مجلة تنمية الرافدين

اسم المقال: المفهوم الإحصائي لتقانة Sigma Six وعلاقته بأنشطة تحسين العمليات
اسم الكاتب: أ.م.د. ميسر إبراهيم أحمد الجبوري، م.م. عمر علي إسماعيل
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/library/3215
تاريخ الاسترداد: 2026/06/05 05:28 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة تنمية الرافدين كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة الموصل ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

كلية الإدارة والاقتصاد -جامعة الموصل تنمية الرافدين العدد ٩٣ مجلد ٣١ لسنة ٢٠٠٩
ص ص[١٢٥ -١٤٣]

المفهوم الإحصائي لتقانة Six Sigma وعلاقته بأنشطة تحسين العمليات

الدكتور ميسر إبراهيم أحمد الجبوري
أستاذ مساعد - قسم الإدارة الصناعية
Moyassar2001@ yahoo.com

عمر علي إسماعيل
مدرس مساعد- قسم الإدارة الصناعية
Omerali_82@yahoo.com

كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة الموصل

المستخلص

تعد تقانة Six Sigma من المفاهيم المعاصرة التي شكلت استجابة لتطور مفاهيم الجودة الشاملة والتحسين المستمر وبما يتوافق مع أهداف المنظمات التي تعمل في أسواق تنافسية محلياً وإقليميا ودولياً من حيث تخفيض الكلف وتحسين الإنتاجية ومستوى عالٍ من رضا الزبون وأصحاب المصالح، وهو ما كان مبرر لتناول موضوع Six Sigma بهذا القدر من الاهتمام والتركيز والشهرة ولعل تصفح مواقع الويب أبرز دليل على ما سبق.

يستعرض البحث تقانة Six Sigma محدداً الحدود الفاصلة بين مرجعيتها الإحصائية وتطبيقها الإداري معتمداً أسلوبا وصفياً تحليلياً ومنطلقاً من افتراض أساس حول إمكانية رسم تلك الحدود نظرياً ومتساءلاً عن المفاهيم الإحصائية التي قدمت تقانة Six Sigma وإمكانية المزاوجة مع منهجيات إدارية مثل التحسين المستمر .

بموجب ما تقدم يحاور البحث موضوعه من خلال خمسة مجالات أساس، الأول يتناول منهجية البحث، أما الثاني فيتطرق إلى المرجعية التاريخية لتقانة Six Sigma ومفهومها، في حين ركز الثالث على الفلسفة الإحصائية لتقانة Six Sigma واهتم الرابع بالمفاهيم الإدارية المدمجة مع تقانة Six Sigma، وتكثيفاً لأفكاره وتحليلاته خلص البحث إلى عدد من النقاط التي مثلت خلاصة تحليلية نظرية نذكر منها:

1. **إن تقانة 6σ ما هي إلاّ امتداد طبيعي لجهود الجودة التي بدأت وتطورت نتيجة لإدراك أهمية الجودة في تقليل الكلف وتحسين رضا الزبون.**
2. **تتكامل تقانة 6σ مع نظم إدارة العملية، من خلال تركيزها على خفض الكلف وزيادة فاعلية نظام التشغيل ككل، وبذلك تستطلع أهداف أبعد مما تستهدفها أنشطة تحسين العمليات.**

تأريخ استلام البحث ٢٠٠٧/٩/٨ تأريخ قبول النشر ٢٠٠٨/١/٣٠

Statistical Concept of Six Sigma & Its Relationship With Processes Improvement Functions

Moyasser I. Ahmed (PhD)
Assistant Professor
Department of Industrial Management
University of Mosul

Omer A. Ismaeel
Assistant lecturer
Department of Industrial Management
University of Mosul

Abstract

The Six Sigma concepts have formally constituted a respondent to the TQM, CI and continual upgrading, in a way to achieve the major targets of competitive organizations internationally, regionally and locally. These are included in costs decreasing, growing productivity, and customer's satisfaction. This was actually a justified to study the six sigma concept as a matter under discussion, and perhaps the websites are evidence of what has been debated. The current paper shows six sigma as the limitation statistically and administrative application in terms of analytical description and hypothesis about the possibility to draw up data and mix the methodology of continual upgrading. Accordingly, five aspects have been said to be the basis of work; first treated methodology. Second, took the historical background knowledge of six sigma. Third has focused on the philosophical chart of Six Sigma. Forth stated the administrative concepts of Six Sigma. The paper concluded into a group of results that have been embodied in:

1. Technology is 6σ is a natural extension of quality efforts started and developed according to a deep recognition of quality in reducing the costs and customer's satisfaction.
2. 6σ technology may integrate with operational management systems via concentration on reducing the costs and increasing the operational systems totally. Thus, extending a long term targets to upgrade the operations.

المقدمة

أضحى الاهتمام الكبير الذي أبدته الشركات العالمية منهـا (Motorola وGE وLG وIBM وDow Chemical) لنشاط الجودة دافعاً لظهور مفاهيم معاصرة عبرت عن حصيلة ما بذل من جهد وتميّز في هذا المجال، ولعل مفهوم Six Sigma(*) من المفاهيم الحديثة التي نالت الشهرة والاهتمام غير العـادي بوصـفها إسـتراتيجية اختراق سريع نحو إنجاز أهداف متعددة من أهمها هدف فاعلية الكلفة.

يحاول البحث استعراض تقانة 6σ محللاً حـدودها الإحـصائية وتطبيقاتهـا الإدارية على وفق أسلوب وصفي تحليلي، وبالاستناد على افتراض أسـاس حـول إمكانية رسم تلك الحدود نظرياً وبالارتكاز علـى تـساؤلات ارتبطـت بالمفـاهيم الإحصائية التي قدمت تقانة 6σ وإمكانية المزاوجة مع منهجيات معاصرة في إدارة وضمان الجودة لعل أبرزها التحسين المستمر.

عموماً تتباين الآراء حول ماهية تقانة 6σ فالبعض يركـز علـى الأسـاليب الإحصائية المستخدمة فيها، في حين يراها البعض الآخر على أنهـا نظـام لإدارة

(*) لإغراض البحث الحالي سيستخدم التعبير تقانة 6σ اختصاراً للإشارة إلى الانحرافات الست أو الحيود السداسي أو Six Sigma

الجودة يستهدف القرب من الكمال في دقة الالتزام بالمواصفات وتجنب الأخطاء في العمليات، ويعني بلغة الأرقام أنه في كل مليون فرصة هناك احتمال لوجود (3.4) فرصة لعيوب في العمليات أو المنتجات، وينسحب الأمر إلى فهم الأفراد لواجباتهم وأدائهم لأعمالهم، مما يترتب عليه بلوغ أقصى درجات التوافق مع متطلبات الزبائن، ومن ثم فهو جزء من التعبير الثقافي المنظمي.

التساؤلات النظرية للبحث

في خضم الكتابات المتعددة عن موضوع تقانة 6σ والأهمية المتزايدة عنه، بات من الضروري طرح التساؤلات حول كيفية ظهوره وأسلوب عمله وتكامله مع النظم الأخرى، وتطابقاً مع موضوع البحث يتم تقديم التساؤلات البحثية الآتية:

١. ما الأساس الفلسفي الذي قُدّم لتقانة 6σ ؟
٢. ما دور مفاهيم مثل منحنى التوزيع الطبيعي ومقدرة العملية في ترسيخ أبعاد تقانة 6σ؟
٣. كيف تم إقامة ربط جدلي مع مفاهيم إدارية مثل إدارة العمليات وتحسينها في إطار تقانة 6σ ؟

أهمية البحث وهدفه

تكمن أهمية البحث في محاولة إبراز الفلسفة الإحصائية والإدارية التي قدمت لتقانة 6σ وأهميتها في مجال تحسين الجودة، بعدما عجزت نظم التصنيع التقليدية عن ملاحقة متطلبات الزبائن وتوقعاتهم المتجددة باستمرار، فضلاً عن ضبابية الفلسفة الإحصائية لهذه التقانة، الأمر الذي أدى إلى ضرورات الإحاطة بالموضوع بشقيه الاحصائي والإداري.

عليه يهدف البحث إلى رسم إطار نظري يحدد صورة واضحة عن متضمنات المفهوم إحصائياً، فضلاً عن الاحاطة بدور تقانة 6σ في تحسين نظم وإجراءات العمل.

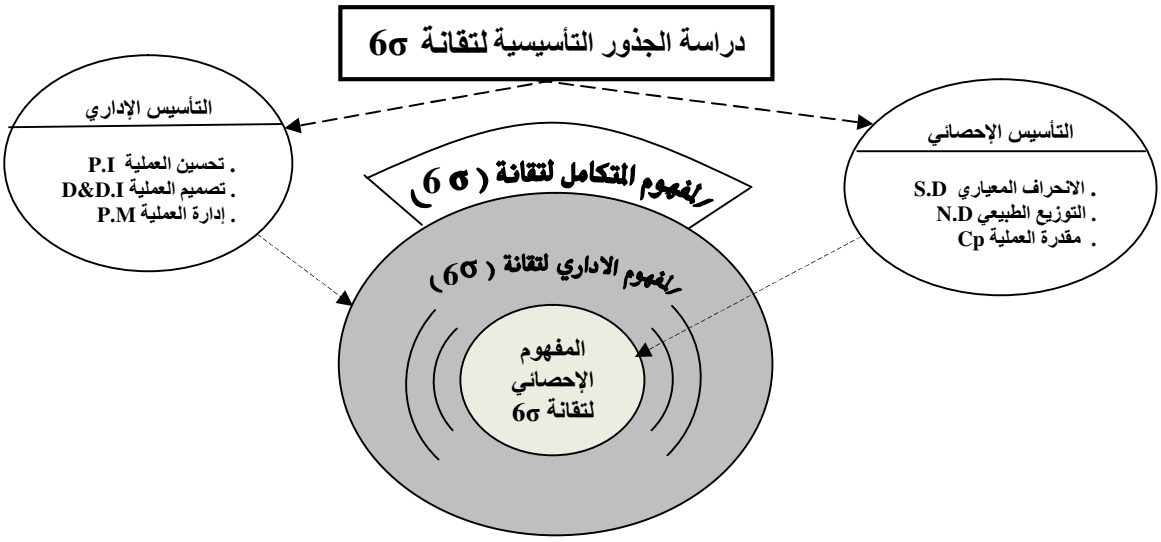
الافتراض النظري للبحث ومخططه

استكمالاً لأبعاد الموضوع وتوافقاً مع تساؤلات البحث أقام الباحثان مخططاً يحدد المفهوم المتكامل لتقانة 6σ الشكل ١ المنوي دراسته وتحليله وتتبعه بموجب افتراض نظري مفاده: **" تلتقي أساسيات تحسين العمليات بعدد من المرتكزات الإحصائية ليتشكل فهم مناسب لتقانة 6σ "**.

أسلوب البحث

باعتماد الأسلوب الوصفي التحليلي في عرض الأسس النظرية للموضوع وبالاعتماد على الدراسة المكتبية للمراجع المختلفة يحاول البحث محاورة الأسس

التاريخية لتقانة 6σ والمرجعية الإحصائية والإدارية لها وصولاً إلى تحليل معمق يقدم إجابة عن تساؤلات البحث ويدعم افتراضه.



الشكل ١
مخطط البحث

المحور الأول -المرجعية التاريخية لتقانة 6σ ومفهومها

تطورت تقانة 6σ خلال العقدين الأخيرين من القرن الماضي، ومن خلال إشارات (Carl Frederick Gauss) (1777–1855) عندما طرح مفهوم المنحنى الطبيعي، بوصفه معياراً لقياس التباينات يتوافق مع ما قدمه (Shewhart) في مختبرات شركة Bell الأمريكية للاتصالات في ثلاثينات القرن الماضي والذي تم تقديم عدد من الأدوات الإحصائية للسيطرة على العمليات الصناعية، وتؤشر القراءات أن أول من اعتمد المصطلح هو (Bill Smith) (www.sixsigmasurvival.com)، كما أن أول شركة تبنّت وطبقت معطيات المفهوم هي شركة موتورولا، لتصبح فيما بعد ماركة مسجلة باسمها، وكان معدل الأخطاء (الانحراف) يقاس بالنسبة إلى الألف. وفي منتصف الثمانينات، قرر مهندسو الشركة أن قياس معدلات الأخطاء إلى الألف لم يعد كافياً بوصفه عمقاً في معلومات القياس وأرادوا القياس إلى المليون فنتج عن ذلك المنهجية التي بين أيدينا والتي غيرت مجرى ثقافة الجودة. وعملياً تمكنت الشركة بذلك من توفير **16** مليون دولار هي مقدار الهدر المسجّل قبل إتباع هذه المنهجية. ومنذ ذاك الحين سارت علي دربها العديد من الشركات الصناعية والخدمية، منها الهادف للربح ومنها غير

الهادف للربح من الشركات الحكومية وشركات القطاع الخاص. (www.gckw.com) ويدعم ذلك الآراء التي ساقها (Michel Harry,1998) و(Dennis Sester ,2000) اللذان شرحا أن فكرة تقانة 6σ حملت أولاً من قبل الخبراء في موتورولا في أوائل الثمانينات (Goffnet ,2004 ,3).

لقد تجسدت أفكار مهندسي موتورولا حول برامج التحسين من خلال المؤشرات التي أكدت أن شركتهم تعمل ضمن أربعة مستويات للانحراف المعياري، وهو ما يعادل 6800 وحدة معيبة لكل مليون فرصة، فحدد هدفاً لبرامج التحسين آنذاك يقترب أو يساوي ستة مستويات أو (3.4) وحدة معيبة لكل مليون فرصة.

ومنذ العام 1987 اختطت الشركة لنفسها استراتيجية جديدة تتجاوز بها هدف تخفيض العيوب بما يشمل تباينات عمليات الأعمال كافة، وبذلك تغيرت ثقافة الشركة نحو شمولية تغطية أبعاد تقانة 6σ وعدم الاكتفاء بالقياسات العادية، والشيء بالشيء يذكر فإن جهود رواد أمثال Deming و Juran قد أسهمت على نحو واضح في إشاعة تقانة 6σ وخصوصاً فيما يتعلق بتجزئة المتغيرات المؤثرة في استقرارية العمليات إلى متغيرات الصدفة واللاصدفة واعتماد برامج التحسين المستمر المؤلف من 14 نقطة لدى Deming و10 نقاط لدى Juran ليجري تبنيها على نحوٍ واسع في ثمانينات وتسعينات القرن الماضي ولحد الوقت الحاضر وفي العديد من الشركات العالمية المعروفة ومن بينها Toyota , IBM, Ford, GM (أحمد، ٢٠٠٨، ٣٥)

وتعرّف تقانة 6σ على أنها تقانة أنتهجتها الشركات فيما يختص بعملياتها الأساسية وهيكلها، تقوم بمراقبة الأداء والأنشطة والأعمال اليومية طمعاً في الوصول إلى درجة متقدمة من درجات الجودة الشاملة، يتم فيها تقليل الفاقد وتقليص فرص العيب علماً بأنه كلما زاد تعقيد المنتج كلما زادت احتمالية ظهور العيوب به في الوقت نفسه، ولذلك تعد تقانة 6σ أسلوباً عملياً وحيداً في مثل هذه الحالات لتلبية متطلبات الزبون (النعيمي،٢٠٠٧، ١).

وعن التعريف الاصطلاحي لتقانة 6σ، فإن (σ) تعني الانحراف ويشار إليها بـ Sigma في مجال السيطرة على جودة العمليات – Processes Quality Control PQC وهي تقع ضمن عنوان أكبر هو السيطرة الإحصائية على الجودة Statistical Quality Control –SQC، ويعني الانحراف σ انحراف البيانات عن وسطها الحسابي ولاسيما البيانات التي تأخذ شكل التوزيع الطبيعي، وسيتم تفسير المساحة تحت المنحنى (منطقة القبول) و(منطقة الرفض) على وفق ما يأتي: (Urdhwareshe, 2000, 1-5)

١. إن احتمالية وقوع 68.26 % من البيانات تحت المنحنى تتراوح بين (±1σ)
٢. إن احتمالية وقوع 95.46 % من البيانات تحت المنحنى تتراوح بين (±2σ)
٣. إن احتمالية وقوع 99.73 % من البيانات تحت المنحنى تتراوح بين (±3σ)

وعلى نحو أكثر دقة تشير إلى تخفيض (الأخطاء) التباينات إلى ستة انحرافات معيارية من معدل قيمة مخرجات العملية أو الفرصة المهمة، أي بمعنى آخر بحدود خطأ واحد في 300000 فرصة، وفي التطبيقات المعاصرة يقدم المصطلح بوصفه منهجية لتحسين الجودة في الصناعة وعلى وفق اتجاهين يعبر الأول عن وجهة الأعمال، ويعبر الثاني عن وجهة الإحصائيين وكما يأتي، (Hafskjold, 2004, 1-2):

١. وجهة الأعمال: إستراتيجية لتحسين الأعمال تُعتمد لأغراض تحسين الربحية، التخلص من الضياع، تخفيض كلف الجودة وتحسين كفاءة وفاعلية العمليات أو العمليات التي تلبي متطلبات الزبون أو التي تفوقها.
٢. وجهة الإحصائيين: (3.4) عيب لكل مليون فرصة (DPMO)، فـ (σ) هو تعبير يستخدم لتمثيل التباين حول معدل أي عملية.

بموجب ما تقدم تعد تقانة 6σ مقياساً للجودة والفاعلية، والتميّز، بما يضمن تقديم السلع والخدمات ذات الجودة العالية عن طريق تخطي جميع نقاط القصور الداخلية، إذ توصف جوهرياً بأنها فلسفة إدارة يتوقع منها المساهمة في حل المشكلة وابتداع طرائق لتحسين العملية والأداء على السواء وذلك من خلال تمييز و/أو التخلص من السلع والخدمات غير الضرورية والضياعات في الوظائف والأنشطة، في الوقت ذاته يمكن أن توصف على أنها تطبيق محكم لمجموعة واسعة من المهارات والطرائق الإحصائية وغير الإحصائية لتدنية حجم التباين الناتج في أي عملية محددة (أقل تباين فيها يؤدي إلى نتائج ثابتة وأكثر قابلية على التوقع).

المحور الثاني - تقانة Six Sigma على وفق الفلسفة الإحصائية

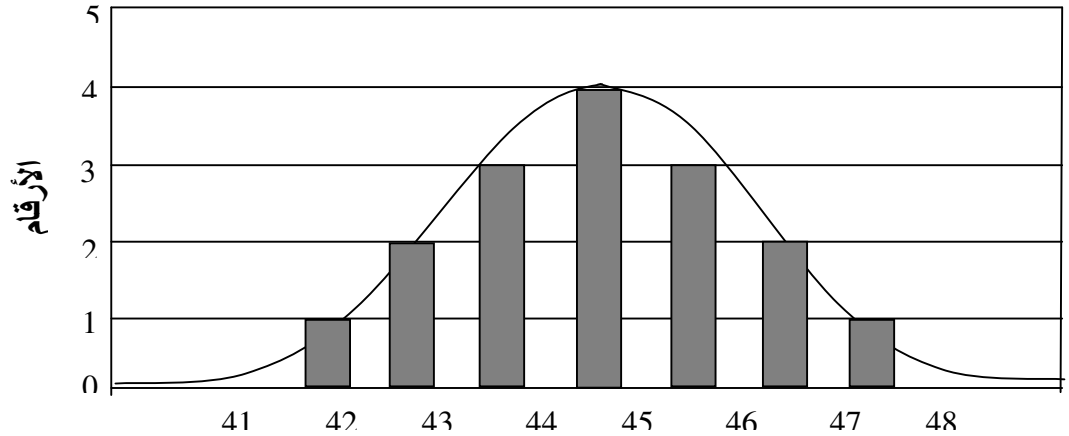
يُستَعملُ الرمز (σ) عموماً لتَبْيان الإنحراف المعياري Standard Deviation (SD) ويمكن تعريفه على أنه مقدار اختلاف العيّنة عن معدلِها (أو المتوسط)، ويحسب من خلال المعادلة الآتية :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{n}(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\bar{x}$ = **الوسط الحسابي،** **n = حجم العينة**

فمعدل عينة مكونة من (16) قيمة (43, 42, 46, 48, 47, 45, 44, 47, 46, 45, 44, 44, 45, 43, 46, 45) يساوي (45)، والانحراف المعياري لها يساوي (1.633)، وهو مؤشر للتباين أو اختلاف أو انحراف المنتَج عن المواصفات المطلوبة في المجال الصناعي، ومن ثم فإن أقل انحراف يعني أفضل نتائج متحققة، ولتوضيح ما تقدم يمكن تقديم الحالة الآتية في عملية تصنيع أنبوب حددت المواصفات القياسية قطره(45) ملم، وجرى الاتفاق مع الزبون على قبول القطعة ضمن حدود سماح

(±5) ملم، لذا فإن حدّ المواصفات الأعلى (Upper Specification Limit- USL) (50) ملم وحدُّ المواصفات الأوطأ (Lower Specification Limit- LSL) (40) ملم، الشكل ٢.



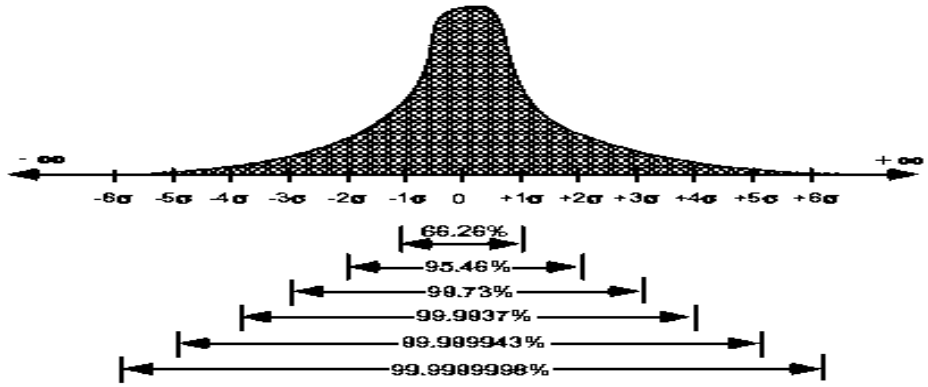
الشكل ٢

منحنى التوزيع الطبيعي للعينة

Source: www.Vensis.ltd.uk

وبما أن الزبون يقبل بحدود سماح في مدى (50 - 40) مليمتر (مدى مواصفات). وأن مقدرة العملية تنتج ضمن حدود إنتاج (45) مليمتر مقبولة ومدى سيطرتها (45 ± 3 × 1.633) مليمتر، وهذا يعني أن (40.1) مليمتر تمثل (LSL) و(49.9) مليمتر تمثل (USL). وفي عملية 6σ لابدّ أن يكون هناك (6) إنحرافات معيارية بين المتوسط وحدِّ المواصفات الأقرب، آي أنْ هناك (12) إنحرافاً معيارياً بين حديّ المواصفة. بعبارة أخرى، هذه العملية تَحتاج لعَرْض نِصْف كمية التغيّر أو التباين.(www.vensis.ltd.uk)

ومن الناحية التاريخية، فإن السيطرة على عملية التصنيع كانت بحدود (±3σ)، وهي مقبولة في أكثر الصناعات والعمليات، إذ ينتج عن هذا المستوى من الجودة ما نسبته (99.73%) من المنتجات تقع ضمن حد المواصفات المقبولة و(0.27%) هي خارج حد المواصفات المقبولة، ومع أن هذا المستوى مِنْ العيوب لم يعد كافٍ لنيل الأهداف في عصر تسوده المنافسة القوية، ظهرت الحاجة إلى تقانة جديدة، فظهرت تقانة 6σ، إذ عند الوصول بالعملية إلى مستوى 6σ يعني هذا أن هناك (99.99997%) تقع ضمن حدود القبول، أي أن (0.000002%) فقط تكون خارج حدود القبول، الشكل ٣.



الشكل ٣
منحنى التوزيع الطبيعي

Source: Fuqua, Norman B, 2005, **Selected Topics in Assurance Related Technologies, Six-Sigma Programs**, A publication of the Reliability Analysis Center, Volume 6, Number 5: 2

ويوضح الجدول الآتي نسب العيوب المحتملة عند العمل ضمن (6) إنحرافات معيارية عن معدل العملية وليس ضمن فلسفة (6σ).

الجدول ١
نسب العيوب المحتملة عند (6) إنحرافات معيارية

Design Limits	Defective Parts	Fraction Defective
± 1σ	317 per thousand	0.317
± 2σ	45 per thousand	o.o455
± 3σ	2 per thousand	0.0027
± 4σ	63 per million	0.000063
± 5σ	574 per billion	0.000000574
± 6σ	2 per billion	0.000000002
± 7σ	0.3 per billion	0.0000000000003
± 8σ	0.001 per billion	0.0000000000000001

Source: Richard B. Chase, Nicholls J. Aquilano, Robert Jacobs, 2001, **Operations Management for Competitive Advantage**: 295

ومن خلال قراءتنا لهذا الجدول يتبين أن عدد العيوب الحقيقية لكل مليون فرصة عند (6) إنحرافات معيارية عن معدل العملية تحسب على وفق الآتي:

- عند مستوى (±σ3) عدد العيوب DPMO 2700
- عند مستوى (±σ4) عدد العيوب DPMO 64
- عند مستوى (±σ5) عدد العيوب DPMO 0.57
- عند مستوى (±σ6) عدد العيوب DPMO 0.002

إن ما سبق من تحليل يحدد آليات قياس معدل مقدرة العملية (apability process cp)، فإذا كانت العمليات تتبع توزيعاً طبيعياً فإن النسبة الكبيرة من القياسات قد تقع مابين (±3σ) حول المتوسط على منحنى التوزيع الطبيعي والذي يمثل الجمع بين الاثنين معاً (Six Sigma)، هذا ويطلق على المسافة بين (±3σ) (Process Spread-PS) أو معدل الإنتشار الدال على أداء العملية والذي يقيس معدل أداء نظام التشغيل ومدى جودة النظام والأداء الفعلي مقارنة بالأداء المثالي، ويتم قياسه من خلال دراسة حركة معامل الانحراف المعياري حول المتوسط الحسابي، ويطلق على الفارق بين الحد الأعلى للمواصفة (USL) والحد الأدنى (LSL) معدل انتشار التباين حول المتوسط الحسابي (Specification Spread-SS)، وعند القيام بقياس مدى مقدرة العملية تستخدم تقانة 6σ المقارنة بين معدلي الإنتشار الدال على أداء العملية (PS) ومعدل انتشار التباين (SS) ونتيجة لهذه المقارنة يمكن أن تظهر واحدة من الحالات الآتية (سويلم، ٢٠٠٤، ٢٠):

١. PS < SS High Cp

معدل الانتشار الدال على أداء العملية PS أقل من معدل الانتشار الدال على التباين في العملية SS، مما يعني أن العملية تؤدى على نحو ممتاز وذات مقدرة عالية.

٢. PS = SS Medium Cp

معدل الانتشار الدال على أداء العملية PS يساوي معدل الانتشار الدال على التباين في العملية SS، مما يعني أن معدل مقدرة العملية تقريباً متوازن وجيد.

٣. PS > SS Low Cp

معدل الانتشار الدال على أداء العملية PS أكبر من معدل الانتشار الدال على التباين في العملية SS مما يعنى أن معدل مقدرة العملية ضعيف وهناك درجة شديدة من التباين.

والمحصلة أن معدل مقدرة العملية Cp هو مؤشر بسيط يصف العلاقة ما بين التباين في العملية ومسافة التباين حول طرفي المتوسط الحسابي. والأرقام الآتية توضح نسب وأعداد المنتجات أو الخدمات المعيبة لكل مليون وحدة إنتاج سلعة/خدمة مقابل الأرقام الدالة على مدى قدرة العملية Cp والتي يمكن استخلاصها من المعادلة الآتية:

$$Cp = USL-LSL/ 6\sigma$$

ومن ثم سوف يبلغ عدد المنتجات أو الخدمات المعيبة الأرقام الآتية إذا كانت قدرة العملية:

1. Cp = 1.00 ----------0.27 out of Range

2700 منتج غير مطابق لكل مليون وحدة خدمة /إنتاج
2. Cp = 1.33 ---------- --0.0064 out of Range
64 منتج غير مطابق لكل مليون وحدة خدمة / إنتاج
3. Cp = 1.67 ----------0.000057 out of Range
0.6 منتج غير مطابق لكل مليون وحدة خدمة/ إنتاج

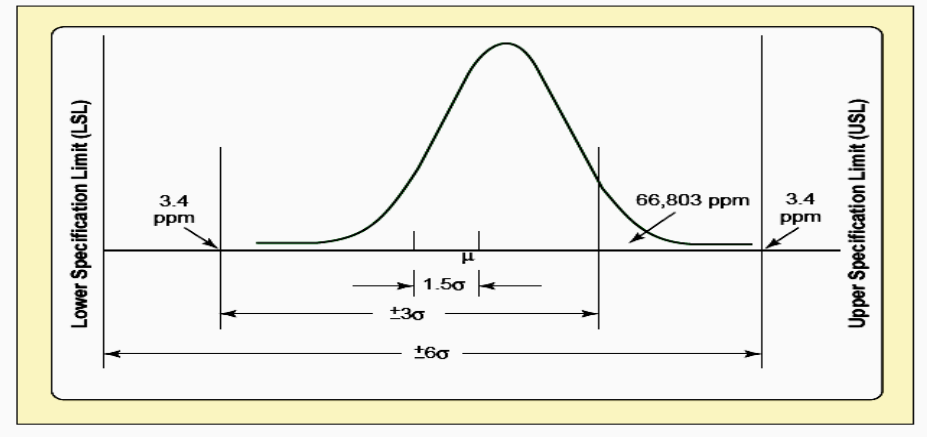
ويعبر عن تقانة 6σ لأغراض استخراج مؤشر مقدرة العمليات بمجال العمليات، فحينما تكون النتيجة Cp=1 يتأشر تطابق بين مجال المواصفات ومجال العمليات بمعنى أن التباين في العمليات مطابق لمجال المواصفة، وهو ضمن (USL-LSL)، أما إذا كانت النتيجة أقل من الواحد الصحيح فإن التباين في العمليات سيكون خارج مجال المواصفات، بمعنى أن العمليات غير قادرة على الإنتاج ضمن المواصفات، مما ينبغي إخضاعها للتحسين وبالتأكيد الرقم الأكبر من الواحد الصحيح يعد إفراطاً في التركيز على المواصفات، أي أن تباين العمليات أكثر شدةً من المواصفات والعمليات قد تجاوزت المقدرة الدنيا.

ويجب التفريق بين معدل مقدرة العملية ومعدل أداء مقدرة العملية (Process Capability Index-Cpk)، إذ إن المتوسط الحسابي الدال على الأداء قد لا يقع أحياناً في النقطة الوسطية ما بين حدود التباين العليا والدنيا (USL–LSL)، فإن الطريقة السابقة التي تم بها قياس مقدرة الأداء في العملية قد لا تكون مناسبة كونها اعتمدت على وقوع المتوسط الحسابي في المنتصف بين حدي التباين. لذا يتم احتساب مقدرة العملية في مثل هذه الحالات بطريقة مختلفة، إذ يتم قياس معدل التباين بين المتوسط الحسابي والحد الأعلى وقسمته على ٣ أمثال معامل الإنحراف المعياري ثم عمل الشيء نفسه بين المتوسط الحسابي والحد الأدنى للتباين ويتم الاعتداد بالرقم الأصغر (سويلم، ٢٠٠٤، ٢٠).

$$Cpk = MIN \{ \frac{USL - \mu}{3\sigma} , \frac{u - LSL}{3\sigma} \}$$ **حيث تمثل μ المتوسط الحسابي**

فإذا كانت مواصفات التحمل (حد السماح) (12%) والانحراف المعياري (2%)، والتباين (0.0%)، فإن Cpk تساوي (2.00)، وهو ما يؤشر أن قابلية العملية مثالية، وبعبارة أخرى: أن مواصفات العملية وقعت ضمن (6) انحرافات معيارية عن المتوسط. وإذا كانت مواصفات التحمل (حد السماح) (12%) والانحراف المعياري (4%)، والتباين (0.0%)، فإن Cpk تساوي (1.00)، وهو ما يؤشر أن قابلية العملية في أدنى مستوياتها، وبمعنى آخر: أن مواصفات العملية وقعت ضمن (3) انحرافات معيارية عن المتوسط. أما إذا كانت مواصفات التحمل (حد السماح) (12%) والانحراف المعياري (2%)، والتباين (3.0%)، فإن Cpk تساوي (1.50).(www.westgard.com)، وعلى الرغم من أن تخفيض قابلية العملية عن (2) يؤدي إلى زيادة فرص ظهور العيوب، إلاّ أن النتائج المتوقعة من ذلك تكون أكثر واقعية وقابلة للتطبيق، ومن ثم فإن خاصية عملية التوزيع الطبيعي عندما

تعمل ضمن انحراف مقداره (±1.5σ) عن المتوسط فإن مفهوم تقانة 6σ يدل علـــى أن حدوث أي تباين (عدم المطابقة مع المواصفة) تكون بعد حد المواصفات الأدنى (LSL) وحد المواصفة الأعلى (USL) والشكل الآتي يوضح ذلك.

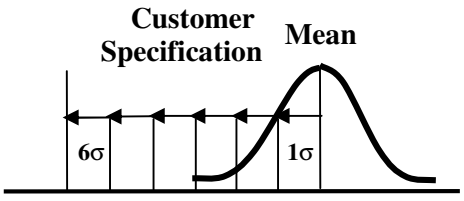


الشكل ٤

نسب المعيب عندما تعمل العملية ضمن انحراف مقداره (±1.5σ) عن المتوسط

Source: Wheeler, James M., 2002**, Getting Started :Six-Sigma control of chemical Operations** , Management , **www.cepmagazine.org**

ولكي تتمكن الشركات من مقارنة أداء عملياتها المختلفة ككل ينبغي عليها أن تحدد مستوى تأثير تقانة 6σ في الجودة من حيث عدد العيوب وفرص ظهورها (الكيالي، ٢٠٠٤، ٤)، ويعرّف مستوى جودة الانحراف Sigma Quality Level-SQL بأنه المسافة بين متوسط العملية وحد المواصفات الأدنى والأعلى الشكل ٥.



الشكل ٥

مفهوم مستوى جودة تقانة 6σ

Source: Naik , Rajesh , 2004 **, Leveraging Six Sigma in IT :3 www.adibsys.com**

بمعنى أن دراسة SQL ستحدد كيفية الوصول إلى (3.4) لكل مليون، السمة البارزة لتقانة 6σ، ولتوضيح ذلك تؤكد الحالات الدراسية الآتية التي تعرض تجارب

بعض الشركات (Ford, Motorola) ما ذهبنا إليه فموتورولا، درست العلاقة بين جودة المكوّنات (Components Quality) وجودة المنتج النهائي الجدول ٣ الذي سيخلو من العيوب، وطالما أن الشركة حددت هدفاً لجودة منتجها النهائي بحدود (99.7%) مع احتمال أن هناك (1000) فرصة لظهور العيب (Opportunities For Defects – OFDs) فهي اتخذت في مستوى جودة 6σ معياراً عند الوقوف على جودة المنتج النهائي المقدم.

وفي أواخر عام 1999، أصبحت شركة فورد للسيارات أول شركة في مجال صناعة السيارات تبنت تقانة 6σ، ففي فورد، كُلّ سيارة لها تقريباً (2000) OFDs، فإذا أرادت فورد أن تصل إلى مستوى جودة 6σ، فهذا يعني أن هناك سيارة واحدة فيها عيب في كل (١٥) سيارة وفقاً لمعدل حجم إنتاجها السنوي، وإذا اشتغلت فورد في مستوى (5.5σ) فإن (50%) من السيارات المنتجة تقريباً ستتضمن على الأقل عيباً واحداً (Arnheiter and Maleyeff, 2005, 8).

الجدول ٢
جودة المنتج النهائي

Sigma level	OFD quality (DPMO)	فرص ظهور عيوب في المنتجات				
		100 (%)	500 (%)	1,000 (%)	5,000 (%)	20,000 (%)
2.5	158,655	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	66,807	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5	22,750	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	6,210	53.6	4.4	2.2	0.0	0.0
4.5	1,350	87.4	50.9	25.9	0.1	0.0
5.0	233	97.7	89.0	79.2	31.2	0.1
5.5	32	99.7	98.4	96.9	85.3	53.1
6.0	3.4	100.0	99.8	99.7	98.3	93.4
6.5	0.29	100.0	100.0	100.0	99.9	99.4
7.0	0.019	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
7.5	0.0010	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: Arnheiter, Edward D. & Maleyeff, John, 2005, **Research and Concepts The integration of lean management and Six Sigma**, The TQM Magazine, Vol. 17 No.5: 1

بموجب ما تقدم يتبين أن عدد المنتجات والعمليات المطلوبة لإكمال المنتج النهائي تؤثر في تحديد مستويات جودة 6σ، فعمليات التجميع التي تتكون من (30) جزءاً و (5) خطوط ستتضمن (150 = 5 × 30) فرصة لحدوث العيب، بمعنى (100) عيب لكل (100) تجميع، وهذا يعني أيضاً عيب واحد لكل تجميع أو مليون عيب لكل مليون تجميع، وهذا يمكن أن يحوّل إلى (1/150 × 1000000) أو (6666) DPMO وهذا يقابل تقريباً (3.97) ضمن مستويات جودة (6σ)، عموماً يمكن أن يحدد مستوى جودة 6σ من خلال المعادلة الآتية (Urdhwareshe , 2000 :1-15):

$$\text{Sigma Quality Level} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(PPM)}$$

وبما أن عدد العيوب = 1000000 عيب

∴ عدد العيوب = (1 - احتمال الجيد)

إذ إن احتمال الجيد يساوي

probability good = F(6 sigma) – F(-6 sigma)

F0 = دالة التوزيع المتراكمة للتوزيع الطبيعي

وتفترض الفلسفة الإحصائية لتقانة 6σ انحراف عن المتوسط مقداره (1.5σ)

∴ لو كررنا الحسابات نجد أن احتمال الجيد يساوي

probability good = F(1.5 + 6 sigma) – F(1.5 - 6 sigma)

سيكون الناتج (3.4) عيب لكل مليون فرصة .(krouwerconsulting.com)

ومن هنا يمكن القول أنه عندما نصف سيارة بأنها 6σ فهذا لا يعني أن (3.4) سيارة من كل مليون سيارة بها عيب وإنما يعني أن هناك فرصة لظهور (3.4) عيب في السيارة الواحدة من بين مليون فرصة محتملة، إذ إن الجودة في مفهوم تقانة 6σ تعني التركيز على العمليات لتحقيق جودة المنتج النهائي بأقل كلفة.

المحور الثالث - المفاهيم الإدارية المدمجة مع تقانة 6σ

تقاطرت مفاهيم متعددة ضمن حقل إدارة الإنتاج والعمليات ومنها إدارة الجودة الشاملة، إدارة الأداء، العمل كفريق واحد، حلقات الجودة، الآيزو 9001 ... وما إليهما، فضلاً عن تقانة 6σ. والسؤال ما هو سبب اختيار هذه التسمية 6σ ؟ إن المفاهيم الواردة تضم مفاهيم مشتركة تجمعها بحيث لا تكاد تعرف الفرق بينها، وبالمقابل لكل منهجية خصوصية وتطبيق معين في مجال محدد، تشترك في حملها أسماء لتعطي إشارات آلية محددة لها بداية ونهاية، ولها تفاصيل إجراءات مفصّلة تميزها عن غيرها وتشترك أيضاً في الوصول إلى النتيجة ذاتها شريطة أن يتم تطبيقها بوصفها منهجاً واحداً متكاملاً، وقد يحقق خلط المنهجيات بعضها ببعض فوائد محددة إلاّ أنه لا يعطي النتيجة الأفضل في النهاية لأن كل منهجية إنما هي عبارة عما يطلق عليها بـ"Tool Kit"، أي مجموعة من الأدوات المطلوب استخدامها بحسب نسق معين للحصول على النتيجة الأفضل(. www.w3.org)

عموماً إن الفكرة المحورية في فلسفة تقانة 6σ هي السعي نحو تخفيض الاختلاف في العمليات إلى أدنى مستوياته، لترتفع الجودة بدورها إلى أعلى مستوى ممكن، وتتميز فلسفتها عن نظم الجودة الأخرى في أنها تبحث عن التباين في العمليات لكي تحدد مصدره وتتغلب عليه، في حين تتعامل النظم الأخرى مع المتوسطات التي تخفي التباين إذ تعكس القيمة في المتوسط، ومن ثم لا تكشف الفروق والتباينات بسهولة (السلمي، ٢٠٠٢، ٣٢)، إذن هي فلسفة لا برنامج أو مجالات رسمية محددة، هي فلسفة عمل وثقافة أداء يمكن أن تكون مشتركة مع

الزبائن أو حملة الأسهم أو العاملين والمجهزين وغيرهم من أصحاب المصالح، وتتبنى مختلف الشركات وعلى نحو واسع تقانة 6σ لتحقيق أغراض متفق عليها مثل: التركيز على الزبون، التخلص من الضياعات، زيادة مستويات جودة السلع والخدمات المقدمة للزبائن، إيجاد الفرص المهنية للعاملين وتخفيض الكلف، وهي بذلك تركز على أربعة مجالات أساس هي:

١. التركيز على رضا الزبون.
٢. التخفيض الكلي للعيوب.
٣. تحسين الإنتاجية.
٤. الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة.

إن التحسين في هذه المجالات يدر وفورات كبيرة في كلف العمل ويمثل فرصاً للاحتفاظ بالزبائن والوصول إلى أسواق جديدة ومن ثم بناء سمعة متميزة لمنتجات الشركة، وعلى الرغم من إن هذه المجالات تتطلب قياس عمليات إدارة الشركة وتحليلها فإن تقانة 6σ لا تغدو مبادرة في الجودة، بل مبادرة في إدارة العمل، إذ إن تحقيق الهدف من تقانة 6σ يحتاج إلى أكثر من تحسين صغير تراكمي بل يحتاج إلى طفرة في كل المجالات، أي أهداف التقدم المفاجئ Breakthrough وليس أهداف تحسين قصيرة المدى Short Rang Improvement Objectives

وعليه فإن ثلاثة عناصر أساس رسخت المنبع الإداري لفلسفة تقانة 6σ وهي:

أولاً - **تحسين العملية**

إنّ الهدف من تحسين العملية هو إزالة أساس (جذور) المشكلات المؤدية إلى الإخلال في أداء العمليات التي تؤديها الشركة، وهو ما يعرف على وفق فهم فلسفة تقانة 6σ بالاستقرارية، والمشكلات هذه قَدْ تُسبّب مشكلات حقيقية تقف أمام تحقيق أهداف الشركة ككل، أو قد تمنع الشركة من العمل على نحو أكثر كفاءة وفاعلية.

وتستخدم تقانة 6σ هنا منهجية من خمس خطوات تعرف بـ (DMAIC)، وهي اختصار للحروف الأولى من الكلمات المعبرة عن تلك المنهجية :

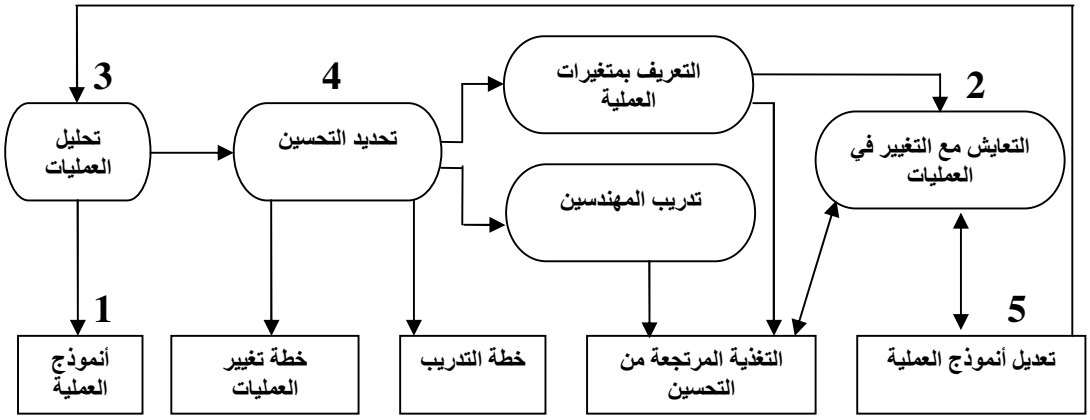
1. **D** .. Define
2. **M** .. measure
3. **A** .. Analyze
4. **I** .. Improve
5. **C** .. Control

وعلى نحو عام فإن منطق تحسين العمليات يتلخص بالإجراءات الآتية (Sommerville & Prechelt,2004,8):

١. تحليل العملية: تحليل أسباب الانحراف في العملية عن الحدود المقبولة.
٢. تعريف التحسين: تحديد الجودة والكلفة على وفق مستوى كفاءة وفاعلية العملية موضع التحسين.
٣. طرح التغيير في العملية: من خلال البحث عن الحلول الأفضل وتنفيذها لاستئصال أسباب الانحراف في العملية.

٤. التدريب على تغيير العملية: تهيئة السبل المتاحة لمواجهة التغيير في العملية بالتدريب على العمليات المقترحة.
٥. التناغم مع التغيير: التأكيد على استمرارية التحسين الذي تم إدخاله والمحافظة على المستوى الجديد للجودة.

ويستعرض الشكل ٦ التداخل بين عملية تحسين العملية ومنهجية DMIAC، إذ تشير الأرقام إلى تتابعية منهجية DMIAC بغض النظر عن اتجاه الأسهم.



الشكل ٦
منطق تحسين العمليات

المصدر: من إعداد الباحثين بتصرف عن
Ian. Sommerville & Lutz Prechelt , 2004, **Software Engineering**, 7th edition, prechelt@inf.fu-berlin.de: 9

ثانياً - تصميم أو/و إعادة التصميم

إن تحسين العمليات الحالية قد يكون في بعض الأحيان غير كافٍ، ولذا من الضروري تصميم عمليات جديدة، أو إعادة تصميم العمليات الحالية، ولعل اعتماد الشركة فلسفة الاستبدال وليس التصليح من أهم الأسباب التي تدعو لذلك، فضلاً عن أنه في حالة اكتشاف الشركة أثناء تنفيذ مشروع التحسين أن العملية الحالية غير قادرة على تلبية متطلبات الزبون بمعنى أنها غير كفوءة في تحقيق أهداف الشركة ينبغي إعادة تصميم هذه العملية لتصبح أكثر مواءمة لأهدافها ولعل أبرزها زيادة رضا زبائنها.

وكما هي الحال مع تحسين العملية فإن مدخل التصميم وإعادة التصميم يضم منهجية مكونة من خمس مراحل هي تباعاً(*):

١. التعريف Define. تمييز أهداف العملية الجديدة وتحديد متطلبات الزبون في هذه المرحلة.
٢. التناغم Match. تطوير مجموعة متطلبات الأداء للعملية الجديدة المتناغمة مع الأهداف.
٣. التحليل Analyze . تحليل متطلبات تنفيذ الأداء الحالي.
٤. التصميم والتنفيذ Design & Implement وهو العمل على التصميم بموجب ما جاء آنفاً ومن ثم الشروع بالتنفيذ.
٥. التحقيق أو التثبيت Verify وهو التأكد من أن العملية الجديدة تؤدى كما هو مطلوب ويتم السيطرة هنا لضمان استمرارية الأداء.

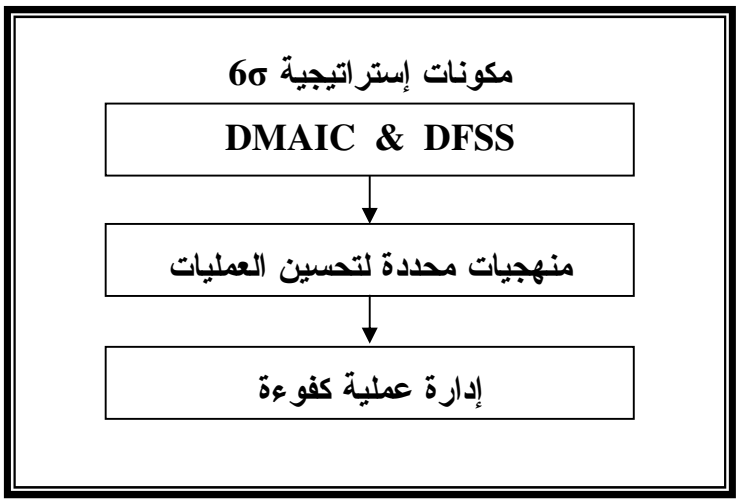
ثالثاً - إدارة العملية: وتعرف اختصاراً بـ (DMADIV)

تركز منهجية إدارة العملية على المحاور الرئيسة الآتية:

١. صياغة ونشر الأهداف الإستراتيجية للشركة وقبولها بين جميع أفراد الشركة.
٢. تصميم العمليات الأساسية (Core Processes) والعمليات الرئيسة المتفرعة عنها والعمليات الداعمة (المساندة) مع تقديم جدول المسؤوليات والملكية على كل منها.
٣. صياغة المقاييس الجوهرية التي تحدد مستويات الكفاءة والفاعلية لكل منها.
٤. تحديد أسس اختيار العمليات التي ستخضع لبرامج التحسين المستمر و تنفيذ هذه البرامج على العمليات.

وتعد إدارة العملية التحدي الكبير والجزء الأهم في تنفيذ تقانة (6σ)، إذ إن تغيير ثقافة الشركة نحو أهداف تقانة 6σ يتطلّب تركيز الجهود والموارد المتاحة المادية والمالية والبشرية والمعلوماتية لضمان تحقيق التكامل والترابط بين مشروع التحسين والأهداف الإستراتيجية للشركة، وهذه العلاقة عادة ما يتم تعريفها في ميثاق الفريق. والشكل الآتي يوضح البعد الإداري متمثلاً بتحسين العمليات لتقانة 6σ ومن خلال مفهومي DMAIC وDFSS.

(*) للمزيد انظراحمد، ميسر إبراهيم، ٢٠٠٨، نظم إدارة الجودة، دار ابن الأثير للطباعة والنشر جامعة الموصل، ص١١٧.



الشكل ٧
البعد الإداري لتقانة 6σ

المصدر: من إعداد الباحثين بتصرف عن
Pop, Michael , 2004 , **Making Six Sigma Work**: 1

رابعاً - الخلاصة

تضمن متن البحث جملة من الاستنتاجات الفكرية (النظرية) يتم عرضها تباعاً وعلى وفق مايأتي:

١. إن تقانة 6σ ما هي إلاّ امتداد طبيعي لجهود الجودة التي قدمت على مر السنين والتي بدأت وتطورت نتيجة لإدراك أهمية الجودة في تقليل الكلف وتحسين رضا الزبون ومن ثم تحقيق الأهداف المرسومة، وبذلك الفهم تعد مبادرة للتحسين تربط بين أعلى جودة وأقل كلفة.
٢. إن فكرة تقانة 6σ تكمن في أنه إذا كانت الشركة قادرة على قياس عدد العيوب الموجودة في عملية ما فإنها تستطيع أن تزيل تلك العيوب وتقترب من نقطة المعيب الصفري (Zero Defect)، لذا توحي فلسفة تقانة 6σ على أن الشركة تستطيع أن تقدم منتجات خالية من العيوب تقريباً، لأن نسبة العيوب تصل إلى (3.4) عيب لكل مليون فرصة، أي أن نسبة الكفاءة والفاعلية في العمليات تقترب من 99.99997%.
٣. إن ما قيمته (3.4) عيب لكل مليون منتج أو فرصة لا يعني أن هناك (3.4) منتج معيب لكل مليون منتج، وإنما يعني أن هناك احتمالاً لظهور (3.4) عيب في كل منتج من مليون منتج، فتقانة 6σ تركز على الجودة المكونة للمنتج النهائي.

٤. إن القيم الحقيقية عند العمل ضمن ستة انحرافات معيارية عن معدل العملية ضمن مفهوم منحنى التوزيع الطبيعي، هي ليست القيم المعمول بها في تقانة 6σ، وإن ما قيمته (3.4) عيب لكل مليون فرصة يعني بلغة منحنى التوزيع الطبيعي إسقاط حد المواصفات عن معدل العملية (المتوسط) مساحة قدرها (4.5σ) وليس (6σ).
٥. إن تقانة 6σ تنتقل من التركيز على جودة المنتج فقط إلى التركيز على كل المؤشرات ذات العلاقة بإدارة العمل، ومن ثم فإنها تعد الأسلوب الأمثل في إدارة العملية، وبذلك تستطلع أهدافاً أبعد مما يستهدفها مفهوم TQM.
٦. تتكامل تقانة 6σ مع نظم إدارة العملية، إذ تركز نظم إدارة العملية على نقاط محددة مثل السيطرة على الكلف وزيادة الفاعلية وتحسين وقت الدورة لكنها لا تعطي بالمقابل الاهتمام الكافي لكفاءة نظام التشغيل (أي أنها لا تعكس كفاءة هذا النظام ودقته وقدرته)، وهو ما يميز تقانة 6σ بوصفها تعطي الجانب الأكبر من الاهتمام لضمان كفاءة وفاعلية نظام التشغيل ككل، وبذلك تستطلع أهدافاً أبعد مما تستهدفها أنشطة تحسين العمليات.
٧. أبرز منهجيتين تُعتمدان في تقانة 6σ هما (DMAIC & DFSS)، إذ تطبق الأولى على نحو الدورة المغلقة في حين أن الثانية تستخدم لتصميم أو إعادة تصميم السلعة/الخدمة من الأساس Ground up في محاولة لزيادة مقدرة المنتج الجديد في التغلب على التقلبات السريعة في التصميم.
٨. إن ما سبق من تحليل لا يعني انفراد تقانة 6σ وانعزالها من حيث أدواتها وإجراءات إقامتها، فهي تلتقي مع عدد من مفاهيم الجودة في مداخلها وأهدافها النهائية وربما في السمة المفتاحية لمنهجياتها.

المراجع

أولاً - المراجع باللغة العربية

١. الجبوري، ميسر إبراهيم احمد، ٢٠٠٨، نظم إدارة الجودة، دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
٢. السلمي، علي،٢٠٠٢، إدارة التمييز نماذج وتقنيات الإدارة المعاصرة في عصر المعرفة، دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة.
٣. سويلم، علي، ٢٠٠٤، الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لتطبيق مفاهيمSix Sigma، ندوة المنظمة العربية للتنمية الإدارية حول تطبيق مفاهيم Six Sigma في التطوير الإداري، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، القاهرة، مصر.
٤. الكيالي، دينا إسماعيل،٢٠٠٤، إستراتيجية الجودة المعتمدة على تطبيق مفاهيم six sigma وأثار التطبيق على تغيير الثقافة السائدة في منظمة الأعمال، ندوة الأساليب الحديثة في قياس الأداء الحكومي، جمهورية مصر العربية، القاهرة.
٥. النعيمي، محمد عبد العال، ٢٠٠٧، SIX-SIGMA منهج حديث في مواجهة العيوب، المؤتمر العلمي الدولي السابع لجامعة الزيتونة، الأردن.

ثانياً - المراجع باللغة الأجنبية

1. Arnheiter, Edward D. & Maleyeff, John, 2005, Research and Concepts The integration of lean management and Six Sigma, The TQM Magazine, Vol. 17 No.5
2. Fuqua, Norman B, 2005, Selected Topics in Assurance Related Technologies, Six-Sigma Programs, A publication of the Reliability Analysis Center, Volume 6, Number 5
3. Hafskjold, B. ,2004, About the name Sigma, (sigma.uninett.no/om/About%20the%20name%20Sigma.pdf) .
4. Ian, Sommerville & Lutz, Prechelt, 2004, Software Engineering, 7th edition, prechelt@inf.fu-berlin.de
5. Naik, Rajesh, 2004, Leveraging Six Sigma in IT, www.patni.com or contact mktg@patni.com.
6. Pop, Michael, 2004, Making Six Sigma Work, www.ivsl.org
7. Richard B. Chase, Nicholls J. Aquilano, Robert Jacob, 2001, Operations Management for Competitive Advantage, www.prenticehall.com
8. Sean P, Goffnett, 2004, Understanding Six Sigma Implications for Industry and Education, Journal of Industrial Technology. Volume 20, Number 4 (www. nait.org) .
9. Smith, Howard & Finger, Peter (2003), Digital Six Sigma Integrating Continuous Improvement With Continuous Change and Continuous Learning, (www.bpm3.com) .
10. Sung H., Park, 2003, Six sigma for Quality and Productivity Promotion, IBSN: 92-833-1722-X Published by the Asian Productivity Organization (APO) , Tokyo, Japan, Email: apo@apo-tokyo.org , (www.apo-tokyo.org) .
11. Urdhwareshe, Hemant, 2000, The Six Sigma Approach, Quality & Productivity Journal, Vol.13, No.3 .
12. Wheeler, James M., 2002, Getting Started :Six-Sigma control of chemical Operations, Management, www.cepmagazine.org

ثالثاً - الانترنت

a. www.sixsigmasurvival.com
b. www.gckw.com
c. www.vensis.ltd.uk
d. www.adibsys.com
e. krouwerconsulting.com
f. www.w3.org
g. www.westgard.com