مجلة البحوث الأكاديمية
Journal homepage: www.lam.edu.ly

دراسة إمكانية تطبيق منهجية ستة سيجما في المجمع الاستثماري لمواد البناء بمصراتة

عمر علي شنب
كلية التقنية الصناعية/مصراتة، ليبيا

عبد الرحمن النعيري
كلية التقنية الصناعية/مصراتة، ليبيا

فراس يوسف دبك
المعهد العالي للعلوم والتقنية/مصراتة، ليبيا

استلمت الورقة بتاريخ 2022/8/15، وقبلت بتاريخ 2022/10/10، ونشرت بتاريخ 2022/10/12
الكلمات المفتاحية: منهجية الستة سيجما، صناعة السيراميك، برنامج الميني تاب، *طريق* DMAIC .

الملخص

تهدف هذه الورقة لدراسة إمكانية تطبيق منهجية الستة سيجما في المجمع الاستثماري لمواد البناء بمدينة مصراتة، كمدخل فعال لتحسين جودة المنتجات، ودراسة متطلبات التطبيق الناجح لهذه المنهجية والفوائد والصعوبات التي ترافق عملية تطبيقها. وتم إجراء هذه الدراسة وفقا لأسلوب دراسة الحالة، وذلك من خلال التطبيق العملي بتحديد مستوي السيجما في المجمع الاستثماري لمواد البناء والتعرف على عوائق تطبيق منهجية الستة سيجما على أرض الواقع. كما تم قياس مدى توفر متطلبات التطبيق الناجح لمنهجية الستة سيجما في المجمع الاستثماري محل الدراسة. تم إجراء الدراسة عمليا بأخذ العينات لأهم المنتجات وتحليلها ورسم لوحات ضبط الجودة وتحديد مقدرة العملية الإنتاجية، ومن ثم حساب مستوى السيجما، وتحديد المعوقات والمتطلبات الأساسية للتطبيق الفعال لمنهجية الستة سيجما بالمجمع؛ والتي يجب توفرها في المجمع الاستثماري لمواد البناء، وذلك من خلال المقابلات والملاحظات أثناء الزيارات. وقد توصل البحث لعدة استنتاجات، أهمها: أن مستوى السيجما بالمجمع الاستثماري قيمته **2** سيجما فقط وهي قيمة متدنية جدا، وعدم تقبل وجاهزية الإدارة العامة للمجمع لتطبيق منهجية الستة سيجما، كما يحتاج تطبيق منهجية الستة سيجما في المجمع لعدة متطلبات: إدارية، تقنية، وبشرية، والتي تشكل بيئة مناسبة لتطبيق المنهجية بنجاح وفاعلية، والمحافظة على استمرارية الجودة والتميز لضمان نجاح الشركة.

1. المقدمـــــة

إن زيادة حدة المنافسة في السوق المحلي والعالمي، وما تعكسه من تحديات، وتهديدات على مختلف الشركات، يفرض عليها ضرورة الرفع من جودة منتوجاتها وبأقل تكاليف ممكنة مع ضرورة المحافظة على المطابقة للمواصفات؛ لكي تزيد من قدرتها التنافسية وتضمن بقاءها في السوق. ولا يمكن لأي شركة أن تحقق ذلك إلا من خلال تبني الأساليب المتطورة لتحسين الجودة، والتي أثبتت فاعليتها في الكثير من المؤسسات الإنتاجية والخدمية. وتعتبر منهجية ستة سيجما من أهم الأساليب المستخدمة منذ سنوات للتحسين المستمر للجودة في الشركات العالمية [1]. لذلك فإن هذا البحث يتناول هذه المنهجية من خلال دراسة ميدانية بالمجمع الاستثماري لمواد البناء. يشهد السوق المحلي منافسة شديدة ومتزايدة بين منتجات الشركات؛ لذلك يجب على شركة المجمع الاستثماري لمواد البناء المحافظة على أعلى جودة ممكنة لمنتجاتها، وتقديمها للزبائن بأسعار مناسبة ومنافسة للمنتجات الموجودة في السوق. ومما يزيد حدة المنافسة، هو ما تمر به البلاد من عدم ثبات في الأسعار وفتح وإغلاق الأسواق العالمية، ولكن يبقى الفارق الرئيسي بينها متمثلاً بنسبة جودتها، وفاعليتها، وسعرها؛ لذلك فقد أصبح تحسين جودة المنتجات من أهم الأولويات التي تسعى الشركة لتحقيقها من خلال تحديث خطوط الإنتاج وتطوير التركيبات المستخدمة واستخدام التقنيات الحديثة لضبط الجودة. إلا أن هذه الجهود لا تعطي النتائج المرجوة منها من دون تبني منهجيات فعالة لتحسين الجودة بشكل منظم ومخطط وفقا لاستراتيجية واضحة ورؤية طموحة للتميز.

يكمن الهدف من الورقة في دراسة النظام المتبع من قبل قسم الجودة بمصنع سيراميك ليبيا في حساب مستوى السيجما داخل المصنع، وكذلك دراسة إمكانية تطبيق منهجية ستة سيجما في هذا المصنع، وذلك من خلال دراسة مدى توفر متطلبات منهجية ستة سيجما، وتحديد وأهم العوائق التي تحول دون تطبيقها.

2. الدراسات السابقة

يعود الفضل في ظهور منهجية ستة سيجما من حيث المفهوم إلى عالم الجودة فيليب كروسب Philip Crosby ، وهو أحد رواد حركة الجودة المشهورين، حيث تناول هذا العالم منهجية الستة سيجما في كتابة الشهير؛ "Quality is Free" سنة 1979، بينما كانت بدايات الانتقال من مرحلة النظرية والمفهوم إلى مرحلة التطبيق في سنة 1980، حيث كانت أولى مبادرات التطبيق لتحسين أداء العمل بالمؤسسات على يد المدير التنفيذي لشركة موتورلا Motorola بهدف التخطيط للوصول إلى تقليل نسبة الخطأ أو الفشل الوارد في المنتجات خلال خمس سنوات إلى صفر تقريباً. ومنذ ذلك الحين بدأ تطبيق منهجية ستة سيجما ينمو ويتحرك وصولا إلى كافة القطاعات الخدمية والصناعية [1]. وتستعرض هذه الفقرة بعض الدراسات السابقة الحديثة لتوضيح أهمية تطبيق منهجية ستة سيجما في كافة المجالات [1] .

قدم في سنة 2008، Montgomery و Wooda نظرة عامة لعمليات تطوير وتحسين مستوى السيجما والمنظور التاريخي للمنهجية، وأيضًا الأساليب الإحصائية المستخدمة وبشكل متكرر في منهجية ستة سيجما، ومدى تأثيرها على الأساليب الإحصائية في الصناعة [2]. وتناولت الدراسة التي قدمها Rohini و Mallikarjun سنة 2001 استخدام منهجية ستة سيجما لتحسين العملية داخل غرفة العمليات في مستشفى متعدد التخصصات للشركات في مدينة بنغالور في الهند، حيث أظهرت أن هذه المنهجية لها القدرة على تحقيق المزايا التنافسية، واتخاذ القرارات بكفاءة وأيضا القدرة على حل المشكلات داخل سياق العمل [3]. كما قدم Prasad و Kambagowni سنة 2012 نهجاً جديداً بهدف تحسين

الجودة في مؤسسة تعليمية هندسية بالاعتماد على منهجية ستة سيجما، يتألف ذلك النهج من خمس مراحل (تعريف- قياس- تحليل - تحسين- رقابة) وإنشاء مخطط التدفق الحرج في الجودة، وكذلك إنشاء مخطط SIPOC (المورد- المدخلات- العملية- المخرجات- العميل) (SIPOC (digrame: Supplier-Input-Process-Output- Customer في مرحلة تحديد المنهجية؛ كما تم حساب مؤشرات قدرة العملية في مرحلة القياس لإنشاء مخطط السمكة ومخطط باريتو لتحديد الأسباب المختلفة وترتيبها حسب الأهمية، وتم في مرحلة التحسين إجراء تحليل تأثير وضع الفشل لتوقع أنواع الفشل المحتملة، وفي مرحلة الرقابة تمت مراقبة الأشخاص المشاركين في عمليات نظام التعليم الهندسي [4].

أظهرت الدراسة التي قدمها Ganguly سنة 2012 حلولا لمعالجة المشكلات التي تواجه شركة لصناعة الألومنيوم، والتي تحدث في خط الدرفلة على الساخن، وذلك من أجل تطوير قدرات الدرفلة على الساخن لدرفلة السبائك الصلبة، وكذلك القضاء على الوقت الضائع بسبب انزلاق شريط الملف أثناء درفلة السبائك الصلبة، وذلك من خلال تطبيق منهجية ستة سيجما، وتحديد الأسباب المحتملة ، ومصادر التباين، وإنشاء علاقات مرنة وتنفيذ خطط للرقابة [5]. وقدم Sujova وآخرون سنة 2016 دراسة بحثية لحالتين صناعيتين بمستوى مختلف من نظام إدارة الجودة في جمهورية سلوفاكيا، حيث يركز الأسلوب الحالي لإدارة الأعمال على زيادة أداء العمليات التجارية، لتحقيق الأداء المطلوب للعمليات، وذلك لضمان جودة وقدرة العمليات المطلوبة، وقد تم في تلك الدراسة إجراء استبانة في المؤسسات الصناعية السلوفاكية للتحقق من اعتماد تطبيق منهجية ستة سيجما على نظام إدارة الجودة. وقد أثبتت نتائج الدراسة البحثية إمكانية تطبيق منهجية ستة سيجما واستخدام نفس الأساليب في المؤسسات بصرف النظر عن مستوى نظام إدارة الجودة [6].

من خلال النتائج التي تحصل عليها Zasadzień سنة 2017، تم تحديد أنواع الأعطال المسئولة عن توقف معظم الآلات وتحديد مصدر أسباب التوقفات الطويلة للغاية. كما تم وضع هيكل دقيق لاحتياجات عملية إزالة الفشل من خلال التعرف على العمليات الانتاجية ومعرفة أسباب الأعطال وتطوير إجراءات التحسين التي تهدف إلى تقليل وقت إزالة الخطأ، وذلك من خلال تطبيق منهجية ستة سيجما لتحسين عمليات الإنتاج المرتبطة بالصيانة؛ وقد تم تنفيذ الإجراءات التي تم تطويرها في الشركة جنبًا إلى جنب مع خطة الرقابة [7]. وفي دراسة الناظر سنة 2017 بعنوان" مدى إمكانية تطبيق منهجية ستة سيجما في شركات تصنيع المواد الغذائية الكبرى في الضفة الغربية بفلسطين"، والتي هدفت لمعرفة مدى توافر مقومات تطبيق منهجية ستة سيجما وتحديد معوقات تطبيقيها. وقد شملت الدراسة جميع شركات تصنيع المواد الغذائية الكبرى في الضفة الغربية، وتم الاعتماد في تلك الدراسة على أداتين لجمع بيانات الدراسة هما الاستبانة والمقابلات. وقد توصلت الدراسة إلى وجود فرصة كبيرة جدا لتطبيق منهجية ستة سيجما في مجتمع الدراسة؛ وذلك من خلال توفر أهم معايير تطبيق منهجية ستة سيجما. كما خلصت الدراسة إلى أن معوقات تطبيق منهجية ستة سيجما منخفضة [1].

أظهرت النتائج التي قدمها Costaa وآخرون سنة 2019 أن استخدام منهجية ستة سيجما وبعض أدوات الجودة الأخرى لها دور إيجابي للغاية؛ حيث أدى استخدامها إلى تحسينات كبيرة في جودة عملية إدخال الدبوس لشركة سيارات تعتزم تقليل الوحدات المعيبة التي تنتج بعملية آلية، حيث يحدث في هذه العملية استخدام قوة مفرطة لإدخال الدبوس في لوحات الدوائر المطبوعة Printed Circuit Boards (PCBs)، والتي تؤدي بدورها إلى تكاليف وأوقات توقف عالية، مما أثر على توريد خطوط التجميع النهائية. وقد نتج عن التحليل الشامل تحديد السبب الجذري للقوة المفرطة، وهي ناتجة عن تفاعل ثلاثة عوامل: الخصائص الفيزيائية لمركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور، ومنطقة تلامس المسامير، ورداءة مكونات الآلة. وبالتركيز على هذه العوامل تم رفع مستويات جودة العملية، مما جعلها أكثر استقرارًا وأقل تبايناً [8].

كان الغرض من الدراسة التي قدمها Kartika وآخرون سنة 2020، تحليل تأثير تطبيق منهجية ستة سيجما خلال مرحلة التحديد والقياس والتحسين والرقابة على أداء صناعة الأدوية في إندونيسيا. استخدم في هذه الدراسة منهج الأساليب الكمية مع تقنيات التحليل الارتباطي لعينات عشوائية بسيطة. وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن منهجية ستة سيجما ذات مراحل التحديد والقياس والتحسين والرقابة لها تأثير إيجابي وهام على أداء صناعة الأدوية [9]. وقد قام مرعي ضو ومفتاح الحمروني سنة 2021 بدراسة مدى توافر متطلبات تطبيق منهجية ستة سيجما ودورها في ترشيد تكاليف الإنتاج بمصنع أعلاف بمنطقة القره بوللي شرقي مدينة طرابلس، والتي خلصت للعديد من النتائج أهمها انخفاض درجة إدراك العاملين لأهمية منهجية ستة سيجما، وعدم ملائمة الثقافة التنظيمية السائدة حالياً في الشركة محل البحث للثقافة التنظيمية المطلوبة لتطبيق منهجية ستة سيجما، وإلى عدم توافر المهارات الكافية لتطبيق هذه المنهجية [10].

قدم Letchumanan وآخرون 2022 بدراسة هي الأولى من نوعها لتحديد وفحص العوامل الرئيسية لمنهجية ستة سيجما في الصناعات التحويلية (إعادة الاستخدام والتدوير) الماليزية، وإنشاء نموذج هيكلي لوضع تصور لاستراتيجية العمل وتشغيلها. إن المنهج المستخدم في تلك الدراسة يتضمن خطوتين. في الخطوة الأولى، تم إجراء مراجعة منهجية لـدراسات رائدة حول هذا الموضوع، وهي نادرة إلى حد ما في هذا النوع من الصناعات. أما في الخطوة الثانية، فتم فيها تحليل العوامل الرئيسية باستخدام تناوب varimax لإنهاء النتائج النظرية. وقد كشفت النتائج التجريبية نموذجًا هيكليًا بخمسة عوامل رئيسية مترابطة، بما في ذلك سبعة وعشرون عاملاً [11] .

كما استخدم Sarman وSoedianton سنة 2022 منهجية ستة سيجما الرشيقة Lean Six Sigma (LSS) من أجل اكتشاف فوائد التصنيع الخالي من الهدر وتطبيقها على الصناعات الدفاعية؛ حيث تم التوصل إلى أن تطبيق LSS يمكن أن يقلل من التباين، كما يقيس العيوب ويحسن جودة المنتجات والعمليات والخدمات، ويؤدي إلى تقليل وقت الدورة الانتاجية والقضاء على النفايات في المعالجة، مما أدى إلى تقليل مدة التسليم، وخفض التكاليف، وزيادة رضا الزبائن. تزيد منهجية LSS من رضا العملاء والجودة وسرعة العملية ورأس المال المستثمر، كما أنها تساهم في تخفيض التكلفة. ويمكن لتطبيق منهجية LSS القضاء على الإهدار وتقليل العيوب والاختلافات في العمليات التنظيمية، وبالتالي فإنه يوصى بتطبيقها في الصناعات الدفاعية [12].

مما سبق نلاحظ أن الدراسات السابقة توضح مدى الاهتمام الكبير بأهمية تطبيق منهجية ستة سيجما في مختلف القطاعات سواء كانت خدمية أو إنتاجية أو دفاعية، وبسبب هذا الاهتمام الكبير في تطبيق منهجية ستة سيجما وعدم تطبيقها في أغلب المؤسسات الصناعية المحلية، لذلك فإن هذه الدراسة تناولت تطبيق هذه المنهجية في المجمع الاستثماري لمواد البناء بمدينة مصراتة.

3. أسلوب ستة سيجما (Six Sigma 6σ)

تسعى المؤسسات لزيادة القدرة التنافسية، ويعتبرالتحسين المستمر للجودة من أهم المتطلبات لتحقيق ذلك. وبالتالي، يجب أن تهدف المنظمات إلى تطوير مؤسساتها من أجل تقديم منتجات بعيوب صفرية. ومن هذا المنطلق يستوجب على المؤسسات أن تسعى إلى تطبيق منهجية ستة سيجما التي تعد من الركائز الأساسية لإدارة الجودة الشاملة. ويساعد تبني المنظمات لمنهجية ستة سيجما على تخفيض تكاليف الفشل الداخلي والخارجي للجودة، وبالتالي تقديم منتجات تحقق رضا الزبائن الأمر الذي يعزز قدرتها التنافسية على المستويين المحلي والدولي [13].

1.3. تعريف منهجية ستة سيجما: حظيت منهجية ستة سيجما باهتمام الباحثين لكونها من المفاهيم الإدارية الحديثة في المجالات الصناعية والخدمية، فتعددت آراءهم، وذلك تبعا لخلفياتهم العلمية؛ فمنهم من نظر إلى

منهجية ستة سيجما على أنها مجال إحصائي، ومنهم من نظر إليها كفكر تنظيمي ومنهج إداري.

إن مفهوم الستة سيجما يعود في الأصل إلي علم الإحصاء ويشير إلى (99.99966%) من الدقة، والعيب والخطأ لا يتجاوز (3.4) من كل مليون عملية أو منتج، وقد عرف بأنه "منحنى يعتمد البيانات الإحصائية لتقدير العيوب في أي عملية، وذلك بتخفيض التباينات"، وكلما ارتفع مستوي"σ" قلت العيوب المسموح بوجودها في المنتج؛ ففي "3σ" يكون عدد العيوب المسموح بها لا يزيد عن (2700 DPMO) بينما في "6σ" لا تزيد فرصة ظهور العيب عن (4.3 DPMO)، وبالتالي، فهي المعيار المثالي في الجودة [14].

منهجية الستة سيجما هي فلسفة إدارية ونظرة منضبطة نحو اتخاذ القرارات، وهي أنجح وسيلة إدارية عرفها التاريخ للوصول إلى أرقى درجات الجودة. فالهدف من منهجية الستة سيجما باعتبارها منهجا إداريا، هو مساعدة الإداري في معرفة ما لا يعرفه، والتركيز على ما ينبغي أن يعرفه، واتخاذ الإجراءات للحد من الأخطاء. وأن العاملين في مختلف المستويات الإدارية في المؤسسات التي تطبق منهجية الستة سيجما، يجدون أن فهمهم للزبائن يجعل الإجراءات والعمليات أكثر وضوحا، ومعايير قياس الأداء أكثر دلالة، والعمل أكثر فعالية لإحداث خفض كبير جدا في معدلات الأخطاء في المنتج [15].

2.3 علاقة منهجية الستة سيجما بإدارة الجودة الشاملة: هناك علاقة وطيدة تربط بين كل من منهجية الستة سيجما وإدارة الجودة الشاملة؛ وتتمثل هذه العلاقة في أن منهجية الستة سيجما ظهرت للوجود كامتداد طبيعي لجهود إدارة الجودة الشاملة، بل يمكننا القول أن مفهوم الستة سيجما هو نهج إداري حديث برز من رحم إدارة الجودة الشاملة نفسها، وأن هذا المفهوم له القدرة على إحداث تغييرات جذرية، والانتقال من مرحلة تقليل الأخطاء (وهو هدف إدارة الجودة الشاملة) إلى مرحلة منع حدوث الأخطاء (وهو هدف منهجية الستة سيجما)، فهي أداة لتطوير الجودة والوصول إلى حلول مبتكرة وإحصائية للمشكلة؛ كي تحقق تطلعات الزبائن. ولا يمكن أن تعمل منهجية الستة سيجما بمعزل عن إدارة الجودة، إذ وفرت إدارة الجودة لمنهجية الستة سيجما الأدوات والتقنيات اللازمة لإحداث التغيرات التقنية وتطوير العمليات داخل الإدارة. ويتم إتباع أسلوب (DMAIC) عند تطبيق مفاهيم منهجية الستة سيجما في المنظمات المختلفة [15].

3.3 الفرق بين إدارة الجودة الشاملة ومنهجية ستة سيجما:

في الوقت التي بدأت فيه إدارة الجودة الشاملة في الفتور، انتعشت منهجية ستة سيجما، والتي تنسب إلى مفهوم الانحراف المعياري الإحصائي، وهي منهج كمي صارم يهدف إلى تحسين الجودة في العملية لإنتاج منتجات عالية الجودة وخالية من العيوب. كما يعد هذا المدخل امتدادا لمدخل إدارة الجودة الشاملة، حيث تجتمع منهجية الستة سيجما مع إدارة الجودة الشاملة في: التركيز على الزبون واحتياجاته، النظرة العملية، التطوير المستمر للجودة، وأهمية الدعم من الإدارة العليا والقيادة العليا، التطوير المستمر لجميع العوامل والعمليات في المنظمة، واتخاذ القرارات المبنية على البيانات والمعلومات. كما يتشابهان معا في تبني نفس الفلسفة التي تؤكد أهمية دعم الإدارة العليا والقيادة، والتحسين المستمر للجودة. إلا إن الاختلاف بينهما بينهما يبينه الجدول (1).

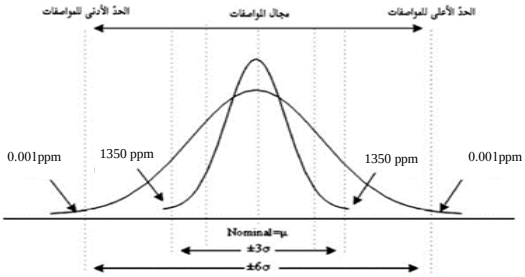
مما سبق يتضح أنه على الرغم من نقاط الاختلاف، ولكنهما يعبران عن فلسفة وتوجه يسيطران على المؤسسات والمنشآت في مختلف مستوياتها الإدارية والفنية لتحسين وتطوير الخدمات، وأن منهج ستة سيجما جاء امتدادا طبيعيا لجهود إدارة الجودة الشاملة التي تعمل على تحقيق خدمات بأعلى جودة واقل تكلفة في ظل التنافسية العالمية [16].

3.4 الأساس الإحصائي لمنهجية الستة سيجما:

يتألف مصطلح الستة سيجما 6σ من جزأين أولهما "σ" سيجما، وهو أحد أحرف الأبجدية اليونانية، ويستخدم في علم الإحصاء للإشارة إلى الانحراف المعياري للبيانات؛ حيث يعبر عن طريقة انتشار قيم مخرجات العملية إلى جانبي القيمة المستهدفة لمواصفات المنتج علي منحني التوزيع الطبيعي. أما الرقم "6" فيشير إلي عدد الانحرافات المعيارية "عدد السيجما" التي تمثل المسافة الفاصلة بين القيمة الاسمية للمواصفات (بفرض الانطباق علي متوسط العملية) وكل من حدي المواصفات الأدنى والأعلى عند رسم منحني التوزيع الطبيعي لمخرجات العملية. وعند هذا المستوى من الأداء العالي لا يتوقع أن تنتج العملية أية مخرجات معيبة (أي تقع خارج المواصفات المعمول بها). يوضح الشكل (1) منحنى التوزيع الطبيعي لمخرجات العملية.

الجدول (1) الاختلاف بين منهجية الستة سيجما وإدارة الجودة الشاملة [16].

المحور	منهجية الستة سيجما	إدارة الجودة الشاملة
الهدف	- تحسين الأداء وتحقيق الربحية والعائد المادي من خلال رضا الزبون	- رضا الزبون من خلال منتجات عالية الجودة
الإستراتيجية	- مستوى عالي الجودة - تخفيض معدلات الفشل والعيوب في العمليات	- ترتيب العمليات وفقا لمستوى المتطلبات والاحتياجات
الإدارة	- الالتزام من قبل الإدارة العليا - أهداف واضحة ومحددة - تنمية هيكل تنظيمي لمتابعة تحقيق الأهداف	- وضع قائمة بمسؤوليات ومهام الإدارة
التنظيم	- أصحاب العمليات (الأحزمة الخضراء) - المساعدون (الأحزمة السوداء)	- أصحاب العملية (ممثلين عن الادارة العليا ومسئولين عن نظم قياس الجودة)
الموارد المخصصة	- تتطلب الموارد البشرية بشكل أساسي	- تتطلب الموارد البشرية، البنية التحتية، بيئة العمل
التدريب	- في كل مجالات المؤسسة بمستويات مختلفة واعتمادا على الوظائف	- مطلوب ولكن ليس بالشكل المتخصص
إدارة المشروع	- هناك أسلوبين أساسين هما: يماك وديمادوف	-هناك أساليب متعددة أكثرها شيوعا نموذج دمنج للتحسين المستمر
مدخل العمليات	- يتم استخدام نموذج سيبوك ويركز إلى المردود،العمليات، المخرجات، العميل	- يتم استخدام نموذج إدارة الجودة المبنى على العمليات المفردة.



الشكل (1) منحني التوزيع الطبيعي لمخرجات العملية [17]

يتضح من الشكل (1) أنه عندما يكون منحنى التوزيع الطبيعي للعملية متركزا حول القيمة الاسمية للمواصفات، فإن المساحة تحت المنحني على مسافة ثلاثة انحرافات معيارية إلى يمين ويسار متوسط العملية تقابل مستوى أداء ثلاثة سيجما 3σ؛ حيث يقدر عدد العيوب في مخرجات العملية عنده بـمقدار 2700 DPMO عيباً في كل مليون فرصة". في

حين أنه وعند نفس الشروط من أجل ±6σ عن القيمة الاسمية للمواصفات تعمل العملية عند مستوى أداء 6σ، ويكون عندها عدد العيوب في مخرجات العملية شبه معدوم ويقدر بـــمقدار 0.002DPMO. ويبين الجدول (2) قيمة DPMO المقابلة لكل مستوى سيجما.

الجدول (2) قيمة DPMO المقابلة لكل مستوى سيجما [17]

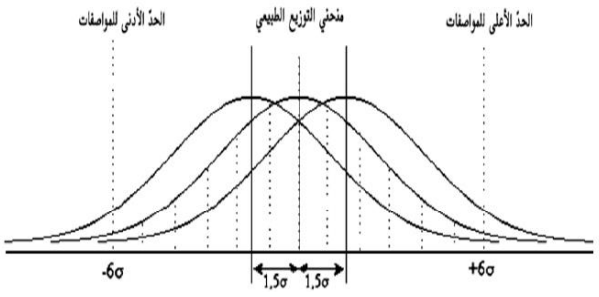
مجال المواصفات	مستوى السيجما	النسبة المئوية للوحدات غير المعيبة	DPMO
±1σ	1	68.27%	317300
±2σ	2	95.45%	45500
±3σ	3	99.73%	2700
±4σ	4	99.9977%	63
±5σ	*5*	*99.999943%*	*0.57*
±6σ	*6*	*99.9999998%*	*0.002*

يتمثل الهدف الإحصائي لمنهجية الستة سيجما بتخفيض مقدار المتغيرية في مخرجات العملية بحيث لا تتجاوز مقدار 3.4 DPMO ، وبفرض حدوث انزياح لمتوسط العملية عن القيمة المستهدفة للمواصفات لا يزيـــد عن **±1.5 σ** على المدى الطويل؛ حيث يتم حساب قيمة DPMO انطلاقا من حقيقة أن كل عملية تنزع إلى زيادة المتغيرية في مخرجاتها مع الزمن نتيجة لعدد من المسببات التي يمكن عزلها، وتحديدها مثل فقدان معايرة معدات القياس، عوامل الاحتكاك، الاهتزازات في الآلات، وإجهاد مشغلي العملية، وأيضا تباين جودة المواد الأولية المستخدمة، وتباين الظروف البيئية كدرجة الحرارة وغيرها. ويتم حساب قيمة DPMO من العلاقة الرياضية التالية [17]:

$$DPMO = \frac{\text{عدد العيوب}}{\text{عدد الفرص} \times \text{عدد الوحدات المقاسة}} \times 1,000,000$$

.

ويوضح الشكل (2) طريقة تضع منحنى التوزيع الطبيعي في حالة وجود انزياح لمتوسط العملية عن القيمة المستهدفة للمواصفات بمقدار **±1.5 σ**



الشكل (2) طريقة تضع منحنى التوزيع الطبيعي في حالة وجود انزياح لمتوسط العملية عن القيمة المستهدفة للمواصفات بمقدرة ±1.5σ [17].

يبين الجدول (3) قيمة DPMO المقابلة لكل مستوى سيجما في حالة الانزياح ±1.5 σ [18].

3.4. طريقة DMAIC لتحسين العملية في منهجية الستة سيجما:

تستمد منهجية ستة سيجما فعاليتها، وقوتها في تحسين أداء العمليات القائمة من المنهج المنضبط، والمنظم الذي تستخدمه لمعالجة المشكلات متمثلا بحلقة DMAIC؛ حيث تشكل هذه الحلقة بمراحلها الخمس: مرحلة التعريف Definition Phase، مرحلة القياس Measurement Phase، مرحلة التحليل Analysis Phase، مرحلة التحسين Improvement Phase، ومرحلة المراقبة أو الضبط Control Phase.

الجدول (3) قيمة DPMO المقابلة لكل مستوى سيجما في حالة الانزياح ±1.5 σ [18].

مجال المواصفات	مستوى السيجما	النسبة المئوية للوحدات غير المعيبة	DPMO
±1σ	1	%30.23	697700
±2σ	2	%69.13	308700
±3σ	3	%93.32	66810
±4σ	4	%99.93790	620
±5σ	5	%99.9760	233
±6σ	6	%99.999660	3.4

تشكل هذه المراحل مع بعضها إطار عمل يوظف أفضل الأدوات، والتقنيات الإحصائية، وغير الإحصائية لتحقيق التحسين في الأداء، وزيادة الكفاءة، ويعتمد تنفيذه على عمل الفرق المنظمة والكفاءة، والتي تضم أعضاء من جميع قطاعات العمل لضمان تكامل الجهود لتحسين العملية، حيث يتم تنفيذ مشاريع ستة سيجما لتحسين العملية وفقا لمنهجية DMAIC [17].

3.5. مبادئ منهج ستة سيجما (Six Sigma):

تتمثل المبادئ الأساسية التي تقوم عليها منهجية ستة سيجما في الآتي [19]:

أ. التركيز الحقيقي والصادق على رضاء العملاء
ب. الإدارة المعتمدة على الحقائق والبيانات
ج. التركيز على العملية والأنشطة الداخلية
د. الإدارة الفعالة المبنية على التخطيط المسبق
ه. التعاون بلا حدود
و. السعي إلى الكمال مع القدرة على تحمل الفشل

3.6. أهداف ستة سيجما:

إن الهدف من استخدام منهجية ستة سيجما هو إزالة الاختلافات وتقليل أخطاء الأعمال باستخدام أدوات إحصائية، كما أنها تهدف إلى التركيز على التحسين المستمر للمؤسسة عن طريق الفهم الجدي لمتطلبات المستفيدين والفهم والتحليل الجيد لعمليات المؤسسة.

وتعد هذه المنهجية من أفضل المنهجيات لإدارة العمل؛ حيث تفيد المستفيدين أولا وتستخدم الحقائق والبيانات للحصول على نتائج أفضل، وتهدف إلى:

1. السعي إلى توصيل التحسين المستمر والملحوظ لكافة العمليات التشغيلية داخل المؤسسة بالشكل الذي يؤدي إلى رفع مهارة وكفاءة هذه العمليات وتحقيق الأداء الجيد والمتميز.
2. البحث بعمق في البيانات والمعلومات المتوافرة بالشكل الذي يؤدي إلى توفير تصور واضح وتحليل منظم للأسباب الأساسية لحدوث المشاكل التي تطرأ على المؤسسة.
3. العمل على إحداث تقارب بين كافة المواصفات الخاصة بالخدمات والعمليات الفعلية مع المواصفات المحددة بواسطة الزبائن بالشكل الذي يجعل هذه الخدمات تقع في منطقة رضا الزبائن.
4. أكدت العديد من الدراسات أن تنفيذ هذا المدخل انعكس ايجابيا على النتائج النهائية للمؤسسة، وخاصة عائداتها المالية؛ حيث اتضح أن المؤسسات التي طبقت هذه المنهجية قد حققت النتائج التالية:

- زيادة هامش الربح بأكثر من 20% خلال عام واحد
- زيادة نصيب المؤسسة في السوق بنسبة تزيد عن 4%
- انخفاض تكلفة إنتاج الخدمات بنسبة تقترب من 10%

- تحسين الجودة بما يقارب عشرة آلاف ضعف. [16]

3.7. أبعاد ستة سيجما:

يتضمن هذا المدخل أربع أبعاد رئيسية تتمثل فيما يلي:

1- وجود هدف عام للمؤسسة يجعلها تقترب من درجة الكمال بالنسبة لتحسين الأداء، مما يجعلها صيغة جيدة لإرضاء المستفيدين.

2- وجود نظام إداري يقود المؤسسة بطريقة واعية، ويحقق مستوي أداء عالمي .

3- وجود مقياس إحصائي لمدي أداء العمليات وتقديم الخدمات أو المنتجات، حيث يتم قياس التباين إلى نسبة 3.4 عيب في كل مليون فرصة.

4- وجود مقياس لتكلفة الجودة، بحيث يسهم في المساعدة في تحديد قيم تكلفة الجودة الرديئة [16].

3.8. فوائد تطبيق منهج ستة سيجما:

قد أورد بعض الباحثون عدة فوائد لاستخدام منهجية ستة سيجما، ومنها:

1. تطوير فرق العمل لتحسين كامل المنشاة
2. تحويل الثقافة التنظيمية من نمط مكافحة الأخطاء إلى نمط منع الأخطاء
3. رفع الروح المعنوية للعاملين
4. إزالة الخطوات التي تعتبر غير مهمة في العمليات
5. تخفيض تكلفة الجودة الرديئة
6. الوعي المتزايد للأدوات والتقنيات المستخدمة في حل المشكلات، وهذا يؤدي إلي رضا العاملين
7- قرارات الإدارة الفعالة بسبب اعتمادها على بيانات وحقائق بدلا من الآراء الشخصية أو الافتراضية [19]

3.9. معوقات تطبيق منهج ستة سيجما:

على الرغم من المزايا التي تحققها منهجية ستة سيجما في المؤسسات إلا أن هناك جملة من الصعوبات والمعوقات التي تحول دون نجاحها، ويمكن إيجازها في الآتي [19]:

1-الموارد: تعد الموارد من أهم العوامل التي تؤثر في تطبيق منهجية ستة سيجما في المنظمة، فمنذ التفكير فيها تبدأ المنظمة في تقدير الميزانية المطلوبة لتطبيق هذه المنهجية، بالإضافة إلى معرفة وتحديد جميع الأنشطة التي تتطلب موارد مادية، وما هي أولوياتها؟ وهل ستستطيع المنظمة توفير تلك الموارد أم لا؟ ذلك لأن محدودية الموارد تؤثر بشكل كبير في تطبيق المنهجية، ويمكن أن تكون سببا من أسباب عدم اتباع هذه المنهجية في المنظمة.

2-التركيز: من العوامل التي تؤثر سلبا على تطبيق هذه المنهجية، تشتيت الجهود بسبب التركيز على أكثر من نشاط في نفس الوقت؛ مما يؤدي إلى إهدار في الجهد والوقت والموارد، لذا يجب أن يكون القائد مركزا على عدد محدد من الأنشطة في كل مرة، وغير مثقل بكم كبير منها؛ حتى يستطيع أن يشرف بكفاءة على القائمين بهذه الأنشطة.

3-القبول: يعد البدء في تطبيق منهجية ستة سيجما قبل تهيئة المناخ الملائم في المؤسسة من أهم العوامل التي تثير مقاومة التغيير، فعدم التمهيد للتغيير وعدم إشراك العاملين بالمؤسسة في هذا التغيير يعد من أهم الصعوبات التي تعوق تطبيق هذه المنهجية في المؤسسة، وعليه فإنه من الضروري أن يكون هناك قبول من العاملين بالمؤسسة لهذا التغيير. وقد تكون هناك عدة معوقات لتطبيق منهجية ستة سيجما تتمثل في:

أ. قلة الفهم لهذه المنهجية والتعامل معها بطريقة غير صحيحة
ب. قلة الموارد في المؤسسة لتبني المنهجية
ج. تردد القيادة في إجراء تحسينات كبيرة بانتهاج منهجية ستة سيجما ومحاولة اكتفائها بتحسينات بسيطة غير مكلفة
د. قياس أداء المؤسسات بشكل غير موضوعي
ه.الاعتقاد الخاطيء أنه لابد من الاستعانة بخبراء في منهجية ستة سيجما حتى يتم تطبيق منهجية الستة سيجما
و. قلة الاهتمام باحتياجات المستفيد
ز. قلة فاعلية الاتصالات بين الإدارة والمستهلكين
ح. التدريب الغير فعال
ط. قلة كفاءة نظم المعلومات المعمول بها في المؤسسات
ي. قلة توفر نظام الحوافز
ك. قلة تقبل التغيير من قبل العاملين في المؤسسة
ل. غياب نظم القياس والتقويم الفعالة
م. قلة كفاءة أساليب التخطيط والرقابة

4. الحالة الدراسية

يكمن الهدف من إجراء الحالة الدراسية في دراسة النظام المتبع من قبل قسم الجودة بمصنع سيراميك ليبيا في حساب مستوى السيجما داخل المصنع، وكذلك دراسة إمكانية تطبيق منهجية ستة سيجما في هذا المصنع، وذلك من خلال دراسة مدى توفر متطلبات أسلوب ستة سيجما وأهم العوائق التي تحول دون تطبيقه.

1.4. نبذة عن مصنع سيراميك ليبيا:

يعتبر المجمع الاستثماري لمواد البناء شركة ليبية تأسست وفق أحكام القانون رقم 5 لسنة 1997م بشأن تشجيع استثمار رؤوس الأموال الأجنبية، وتعمل تحت إشراف هيئة تشجيع الاستثمار.

بعد الانتهاء من إجراءات تأسيس الشركة وقيدها وإشهارها، باشرت الشركة في تنفيذ مشروع لإنشاء مصنع البلاط الخزفي والأرضي والحائطي بطاقة إنتاجية تبلغ 4.2 مليون متر مربع سنوياً. ويوفر هذا المصنع حوالي 280 فرصة عمل مباشرة بمختلف التخصصات، إضافة إلى فرص عمل غير مباشرة (النقل، التسويق، ..... إلخ). وقد تم حتى الآن التعاقد مع عدد من المنتجين للعمل بالمصنع من العناصر الوطنية، بالإضافة إلى عدد من العمالة المساعدة، وذلك في إطار إعداد وتدريب العناصر الليبية لتتولى تشغيل المصنع المكون من خطي إنتاج؛ أحدهما لإنتاج البلاط الحائطي والآخر لإنتاج البلاط الأرضي. تقع الشركة في منطقة الكراريم بمدينة مصراته؛ حيث تمتلك قطعة أرض بالمنطقة مساحتها 6.192 هكتار.

إجمالي رأس مال المصنع 20 مليون دينار، وإجمالي الاستثمارات حوالي 55 مليون دينار.

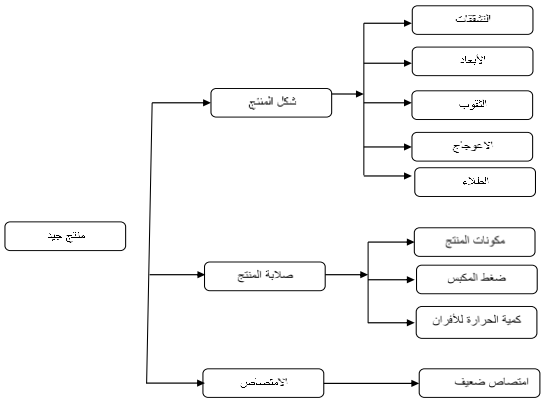
يعمل المصنع على مدار 24 ساعة، وعلى مدار الأسبوع بدون توقف حتى في العطل والمناسبات بنظام ثلاث ورديات في اليوم.

بهدف تحديد المنتوج الأكثر إنتاجا ومبيعا في المصنع، تم تحليل البيانات المتوفرة لدى الشركة لكمية الإنتاج لسنة 2020 لكل من خطي إنتاج البلاط الحائطي والأرضي، وكانت على النحو التالي:

كمية إنتاج البلاط الأرضي 681,204 متر مربع.

كمية إنتاج البلاط الحائطي 445,517 متر مربع.

نلاحظ أن الأكثر إنتاجا لسنة 2020م هو البلاط الأرضي؛ حيث تم إنتاج 681,204 متر مربع، أي ما يعادل 60% من إجمالي الإنتاج الكلي والبالغ 1,126,721 متر مربع. ونظرا لكونه المنتج الأكثر إنتاجا ومبيعا، ركزت الدراسة على تحسين عملية تصنيعه لكي تلبي الطلب المتزايد عليه وتحقق معايير الجودة الموضوعة له بشكل أفضل، وعليه تم بالتعاون مع إدارة ضبط الجودة بإنشاء شجرة الخصائص الحرجة لجودة البلاط الأرضي ومعرفة أهم الخصائص؛ حيث وجد أن أكثر الخصائص التي يركز عليها الزبون هي الأبعاد والصلابة. والشكل (6) يوضح الخصائص الحرجة للجودة.



الشكل (6) الخصائص الحرجة لجودة البلاط الأرضي

2.4. عملية القياس وأخذ العينات:

تُستخدم لوحات المتوسط والمدى (X-bar R Charts) بشكل شائع لفحص استقرار العملية بمرور الوقت، فهي تقيس الأداء في أي نوع من العمليات، سواء كانت في عملية من عمليات التصنيع أو حتى تحديد الوقت الذي يجب أن ينتظر فيه الزبائن في طابور بالصيدلية. يمكن من خلال هذه اللوحة معرفة متوسط العملية (x-bar) ، ومدى العمـلية (R) عبر الزمن، حيث توفر هذه اللوحة بيانات مستمرة لتحديد مدى جودة أداء العملية والبقاء ضمن مستويات الضبط المقبولة [20].

عند استخدام لوحة المتوسط والمدى يجب مراعاة الآتي[20،21]:

- يجب أن تكون البيانات مستمرة.
- يجب أن يكون حجم العينة (المجموعة الفرعية) اثنين على الأقل ويجب ألا يزيد حجمها عن حوالي 12، وفي المعتاد يكون حجمها ما بين ثلاثة وخمسة.
- يجب أن يكون حجم العينة (المجموعة الفرعية) ثابتاً ولا يمكن تغييره.
- يجب جمع البيانات بطريقة عشوائية غير متحيزة ومتتالية.
- بالنسبة للرسم البياني الأول في العملية، اجمع ما لا يقل عن 20-25 مجموعة عينة للتأكد من أنه تم اتخاذ مقياس مناسب لتغير العملية.

تم قياس أبعاد البلاطة باستخدام القدمة ذات الورنية كبيرة الحجم، وهذا القياس لا يؤدي لإتلاف العينة. أما الخاصية الثانية وهي الصلابة فيتم قياسها بواسطة جهاز قياس الصلابة داخل المختبر في المصنع، وهذا الاختبار يؤدي إلى إتلاف العينة. تم أخذ عينات الإنتاج خلال شهر فبراير 2021م على ورديات مختلفة في أيام مختلفة وتحليلها، وذلك على النحو التالي:

عدد العينات: 25 عينة من كل خاصية.

حجم العينة: كل عينة مؤلفة من أربع قياسات، أي أن n=4.

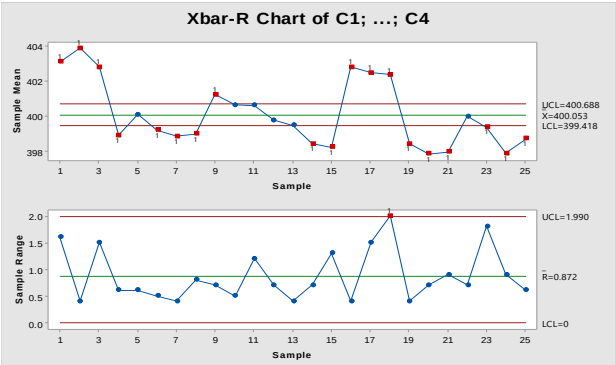
تكرار أخذ العينة: 4 عينات من كل وردية.

تم توفير أغلب العينات عن طريق التقارير الموجودة في المصنع خلال شهر فبراير 2021م. والجدول (4) يوضح قياسات هذه العينات لخاصية الأبعاد.

تم رسم لوحة الضبط Xbar-R للمتوسطات الحسابية، والمدى للأبعاد كما في الشكل (7). تم الرسم باستخدام برنامج MiniTab18 للتحليل الإحصائي.

الجدول (4) العينات المقاسة لخاصية الأبعاد

العدد	الأبعاد mm			
1	403.5	402	403.8	402.8
2	403.7	404	403.8	403.8
3	402.6	402	402.8	403.6
4	398.6	399	398.9	399.2
5	400.4	400	400.1	399.8
6	398.9	399	399.2	399.4
7	398.6	399	398.7	399
8	398.4	399	399.2	399
9	401.5	401	400.8	401.2
10	400.8	401	400.3	400.7
11	400.4	401	401.2	400
12	400.1	399	399.6	399.9
13	399.6	399	399.4	399.6
14	398.5	398	398	398.7
15	398	398	398.1	399
16	402.9	403	402.8	402.5
17	401.7	403	402.3	403.2
18	403.2	402	402.6	401.2
19	398.2	399	398.3	398.5
20	397.6	398	397.5	398
21	398	398	397.4	398.3
22	399.8	400	399.6	400.3
23	399.3	400	399.7	398.3
24	398.4	398	397.8	397.7
25	398.3	399	398.9	398.8



الشكل (8) لوحة الضبط Xbar-R للأبعاد

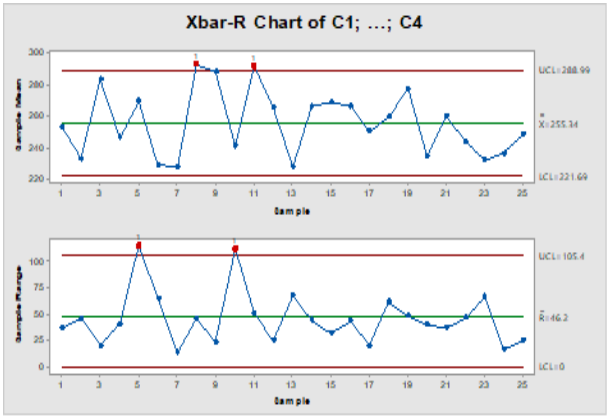
يلاحظ أن العينات (1,2,3,9,16,17,18) خارج الحد الأعلى للضبط في لوحة المتوسط وأن العينات: (4,6,7,8,14,15,19,20,21,23,24,25) خارج الحد الأدنى للضبط في لوحة المتوسط. أما بالنسبة للوحة المدى فإن العينة (18) فقط خارج الحد الأعلى للضبط.

الجدول (5) يوضح قياسات العينات لخاصية الصلابة.

كما تم باستخدام برنامج MiniTab18 للتحليل الإحصائي رسم لوحة الضبط Xbar-R للمتوسطات الحسابية، والمدى للصلابة كما في الشكل (8).

الجدول (5) العينات المقاسة لخاصية الصلابة

العدد	الصلابة kg/mm^2			
1	267	258.6	230.2	253.4
2	231	204.9	244.3	250.2
3	270	290.1	285.5	286.7
4	248	245.9	265.4	225.1
5	340	261.2	225.1	251.4
6	222	263.4	198.7	229.7
7	225	220.5	233.8	230.2
8	268	279.1	313.4	308.2
9	293	296.3	290	273.2
10	175	246.2	253.2	286.9
11	271	321.4	282.2	290.5
12	280	260.3	265.2	255.8
13	265	198.1	225.9	220.5
14	273	239.2	282.9	269.5
15	290	258.7	266.9	258.7
16	265	270.8	285.5	242.5
17	241	243.4	255.8	260.6
18	265	219	270.8	280.1
19	300	287.5	252.6	268.3
20	260	234.8	221.4	220.3
21	274	270.5	255.8	237.6
22	228	235	273.1	238
23	228	273.6	207.5	217.5
24	235	230.2	246.5	232.7
25	260	257.6	235.8	240.4



الشكل(8) لوحة الضبط Xbar-R للصلابة.

من الشكل(8) تبين أن العينات (8,11) خارج حدود الضبط العليا في لوحة المتوسط وأن العينات (5,10) خارج الحد الأعلي للضبط في لوحة المدى.

3.4. تحليل البيانات:

تم تحليل البيانات التي جمعت باستخدام الاحصاء الوصفي بهدف معرفة قيم المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، والمدى لبيانات العينات. والنتائج موضحة في الجدولين (6) و(7). وتم رسم الجداول باستخدام برنامج MiniTab18 للتحليل الإحصائي.

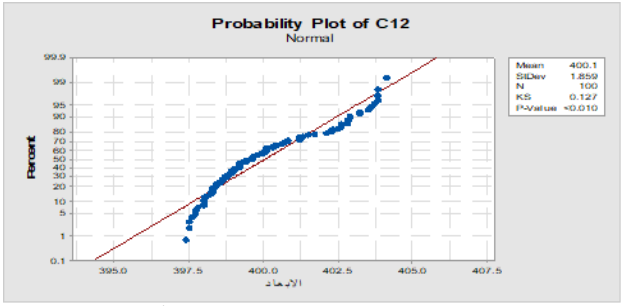
الجدول (6) تحليل بيانات عينات الأبعاد باستخدام الاحصاء الوصفي.

Variable	C8
N	100
N*	0
Mean	400.05
SE Mean	0.186
StDev	1.86
Minimum	397.40
Q1	398.60
Median	399.60
Q3	401.28
Maximum	404.10

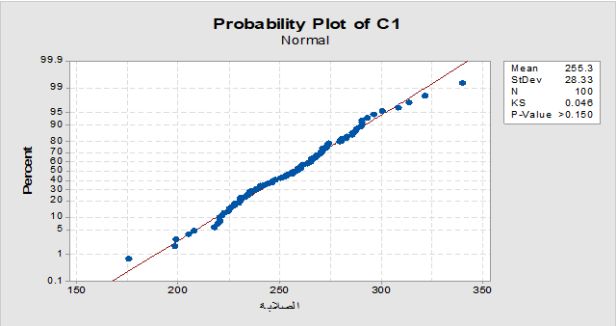
الجدول (7) تحليل بيانات عينات الصلابة باستخدام الاحصاء الوصفي

Variable	C8
N	100
N*	0
Mean	255.34
SE Mean	4.17
StDev	28.33
Minimum	227.25
Q1	235.06
Median	252.28
Q3	268.96
Maximum	292.20

ونظراً لكون تحليل مقدرة العملية يعتمد أساسا على منحني التوزيع الطبيعي في حساب مؤشرات أداء العملية، تم باستخدام برنامج MiniTab18 للتحليل الإحصائي لإجراء اختبار الطبيعية Normality test لبيانات العينات لكل من الأبعاد، والصلابة للتأكد من أنها تتبع التوزيع الطبيعي أم لا. وقد تبين أن العينات تتبع التوزيع الطبيعي، ويمكن الحصول على نتائج موثقة من خلال تحليل مقدرة العملية ذات الصلة ببيانات هذه العينات. والشكلين (9)، (10) يوضحان اختبار الطبيعية للأبعاد والصلابة على التوالي.

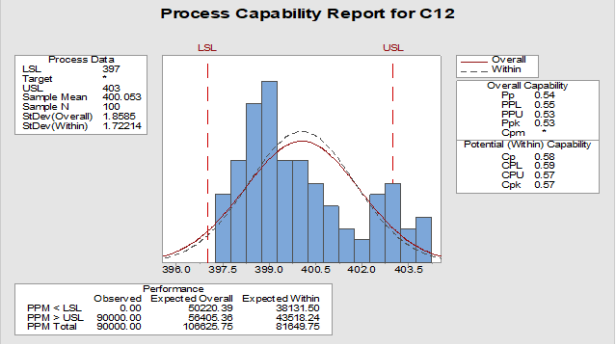


الشكل (9) اختبار Normality test للأبعاد



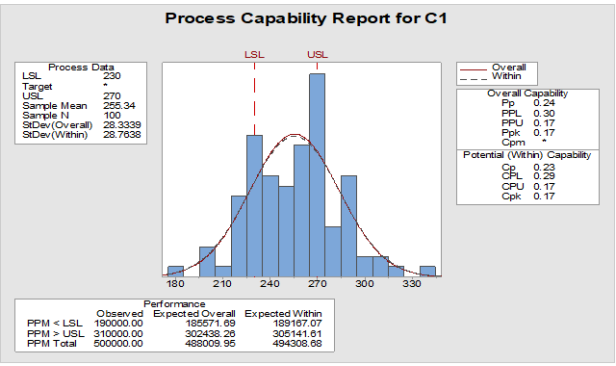
الشكل (10) اختبار Normality test للصلابة

بعد ذلك تم استخدام برنامج MiniTab18 للتحليل الإحصائي لإجراء تحليل مقدرة العملية لكل من الأبعاد والصلابة كما هو موضح في الشكلين (11)، و (12).



الشكل (11) تحليل مقدرة العملية للأبعاد.

يظهر الشكل (11) ما يلي:
-خروج بعض العينات من الحد الأعلى للمواصفات
- قيمة المتوسط الحسابي: 400.053.
-قيمة مؤشر أداء العملية: P_{pk}= 0.53
-الانحراف المعياري الكلي: 1.8585.



الشكل (12) تحليل مقدرة العملية للصلابة

يظهر المخطط في الشكل (12) ما يلي:
- انزياح متوسط العملية نحو الحد الأعلى بشكل طفيف
- قيمة المتوسط الحسابي: 255.34.

- قيمة مؤشر أداء العملية P_{pk}: 0.17
- الانحراف المعياري الكلي: 28.3339.
تم استخدام العلاقة الرياضية التالية الخاصة بحساب DPMO وهي:

$$DPMO = \frac{\text{عدد العيوب}}{\text{عدد الفرص} \times \text{عدد الوحدات المقاسة}} \times 1,000,000$$

- عدد العيوب 24 عيباً من خلال اللوحات
- عدد الفرص 2 (الأبعاد،الصلابة)
- عدد الوحدات المقاسة 100

$$DPMO = \frac{24}{2 \times 100} \times 1,000,000 = 12,0000$$

وجد أن قيمة DPMO تبلغ 120,000، وهي تقابل مستوى 2 سيجما (2σ) وفقا للجدول (2)؛ وهي قيمة منخفضة جدا وبعيدة عن المستوى المطلوب.

3.4. تحليل البيانات:

من خلال النتائج أعلاه تبين انخفاض مستوى السيجما بالمصنع؛ حيث أظهرت النتائج أن مستوى السيجما مقداره 2σ فقط. عليه، لمعرفة ما مدي توفر متطلبات تطبيق منهجية ستة سيجما بنجاح في الشركة تم مقابلة كل من: مدير قسم الجودة والإنتاج وبعض من موظفي القسمين وتم مناقشتهم للتعرف على أهم المتطلبات التي تهم قسمي الإنتاج والجودة واللازمة للرفع من مستوى السيجما بالمصنع. ومن خلال المقابلات والزيارات المتكررة تم التعرف على أهم المعوقات التي تحول دون تطبيق منهجية الستة سيجما، والتي تم تلخيصها في النقاط التالية:

1. عدم توفر بنية تنظيمية خاصة بمنهجية الستة سيجما تحدد بوضوح أدوار ومسؤوليات وصلاحيات المشاركين في تطبيق هذه المنهجية وتدعم جهودهم.
2. لا توجد رغبة لدي إدارة الشركة بإظهار التزامها القوي بتطبيق منهجية الستة سيجما عبر مشاركتها في تنفيذ مشاريع التحسين ودعمها.
3. لا يتوفر في الشركة نظام حوافز يسمح بتقدير جهود المشاركين في أنشطة منهجية الستة سيجما ماديا ومعنويا.
4. لا يتوفر لدى إدارة الشركة المعرفة الكافية بمنهجية الستة سيجما، وكيفية نشرها في الشركة، كما لا يتوفر لدى العاملين الرغبة في تعلم منهجية الستة سيجما وفهم تقنياتها وأدواتها.
5. لا يتوفر لدى الشركة نظام معلوماتي يتيح تبادل البيانات ومعالجتها وحفظها، ولا يوجد عاملين مؤهلين لتطبيق هذا المنهج بالمصنع.
6. لا يتوفر لدي الشركة فهما كاملا وموثوقا لعملياتها الرئيسية.
7. قلة العاملين الذين لديهم الرغبة والقدرة على طرح الأفكار الإبداعية حول مشكلات تحسين الجودة وإيجاد الحلول المبكرة لها.

كما يوجد بعض المقومات التي تتوفر لتطبيق منهجية ستة سيجما داخل الشركة، ومنها:

1. تسهل الشركة التنسيق والتعاون بين الأقسام المختلفة عبر تشكيل فرق عمل متداخلة وظيفيا.
2. يتوفر لدى الشركة إمكانية توفير التمويل اللازم لتأهيل أنشطة فريق المشروع.
3. يتوفر لدي الشركة بعض أنظمة القياس والمعايرة لجمع البيانات عن العمليات والمنتجات.
4. يتوفر لدى الشركة تقنيات قياس معتمدة لمراقبة الخصائص الحرجة عن جودة منتجاتها.

5. يتوفر لدى الشركة تقنيات لجمع البيانات عن العملية الإنتاجية في الزمن الحقيقي ومعالجتها إحصائيا لمراقبة أداء ومقدرة عمليتها.
6. يتوفر لدى بعض العاملين الرغبة في العمل ضمن فرق تضم أعضاء من مختلف إدارات وأقسام الشركة، والمشاركة الفعالة في تطبيق مبادرة منهجية الستة سيجما.

5. الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة نستنتج ما يأتي:

1. منهجية الستة سيجما مفهوم ينبغي على الشركات إتباعها؛ سواء من حيث الطاقم الإداري أو الأقسام الصناعية أو المهندسين أو حتى العمالة العادية.
2. لبلوغ درجة الجودة الشاملة ينبغي الالتزام بمجموعة من المعايير لتحقيق الغاية والهدف الأسمى، ألا وهو استمرارية رضا الزبون.
3. من أهم أهداف ومظاهر ومطالب الجودة بالشركات، التوافق بين المنتوج ومتطلبات الزبون.
4. المحافظة على استمرارية الجودة والتميز، هي أهم سمة من سمات نجاح الشركة.
5. لتحقيق أي تنمية في أي شركة؛ لابد من الالتزام بالجودة ومتطلباتها لتحقيق منافع للشركة.
6. لا يقتصر تطبيق منهجية الستة سيجما على الأقسام الصناعية فقط بل تصل إلى الأقسام الأخرى.
7. يحتاج تطبيق منهجية الستة سيجما في الشركة إلى عدة متطلبات منها متطلبات إدارية، تقنية، وبشرية، والتي تشكل بيئة مناسبة لتطبيق المنهجية بنجاح وفاعلية.
8. يوجد أثر جوهري في تطبيق منهجية الستة سيجما علي جودة المنتجات التي تنتجها الشركة.
9. أظهرت الدراسة وجود قصور كبير في مستوى السيجما في الشركة، حيث كانت تساوي 2 سيجما، وهو مؤشر غير جيد عن مستوى الجودة.
10. عدم تقبل وجاهزية الشركة لتطبيق مبادرة الستة سيجما، حيث يوجد العديد من المعوقات الفنية والإدارية.

6. التوصيات

من خلال ما توصلت إليه الدراسة من نتائج واستنتاجات نوصي الشركة بالآتي:

1. التزام الإدارة العليا بتوفير متطلبات منهجية الستة سيجما، والتركيز بشكل رئيسي على المتطلبات البشرية، وتدريبها، وتهيئتها، والاستعانة بجهة استشارية متخصصة.
2. الالتزام بالجودة ومتطلباتها.
3. الاهتمام والمحافظة بالاستمرارية في الجودة .
4. تحسين مستوي السيجما؛ وذلك للحصول على شهادات الجودة العالمية.
5. الالتزام بالمعايير المعلن عنها من قبل الشركة.
6. دمج منهجية الستة سيجما مع أنظمة إدارة الجودة المطبقة في الشركة.

7. المراجـــع

1. سميحة سميح الناظر، مدى إمكانية تطبيق منهج ستة سيجما (Six Sigma) في شركات تصنيع المواد الغذائية الكبرى في الضفة الغربية، رسالة ماجستير، جامعة الخليل، فلسطين، 2017.

2. D. C. Montgomery1, W. H. Woodall2 " An Overview of Six Sigma," International Statistical Review, 2008, vol. 76(3), pp. 329-346..

3. Rohini. R, Dr.Mallikarjun .J, " Six Sigma: Improving the Quality of Operation Theatre," Social and Behavioral Sciences, 2011, vol. 25, pp. 280-273..

4. K. G Durga Prasad, V. Kambagowni, G.Padmavathi, " Application of Six Sigma Methodology in an Engineering Educational Institution," Int. J. Emerg. Sci, 2012, vol. 2(2), pp 222-237.

5. Kunal Ganguly, " IMPROVEMENT PROCESS FOR ROLLING MILL THROUGH THE DMAIC SIX SIGMA APPROACH," International Journal for Quality research, 2012, vol. 6, pp 03.

6. A. Sujova, L. Simanova, K. Marcinekova, " Sustainable Process Performance by Application of Six Sigma Concepts: The Research Study of Two Industrial Cases," Sustainability, 2016, vol. 8, pp 260.

7. Michał Zasadzień, " Application of the Six Sigma Method for Improving Maintenance Processes – Case Study," International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, 2017, vol. 6, pp 314-320.

8. J.P. Costaa, I.S. Lopes, J. P. Brito," Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process," International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, 2019, vol. 29, pp 24-28.

9. H. Kartika, D. Norita, N. E. Triana, I. Roswandi, A. Rahim, A.Naro, T. Izzati, A. A. Munita, D. Junaedi, W. Suprihatiningsih, A. Purwanto, C. Bakti," Six Sigma Benefit for Indonesian Pharmaceutical Industries Performance: A Quantitative Methods Approach," A multifaceted review journal in the field of pharmacy, 2020, vol. 11, pp 466-473.

10. مرعي علي ضو ومفتاح محمد الحمروني، مدى توافر متطلبات تطبيق منهجية ستة سيجما ودورها في ترشيد تكاليف الإنتاج: دراسة ميدانية على مصنع أعلاف القره بوللي، المجلة العلمية لكلية الاقتصاد والتجارة القره بوللي، جامعة المرقب، المجلد الثاني، العدد الرابع/أكتوبر 20، 2021.

11. L. T. Letchumanan, H. Gholami, N. M. Yusof, N. H. A. B. Ngadiman, A. A. Salameh, D. Štreimikien˙e, F. Cavallaro," Analyzing the Factors Enabling Green Lean Six Sigma Implementation in the Industry 4.0 Era," Sustainability, 2022, vol. 14, pp 3450.

12. Sarman, D. Soediantono, " Literature Review of Lean Six Sigma (LSS) Implementation and Recommendations for Implementation in the Defense Industries," Journal of Industrial Engineering & Management Research, 2022, vol. 3, pp. 2722-8878.

13. منصور زغينين، تحسين الجودة بموجب مواصفة ISO9004-4 بمصنع الدرفلة علي الساخن بالشركة الليبية للحديد والصلب، مصراتة – ليبيا، رسالة ماجستير، المعهد العالي للصناعة، مصراتة، 1999.

14. باسل العسس تطبيق منهجية الستة سيجما في شركات صناعة الأدوية السورية: دراسة حالة شركة الشرق للصناعات الدوائية، رسالة ماجستير، الجامعة الافتراضية السورية، 2014.
15. فادية جباري، تأثير جودة الخدمة علي رضا العميل، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أبوبكر بلقديس "تلمسان"، 2011م.
16. أحمد يوسف دودين، ماجد عبدالمهدي مساعد، مدى استخدام مفاهيم (Six Sigma)في الجامعات الأردنية الحكومية والخاصة، جامعة الزرقاء. تاريخ الدخول: 2022/06/01 . https://zu.edu.jo/MainFile/Profile_Dr_UploadFile/Researcher/Files/ActivityFile_1763_47_53.pdf
17. إسماعيل القزاز، عادل عبد المالك، ضبط الجودة (النظرية والتطبيق)، مكتبة طرابلس العلمية العالية والمعهد العالي للصناعة مصراتة، الطبعة الأولى، 1997 م.
18. أحمد السروري، تطبيق إدارة الجودة الشاملة في المؤسسات، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة الطبعة الأولى، 2014م.
19. نضال المصري، محمد الاغا، إطار مقترح لتطبيق منهجية (Six Sigma) كمدخل لتحسين جودة الحياة الأكاديمية في الجامعات الفلسطينية، بحث مقدم لجائزة خليفة التربوية الدورة السابعة، الإمارات العربية المتحدة، 2014.
20. A Practical Guide to Selecting the Right Control Chart, Available at: http://www.infinityqs.com/sites/infinityqs.com/files/files/PDFs/InfinityQS_Practical_Guide_to_Selecting_the_Right_Control_Chart_Oct2013.pdf, last accessed on 27/10/2022.
21. How is an X-Bar R Chart Used?, SIX SIGMA DAILY, 11/12/2020, Available at: https://www.sixsigmadaily.com/x-bar-and-r-chart-example, last accessed on 27/10/2022