التعريف بمنهجية الستة سيغما (6σ) المستخدمة في ضبط الجودة و تطبيقاتها

المؤلف الدكتور تمام سلوم

(أستاذ مساعد في قسم الهندسة الصناعية، كلية الهندسة الميكانيكية، جامعة حلب،

محاضر في جامعة المنارة، البريد الإلكتروني: tammam.salloum@manara.edu.sy)

الملخص

يقصد بكلمة الجودة ملائمة المنتج للاستعمال في الغرض المخصص له بدرجة ترضي المستهلك، ويختلف مستوى الجودة المناسب للغرض في مختلف الأحوال فعلى سبيل المثال فإن أنية الزهور الموجودة في حديقة عامة تكون غير مناسبة وملائمة لوضعها في بهو فندق من حيث المظهر الجمالي وتشطيب كل منهما، وترتبط الجودة ارتباطاً وثيقاً بالمال والوقت إذ كلما ارتفع مستوى الجودة زادت تكاليف الإنتاج وبالتالي يزيد السعر. وكلما ارتفع مستوى الجودة كلما تطلب ذلك وقتاً أطول للإنتاج وعلى ذلك يجب أن نحدد مستوى الجودة المطلوب والمناسب الذي يرضي المستهلك لأنه لو انخفض مستوى الجودة عن المستوى المناسب فقد يؤدي ذلك إلى إعراض المستهلك ولو ارتفع مستوى الجودة عن المستوى المناسب فقد يؤدي ذلك إلى زيادة السعر عن مستوى القوة الشرائية للمستهلك وبالتالي إرضاه عن شراء السلعة

كلمات مفتاحية: الجودة - ضبط الجودة الإنتاجية - منهجية الستة سيغما (6σ)

ABSTRACT

The word quality means the suitability of the product for use in the purpose for which it is intended to a degree that satisfies the consumer. The level of quality appropriate for the purpose varies in different circumstances. For example, flower pots found in a public garden are not appropriate and suitable to be placed in a hotel lobby in terms of the aesthetic appearance and finish of each, and quality is related It is closely linked to money and time, as the higher the quality level, the higher the production costs and thus the price increases. The higher the quality level, the longer it will take for production. Therefore, we must determine the required and appropriate level of quality that satisfies the consumer, because if the quality level falls below the appropriate level, this may lead to the consumer's objection, and if the quality level rises above the appropriate level, this may lead to an increase in the price. The level of purchasing power of the consumer and thus his reluctance to purchase the commodity.

Keywords — The Quality, Production quality control, 6σ methodology.

1. مقدمة:

له بالحرف اليوناني σ حيث يستخدمه الإحصائيون لقياس المتغيرة في مخرجات العملية، ويقاس أداء الشركة بمستوى السيجما لعملياتها. تاريخياً قبلت الشركات بمستويات ثلاثة، أو أربعة سيجما كمعيار للأداء على الرغم من حقيقة أن العمليات عند ذلك المستوى من الأداء تنتج ما يتراوح بين 6200 DPMO و 6200 DPMO (عيب في كل مليون فرصة) فإن معيار الستة سيجما المساوي 3.4 DPMO يمثل استجابة للمتطلبات المتنامية للزبائن، وللتعقيد المتزايد للعمليات التصنيعية، وللمنتجات

تعددت آراء الباحثين الذين تناولوا مفهوم الستة سيغما Six Sigma في محاولة لتقديم تعريف جامع لها. فمن وجهة نظر كل من (Pyzdek, Keller, T. & P., 2010) فإن الستة سيغما هي تطبيق صارم ومركز، وعالي الفعالية لمبادئ، وتقنيات الجودة المثبتة. حيث تجمع ضمنها عناصر من أعمال رواد إدارة الجودة، ومنهجياتها المختلفة، وتهدف إلى الوصول إلى مستوى من الأداء لا يتضمن أي عيوب تقريباً. ومن ناحية المصطلح " سيجما " يرمز

تطوير، وتقديم منتجات، وخدمات قريبة من الكمال، وهي عملية مسرعة للتغيير تركز على السعي نحو النجاح، والتبني للتغيير نحو الأفضل (Treichler et al., 2002, pp.3342). وهي إستراتيجية لتحسين الأعمال تستخدم لتحسين الربحية، وإزالة الهدر، وتخفيض تكاليف الجودة، وزيادة الكفاءة، والفعالية لجميع العمليات لتحقيق، أو تتخطى توقعات، واحتياجات الزبائن (Antony & Banuelas, 2001, p. 119). أما (Brue, 2005) (P3)، فيرى أن الستة سيجما تعني عدة أشياء في أن معاً فهي مقياس إحصائي للجودة، وفلسفة، وإستراتيجية لإدارة الجودة تهدف إلى تحقيق مستوى جودة قريب من الكمال يتمثل بنسبة عيوب لا تزيد عن 3.4 DPMO كما أنها منهجية علمية، ومنضبطة لتحقيق التحسين، وهي رمز للجودة المرتفعة. ويعرفها (Black and Rever 2006, P.259) بأنها منهجية تستخدم لتقييم مقدرة العملية على تقديم مخرجات تحقق، أو تفوق متطلبات الزبون. والستة سيجما مفهوم يعتمد على توظيف التقنيات الإحصائية لتحديد، وتحليل، وحل جميع المشكلات لتحقيق تخفيض ملموس لحالات عدم المطابقة في جميع عمليات المنظمة (Antony, 2008a, P107). ويرى (Eckes, 2001, P11) أن الستة سيجما مفهوم يقدر قياساً إحصائياً لأداء المنتج، أو الخدمة عبر تعريف المشكلات، وتحديد الأسباب الجذرية لها، ووضع الفرضيات، واختبارها، والحفاظ على التحسينات المحققة لتحقيق رضا الزبون.

مما سبق يمكن الوصول إلى تعريف واحد يجمع بين مختلف جوانب مفهوم الستة سيجما، وينص على أن الستة سيجما منهجية لتحسين الجودة تجمع بين أفضل الممارسات الإدارية، وأدوات، وتقنيات التحليل الإحصائي للبيانات، والكوادر البشرية المؤهلة ضمن إطار عمل منظم، ومنضبط مقاد بالبيانات، والحقائق، وصوت الزبون، ويهدف إلى زيادة كفاءة، وفعالية جميع العمليات الرئيسية في المنظمة، وموقعها التنافسي. وذلك عبر تحديد مشكلات الجودة، وقياس أداء العمليات ذات الصلة بها، والتوصل إلى الأسباب الجذرية للمشكلات، وإزالتها، واستدامة التحسينات المحققة بهدف تخفيض المتغيرة، والعيوب في مخرجاتها إلى مستوى 3.4 DPMO، وتخفيض تكاليف الإنتاج، والجودة.

والستة سيجما من وجهة نظر (Tang et al., 2006, p.49) هي مبادرة إستراتيجية لتحسين أداء الأعمال على مستوى المنظمة ككل تتصف بالتنظيم، والانضباط العالين، والتركيز الشديد على الزبون، والتوجه نحو تحسين ربحية المنظمة. وتستخدم الستة سيجما طرقاً إحصائية فعالة، ومثبتة تجريبياً كما تستند إلى مبادئ إدارة الجودة لتحسين العمليات، والمنتجات عبر إطار عمل لتحسين الجودة يعرف اختصاراً باسم DMAIC مؤلف من خمس مراحل متعاقبة (عرف D، قس M، حل A، حسن A، اضبط C)، وقد عرفها (Sarkar, 2004, pp.20-21) بأنها منهجية مقادة بالبيانات لحل المشكلات المزمنة التي يواجهها قطاع الأعمال، ويرى أن منهجية الستة سيجما تقدم إطار عمل ممتازاً لإدارة مشاريع التحسين حيث يوظف جميع الأدوات الإحصائية، وغير الإحصائية الهامة بأسلوب يساعد على تقديم أفضل الحلول للمشكلات المطروحة. ويرى (Hahn et al., 1999, pp. 215-208) أن الستة سيجما منهجية شديدة الانضباط، والاعتماد على الإحصاء لإزالة العيوب من المنتجات، والعمليات، والصفقات، ويشارك فيه جميع الأفراد في الشركة. ويخلص (Harry & Schroeder, 2000, p. 59) إلى نتيجة مفادها أن الستة سيجما تقدم أعظم فائدة للشركة التي تطبقها بنجاح على شكل زيادة في الأرباح كما تقدم أكبر قيمة للزبون من خلال المنتجات، والخدمات ذات الجودة العالية بأقل تكلفة ممكنة. حيث ينظر إلى الستة سيجما على أنها إستراتيجية للأعمال، وفلسفة لإدار الجودة مبنية على فكرة أن الشركات يمكنها اكتساب موقع تنافسي عن طريق تخفيض العيوب في جميع عملياتها التصنيعية، والخدمية على حد سواء. ويوضح (Pande et al., 200, pp.121-124) أن الستة سيجما نظام شامل، ومرن لتحقيق، وزيادة، واستدامة نجاح الشركة، وهذا النظام مقاد بالفهم العميق لمتطلبات، وتوقعات الزبائن، والاستخدام المنضبط، والصارم للحقائق، والبيانات، والتحليل الإحصائي. ويؤيده في هذا التعريف (Paerson, 2001, pp.35-40) حيث يرى أن الستة سيجما نظام للإدارة يدمج أكثر الطرق الإحصائية، وغير إحصائية فعالية لتحقيق التحسينات على مستوى المنظمة ككل. كما أنالستة سيجما عملية شديدة الانضباط تساعد المنظمات على التركيز على

II. لمحة تاريخية عن الستة سيجما

تم ابتكار الستة سيجما في شركة موتورولا Motorola الأمريكية سنة 1987 كطريقة لتحقيق التميز في مجال الأعمال (Narasimhan، 2009). يرجع بعض الباحثين مثل (Folaaron، 2003) الجذور التاريخية للستة سيجما إلى سنة 1798 في حين ينسبها آخرون مثل (Harry and Schroeder، 2000) إلى جهود مجموعة كبيرة من علماء الإحصاء، والرياضيات، وأخصائيي الجودة في عشرينيات القرن التاسع عشر كأساس علمي للستة سيجما. استناد منه كل من Mikel & Bill Smith من شركة موتورولا عبر الجمع بين الطرق التحليلية المطورة للبيانات، وعدد من الأدوات المستخدمة في الضبط الإحصائي للعمليات لتأسيس ملامح الستة سيجما. حيث ابتكرت شركة موتورولا الستة سيجما كوسيلة للبقاء في مجال الأعمال فقد عانت شركة موتورولا في تلك الفترة من مشاكل مرتبطة بارتفاع تكاليف الإنتاج، وتدني جودة منتجاتها تهدد قدرتها على البقاء في السوق (Pyzdek، 2001). وعندما قام اليابانيون بشراء أحد مصانع أجهزة التلفاز لدى موتورولا في سبعينات القرن التاسع عشر قاموا بإدخال تعديلات صارمة على عمليات الإنتاج لجعلها أكثر كفاءة، وربحية، وتم ذلك باستخدام نفس الكوادر البشرية، والتجهيزات التقنية في ذلك المصنع. عندها قرر مدير شركة موتورولا آنذاك Bob Galvin بأن الوقت قد حان للقيام بشيء ما حيال ذلك (Raisinghani et al.، 2005). وتوصل مهندس الوثوقية Bill Smith في شركة موتورولا إلى أن الفحوصات والاختبارات التي يتم إجراؤها لا تكشف جميع عيوب المنتج، وأن العملاء كانوا يكتشفون تلك العيوب بأنفسهم حيث كانت تؤدي غالباً إلى فشل المنتجات، وبما أن معدلات إخفاق العملية كانت أعلى بكثير مما تشير إليه اختبارات المنتج النهائي فقد قرر Smith أن أفضل طريقة لحل مشكلة العيوب هي تحسين العمليات من أجل خفض أو إزالة احتمال ظهور العيوب في المقام الأول (Brue، 2005). حيث وضع هدفاً طموحاً قريباً من الكمال للوصول بنسبة العيوب في المنتجات إلى مستوى DPMO2 بدلاً من معيار الجودة المتبع في الشركة آنذاك (99.973%)، واعتبارها المعيار الجديد للجودة (Pyzdek، 2001). قامت شركة

موتورولا بتسمية هذا المفهوم باسم "ستة سيجما" SIX SIGMA وتسجيله كعلامة تجارية خاصة بها (Raisinghani et al.، 2005). وقد لفت النجاح الباهر لشركة موتورولا في تطبيقها للستة سيجما انتباه منظمات الأعمال في الولايات المتحدة الأمريكية حيث استطاعت الشركة تحقيق تحسينات هامة ونوعية على أداء جميع عملياتها ظهر على شكل نمو كبير في المبيعات قارب خمسة أضعاف حجم المبيعات قبل تطبيق الستة سيجما فيها، ورافقها نمو في أرباح موتورولا بنسبة 20% سنوياً (Klefsjo et al.، 2001). واستطاعت شركة موتورولا تحقيق توفيرات مالية (مُدخرات) ضخمة قاربت الـ 16 بليون دولار أمريكي من جراء تطبيقها للستة سيجما خلال 15 عاماً من التطبيق (O'Donnell، 2006، Pilotto & Brue، 2005). وأصبحت أول شركة تريح جائزة الجودة الوطنية الأمريكية MBNQA في مجال إدارة الجودة (Pyzdek، 2001، Harry، 2012). ازداد اهتمام كبرى الشركات الأمريكية مثل Allied Signals، General Electric بالستة سيجما بعد الفوائد الكبيرة التي جلبتها لشركة موتورولا، وبدأت تلك الشركات مبادرات جادة لتطبيق الستة سيجما على نطاق واسع فيها في تسعينيات القرن الماضي، وحصدت نتائج مميزة أيضاً (Pyzdek، 2001). وقد وفرت Allied 1.8 Signals بليون دولار في ثلاث سنوات، أما شركة General Electric فقد وفرت 4.4 بليون دولار في أربع سنوات من التطبيق الناجح للستة سيجما، وقد حققت شركات أخرى أيضاً توفيرات ضخمة في النفقات. تلك التوفيرات كانت ممكنة بسبب المتغيرة المرتفعة في العمليات، حيث تُسبب المتغيرة ظهور العيوب والهدر، وتبقي النفقات عالية أكثر مما يجب. ووفقاً ل (Antony، 2007، Harry and Crawford، 2004) فقد مرت الستة سيجما بثلاثة أجيال من التطور منذ نشوئها، وحتى الآن يمتد الجيل الأول للستة سيجما بين عامي (1988-1994)، وكان تركيز الستة سيجما فيه مُنصباً على تخفيض نسبة المعيب في المنتجات. أما الجيل الثاني للستة سيجما فيمتد بين عامي (1994-2000) تحول فيه تركيز الستة سيجما إلى تخفيض التكاليف الإنتاجية. في حين يمتد الجيل الثالث لتطور الستة سيجما من سنة 2000 وحتى الآن، حيث ينصب تركيز الستة سيجما

مع هيئة قيادة الستة سيجما في وضع إستراتيجية تطبيق المبادرة وتحديد أهدافها. كما تقع على عاتقه مسؤولية الإشراف على تطبيق الستة سيجما، وتقديم التسهيلات الممكنة مثل المصادقة على موثائق مشاريع الستة سيجما، والمشاركة في متابعة التقدم في تطبيق مشاريع الستة سيجما في أقسامهم الوظيفية. حيث يمكن أن يكون مالكا للعملية التي يتم تطبيق مشروع الستة سيجما في مجالها، ويقوم بتقديم الموارد التي يحتاجها الحزام الأسود، وفريق مشروع الستة سيجما، وإزالة أية عقبات قد تواجه تنفيذ المشروع، ويعمل على استدامة التحسينات المدخلة على العملية، وتطبيق توصيات فريق مشروع الستة سيجما حلها.

ت. الحزام الأسود الرئيسي:

هو عبارة عن كادر ذو خبرة كحزام أسود، ويمتلك معرفة وخبرة علمية ومهارات متقدمة في منهجية الستة سيجما وأدواتها وتقنياتها وأدواتها الإحصائية وغير الإحصائية. يقوم الحزام الأسود الرئيسي بدور المستشار الداخلي للمنظمة، وهو متفرغ كلياً لدعم تطبيق مبادئ الستة سيجما وتحقيق أهدافها. حيث تقع على عاتقه مسؤوليات كثيرة من أبرزها تقديم النصح، والإرشاد للأحزمة السوداء، والخضراء، والصفراء، ولرعاة تطبيق الستة سيجما، يقدمون المساعدة لضمان التطبيق الصحيح لمبادرة الستة سيجما. كما يشارك الحزام الأسود الرئيسي في تحديد واختيار مشاريع التحسين وإجراء المراجعات الدورية للتقدم في تطبيقها، ويقدم الدعم العلمي والتقني الذي تحتاجه لتحقيق أهداف مبادرة الستة سيجما.

ث. الحزام الأسود:

هو كادر يمتلك خبرة تقنية كبيرة في مجال عمله، وتلقى تدريباً مكثفاً على استخدام منهجية الستة سيجما وأدواتها وتقنياتها بشكل معمق، ويمتلك مهارات قيادية تمكنه من تشكيل فرق الستة سيجما وقيادتها، وتدريب مرشحي الحزام الأخضر، وتقديم الدعم الذي يحتاجه أعضاء الفريق، ويعمل الحزام الأسود بفرغ كامل تحت إشراف الحزام الأسود الرئيسي لتنفيذ مشاريع الستة سيجما في المنظمة.

على خلق القيمة المضافة للزبون، ودمج الستة سيجما مع منهجيات أخرى مثل Lean لتخفيض الهدر في العمليات.

III. البنية التنظيمية لمبادرة الستة سيجما

يعتمد نجاح المنظمة في تطبيقها للستة سيجما بشكل كبير على البنية التنظيمية الفريدة القائمة على نظام الأحزمة الرياضية (Judo)، والتي توفر لمبادرة الستة سيجما أرضية صلبة تدعم جهود المشاركين في مشاريع الستة سيجما وأنشطتهم حيث أنها:

- تعطي القوة الدافعة لجميع أنشطة الستة سيجما.
- تضمن اتساق مبادرة الستة سيجما مع استراتيجية عمل المنظمة، والتركيز على تحقيق نتائج مالية أفضل لها.
- تعكس الالتزام الكبير للإدارة العليا للمنظمة بالتحسين المستمر للجودة عبر منصة الستة سيجما.
- تخلق بيئة تشجع على العمل الجماعي للموظفين ضمن فرق العمل.
- تضمن امتلاك المشاركين في فرق التحسين للتأهيل الكافي حول منهجية الستة سيجما وتطبيقها.
- تركز على التوسع في نشر الستة سيجا في مختلف أقسام المنظمة.
- تقدر جهود المشاركين في المبادرة وتزودهم بسبل النجاح لتحقيق الأهداف المرغوبة.

وفيما يلي شرح موجز لمكونات البنية التنظيمية للستة سيجما:

أ. القيادة التنفيذية للستة سيجما:

هي لجنة تتضمن أعضاء من الإدارة العليا بما فيهم المدير التنفيذي في المنظمة، وتقع على عاتقها مسؤولية وضع الرؤيا العامة والأهداف الإستراتيجية لمبادرة الستة سيجما. بالإضافة إلى تقديمها الدعم المادي والمعنوي للأعضاء المشاركين في تطبيق المبادرة، وتزويدهم بالصلاحيات والموارد اللازمة لاستكشاف فرص التحسين الممكنة وتطبيق منهجية الستة سيجما لتحقيق أهداف المبادرة.

ب. راعي مبادرة الستة سيجما:

هو أحد أعضاء الإدارة العليا للمنظمة تختاره هيئة قيادة الستة سيجما، ويمتلك فهماً جيداً للستة سيجما وطرق تطبيقها، ويشارك

ج. الحزام الأخضر:

x : القيمة. n : حجم العينة.

 $\bar{R}$: متوسط المدى لمجموعة من العينات. d_2 : قيمة ثابتة تعتمد على حجم العينة التي يحسب منها المدى.

أما الرقم ستة " 6 " فيشير إلى عدد الانحرافات المعيارية " عدد السيجما" التي تمثل المسافة الفاصلة بين القيمة الاسمية للمواصفات (بفرض انطباقها على متوسط العملية)، وبين كل من حدي المواصفات الأدنى، والأعلى عند رسم منحنى التوزيع الطبيعي لمخرجات العملية، وعند هذا المستوى من الأداء العالي لا يُتَوَقَّع أن تنتج العملية أية مخرجات معيبة (أي تقع خارج مجال المواصفات المعمول به).

عندما يكون منحنى التوزيع الطبيعي للعملية متمركزاً حول القيمة الاسمية للمواصفات فإن المساحة تحت المنحنى على مسافة ثلاثة انحرافات معيارية إلى يمين، ويسار متوسط العملية تقابل مستوى أداء ثلاثة سيجما 3σ حيث يقدر عدد العيوب في مخرجات العملية عنده ب $DAMO 2700$ " عيب في كل مليون فرصة ". في حين أنه وعند نفس الشروط من أجل ± 6 انحرافات معيارية عن القيمة الاسمية للمواصفات تعمل العملية عند مستوى أداء 6σ . ويكون عنده عدد العيوب في مخرجات العملية شبه معدوم، ويقدر ب $DPMO 0.002$.

ويوضح الجدول (1) قيمة DPMO المقابلة لكل مستوى سيجما:

DPMO	النسبة المئوية للوحدات غير المعيبة	مستوى السيجما	مجال المواصفات
317300	68.27%	1	$\pm 1\sigma$
45500	95.45%	2	$\pm 2\sigma$
2700	99.73%	3	$\pm 3\sigma$
63	99.9937%	4	$\pm 4\sigma$
0.57	99.99943%	5	$\pm 5\sigma$
0.002	99.999998%	6	$\pm 6\sigma$

الجدول Error! No text of specified style in

document. 1: عدد العيوب في كل مليون فرصة عند تركز

منحنى التوزيع الطبيعي للعملية

هو كادر تلقى تدريباً نظرياً وعملياً حول الستة سيجما، وتطبيق منهجية DMAIC، ويشارك بتفرغ جزئي كعضو في مشاريع الستة سيجما تحت قيادة الحزام الأسود كما يمكنه قيادة فريق المشروع تحت إشراف الحزام الأسود، وغالباً تكون الأنشطة التي يشارك فيها من ضمن تخصصه الوظيفي في المنظمة. كما يتولى تدريب مرشحي الحزام الأصفر حول منهجية الستة سيجما.

ح. الحزام الأصفر:

هو أحد مشغلي العمليات في المنظمة يتلقى تدريباً مبسطاً حول منهجية الستة سيجما، وطريقة DMAIC، ويشارك في مشاريع الستة سيجما كعضو بتفرغ جزئي تحت قيادة الحزام الأخضر، أو الأسود، وذلك ضمن تخصصه الوظيفي فقط إلى جانب أنشطة عمله الروتينية.

IV. الأساس الإحصائي للستة سيجما

يتألف مصطلح الستة سيجما 6σ من جزأين أولهما الحرف " σ " سيجما، وهو أحد أحرف الأبجدية اليونانية يستخدم في علم الإحصاء للإشارة إلى الانحراف المعياري للبيانات، حيث يعبر عن طريقة انتشار قيم مخرجات العمليات إلى جانبي القيمة المستهدفة لمواصفات المنتج على منحنى التوزيع الطبيعي، والذي تطرّق إليه لأول مرة العالم Carl Fredericx Gauss (P.49, 2005, Raisinghani et al.) والصيغة الرياضية له:

بدلالة المتوسط الحسابي:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

والمعنى الحسابي بحسب من العلاقة:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

بدلالة المدى:

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

حيث: S أو σ : الانحراف المعياري.و $\bar{x}$: المتوسط الحسابي.

تستخدمه لمعالجة المشكلات متمثلاً بحلقة DMAIC ، حيث تشكل هذه الحلقة بمراحلها الخمس:

- ☒ مرحلة التعريف Definition phase.
- ☒ مرحلة القياس Measurement phase.
- ☒ مرحلة التحليل Analysis phase.
- ☒ مرحلة التحسين Improvement phase.
- ☒ مرحلة الضبط Control phase.

حيث تشكل معاً إطار عمل فعال لتحسين العملية، ويوظف أفضل الأدوات والتقنيات الإحصائية وغير الإحصائية لتحقيق التحسين في الأداء وزيادة الكفاءة، ويعتمد لتنفيذه على عمل الفرق المنظمة والكفوءة، والتي تضم أعضاء من جميع قطاعات العمل لضمان تكامل الجهود لتحسين العملية حيث يتم تنفيذ مشاريع ستة سيجما لتحسين العملية وفقاً لمنهجية DMAIC.

أ. مرحلة التعريف (D):

وهي المرحلة الأولى في مشروع ستة سيجما حيث يتم فيها الإجابة على الأسئلة المفتاحية التالية:

- ماهي المشكلة التي نواجهها؟
- ما الهدف المنشود للمشروع؟ ومتى نريد تحقيقه؟
- من هو الزبون المعني بهذه المشكلة؟
- ماهي الخصائص الحرجة على الجودة موضع الاهتمام؟
- ماهي العملية قيد التحقيق؟

وتهدف هذه المرحلة إلى:

- 1- تطوير ميثاق المشروع متضمناً:
  - تعريف مجال المشروع وأهدافه وجدولته.
  - تعريف العملية العامة، وأصحاب الحصص (هم فرد أو مجموعة من الأفراد الذين يتأثرون بمخرجات مشروع التحسين سواء إيجابياً أو سلباً، ومن أهمهم زبائن العملية و مورديها والمساهمون في أعمال المنظمة).
  - اختيار أعضاء الفريق.
  - الحصول على تفويض من الممول (بهدف ضمان توفير الدعم المالي اللازم لتنفيذ مشروع ستة سيجما بنجاح).

يتمثل الهدف الإحصائي لمنهجية ستة سيجما بتخفيض المتغيرة في مخرجات العملية بحيث لا تتجاوز حد 3.4 DPMO ، وبفرض وجود انزياح لمتوسط العملية عن القيمة المستهدفة للمواصفات لا يزيد عن $\pm 1.5\sigma$ على المدى الطويل (Antomy،2009P.274). حيث يتم حساب قيمة DPMO انطلاقاً من حقيقة أن كل عملية تنزع إلى زيادة المتغيرة في مخرجاتها مع الزمن نتيجة لعدد من المسببات التي يمكن عزلها، وتحديدتها مثل فقدان معايرة معدات القياس وعوامل الاحتكاك، والاهتزاز في الآلات وتعب مشغل العملية، وأيضاً تباين جودة المواد الأولية المستخدمة، وتباين الظروف البيئية كدرجة الحرارة، وغيرها (Biehle،2005،Online).

يتم حساب قيمة DPMO من العلاقة الرياضية التالية:

$$DPMO = \frac{\text{عدد العيوب}}{\text{عدد الفرص} * \text{عدد الوحدات المقاسة}} * 1000000$$

ويبين الجدول (2) قيمة DPMO المقابلة لكل مستوى سيجما في حالة الانزياح $\pm 1.5\sigma$:

DPMO	النسبة المئوية للوحدات غير المعيبة	مستوى السيجما	مجال المواصفات
697700	30.23%	1	$\pm 1\sigma$
308700	69.13%	2	$\pm 2\sigma$
66810	93.32%	3	$\pm 3\sigma$
6210	99.93790%	4	$\pm 4\sigma$
233	99.9760%	5	$\pm 5\sigma$
3.4	99.999660%	6	$\pm 6\sigma$

الجدول 2 عدد العيوب في كل مليون فرصة في حالة انزياح متوسط العملية عن القيمة الاسمية للمواصفات

V. طريقة DMAIC لتحسين العملية في منهجية الستة سيجما:

تستمد منهجية الستة سيجما فعاليتها، وقوتها في تحسين أداء العمليات أداء العمليات القائمة من المنهج المنضبط والمنظم الذي

والطريقة أو الطرق، والأدوات التي سيتم من خلالها جمع البيانات المطلوبة، وبعد ذلك وضع هذه الخطة موضع التنفيذ لقياس مستوى السيجما للعملية قيد التحقيق .

ت. مرحلة التحليل (A):

تتألف هذه المرحلة من ثلاث خطوات أساسية هي:

1- تحليل البيانات التي تم جمعها في مرحلة القياس.
2- تحليل العملية من أجل تحديد مستوى أدائها، ونقاط الضعف فيها.

3- تحليل الأسباب الجذرية للمشكلة عبر إجراء جلسة عصف ذهني تجمع كل أفراد الفريق لتحديد جميع الأسباب الممكنة لعدم كفاءة العملية، ومن ثم اختيار أهم الأسباب الجذرية، وتقييمها.

وفي مرحلة التحليل يتم تحويل المشكلة المدروسة إلى مسائل إحصائية عبر استخدام الطرق الإحصائية الملائمة من أجل:

1- استكشاف الجوانب المجهولة في المشكلة (تحليل استطلاعي).
2- إثبات ، أو نفي الفرضيات (تحليل استنتاجي).

حيث يقوم فريق المشروع من خلال هذه المرحلة بإجراء تحليل إحصائي، وبياني للبيانات القديمة، والجديدة التي تم جمعها لوضع الفرضيات الأساسية للتحسين. ويحدد الفريق الأسباب الجذرية للمشكلة، ومسببات الأداء السيء للعملية، والتي تحتاج إلى التصحيح.

ويمكن لنتائج مرحلة التحليل أن تغير من فهم الفريق للمشكلة، وتعيد تعريف المشروع بشكل أفضل، لذا يجب تكرار المراحل الثلاثة السابقة (التعريف، والقياس، والتحليل) حتى الوصول إلى تعريف مستقر للمشروع .

ث. مرحلة التحسين (I):

تركز مرحلة التحسين على اكتشاف المتغيرات المفتاحية في المدخلات التي تسبب المشكلة من خلال الإجابة على الأسئلة المساعدة التالية:

1- ماهي الأفعال الممكنة، أو الأفكار المطلوبة لمعالجة الأسباب الجذرية للمشكلة، وتحقيق الهدف المرغوب؟

2- تشكيل الفريق وتدريبه (في حال سيتم استخدام أدوات أو تقنيات معينة خلال تنفيذ مشروع التحسين لم يسبق لأعضاء الفريق أن تدربوا على استخدامها).

يجب أن يوضح ميثاق المشروع المشكلة المطروحة، ويتضمن بيانات حول حجمها وتأثيرها المالي على ربحية المنظمة. أما مجال المشروع وأهدافه التي يجب تحقيقها مع انتهاء المشروع فيجب أن تكون معرفة بوضوح من الناحيتين التشغيلية والمالية. وتتمثل المخرجات الرئيسية لمرحلة التعريف بما يلي:

- 1- ميثاق المشروع.
- 2- مخططات العملية العالية المستوى SIPOC .
- 3- مخططات باريتو Pareto Charts .
- 4- لائحة بالخصائص الحرجة على الجودة CTQS.
- 5- التكاليف المالية للمشروع، وتقدير الأرباح المتوقعة.

ب. مرحلة القياس (M):

تفيد مرحلة القياس في المصادقة على المشكلة المدروسة، أو إعادة تحديدها بشكل أوضح، وفي هذه المرحلة يبدأ البحث عن الأسباب الجذرية للمشكلة من خلال:

- ✓ التركيز على المشكلة، وحجمها بالاستفادة من قياسات العملية.
- ✓ جمع البيانات المفتاحية المطلوبة لتحديد العوامل الرئيسية للمشكلة، أو الأسباب الجذرية الأكثر أهمية لحدوث هذه المشكلة.

وخلال هذه المرحلة يقوم فريق المشروع بدراسة، وتقييم أنظمة القياس ذات الصلة بالمشروع، وتحديد ما إذا كانت قادرة على قياس متغيرات الدخل الرئيسية (خصائص المواد الأولية، وظروف تشغيل العملية كدرجة الحرارة، السرعات، الضغوط، ومعدلات التدفق)، وقياس خصائص المخرجات (أبعاد المنتج، المواصفات المحددة من الزبون، وأداء المنتج) بالدقة والصحة المطلوبتين، وإذا لم تكن أنظمة القياس كافية سيعمل الفريق على تحسينها من قبل متابعة العمل في المشروع.

كما يتم في هذه المرحلة وضع خطة لجمع البيانات تحدد القياسات المطلوب إجراؤها، ونوعها، وطبيعة البيانات التي سيتم جمعها،

صياغة التقارير استناداً لنموذج قياسي، وفهرسي وفقاً لكلمات مفتاحية.

VI. مجالات تطبيق الستة سيجما في شركات صناعة

الدواء

أظهرت نتائج الأبحاث التطبيقية التي أجراها الباحثون: إمكانية التطبيق الفعال للستة سيجما لتحسين كفاءة جميع العمليات من مختلف أنواعها في شركات صناعة الأدوية، ويمكن إجمالها في التطبيقات التالية:

- 1- تطبيق الستة سيجما في الأقسام الإنتاجية لأهداف متنوعة أهمها تحسين جودة المستحضرات الدوائية، والحد من ظهور العيوب فيها، وزيادة كفاءة عمليات الإنتاج، ومقدرتها على تحقيق مواصفات الخصائص الحرجة على جودة المستحضرات الدوائية، وتخفيض أزمات الدورة للعمليات الإنتاجية، وزيادة الإنتاجية، وتسهيل تحقيق المطابقة للمتطلبات الفنية، والتشريعية النازمة للصناعة الدوائية.
- 2- تطبيق الستة سيجما في مختبرات البحث والتطوير R&D بهدف تخفيض الزمن الذي تحتاجه أنشطة البحث، والتطوير، وطرح منتجات بزمن أقصر في الأسواق بالإضافة إلى تحسين جودة المنتجات الدوائية وفعاليتها.
- 3- تطبيق الستة سيجما في أقسام التسويق، والمبيعات لزيادة ربحية شركات صناعة الأدوية، واستغلال مواردها بكفاءة أعلى.
- 4- تطبيق الستة سيجما في أقسام الخدمة والدعم لتحسين كفاءة استخدام موارد الطاقة، وإمكانات البنية التحتية لشركات صناعة الأدوية، والحد من الهدر فيها، وتخفيض تكاليف التشغيل والإنتاج، والتخلص من الأنشطة غير المضافة للقيم.

VII. علاقة ستة سيغما بالجودة

في الماضي ركزت برامج الجودة على تلبية احتياجات العميل وبأي تكلفة ولقد استطاعت الشركات إنتاج منتجات ذات جودة عالية على الرغم من قلة كفاءة العمليات الداخلية فيها وكانت

2- أي الأفكار تصلح كحلول قابلة للتطبيق؟

3- ما الحل الأكثر احتمالاً لتحقيق الهدف المطلوب بأقل التكاليف، والمعوقات؟

4- كيف يمكن اختبار فعالية الحل الذي تم اختياره؟ وكيف يمكن تطبيقه بشكل دائم؟

وفي مرحلة التحسين يقوم الفريق بتصميم، وإجراء تجارب لإيجاد أفضل الظروف المطلوبة لتشغيل العملية. إن التحسين يتطلب إجراء التغيير، والتغييرات الصحيحة يتم تحديدها عبر التجارب المصممة إحصائياً حيث تتنوع مدخلات العملية، أو مكونات النظام، والتأثيرات الناتجة على مخرجات العملية (ذات الصلة بالجودة، والتكلفة، ومتطلبات الزبون) تراقب، وتقاس، فإذا كانت النتائج مناسبة يتم تغيير ظروف العملية إلى المستويات الأفضل.

ج. مرحلة الضبط (C):

في هذه المرحلة يتم وضع خطة لضمان مراقبة العملية بشكل مستمر لتسهيل الاتساق في جودة المنتج أو الخدمة، وتقليل ملكية المشروع إلى القسم المالي لمتابعة فوائده خلال فترة زمنية محددة، وهي غالباً 12 شهراً. حيث يقوم الفريق في مرحلة الضبط بالحفاظ على الظروف المثلى لتشغيل العملية حيث تعمل أنظمة الضبط والتدقيق على استدامة التحسينات المدخلة على العملية، ولا يعتبر مشروع الستة سيجما منتهاً مالم يمضي على تنفيذ التحسينات وقت كافٍ، ويتم جمع الأدلة لإثبات أن النتائج المرغوبة قد تم تحقيقها والحفاظ عليها. إذ يجب تأكيد فعالية الحل المُطبَّق عبر جمع بيانات حديثة عن العملية وتحليلها، ووضع خطة للضبط المستمر للعملية، وجعلها متاحة للاستخدام في موقع تشغيل العملية، وتسليم العملية إلى ممول المشروع - غالباً يكون مالك العملية - وللقسم الذي تتبع له العملية بعد تأكيد تحقيق التحسين المطلوب فيها. كما يجب أن يتم تدقيق العملية بعد ستة أشهر من انتهاء المشروع، وتحديد موعد هذا التدقيق قبل تسليم العملية إلى الممول. وينبغي نشر الدروس، والمعلومات المتعلمة خلال تنفيذ المشروع لتستفيد منها الأقسام الأخرى للمنظمة. أما التقرير النهائي للمشروع فيجب كتابته، وتوزيعه على الجهات المعنية، وأن يتم حفظه وجعله متاحاً للاستخدام من قبل جميع المهتمين، وأن يتم

ويضاف إلى ذلك وجود تصور واحد لأسلوب ستة سيغما بينما يوجد أكثر من تصور لأسلوب إدارة الجودة الشاملة.

المراجع

- [1]. Roger G. Schroeder, Kevin Linderman, Charles Liedtke, Adrian S. Choo, (2008), Six Sigma: Definition and underlying theory, Journal of Operations Management 26 (2008) 536-554.
- [2]. Muhittin Sagnak, Yigit Kazancoglu, (2016), Integration of green lean approach with six sigma: an application for flue gas emissions, Journal of Cleaner Production 127, p 112-118.
- [3]. Anass Cherrafi, Said Elfezazi, Andrea Chiarini, Ahmed Mokhlis, Khalid Benhida, (2016), The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model, Journal of Cleaner Production 139, p 828-846.
- [4]. Young Hoon Kwak, Frank T. Anbari, (2006), Benefits, obstacles, and future of six sigma approach, Technovation 26, p 708-715
- [5]. Nicolas Volck (2009), Déployer et exploiter Lean Six Sigma, Éditions d'Organisation Groupe Eyrolle, www.editions-organisation.com, Paris, P2.
- [6]. Sid Frank (15/1/2003), Applying Six Sigma to revenue and pricing management, Journal of Revenue and Pricing Management, Volume 2, Number 3, p 245_246.
- [7]. C. Gygi (2005), Six Sigma for Dummies, Published Bay Willey, www.pdfactory.com, Canada.
- [8]. G. Eckes (2003), Six Sigma for Everyone, John Wiley & Sons, Canada, p14.
- [9]. G. Eckes (2001), Six Sigma en action, Village Mondial, New York, P 191 -392
- [10]. Antony, Jiju. (2011). "Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners." International Journal of Productivity and Performance Management, (60)2, pp. 185-190.

الشركات تدفع لتحقيق الجودة (تكلفة الجودة)، لذا ساد الاعتقاد لدى الشركات أن الجودة تكلف الكثير من الجهد والمال والوقت ولكن مع ظهور الستة سيغما تغير الأمر، والنقاط الآتية توضح علاقة ستة سيغما بالجودة :

- إن ظهور ستة سيغما ما هو إلا امتداد طبيعي لجهود الجودة، لذلك تعد ستة سيغما مبادرة لتطوير الجودة، حيث تعمل على الربط بين أعلى جودة وأقل تكلفة للإنتاج.
- إن ستة سيغما عبارة عن هدف للأداء يتم تطبيقه على كل عنصر من عناصر الجودة وليس على المنتج بمجمعه فعندما نصف سيارة بأنها ستة سيغما فهذا لا يعني أن 3.4 سيارة من كل مليون سيارة بها عيوب وإنما يعني أن هناك فرصة لظهور 3.4 عيب في السيارة الواحدة من بين مليون فرصة محتملة، وخلاصة القول إن الجودة تركز على جودة المنتج النهائي ولها تكلفة، أما ستة سيغما فإنها تركز على العمليات لتحقيق جودة المنتج بأقل تكلفة.
- لا يمكن أن تعمل ستة سيغما بمعزل عن الجودة حيث توفر إدارة الجودة لبرنامج ستة سيغما الأدوات والتقنيات اللازمة لإحداث التغيرات الثقافية وتطوير العمليات داخل الإدارة، وتعد الخطوة الأولى في حساب ستة سيغما هي تحديد توقعات ومتطلبات العملاء وهو ما يعرف بالخصائص الحرجة للجودة.
- إن ستة سيغما ليست موضوعاً يدور حول الجودة من أجل الجودة ذاتها، وإنما تدور حول تقديم قيمة أفضل للعملاء والموظفين والمستثمرين، وكأساليب الجودة المختلفة يبقى هناك العديد من الاختلافات الأساسية والثانوية بينهما والتي تعود إلى تطور أساليب الجودة بوجه عام إلا أن أهم ما يميز أسلوب ستة سيغما عن أسلوب إدارة الجودة الشاملة هو: ارتباط أسلوب ستة سيغما بأهداف المنشأة من خلال تعريف العوامل المؤثرة على الجودة (Critical to Quality-CTQ) والتوسع في الجانب الإحصائي من خلال استخدام الأدوات الإحصائية المتقدمة و تقليل التشتت في العمليات الإنتاجية والخدمية وتقليل معدلات العيوب الناتجة.