جامعة ابن خلدون تيارت – الجزائر
كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية
مخبر تطوير المؤسسة الاقتصادية الجزائرية
شعبة: علوم التسيير
تخصص: إدارة الأعمال

أطروحة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الدكتوراه الطور الثالث (LMD)

الموضوع:

استخدام منهجية ستة سيقما في ضبط جودة الصناعات التحويلية (دراسة حالة)

من اعداد: صفاي عبد الحي

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ 2025/07/02 أمام لجنة المناقشة المكونة من:

الاسم واللقب	الرتبة العلمية	مؤسسة الانتماء	الصفة
د.بلخير فريد	أستاذ محاضر أ	جامعة تيارت	رئيسا
د. شريف محمد	أستاذ محاضر أ	جامعة تيارت	مشرفا ومقررا
د. لعروس لخضر	أستاذ محاضر أ	جامعة تيارت	مشرفا مساعدا
د.مفتاح فاطمة	أستاذ محاضر أ	جامعة تيارت	مناقشا
أ د.بن عامر مصطفى	أستاذ التعليم العالي	جامعة مستغانم	مناقشا
د.معارفية الطيب	أستاذ محاضر أ	جامعة مستغانم	مناقشا

السنة الجامعية: 2025/2024

بسم الله الرحمن الرحيم

تشكـــر

بسم الله الرحمان الرحيم

الحمد لله الذي أنار بنوره السماوات والأرض، ووفقني لإتمام هذه الرسالة والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد وعلى إله وصحبه ومن سار على دربه إلى يوم الدين.

أما بعد فهذا مقام لا بد فيه من أن يعترف بالفضل لأهله وتقديم الشكر لهم امتثالا لقوله تعالى: « **ومن شكر فإنما يشكر لنفسه** » سورة النمل الآية 40.

ولذلك فأنا أتقدم بخالص الشكر والتقدير والاحترام للأستاذ الفاضل المشرف الدكتور " محمد شريف ".والأستاذ المشرف العام البروفيسور " عابد علي"

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير والاحترام لأعضاء لجنة المناقشة على قبولهم مناقشة هذه المذكرة.

كما أتوجه بالشكر إلى كافة أساتذة كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة ابن خلدون تيارت، والشكر موصول إلى كل زملاء الدراسة.

شكرا

إهـداء

بسم الله الرحمان الرحيم

الهي لا يطيب الليل إلا بشكرك، ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب الدنيا إلا بذكرك، ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك إلى معنى الحب والحنان والأنس والأمان إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعاؤها سر نجاحي، إلى أغلى الحبايب

" **أمي.....أمي.....أمي** "

إلى تاج راسي وقرة عيني، إلى صاحب الفضل الجزيل والدعم المتواصل إلى من خطى لي المبادئ والأخلاق على صفحة بيضاء.

"أبي العزيز حفظه الله ورعاه"

إلى من نشأت وترعرعت بينهم **إخوتي وأخواتي** سندي في الحياة .

إلى رفيقة دربي وأم أولادي زوجتي العزيزة

إلى نبض قلبي وشريان حياتي أولادي الأعزاء: عبد الحكيم، هاجر، إياد الغضب، والميشة سارة

إلى من جمعتني بهم أجمل صدفة الدكتور محمد ياسين نظري والدكتور محمد أمين قايد غربي

إلى جميع الأصدقاء والأهل والأحباب

إلى من هم في قلبي ولم يكتبهم قلمي

إلى كل من وسعتهم ذاكرتي ولم تحملهم مذكرتي

إلى كل من يساهم في نشر رسالة العلم والدين

إلى كل هؤلاء اهدي ثمرة جهدي .

صفاي عبد الحي

الملخص: تهدف هذه الدراسة لعرض دور منهج ستة سيقما في ضبط جودة منتجات الصناعات التحويلية، حيث تم في ذلك الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي وتمت الدراسة على مستوى مؤسسة صنع الاجر الاطلس ولدراسة جودة المنتجات المقدمة تم الاستعانة بعديد من مخططات السيطرة بالإضافة لتحليل مقدرة العمليات الإنتاجية وذلك بواسطة برنامج MINITAB المختص في مجال الجودة وخلصت نتائج الدراسة بتسجيل عديد من حالات خروج عن حدود السيطرة ولذلك يجب على الإدارة العليا في المؤسسة تدارك مواضع الخلل وسعي لتقليل من الهدر لرفع أكثر من ربحيتها، ونوصي المؤسسة في الأخير على أن يجب الاعتماد على البيانات والتحليل الكمي في جميع مراحل منهجية ستة سيقما، ويجعل ذلك من الممكن فهم الأداء الحالي واستناد القرارات إلى حقائق وإحصائيات دقيقة.

الكلمات المفتاحية: ستة سيقما، الجودة، الصناعات التحويلية، مراقبة الجودة، مقدرة العمليات.

Abstract: This study aims to present the role of the Six Sigma methodology in controlling the quality of products in the manufacturing industry. The descriptive-analytical approach was used, focusing on a brick manufacturing company to study the quality of the products offered. Various control charts were utilized, along with an analysis of the production process capabilities using the MINITAB software specialized in quality. The results revealed several instances of control limit violations, indicating that senior management needs to address these issues and work to reduce waste in order to enhance profitability. In conclusion, we recommend that the company relies on data and quantitative analysis throughout all stages of the Six Sigma methodology. This will enable a better understanding of current performance and ensure that decisions are based on accurate facts and statistics.

Keywords: Six Sigma, Quality, Manufacturing, Quality Control, Process Capability.

فهرس المحتويات

المحتويات

المحتوى	الصفحة
شكر وعرفان	
اهداء	
الملخص	
قائمة المحتويات	II
قائمة الجداول	VII
قائمة الأشكال	IX
قائمة الملاحق	X
مقدمة عامة	
1. توطئة	ب
2. إشكالية الدراسة	ج
3. فرضيات الدراسة	د
4. أهداف الدراسة	هـ
5. أهمية الدراسة	هـ
6. حدود الدراسة	و
7. منهج الدراسة	و
8. هيكل الدراسة	ز
الفصل الأول: الأدبيات النظرية والتطبيقية	
مقدمة الفصل	02
المبحث الأول: الادبيات النظرية حول كل من منهج ستة سيقما والصناعات التحويلية	
المطلب الأول: مفهوم إدارة الجودة الشاملة	
1. تعريف الجودة	3
2. تطور التاريخي لمفهوم الجودة	4
3. تعريف إدارة الجودة الشاملة وإسهامات المفكرين	6
1.3 تعريف إدارة الجودة الشاملة	6
2.3 أهم أفكار رواد إدارة الجودة الأمريكيين	7

أولا: إدوارد ديمنج	7
ثانيا: جوزيف جوران	8
ثالثا: فيليب كروسبي	8
رابعا: أرماند فايجنبوم	8
خامسا: جينيشي تاجوشي	9
سادسا: كاورو إيشيكاوا	10
4. تقنيات وأدوات حديثة في إدارة الجودة الشاملة	11
1.4 حلقات الجودة	11
2.4 التحسين المستمر Kaizen	13
3.4 المقارنة المرجعية	14
4.4 منهج ستة سيقما Six sigma	14
5.4 خريطة الرقابة	21
1) تعريف خريطة الرقابة	21
2) الأهداف الممكن تحقيقها باستعمال خرائط الرقابة للعمليات	22
3) الخطوات العملية لخرائط الرقابة	23
4) أنواع خرائط المراقبة	24
أولا: خرائط المراقبة للمتغيرات	25
ثانيا: مخططات السيطرة للصفات	31
5) تحليل مقدرة العمليات	36
أولا: تعريف مقدرة العمليات	36
ثانيا: مراحل دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وقياسها	37
ثالثا: دراسة وتحليل مقدرة العملية	38
رابعا: مؤشرات مقدرة العملية	39
المطلب الثاني: ماهية الصناعات التحويلية	
1. تعريف الصناعات التحويلية	43
2. أنواع الصناعات التحويلية	44
3. أهمية الاقتصادية للصناعات التحويلية	45
4. عقبات التي تواجه الصناعة التحويلية	46

المبحث الثاني: مراجعة الدراسات السابقة	
المطلب الأول: عرض الدراسات السابقة	
1. الدراسات باللغة العربية	47
2. الدراسات باللغة الاجنبية	55
المطلب الثاني: ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة	
1. الهدف ومتغيرات الدراسة	64
2. المجتمع والعينة	64
3. الأدوات وطرق التحليل	64
خاتمة الفصل	65
الفصل الثاني: الجانب التطبيقي	
مقدمة الفصل	67
المبحث الأول: لمحة حول مؤسسة صنع الاجر الاطلس	
المبحث الثاني: : قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام أدوات الضبط الاحصائي	
المطلب الأول: قياس جودة المنتج أ	
الفرع الأول: قياس جودة المنتج أ باستخدام مخطط السيطرة للصفات	**69**
1. خريطة نسبة عدم المطابقة P_CHART	69
2. خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات)(np-Charts)	73
3. خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة(C-Charts)	77
4. خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة(U-Charts)	81
الفرع الثاني: تحليل مقدرة العملية الإنتاجية المنتج أ	93
المطلب الثاني: قياس جودة المنتج ب	
الفرع الأول: قياس جودة المنتج ب باستخدام مخطط السيطرة للصفات	101
1. خريطة نسبة عدم المطابقة P_CHART	101
2. خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات)(np-Charts)	103
3. خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة(C-Charts)	104
4. خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة(U-Charts)	106
الفرع الثاني: تحليل مقدرة العملية الإنتاجية المنتج ب	111
خاتمة الفصل	120

خاتمة عامة	121
قائمة المراجع	128
قائمة الملاحق	140

قائمة الجداول

رقم	عنوان الجدول	صفحة
01-01	مستويات Sigma والعيوب والمردود عند كل مستوى	17
02-01	أنواع خرائط المراقبة	25
01-02	عدد الوحدات المعيبة في 25 يوم للمنتج أ	69
02-02	عدد الوحدات المعيبة في 03 أيام المنتج أ	71
03-02	عدد الوحدات المعيبة في 22 يوم المنتج أ	71
04-02	عدد الوحدات المعيبة في 03 أيام المنتج أ	74
05-02	عدد الوحدات المعيبة في 22 يوم المنتج أ	75
06-02	عدد الوحدات المعيبة ل25 يوم المنتج أ	77
07-02	عدد الوحدات المعيبة ل 04 أيام المنتج أ	78
08-02	عدد الوحدات المعيبة ل 21 يوم المنتج أ	79
09-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج أ	81
10-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ليومين المنتج أ	83
11-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة لـ 23 يوم المنتج أ	84
12-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ليوم واحد المنتج أ	86
13-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل22 يوم المنتج أ	86
14-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج أ	89
15-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل03 أيام المنتج أ	91
16-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل22 يوم المنتج أ	91
17-02	القياسات المختلفة للمنتج أ قيد الدراسة لمدة15 يوم	94
18-02	القياسات المختلفة للمنتج أ قيد الدراسة لمدة15 يوم	99
19-02	عدد الوحدات المعيبة في 25 يوم المنتج ب	101
20-02	عدد الوحدات المعيبة ل25 يوم المنتج ب	105

21-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج ب	107
22-02	عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج ب	109
23-02	القياسات المختلفة للمنتج ب قيد الدراسة لمدة15 يوم	112
24-02	القياسات المختلفة للمنتج ب قيد الدراسة لمدة15 يوم	117

قائمة الاشكال

رقم	عنوان الشكل	صفحة
01-01	طريقة عمل حلقات الجودة	12
02-01	مستويات سيقما ستة تحت منحنى التوزيع الطبيعي	16
03-01	نموذج لخريطة المراقبة	22
01-02	خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart) المنتج أ	70
02-02	خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart) المنتج أ بعد الحذف	73
03-02	خريطة عدم المطابقة (np-chart) المنتج أ	74
04-02	خريطة عدم المطابقة (np-chart) المنتج أ بعد الحذف	76
05-02	خريطة عدد غير المطابقات (c-chart) المنتج أ	78
06-02	خريطة عدد غير المطابقات (c-chart) المنتج أ بعد الحذف	80
07-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ	83
08-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ بعد الحذف	86
09-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ بعد الحذف	88
10-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ	90
11-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ	93
12-02	خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى للمنتج أ و للقياسات المختلفة لمدة15 يوم	95
13-02	خريطة المدى للقياسات المختلفة للمنتج أ لمدة15 يوم	96
14-02	تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية للمنتج أ قيد الدراسة	98
15-02	خريطة المتوسط الحسابي بدلالة متوسط الإنحراف المعياري للمنتج أ و للقياسات المختلفة	100
16-02	خريطة متوسط الإنحراف المعياري للقياسات المختلفة للمنتج أ لمدة15 يوم	101
17-02	خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart) المنتج ب	103

18-02	خريطة عدم المطابقة (np-chart) المنتج ب	104
19-02	خريطة عدد غير المطابقات (c-chart) المنتج ب	106
20-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج ب	109
21-02	خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج ب	111
22-02	خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى للمنتج ب و للقياسات المختلفة لمدة15 يوم	113
23-02	خريطة المدى للقياسات المختلفة للمنتج ب لمدة15 يوم	114
24-02	تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية للمنتج ب قيد الدراسة	116
25-02	خريطة المتوسط الحسابي بدلالة متوسط الإنحراف المعياري للمنتج ب و للقياسات المختلفة	118
26-02	خريطة متوسط الإنحراف المعياري للقياسات المختلفة للمنتج ب لمدة15 يوم	119

قائمة الملاحق

رقم	العنوان	الصفحة
01	الثوابت المستخدمة في رسم خرائط المراقبة	140

المقدمة

1. توطئة:

مفهوم "ستة سيقما" نشأ في منتصف الثمانينيات داخل شركة موتورولا، حيث قام بيل سميث بتطويره كاستجابة للاحتياجات المتزايدة لتحسين الجودة وتقليل العيوب في عمليات التصنيع، وبسرعة تبنت الشركة هذا النظام، مما أدى إلى انخفاض نسبة العيوب بنسبة تصل إلى 90% خلال فترة زمنية قصيرة. بحلول أوائل التسعينيات، أصبحت ستة سيقما مرادفاً لتحسين الأداء، عندما اعتمدتها شركات رائدة مثل جنرال إلكتريك بقيادة جاك ويلش، الذي استخدمها كأساس لاستراتيجيات تحسين الأداء داخل شركته. بالإضافة إلى ذلك، تم تطوير منهجيات دقيقة مثل DMAIC (تعريف، قياس، تحليل، تحسين، السيطرة) كأدوات أساسية لتنفيذ هذه الفلسفة بكفاءة. مع زيادة الاهتمام، بدأت المؤسسات الأكاديمية في تضمين ستة سيقما في مناهجها، مما ساهم في توسيع نطاق انتشاره. على مر السنين، لم يقتصر تطبيق ستة سيقما على مجالات التصنيع، بل انتشرت تطبيقاته إلى مجالات أخرى مثل الرعاية الصحية، والخدمات المالية، والتعليم، حيث قدمت حلولاً فعّالة لتحديات الجودة. ومع بداية الألفية الجديدة، شهدت المنهجية تكاملاً مع مفاهيم أخرى لإدارة الجودة، مثل إدارة الجودة الشاملة (TQM)، مما زاد من فعاليتها في تحسين الأعمال. وفي العقد الأخير، استمرت ستة سيقما في التطور، حيث تم دمجها مع تقنيات حديثة مثل الذكاء الاصطناعي والتحليل الكبير للبيانات، مما وفّر رؤى أعمق وقدرة أكبر على تحسين الأداء وزيادة الكفاءة التنظيمية في عالم متغير باستمرار.

تُعتبر "ستة سيقما" منهجية حيوية في تحسين الجودة وزيادة الكفاءة في الصناعات التحويلية، حيث تهدف إلى تقليل العيوب وتحسين العمليات من خلال تحليل البيانات. تساعد هذه المنهجية الشركات على تحسين عمليات الإنتاج بعناية، مما يمكنها من اكتشاف وتقليل العيوب والأخطاء، وذلك باستخدام أدوات مثل مخططات التدفق وتحليل السبب الجذري لتحديد مواضع الضعف. كما تسهم في تقليل الهدر، مما يزيد من الإنتاجية ويقلل التكاليف، بفعل تحسين كفاءة العمليات. تعتمد ستة سيقما بشكل كبير على تحليل البيانات، حيث تستخدم التحليل الإحصائي لفهم أداء العملية وتحقيق نتائج ملموسة، مستفيدة من أدوات مثل تحليل الانحدار ومخططات باريتو. يُضاف إلى ذلك أهمية تدريب الموظفين في مختلف المستويات لفهم المبادئ والتقنيات اللازمة لتطبيق المنهجية بشكل فعال، مما يبني ثقافة الجودة داخل المؤسسة. تركز المنهجية أيضاً على تحسين رضا العملاء من خلال تحسين جودة المنتجات، مع أخذ ملاحظاتهم في الاعتبار لتحديد مجالات التحسين. تُعتبر دورة DMAIC (تعريف، قياس، تحليل، تحسين، والتحكم) الإطار المركزي لتطبيق ستة سيقما، حيث تساعد الفرق في تحديد المشكلات وتطوير حلول فعالة وضمان استدامتها. وقد أدت تطبيقات ستة سيقما في الشركات الكبرى مثل جنرال إلكتريك وموتورولا

إلى تحسينات كبيرة في جودة المنتجات وتقليل التكاليف، مما يجعلها أداة أساسية في المنافسة في السوق. في النهاية، تساهم "ستة سيقما" في تعزيز الأداء وتوفير التكاليف من خلال منهجية تعتمد على البيانات وتحسين العمليات، مما يضمن تحقيق ميزة تنافسية مستدامة.

2. إشكالية الدراسة:

في ظل التطورات السريعة التي تشهدها الصناعات التحويلية، تواجه الشركات تحديات متزايدة فيما يتعلق بجودة المنتجات وكفاءة العمليات. تعتبر منهجية "ستة سيقما" واحدة من أبرز الاستراتيجيات المستخدمة في هذا السياق، حيث تهدف إلى تحسين الأداء وتقليل العيوب عبر استخدام أدوات التحليل الإحصائي والتقنيات المنهجية. تطرح هذه المنهجية تساؤلات حول فعاليتها في ضبط جودة الصناعات التحويلية: هل تمكن "ستة سيقما" المؤسسات من تحسين مستويات الجودة والتقليل من الفاقد بشكل ملحوظ؟ وكيف يمكن تطبيق أدواتها في سياقات متنوعة من التصنيع لتحقيق نتائج مُرضية؟ بالاستناد إلى تجارب الشركات الرائدة في هذا المجال، يُستكشف في هذه الإشكالية كيفية تأثير ستة سيقما على ضبط الجودة، ومدى استدامة النتائج التي تحققها، مما يستدعي دراسات تحليلية تقيّم الجوانب العملية والنظرية لهذه المنهجية ضمن بيئات صناعية متعددة.

وانطلاقا مما سبق نطرح التساؤل الرئيسي التالي:

هل تساعد منهجية ستة سيقما في ضبط جودة الصناعات التحويلية–دراسة حالة؟

وينبثق من الإشكالية الرئيسية مجموعة من التساؤلات الفرعية نذكرها على النحو التالي:

1. ما هو الإطار النظري لمنهجية ستة سيقما وكيف يتوافق مع متطلبات ضبط الجودة في الصناعات التحويلية؟
2. كيف تؤثر أدوات ستة سيقما، مثلDMAIC ، على تحسين جودة المنتجات في خطوط الإنتاج؟
3. ما هي التحديات التي قد تواجهها المؤسسات أثناء تنفيذ منهجية ستة سيقما وكيف يمكن التغلب عليها؟
4. كيف يتم قياس فعالية ستة سيقما في ضبط جودة المنتجات في الصناعات التحويلية؟
5. ما هي الابتكارات أو التعديلات المعاصرة على منهجية ستة سيقما لمواكبة تحديات الصناعات التحويلية الحديثة؟

3. فرضيات الدراسة:

للإجابة على الإشكالية تم صياغة مجموعة من الفروض كانت على النحو التالي:

- يساعد تطبيق منهجية ستة سيقما في الاستغلال الأمثل للموارد المتوفرة مما يحسن ضبط جودة الصناعات التحويلية.

الفرضية الإحصائية الثانية:

- تتمتع منتجات المؤسسات الصناعات التحويلية محل الدراسة بجودة جيدة وفق أدوات الضبط الاحصائي للجودة.

وتنبثق عنها الفرضيات الفرعية التالية:

1. تتمتع منتجات مؤسسة محل الدراسة بجودة جيدة وفق خرائط الرقابة للصفات؛
2. تتمتع منتجات مؤسسة محل الدراسة بجودة جيدة وفق تحليل مقدرة العمليات الخاضعة للتوزيع الطبيعي.

4. أهداف الدراسة:

1) دراسة كيفية تأثير تطبيق ستة سيقما على تحسين جودة المنتجات في الصناعات التحويلية وتحديد مدى تحقيق الأهداف المرجوة.
2) استكشاف الأدوات والتقنيات الأساسية المستخدمة في منهجية ستة سيقما وكيفية تطبيقها في بيئات التصنيع المختلفة لضبط الجودة.
3) استكشاف التحديات التي تواجه الشركات أثناء تطبيق منهجية ستة سيقما وكيفية التغلب عليها لضمان فعالية التنفيذ.
4) اقتراح استراتيجيات مبنية على النتائج لتحسين تنفيذ ستة سيقما وضمان الاستدامة في ضبط الجودة عبر الوقت.
5) استخدام البيانات الإحصائية لتحديد آثار تطبيق ستة سيقما على الأداء العام والمشكلات المتكررة في العمليات الإنتاجية.

5. أهمية الدراسة:

1) تسلط الدراسة الضوء على كيفية استخدام منهجية ستة سيقما لتحسين الكفاءة وتقليل الهدر، مما يؤدي إلى خفض التكاليف وزيادة الإنتاجية في المصانع.
2) التركيز على منهجية ستة سيقما يساهم في تحسين جودة المنتجات بشكل ملحوظ، مما يعزز من سمعة الشركة وثقة العملاء في العلامة التجارية.
3) توفر الدراسة استراتيجيات وأدوات عملية يمكن أن تعتمدها المؤسسات لتحسين الجودة، مما يسهل تطبيق المنهجية في بيئات العمل المختلفة.
4) من خلال تحسين جودة المنتجات، تسهم الدراسة في تعزيز رضا العملاء وولائهم، وهو ما يعتبر أساسًا لنجاح أي شركة في السوق التنافسية.
5) تساعد الدراسة في التعرف على التحديات التي قد تواجه تنفيذ منهجية ستة سيقما وتقديم حلول لهذه التحديات، مما يساهم في توفير إطار عمل مرن وفعال.
6) تُعزز الدراسة من تبادل المعرفة بين المؤسسات العاملة في مجالات التصنيع، مما يساعد على نشر أفضل الممارسات واستخدام تقنيات تحسين الجودة بشكل أوسع.
7) تسهم النتائج التي يتم الحصول عليها من الدراسة في توجيه استثمارات الشركات في البحث والتطوير، مما يؤدي إلى تحسين الابتكار والقدرة التنافسية.
8) تسلط الدراسة الضوء على أهمية استدامة جهود ضبط الجودة من خلال تطبيق منهجية ستة سيقما، وهو ما يسهم في تحقيق نجاح طويل الأمد.

باختصار تسعى هذه الدراسة إلى تعزيز الفهم والوعي بأهمية منهجية ستة سيقما كأداة فعالة في ضبط جودة الصناعات التحويلية، مما يعود بالفائدة على الشركات والمستهلكين على حد سواء.

6. حدود الدراسة:

- الحدود المكانية: تم اجراء هذه الدراسة على مستوى مؤسسة صنع الأجر الأطلس
- الحدود الزمانية: تم إجراء الدراسة الميدانية خلال الفترة الممتدة ما بين شهر ديسمبر سنة 2023 الى شهر جويلية 2024.

7. منهج الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وهذا نظرا لملائمته لهذه الدراسة فهو يصف الظاهرة وصفا موضوعيا من خلال البيانات التي تم جمعها من المؤسسة محل الدراسة، ويُستخدم منهج الوصفي التحليلي في مجموعة متنوعة من المجالات لقدرته على فهم الظواهر وتفسيرها بدقة. يتميز هذا المنهج بقدرته على تحليل البيانات الكمية والنوعية، مما يجعله أداة فعالة في البحث العلمي، حيث يُستخدم لوصف وتفسير المعطيات التي تم جمعها. كما يلعب دوراً مهماً في الدراسات الاجتماعية من خلال استكشاف العادات والتقاليد وتحديد اتجاهات الرأي العام. بالإضافة إلى ذلك، يُستخدم لتحليل احتياجات المجتمع والمشكلات القائمة، مما يساعد في تطوير السياسات واتخاذ قرارات مستنيرة. يُعتبر منهج الوصفي التحليلي أيضاً أساسياً في دراسات الحالة، حيث يقدم رؤى عميقة حول قضايا محددة، مما يعزز الفهم الشامل للظواهر المدروسة. وتم اعتماد أسلوب دراسة حالة وتم أدوات الضبط الاحصائي للجودة للتأكد من صحة الفرضيات الموضوعة سابقا تم استعانة ببرنامج MINTABلتحليل الاحصائي للبيانات المجموعة حيث يعتبر هذا الأخير برنامج مختص في مراقبة الجودة لذلك تم الاعتماد عليه لان هذه التقنيات ليست متواجدة في عديد من برامج التحليل الاحصائي المشهورة.

8. هيكل الدراسة:

تم بناء خطة الدراسة باتباع منهجية (IMRAD) حيث تم تقسيم هذه الخطة الى فصلين:

الفصل الأول تم التطرق فيه الى الأدبيات النظرية والتطبيقية متعلقة بموضوع الدراسة حيث تم عرض في المبحث الأول الجانب المفاهيمي لمتغيرات الدراسة كل من ستة سيقما والصناعات التحويلية، أما المبحث الثاني تم مراجعة الدراسة السابقة التي لها علاقة بموضوع الدراسة حيث تم عرض مجموعة من الدراسات السابقة سواء الأجنبية أو العربية، وتم تحديد موقع هذه الدراسة من الدراسات السابقة.

الفصل الثاني تم فيه التطرق الى جانب التطبيقي ودراسة حالة مؤسسة صنع الأجر الأطلس حيث تم تقسيمه الى مبحثين حيث تضمن مبحث تم عرض فيه لمحة مختصرة عن المؤسسة محل دراسة والمبحث الثاني تم عرض نتائج تتعلق بضبط الجودة الاحصائي لمنتجين بواسطة كل من خرائط الصفات وتحليل مقدرة العمليات الانتاجية.

الفصل الأول

الأدبيات النظرية والتطبيقية

مقدمة الفصل:

بدأت منهجية ستة سيقما كأداة لتحقيق مستويات أعلى من الجودة وتقليل العيوب في العمليات الإنتاجية، مما ساعد المؤسسات على تحسين كفاءتها التشغيلية من خلال تقليل الفاقد وتحسين استخدام الموارد، وبالتالي خفض التكاليف وزيادة الأرباح. الاعتماد على تحليل البيانات والقرارات القائمة على الأدلة أصبح جزءًا أساسيًا من ستة سيقما، مما يعزز القدرة على اتخاذ قرارات مستنيرة وتحقيق نتائج ملموسة. مع مرور الوقت، توسعت استخدامها إلى مجموعة متنوعة من المجالات مثل الرعاية الصحية والخدمات المصرفية والتجزئة، مما ساهم في تعزيز أهميتها كمفهوم عالمي في تحسين العمليات. تم دمج ستة سيقما مع تقنيات أخرى مثل (Lean)، مما أدى إلى تطوير نماذج مثل Lean Six Sigmaالتي تحسّن الكفاءة وجودة الخدمة. علاوة على ذلك، زادت أهمية التدريب والحصول على الشهادات المرتبطة بها، حيث يسعى العديد من المحترفين للحصول على شهادات مثل (Green Belt) و (Black Belt) في العصر الحالي، هناك اهتمام متزايد بالاستدامة، حيث يتم توظيف مبادئ ستة سيقما لتحقيق أهداف بيئية واجتماعية جنبًا إلى جنب مع الأهداف الاقتصادية. تعتبر ستة سيقما أداة فعالة ومرنة لتحسين الجودة والكفاءة في مجموعة متنوعة من السياقات.

المبحث الأول: الادبيات النظرية حول كل من منهج ستة سيقما والصناعات التحويلية

المطلب الاول: مفهوم إدارة الجودة الشاملة

1. تعريف الجودة

لقد أفرزت مجهودات مفكرين إداريين ومنظمات دولية عدد من التعاريف لإبراز مفهوم الجودة ومن أهم تلك التعاريف.

عرف **معهد الجودة الفيد رالي الأمريكي** الجودة على أنها :أداء العمل الصحيح، وبالشكل الصحيح من المرة الأولى، مع الاعتماد على تقييم المستفيد في معرفة مدى تحسن الأداء (السامرائي، 2007، صفحة 28))

وعرفها (**Joseph juran**) على أنها :قابلية السلعة أو الخدمة للاستعمال .(خضير و الشيخ، 2001، صفحة 21)

أما (**Feign baum**) فعرفها على أنها " :الناتج الكلي للمنتج أو الخدمة جراء دمج خصائص نشاط التسويقي والهندسة والتصنيع والصيانة التي تمكن من تلبية حاجات ورغبات الزبون". (العزاوي، 2005، صفحة 08)

حسب رأي **فيشر**"**Fisher**": تعبر عن درجة التألق والتميز وكون الأداء ممتازا؛ أو كون بعض خصائص المنتج (خدمة أو سلعة) ممتازة عند مقارنتها مع المعايير الموضوعة من منظور المنظمة أو الزبون، كما تعني أنها تحقيق أهداف ورغبات الزبائن باستمرار. (المحياوي، 2006، صفحة 24)

تعرف **منظمة التقييس العالمية للتفتيش** بموجب المواصفات القياسية إيزو 9000 والذي يركز مع الضرورة الاهتمام بالمتطلبات الظاهرية التي يرغب الزبون في ملاحظتها في السلع والخدمات فضلا عن المنافع المتحققة من استخدام هذه السلع بالإضافة حاجاته الضمنية (دراوش و خام الله، 2015، صفحة 316).

أما **DEMING** يعرف الجودة بأنها" التوافق مع احتياجات المستهلك ومتطلباته مهما كانت، وبأنها تعني أيضا التحسين المستمر في جميع النشاطات، والتخفيض المستمر للخسائر والتكاليف". (بن علي و منير، 2017، صفحة 275)

على أساس ما ورد يتضح أن للجودة عدة تعاريف بحسب اختلاف المنظور أو الهدف ويمكن لنا أن نجمعها في تعريف واحد، حيث أن الجودة هي ملاءمة المنتج أو الخدمة المقدم محققة لهدف العميل وتحقيق احتياجاته وتوقعاته

المحددة أو الضمنية. أي أن تكون السلعة أو الخدمة محققة لهدف العميل من شرائها وتحقق رضاه حاضراً ومستقبلا. وهنا نجد أن الزبون أو العميل هو الأساس في هذا التعريف وان اي منشأة خدمية أو إنتاجية في القطاع الحكومي أو الخاص إذا أرادت أن تتبنى مفاهيم الجودة وتطبق أيً من أنظمتها وطرقها فإنه يلزمها أن تجعل رضا العميل وتحقيق احتياجاته محط اهتمامها وبؤرة عمليتها.

2. تطور التاريخي لمفهوم الجودة

لقد مر مفهوم الجودة بعدة مراحل، ويمكن حصرها فيما يلي:

1) مرحلة الفحص (التفتيش) بداية الثورة الصناعية – 1940

كانت تحليلات الجودة تركز فقط على فحص المنتج، وكان القرار الرئيسي السائد خلال تلك الحقبة هو القرار الخاص بتحديد متى يتم فحص المنتجات وما عدد المنتجات التي تخضع للفحص، وتتضمن عملية الفحص الأنشطة المتعلقة بقياس واختبار وتفتيش المنتج وتحديد مدى مطابقة المنتج للمواصفات الفنية الموضوعة، وبالتالي فإن المنتجات المطابقة للمواصفات الفنية يمكن تسليمها إلى العميل، أما المنتجات غير المطابقة للمواصفات الفنية فإنها إما أن تتلف أو يعاد العمل عليها أو يتم بيعها بأسعار أقل.

وإن عملية فحص المنتج كانت تركز فقط على اكتشاف الأخطاء والقيام بتصحيحها، فالخطأ أو العيب أو التلف قد حصل فعلا، إن عملية الفحص اكتشفت الخطأ، ولكنها لم تقم بمنعه من الأساس (صادق، 2014، صفحة 16)

2) مرحلة المراقبة الاحصائية للجودة.

في 1924 قام **والتر شوارت** باستخدام الطرق الاحصائية للرقابة على الجودة في مخابر بل للهواتف في الولأيات المتحدة الأمريكية،و كانت بدايات استخدام مخططات السيطرة للرقابة الاحصائية على الجودة، ومن ثم قام العديد من الباحثين **كدودج ورومينج** بالاهتمام وتطوير الطرق الاحصائية للرقابة على الجودة واستخدام مجال قبول العينات كبديل لعملية التفتيش (Dale، 2012، صفحة 08)

وقد قام الجيش الأمريكي خلال الحرب العالمية الثانية باستخدام لأول مرة إجراءات اختيار العينات الإحصائية ووضع حدودا دقيقة للمواصفات النمطية لكل الامدادات التي يستخدمها الجيش، ومن هنا ذاعت شهرة أساليب الرقابة الإحصائية على الجودة، وفي 1947 تما إنشاء المنظمة الأمريكية للرقابة على الجودة ومن ثم في خمسينيات هذا القرن تم تلقين الأساليب الإحصائية في الرقابة للخبراء اليابانيين وكان ذلك على يد الأمريكيين جوزيف جوران وإيدوارد ديمنج وقد كان النجاح الكبير لاستخدام هذه الأساليب خلال فترة إعادة البناء في اليابان وراء التفوق الملحوظ لليابان في مجال جودة المنتجات بشكل خاص. (ماضي، 2011، الصفحات 324-325)

3) مرحلة تأكيد (ضمان) الجودة 1960 _ 1980

اتسمت هذه المرحلة التاريخية بالتركيز على أهمية الجودة والتأكيد على اعتبارها ميزة تنافسية للمنتجات السلعية والخدمية، و مفهوم ضمان الجودة يختلف عن مفهوم مراقبة الجودة، فهو أوسع نطاقا من مجرد المجهودات التي تبذل للتحقق من مستوى الجودة المطلوب وتحليل أسباب انخفاضه، ووضع إجراءات تلافي ظهورها مستقبلا، فضمان الجودة يمتد ليشمل كل الإجراءات المخططة و المنهجية اللازمة لإعطاء الثقة بأن المنتج أو العملية أو الخدمة تستوفي مطالب الجودة، ويتكون مدخل ضمان الجودة من ثلاث وظائف أساسية هي (حجازي، 2002، صفحة 292):

1. **هندسة الجودة:** وتهتم هذه الوظيفة بالتخطيط السليم لبناء جودة المنتج، فهي تهدف في إدخال الجودة في مرحلة تصميم المنتجات والعمليات.

2. **الرقابة على الجودة:** وتشمل وضع المعايير المخططة وذلك لتحديد ما إذا كانت مستويات الجودة مازالت محققة أم لا، ثم اتخاذ الإجراءات التصحيحية وكذلك الإجراءات الوقائية مستقبلا والتي تضمن المحافظة على مستوى المطابقة للمواصفات.

3. **إدارة الجودة:** وتشمل تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة كل الانشطة اللازمة لضمان وتأكيد الجودة.

4) مرحلة إدارة الجودة الشاملة

وهي مرحلة الإدارة الإستراتيجية للجودة التي تمثل الطور المتقدم في مرحلة الإدارة الشاملة للجودة المعتمدة على استخدام الجودة كسلاح تنافسي، فالإدارة الاستراتيجية للجودة Quality Strategic)) Managementهي عملية تكامل بين أصول فن الإدارة وبين مبادئ ومنهجيات وأنشطة ومداخل وتقنيات لتطوير وتنفيذ استراتيجيات أعمال ناجحة للشركة فهي ترادف (الشمولية) Total بـ (الاستراتيجية Strategic

)وهذا يعني ان الفكر الإستراتيجي يجب ان يشمل جميع أركان الجودة، و نظام إدارة الجودة الشاملة M.Q.T لابد ان يكون موجها إلى التسويق ويعالج في موضوعات ومناهج التسويق كما يعالج في موضوعات الجودة وموضوعات الإنتاج لان المشروعات المطبقة لنظام مراقبة الجودة الشاملة تنشط في إحداث تغطية تسويقية اقتصادية لمنتجاتها. (ابراهيم، 2018، صفحة 12)

تعريف إدارة الجودة الشاملة وإسهامات المفكرين

أولا: تعريف إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management(TQM)

هذا المفهوم يمكن توضيحه وتعريفه من خلال التفكيك مكوناته الثلاثة والفصل بينها كما يلي (حبيب، 2019، صفحة 24):

فالإدارة: تعني التطوير والمحافظة على إمكانية المنظمة من أجل تحسين الجودة بشكل مستمر وتبدأ الإدارة بالإدارة العليا وتنتهي بكل العاملين أو أنها تخطيط وتنظيم وتوجيه ومراقبة كافة النشاطات المتعلقة بتطبيق الجودة كما يتضمن ذلك دعم نشاطات الجودة وتوفير الموارد اللازمة

والجودة: تعني الوفاء بمتطلبات المستفيد بل وتتجاوزها إلى تلاشي العيوب والنواقص من المراحل الاولى للعملية بما يرضي المستفيد وتضمن الجودة جودة المنتج وجودة الخدمة وجودة المسؤولية الاجتماعية وجودة السعر وتاريخ التسليم أو هي بشكل موجز تلبية متطلبات المستفيد وتوقعاته

أما **الشاملة:** فإنها البحث عن الجودة في أي مظهر من مظاهر العمل ابتداء من التعرف على احتياجات المستفيد وانتهاء بتقييم رضا عن المنتجات أو الخدمات المقدمة إليه وتشمل كل المنظمة وكل مجالات العمل وكل العاملين

عرفها(Coulter & Robbin)على أنها: «فلسفة إدارية موجهة على أساس التحسين المستمر والاستجابة لاحتياجات وتوقعات الزبون. (ابراهيم، 2018، صفحة 34)

ويعرفها Juran : بأنها ليست سلسلة من البرامج، بل هي نظام إداري والذي من خلاله يمكن تطبيق الكثير من الأدوات التي قامت إدارة الجودة بتطويرها بصورة فعالة في المؤسسة، في حين لا يمكن جني الفوائد كاملة دون إحداث تغيير في سلوكيات العاملين، وكذلك إحداث تغيير على أوضاع التشغيل اليومية وأولويتها، ومن أجل تحقيق النجاح

في عملية تطبيق إدارة الجودة الشاملة فإنه يتعين على جميع الأقسام في المؤسسة الالتزام بجدية هذا التطبيق الى جانب الولاء للمؤسسة من قبل عامليها. (أحمد، 2011، صفحة 05)

عرفها johblonski على أنها:"شكل تعاوني لأداء الأعمال وبتحريك المواهب والقدرات لكل من العاملين وإدارة لتحسين الإنتاج والجودة بشكل مستمر، مستخدمة فرق العمل من خلال مقومات الأساسية لنجاح في المؤسسة وهي اشتراك في الإدارة وهذا لتحسين المستمر للعمليات واستخدام فرق عمل. (ابراهيم، 2018، صفحة 34)

2.3 أهم أفكار رواد إدارة الجودة الأمريكيين

أولا: إدوارد دمنج: DEMING Edwards

يعتبر قائد ثورة إدارة الجودة من خلال إسهاماته في تطوير الجودة في أمريكا، من أهمها خرائط المراقبة الإحصائية للجودة، كما ركز "دمينج" على ضرورة قيام المؤسسة بتقليل الانحرافات التي تحصل أثناء العمل، وقد قام أيضا بتدريب المهندسين اليابانيين في الخمسينات على استخدام الأساليب الإحصائية التي تساهم في رفع مستوى جودة المنتجات وتخفيض تكاليفها، وكاعتراف له بفضله، قامت الاتحادية اليابانية للعلماء والمهندسين بتأسيس جائزة سنة 1962 عرفت "بجائزة دمينج للجودة"

وقد ركز دمنج على ضرورة تقليل الانحرافات التي تقع أثناء القيام بالعمل وأشار لذلك في كتاباته عن فلسفته وأساليبه التي أصبحت ذات أثر فعال في تطور إدارة الجودة الشاملة حيث لخص فلسفته ونظرته للجودة في أربع عشر نقطه تشير إلى ما يجب على المؤسسات القيام به إذا ارادت التحول نحو الجودة الشاملة، وهي ما عرفت بنقاط دمنج أربع عشر (شعبان، 209، صفحة 31)

وهي باختصار كالتالي:

1) تحديد الهدف من تحسين جودة المنتج أو الخدمة.
2) تبني فلسفة جديدة من شأنها تحسين كفاءة الأداء في المؤسسة.
3) توّقف الاعتماد على الفحص الشامل كطريقة أساسية لتحسين الجودة.
4) عدم اعتماد الأسعار كمؤشر أساسي للشراء، باعتماد الجودة العالية للمنتجات.

5) التحسين المستمر لعملية إنتاج السلع والخدمات والاهتمام باستخدام الأساليب الإحصائية.

6) إيجاد التكامل بين الأساليب الحديثة والتدريب.

7) تحقيق التناسق بين الإشراف والإدارة.

8) إزالة الخوف عن العمال وذلك بتشجيعهم على إبلاغ الإدارة بالمشاكل الخاصة بالأداء.

9) إزالة الحواجز بين مختلف أقسام وإدارات المؤسسة، وتنمية روح الفريق فيهم.

10) تجاوز الصيغ والأساليب التي تعجز عن تحقيق الأهداف الأساسية للمؤسسة.

11) تقليل الإجراءات التي تتطّلب تحقيق نتائج محددة من قبل كل عامل، والتركيز على بناء سلوك الفريق.

12) تأسيس قنوات اتصال وذلك بإزالة الحواجز الموجودة بين الإدارة العليا والعاملين.

13) وضع البرامج التطويرية التي تهدف إلى تنمية مهارات الأفراد وتطويرها.

14) تشجيع الأفراد على السعي لمواكبة التحسين والتطور المستمرين في الأداء باعتماد سياسات تطورية جديدة.

ثانيا: جوزيف جوران: JURAN Joseph

ساهم الدكتور جوزيف جوران كثيرا في حركة الجودة الشاملة. بدأ عمل جوران في وقت متأخر عن ديمنج بعد الحرب العالمية الثانية، وكان مهندسا من حيث المهنة يعمل في الولايات المتحدة الأمريكية، تمت دعوة جوران، مثل ديمينغ، إلى اليابان في عام 1954 من قبل إتحاد العلماء والمهندسين اليابانيين (JUSE) للمساهمة في إعادة بناء الاقتصاد الياباني. قدمت محاضراته الأبعاد الإدارية للتخطيط والتنظيم والرقابة وركزت على مسؤولية الإدارة لتحقيق الجودة والحاجة إلى تحديد الأهداف، يعرف جوران الجودة بأنها ملاءمة للاستخدام من حيث التصميم والمطابقة والتوافر والسلامة والاستخدام الميداني وبالتالي، يدمج مفهومه أكثر وبشكل وثيق وجهة نظر العميل، إنه مستعد لقياس كل شيء ويعتمد على الأنظمة وتقنيات حل المشكلات، على عكس ديمينغ ، يركز على الإدارة من أعلى إلى أسفل والأساليب التقنية بدلا من فخر العمال ورضاهم(Ross & omachonu, 2005, p. 09)

ثالثا: فيليب كروسبي: GROSBY Philip

كان فيليب كروسبي أول من نادى بفكرة العيوب الصفرية ZERO DEFECET والذي يخالف فيها فكرة المستويات المقبولة والنسب المسموح بها للأخطاء والعيوب، وربط بين مستوى الجودة والأرباح حيث أن ارتفاع مستوى الجودة يؤدي إلى تخفيض التكلفة وزيادة الأرباح تبعا لذلك، وقسم التكاليف إلى تكاليف مقبولة وهي التي

ساهمت في تحسين مستوى الجودة، وتكاليف غير مقبولة وهي تلك التي أنفقت ولم تحقق مستوى الجودة المطلوب. (جودة، 2006، صفحة 34)

رابعا: أرماند فايجنبوم: FEIGENBAUM Armand

يعد فايجنبوم الرائد الأول والوحيد من بين رواد الجودة الأوائل الذي ألحق كلمة شاملة بالجودة لتصبح الجودة الشاملة وكان ذلك في مقال له في عام 1956، حيث وظف فيه لأول مرة مفهوم الرقابة على الجودة الشاملة، كما وظف ذات المفهوم في كتاب له يحمل عنوان الرقابة على الجودة الشاملة (Total Quality Control) سنة 1961، يتضمن مراجعة لكتابه الأصلي الذي نشر سنة 1951 تحت عنوان الرقابة على الجودة، وقد عرف هذا المفهوم بأنه : هو نظام فعال لتحقيق تكامل بين جهود مختلف مجموعات المنظمة التي تتولى تطوير الجودة، وصيانتها، وتحسينها، يسمح بتسويق وهندسة وإنتاج منتج وتقديم خدمة بمستويات اقتصادية عليا من شأنها تحقق رضا العملاء الكامل.

وخلص فايجنبوم إلى وضع عشر نقاط تمثل فلسفته الخاصة برفع مستوى الجودة، وهي تمثل معايير نجاح إدارة الجودة الشاملة، وهي: (حبيب، 2019، صفحة 90)

1) أن الجودة عملية واسعة على مستوى المنظمة ككل.
2) أن الجودة هي ما يقوله العميل.
3) أن الجودة والتكلفة كل متكامل لا يوجد بينهما اختلاف.
4) أن الجودة تتطلب الحماس لدى الأفراد ومجموعات العمل في الوقت ذاته.
5) أن الجودة أسلوب إدارة.
6) أن الجودة والإبداع يعتمد كل منهما على الآخر.
7) أن الجودة عملية أخلاقية.
8) أن الجودة تتطلب التحسين المستمر.
9) أن الجودة هي الطريق الأكثر مردودية والأقل تكلفة في طريق الإنتاجية.
10) أن الجودة تنفذ من خلال نظام شامل يرتبط بالعملاء والموردين.

خامسا: جينيشي تاجوشي TAGUCHI Genichi

تعد طرائق خبير الجودة الياباني جنيشي تاجوشي من أهم التطورات التي سادت خلال العقود الأخيرة، وحتى الآن في مجال تحسين جودة المنتجات وزيادة كفاءة العمليات الصناعية.

لقد أصبحت النظرة الصناعية التقليدية للجودة بوصفها المطابقة مع المواصفات عرضة للكثير من الانتقادات بسبب تركيزها على الفحص والاختبار بعد التصنيع بوصفه أساساً لتحقيق مستويات مقبولة من الجودة، إذ أثبت تاجوشى إن تحقيق الاقتصاد لمستويات مرتفعة من الجودة يبدأ من مرحلة تصميم الجودة داخل المنتج وليس من خلال الفحص والاختبار بعد التصنيع، فلم يعد تعريف الجودة من وجهة نظر تاجوشي بأنها المطابقة للمواصفات، لكنه عرفها بأنها الجودة التي لا تحدث أي خسارة مالية للمجتمع، بمعنى أن جودة المنتج تمثل تجنباً للخسارة المنقولة بواسطة المنتج للمجتمع بعد شحنه للزبون، وهذه الخسارة لا تشمل خسارة الشركة معبراً عنها بتكاليف إعادة الصنع، الصيانة، توقف الآلات لأسباب تتعلق بفشل الجودة ومطالبات الضمان فقط، بل تمتد لتشمل الكلف المنقولة إلى الزبون الناتجة عن فشل المنتج في تحقيق توقعات الزبون والفشل في تحقيق مواصفات الأداء والتكاليف الاجتماعية الأخرى كالتلوث مثلاً، وعليه فإن الفلسفة الجديدة لتاجوشي قد غيرت المنطق في قياس خسارة الجودة من احتساب قيمة المنتجات غير المطابقة للمواصفات التي لا يمكن شحنها للزبون إلى قياس الخسارة بفكر تكاليفي أوسع وهو الخسارة للمجتمع، وحدد إمكانية قياسها من خلال ربطها بمواصفات المنتجات القابلة للقياس الكمي. (مثنى و الناصر، 2009، صفحة 222)

سادسا: كاورو إيشيكاوا KAORU Ishikawa

كارو إشيكاوا مهندس ياباني في الكيمياء التطبيقيه تخرج سنة 1939 من جامعة طوكيو وهو تلميذ جوران كما أنه من أبرز رواد الجودة اليابانيين حيث أطلق عليه لقب أبو حلقات الجودة لقد أصدر كتابا سنة 1972 تحت عنوان دليل الرقابة على الجودة ولينظر اليها عادة باعتباره الدليل التدريبي الأول على أدوات حل المشاكل المستخدمة في مجال تحسين الجودة حيث كان هذا الكتاب في اليابان بمثابة مرجع هام في تدريب عمال المصانع الأعضاء في حلقات الرقابة على الجودة. (حبيب، 2019، صفحة 97)

كان **إشيكاوا** أحد أساتذة الهندسة بجامعة طوكيو الذي تقدم بمساندة النقابة اليابانية للعلماء والمهندسين باقتراح فحواه أن تؤلف مجموعات صغيرة من العاملين تقوم بالتعرف على المشكلات المتعلقة بأعمالهم بهدف تحسين مستوى الأداء وتطويره مع مراعاة الجانب الإنساني في العمل والحرص على إبراز القدرات الإنسانية وبالتالي إظهار عدد من التحسينات داخل المنظمة.

4. تقنيات وأدوات حديثة في إدارة الجودة الشاملة

1.4 حلقات الجودة

تعريف حلقات الجودة:

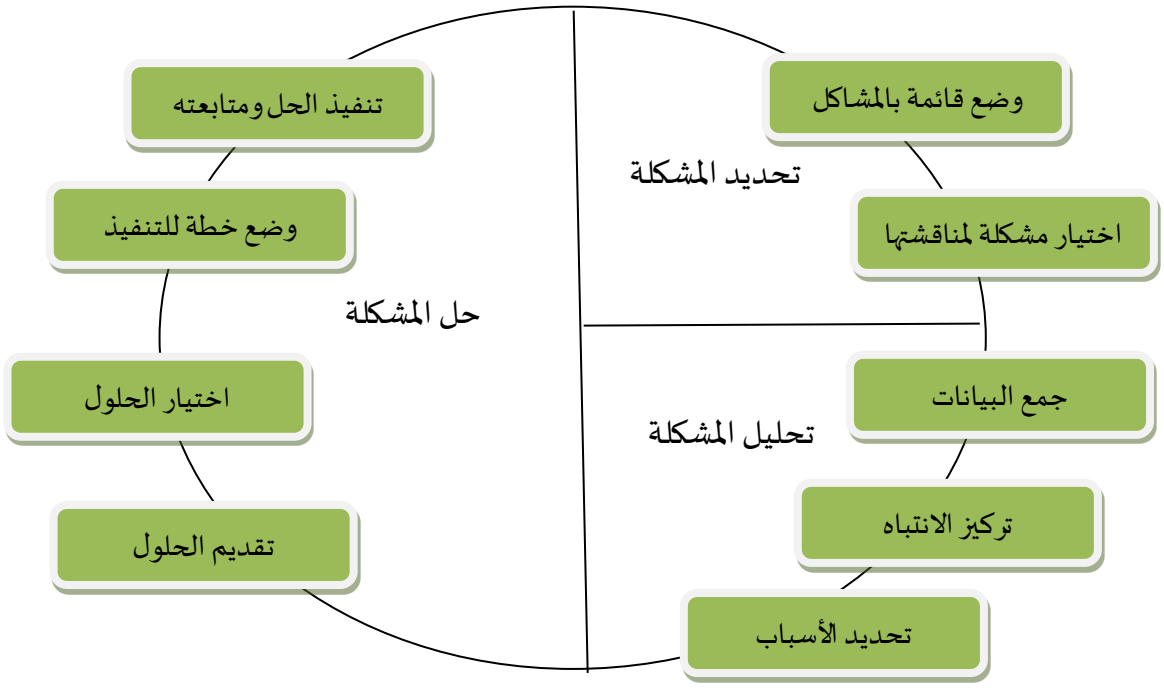
يعتبر إيشكاوا أول من دعا منهج حلقات الجودة في اليابان وعرفها على أنها "مجموعة صغيرة من الأشخاص من مكان العمل نفسه يقومون بمجموعة من نشاطات الرقابة على الجودة وبشكل تطوعي".

كيفية عمل حلقات الجودة:

في بادئ الأمر، يقوم أعضاء حلقات الجودة بعملية تحديد المشكلة وذلك من خلال وضع قائمة بالمشاكل التي تواجههم في العمل ثم اختيار مشكلة لمناقشتها وفق الأولوية ودرجة الأهمية، بعدها يقوم أعضاء الحلقة بتحليل هذه المشكلة وذلك بجمع البيانات الضرورية وتحديد أسباب المشكلة، ثم تبدأ مرحلة حل هذه المشكلة بتقديم مجموعة من الحلول فاختيار الحل الأمثل ووضعه في خطة قابلة للتنفيذ. (جمعة و حسيني، 2011، صفحة 126)

يوضح الشكل التالي طريقة عمل حلقات الجودة من خلال الوظائف الأساسية التي تتبناها المجموعة

الشكل رقم (01-01): طريقة عمل حلقات الجودة



المصدر: خير الدين جمعة، حسيني ابتسام، حلقات الجودة في المؤسسة –تجارب بعض الدول –أبحاث اقتصادية وإدارية، العدد 09، جوان 2011، ص 126

مبادئ وأهداف حلقات الجودة

هناك العديد من المبادئ يجب احترامها ضمن فلسفة حلقات الجودة وهي: (حامدي، 2019، صفحة 273)

- المشاركة الطواعية: يعتبر أهم مبادئ حلقات الجودة فلا يمكن في أي حال من الأحوال إجبار العمال على المشاركة فيها بناء على أوامر وتعليمات، بل من الأفضل ترك الحرية للعامل ليستطيع إبداع أفكار تساعد المؤسسة على تطوير أداءها.
- الاستمرارية: أن يكون نشاط حلقات الجودة مستمر لأنه يختص بالتطوير والتغلب على المشكلات التي تظهر دوما مع الممارسات اليومية للعمال.
- تقدير العمال: يجب أن تحترم هذه الحلقات إنسانية العامل وتحقق له مناخ العمل الجيد وتعطي له مجال الحرية في التفكير والابداع واقتراح الحلول اللازمة لحل مشاكل العمل.

فلسفة الحلقات: تتمثل فلسفة حلقات الجودة في مبدأ التنافس الجماعي التعاوني بين أفراد الحلقة لتوليد أحسن الأفكار المساهمة في إنجاح المؤسسة.

2.4 التحسين المستمر Kaizen

معنى كلمة كايزن:

كايزن Kaizen مصطلح مكون من كلمتين يابانيتان :

KAI = وتعني التغير CHANGE

ZEN = وتعني للأفضل FOR THE BETTER أو للأحسن

FOR THE GOOD

أي التغير إلى الأفضل أو إلى الأحسن.

وأحياناً يتم ترجمة كايزن Kaizen إلى التحسن المستمر Continual Improvement، أو التحسن المستمر في موقع الحدث أو العمل .ولذلك تعتبر كايزن عملية التحسن عملية دائمة لا تتوقف.

تعريف كايزن:

عرف **معهد كايزن** مفهوم كايزن بأنه مصطلح ياباني يشير إلى التحسن المستمر، ومنهج علمي في إدارة الجودة الشـاملة، يرتكز على مجموعة من القيم والمعتقدات التنظيمية، منها :أن يكون تركيز العاملين والإدارة على أن تكون نسبة العيوب أو نسبة الخطأ في السلعة أو في الخدمة = صفر، أيضاً كايزن هي فلسفة لا ترضي أبداً على ما تم إنجازه الأسبوع الماضي أو السنة الماضية (مدحت، 2015، صفحة 67).

مبادئ كايزن: من أهم مبادئ التحسين المستمر (عزة و سلامة، 2019، صفحة 706)

- الاعتماد على العمل الجماعي، والمشاركة النشطة في مقترحات التحسين المستمر.
- التركيز على الموارد البشرية ضمن كايزن؛ في مجال الإدارة والميزة التنافسية.
- فلسفة كايزن تدرك أن هناك دائما مجال للتحسين، وتتبنى توافق الآراء الجماعي.
- كايزن يركز على وضع المعايير، وتحسين تلك المعايير باستمرار، لدعم معايير أعلى.

3.4 المقارنة المرجعية

تعد عملية القياس المقارن أو المقارنة المرجعية من الأدوات الحديثة لإدارة الجودة الشـــاملة، التي تهدف إلى تحســـين الأداء وتعزيز القدرة التنافسية للمنظمة ورفع كفاءة الأفراد ودعم الإبداع، والعمل على تحقيق رضا العملاء، خاصة في ظل التغيرات والتطورات السريعة التي تعرفها الأسواق في عصرنا الحالي، والأمر الذي دفع العديد من المنظمات إلى الإهتمام بهذه الإدارة ومحاولة قياس أدائها وتقييمه، وتحديد نقاط الضعف والقصور فيه بالمقارنة مع المنظمات الأخرى، بغية القيام بمعالجته واتخاذ الوسائل اللازمة لذلك

أي تعني هذه الأداة مقارنة خصائص وعمليات منظمة ما بما حققته أفضل المنظمات في مجالات عملها، وهي أداة من أدوات التحســـين المســـتمر تحدد بها المنظمة إذا ما كان أتى عملياتها وأنشـــطتها معادل ومكافئ لأفضـــل الممارسات، لتقوم بعد ذلك بتحسين أدائها، وتركز هذه الأداة على العمليات والأداء لا على المنتجات. (حبيب، 2019، صفحة 167)

4.4 منهج ستة سيقما Six sigma

مفهوم ستة سيقما Six Sigma

تعددت تعاريف ستة سيقما وذلك حسب المفكرين والباحثين، كل حسب نظرته ومن أبرز هذه التعاريف:

عرف Pande ســيقما ســتة أنها نظام شــامل ومرن لإنجاز وتحقيق حد أقصــى لنجاح العمل من خلال معرفة حاجات العميل بعد اســـتخدام الحقائق والبيانات وتحليلها مع التركيز على التحســـين واعادة تطوير آليه العمل. (pande, Neuman, & Cavanagh, 2002, p. 24)

يعرّفها ميكيل هاري، الرئيس والمدير التنفيذي لشـــركة Six Sigma Academy Inc: بأنها عملية تجارية تسمح للشركات بتحسين أرباحها بشكل كبير من خلال تصميم ومراقبة أنشطة الأعمال اليومية بطرق تقلل من الهدر والموارد مع زيادة رضا العملاء (Loon Ching Tang & others، 2006، صفحة 03)

وعلى العموم إن منهجية ستة سيقما تعتبر بمثابة رؤية ادارية استراتيجية تهدف إلى تحقيق درجة التميز عبر التركيز على المستفيدين العملاء وتحليل متطلباتهم ومراقبة العمليات وتحسينها بصفة دورية، لذلك فهي تمثل كل من الرؤية البعيدة أو الاستراتيجية وتمثل الهدف المراد تحقيقه وتمثل الأداة من أجل تحقيق الجودة، وبشكل عام يمكن ان تتضمن عناصر التالية: (Theodore، 2006، صفحة 08)

إدارة الجودة الشاملة: حيث توفر الأدوات والأساليب اللازمة لإحداث التغيرات الثقافية وتطوير وتحسين النشاطات والعمليات داخل المنظمة

مراقبه العمليات الاحصائية: حيث يتم استخدام أدوات القياس والتحاليل الاحصائية لمراقبة العمليات وتدخل في حالة حدوث انحرافات عن الخصائص القياسية للجودة.

الستة سيقما إحصائيا:

مصطلح سيقما هو الحرف الثامن عشر في الأبجدية الإغريقية، و قد استخدمه الإحصائيون هذا الحرف للدلالة على الانحراف المعياري، و الذي يعد طريقة إحصائية و مؤشرا لوصف الانحراف أو التباين، إن جذور "σ" باعتبارها معيار لقياس انحراف يمكن إرجاعها إلى Carl Frederick Gauss و الذي استخدم مفهوم المنحنى الطبيعي (محسن و أبو سن ، 2020، صفحة 40)

والانحراف المعياري هو طريقة إحصائية لقياس مدى تشتت القيم عن وسطها الحسابي الصيغة الرياضية له هي:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_i^n \left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}$$

حيث: $\bar{x}$: متوسط الحسابي n : حجم العينة

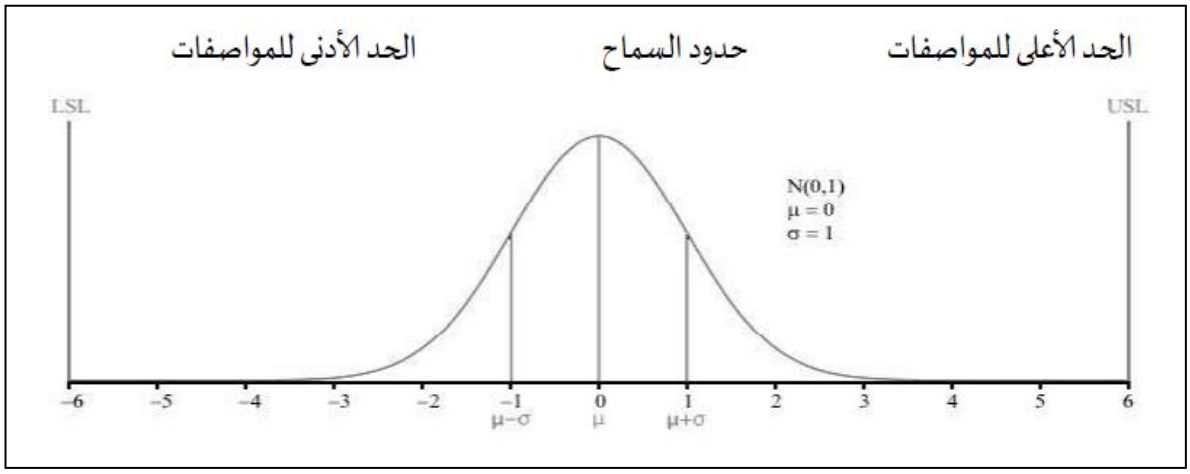
لذلك فإن الابتعاد أو التشتت عن الوسط يعني زيادة في كمية الخطأ وهذا يدل على زيادة التلف في السلعة أو قلة الجودة في تقديم الخدمة لذلك تعتبر استراتيجية سيقما ستة من الأساليب المهمة في تقليص حجم الخطأ إلى أبعد ما يكون أي تقليص نسبة العيوب والأخطاء إلى أقل قدر ممكن

تحديد مستوى السيقما في أي منظمة يتطلب إتباع مجموعة من المقاييس لتحديد فرص ظهور العيوب لكل مليون فرصة في المنتجات والعمليات الإنتاجية ومن أبرزها:

$$\text{نسبة العيوب} = \frac{\text{كمية العيوب}}{\text{كمية الوحدات المنتجة}} \times 100 \qquad \text{نسبة الدقة في العمليات} = 1 - \text{نسبة العيوب}$$

من خلال هذه المقاييس يمكن تحديد مستوى السيقما والذي يتم وضعه في منحنى التوزيع الطبيعي الذي يكون شكله كالتالي:

الشكل رقم (01-02): مستويات سيقما ستة تحت منحنى التوزيع الطبيعي



المصدر: (ناصري، 2018/2017.، صفحة 56)

الشكل أعلاه يوضح المساحة بين الحد الأعلى للمواصفات والحد الأدنى لها والتي تمثل مستويات السيقما تحت منحنى التوزيع الطبيعي حيث تسمح بتحديد مستوى الجودة معبرا عنه بعدد سيقما المعيارية المتضمنة في مجال القبول. (ناصري، 2018/2017.، صفحة 56)

بالاعتماد على المساحة تحت منحنى التوزيع الطبيعي يمكن تقييم كمية المنتجات الواقعة ضمن المواصفات مع تحديد عدد العيوب لكل مليون على مستوى سيقما ستة كالتالي:

الجدول رقم (01-01) : **مستويات** Sigma **والعيوب والمردود عند كل مستوى**

مستويات Sigma	العيوب / مليون فرصة	المردود %
1	691.462	68.27
2	308.538	95.45
3	66.807	99.73
3	6.21	99.9937
5	233	99.999942
6	3.4	99.9999998

المصدر: قشتي حبيبة، تحسين جودة الخدمات الصحية باستخدام منهجية الستة سيقما في المؤسسات الاستشفائية، مجلة التنمية والاقتصاد التطبيقي، العدد01، مارس 2017. ص 10

مبادئ ستة سيقما:

هناك عدد من المبادئ التي يرتكز عليها الستة سيقما وتشمل: (شرف الدين، 2019، صفحة 54)

- التركيز على العملاء
- اتخاذ القرارات على أساس الحقائق والبيانات الدقيقة واستخدامها أدوات إحصائية كالمدرجات التكرارية، خريطة باريتو، خرائط الانسيابية، ودوائر شويهارت...
- التركيز على العمليات والأنشطة الداخلية، والمقصود بالعمليات هو كل نشاط تقوم به المنظمة مهما كان حجمه
- الإدارة الفعالة المبنية على التخطيط المسبق حيث يعمل سيقما على تحويل إدارة رد الفعل الى إدارة معالجة المشكلات قبل وقوعها
- التعاون غير المحدود بين ممثلي المنظمة الواحدة في سبيل تحقيق الأهداف المنشودة والاعتماد على العمل الجماعي التعاوني والبعد عن المنافسة.

– التحسين المستمر باستخدام أدوات علمية مع التركيز على الأولويات والمبادرات الأقل عددا والأكثر تأثيرا

المشاركة الكاملة حيث تؤكد ستة سيقما على مشاركة كل الفرد في العمل الجماعي كما تؤكد على أهمية الاتصالات اللامركزية

خطوات تطبيق مقياس ستة سيقما:

يمر تطبيق ستة سيقما بخمسة مراحل أساسية وتسمى بمنهجية DMAIC وهذه الكلمة هي عبارة عن اختصار لأحرف الأولى للمراحل التي يتكون منها النموذج (التعريفDefine، القياسMeasurement، لتحليلAnalysis، التطويرImprovemen ، والرقابة Control) حيث أن: (جودة س.، 2011، صفحة 71)

التعريف Define: تتكون العمليات الرئيسة في المؤسسة من مجموعة من العمليات الحرجة والتي تهدف الى تحقيق جودة الزبون، حيث يتم في هذه المرحلة تحديد الهدف، تحديد الموارد المستخدمة، المشكلات التي يتم معالجتها وتطوير خطة التنفيذ.

القياس Measure: في هذه المرحلة يتم تطوير مقاييس العملية الأساسية وجمع وتحليل البيانات، وكذلك تحديد التدفق الحيوي للعمليات المؤثرة، تحديد قيم مقدرة العملية ونظام القياس.

التحليل Analyze: في هذه المرحلة يتم البحث عن الأسباب وتأثيرها، والقيام بالتحليل المتعدد وتحدد مكونات التباين وفهم الارتباطات.

التحسين Improve: وفيها يتم الرقابة على العملية المحسنة ومقارنتها بما هو محدد من المعايير أو القيم المستهدفة، وتنفيذ مخطط رقابة المتغيرات.

الرقابة Control: وهي المرحلة الأخيرة حيث يتم هنا تطوير عملية رقابية لمتابعة التغيرات التي تحصل في الشركة حيث يتم وضع خطة وقائية للتعامل مع المشكلات المتوقع حدوثها، ويتم أيضا هنا التأكد من أن التحسينات التي نتجت من عملية التطبيق سوف يستمر أثرها لفترة طويلة، ويتم تطوير بعض الأدوات لمساعدة الإدارة على السيطرة على العمليات والمخرجات المتوقعة.

فريق ستة سيجما:

يتكون فريق ستة من عناصر التالية: (McFarren, 2000 p. 24)

قائد الفريق(Team Leader)

❖ المسؤوليات

- يقود فريق ستة سيجما ويشرف على تنفيذ المشروع.
- يحدد الأهداف ويضمن توافقها مع الأهداف الاستراتيجية للشركة.
- يجمع ويحلل البيانات، ويتخذ القرارات بناءً على إرشادات البيانات والممارسات المثلى.

❖ المؤهلات

- عادة ما يمتلك شهادة حزام أسود في ستة سيجما.
- لديه مهارات قيادية وإدارية قوية.

أعضاء الفريق(Team Members)

❖ التكوين

- يتكون الفريق من أفراد من مختلف الأقسام والاختصاصات (مثل الإنتاج، الجودة، الهندسة، والتسويق).

❖ المسؤوليات

- يشاركون في جمع البيانات وتحليلها.
- يساعدون في تصميم الحلول وتنفيذها.
- يوفرون رؤى قيمة من خلفياتهم المختلفة لتحسين العمليات.

❖ المؤهلات

- يمكن أن يكون لديهم معرفة أساسية أو متقدمة في ستة سيجما (حزام أخضر أو حزام أصفر).

داعم المشروع(Project Sponsor)

❖ المسؤوليات

- المدافع الرئيسي عن المشروع في المستوى التنفيذي.
- يوفر الموارد المالية والموارد البشرية اللازمة.
- يدعم اتخاذ القرارات الهامة ويرفع الأمور الحرجة إلى الإدارة العليا.

❖ المؤهلات

- غالبًا ما يكون شخصًا في منصب إداري أعلى (مثل المدير التنفيذي أو مدير القسم).

المدرب(Mentor)

❖ المسؤوليات

- يقدم المساعدة والدعم لأعضاء الفريق من خلال مشاركته بالمعرفة والخبرة.
- يساعد في بناء المهارات المتعلقة بتطبيق أدوات وتقنيات ستة سيجما.

❖ المؤهلات

- يجب أن يكون لديه خبرة عملية في مشاريع ستة سيجما ولديه على الأقل شهادة حزام أسود.

خبراء البيانات(Data Analysts)

❖ المسؤوليات

- يقومون بجمع وتحليل البيانات اللازمة لدعم قرارات الفريق.
- يستخدمون أدوات التحليل الإحصائي لتحديد الاتجاهات والأنماط في البيانات.

❖ المؤهلات

- غالباً يخضع هؤلاء الأفراد لتدريب في إحصائيات وتحليل البيانات ولديهم خبرة في برامج التحليل مثل Minitabأو Excel.

5.4 خريطة الرقابة:

وترجع فكرة خريطة المراقبة (**control chart**) إلى الدكتور والتر شوهارت (**Walter A.Shewart**) الذي كان يعمل بمختبرات هاتف بل الأمريكية باحثا عن أسباب رداءة أجهزة الهاتف، وفي عام 1924 طور شوهارت خريطة إحصائية لمراقبة متغيرات المنتج والتي تمثل بداية مراقبة الجودة إحصائيا، وتهدف الخريطة إلى فهم وفصل مصادر الاختلافات، ويعتبر شوهارت أول من فرق بين اختلافات الأسباب العامة واختلافات الأسباب الخاصة، وظل شوهارت يطور في نظرية خريطة المراقبة إلى أن اصدر في عام 1931م كتابه الشهير "الرقابة الاقتصادية على جودة المنتج المصنع" (اسماعيل، 2006، صفحة 172)

خريطة المراقبة هي عبارة عن رسم بياني يبين التغيرات التي تحدث في خصائص المنتج مع الزمن، بحيث يمكن من خلال هذه الخريطة تمييز بين التغيرات الطبيعية التي تعود إلى أسباب العامة الكامنة في العملية بين التغيرات التي تعود إلى أسباب محددة، وتؤدي هذه الاخيرة إلى وقوع عيوب في المنتج وأخطاء في العمليات أن التأخير في التسليم مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الجودة وزيادة في التكاليف وبالتالي عدم رضا العملاء (عيشوني، 2010، صفحة 79)

بحيث يمثل المحور الأفقي في الخريطة أرقام العينات والتي تعرف بالمجموعات الجزئية، والمحور الرأسي يمثل إحصائيات العينات (مثل المتوسطات الحسابية للعينات)، ويتم في الخريطة توقيع قيم إحصاءات العينة للمجموعات الجزئية في شكل نقاط (أن علامات أخرى) متصلة بخطوط مستقيمة، ورياضيا يأخذ النموذج العام لخريطة المراقبة لخاصية الجودة (W) الصيغة التالية: (اسماعيل، 2006، صفحة 172)

$$UCL = \mu_w + L\sigma_w$$
$$CL = \mu_w$$
$$LCL = \mu_w - L\sigma_w$$

الشكل(01-03):نموذج لخريطة المراقبة

المصدر:خضير كاظم حمود،إدارة الجودة الشاملة،دار المسيرة للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى،عمان-الأردن،2000، ص 162

خط الوسط Central Line: هو الذي يمثل متوسط عملية القياس المتوقعة $\overline{X}$ أن متوسط النسب المعيبة $\overline{P}$ متوسط الأنحراف المعياري δ أن المدى $\overline{R}$ حسب نوع الخريطة المستخدمة من الناحية الإحصائية، تمثل تلك القيم متوسط متوسطات العينات التي يعتمد عليها في عملية القياس.

الحد الأقصى (Upper control limit): وهو أقصى مستوى مسموح به المتغير الذي يتم قياسه، وإذا زادت قيمته على ذلك يعتبر ذلك خطأ في الجودة لا يرجع إلى الصدفة.

الحد الأدنى (Lower control limit): وهو أقل حد مسموح للمتغير يتم قياسه أن يصل اليه دون أن يعتبر ذلك خطأ في الجودة ويرجع إلى الصدفة

حجم العينة: هو عدد الوحدات التي يتم سحبها بشكل دوري من خط الإنتاج وفحصها وقياسها ثم وضع متوسط نتيجة القياس على خريطة الرقابة على الجودة. (ماضي، 2011، صفحة 350)

2) الأهداف الممكن تحقيقها باستعمال خرائط الرقابة للعمليات

من خلال استعمال خرائط المراقبة للجودة يمكن للمؤسسات الإنتاجية والخدمية على حد سواء تحقيق الأهداف التالية: (عيشوني، 2010، صفحة 154)

1- **التحسين المستمر للعمليات:** تعتبر هذه التقنية إحدى أهم التقنيات الأساسية في التحسين المستمر للعمليات التي تبنتها العديد من المنظمات والشركات العالمية في المجالات الإنتاجية والخدمات.

2- **تحديد مقدرة العمليات:** على تحقيق أهداف العملية والمتمثلة في مواصفات المنتج، فمن خلال هذه التقنية يمكن إجراء التحسينات المناسبة التي تؤدي إلى الرفع من مقدرة العملية.

3- **اتخاذ القرارات الخاصة بتحديد المواصفات:** كنتيجة طبيعية لتحديد المقدرة الحقيقية للعملية يمكن للكادر الفني والإداري تحديد مواصفات المنتج بشكل دقيق وفعال يسمح بالتوافق بين الامكأنيات الفنية والتقنية للعملية الإنتاجية مع المواصفات التي يرغب فيها العميل بذلك يتم تحقيق مستويات عليا للجودة.

4- **اتخاذ القرارات المتعلقة بالعملية:** تسمح هذه الخرائط بتحديد مدى استقرار العمليات الإنتاجية ومعرفة فيما إذا كأنت العملية واقعة تحت المراقبة الإحصائية أن عكس ذلك، في حالة أن العملية تكون خارجة عن السيطرة والتحكم فأن الخرائط تسمح بالوقوف عليها لبحث وتحديد الأسباب المؤدية إلى ذلك والعمل على إزالتها، وتسمح خرائط المراقبة بتحديد فيما إذا كأنت التغيرات الحاصلة على خصائص المنتج هي تغيرات طبيعية أم أنها تغيرات غير طبيعية وقد يكون لها تأثيرا سلبيا على الجودة بحيث تتسبب في إنتاج كميات كبيرة من المنتج دون المواصفات، وهذا ما يؤدي إلى عدم رضا المستهلك والعميل وزيادة في تكاليف الإخفاق في الجودة.

5- **الرفع من الكفاءة الإنتاجية:** لإنتاج منتجات أكثر اتساقا وحسب رغبات ومتطلبات العميل مما يساهم في تحسين العلاقة بين المنتج والمستهلك أن العميل.

3) الخطوات العملية لخرائط الرقابة :

الخطوة الأولى: عند ظهور مشاكل في جودة المنتج أن الخدمة يتوجب على الفريق القائم على تحسين العمليات دراسة هذه المشاكل وتحليل المنتج وهذا باستعمال احدى التقنيات الأساسية السبع للجودة والتي يتوجب علينا تحديد سبل التعامل مع هذه المشاكل وإيجاد طرق العملية لحلها وإزالتها من العملية.

الخطوة الثانية: بعد تحديد المنتج في ضوء خصائصه وطبيعته ينبغي اختيار الخريطة المناسبة لمراقبة العملية .

الخطوة الثالثة: بعد تحديد الخريطة المناسبة لطبيعة العملية التي نود مراقبتها، يتضح لنا نوع البيانات الضرورية لعمل الخريطة وهنا لدينا اختيارين اثنين:

- إما تجميع بيانات عن المنتج لفترة زمنية محددة في الفترة الحالية والمستقبل
- استعمال بيانات مجمعة خلال فترات زمنية السابقة عن العملية.

الخطوة الرابعة: ترسم الخريطة مع الخط المركزي والحد الأعلى للضبط والحد الادنى، وتسقط وتسقط عليها بيانات المنتج ونقوم بتحليلها، فإذا وقعت أي نقطة خارجة حدود الضبط أن حدث أي نمط في تسلسل النقاط اعتبرت العملية غير مستقرة إحصائيا وهي واقعة تحت تأثير أسباب خاصة يجب البحث عنها واتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة وإعادة حساب حدود ضبط جديدة للعملية .

الخطوة الخامسة: في حالة وقوع العملية الإنتاجية تحت الضبط الإحصائي ومطابقة المنتج مع المواصفات، تعتبر الخريطة قياسية وتستعمل حدود الضبط كمعايير لمراقبة العملية مستقبلا .

الخطوة السادسة: من الضروري أن نلاحظ أنه يتوجب علينا إعادة حساب حدود الضبط للعملية المستقرة إحصائيا في حالة حدوث تغييرات أساسية فيها كتغيير للآلات الإنتاجية أو تغيير طرق العمل.

أنواع خرائط المراقبة:

يمكن تقسيم خرائط المراقبة حسب نوع البيانات إلى مجموعتين هما: خرائط المراقبة للمتغيرات وخرائط المراقبة للخواص ويعتمد اختيار الخريطة المناسبة للاستخدام بالإضافة لنوع البيانات على حجم المجموعة الجزئية، وتكرار المعاينة وخاصية الجودة المراد مراقبتها ومرحلة تطبيق الخريطة، كما يمكن تقسيم خرائط المراقبة حسب نوع البيانات والتطبيق وحجم المجموعة الجزئية كما نلخص ذلك في الجدول التالي:

الجدول (1–2) أنواع خرائط المراقبة

المتغير	الخاصية المراد مراقبتها	المجموعة الجزئية	نوع الخريطة
المتغيرات Variables	متوسط العملية Process average	$n \geq 1$	الوسط الحسابي، الوسيط، خريطة الجمع التراكمي للانحرافات، خريطة الوسط الحسابي المرجح أسيا
		$n=1$	الوسيط، القياسات الفردية، خريطة الجمع التراكمي للانحرافات، خريطة الوسط الحسابي المرجح أسيا
الخواص Attributes	تباين العملية Process Variation	$n \geq 1$	المدى، الانحراف المعياري
		$n=1$	المدى المتحرك
	نسبة عدم المطابقة	n ثابت أن متغير	خريطة p
	عدد وحدات عدم المطابقة	n ثابت	خريطة np
	عدد غير المطابقات	n ثابت	خريطة c
	عدد غير المطابقات	n ثابت أن متغير	خريطة u

المصدر: محمد عبد الرحمن إسماعيل، مرجع سابق، الصفحة 178.

أولا: خرائط المراقبة للمتغيرات

تستخدم خرائط المراقبة للمتغيرات في حالة وجود إمكانية قياس المتغير الذي يعبر عن أي خارجية نوعية بواحدة من الوحدات الأساسية مثل الطول، الكتلة، الزمن، التيار الكهربائي، درجة الحرارة وشدة الإضاءة وكذلك بواحدة من الوحدات المشتقة مثل القدرة، السرعة، الكثافة والضغط، من أنواعها خرائط المتوسط والمدى والتي تستخدم بشكل

واسع في الصناعات الهندسية وخرائط المتوسط والانحراف المعياري وخرائط الوسيط (قايد غربي و عابد، 2024، صفحة 591)

و في الواقع العملي ليس أمامنا إلا خيار الموازنة بين الخطورة لكلا النوعين من الخطأ ويتم ذلك غالبا باللجوء إلى استخدام 3σ كحدي سيطرة، و ها يعنى أن إحتمال وقوع الخطأ سيقدر بحوالي 0.003 على اعتبارات توزيع المعاينة التي نتعامل معها هي مقاربة لمنحنى التوزيع الإحتمالي الطبيعي، أي أنا 99.7 % من المساحة تحت المنحنى ستقع بين $Z=-3$ و $Z=3$ ومن ذلك نستدل بأنه عند 3σ فإن حدود السيطرة هي بزيادة أو نقصان ثلاثة أضعاف الإنحراف المعياري عن الوسط الحسابي أي : $\bar{x}\pm 3\sigma$ (البلداوي، 1997، صفحة 607)

خريطة الوسط الحسابي

تستخدم خريطة الوسط الحسابي لقياس مدى تمركز مخرجات العملية، بافتراض أن خاصية الجودة تتبع التوزيع الطبيعي بوسط حسابي وانحراف معياري أن قيمة كل من معلومة فإن حدود المراقبة لخريطة الوسط الحسابي يتم حسابها بصيغة التالية: (اسماعيل، 2006، صفحة 191)

$$\begin{cases} UCL = \mu + L\times\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ CL = \mu \\ LCL = \mu - L\times\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} \end{cases}$$

تحدد قيمة L في معظم الخرائط المراقبة ب 03 بحيث يكون احتمال الوقوع في الخطأ من النوع الأول مساويا ولأن قيمتي μ وσ غالبا ما تكونان المجهولتين فيتم تقديرهما من بيانات العينة للمجموعات الجزئية التي يتم أخذها على فترات زمنية محددة من مخرجات العمليات المراد مراقبتها

وعند بناء خرائط الوسط الحسابي لعملية انتاجية معينة يتم سحب K من العينات بحيث تتضمن كل عينة n من الوحدات توجد ثلاث حالات لحدود السيطرة : (انتصار، جمعة، و عاشور، 2018، صفحة 471)

أ- **الحالة الأولى**: عندما يكون كل من الوسط الحسابي للمجتمع μ معلوم والانحراف المعياري للمجتمعσ معلومة فتكون حدود السيطرة كمايلي:

$$UCL = \mu + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$CL = \mu$$
$$LCL = \mu - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

ب- **الحالة الثانية:** عندما يكون كل من الوسط الحسابي للمجتمع μ غيرمعلوم والانحراف المعياري للمجتمعσ معلومة فتكون حدود السيطرة كمايلي:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$CL = \bar{\bar{X}}$$
$$LCL = \bar{\bar{X}} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

ت- **الحالة الثالثة:** عندما يكون كل من الوسط الحسابي للمجتمع μ غيرمعلوم والانحراف المعياري للمجتمعσ غير معلومة فتكون حدود السيطرة كمايلي:

$$UCL = \mu + A_2\bar{R}$$
$$CL = \mu$$
$$LCL = \mu - A_2\bar{R}$$

مخططات السيطرة لمتوسط المدى:

يبين مخطط السيطرة لمتوسط المدى مقدار التغيرات الحاصلة في قيمة متوسط العملية الإنتاجية ونتبع الخطوات التالية عند استخدام مخطط المتوسط والمدى كما يلي: (عيشوني، 2010، صفحة 185)

الخطوة الأولى سحب العينات وإجراء عمليات القياس: نقوم بسحب عدد معين من العينات المتتالية بحيث يكون العدد مساوي او اكبر من 20، وتحتوي كل عينة على مجموعه $n > 10$من وحدات المنتج، ويجب أن يكون على العدد ثابتا في جميع العينات، نقوم بعد ذلك بإجراء عملية القياس على خاصية الجوده المراد مراقبتها.

الخطوة الثانية إعداد خريطة المدى: لحساب حدي خريطة المدى تستخدم المعادلات:

$$\begin{cases} UCL_R = \mu_R + 3\sigma_R \\ CL_R = \mu_R \\ LCL_R = \mu_R - 3\sigma_R \end{cases}$$

حيث أن:

μ_R : القيمة المتوقعة للوسط الحسابي لقيم مدى المجموعات الجزئية.

σ_R : القيمة المتوقعة للانحراف المعياري للمدى.

ولأن قيمتي μ_R و σ_R غالبا ما تكونان مجهولتين، يتم تقديرهما من بيانات العينة (المجموعات الجزئية)، إذ تقدر μ_R بحساب الوسط الحسابي لقيم مدى المجموعات الجزئية، وبافتراض أن خاصية الجودة تتبع التوزيع الطبيعي فيمكن تقدير $\mu_R = \overline{R}$ و $\sigma_R = \frac{d_3}{d_2}$

بحيث يحسب المدى R هو: $R = X_{max} - X_{min}$

ومتوسط المدى ($\bar{R}$) لكل مجموعة فرعية من المعادلة التالية: $\overline{R} = \frac{R_1 + R_2 + ... + R_n}{N}$

يمكن إعادة كتابة معادلات حدي المراقبة كالتالي:

$$\begin{cases} UCL_R = \mu_R + 3\sigma_R = \overline{R} + 3\frac{d_3}{d_2}\overline{R} = \left(1 + 3\frac{d_3}{d_2}\right)\overline{R} = D_4\overline{R} \\ CL_R = \mu_R = \overline{R} \\ LCL_R = \mu_R - 3\sigma_R = \overline{R} - 3\frac{d_3}{d_2}\overline{R} = \left(1 - 3\frac{d_3}{d_2}\right)\overline{R} = D_3\overline{R} \end{cases}$$

حيث أن: $D_4 = \left(1 + 3\frac{d_3}{d_2}\right)$ و $D_3 = \left(1 - 3\frac{d_3}{d_2}\right)$ هي قيم ثابتة تعتمد على حجم المجموعة الجزئية (n) والتي تحسب من خلال جدول خاص، وكذلك d_2 وd_3 ثابتان يعتمد كل منها على حجم المجموعة الجزئية (n).

1- الخطوة الثالثة: عمل خريطة المراقبة للمتوسط:

تسمح هذه الخريطة بدراسة التغيرات الواقعة في القيم المتوسطة في العملية، ولإنشاء هذه الخريطة نتبع الخطوات التالية:

- حساب قيمة المتوسط $\overline{X}$ لكل مجموعة فرعية من المعادلة التالية: $\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + ...X_n}{n}$

- إيجاد المتوسط العام لأوساط العينات للعينة ($\bar{\bar{X}}$) من المعادلة التالية: $\overline{\overline{X}} = \frac{\overline{X}_1 + \overline{X}_2 + ... + \overline{X}_n}{n}$

مما سبق يمكن أيجاد خريطة الوسط الحسابي، وإذا اعتبرنا أن $\overline{\overline{X}}$ كتقدير ل μ و أن $\frac{\overline{R}}{d_2}$ كتقدير ل σ وبإيجاد مقدر μ وσ يمكن إعادة كتابة معادلات حدود المراقبة للخريطة كما يلي:

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} + 3\sigma_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \approx \overline{\overline{X}} + 3\frac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} - 3\sigma_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \approx \overline{\overline{X}} - 3\frac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} \end{cases}$$

حيث أن: $A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ هي قيمة ثابتة تعتمد على حجم المجموعة الجزئية (n) وتحسب من جدول خاص، أما d_2 فهي أيضا قيمة ثابتة تعتمد على حجم المجموعة الجزئية (n) وتحسب من خلال جدول خاص. (اسماعيل، 2006، صفحة 192)

مخططات السيطرة للمتوسطات والانحراف المعياري

تستخدم مخططات المدى بشكل شائع للتحكم في دقة العمليات أو انتشارها، ومن الناحية المثالية يجب استخدام مخطط للانحراف المعياري (σ)، ولكن بسبب الصعوبات المرتبطة بالحسابات وفهم الانحراف المعياري، غالبًا ما يتم استبدالها بمدى العينة.

خطوات استخدام مخطط السيطرة للمتوسطات والإنحراف المعياري:

تبنى خرائط السيطرة للمتوسط والإنحراف المعياري على نفس المبادئ التي استعملناها في بناء خرائط المتوسط والمدى : (العيشوني، 2013، صفحة 206)

الخطوة الأولى سحب العينات وإجراء عمليات القياس: نقوم بسحب عدد معين من العينات المتتالية بحيث يكون العدد مساوي او اكبر من 20، وتحتوي كل عينة على مجموعه $n > 10$من وحدات المنتج، ويجب أن يكون على العدد ثابتا في جميع العينات، نقوم بعد ذلك بإجراء عملية القياس على خاصية الجوده المراد مراقبتها.

الخطوة الثانية: عمل خريطة الإنحراف المعياري

لرسم خريطة الانحراف المعياري يتم حساب حدي المراقبة والخط المركزي بالصيغة التالية :

$$\begin{cases} UCL_S = \mu_S + 3\sigma_S \\ CL_S \quad = \mu_S \\ LCL_S = \mu_S - 3\sigma_S \end{cases}$$

وبما أن القيم μ_S و σ_S مجهولة، يتم تقديرها من بيانات العينة (المجموعات الجزئية)، ويتم تقدير σ_S باستخدام الصيغة التالية $\sigma_S = \frac{\overline{S}}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$ ، وبإيجاد مقدري كل من μ_S و σ_S يمكن إعادة كتابة المعادلات لحدي المراقبة كالتالي: (اسماعيل، 2006، صفحة 203)

$$UCL_S = \mu_S + 3\sigma_S = \overline{S} + 3\left(\frac{\overline{S}}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right) = \left(1+\left(\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right)\right)\overline{S} = B_4\overline{S}$$

$$CL_S = \mu_S = \overline{S}$$

$$LCL_S = \mu_S - 3\sigma_S = \overline{S} - 3\left(\frac{\overline{S}}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right) = \left(1-\left(\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right)\right)\overline{S} = B_3\overline{S}$$

حيث أن: $B_4 = \left(1+\left(\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right)\right)$ و $B_3 = \left(1-\left(\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right)\right)$ من القيم الثابتة التي تعتمد على حجم المجموعة الجزئية (n) وتحسب من خلال جدول خاص.

الخطوة الثالثة عمل خريطة مراقبة للمتوسط: وهذا بإتباع الخطوات التالية:

نقوم بحساب القيمة المتوسطة لهذه القيم:

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\overline{X}_1 + \overline{X}_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \overline{X}_n}{n}$$

حساب حدود الضبط للمتوسط: عن طريق معادلات حدود الرقابة بدلالة القيمة لمتوسط هذه العينات المتوسطة للانحراف المعياري وتحسب هذه القيم:

$$\begin{cases} UCL_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} + 3\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) \approx \bar{\bar{X}} + 3\frac{\left(\bar{S}/C_4\right)}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S} \\ CL_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \\ LCL_{\bar{x}} = \mu_{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} - 3\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) \approx \bar{\bar{X}} - 3\frac{\left(\bar{S}/C_4\right)}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S} \end{cases}$$

إذا كانت σ^2 غير معلومة فإن التقدير الغير متحيز لها هو: $S^2 = \frac{\sum\left(X_i - \bar{X}\right)^2}{n-1}$

وإذا فرضنا أيضا أن Si هو الانحراف المعياري للعينة i فإن المتوسط للانحرافات المعيارية mمن العينات هو:

$$\bar{S} = \frac{\sum S_i}{m}$$

حدود لوحة المراقبة للمتوسط: باستخدام مقدر الانحراف المعياري $\sigma_{\bar{X}} = \frac{\bar{S}}{C_4}$ يتم حساب حدود المراقبة كالتالي: (اسماعيل، 2006، صفحة 204)

$$\begin{cases} UCL_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} + 3\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) \approx \bar{\bar{X}} + 3\frac{\left(\bar{S}/C_4\right)}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S} \\ CL_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \\ LCL_{\bar{x}} = \mu_{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} - 3\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) \approx \bar{\bar{X}} - 3\frac{\left(\bar{S}/C_4\right)}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S} \end{cases}$$

حيث أن: $A_3 = \frac{3}{C_4\sqrt{n}}$ قيمة ثابتة تعتمد على حجم المجموعة الجزئية (n) وهي تحسب من خلال جدول خاص، وكذلك بالنسبة ل C_4 هي الأخرى قيمة ثابتة تعتمد على حجم المجموعة الجزئية (n) وتحسب من خلال جدول خاص.

ثانيا: مخططات السيطرة للصفات

تستخدم خرائط مراقبة المتغيرات لمراقبة خواص الجودة التي يمكن قياسها كميا، مثل الوزن، الطول، درجة التحمل، ونحو ذلك، غير أنه في حالات كثيرة تكون خاصية جودة المنتج أو الخدمة المراد مراقبتها و ضبط النوعية، وكذلك

في مجال الخدمات رضا أوعدم رضا عن الخدمة المقدمة، ويمكن تقسيم خرائط المراقبة للصفات إلى أربع أنواع رئيسية هي:

1-خريطة نسبة عدم المطابقة (P-Charts).

2-خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts).

3-خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة (C-Charts).

4-خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts).

خريطة نسبة عدم المطابقة (P-Charts):

تستخدم خريطة نسبة عدم المطابقة لمراقبة نسبة عدد الوحدات غير المطابقة للمواصفات في خاصية جودة واحدة أو في مجموعة من خواص الجودة أو جميع خواص المنتج، ونسبة عدم المطابقة هي نسبة عدد الوحدات غير المطابقة للمواصفات المحددة لمجموع الوحدات المفحوصة، فإذا كانت العملية الإنتاجية مستقرة فان احتمال إنتاج وحدة غير مطابقة المواصفات يساوي (P)، وإذا تم أخذ عينة عشوائية حجمها (n) وحدة إنتاجية ووجد عدد غير المطابق منها للمواصفات يساوي (D)، فان (D) يتبع توزيع ذي الحدين بمعلمتي P و n أي أن:

$P(D=x)=\binom{n}{x}P^{x}(1-p)^{n-x}$ الوسط الحسابي للتوزيع يساوي $np=\mu$ وتباينه $npq=\sigma^2$ ونسبة عدم المطابقة في العينة ($\hat{P}$) هي نسبة عدد الوحدات غير المطابقة (D) في المجموعة الجزئية لمجموع عدد الوحدات المفحوصة (n) في المجموعة الجزئية، ويمكن التعبير عن هذه النسبة كنسبة مئوية كما يلي: $\hat{P}=\frac{D}{n}$ (إسماعيل، 2006، صفحة 313)

ولاستخراج حدود خريطة المراقبة نتبع نفس الخطوات المشار إليها في خريطة المراقبة للمتوسط والمدى وتحسب حدود خريطة الرقابة وفق الحالتين التاليتين كالتالي: (قايد غربي و عابد، 2023، صفحة 230)

أ-حدود المراقبة في حالة معرفة نسبة عدم المطابقة: باستخدام تقريب التوزيع الطبيعي لتوزيع ذي الحدين فان حدود المراقبة لخريطة نسبة عدم المطابقة في حالة معرفة النسبة الحقيقية (**$P=P_0$**) يتم حسابها حسب الصيغة التالية:

$$UCL = P_0 + 3\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}$$

$$CL = P_0$$

$$LCL = P_0 - 3\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}$$

ب–حدود المراقبة في حالة عدم معرفة نسبة عدم المطابقة: إذا كانت القيمة الحقيقية لنسبة عدم المطابقة غير معلومة يتم تقديرها بحساب متوسط نسب عدم المطابقة للمجموعات الجزئية وتعطى حدود المراقبة كالتالي:

$$UCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}{n}}$$

$$CL = \bar{P}$$

$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)}{n}}$$

خريطة المراقبة لعدد الوحدات الغير المطابقة (المعيبات) (np–Charts):

المفهوم العام للخريطة وطريقة عملها: يهدف هذا النوع من خرائط مراقبة الخواص إلى دراسة عدد الوحدات الغير المطابقة في كل عينة عند تطرقنا لخريطة نسبة المعيب قمنا بحساب النسبة على أنها قسمة عدد الوحدات الغير مطابقة لعدد الوحدات في كل عينة $p=x/n$ ومنه يمكن أن نستنتج أن عدد الوحدات الغير مطابقة هو $x=np$ هنا نشير إلى أن n يمثل عدد الوحدات في العينة في حجم العينة ويجب أن يكون ثابتا وغير متغير إذا أردنا العمل على خريطة عدد الوحدات غير مطبقة والمعروفة بخريطة np ،الخريطة تتناول الأرقام المطلقة لعدد الوحدات المعيبة أو الغير مطابقة في العينات بدلا من النسب وهذا ما يجعلها أيسر للفهم والتفسير خاصة بالنسبة للأشخاص الذين ليست لديهم الخبرة في خرائط المراقبة ولذلك فيمكن استعمالها بسهولة كوسيلة إقناع في تناول الكادر الفني والإداري للإشارة إلى وجود مشاكل فنية في العملية الإنتاجية أو الخدمات (العيشوني، 2013، صفحة 194)

أ– **حدود المراقبة في حالة عدم معرفة عدد الوحدات غير المطابقة:** فيما يلي معادلات حدود المراقبة إذا كان عدد الوحدات المطابقة معلوما:

$$\begin{cases} \mathrm{UCL} = \mathrm{nP_0} + 3\sqrt{\mathrm{nP_0}\left(1-\mathrm{P_0}\right)} \\ \mathrm{CL} \quad = \mathrm{nP_0} \\ \mathrm{LCL} = \mathrm{nP_0} - 3\sqrt{\mathrm{nP_0}\left(1-\mathrm{P_0}\right)} \end{cases}$$

ب– **حدود المراقبة في حالة عدم معرفة عدد الوحدات غير المطابقة:** يتم استخراج حدود المراقبة كالتالي: الخط المركزي ويساوي متوسط عدد العيوب ويتم حسابه حسب الصيغة التالية:

$$n\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{g} D_i}{g} \quad \text{.....I=1.2.3.....g}$$

بحيث أن **n** حجم المجموعة الجزئية ويشترط أن يكون ثابتا،**g** عدد المجموعات الجزئية و $\bar{P}$ متوسط نسبة عدم المطابقة، و Di عدد وحدات عدم المطابقة في المجموعة الجزئية رقم (i).

وتعطى حدود المراقبة كالتالي: (عابد، قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة المراقبة للصفات، 2019، صفحة 326)

$$\begin{cases} UCL = n\bar{P} + 3\sqrt{n\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)} \\ CL \quad = n\bar{P} \\ LCL = n\bar{P} - 3\sqrt{n\bar{P}\left(1-\bar{P}\right)} \end{cases}$$

ثالثا: مخططات السيطرة لعدد العيوب c– chart

من خلال هذه الخريطة يمكن مراقبة العمليات الإنتاجية والخدمية ذات البيانات غير متصلة وذلك بحساب عدد العيوب في كل الوحدات المنتجة والمفحوصة العينة المدروسة تستعمل هذه الخريطة عندما يكون عدد الملاحظات أكبر من عدد الوحدات في العينة المفحوصة، في هذه الحالة عندما يكون التركيز على عدد العيوب في الوحدة الواحدة المنتج فإن الوحدة قد تكون سيارة أو صفيحة نحاس أو جهاز حاسب كما يمكن أن تكون قسما في منشأة خدمية أو استمارة تمت تعبئتها من طرف موظف، وتكون العيوب التي يمكن تحديدها في الوحدة مثلا أعداد الأخطاء الموجودة في الإستمارة أو عدد العيوب في السيارة كالخدوش على الجسم أو عدد الأجزاء الغير مثبتة بالطريقة الصحيحة. (عيشوني، 2010، صفحة 102)

ويمكن استنتاج حدود خريطة الرقابة وفق الحالتين التاليتين كالتالي:

حالة معرفة عدد غير المطابقات في الوحدة:

نأخذ بعين الاعتبار حدوث عيوب في وحدة فحص المنتج لنفترض أن هناك عيوب $\mathbf{X_i}$ تحدث في وحدة الفحص هذه فإن $\mathbf{X_i}$ يتبع توزيع بواسون أي أن: (عابد، قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة المراقبة للصفات، 2019، صفحة 327)

$$P(X_i = x) = \frac{e^{-c}c^x}{x!} \qquad X=0,1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ;C>0$$

حيث: x: هو عدد العيوب

و c: يُعرف بمتوسط و تباين توزيع بواسون.

مع افتراض صحة تقريب التوزيع الطبيعي لتوزيع بواسن فإن حدود المراقبة لخريطة C في حالة معرفة عدد غير المطابقات ($C=C_0$) تأخذ الصيغة التالية:

$$\begin{cases} UCL = C_0 + 3\sqrt{C_0} \\ CL \quad = C_0 \\ LCL = C_0 - 3\sqrt{C_0} \end{cases}$$

حالة عدم معرفة عدد غير المطابقات في الوحدة: في حالة عدم معرفة قيمة C_0 فيتم سحب مجموعة من العينات من الوحدات المنتجة لإجراء الفحص عليها وتحديد الحالات غير المطابقة في العينة، حيث يتم تقدير C_0 من خلال حساب المتوسط $\bar{C}$، ويحسب $\bar{C}$ من خلال العلاقة التالية: (إسماعيل، 2006، صفحة 339)

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i}{n}$$

حيث أن C_i هو عدد غير المطابقات في العينة رقم i ومن ثم تأخذ حدود المراقبة للخريطة كالتالي:

$$\begin{cases} UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \\ CL \quad = \bar{C} \\ LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \end{cases}$$

رابعا: خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts)

مفهوم العام للخريطة والخطوات العملية لعملها: تسمى هذه الخريطة أيضا بالخريطة المعيارية لعدد العيوب وتستعمل حينما يكون من الصعب الحصول على وحدة منتج بحجم او ابعاد ثابتة مثل قطعة من القماش بأبعاد مختلفة تحتوي على أعداد من الأخطاء والعيوب ويتم هنا حصر عدد العيوب في الوحدة المفحوصة (قطعة القماش) وليس في المتر المربع منه، كما تستعمل أيضا خريطة (**U-Charts**) إشارة لما تكون العينة المفحوصات تحتوي

على أكثر من وحدة واحدة من المنتج بحيث ان كل وحدة تحتوي على أكثر من عيب نلاحظ هنا أنه بعكس خريطة عدد العيوب اين يكون حجم العينة ثابتا، فإن حجم العينة في خريطة u chart قد يكون متغيرا بمعنى أن عدد الوحدات المفحوصة يختلف من عينة لأخرى. (عيشوني، 2010، صفحة 112)

$$U_i = \frac{C_i}{n_i}$$

ولرسم خريطة (**U**) لعدد (**g**) مجموعة جزئية يتم حساب قيمة الخط المركزي كمايلي: $\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^{g} C_i}{\sum_{i=1}^{g} n_i}$

وبما أن عدد غير المطابقات ($C_i=n_iu_i$) يتبع توزيع بواسن، وبافتراض صحة تقريب التوزيع الطبيعي لتوزيع بواسن فإن مدى ثلاثة انحرافات معيارية لمجموع عدد غير المطابقات في المجموعة الجزئية يساوي تقريبا $\overline{un}_i \pm 3\sqrt{\overline{un}_i}$ وبقسمة طرفي المعادلة السابقة على (n_i) فإن مدى ثلاثة انحرافات معيارية تأخذ الصيغة التالية: $\bar{U} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$

ومن ثم فإن حدود المراقبة للخريطة يكون كالتالي: (إسماعيل، 2006، صفحة 349)

$$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

$$CL = \bar{U}$$

$$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

5) تحليل مقدرة العمليات (Process Capability)

أولا: تعريف مقدرة العمليات:

تعرف مقدرة العملية الإنتاجية من قبل (Salvendy G.) على أنها مقياس للمتغيرات التي تصاحب العملية الإنتاجية، أما (Figenbaum A.) فعرفها بقابلية العملية الإنتاجية الواقعة تحت الضبط الإحصائي على تحقيق خاصية الجودة ضمن المواصفات المحددة من هنا يبدو بوضوح أن مقدرة العملية الإنتاجية هي مقياس يتعلق بالدقة المحددة لعملية التصنيع ويتمثل بمقدرة الأداء النوعي للماكينة الإنتاجية على الإيفاء بمتطلبات التصميم .وبهذا الصدد لابد من الإشارة إلى أن مقدرة الماكنة على الأداء النوعي تتأثر بجملة عوامل وظروف مميزة ومن بين العوامل : (القَّزاز، 2015، صفحة 196)

- نوعية المواد الأولية المستخدمة في العملية الإنتاجية .
- مهارة العمال المنفذين للعملية الإنتاجية .
- أدوات القياس ومهارة القائمين بالقياس .

ثانيا: مراحل دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وقياسها: يمكن تقسيم خطوات دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وقياسها إلى المراحل الثلاث التالية: (عابد و وأخرون، 2023، صفحة 251)

أ- **مرحلة التخطيط:** تمثل مرحلة التخطيط الخطوة الأولى في اختيار خاصية من الخصائص المطلوب دراستها، لأن أي عملية في أغلب الأحيان تنطوي على عدة خصائص لكل منها نموذجه الخاص، والجدير بالذكر أن عدد الدراسات التي يتوجب إجرائها على عملية معينة يعتمد على المعلومات السابقة المتوفرة عنها، إذ من غير المنطقي أن نتعامل مع العمليات الإنتاجية القديمة التي تم إجراء دراسات سابقة عليها بالمستوى نفسه مع العمليات الانتاجية الجديدة المفتقرة لهذا العدد من الدراسات، وعلى أي حال ينبغي عند إجراء دراسة تسجيل ظروف التنظيم والتشغيل بصورة متكاملة وبشكل دقيق لأن ذلك شرط أساس لتمكين مقدرة العملية التي سيتم احتسابها من تشخيص ظروف الإختبار الموقعية الصائبة

ب- **مرحلة التنفيذ: في** هذه المرحلة يتم جمع البيانات الضرورية لعملية حساب المقدرة فإنها محكومة بما يأتي:

- جمع المعلومات في ظروف التشغيل الإعتيادية
- عدم إعادة معايرة أدوات القياس خلال فترة تسجيل البيانات

ج- **مرحلة الحساب:** في هذه يتم حساب مقدرة العملية الإنتاجية ومؤشر المقدرة طبقا للمعادلة التالية: تحسب مقدرة العملية الانتاجية بموجب المعادلة التالية: مقدرة العملية = 06 * الإنحراف المعياري للمجتمع (s)

أما مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (C_p) فيحسب طبقا للمعادلة التالية : $C_p = \frac{T}{6s}$

حيث (T) هو التفاوت Tolerance.

وقد أكد الواقع العملي، أن تغيير عامل أو أكثر من هذه العوامل يؤدي إلى تغيير مقدرة العملية، لهذا ينبغي تحديد مقدرة العملية الإنتاجية بثبات العوامل الثلاث المشار إليها في أعلاه، أما الظروف الإنتاجية فإنها محكومة بالشرطين التاليين:

- أن تكون العملية منضبطة إحصائياً، أي واقعة تحت الضبط الإحصائي .
- أن تكون القياسات موزعة توزيعاً طبيعياً

والخصائص في الحالات التي يُفترض فيها توزيع خاصية البيانات X بشكل طبيعي، افترض أن المتوسط والانحراف المعياري لـ X هما μ و σ**+3** ، وأن حدود المواصفات الدنيا والعليا هي LSL و USL على الترتيب ، وتحسب بالعلاقة التالية: (Qiu, 2014, p. 104)

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

حيث أن $X \sim N\left(\mu, \sigma^2\right)$ و $P\left(\mu - 3\sigma \le X \le \mu + 3\sigma\right) = 0,9977$

ثالثا: دراسة وتحليل مقدرة العملية

تتم دراسة مقدرة العملية الإنتاجية بتحديد وضع التوزيع الطبيعي بالنسبة لحدود الضبط وحدود المواصفات وتسمح هذه الدراسة بتحديد نسبة الإنتاج المعيب ومقدرة العملية على تحقيق مواصفات التصميم وكذلك من تمكين التحكم في العملية، ولا يمكن دراسة مقدرة العملية إلا إذا كانت واقعة تحت الضبط الإحصائي، إضافة إلى هذا فإذا كانت العملية منضبطة إحصائيا أي أن جميع بيانات العملية في خرائط المراقبة تقع داخل حدود الضبط الإحصائي فهذا لا يعين بالضرورة مقدرتها على تحقيق المواصفات، لذلك ومن أجل دراسة مقدرة العملية يتوجب علينا مقارنة التوزيع التكراري للعملية مع حدود الضبط وحدود المواصفات .إن دراسة مقدرة العمليات لا يمكن أن تتم بدون تحديد دقيق للعوامل التالية: (عابد و وأخرون، 2023، صفحة 252)

- حدود مواصفات محددة
- متوسط العملية
- مقدار التشتت في العملية
- الخاصية الإسمية للجودة

وبما أن معظم العمليات الإنتاجية والخدمية لها توزيع طبيعي وعلما بأن مقدار التشتت في العملية يكون محدودا بين σ**3 –** و σ**3+** ، أي أن مجال التشتت في العملية يكون مساويا ل (6σ) لذلك فمن خلال مقارنة هذا المجال مع حدود المواصفات في و العملية يمكن لنا الحصول على إحدى الحالات التالية

الحالة الأولى: حدود المواصفات أكبر من تشتت العملية (6σ) أي أن (**USL– LSL**) > σ**6** في هذه الحالة تكون العملية قادرة على تحقيق المواصفات ويمكن لنا تضييق جمال المواصفات حتى يصير المنتج أو الخدمة أكثر تماثلا وبذلك نحقق جودة عالية في المنتج بدون عمليات إعادة التشغيل أو إصلاح العيوب

الحالة الثانية: حدود المواصفات مساوية لتشتت العملية (6σ) أي أن $\mathbf{6\sigma =}$ **(USL– LSL)** في هذه الحالة تكون العملية قادرة على تحقيق المواصفات ولكن بصعوبة إذ أنه بمجرد إزاحة المتوسط ولو بنسبة بسيطة فسينجم عن هذا خروج نسبة كبيرة من المنتج خارج حدود المواصفات في هذه الحالة يجب مراقبة العملية عن طريق خرائط المراقبة للمتغيرات.

الحالة الثالثة: حدود المواصفات مساوية أو أكبر من تشتت العملية (6σ) أي **(USL– LSL) $\mathbf{6\sigma >}$** مع إنحراف متوسط العملية عن الهدف، تكون العملية في هذه الحالة غير قادرة على تحقيق المواصفات إذ أن جزء كبيرا من المنتج يكون خارج حدود المواصفات وهو إنتاج معيب.

الحالة الرابعة:حدود المواصفات أصغر من تشتت العملية (6σ) أي **(USL– LSL) $\mathbf{6\sigma >}$** في هذه الحالة تكون العملية غير قادرة مطلقا على تحقيق المواصفات بغض النظر على تمركزها من عدمه وتعتبر هذه الحالة أسوء حالة يمكن أن تصل إليها العملية وقد تقع في معظم الأحيان دون أن ينتبه إليها الفريق القائم على العملية ذاتها، وينصح في هذه الحالة مراجعة العملية مراجعة كلية إجراء تعديلات جوهرية عليها إضافة إلى إجراء التفتيش الكلي عن المخرجات العملية.

رابعا: مؤشرات مقدرة العملية.

وتقاس مقدرة العملية بحساب عدة مؤشرات تعرف بمؤشرات المقدرة ، وتعتبر هده المؤشرات من المقاييس المهمة التي تستخدم بصورة روتينية في برامج مراقبة الجودة في معظم المنظمات، ويرجع شيوع استخدام هذه المؤشرات الى سهولة حسابها وتفسيرها، كما أنها تستخدم لمقارنة أداء عمليات مختلفة نظرا الى أن هذه المؤشرات تتميز بعدم وجود وحدة قياس لها.

1- مؤشر مقدرة العملية (C_p)

إذا كانت العملية مستقرة وتوزيع مخرجاتها يتبع التوزيع الطبيعي، فإن تشتت المخرجات يكون في مدى ستة انحرافات معيارية(6σ) ، ويسمى هذا المدى بتشتت العملية الفعلي ويعرف أيضا بصوت العملية أما المسافة بين حدي المواصفات العلوي والسفلي بالإنتشار المسموح به أو ممكن قبوله في خاصية الجودة، يعرف بصوت العميل، ومؤشر المقدرة هو نسبة الانتشار المسموح به للانتشار الفعلي ورياضيا يتم حسابه حسب الصيغة التالية: (إسماعيل، 2006، صفحة 329)

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

حيث أن:

USL : حد المواصفات العلوي

LSL: حد المواصفات الأدنى

σ : الانحراف المعياري الحقيقي لمخرجات العملية

وفي حالة σ مجهول يتم تقديره من بيانات العينة، ويتم حسابه باستخدام أحد المعادلات التالية:

$\sigma=\frac{\overline{R}}{d_2}$ أو $\sigma=\frac{\overline{S}}{C_4}$ في حالة المجموعات الجزئية أو $\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2}$ في حالة المشاهدات الفردية.

ولهذا المؤشر عدة قيم معروفة عالميا ومتفق عليها، وتؤخذ من خلال جداول معروفة تبين العلاقة بين حدود المواصفات وقيمة مؤشر المقدرة وعدد الوحدات المعيبة في عملية إنتاجية ما وهذه القيم هي:

C_p =1.33 وهذه القيمة ناتجة عن تبني $\pm 4\sigma$ حدود مواصفات وتعتبر هذه القيمة هدف أدنى لمعظم الشركات للوصول اليها او تجاوزها لتصل الى اعلى من1.66 وبذلك تكون نسبة المعيب (0.0063%)مما يعني أن مقدرة العملية متوسطة في تحقيق المواصفات.

C_p =1 هذه القيمة الناتجة عن تبني 3σ ±حدود مواصفات والعملية توجد نسبة معيب (0.27%) والعملية قادرة على تحقيق المواصفات بحد أدنى ومقدراتها مقبولة

$C_P > 1.66$ هذه القيمة الناتجة عن تبني $\pm 5\sigma$ حدود مواصفات ومقدره العملية الانتاجية جيدة على تحقيق المواصفات.

$C_P < 1$ العملية غير قادرة على تحقيق المواصفات

نلاحظ أن القيمة C_P لا يدخل في حسابها تمركز العملية وموقع المتوسط(الهدف) وهذا ينجم عنه أخطاء إذا انحرف التوزيع التكراري للعملية عن التوزيع الطبيعي.

2- مؤشر نسبة المقدرة C_r

مؤشر نسبة المقدرة C_r هو نسبة التشتت الفعلي لمخرجات العملية للمدى المسموح به ورياضيا يتم حسابه بايجاد معكوس مؤشر المقدرة أي أن: (إسماعيل، 2006، صفحة 329)

$$C_r = \frac{1}{C_p} \times 100\% = \frac{6\sigma}{USL-LSL} \times 100\%$$

يقيس هذا المؤشر نسبة استخدام العملية لمدى المواصفات المسموح به، وتشير المعادلة إلى العلاقة بين مؤشر المقدرة ونسبة المقدرة العكسية اي أن العمليات القادرة غير قادرة $C_P < 1$ يكون تشتت مخرجاتها أكبر من التشتت

المسموح به، ومن ثم نجد أن نسبة استخدامها للمدى للمواصفات المسموح به اكبر من 100% في حين ينتقل هذه النسبه عن 100% في العمليات القادمة التي تزيد قيم مؤشر المقدرة C_P فيها على واحد صحيح $C_P >$ 1.

3- مؤشر المقدرة في حالة المواصفات ذات الطرف الواحد

تدخل مؤشرات المقدرة C_{pu} و C_{pl} إحدى حدي الضبط(CPu) أو(CPL)عند حسابها، بينما يدخل مؤشر المقدرة (CPk) حدي الضبط(LSL) و(USL) ، بالإضافة إلى متوسط العملية وتشتتها، وفي أول الثمانينيات من القرن الماضي أوجد تاجوشي Taguchi،مؤشر المقدرة(CPm) الذي يدخل في حسابه حدي المواصفات ومتوسط وتشتت مضاعف بالإضافة إلى هدفها، وتعطى مؤشرات المقدرة بالعلاقات التالية (نتيفة، 2015، صفحة 500):

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

حيث أن:

μ : الوسط الحسابي المجتمع وتقديره من بيانات العينة $\bar{\bar{X}}$

σ :الانحراف المعياري للمجتمع ويتم تقديرهم $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$ أو $\sigma = \frac{\bar{S}}{C_4}$

USL : حد المواصفات العلوي.

LSL : حد مواصفات السفلي.

4- مؤشر المقدرة للعمليات الغير الممركزة C_{pk}:

من عيوب مؤشر مقدرة العملية C_p أنه لا يؤخذ في الحسبان موقع الوسط الحسابي لمخرجات العملية بالنسبة لحدي المواصفات، إذ يقيس المؤشر التشتت المسموح به (مدى المواصفات) منسوبا للتشتت الفعلي، ولتحديد تأثير تمركز العملية على مقدرة العملية يستخدم مؤشر C_{pk} و الذي يأخذ الصيغة التالية: (عابد و وأخرون، 2023، صفحة 256)

$$C_{pk} = \min\left[C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}, C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right] = \frac{\min(USL - \mu, \mu - LSL)}{3\sigma}$$

$$= \frac{d - |\mu - m|}{3\sigma}$$

وهنا يصف k قدرة العملية من حيث مسافة متوسط العملية μ من نقطة المنتصف m ويوفر مقياسًا للعملية خارج المركز.

$m = \frac{USL + LSL}{2}$ هي النقطة الوسطى بين حدود المواصفات العليا والسفلى

و $d = \frac{USL - LSL}{2}$ هي نصف عرض المواصفات المتعلق بالتسامح في التصنيع

5- مؤشر المقدرة (C_{pmk})

وهو مؤشر آخر قريب من مؤشر C_{pm} يعرف بالجيل الثالث، يأخذ الصيغة التالية: (إسماعيل، 2006، صفحة 378)

$$C_{pmk} = \frac{\min(USL - \mu; \mu - LSL)}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} = \frac{d - |\mu - m|}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}$$

حيث أن: $m = \frac{USL + LSL}{2}$ و $d = \frac{USL - LSL}{2}$

يلاحظ أنه في حالة تمركز العملية القيمة المستهدفة $(\mu - T)$ تتساوى قيمة مؤشري C_{pmk} و C_{pk} في حين تقل قيمة C_{pmk} عن C_{pk} في حالة اختلاف الوسط الحسابي للعملية عن القيمة المستهدفة $(C_{pmk} \leq C_{pk} \ for \ \mu \neq T)$ ،كما يلاحظ في حالة تساوي قيم الوسط الحسابي لمخرجات العملية والقيم المستهدفة ونصف المسافة بين حدين المواصفات $m = T = \mu$ تتساوى قيم مؤشرات المقدرة، أي أن:

$$C_p = C_{pk} = C_{pm} = C_{pmk}$$

والمعادلة التالية تصف العلاقة بين مؤشرات المقدر الأربعة:

$$C_{pmk} = \frac{C_{pm} \times C_{pk}}{C_p}$$

المطلب الثاني: ماهية الصناعات التحويلية

تعتبر الصناعة أحد الأعمدة الأساسية التي يرتكز عليها الاقتصاد في معظم الدول، حيث تلعب دورًا محوريًا في تحويل المواد الخام إلى منتجات قابلة للاستخدام. بدأت الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر، مما أحدث تحولًا جذريًا في طريقة التصنيع والتجارة، وفتح آفاق جديدة للنمو الاقتصادي.

تتضمن الصناعة مجموعة متنوعة من الأنشطة، بدءًا من استخراج المعادن والموارد الطبيعية، وصولاً إلى تصنيع السلع الاستهلاكية. تعتمد الصناعات الحديثة على الابتكار والتكنولوجيا المتقدمة لزيادة الإنتاجية وتحسين الجودة.، مع تزايد التحديات البيئية والاقتصادية، أصبح التركيز على الاستدامة جزءًا لا يتجزأ من عملية التصنيع، مما يعكس أهمية الصناعة في تحقيق التنمية المستدامة. بالتالي، تشكل الصناعة محورًا حديثًا لابد من فهمه لما له من تأثير كبير على المجتمع والاقتصاد العالمي.

1. تعريف الصناعات التحويلية

تعتبر الصناعة التحويلية جزءًا من القطاع الصناعي، حيث يتم خلالها تحويل المواد الخام التي تستخرج من الطبيعة وتهيئتها لاستخدامها في إنتاج منتجات صالحة للاستهلاك. وفقًا لتعريف الأمم المتحدة، تشمل الصناعات التحويلية "عمليات تحويل المواد العضوية أو غير العضوية للحصول على مواد جديدة باستخدام وسائل بسيطة ويدوية، سواء في المصانع أو المنازل أو في الأسواق الفردية أو الجملة". : (طزوطة و مخضار، 2023، صفحة 443)

تُعرف الصناعة التحويلية أيضًا بأنها الأنشطة التي تتعامل مع المواد الخام المستخرجة من الطبيعة والمواد الزراعية النباتية والحيوانية، حيث يتم تحويلها إلى شكل آخر يمكن الاستفادة منه.(الكحلوت، 2021، صفحة 309)

انطلاقا مما سبق يمكن القول أن صناعة التحويلية تُعد من القطاعات الاقتصادية الحيوية التي تلعب دوراً أساسياً في تحويل المواد الخام إلى منتجات جاهزة للاستخدام. تشمل هذه الصناعة مجموعة واسعة من الأنشطة، بدءاً من تصنيع المواد الغذائية والألبسة وصولاً إلى إنتاج الأجهزة الإلكترونية والآلات .

تعتبر الصناعة التحويلية محركاً رئيسياً للنمو الاقتصادي، حيث تساهم في خلق فرص العمل وزيادة قيمة العمق الاقتصادي من خلال تحسين الإنتاجية والابتكار. كما أنها تعزز التجارة المحلية والدولية، وتساعد في تلبية احتياجات السوق المتنوعة.

بفضل التطورات التكنولوجية والتوجه نحو الاستدامة، تواجه الصناعة التحويلية تحديات جديدة وفرصاً عديدة لتعزيز كفاءتها وتحقيق تطلعات المجتمع. من خلال استغلال الموارد بشكل أفضل وتبني أساليب إنتاج صديقة للبيئة، يمكن لهذه الصناعة أن تلعب دوراً محورياً في الطريق نحو مستقبل أكثر استدامة.

تتسم الصناعات التحويلية بمجموعة من الخصائص التي تجعلها محورًا أساسيًا في الاقتصاد الحديث، حيث تلعب دورًا حيويًا في تعزيز النمو الاقتصادي وتحقيق التنمية المستدامة.

أولاً: تحويل المواد الأولية إلى منتجات ذات قيمة مضافة

تعد خاصية التحويل أبرز سمات الصناعات التحويلية، إذ تعتمد على معالجة المواد الخام أو المواد شبه المصنعة وتحويلها إلى منتجات نهائية أو وسيطة ذات قيمة اقتصادية أعلى. وتتم هذه العملية عبر مراحل متعددة تشمل التصميم، المعالجة الفيزيائية والكيميائية، والتجميع. هذا التحول لا يضيف فقط قيمة اقتصادية، بل يسهم في تنويع المنتجات المتاحة في الأسواق المحلية والعالمية. (Kaldor, 1966, p. 13)

ثانيًا: الاعتماد على التكنولوجيا والابتكار الصناعي

تحتاج الصناعات التحويلية إلى مستويات متقدمة من التكنولوجيا لتتمكن من المنافسة وتحقيق الجودة والإنتاجية. تختلف درجة الاعتماد على التكنولوجيا حسب نوع الصناعة، إذ تتراوح بين صناعات تعتمد على تقنيات بسيطة مثل الصناعات الغذائية، وأخرى تعتمد على تكنولوجيا عالية مثل صناعة السيارات والطائرات. كما أن الابتكار يلعب دورًا محوريًا في تطوير المنتجات وتحسين عمليات الإنتاج(UNIDO, 2013, p. 77) .

ثالثًا: كثافة رأس المال والاستثمار في الأصول الثابتة

تتطلب الصناعات التحويلية استثمارات كبيرة في الآلات، المعدات، البنية التحتية، وتطوير الموارد البشرية. هذه الكثافة الرأسمالية تختلف حسب نوع الصناعة؛ فمثلًا الصناعات الثقيلة تحتاج لرؤوس أموال ضخمة مقارنة بالصناعات الصغيرة والمتوسطة. ويعتبر هذا العامل حاسمًا في تحديد قدرة الصناعة على التوسع والإنتاج بكميات كبيرة. (OECD, 2007, p. 45)

رابعًا: إسهامها في خلق فرص العمل

توفر الصناعات التحويلية عددًا كبيرًا من فرص العمل المباشرة وغير المباشرة في مجالات متنوعة مثل الإنتاج، الصيانة، الهندسة، التسويق، والإدارة. ويلاحظ أن نمو هذا القطاع يؤدي إلى تحفيز قطاعات أخرى مرتبطة به مثل النقل والخدمات اللوجستية. ومع ذلك، فإن أثر التوظيف يرتبط بمستوى الأتمتة المستخدم داخل المصنع. (ILO, 2014, p. 102)

خامسًا: تنوع المنتجات والأسواق

تتميز الصناعات التحويلية بقدرتها على إنتاج طيف واسع من السلع التي تخدم حاجات المستهلكين الأفراد والمؤسسات. ويتعلق هذا التنوع بمرونة خطوط الإنتاج وقدرة المنشآت على التكيف مع متطلبات السوق المحلي والعالمي. (Baily & Bosworth, 2014, p. 10)

سادسًا: التأثير على الميزان التجاري

بما أن الصناعات التحويلية تنتج سلعًا قابلة للتصدير، فإن لها دورًا مهمًا في تحسين الميزان التجاري للدول، خصوصًا تلك التي تسعى لتقليل اعتمادها على تصدير المواد الخام. من خلال رفع نسبة الصادرات الصناعية، تحقق الدول مكاسب اقتصادية وإيرادات من العملات الأجنبية. (UNCTAD, 2016, p. 59)

2. أنواع الصناعات التحويلية

يمكن تصنيف الصناعة التحويلية وفقًا للتصنيف القياسي الدولي (ISIC) للأنشطة الصناعية الذي وضعته الدائرة الإحصائية للأمم المتحدة. ووفقًا لهذا التصنيف، تم تقسيم الصناعة إلى ثلاث مجموعات رئيسية وهي كالتالي:

1. التعدين والمقالع
2. الصناعات التحويلية.
3. الكهرباء والماء

وبموجب هذا التصنيف فانه تم تقسيم وتصنيف الصناعات التحويلية إلى عدة أقسام حيث شكلت هذه الأقسام تسعة فروع رئيسية هي :

1. صناعة المواد الغذائية والمشروبات والتبغ.

2. صناعة المنسوجات والملبوسات والصناعات الجلدية.
3. صناعة الخشب ومنتجاته بضمنها الأثاث.
4. صناعة الورق والمنتجات الورقية والطباعة والنشر.
5. صناعة الكيماويات والمنتجات الكيماوية من النفط والفحم الحجري ومنتجات المطاط والبلاستيك.
6. صناعة منتجات الخامات التعدينية غير المعدنية (عدا النفط والفحم)
7. صناعة المنتجات المعدنية الأساسية.
8. صناعة المنتجات المعدنية المصنعة والمكائن والمعدات.
9. الصناعات التحويلية الأخرى. (بن موسى و حشماوي، 2018، صفحة 182)

3. أهمية الاقتصادية للصناعات التحويلية

للصناعات التحويلية أهمية كبيرة في الاقتصاديات العربية تتمثل أهمها في: (يعقوبن، 2020، صفحة 171)

- **بناء الاقتصاد الوطني**: عندما تكون لدى الدولة صناعات تحويلية متقدمة، يزيد من قوتها الاقتصادية ويزيد بالتالي قدرتها التصديرية، مما ينعكس إيجابياً على اقتصادها الوطني.
- **توفير فرص العمل** :الصناعات التحويلية تسهم في توفير فرص العمل، وهذا يكون خاصة ملحوظا في الدول التي تعاني من مشكلة البطالة مثل غالبية الدول العربية. على الرغم من استخدام الآلات في هذه الصناعات، إلا أنها تعتمد بشكل كبير على القوى العاملة لإدارة الآلات وإنجاز الأعمال اليدوية.
- **تحقيق التقدم والنمو** :تطوير المدن وتعزيز الرخاء الاقتصادي: تلعب الصناعات التحويلية دوراً حاسماً في تحقيق التقدم والنمو، وخاصة في المناطق الصغيرة. فالتقدم الذي تشهده المدن يعود بشكل رئيسي إلى اعتمادها على الصناعة التحويلية التي تسهم في إنتاج السلع التي تدعم التجارة والتبادل التجاري. وعندما تتطور الصناعات التحويلية، فإنها تساهم بشكل كبير في تحقيق التقدم والرقي الاقتصادي والاجتماعي للدول.
- **تحقيق التنمية والتكامل** :الصناعات التحويلية تلعب دوراً حاسماً في تحقيق التنمية الاقتصادية لمعظم دول العالم. فبفضل تقدم التكنولوجيا والعمليات الإنتاجية، أصبح بإمكاننا الآن تصنيع المنتجات بتكلفة أقل، مما يساهم في توفير المزيد من السلع للمواطنين بأسعار معقولة. وبفضل وجود قطاع صناعي قوي، يتم إنتاج معظم السلع

الاستهلاكية والوسيطية والإنتاجية، مما يساهم في بناء الأساس المادي للاقتصاد الوطني وتنمية باقي فروع وأنشطة الاقتصاد.

- **تعزيز الاستقلال الاقتصادي** :الصناعات التحويلية تلعب دوراً حيويا في تعزيز الاستقلال الاقتصادي للدول. إذا كانت الدول تعتمد بشكل كبير على الاستيراد لتلبية احتياجاتها الأساسية، فإنها قد تكون عرضة للتبعية الاقتصادية. وبالتالي، تطوير صناعات التحويلية يمكن أن يقلل من الاعتماد على الاستيراد، ويزيد من القدرة على تلبية الاحتياجات المحلية للسلع الأساسية والاستراتيجية. وعندما يكون لدى الدول قطاع صناعي ناضج ومتكامل، فإنها تصبح أكثر قدرة على تقليص الاعتماد على الدول الأخرى وتحقيق الاستقلال الاقتصادي.
- **زيادة رأس المال** :قطاع الصناعات التحويلية يعتبر واحداً من أهم القطاعات المساهمة في عملية التراكم الرأسمالي. إذ تتميز إنتاجيته المرتفعة وقابليته لخلق التشابك الإنتاجي بقدرته على رفع مستوى الفائض الاقتصادي المتحقق في هذا القطاع مقارنة بالقطاعات الأخرى. ولا تقتصر العملية على توفير الأموال اللازمة للاستثمار، بل تتعداها إلى تهيئة وسائل الإنتاج والتجهيزات الصناعية الأخرى المستخدمة في عملية الاستثمار، وهو ما يقلل من حجم الصعوبات التي تواجه عملية الاستثمار ويقلص معدلات الاستيراد للسلع الاستثمارية..

في الأخير نستنتج أن صناعة التحويلية تعتبر من العناصر الأساسية في الاقتصاد الحديث، حيث تلعب دوراً حيوياً في تحويل المواد الخام إلى منتجات ذات قيمة مضافة، مما يسهم في تعزيز التنمية الاقتصادية وخلق فرص عمل. تساهم هذه الصناعة في تحسين الميزان التجاري من خلال تصدير المنتجات المصنعة، مما يعزز عملة البلاد وينمي الاقتصاد الوطني. بالإضافة إلى ذلك، تستند الصناعة التحويلية إلى الابتكار والتكنولوجيا، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة وزيادة الإنتاجية. كما تساعد في تلبية احتياجات المجتمع المتنوعة من السلع والخدمات، مما يعزز جودة الحياة. في ظل التحديات البيئية والاقتصادية، تلعب الصناعة التحويلية أيضاً دوراً مهماً في تبني ممارسات مستدامة تساهم في الحفاظ على البيئة وتحقيق تنمية شاملة.

تكتسب الصناعات التحويلية أهمية استراتيجية في دفع عجلة التنمية الاقتصادية وتحقيق الاستقرار الاجتماعي، خاصة في الدول النامية التي تعتمد بشكل رئيسي على تصدير المواد الخام، مثل الجزائر.

أولًا، تنويع مصادر الدخل وتقليل الاعتماد على النفط: في الدول النفطية مثل الجزائر، يُعد الاعتماد المفرط على صادرات النفط والغاز عاملًا محفوفًا بالمخاطر بسبب تقلبات أسعار الطاقة العالمية. لذلك، يُعتبر تطوير الصناعات التحويلية وسيلة فعالة لتنويع القاعدة الاقتصادية وتقليل التأثر بصدمات أسعار النفط (UNCTAD, 2016,

.(p. 51ويشير تقرير البنك الدولي إلى أن تنويع الصادرات الصناعية يمكن أن يعزز من استقرار ميزان المدفوعات ويقلل من عجز الحساب الجاري.(World Bank, 2020, p. 29)

ثانيًا، خلق فرص عمل مستدامة: تُوفر الصناعات التحويلية عددًا كبيرًا من الوظائف المباشرة وغير المباشرة، مما يساهم في تقليل نسب البطالة المرتفعة التي تعاني منها الدول النامية. في الجزائر مثلًا، تشير بيانات منظمة العمل الدولية إلى أن تعزيز قطاع الصناعات التحويلية قد يساهم في إدماج فئات واسعة من الشباب في سوق العمل، خاصة مع محدودية فرص التشغيل في قطاع المحروقات الذي يعتمد على التكنولوجيا العالية وعدد محدود من اليد العاملة (ILO, 2014, p. 83).

ثالثًا، رفع القيمة المضافة المحلية: بدلًا من تصدير المواد الخام بأقل الأسعار، تسمح الصناعات التحويلية بزيادة القيمة المضافة للموارد الطبيعية المحلية من خلال تحويلها إلى منتجات تامة الصنع قابلة للتصدير أو للاستهلاك الداخلي. في الجزائر مثلًا، هناك إمكانيات كبيرة لاستغلال المواد الأولية مثل الفوسفات، الحديد، والمنتجات الزراعية، عبر تطوير صناعات تحويلية ذات طابع محلي.(UNIDO, 2013, p. 65)

رابعًا، تعزيز القدرة التنافسية الدولية: تساعد الصناعات التحويلية الدول النامية على دخول سلاسل القيمة العالمية، عبر تصنيع منتجات وسيطة أو نهائية تندمج في النظام التجاري الدولي، وهو ما يساهم في تحسين الوضع التنافسي للاقتصاد الوطني على المدى الطويل.(OECD, 2007, p. 33)

خامسًا، دعم الاستقلالية الاقتصادية: بالاعتماد على صناعات تحويلية محلية، تقل حاجة الدولة إلى استيراد معظم احتياجاتها الاستهلاكية والصناعية، مما يساهم في تحقيق نوع من الاكتفاء الذاتي وتقليل فاتورة الاستيراد التي تثقل كاهل الميزان التجاري الجزائري.(Baily & Bosworth, 2014, p. 12)

تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة: إن الاقتصادات التي تعتمد على صادرات المواد الخام، مثل النفط، غالبًا ما تكون معرضة لما يسمى "لعنة الموارد .(Resource Curse) "تطوير الصناعات التحويلية يساهم في كسر هذه الحلقة من خلال خلق قطاعات إنتاجية متعددة ومتنوعة تعزز من مرونة الاقتصاد الوطني (UNCTAD, 2016, p. 54).

تشجيع البحث والتطوير (R&D) ونقل التكنولوجيا: وجود صناعات تحويلية متطورة يدفع الحكومات والمؤسسات إلى الاستثمار في البحث العلمي، وتكوين شراكات مع الجامعات، مما يساعد على تطوير بيئة تكنولوجية محلية وتقليل الاعتماد على الخارج في هذا الجانب.(UNIDO, 2013, p. 91)

دعم الصادرات الصناعية وفتح أسواق جديدة: بدلاً من الاقتصار على تصدير المحروقات، يُتيح قطاع الصناعات التحويلية إمكانية إنتاج سلع متنوعة قابلة للتسويق دوليًا، مما يعزز من حضور الدولة في الأسواق الإقليمية والدولية، ويزيد من تدفقات العملة الصعبة.(World Bank, 2020, p. 42)

تحسين ميزان المدفوعات: الصناعات التحويلية تسهم في تقليل حجم الواردات، خاصة في السلع الاستهلاكية والوسيطة، وهو ما ينعكس إيجابًا على ميزان المدفوعات ويقلل من الضغوط المالية على العملة الوطنية ,OECD) 2007, p. 38).

دفع عجلة التصنيع المحلي وتشجيع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة:(SMEs) الصناعات التحويلية الكبرى تخلق بيئة داعمة لنمو الصناعات الصغيرة والمتوسطة التي تدخل كموردين أو مقاولين فرعيين، وهذا ما يساهم في تعزيز النسيج الاقتصادي الوطني وتوسيع القاعدة الإنتاجية.(ILO, 2014, p. 126)

الحد من البطالة الهيكلية: الصناعات التحويلية تساهم في استيعاب الفئات المتوسطة والضعيفة التأهيل، من خلال توفير فرص تكوين وتدريب أثناء العمل، وهو أمر ضروري في دول مثل الجزائر حيث يعاني الشباب من ارتفاع معدلات البطالة خاصة في المناطق الداخلية.(Baily & Bosworth, 2014, p. 14)

تعزيز الأمن الغذائي والصناعات المرتبطة به: تطوير الصناعات الغذائية كجزء من الصناعات التحويلية يساهم في تأمين الاحتياجات الأساسية محليًا، وتقليل الاعتماد على استيراد المواد الغذائية المصنعة، وهو ما يعزز السيادة الوطنية في هذا المجال (UNIDO, 2013, p. 74).

وبناء على هذه المعطيات، تبرز الصناعات التحويلية ليس فقط كخيار اقتصادي، بل كضرورة وطنية للدول النفطية مثل الجزائر في ظل التحولات العالمية وتراجع الطلب على الوقود الأحفوري مستقبلًا.

4. عقبات التي تواجه الصناعة التحويلية

تمثل الصناعة التحويلية أحد القطاعات الحيوية التي تسهم بشكل كبير في التنمية الاقتصادية وزيادة الناتج المحلي الإجمالي. ومع ذلك، تواجه هذه الصناعة العديد من العقبات التي تعرقل نموها وتطورها. يمكن تلخيص العقبات الرئيسية التي تواجه الصناعة التحويلية في عدة نقاط: (بودرامة و قصاص، 2017، صفحة 204)

- المشاكل المتعلقة بالمستلزمات والمدخلات والتجهيزات الصناعية وتشمل:
- المشاكل المتعلقة بالمواد الخام حيث هناك ارتباط المؤسسات الجزائرية بالسوق الدولية من حيث المدخلات والمواد الأولية حيث أن أي خلل في سلاسل التوريد العالمية قد يؤثر بالسلب على المؤسسات الصناعية في الجزائر.

- المشاكل المتعلقة بالمعدات والأليات: قدم التجهيزات ووسائل الإنتاج الامر الذي يستدعي تجديدها أو صيانتها، ناهيك على عدم التوفر على التقنيات الحديثة.
- المشاكل المتعلقة بنقص التمويل وارتفاع التكاليف وهذا يرجع محدودية نتائج يرامج دعم القدرات التنافسية للمؤسسات الجزائرية، واستنزاف المدخرات في تمويل قطاع الاستيراد، بالإضافة الى انخفاض قيمة العملة الوطنية مما أدى الى ارتفاع أسعار مدخلات العملية الإنتاجية.
- المشاكل المتعلقة بالتسويق منتجات الصناعة الجزائرية.
- مشاكل تتعلق بالخبرة الفنية وغياب التنظيم والتخطيط الصناعي

تحديد هذه العقبات وفهمها بشكل جيد يمكن أن يساعد صنّاع القرار في وضع سياسات فعالة لتحفيز النمو في القطاع وتعزيز قدرته على المنافسة.

رغم الأهمية المتزايدة للصناعات التحويلية في دعم الاقتصاد الوطني، فإن هذا القطاع يواجه مجموعة من التحديات التي تعيق تطوره وفعاليته، لا سيما في الدول النامية مثل الجزائر. أولى هذه التحديات تتمثل في ضعف البنية التحتية الصناعية، والتي تشمل نقص المناطق الصناعية المجهزة، وضعف منظومات النقل والطاقة، الأمر الذي يزيد من تكاليف الإنتاج ويحد من تنافسية المنتجات المحلية .(UNIDO, 2013, p. 84) في الجزائر، تعاني العديد من المناطق الصناعية من التهميش، وسوء التسيير، وغياب الخدمات اللوجستية الفعالة، مما يؤثر سلبًا على الاستثمار الصناعي المحلي والأجنبي.

ثانيًا، ضعف الاندماج الصناعي المحلي. فالصناعات التحويلية الجزائرية غالبًا ما تعتمد على استيراد المواد الأولية أو المكونات شبه الجاهزة، وهو ما يجعلها عرضة لتقلبات السوق العالمية. وتُظهر بيانات البنك الدولي أن نسبة المكون المحلي في الإنتاج الصناعي الجزائري لا تزال منخفضة مقارنة بالمعايير العالمية، مما يقلل من القيمة المضافة للمنتجات الوطنية.(World Bank, 2020, p. 63)

ثالثًا، تعاني الجزائر من فجوة تكنولوجية واضحة، حيث تعتمد الصناعات التحويلية على تجهيزات قديمة وتقنيات تقليدية، مع ضعف في تبني تكنولوجيا الإنتاج الحديثة أو نظم الإدارة الصناعية المتقدمة. يعود ذلك إلى نقص الاستثمار في البحث والتطوير، وكذلك ضعف الشراكات بين القطاع الصناعي والمؤسسات الجامعية (OECD, 2007, p. 49).

رابعًا، ضعف التأهيل البشري والكوادر الفنية. إذ تعاني المؤسسات الجزائرية من نقص في الكفاءات الفنية المتخصصة، وضعف أنظمة التكوين المهني المرتبطة مباشرة بحاجيات القطاع الصناعي. وغالبًا ما تعتمد هذه المؤسسات على يد

عاملة قليلة المهارة، مما يضعف القدرة على التشغيل الفعّال للآلات الحديثة أو التعامل مع نظم الجودة والإنتاج الرشيق.(ILO, 2014, p. 118)

خامسًا، البيئة التشريعية والاستثمارية غير المحفزة. فرغم الإصلاحات الأخيرة، لا تزال بيئة الاستثمار الصناعي في الجزائر تعاني من بيروقراطية مفرطة، وتعدد الإجراءات الإدارية، وعدم الاستقرار في السياسات الاقتصادية، مما يؤثر على ثقة المستثمرين المحليين والأجانب.(UNCTAD, 2016, p. 91)

كل هذه التحديات مجتمعة تفسر ضعف مساهمة قطاع الصناعات التحويلية في الناتج الداخلي الخام الجزائري، حيث لم تتجاوز مساهمته 6% خلال السنوات الأخيرة، على الرغم من وفرة الموارد الطبيعية والبشرية (World Bank, 2020, p. 66).

تُعد السياسات الحكومية عنصرًا جوهريًا في تطوير الصناعات التحويلية بالدول النامية، خصوصًا تلك التي تعتمد اقتصاديًا على تصدير المواد الخام مثل النفط والغاز، كما هو الحال في الجزائر. وتقوم هذه السياسات على حزمة متكاملة من الأدوات المالية والتشريعية والتنظيمية التي تهدف إلى تحفيز الاستثمار الصناعي، زيادة الإنتاجية، وتحقيق التكامل بين القطاعات الاقتصادية المختلفة.

أولًا: السياسات المالية والضريبية التحفيزية

تعتبر السياسات المالية والضريبية من أبرز الآليات التي تستخدمها الحكومات لدعم قطاع الصناعات التحويلية. وتشمل هذه السياسات الإعفاءات الضريبية على أرباح الشركات الصناعية لفترات زمنية معينة، تخفيض الرسوم الجمركية على استيراد الآلات والمعدات الصناعية، ومنح قروض ميسّرة أو دعم الفوائد البنكية. في الجزائر، ينص قانون الاستثمار رقم 16-09 الصادر سنة 2016 على منح إعفاءات ضريبية تصل إلى 10 سنوات لصالح المشاريع الصناعية ذات الأولوية .(UNCTAD, 2016, p. 73) ويضاف إلى ذلك برامج دعم حكومية مثل صندوق ترقية الاستثمار(FDI Algeria) ، الذي يوفر تمويلات موجهة خصيصًا لمشاريع الصناعات التحويلية (World Bank, 2020, p. 57).

ثانيًا: إنشاء وتوسيع المناطق الصناعية والمناطق الحرة

تهدف الحكومات إلى خلق بيئة جاذبة للاستثمار الصناعي من خلال إنشاء مناطق صناعية مجهزة بالبنية التحتية والخدمات اللوجستية اللازمة، مثل الكهرباء، الماء، الطرق، وخدمات التخليص الجمركي. وتُعد هذه المناطق آلية فعالة لتقليل تكاليف الإنتاج وجذب المستثمرين المحليين والأجانب. في الجزائر، تضم ولايات مثل وهران وسطيف

مناطق صناعية نشطة، إضافة إلى مشروع المنطقة الحرة في بلارة بولاية جيجل المتخصصة في الصناعات الحديدية (UNIDO, 2013, p. 92).غير أن بعض التقارير تشير إلى ضعف استغلال هذه المناطق وعدم جاهزيتها الفعلية، مما يتطلب تدخلًا إصلاحيًا جديًا.(OECD, 2007, p. 61)

ثالثًا: إصلاح البيئة التشريعية والإدارية

يتطلب تطوير الصناعات التحويلية إطارًا قانونيًا وتنظيميًا مرنًا يدعم الاستثمار ويسهّل إنشاء وإدارة المؤسسات الصناعية. لذلك، تبنت الجزائر خلال السنوات الأخيرة ما يعرف بالميثاق الوطني للصناعة في عام 2021، والذي يهدف إلى:

- تبسيط الإجراءات الإدارية.
- تسهيل الحصول على العقار الصناعي.
- تقليص عدد الوثائق المطلوبة لإطلاق المشاريع.

ورغم هذه الجهود، لا تزال بعض التحديات قائمة مثل البيروقراطية وتعقيد مساطر الترخيص (ILO, 2014, p. 133)، ما يؤثر سلبًا على المناخ الاستثماري ويجعل الجزائر أقل تنافسية مقارنة بدول أخرى في المنطقة مثل المغرب وتونس.

رابعًا: سياسات دعم البحث والتطوير ونقل التكنولوجيا

تلعب أنشطة البحث والتطوير (R&D) دورًا أساسيًا في تحسين تنافسية الصناعات التحويلية، خاصة في ظل تطور تكنولوجيا التصنيع العالمي. لذلك تعمل الحكومات على دعم إنشاء مراكز بحث صناعية، وتمويل برامج الابتكار، وتعزيز الشراكة بين الجامعات والمؤسسات الصناعية. الجزائر أطلقت برامج مثل البرنامج الوطني للبحث في الصناعات التحويلية، غير أن هذا القطاع لا يزال متواضعًا مقارنة بالدول الصاعدة مثل ماليزيا وكوريا الجنوبية (UNIDO, 2013, p. 105).

خامسًا: تعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص(PPP)

تُعد الشراكة بين القطاعين العام والخاص أداة فعالة لتطوير قطاع الصناعات التحويلية، حيث توفر الدولة الدعم التشريعي والبنية التحتية بينما يتولى القطاع الخاص التمويل والإدارة الفنية. منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية

(OECD)أوصت الجزائر بتوسيع هذه الآلية خاصة في قطاعات مثل الصناعات الغذائية وصناعة الأدوية (OECD, 2007, p. 62).

سادسًا: تطوير الكفاءات البشرية والتكوين المهني الصناعي

لا تكتمل السياسات الصناعية دون الاهتمام بتكوين اليد العاملة المؤهلة. لذا تعتمد الدول النامية على إنشاء معاهد متخصصة في التكوين المهني الصناعي المرتبط بحاجات المؤسسات التحويلية. في الجزائر مثلًا، هناك معاهد متخصصة في ولاية البليدة لتكوين تقنيين في الصناعات الغذائية، غير أن التقارير الدولية تشير إلى فجوة واضحة بين مخرجات التكوين ومتطلبات سوق العمل.(ILO, 2014, p. 135)

سابعًا: السياسات الحمائية وضبط الواردات الصناعية

تلجأ بعض الدول النامية إلى فرض رسوم جمركية على المنتجات المستوردة التي تنافس المنتجات المحلية الصناعية بهدف حماية الصناعات الناشئة. ورغم توصيات منظمة التجارة العالمية بتقليص هذه الرسوم، تحتفظ الجزائر بعدة إجراءات حمائية خصوصًا في الصناعات التحويلية مثل صناعة مواد البناء والمنتجات البلاستيكية (UNCTAD, 2016, p. 75).

من خلال استعراض هذه السياسات، يتبين أن الجزائر تبنت خلال السنوات الأخيرة توجهًا رسميًا نحو ترقية الصناعات التحويلية عبر سياسات مالية، تشريعية، وبنيوية. ومع ذلك، فإن فعالية هذه السياسات تبقى رهينة بمدى تطبيقها الفعلي، والتغلب على إشكالات البيروقراطية، وتهيئة مناخ أعمال أكثر جاذبية.

تُظهر تجارب العديد من الدول النامية أن الصناعات التحويلية يمكن أن تشكل رافعة للنمو الاقتصادي والتنمية المستدامة متى توفرت السياسات المناسبة والظروف المحفزة. وتُعد تجارب الصين، كوريا الجنوبية، ماليزيا، والمغرب من أبرز النماذج التي يُستشهد بها في هذا السياق، خاصة بالنسبة للدول المعتمدة على النفط مثل الجزائر.

أولًا: التجربة الصينية — التصنيع بوصفه قاطرة النمو الاقتصادي

منذ نهاية سبعينيات القرن العشرين، اعتمدت الصين سياسة التصنيع المكثف كجزء من استراتيجيتها للتحول الاقتصادي. وتمحورت هذه الاستراتيجية حول عدة محاور:

- فتح مناطق اقتصادية خاصة مثل Shenzhen لاستقطاب الاستثمارات الأجنبية (UNIDO, 2013, p. 89).

- التركيز على الصناعات الخفيفة أولًا (النسيج، الإلكترونيات البسيطة) ثم الانتقال تدريجيًا إلى الصناعات الثقيلة والمتقدمة مثل السيارات والطائرات.
- ربط البحث العلمي بالتصنيع عبر دعم الجامعات ومراكز البحث الصناعي.
- تحفيز التصدير عبر حوافز جمركية وضريبية.

وبفضل هذه السياسات، ارتفعت مساهمة الصناعات التحويلية في الناتج المحلي الصيني من 32% عام 1980 إلى أكثر من 40% بحلول 2010.(World Bank, 2020, p. 22)

ثانيًا: التجربة الكورية الجنوبية — نموذج الانتقال من الصناعات الخفيفة إلى التكنولوجيا المتقدمة

- اعتمدت كوريا الجنوبية منذ ستينيات القرن الماضي سياسة تصنيع قائمة على:
- تطوير الصناعات الثقيلة (الصلب، السفن، السيارات).
- إنشاء تكتلات صناعية كبرى مثل Samsung و Hyundaiبدعم حكومي مباشر (OECD, 2007, p. 84).
- الاستثمار المكثف في التعليم والتدريب المهني المتخصص، مما سمح بإنتاج يد عاملة ماهرة.
- فتح الأسواق عبر توقيع اتفاقيات تجارة حرة مع قوى اقتصادية كبرى.

هذه الاستراتيجية مكنت كوريا من أن تتحول من دولة فقيرة إلى واحدة من أكبر اقتصادات العالم خلال أربعة عقود فقط. وقد بلغت نسبة الصناعات التحويلية حوالي 30% من الناتج المحلي الإجمالي سنة 2019 (UNCTAD, 2016, p. 99).

ثالثًا: التجربة الماليزية — التركيز على الصناعات التكنولوجية والغذائية

اتخذت ماليزيا مسارًا مختلطًا بين النموذج الصيني والكوري، مع تركيز على الصناعات التحويلية المرتبطة بالإلكترونيات والصناعات الغذائية ذات القيمة المضافة العالية. ومن بين أبرز السياسات المعتمدة:

- إنشاء مناطق حرة للتكنولوجيا) مثل.(UNIDO, 2013, p. 112) Cyberjaya)
- تبني خطة "الرؤية 2020" التي حددت التصنيع كأولوية اقتصادية.
- الاعتماد على الشراكة مع المستثمرين الأجانب لنقل التكنولوجيا.

بفضل هذه المقاربة، صارت ماليزيا من أكبر مصدري المكونات الإلكترونية في العالم، في حين حافظت على قاعدة صناعية غذائية قوية خصوصًا في مجال الزيوت والمنتجات الزراعية المصنعة.(World Bank, 2020, p. 43)

رابعًا: التجربة المغربية — الصناعات التحويلية كوسيلة لتنويع الاقتصاد

- يُعتبر المغرب نموذجًا عربيًا ناجحًا نسبيًا في تطوير الصناعات التحويلية خلال العقدين الأخيرين، عبر برامج مثل:
- مخطط "الإقلاع الصناعي" الذي أطلق عام 2005.(OECD, 2007, p. 93)
- التركيز على الصناعات السيارات والطيران والنسيج.
- إنشاء منصات صناعية موجهة للتصدير مثل طنجة المتوسط.
- تشجيع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة وربطها بالشركات الكبرى عبر سلاسل القيمة.
- وقد سمح هذا النموذج بزيادة الصادرات الصناعية المغربية بنسبة 15% سنويًا خلال الفترة بين 2010 و2020.(UNCTAD, 2016, p. 103)

الدروس المستفادة بالنسبة للدول النامية مثل الجزائر:

من خلال استقراء هذه التجارب، يمكن استخلاص عدة دروس رئيسية تهم الجزائر:

ضرورة وجود رؤية صناعية وطنية واضحة ومحددة زمنيًا، كما فعلت ماليزيا وكوريا الجنوبية.

التركيز على الصناعات التحويلية ذات القيمة المضافة العالية بدل الاقتصار على الصناعات الأولية أو البسيطة.

إنشاء مناطق صناعية متخصصة ومجهزة بالكامل، وليس فقط توزيع العقار الصناعي دون خدمات لوجستية.

تحفيز البحث العلمي وتكوين اليد العاملة المتخصصة عبر سياسات التعليم والتكوين المهني المرتبطة مباشرة بالاحتياجات الصناعية.

تطوير آليات الشراكة بين القطاعين العام والخاص في المجالات الصناعية الكبرى.

فتح الاقتصاد أمام الاستثمارات الأجنبية مع الحفاظ على سيادة القرار الصناعي الوطني.

المبحث الثاني: مراجعة الدراسات السابقة

تعتبر الدراسات السابقة عنصراً أساسياً في أي بحث علمي، حيث تسهم في تحديد الفجوات البحثية الموجودة وتساعد الباحثين على تأطير المشكلة موضوع البحث وتوجيه جهودهم بشكل أكثر فعالية. من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة، يمكن للباحثين التعرّف على الأساليب والمنهجيات التي تم استخدامها سابقاً، مما يساعدهم في اختيار الطرق المناسبة لدراستهم. كما توفر هذه الدراسات دعماً علمياً للنتائج التي يتم التوصل إليها، وتعزز من مصداقية البحث من خلال الاستناد إلى قاعدة معرفية راسخة. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاطلاع على الأعمال السابقة يساهم في تجنب الأخطاء التي واجهها الباحثون الآخرون، ويعزز من تقدم المعرفة في المجال المعني. في المجمل، تشكل الدراسات السابقة أساساً لبناء المعرفة وتوجيه البحث الأكاديمي نحو مسارات فعالة ومفيدة.

المطلب الأول: عرض الدراسات السابقة

سيتم فيما هو قادم عرض مجموعة من الدراسات السابقة التي لها علاقة بموضوع الاطروحة لتعرف على الفجوات المعرفية الموجودة في موضوع البحث، مما يمكنهم من تحديد مجالات جديدة تستحق الاستكشاف.

1. الدراسات باللغة العربية

1) أطروحة دكتوراه لـ (نـاصري، 2018) تحت عنوان
أهمية تطبيق ستة سيقما في تحسين جودة العملية التكوينية بالجامعة –دراسة مجموعة من الجامعات

تتناول هذه الأطروحة موضوع تطبيق ستة سيقما في تحسين جودة العملية التكوينية بالجامعة الجزائرية. من متطلبات تطبيق ستة سيقما ذكرت : تحديد العمليات التي تتم في المنظمة واستخراج المحددات الحرجة للجودة (CTQs) ومن ثم استخدامها كمعيار لقياس الانحرافات وتحليل المشكل ثم اتخاذ الإجراءات التصحيحية والرقابة عليها؛ تم الاعتماد في هذه الأطروحة على النصوص واللوائح الصادرة عن وزارة التعليم العالي والبحث العلمي كمرحلة أولى في استخراج عمليات التكوين ومعايير المطابقة ليتم الانتقال بعدها إلى إجراء دراسة كيفية تمت بالاعتماد على الملاحظة، المقابلة (42 مشارك) ومجموعات النقاش (28 مشارك) من أجل استخراج المؤشرات الحرجة للجودة(CTQs) ؛ على ضوء ما استخلص من نتائج حول العمليات ومعيار المطابقة لمعظم العمليات والمؤشرات الحرجة للجودة تم صياغة استبيان لقياس مستوى الجودة وزّع على 3864 طالب وطالبة، 88 أستاذ و 461 مشارك من طلبة دكتوراه نظام ل م د من مختلف الجامعات الجزائرية، فيما بعد تم تحليل أسباب المشاكل التي ظهرت في عمليات التكوين في نظام ل م د واقتراح الحلول اللازمة لها بالاعتماد على مجموعات النقاش أيضا؛ هنا ظهرت أهمية اعتماد ستة سيقما

في تطوير نموذج لتقييم وتحسين وتطوير جودة العملية التكوينية بالجامعة الجزائرية، انتهت الدراسة بمجوعة من النتائج نذكر منها :

تقييم الأساتذة لعملية إعداد مسلك تكوين في نظام ل م د جاء ضعيف كما أن تقييم الطالب لتطبيق العملية التكوينية جاء أكبر من المتوسط في أغلب العمليات العامة في حين عملية التعليم والتقييم بكيفية أخرى ورغم أن الدراسة لم تتمكن من الاستدلال على التقييم الضعيف للعملية باعتماد على اختبار ستودنت إلا أن المتوسط الضعيف للتقييم؛

العمليات التي جاء مستوى تطبيقها مرتفع تعتبر من العمليات الضرورية لسير العملية التكوينية وأيضا لارتباط أغلب هذه العمليات مباشرة بتكوين الطالب والعلامة؛

- ضعف مستوى المطابقة في تنظيم حصص الوصاية؛
- ضعف عملية تنظيم دورات تكوينية لطلبة الذين يواجهون صعوبات؛
- ضعف تطبيق عملية التعليم والتقييم بكيفية أخرى بسبب ارتباط جل عملياتها بالأستاذ وهذا يؤكد فرضية العدم الثقة بين الأستاذ والطالب؛
- ضعف مستوى السيقما في عملية إعداد الاطروحة من قبل الطالب.

2) مقال العلمي لـ (نشوان و ماجد ، 2023)تحت عنوان
دور ستة سيقما في تعزيز تطبيق تقنية التصنيع المضاف

سعت هذه الدراسة إلى تحديد دور منهجية ستة سيقما في تعزيز تطبيق تقنية التصنيع المضاف (دراسة استطلاعية في مصنع الكندي أحد تشكيلات الشركة العامة للاتصالات والقدرة) ، وانطلاقاً من مشكلة أساسية مفادها (هل تسهم منهجية ستة سيقما في تعزيز تطبيق تقنية التصنيع المضاف؟) بهدف تكوين بيئة صناعية حديثة تتمكن من إنتاج منتجات تلبي احتياجات السوق من ناحية جودتها و كلفتها فضلا عن ملاءمتها لمتطلبات الزبون التي تتغير بشكل مستمر، حيث تمت الدراسة وفق المنهج الوصفي التحليلي بهدف تحليل نتائج الدراسة، فضلاً عن الاستعانة باستمارة الاستبانة باعتبارها الأداة الأساسية لجمع البيانات في الجانب العملي ومن ثم تم تحليل البيانات واختبار فرضيات الدراسة باستخدام الحزمة البرمجية الاحصائية (SPSS) وبالتالي توصلت الدراسة إلى مجموعة من الاستنتاجات تمثل أهمها في أن تقنية التصنيع المضاف تعد تكنولوجيا المستقبل التي يمكن من خلالها استثمار الموارد والحفاظ عمى البيئة من التلوث، وتؤثر منهجية ستة سيقما بشكل إيجابي على أداء المنظمات من خلال اعتمادها

كقاعدة رئيسة في صياغة استراتيجيات فعالة للمنظمة فضلا عن تأمين مصادر الحصول على الموارد المتاحة بأقل كلفة ممكنة وأعلى جودة مستهدفة.

3) مقال العلمي لـ (السعيدي، 2022) تحت عنوان
تأثير معايير الجيود السداسي في تحسين الخدمات المصرفية

يهدف البحث الى توضيح العلاقة بين معايير الجيود السداسي والخدمات المصرفية من خلال اختبار تأثير معايير الجيود السداسي في تحسين جودة الخدمات المصرفية المقدمة وما لها من أثر في تحسين فاعلية الاقتصاد العراقي ونموه بشكل مضطرد اسوة بقريناته من اقتصادات العالم المتطور كاقتصاد شنغهاي واقتصاد ماليزيا من خلال ادوات ادارة الجودة وبالأخص الجيود السداسي، لما له من أثر في تحسين الكثير من عمليات المنظمات الخدمية والتي سوف تسهم بالنهاية الى فاعلية هذا القطاع ونموه. والمنهج المتبع في كتابة البحث هو المنهج الاستطلاعي المقارن بين المصرفين من خلال استطلاع آراء العينة في المصرفين عبر استبانة اعدت لهذا الغرض بالاعتماد على المصادر الاكاديمية والدراسات السابقة للباحثين. وانطلاقا من المشكلة التي تم تجسيدها بعدد من التساؤلات التي يحاول البحث الاجابة عنها، تم وضع المخطط الفرضي للبحث وصياغة فرضيات الارتباط والتأثير في ضوء ذلك والتي اختبرت للتأكد من مدى صحتها. وتم التوصل الى مجموعة من النتائج أهمها ان معايير الجيود السداسي تساعد في تحسين عمليات التصميم، وتقليل نسبة الخلل في المنتجات، وتقليل معدل رفض المنتجات، وتحسين مستوى رضا الزبائن.

4) مذكرة ماجستير لـ (نور و هاتف، 2021)تحت عنوان
دور منهج الجيود السداسي الرشيق (Lean Six Sigma) في تخفيض تكلفة المنتوج

أوضحت هذه الدراسة أن نتيجة للتطورات التكنولوجية في وقتنا الحاضر أصبح ضرورة تطبيق منهج الجيود السداسي الرشيق(Lean Six-Sigma) ،حاجة ملحة في الصناعات وخاصةً في الدول النامية والمتقدمة صناعيًا ، وذلك لان دور الجيود السداسي هو تخفيض تكاليف الجودة، ، إذ تُعتبر الجودة الى جانب التكلفة من أهم عوامل النجاح في الوقت الحاضر فالفشل في الجودة سوف يؤدي الى تحمل المنشآت تكاليف إضافية نتيجة للجودة الرديئة في منتجاتها مما ينعكس سلبًا على رضا المستهلك لذا فإن المدخل الحديث لإدارة الجودة يُركز على تحسين جودة المنتجات والعمليات بالشكل الذي يؤدي الى إنتاج منتجات سليمة خالية من العيوب ، إن(Six-Sigma) ، له أهمية بالغة خلال العقدين الماضيين لما حققه من نجاحات باهرة في العديد من الشركات الانتاجية والخدمية ، من خلال تطبيق منهج الجيود السداسي الرشيق(Lean Six-Sigma) ، حيث يساهم منهج الجيود السداسي في تحسين جودة المنتجات والتقليل من الانحرافات في الجودة إلى حد كبير.

5) مذكرة ماجستير لـ (زواوي ، 2011)تحت عنوان

سياسات التدريب في المؤسسات الاقتصادية ومدى توافقها مع متطلبات تطبيق برامج الستة سيقما دراسة ميدانية بالتطبيق على مؤسسة كوندور

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على مدى إمكانية توافق سياسات التدريب في المؤسسات الاقتصادية مع متطلبات تطبيق برامج الستة سيقما، وذلك بالتطبيق على إحدى المؤسسات الصناعية الجزائرية والتي تمثلت في مؤسسة كوندور بولاية برج بوعريريج .حيث ركزت الدراسة على خمسة عناصر أساسية لاستخدام الستة سيقما في المؤسسة وهي: الالتزام الفعال للإدارة العليا، التدريب، الموارد البشرية، نظم المعلومات، والثقافة التنظيمية مع التركيز أكثر على التدريب على الستة سيقما من خلال تحسين أداء المؤسسة وزيادة رضا عملائها .ولقد أظهرت الدراسة أن جميع هذه المتغيرات الخمسة ليس لها أي علاقة مع إمكانية استخدام الستة سيقما بما فيها التدريب في المؤسسة، وبالتالي فإن التدريب على هذا المفهوم لا يؤدي إلى تحسين في أداء المؤسسة ولا يزيد من رضا عملائها؛ وعليه فإن سياسات التدريب في المؤسسة لا تتوافق مع متطلبات تطبيق برامج الستة سيقما.

6) مقال العلمي لـ (عبدالله، 2013)تحت عنوان

مدى إمكانية تبني منهجية الحيود السداسي في السيطرة على نوعية الأدوية المطلوبة وفقاً لأنموذج (DMAIC) دراسة تحليلية في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى

تشير هذه الدراسة أن منهجية الحيود السداسي توفر العديد من البدائل لحل المشاكل الإدارية، كونها توفر آلية مرنة ضمن نماذج تلاءم المشاكل القائمة أو الظواهر التي تعالج حالات إبداعية من اجل الوصول إلى درجة الخلو من العيوب والمنافسة في السوق الأمر يمكننا من طرح تساؤل مهم، هو كيف يمكن أن تعالج منهجية الحيود السداسي مشاكل الصناعة الدوائية؟ ومع هذه التساؤلات افترضنا " إن منهجية الحيود السداسي هي ليست تطبيق قانون الانحراف المعياري، و" أن هناك تباين من الناحية الإحصائية بين الأدوية المعيبة ومستويات الحيود السداسي ". يهدف البحث إلى معالجة مشكلة واقعية تعاني منها الحالة المدروسة وهي السيطرة على نوعية عامل مادي رئيسي يساهم في استكمال الخدمة الصحية وانتظام أدائها هو الدواء. توصل البحث إلى أن الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى وقعت ضمن مستوى sigma 4.25 ضمن السلم السداسي الذي يمكنها من المنافسة المحلية والإقليمية، وباعتماد المعالجات المقدمة في البحث الحالي في تتبع المعيب يمكن لها من المنافسة الدولية، من جهة أخرى توصل البحث إلى عيوب تسويقية تكمن في سوء اختيار المزيج الإنتاجي غير القادر على المنافسة، وضعف التوزيع حيث أن الشركة لا تؤمن أكثر من 14% من احتياجات المنظمات الصحية في المحافظة.

7) مقال العلمي لـ (الطائي، 2019)تحت عنوان

تحسين جودة التصميم باستخدام منهجية الحيود السداسي الرشيق: دراسة تحليلية لآراء المدراء في الشركة العامة للصناعات الجلدية – بغداد

أصبح موضوع التصميم وكيفية الاهتمام به الشغل الشاغل لكثير من المنظمات الصناعية، لكونه يعد الخطوة الأولى في عملية تقديم المنتج إلى السوق، فضلاً عن كونه عملية تحويل الأفكار والآراء ومتطلبات الزبون إلى مواصفات فنية في المنتج يلبي تلك المتطلبات. لذا كان لابد من الاهتمام بتحسين جودة التصميم على نحو مستمر من خلال تبنّي أساليب وممارسات ومنهجيات تعمل على تذليل العقبات التي تقف في عملية التحسين، ولعل منهجية الحيود السداسي الرشيق بمراحلها الخمس (التعريف والقياس والتحليل والتحسين والسيطرة) أحد هذه الفلسفات، لأنها تتبنى مزايا مدخلين مهمين هما الرشاقة والحيود السداسي، فالأول يركز على إزالة الهدر والاستغلال الأمثل للموارد، أما الثاني فيركز على الحد من التباين والاختلافات في العمليات. لهذا السبب فقد سعى الباحث إلى تضمين هذه المنهجية في تحسين جودة التصميم وعلى نحو مستمر. وخلصت هذه الدراسة للنتائج التالية:

- كشفت نتائج التحليل العاملي أن خطوة التحسين مثلت الخطوة الأكثر تأثيرا في تكوين العمال المفسر على مستوى الشركة المدروسة.
- أما بخصوص تحليل الانحدار فقد كشفت نتائج التحليل أن مرحلة التحسين هي الأكثر تأثيرا في جودة التصميم، إذ إن القيام بعمليات تحسين لجودة التصميم من شأنا أن ينعكس إيجابا على جودة المنتج النهائي.

8) مقال العلمي لـ (العبيدي و الغبان، 2022)تحت عنوان

إدارة التكلفة باستعمال منهج الحيود السداسي لترشيد تكاليف الأنشطة الإنتاجية بحث تطبيقي في معمل السجاد الميكانيكي العراقي

تؤدي الصناعات النسيجية دوراً بارزاً في إنعاش الاقتصاد الوطني، إلا إنها تعاني بالوقت الحالي من عدة مشاكل كارتفاع تكاليف أنشطتها، انخفاض جودة عملياتها الإنتاجية وعليه جاء منهج الحيود السداسي للمساعدة في تحليل الأنشطة الإنتاجية لتحديد أي منها الاكثر تكلفة ولا تقابلها منفعة أو تكلفتها أكبر من منفعتها نتيجة الهدر والضياع التي تصاحب تنفيذها. وبالتطبيق على معمل السجاد الميكانيكي العراقي توصل البحث إلى عدة استنتاجات أهمها وجود عدة مصادر للهدر والضياع كالأنشطة والعمليات الغير مضيفة للقيمة التي أثرت على ارتفاع التكاليف، فضلاً عن عدم استعمال المعمل لأدوات إدارة التكلفة الاستراتيجية في تحسين جودة العمليات وتحديد المشاكل الجذرية لارتفاع التكاليف والقضاء على مصادر هدر الموارد وانخفاض مستوى جودة الإنتاج.

9) مقال العلمي لـ (بوغليطة ، 2017)تحت عنوان

تطبيق معايير ستة سيقما في تحسين جودة التعليم العالي دراسة حالة كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة سكيكدة

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على امكانية تطبيق معايير ستة سيقما لتحسين جودة التعليم العالي دراسة حالة كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة سكيكدة، وقد استخدمت الباحثة المنهج الوصفي، وتم اختيار العينة بالطريقة العشوائية وقد بلغ عدد أفراد العينة (53)عضو هيئة التدريس، وقامت الباحثة بتصميم استبانة كوسيلة لجمع البيانات، وتم تفريغ البيانات وتحليل النتائج باستخدام البرنامج الاحصائي(SPSS) ، وبعد تطبيق أداة الدراسة على العينة، أشارت النتائج إلى أنه يمكن تطبيق معايير ستة سيقما والمتمثلة في دعم الادارة العليا، التحسين المستمر، التغذية العكسية، الموارد البشرية. وأوصت الدراسة بضرورة العمل على تنمية الوعي والمعرفة بمفهوم ستة سيقما، وإقامة دورات تأهيلية لأعضاء هيئة التدريس لتوعيتهم بأهمية منهج ستة سيقما

10) مقال العلمي لـ (وراد و آخرون، 2021)تحت عنوان

متطلبات تطبيق منهجية ستة سيقما كآلية لتحسين جودة التعليم العالي في الجزائر

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة امكانية تطبيق منهجية ستة سيقما في مؤسسات التعليم العالي وتحسين جودة خدماتها، ومن هنا كان لزاما على المؤسسات الجامعية مواءمة مفاهيم معاصرة لضمان جودة التعليم العالي وتحسين البرامج الإدارية والأكاديمية وأداء الطلبة، وباعتبار أن ستة سيقما هي من أهم المداخل المعاصرة في إدارة وضمان الجودة جاء هذا البحث بغية التعرف على ماهية ستة سيقما ومنهجيتها وانعكاساتها في تحقيق الجودة في التعليم العالي، مع إبراز أهم الوسائل والاستراتيجيات التي يمكن إتباعها في هذا المجال مع التأكيد على أهمية التطبيق الناجح لها ومواءمتها وانسجامها مع متطلبات العصر الحالي، والتي ينبغي أن تظهر في المخرجات التعليمية والتي على أساسها يمكن تحديد مستوى جودة التعليم العالي.

11) مقال العلمي لـ (قشي ، 2017)تحت عنوان

تحسين جودة الخدمات الصحية باستخدام منهجية الستة سيقما في المؤسسات الاستشفائية

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم إطار نظري لتطبيق ستة سيقما أو الستة انحرافات معيارية (Six Sigma) في المؤسسات الاستشفائية، وذلك بهدف تقليل معدلات الأخطاء في عملياتها وتحسين جودة الخدمات الصحية المقدمة، باستخدام مجموعة من نماذج التحسين المستمر للخدمات الصحية من بينها نموذج (DAMIC).

وقد أشارت الاستنتاجات أن تطبيق الستة سيقما يساعد على تخفيض الاختلاف في العمليات إلى أدنى مستوياته، لترتفع الجودة بدورها إلى أعلى مستوى ممكن وهذا ما سيؤدي إلى تقليل معدل الأخطاء بدرجة عالية. لذلك كان

لابد من الاهتمام والتأكيد على تطبيق الستة سيقما في المؤسسات الاستشفائية لما لها من أهمية في تقليل الأخطاء الطبية وتحسين جودة الخدمات الصحية المقدمة.

12) مقال العلمي لـ (بياض و مخلوفي ، 2017)تحت عنوان
ستة سيقما ودورها في تحسين جودة الخدمات الصحية دراسة حالة مؤسسة الصحة الجوارية بتندوف

أشارت هذه الدراسة أن تطبيق إدارة الجودة الشاملة أصبح ومختلف النماذج والأدوات التي ينطوي عليها هذا المفهوم مطلبا ضروريا لكل المؤسسات الراغبة في التطور والاستمرار. ومن بين أهم النماذج الحديثة في مجال إدارة الجودة الشاملة نجد نموذج ستة سيقما الذي تم استخدامه أول مرة من طرف شركة موتورولا. وتهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدي مساهمة تطبيق نموذج ستة سيقما في تحسين جودة الخدمات الصحية بمؤسسة الصحة الجوارية بتندوف

وتم تأكيد صحة كل فرضيات هذه الدراسة التي تنص على أنه يوجد جودة في الخدمات الصحية المقدمة بمؤسسة الصحة الجوارية بتندوف من وجهة نظر العمال وكذلك إن تطبيق ستة سيقما بمؤسسة الصحة الجوارية بتندوف سيساهم في تحسين من جودة الخدمات الصحية هذه المؤسسة

13) مقال العلمي لـ (بياض ، 2018)تحت عنوان
ستة سيقما و دورها في تحسين أداء المؤسسة دراسة حالة ملبنة سيقاية

أشارت هذه الدراسة أن منهجية ستة سيقما تعتبر أسلوبا إداريا حديثا يهدف إلى تقليل مستويات الأخطاء والعيوب في مختلف العمليات داخل المؤسسة، وقد تم استخدامه أول مرة من طرف موتورولا في أواخر الثمانينات من القرن الماضي وقد حققت هذه المؤسسة أرباحا كبيرة نتيجة تطبيق هذا الأسلوب، مما دفع بالعديد من المؤسسات إلى تطبيق هذا الأسلوب مثل جنرال إلكتريك وغيرها من المؤسسات بغيت التحسين من مستويات أداءها. وتهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدي مساهمة إمكانية تطبيق نموذج ستة سيقما في تحسين أداء ملبنة الحليب سيقاية.

خلصت هذه الدارسة أن كل فرضيات هذه الدراسة تنص على أنه يوجد إمكانية لتطبيق ستة سيقما في ملبنة سيقاية من وجهة نظر العمال، وكذلك إن تطبيق ستة سيقما بالملبنة سيساهم في تحسين من جودة المنتجات بهذه الملبنة.

14) مقال العلمي لـ (غالي و الشمري، 2016)تحت عنوان
منهج الحيود السداسي ودورة في تحسين جودة المنتجات وتخفيض التكاليف: بحث تطبيقي في الشركة العامة لأسمنت الجنوب معمل اسمنت الكوفة

تنبع أهمية هذا البحث من أهمية تقديم اطار نظري مفاهيمي وتطبيق عملي لاستعمال منهج الحيود السداسي من أجل مساعدة الوحدات الاقتصادية في تحسين جودة منتجاتها وتخفيض تكاليف الجودة الرديئة من خلال قياس مستوى العيوب وتخفيضها للوصول الى ما يسمى بالعيوب الصفرية أو الاقتراب منها أي أنه يقوم في مبدأ تصميم المنتجات وفق رغبات الزبائن وقد تبلورت مشكلة البحث في أن الوحدات الاقتصادية الأن تواجه منافسة حاده من لأن شركات عالمية اخترقت السوق العراقية وعدم قدرة الوحدات الاقتصادية العراقية في مواجه تلك الشركات ويرجع السبب في ذلك الى أن المنتجات العراقية لا تقابل متطلبات الزبائن بمعنى يوجد انحراف في المنتجات المقدمة عن المعايير المطلوبة من الزبائن لا سيما المعمل عينة البحث الذي يواجه مشكلة انخفاض مبيعاتها مقارنه بالمنتجات المستوردة ما يجعلها غير قادرة في منافسة تلك المنتجات، وقد أستند الباحثان لتحقيق هذا الهدف الى فرضية رئيسة مفادها "أن استعمال منهج الحيود السداسي يؤدي الى توفير معلومات ملائمة تساعد في تحسين الجودة عن طريق تخفيض العيوب في الإنتاج الى درجه الاقتراب من العيوب الصفرية ومن ثم تخفيض تكاليف الجودة الرديئة". تم التوصل الى استنتاج "أن استعمال منهج الحيود السداسي يؤدي الى تحسين الجودة عن طريق تخفيض العيوب في الإنتاج الى درجه الاقتراب من العيوب الصفرية وهذا ما يؤدي الى تخفيض تكاليف الجودة الرديئة إذ أن رفع مستوى الحيود يؤدي الى تقليل العيوب وتخفيض التكاليف)

15) مقال العلمي لـ (نضال و دواس، 2021)تحت عنوان

اثر تطبيق منهجية الحيود السداسي (Six Sigma)في تحسين الجودة وتخفيض تكاليف الفشل الداخلي: دراسة حالة

أكدت هذه الدراسة ان استعمال منهجية الحيود السداسي يساعد في تحسين العمليات باستعمال ادوات وطرق تحليلية واحصائية فعالة وقد سعى هذا البحث الى تطبيق منهجية الحيود السداسي لتحسين خصائص جودة عملية انتاج اللبن الرائب وتخفيض تكاليف الفشل الداخلي في مصنع الرافدين/ قسم الالبان. ولغرض تطبيق منهجية الحيود السداسي تم اجراء المراحل الاتية: التعريف: تم وصف خصائص الجودة الحرجة في عملية انتاج اللبن الرائب وتم اختيار خاصية الحموضة. القياس: تم تحديد خمس عوامل محتملة تؤثر على قيم حموضة اللبن الرائب. التحليل: تم استعمال اسلوب تصميم التجارب لاكتشاف العوامل المهمة التي تؤثر على قيم حموضة اللبن الرائب. التحسين: تم تحديد اعدادات عوامل العملية المثلى من خلال استعمال طريقة دالة التفضيل. الرقابة: تم ارفاق اعدادات عوامل العملية المثلى بقائمة المراجعة لإجراء عمليات التحقق ضمن عمليات التدقيق واظهرت نتائج البحث ان مسحوق الحليب الخالي من الدسم ووقت التحضين كانت عوامل معنوية على قيم حموضة اللبن الرائب، وتم تحديد الاعدادات المثلى لهذه العوامل بـ 11,1287غرام/100غرام لمسحوق الحليب الخالي من الدسم و2,5538ساعة لوقت التحضين.

2. الدراسات باللغة الأجنبية

1) مقال العلمي لـ (Sasikumar & et al, 2023) تحت عنوان

Applying lean Six Sigma for waste reduction in a bias tyre manufacturing environment

الهدف الرئيسي من الدراسة هو تحسين جودة الإطارات، وتقليل نفايات التصنيع، وزيادة إنتاجية عملية تصنيع الإطارات في إحدى شركات تصنيع الإطارات الرائدة في جنوب الهند. تهدف هذه الورقة إلى إظهار كيف يمكن استخدام أدوات Lean Six Sigma لمعالجة ومعالجة الأنشطة غير ذات القيمة المضافة. ومن دواعي قلق الإدارة العليا أن الأنشطة غير ذات القيمة المضافة في تدفق القيمة تتزايد وتؤثر على الأداء المالي للشركة. وأكد أحد المؤلفين، الذي يتابع بحثًا حول تحديد عوامل النجاح في تنفيذ الصناعات التحويلية الخالية من الهدر في الهند، كجزء من دراسته الميدانية، تفاعل مع أشخاص من مستويات هرمية مختلفة في الشركة لكشف الأسباب الرئيسية لعدم القيمة المضافة الأنشطة في عملية الإنتاج. تم تطبيق منهجية Lean Six Sigma (LSS) وتم تقييم المشكلة باستخدام طريقة DMAIC (التعريف والقياس والتحليل والتحسين والتحكم). اقترنت منهجية LSS بعملية التسلسل الهرمي التحليلي (AHP) لتحديد أولويات أسباب الهدر. تم إخفاء الاسم الفعلي للشركة حفاظًا على السرية، وتم تصميم القضية بناءً على النتائج الأولية للدراسة التي أجريت في إحدى شركات تصنيع الإطارات. تقدم هذه الورقة بعض الأفكار الأساسية حول اعتماد ممارسات Lean Six Sigma في بيئة تصنيع الإطارات الهندية. لا تزال ممارسات Lean Six Sigma في مراحل التطوير في بيئات تصنيع الإطارات، وهذه الدراسة هي محاولة لتطبيق هذه الممارسات بنجاح في بيئات التصنيع هذه.

2) مقال العلمي لـ (Osore & et al, 2020) تحت عنوان

Prospects of diffusion as a Six–Sigma automation in enhancing continuous improvement of cane juice extraction in Kenya

التحسين المستمر يشمل تحديد التهديدات والفرص، واقتراح وتنفيذ الحلول، وأخيرًا مراقبة وتقييم إنتاج السكر. يتم استخراج عصير قصب السكر في إنتاج السكر من خلال تقنيتين وهما المطحنة المزدوجة أو الجهاز

المستخرج. في كينيا، من بين 12 صناعة سكر متاحة، تستخدم 11 صناعة مطاحن مزدوجة لاستخلاص العصير، بينما لديها صناعة واحدة فقط تستخدم كل من الجهاز المستخرج والمطاحن المزدوجة بتقنية التشغيل التقليدية. ومع ذلك، تبلغ إنتاجية السكر من هذه الصناعات 85%، وهو ما يقل عن النسبة الموصى بها عالميًا والبالغة 92%. وتبلغ تكلفة الإنتاج 46.000 دولار للطن المتري، وهي ضعف تكلفة البلدان ذات الاقتصاد الصغير مثل سوازيلاند وأوغندا. يمكن أن ترجع هذه الفارق إلى نوع تقنية استخراج العصير التي تحدد معدل إنتاج السكر. لذلك، يتم التخطيط لتقييم تأثير الجهاز المستخرج الذي يعتمد على تقنية ستة سيقما في تحسين الإنتاج. تم اختيار شركة لديها كل من التشتت والمطاحن للمقارنة بين العمليات. وقد تبين أنه يمكن تحقيق 98.5% من استخراج السكر من الجهاز المستخرج بتقنية 6σ مقارنة بنسبة 80% في المطاحن ومعدل إنتاج يبلغ 360 طناً في الساعة مقارنة بـ 100 طن في المطاحن. ومع ذلك، يجب تحقيق تحضير مكثف للقصب. وخلصت الدراسة الى أن التحسين المستمر يركز على تحسين قيمة العميل من خلال تحسين جودة المنتج وزيادة الإنتاج. ولا يمكن تحقيق ذلك إلا من خلال تنفيذ الحد من النفايات واستخدام استراتيجيات مثل تقنيات التصنيع المتقدمة التي ستمكن من التحكم في الوقت الحقيقي والتكيف في المعلمات للحصول على إنتاج أسرع، وستمكّن تقنيات التصنيع المتقدمة Six-Sigma من التحكم في المعلمات في الوقت الحقيقي وبشكل تكيفي مما يؤدي إلى زيادة سرعة الإنتاج. وبالتالي، سيؤدي وجود جهاز توزيع ومطحنة Six-Sigma إلى تعزيز معدل إنتاج أفضل من الأنظمة التقليدية شبه الآلية للمطاحن. لذا، يُوصى بشدة بأن تعتمد صناعات السكر على استخدام أجهزة توزيع Six-Sigma الآلية أو تحديث أنظمة المطاحن شبه الآلية التقليدية إلى مطاحن Six-Sigma إذا كان من المرجح تحقيق معدلات إنتاج عالية وبالتالي تحسين مستمر.

3) مقال العلمي لـ (Hill & et al, 2017) تحت عنوان

The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO facility

لقد أثبتت منهجية Lean Six Sigma (LSS) نفسها بسرعة باعتبارها الاستراتيجية الرئيسية لتحسين العمليات التجارية المفضلة للعديد من الشركات. يوفر نهج LSS فوائد كبيرة للشركات من خلال تركيزه المزدوج على تقليل الهدر وزيادة القيمة مع حل مشكلات الجودة الحرجة (CTQ) التي تؤثر على الاتساق والتكرار في المنتج والعملية. يجد تطبيق LSS تطبيقًا أوسع في العديد من البيئات المختلفة. من خلال منهج دراسة الحالة، تصف هذه الورقة التنفيذ الجديد لإطار عمل LSS المتكامل وتوضح كيفية استخدامه لتحديد العوامل التي تؤثر على أداء سلسلة التوريد في منشأة إصلاح وصيانة الطيران والفضاء (MRO) .تحدد الدراسة التطبيق وتقيس فعالية إطار LSS

المتكامل من خلال قدرته على تحقيق أداء جديد ومعزز من خلال تقليل مكالمات المواد المتأخرة في الوقت نفسه وتقليل أوقات الطلب حتى الاستلام (OTR) وتثبيتها.

4) مقال العلمي لـ (Daniyan & et al, 2023) تحت عنوان

Improvement of production process variations of bolster spring of a train bogie manufacturing industry: a six–sigma approach

الحاجة إلى تحسين الإنتاجية دون التضحية بالجودة، وهو ما يتماشى مع الهدف الرئيسي للعديد من الصناعات التحويلية. الهدف من هذه الدراسة هو دراسة أسباب تباين الإنتاج: دراسة حالة لصناعة السكك الحديدية، جنوب أفريقيا. في هذه الدراسة، تم تطبيق مراحل ستة سيقما للتعريف والقياس والتحليل والتحسين والتحكم (DMAIC) لتعزيز قدرة العملية (على المدى الطويل) في إنتاج نوابض الضغط المساندة في الخط الرئيسي لنظام التعليق الثانوي للعربة. في كل مرحلة من مراحل طريقة DMAIC، تم استخدام مزيج من التقنيات النوعية والكمية. أولاً، تم حساب مؤشر قدرة العملية Cpk للعملية الحالية والذي وجد أقل من 1. أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن قيم مؤشر قدرة العملية وجدت أنها 1 بعد مرحلة التحسين. وبالتالي، تم تحقيق تحسن كبير في مجال تقليل تباين العمليات وجودة المنتج بعد اتخاذ الإجراءات التصحيحية. من نتائج الدراسة، يمكن استنتاج أنه يمكن تحسين أداء العملية في مصنع تصنيع القطارات بشكل كبير من خلال تطبيق منهجية DMAIC ذات ستة سيقما. تكمن حداثة هذه الدراسة في حقيقة أن تنفيذ مراحل DMAIC ذات ستة سيقما لتعزيز قدرة العملية (على المدى الطويل) وتقليل الاختلافات في إنتاج نوابض الضغط المساندة لم يتم تسليط الضوء عليها بشكل كافٍ من خلال الأدبيات الموجودة.

5) مقال العلمي لـ (Kanyemba & et al, 2023) تحت عنوان

Application of lean Six Sigma to improve the dense medium separation performance at a diamond processing plant in Namibia

خلصت هذه الدراسة الى أن Lean Six Sigma هي فلسفة مستخدمة على نطاق واسع لتقليل الاختلافات والقضاء على الهدر في عمليات التصنيع والخدمات. ومع ذلك، فإن تطبيقه في مجال التعدين كان محدودا. في هذه الدراسة، تم تنفيذ LSS بنجاح في مصنع لمعالجة الماس لتحسين أداء DMS الذي يعد عنصرًا حاسمًا في منجم الماس. ووجدت الدراسة أن تنفيذ LSS يساعد على تحقيق خفض التكاليف، وتعزيز كفاءة إدارة

الوجهات السياحية، وتقليل الهدر وتأخير التوقف عن العمل في مصانع الماس. وسّعت هذه الدراسة نظرية TSEF (Theory of Swift and Even Flow) من خلال اقتراح كيف يمكن إيقاف التباين في عملية تعدين الماس من خلال تطبيق .LSSعلاوة على ذلك، تقترح الدراسة كيف يمكن تقليل الاختناقات المختلفة داخل العملية باستخدام LSS، وبالتالي توسيع نطاق TSEF في سياق تعدين الماس. وكان الحد من هذه الدراسة أنها كانت دراسة حالة واحدة. علاوة على ذلك، وبسبب فيروس كورونا، كان المصنع يعمل بقدرة منخفضة في بعض الأحيان. يجب أن تنفذ الدراسات المستقبلية LSS في العمليات الأخرى لاستعادة الماس. علاوة على ذلك، يجب أن تدرس الدراسات أيضًا استخدام التقنيات الحديثة مثل أجهزة تتبع RFID لتحديد كفاءات استرداد نظام إدارة البيانات (DMS) لضمان استلام النتائج عبر الإنترنت وإمكانية تصحيح تغييرات العملية بمعدل أسرع بكثير دون الحاجة إلى إزالة التغذية. على حد علم المؤلفين، كانت هذه أول دراسة حول تطبيق LSS في مصنع للماس لتحسين كفاءة .(DMS) يمكن أيضًا توجيه البحث نحو تطوير إطار عمل LSS، والذي يجب تنفيذه باستخدام دراسات حالة متعددة لتأكيد فائدة الإطار بشكل أكبر.

6) مقال العلمي لـ (Bazrkar & et al, 2017) تحت عنوان

Total quality model for aligning organization strategy, improving performance, and improving customer satisfaction by using an approach based on combination of balanced scorecard and lean six sigma

كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تصميم نموذج الجودة الشاملة في بنك قوامين لمواءمة استراتيجيات المنظمة وتحسين الأداء وتحسين رضا العملاء. في الخطوة الأولى، وبعد مراجعة مجموعات مختلفة من عمليات بنك (the Ghavamin)، تم اختيار العمليات المحاسبية من قبل مدراء البنك كعينة للعمليات. ومن ثم، وباستخدام الأبعاد الستة لبطاقة الأداء المتوازن، تم تحديد بعض المؤشرات لاختيار العملية الاستراتيجية. وبعد جمع بيانات المؤشرات باستخدام نموذج الكفاءة المتبادلة في تحليل مغلف البيانات، تم اختيار "استبدال دفتر حسابات العملاء" كعملية استراتيجية. في الخطوة التالية، باستخدام المراحل الخمس لدورة DMAIC في منهجية Lean Six Sigma، تم قياس مستوى سيقما للعملية. بعد تطبيق منهجية ستة سيقما، تمت زيادة مستوى سيقما للعملية من 2.84 إلى 2.88 وتم تقليل متوسط وقت العملية من 3 إلى دقيقتين و40 ثانية. أظهرت النتائج نجاح تصميم وتنفيذ نموذج الجودة الشاملة في بنك (the Ghavamin) لعملية "استبدال دفتر حساب العميل". وأخيرا،

ولقياس مستوى تحقيق أهداف النموذج المصمم، تم اختبار فرضيات البحث باستخدام اختبار (ت) لعينة واحدة. أظهرت نتائج اختبار الفرضيات أن الأهداف الثلاثة لنموذج الجودة الشاملة قد تم تحقيقها.

7) مقال العلمي لـ (Barbosaa & et al, 2014) تحت عنوان

Deployment of a laser projection solution for stripes plotting based on Six Sigma DMAIC methodology applied to aircraft painting shop

يهدف هذا البحث إلى توضيح مزايا استخدام طريقة DMAIC Six Sigma لتنفيذ نظام إسقاط ليزر لرسم الخطوط في ورشة طلاء الطائرات. وتتمثل الفوائد الرئيسية لهذا الحل في زيادة الإنتاجية، وتحسين الجودة النهائية للمنتج، وتقليل عمليات إعادة العمل والمواد الاستهلاكية، بالإضافة إلى تلبية متطلبات بيئة العمل والصحة المهنية والسلامة. وبالتالي، من المتوقع تحقيق نتائج أفضل من حيث كفاءة العمليات والابتكار التكنولوجي التي تعتبر متطلبات السوق التنافسية. كما أنها يمكن أن تساهم في تحسين عملية طلاء الطائرة، والسعي لتحقيق التميز في العمليات، وبالتالي تقليل تكاليف التصنيع وتوفير قدر أكبر من رضا العملاء. وتظهر دراسة حالة لإثبات الفوائد.

8) مقال العلمي لـ (Widiwati & et al, 2024) تحت عنوان

The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry

تعد Six Sigma طريقة لتعزيز قدرة العملية من خلال تحليل العمليات مع تحديد المشكلة وتنفيذ التحسينات لحل المشكلة. ويركز على اتساق الجودة وكيفية تلبية متطلبات العملاء. سيكون Lean و Six Sigma مجتمعين مفيدًا للمؤسسات في تحديد الطريقة الأكثر ملاءمة لتحديد المشكلات وحلها بحيث يمكن لنتيجة العملية أن تلبي رضا العملاء حتى يمكن زيادة الأرباح. تقترح هذه الدراسة منهجية Lean Six Sigma كنهج لتقليل الهدر في عملية الإنتاج لصناعة الأغذية. والمنهج المقترح هو منهج DMAIC، ويتم استخدام أدواته لتقييم تأثير النفايات على عملية الإنتاج. ونتيجة لذلك، ستستنتج هذه الدراسة أيضًا كيف يمكن أن يكون نهج DMAIC مفيدًا للشركة لتقليل الهدر. تم أيضًا توضيح الاقتراحات المتعلقة بأدوات DMAIC وتنفيذها حتى تتمكن الشركة ذات الصلة من تقييم عمليتها الحالية والسعي لتحسينها بشكل أفضل.

9) مقال العلمي لـ (Costa & et al, 2020) تحت عنوان

The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics

الغرض من هذه الورقة هو دراسة كيفية تأثير خصائص قطاع الصناعات الغذائية على اعتماد ممارسات Lean Six Sigma (LSS) وتحسين الأداء. تم إجراء مسح لـ 145 شركة للصناعات الغذائية ثم تحليلها باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية لاختبار إطار البحث. تشير النتائج التي توصلنا إليها إلى أن LSS مناسب وفعال في هذا القطاع. يتأثر أداء صناعة الأغذية بشكل إيجابي من خلال اعتماد ممارسات .LSSعلاوة على ذلك، فإن اعتماد ممارسات LSS في صناعة الأغذية يتأثر بشكل كبير بمستوى خبرة الشركة الفردية. يعدل مستوى الخبرة مؤشري أداء يحظى بتقدير كبير من قبل القطاع (المكاسب المالية وجودة المنتج). تتأثر صناعة الأغذية إلى حد ما بخصائص القطاع. تقيد ممارسات التنظيف الإلزامية اعتماد ممارسات LSS مثل تقليل وقت الإعداد. يعد هيكل دور Six Sigma وأبعاد التحكم في العمليات الإحصائية من بين الممارسات الأقل اعتماداً في هذا القطاع. تتطلب هذه الممارسات موارد مالية للتدريب، وهو ما يمكن أن يشكل تحديًا في قطاع ذي هوامش منخفضة يركز في المقام الأول على خفض التكاليف، كما أنها تتطلب تقنيات ومعارف إحصائية تعتبر بشكل عام معقدة ومتقدمة للغاية في صناعة الأغذية. تشير هذه النتائج إلى أنه مع زيادة الوعي الإداري بأهمية ممارسات LSS لتحسين أداء صناعة الأغذية، فإن المديرين سيشجعون الموظفين على اكتساب الخبرة باستخدام الأدوات.

10) مقال العلمي لـ (Oliveira & et al, 2024) تحت عنوان

Integration of Process Modeling and Six Sigma for defect reduction: A case study in a wind blade factory

أدت الأزمة الحيوية والبيئية التي يشهدها العالم حاليًا إلى نمو هائل في الطلب على طاقة الرياح، وبالتالي تحديات حقيقية للشركات في هذا القطاع. نظرًا لأن هذه الصناعة جديدة نسبيًا، فإن عمليات الإنتاج الخاصة بها تتطلب قدرًا كبيرًا من التدخل البشري وتتميز بتباين كبير في العملية وفترات زمنية طويلة. ولذلك، هناك حاجة إلى التركيز على جودة العمليات وتحسينها. تعرض هذه الورقة استخدام منهج Six Sigma DMAIC المتكامل مع إدارة عمليات الأعمال، لتقليل عدد العيوب ووقت الإصلاح في شركة رائدة في تصنيع شفرات الرياح في البرتغال. خلال مرحلتي القياس والتحليل تم جمع البيانات لفهم أداء العملية وتحديد المشاكل الرئيسية وأسبابها. وتم تحليل البيانات من خلال العديد من التقنيات الرسومية والإحصائية. في مرحلة التحليل، تم أيضًا استخدام نمذجة العمليات، باستخدام نموذج عملية الأعمال والتدوين، لتحديد الخطوات الحاسمة المسؤولة عن إنتاج غالبية العيوب. بعد شهر

واحد من البدء في استخدام هذا النهج، كان من الممكن ملاحظة انخفاض في عدد العيوب بأكثر من 30%، وفي وقت الإصلاح بنسبة 14%، وزيادة في مستوى سيقما العملية بأكثر من 100%. وبالتالي، فقد سمح هذا النهج الهجين للشركة بأن تصبح أكثر قدرة على المنافسة واستجابة للنمو المستمر في الطلب.

11) مقال العلمي لـ (Guleria & et al, 2022) تحت عنوان

Lean six–sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: A case study

التحسين المستمر في الصناعات التحويلية هو المطلب الأساسي لجعل المنظمة مربحة. يعد التصنيع الخالي من الهدر وستة سيقما من التقنيات القديمة لتحسين إنتاج الصناعة من خلال التخلص من الهدر. تساعد هذه الأدوات الصناعة على النمو في جميع أنحاء العالم في بيئة تنافسية. تعتمد هذه الورقة على دراسة حالة لصناعة تصنيع مكونات ناقل الحركة للسيارات المعروفة. وتقوم هذه الصناعة بتصنيع نحو 33 نوعا من المحاور لمختلف المركبات وكانت تواجه مشكلة الرفض في أحد مكونات المحور الخلفي لها. كانت الصناعة تخسر روبية. 7,33,000 تم اختيار صناعة تصنيع قطع غيار نقل السيارات المعترف بها جيدًا لدراسة وتنفيذ LSS كان تخطيط تدفق القيمة (VSM) هو الأداة المختارة لتحسين الإنتاج. تم جمع بيانات الرفض من الصناعة ولوحظ أعلى رفض حوالي 9.19% في أحد المحاور الخلفية. تم اختيار هذا المحور للتحسين. تم رسم خريطة الحالة الحالية باستخدام البيانات التاريخية لهذا المنتج. وكان النقل والمخزون والعيوب من أهم الهدر الذي لوحظ خلال الدراسة.

12) مقال العلمي لـ (Ninerola & et al, 2020) تحت عنوان

Quality improvement in healthcare: Six Sigma systematic review

تم استخدام ستة سيقما على نطاق واسع في قطاع الرعاية الصحية كأداة إدارية لتحسين جودة المرضى وسلامتهم. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد فرص تنفيذها من خلال تحليل الأدبيات. تم إجراء مراجعة للأدبيات منذ ظهور أول منشور لـ Six Sigma في هذا القطاع حتى عام 2017، أي 20 عامًا إجمالاً. ولتحقيق هذه الغاية، تم استخدام ثلاث قواعد بيانات: MEDLINE، و Web of Science (Core Collection)، وScopus وفقًا للمقالات الـ 196 في قاعدة بياناتنا، فقد وجد أن:

1. منشورات ستة سيقما في قطاع الرعاية الصحية تم تنفيذها في الغالب في الولايات المتحدة الأمريكية،

2. استخدمت العديد من التخصصات والخدمات هذه الأداة، من بينها، يمكننا التأكيد غرفة العمليات وخدمة الأشعة،
3. كانت دراسة الحالة هي المنهجية الأكثر استخدامًا،
4. تركز الأهداف بشكل أساسي على تحقيق تقليل الوقت والتكاليف والأخطاء، لتحسين الجودة ورضا العملاء مرضى. تسعى هذه المراجعة إلى خدمة المتخصصين في الرعاية الصحية لمعرفة الفوائد التي يمكن أن تولدها معايير Six Sigma في العمليات التي تتم في مركز صحي أو مستشفى أو مؤسسات أخرى في هذا القطاع.

13) مقال العلمي لـ (Delleci, 2023) تحت عنوان

Lean Six Sigma: A New Powerful Process Improvement Methodology

تهدف هذه الدراسة إلى مناقشة إمكانية تحقيق تأثير مشترك من خلال توحيد منهجيتي تحسين: (Six Sigma) و (Lean Management) وتوضح الورقة أيضًا إمكانية تطبيق المنهج المشترك – Lean Six –Sigmaعلى أنواع مختلفة من العمليات. تظهر النتائج أن التكامل الفعال لهذه المنهجيات يوفر لأنواع مختلفة من الأعمال (الخدمية أو الصناعية) تدفق قيمة يوفر أعلى جودة بأقل تكلفة ممكنة عن طريق القضاء على الهدر. ملخص: تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم إمكانية توليد تأثير تآزري من خلال الجمع بين منهجيتين للتحسين: ستة سيقما والإدارة الهزيلة. توضح المقالة أيضًا إمكانية تطبيق النهج المشترك – – Lean Six Sigmaعلى أنواع مختلفة من العمليات. وأظهرت النتائج أن التكامل الفعال بين المنهجيتين، يوفر لأنواع مختلفة من الشركات (الخدمات أو التصنيع) تدفقًا للقيمة يسمح بالوصول إلى الحالة المثالية، بأعلى جودة وأقل تكاليف تشغيلية من خلال التخلص من جميع أنواع الهدر.

14) مقال العلمي لـ (NASRI, 2019) تحت عنوان

Assessing The Modernization Of The Civil Situation In Light Of The Six Sigma Strategy Biometric Documents Department Municipality Of Ras El Oued

يهدف هذا البحث إلى توسيع المعرفة حول تطبيق ستة سيقما في القطاع العام، من خلال تحليل مبادرة التحسين في بلدية رأس الوادي، وتنعكس المبادرة في مقارنة مع الأدبيات المتعلقة بقطاعي الإنتاج والخدمات تكشف أوجه التشابه والاختلاف، على ومن ناحية أخرى، سيتم اقتراح طريقة عملية لتطبيق Six Sigma في البلدية؛ التصميم/المنهجية/النهج: تطبق الورقة طريقة البحث الإجرائي. خاصة بالنسبة للمجال الواسع لإدارة المشاريع، في

البداية سيتم عرض الإطار النظري للمقال لعرض الطريقة العملية لتنفيذ Six Sigma من خلال منهجية DMAIC وهنا سيكون التركيز فقط على المرحلة الأولى؛ الأصالة/القيمة: يوفر تطبيق ستة سيقما في هذه المقالة رؤى حول تجربة التنفيذ العملي في إحدى البلديات بالإضافة إلى الدروس المستفادة. تمثل هذه الورقة التقرير الأكاديمي لبرنامج ستة سيقما في بلدية رأس الوادي وتؤكد الحاجة إلى الدعم العلمي لتلك المبادرات في بلديات أخرى في جميع أنحاء العالم؛

15) مقال العلمي لـ (Jallouli & Belbel, 2022) تحت عنوان

Analyzing The Efficiency Of The Six Sigma Methodology In Processes Optimization –case Study Of The Tunisian Company Sfbt

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم عدد الحوادث وتحسين استخدام منهجية 6 سيقما في إدارة الصحة وسلامة العمل في شركة SFBT بصفاقس –تونس. واستنادًا إلى أدوات طريقة 6 سيقما، مثل الرسوم البيانية، مخطط السبب والنتيجة، اختبار الشخصيةBig 5 ، برمجيات SPSS 22 وMatlab، منحنىBradley ، نموذج شخصية HEXACOذو 25 جانبا؛ تبين أن السلامة في العمل هي إحدى اهتمامات SFBT الرئيسية، وأن اعتماد أسلوب 6 سيقما في شركة SFBT يحسن جودة المنتج والخدمات في إطار نموذج DMAIC (التحديد والقياس والتحليل والتحسين والتحكم)، مما يؤثر على تصميم خدمة جديدة "خدمة الأمن". وتختتم الدراسة بمجموعة من التوصيات التي قد تساعد مديري SFBT في تبني طريقة 6 سيقما بشكل أفضل في إدارة الصحة والسلامة.

المطلب الثاني: الفجوة البحثية

دراسة الفجوة البحثية تعد عنصرًا حيويًا في أي مشروع بحثي، حيث تساهم في تحديد مجالات جديدة لم يتم استكشافها بشكل كافٍ، مما يوفر فرصًا للباحثين لتقديم أفكار ومفاهيم مبتكرة. تعزيز الابتكار يعد من الفوائد الرئيسية، حيث يمكن للباحثين تطوير أساليب جديدة أو تحسين التقنيات الحالية عبر التركيز على الفجوات. كما أن تحديد الفجوات يساعد في توجيه الجهود البحثية نحو قضايا أكثر أهمية ، مما يزيد من فاعلية البحث وكفاءته. علاوة على ذلك، فإن المشاريع التي تسلط الضوء على الفجوات البحثية غالبًا ما تجذب المزيد من التمويل والدعم، نظرًا لرغبة الممولين في دعم الأبحاث الجديدة والمبتكرة. في النهاية، قد ترتبط بعض الفجوات بالقضايا الاجتماعية الهامة، مما يساعد في رفع مستوى الوعي وتسليط الضوء على المشكلات التي يحتاج المجتمع إلى معالجتها.

من حيث الهدف والمتغيرات:

هدفت هذه الدراسة لعرض دور استخدام منهج ستة سيقما في صناعات التحويلية حيث تفردت على عديد من دراسات السابقة التي تم عرضها فيما سبق حيث اقتصرت عديد من الدراسات على المؤسسات الخدمية لذلك حاولت هذه الدراسة تسليط الضوء على الصناعات التحويلية التي تعتبر أحد أهم مكونات النسيج الصناعي في الدولة ويعول عليها كثيرا لإعطاء قيمة مضافة للاقتصاد واستغلال الثروات التي تزخر بيها البلاد.

من حيث المجتمع والعينة:

وقع اختيار على مؤسسة الاطلس للأجر لأنها أحد مؤسسات الصناعة التحويلية لم يسبق وأن تم دراسة موضوع ستة سيقما على مستواها حيث ان المستودع الرقمي للاطروحات في الجزائر لا يحتوي الى على أطروحة دكتوراه واحدة في موضوع ستة سيقما وكانت دراسة حالة على مستوى الجامعات ودراسة الجودة التكوينية .

من حيث الأدوات وطرق التحليل:

قامت الدراسة باستخدام أغلب مخططات السيطرة (خرائط الرقابة على الجودة) وتحليل مقدرة العمليات الخاضعة لتوزيع الطبيعي وهذا الأمر لم يتواجد في الدراسات السابقة التي تم عرضها مستعينين في ذلك ببرنامج MINITAB المختص في مجال الجودة حيث استخدمت أغلب الدراسات السابقة التي تم عرضها سابقا على SPSS في تحليل البيانات المجموعة التي كانت على شكل استبانات حيث تم تحليل الكمي بواسطة كل من معاملات الارتباط والانحدار الخطي البسيط والمتعدد.

خاتمة الفصل:

يبدأ الستة سيقما بتحليل العمليات الصناعية للتعرف على العوامل التي تؤثر على جودة المنتجات، سواء كانت عوامل داخلية كالتكنولوجيا والموارد البشرية أو عوامل خارجية كالتغيرات في السوق ومتطلبات العملاء، ويساعد منهج ستة سيقما في تحديد وتصنيف المشاكل التي تؤثر على جودة المنتجات، سواء كانت تعلق بالتصنيع أو التوريد أو التوزيع، وذلك من خلال تحليل البيانات واستخدام أدوات الإحصاء المختلفة. وبعد تحليل البيانات

وتحديد الأسباب الجذرية للمشاكل، يقوم فريق الستة سيقما بتطوير الحلول المناسبة وتنفيذها لتحسين العمليات وزيادة جودة المنتجات، ويتم استخدام مؤشرات الأداء ومتابعة النتائج بشكل دوري لضمان تحقيق الأهداف المحددة فيما يتعلق بضبط جودة المنتجات، حيث الستة سيقما ليس مجرد عملية مرة واحدة، بل إنه نهج مستمر للتحسين وتطوير العمليات بشكل دوري ومستمر وفقا لاحتياجات الشركة وتطلعات العملاء.

باختصار دور ستة سيقما في ضبط جودة المنتجات الصناعية يتمثل في تحليل العمليات، تحديد المشاكل، تطبيق الحلول، قياس الأداء وتحقيق تحسين مستمر، مما يساعد الشركات على تحقيق الجودة المطلوبة والتميز التنافسي في السوق.

الفصل الثاني

الجانب التطبيقي

مقدمة الفصل:

يتناول الجزء التطبيقي من هذا البحث استخدام منهجية ستة سيقما (Six Sigma) في تحسين وضبط جودة الصناعات التحويلية، حيث تعد هذه المنهجية إحدى أبرز الأساليب الحديثة المطبقة في إدارة الجودة. تهدف ستة سيقما إلى تقليل العيوب وزيادة الكفاءة من خلال منهجية منظمة تعتمد على البيانات والتحليل الدقيق .

في هذا السياق يعتبر ضبط الجودة في الصناعات التحويلية أمرًا بالغ الأهمية، حيث يؤثر على تكلفة الإنتاج، والرضا العملاء، والتميز التنافسي. لذا، ستكون الخطوات التالية متمحورة حول تطبيقات عملية لهذه المنهجية في سياق مصنع معين أو مجموعة من المصانع، مع تحديد الأدوات والاستراتيجيات التي ستعتمد عليها لتحليل الأداء الحالي، وتحديد الفجوات، وتقديم التحسينات المطلوبة.

سيتضمن الجزء التطبيقي جمع البيانات ذات الصلة وتطبيق أدوات تحليل ستة سيقما، لتقييم العمليات الحالية. سيتم تحليل النتائج وتقديم توصيات مبنية على الأدلة لرفع مستوى الجودة وتقليل العيوب، مما يسهم في تعزيز الكفاءة التشغيلية وزيادة القدرة التنافسية للصناعة التحويلية، يسعى هذا البحث من خلال تطبيق منهجية ستة سيقما إلى تقديم حلول عملية تسهم في تطوير نظم الجودة، مما يعكس الأهمية الحالية والمستقبلية لهذه المنهجية في تحسين الأداء الصناعي.

المبحث الأول: لمحة حول مؤسسة صنع الاجر الاطلس

هي شركة ذات مسؤولية محدودة أسست سنة 1999 تحت رقم تسجيل B056223199 بولاية مسيلة – بوسعادة بمنطقة النشاطات والتخزين طريق بسكرة التجزئة 538 رأس مالها 1001160000.00دج تقوم بتشغيل 120 عامل موزعة على جميع وظائف المؤسسة، تنشط في

- الإنتاج الصناعي لمنتجات الطين غير المقاوم (صنع الأجر والقرميد الصناعي)
- صناعة المنتجات الحمراء من الطين المحروق (آجر، قرميد وقرميد الدروة غير المقاوم).
- صناعة مواد بناء أخرى غير مقاومة من الطين المحروق، طوب، تطيين الأرضية، أحجار الربط، بلاطات، ومواد أخرى للعمارات.
- استخراج وتحضير الصلصال
- استخراج الصلصال، تربة الفخار، الطين المقاوم، يستعمل في صنع منتجات من الطين النضح، المنتجات المجهزة كفلدسبات، البنتونيت والطين النازع للألوان.
- استخراج وتحضير الرمل، استخراج المعادن الغرينية
- استخراج الرمل، الحصى، الحصبة الحصباء، دبش الطمية مستعمل خصيص افي البناء،
- استخراج الرمل والسيليس المستعمل في صناعة الزجاج، صنع القوالب السباكة، صنع وإعداد المواد الكاشطة لكل التطبيقات الصناعية الأخرى.

الطاقة الإنتاجية:

1) خط الانتاج ثابت بطاقة إنتاجية 7000 طن يومي
2) منها إنتاج 2500 طن يومي من الأجر الأحمر بقياس 30سم/20سم/10 سم.
3) بما يعادل إنتاج 60000 حبة أجر أحمر
4) إنتاج 2000 طن يومي من الأجر الأحمر بقياس 30سم/ 20سم/ 15 سم.
5) أي بما يعادل 40000 حبة أجر أحمر
6) و3000 طن يومي من باقي المنتجات.

المبحث الثاني: قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام أدوات الضبط الاحصائي

سيتم التطرق إلى خرائط المراقبة للصفات التي تم التعرض لها في الجانب النظري وهي كالتالي:

المطلب الأول: قياس جودة المنتج أ

الفرع الأول: قياس جودة المنتج أ باستخدام مخطط السيطرة للصفات

01- قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart)

لقياس جودة المنتجات الصناعية لمنتوج الأجر الأحمر بقياس 30سم/20سم/10 سم باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة، بحيث تمت عملية رصد المنتجات المخالفة للمواصفات المعمول بها (المعيبة) وذلك لمدة 25 يوم، من عينة مقدارها 2500 قطعة منتجة فكانت النتائج كما يوضحها الجدول التالي

الجدول (02-01): عدد الوحدات المعيبة في 25 يوم للمنتج أ

الأيام	عدد المنتجات المصنعة	عدد الوحدات المعيبة
01	2500	320
02	2500	340
03	2500	355
04	2500	308
05	2500	400
06	2500	390
07	2500	368
08	2500	380
09	2500	360
10	2500	355
11	2500	350
12	2500	328
13	2500	360
14	2500	375
15	2500	358
16	2500	364
17	2500	461
18	2500	312

19	2500	344
20	2500	295
21	2500	302
22	2500	365
23	2500	377
24	2500	300
25	2500	380
المجموع	--------	8847

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

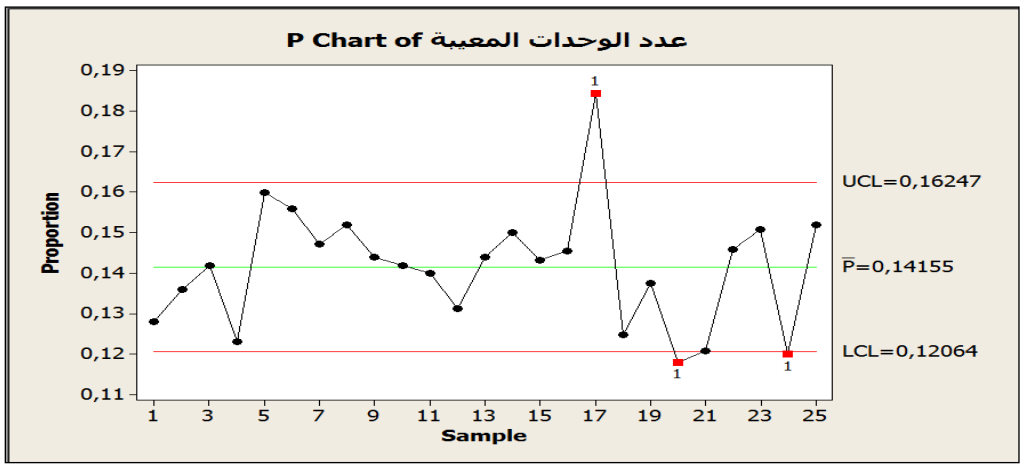
بالاستعانة بالجدول السابق يتم حساب حدود الضبط الإحصائي كما يلي:

$$\bar{P} = \frac{\sum p_i}{\sum g_x n} = \frac{8847}{25x2500} = \frac{8847}{62500} = 0,14155$$

$$\begin{cases} LCL = \bar{P} + 3\times\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \\ CL = \bar{P} \\ LCL = \bar{P} - 3\times\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} LCL = 0,14155 + 03\times\sqrt{\frac{0,14155\times 0,85845}{2500}} = 0,162465 \\ CL = 0,14155 \\ LCL = 0,14155 - 03\times\sqrt{\frac{0,14155\times 0,85845}{2500}} = 0,120634 \end{cases}$$

وبإدخال معطيات الجدول السابق في البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الحصول على حدي المراقبة كما يوضحه الشكل التالي:

الشكل (02-01): خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart) المنتج أ



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (01) تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 25 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab 16.1 هي خريطة نسبة عدم المطابقة ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا النقاط (24،20،17) والتي وقعت خارج حدي السيطرة مما يعني ان العملية غير مستقرة إحصائيا، ولدراسة عملية الاستقرار نقوم بحذف العينات (24،20،17) ونعيد الدراسة من جديد.

من مخطط السيطرة السابق نلاحظ أن قيم العينات المعيبة التي وقت خارج حدي السيطرة تتمثل في العينات (24،20،17) والتي تحمل االترتيب التالي:

الجدول (02-02): عدد الوحدات المعيبة في 03 أيام المنتج أ

العينة	قيم العينات المعيبة
17	461
20	295
24	300

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

باستبعاد هذه العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة سيكون لدينا نسبة عدم المطابقة جديد سوف نرمز له بالرمز $\left(\overline{P}_{new}\right)$ ويوضح الجدول التالي قيم عدد العينات المعيبة 22 المتبقية كالتالي:

الجدول (02-03): عدد الوحدات المعيبة في 22 يوم المنتج أ

الأيام	عدد المنتجات المصنعة	عدد الوحدات المعيبة
01	2500	320
02	2500	340
03	2500	355
04	2500	308
05	2500	400
06	2500	390
07	2500	368
08	2500	380
09	2500	360
10	2500	355

350	2500	**11**
328	2500	**12**
360	2500	**13**
375	2500	**14**
358	2500	**15**
364	2500	**16**
312	2500	**17**
344	2500	**18**
302	2500	**19**
365	2500	**20**
377	2500	**21**
380	2500	**22**
7791	--------	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

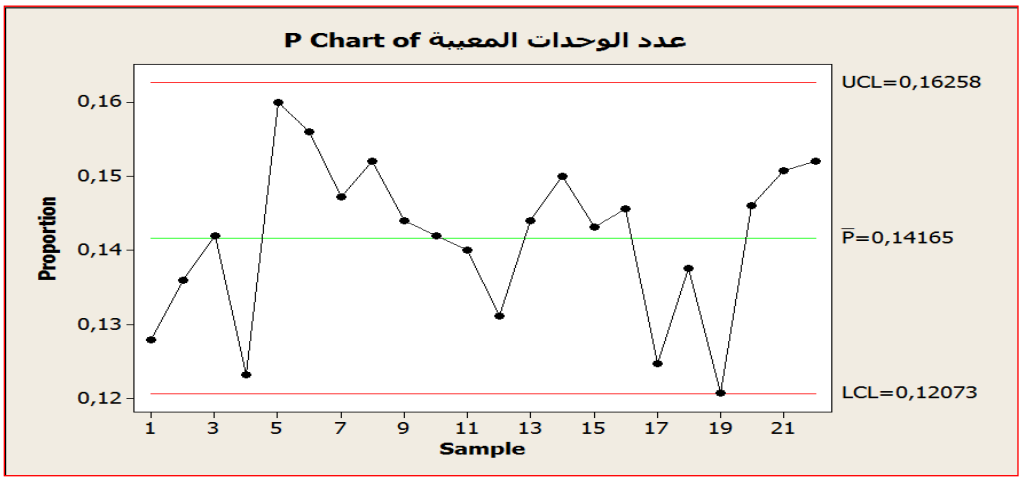
بعد استبعاد العينات رقم (17،20،24) يعاد حساب متوسط نسبة عدد المعيبات المتوسط كمايلي:

$$\bar{P}_{new} = \frac{\sum p_i}{\sum g_x n} = \frac{8847-1056}{22x2500} = \frac{7791}{55000} = 0,14165$$

$$\begin{cases} LCL = \bar{P}_{new} + 3\times\sqrt{\frac{\bar{P}_{new}\left(1-\bar{P}_{new}\right)}{n}} \\ CL = \bar{P}_{new} \\ LCL = \bar{P}_{new} - 3\times\sqrt{\frac{\bar{P}_{new}\left(1-\bar{P}_{new}\right)}{n}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} LCL = 0,14165 + 03\times\sqrt{\frac{0,14165\times0,85835}{2500}} = 0,162571 \\ CL = 0,14155 \\ LCL =,14165 - 03\times\sqrt{\frac{0,14165\times0,85835}{2500}} = 0,120728 \end{cases}$$

وتكون خريطة المراقبة الجديدة لنسبة عدم المطابقة بعد استبعاد العينات (17،20،24) كالتالي

الشكل (02-02): خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart) المنتج أ بعد الحذف



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التفسير: من الشكل رقم(02) نلاحظ إن جميع النقاط باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي وعليه فالعملية مستقرة إحصائيا ، مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

مع عدم إغفال العينات التي كانت تقع خارج حدي السيطرة وبالتالي لابد الرجوع إلى قسم الجودة ومعرفة سبب الإختلالات التي وقعت في العملية الإنتاجية في الأيام 17،20،24

02- قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدم المطابقة (np-chart)

لقياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدم المطابقة (np-chart)، وبالاستعانة بالجدول السابق رقم 01 يتم حساب حدي المراقبة العلوي والسفلي باستخدام المعادلات التالية كما يلي:

$$n\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{g} p_i}{g} = \frac{8847}{25} = 353,88$$

$$n\bar{P} = 353,88 \Rightarrow \bar{P} = \frac{353,88}{n} = \frac{353,88}{2500} = 0,141552$$

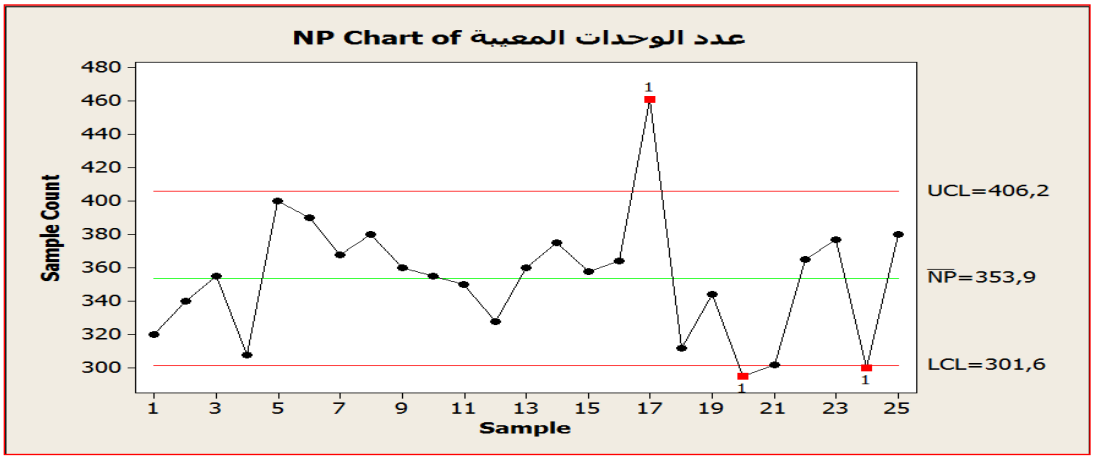
$$01 - \bar{P} = 01 - 0,141552 = 0,858448$$

وبالتالي يمكن استخراج حدي المراقبة العلوي والسفلي كما يلي:

$$\begin{cases} UCL = n\bar{P} + 03 \times \sqrt{n\bar{P}(1-\bar{P})} \\ CL = n\bar{P} \\ LCL = n\bar{P} - 03 \times \sqrt{n\bar{P}(1-\bar{P})} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 353,88 + 03 \times \sqrt{353,88 \times 0,858448} = 406,168 \\ CL = 353,88 \\ LCL = 353,88 - 03 \times \sqrt{353,88 \times 0,858448} = 301,591 \end{cases}$$

وبالاستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الوصول إلى الشكل التالي

الشكل (02-03): خريطة عدم المطابقة (np-chart) المنتج أ



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (03) تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 25 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab 16.1 هي خريطة عدم المطابقة ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا النقاط (24،20،17) والتي وقعت خارج حدي السيطرة مما يعني ان العملية غير مستقرة إحصائيا، ولدراسة عملية الاستقرار نقوم بحذف العينات (24،20،17) ونعيد الدراسة من جديد.

من مخطط السيطرة السابق نلاحظ أن قيم العينات المعيبة التي وقت خارج حدي السيطرة تتمثل في العينات (24،20،17) والتي تحمل االترتيب التالي:

الجدول (2-4):عدد الوحدات المعيبة في 03 أيام المنتج أ

العينة	قيم العينات المعيبة
17	461
20	295
24	300

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

باستبعاد هذه العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة سيكون لدينا نسبة عدم المطابقة جديد سوف نرمز له بالرمز $\left(n\bar{P}_{new}\right)$ ويوضح الجدول التالي قيم عدد العينات المعيبة 22 المتبقية كالتالي:

الجدول (2-5):عدد الوحدات المعيبة في 22 يوم المنتج أ

الأيام	عدد المنتجات المصنعة	عدد الوحدات المعيبة
01	2500	320
02	2500	340
03	2500	355
04	2500	308
05	2500	400
06	2500	390
07	2500	368
08	2500	380
09	2500	360
10	2500	355
11	2500	350
12	2500	328
13	2500	360
14	2500	375
15	2500	358
16	2500	364
17	2500	312
18	2500	344
19	2500	302
20	2500	365
21	2500	377
22	2500	380
المجموع	--------	**7791**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بعد استبعاد العينات رقم (17،20،24) يعاد حساب متوسط عدم المطابقة كمايلي:

$$n\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{g} p_i - X_{17} - X_{20} - X_{24}}{g - 03} = \frac{8847 - 461 - 295 - 300}{25 - 03} = 354,136$$

$$n\overline{P} = 354,136 \Rightarrow \overline{P} = \frac{354,136}{n} = \frac{353,88}{2500} = 0,1416545$$

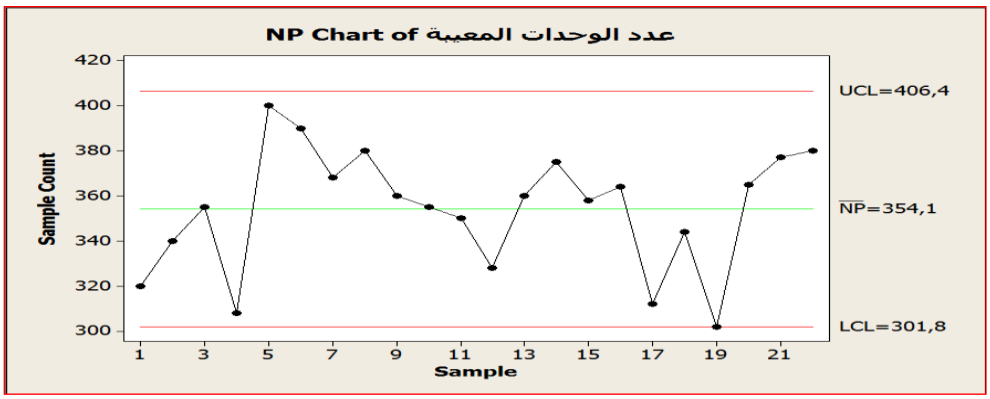
$$01 - \overline{P} = 01 - 0,1416545 = 0,8583455$$

وبالتالي يمكن استخراج حدي المراقبة العلوي والسفلي كما يلي:

$$\begin{cases} UCL = n\overline{P} + 03 \times \sqrt{n\overline{P}(1-\overline{P})} \\ CL = n\overline{P} \\ LCL = n\overline{P} - 03 \times \sqrt{n\overline{P}(1-\overline{P})} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 353,88 + 03 \times \sqrt{353,88 \times 0,858448} = 406,168 \\ CL = 353,88 \\ LCL = 353,88 - 03 \times \sqrt{353,88 \times 0,858448} = 301,591 \end{cases}$$

وبالاستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الوصول إلى الشكل التالي

الشكل (2-4): خريطة عدم المطابقة (np-chart) المنتج أ بعد الحذف



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التفسير: من الشكل رقم(04) نلاحظ إن جميع النقاط باستخدام خريطة عدم المطابقة تقع داخل حدي المراقبة العلوي والسفلي وعليه فالعملية مستقرة إحصائيا ، مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

مع عدم إغفال العينات التي كانت تقع خارج حدي السيطرة وبالتالي لابد الرجوع إلى قسم الجودة ومعرفة سبب الإختلالات التي وقعت في العملية الإنتاجية في الأيام 17،20،24

03-قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدد غير المطابقات (c-chart): في هذا النوع من الخرائط يتم الاستعانة بتوزيع بواسن وبتقريب هذا التوزيع إلى التوزيع الطبيعي يتم الحصول على حدي المراقبة.
والجدول 02 يوضح عدد المنتجات المعيبة في ل25 يوم

الجدول (2-6) : عدد الوحدات المعيبة ل25 يوم المنتج أ

الأيام	عدد الوحدات المعيبة
01	158
02	260
03	180
04	120
05	220
06	195
07	200
08	162
09	179
10	208
11	220
12	215
13	199
14	285
15	206
16	165
17	133
18	203
19	166
20	194
21	163
22	211
23	218
24	155
25	190
المجموع	**4805**

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

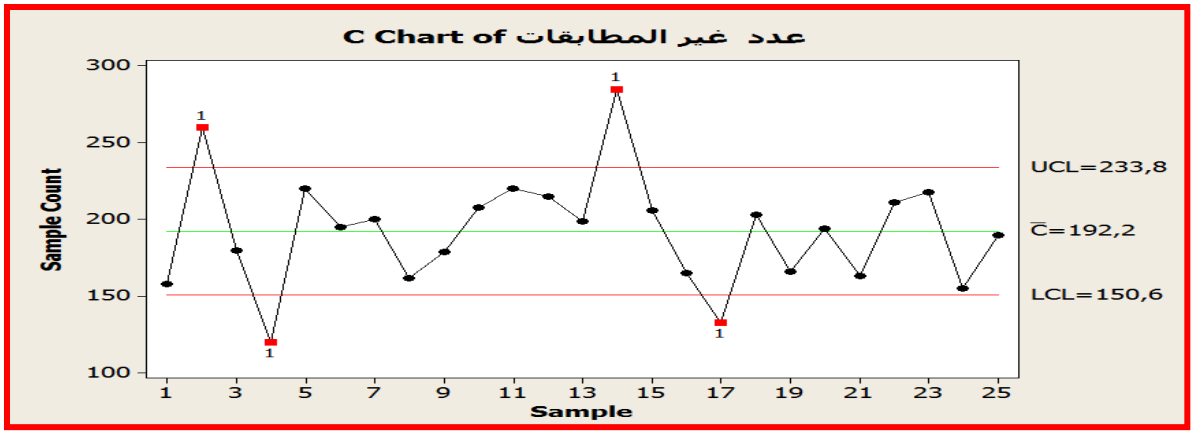
بالاستعانة بالجدول رقم (04) ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^{g} C_i}{g} = \frac{4805}{25} = 192,20$$

$$\begin{cases} UCL = \bar{C} + 03 \times \sqrt{\bar{C}} \\ CL = \bar{C} \\ LCL = \bar{C} - 03 \times \sqrt{\bar{C}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 192,20 + 03 \times \sqrt{192,20} = 233,80 \\ CL = 192,20 \\ LCL = 192,20 - 03 \times \sqrt{192,20} = 150,61 \end{cases}$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (02) التالي:

الشكل (02-05): خريطة عدد غير المطابقات (c-chart) المنتج أ



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (05) تخص عدد غير المطابقات خلال 25 يوم ، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد غير المطابقات، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا النقاط (04،02،14،17) والتي وقعت خارج حدي السيطرة مما يعني أن العملية غير مستقرة إحصائيا.

ولدراسة عملية الاستقرار نقوم بحذف العينات (04،02،14،17) ونعيد الدراسة من جديد.

من مخطط السيطرة السابق نلاحظ أن قيم العينات المعيبة التي وقت خارج حدي السيطرة تتمثل في العينات (02،04،14،17) والتي تحمل الترتيب التالي:

الجدول (02-07) : عدد الوحدات المعيبة ل 04 أيام المنتج أ

العينة	قيم العينات المعيبة
02	260
04	120
14	285
17	133

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

باستبعاد هذه العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة سيكون لدينا عدد غير المطابقات جديد سوف نرمز له بالرمز $\left(\overline{C}_{new}\right)$ ويوضح الجدول التالي قيم عدد الوحدات المعيبة ل09 شهور المتبقية:

الجدول (02-08) : عدد الوحدات المعيبة ل 21 يوم المنتج أ

الأيام	عدد الوحدات المعيبة
01	158
02	180
03	220
04	195
05	200
06	162
07	179
08	208
09	220
10	215
11	199
12	206
13	165
14	203
15	166
16	194
17	163
18	211
19	218
20	155
21	190
المجموع	**4805**

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

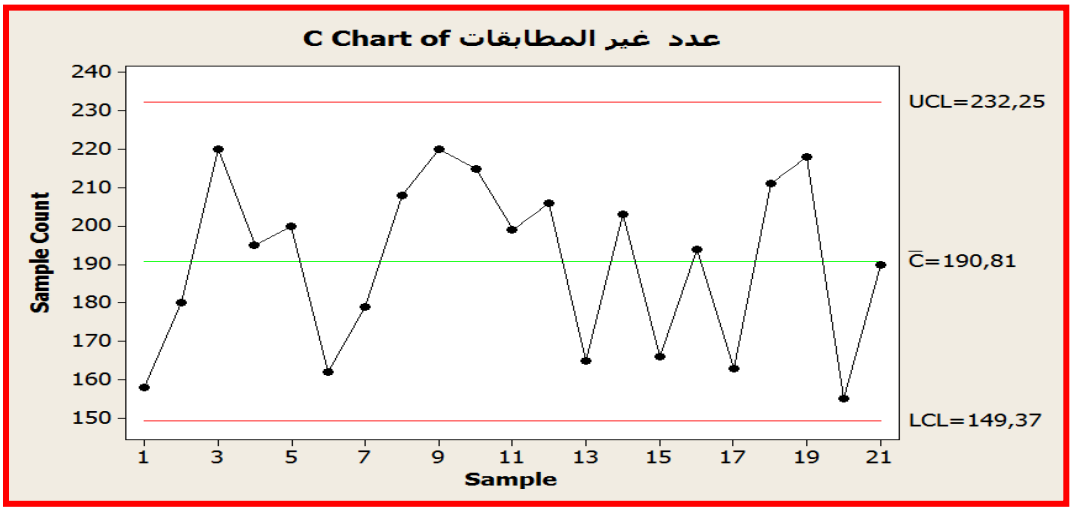
بعد استبعاد العينات رقم (08،10،11) يعاد حساب متوسط عدد غير المطابقات كمايلي:

$$\bar{C}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{g} C_i - \sum_{i=1}^{4} X_i}{g-04} = \frac{4805-798}{25-04} = 190,81$$

$$\begin{cases} UCL = \bar{C} + 03 \times \sqrt{\bar{C}} \\ CL = \bar{C} \\ LCL = \bar{C} - 03 \times \sqrt{\bar{C}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 190,81 + 03 \times \sqrt{190,81} = 232,25 \\ CL = 190,81 \\ LCL = 190,81 - 03 \times \sqrt{190,81} = 149,37 \end{cases}$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (06) التالي:

الشكل (02-06): خريطة عدد غير المطابقات (c-chart) المنتج أ بعد الحذف



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (06) تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 21 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد غير المطابقات، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عملية عدد المنتجات المعيبة ، وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

مع عدم إغفال العينات التي كانت تقع خارج حدي السيطرة وبالتالي لابد الرجوع إلى قسم الجودة ومعرفة سبب الإختلالات التي وقعت في العملية الإنتاجية خلال الأيام 04،07،14،17

04- خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart):تستخدم هذه الخريطة في حالة ثبات عدد وحدات الفحص في العينة و عدم ثبات أحجام وحدات الفحص، وسوف نتطرق إلى كل حالة على حدى كمايلي:

04-01 خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) في حالة عدم ثبات وحدات الفحص: ليكن لدينا الجدول التالي الذي يمثل عدد العيوب للوحدة الواحدة في حالة عدم ثبات وحدات الفحص في العينة

الجدول (02-09) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج أ

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	25	9	0,36
02	30	6	0,2
03	38	7	0,18421053
04	14	3	0,21428571
05	33	6	0,18181818
06	21	15	0,71428571
07	18	5	0,27777778
08	13	2	0,15384615
09	26	10	0,38461538
10	17	12	0,70588235
11	25	3	0,12
12	40	10	0,25
13	16	5	0,3125
14	36	8	0,22222222
15	35	2	0,05714286
16	42	26	0,61904762
17	20	8	0,4
18	35	16	0,45714286
19	48	12	0,25
20	18	7	0,38888889
21	20	8	0,4
22	33	5	0,15151515

0,42857143	6	14	**23**
0,56521739	13	23	**24**
0,51724138	15	29	**25**
8,5162116	**219**	**669**	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

نحسب متوسط العيوب لكل وحدة كالتالي

$$\overline{U} = \frac{\sum_{i=1}^{g} U_i}{\sum_{i=1}^{g} n_i} = \frac{09+07+06+.....+15}{25+30+38+.....+29} = \frac{219}{669} = 0,3274$$

نحسب حدي السيطرة مع العلم ان حدود السيطرة ستكون مختلفة من عينة إلى أخرى بحيث نحسب الحد الأعلى للسيطرة لكل عينة حسب العلاقة التالية $UCL = \overline{U} + 03\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_i}}$

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(01) = 0,3274 + 03 \times \sqrt{\frac{0,3274}{25}} = 0,6707$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(02) = 0,3274 + 03 \times \sqrt{\frac{0,3274}{30}} = 0,6408$$

-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(03) = 0,3274 + 03 \times \sqrt{\frac{0,3274}{38}} = 0,6059$$

وبنفس الطريقة يتم حساب حد السيطرة العلوي لجميع العينات

أما بالنسبة لحد السيطرة السفلي فيتم حسابه بالعلاقة التالية $LCL = \overline{U} - 03\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_i}}$

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01) = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(01) = 0,3274 - 03 \times \sqrt{\frac{0,3274}{25}} = -0,0159$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02) = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(02) = 0,3274 - 03 \times \sqrt{\frac{0,3274}{30}} = 0,014$$

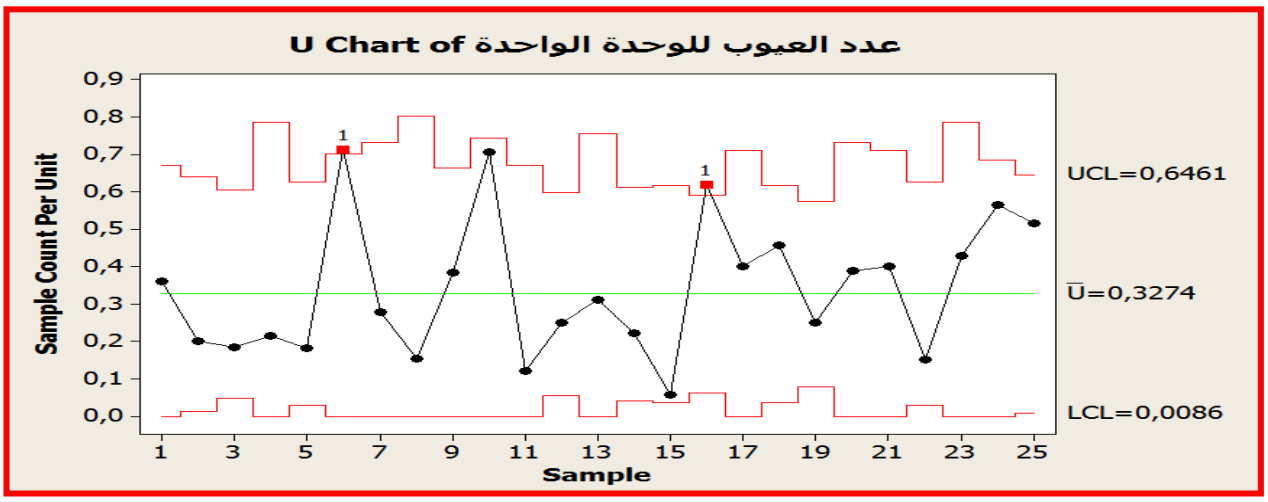
-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(03)=0,3274-03\times\sqrt{\frac{0,3274}{38}}=0,0489$$

وبنفس الطريقة يتم حساب حد السيطرة السفلي لجميع العينات

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (07) التالي:

الشكل (02-07): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (07) تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة للمنتجات المعيبة المرتكبة خلال 25 يوما، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا النقطتين (06،16) والتي وقعتا خارج حدي السيطرة مما يعني أن العملية غير مستقرة إحصائيا.

ولدراسة عملية الاستقرار نقوم بحذف العينتين (12،20) ونعيد الدراسة من جديد.

من مخطط السيطرة السابق نلاحظ أن قيم العينات المعيبة التي وقت خارج حدي السيطرة تتمثل في العينتين (12،20) والتي تحمل الترتيب التالي:

الجدول (02-10) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ليومين المنتج أ

العينة	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة
06	21	15
16	42	26

المصدر: من إعداد الطالب

باستبعاد هذه العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة سيكون لدينا عدد العيوب للوحدة الواحدة جديد سوف نرمز له بالرمز $\left(\overline{U}_{new}\right)$ ويوضح الجدول التالي قيم عدد الوحدات المعيبة ل23 يوم المتبقية:

الجدول (02–11) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل23 يوم المنتج أ

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	25	9	0,36
02	30	6	0,2
03	38	7	0,18421053
04	14	3	0,21428571
05	33	6	0,18181818
06	18	5	0,27777778
07	13	2	0,15384615
08	26	10	0,38461538
09	17	12	0,70588235
10	25	3	0,12
11	40	10	0,25
12	16	5	0,3125
13	36	8	0,22222222
14	35	2	0,05714286
15	20	8	0,4
16	35	16	0,45714286
17	48	12	0,25
18	18	7	0,38888889
19	20	8	0,4
20	33	5	0,15151515
21	14	6	0,42857143
22	23	13	0,56521739
23	29	15	0,51724138
المجموع	**606**	**178**	**7,18287827**

المصدر: من إعداد الطالب

بعد استبعاد العينتين رقم (06،16) يعاد حساب متوسط عدد العيوب للوحدة الواحدة كمايلي:

$$\overline{U}_{new} == \frac{\sum_{i=1}^{g} U_i}{\sum_{i=1}^{g} n_i} = \frac{09+07+06+.....+15}{25+30+38+.....+29} = \frac{219-15-26}{669-21-42} = 0,2937$$

ثم نعيد حساب حدي السيطرة العلوي والسفلي كمايلي

بالنسبة لحد السيطرة

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(01) = 0,2937 + 03 \times \sqrt{\frac{0,2937}{25}} = 0,6189$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(02) = 0,2937 + 03 \times \sqrt{\frac{0,2937}{30}} = 0,5905$$

-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(03) = 0,2937 + 03 \times \sqrt{\frac{0,2937}{38}} = 0,5574$$ وبنفس الطريقة يتم

حساب حد السيطرة العلوي لجميع العينات

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01) = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(01) = 0,2937 - 03 \times \sqrt{\frac{0,2937}{25}} = -0,0314$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02) = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(02) = 0,2937 - 03 \times \sqrt{\frac{0,2937}{30}} = -0,0031$$

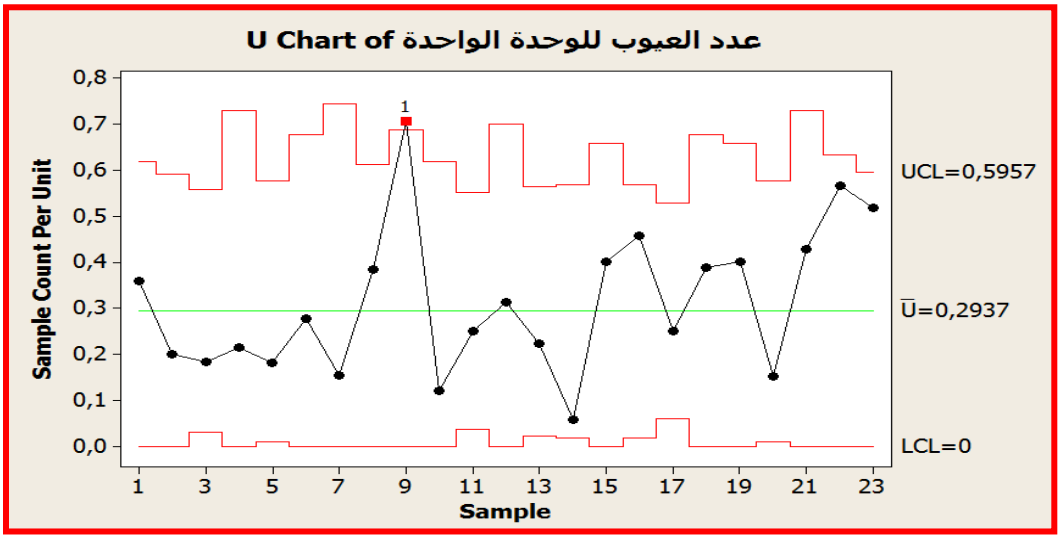
-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03) = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(03) = 0,2937 - 03 \times \sqrt{\frac{0,2937}{38}} = 0,0299$$ وبنفس الطريقة يتم

حساب حد السيطرة السفلي لجميع العينات

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (08) التالي:

الشكل (02-08): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ بعد الحذف



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل:الخريطة الموضحة في الشكل (08) تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة ولمدة 23 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة ، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا النقطة رقم 09 التي وقعت خارج حدي السيطرة مما يعني ان العملية لاتزال غير مستقرة إحصائيا،ولا بد من القيام بنفس الخطوات السابقة حتى تستقر العملية الإحصائية. لدراسة عملية الاستقرار نقوم بحذف العينة رقم (09) ونعيد الدراسة من جديد.

من مخطط السيطرة السابق نلاحظ أن قيمة العينة المعيبة التي وقت خارج حدي السيطرة تحمل الترتيب التالي:

الجدول (02-12) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ليوم واحد المنتج أ

العينة	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة
09	17	12

المصدر: من إعداد الطالب

باستبعاد هذه العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة سيكون لدينا عدد العيوب للوحدة الواحدة جديد سوف نرمز له بالرمز $\left(\overline{U}_{new}\right)$ ويوضح الجدول التالي قيم عدد الوحدات المعيبة ل22 يوم المتبقية:

الجدول (02-13) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل22 يوم المنتج أ

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	25	9	0,36
02	30	6	0,2
03	38	7	0,18421053

0,21428571	3	14	**04**
0,18181818	6	33	**05**
0,27777778	5	18	**06**
0,15384615	2	13	**07**
0,38461538	10	26	**08**
0,70588235	3	25	**09**
0,12	10	40	**10**
0,25	5	16	**11**
0,3125	8	36	**12**
0,22222222	2	35	**13**
0,05714286	8	20	**14**
0,4	16	35	**15**
0,45714286	12	48	**16**
0,25	7	18	**17**
0,38888889	8	20	**18**
0,4	5	33	**19**
0,15151515	6	14	**20**
0,42857143	13	23	**21**
0,56521739	15	29	**22**
6,47699591	**166**	**589**	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب

بعد استبعاد العينة رقم (09) يعاد حساب متوسط عدد العيوب للوحدة الواحدة كمايلي:

$$\overline{U}_{new} == \frac{\sum_{i=1}^{g} U_i}{\sum_{i=1}^{g} n_i} = \frac{09+07+06+.....+15}{25+30+38+.....+29} = \frac{178-12}{606-17} = 0,2818$$

ثم نعيد حساب حدي السيطرة العلوي والسفلي كمايلي

بالنسبة لحد السيطرة

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01) = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}} \Rightarrow UCL(01) = 0,2818 + 03 \times \sqrt{\frac{0,2818}{25}} = 0,600$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02)=\overline{U}+03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(02)=0,2818+03\times\sqrt{\frac{0,2818}{30}}=0,5726$$

-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03)=\overline{U}+03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(03)=0,2818+03\times\sqrt{\frac{0,2818}{38}}=0,5401$$ وبنفس الطريقة يتم

حساب حد السيطرة العلوي لجميع العينات

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(01)=0,2818-03\times\sqrt{\frac{0,2818}{25}}=-0,0367$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(02)=0,2818-03\times\sqrt{\frac{0,2818}{30}}=-0,0089$$

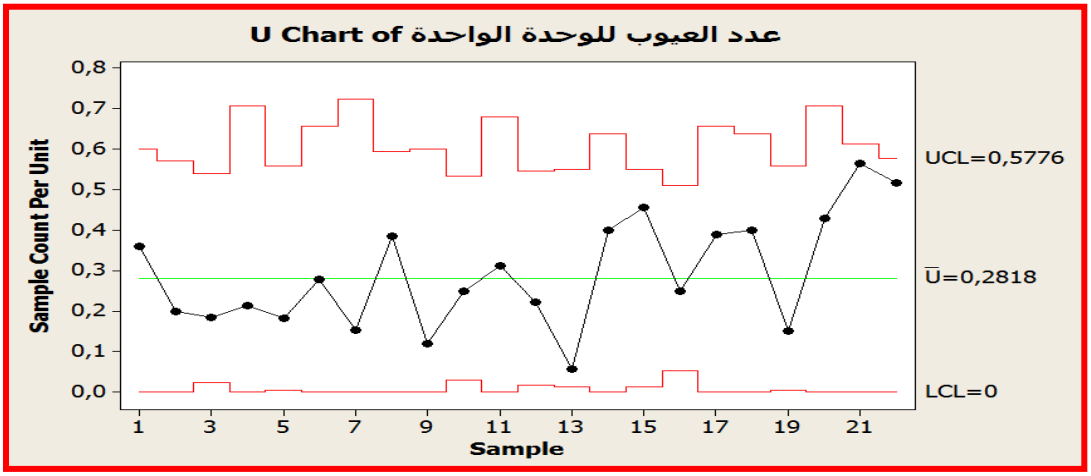
-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(03)=0,2818-03\times\sqrt{\frac{0,2818}{38}}=0,0234$$ وبنفس الطريقة يتم

حساب حد السيطرة السفلي لجميع العينات

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (09) التالي:

الشكل (02-09): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ بعد الحذف



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل:الخريطة الموضحة في الشكل (09) تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة ولمدة 22 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة ، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد العيوب للوحدة الواحدة هي عملية مستقرة إحصائيا، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عملية عدد المنتجات المعيبة ، وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

مع عدم إغفال العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة وبالتالي لابد الرجوع إلى قسم الجودة ومعرفة سبب الإختلالات التي وقعت في العملية الإنتاجية خلال الأيام 06،09،16

02-04 خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) في حالة ثبات وحدات الفحص: ليكن لدينا الجدول التالي الذي يمثل عدد العيوب للوحدة الواحدة في حالة ثبات وحدات الفحص في العينة

الجدول (02-14) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج أ

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	80	10	0,125
02	80	15	0,1875
03	80	08	0,1
04	80	16	0,2
05	80	20	0,25
06	80	28	0,35
07	80	33	0,4125
08	80	12	0,15
09	80	16	0,2
10	80	03	0,0375
11	80	07	0,0875
12	80	10	0,125
13	80	26	0,325
14	80	19	0,2375
15	80	18	0,225

0,2875	23	80	**16**
0,475	38	80	**17**
0,325	26	80	**18**
0,125	10	80	**19**
0,175	14	80	**20**
0,2875	23	80	**21**
0,3375	27	80	**22**
0,2	16	80	**23**
0,225	18	80	**24**
0,275	22	80	**25**
05,725	**458**	**------**	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

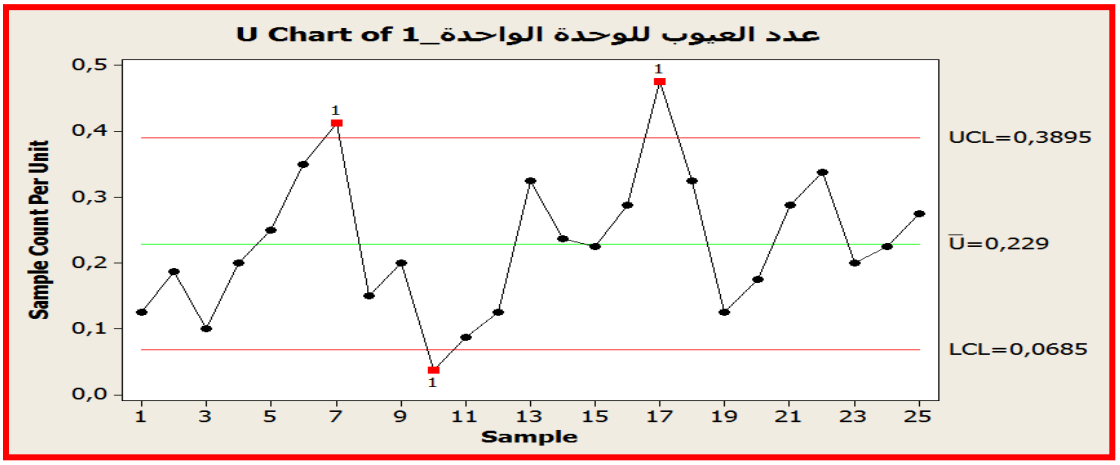
نعلم أن: $$\overline{U} = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{m} = \frac{05,725}{25} = 0,229$$

نستخرج حدي السيطرة العلوي والأدنى من خلال المعالات التالية:

$$\begin{cases} UCL = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \\ CL = \overline{U} \\ LCL = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 0,229 + 03 \times \sqrt{\frac{0,229}{80}} = 0,3895 \\ CL = 0,229 \\ LCL = 0,229 - 03 \times \sqrt{\frac{0,229}{80}} = 0,0685 \end{cases}$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (10) التالي:

الشكل (02-10): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل:الخريطة الموضحة في الشكل (10) تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة للمنتجات المعيبة المرتكبة خلال 25 يوما، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة لحجة العينة الثابت، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ماعدا النقاط (07،10،17) والتي وقعت خارج حدي السيطرة مما يعني أن العملية غير مستقرة إحصائيا.

ولدراسة عملية الاستقرار نقوم بحذف العينات (07،10،17)) ونعيد الدراسة من جديد.

من مخطط السيطرة السابق نلاحظ أن قيم العينات المعيبة التي وقت خارج حدي والتي تحمل الترتيب التالي:

الجدول (02-15) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل03 أيام المنتج أ

العينة	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة
07	80	33
10	80	03
17	80	38

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

باستبعاد هذه العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة سيكون لدينا عدد العيوب للوحدة الواحدة جديد سوف نرمز له بالرمز $\left(\overline{U}_{new}\right)$ ويوضح الجدول التالي قيم عدد الوحدات المعيبة ل22 يوم المتبقية:

الجدول (02-16) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل22 يوم المنتج أ

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	80	10	0,125
02	80	15	0,1875
03	80	08	0,1
04	80	16	0,2
05	80	20	0,25
06	80	28	0,35
07	80	12	0,15
08	80	16	0,2
09	80	07	0,0875
10	80	10	0,125
11	80	26	0,325
12	80	19	0,2375

0,225	18	80	**13**
0,2875	23	80	**14**
0,325	26	80	**15**
0,125	10	80	**16**
0,175	14	80	**17**
0,2875	23	80	**18**
0,3375	27	80	**19**
0,2	16	80	**20**
0,225	18	80	**21**
0,275	22	80	**22**
04,80	**384**	**------**	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بعد استبعاد العينات (07،10،17) يعاد حساب متوسط عدد العيوب للوحدة الواحدة كمايلي:

$$\overline{U}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{m} = \frac{04,80}{22} = 0,2182$$

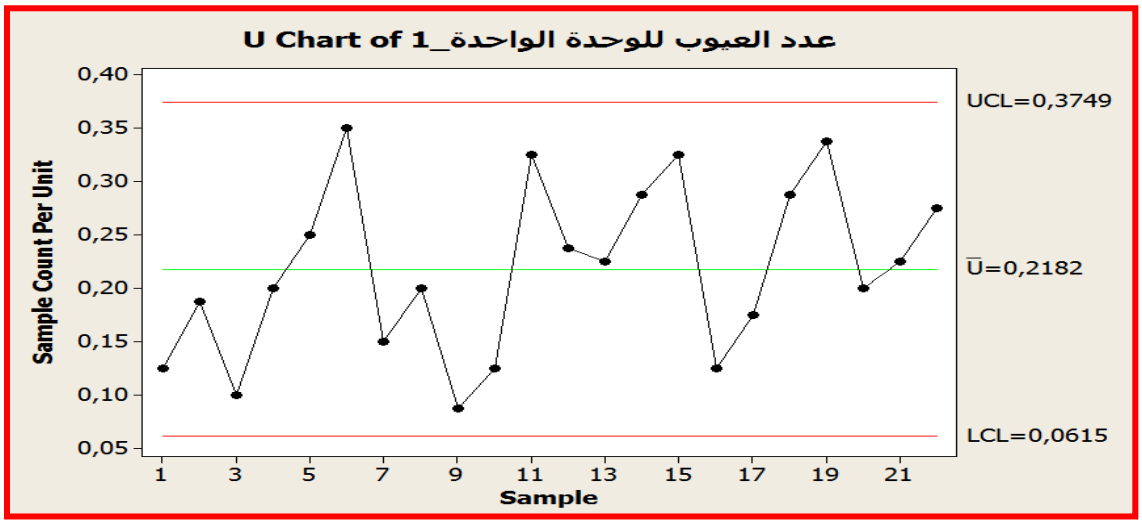
ثم نعيد حساب حدي السيطرة العلوي والسفلي كمايلي

نستخرج حدي السيطرة العلوي والأدنى من خلال المعالات التالية:

$$\begin{cases} UCL = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \\ CL = \overline{U} \\ LCL = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 0,2182 + 03 \times \sqrt{\frac{0,2182}{80}} = 0,3749 \\ CL = 0,2182 \\ LCL = 0,2182 - 03 \times \sqrt{\frac{0,2182}{80}} = 0,0615 \end{cases}$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (11) التالي:

الشكل (02-11): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج أ



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (11) تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة ولمدة 22 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة لحجم العينة الثابت ، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد العيوب للوحدة الواحدة هي عملية مستقرة إحصائيا، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عملية عدد المنتجات المعيبة ، وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

مع عدم إغفال العينات التي وقعت خارج حدي السيطرة وبالتالي لابد الرجوع إلى قسم الجودة ومعرفة سبب الإختلالات التي وقعت في العملية الإنتاجية خلال الأيام 16،10،17

الفرع الثاني: تحليل مقدرة العملية الإنتاجية المنتج أ:

قيل التطرق إلى دراسة مقدرة العملية الإنتاجية لابد أولا من دراسة خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى وكذا خريطة متوسط المدى فإن كانتا الخريطتان مستقرتان إحصائيا ننتقل مباشرة إلى دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وذلك بدراسة جميع مؤشرات هذه العملية،أما إن وجد نقطة او أكثر خارج حدي السيطرة فيجب إعادة الدراسة من جديد وذلك بحذف العينات خارج حدي السيطر حتى نصل إلى ان جميع العينات تقع ضمن حدي السيطرة وبالتالي فالعملية مسقرة إحصائيا.

01-خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى: لرسم خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى نقوم بأخذ قياسات مختلفة لمخرجات العملية الصناعية وذلك لمدة 15 يوم،والجدول التالي يوضح هذه القياسات.

الجدول(02-17): القياسات المختلفة للمنتج أ قيد الدراسة لمدة15 يوم

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	350	366	321	361	354	352	355	323
2	368	320	354	352	360	360	352	354
3	341	370	325	325	358	365	335	355
4	359	344	364	344	354	355	322	353
5	365	354	359	343	322	325	365	310
6	322	322	354	326	336	363	352	352
7	355	333	357	361	345	321	325	325
8	348	361	370	345	358	352	345	354
9	367	351	320	352	369	368	320	354
10	350	354	345	335	312	341	370	325
11	340	322	366	325	359	359	344	364
12	315	350	325	390	366	365	354	359
13	387	360	357	354	327	322	322	354
14	344	341	356	365	357	355	333	357
15	359	343	361	367	321	348	361	370

المصدر: من إعداد الطالب

نعلم مما سبق ان معادلات خطذي السيطرة تعطى بالعلاقة التالية

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + 3\dfrac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - 3\dfrac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} \end{cases}$$

ومن الملحق رقم (01) نستخرج قيمة A_2 والتي تساوي $A_2 = 0,373$

نقوم بحساب قيم كل من $\overline{\overline{X}}$ و $\overline{R}$ كالتالي

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{15}\overline{X}_i}{n} \Rightarrow \overline{\overline{X}} = \frac{5219,125}{15} = 347,94$$

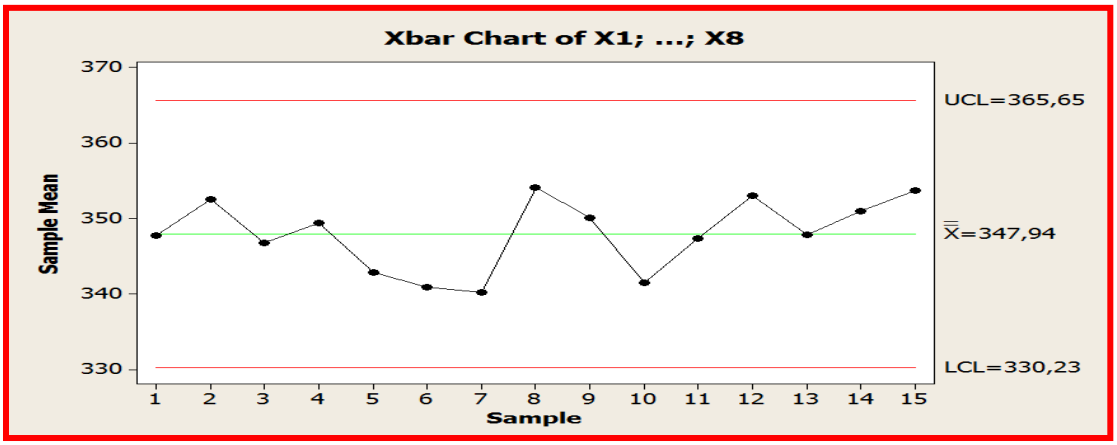
$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{15}R_i}{n} \Rightarrow \overline{R} = \frac{713}{15} = 47,53$$

يعطى حدي السيطرة كمايلي

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\overline{X}} = 347,94 + 0,373 \times 47,53 = 365,67 \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} = 347,94 \\ LCL_{\overline{X}} = 347,94 - 0,373 \times 47,53 = 330,21 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمتوسط الحسابي بدلالة المدى كالتالي

الشكل(02-12) خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى للمنتج أ و للقياسات المختلفة لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

02-خريطة المدى: نعلم مما سبق أن حدي السيطرة لخريطة المدى تعطى بالعلاقات الرياضية التالية

$$\begin{cases} UCL_{\overline{R}} = D_4\overline{R} \\ CL_{\overline{R}} = \overline{R} \\ LCL_{\overline{R}} = D_3\overline{R} \end{cases}$$

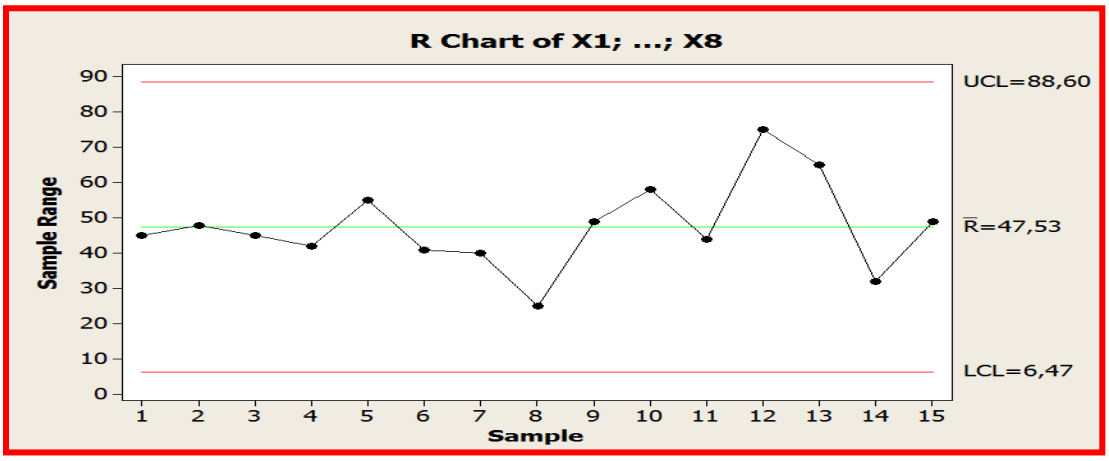
من الملحق رقم (01) نستخرج قيمة D_3 و D_4 كالتالي : $D_3 = 0,136; D_4 = 1,864$

نستخرج الآن حدي السيطرة

$$\begin{cases} UCL_{\overline{R}} = D_4\overline{R} \\ CL_{\overline{R}} = \overline{R} \\ LCL_{\overline{R}} = D_3\overline{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\overline{R}} = 1,864 \times 47,5333 = 88,60 \\ CL_{\overline{R}} = \overline{R} = 47,5333 \\ LCL_{\overline{R}} = 0,136 \times 47,5333 = 06,464 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمدى كالتالي

الشكل(02-13)خريطة المدى للقياسات المختلفة للمنتج أ لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة لخريطة المدى تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

بما أن الخريطتان مستقرتان إحصائيا إذن يمكننا دراسة المقدرة العملية الإنتاجية لمخرجات المنتج أ

03- دراسة مقدرة العملية الإنتاجية: تقاس مقدرة العملية الإنتاجية بحساب عدة مؤشرات تعرف بمؤشر المقدرة، وتعتبر هذه المؤشرات من المقاييس المهمة التي تستخدم في برامج مراقبة الجودة في معظم المؤسسات وبما ان تباين المجتمع مجهول سوف نقوم بالإستدلال عليه من خلال العينة المدروسة وذلك من خلال العلاقتين التاليتين:

$\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}$ أو $\hat{\sigma}=\frac{\overline{S}}{C_4}$ وسوف نتطرق إلى كل حالة على حدى، أما مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية فهي عديدة وسوف نذكر منها التالي:

الحالة الأولى: بإستخدام مقدر الإنحراف المعياري $\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}$

وبما أن تباين المجتمع مجهول يستدل عليه بتباين العينة والذي يحسب وفق العلاقة التالية: $\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}$

نستخرج قيمة d_2 من الملحق رقم (01) كالتالي: $d_2=02,847$ ونقوم بحساب تباين العينة

$$\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}=\frac{47,53}{02,847}=16,6959$$

1-مؤشر مقدرة العملية: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$\hat{C}_p=\frac{USL-LSL}{06\times\hat{\sigma}}\Rightarrow\hat{C}_p=\frac{365,65-330,23}{06\times16,6959}=0,35$$

بعد الحساب نلاحظ أن:

$$\hat{C}_p=0,35\Rightarrow\hat{C}_p<01$$

في هذه الحالة تكون العملية غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات، أي ان بعضا من مخرجاتها غير مطابقة للمواصفات الموضوعة لها.

2-مؤشر نسبة المقدرة: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية:

$$C_r = \left(\frac{1}{C_p}\right)\times 100\% = \left(\frac{06\times(\sigma)}{USL-LSL}\right)\times 100\% \Rightarrow = \left(\frac{06\times 16,6959}{365,65-330,23}\right)\times 100\% = 282,82\%$$

أي أن تشتت مخرجات العملية اكبر من التشتت المسموح به أي أن نسبة استخدامها لمدى المواصفات المسموح به اكبر من 100%

3-مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة (C_{pk}): يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$C_{pk} = \min\left[C_{pu} = \frac{USL-\mu}{03\times\sigma}, C_{Pl} = \frac{\mu-LSL}{03\times\sigma}\right] = \frac{\min(USL-\mu, \mu-LSL)}{03\times\sigma}$$

$$= \frac{d-|\mu-m|}{03\times\sigma}$$

$$d = \frac{USL-LSL}{02} = \frac{365,65-330,23}{02} = 17,71$$

$$m = \frac{USL+LSL}{02} = \frac{365,65+330,23}{02} = 347,94$$

$$C_{pk} = \frac{d-|\mu-m|}{03\times\sigma} = \frac{17,71-|347,94-347,94|}{03\times 16,6959} = 0,35$$

قيمة $C_{pk} = C_p$ أي أن العملية ممركزة.

4-مؤشر المقدرة C_{pm} : يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$C_{pm} = \frac{USL-LSL}{06\times\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}$$

حيث T القيمة المستهدفة وهي تساوي نصف المسافة بين حدي المواصفات وتساوي

$$T = \frac{USL+LSL}{02} = \frac{365,65+330,23}{02} = 347,94$$

$$C_{pm} = \frac{USL-LSL}{06\times\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}} \Rightarrow C_{pm} = \frac{365,65-330,23}{06\times\sqrt{(16,6959)^2+(347,94-347,94)^2}} = 0,35$$

كما يمكن حسابه انطلاقا من العلاقة التالية:

$$C_{pm} = \frac{\hat{C}_p}{\sqrt{01+09\left(\hat{C}_p - C_{pk}\right)^2}} \Rightarrow C_{pm} = \frac{0,35}{\sqrt{01+09(0,35-0,35)^2}} = 0,35$$

قيمة $C_{pm} < 01$ اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

5-مؤشر المقدرة C_{pmk}: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

قيمة C_{pmk} اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

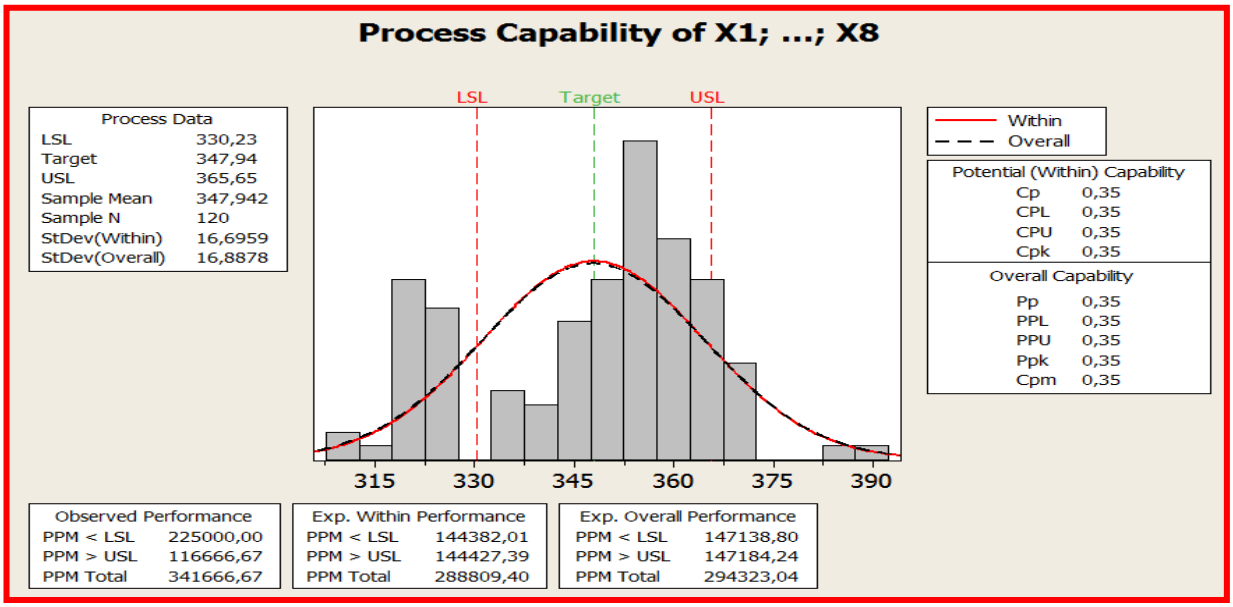
$$C_{pmk}=\frac{\min\{USL-\mu,\mu-LSL\}}{03\times\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}\Rightarrow C_{pmk}=\frac{\min\{365,65-347,94,347,94-330,23\}}{03\times\sqrt{(16,6959)^2+(347,94-347,94)^2}}$$

$$C_{pmk}=\frac{\min\{17,71;17,71\}}{03\times16,6959}=\frac{17,71}{50,0877}=0,35$$

قيمة $C_{pmk}<01$ اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

كما يمكن الحصول على النتائج السابقة انطلاقا من مخرجات البرنامج الاحصائي MINITAB16.1 كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل(02-14) تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية للمنتج أ قيد الدراسة



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

02-خريطة المتوسط الحسابي بدلالة متوسط الإنحراف المعياري: لرسم خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى نقوم بأخذ قياسات مختلفة لمخرجات العملية الصناعية وذلك لمدة 15 يوم، والجدول التالي يوضح هذه القياسات.

الجدول(02-18) القياسات المختلفة للمنتج أ قيد الدراسة لمدة15 يوم

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	350	366	321	361	354	352	355	323
2	368	320	354	352	360	360	352	354
3	341	370	325	325	358	365	335	355
4	359	344	364	344	354	355	322	353
5	365	354	359	343	322	325	365	310
6	322	322	354	326	336	363	352	352
7	355	333	357	361	345	321	325	325
8	348	361	370	345	358	352	345	354
9	367	351	320	352	369	368	320	354
10	350	354	345	335	312	341	370	325
11	340	322	366	325	359	359	344	364
12	315	350	325	390	366	365	354	359
13	387	360	357	354	327	322	322	354
14	344	341	356	365	357	355	333	357
15	359	343	361	367	321	348	361	370

المصدر: من إعداد الطالب

نعلم مما سبق ان معادلات خطي السيطرة تعطى بالعلاقة التالية

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_3\overline{S} \\ CL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_3\overline{S} \end{cases}$$

ومن الملحق رقم (...) نستخرج قيمة A_3 والتي تساوي $A_3 = 01,099$

نقوم بحساب قيم كل من $\overline{\overline{X}}$ و $\overline{S}$ كالتالي

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{15}\overline{X}_i}{n} \Rightarrow \overline{\overline{X}} = \frac{5219,125}{15} = 347,94$$

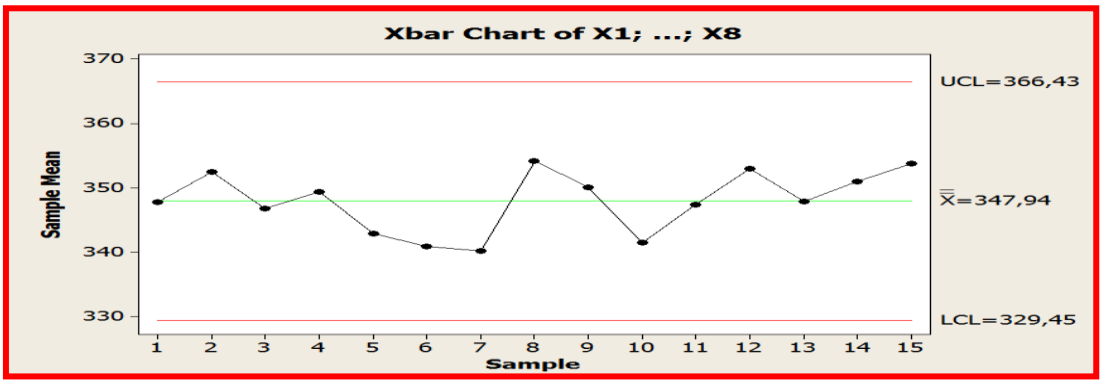
$$\overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{15}S_i}{n} \Rightarrow \overline{S} = \frac{252,3830594}{15} = 16,8255$$

يعطى حدي السيطرة كمايلي

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_3\overline{S} \\ CL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_3\overline{S} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\overline{X}} = 347,94 + 01,099 \times 16,8255 = 366,43 \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} = 347,94 \\ LCL_{\overline{X}} = 347,94 - 01,099 \times 16,8255 = 329,45 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمتوسط الحسابي بدلالة المدى كالتالي

الشكل (02-15)خريطة المتوسط الحسابي بدلالة متوسط الإنحراف المعياري للمنتج أ و للقياسات المختلفة لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

02-خريطة متوسط الإنحراف المعياري: نعلم مما سبق أن حدي السيطرة لخريطة المدى تعطى بالعلاقات الرياضية التالية

$$\begin{cases} UCL_{\bar{S}} = B_4\bar{S} \\ CL_{\bar{S}} = \bar{S} \\ LCL_{\bar{S}} = B_3\bar{S} \end{cases}$$

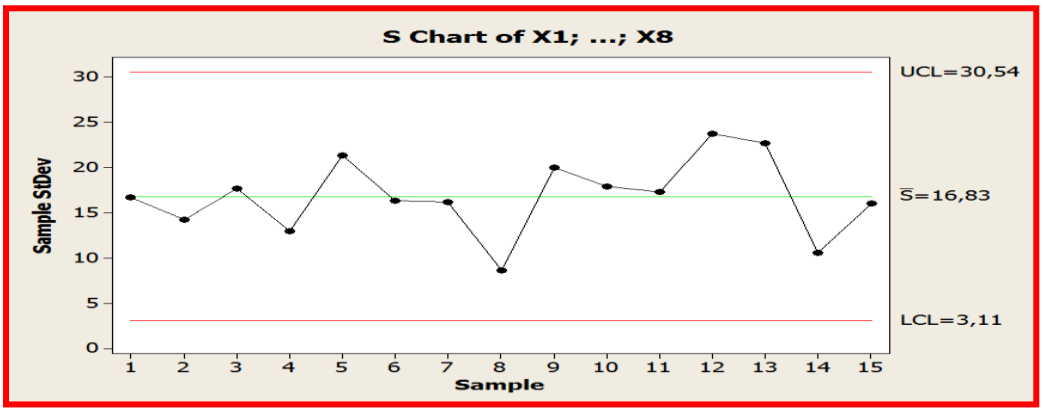
من الملحق رقم 01 نستخرج قيمة B_3 و B_4 كالتالي : $B_3 = 0,185; B_4 = 1,815$

نستخرج الآن حدي السيطرة

$$\begin{cases} UCL_{\bar{S}} = B_4\bar{S} \\ CL_{\bar{S}} = \bar{S} \\ LCL_{\bar{S}} = B_3\bar{S} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\bar{S}} = 1,815 \times 16,83 = 30,54 \\ CL_{\bar{S}} = \bar{S} = 16,83 \\ LCL_{\bar{S}} = 0,185 \times 16,83 = 03,11 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمدى كالتالي

الشكل (02-16) خريطة متوسط الإنحراف المعياري للقياسات المختلفة للمنتج أ لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة لخريطة متوسط الإنحراف المعياري تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

المطلب الأول: قياس جودة المنتج ب

الفرع الأول: قياس جودة المنتج ب باستخدام مخطط السيطرة للصفات

01- قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart)

لقياس جودة المنتجات الصناعية لمنتوج ب الأجر الأحمر بقياس 30سم/ 20سم/ 15 سم باستخدام خريطة نسبة عدم المطابقة، بحيث تمت عملية رصد المنتجات المخالفة للمواصفات المعمول بها (المعيبة) وذلك لمدة 25 يوم، من عينة مقدارها 2000 قطعة منتجة فكانت النتائج كما يوضحها الجدول التالي

الجدول (02-19):عدد الوحدات المعيبة في 25 يوم المنتج ب

الأيام	عدد المنتجات المصنعة	عدد الوحدات المعيبة
01	2000	195
02	2000	220
03	2000	208
04	2000	210
05	2000	225
06	2000	233
07	2000	247
08	2000	250
09	2000	202

199	2000	**10**
233	2000	**11**
218	2000	**12**
240	2000	**13**
210	2000	**14**
215	2000	**15**
201	2000	**16**
203	2000	**17**
228	2000	**18**
222	2000	**19**
196	2000	**20**
245	2000	**21**
218	2000	**22**
200	2000	**23**
245	2000	**24**
214	2000	**25**
5477	--------	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

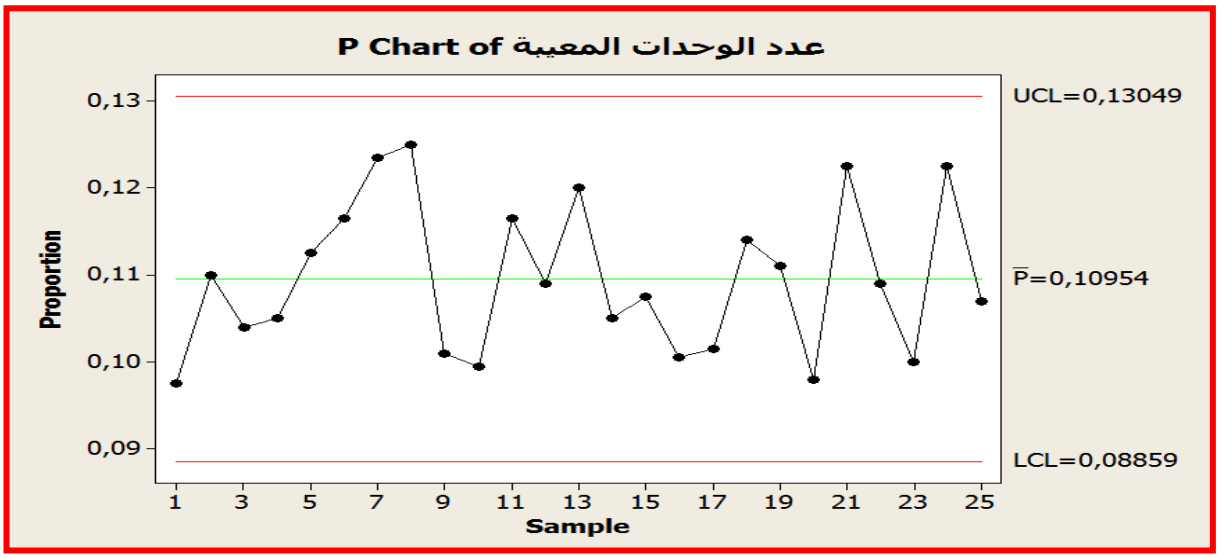
بالاستعانة بالجدول السابق يتم حساب حدود الضبط الإحصائي كما يلي:

$$\bar{P} = \frac{\sum p_i}{\sum g_x n} = \frac{5477}{25x2000} = \frac{5477}{50000} = 0,10954$$

$$\begin{cases} LCL = \bar{P} + 3\times\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \\ CL = \bar{P} \\ LCL = \bar{P} - 3\times\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} LCL = 0,10954 + 03\times\sqrt{\frac{0,10954\times 0,89046}{2000}} = 0,13049 \\ CL = 0,10954 \\ LCL = 0,10954 - 03\times\sqrt{\frac{0,10954\times 0,89046}{2000}} = 0,08859 \end{cases}$$

وبإدخال معطيات الجدول السابق في البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الحصول على حدي المراقبة كما يوضحه الشكل التالي:

الشكل (02-17): خريطة نسبة عدم المطابقة (P-chart) المنتج ب



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل السابق تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 25 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab 16.1 هي خريطة نسبة عدم المطابقة ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي ، مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

02- قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدم المطابقة (np-chart)

لقياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدم المطابقة (np-chart)، وبالاستعانة بالجدول السابق يتم حساب حدي المراقبة العلوي والسفلي باستخدام المعادلات التالية كما يلي:

$$n\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{g} p_i}{g} = \frac{5477}{25} = 219,08$$

$$n\bar{P} = 219,08 \Rightarrow \bar{P} = \frac{219,08}{n} = \frac{219,08}{2000} = 0,10954$$

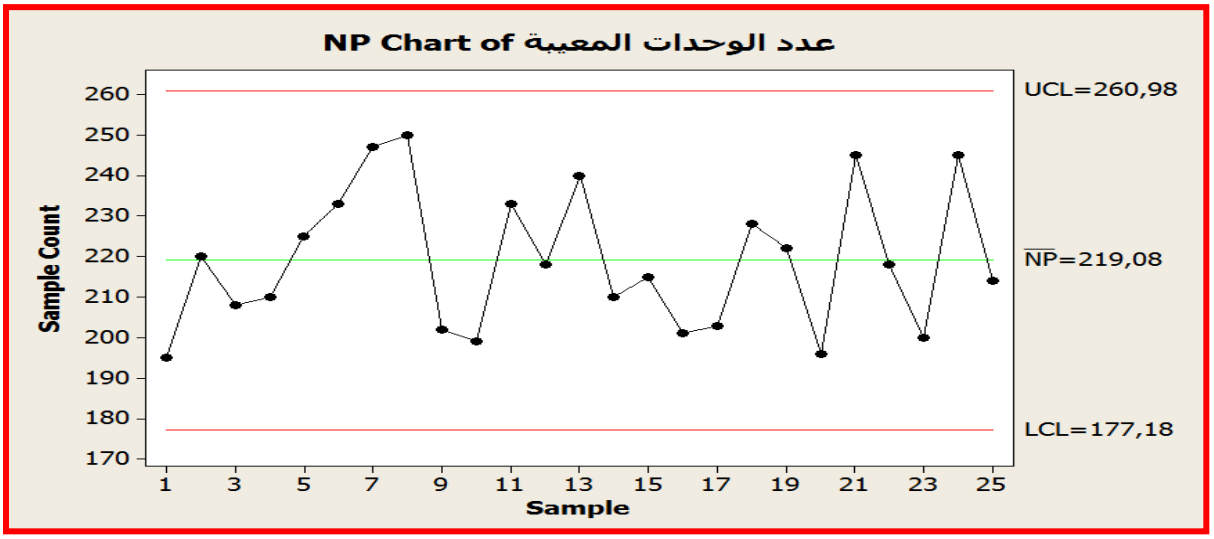
$$01 - \bar{P} = 01 - 0,10954 = 0,89046$$

وبالتالي يمكن استخراج حدي المراقبة العلوي والسفلي كما يلي:

$$\begin{cases} UCL = n\bar{P} + 03 \times \sqrt{n\bar{P}(1-\bar{P})} \\ CL = n\bar{P} \\ LCL = n\bar{P} - 03 \times \sqrt{n\bar{P}(1-\bar{P})} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 219,08 + 03 \times \sqrt{219,08 \times 0,89046} = 260,98 \\ CL = 219,08 \\ LCL = 219,08 - 03 \times \sqrt{219,08 \times 0,89046} = 177,18 \end{cases}$$

وبالاستعانة بالبرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم الوصول إلى الشكل التالي

الشكل (02–18): خريطة عدم المطابقة (np–chart) المنتج ب



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل السابق تخص عدد المنتجات المعيبة خلال 25 يوم، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab 16.1 هي خريطة عدم المطابقة ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد المنتجات المعيبة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

03–قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة عدد غير المطابقات (c–chart): في هذا النوع من الخرائط يتم الاستعانة بتوزيع بواسن وبتقريب هذا التوزيع إلى التوزيع الطبيعي يتم الحصول على حدي المراقبة.

والجدول التالي يوضح عدد المنتجات المعيبة في ل25 يوم

الجدول (02-20) : عدد الوحدات المعيبة ل25 يوم المنتج ب

الأيام	عدد غير المطابقات
01	205
02	188
03	203
04	199
05	156
06	201
07	145
08	189
09	153
10	147
11	208
12	170
13	205
14	200
15	166
16	187
17	214
18	212
19	155
20	188
21	146
22	206
23	212
24	200
25	150
المجموع	**4605**

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المؤسسة

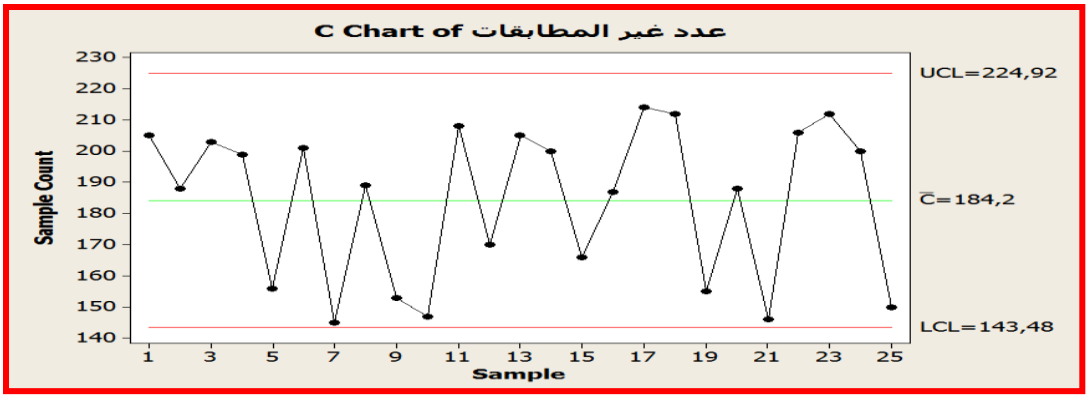
بالاستعانة بالجدول سابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^{g} C_i}{g} = \frac{4605}{25} = 184,20$$

$$\begin{cases} UCL = \bar{C} + 03 \times \sqrt{\bar{C}} \\ CL = \bar{C} \\ LCL = \bar{C} - 03 \times \sqrt{\bar{C}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 184,20 + 03 \times \sqrt{184,20} = 224,92 \\ CL = 184,20 \\ LCL = 184,20 - 03 \times \sqrt{184,20} = 143,48 \end{cases}$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (02) التالي:

الشكل (02-19): خريطة عدد غير المطابقات (c-chart) المنتج ب



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل السابق تخص عدد غير المطابقات خلال 25 يوم ، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد غير المطابقات، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد غير المطابقات هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

04- خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart):تستخدم هذه الخريطة في حالة ثبات عدد وحدات الفحص في العينة و عدم ثبات أحجام وحدات الفحص،وسوف نتطرق إلى كل حالة على حدى كمايلي:

04-01 خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) في حالة عدم ثبات وحدات الفحص:ليكن لدينا الجدول التالي الذي يمثل عدد العيوب للوحدة الواحدة في حالة عدم ثبات وحدات الفحص في العينة

الجدول (02-21) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج ب

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	16	06	0,375
02	26	12	0,46153846
03	22	08	0,36363636
04	10	04	0,4
05	28	14	0,5
06	32	12	0,375
07	15	04	0,26666667
08	23	08	0,34782609
09	30	13	0,43333333
10	14	05	0,35714286
11	26	09	0,34615385
12	32	11	0,34375
13	18	03	0,16666667
14	35	12	0,34285714
15	28	10	0,35714286
16	08	02	0,25
17	19	06	0,31578947
18	33	12	0,36363636
19	16	04	0,25
20	38	11	0,28947368
21	25	05	0,2
22	20	07	0,35
23	24	06	0,25
24	26	08	0,30769231
25	33	09	0,27272727
المجموع	**597**	**201**	**8,286033384**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

نحسب متوسط العيوب لكل وحدة كالتالي

$$\overline{U}=\frac{\sum_{i=1}^{g}U_i}{\sum_{i=1}^{g}n_i}=\frac{06+12+08+.....+09}{16+26+22+.....+33}=\frac{201}{597}=0,337$$

نحسب حدي السيطرة مع العلم ان حدود السيطرة ستكون مختلفة من عينة إلى أخرى بحيث نحسب الحد الأعلى للسيطرة لكل عينة حسب العلاقة التالية

$$UCL=\overline{U}+03\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_i}}$$

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01)=\overline{U}+03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(01)=0,337+03\times\sqrt{\frac{0,337}{16}}=0,7724$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02)=\overline{U}+03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(02)=0,337+03\times\sqrt{\frac{0,337}{26}}=0,6785$$

-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03)=\overline{U}+03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(03)=0,337+03\times\sqrt{\frac{0,337}{22}}=0,7083$$

وبنفس الطريقة يتم حساب حد السيطرة العلوي لجميع العينات

أما بالنسبة لحد السيطرة السفلي فيتم حسابه بالعلاقة التالية $LCL=\overline{U}-03\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_i}}$

-بالنسبة للعينة الأولى:

$$UCL(01)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(01)=0,337-03\times\sqrt{\frac{0,337}{16}}=0,098$$

-بالنسبة للعينة الثانية:

$$UCL(02)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(02)=0,337-03\times\sqrt{\frac{0,337}{26}}=0,0045$$

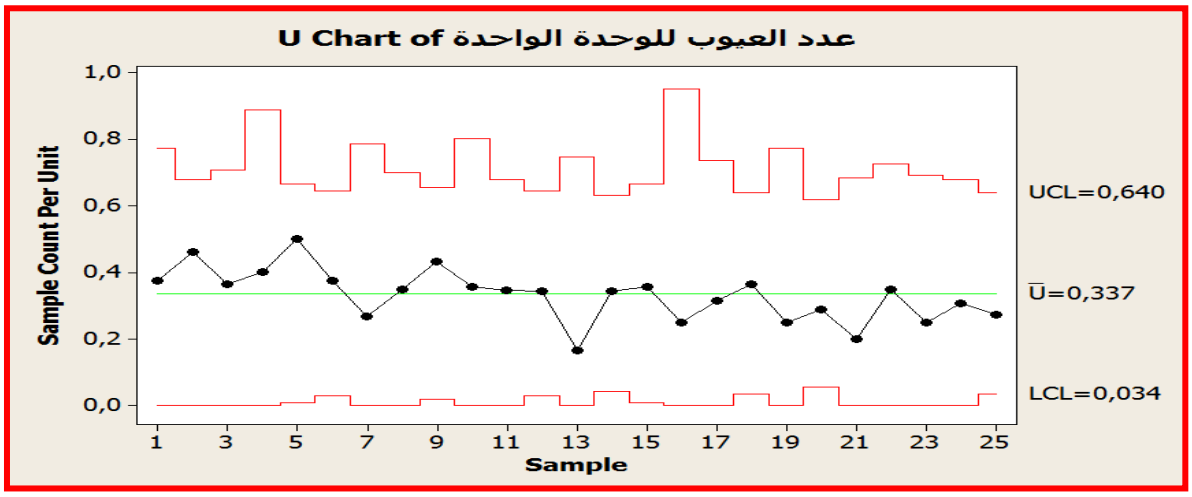
-بالنسبة للعينة الثالثة:

$$UCL(03)=\overline{U}-03\times\sqrt{\frac{\overline{U}}{n_1}}\Rightarrow UCL(03)=0,337-03\times\sqrt{\frac{0,337}{22}}=0,034$$

وبنفس الطريقة يتم حساب حد السيطرة السفلي لجميع العينات

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (.....) التالي:

الشكل (02-20): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج ب



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل (07) تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة للمنتجات المعيبة المرتكبة خلال 25 يوما، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد العيوب للوحدة الواحدة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

02-04 خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) في حالة ثبات وحدات الفحص: ليكن لدينا الجدول التالي الذي يمثل عدد العيوب للوحدة الواحدة في حالة ثبات وحدات الفحص في العينة

الجدول (02-22) : عدد العيوب للوحدة الواحدة ل25 يوم المنتج ب

الأيام	حجم العينة	عدد العيوب للوحدة الواحدة	نسبة عدد العيوب للوحدة الواحدة
01	100	25	0,25
02	100	18	0,18
03	100	16	0,16
04	100	11	0,11
05	100	22	0,22
06	100	13	0,13

0,17	17	100	**07**
0,28	28	100	**08**
0,33	33	100	**09**
0,14	14	100	**10**
0,24	24	100	**11**
0,16	16	100	**12**
0,21	21	100	**13**
0,19	19	100	**14**
0,29	29	100	**15**
0,3	30	100	**16**
0,15	15	100	**17**
0,31	31	100	**18**
0,14	14	100	**19**
0,22	22	100	**20**
0,29	29	100	**21**
0,13	13	100	**22**
0,21	21	100	**23**
0,18	18	100	**24**
0,16	16	100	**25**
5,15	**515**	**------**	**المجموع**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على وثائق المؤسسة

بالاستعانة بالجدول السابق ولحساب حدي المراقبة العلوي والسفلي نستعين بالمعادلات التالية:

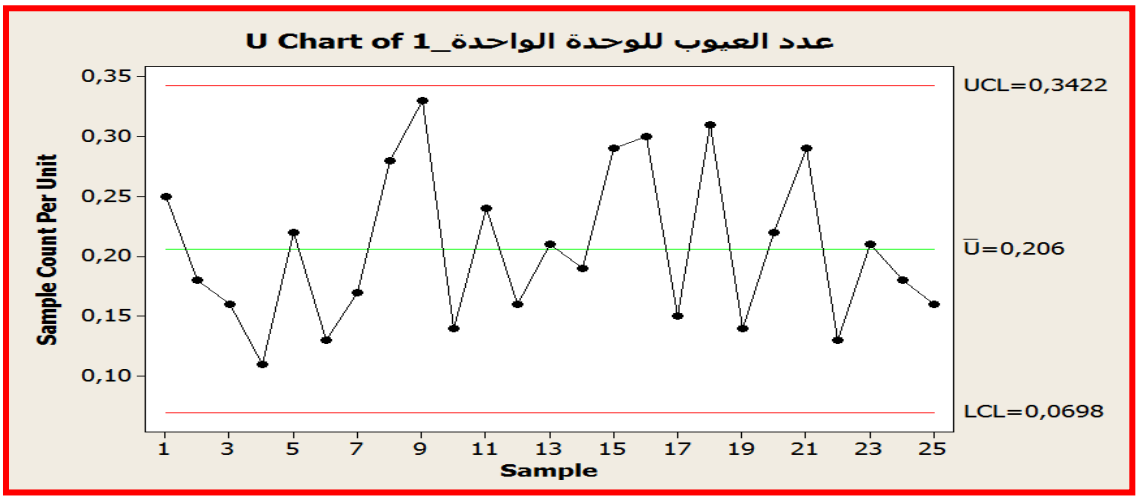
نعلم أن: $$\overline{U} = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_i}{m} = \frac{05,15}{25} = 0,206$$

نستخرج حدي السيطرة العلوي والأدنى من خلال المعالات التالية:

$$\begin{cases} UCL = \overline{U} + 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \\ CL = \overline{U} \\ LCL = \overline{U} - 03 \times \sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL = 0,206 + 03 \times \sqrt{\frac{0,206}{100}} = 0,3422 \\ CL = 0,206 \\ LCL = 0,206 - 03 \times \sqrt{\frac{0,206}{100}} = 0,0698 \end{cases}$$

وباستخدام البرنامج الإحصائي minitab 16.1 تم التوصل إلى الشكل (10) التالي:

الشكل (02-21): خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة (U-chart) المنتج ب



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: الخريطة الموضحة في الشكل أعلاه تخص عدد العيوب للوحدة الواحدة للمنتجات المعيبة المرتكبة خلال 25 يوما، والخريطة المتحصل عليها من خلال البرنامج الإحصائي minitab16.1 هي خريطة عدد العيوب للوحدة الواحدة لحجم العينة الثابت، ويلاحظ أن جميع النقاط كانت ضمن خطي المراقبة العلوي والسفلي مع عدم وجود أية أنماط تشير إلى أن العملية غير مستقرة، وهذا يعني أن عدد العيوب للوحدة الواحدة في العينة الثابتة هي عملية مستقرة إحصائيا ، ومن ثم يمكن استخدام حدود المراقبة لمراقبة العملية في المستقبل باستخدام طريقة واحدة لجمع البيانات وحجم المجموعات الجزئية مع مراعاة مراجعة حدود المراقبة في حالة حدوث تغيير في عدد المنتجات المصنعة المعيبة وبافتراض أن العملية لم تكن مستقرة إحصائيا وذلك بوجود نقاط خارج حدود المراقبة فيتم استبعاد جميع النقاط التي تقع خارج حدود المراقبة وإعادة العملية الحسابية من جديد حتى تصبح العملية مستقرة إحصائيا.

الفرع الثاني: تحليل مقدرة العملية الإنتاجية المنتج ب

قيل التطرق إلى دراسة مقدرة العملية الإنتاجية لابد أولا من دراسة خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى وكذا خريطة متوسط المدى فإن كانتا الخريطتان مستقرتان إحصائيا ننتقل مباشرة إلى دراسة مقدرة العملية الإنتاجية وذلك بدراسة جميع مؤشرات هذه العملية،أما إن وجد نقطة او أكثر خارج حدي السيطرة فيجب إعادة الدراسة من جديد وذلك بحذف العينات خارج حدي السيطر حتى نصل إلى ان جميع العينات تقع ضمن حدي السيطرة وبالتالي فالعملية مسقرة إحصائيا.

01-خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى: لرسم خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى نقوم بأخذ قياسات مختلفة لمخرجات العملية الصناعية وذلك لمدة 15 يوم،والجدول التالي يوضح هذه القياسات.

الجدول (02-23) القياسات المختلفة للمنتج ب قيد الدراسة لمدة15 يوم

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	435	450	475	490	466	465	454	477
2	487	460	457	454	477	477	477	457
3	444	441	456	465	457	455	444	471
4	459	444	461	467	471	448	461	460
5	458	460	460	477	460	467	451	456
6	470	455	444	454	456	450	454	444
7	449	451	477	447	444	440	477	465
8	445	457	454	458	465	430	450	475
9	467	457	459	465	475	444	441	479
10	460	467	478	464	479	459	444	454
11	477	449	465	445	454	458	460	477
12	471	449	471	447	464	470	455	457
13	450	466	471	461	454	457	455	471
14	468	470	454	457	460	460	457	460
15	441	470	475	475	458	465	445	456

المصدر: من إعداد الطالب

نعلم مما سبق ان معادلات خطذي السيطرة تعطى بالعلاقة التالية

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + 3\dfrac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - 3\dfrac{\left(\overline{R}/d_2\right)}{\sqrt{n}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} \end{cases}$$

ومن الملحق رقم (01) نستخرج قيمة A_2 والتي تساوي $A_2 = 0,373$

نقوم بحساب قيم كل من $\overline{\overline{X}}$ و $\overline{R}$ كالتالي

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{15}\overline{X}_i}{n} \Rightarrow \overline{\overline{X}} = \frac{6897,375}{15} = 459,825$$

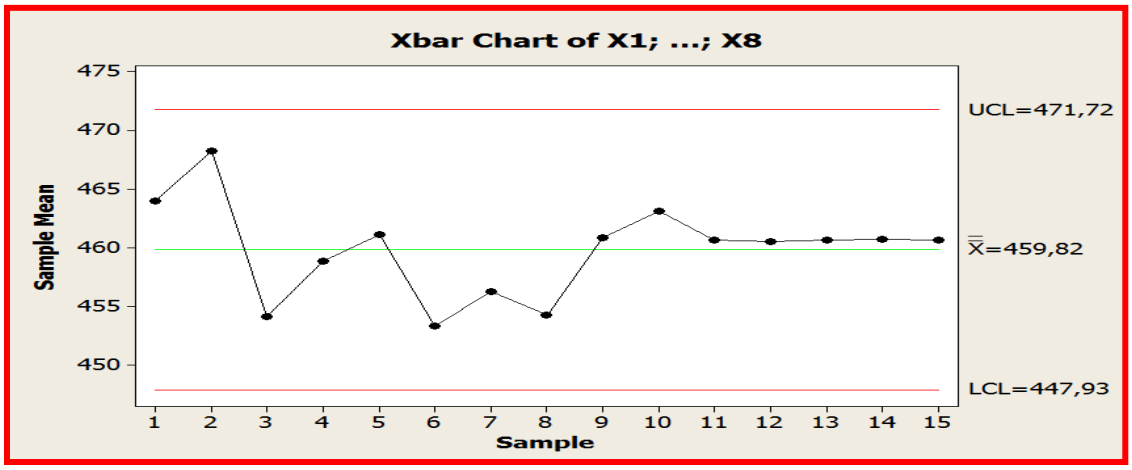
$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{15}R_i}{n} \Rightarrow \overline{R} = \frac{479}{15} = 31,93$$

يعطى حدي السيطرة كمايلي

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R} \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\overline{X}} = 459,825 + 0,373 \times 31,93 = 471,73 \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} = 459,825 \\ LCL_{\overline{X}} = 459,825 - 0,373 \times 42,26 = 447,91 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمتوسط الحسابي بدلالة المدى كالتالي

الشكل(02-22)خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى للمنتج ب و للقياسات المختلفة لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

02-خريطة المدى: نعلم مما سبق أن حدي السيطرة لخريطة المدى تعطى بالعلاقات الرياضية التالية

$$\begin{cases} UCL_{\overline{R}} = D_4\overline{R} \\ CL_{\overline{R}} = \overline{R} \\ LCL_{\overline{R}} = D_3\overline{R} \end{cases}$$

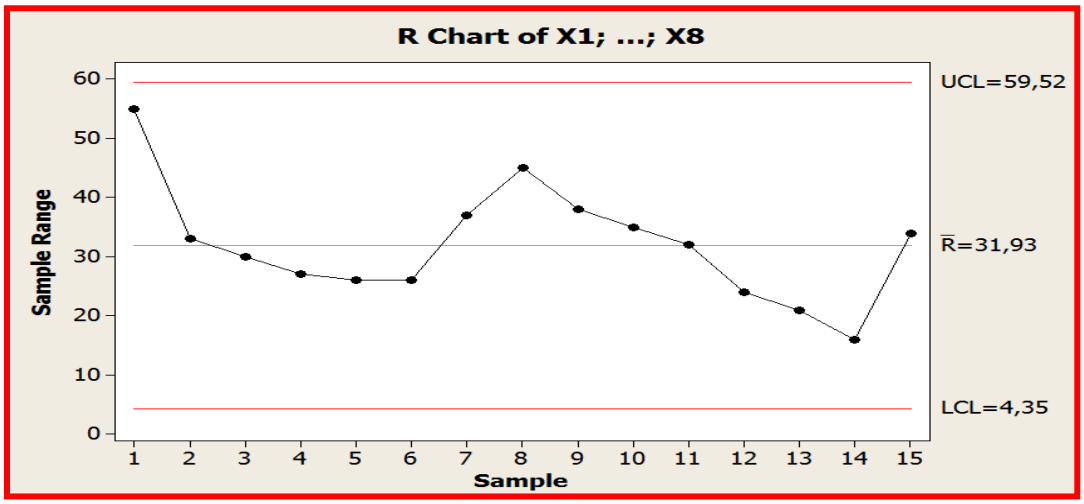
من الملحق رقم (01) نستخرج قيمة D_3 و D_4 كالتالي : $D_3 = 0,136; D_4 = 1,864$

نستخرج الآن حدي السيطرة

$$\begin{cases} UCL_{\overline{R}} = D_4\overline{R} \\ CL_{\overline{R}} = \overline{R} \\ LCL_{\overline{R}} = D_3\overline{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\overline{R}} = 1,864 \times 31,93 = 59,52 \\ CL_{\overline{R}} = \overline{R} = 31,93 \\ LCL_{\overline{R}} = 0,136 \times 31,93 = 04,34 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمدى كالتالي

الشكل(02-23)خريطة المدى للقياسات المختلفة للمنتج ب لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة لخريطة المدى تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

بما أن الخريطتان مستقرتان إحصائيا إذن يمكننا دراسة المقدرة العملية الإنتاجية لمخرجات المنتج ب

03- دراسة مقدرة العملية الإنتاجية: تقاس مقدرة العملية الإنتاجية بحساب عدة مؤشرات تعرف بمؤشر المقدرة، وتعتبر هذه المؤشرات من المقاييس المهمة التي تستخدم في برامج مراقبة الجودة في معظم المؤسسات وبما ان تباين المجتمع مجهول سوف نقوم بالإستدلال عليه من خلال العينة المدروسة وذلك من خلال العلاقتين التاليتين:

$\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}$ أو $\hat{\sigma}=\frac{\overline{S}}{C_4}$ وسوف نتطرق إلى كل حالة على حدى،أما مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية فهي عديدة وسوف نذكر منها التالي:

الحالة الأولى: بإستخدام مقدر الإنحراف المعياري $\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}$

وبما أن تباين المجتمع مجهول يستدل عليه بتباين العينة والذي يحسب وفق العلاقة التالية: $\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}$

نستخرج قيمة d_2 من الملحق رقم 01 كالتالي: $d_2=02,847$ ونقوم بحساب تباين العينة

$$\hat{\sigma}=\frac{\overline{R}}{d_2}=\frac{31,93}{02,847}=11,2153$$

1-مؤشر مقدرة العملية: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$\hat{C}_p=\frac{USL-LSL}{06\times\hat{\sigma}}\Rightarrow\hat{C}_p=\frac{471,72-447,93}{06\times11,2153}=0,35$$

بعد الحساب نلاحظ أن:

$$\hat{C}_p=0,35\Rightarrow\hat{C}_p<01$$

في هذه الحالة تكون العملية غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات، أي ان بعضا من مخرجاتها غير مطابقة للمواصفات الموضوعة لها.

2-مؤشر نسبة المقدرة: يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية:

$$C_r = \left(\frac{1}{C_p}\right)\times 100\% = \left(\frac{06\times(\sigma)}{USL-LSL}\right)\times 100\% \Rightarrow = \left(\frac{06\times 11,2153}{471,72-447,93}\right)\times 100\% = 282,85\%$$

أي أن تشتت مخرجات العملية اكبر من التشتت المسموح به أي أن نسبة استخدامها لمدى المواصفات المسموح به اكبر من 100%

3-مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة (C_{pk}): يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$C_{pk} = \min\left[C_{pu} = \frac{USL-\mu}{03\times\sigma}, C_{Pl} = \frac{\mu-LSL}{03\times\sigma}\right] = \frac{\min(USL-\mu,\mu-LSL)}{03\times\sigma}$$

$$= \frac{d-|\mu-m|}{03\times\sigma}$$

$$d = \frac{USL-LSL}{02} = \frac{471,72-447,93}{02} = 11,895$$

$$m = \frac{USL+LSL}{02} = \frac{471,72+447,93}{02} = 459,825$$

$$C_{pk} = \frac{d-|\mu-m|}{03\times\sigma} = \frac{11,895-|459,82-459,825|}{03\times 11,2153} = 0,35$$

$C_{pk} \neq C_p$ أي أن العملية ممركزة.

4-مؤشر المقدرة C_{pm} : يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

$$C_{pm} = \frac{USL-LSL}{06\times\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}$$

حيث T القيمة المستهدفة وهي تساوي نصف المسافة بين حدي المواصفات وتساوي

$$T = \frac{USL+LSL}{02} = \frac{471,72+447,93}{02} = 459,825$$

$$C_{pm} = \frac{USL-LSL}{06\times\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}} \Rightarrow C_{pm} = \frac{471,72-447,93}{06\times\sqrt{(11,2153)^2+(459,82-459,825)^2}} = 0,35$$

كما يمكن حسابه انطلاقا من العلاقة التالية:

$$C_{pm} = \frac{\hat{C}_p}{\sqrt{01+09\left(\hat{C}_p - C_{pk}\right)^2}} \Rightarrow C_{pm} = \frac{0,35}{\sqrt{01+09(0,35-0,35)^2}} = 0,35$$

قيمة $C_{pm} < 01$ اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

5-مؤشر المقدرة C_{pmk} : يتم حسابه انطلاقا من العلاقة التالية

قيمة C_{pmk} اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

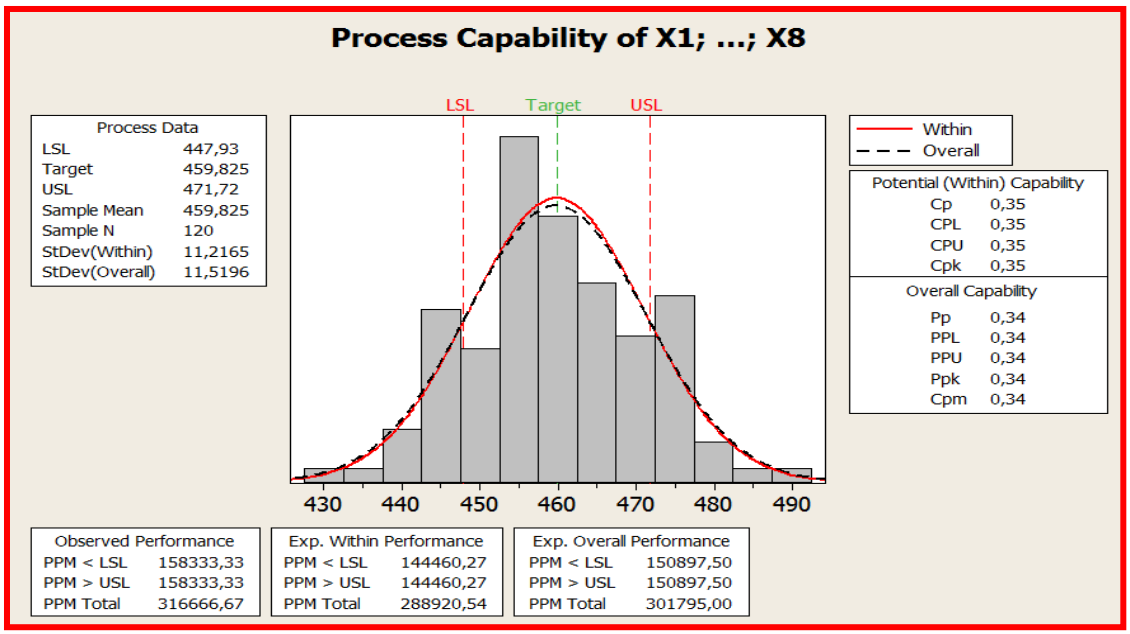
$$C_{pmk}=\frac{\min\{USL-\mu;\mu-LSL\}}{03\times\sqrt{\sigma^2+(\mu-T)^2}}\Rightarrow C_{pmk}=\frac{\min\{471,72-459,82;459,82-447,93\}}{03\times\sqrt{(11,2153)^2+(459,82-459,825)^2}}$$

$$C_{pmk}=\frac{\min\{11,90;11,89\}}{03\times11,2153}=\frac{11,89}{50,0877}=0,35$$

قيمة $C_{pmk}<01$ اقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات.

كما يمكن الحصول على النتائج السابقة انطلاقا من مخرجات البرنامج الاحصائي MINITAB16.1 كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل(02-24) تحليل مقدرة العمليات الإنتاجية للمنتج ب قيد الدراسة



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

02-خريطة المتوسط الحسابي بدلالة متوسط الإنحراف المعياري: لرسم خريطة المتوسط الحسابي بدلالة المدى نقوم بأخذ قياسات مختلفة لمخرجات العملية الصناعية وذلك لمدة 15 يوم،والجدول التالي يوضح هذه القياسات.

الجدول(02-24)القياسات المختلفة للمنتج ب قيد الدراسة لمدة15 يوم

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	435	450	475	490	466	465	454	477
2	487	460	457	454	477	477	477	457
3	444	441	456	465	457	455	444	471
4	459	444	461	467	471	448	461	460
5	458	460	460	477	460	467	451	456
6	470	455	444	454	456	450	454	444
7	449	451	477	447	444	440	477	465
8	445	457	454	458	465	430	450	475
9	467	457	459	465	475	444	441	479
10	460	467	478	464	479	459	444	454
11	477	449	465	445	454	458	460	477
12	471	449	471	447	464	470	455	457
13	450	466	471	461	454	457	455	471
14	468	470	454	457	460	460	457	460
15	441	470	475	475	458	465	445	456

المصدر: من إعداد الطالب

نعلم مما سبق ان معادلات خطذي السيطرة تعطى بالعلاقة التالية

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_3\overline{S} \\ CL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_3\overline{S} \end{cases}$$

ومن الملحق رقم (01) نستخرج قيمة A_3 والتي تساوي $A_3 = 01,099$

نقوم بحساب قيم كل من $\overline{\overline{X}}$ و $\overline{S}$ كالتالي

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{15}\overline{X}_i}{n} \Rightarrow \overline{\overline{X}} = \frac{6897,375}{15} = 459,825$$

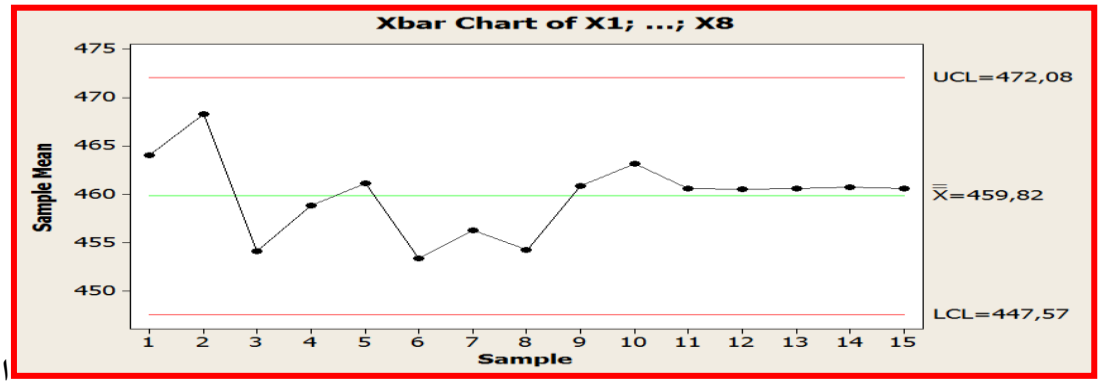
$$\overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{15}S_i}{n} \Rightarrow \overline{S} = \frac{167,1896863}{15} = 11,1460$$

يعطى حدي السيطرة كمايلي

$$\begin{cases} UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_3\overline{S} \\ CL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} \\ LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_3\overline{S} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\overline{X}} = 459,825 + 01,099 \times 11,1460 = 472,07 \\ CL_{\overline{X}} = \mu_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} = 459,825 \\ LCL_{\overline{X}} = 459,825 - 01,099 \times 11,1460 = 447,57 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمتوسط الحسابي بدلالة المدى كالتالي

الشكل(02-25)خريطة المتوسط الحسابي بدلالة متوسط الإنحراف المعياري للمنتج ب و للقياسات المختلفة لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

02-خريطة متوسط الإنحراف المعياري: نعلم مما سبق أن حدي السيطرة لخريطة المدى تعطى بالعلاقات الرياضية التالية

$$\begin{cases} UCL_{\bar{S}} = B_4\bar{S} \\ CL_{\bar{S}} = \bar{S} \\ LCL_{\bar{S}} = B_3\bar{S} \end{cases}$$

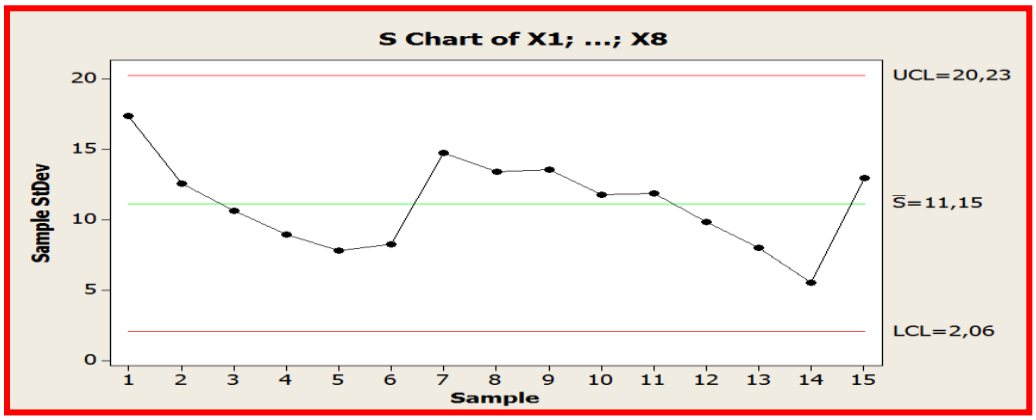
من الملحق رقم (01) نستخرج قيمة B_3 و B_4 كالتالي : $B_3 = 0,185; B_4 = 1,815$

نستخرج الآن حدي السيطرة

$$\begin{cases} UCL_{\bar{S}} = B_4\bar{S} \\ CL_{\bar{S}} = \bar{S} \\ LCL_{\bar{S}} = B_3\bar{S} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} UCL_{\bar{S}} = 1,815 \times 11,1460 = 20,23 \\ CL_{\bar{S}} = \bar{S} = 11,1460 \\ LCL_{\bar{S}} = 0,185 \times 11,1460 = 02,062 \end{cases}$$

ومن خلال البرنامج الإحصائي Minitab16.1 نتحصل على حريطة المراقبة للمدى كالتالي

الشكل(02-26)خريطة متوسط الإنحراف المعياري للقياسات المختلفة للمنتج ب لمدة15 يوم



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام مخرجات برنامج MINITAB16.1

التحليل: نلاحظ أن جميع نقاط المشاهدة لخريطة متوسط الإنحراف المعياري تقع بين حدي السيطرة (الضبط الإحصائي) العلوي والسفلي وبالتالي فالعملية مستقرة إحصائيا.

خاتمة الفصل:

في ختام هذا الفصل التطبيقي، يمكننا أن نستنتج أن تطبيق منهجية ستة سيقما في ضبط جودة الصناعات التحويلية قد أثمر عن نتائج إيجابية ملموسة. من خلال تحليل البيانات وتقييم الأداء، تمكنا من تقليل معدل العيوب وتحسين كفاءة العمليات، مما عزز من قدرة الشركات على تلبية توقعات العملاء بشكل أفضل .

كما برزت أهمية التفاعل بين فرق العمل وكيف أسهم التدريب والتطوير المستمر في تعزيز ثقافة الجودة في المؤسسات. وعبر استخدام الأدوات التحليلية المناسبة، تمكنّا من تحديد نقاط الضعف واتخاذ إجراءات تصحيحية فعالة . إن نتائج هذا الفصل لا تقتصر فقط على تحسين الأداء الداخلي، بل تمتد إلى إيجاد تأثيرات إيجابية على رضا العملاء والعائد المالي، مما يعتبر دليلاً على أهمية اعتماد منهجية ستة سيقما كأسلوب عمل أساسي في الصناعات التحويلية . وبناءً على ما تم تحقيقه من نتائج، يمكن أن تكون هناك توصيات مستقبلية لتوسيع نطاق تطبيق هذه المنهجية في مجالات أخرى من العمل، بما يسهم في رفع مستوياته وجودته بشكل مستدام.

خاتمة

خاتمـــــــــة

منهجية "ستة سيغما" هي إطار إداري يهدف إلى تحسين جودة العمليات وتقليل العيوب في الصناعات التحويلية من خلال استخدام أدوات إحصائية وتقنيات تحسين مستمرة. تركز هذه المنهجية على تحديد المشاكل في العمليات الحالية، قياس الأداء، وتحليل البيانات للعثور على الأسباب الجذرية للعيوب. تعمل بعد ذلك على تحسين عمليات الإنتاج من خلال تطوير استراتيجيات فعالة، مع ضمان السيطرة على هذه العمليات الجديدة للحفاظ على جودة المنتج. تتضمن أدوات ستة سيغما أساليب مثل خرائط السبب والنتيجة وتقنيات DMAIC (تعريف، قياس، تحليل، تحسين، والتحكم) التي تساهم في تقليل التكاليف وزيادة كفاءة الإنتاج. في النهاية، يعزز هذا المنهج من رضا العملاء عبر تقديم منتجات ذات جودة أعلى، مما يجعل "ستة سيغما" خيارًا استراتيجيًا فعالًا في تعزيز جودة الصناعات التحويلية.

تُعد منهجية "ستة سيغما" من الأدوات الفعّالة في إدارة الجودة، حيث تساهم في تحسين العمليات داخل الصناعات التحويلية وتحقيق نتائج ملموسة في الأداء. تعتمد هذه المنهجية على مجموعة من المبادئ الأساسية التي تسلط الضوء على أهمية البيانات والتحليل الكمي. وتبدأ العملية بتحديد المشكلة أو الاختناق الموجود في خط الإنتاج، متبوعة بجمع البيانات اللازمة لفهم أداء النظام الحالي. تؤدي هذه الخطوة إلى قياس العيوب والمخاطر المرتبطة بعملية التصنيع، مما يسهل وضع أهداف ملموسة لتحسين الجودة .

بعد قياس الأداء، يتم استخدام أدوات تحليلية مثل تحليل الانحدار والخرائط السهمية لتحديد الأسباب الجذرية للعيوب. من خلال فهم هذه الأسباب، يمكن للفرق العمل على تطوير حلول مبتكرة وإجراءات معيارية، مما يؤدي إلى تحسينات فعلية في الجودة والكفاءة .

وتساهم هذه المنهجية في تحقيق فوائد كبيرة، مثل تقليل الفاقد وتقليص تكاليف الإنتاج، مما يؤدي إلى زيادة الربحية. كما تساهم "ستة سيغما" في تعزيز رضا العملاء من خلال ضمان تقديم منتجات ذات جودة عالية وموثوق بها، مما يعزز سمعة العلامة التجارية في السوق. وبالتالي، يُعتبر تطبيق منهجية "ستة سيغما" خطوة استراتيجية حيوية لأي مؤسسة تسعى لتحقيق التميز في الصناعة التحويلية .

النتائج:

النتائج النظرية:

منهجية ستة سيغما هي أداة فعالة لتحسين جودة العمليات وتقليل العيوب في الصناعات التحويلية. فيما يلي بعض النتائج الرئيسية التي يمكن أن تتوصل إليها من بحث حول استخدام هذه المنهجية في ضبط جودة هذه الصناعة:

1) أثبتت منهجية ستة سيغما قدرتها على تقليل معدلات العيوب بشكل ملحوظ، مما يؤدي إلى تحسين جودة المنتجات النهائية وتلبية توقعات العملاء.
2) ساهمت المنهجية في تحسين الكفاءة من خلال تحسين سير العمل وتقليل الفاقد في الموارد، مما يزيد من الإنتاجية ويقلل من التكاليف.
3) نتيجة لتحسين الجودة وتقليل العيوب، شهدت الشركات التي طبقت ستة سيغما تحسنًا في رضا العملاء وولائهم، مما أثّر إيجابياً على سمعة العلامة التجارية.
4) شجعت منهجية ستة سيغما على تطوير ثقافة التحسين المستمر داخل المنظمة، حيث أصبح الموظفون أكثر وعيًا بأهمية الجودة والفاعلية.
5) استخدام أدوات تحليل البيانات مثل المخططات التحكم والتحليل الإحصائي ساعد الشركات على فهم العمليات بشكل أعمق واتخاذ قرارات مستندة إلى البيانات.
6) ساهمت التحسينات في الجودة والكفاءة في زيادة الربحية وانخفاض التكاليف التشغيلية، مما أثر بشكل إيجابي على النتائج المالية العامة للشركات.

تؤكد هذه النتائج على أهمية منهجية ستة سيغما في تعزيز الجودة والكفاءة في الصناعات التحويلية، مما يجعلها أداة قيمة لتحسين الأداء الشامل للمنظمات في هذا القطاع.

النتائج التطبيقية:

أولا: فيما يخص المنتج الأول (أ)

1. تم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة نسبة عدم المطابقة P_CHART في الأيام (24،20،17)

2. بعد حذف جميع الأيام التي سجل فيها انحرافات أصبحت جميع النقاط داخل حدي السيطرة حسب خريطة نسبة عدم المطابقة P_CHART
3. تم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts) في الأيام (17،20،24)
4. بعد حذف جميع الأيام التي سجل فيها انحرافات أصبحت جميع النقاط داخل حدي السيطرة حسب خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts)
5. تم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة (C-Charts) في الأيام (17،14،04،02)
6. بعد حذف جميع الأيام التي سجل فيها انحرافات أصبحت جميع النقاط داخل حدي السيطرة حسب خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة (C-Charts)
7. تم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts) في حالة عدم ثبات وحدات الفحص في الأيام (09 ،20،12)
8. بعد حذف جميع الأيام التي سجل فيها انحرافات أصبحت جميع النقاط داخل حدي السيطرة حسب خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts) في حالة عدم ثبات وحدات الفحص
9. تم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts) في حالة ثبات وحدات الفحص في الأيام (17،10،07)
10. بعد حذف جميع الأيام التي سجل فيها انحرافات أصبحت جميع النقاط داخل حدي السيطرة حسب خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts) في حالة ثبات وحدات الفحص

11. **مؤشر مقدرة العملية:**

نلاحظ أن $\mathbf{C_p = 0.35}$ أي أن $\mathbf{C_p < 01}$

في هذه احالة تكون العملية غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات، أي أن نسبة استخدامها لمدى المواصفات المسموح به أكبر من 100٪.

12. **مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة $\mathbf{C_{pk}}$:**

وبما ان قيمة $\mathbf{C_p = C_{pk}}$ أي أن العملية ممركزة

13. مؤشر المقدرة C_{pm}

قيمة $C_{pm} = 0.35$ أقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات

ثانيا: فيما يخص المنتج الثاني (ب)

1. لم يتم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة نسبة عدم المطابقة P_CHART
2. لم يتم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد وحدات عدم المطابقة (المعيبات) (np-Charts
3. لم يتم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد العيوب في العينة الثابتة (C-Charts)
4. لم يتم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts) حالة عدم ثبات وحدات الفحص
5. لم يتم تسجيل انحرافات خارج حدود المراقبة حسب خريطة عدد العيوب في الوحدة المنتجة (U-Charts) حالة ثبات وحدات الفحص
6. **مؤشر مقدرة العملية:**

نلاحظ أن $C_p = 0.35$ أي أن $C_p < 01$

في هذه احالة تكون العملية غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات، أي أن نسبة استخدامها لمدى المواصفات المسموح به أكبر من 100٪.

7. **مؤشر المقدرة للعمليات غير الممركزة C_{pk} :**

وبما ان قيمة Cp = Cpk أي أن العملية ممركزة

8. **مؤشر المقدرة C_{pmk}**

قيمة $C_{pmk} = 0.35$ أقل من الواحد مما يعني أن المصنع لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات

اجمالا مما سبق تم تسجيل عديد من الانحرافات عن المواصفات في ما يتعلق بالمنتج أ استنادا لخرائط الرقابة لصفات وهذا الامر يطرح عدة أسباب يمكن أن تكون سبب في هذا الخلل سواء الالة التي تقوم بإنتاج المنتج أ أو الفريق العامل على ذلك المنتج يحتاج متابعة وإشراف إضافي لتقليص الهدر التي تعاني منه المؤسسة عكس المنتج ب الذي لم تسجل أي انحراف في كل خرائط الرقابة لصفات ولكن عقب تحليل مقدرة العمليات تم تسجيل أن المصنع

لا يملك مقدرة فعلية للإنتاج حسب المواصفات لذلك على الإدارة العليا للمصنع تدارك هذا الامر في قريب لتجنب تعرضها لعسر مالي مستقبلا.

التوصيات:

- يجب أن تتلقى الفرق العاملة تدريباً شاملاً حول مبادئ وطرق ''ستة سيغما''. يمكن توفير برامج تدريبية داخلية أو استقطاب مدربين خارجيين لتطوير مهارات المشاركين، بما في ذلك "الحزام الأسود" و"الحزام الأخضر."
- يجب أن يكون هناك دعم قوي والتزام من الإدارة العليا لتطبيق فلسفة "ستة سيغما". هذا يشمل توفير الموارد اللازمة وتحديد الأهداف الاستراتيجية التي تتماشى مع تحسينات الجودة.
- من الضروري وضع أهداف محددة وقابلة للقياس تسعى إلى تحسين الجودة وتقليل العيوب. ينبغي أن تكون هذه الأهداف مرتبطة بالأهداف العامة للشركة.
- يجب الاعتماد على البيانات والتحليل الكمي في جميع مراحل منهجية ستة سيغما. يجعل ذلك من الممكن فهم الأداء الحالي واستناد القرارات إلى حقائق وإحصائيات دقيقة.
- ينبغي تشجيع جميع الموظفين على المشاركة في عملية تحسين الجودة. يمكن أن يؤدي إشراكهم في الفرق متعددة التخصصات إلى تكوين أفكار جديدة وتحفيز الوعي بالتحسين المستمر.
- يجب أن تكون هناك مشاريع محددة في إطار "ستة سيغما"، تتعامل مع مشاكل مختلفة وتعمل على تحسين العمليات الجارية. يجب أن تكون هذه المشاريع مُراقَبة ومُقيَّمة بانتظام.
- استخدام أدوات مثل الرسوم البيانية، تحليل السبب والنتيجة، وإجراءات القياس الفعلية لتحسين الرؤية لمشاكل الجودة وتحقيق نتائج دقيقة.
- من المهم وضع آليات لمراقبة الأداء والتأكد من أن التحسينات المحققة تستمر. ينبغي تنفيذ برامج لمراقبة الجودة بشكل دوري لضمان الالتزام بالمعايير.
- ينبغي تعزيز ثقافة الابتكار على مستوى المؤسسة، مما يُشجع الفرق على التفكير خارج الصندوق وتقديم حلول جديدة للتحديات القائمة.
- العمل على تبسيط العمليات والتخلص من الأنشطة غير الضرورية مما يسهل تطبيق منهجية "ستة سيغما" ويُتيح تحقيق أهداف ضبط الجودة بكفاءة.

باتباع هذه التوصيات، يمكن أن تعزز الصناعات التحويلية من قدرتها على تحسين جودة المنتجات وتقليل العيوب، مما يسهم في تحقيق ميزة تنافسية في السوق.

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المراجع باللغة العربية

- حميد مظلوم كاظم السعيدي. (2022). تاثير معايير الجيود السداسي في تحسين الخدمات المصرفية. *مجلة الادارة والاقتصاد، 47*(132)، 75-88. تم الاسترداد من https://www.iasj.net/iasj/article/230266
- ابراهيم محسن، و احمد أبو سن . (2020). تطبيق مبادئ ستة سيقما لتحسين العمليات في شركة النفط اليمنية – دراسة حالة شركة مصافي عدن-. . مجلة العلوم الاقتصادية،المجلد 18، العدد 02،، 40.
- إسماعيل إبراهيم القَّزاز. (2015). ضَبْطُ الجوْدَة النَظرَّية وَالتطبيْق. عمان: دار دجلة.
- الهام بوغليطة . (2017). تطبيق معايير ستة سيقما في تحسين جودة التعليم العالي دراسة حالة كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة سكيكدة. مجلة العلوم الإنسانية، 28(1)، 241-252. تم الاسترداد منhttps://www.asjp.cerist.dz/en/article/89185
- اياد عبد الله شعبان. (209). إدارة الجودة الشاملة، الطبعة الأولى. عمان- الأردن: دار زهران للنشر والتوزيع.
- بسام منيب علي محمد الطائي. (2019). تحسين جودة التصميم باستخدام منهجية الجيود السداسي الرشيق: دراسة تحليلية لآراء المدراء في الشركة العامة للصناعات الجلدية – بغداد. تنمية الرافدين، 38(121)، 133-153. تم الاسترداد من https://www.iasj.net/iasj/article/164073
- بشير بن موسى، و محمد حشماوي. (2018). تفعيل الصناعة التحويلية في ظل الاستفادة من مقومات التكامل المغاربي-دراسة تحليلية لواقع الصناعة التحويلية الجزائر، تونس، المغرب. مجلة الدراسات الإقتصادية والمالية، المجلد 11(العدد 01)، 182.
- بلية حبيب. (2019). إدارة الجودة الشاملة (المفهوم-الأساسيات-شروط التطبيق). مصر: الناشر الأكاديمية للكتاب الجامعي.
- بن عيشاوي أحمد. (2011). إدارة الجودة الشاملة مدخل لتطوير أداء التعليم العالي في الجزائر. 5.

- جمال طاهر أبو الفتوح حجازي. (2002). إدارة الإنتاج و العمليات مدخل إدارة الجودة الشاملة . القاهرة- مصر: مكتب القاهرة للطباعة و التصوير.
- حبيبة قشي . (2017). تحسين جودة الخدمات الصحية باستخدام منهجية الستة سيقما في المؤسسات الاستشفائية. مجلة التنمية والاقتصاد التطبيقي، 1(1)، 16-17. تم الاسترداد من https://www.asjp.cerist.dz/en/article/64915
- حسين وراد ، و آخرون. (2021). متطلبات تطبيق منهجية ستة سيقما كآلية لتحسين جودة التعليم العالي في الجزائر. مجلة الاقتصاد الحديث والتنمية المستدامة، 4(1)، 77-92. تم الاسترداد من https://www.asjp.cerist.dz/en/article/155178
- حميدة زواوي . (2011). سياسات التدريب في المؤسسات الاقتصادية ومدى توافقها مع متطلبات تطبيق برامج الستة سيقما دراسة ميدانية بالتطبيق على مؤسسة كوندور (مذكرة ماجستير). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، المسيلة: جامعة محمد بوضياف.
- خير الدين جمعة، و ابتسام حسيني. (2011). حلقات الجودة في المؤسسة تجارب بعض الدول. مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية العدد 09، 126.
- رابح دراوش، و صبرينة خام الله. (2015). دور حلقات الجودة في إنجاح نظام إدارة الجودة الشاملة،، المجلد 01، العدد الثالث، 2015. البشرية، 316.
- زينة حمزة غالي ، و محمد وفي الشمري. (2016). منهج الحيود السداسي ودورة في تحسين جودة المنتجات وتخفيض التكاليف: بحث تطبيقي في الشركة العامة لأسمنت الجنوبمعمل اسمنت الكوفة. المجلة العراقية للعلوم الادارية، 12(48)، 274-319. تم الاسترداد من https://www.iasj.net/iasj/article/154010
- سمر خليل إبراهيم جودة. (2011). مدى توافر مقومات تطبيق ستة سيقما في مستشفيات حكومية في قطاع غزة ودورها في تحسين جودة الخدمات الصحية من وجهة نظر الادارة العليا،. رسالة ماجستير. غزة، قسم إدارة الأعمال، تخصص إدارة أعمال،، فلسطين: كلية تجارية، جامعة الاسلامية.
- سمية ناصري. (2018/2017.). أهمية تطبيق ستة سيقما في تحسين جودة العملية التكوينية بالجامعة،. أطروحة الدكتوراه. قسم علوم التسيير تخصص إدارة أعمال المؤسسات، جامعة محمد بوضياف المسيلة،.

- سمية ناصري. (2018). أهمية تطبيق ستة سيقما في تحسين جودة العملية التكوينية بالجامعة –دراسة مجموعة من الجامعات – (أطروحة دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، المسيلة: جامعة محمد بوضياف. تم الاسترداد من-https://dspace.univ msila.dz/items/4deb7782-0164-404f-826b-b908e03bc5eb
- شيماء ضياء جاسم العبيدي، و ثائر صبري محمود كاظم الغبان. (2022). إدارة التكلفة بإستعمال منهج الحيود السداسي لترشيد تكاليف الأنشطة الإنتاجية بحث تطبيقي في معمل السجاد الميكانيكي العراقي. مجلة دراسات محاسبية ومالية، 17(58)، 127-150. تم الاسترداد من https://www.iasj.net/iasj/article/242413
- صليحة يعقوبن. (2020). واقع الصناعة التحويلية ودورها في تطوير الاقتصاديات العربية. المجلة الاكاديمية للدراسات الاجتماعية و الانسانية، المجلد 12(العدد 05)، 171.
- عادل محمد عبدالله. (2013). مدى إمكانية تبني منهجية الحيود السداسي في السيطرة على نوعية الأدوية المطلوبة وفقاً لأنموذج :DMAIC دراسة تحليلية في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى. مجلة جامعة الانبار للعلوم الاقتصادية والادارية، 5(10)، 351-366. تم الاسترداد من https://www.iasj.net/iasj/article/76474
- عائشة بن علي، و نوري منير. (2017). واقع تطبيق مبادئ إدارة الجودة الشاملة في المؤسسات الاقتصادية الجزائرية. مجلة الاستراتيجية والتنمية، المجلد 07، العدد 12، 275.
- عبد الحميد عبد المجيد البلداوي. (1997). الإحصاء للعلوم الإدارية و التطبيقية. عمان- الأردن: دار الشروق ، الطبعة الأولى.
- عبير شرف الدين. (2019). ادارة الجودة في المنظمات. الاسكندرية، مصر: جامعةالاسكندرية كلية التجارة.
- عربي فدعم انتصار، أحلام أحمد جمعة، و مروان عبد الحميد عاشور. (2018). استعمال خرائط مراقبة السيطرة لقياس جودة الطالب الجامعي في العملية التعليمية. مجلة الاقتصاد و الأعمال، 471.
- علي صاحب نور، و مجيد عبد الحسين هاتف. (2021). دور منهج الحيود السداسي الرشيق (Lean Six Sigma) في تخفيض تكلفة المنتوج (مذكرة ماجستير). كلية الادارة والاقتصاد: جامعة القادسية – قسم المحاسبة.

- علي عابد. (2019). قياس جودة المنتجات الصناعية باستخدام خريطة المراقبة للصفات. مجلة الاقتصاد الصناعي، 326.
- علي عابد، و وأخرون. (2023). تحليل مقدرة العملية الإنتاجية الخاضعة للتوزيع الطبيعي لخريطة المراقبة للمتغيرات. دفاترMECAS ، 19(1)، 249-265.
- فاطمة طزوطة، و سليم مخضار. (2023). تحليل أثر الصناعة التحويلية الغذائية على النمو الاقتصادي في الجزائر دراسة قياسية للفترة 2005 – 2020. مجلة البشائر الاقتصادية، المجلد 09(العدد 01)، 443.
- فالح الريدي مثنى، و خالص حسن الناصر. (2009). استخدام نموذج تاجوشي في تقدير التكاليف الخفية لابتعاد عن مواصفات الجودة المستخدمة،. مجلة تنمية الرافدين، العدد 94 مجلد 31،.
- قاسم نايف علوان المحياوي. (2006). إدارة الجودة في الخدمات، الطبعة 01. عمان: الشروق للنشر والتوزيع.
- كاظم حمود خضير، و روان منير الشيخ. (2001). إدارة الجودة في المنظمات المتميزة، الطبعة الأولى. عمان، الأردن: دار صفاء للنشر.
- محفوظ أحمد جودة. (2006). إدارة الجودة الشاملة: مفاهيم وتطبيقات، الطبعة الثانية . عمان: دار وائل للطباعة والنشر والتوزيع.
- محمد ابراهيم. (2018). مبادئ ادارة الجودة الشاملة . دار ابن النفيس للنشر و التوزيع.
- محمد أبو النصر مدحت. (2015). إدارة الجودة الشاملة (استراتيجية كايزن اليابانية في تطوير المنظمات)، الطبعة الاولى. مصر: دار الكتب المصرية الناشر مجموعة العربية للتدريب والنشر.
- محمد أجمد عيشوني. (2010). الدليل العملي للتحسين المستمر للعمليات باستخدام الأدوات الأساسية السبع للجودة. الرياض المملكة العربية السعودية: دار الأصحاب للنشر و التوزيع.
- محمد أحمد العيشوني. (2013). صبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية. المملكة العربية السعودية.
- محمد أحمد العيشوني. (2013). ضبط الجودة الإحصائي باستخدام برامج الميكروسفت والاكسل. المملكة العربية السعودية: جامعة الحائل.

- محمد أمين قايد غربي، و علي عابد. (2023). استخدام منهج ستة سيقما في قياس جودة المنتجات الصناعية . مجلة المنتدى، 230.
- محمد أمين قايد غربي، و علي عابد. (2024). الرقابة الإحصائية لجودة المنتجات الصناعية بإستخدام خريطتا المشاهدات الفردية والمدى المتحرك. مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، 591.
- محمد توفيق ماضي. (2011). إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل اتخاذ القرار). مصر: الدار الجامعية الإسكندرية.
- محمد حامدي. (2019). علاقة حلقات الجودة بإدارة الجودة الشاملة. مجلة أفاق علوم الادارة والاقتصاد، المجلد 03، عدد 01،، 273.
- محمد رضا الخلف نضال ، و حسين سعيد عبدالله دواس. (2021). اثر تطبيق منهجية الحيود السداسي (Six Sigma)في تحسين الجودة وتخفيض تكاليف الفشل الداخلي: دراسة حالة. مجلة الادارة والاقتصاد، 46(130)، 147-163 . doi:http://doi.org/10.31272/JAE.44.2021.130.11
- محمد صادق. (2014). إدارة الجودة الشاملة في التعليم، الطبعة الأولى . مصر: المجموعة العربية للتدريب والنشر.
- محمد عبد الرحمان إسماعيل. (2006). الرقابة الاحصائية على العمليات. الرياض: معهد الادارة العامة .
- محمد عبد الرحمن اسماعيل. (2006). الرقابة الاحصائية على العمليات . الرياض: معهد الإدارة العامة.
- محمد عبد الوهاب العزاوي. (2005). إدارة الجودة الشاملة. عمان، الأردن: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
- محمد عبدالعالي العبيدي نشوان، و محمد صالح ماجد . (2023). دور ستة سيقما في تعزيز تطبيق تقنية التصنيع المضاف. مجلة الجامعة التقنية الشمالية للعلوم الادارية والانسانية، 03(01)، 1-21. تم الاسترداد منhttps://www.iasj.net/iasj/article/270149
- مصطفى بودرامة ، و الطيب قصاص. (2017). المشاكل التي تواجه القطاع الصناعي في الجزائر. مجلة رؤى اقتصادية، 7(12)، 195-210. تم الاسترداد من https://www.asjp.cerist.dz/en/article/30776

- مصطفى بياض . (2018). ستة سيقما و دورها في تحسين أداء المؤسسة دراسة حالة ملبنة سيقاية. المجلة المغاربية للإقتصاد و المانجمت، 4(2)، 8-17. تم الاسترداد من https://www.asjp.cerist.dz/en/article/45987
- مصطفى بياض، و عبد السلام مخلوفي . (2017). ستة سيقما ودورها في تحسين جودة الخدمات الصحية دراسة حالة مؤسسة الصحة الجوارية بتندوف. مجلة البديل الاقتصادي، 4(2)، 42-55. تم الاسترداد منhttps://www.asjp.cerist.dz/en/article/69590
- مهدي صالح السامرائي. (2007). إدارة الجودة الشاملة في القطاعين الإنتاجي والخدمي، ، ، . عمان، الأردن: دار جرير.
- هشام الكحلوت. (2021). العوامل المؤثرة على إنتاج الصناعة التحويلية في فلسطين. مجلة اقتصاد المال و الأعمال، المجلد 05(العدد 05)، 309.
- هلا نتيفة. (2015). ضبط ومراقبة العملية االنتاجية باستخدام خرائط المراقبة االحصائية للمتغيرات. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، 500.
- يوسف عزة، و رحمة سلامة. (2019). متطلبات تطبيق منهجية كايزن للتحسين المستمر لتطوير أداء إدارات التعليم قبل الجامعي،. مجلة البحث العلمي في التربية العدد 20، 706.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية

- Costa, L., & et al. (2020). The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics. *Food Control, 112*, 1-15. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107110
- Barbosaa, G., & et al. (2014). Deployment of a laser projection solution for stripes plotting based on Six Sigma DMAIC methodology applied to aircraft painting shop. *Production &*

Manufacturing Research, *2*(1), 697–711. doi:https://doi.org/10.1080/21693277.2014.943432

- Bazrkar, A., & et al. (2017). Total quality model for aligning organization strategy, improving performance, and improving customer satisfaction by using an approach based on combination of balanced scorecard and lean six sigma. *Cogent Business & Management,* *4*(1), 1-16. doi:https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1390818

Revised Total Quality Management .(2012) .Dale H. Besterfield •

.India: Pearson Education in South Asia *.third edition*

- Daniyan, I., & et al. (2023). Improvement of production process variations of bolster spring of a train bogie manufacturing industry: a six-sigma approach. *Cogent Engineering, 10*(1), 1-22. doi:https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2154004
- Delleci, Y. (2023). Lean Six Sigma: A New Powerful Process Improvement Methodology. *Revue de Recherches et Etudes Scientifiques,* *17*(1), 178-197. Retrieved from https://www.asjp.cerist.dz/en/article/212705
- Guleria, P., & et al. (2022). Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: A case study. *Materials Today: Proceedings*(50), 1739–1746. doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.177
- Hill, J., & et al. (2017). The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO

facility. *Production & Manufacturing Research, 6*(1), 26–48. doi:https://doi.org/10.1080/21693277.2017.1417179

- Jallouli, F., & Belbel, R. (2022). Analyzing The Efficiency Of The Six Sigma Methodology In Processes Optimization -case Study Of The Tunisian Company Sfbt-. *The Journal of Economic Integration, 10*(4), 30-50. Retrieved from https://www.asjp.cerist.dz/en/article/215451
- *Principales of total* . .(2005) .vincent k omachonu ,، joel Ross .London: CRC Press .*quality (third Edition)*
- Kanyemba, A., & et al. (2023). Application of lean Six Sigma to improve the dense medium separation performance at a diamond processing plant in Namibia. *Cogent Engineering, 10*(1), 1-20. doi:https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2165216
- *Six Sigma : Advanced Tools* .(2006) .others & Loon Ching Tang & England: John Wiley . ,*for Black Belts and Master Black Belts* . ,Sons Ltd
- NASRI, S. (2019). Assessing The Modernization Of The Civil Situation In Light Of The Six Sigma Strategy Biometric Documents Department Municipality Of Ras El Oued. *The Journal of Legal and Economic Studies, 2*(1), 306-319. Retrieved from https://www.asjp.cerist.dz/en/article/138249
- Ninerola, A., & et al. (2020). Quality improvement in healthcare: Six Sigma systematic review. *Health Policy, 124*(4), 438–445. doi:https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2020.01.002

- Oliveira, D., & et al. (2024). Integration of Process Modeling and Six Sigma for defect reduction: A case study in a wind blade factory. *Procedia Computer Science*(232), 3151–3160. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.131
- Osore, E., & et al. (2020). Prospects of diffusion as a Six-Sigma automation in enhancing continuous improvement of cane juice extraction in Kenya. *Cogent Engineering, 7*(1), 1-16. doi:https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1733737
- pande ،Neuman ،Cavanagh و .(2002) .*The Six Sigma Ways Team Fieldbook An Implementation Guide For Process Improvement Teams* .New York: ,McGraw-Hill .
- Qiu, P. (2014). *Introduction to Statistical Process Control.* USA: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.
- McFarren, D. O. (2000). Six SigMA: The Breakthrough Management Strategy revolutionizing the world's top corporations. Quality Management Journal, 7(3), 82–83. https://doi.org/10.1080/10686967.2000.11918912
- Sasikumar, A., & et al. (2023). Applying lean Six Sigma for waste reduction in a bias tyre manufacturing environment. *Cogent Business & Management, 10*(2), 1-22. doi:https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2228551
- T. Allen Theodore , .(2006) .*Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma: Statistical Quality Control And Design of Experiments And Systems* . New York: Springer Science & Business Media.

- Widiwati, I., & et al. (2024). The implementation of lean six sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research*, 1-16. doi:https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022

- Baily, M. N., & Bosworth, B. P. (2014). *US Manufacturing: Understanding Its Past and Its Potential Future*. Journal of Economic Perspectives, 28(1), 3–26. https://doi.org/10.1257/jep.28.1.3
- International Labour Organization (ILO). (2014). *World of Work Report 2014: Developing with Jobs*. Geneva: ILO.
- Kaldor, N. (1966). *Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OECD. (2007). *Staying Competitive in the Global Economy: Moving Up the Value Chain*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- UNCTAD. (2016). *Trade and Development Report 2016: Structural Transformation for Inclusive and Sustained Growth*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2013). *Industrial Development Report 2013: Sustaining Employment Growth: The Role of Manufacturing and Structural Change*. Vienna: UNIDO.

- nternational Labour Organization (ILO). (2014). World of Work Report 2014: Developing with Jobs. Geneva: ILO.
- OECD. (2007). Staying Competitive in the Global Economy: Moving Up the Value Chain. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- UNCTAD. (2016). Trade and Development Report 2016: Structural Transformation for Inclusive and Sustained Growth. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.
- UNIDO. (2013). Industrial Development Report 2013: Sustaining Employment Growth: The Role of Manufacturing and Structural Change. Vienna: UNIDO.
- World Bank. (2020). Algeria Economic Update: Navigating through the Crisis. Washington, DC: The World Bank.

الملاحق

الملحق رقم 01

حجم العينة n	D_3	D_4	B_3	B_4	B_5	B_6	A_2	A_3	A_6	A_7	d_2	C_4	d_3
02	0	3.267	0	3.267	0	2.606	1.880	2.659	1.880	1.880	1.128	0.7979	0.853
03	0	2.574	0	2.568	0	2.267	1.023	1.954	1.607	1.607	1.693	0.8862	0.888
04	0	2.282	0	2.266	0	2.088	0.729	1.628	0.796	0.796	2.059	0.9213	0.880
05	0	2.114	0	2.089	0	1.964	0.577	1.427	0.691	0.660	2.326	0.9400	0.864
06	0	2.004	0.030	1.970	0.029	1.874	0.483	1.287	0.549	0.580	2.534	0.9515	0.848
07	0.076	1.924	0.118	1.882	0.113	1.806	0.419	1.182	0.509	0.521	2.704	0.9594	0.833
08	0.136	1.864	0.185	1.815	0.179	1.751	0.373	1.099	0.434	0.477	2.847	0.9650	0.820
09	0.184	1.816	0.239	1.761	0.232	1.707	0.337	1.032	0.412	0.444	2.970	0.9693	0.808
10	0.223	1.777	0.284	1.716	0.276	1.669	0.308	0.975	0.365	0.419	3.078	0.9727	0.797
11	0.256	1.744	0.321	1.679	0.313	1.637	0.285	0.927	0.350	0.399	3.173	0.9754	0.787
12	0.284	1.717	0.354	1.646	0.346	1.610	0.266	0.886	0.317	0.382	3.258	0.9776	0.778
13	0.308	1.693	0.382	1.618	0.374	1.585	0.249	0.850	0.306	0.368	3.336	0.9794	0.770
14	0.329	1.672	0.406	1.594	0.399	1.563	0.235	0.817	0.282	0.356	3.407	0.9810	0.763
15	0.348	1.653	0.428	1.572	0.421	1.544	0.223	0.789	0.274	0.346	3.472	0.9823	0.756
16	0.364	1.637	0.448	1.552	0.440	1.526	0.212	0.763	0.257	0.337	3.532	0.9835	0.750
17	0.379	1.622	0.466	1.534	0.458	1.511	0.203	0.739	0.250	0.329	3.588	0.9845	0.744
18	0.392	1.608	0.482	1.518	0.475	1.496	0.194	0.718	0.237	0.322	3.640	0.9854	0.739
19	0.404	1.597	0.497	1.503	0.490	1.483	0.187	0.698	0.231	0.315	3.689	0.9862	0.734
20	0.414	1.585	0.510	1.490	0.504	1.470	0.180	0.680	0.218	0.308	3.735	0.9869	0.729
21	0.425	1.575	0.523	1.477	0.516	1.459	0.173	0.663	0.215	0.303	3.778	0.9876	0.724
22	0.434	1.566	0.534	1.466	0.528	1.448	0.167	0.647	0.204	0.298	3.819	0.9882	0.720
23	0.443	1.557	0.545	1.455	0.539	1.438	0.162	0.633	0.202	0.292	3.858	0.9887	0.716
24	0.452	1.548	0.555	1.445	0.549	1.429	0.157	0.619	0.192	0.288	3.895	0.9892	0.712
25	0.459	1.541	0.565	1.435	0.559	1.420	0.153	0.606	0.191	0.284	3.931	0.9896	0.708