاوت واختلاف في نسب المواد الكيميائية المضافة إلى الانتاج.
c. عدم توفير أدوات احتياطية للمكائن المتمثلة بـ أنابيب توزيع خلطة المادة اللاصقة على قماش اللصقة الطبية، إذ ينبغي توزيع المادة اللاصقة بشكل متجانس على قماش اللصقة باستخدام أنابيب التوزيع والعمل على تنظيفها يومياً أو استبدالها أسبوعياً، لضمان جودة اللصقة الطبية.

7- بَيَّنَت الدراسة في حال حدوث فشل خارجي باستمرار في دفعات الإنتاج يقوم المصنع باتخاذ الاجراء أو العمل بـ الأساليب الآتية لتقليل الخسائر و كلف الفشل الخارجي في الإنتاج من خلال توزيع منتوج لصقة الظهر الطبية (رديئة الجودة) بواقع لصقة واحدة في كل علبة مكونة من أربع لصقات ذات الجودة الجيدة، وهي احد الأساليب التي يقوم المصنع بإجرائها من أجل تقليل الخسائر وكلف الفشل الخارجي في المصنع، وهذا الاجراء يؤدي إلى تحمل المصنع كلف فشل خارجي وهي (كلف الاسترجاع وإعادة المنتوج للمصنع، كلف الاستبدال في فترة الضمان).

الفصل الرابع/ المبحث الثاني/ التوصيات والمقترحات

اولاً: التوصيات

1- ينبغي على الادارة العليا في الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود/ مصنع القطنية استحداث قسم إدارة الجودة ضمن الهيكل التنظيمي لمصنع المنتوجات الطبية ورفدهُ بالباحثين والمتخصصين والخبراء من أجل نشر المفاهيم والاسس المعرفية لإدارة الجودة الشاملة وادواتها وأساليبها لاستكمال النقص المعرفي لدى المنتسبين و العاملين في هذا الجانب.

2- ضرورة تبني مصنع المنتوجات الطبية الأساليب العلمية الحديثة في الجودة والدوال الرياضية، ولاسيما دالة خسارة الجودة لـ **{Taguchi}** التي تركز على تحقيق الجودة المستهدفة وتقليل الانحراف وتخفيض كلف الفشل الخارجي في الإنتاج وبيان الخسائر التي يتحملها المصنع.

3- على قسم السيطرة النوعية في المصنع تطبيق لوحات ضبط الجودة أثناء القيام بفحص الإنتاج وتفعيل دور البرامج الإحصائية مثل البرنامج الإحصائي الامريكي **(Minitab 2018)** في استخراج وتحليل

النتائج من أجل الوقوف على مستوى الإنتاج بشكل يومي ومراقبة عمليات الإنتاج والتعرف على مسببات الانحراف التي قد تحدث لأسباب عشوائية أو غير عشوائية.

4- من الضروري أن تنصب اهتمامات مصنع المنتوجات الطبية على الزبون أولاً (مذاخر الادوية الطبية، الصيدليات، المستشفيات الاهلية) ومن ثم العقود المبرمة مع المؤسسات الحكومية، لان أحتياجات ومتطلبات الزبون تتصف بأنها مستمرة إلا أن العقود المبرمة تتصف بأنها مؤقتة عند الطلب، إذ ينبغي أن يكون الزبون هو الهدف الأول والأخير للمصنع.

5- ينبغي على إدارة المصنع العمل على نوع واحد من المكائن وهي المكائن الحديثة و استبدال المكائن القديمة بأخرى حديثة من أجل تقليل التفاوت والاختلاف في نسب المواد الكيميائية التي تضاف إلى الإنتاج وبالتالي تحسين الجودة و تخفيض كلف الفشل الخارجي في الإنتاج.

6- من الضروري تشغيل ملاك جديد من العاملين لشغل الدوام المسائي، كما ينبغي توفير وسائل الراحة للعاملين، والذي سينعكس ايجاباً على الإنتاج

7- على إدارة مصنع المنتوجات الطبية تفعيل دور قسم الصيانة من خلال تشغيل خبراء ومختصين في صيانة المكائن بشكل دوري، فضلاً عن توفير الأدوات والمواد الاحتياطية لصيانة المكائن، وهذا الاجراء يقود إلى التحسين المستمر ورفع جودة الإنتاج وتخفيض كلف الفشل الخارجي.

8- على إدارة مصنع المنتوجات الطبية الابتعاد عن أساليب توزيع دفعة الإنتاج منخفض الجودة على الدفعات الاخرى من لإنتاج الجيد وذلك من أجل تقليل خسائر المصنع وكلف الفشل الخارجي في الإنتاج، إذ ينبغي التركيز على سمعة المصنع وثقة الزبون اولاً.

ثانياً: المقترحات

1- يقترح الباحث على إدارة مصنع المنتوجات الطبية اعتماد أسلوب أو طريقة العالم **{Taguchi}** واعتبارها معياراً أو متطلباً من متطلبات عمل مصنع المنتوجات الطبية، إذ تعد دالة خسارة الجودة لـ**{Taguchi}** المقياس الذي يقيس درجة الانحراف عن القيمة والجودة المستهدفة،اي أنها تقيس الخسارة الاجتماعية (خسارة الزبون، خسارة المصنع ، خسارة المجتمع).

2- يقترح الباحث ضرورة اهتمام إدارة الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود وإدارة مصنع المنتوجات الطبية بتفعيل دور الترويج والإعلان عن منتوجات المصنع في كافة الوسائل (التلفزيون ، الانترنت ومواقع التواصل الاجتماعي ، الملصقات على المستشفيات الحكومية والاهلية ، المعارض و الصحف،... وغيرها من الوسائل الاخرى) من اجل تعريف الزبائن والمستهلكين (مذاخر الادوية ، الصيدليات ، المستشفيات الاهلية) بمنتوجات الشركة بشكل أفضل وحثهم على الشراء و دعم المنتوج الوطني والابتعاد عن المستورد وتقليل الاستيراد كلما أمكن ذلك.

المصادر

1. النجار، صباح مجيد و جواد، مها كامل، (2012) ، إدارة الجودة مبادئ وتطبيقات ، دار الدكتور للعلوم الإدارية والاقتصادية، بغداد، الطبعة الثانية.
2. Bestsrfild, H. , Dale ,(2009), Quality control , 9th ed. Pearson Prentice, Hall.
3. Taguchi, Genichi, Chowdhury, Subir, and Wu, Yuin, (2005), Taguchi's Quality Engineering Handbook, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
4. Geramian, Arash & Shahin, Arash & Bandarrigian, Sara & Shojaie, Yaser, (2017), Proposing a two criterion quality loss function using critical process capability indices: A case study in heart emergency services, Benchmarking: An International Journal, Vol. 24 Issue: 2 pp. 384 – 402.

5. Heizer, Jay & Render, Barry & Munson, Chuck, (2017), Operations Management - Sustainability and Supply Chain Management, 12th ed., Pearson Education, Inc, or its affiliates, All Rights Reserved. Manufactured in the United States of America. Prentice Hall, Inc, p.225.
6. Roy, Ranjit K., (2014), Quality Loss Function and Tolerance Design, International Journal of Nutek, Inc., Version: 8.1, p.17. www.Nutek-us.com.
7. العلي ، ابراهيم محمد ، (2017) ، كيفية حساب حجم العينة n من مجتمع طبيعي حجمه N عنصراً ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة تشرين ، سوريا، http://dr-alali.com/2017/08/27/.
8. Islami,Farhad & Kamangar, Farin, (2013), sample size calculation for epidemiologic studies principles and methods , Archives of Iranian, Volume 16, Number5. Ordoobadi, Sharon, (2016), Evaluation of advanced manufacturing technologies using Taguchi's loss functions, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 20 Issue 3, pp. 367 – 38, http://dx.doi.org/10.1108/17410380910936680.
9. Li, M.-H. C., (2003), Quality Loss Functions for the Measurement of Service Quality, Journal of Int J Adv Manuf Technol, Springer-Verlag London Limited.
10. جاسم ، رغد هاشم ، (2008) ، علاقة تكاليف الجودة بطريقة تاكوشي Taguchi واثرهما في تخفيض التكاليف، مجلة الادارة والاقتصاد ، العدد 68.
11. كريمة ، سلطان ، (2007) ، طرائق تحسين جودة المنتوج الصناعي وأثرها في تخفيض تكاليف الفشل ، دراسة حالة في الشركة الوطنية للعصائر ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير / الجزائر.
12. Moslemi, Shiva & Mirzazadeh, Abolfazl & Sabegha, Mohammad, H. & Mohammadi, M. & Maassb, Eric, (2016), Single Mathematical Model Considering the Cost of poor quality for green pharmaceutical supply chain management, Research in Engineering, Journal of Science and Technology.
13. Huang, Chien-Yi, (2018), Applying the Taguchi parametric design to optimize the solder paste printing process and the quality loss function to define the specifications, National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan, Soldering & Surface Mount Technology, ISSN: 0954-0911, Vol. 30 Issue: 4, pp.217-226.
14. Freddi, A. & Salmon, M., (2019), Taguchi Method, Springer Tracts in Mechanical Engineering,Springer International Publishing AG, part of Springer Nature.
15. Antony, Jiju & Preece, David, (2002), Understanding, Managing and Implementing Quality, This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 35th , London and New York.
16. Dale, Barrie G., (2004), Managing Quality , 4th ed., by Blackwell Publishing Ltd, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Managing quality / edited by Barrie 4th, ed, United Kingdom.
17. Gopalakrishnan, B & Jaraiedi, M. & Iskander, W.H. & Ahmad, A., (2007), Tolerance synthesis based on Taguchi philosophy, Copyright Inderscience Enterprises Ltd, Int. J. Industrial and Systems Engineering, Vol. 2, No. 3, West Virginia University.
18. Hoshins, David, (2008), The Strategic Approach to Continuous Improvement, Published by Gower Publishing Limited, Printed and bound in Great Britain by TJ International Ltd, Padstow, Cornwall.
19. 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.
20. Oakland, John S., (2014), Total Quality Management and Operational Excellence, 4th ed., by Routledge

Taylor & Francis Group, London and New York
21. Khan, Faisal & Wang, Hangzhou & Yang, Ming, (2016), Application of Loss Functions in Process Economic Risk Assessmen, Journal of Accepted Manuscript, ISSN: 2290, pp.1-32.
22. Joseph, V. Roshan, (2018), Quality Loss Functions for Nonnegative Variables and Their Applications, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Journal of Quality Technology, ISSN: 0022-4065, Vol. 36, Issue: 2, pp. 129-138.
23. Ali Ilgın, Mehmet, (2019), A spare parts criticality evaluation method based on fuzzy AHP and Taguchi loss functions, Article citation info: Operating and Reliability - Maintenance and Credibility, Vol. 21, No. 1.
24. Voehl, Frank & Harrington, H. James & Mignosa, Chuck & Charron, Rich, (2014), Lean Six Sigma Black Belt Hand Book Tools and Methods for Process Acceleration, CRC Press is an imprint of theTaylor & Francis Group, business Boca Raton London and New York.
25. Jiang, Renyan, (2015), Introduction to Quality and Reliability Engineering, Jointly published with Science Press, Beijing, Springer Heidelberg New York Dordrecht London.
26. عطية ، عدنان ياسين ، (2016) ، استخدام دالة تاكوشي لتحديد كلف الجودة ، دراسة حالة في شركة بغداد للمشروبات الغازية (مصنع الزعفرانية) ، رسالة ماجستير كلية التقنية الادارية بغداد / الجامعة التقنية الوسطى.
27. Krajewski, Judie & Malhotra, Maya & Ritzman, Barbara, (2016), Operations Management - Processes and Supply Chains, 11th ed., Pearson Education Limited, United States of America.
28. Farooq, M.A. & Kirchain, R. & Novoa, H. & Araujob, A. , (2017), Cost of quality: evaluating cost-quality trade-offs for inspection strategies of manufacturing processes, International Journal of Production Economics, Vol. 188, June, pp. 156-166.
29. Monntgomery, Douglas, C. , (2013), Statistical Quality Control: A Modern Introduction , 7th ed. , John Wiley & Sons, Inc
30. Kumar, Sameer, (2015), Supply Chain Integration Modeling, Optimization, and Applications, CRC Press by Taylor & Francis Group, London and New York.
31. Holotaa, T. & Hrubeca, J. & Kotusa, M. & Holienčinováb, M. & Čapošová, E. (2016), The Management of Quality Costs Analysis Model, Serbian Journal of Management, Vol. 11(1), pp. 119-127.
32. Schroeder, Roger & Goldstein, Meyer Goldstein, (2018), Operations Management in the Supply Chain, 7th ed., Published by McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York.
33. Galli, Brian J. , (2019), How Cost of Poor Quality Factors Into Continuous Improvement Models, International Journal of Applied Management Sciences and Engineering, Vol.6, Issue 1.