استخدام منهجية Lean Six Sigma في تحسين أداء العملية

دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة الأسمدة/البصرة - خور الزبير

(بحث مستل)

أ.م.د صفاء محمد هادي الجزائري

الجامعة التقنية الجنوبية/الكلية التقنية الإدارية-البصرة/قسم تقنيات إدارة الأعمال

الباحثة: افراح عودة صبيح المالكي

الجامعة التقنية الجنوبية/الكلية التقنية الإدارية-البصرة/قسم تقنيات إدارة الأعمال

Use Lean Six Sigma methodology to improve process performance

Asst. Prof. Dr.Safaa Mohammed Hadi
Researcher. Afrah Auda Sabeeh

Absract:

Purpose: The main purpose of this research is to explore opportunities to integrate manufacturing practices with its processes using the LSS methodology to reduce waste and variability, improve efficiency and enhance quality and thus to improve the process performance.

Design/Methodology/Approach: The LSS methodology was systematically applied to eliminate waste and to improve the performance of the current process. The steps included assessing the current state of the company through tracking the process and collecting basic data through the interviews conducted by the researcher, which came through sites visits and prepare processs map to limit the waste and the reason behind reducing for provement .The data were collected by using a set of quantitative measures in which a computer program designed with Microsoft (Excel 2010) as well as the statistical program (SPSS v.17) and finally Develop and put Control plan to ensure continuity and improvements.

Findings: The rates of utilization of the product design capacity were low, as well as the low levels of efficiency, and productivity. The company suffers from the deviation of the urea product at the reactor stage from the required specifications, the main reason is not using exact rates of raw materials inside interacting, as well as the obsolete equipment and not use of modern equipment with advanced technology. It was also

concluded that the application of the LSS methodology would reduce delivery time.

Obstacles to the study: The difficulty of obtaining information, especially the defective production of the final product.

Originality/Value: This study was used to fill the gap in the lack of use and application of the LSS methodology. The Arab studies on the Six Sigma approach did not use the DMAIC model to improve performance and only presented it with the theoretical framework.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, Lean, waste, variance, SIPOC, 5S, performance, quality, cost, productivity, speed, delivery time, Efficiency, effectiveness, continuous improvement.

* استخدام منهجية Lean Six Sigma في تحسين أداء العملية

دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة الأسمدة البصرة - خور الزبير

- المجلد الثاني عشر
- العدد الرابع والعشرون
- آذار 2020
- استلام البحث: 2017/9/12
- قبول النشر: 11/ 2017/10

أم.د صفاء محمد هادي الجزائري
الباحثة: أفراح عودة صبيح المالكي

المستخلص

الغرض: إن الغرض الأساسي من هذا البحث هو كشف الفرص لدمج ممارسات التصنيع مع عملياته باستخدام منهجية (LSS) للحد من الهدر والتباين، تحسين الكفاءة وتعزيز الجودة وبالتالي تحسين اداء العملية.

التصميم/المنهجية/المدخل: تم تطبيق منهجية (LSS) عن طريق نموذج (DMAIC)، بشكل منهجي للقضاء على الهدر وتحسين أداء العملية الحالية، وشملت الخطوات تقييم الحالة الراهنة للشركة من خلال تتبع العملية وجمع البيانات الأساسية عن طريق المقابلات الشخصية التي قامت بها الباحثة والتي جاءت من خلال الزيارات الميدانية للشركة المبحوثة، وإعداد خريطة العملية لتحديد اماكن الهدر واسباب إنخفاض الكفاءة وتحديد إجراءات التحسين، وتمت معالجة البيانات المجمعة عن طريق استخدام مجموعة من المقاييس الكمية التي وظف فيها برنامج حاسوبي مصمم بـ(Excel. 2010 Microsoft) وكذلك البرنامج الإحصائي (SPSS v.17)، وأخيرا تطوير ووضع خطة مراقبة لضمان استمرارية ودوام التحسينات.

النتائج: إن نسب استغلال معدلات الطاقات الإنتاجية التصميمية كانت منخفضة، كذلك انخفاض في مستويات الكفاءة، الفاعلية، والإنتاجية، كما وتعاني الشركة من انحراف منتج اليوريا في مرحلة مفاعل اليوريا(Urea Reactor) عن المواصفات المطلوبة، وتبين إن السبب الرئيسي لذلك عدم الإلتزام بالنسب المضبوطة للمواد الأولية الداخلة بالتفاعل، فضلاً عن تقادم المعدات وعدم استخدام معدات حديثة ذات تكنولوجيا متطورة. كما تم التوصل إلى إن تطبيق منهجية (LSS) يؤدي إلى تقليل وقت التسليم.

معوقات الدراسة: صعوبة الحصول على المعلومات وخاصة الإنتاج المعيب للمنتج النهائي.

* بحث مستل من رسالة الماجستير للباحثة (افراح عودة صبيح المالكي)

الأصالة/القيمة: جاءت هذه الدراسة لتسد فجوة قلة استخدام وتطبيق منهجية (LSS)، فالدراسات العربية التي تناولت منجهية (Six Sigma) لم تستخدم نموذج (DMAIC) لتحسين الأداء واكتفت فقط بعرضه بالإطار النظري.
الكلمات الرئيسة (المفتاحية): Six Sigma، DMAIC، الترشيق، الهدر، التباين، SIPOC، 5S، أداء العملية، الجودة، الكلفة، الإنتاجية، السرعة، وقت التسليم، الكفاءة، الفاعلية، التحسين المستمر.

المبحث الاول (منهجية البحث)

أولا: مشكلة الدراسة

تتجسد اشكالية الدراسة بالتساؤلات التالية:

1. هل إن تطبيق منهجية (LSS) تعمل على تقليل الانحرافات في المنتج الذي يؤدي بدوره إلى زيادة الإنتاج الخالي من العيوب؟
2. هل يساعد نموذج (DMAIC) (التعريف Define القياس Measure التحليل Analyze التحسين Improve والرقابة Control) في التعرف على أهم المشاكل وتحديد الانحرافات في المنتج ووضع المعالجات المناسبة لها؟
3. هل إن أعتماد منهجية (LSS) يؤدي إلى تخفيض وقت التسليم في الشركة العامة لصناعة الأسمدة وبالتالي يؤدي إلى تخفيض التكاليف وزيادة الأرباح؟
4. كيف يمكن توظيف منهجية (LSS) في تحسين أداء العملية؟

ثانيا: اهداف الدراسة

تتمثل اهداف الدراسة بالاتي:

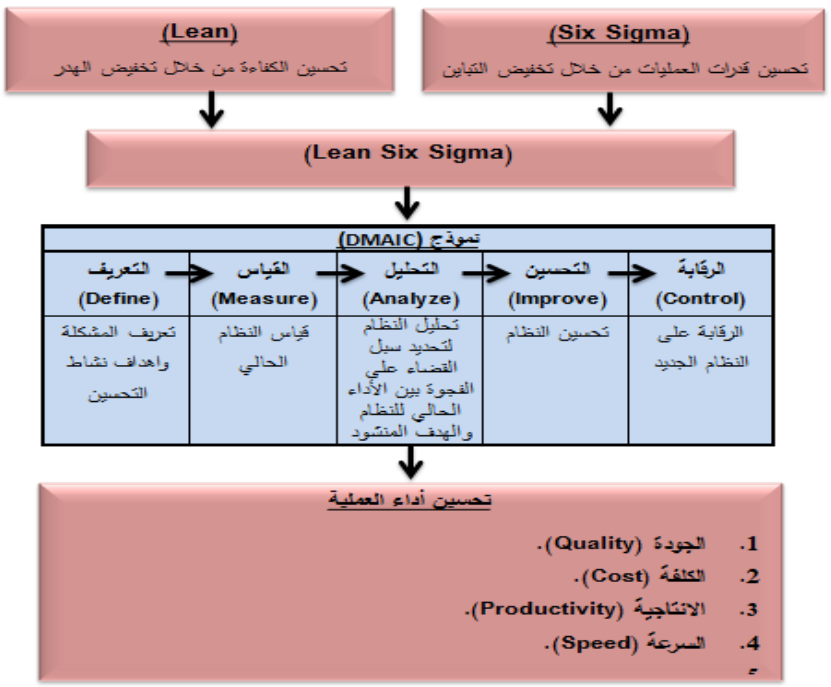
1. استكشاف الفرص لدمج ممارسات التصنيع لمنهجية (LSS) مع عمليات التصنيع للحد من الهدر، والتباين، تحسين الكفاءة وتعزيز الجودة وبالتالي تحسين اداء العملية.
2. التأكيد على اهمية استخدام منهجية (LSS) وان العملية التصنيعية تحقق نجاحاً في ادائها من خلال تخفيض العيوب لتصل إلى الحد الادنى منها وهو (3.4) عيب لكل مليون فرصة هو الهدف النهائي من هذا النظام، إذ تعد منهجية (SS) عنصر تحكم ومعياراً إدارياً للسيطرة على التباين في المنتجات.
3. اعتماد هذه المنهجية يحقق وفورات مادية للشركات من خلال الحصول على جودة عالية للمنتجات مما تنعكس اثارها الايجابية في تخفيض كلفة المنتج واعتماد سعر تنافسي مقبول.
4. تطبيق منهجية (LSS) من خلال نموذج (DMAIC) في الشركة المستهدفة لتشجيع القطاعين العام والخاص على تبنيها، في مساهمة للارتقاء بالمؤسسات العراقية نحو العالمية والتميز بالاعمال.

ثالثا: اهمية الدراسة

إن تحسين العملية يتضمن سلسلة من الانشطة المتتابعة لتحقيق الاهداف مثل تحسين الاداء، خفض التكاليف وزيادة الارباح ومثل هذه الانشطة تتبع تقنية أو منهجية معينة لزيادة احتمالات تحقيق نتائج ناجحة، ومنهجية (LSS) هي من ضمن

التقنيات التي تقوم بعمليات التحسين هذه. لذلك تنطلق اهمية الدراسة هذه من الدور الهام الذي تؤديه عملية التصنيع في النهوض بحالة الاقتصاد من الركود الى الرخاء وتنقله من حالة التخلف الى حالة التنمية والتطور، عليه يلاحظ ان الدول المتقدمة التي جنت والتي لا تزال تجني ثمار التقدم الاقتصادي هي الدول التي عملت على تطوير القطاع الصناعي وكان له مكان الصدارة في الاولويات الاستراتيجية، وبالتالي وجدت المنظمات نفسها في مواقف تنافسية تحتم عليها ان تكون سباقة في مجال اطلاق المبادرات لتعزيز حالة التنافس والتصدي للمخاطر التي تواجهها في الاسواق، ولاهمية (LSS) في الواقع من خلال الجمع بين جودة (SS) وسرعة (Lean) لتحسين أداء العمليات. وقد وضعت في الأصل على أنها نوع من مراقبة الجودة خاصة بالنسبة لشركات التصنيع على نطاق واسع، وكان الغرض الرئيسي من هذا النظام لمراقبة الجودة من اجل تحسين عمليات التصنيع إلى جانب القضاء على عدد من العيوب الموجودة فيها، في وقت لاحق منهجية (SS) توسعت لأنواع أخرى مختلفة من الاعمال مثل الخدمات بغض النظر عن حجم المنظمة وطبيعة عملها.

رابعاً: مخطط الدراسة الفرضي



شكل (1): المخطط الفرضي للدراسة

خامسا: فرضيات الدراسة

تستند الدراسة على فرضية اساسية مفادها:

1. استخدام نموذج (DMAIC) لـمنهجية (LSS) يؤدي إلى تحسين أداء العملية، وتتفرع منها الفرضيات الفرعية التالية:
   - أ - إستخدام نموذج (DMAIC) لـمنهجية (LSS) يؤدي إلى تحسين الجودة.
   - ب - إستخدام نموذج (DMAIC) لـمنهجية (LSS) يؤدي إلى تخفيض الكلفة.
   - ت - إستخدام نموذج (DMAIC) لمنهجية (LSS) يؤدي إلى زيادة الإنتاجية.
   - ث - إستخدام نموذج (DMAIC) لـمنهجية (LSS) يؤدي إلى زيادة السرعة.

المبحث الثاني (الجانب النظري)

أولاً: نشأة وتطور مفهوم Six Sigma

جذور (SS) يمكن أن ترجع للعصر الصناعي في وقت مبكر، خلال القرن الثامن عشر في أوروبا (sixsigmaonline.org)، وبحلول نهاية s1970، كانت الصناعات اليابانية تمتلك أساليب تنافسية قوية، هذه سببت بتهديدات لـ(Motorola) قامت على أثرها بتنفيذ مقارنة مرجعية (Benchmarking) مع الصناعة الإلكترونيات اليابانية، وتبين أن العديد من المنتجات الكهربائية اليابانية كانت مع مستوى الجودة 6σ، بينما كانت منتجات (Motorola) بمستوى جودة 4σ فقط، هذا الضعف في الجودة قاد (Motorola) للشروع في برامج التحسين (SS)، وكان الهدف هو تحقيق مستوى جودة 6σ في فترة خمس سنوات القادمة، وركز معماريوا (SS) في شركة (Motorola) على إدخال تحسينات في جميع العمليات وبالتالي تحقيق نتائج ممتازة وبسرعة أكبر (Yang, 2012:p228)، وفي يناير عام 1987 أصدرت شركة (Motorola) برنامج جودة طويل الأجل باسم برنامج جودة (SS)، وفي عام 1998 وضع (Jach Welch) أساس منهج(SS) في شركة (GE) وقد حقق تطبيق هذا الأسلوب ربح بمقدار (300) مليون دولار كدخل صافي من التحسينات التي حققها منهج (SS) (النعيمي، 2007:ص3).

عرف منهجية (SS) (النعيمي، 2007:ص3) بانها الطريقة الأذكى لإدارة الأعمال والتي تضع الزبائن في الترتيب الأول وتعتمد على استخدام المعلومات والحقائق من أجل الوصول إلى حلول أفضل من خلال تصميم ومراقبة أنشطة الأعمال اليومية بحيث يتم تقليل الفاقد واستهلاك المصادر وفي نفس الوقت تلبية احتياجات العميل وتحقيق القناعة لديه، كما يرى (Knowles, 2011:p13) إن (SS) لها ثلاث عناصر متميزة للتعريف وهي: **(القياس**: التعريف الإحصائي إلى أي

مدى تنحرف العملية عن الكمال، **الهدف**: 3.4 معيب لكل مليون فرصة، **الفلسفة**: تركز استراتيجية الاعمال للمدى الطويل على تخفيض الكلفة من خلال تخفيض التغيرات في المنتجات والعمليات)، وقد ذكر كل من (Ray, at el, 2001:p946) إن مفهوم (SS) هو استراتيجية أعمال تركز على تحسين فهم متطلبات الزبائن، وأنظمة الاعمال والإنتاجية والأداء المالي. ومن خلال ماعرض مسبقاً نستنتج بان تعريف (SS) هي منهجية منظمة مبنية على أساس المعلومات التي تقوم بقياس الانحرافات في العملية أو المنتج أو الخدمة ومحاولة تصحيح هذه الإنحرافات للوصول إلى الكمال. الجدول (1) يوضح مستوى أداء (Six Sigma).

جدول (1): مستوى أداء (Six Sigma)

مستوى Sigma	العيوب لكل مليون فرصة	المردود
1	691500	30.85
2	500308	69.15
3	66800	93.32
4	6200	99.38
5	320	99.977
6	3.4	99.99966

Source: Lanham, Beth, (n.d.)" **Six Sigma Process Improvement Methodology"**, Wisconsin Office of Rural Health and the Wisconsin Hospital ASSociation, Property of the Wisconsin Office of Rural Health.P15.

ثانيا: خطوات تطبيق منهجية Six Sigma وفق نموذج DMAIC

يستخدم نموذج (DMAIC) عندما يمكن تحقيق هدف المشروع عن طريق تحسين منتج أو عملية أو خدمة قائمة، أما نموذج (DMADV) تستخدم عندما يكون الهدف هو تطوير جديد أو إعادة تصميم جذري لمنتج أو عملية أو خدمة (Pyzdek, 2003:p239). ويمكن تطبيق نموذج (DMAIC) من خلال المراحل التالية:

- **التعريف (Define):** في هذه المرحلة يتم تعريف أهداف نشاط التحسين، من خلال الحصول على أهم الأهداف من الزبائن، وإن المستوى الأعلى من الأهداف ستكون أهداف استراتيجية للمنظمة، مثل الولاء الكبير للزبون أو زيادة الحصة السوقية، قد يكون الهدف هو زيادة الإنتاجية لقسم الإنتاج، أما في مستوى أهداف المشروع قد يكون الحد من مستوى العيوب وزيادة الإنتاجية لعملية معينة، الحصول على هذه الأهداف يتم من خلال التواصل المباشر مع الزبائن والمساهمين والموظفين (Pyzdek, 2003:p239).

- **القياس (Measure):** وبمجرد تحديد مشكلة العمل يتحول المشروع إلى مرحلة القياس، وخلال هذه المرحلة يتم تحديد إجراءات العمل المتعلقة بالمشكلة من قبل فريق المشروع، بعد تحديد العمليات ذات الصلة، التدفق، حلقات التغذية العكسية، نقاط مراقبة القياس، باستخدام معلومات العمليات هذه والتي يمكن تقسيمها إلى نماذج منطقية توفر الفهم الكمي للعملية، ويمكن بعد ذلك تقييم العملية باستخدام بيانات العملية الحقيقية لضمان موثوقية عملية التقييم (Tikkala, 2014:p13).
- **التحليل (Analysis):** ويتم في هذه المرحلة تحليل النظام لتحديد سبل القضاء على الفجوة بين الأداء الحالي للنظام أو العملية والهدف المنشود وتبدأ من خلال تحديد خط الأساس الحالي (Pyzdek, 2003:p240)، وإن الهدف من خطوة التحليل هو لتحديد أكبر مصادر التباين التي يمكن السيطرة عليها من العمليات المحددة، وبعد ذلك يتم تحديد فرص التحسين والأسباب الجذرية للمشكلة، كما إن هذا التحليل يضع الأساس لتحسين العملية (O'Rourke, 2005:15) .
- **التحسين Imorove:** يكون التحسين على الهدف أو العملية وفيها يتم تطوير الحلول وإدخال التغييرات التي تحقق العملية المحسنة لتحسين قدرة العملية وانخفاض قيم المخاطرة (نجم، 2010، ص 112).
- **الرقابة Control:** الرقابة على النظام الجديد، يعني إضفاء الطابع المؤسسي على نظام التحسين من خلال تعديل نظم التعويضات والحوافز والسياسات والإجراءات، MRP، والميزانيات، تعليمات التشغيل وأنظمة الإدارة الأخرى، واستخدام أدوات إحصائية لرصد استقرار النظم الجديدة (Pyzdek, 2003:p240).

ثالثا: نشأة وتطور مفهوم الترشيق

أبتكرت شركة (Toyota) للسيارات، بعد الحرب العالمية الثانية، وبمساعدة المهندسين اليابانيين (Taiichi Ohno، Shigeo Shingo)، مجموعة من أساليب التصنيع المتطورة التي تهدف للحد من تدفق موارد منتج واحد في عملية الإنتاج بأكملها، هذه الأساليب مستوحاة من المفاهيم التي وضعها (Henry Ford) في وقت مبكر من s1900، بذلك فقد أنشأت تويوتا ثقافة تنظيمية تركز على التحديد الممنهج والتخلص من جميع الهدر في عملية الإنتاج، اطلق عليه "نظام إنتاج تويوتا" (Toyota Production System) (TPS) (The Environmental Professional's Guide to Lean&Six Sigma, 2009:p11)، الآن وقد نمت

هذه الشركة الصغيرة إلى شركة كبيرة، وأصبح نظام إنتاج تويوتا معروف باسم "الانتاج الرشيق" (Lean Production) **(Poppendieck, 2002:p2).**

مصطلح الترشيق أول استخدام له كان من خلال (John Krafcik) في مقالته "انتصار نظام الإنتاج الرشيق"" "Triumph of the Lean Producyion" التي ظهرت في عام 1988 (James, 2011:p13)، وقد عرف (المشهراوي، 2015:ص20) الترشيق بإنه فلسفة تتضمن مجموعة من المبادئ والممارسات التي تهدف إلى استبعاد الأنشطة التي لا تضيف قيمة واستبعاد الهدر وخفض التكاليف وتبسيط العمليات وإضافة قيمة للزبون وتحقيق مزايا مالية وتنافسية للشركة. بينما عرف كل من (Skalle&Hahn, 2013:p16) الترشيق هو منهجية التركيز المستمر على التفاهم وزيادة القيمة للزبون، من خلال تقليل زمن دورة تسليم المنتج أو الخدمة، الذي يحدث من خلال القضاء على جميع أشكال "مودا" (muda)، وهو مصطلح ياباني للهدر، "موري" (muri) ، لـ "إثقال كاهل الافراد والآلات"، "وموراً" (mura) للـ "التفاوت في سير العمل أو عدم توازن الطلب"، داخل المنظمة، وترتبط هذه المفاهيم الثلاثة بطريقة دائرية، الهدر يسبب التفاوت، والذي يسبب زيادة العبء الذي يسبب الهدر، وكما موضحة بالشكل (2-3)، وبالتالي، من المهم التعامل مع المفاهيم الثلاثة لتحسين أداء النظام، وأخيراً فقد أضاف (Naval, 2008:p5) بإن تنفيذ الترشيق يركز لوضع الأمور في نصابها الصحيح.

نستنتج من ما ذكر مسبقاً إن نشأت وتطور وتنفيذ مفهوم الترشيق كان في شركات التصنيع اليابانية، وانتقل بعد ذلك إلى قطاعات وشركات عالمية أخرى، وفلسفة الترشيق تركز على زيادة سرعة العملية، ولزيادة السرعة، يركز الترشيق على إزالة الخطوات الزائدة أو العمليات التي لا تضيف قيمة، كما يفترض الترشيق أنه بمجرد أن يتم إزالة هدر العملية ليس فقط تصبح أسرع بل ويصبح التركيز أكثر على تقديم أفضل قيمة للزبون وبأقل كلفة وتحسين جودة المنتج.

رابعاً: نشأة وتطور مفهوم (Lean Six Sigma)

بدأ مفهوم الجمع بين الترشيق و (SS) في منتصف أواخر عام 1990، وتطور بسرعة، وهناك أمثلة كثيرة لشركات التصنيع التي نفذت جهد مشترك من الترشيق و (SS)، وفي عام 1997 نفذ من قبل شركة ضبط محركات الطائرات في ولاية Indiana بأميريكا، وقد جمعوا مبادئ التصنيع الرشيق مع أدوات الجودة لـ (SS) (Furterer, 2004:p13)، واليوم، من المسلم به إن (LSS) أصبحت وعلى النحو التالي: "استراتيجية عمل ومنهجية من شأنها زيادة أداء العملية مما أدى إلى تعزيز رضا الزبائن وتحسين النتائج النهائية (Laureani, 2012:p4)، فبدلا من الاختيار

بين (SS) والترشيق، فإن العديد من الشركات أخذت تطور كلتيهما، ونظرا لشعبية المنهجيتين، كان لا بد من إن المنظمات ستبدأ العمل بدمجهما (Pojasek, 2003:p5). فإن دمج المنهجيتين يمكن أن يحقق نتائج أفضل من لو إن كلتا المنهجيتين تعملان لوحدهما (Antony, 2011:p186). أما بالنسبة لمفهوم منهجية (LSS) فقد وردت تعاريف عديدة من كتاب وباحثين نستعرض بعض منها في أدناه:

- هي مدخل متكامل يعمل بشكل أفضل من المداخل السابقة لأنه يدمج الإنسان (مثل القيادة والتركيز على الزبائن، والتغير الثقافي الخ) والجوانب العملية (القدرة العملية، وإدارة العملية، والتفكير الإحصائي) لعملية التحسين (Antony, 2011:p186).
- إن منهجية (LSS) تشير لإدارة أكثر ذكاء للمنظمة، والتي تأخذ أولاً متطلبات حساب الزبون ورضاه عن طريق استخدام البيانات والحقائق لوضع استراتيجيات قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل (Pamfilie, et al., 2012:p189).
- إن (LSS) تشمل العديد من السمات المشتركة من الترشيق و(SS)، مثل التركيز على رضا الزبائن، وثقافة التحسين المستمر، البحث عن الأسباب الجذرية، وإشراك الموظف، وتعمل على التدريب والتعليم، من الإدارة العليا لأرضية الورشة (Maleyeff, 2007:p6).

نستخلص من العرض السابق، إن منهجية (LSS) ظهرت حديثاً وجاءت من خلال الجمع الفعال بين اثنين من التقنيات الحديثة والرئيسية، وتدمج (LSS) أدوات ومبادئ ونماذج منهجيتين كبيرتين للتحسين المستمر في طريق واحدة لتحسين عمليات الأعمال، وبالتالي الخروج بمنهجية منتظمة قائمة على أساس التخلص من الهدر والتباين، وبذلك تزيد سرعة وفاعلية تدفق العمل وتخفض التكاليف وهذا يؤدي بدوره إلى تحسين أداء العملية، وبغض النظر عن المنتج والصناعة. ويوضح الجدول (2) أهم الفروق بين الترشيق و(SS) و (LSS) :

جدول (2)

الفرق بين (الترشيق) و(SS) و(LSS)

قضايا/مشاكل/أغراض	(SS)	الترشيق	(LSS)
التركيز على تيار قيمة الزبون.	لا	نعم	نعم
التركيز على خلق مكان عمل مرئي.	لا	نعم	نعم
خلق لوائح عمل مقياسية.	لا	نعم	نعم
تخفيض المخزون قيد العمل.	لا	نعم	نعم
التركيز للمحافظة على مكان عمل مرتب.	لا	نعم	نعم

تخطيط ومراقبة ضبط العملية.	نعم	لا	نعم
التركيز على تقليل التباين وتحقيق مخرجات عملية منتظمة.	نعم	لا	نعم
التركيز بكثافة على تطبيق الأدوات والتقنيات الإحصائية.	نعم	لا	نعم
توظف منهجية مهيكلة لحل المشاكل، دقيقة، ومخططة جيداً.	نعم	لا	نعم
تقليل الهدر الناتج عن الانتظار، الإفراط بالمعالجة، الحركة، الإفراط بالإنتاج.	لا	نعم	نعم

Source: Muthukumaran, G., Venkatachalapathy, V. S. K., & Pajaniradja, K. (2013). "**Impact on integration of Lean Manufacturing and Six Sigma in various applications-a review**". *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, *6*(1), 98-101.p99

خامسا: الفوائد من تطبيق منهجية (Lean Six Sigma)

على الرغم من أن الترشيق و(SS) تطورت من مسارات مختلفة، والجمع بينهما يمكن أن يقدم للمنظمات العديد من الفوائد، فالترشيق يجلب العمل والحدس إلى أرضية العمل، مما يسمح للموظفين بإدخال تحسينات سريعة قطف ثمرة ""منخفضة"، والترشيق أيضاً يساعد على زيادة الإنتاجية، وتغيير الثقافة، وتنظيف المصنع، أما(SS) تستخدم الأدوات الإحصائية لكشف الأسباب الجذرية، وبرامج (SS) شعبية، مركزة، وفاعلة، وإن استخدام المنهجيتان معا يُمكّن المنظمات من أن تكون متميزة، مما يؤدي إلى تحسين الأعمال بشكل مستمر (Pojasek, 2003:p5-6)، وقد أشار (Snee, 2010:p11) إلى وجود عدد من الفوائد بعضها للافراد العاملين مثل (التركيز على الإدارة الدنيا، القيادة الإدارية العليا، التركيز على الزبون، فرق المشاريع، تغيير الثقافة)، والبعض الآخر منها للعملية مثل (تحسين العملية، تحليل التباين، مدخل منضبط، مقاييس كمية، أساليب وتفكير إحصائي، إدارة العملية)، وذكر كل من (Raifsnider&Kurt, 2004:p6) إن فوائد إدخال التحسينات لعملية التصنيع عن طريق منهجية (LSS) هي(مزيد من الكفاءة، استجابة أسرع، تعزيز خدمة الزبائن، تخفيض التكاليف، وزيادة الجودة).

سادسا: مفهوم أداء العملية

أداء العمليات مهم لأي منظمة بسبب إن إدارة العمليات قادره على إما أن تبقي الأعمال مستمرة في عملها أو أن تنهيها '**make or break**'، هذا الأمر ليس فقط لأن وظيفة العمليات كبيرة وفي معظم المنظمات تمثل الجزء الأكبر من أصولها وغالبية أفرادها، ولكن لأن وظيفة العمليات تعطي القدرة على المنافسة من خلال توفير القدرة على الاستجابة للزبائن وتطوير قدرات المنظمة والتي من شأنها أن تبقي في طليعة المنافسة في المستقبل (Slack et. al , 2010:p34). وقد ذكر الكتاب والباحثين تعريفات عديدة لأداء العمليات فمنهم من عرفه بأنه إستراتيجية العمليات

التي تخلق نظام من الاسبقيات التنافسية التي تخلق قيمة عالية للزبون بطريقة كفوءة ومناسبة وان مدراء العمليات يتخذون قرارات لتحقيق الا سبقيات التنافسية في ضوء ثلاث إستراتيجيات هي التمايز (Differentiation) والكلفة الاقل (Cost Leadership) والا ستجابة السريعة (Response) (Heizer & Render, 2011:p66)، ومنهم من يرى إن أداء العمليات هو قدرات المنظمة لاداء وظيفة العمليات والتي تعتمد على المعرفة والخبرة وتتالف من تقديم خدمة واسعة وجودة عالية وتسليم سريع وكلفة منخفظة وبالتالي تساعد المنظمة في خلق ميزة تنافسية مستدامة (Russell&Taylor ,2011:p 24).

نستنتج مما ذكر أعلاه إن أداء العمليات هو عبارة عن نتائج العمليات التي تؤديها المنظمات سواء الإنتاجية أو الخدماتية ويمثل هذا الأداء تحقيقاً لأهداف المنظمة وتتمثل أهدف ألأداء في تخفيض الكلفة وزيادة الجودة وتعزيز المرونة والاعتمادية والسرعة.

سابعا: مؤشرات أداء العملية

ركزت هذه الدراسة على مؤشرات أداء والتي هي (الجودة، الكلفة، السرعة ، الانتاجية) نوضحها هنا من الناحية النظرية، أما قياسها وتحليل النتائج الخاصة بها سيكون في الجانب التطبيقي:

- **الجودة Quality:** الجودة هي المطابقة الثابتة لتوقعات الزبائن، وفي نواحي أخرى تُعد الجودة الجزء الأكثر وضوحا لما تفعله العملية، بل هي الشيء الذي يجد الزبون سهولة نسبية للحكم على العملية (Slack et. al , 2010:P40).
- **الكلفة Cost:** الشركات التي تتنافس مباشرة على السعر، تكون الكلفة واضحة بعملياتها الرئيسة، وإن انخفاض الكلفة يمكن أن تصل الشركة إلى سعر مرضي للزبائن، وحتى الشركات التي لا تتنافس على السعر تهتم بالحفاظ على انخفاض التكاليف، كل يورو أو دولار يزال من قاعدة تكلفة العملية يكون يورو أو دولار آخر يضاف إلى أرباحها (Slack et. al , 2010:P48) ، ويمكن تصنيف تكاليف التصنيع إلى فئتين رئيسيتين: (1) التكاليف الثابتة و(2) التكاليف المتغيرة (Groover, 2002:p48).
- **السرعة Speed:** السرعة تشير إلى الوقت بين بداية المعالجة للعمليات إلى نهايته، أي من وقت تقديم طلب الزبون للمنتج أو الخدمة، إلى الوقت الذي يستلم فيه الزبون منتجه أو خدمته، أو يمكن استخدامه داخليا في العملية فمثلاً، الوقت بين دخول المواد للعملية وحتى نهاية معالجتها بشكل كامل (Slack&Lewis,

(2011:p48)، السرعة في تطوير المنتجات، السرعة في الإنتاج والسرعة في التسليم ومدير العمليات الذي يطور النظم التي تستجيب بسرعة يمكن أن يكون له ميزة تنافسية (Heizer et al., 2017:p39).

- **الانتاجية Productivity:** الإنتاجية هي معيار لمدى كفاءة تحويل المدخلات إلى مخرجات، ومقاييس الإنتاجية تستخدم لمعرفة مدى الاستخدام الجيد للموارد (Reid&Sanders, 2010:p41)، وتشير كذلك إلى كفاءة نظام الإنتاج، وهي مؤشر على مدى الأنتفاع من عوامل الإنتاج (الأرض، رأس المال، العمل، والطاقة) (Kumar&Suresh, 2008:p172).

المبحث الثالث (الجانب العملي)

بعد الدراسة النظرية لهذا البحث، نقوم في هذا الفصل بإسقاط الجانب النظري على الواقع وذلك بإجراء دراسة ميدانية للشركة العامة لصناعة الأسمدة في البصرة/خور الزبير محاولين إبراز الجوانب المتعلقة بموضوع دراستنا.

أولا: مناقشة واقع الانتاج في الشركة العامة لصناعة الأسمدة

يعد سماد اليوريا المنتج الرئيسي للشركة، إذ يتم إنتاجه بشكل كامل داخل الشركة، من مادتين رئيسيتين وهما الأمونيا (NH_3) وغاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2)، واللذان يتم إنتاجهما داخل الشركة، من خلال مصنع الأمونيا التابع للشركة، أما المادة الأولية لإنتاج الأمونيا فهو الغاز الطبيعي الذي يتم شراءه من وزارة النفط. ويوضح جدول (3) معدلات الإستهلاك من المواد الأولية لإنتاج الطن الواحد من منتج الأمونيا واليوريا ولخطي الإنتاج الأول والثاني وفقاً للطاقة التصميمية لمعدل استهلاك الطن الواحد فضلاً عن معدلات الإستهلاك الفعلية.

جدول (3)

معدل استهلاك المنتجان الرئيسيان للشركة من المواد الأولية ومعدلات الإنتاج

البيان	استهلاك المادة الأولية بحسب التصميمي	استهلاك المادة الأولية بحسب الوضع الفعلي	الطاقة التصميمية	معدل الإنتاج
الطن الواحد من الامونيا	1084 م^3 من الغاز الطبيعي	1325 م^3 من الغاز الطبيعي	1000 طن/يوم	600 طن/يوم
الطن الواحد من اليوريا	0.58 طن من الامونيا	0.6 طن من الامونيا	1600 طن/يوم	1100 طن/يوم

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على سجلات الشركة

يلاحظ من الجدول أعلاه الذي يحتوي على معدلات الاستهلاك من المواد الأولية ومعدلات الإنتاج للشركة وبصورة عامة، وجود تباين بحجم الأستهلاك من المواد الأولية لمنتجات الشركة الرئيسية بين المصمم والفعلي، والفرق بين حجم الأستهلاك الفعلي للغاز الطبيعي لإنتاج طن واحد من الأمونيا مع حجم الأستهلاك التصميمي يقدر بحوالي (241 م^3) للطن الواحد ولو ضربت بحجم الإنتاج اليومي (600 طن/يوم) يصبح الفرق (144,600 م^3/يوم)، والفرق في استهلاك الطن الواحد من الأمونيا لإنتاج طن واحد من اليوريا يبلغ 0.02 طن ولو ضرب بحجم الإنتاج اليومي (1100 طن/يوم) يصبح (22 طن/يوم). أما بالنسبة لاختلاف معدلات الإنتاج بين الطاقة التصميمية وبين الإنتاج الفعلي، للأمونيا هو (400 طن/يوم)، ولمنتج اليوريا الفرق (500 طن/يوم) وبعبارة أخرى ان الشركة لا تعمل بكامل طاقتها الإنتاجية.

ثانيا: تطبيق نموذج (DIMAIC) في الشركة العامة لصناعة الأسمدة

المرحلة1: التعريف (Define)

تتضمن هذه المرحلة التعريف بمشكلة وأهداف تحسين أداء العملية الخاصة بالشركة موضع الدراسة،مشكلة الشركة الأولى تتجلى من خلال البيانات التي حصلت عليها الباحثة من سجلات قسم النوعية والتي تبين وجود إنحراف في تركيز اليوريا المتكونة في مرحلة المفاعل عن الحدود المسموح بها وهذا الانحراف يؤدي إلى زيادة المعيب الذي يسبب بإنخفاض نسبة الإنتاج الصالح وبالتالي إنخفاض للإنتاجية وزيادة بالتكاليف، أما المشكلة الثانية للشركة تتمثل بالطول النسبي لفترة التسليم، وما يترتب عليها من زيادة بالتكاليف. أهم أهداف تحسين أداء العملية هي تحسين الجودة وتقليل وقت تصنيع المنتج، الذي يؤدي بالتالي إلى تقليل التكاليف وتحسين الإنتاجية وزيادة سرعة تسليم المنتج للزبون، ولإجل تحقيق هذه الأهداف سيكون تركيز البحث بالنسبة لبعديّ الجودة والسرعة على مصنع اليوريا، أما لبعديّ الكلفة والإنتاجية سيكون على الشركة ككل وبضمنها مصنع الأمونيا.

وتتضمن مرحلة التعريف أيضاً التعريف بـ (المجهزين، مدخلات العملية، مراحل المعالجة، المخرجات والزبائن) وهي تمثل سلسلة التوريد ويمكن توضيح ذلك بالشكل (2) وهو مخطط (SIPOC) المدرج في أدناه.

الزبون Customer	المخرجات Outputs	العملية Process	المدخلات Inputs	المورد Supplire
وزارة الزراعة العراقية	سماد اليوريا	صنع سماد اليوريا	الغاز السائل	وزارة النفط

شكل (2)

مخطط (SIPOC) لتخطيط العمليات الأساسية

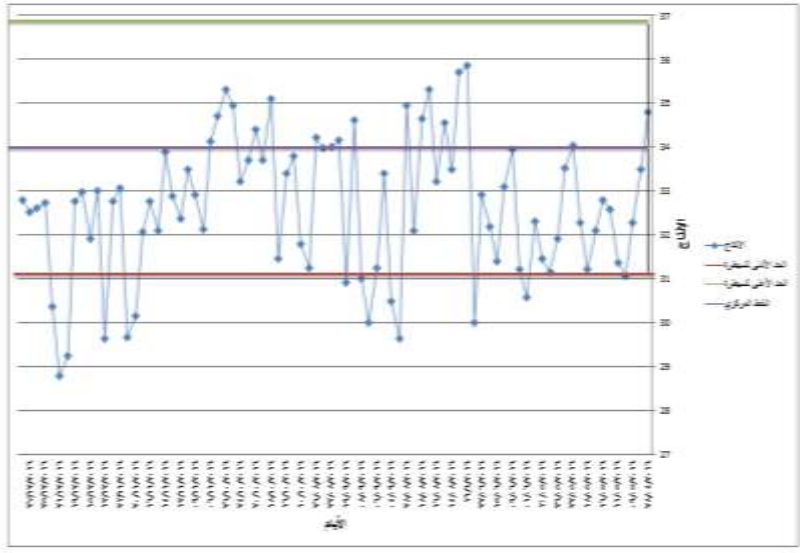
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على معلومات من قسم الإنتاج للشركة

المرحلة2: القياس (Measure)

تتضمن هذه المرحلة قياس البيانات التي تم الحصول عليها من مختلف أقسام الشركة وكالآتي:

- **الجودة**

حصلت الباحثة على بيانات من قسم النوعية للشركة ولعام 2016 والتي كانت لـ(84) يوم فقط، تستعرض فيه نتائج فحص تركيز اليوريا في مرحلة المفاعل والتي كانت تحتوي على انحرافات عن الحدود المسموح بها، وهذه الحدود عينت من قبل قسم النوعية للشركة فكان الحد الأعلى= 36.8، أما الحد الأدنى= 31.1، والخط المركزي= 33.95، وعند معالجة هذه البيانات بالبرنامج الحاسوبي المصمم في أكسل ظهر لنا الشكل (3) الذي الذي يبين وجود انحرافات عدد (13) عينة خارج حدود المواصفة الموضوعة والمتمثلة بالحد الأدنى:



شكل (3) انحرافات تركيز اليوريا في مرحلة المفاعل

- **مستوى Sigma**

لتحديد مستوى (Sigma) لمرحلة مفاعل اليوريا الذي تعمل به الشركة يكون وفقاً للأتي:

عدد أيام إنتاج الشركة لسنة (2016) كانت (84) يوم، وكان إنتاج اليوريا (235,350) طن لسنة (2016) نستخرج انتاج اليوم الواحد

$$\text{معدل انتاج اليوم الواحد لسنة 2016} = \frac{\text{كمية الإنتاج لسنة 2016}}{\text{عدد ايام الإنتاج لنفس السنة}} = \frac{235,35}{84} = 2,801 \text{ طن/يوم}$$

ولو أخذنا مجموع العيوب والبالغة (24) 24 * 2801.7 = 67240.8 طن/سنة (إنتاج معيب)

$$\text{نسبة العيوب} = \frac{67240.8}{235350} * 100 = 28.57\%$$

نسبة الدقة في العملية = 1 – 28.57% = 71.43%

$$\text{العيوب لكل مليون فرصة} = \frac{67240.8}{3 * 235350} = 0.0952351$$

العيوب لكل مليون فرصة (DPMO) = 0.0952351 * 1000000 = 95235 طن

إن مستوى (Sigma) الذي يعمل بضمنه مصنع اليوريا بمرحلة المفاعل ولثلاث انواع من العيوب هو 2.8 تقريباً بنسبة عيوب 28.57% وبمستوى دقة 71.43% في أداء عملياتها.

- **السرعة**

تناولت الباحثة في بعد السرعة مصنع اليوريا فقط، وذلك بسبب ضيق وقت الدراسة، ولأجل ذلك قامت الباحثة برسم خارطة تيار القيمة (VSM) لمصنع اليوريا التي ستعتمد في الدراسة لإجل حسابات السرعة، وكذلك الأعتماد عليها في حسابات تكاليف وقت العملية، نحسب تكاليف وقت العملية من حساب تكاليف تيار القيمة السنوي والذي من خلاله نستطيع الربط بين التكاليف والوقت والذي سنوضحه لاحقاً وبعد الاخذ بالحسبان جميع التكاليف في تيار القيمة وحسابها ولا يتم التمييز بين التكاليف المباشرة وغير المباشرة لأن جميع التكاليف في تيار القيمة تعد تكاليف مباشرة. والتكاليف التي هي خارج تيار القيمة لا تضمن في تكاليف تيار القيمة والشكل التالي يبين التكاليف التي تشكل إجمالي تكاليف تيار القيمة (محمد&المعيني، 2013:ص310)، من إجمالي تكاليف الشركة لسنة 2016 = 82,914,275,700 دينار ، عدد أيام الإنتاج = 84 يوم لإستخراج عدد الدقائق لـ 84 يوم نعمل الآتي علماً إن الشركة تعمل بنظام (الوجبات) أي إن العمل يكون خلال 24 ساعة باليوم و 7 أيام بالاسبوع: 84 * 24 * 60 = 120,960 دقيقة إنتاجية

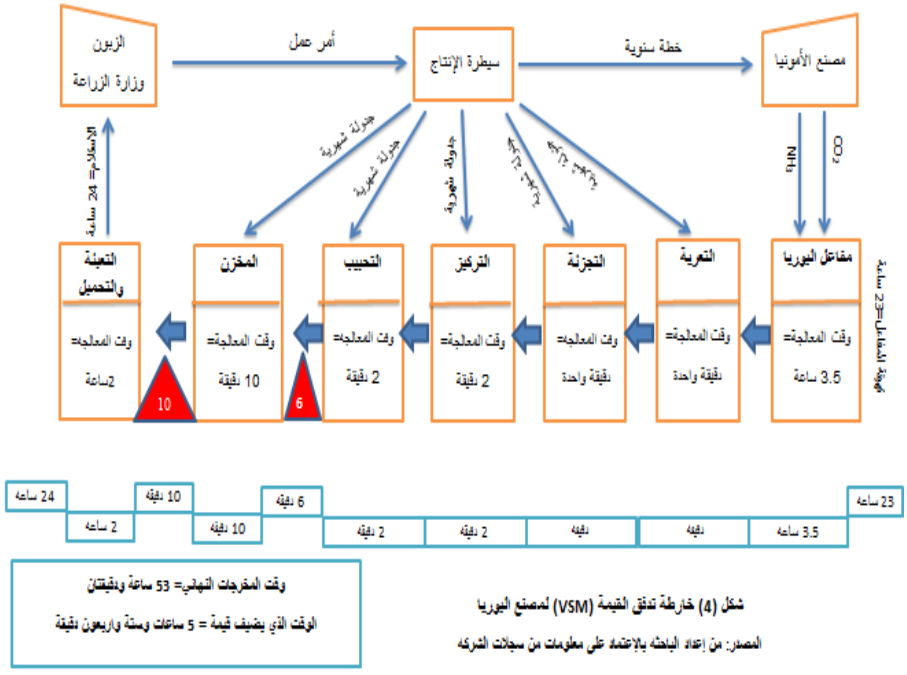
لإستخراج تكلفة الدقيقة الواحدة نعمل الآتي:

$$\text{تكلفة الدقيقة الواحدة} = \frac{\text{إجمالي التكاليف}}{\text{عدد الدقائق}} = \frac{82,914,275,700 \text{ دينار}}{120,960 \text{ دقيقة}}$$

= 685469 دينار/دقيقة

نستطيع أن نعرف حجم التكاليف التي سوف نقوم بتوفيرها، من خلال معرفة تكلفة الدقيقة الواحدة، فيما لو تم تخفيض وقت التسليم بواسطة تخفيض أو القضاء على الهدر الموجود داخل سلسلة القيمة، ويكون ذلك باحتساب وقت النشاط الذي لا يضيف

قيمة ومحاولة حذفه أو تقليله، وبالأعتماد على المعلومات التي تم الحصول عليها من قسم الإنتاج والتي تساعد في تحديد الأنشطة التي تضيف قيمة من الأنشطة التي لا تضيف قيمة والتي يمكن التخلص منها أو تقليلها بهدف زيادة سرعة تسليم المنتج وتقليل التكاليف، وتحسين أداء العملية، هذه الخارطة موضحة في الشكل (4) والتي تبين مقدار الوقت الكلي للتسليم والبالغ (53 ساعة و 2 دقيقة) المخصص لإنتاج 132 طن، أما الوقت الذي يضيف قيمة فمقداره (5 ساعات و46 دقيقة):



شكل (4) خارطة تدفق القيمة (VSM) لمصنع اليوريا

المصدر: من إعداد الباحثه بالإعتماد على معلومات من سجلات الشركه

- **التكاليف**

البعد الآخر لإداء العملية هو التكاليف ولتوضيح أثر منهجية (LSS) عليها تناولت الباحثة بعض البيانات المالية والإنتاجية للشركة ولسنة (2016)، والتي حصلت عليها من السجلات الخاصة بقسم الشؤون المالية، التي تبين تفاصيل عنصر الكلفة للطن الواحد من منتوج اليوريا وكما في الجدولين أدناه:

جدول (4)

تفاصيل عنصر الكلفة لطن اليوريا لسنة2016

المنتج	التكاليف الثابتة			مجموع التكاليف الثابتة	التكاليف المتغيرة			مجموع التكاليف المتغير	كلفة الصنع
	كلفة العمل	الأندث	م.أخر		مواد أو وتعبئة وتغليف	أدوات احتياطية	م.أخر		
طن يوريا	183,136	25,476	10,085	218,697	45,670	13,277	74,658	133,605	352,302

المصدر: قسم الشؤون المالية للشركة

جدول (5)

بعض البيانات المالية والإنتاجية للشركة العامة لصناعة الأسمدة لسنة2016

البيان	الكمية-السعر-القيمة
كمية إنتاج اليوريا	235,350 طن
سعر البيع للطن الواحد	450,000 دينار
التكاليف المتغيرة للطن الواحد	133,605 دينار
التكاليف الثابتة للطن الواحد	218,697 دينار
إجمالي تكاليف الطن الواحد	352,302 دينار

المصدر: قسم الشؤون المالية للشركة

من خلال البيانات المذكورة أعلاه نستخرج التالي:

الإيرادات = كمية الإنتاج * سعر البيع

=235,350 * 450,000 = 105,907,500,000 دينار

إجمالي التكاليف = كمية الإنتاج * إجمالي تكاليف الطن الواحد

=235,350 * 352,302 = 82,914,275,700 دينار

الربح = الإيرادات – التكاليف

= 82,914,275,700 – 105,907,500,000

=22,993,224,200 دينار

نسبة الإيرادات للتكاليف = الإيرادات\التكاليف * 100

= 105,907,500,000 \ 82,914,275,700 * 100=

%127.73

إن الربح المتحقق هنا نتيجة إيرادات الشركة التي حصلت عليها من خلال بيع إنتاجها من سماد اليوريا الذي كان يحتوي على منتج معيب مقداره (67240.8 طن/سنة) الذي قامت الشركة ببيعه بعد خلطه بالمنتج المطابق للمواصفات بإيراد بلغ

(105,907,500,000 دينار)، وإن الشركة لو قامت بتلفه لبلغت إيراداتها (75,649,050,000 دينار) التي هي أقل من التكاليف. وإن الغاية الأساسية من استخراج مقدار الربح المتحقق هو لغرض إجراء المقارنة بين الوضع الحالي وبين ما يمكن أن تحصل عليه الشركة من أرباح من جراء تطبيق منهجية (LSS) وهذا ما سيتم توضيحهُ لاحقاً.

- **الإنتاجية**

يمكن قياس الإنتاجية من خلال البيانات الكمية المبينة في الجدول أدناه والمستخرجة من سجلات الشركة والتي تعتبر مدخلات العملية الإنتاجية.

جدول (6)

بعض البيانات المالية للشركة العامة لصناعة الأسمدة لسنة2016

البيان (المدخلات)		القيمة بالدينار
كلفة المواد الأولية		20,439,520,000
الرواتب والأجور		58,375,305,000
المصروفات	مصروفات تحويلية	40,221,000
	مصروفات أخرى	225,884,000
	مجموع المصروفات	266,105,000

المصدر: قسم الشؤون المالية للشركة

نحسب الإنتاجية وكما يلي:

$$\text{الإنتاجية الكلية بالقيمة} = \frac{\text{المخرجات}}{\text{المدخلات}} = \frac{\text{الإنتاج المطابق للمواصفات} * \text{سعر البيع}}{\text{المدخلات}}$$

$$0.95 = \frac{450000 * 168109}{79,080,930,000} =$$

ومن خلال الأعتماد على المعادلات أعلاه في استخراج النتائج، وتوظيفها في البرنامج الحاسوبي المصمم في أكسل، نستخرج النتائج لإنواع الإنتاجية التي تم تلخيص بياناتها ونتائجها في الجدول التالي:

جدول (7)
بيانات ونتائج بعد الإنتاجية لسنة2016

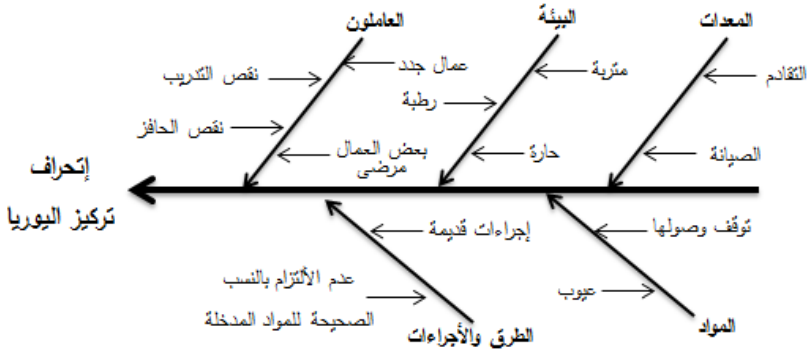
التفاصيل	القيمة بالدينار	نوع الإنتاجية	الإنتاجية
المخرجات	75,649,050,000	**الإنتاجية الكلية**	0.95
المدخلات		**الإنتاجية الجزئية**	
المواد الأولية	20,439,520,000	إنتاجية المواد الأولية	3.7
الرواتب والأجور	58,375,305,000	إنتاجية رواتب وأجور العاملين	1.3
المصروفات	266,105,000	إنتاجية المصروفات	284.28
		الإنتاجية متعددة العوامل	
		للمواد الأولية والرواتب والأجور	0.96
		للمواد الأولية والمصروفات	3.65
		للرواتب والأجور والمصروفات	1.29

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على سجلات الشركة ونتائج البرنامج الحاسوبي المصمم قي أكسل

إن الغرض الأساسي من إستخراج نتائج مؤشرات الإنتاجية لسنة 2016 هو لإجراء المقارنة مع ما يمكن الحصول عليه من مؤشرات للإنتاجية عند تطبيق منهجية (LSS) في الشركة قيد الدراسة واستخراج مقدار الفرق بين الحالتين وهذا ماسيتم توضيحه في مرحلتي التحليل والتحسين.

المرحلة3: التحليل (Analysis)

الإشكالية الأولى للدراسة تبين إن مرحلة المفاعل غير منضبطة إحصائياً، والتي وضحت بالشكل (4) الذي يظهر انحراف تركيز اليوريا عن الحد المسموح به، إن إنحراف العملية أدى إلى وجود نسبة عيوب (15.47%) ومستوى دقة (84.53%) في أداء عملياتها و بمقدار عيوب (36422 طن/سنة)، ونتج عن عيوب المنتج هذه وقوع الشركة بمستوى Sigma والذي بلغ (3.1). الشكل أدناه يحدد الأسباب التي أدت إلى إنحراف تركيز اليوريا بمرحلة المفاعل، وبدرجات متفاوتة من التأثير والموضحة في مخطط السبب والنتيجة أو عظم السمكة (Fish bone).



شكل (5)

مخطط السبب والنتيجة أو عظم السمكة (Fish bone)

المصدر: إعداد الباحثة

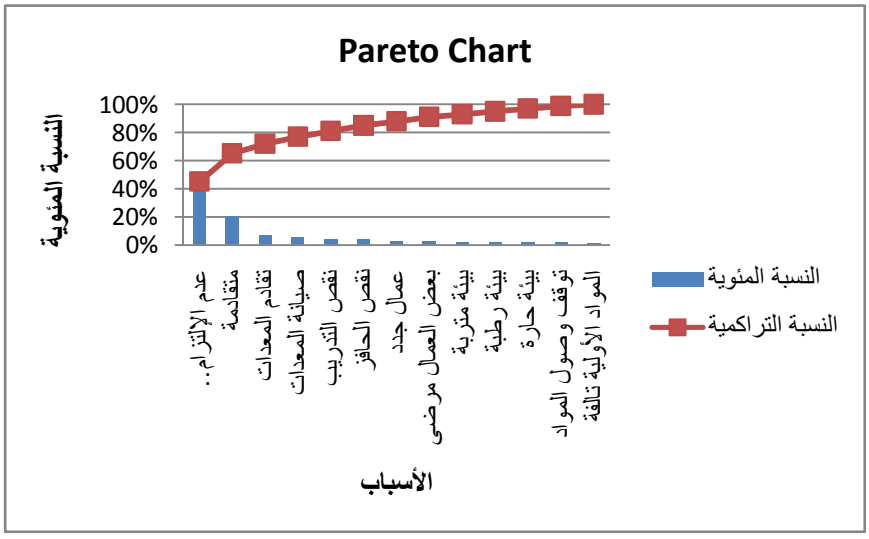
من خلال التحليل لأسباب المشكلة الموضحة بمخطط السبب والنتيجة (عظم السمكة) شكل (5)، وبالاعتماد على دراسة الباحثة في أمور الشركة، وللمعايشة الميدانية ومقابلة مهندسي ومديري الإنتاج وإجاباتهم على الأستمارة المُعدّة لهذا الغرض تم تحديد النسب المئوية لكل سبب من الأسباب المؤدية للمشكلة والتي ذكرت مسبقاً وكما موضحة في الجدول (8).

جدول (8) النسب المئوية للأسباب المؤدية إلى المشكلة

السبب الرئيسي	السبب الفرعي	النسبة المئوية	مجموع نسب السبب الرئيسي
العاملون	عمال جدد	%3	%14
	نقص التدريب	%4	
	نقص الحافز	%4	
	بعض العمال مرضى	%3	
البيئة	متربة	%2	%6
	رطبة	%2	
	حارة	%2	
المعدات	متقادمة	%20	%25
	الصيانة	%5	
الطرق والإجراءات	قديمة	%7	%52
	عدم الإلتزام بالنسب المضبوطة للمواد الأولية	%45	
المواد	توقف وصولها	%2	%3
	معيبة	%1	

المصدر: إعداد الباحثة

ومن الجدول أعلاه نعمل مخطط باريتو بالشكل (6) في البرنامج الحاسوبي المصمم بالأكسل والذي يوضح فيه أعلى نسبة من المشكلة التي كانت لعدم الإلتزام بالنسب المضبوطة للمواد الأولية الداخلة بالتفاعل، ويعزى هذا السبب لعدم استخدام الشركة لمقاييس تعمل على ضبط كميات المدخلات من (NH_3 و CO_2) وتجعلها ضمن النسب المحددة مسبقاً للتفاعل، كذلك فإن عامل تقادم المعدات وعدم استخدام معدات حديثة وذات تكنولوجيا متطورة كان له الدور الأكبر في التأثير.



شكل (6)

مخطط باريتو يوضح النسب المئوية لإسباب المشكلة

المصدر: إعداد الباحثة بالأعتماد على برنامج الأكسل

ومن خلال دراسة الباحثة في أمور الشركة، ومقابلة مهندسي ومديري الإنتاج، وضحوا إن السبب الرئيسي لإنحراف تركيز اليوريا هو الظروف التشغيلية للمفاعل، والتي تتمثل بالحرارة والضغط العالي وإن التفاعل يحتاج ضغوط مرتفعة ودرجات حرارة منخفضة، هذه الظروف تتأثر بنسبة مدخلات العملية من (NH3 الأمونيا، CO2 غاز ثاني أوكسيد الكربون)، التي تكون النسب الجزيئية للأمونيا إلى ثاني أوكسيد الكربون فهي 3:1 وإن التحكم بكمية (NH3، CO2) الداخلة للتفاعل هو الفيصل بهذه العملية.

أما المشكلة الثانية فتتمثل بطول فترة التسليم، من خلال معاينة خارطة تيار القيمة (VSM) التي رسمت في مرحلة القياس بالشكل (4) تبين إن مقدار الوقت الكلي للتسليم (53 ساعة و2 دقيقة)، أما الوقت الذي يضيف قيمة فمقداره (5 ساعات و46 دقيقة)، يتضح من خارطة تيار القيمة (VSM) وجود أنشطة لا تضيف قيمة في حالة حذفها تؤدي إلى تقليل فترة التسليم وتخفيض التكاليف. من ضمنها المخزن الذي يسبب تلف المنتج النهائي بسبب افتقاره للاجراءات الصحيحة للتخزين الصحيح، والذي يؤدي بدوره إلى تلف المخزون لتعرضه للاجواء غير المناسبة كالأتربة والرطوبة التي تقوم بتكليس المنتج وتكتله، فلو حذفنا اوقات الأنتظار بين المراحل، وكذلك وقت التسليم يخفض من (24 ساعة) إلى (2 ساعة) لان هذا الوقت كان يصرف في التحميل من المخزن إلى وحدات التعبئة عن طريق (البوكلن) الذي يضعه على الحزام الناقل ليصل للتعبئة وهذا يتطلب وقت، يصبح وقت التسليم (30 ساعة و36 دقيقة) بدلاً من (53 ساعة و2 دقيقة)، ومقدار الوقت الذي يضيف قيمة أصبح (5 ساعات و36 دقيقة) بسبب حذف مرحلة التخزين، التي تأخذ وقت مقداره (10 دقائق)، ليذهب المنتج النهائي فوراً إلى التحميل، يعني ذلك التخلص من هدر بالوقت مقداره (22ساعة و 26دقيقة)، وبما أن تكلفة الدقيقة الواحدة المستخرجة مسبقاً تساوي (685,469 دينار)، نضربها بعدد دقائق الوقت الذي حذف لنستخرج مقدار التكاليف التي ستخفض وكما يلي: الوقت المحذوف = (22 * 60) + 26= 1346 دقيقة ومقدار التخفيض بالتكاليف سيكون = 1346 * 685,469 =922,641,274 دينار

المرحلة4: التحسين (Improve)

بعد تحديد أهم المشاكل الرئيسة في الشركة وتعريفها، وتحديد مستوى (Sigma) للشركة وهو (3.1) تقريباً، تبدأ الأن مرحلة التحسين، ولإجل معرفة تأثير تطبيق منهجية (LSS) على تحسين أداء العملية، يتم ذلك من خلال اختبار لفرضيات الدراسة الفرعية وكما يلي:

H11: إستخدام نموذج (DMAIC) لمنهجية (LSS) يؤدي إلى تحسين الجودة.

لإجل التحقق من صحة هذه الفرضية يتم التعرف على أثر رفع مستوى (Sigma) في الشركة على أداء العملية، يمكن القول أن رفع مستوى (Sigma) في الشركة سيؤدي إلى تخفيض كمية العيوب، فمثلاً للوصول إلى مستوى (5Sigma) فأن كمية العيوب سوف تكون 233 طن لكل مليون فرصة اي بنسبة 0.000233 لكل فرصة، مع افتراض ثبات التكاليف وبتطبيق المعادلة ادناه فان كمية العيوب في الشركة تصبح:

$$\text{العيوب لكل مليون فرصة} = \frac{\text{كمية العيوب}}{\text{كمية الإنتاج * عدد أنواع العيوب}}$$

$$\frac{\text{س}}{3 * 235350} = 0.000233$$

س = 165 (طن) عيب، تصبح نسبة العيوب = 0.07% وبمستوى دقة 99.93% في أداء العمليات وهذا يثبت صحة الفرضية أعلاه. أما الفرضية الفرعية الثانية فهي:

H12:إستخدام نموذج (DMAIC) لمنهجية (LSS) يؤدي إلى تخفيض الكلفة.

نقوم باثبات صحة هذه الفرضية من خلال معرفة حجم التكاليف التي سوف تنخفض بسبب انخفاض المنتوج المعاب وما يصاحبه من تكاليف للجودة، حيث تصبح كمية الإنتاج الصالح عند بلوغ هذا المستوى كما يلي:

الإنتاج المطابق للمواصفات لسنة2016= 235350 - 165 =235185 طن/سنة

ويرافق تقليل الإنتاج المعيب تقليل بالتكاليف الثابتة للطن الواحد التي سوف تتوزع على كمية إنتاج أكبر، تكاليف الجودة ، وستنخفض أيضاً التكاليف من خلال خفض وقت التسليم الذي سنتطرق له لاحقاً، وهذا يثبت صحة الفرضية الفرعية أعلاه.

H13: إستخدام نموذج (DMAIC) لمنهجية (LSS) يؤدي إلى زيادة الإنتاجية.

ولتحقق من صحة هذه الفرضية يتم من خلال معرفة إنتاجية الشركة عند وصولها لهذا المستوى، وبعد معالجة البيانات بالبرنامج الحاسوبي المصمم في أكسل، يظهر لنا الجدول التالي الذي يبين الإنتاجية الجديدة.

جدول (9)

بيانات ونتائج الإنتاجية عند مستوى (5Sigma)

التفاصيل	القيمة بالدينار	نوع الإنتاجية	الإنتاجي
المخرجات	233169525000	**الإنتاجية الكلية**	2.95
المدخلات		**الإنتاجية الجزئية**	
المواد الأولية	20,439,520,000	إنتاجية المواد الأولية	11.41
الرواتب والأجور	58,375,305,000	إنتاجية رواتب وأجور العاملين	3.99
المصروفات	266,105,000	إنتاجية المصروفات	376.23
		الإنتاجية متعددة العوامل	
		الإنتاجية (للمواد الأولية، الرواتب والأجور)	2.96
		الإنتاجية (للمواد الأولية، المصروفات)	11.26
		الإنتاجية (للرواتب والأجور،المصروفات)	3.98

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على سجلات الشركة ونتائج البرنامج الحاسوبي المصمم قي أكسل

نلاحظ من الجدول أعلاه الزيادة الحاصلة في أنواع الإنتاجية الثلاث، عند الوصول لمستوى (5Sigma)، سواء الكلية أو الجزئية أو متعددة العوامل، وهذه الزيادة متأتية من انخفاض الإنتاج المعيب الذي يؤدي إلى زيادة كميات الإنتاج الصالح، أي زيادة المخرجات مع ثبات المدخلات، وكما تطرقنا إليها في فصل الجانب النظري وهذا يثبت صحة الفرضية الفرعية أعلاه ، جدول (10) يوضح مقارنة بين أنواع الإنتاجية الثلاثة وبالمستويين.

جدول (10)

مقارنة بين الإنتاجية بالمستويين

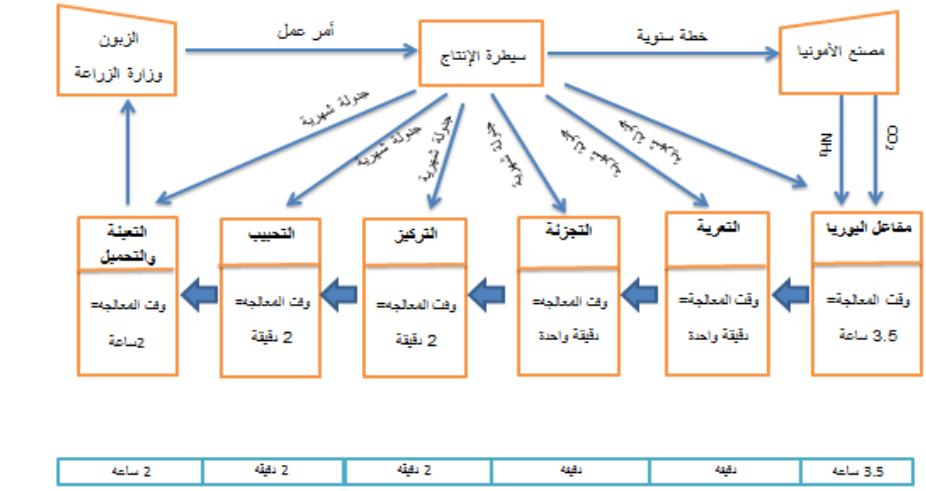
نوع الإنتاجية	الإنتاجية عند مستوى (2.8 Sigma)	الإنتاجية عند مستوى(5Sigma)
الإنتاجية الكلية	0.95	1.34
الإنتاجية الجزئية		
إنتاجية المواد الأولية	3.7	5.18
إنتاجية رواتب وأجور العاملين	1.3	1.81
إنتاجية المصروفات	284.28	397.71
الإنتاجية متعددة العوامل		
الإنتاجية (للمواد الأولية، الرواتب والأجور)	0.96	1.34
الإنتاجية (للمواد الأولية،المصروفات)	3.65	5.11
الإنتاجية (للرواتب والأجور،المصروفات	1.29	1.80

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الحاسوبي المصمم قي أكسل

H14: إستخدام نموذج (DMAIC) لمنهجية (LSS) يؤدي إلى زيادة السرعة.

وللإثبات الفرضية الفرعية هذه والتي لها علاقة بوقت التسليم فسوف يخفض من (53ساعة و2دقيقة) لإنتاج 132 طن إلى (30ساعة 36دقيقة) لإنتاج نفس الكمية، أي بتخفيض وقت مقداره (22 ساعة و 26 دقيقة)، من خلال إزالة بعض الأنشطة التي لا تضيف قيمة، وكذلك حذف مرحلة التخزين أي يتسلسل الإنتاج من التحبيب إلى التعبئة مباشرة، وفي حالة تسويق المنتج (فل) أي بدون تعبئة، ينقل عبر الأحزمة الناقلة إلى سيارات الحمل أو عربات القطار مباشرة، هذه الطريقة لا تقضي على الهدر في الوقت فقط ولكن تخلص من تبعات التخزين التي ذكرت في مرحلة التحليل والتي

تضمن بقاء المنتج سليماً دون تلف، فضلاً عن تخفيض وقت أستلام المنتج، وهذا يثبت صحة الفرضية الفرعية أعلاه، أما مقدار التخفيض بالتكاليف الذي يصاحب تقليل الهدر فسوف يكون (922,641,274 دينار) وبهذا ستخفض التكاليف من طريقين وهما تحسين الجودة وزيادة سرعة الإنتاج. والشكل (7) يوضح خارطة تيار القيمة الجديد بعد حذف الهدر:



شكل (7) خارطة تدفق القيمة (VSM) لمصنع اليوريا بعد حذف الأنشطة التي لا تضيف قيمة ويضمنها فترات الأنتظار

المصدر: من إعداد الباحثة بالإعتماد على معلومات من سجلات الشركة

أما فيما يخص الإيرادات والتكاليف والأرباح، فعند تطبيق منهجية (LSS) وفي مستوى (5Sigma) ومع تخفيض الهدر من خلال أدوات الترشيق التي تخللت نموذج (DMAIC)، أي بتقليل التكاليف نتيجة حذف الأنشطة التي لا تضيف قيمة ستكون كما يلي:

التكاليف عند مستوى (5Sigma) = التكاليف عند مستوى (2.8Sigma)- التخفيض بالتكاليف

= 82,914,275,700 - 922,641,274 =81,991,634,426 دينار

الإيرادات عند مستوى (5Sigma) = 105,833,250,000 دينار

الربح عند مستوى (5Sigma)= 105,833,250,000 -81,991,634,426

= 23,841,615,574 دينار

جدول (11) يوضح مقارنة بين التكاليف والإيرادات والأرباح المتحققة وبالمستويين.

جدول (11)
مقارنة بين التكاليف والإيرادات والأرباح في المستويين

البيان	مستوى(2.8 Sigma) الفعلي(المتحقق لعام 2016)	مستوى(5Sigma)
التكاليف	82,914,275,700 دينار	81,991,634,426 دينار
الإيرادات	75,649,050,000 دينار	105,833,250,000 دينار
الأرباح	(7,265,225,700) دينار	23,841,615,574 دينار

المصدر: إعداد الباحثة

المرحلة5: الرقابة (Control)

إن النتائج البارزة التي تم التوصل إليها في مرحلة التحسين، ولديمومتها عادة ما تحتاج إلى تنفيذ إجراءات تضمن فعالية الحلول على المدى الطويل، لذلك يقتضي الأمر وضع إجراءات رسمية تتضمن أنشطة تهدف إلى منع أسباب التباين ومصادر الهدر التي يمكن أن تظهر من جديد، كذلك ينبغي تشجيع أعمال التحسين التي عملت، واستخدام الطرق الجديدة في الشركة دون العودة إلى الأخطاء التي قدمت من قبل، كذلك في هذه المرحلة يتطلب إحكام عملية الرقابة لإغراض السيطرة وتوجيه العمليات الإنتاجية بما يخدم الأهداف الموضوعة وبلوغ مستويات متقدمة من Sigma.

استخدام لوحات قياس للسيطرة على نسب المدخلات من NH_3 و CO_2 التي تدخل إلى مفاعل اليوريا حتى تكون ضمن النسب المطلوبة بحيث يتم السيطرة على التركيز ضمن الحدود العليا والدنيا. فضلاً عن تطبيق نظام تدريب مناسب وهو بمثابة أداة لا تقدر بثمن والتي تحافظ على ثقافة التحسين المستمر، والذي يمكن الموظفين من تعلم المهارات والحفاظ على أفضل الممارسات المقترحة في مرحلة التحسين. وكذلك تطوير أساليب مراقبة ورصد عملية الإنتاج في مرحلة المفاعل استنادا إلى عمليات المراجعة الداخلية وعن طريق استخدام نظام الإبلاغ المخبري إلى جانب وحدات الماكرو إكسل، لإنشاء التقارير اليومية والرسوم البيانية، ويتم استعراض هذه التقارير والرسوم البيانية من قبل مشرفي المختبر والمديرين على أساس يومي مع موظفي الخطوط الأمامية.

المبحث الرابع (الاستنتاجات والتوصيات)

أولاً: الاستنتاجات

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد اهمية استخدام منهجية (LSS) في العملية التصنيعية في شركات القطاع الصناعي العراقية بشكل عام وفي الشركة العامة لتصنيع الأسمدة/البصرة-خور الزبير بشكل خاص، وقد توصلت الباحثة بعد دراسة حالة المصنع، إلى استنتاجات عديدة ساهمت في حل مشكلة الدراسة والإجابة على تساؤلاتها وفرضياتها، ومن أهم هذه الإستنتاجات ما يلي:

1. واحدة من المشاكل الرئيسية التي تعاني منها الشركة هي درجة تركيز اليوريا في المخلوط الناتج في مرحلة المفاعل إذ شكلت ما نسبته (80%) كمسبب مباشر في زيادة المعيب وانحراف المنتج عن المواصفات المطلوبة، ومن خلال التحليل تبين إن هذه المشكلة سببها الرئيسي هو عدم الإلتزام بالنسب المضبوطة للمواد الأولية الداخلة بالتفاعل، فضلاً عن تقادم المعدات وقلة استخدام معدات حديثة وذات تكنولوجيا متطورة.
2. إن الشركة قيد الدراسة وفي مرحلة المفاعل تقع بمستوى (3.1Sigma) وبكمية عيوب تبلغ حوالي (36422 طن/سنة) ونسبة عيوب (15.47%) وبمستوى دقة (84.53%) في أداء عملياتها عندما يكون عدد أيام الأنحراف (13) لنوع واحد من العيوب، أما فيما يتعلق بالانواع الأخرى للعيوب فيكون مستوى (Sigma) (2.8) والذي يعمل بضمنه مصنع اليوريا بمرحلة المفاعل تقريباً وبكمية عيوب (67240.8 طن/سنة) وبنسبة عيوب (28.58%) وبمستوى دقة (71.42%) في أداء عملياتها.
3. كان مقدار الوقت الكلي للتسليم (53 ساعة و2 دقيقة) المخصص لإنتاج (132 طن)، وهذا وقت طويل نسبياً، في حين إن مقدار الوقت الذي يضيف قيمة (5 ساعات و46 دقيقة) وهذا يدل وبوضوح على وجود هدر في الوقت مما أثر بدوره على زيادة التكاليف وإنخفاض واضح في الأستجابة السريعة للطلبات.
4. ظهر أن هناك فرق واضح في إنخفاض بمستوى الإنتاجية الكلية عند المستوى الحالي للشركة مقارنة بمؤشرها بعد تطبيق منهجية (LSS)، فالإنتاجية الكلية عند مستوى (2.8Sigma) بلغت (0.95)، أما عند مستوى (5Sigma) فقد أصبحت (1.34).

ثانياً: التوصيات

وفقا للنتائج التي تم التوصل إليها ضمن الإطار النظري وكذلك التي تم الحصول عليها من الواقع الميداني لدراسة الحالة، تم الخروج بالتوصيات الآتية:

1. ينبغي على الشركة العامة لصناعة الأسمدة/البصرة تبن ي منهجية (LSS)، والاهتمام بمفهومها ونشر فكرها النظري والتطبيقي، والتأكيد على إمكانية استخدامها في القطاعات التصنيعية العراقية لما لها من أهمية في تقليل الأخطاء، تخفيض كمية الإنتاج المعيب، وزيادة الكفاءة والفاعلية الإنتاجية، وقد يلاحظ ذلك من خلال التطبيق العملي، حيث إن نسبة الإنتاج المعيب وعند مستوى (5Sigma) تناقصت من (28.58%) لتصبح (0.07%) وبالتالي تتحق إيرادات بمقدار(105,833,250,000) ديناراً، وانخفضت التكاليف من (82,914,275,700 دينار) إلى (81,991,634,426 دينار) خلال الفترة المدروسة لتطبيق منهجية (LSS).
2. الإلتزام التام بالتوقيتات المحددة للعملية الإنتاجية والسعي لحذف الأوقات التي لا تضيف قيمة ومنها وقت التسليم، إذ من خلال تطبيق منهجية (LSS) يخفض من (53 ساعة و دقيقتان) ليصبح (30 ساعة و36 دقيقة)، ويصاحبه تخفيض بالتكاليف مقداره (922,641,274) دينار، جاء هذا الانخفاض من خلال إزالة بعض الأنشطة التي لا تضيف قيمة، وكذلك حذف لمرحلة التخزين التي تؤثر سلباً على جودة المنتج.
3. ضرورة العمل بأداوات الترشيق والتي هي (5S) (وتعني التنظيم **Seirri** ، الترتيب **Seiton**، التنظيف **Seiso** ، الصيانة **Seiketsn** و الانضباط **Shitsuke**) للمحافظة على بيئة عمل آمنة ونظيفة ومرتية، وتساعد الشركة على تقليل الهدر الحاصل في العملية الإنتاجية.
4. استخدام لوحات قياس أو (كيجات) للسيطرة على نسب المدخلات من NH_3 وCO_2 التي تدخل إلى المفاعل حتى تكون ضمن النسب المطلوبة، وكذلك تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية (الدورية) وفقاً للجداول المعدّة لهذا الغرض للمكائن والمعدات لضمان استمرار العملية الإنتاجية لتنفيذ البرنامج الإنتاجي ضمن التوقيتات الزمنية المحددة.
5. على الشركة موضوع الدراسة أن تركز على منع حدوث المشاكل والأزمات قبل وقوعها بدلاً من أنتظار حدوثها ومن ثم معالجتها، لتحقيق أدنى كلفة ممكنة بالتميز والوصول إلى سعر تنافسي دون المساومة على الجودة أو الخدمة وهذا يعني تقديم منتوج بجودة مماثلة للمنافسين وبأقل من أسعارهم.

المصادر

أولاً: المصادر العربية

1. نجم، عبود نجم (2010). **"إدارة الجودة الشاملة في عصر الأنترنت"**، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
2. المشهراوي، زاهر حسني قاسم (2015). **"استخدام نموذج قياس تكاليف تيار القيمة لأغراض تدعيم استراتيجية الاستدامة في ظل بيئة التصنيع الرشيق/ دراسة تطبيقية"** أطروحة دكتوراه مقدمة إلى كلية التجارة-جامعة عين شمس.
3. النعيمي، محمد عبد العال (2007). **" SIX-SIGMA منهج حديث في مواجهة العيوب"**، المؤتمر العلمي لجامعة الزيتونة.
4. محمد، رائد مجيد عبد و المعيني، سعد سلمان عواد (2013). **"أستعمال أدوات المحاسبة الرشيقة في تخفيض التكاليف بحث تطبيقي في الشركة العامة لمصناعات الكهربائية"**. مجلة دراسات محاسبية و مالية، المجلد 8، العدد 25 .

ثانياً: المصادر الأجنبية

1. Anil Kumar, S., & Suresh, N. (2008). **"Production and Operations Management (with Skill Development, Caselets and Cases)".** New Age International (P) Ltd. Publishers, New Delhi, 1-10.
2. Antony, J. (2011). "**Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners**". International Journal of Productivity and Performance Management, 60(2), 185-190.
3. Furterer, S. L. (2004). **"A framework roadmap for implementing Lean Six Sigma in local governmental entities**" (Doctoral dissertation, University of Central Florida Orlando, Florida).
4. Groover, M. P. (2002). **"Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing**". 2nd ed. Assembly Automation, 22(3), 298-299.
5. Heizer, Jay, Render, Barry & Munson, Chuck (2017).

"Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management". 12th ed., Pearson Education, Inc. USA.

6. Heizer, Jay, Render, Barry (2011). "Operations Management". 10th ed., Pearson Education, Inc.
7. James, Tad (2011). **"Operation Strategy".** Availible on Bookboon.com.
8. Knowles, Graeme, (2011). "**Six Sigma**", London Business School.
9. Lanham, Beth, (n.d.)" **Six Sigma Process Improvement Methodology"**, Wisconsin Office of Rural Health and the Wisconsin Hospital Association, Property of the Wisconsin Office of Rural Health.
10. Laureani, A. (2012). "**Lean six sigma in the service industry**". InTech. www.intechopen.com
11. Maleyeff, J., (2007). **"Improving Service Delivery in Government with Lean Six Sigma"**. IBM Center for the Business Services of Government, available to website: www.businessofgovernment.org.
12. Muthukumaran, G., Venkatachalapathy, V. S. K., & Pajaniradja, K. (2013). **"Impact on integration of Lean Manufacturing and Six Sigma in various applications-a review**". Journal of Mechanical and Civil Engineering, 6(1), 98-101.
13. O'Rourke, P. M. (2005). **"A multiple-case analysis of Lean Six Sigma deployment and implementation strategies** Master's Thesis in in Logistics Management, Graduate School of Engineering and Management ,Air University**.**
14. Pamfilie, R., Petcu, A. J., & Draghici, M. (2012). **"The importance of leadership in driving a strategic Lean Six**

Sigma management". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58, 187-196.

15. Pojasek, R. B. (2003). **"Lean, six sigma, and the systems approach: Management initiatives for process improvement**". Environmental Quality Management, 13(2), 85-92.

16. Poppendieck, Mary (2002). **"Principles of Lean Thinking"**. oppendieck.LLC.

17. Pyzdek, T. (2003). **"The Six Sigma Handbook"** , McGraw hill, New york.

18. Raifsnider, R., & Kurt, D. (2004)."**Lean Six Sigma in higher education: Applying proven methodologies to improve quality, remove waste, and quantify opportunities in colleges and universities**". White Paper–Global Services in Consulting, 1-10.

19. Ray, S., Das, P., & Bhattacharya, B. K. (2001). **"Improve customer complaint resolution process using Six Sigma**". Indian Statistical Institute 8th Mile.

20. Reid, R. Dan & Sanders, R. Nada, (2010). **"Operation Management".** 4th ed. John Wily & Sons (Asia) Pte Ltd.

21. Russell, R. S., & Taylor-Iii, B. W. (2011). **" operations management Creating Value Along the Supply Chain**".7th ed. John Wiley & Sons.

22. Skalle, H., & Hahn, B. (2013). "**Applying lean, six sigma, BPM, and SOA to drive business results**". IBM Redbooks Series.

23. Slack, N., Jones, A. B., Johnston R.(2010). **"Operation Strategy".** Sixth&Seventh Edition. Saffron House, 6–10 Kirby Street, London EC1N 8TS.

24. Slack, Nigel & Lewis, Michael, (2011). **"Operations Strategy"**. 3th ed. Pearson Education Limited, England

25. Snee, R. D. (2010). **" Lean Six Sigma – getting better all the time".**International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 1 No. 1, pp. 9-29
26. Tikkala, S. (2014). **"Lean Six Sigma in a Manufacturing Lead Time Improvement Project"**. Master's Thesis to Department of Innovation Management , Lappeenranta University of Technology.
27. **The Environmental Professional's Guide to Lean & Six Sigma,** (2009). Lean and Environment publications from the U.S. Environmental Protection Agency. For more information, visit the EPA Lean and Environment website at www.epa.gov/lean.
28. Yang, C. C. (2012). "**The integration of TQM and Six-Sigma".** AIZED, Tauseef–Total Quality Management and Six Sigma. Croácia. InTech, 219-246.

ثالثاً: المواقع الإلكترونية

1. www.sixsigmaonline.org