IRAQI Academic Scientific Journals

University of Kirkuk Journal For Administrative and Economic Science (2025) 15 (2): 1-13

UKJAES

University of Kirkuk Journal For Administrative and Economic Science

ISSN:2222-2995 E-ISSN:3079-3521

University of Kirkuk Journal For Administrative and Economic Science

Kirkuk University - College of Administration & Economics
جامعة كركوك - كلية الإدارة والإقتصاد
1428 A.H 2007 A.D

Alrubaye Ahmed Hussein. Possibility of Improving Product Quality Using the DMAIC Methodology: An Applied Study at Kronji Company for Soft Drinks, Juices, and Healthy Water – Kirkuk. ***University of Kirkuk Journal For Administrative and Economic Science*** **(2025) 15 (2):1-13.**

Possibility of Improving Product Quality Using the DMAIC Methodology: An Applied Study at Kronji Company for Soft Drinks, Juices, and Healthy Water – Kirkuk

Ahmed Hussein Alrubaye [1]

[1] *Tikrit University - College of Engineering, Tikrit, Iraq*

Ahmed.husain@tu.edu.iq [1]

Abstract: This research aims to apply the DMAIC methodology to improve product quality in the production process and to utilize various quality control tools to enhance process efficiency. Specifically, it addresses issues related to raw material mixing operations and the concentrate preparation mechanism. It also tackles the problem of reduced production process capability for certain products. The DMAIC methodology, which focuses on in-depth problem analysis and product quality improvement, was applied at Cronji Company, a manufacturer of carbonated beverages, bottled water, and juices. The Cola and Gazoz products were selected as the study sample. Several quality control tools were used, including control charts, cause-and-effect diagrams, process capability and performance indices, and deviation measurements. Data were collected from October 1, 2024, to December 25, 2024. The study yielded several findings. These include the potential to improve the quality of certain products; an increase in the standard deviation, reflecting greater variability and dispersion in the process; an increased range, indicating the presence of extreme values (outliers) in the data; and a decrease in the process capability and its indices for the Cola and Gazoz products.

Keywords: DMAIC methodology; product quality; quality control tools; Lean Six Sigma.

إمكانية تحسين جودة المنتوج باستعمال منهجية الـ DMAIC / بحث تطبيقي في شركة كرونجي للمشروبات الغازية والعصائر والمياه الصحية – كركوك

م.م. احمد حسين خنفاس [١]

[١] *جامعة تكريت-كلية الهندسة، تكريت، العراق*

المستخلص: يهدف البحث الى تطبيق منهجية الـ DMAIC لتحسين جودة المنتوج للعملية الإنتاجية فضلاً عن استعمال بعض أدوات ضبط الجودة لتحسين كفاءة العملية. إذ يسعى البحث لمعالجة مشكلة عمليات خلط المواد الأولية وآلية تحضير المركزات، كما يعالج مشكلة انخفاض مقدرة العملية الإنتاجية لبعض المنتجات. جرى تطبيق منهجية الـ DMAIC التي تعمل على دراسة المشاكل بشكل مُعمق وتحسين جودة المنتجات في " شركة كرونجي لإنتاج المشروبات الغازية والمياه الصحية والعصائر"، كما تم اختيار منتجي (كولا – كازوز) عينة دراسة

واستعمال عدد من أدوات ضبط الجودة منها (لوحات السيطرة الإحصائية، مخطط السبب والاثر، مقدرة ومؤشرات العملية الإنتاجية، قياس مستوى الحيود) والمدة الزمنية لجمع البيانات من (٢٠٢٤/١٠/١) ولغاية (٢٠٢٤/١٢/٢٥). توصل البحث الى عدد من النتائج منها إمكانية تحسين جودة بعض المنتجات فضلاً عن ارتفاع قيمة الانحراف المعياري التي تمثل الانحراف والتشتت في العملية وارتفاع قيمة المدى والدالة على القيم المتطرفة في البيانات فضلاً عن انخفاض قيمة مقدرة العملية الإنتاجية ومؤشراتها لمنتجي (كولا – كازوز).

الكلمات المفتاحية: منهجية الـ DMAIC، جودة المنتوج، أدوات ضبط الجودة، الحيود السداسي الرشيقة.

Corresponding Author: E-mail: ahmed.husain@tu.edu.iq

المقدمة

تشهد شركات التصنيع تقلبات كبيرة بسبب التحديثات التكنولوجية واحتياجات الزبائن وتنوع المنتجات وازدياد المنافسين والمنافسة السعرية، لذلك أصبح الاهتمام بإدخال استراتيجيات وأنظمة جديدة في التصنيع ومن هذه الأنظمة نظام التصنيع الهجين لكي تُلبي متطلبات السوق من اجل الحفاظ على الزبون واستمرارية الشركة في الاسواق التنافسية، وفي ظل عصر العولمة الصناعية واشتداد المنافسة أصبح توفير منتجات عالية الجودة ميزة تنافسية وضرورة لضمان بقاء واستمرار المنظمات الصناعية، لذا تُعدَ منهجية الـ DMAIC واحدة من أبرز التقنيات التي تستعملها الشركات لتحسين عملياتها الانتاجية وتحسين جودة المنتوج. إذ يسعى البحث لمعالجة عدد من المشاكل التي تؤدي الى ظهور منتجات معيبة وعدم وجود رؤية واضحة في حل مشاكل الجودة مما ينعكس بدوره على تذبذب الأداء. وتتجلى أهمية البحث إلى بيان التطبيق العملي لمنهجية الـ DMAIC التي تعمل على دراسة المشاكل وتحديد أسبابها الجذرية وإعطاء بعض المقترحات لتحسين جودة المنتوج. قُسمت هيكلية البحث على أربعة مباحث: (المبحث الأول/ منهجية البحث وبضمنها مشكلة واهمية واهداف والأدوات الإحصائية المستعملة)، كما تضمن (المبحث الثاني/ عرض الجانب النظري للمنهجية ومراحلها وجودة المنتج) اما (المبحث الثالث/ فقد عرض الجانب العملي بتطبيق منهجية الـ DMAIC في الشركة عينة البحث ودراسة عدة مشكلات وتحديد أسباب الانحرافات في العملية لبعض المنتجات). وقد تضمن (المبحث الرابع/ الاستنتاجات والتوصيات).

المبحث الأول - منهجية البحث

اولاً: مشكلة البحث

شكلت التطورات التكنولوجية والتغيرات المستمرة لبيئة الأعمال والتقنيات الصناعية الحديثة تحديات كبيرة للمنظمات الصناعية العراقية مما تطلب من هذه المنظمات القدرة على التكيف ومواجهة تلك التحديات من اجل تعزيز موقعها التنافسي في الاسواق المحلية وتحقيق الاستثمار الامثل لمواردها. ومن خلال الزيارات الميدانية المتكررة " لشركة كرونجي للمشروبات الغازية والعصائر" شخص الباحث وجود العديد من المشكلات التي تؤدي الى ظهور منتجات معيبة، منها في آلية تحضير المركزات وخلط المواد الاولية، وعدم وجود رؤية واضحة في حل مشاكل الجودة وافتقار الشركة للمقاييس الإحصائية لقياس مستوى الجودة ومقدرة العمليات الإنتاجية مما ينعكس بدوره على تذبذب الأداء وانخفاض مستوى حيود العملية. وبناءً على ما تقدم يمكن صياغة مشكلة البحث من خلال التساؤلات الآتية:

١. ما إمكانية تحسين جودة المنتوج باستعمال منهجية الـ DMAIC في الشركة عينة البحث؟
٢. ما إمكانية استعمال أدوات ضبط الجودة في تحديد انحرافات العملية في الشركة عينة البحث؟

ثانياً: أهمية البحث

تتجلى أهمية البحث من خلال تسليط الضوء على بعض منتجات الشركة ومدى إمكانية تحسينها باستعمال منهجية الـ DMAIC التي تسعى لتحسين الجودة وتقليل العيوب، وتنطلق أهمية البحث مما يأتي:

١. التعرف على منهجية حديثة كمنهجية الـ DMAIC التي تعمل على تحسين كفاءة العملية.
٢. تقديم إطار تطبيقي لتوضيح الكيفية التي سيتم بها تحسين كفاءة العملية مع تشخيص المنتجات الغير مطابقة للمواصفات الفنية.
٣. تقديم قيمة للمنظمات والزبائن من خلال المساهمة في تحسين الأداء وتقليل العيوب وخفض الكلف.

ثالثاً: اهداف البحث

تتمثل الأهداف الرئيسة للبحث من خلال تطبيق منهجية الـ DMAIC لتحسين جوة المنتوج، وبالاستناد الى تساؤلات المشكلة اذ يسعى البحث لتحقيق عدة اهداف منها:

١. تحديد متطلبات تطبيق منهجية الـ DMAIC في الشركة تحت البحث.
٢. استعمال أدوات ضبط الجودة لتحديد كفاءة العملية.
٣. إعطاء بعض المقترحات لتحسين الجودة وتقليل عيوب المنتجات في الشركة.

رابعاً: مصادر جمع البيانات

الجانب النظري: اعتمد الباحث على الادبيات ذات العلاقة بموضوع البحث وهي (الحيود السداسي، الحيود السداسي الرشيقة) من الكتب والرسائل والاطاريح الجامعية والمقالات والدوريات العربية والأجنبية وعلى المواقع الرصينة ذات عامل التأثير في شبكة الانترنيت التي تنشر البحوث والدوريات.

اما الجانب العملي: تم اعتماد شركة كرونجي لإنتاج المشروبات الغازية والعصائر والمياه الصحية المحدودة مجالاً لتطبيق البحث والحصول على البيانات المطلوبة من خلال الزيارات والمعايشة الميدانية لسير العمل، اما عينة البحث فتم اختيار بعض منتجات الشركة ذات الفئة (A) منها (كولا-كازوز) باعتماد البيانات الخاصة بهما مجالاً للدراسة. فقد اعتمد الباحث على العديد من الأساليب منها: الزيارات الميدانية المتكررة لقسمي الجودة والإنتاج. والملاحظة الشخصية للخطوط الإنتاجية. والوثائق والسجلات الرسمية للشركة من اجل الحصول على بيانات العينات.

خامساً: الأساليب والأدوات الإحصائية المستعملة

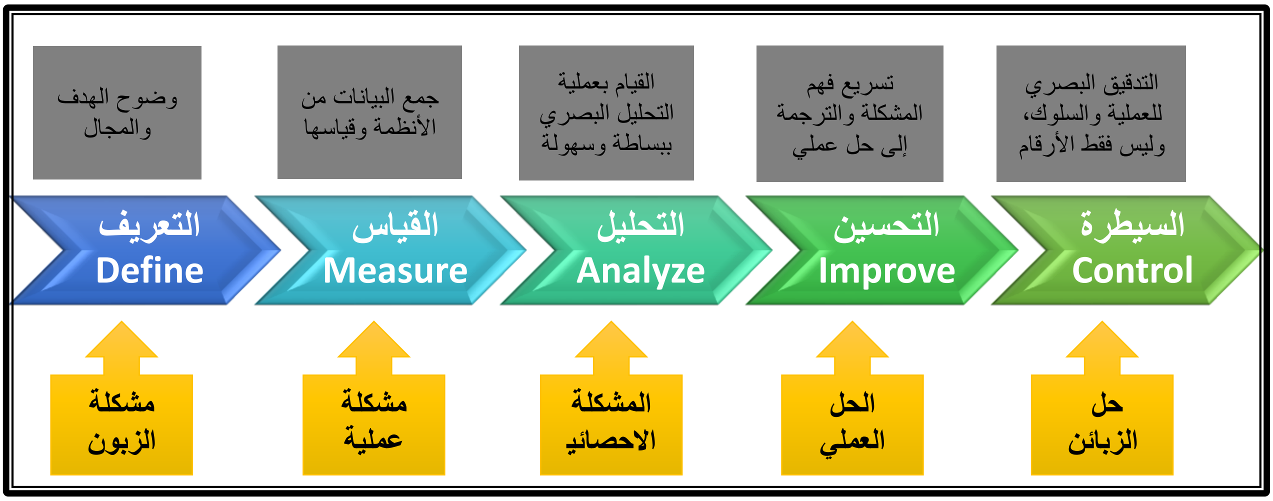
١. استعمال منهجية الـ DMAIC بمراحلها الخمس (مرحلة التعريف Define: دراسة واقع الشركة وتحديد اهم المشاكل مجالاً للدراسة، مرحلة القياس Measure: جمع البيانات وقياس أداء العمليات، مرحلة التحليل Analyze: دراسة الأسباب الجذرية للمشاكل ذات التأثير الكبير، مرحلة التحسين Improve: إعطاء العديد من المقترحات مع تشخيص مشاكل الجودة، مرحلة السيطرة Control: مراجعة الاجراءات).
٢. استعمال أدوات ضبط الجودة (لوحات السيطرة الإحصائية على الجودة، مخطط السبب والاثر، مقدرة العمليات الإنتاجية، قياس مستوى الجودة).
٣. استعمال البرنامج الاحصائي الجاهز الـ(Minitab V.19) لتحليل البيانات والحصول على النتائج الواقعية الدقيقة.
٤. الاستعانة ببرنامج الـ(Microsoft Excel 2016) لكتابة واستدعاء البيانات وإيجاد الوسط الحسابي والانحراف المعياري وكذلك لرسم المخططات.

المبحث الثاني – الجانب النظري

تُعدّ شركة موتورولا اول من وضع منهجيات الحيود السداسي (Six Sigma) في منتصف الثمانينيات وبعد ذلك تطورت الحيود السداسي إلى مجموعة من التقنيات والأدوات الشاملة والقوية للتحسين، إذ تشير التقنية إلى وجود ستة انحرافات معيارية بين متوسط الأداء الفعلي للعملية وحدود الأداء المتوقعة للعملية، وان معظم الصناعات اليوم تعترف بتقنية الحيود السداسي الرشيقة كوسيلة قياسية لإنجاز التحسينات في العملية والجودة، وفيها منهجيتان هما الـ DMAIC، والـ DMADV.

اولاً: منهجية الـ DMAIC

منهجية تستعمل لتحسين الجودة وتقليل التباين في العملية الحالية وهي أحد عناصر تبسيط عملية الإنتاج، وقد تم استعمال منهجية DMAIC بشكل متزايد لحل المشاكل في مجالات عدة منها الإدارية والإنتاجية لتحسين اتساق العمليات (Bargerstock & Richards, 2015: 32)(Tijerina et al.,2023:2-4) ، وتمر المنهجية بخمس مراحل تعمل على تحسين العملية والشكل (١) يوضح التسلسل لتلك المراحل.



شكل (١): مراحل منهجية الـ DMAIC

Source: Geffen, Frank van & Niks, Rudi (2013) "**Accelerate DMAIC using process mining**" In: Proceedings of 3rd BPI Challenge BPIC'13, Beijing, CEUR-WS.org, P. 2.

منهجية الـ DMAIC تُعدّ واحدة من منهجيات الرئيسة التي تعمل على تحسين العمليات والمتكونة من خمس مراحل وهي (Define و Measure و Analyze و Improve و Control)، وتضم الـ DMAIC:

١. **مرحلة التعريف Define:** تهتم هذه المرحلة بتحديد العملية أو المنتج الذي يحتاج إلى تحسين، كما تهتم أيضاً بمقارنة المنتجات الرئيسة أو خصائص العمليات الخاصة بشركات عالمية أخرى.
وفي مرحلة التعريف يتم طرح الأسئلة الاتية: "ما هي المشكلة بالضبط؟" بمعنى أين تكمن المشكلة ولماذا يجب معالجتها وما هي متطلبات الزبون التي يجب التركيز عليها. تهدف هذه المرحلة إلى تحديد نطاق المشروع وحدوده وأهداف المشروع وجمع كل المعلومات الضرورية المتعلقة بالعملية وتحتاج إلى التركيز على الهدف من المشروع لتحديد متطلبات الزبائن ومتطلبات الشركة لتحديد أساليب التنفيذ المناسبة ومقاييس المشروع للوصول إلى النجاح (Fekete et al., 2014: 54).

٢. **رحلة القياس Measure:** أساس النجاح لحل المشكلة هو أن العمل يستند إلى الحقائق وفهم العملية والمشكلة وبالتالي فإن جمع البيانات وقياسها أمران مهمان، اذ تحدد هذه المرحلة ما هي أنواع البيانات المطلوبة وكيفية جمعها والتخطيط وجمع البيانات وجدية العملية وتشمل هذه المرحلة اختيار عوامل القياس التي يتعين تحسينها وتوفير هيكل لتقييم الأداء الحالي وكذلك تقييم ومقارنة ورصد التحسينات اللاحقة وقدراتها (Jirasukprasert et al., 2014: 4-9) (Prado et al.,2023:2-3)

٣. **مرحلة التحليل Analyze:** في مرحلة التحليل يتم تحليل نتائج مرحلة القياس باستعمال أدوات وطرائق مختلفة للكشف عن الأسباب الجذرية وتقييم المخاطر وتحليل البيانات، لتأكيد مرحلة التحليل ينبغي إجراء فحص لبعض العينات وإثبات أن المشاكل المحتملة تمثل مشكلات حقيقية لهذه المرحلة ولتحديد أسباب عيوب العملية والحلول الممكنة لها من خلال الآتي: (Smętkowska & Mrugalska, 2018: 592)
- ❖ تحديد الأسباب الرئيسة للمشاكل.
- ❖ تحديد الاختلافات بين الأداء الحالي والهدف المطلوب.
- ❖ تقدير الموارد اللازمة لتحقيق الهدف المطلوب.
- ❖ تحديد العقبات المحتملة لعملية التحسين.

٤. **مرحلة التحسين Improve:** في هذه المرحلة يتم البحث عن طرائق بديلة بطريقة إبداعية لفعل الأشياء بشكل أفضل وأسرع بكلفة منخفضة وتستعمل مناهج مختلفة لوضع منهج جديد وطرح أساليب إحصائية للتحسين المستمر (Gupta et al., 2017: 514). وبخلاف ذلك يمكن فهم التحسين على أنه مشاركة في مسار عملية الإنتاج أي تخفيض معدل العيب. وهو يتألف من البحث عن الأسباب المحتملة لتقلب العمليات وتقييمها والتحقيق في ارتباطاتها وتعلم العلاقات متعددة العوامل يسمح بتحقيق النتائج المرجوة (Zasadzien, 2017:316).

٥. **مرحلة السيطرة Control:** هي عملية التحكم في تحسين أداء العملية لضمان تحقيق نتائج مستدامه بعد تنفيذ التحسينات والإجراءات الجديدة من المهم ضمان أن تكون النتيجة كما هي مرجوة، وللحصول على نتائج جيدة يجب توحيد الإجراءات العلمية والعملية ويمكن القيام بذلك عن طريق تطوير التعليمات أو وصف العملية أو قوائم المراجعة، لتجنب أن ينحرف ناتج العملية عن النتيجة المرغوبة، يجب التخطيط بشكل منظم لإدارة العمليات وإجراء قياسات مستمرة ومتابعة النتائج والمنهجية (Wenchert, 2017: 28) (Pongboonchai-Empl et al.,2025:3-4)

ثانياً: الأدوات والتقنيات الإحصائية

ادوات تعمل على قياس كمية العيوب وتشخيصها وكذلك قياس الأداء الفعلي للعملية، إذ تشتمل تقنية الحيود السداسي الرشيقة على مجموعة من أدوات التحكم في العمليات الإحصائية الأساس والتي يتم استعمالها في مراحل مختلفة من منهجية الـ DMAIC. تتمثل أهداف استعمال هذه الأدوات بالتحكم في العملية وتقليل التباينات والتشتت والعمل على حلها (الجبوري، ٢٠٢٠: ٤٧). والجدول (١) يوضح الأدوات المستعملة في كل مرحلة من مراحل المنهجية.

جدول (١): ادوات مراحل منهجية الـ DMAIC

ت	المرحلة	الأداة
.١	التعريف Define	ميثاق المشروع، أدوات صوت الزبون VOC، العصف الذهني، (الاستطلاعات، قوائم الفحص، بطاقات التعليقات)، خريطة عملية، تحليل باريتو، نشر وظيفة الجودة QFD، مخطط SIPOC، المقارنة المرجعية، أدوات تخطيط وإدارة المشروع، نموذج كانو Kano، تحليل شكاوى الزبائن، كلف الجودة الرديئة، التدفق الانسيابي للعملية.
.٢	القياس Measure	لوحات ضبط الجودة، تحليل مقدرة العملية الإنتاجية، حساب مستوى السگما، تحليل باريتو، مخططات سلوك العملية (SPC)، تحليل البيانات استكشافية، الإحصاء الوصفي، مخططات المسار، خرائط العملية، المقارنة المرجعية، تحليل نظم القياس.
.٣	التحليل Analyze	مخطط السبب والاثر (إيشيكاوا، عظم السمكة)، تحليل باريتو، مخططات الشجرة، العصف الذهني، مخططات سلوك العملية (SPC)، خرائط العمليات، تحليل الانحدار، تصميم التجارب، اختبارات الفرضيات، إحصاء استنتاجي (Xs و Ys)، المحاكاة، تحليل التباين(ANOVA)، مخطط الانتشار. **ويعتبر مخطط السبب والاثر هو الأكثر استعمالاً في هذه المرحلة لأنه يساعد في تحديد الاسباب الجذرية للمشكلة.**

٤.	التحسين Improve	أداة المشروع التجريبي، خرائط العملية، مخططات القوى الميدانية، تحليل درجة وتأثير الفشل FMEA، أدوات MV، أدوات تخطيط وإدارة المشروع، النموذج الأولي، برامج المحاكاة، نشر وظيفة الجودة QFD، مقدرة العملية، لوحات ضبط الجودة.
٥.	السيطرة Control	لوحات ضبط الجودة، مقدرة العملية الإنتاجية، مؤشر العملية الانتاجية CP CPK، حساب مستوى السگما، مخطط السبب والاثر، ونماذج العطاءات، ونماذج تقدير التكلفة، نظام الإبلاغ، ISO 9000، أداة منع الفشل Poka Yoke.

*المصدر: من اعداد الباحث

ثالثاً: مستوى الحيود (Sigma)

هو أداة أو مقياس يستعمل للإشارة إلى عدد مرات حدوث العيوب وSigma مصطلح رياضي لقياس مستوى التغيير، وتؤكد الحاجة إلى التحكم في متوسط العملية وتنوعها على حد سواء. يوضح الجدول (٢) مستويات الحيود المختلفة والعيوب المرتبطة بها لكل مليون فرصة. (Tsan Jou,2022:3-4) (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2010: 5)

جدول (٢): مستوى الحيود والعيب لكل مليون فرصة

مستوى الحيود (σ)	العيب لكل مليون فرصة (DPMO)	العائد او الكفاءة (Yield) او نسبة الدقة	تكلفة الجودة الرديئة (%)	وقت انتشار مستوى الحيود
1.0 σ	698,000	33%	>40	قبل الـ 1970
2.0 σ	308,000	69.1%	30-40	بداية 1970
3.0 σ	66,800	93.3%	15-25	بداية 1980
4.0 σ	6,210	99.4%	10-15	بداية 1990
5.0 σ	233	99.7%	5-10	منتصف 1990
6.0 σ	3.4	99.997%	<5	بداية 2000

*المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على

Kumar, Sushil (2016) "APPLICATION OF SIX SIGMA IN AUTOMOBILE INDUSTRY" International Journal of Exploration in Engineering and Technology (IJEET), Vol. 2, Issue 1, P. 39-44.

رابعاً: جودة المنتوج

يمكن تعريف الجودة بشكل عام بأنها التفوق أو التميز، أما المنتج هو أي شيء يمكن تقديمه إلى السوق يثير الاهتمام من أجل الاقتناء أو الاستخدام أو الاستهلاك الذي قد يلبي حاجة المستهلك، "فإن جودة المنتج هي إدراك الزبون للجودة الشاملة أو تفوق المنتج فيما يتعلق بالغرض المقصود منه ومن حيث مقارنته مع البدائل" (Razak et al., 2016: 61). يمكن أيضاً تعريف جودة المنتج على أنها مدى نجاح المنتج في تلبية احتياجات الزبون، إذ تعد جودة المنتج واحدة من الأدوات المهمة للحفاظ على الميزة التنافسية في السوق والتي تم تصميمها للخضوع لعملية تطوير المنتج لتحقيق رضا الزبائن ورفع مستوى الجودة، يشير هذا إلى أن جودة المنتج الحقيقية يجب أن تكون مرئية في تحسين جودة أداء المنتج (Hussain & Ranabhat, 2013: 12-13).

المبحث الثالث – الجانب التطبيقي

اولاً: نبذة عن الشركة عينة البحث

تُعدّ مجموعة شركات كرونجي واحدة من أهم الشركات التي ترفد السوق المحلية في معظم محافظات البلاد بمنتجاتها التي أصبحت رائجة في الاسواق، ويعود السبب إلى تحلّي منتجاتها بالمواصفات التي تمكنها من الوصول إلى مستوى تسويقي متميز. إذ بدأ مشوار مهنة عائلة الكرونجي في عام ١٩٩٩ حيث كانت بدايتها بشركة التأميم للمشروبات الغازية المحدودة في محافظة كركوك، كما قامت بتأسيس شركة أخرى اسمها"Mina" للمياه الصحية عام ٢٠٠٧، وكانت الانطلاقة الحقيقية للشركة عام ٢٠١٠ اذ تم تأسيس شركة كرونجي للمشروبات الغازية والمياه الصحية والعصائر والألبان المحدودة.
الشركة حاصلة على إجازة التأسيس من المديرية العامة للتنمية الصناعية العراقية والإجازة الصحية فضلاً شهادة حلال.

ثانياً: تطبيق منهجية الـ DMAIC لتحسين جودة المنتوج:

العمل على تطبيق منهجية الـ DMAIC التي تعمل على تحسين العمليات الحالية في الشركة وذلك للكشف عن الأخطاء ومسبباتها، وايضاً تحسين بعض العمليات الإنتاجية، اذ تتكون هذه المنهجية من خمس مراحل وفي كل مرحلة سيتم استعمال بعض أدوات وتقنيات ضبط الجودة بالاعتماد على البيانات والزيارات الميدانية والمقابلات الشخصية لمعرفة واقع عمل الشركة واجراء عمليات التحليل والقيام بالتحسينات.

١. **مرحلة التعريف Define:** دراسة العملية التي تنتج فيها المنتجات الرئيسة ومدى حاجتها للتحسين وتحديد المشاكل التي تحدث خلال مراحل الإنتاج.

بعد القيام بدراسة واقع الشركة وعملياتها الإنتاجية تم التركيز على منتجين وذلك لتوافر البيانات الخاصة بهما فضلاً عن أهميتهما للشركة وهما: **منتجي (كولا كرونجي – كازوز كرونجي) واللذين تعدّان من منتجات الفئة الأولى (A) وذات الطلب المتزايد في الشركة.** الجدول (٣) يوضح تركيبة السائل الخاصة بمنتجي (كولا – كازوز) من خلال الاطلاع على سجلات الشركة وآلية تحضيرهما.

جدول (٣) تركيبة منتجي " كولا – كازوز"

ت	التركيبة	منتوج كولا كرونجي	منتوج كازوز كرونجي
١.	عنصر البركس Brix	٦٠٪	٦٥٪
٢.	حجم الغاز المذاب داخل العبوة (Co_2).		
٣.	المواد الذائبة: • مواد خاصة بالطعم. • مواد خاصة بالنكهة واللون. • مركزات واحماض.	٤٠٪	٣٥٪

*__المصدر__: من اعداد الباحث بالاطلاع على بيانات الشركة.

ان النسبة المئوية لعنصر البركس تمثل النسبة الأعلى في السائل المكون من عدة عناصر، وان اغلب المشكلات الخاصة بجودة المنتج تظهر بسبب عنصر البركس لما له من أهمية، إذ يستعمل عنصر البركس (لتحلية المشروبات الغازية كما يحافظ عليها من التلف " أي يستعمل كمادة حافظة " فهو يشكل النسبة الأكبر في المشروبات وبنسبة ٦٠٪-٦٥٪) للمشكلات.

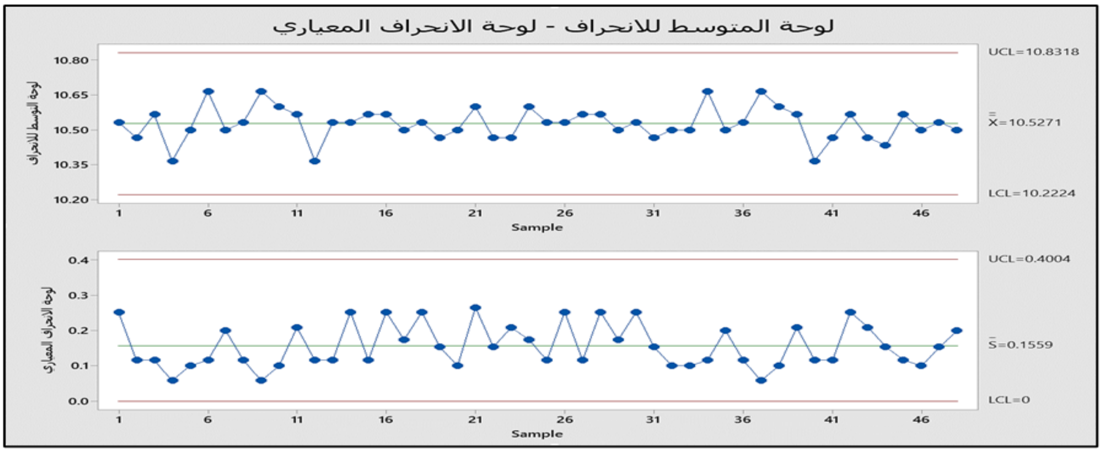
٢. **مرحلة القياس Measurement:** تم جمع المعلومات وقياس أداء العمليات ومقدرة العملية الإنتاجية ومستوى الحيود في الشركة، باستعمال أدوات وتقنيات منها **(لوحات ضبط الجودة، قياس مقدرة العملية الانتاجية ومؤشراتها، قياس مستوى الحيود).**

دراسة منتجين مهمين للشركة وهما (كولا كرونجي – كازوز كرونجي) وهما من المنتجات ذات الطلب المتزايد، كما أُخِذت بيانات عنصر (البركس Brix) كعينة دراسة، إذ تم استعمال لوحة المتوسط للانحراف المعياري وهي من لوحات المتغيرات المهمة وتستعمل عندما يكون التعامل مع منتجات تمس حياة الناس كالأدوية والمنتجات الغذائية، وكذلك عندما يكون حجم العينة كبير وتمتاز بدقة نتائج تحليلها. كما تم دراسة المنتجين كلاً على حدة وقياس ادائهما باستخراج (الوسط الحسابي وحدود الضبط العليا والدنيا ومقارنتهما مع حدود المواصفة الفنية، والانحراف المعياري، والمدى) وتحليل النتائج وإيجاد مقدرة العملية ومستوى الحيود.

أ. **منتج كولا كرونجي:** تم اخذ بيانات (عنصر البركس Brix) لدفعة إنتاجية مكونة من (٦) أيام بنظام (٨) ساعات عمل وتم تسجيل تلك القراءات في الجدول في الملحق (١) وتم اخذ (٤٨) عينة وبحجم (٣) مشاهدات وباستعمال البرنامج الاحصائي Minitab تم حساب الآتي:

- المتوسط الحسابي للانحراف المعياري وهو **(متوسط المتوسطات $\bar{\bar{X}}$ ١٠,٥٢٧١)**
- حدود الضبط الاحصائي **(الحد الأعلى UCL ١٠,٨٣، الحد الأدنى LCL ١٠,٢٢)**
- إيجاد قيمة الانحراف المعياري ($\bar{\sigma}$ ٠,١٥٥٩).
- إيجاد قيمة المدى ($\bar{R}$ ٠,٢٩٥٨).

والشكل (٢) ادناه يبين التحليل الاحصائي للوحة المتوسط للانحراف المعياري الخاصة بمنتج كولا كرونجي.



شكل (٢): لوحة الضبط الاحصائي للمتوسط – الانحراف المعياري/ لمنتوج كولا كرونجي

*__المصدر__: من اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج برنامج الـ **Minitab**

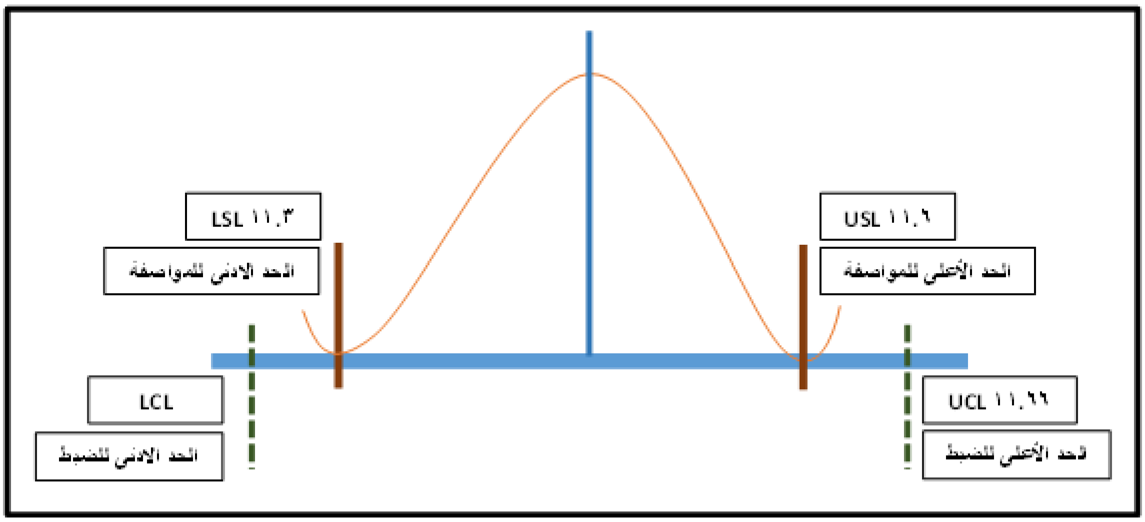
IRAQI Academic Scientific Journals

University of Kirkuk Journal For Administrative and Economic Science (2025) 15 (2): 1-13

يتبين من اللوحتين الخاصة بالمتوسط والانحراف المعياري للشكل (٢) ان العملية منضبطة احصائياً وذلك لوقوع العينات ضمن حدود الضبط وكذلك سير العملية الإنتاجية بشكل منتظم كما يوجد تذبذب حول الخط المركزي يسترعي الانتباه والعمل على إبقاء العينات قريبة من المتوسط المركزي.

بالرغم من ان العملية منضبطة احصائياً الا ان (حدود الضبط الاحصائي) تقع خارج (حدود المواصفات الفنية الموضوعة التي تعمل بها الشركة، وهذا يدل ان العملية مقدرتها منخفضة. بالرغم من ان العملية منضبطة احصائياً الا ان (حدود الضبط الاحصائي) تقع خارج (حدود المواصفات الفنية الموضوعة (مواصفة الايزو) وهذا يدل ان العملية مقدرتها منخفضة والشكل (٣٤) يشير الى وقوع حدود الضبط الاحصائي لمنتوج كولا كرونجي خارج حدود المواصفات الفنية الموضوعة وهي كالآتي:

- حدود الضبط الاحصائي (**الحد الأعلى UCL ١٠,٨٣، الحد الأدنى LCL ١٠,٢٢**).
- حدود المواصفات الفنية الموضوعة وهي (**الحد الأعلى للمواصفة USL ١٠,٧، الحد الأدنى للمواصفة LSL ١٠,٣**).



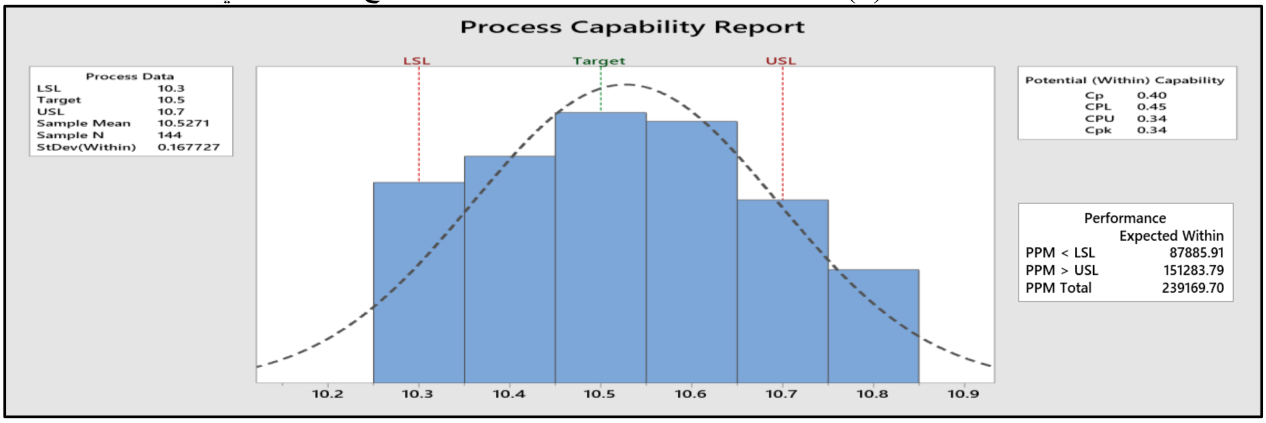
شكل (٣): حدود المواصفة والضبط الاحصائي لكولا كرونجي

يتبين من الشكل (٣) أعلاه ان منتجات الشركة تقع تحت حدود الضبط الاحصائي الا ان جزء من العينات تكون خارج حدود المواصفة الفنية وهذا يعود أثره الى ظهور منتجات بها عيوب بنسب متفاوتة منها(كولا كرونجي) فضلاً عن ارتفاع في كلف الإنتاج، ويجب وضع الحلول اللازمة ومعالجة الخلل وإبلاغ الأقسام الإنتاجية بذلك وهنا تتبع الشركة المواصفة المعملية الموضوعة من قبلها

- ❖ ايجاد مقدرة العملية الانتاجية (CP) ومعامل (مؤشر) المقدرة (CPK) وكذلك حساب مؤشرات المقدرة الفرعية (CPU، CPL) من خلال نتائج برنامج الـ **Minitab**.

أظهرت نتائج البرنامج ان **مقدرة العملية الإنتاجية** (CP) بلغت (**٠,٤٠**) وهي اقل من واحد (١) مما يدل على وجود مشكلة وان العملية غير قادرة على انتاج كل منتجاتها ضمن المواصفات الفنية مما يستدعي مراعاة ذلك، كما أظهرت النتائج ان **معامل المقدرة** (CPK) بلغ (**٠,٣٤**) من خلال إيجاد المؤشرات الفرعية CPU (٠,٣٤)، CPL (٠,٤٥) واختيار النسبة الأقل وفق القانون الخاص بهما.

وبما ان النسبة اقل من واحد فهذا يدل ان العملية فيها مشكلة حقيقية وغير قادرة على الإنتاج حسب المواصفات وايضاً ابتعاد متوسط العملية عن المواصفة. والشكل (٤) ادناه تقرير عن مقدرة العملية ومؤشراتها لمنتوج كولا كرونجي.



شكل (٤): مقدرة العملية ومؤشراتها لمنتوج كولا كرونجي

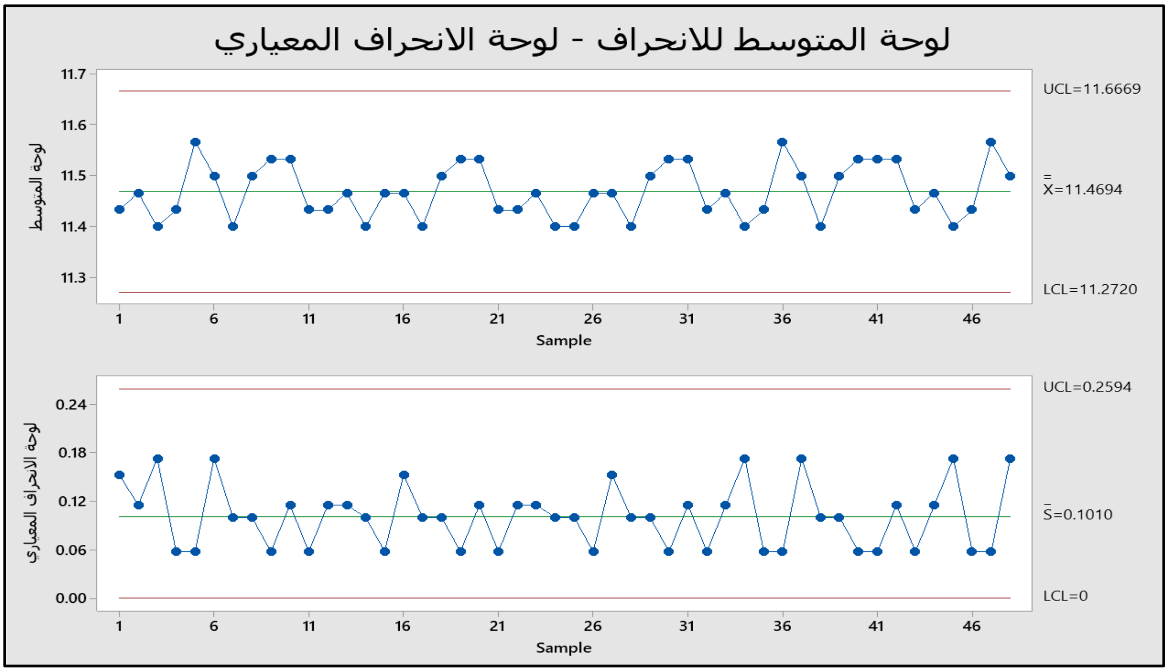
***المصدر:** من اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج برنامج الـ Minitab

❖ إذ يقوم برنامج الـ Minitab بحساب **مستوى الحيود** لمنتوج كولا كرونجي والمتمثل بقيمة الـ (PPM - parts per million) وهو "فرصة ظهور العيب او الجزء لكل مليون"، اذ بلغت (**PPM ٢٣٩١٦٩,٧٠**) وبالرجوع الى الجدول (٢) " مستوى الحيود والعيب لكل مليون فرصة" نجد ان الشركة قد اقتربت من (3σ) وهي نسبة ليست بالعالية وتطمح الشركة بالوصول الى مستوى حيود اعلى بتقليل العيوب الى اقصى حد ممكن لتقترب من المستوى المخطط له وهو (4σ).

ب. منتج كازوز كرونجي: تم اخذ بيانات (عنصر البركس) لدفعة إنتاجية مكونة من (٦) أيام بنظام (٨) ساعات عمل وتم تسجيل تلك القراءات في الجدول في الملحق (٢) وتم اخذ (٤٨) عينة وبحجم (٣) مشاهدات وباستعمال البرنامج الاحصائي Minitab تم حساب الآتي:

- المتوسط الحسابي للانحراف المعياري وهو (**متوسط المتوسطات** $\bar{\bar{X}}$ **١١,٤٦٩٤**).
- حساب حدود الضبط الاحصائي (**الحد الأعلى UCL ١١,٦٦، الحد الأدنى LCL ١١,٢٨**).
- إيجاد قيمة الانحراف المعياري ($\bar{\sigma}$ **٠,١٠١٠**).
- حساب قيمة المدى ($\bar{R}$ **٠,١٨٣٣**).

والشكل (٥) ادناه يوضح التحليل الاحصائي للوحة المتوسط للانحراف المعياري الخاصة بمنتج كازوز كرونجي.



شكل (٥): لوحة الضبط الاحصائي للمتوسط – الانحراف المعياري/ لمنتوج كازوز كرونجي
*__المصدر__: من اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج برنامج الـ **Minitab**

يتبين من اللوحتين الخاصة بالمتوسط والانحراف المعياري في الشكل (٥) ان العملية منضبطة احصائياً وذلك لوقوع العينات داخل ضمن الضبط وكذلك سير العملية الإنتاجية بشكل منتظم كما يوجد تذبذب حول الخط المركزي يسترعي الانتباه والعمل على إبقاء العينات قريبة من المتوسط المركزي.

بالرغم من ان العملية منضبطة احصائياً الا ان (حدود الضبط الاحصائي) تقع خارج (حدود المواصفات الفنية الموضوعة وهذا يدل ان العملية مقدرتها منخفضة.

- حدود الضبط الاحصائي (**الحد الأعلى UCL ١١,٦٦، الحد الأدنى LCL ١١,٢٨**).
- حدود المواصفة الفنية الموضوعة (**الحد الأعلى للمواصفة USL ١١,٦، الحد الأدنى للمواصفة LSL ١١,٣**).

❖ ايجاد مقدرة العملية (CP) ومعامل (مؤشر) المقدرة (CPK) وكذلك حساب مؤشرات المقدرة الفرعية (CPU، CPL) من خلال نتائج برنامج الـ **Minitab** بالاعتماد على بيانات منتوج كازوز كرونجي.

وأظهرت نتائج البرنامج ان **مقدرة العملية الانتاجية** CP بلغت (٠,٤٦) وهي اقل من واحد (١) مما يدل ان العملية غير قادرة على انتاج كل منتجاتها ضمن المواصفات الفنية مما يستدعي مراعاة ذلك، كما أظهرت النتائج ان **معامل المقدرة** CPK بلغ (**٠,٤٠**) من خلال إيجاد المؤشرات الفرعية CPU (٠,٤٠)، CPL (٠,٥٢) واختيار النسبة الأقل حسب القانون الخاص بهما.

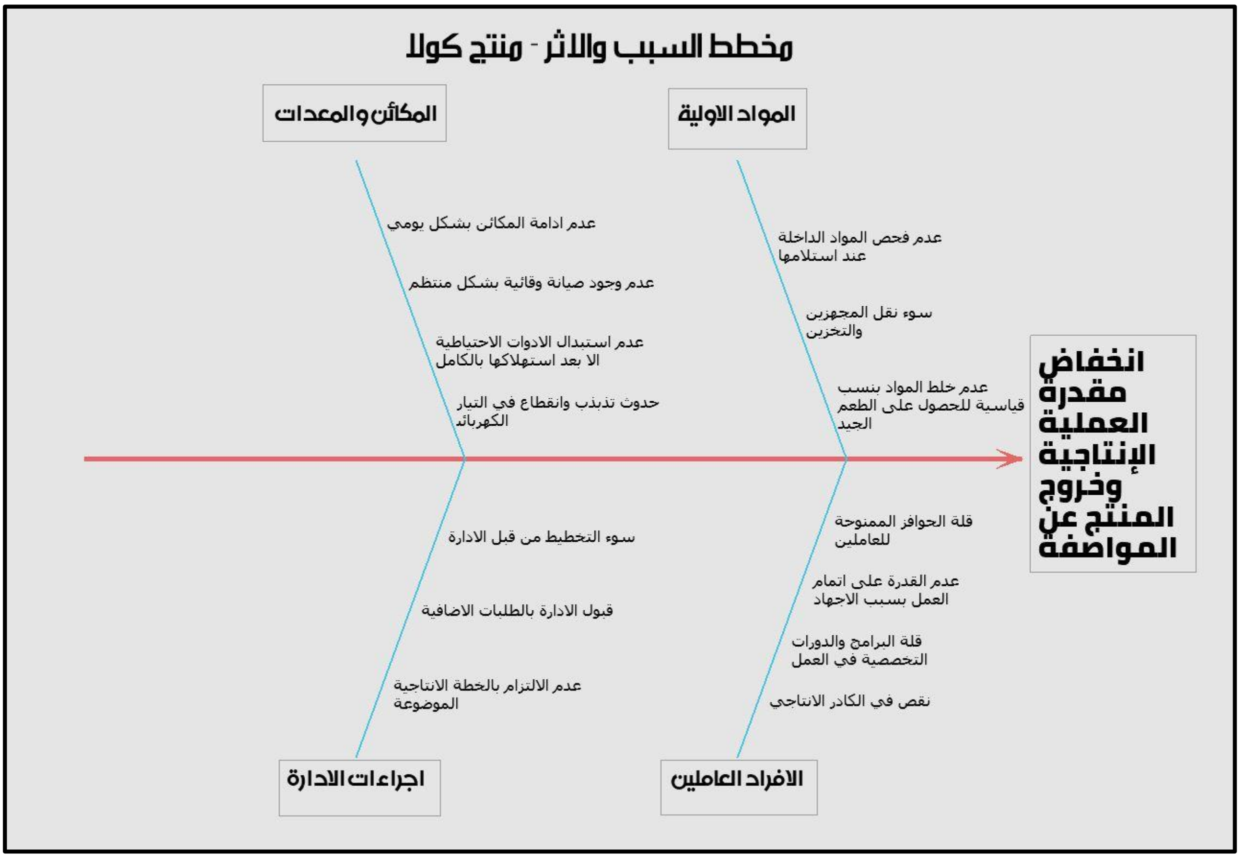
وبما ان النسبة اقل من واحد فهذا يدل ان العملية فيها مشكلة حقيقية وغير قادرة على الإنتاج وفق المواصفات وايضاً ابتعاد متوسط العملية عن المواصفة.

❖ إذ يقوم برنامج الـ Minitab بحساب **مستوى الحيود** لمنتوج كازوز كرونجي والمتمثل بقيمة الـ (PPM - parts per million) وهو "فرصة ظهور العيب او الجزء لكل مليون"، اذ بلغت (**PPM ١٧٤٠٥٨,٧٦**) وبالرجوع الى الجدول (٢)

"مستوى الحيود والعيب لكل مليون فرصة" نجد ان الشركة قد اقتربت من (٣σ) وهي نسبة ليست بالعالية وتطمح الشركة بالوصول الى مستوى حيود اعلى بتقليل العيوب الى اقصى حد ممكن لتقترب من المستوى المخطط له وهو (٤σ).

ت. <u>مرحلة التحليل Analysis</u>: في هذه المرحلة يتم جمع البيانات بخصوص المشاكل المحتملة من اجل تحويلها الى معلومات وكذلك تحديد الأسباب الرئيسة والأكثر تأثيراً لهذه المشاكل بالاعتماد على العديد من الأدوات ومن اهم هذه الأدوات **(مخطط السبب والاثر "إيشيكاوا")**.

تم تحديد أسباب المشكلة باستعمال مخطط السبب والاثر، إذ يعدّ هذا المخطط من أفضل الأدوات التي تعمل على دراسة المشكلة بشكل معمق وتحديد الأسباب الجذرية لها، اذ تم تحديد الأسباب الرئيسة والفرعية من خلال اجراء المقابلات المتكررة ودراسة المشكلة مع المسؤولين في قسمي الجودة والإنتاج لمعرفة مسبباتها. **دراسة مشكلة منتجي (كولا كرونجي – كازوز كرونجي)** باستعمال مخطط السبب والاثر في الشكل (٦) لمعرفة الأسباب الرئيسة والفرعية.



شكل (٦): مخطط إيشيكاوا – انخفاض مقدرة العملية وخروج المنتج عن المواصفة لمنتجي (كولا - وكازوز)

*<u>المصدر</u>: من اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج برنامج الـ **Minitab**

تم تحديد الأسباب الرئيسة والفرعية لمشكلة **(انخفاض مقدرة العملية الإنتاجية وخروج المنتج عن المواصفة – لمنتجي كولا وكازوز)** كما بينه الشكل (٦) كالآتي:

(١) **السبب الرئيس الأول المواد الأولية:** والذي تتفرع عنه أسباب فرعية منها (عدم فحص المواد الداخلة عند استلامها، سوء وسائل النقل بالنسبة للمجهزين وآلية تخزينهم للمواد، عدم خلط المواد بنسب قياسية "وفق المواصفة الفنية" للحصول على الطعم الجيد).

(٢) **السبب الرئيس الثاني المكائن والمعدات:** وله أسباب فرعية هي (عدم ادامة المكائن بشكل يومي، عدم وجود صيانة وقائية بشكل منتظم، حدوث تذبذب وانقطاع في التيار الكهربائي، عدم استبدال الأدوات الاحتياطية الا بعد استهلاكها بشكل كامل).

(٣) **السبب الرئيس الثالث الافراد العاملين:** وله أسباب فرعية هي (نقص في الكادر الإنتاجي، قلة البرامج والدورات التخصصية في العمل، عدم قدرة مشغلي خطوط الإنتاج على إتمام العمل بسبب الاجهاد، قلة الحوافز والمكافآت الممنوحة للعاملين).

(٤) **السبب الرئيس الرابع إجراءات الإدارة:** ولها أسباب فرعية هي (عدم الالتزام بالخطة الإنتاجية الموضوعة، قبول الإدارة بالطلبات الإضافية، سوء التخطيط من قبل الإدارة).

ث. <u>التحسين Improvement</u>: ترتكز هذه المرحلة على اجراء تحسينات وتعديلات لمعالجة المشكلات التي تم تحديدها من خلال وضع الحلول وإعطاء المقترحات كالآتي:

(١) معايرة وضبط أجهزة تحضير وخلط الشراب على المواصفة الفنية الخاصة بجودة المنتجات والابتعاد عن العمل بالمواصفة المعملية وكذلك تفحص مكائن الخلط للتأكد من ذوبان المواد المضافة والحافظة في قسم تحضير الشراب

بصورة صحيحة، إذ تقوم هذه الخلاطات بمزج الماء والشراب والمواد المذابة ومن ثم ضخ الغاز اليها مع المحافظة على تبريد السائل بصورة مستمرة.

هناك عدة اجراءات من الممكن اتباعها:

- ➢ ضبط عدادات الأجهزة على المواصفة الفنية.
- ➢ التأكد من اللوحات الالكترونية ومدى سلامتها لأنها تعمل على تنظيم عملية خلط السوائل.
- ➢ اجراء عدد من الفحوصات المختبرية التجريبية خلال عملية خلط السوائل ومن الممكن تأخير عملية سحب العينات خلال اول ساعة وذلك للوصول الى التركيبة المناسبة لان ضخ السائل وهو غير متجانس ١٠٠٪ سوف يؤدي الى تلف دفعة إنتاجية وبالتالي تتحمل الشركة خسارة مالية نتيجة كلف الفحص والتفتيش.

(٢) استعمال أدوات ضبط الجودة مثل (مخطط باريتو ومخطط السبب والاثر "إيشيكاوا" ولوحات ضبط الجودة) التي تعد مهمة جداً لتحديد أسباب العيب والمعيب كون الشركة لديها البيانات الكافية، وايضاً يجب استعمالها للبرامج الإحصائية الجاهزة التي تساعدها في الحصول على نتائج واقعية دقيقة، وعدم الاكتفاء بتدوين البيانات في السجلات الورقية.

(٣) العمل بمستوى (سگما σ) اعلى وتقليل السماحات او التفاوت (Tolerance) في المواصفات الفنية الموضوعة وذلك لتقليل مستوى الانحراف والتشتت في العملية فإن ذلك يؤدي الى تحسين المواصفة التصميمية للشركة، وكذلك تكثيف عمليات الصيانة اليومية وعدم الاكتفاء بالصيانة الأسبوعية والعلاجية.

(٤) إقامة الدورات والبرامج التدريبية التخصصية بالعمل ومحاولة اشراك العاملين بها جميعاً، وذلك لرفع قدراتهم الإبداعية ومستوى كفاءتهم وتقليل الأخطاء (لان تدريب العاملين يُعدّ عنصر أساس ضمن كلف الوقاية الخاصة بالجودة، وكلف الوقاية هي الأموال التي يتم صرفها لمنع حدوث عيوب وانحرافات في العملية الإنتاجية أي انها المرحلة الأولى في عملية منع حدوث الأخطاء وضبط الجودة فالقيام بهذه الخطوة له الاثر البالغ في العملية الإنتاجية)، وكذلك توضيح الأنظمة والمفاهيم الحديثة الخاصة بالجودة.

ج. <u>السيطرة Control</u>: يتم في هذه المرحلة مراقبة العمليات وقياس الأداء والقيام بالإجراءات التصحيحية وان تكون عملية التحسين بشكل مراحل لان القيام بالتحسينات الكلية على مستوى الشركة سيؤدي الى رفع الكلف الكلية، فعلى إدارة الشركة تحسين ما يطلبه الزبون أي تلبية توقعات الزبائن.

❖ **إجراءات تصحيحية من الممكن اتباعها:**

- ▪ اجراء بعض تحسينات على العملية التصنيعية من اجل رفع كفاءة العملية الإنتاجية.
- ▪ على الشركة القيام بـ(مراقبة العملية الإنتاجية بشكل عالي، تحديد نسب التلف، إعادة العمل والمراجعة).
- ▪ القيام بعمليات الفحص والتفتيش واستعمال المخططات الإحصائية لتقليل مستوى التالف الى ادنى حد ممكن للوصول لأعلى مستويات الحيود والمتمثلة بـ (6σ) بعدد عيوب (٣,٤) لكل مليون فرصة.
- ▪ اقتراح العمل بأداة (المشروع التجريبي pilot project) والتي تعمل على الاستفادة من المقترحات المقدمة بشأن تحسين العمليات وتنفيذ تلك المقترحات بشكل جزئي أي على مراحل لمعرفة مدى ملائمة وصلاحية تلك الحلول لحل المشاكل.

*** اهم نتائج تطبيق منهجية الـ DMAIC في الشركة عينة البحث:**

- تحسين كفاءة العملية الإنتاجية للشركة بشكل عام.
- رفع مقدرة العملية الإنتاجية لبعض منتجات الشركة.
- زيادة نسبة مستوى الحيود لبعض منتجات الشركة.
- تقليل التشتت والانحراف في العملية الإنتاجية.
- قدرة الـ DMAIC على التعامل مع أكثر من مشكلة في آن واحد.
- تشخيصها للمشاكل بشكل دقيق واعطائها لحلول واقعية تتلاءم مع طبيعة عمل الشركة.
- لا تزال هناك فرصة لأجراء المزيد من التحسينات داخل الشركة ولكن هذا يحتاج للمزيد من الوقت والعمل والوعي على نشر ثقافة الحيود السداسي الرشيقة وآلية تطبيقها داخل أروقة الشركة عينة البحث.

المبحث الرابع – الاستنتاجات والتوصيات

اولاً: الاستنتاجات الخاصة بتطبيق منهجية الـ DMAIC في الشركة

١. انخفاض مقدرة العملية الإنتاجية ومستوى الحيود لمنتجي (كولا – كازوز) وكذلك خروج بعض العينات عن حدود المواصفة الفنية مما يستدعي الانتباه لذلك، ومن أسباب انحراف العملية:

- ➢ قلة وعي وإدراك بعض العاملين لآلية تحضير المركزات وخلط المواد الاولية للمنتوج عند حصول اختلاف في النسب المحددة وفق المواصفة.
- ➢ ضعف مهارات بعض العاملين في العمل على تحضير المركزات وخلط المواد الاولية والسيطرة على نسب تركيز البركس لتحضير الخلطة بصورة صحيحة.
- ➢ قلة تركيز العاملين نتيجة تعرضهم للإرهاق سيما في المناوبات المسائية.
- ➢ عدم اجراء عمليات الصيانة الوقائية لبعض الاجهزة بصورة دورية.

٢. تطبيق لوحات ضبط الجودة احصائياً وذلك لقياس مستوى جودة المنتجات، فبالرغم من وقوع جميع المنتجات ضمن حدود الضبط الاحصائي الا ان جزء من العينات ظهرت خارج حدود المواصفة الفنية وبنسب متفاوتة بين المنتجات.
٣. يعد مخطط السبب والاثر "إيشيكاوا" واحد من اهم الأدوات التي تعمل على تحليل المشكلة (انخفاض مقدرة العملية الإنتاجية وخروج المنتج عن المواصفة الفنية) وتقسيمها الى أسباب رئيسة وأخرى فرعية بغية الوصول الى جذورها ومعرفة مسبباتها ووضع المعالجات اللازمة لها.

ثانياً: التوصيات الخاصة بتطبيق منهجية الـ DMAIC في الشركة

١. نوصي إدارة الشركة بالعمل على تطبيق منهجية الـ DMAIC لما لها من أهمية في تحديد المشاكل وتشخيصها والكشف عن العيوب خلال مراحل العملية الإنتاجية مما يؤدي الى ارتفاع مستوى الجودة وزيادة رضا الزبائن.
٢. تعد عملية خلط السوائل من اهم مراحل العملية الإنتاجية لذا يجب على الشركة الاهتمام الكبير بهذه المرحلة من خلال استعمال المكائن الحديثة والدقيقة في عملها والتي تتوفر على لوحات سيطرة لإدخال مقاييس المواصفة بشكل دقيق لكي ينتج سائل مخلوط جيداً ليتم نقله لمكائن التعبئة.
٣. ضرورة استخدام مخطط السبب والاثر "إيشيكاوا"، وذلك لأهميته في تحليل وتشخيص المشاكل التي تحدث خلال سير العمليات الإنتاجية وتحديد أسباب ظهورها، مع تطبيق مخطط باريتو من اجل حصر هذه الاسباب وتحديد اكثرها تأثيراً في المشكلة.
٤. العمل على تدريب العاملين على آلية معالجة مركزات خلط المواد الاولية والسيطرة على نسب تركيز عنصر البركس لتحضير سائل متجانس عند حصول اي اختلاف في النسب المحددة.

المصادر:

1. Bargerstock, Andrew S. & Richards, Sylvia R. (2015) "**Case Study: Application of DMAIC to Academic Assessment in Higher Education**" Quality Approaches in Higher Education, Vol. 6, No. 2, P. 31-40.
2. Fekete, Milan & Hulvej, Jaroslav & Uramova, Stanislava (2014) "**Application of six sigma project in the administrative processes**" Comenius Management Review, Vol. 8, No. 2, p.51-72.
3. Geffen, Frank van & Niks, Rudi (2013) "**Accelerate DMAIC using process mining**" In: Proceedings of 3rd BPI Challenge BPIC'13, Beijing, CEUR-WS.org, P. 2.
4. Hussain, Mushtaq & Ranabhat, Pratibha (2013) "**Influence of service and product quality on customer retention, case of Swedish grocery store**", Master thesis of Master in Business Administration, University of Gävle.
5. Jirasukprasert, Ploytip & Garza-Reyes, Jose Arturo & Kumar, Vikas & Lim, Ming K. (2014) "**A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process**" International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 5, No. 1, pp.2-21.
6. Kumar, Sushil (2016) "**APPLICATION OF SIX SIGMA IN AUTOMOBILE INDUSTRY**" International Journal of Exploration in Engineering and Technology (IJEET), Vol. 2, Issue 1, P. 39-44.
7. Razak, Ismail & Nirwanto, Nazief & Triatmanto, Boge (2016) "**The Impact of Product Quality and Price on Customer Satisfaction with the Mediator of Customer Value**" Journal of Marketing and Consumer Research ISSN 2422-8451 An International Peer-reviewed Journal, Vol.30, P. 59-68.
8. Smętkowska, Monika & Mrugalska, Beata (2018) "**Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study**", Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 238, P. 590 – 596.
9. Vivekananthamoorthy, N. & Sankar, S. (2010) "**Lean Six Sigma**" KCG College of Technology, Chennai, ISBN 978-953-307-370-5, P. 148.
10. Wenchert, Jonn (2017) " **A Contemporary Six Sigma and Lean Integration: Towards the ideal state**", IEI – Department of Quality Management and Engineering – Linköpings University, Master Thesis.
11. Zasadzien, M. (2017) "**Application of the Six Sigma method for improving maintenance processes – case study**" In: Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, ICORES 2017, pp. 314–320.
12. Jou, Y. T., Silitonga, R. M., Lin, M. C., Sukwadi, R., & Rivaldo, J. (2022). Application of Six Sigma methodology in an automotive manufacturing company: a case study. Sustainability, 14(21), 14497.
13. Tijerina, M. B., Monarrez, M. P., & Valdiviezo, C. J. (2023)," 6 Sigma and DMAIC Process: Project Development and Implementation", International Journal of Modern Research in Engineering and Technology (IJMRET), Volume 8 Issue 6 .
14. Pongboonchai-Empl, T., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G. L., Komkowski, T., & Stemann, D. (2025). DMAIC 4.0-innovating the Lean Six Sigma methodology with Industry 4.0 technologies. Production Planning & Control, 1-22.
15. Prado, R.R., Boareto, P.A., Chaves, J., & Santos, E.A. (2023). Agile DMAIC cycle: incorporating process mining and support decision. International Journal of Lean Six Sigma.

الملاحق:

ملحق (١) بيانات عنصر "البركس Brix" لمنتوج كولا كرونجي

العينة	التاريخ	الوقت بالساعة	*X1*	*X2*	*X3*	المتوسط	الانحراف
١.	السبت ٢٠١٩/٧/١٣	٧:٠٠	١٠,٣	١٠,٥	١٠,٨	10.53	0.25
٢.		٨:٠٠	١٠,٤	١٠,٤	١٠,٦	10.46	0.11
٣.		٩:٠٠	١٠,٥	١٠,٧	١٠,٥	10.56	0.11
٤.		١٠:٠٠	١٠,٤	١٠,٤	١٠,٣	10.36	0.05
٥.		١١:٠٠	١٠,٥	١٠,٦	١٠,٤	10.50	0.1
٦.		٠١:٠٠	١٠,٦	١٠,٨	١٠,٦	10.66	0.11
٧.		٠٢:٠٠	١٠,٥	١٠,٧	١٠,٣	10.50	0.2
٨.		٠٣:٠٠	١٠,٦	١٠,٤	١٠,٦	10.53	0.11
٩.	الاحد ٢٠١٩/٧/١٤	٧:٠٠	١٠,٧	١٠,٧	١٠,٦	10.66	0.05
١٠.		٨:٠٠	١٠,٧	١٠,٦	١٠,٥	10.60	0.1
١١.		٩:٠٠	١٠,٥	١٠,٨	١٠,٤	10.56	0.20
١٢.		١٠:٠٠	١٠,٣	١٠,٥	١٠,٣	10.36	0.11
١٣.		١١:٠٠	١٠,٦	١٠,٦	١٠,٤	10.53	0.11
١٤.		٠١:٠٠	١٠,٨	١٠,٣	١٠,٥	10.53	0.25
١٥.		٠٢:٠٠	١٠,٧	١٠,٥	١٠,٥	10.56	0.11
١٦.		٠٣:٠٠	١٠,٦	١٠,٨	١٠,٣	10.56	0.25
١٧.	الاثنين ٢٠١٩/٧/١٥	٧:٠٠	١٠,٧	١٠,٤	١٠,٤	10.50	0.17
١٨.		٨:٠٠	١٠,٣	١٠,٥	١٠,٨	10.53	0.25
١٩.		٩:٠٠	١٠,٥	١٠,٦	١٠,٣	10.46	0.15
٢٠.		١٠:٠٠	١٠,٤	١٠,٦	١٠,٥	10.50	0.1
٢١.		١١:٠٠	١٠,٨	١٠,٧	١٠,٣	10.60	0.26
٢٢.		٠١:٠٠	١٠,٥	١٠,٦	١٠,٣	10.46	0.15
٢٣.		٠٢:٠٠	١٠,٤	١٠,٧	١٠,٣	10.46	0.20
٢٤.		٠٣:٠٠	١٠,٧	١٠,٧	١٠,٤	10.60	0.17
٢٥.	الثلاثاء ٢٠١٩/٧/١٦	٧:٠٠	١٠,٦	١٠,٦	١٠,٤	10.53	0.11
٢٦.		٨:٠٠	١٠,٨	١٠,٣	١٠,٥	10.53	0.25
٢٧.		٩:٠٠	١٠,٧	١٠,٥	١٠,٥	10.56	0.25
٢٨.		١٠:٠٠	١٠,٦	١٠,٨	١٠,٣	10.56	0.11
٢٩.		١١:٠٠	١٠,٧	١٠,٤	١٠,٤	10.50	0.25
٣٠.		٠١:٠٠	١٠,٣	١٠,٥	١٠,٨	10.53	0.17
٣١.		٠٢:٠٠	١٠,٥	١٠,٦	١٠,٣	10.46	0.25
٣٢.		٠٣:٠٠	١٠,٤	١٠,٦	١٠,٥	10.50	0.15
٣٣.	الاربعاء ٢٠١٩/٧/١٧	٧:٠٠	١٠,٥	١٠,٦	١٠,٤	10.50	0.1
٣٤.		٨:٠٠	١٠,٦	١٠,٨	١٠,٦	10.66	0.1
٣٥.		٩:٠٠	١٠,٥	١٠,٧	١٠,٣	10.50	0.11
٣٦.		١٠:٠٠	١٠,٦	١٠,٤	١٠,٦	10.53	0.2
٣٧.		١١:٠٠	١٠,٧	١٠,٧	١٠,٦	10.66	0.11
٣٨.		٠١:٠٠	١٠,٧	١٠,٦	١٠,٥	10.60	0.05
٣٩.		٠٢:٠٠	١٠,٥	١٠,٨	١٠,٤	10.56	0.1
٤٠.		٠٣:٠٠	١٠,٣	١٠,٥	١٠,٣	10.36	0.20
٤١.	الخميس ٢٠١٩/٧/١٨	٧:٠٠	١٠,٤	١٠,٦	١٠,٤	10.46	0.11
٤٢.		٨:٠٠	١٠,٣	١٠,٨	١٠,٦	10.56	0.11
٤٣.		٩:٠٠	١٠,٧	١٠,٤	١٠,٣	10.46	0.25
٤٤.		١٠:٠٠	١٠,٣	١٠,٤	١٠,٦	10.43	0.20
٤٥.		١١:٠٠	١٠,٥	١٠,٧	١٠,٥	10.56	0.15
٤٦.		٠١:٠٠	١٠,٦	١٠,٤	١٠,٥	10.50	0.11
٤٧.		٠٢:٠٠	١٠,٥	١٠,٧	١٠,٤	10.53	0.1
٤٨.		٠٣:٠٠	١٠,٣	١٠,٥	١٠,٧	10.50	0.15
		$\sum$				١٠,٥٢٧١	0.1559

ملحق (٢) بيانات عنصر "البركس Brix" لمنتوج كازوز كرونجي

العينة	التاريخ	الوقت بالساعة	$X1$	$X2$	$X3$	المتوسط	الانحراف
.١	السبت ٢٠١٩/٧/١٣	٧:٠٠	١١,٣	١١,٦	١١,٤	11.43	0.15
.٢		٨:٠٠	١١,٤	١١,٤	١١,٦	11.46	0.11
.٣		٩:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٣	11.40	0.17
.٤		١٠:٠٠	١١,٤	١١,٤	١١,٥	11.43	0.05
.٥		١١:٠٠	١١,٥	١١,٦	١١,٦	11.56	0.05
.٦		٠١:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٦	11.50	0.17
.٧		٠٢:٠٠	١١,٤	١١,٥	١١,٣	11.40	0.1
.٨		٠٣:٠٠	١١,٦	١١,٤	١١,٥	11.50	0.1
.٩	الاحد ٢٠١٩/٧/١٤	٧:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٦	11.53	0.05
.١٠		٨:٠٠	١١,٦	١١,٦	١١,٤	11.53	0.11
.١١		٩:٠٠	١١,٥	١١,٤	١١,٤	11.43	0.05
.١٢		١٠:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٣	11.43	0.11
.١٣		١١:٠٠	١١,٦	١١,٤	١١,٤	11.46	0.11
.١٤		٠١:٠٠	١١,٤	١١,٣	١١,٥	11.40	0.1
.١٥		٠٢:٠٠	١١,٤	١١,٥	١١,٥	11.46	0.05
.١٦		٠٣:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٥	11.46	0.15
.١٧	الاثنين ٢٠١٩/٧/١٥	٧:٠٠	١١,٤	١١,٥	١١,٣	11.40	0.1
.١٨		٨:٠٠	١١,٦	١١,٤	١١,٥	11.50	0.1
.١٩		٩:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٦	11.53	0.05
.٢٠		١٠:٠٠	١١,٦	١١,٦	١١,٤	11.53	0.11
.٢١		١١:٠٠	١١,٥	١١,٤	١١,٤	11.43	0.05
.٢٢		٠١:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٣	11.43	0.11
.٢٣		٠٢:٠٠	١١,٦	١١,٤	١١,٤	11.46	0.11
.٢٤		٠٣:٠٠	١١,٤	١١,٣	١١,٥	11.40	0.1
.٢٥	الثلاثاء ٢٠١٩/٧/١٦	٧:٠٠	١١,٤	١١,٣	١١,٥	11.40	0.1
.٢٦		٨:٠٠	١١,٤	١١,٥	١١,٥	11.46	0.05
.٢٧		٩:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٥	11.46	0.15
.٢٨		١٠:٠٠	١١,٤	١١,٥	١١,٣	11.40	0.1
.٢٩		١١:٠٠	١١,٦	١١,٤	١١,٥	11.50	0.1
.٣٠		٠١:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٦	11.53	0.05
.٣١		٠٢:٠٠	١١,٦	١١,٦	١١,٤	11.53	0.11
.٣٢		٠٣:٠٠	١١,٥	١١,٤	١١,٤	11.43	0.05
.٣٣	الاربعاء ٢٠١٩/٧/١٧	٧:٠٠	١١,٤	١١,٤	١١,٦	11.46	0.11
.٣٤		٨:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٣	11.40	0.17
.٣٥		٩:٠٠	١١,٤	١١,٤	١١,٥	11.43	0.05
.٣٦		١٠:٠٠	١١,٥	١١,٦	١١,٦	11.56	0.05
.٣٧		١١:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٦	11.50	0.17
.٣٨		٠١:٠٠	١١,٤	١١,٥	١١,٣	11.40	0.1
.٣٩		٠٢:٠٠	١١,٦	١١,٤	١١,٥	11.50	0.1
.٤٠		٠٣:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٦	11.53	0.05
.٤١	الخميس ٢٠١٩/٧/١٨	٧:٠٠	١١,٥	١١,٥	١١,٦	11.53	0.05
.٤٢		٨:٠٠	١١,٦	١١,٦	١١,٤	11.53	0.11
.٤٣		٩:٠٠	١١,٥	١١,٤	١١,٤	11.43	0.05
.٤٤		١٠:٠٠	١١,٤	١١,٤	١١,٦	11.46	0.11
.٤٥		١١:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٣	11.40	0.17
.٤٦		٠١:٠٠	١١,٤	١١,٤	١١,٥	11.43	0.05
.٤٧		٠٢:٠٠	١١,٥	١١,٦	١١,٦	11.56	0.05
.٤٨		٠٣:٠٠	١١,٦	١١,٣	١١,٦	11.50	0.17
		$\sum$				11.46	0.10