مجلة الاسكندرية للبحوث المحاسبية
قسم المحاسبة والمراجعة

العدد الأول – يناير ٢٠٢٢ – المجلد السادس

إطار مقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن

د/محمد مصطفى جمعة خميس

مدرس المحاسبة والمراجعة

المعهد المصرى لإكاديمية الإسكندرية للإدارة والمحاسبة

ملخص البحث

يهدف البحث بشكل أساسى إلى تقديم إطار مقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات Process Mining (PM) فى دعم منهجية ستة سيجما Six Sigma (SS) وكيفية دمجها فى المراحل الخمس لنموذج ديميك DMAIC من أجل تحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن. وفى سبيل تحقيق هدف البحث، قام الباحث بتحليل وتقييم الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع الدراسة وذلك لتطوير الإطار المقترح ووضع تساؤل البحث، وللتحق من مدى ملائمة الإطار المقترح للتطبيق تم إجراء دراسة حالة على إحدى المنشآت المساهمة المصرية بغرض الإجابة على تساؤل البحث ولتقديم دليل عملى يوضح كيفية دعم تقنية التنقيب عن العمليات لمنهجية ستة سيجما ودمجها فى المراحل الخمس لنموذج DMAIC لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات.

توصلت الدراسة إلى أن تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات لديها قدرة فائقة على استخراج المعلومات الخاصة بالعمليات لتوفير رؤية تفصيلية لسلوك وديناميكية العمليات التى تم تنفيذها، مما يجعلها أداة قوية داعمة للمراحل المختلفة لنموذج DMAIC لتحليل التعقد الحقيقي لخرائط تدفق العمليات، وفهم الحالة الحالية للعملية، وتحديد الاختناقات المحتملة وتصورها فى نماذج العملية لتحديد فرص التحسين التى تسعى إليها استراتيجية كايزن. كما توصلت النتائج إلى أن الإطار المقترح يقوم على أن تقنية التنقيب عن العمليات لا تحل محل منهجية ستة سيجما، وإنما هى تقنية حديثة وأداة فعالة قادرة على دعم أساليب وأدوات ومراحل هذه المنهجية من خلال قدرتها على التمكن من فهم العملية بشكل سريع، ونمذجة العملية، وإعادة تصميم العمليات بما يساهم فى زيادة كفاءة وفعالية استراتيجية كايزن فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات.

الكلمات المفتاحية: التنقيب عن العمليات– منهجية ستة سيجما– نموذج DMAIC– كايزن للتحسين المستمر.

E.mail: ggomaa320@gmail.com

A Proposed Framework for the Role of Process Mining Technology in Supporting the Stages of the DMAIC Model with Six Sigma Methodology to Achieve Continuous Improvement Strategy of Kaizen

Abstract

The research mainly aims to provide a proposed framework for the role of Process Mining (PM) technology in supporting Six Sigma (SS) methodology and how to integrate it into the five stages of the DMAIC model in order to achieve a continuous improvement strategy for Kaizen. In order to achieve the goal of the research, the researcher analyzed and evaluated previous studies related to the subject of the study in order to develop the proposed framework and put the research question, and to verify the suitability of the proposed framework for the application, a case study was conducted on one of the Egyptian contributing enterprises, for the purpose of answering the research question and to provide a practical guide that explains how Process Mining technology supports Six Sigma methodology and integrates it into the five stages of the DMAIC model to achieve the Kaizen strategy for continuous process improvement.

The study found that the application of process mining technology has a superior ability to extract information about operations to provide a detailed view of the behavior and dynamics of the executed operations, which makes it a powerful tool supporting the different stages of the DMAIC model to analyze the real complexity of process flow maps, understand the current state of the process, and identify bottlenecks potential and visualized them in process models to identify the improvement opportunities sought by the kaizen strategy. The results also concluded that the proposed framework is based on the fact that the process mining technique does not replace the Six Sigma methodology, but rather it is a modern technology and an effective tool capable of supporting the methods, tools and stages of this methodology through its ability to be able to quickly understand the process, model the process, and replay the process. Designing processes in a way that contributes to increasing the efficiency and effectiveness of the kaizen strategy in achieving continuous improvement of operations.

Keywords: Process Mining– Six Sigma- DMAIC– Continuous Improvement (Kaizen).

١ – مقدمة البحث

تواجه المنشآت فى ظل بيئة الأعمال الحديثة العديد من التحديات والتى من أبرزها زيادة تعقد عمليات المنشأة، وقصر دورة حياة المنتج، فضلاً عن الكميات الكبيرة من البيانات غير المهيكلة، مما يجعل هدفى تحقيق الجودة وتحسين الأداء لاستراتيجية كايزن مرهونين بتحسين عمليات المنشأة بشكل مستمر (Singh et al (2020، كما أن قصور المنشآت فى تطبيق أساليب وممارسات المحاسبة الإدارية الحديثة يؤثر بشكل سلبى على تحقيق أهداف استراتيجة كايزن للتحسين المستمر من خلال تراجع أداء المنشأة وتدهور وضعها التنافسى. وبالتالى فرضت هذه التحديات على المنشآت ضرورة إجراء العديد من التغييرات فى عملياتها التشغيلية للحفاظ على مركزها التنافسى من خلال السعى الدائم نحو تنفيذ مبادرات تحسين العمليات بحثاً عن تحسين كفاءة وفعالية الأداء، الأمر الذى أدى إلى ظهور العديد من ممارسات وأساليب إدارة الجودة المتعلقة بتحسين العمليات مثل إدارة الجودة الشاملة، ومنهجية ستة سيجما، وإعادة هندسة العمليات، وغيرها (Graafmaus et al.,2021; Park & Kang,2016; Schuch et al.,2020a).

وتعتبر منهجية ستة سيجما أحد أساليب وممارسات المحاسبة الإدارية الحديثة الموجهة نحو إدارة وتحسين الجودة نجاحاً وشيوعاً، وأحد أهم متطلبات نجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر، فهى بمثابة منهجية منظمة تتبع خمس مراحل متتالية متكاملة (تحديد Define، وقياس Measure، وتحليل Analyze، وتحسين Improve، ورقابة Control) والتى تعرف بأسم ديميك (DMAIC) لتحقيق الأهداف الاستراتيجية للمنشأة من خلال استخدام مجموعة متنوعة من الأدوات الإحصائية لتحديد التغييرات فى أداء العملية واستهداف العيوب واكتشاف الانحرافات فى العمليات التشغيلية والتخلص منها(عنب، ٢٠١٨; عيد، ٢٠١٦; شكر، ٢٠٢١: عبيد الله، ٢٠١٧; الصغير،٢٠١٦ ; Qayyum et al.,2021; Kesek et al.,2019; Ishak et al.,2019; Bhargava & Gaur,2021;). ومن ناحية أخرى، وبُناءً على تحديات الرقمنة الجديدة تقوم أنظمة وأجهزة المعلومات بتسجيل وتخزين كميات هائلة من البيانات، وهو ما يجعل هناك قيوداً واضحة تواجه أدوات تحليل البيانات الخاصة بمنهجية ستة سيجما لاستهداف مصادر البيانات الكبيرة وأثار العمليات الرقمية نظراً لأنها تقوم بجمع البيانات المستخدمة فى تحليل العمليات يدوياً من خلال تصميم التجارب والملاحظات، مما يؤثر على كفاءة وفعالية جهود عملية التحسين المستمر للعمليات، كما تعتمد هذه الأساليب بشكل كبير على معرفة المشاركين فى التحليل، والذين غالباً ما يعكسون وجهة نظرهم الخاصة تجاه المشاكل المتعلقة بالعمليات، مما يجعل من الصعب اكتشاف

جميع الانحرافات والاختناقات أثناء تنفيذ العمليات (Kregel et al.,2021; Ramires & Sampaio,2021; Geffen & Niks,2013).

وإستناداً إلى ما سبق، واستجابة لتوصيات العديد من الباحثين والمؤتمرات العالمية بأهمية البحث عن منهجيات جديدة للعمل على تحسين جودة عمليات المنشأة باستخدام أفضل وسائل تكنولوجيا المعلومات المتطورة. ظهرت تقنية التنقيب عن العمليات(PM) كتقنية حديثة قادرة على استخراج المعرفة من سجلات الأحداث المتاحة فى نظم المعلومات، مما يجعلها نظاماً ناشئاً يقدم مجموعة من التقنيات لاكتساب رؤى قائمة على البيانات من أجل دعم اكتشاف ومراقبة وتحسين العمليات، فهى تعمل على رصد العمليات التشغيلية فى الوقت الحقيقى من ناحية. ومن ناحية أخرى، تكون بمثابة حلقة الوصل بين استخراج البيانات ونمذجة العمليات لتمكين ودعم ممارسات المحاسبة الإدارية الموجهة نحو مراقبة وتوجيه وتحسين العمليات (Dzihni et al.,2019; Aydemir et al.,2019; Bahaweres et al.,2020).

ومن هذا المنطلق، تحظى تقنية التنقيب عن العمليات فى الآونة الأخيرة باهتمام الكثير من الباحثين حيث تناولت العديد من الدراسات (Dogan & Gurcan,2018; Kregel et al.,2021; Ramires & Sampaio,2021;Geffen & Niks,2013; Graafmaus et al.,2021; Kollenburg & Wouters,2019) الدور الكبير الذى تلعبه تقنية التنقيب عن العمليات كتقنية حديثة تستند إلى تحليل سجلات الأحداث فى دعم منهجية ستة سيجما لتعزيز قدرات تحليل البيانات بمراحل نموذج DMAIC من خلال إثراء الأساليب والأدوات التى يستخدمها الممارسين فى مشروعات ستة سيجما، مما يتيح الوصول إلى الأثار الرقمية اللازمة لتحقيق التحسين المستمر للعمليات.

وفى ضوء ما سبق، وعلى الرغم من تأكيد الدراسات على إمكانية تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات، والمنافع المحتملة من تطبيقها فى نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما فى تعزيز المزايا التنافسية للمنشأة، والمساهمة فى التغلب على التحديات التى تواجهها منهجية ستة سيجما للوصول إلى العادم الرقمى، والذى يعتبر بمثابة أرشيف للعمليات بدرجة دقيقة جداً من التفصيل من أجل تحقيق التحسين المستمر للعمليات الذى تسعى إليه استراتيجية كايزن، إلا أن المشكلة الرئيسية للبحث تتمثل فى وجود ندرة بحثية كبيرة فى توضيح دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما لتحقيق التحسين المستمر لاستراتيجية كايزن، وذلك بسبب افتقار غالبية الدراسات إلى تقديم دليل عملى يوضح كيفية استخدام هذه التقنية بشكل منهجى فى نموذج

DMAIC لتحقيق التحسين المستمر للعمليات. وبناءً علي ذلك، يمكن التعبير عن مشكلة البحث فى الإجابة نظرياً وعملياً على التساؤل الرئيسى التالى: كيف يمكن استخدام تقنية التنقيب عن العمليات لدعم مراحل نموذج DMAIC الخاص بمنهجية Sigma Six لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن؟.

٢- هدف البحث

إنطلاقاً من مشكلة البحث، فإن هذا البحث يهدف بصفة أساسية إلى تقديم إطار مقترح يوضح الدور الفعال لتقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما، وكيفية دمجها فى المراحل الخمسة لنموذج DMAIC لمساعدة المنشآت على تحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن.

٣- أهمية ودوافع البحث

تنبع أهمية البحث من **الناحية الأكاديمية** من كونه يعد امتداداً للدراسات السابقة فى مجال تبنى تكنولوجيا المعلومات الحديثة ومردودها على أداء المنشأة، خاصة من خلال أثرها على تحسين العمليات. فعلى الرغم من تعدد الدراسات التى تناولت أهمية ومنافع تقنية التنقيب عن العمليات إلا أن هناك ندرة فى البحوث المحاسبية العربية التى تناولت منافعها بالنسبة لمختلف ممارسات وأساليب المحاسبة الإدارية المتعلقة بإدارة وتحسين الجودة، وبصفة خاصة علاقتها بمنهجية ستة سيجما وانعكاس تلك العلاقة على استراتيجية كايزن. وتظهر أهمية هذا البحث أيضاً، فى كونه إضافة إلى الفكر المحاسبى بصفة عامة وفى مصر بصفة خاصة. كما تكمن **أهمية البحث العملية** فى كونه يسعى إلى تقديم إطار مقترح لدراسة مدى فعالية تقنية التنقيب عن العمليات كتقنية جديدة ومتطورة لديها قدرة فائقة على التعامل مع التغيرات فى أداء العمليات أثناء تنفيذها، وتحليل هذه التغيرات لدعم وتحسين العمليات التشغيلية والحصول على رؤية دقيقة فى أى لحظة زمنية أثناء تنفيذ العملية، لدعم ممارسى منهجية ستة سيجما فيما يخص تحليل العمليات التشغيلية، وتوفير معلومات ملائمة تساهم فى تحسين ورقابة العمليات، واستكشاف المشاكل والانحرافات فى العمليات مما ينعكس على نجاح استراتيجية كايزن فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات.

وعلى الرغم من كثرة **دوافع البحث** إلا أن أهمها يتمثل فى ندرة البحوث التطبيقية التى تهتم بدراسة المنافع الهائلة والأثار المترتبة من تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات على ممارسات وأساليب المحاسبة الإدارية، فضلاً عن إثراء البحث العلمى المحاسبى بشأن العلاقة بين تقنية التنقيب عن العمليات ومنهجية ستة سيجما وأثر تلك العلاقة على استراتيجية كايزن، من خلال اتباع منهجية متكاملة تُساير منهجيات البحث المتطورة فى الدول المتقدمة لتطوير إطار مقترح يكون بمثابة دليل عملى يوضح مدى

الدعم الذى تقدمه تقنية التنقيب عن العمليات لمراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما فى مساعدة المنشآت على تحديد القيود التى تُعيق بشدة تطوير عملياتهم، ولزيادة قدرتهم على الاستجابة للمطالب التنافسية المتسارعة بما يحقق أهداف استراتيجية كايزن للتحسين المستمر.

٤- حدود البحث

يقتصر هذا البحث على دراسة دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما، من خلال دعمها للمراحل الخمس لنموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق التحسين المستمر للعمليات باستراتيجية كايزن، وذلك على عينة من إحدى المنشآت المساهمة المصرية العاملة فى قطاع البترول خلال الفترة من ١ يناير ٢٠٢٠ وحتى ٣١ ديسمبر ٢٠٢٠، حيث يركز البحث على تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات من خلال تقنيتى اكتشاف العملية وفحص مطابقة العملية، وبالتالى يخرج عن نطاق الدراسة تطبيق تقنية تحسين العملية. كما يركز البحث على استخدام تقنية التنقيب عن العمليات من منظور الحالة ومنظور العملية والمنظور الزمنى، وبالتالى يخرج عن نطاق الدراسة تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات من المنظور التنظيمى. كما يتم تطبيق التنقيب عن العمليات من خلال برنامج Disco فقط دون التعرض لباقى البرمجيات الأخرى للتطبيق. كما اقتصر البحث على المراحل الخمس لنموذج DMAIC، وبالتالى يخرج عن نطاق البحث المراحل الأخرى التى تناولتها الدراسات الأخرى (مثل التثبيت، والتصميم، والتصرف، والفحص، والتنفيذ)، كما اقتصر البحث على مبدأ التحسين المستمر للعمليات والأنشطة الداخلية كأحد أهم مبادئ منهجية ستة سيجما دون التعرض لباقى المبادئ الأخرى لستة سيجما، كما تم التركيز على منهجية ستة سيجما باعتبارها أكثر ممارسات المحاسبة الإدارية نجاحاً وشيوعاً، ومن أهم متطلبات نجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر، كما تركز الدراسة على قسم شكاوى العملاء بقطاع الإدارة العامة للجودة بالمنشأة محل الدراسة دون التعرض لباقى القطاعات والأقسام الأخرى بالمنشأة. وأخيراً فإن قابلية نتائج البحث للتعميم تكون فى ضوء العينة المستخدمة والشروط المحددة لاختيارها، ومشروطة بضوابط الدراسة الموضوعية والمكانية والزمنية.

٥- خطة البحث

- فى ضوء مشكلة البحث الحالية وتحقيقاً لأهدافه، سوف يتناول البحث المحاور التالية:
- التأصيل النظرى لمتغيرات الدراسة.
- تحليل وتقييم الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث، ووضع تساؤل البحث.

- الإطار المقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات.
- منهجية البحث.
- الخلاصة، والنتائج، والتوصيات، ومجالات البحث المستقبلية.

٥-١- التأصيل النظرى لمتغيرات الدراسة

٥-١-١- التأصيل النظرى لتقنية التنقيب عن العمليات (PM)

٥-١-١-١- مفهوم تقنية التنقيب عن العمليات (PM)

عرفت دراسة Joe et al (2016) تقنية التنقيب عن العمليات على أنها التقنية التى تدمج بين الذكاء الحسابى والتنقيب عن البيانات من ناحية، ونمذجة العمليات وتحليلها من ناحية أخرى. فى حين عرفتها دراسات (Hmami et al.,2021; Dzihni et al.,2019;Thiede et al.,2017) بأنها تقنية تقع بين التعلم الآلى، واستخراج البيانات، ونمذجة العمليات وتحليلها، لاكتشاف العمليات التشغيلية ومراقبتها وتحسينها من خلال جمع المعلومات المتعلقة بتلك العمليات من سجل الأحداث (Events Log) وليس العمليات كما مفترض أن تُنفذ وفقاً لنموذج عمليات المنشأة. وهو ما أكدت عليه دراسة Bahaweres et al(2020) بأنها تقنية لديها القدرة على مراقبة العمليات بشكل دقيق جداً من واقع سجل الأحداث كأداة لتحسين عمليات المنشأة، وأضافت إليهم دراسة Lorenz et al (2021) بأنها التقنية التى تسد الفجوة بين علم البيانات وعلم العمليات من خلال قدرتها على اكتشاف تدفقات العملية الفعلية التى تمت ملاحظتها داخل النظام، فهى بذلك تعتبر جسراً هاماً بين استخراج البيانات ونمذجة العمليات والتى تسمح بالتحليل الديناميكى للتدفقات التى تم تنفيذها بالفعل.

ويرى الباحث من خلال التعريفات السابقة، أن تقنية التنقيب عن العمليات عبارة عن تقنية لإدارة العمليات تُمكن المستخدمين والمحللين من اكتشاف ومراقبة وتحسين العمليات بطريقة موضوعية ودقيقة وسريعة من خلال قدرتها على تحليل البيانات التى تتضمنها سجلات الأحداث، مما يجعل هناك تصوراً تلقائياً لتدفقات العمليات الفعلية يساهم فى توفير الكثير من الوقت والجهد اللازمين لفهم العمليات الحالية.

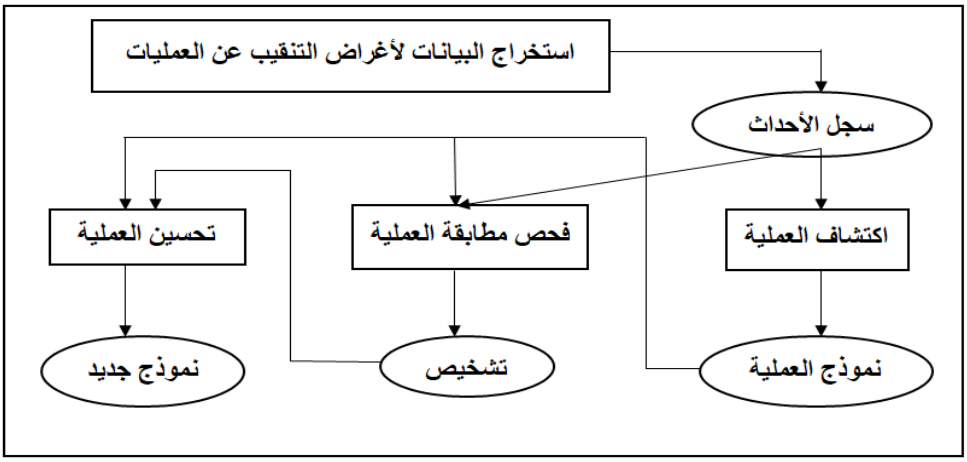
٥-١-١-٢- أنواع تقنية التنقيب عن العمليات

وفقاً لدراسات (Ortmeier et al.,2021; Siek & Mukti,2020; Popov et al.,2020; Park & Kang,2016; Garcia et al.,2019; Roldán et al.,2019; Osman & Ghiran,2019; Knoll et al.,2019; Thabet et al.,2014; Zerbino et al.,2021;

(Dzihni et al.,2019; Turner et al.,2012 يوجد ثلاثة أنواع لتقنية التنقيب عن العمليات وهم كالتالى:

- **اكتشاف العملية (Process Discovery)**: تأخذ تقنية الاكتشاف سجلات الأحداث كمدخلات لاستخراج المعرفة اللازمة لإنشاء نموذج للعملية من واقع هذه السجلات. فتعتبر سجلات الأحداث بمثابة نقطة الانطلاق لبداية عمل تقنية التنقيب عن العمليات من خلال تجميع الأحداث بالتسلسل والتتابع طبقاً لتوقيت حدوثها، كما تحتوى سجلات الأحداث على مجموعة من الخصائص لإنشاء نموذج تلقائى مثل الحدث (بحيث يشير كل حدث إلى نشاط محدد فى العملية)، والتاريخ الزمنى للحدث أى التسلسل الزمنى الحدث Time stamp، والمورد (الأفراد أو الأجهزة التى قامت بتنفيذ النشاط)، ومعرف الحالة Case ID، كما يُمكن اختيارياً إضافة وتسجيل أى تفاصيل وسمات أخرى تتضمنها العملية.
- **فحص مطابقة العملية (Process Conformance Checking)**: تأخذ هذه التقنية نموذج العملية وسجل الأحداث كمدخلات، وتنتج معلومات تشخيصية لتوضيح الاختلافات والانحرافات ما بين نموذج العملية الحالى وسجل الأحداث لنفس العملية، فمن خلال هذه التقنية يتم التحقق من أن العمليات المسجلة فى سجل الأحداث تلتزم بسلوك العملية المحدد أو المتوقع.
- **تحسين العملية (Process Enhancement)**: تهدف هذه التقنية إلى إثراء وتحسين نموذج عملية حالى باستخدام المعلومات المستخرجة من سجلات الأحداث والتى تتعلق بعملية تم تنفيذها بالفعل. فهى تربط بشكل متكرر نموذج العملية ببيانات الحدث للحصول على مزيد من المعلومات من خلال تحليل الأداء، وبهذه الطريقة يمكن تحسين نموذج العملية الحالى لتحسين التوافق مع النموذج الفعلى من خلال اتخاذ القرارات المتعلقة بتحسين العمليات، وتمكين المستخدمين من الكشف عن الاختناقات، والعيوب، والأنشطة غير المضيفة للقيمة، والتعرف على أوقات الإنتاجية للأنشطة والعمليات.

وفيما يلى الشكل رقم (١) التالى الذى يلخص الأنواع المختلفة لتقنية التنقيب عن العمليات، ويوضح الخطوات المتتالية التى تتبعها لتحسين العمليات.



شكل ١: أنواع تقنية التنقيب عن العمليات

المصدر: إعداد الباحث

٥-١-١-٣- وجهات النظر لتقنية التنقيب عن العمليات (Process Mining Perspectives)

وفقاً لدراسات (Osman & Ghiran,2019; Bose et al.,2014; Thiede et al.,2017; Zerbino et al.,2021; Eriksson et al., 2019)، تغطى تقنية التنقيب عن العمليات أربع وجهات نظر مختلفة والتى قد تأتى منفردة أو مجتمعة معاً وهم كالتالى:

- **منظور العملية (Process Perspective)**: تهدف تقنية التنقيب عن العمليات من خلال هذا المنظور إلى ترتيب الأنشطة، والتحكم فى تدفق الأنشطة من خلال إيجاد توصيف جيد لجميع المسارات الممكنة.
- **المنظور التنظيمى (Organizational Perspective)**: يركز هذا المنظور على المعلومات المتعلقة بالموارد داخل سجل الأحداث. وبالتالى، فهو يقوم بتحليل العملية من خلال التركيز على الجهات المشاركة (أشخاص، أنظمة، أدوات، معدات، الآلات) وكيفية ارتباطهم بالعملية.
- **منظور الحالة (Case Perspective)**: يركز هذا المنظور على خصائص الحالة، والحالة هى التى يمكن وصفها بمسارها فى العملية، أو من خلال الجهات العاملة التى تعمل عليها.
- **المنظور الزمنى (Time Perspective)**: يركز هذا المنظور على توقيت وتواتر الأحداث، فهو ينتج مقاييس الزمن والتكرارات لأحداث العملية، والتى من خلالها يمكن اكتشاف الاختناقات، وقياس مستويات الخدمة، والتنبؤ بوقت المعالجة المتبقى لحالات التشغيل.

٥-١-٢- التأصيل النظرى لمنهجية ستة سيجما(Six Sigma)

٥-١-٢-١- مفهوم ستة سيجما(SS)

تكمن فكرة ستة سيجما فيما إذا كانت المنشأة قادرة على تحديد وقياس عدد العيوب الموجودة فى عملية ما، فإنها بذلك يمكنها التخلص والقضاء على هذه العيوب بطريقة علمية ممنهجة. لذا عرفتها دراسة Abbes et al (2018) بأنها عملية تهدف إلى تحديد العيوب والانحرافات فى العمليات والقضاء عليها من خلال التركيز على خصائص أداء العملية من أجل ضمان رضا العملاء. كما عرفتها دراسة Qayyum et al (2021) بأنها تقنية لإدارة العمليات تركز على تحسين إدارة جودة العمليات، فى حين عرفتها دراسة Sibalija et al (2016) بأنها منهجية تهدف إلى تخفيض عدد العيوب من مستوى ٣ سيجما إلى مستوى ٦ سيجما باستخدام الأساليب والأدوات الإحصائية مما يؤدى إلى تحسين جودة وكفاءة العمليات. وأكدت على ذلك دراستا (Graafmans et al.,2021; Mateab et al.,2019) بأنها أداة تستخدم لتحليل البيانات والملاحظات لتحديد العيوب فى الإجراءات أو المنتجات، وذلك فى محاولة لتخفيض نسبة الأخطاء للوصول إلى صفر عيوب كلما أمكن.

بُناءً عليه، يُعرف الباحث ستة سيجما بأنها استراتيجية تسعى لتحقيق التحسين المستمر للعمليات بهدف تحسين الجودة، وزيادة الربحية، وتحسين فعالية وكفاءة العمليات التشغيلية المصممة لتلبية أو تجاوز توقعات العملاء، كما أنها منهجية منظمة تساعد المنشأة على اكتشاف الطرق المحتملة لتحسين العمليات من خلال إيجاد أسباب الأخطاء أو العيوب والقضاء عليها.

٥-١-٢-٢- خطوات تطبيق نموذج DMAIC كأحد أهم نماذج منهجية ستة سيجما

أشارت العديد من الدراسات (Qayyum et al.,2021; Kesek et al.,2019; Ishak et al.,2019; Smetkowska & Mrugalska,2018; Razali at al.,2018; Venkatesh & Sumangala,2018; Kregel et al.,2021 ; رزق و أبو قاسم، ٢٠١٦ ;عيد، ٢٠١٦ ;عنب، ٢٠١٨; شكر، ٢٠٢١; عبيد الله،٢٠١٧) إلى أنه يُمكن تطبيق منهجية ستة سيجما من خلال خمس مراحل مرتبطة ببعضها البعض وهم: التحديد Define، والقياس Measure ، والتحليل Analyze ، والتحسين Improve ، والرقابة Control ، والتى يتم اختصارهم بنموذج DMAIC لتحسين عمليات المنشأة، وفيما يلى توضيح خطوات ومتطلبات كل مرحلة على حدة:

- **مرحلة التحديد Define (D)**: تتضمن هذه المرحلة عدداً من الخطوات لتحديد المشكلة والتعرف على احتياجات وتوقعات العملاء من خلال تحديد الموارد والمسؤوليات المطلوبة، وتحديد الهيكل

التنظيمى الملائم لتحقيق الأهداف، بغرض التحقق مما إذا كانت الإجراءات التى يجب اتخاذها لحل المشاكل المرتبطة بتصميم خطة المشروع أو العمليات المستهدفة.

- **مرحلة القياس Measure (M):** تعتمد هذه المرحلة على قياس أداء النظام الحالى للعملية التى ستخضع للتحسين عن طريق اعداد خطة لتجميع البيانات الكافية عن العمليات التي سيتم تحسينها، والتركيز على الحقائق والأرقام التى ستكون بمثابة المعلومات المطلوبة من أجل فهم أفضل لجميع العمليات في المنشأة وتوقعات العملاء ومواصفات الموردين وتحديد الأماكن المحتملة التي تتسبب فى حدوث المشاكل.
- **مرحلة التحليل Analyze (A):** يتم فى هذه المرحلة تحليل البيانات التى تم تجميعها فى المرحلة السابقة، والتى من أهمها تحليل السبب والنتيجة لتحديد الأسباب الرئيسية للمشاكل، وتحديد الفروق بين الأداء الفعلى والمستهدف، وتقديم الموارد المطلوبة لتحقيق الأهداف المرغوبة.
- **مرحلة التحسين Improve (I):** تعمل هذه المرحلة على تصحيح نظم القياس وتعديل العملية الحالية لكى تتماشى مع ماهو مستهدف من خلال تطوير الحلول الممكنة واختيار أفضلها، ثم تنفيذ أحد هذه الحلول واختبار مدى ملائمتها لعملية التحسين، ودراسة الأسباب المحتملة لأى عيوب قد تظهر واتخاذ الإجراءات الضرورية لمنع تكرار حدوثها.
- **مرحلة الرقابة Control (C):** تهدف هذه المرحلة إلى التأكد من أن التغييرات التى تم تحقيقها في مرحلة التحسين كافية ومستمرة من خلال التحقق من جودة العملية المُحسنة، مع ضرورة الرقابة على العملية بشكل مستمر من خلال الرقابة على الحالة المستقبلية للعملية من أجل تخفيض الانحرافات، والتأكد من تنفيذ الإجراءات التصحيحية حتى لا تؤثر بشكل سلبى على نتيجة العملية.

٥-١-٣- التأصيل النظرى لاستراتيجية التحسين المستمر(كايزن) Continuous Improvement (Kaizen)

تُعد ضرورة التركيز على التحسين المستمر للعمليات التشغيلية أمراً أساسياً نظراً لتصاعد وتيرة المنافسة العالمية، والتي تفرض على المنشآت ضرورة أن تخضع جميع عملياتها للتحسين المستمر (2015) Matthews & Marzec. وتعتبر استراتيجية كايزن جوهر التحسين المستمر، فمنهجيتها تسعى إلى إجراء التحسينات المستمرة على كافة مجالات العمل فى المنشأة. فقد أشارت دراسة (٢٠١٧) Cheng إلى أن كايزن هى كلمة يابانية تعنى التغيير للأفضل ويشار إليها أيضاً بالتحسين المستمر للأساليب والإجراءات المتعلقة بالجودة والتكنولوجيا والعمليات، فهى تسعى دائماً للتطوير المستمر من خلال الأفكار الصغيرة والتى قد يكون لها تأثير مباشر على تحسين أداء

العمليات. فى حين تناولتها دراسة Midor (2020) على أنها فلسفة شاملة لرقابة الجودة على مستوى المنشأة ككل، والتى تهدف إلى إحداث تغييرات مستمرة فى العمليات الإنتاجية من أجل التخلص من الأنشطة غير المضيفة للقيمة والانحرافات فى العمليات مما يسمح بتحسين مؤشرات أداء المنشأة ككل. أما دراسة Abdulmouti (2018) تناولت كايزن على أنها استراتيجية ممنهجة للتخلص من الفاقد فى العمليات، فهى تُمثل نقطة البداية لتشخيص المشاكل الخاصة بإدارة العمليات، وتحديد الانحرافات، بهدف تحقيق التحسين المستمر من خلال اتباع جميع الوسائل التى من شأنها تبسيط ومراقبة العمليات والبحث عن أفضل الطرق لتحسينها بصورة مستمرة.

وفى نفس السياق، أشارت دراسة عبد الجواد (٢٠١٢) إلى اتجاه العديد من المنشآت فى الآونة الأخيرة إلى إجراء تحسينات مستمرة فى عملياتها وأنشطتها بهدف تطوير المدخلات والعمليات والمخرجات بشكل مستمر. وأكدت على ذلك دراسة Kollenburg and Wouters (2019) بأن اتباع أساليب التحسين المستمر للعمليات يُمثل أحد أهم أسباب زيادة الإنتاجية من خلال التخلص من الأنشطة غير المضيفة للقيمة، مما يؤدى إلى تحسين الجودة، وتحقيق مخرجات ذات كفاءة وفعالية. فى حين أوضحت دراسة بوشوشه(٢٠١٧) أن التحسين المستمر للعمليات يعتبر بمثابة أحد الركائز الأساسية للجودة الشاملة لمساعدة المنشآت على رفع الكفاءة وتحسين الإنتاجية، كما ترى دراسة خالد(٢٠١٨) بأن التحسين المستمر للعمليات يعتبر بمثابة طريقة منظمة وشاملة لعلاج المشاكل التى تعانى منها المنشأة من خلال مقارنة الأداء الفعلى بالمستهدف فى محاولة لسد الفجوة بينهما. وبُناءً عليه، يرى الباحث أن استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات ما هى إلا منهجية منظمة تهدف إلى تطوير جميع العمليات والأنشطة المتعلقة بالآلات والمواد والأفراد وطرق الإنتاج بشكل مستمر للوصول إلى أعلى مستوى من الكفاءة فى الإنتاج والخدمات.

٥-٢- تحليل وتقييم الدراسات السابقة الخاصة بدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن

قام الباحث من خلال استقراء الدراسات السابقة المرتبطة بأثر ودور تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC الخاص بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات بتقسيم وتصنيف الدراسات السابقة إلى ثلاث مجموعات كالتالى:

٥-٢-١- المجموعة الأولى: الدراسات التى تناولت مدى فعالية تقنية التنقيب عن العمليات ودورها الفعال فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات

تواجه المنشآت فى بيئة الأعمال الحديثة تحديات مستمرة للحفاظ على قدرتها التنافسية. لعل من أهمها، السعى الدائم نحو التحسين المستمر للعمليات، فقد تبنت المنشآت العديد من أساليب إدارة العمليات من أجل بقائها ونموها. وعلى الرغم من أن هذه الأساليب قد ساهمت جزئياً فى تحسين العمليات ومن ثَم تحسين الأداء التشغيلى، إلا أن احتمالية فشلها تصل إلى ٦٠-٧٠% (Park & Kang,2016; Schuh et al.,2020a; Garcia et al.,2019). لذلك ظهرت تقنية التنقيب عن العمليات بهدف تحليل واستخدام كمية هائلة من بيانات العملية تُمكن المستخدمين من إدارة عملياتهم، والقدرة على رسم خرائط تفصيلية للعمليات وتحليلها بطريقة آلية، وبهذه الطريقة يمكن الاستفادة من أصول البيانات للتغلب على قيود طرق تخطيط العمليات الحالية لتحسين الجودة من خلال تقديم رؤى قيمة لتحسين العمليات، وتحديد المشاكل والانحرافات، وتبسيط العمليات، والسماح بالتحليل اللاحق (Schuh et al.,2020b; Lorenz et al.,2021; Dzihni et al.,2019; Thiede et al.,2017).

وفيما يتعلق بمساعى المنشأة نحو تحقيق التحسين المستمر للعمليات، تناولت دراسات (Zerbino et al.,2021; Dzihni et al.,2019; Osman and Ghiran,2019; Roldán et al.,2019; Cho et al.,2017; Park & Kang,2016; Aydemir et al.,2019; Hmami et al.,2021; Augusto et al.,2019; Fischer et al.,2021; Markoska & Kabaivanov,2020) دور تقنية التنقيب عن العمليات فى تحليل العمليات المتنوعة وتحسينها من خلال تجميع المعرفة من سجلات الأحداث، ثم تطبيق خوارزميات الاكتشاف لنمذجة العمليات تلقائياً من هذه السجلات. وبالتالى، استخدام هذه النماذج فى التنبيه فى حالة وجود انحرافات، وأسباب حدوثها، وتقديم التوصيات الملائمة فى حالة وجود اختناقات فى العملية الإنتاجية، والتوصية بإعادة تخصيص الموارد لتكون بشكل أفضل، كما أنها تقوم بالإجابة على الأسئلة التى تركز على شرح حالة معينة من خلال التركيز على تحسين مؤشرات الأداء الرئيسية لتقييم ما إذا كان قد تم تطبيق أفضل ممارسات إعادة تصميم المنتج.

وفيما يتعلق بدور تقنية التنقيب عن العمليات فى مساعدة المنشآت على اتخاذ الإجراءات المناسبة لتحسين العمليات التشغيلية من حيث التكلفة. فقد هدفت دراسة Thabet et al (2014) لاقتراح مدخل يجمع بين شبكة بيترى مع معلومات التكلفة المستخرجة من سجلات الأحداث

باستخدام تقنية التنقيب عن العمليات للحصول على معلومات مفصلة عن التكلفة، مما يساعدهم على فهم أفضل لعملياتهم من وجهة نظر التكلفة الدقيقة والتى بدورها تساهم فى اكتشاف مشاكل التكلفة النهائية فى العمليات، كما أكدت الدراسة على أن اكتشاف مشاكل التكلفة فى العمليات التشغيلية يُعد مرحلة إلزامية لتكون المنشأة قادرة على اتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة لتحسين أداء العمليات. وهو ما يتفق مع دراسة صالح و حسيب (٢٠١٨) التى أشارت إلى الدور الداعم الذى تلعبه تقنية التنقيب عن العمليات فى تغذية مدخل التكلفة على أساس النشاط الموجه بالوقت بكافة بيانات المدخلات التى يحتاجها من سجلات الأحداث من خلال توفير البيانات الفعلية عن الأنشطة والموارد المستنفذة فى أداء تلك الأنشطة.

ومن ناحية أخرى، استهدفت دراسة Chamorro et al (2018) إجراء دراسة مسحية لتطبيق الرقابة التنبؤية للعمليات كأحد المجالات الفرعية لتقنية التنقيب عن العمليات، والتى تهدف إلى توفير كافة المعلومات التى تدعم اتخاذ الإجراءات الاستباقية والتصحيحية اللازمة لتحسين أداء العملية بأكملها. وتوصلت الدراسة إلى أن تطوير آليات للتنبؤ بهذه القيم بُناءً على معالجة وقت تشغيل تدفقات الأحداث المتبادلة بين أنظمة المعلومات المختلفة تساعد فى تقييم أداء عمليات المنشأة من حيث الكفاءة والفعالية، والمساعدة فى تقييم المخاطر، وتوضيح حالات انحراف العملية مع تفسير أسباب حدوث هذه الانحرافات. وهو ما يجده الباحث يتفق تماماً مع دراسة van der Aolst (2012) التى أوضحت أنه يُمكن استخدام التنقيب عن العمليات للدعم التشغيلى من خلال الكشف والتنبؤ والتوصية، ففى اللحظة التى تنحرف فيها الحالة عن العملية المحددة مسبقاً، تتمكن تقنية التنقيب عن العمليات من اكتشاف هذه الانحرافات وإرسال تنبيهات تشير بوجودها، ومن ثَم بناء توصيات تقترح إجراءات معينة للتصحيح، كما أشارت إلى أنه يُمكن الإستفادة من البيانات التاريخية لبناء نماذج تنبؤية تُستخدم فى توجيه عمليات التشغيل والتنبؤ بوقت المعالجة المتبقى للحالة.

وتأكيداً على ماسبق، ومن حيث قدرة تقنية التنقيب عن العمليات على إعادة تصميم العمليات لتقييم دورة حياة المنتج، وتحسين الجودة والإنتاجية. أكدت نتائج دراسات (Siek et al.,2020; Joe et al.,2016; Popov et al.,2020; Ortmeier et al.,2021; Ayzatullova et al.,2015; Gross et al.,2020) على أن الهدف الرئيسى لتقنية التنقيب عن العمليات يتمثل فى انشاء نموذج عملية فعلى من خلال استخدام خوارزميات مناسبة فى اكتشاف العملية تعمل على تحديد المعوقات الرئيسية التى تواجه المستخدمين والتى تتمثل فى تحليل وتقييم الانحرافات عن العملية المخططة، وتحديد الاختناقات فى العمليات، والتخلص من الأنشطة غير المضيفة للقيمة.

كما أنها تعمل على تخفيض متوسط وقت الإنتاجية، ووقت الانتظار بسبب الرؤية الواضحة للاختناقات فى العمليات، والتركيز على استهلاك الطاقة والموارد، وهى تلك الأمور التى قد تكون بمثابة معوقات إعادة تصميم العمليات لتقييم دورة حياة المنتج.

ويخلص الباحث إلى أن التحول الرقمى يجبر المنشآت على إعادة التفكير فى آليات تنفيذ عملياتها لتعزيز قدرتها على الاستجابة والتكيف مع التغيرات المتسارعة، وبما أن معظم مناهج إدارة عمليات المنشأة تواجه قيوداً على عدد العمليات التى يمكن تحسينها فى وقت واحد بسبب تعقد وتنوع العمليات التشغيلية، مما يستدعى قيام المنشآت بإجراء العديد من التغييرات الضرورية فى عملياتها لتتناسب مع تلك التغيرات. لذا يؤكد الباحث على أن تقنية التنقيب عن العمليات لديها القدرة على مراقبة العمليات بشكل واضح وصولاً إلى التفاصيل الصغيرة من سجلات الأحداث مما يعطى نظرة ثاقبة على ما يحدث حقاً على المستوى التشغيلى لتحسين عمليات المنشأة، وبالتالى يتفق الباحث مع نتائج الدراسات السابقة بأن هناك حاجة لتطبيق تقنية التنقيب عن العمليات كتقنية متطورة تتعامل مع ديناميكيات التغير من خلال اكتشاف ونمذجة وتحليل هذه التغييرات لدعم وتحسين العمليات التشغيلية، والحصول على رؤية دقيقة لتنفيذ العمليات فى أى لحظة زمنية أثناء التشغيل، ولقدرتها الفائقة على دعم مرونة العمليات بشكل أفضل من خلال فهم متى ولماذا تصبح تغييرات العملية ضرورية.

٥-٢-٢- المجموعة الثانية: الدراسات التى تناولت دور مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات، والتحديات التى تواجه تطبيقها

تُمثل عمليات المنشأة حجر الزاوية وعنصراً أساسياً عند تطبيق منهجية ستة سيجما. لذا أكدت دراسات (Smetkowska & Mrugalska,2018; Razali et al.,2018; Mateab et al.,2019; Heavey & Murphy,2012; ;Prashar,2014 عنب، ٢٠١٨; شكر، ٢٠٢١; عبيد الله،٢٠١٧) على تزايد طلب المنشآت على تطبيق منهجية ستة سيجما فى الآونة الأخيرة، لما لها من قدرة على دعم المنشأة لفهم أسباب حدوث انحرافات العمليات باستخدام تحليلات السبب والنتيجة، واتخاذ الإجراءات اللازمة لتخفيض الانحرافات التى تحدث فى العمليات المختلفة. وتوصلت النتائج إلى أن تطبيق نموذج DMAIC كأحد طرق تحسين جودة العمليات المستخدمة فى منهجية ستة سيجما، يؤدى إلى تحسين فعالية الاستجابة الكافية للمشاكل الظاهرة، مما يساعد فى الحفاظ على جودة الأداء، وزيادة الإنتاجية، وزيادة الأرباح، وتحسين زمن دورة التسليم، وزيادة رضا

العملاء. وهو ما سعت إليه دراسات (رزق و أبو قاسم، ٢٠١٦ Lv ;Setyabudhi et al.,2019 ; Li,2021 &) من خلال تطبيق منهجية ستة سيجما بالإعتماد على نموذج DMAIC لتحسين جودة منتجات القوالب البلاستيكية والأقراص المدمجة وتحليل انحرافات وعيوب المنتجات. وأكدت النتائج على أن تطبيق منهجية ستة سيجما يجعل لدى المنشأة القدرة على التعامل مع المشاكل الرئيسية التى تواجه إدارة جودة سلسلة التوريد، واتخاذ كافة الإجراءات اللازمة لتحسين العمليات لتحقيق استراتيجية الجودة، وتحسين كفاءة تشغيل سلسلة التوريد، وتحسين القدرة التنافسية للمنشأة. وهو ما يتفق مع نتائج دراسات (عليان و حافظ ، ٢٠١٧; إبراهيم،٢٠١٩; Ouma et al,2015 ;Venkatesh & Sumangala,2018) بأن تطبيق منهجية ستة سيجما يساهم بشكل فعال فى تحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات الصناعية، وتخفيض التكاليف، والوصول إلى أعلى درجات الجودة اللازمة لتحقيق الميزة التنافسية فى القطاع الصناعى.

وفيما يتعلق بالمزايا التى تحققها المنشآت نتيجة تكامل نموذج DMAIC الخاص بمنهجية Six Sigma مع الأساليب والممارسات الأخرى للمحاسبة الإدارية لتحسين جودة العمليات، قامت دراسة Sibalija et al (2016) بإجراء دراسة حالة لعملية تصنيع الحزم الكهربائية من خلال اقتراح تنفيذ كل من إعادة هندسة العمليات Business Process Re-Engineering (BPR) ومنهجية ستة سيجما على بيانات الإنتاج من خلال تحليل بيانات بعض معايير الإنتاج مثل عدد الحزم، والوقت المتوقع لأنشطة هذه العمليات، والبيانات المتعلقة بطبيعة وعدد العيوب المكتشفة أثناء عملية الإنتاج. وتوصلت إلى أن هناك تأثير جوهرى لكل من إعادة هندسة العمليات(BPR) ونموذج DMAIC على أداء العملية وتحسين سرعتها وجودتها، حيث يتم استخدام إعادة هندسة العمليات(BPR) لإعادة تصميم العملية وتغيير سير عمل الأنشطة لتحقيق معدل إنتاج أعلى بُناءً على اقتراحات منهجية ستة سيجما للحلول التى يمكن أن تحقق تحسينات مستمرة للعملية ومن ثَم تحسين جودة المنتجات. كما أضافت دراسة شكر(٢٠٢١) أنه يجب على المنشآت ضرورة الاستفادة من التكامل بين منهجية ستة سيجما وحوكمة الشركات لدعم تنفيذ إعادة هندسة العمليات(BPR)، وتوصلت الدراسة إلى أن منهجية ستة سيجما تعتبر أحد أهم نظم تطوير العمليات الإستراتيجية وتطوير المنتجات والخدمات، فهى منهجية منظمة لها دور فعال فى تصحيح وتحسين الأداء، ودعم جهود التحسين المستمر، فى حين تلعب حوكمة الشركات فى الرقابة وتقييم الأداء، مما يؤثر تكاملهما معاً إيجابياً على إعادة هندسة العمليات.

فى حين استهدفت دراسة Heavey & Murphy (2012) لتطوير إطار يجمع بين القياس المتوازن للإداء ومنهجية ستة سيجما للإستفادة من نقاط القوة والضعف لكلاً منهما، وتوصلت الدراسة إلى أن تمكنت بطاقة القياس المتوازن من تسليط الضوء على المشاكل دون التدخل فى حلها، بينما تتدخل منهجية ستة سيجما فى إيجاد حلول جذرية لهذه المشاكل من خلال قدرتها على إحداث تحسينات يمكن قياسها فى العملية. واتفقت معها دراسة عيد (٢٠١٦) بأن التكامل بين أسلوب بطاقة القياس المتوازن وسيجما ستة واستخدامهما فى تقييم أداء مصلحة الضرائب يحقق لها مستوى الجودة الملائم وانخفاض فى تكلفة الاشراف والرقابة، ويعطى المصلحة تناسقاً بين التوجه الاستراتيجى والتوجه التشغيلى، مما يؤثر إيجابياً على كفاءة وفعالية الأداء. فى حين أكدت دراسة الإيبارى (٢٠١١) على أن عدم توافر المدخلات من البيانات والمعلومات على المستوى التشغيلى بسبب قصور أنظمة التكاليف، وعدم توافر الأدوات والأساليب الكافية والملائمة لتحليل أسباب فجوات الأداء، ومعالجة المشاكل المتعلقة بالعمليات والأداء تعتبر من أهم معوقات التكامل بين النظامين.

كما قامت دراسات (Kholil et al.,2021; Guo et al.,2019; Syaifeolida & Ying,2020) باقتراح نموذج جديد يعتمد على تكامل نموذج DMAIC مع خرائط تدفق القيمة Value Stream Mapping(VSM) لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر بهدف التخلص من الفاقد فى الإنتاج وتخفيض وقت دورة الإنتاج بما يؤثر على زيادة الإنتاجية. فقد توصلت النتائج إلى أن التكامل بين الأسلوبين أدى إلى تحقيق طريقة منظمة لحل المشاكل المتعلقة بالعملية الانتاجية من خلال القدرة على اكتشاف أسباب الفاقد فى العملية الصناعية، الأمر الذى أدى إلى تخفيض وقت دورة الإنتاج، ومن ثَم زيادة كفاءة الطاقة الإنتاجية من ٧٢% إلى ٩٦%. وهو ما اتفق مع دراسة الصغير (٢٠١٦) التى أشارت بأن منهجية ستة سيجما تعتبر منهجية منظمة لحل المشاكل التى ترتبط بالانحرافات فى أداء العمليات، كما أن التكامل بين منهجية ستة سيجما ونظام تكاليف مسار تدفق القيمة لتحقيق التحسين المستمر فى العمليات يدعم بشكل كبير بيئة الإنتاج الخالى من الفاقد. كما استهدفت دراسة عنب (٢٠١٨) تحليل أثر العلاقة بين أسلوب سلسلة القيمة ومنهجية ستة سيجما كأدوات مستحدثة فى إدارة وترشيد التكاليف، وتوصلت النتائج إلى أن تحليل سلسلة القيمة يساعد المنشأة فى ترشيد استخدام مواردها وذلك من خلال تحديد الأنشطة المضيفة وغير المضيفة للقيمة من أجل ترشيد التكاليف وتحقيق الجودة المطلوبة، بينما تساعد منهجية ستة سيجما فى تحديد متطلبات العميل وتحقيق التحسين المستمر فى أداء العمليات، ورقابة وتقييم الأداء.

وفى نفس السياق، اشارت دراسة Jin & Zhao (2010) إلى أن أهم مزايا التكامل بين منهجية ستة سيجما واستراتيجية كايزن للتحسين المستمر تتمثل فى تحقيق هدف الاستجابة السريعة لرغبات واحتياجات العملاء، وأوضحت النتائج أن التكامل بينهما أدى إلى تحسين العمليات والتخلص من الفاقد واكتشاف المشاكل والانحرافات فى العمليات أثناء التشغيل، الأمر الذى أدى إلى تحسين الاستجابة لرغبات العملاء. وهو ما أشارت إليه دراسة Kamble & Kumar (2017) بأن تطبيق منهجية ستة سيجما من خلال نموذج DMAIC ساهم فى تحديد مصادر الانحرافات فى العمليات التشغيلية والتخلص منها لتحسين متغيرات التشغيل واستدامتها، الأمر الذى يؤدى إلى استغلال أفضل للموارد وتخفيض الانحرافات، والحفاظ على جودة مخرجات العملية وهو ما يعتبر من أهم خصائص استراتيجية كايزن للتحسين المستمر. واتفقت معها دراسة Bhargava & Gour (2021) بأن أحد أهم مقومات ومبادئ منهجية ستة سيجما هو فكرة التحسين المستمر التى تنطلق من مبدأ تطوير المعرفة لأبعاد العملية الإدارية والفنية، واتخاذ الإجراءات اللازمة التى من شأنها القضاء على الانحرافات فى العمليات بهدف تحسين الجودة وتحسين الأداء.

وعلى الرغم من المزايا الهائلة التى يُمكن أن تجنيها المنشأة من تطبيق منهجية ستة سيجما، إلا أن تطبيقها يواجه بعض التحديات والمعوقات التى قد تؤثر على فعالية تطبيقها. فقد أوضحت دراسة نور الدين(٢٠١٤) أن من أهم معوقات تطبيق ستة سيجما هو اختلاف الأراء، والمعتقدات، ووجهات النظر الشخصية عند حل المشاكل المتعلقة بتحسين العمليات، وبررت الدراسة ذلك بأنه لكى يتم تحقيق جميع أهداف ستة سيجما فلابد من الاعتماد على نظام معلومات على درجة عالية من الكفاءة يساهم فى دعم ممارسى منهجية ستة سيجما بالمعلومات والإحصائيات والنتائج الفورية والدقيقة لإتمام جميع جوانب العمل خاصة فى ظل وجود عدد كبير من البيانات، وهو ما يجعل هناك قيوداً كثيرة تُعيق أدوات وأساليب تحليل منهجية ستة سيجما لاستهداف مصادر هذه البيانات وأثارها الرقمية وهو ما يتفق تماماً مع دراسات (Kregel et al.,2021; Ramires&Sampaio, 2021; Geffen & Niks,2013). وفى نفس السياق، اشارت نتائج دراسات (رزق و أبو قاسم،٢٠١٦ ; عيد،٢٠١٦ ; عنب، ٢٠١٨ ;عبد الجواد،٢٠١٢; السرحان، ٢٠١٩) إلى أن التطور التكنولوجى يعتبر أحد الركائز الأساسية لمنهجية ستة سيجما، حيث أن من أهم متطلبات نجاح هذه المنهجية هو وجود نظام معلومات فعال يوفر المعلومات للممارسين فى الوقت المناسب لقياس وتحليل العمليات، ووضع الاستراتيجيات المناسبة لتجنب وجود اختلافات، واتخاذ كافة الاجراءات المناسبة للتصحيح.

وإستكمالاً لما سبق، وفيما يتعلق بمدى إمكانية تطبيق منهجية ستة سيجما والعوامل المؤثرة على نجاح تطبيقها، فقد ركزت دراسة إبراهيم (٢٠١٩) على خمس محاور والتى كان من أهمها وجود استراتيجية واضحة للتحسين المستمر لجودة العمليات، وضرورة تطبيق التقنيات الحديثة لتكنولوجيا المعلومات التى تُمكن من تطبيق هذه المنهجية، وأضافت إليها دراسات (Lv & Li,2021; Smetkowska & Mrugalska,2018;Carnerud et al.,2018) أن اهمال المنشآت للجانب التكنولوجى يؤثر بشكل سلبى على نجاح تطبيق كل من منهجية ستة سيجما واستراتيجية كايزن نتيجة عدم توافر بيانات دقيقة وكاملة عن العمليات، حيث تعتبر تكنولوجيا المعلومات الحديثة أحد أهم محددات التحسين المستمر باستراتيجية كايزن، وأن المنشآت التى تستغلها فى برامج التحسين المستمر ستتمكن من القدرة على البقاء والاستمرار فى ظل بيئة الأعمال الحديثة.

بُناءً على ماسبق، يتفق الباحث مع نتائج دراسات هذه المجموعة بأن منهجية ستة سيجما ليس مجرد استراتيجية للتحسين المستمر للعمليات فحسب، بل تعتبر رؤية وهدف للمنشأة للوصول بالعمليات إلى درجة قريبة من الكمال. فنظراً لطابعها الديناميكى تعتبر واحدة من أقوى الأدوات فعالية فى التطوير المستمر والسعى الدائم نحو تحقيق الجودة فى كل مرحلة من مراحل الإنتاج. كما يخلص الباحث من تحليل هذه الدراسات إلى وجود اتفاق فيما بينهم بأن عدم وجود قاعدة بيانات كاملة عن العمليات يعتبر من أهم التحديات التى قد تعيق فعالية تطبيق منهجية ستة سيجما خاصة فى ظل التطورات التى تشهدها بيئة التصنيع الحديثة، مما يستدعى ضرورة البحث عن تقنية متطورة يُمكن من خلالها استخراج الحقائق والمعرفة من سجلات الأحداث المتاحة فى أنظمة المعلومات الموجودة بالمنشأة لدعم ممارسى منهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجة كايزن للتحسين المستمر لعمليات المنشأة من خلال تحليل وعرض تسلسل تنفيذ خطوات العملية، ومسارات الاتصال، وقواعد القرار والمعالجة، والسماح بتحليل البيانات التاريخية فى إطار زمنى محدد، وقياس التدفق الحقيقى للعملية.

٥-٢-٣- المجموعة الثالثة: الدراسات التى تناولت دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن

أوضحت معظم دراسات المجموعة الثانية قدرة منهجية ستة سيجما على تحسين العمليات من خلال القياس الإحصائى لتحديد التغييرات فى أداء العملية. وتوصل الباحث بُناءً على تحليل هذه الدراسات إلى وجود تحديات ومعوقات تواجه نجاح تطبيق هذه المنهجية. لعل من أهمها، ما يتعلق

بمدى دقة وصحة المعلومات والإحصائيات عن العمليات. فقد أكدت دراسات (Dogan & gurcan,2018; Graafmans et al.,2021; Kollenburg & Wouters,2019; Kregel et al.,2021) على أنه عادةً، ما يتم جمع البيانات المستخدمة لمثل هذه التحليلات يدوياً من خلال تصميم التجارب أو وضع الفرضيات مما يجعلها مسعى مكلفاً. لذا اقترحت دراسة Graafmans et al (2021) تطوير دليل إرشادى لتشجيع المنشآت على استخدام تقنية التنقيب عن العمليات لدعم مراحل تحسين العملية فى نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما، بغرض تحقيق التكامل بين المراحل المختلفة لنموذج DMAIC بستة سيجما وتقنية التنقيب عن العمليات لتحقيق التحسين المستمر للعمليات. وتوصلت الدراسة إلى أن تقنية التنقيب عن العمليات يُمكنها دعم ممارسى منهجية ستة سيجما بوجهات نظر وأدوات جديدة للعثور على الأسباب الجذرية للمشاكل بصورة سريعة ومفصلة، وأن التكامل بينهما يؤدى إلى زيادة كفاءة وفعالية جهود التحسين المستمر للعمليات. وهو ما اتفق مع نتائج دراسة Kregel et al (2021) التى أكدت على ضرورة دمج تقنية التنقيب عن العمليات فى المراحل المختلفة لنموذج DMAIC للوصول إلى صورة كاملة للعملية لتحديد الاختناقات المحتملة فى العمليات وتصورها فى نماذج العملية التى تم إنشاؤها.

وفى نفس السياق، ناقشت دراسة Kollenburg & Wouters (2018) مزايا تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات لأغراض التحسين المستمر والمستدام، واقترحت تطبيق هذه التقنية فى كل مرحلة من مراحل نموذج DMAIC. وتوصلت الدراسة إلى أنه يمكن اختيار مشروع التحسين فى مرحلة التحديد (Define) بُناءً على بيانات العمليات الحقيقية التى توفرها تقنية التنقيب عن العمليات، وبالإنتقال إلى مرحلة القياس (Measure) يتم قياس أداء العملية الحالية اعتماداً على جودة مخرجات تقنية التنقيب عن العمليات مما يُمكن ممارسى منهجية ستة سيجما من القيام بوظيفة القياس بشكل أسرع مقارنة بالأساليب التقليدية للقياس، ثم بعد ذلك تقوم تقنية التنقيب عن العمليات بُناءً على المعلومات التى تم قياسها فى مرحلة القياس بتحليل سريع وقائم على الحقائق للعمليات فى مرحلة التحليل (Analyze). واستنادًا إلى بيانات العملية الحقيقية مع التحسينات المقترحة يتمكن المستخدمين خلال مرحلة التحسين (Improve) من محاكاة الوضع المستقبلي، وتوضيح الأثار الحقيقية للتحسين على العملية. وأخيراً فى مرحلة الرقابة (Control) يتم استخدام تقنية التنقيب عن العمليات في إدارة العمليات اليومية للحفاظ على ورقابة التحسينات بشكل مستدام.

وبشكل أكثر تحديداً، أوضحت دراسة Dogan & Gurcan (2018) أن ما يقرب من ٩٥% من مشروعات ستة سيجما تتبع نموذج DMAIC باعتباره طريقة منظمة تساعد فى حل المشاكل

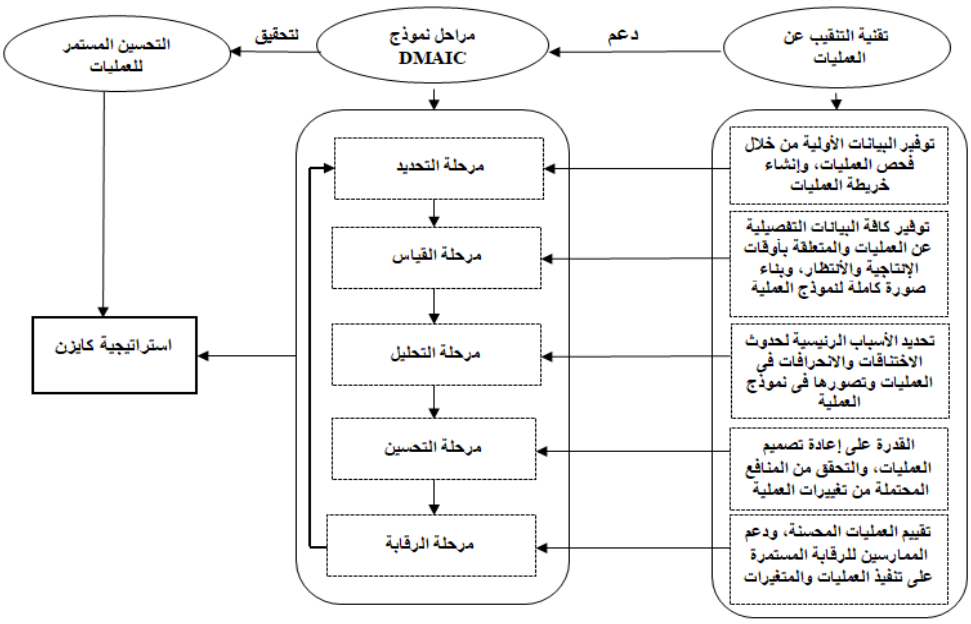
الحالية، ورؤية الفرص المستقبلية، وهو ما يراه الباحث يتفق مع معظم نتائج دراسات المجموعة الثانية. وبُناءً عليه، استهدفت الدراسة تقديم دليل يسمح بتطبيق تقنية التنقيب عن العمليات فى المراحل المختلفة لنموذج DMAIC لاتخاذ قرارات فعالة بشأن تحسين العمليات. وتوصلت النتائج إلى أن النوع الأول من تقنية التنقيب عن العمليات والذى يتمثل فى تقنية الاكتشاف (Discovery) يحقق العديد من المزايا فى مرحلتى التحديد والتحليل بنموذج DMAIC، وتعتبر تقنية فحص المطابقة (Conformance Checking) قابلة للتطبيق فى مرحلتى القياس والرقابة، كما اقترحت النتائج استخدام تقنية التحسين (Enhancement) فى مرحلة التحسين. وعلى غرار الدراسة السابقة، ناقشت دراسة Boersma et al (2019) كيف يمكن استخدام تقنية التنقيب عن العمليات فى نموذج DMAIC. وتوصلت النتائج إلى أن استخدام تقنية فحص المطابقة يحقق العديد من المزايا فى مرحلة التحليل من خلال التحقق من مدى توافق العمليات الحالية للإرشادات الداخلية والخارجية. كما اشارت النتائج بضرورة استخدام تقنية التحسين فى مرحلة الرقابة لإثراء نموذج العملية المكتشفة بمنظورات إضافية مثل الوقت، والتكلفة، واستخدام الموارد، للتحقق من الالتزام بالعمليات المُحسنة وتحديد الانحرافات.

ويرى الباحث أن الدراسات التى تم تناولها والخاصة بكل من منهجية ستة سيجما وتقنية التنقيب عن العمليات تحقق وتدعم بشكل كبير متطلبات نجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر، حيث أشارت دراسات (Abdulmouti 2018; Midor,2020; Amri,2014) بأن أهم ما تسعى إليه استراتيجية كايزن للتحسين المستمر هو تطبيق كافة التقنيات والوسائل التى من شأنها مراقبة العمليات الحالية، والتعرف على المشاكل المتعلقة بالعمليات وتقديم اقتراحات لحلها، والتركيز على الاستغلال الأمثل للموارد، والتخلص من العمليات غير الضرورية. وهو ما يتفق مع نتائج دراسة Ouma et al (2015) بأن منهجية كايزن تهدف بصفة أساسية لقياس وتحليل وتحسين العمليات بصورة مستمرة لتحقيق التحسين المستدام من خلال سعيها المستمر للتخلص من الفاقد فى الإنتاج، والأنشطة غير المضيفة للقيمة، واتخاذ كافة الإجراءات التصحيحية، والتخلص من جميع المشاكل المتعلقة بجودة المنتجات والخدمات. واضافت إليهم دراسة singh et al (2020) بأن تطبيق متطلبات استراتيجية كايزن بشكل صحيح يؤدى إلى تخفيض التكاليف، وتحسين جودة المنتجات والخدمات، وتحقيق متطلبات العملاء، مما يساهم بشكل كبير فى تحقيق العديد من المزايا التنافسية.

كما يرى الباحث أن الدراسات السابقة أكدت على أن هناك تحديات تواجه منهجية ستة سيجما لتحقيق متطلبات نجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر متمثلة فى مدى فعالية الأدوات اللازمة

لتشخيص المشاكل التى تراقب السلوك الديناميكى للعمليات، حيث يحتاج تشخيص هذه المشاكل إلى تحديد واستكشاف العلاقة السببية بين الأنشطة، وهى الوظيفة التى تواجه تحديات كبيرة فى منهجية ستة سيجما بسبب التعامل مع العديد من العمليات المعقدة وغير المنظمة، وهو ما يستدعى الحاجة إلى تطبيق إطار مقترح يستهدف مدى فعالية تقنية التنقيب عن العمليات فى تجاوز أوجه القصور التى تعانى منها منهجية ستة سيجما وانعكاس ذلك على نجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر.

ويخلص الباحث من تحليل الدراسات السابقة إلى أن نمو العالم الرقمى الذى يتماشى مع العمليات داخل المنشأة يجعل من الممكن تسجيل الأحداث وتحليلها بما يُمثل التحدى فى استغلال بيانات الأحداث لتقديم رؤى، وتحديد الاختناقات والانحرافات فى العمليات، وتوقع المشاكل، وتبسيط العمليات، وتقديم التوصيات والاقتراحات بشأن الإجراءات المعالجة لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر. الأمر الذى يجعل هناك اتفاق ما بين الدراسات على أن تقنية التنقيب عن العمليات تعتبر تقنية مثيرة للاهتمام تسعى إلى تقديم إرشادات منظمة لممارسى منهجية ستة سيجما من خلال توسيع إجراءات التشغيل القياسية القائمة على نموذج DMAIC، مما يساعدهم فى توفير فهم ثرى للعمليات من خلال رسم خرائط ديناميكية للعمليات وتحليلها بطريقة آلية للمساهمة فى التغلب على قيود طرق تخطيط وتحليل العمليات الحالية، واستغلال الإمكانات غير المستغلة التى من شأنها تعمل على إعادة تصميم العمليات، والتركيز على الأنشطة المضيفة للقيمة، وتحسين الإنتاجية، وذلك من خلال القدرة على ربط البيانات بعلوم العمليات. وهو ما اعتبره الباحث مبرراً قوياً لتقديم الإطار المقترح بالشكل رقم (٢) التالى، والذى يوضح دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق التحسين المستمر للعمليات التى تسعى إليه استراتيجية كايزن.



شكل ٢: إطار مقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن

المصدر: إعداد الباحث

وبناءً عليه، يؤكد الباحث على أن تقنية التنقيب عن العمليات لا تحل محل أساليب وممارسات المحاسبة الإدارية لتحسين جودة العمليات بصفة عامة، ومنهجية ستة سيجما واستراتيجية كايزن بصفة خاصة، وإنما هى تقنية حديثة وأداة فعالة قادرة على دعم هذه الأساليب من خلال القدرة على التمكن من فهم العملية ونمذجتها، وإعادة تصميم العمليات بما يساهم فى زيادة كفاءة وفعالية عملية التحسين المستمر للعمليات. وبتحليل وتقييم الدراسات السابقة ذات الشأن منهجياً اتضح اعتماد غالبيتها على منهج دراسة الحالة والذى يستخدم غالباً لاستكشاف وتقييم التقنيات الحديثة. فى حين أن اهتمام البحوث والدراسات الأجنبية المتزايد بدراسة دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما لما لها من أهمية كبيرة فى بيئة التصنيع الحديثة. وهو ما يدعم توجه الباحث لاستكشاف هذه العلاقة فى بيئة الممارسة المحاسبية والأعمال المصرية، علاوة على ندرة البحوث فى هذا الصدد. وفيما يتعلق بالفترة الزمنية التى أجريت فيها هذه الدراسات، يتضح أنها قد أجريت بداية من عام ٢٠١٨، الأمر الذى يؤكد على حداثة هذه التقنية وأهمية دراستها.

ومن هذا المنطلق تحاول الدراسة الإجابة على تساؤل البحث التالى:

كيف يمكن استخدام تقنية التنقيب عن العمليات لدعم نموذج DMAIC الخاص بمنهجية Six Sigma لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن؟.

٥-٣- منهجية البحث

تطرق البحث فى شقه النظرى إلى وضع إطار مقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن، وقد أثار البحث تساؤل هام حول دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات، وهو ما يسعى الباحث لاستكشافه من خلال إجراء دراسة حالة لبيان مدى ملائمة الإطار المقترح للتطبيق، والإجابة على تساؤل البحث وذلك قياساً على دراسات (Graafmans et al.,2021; Kregel et al.,2021; Schuh et al.,2020b; Gross et al.,2020)، وسوف يعرض الباحث كل من: الهدف من دراسة الحالة، اختيار المنشأة محل الدراسة، طرق جمع البيانات، توصيف المنشأة محل الدراسة، نطاق الدراسة، خطوات تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات على المنشأة محل الدراسة، تحليل مخرجات تقنية التنقيب عن العمليات، تقييم دراسة الحالة.

٥-٣-١- الهدف من دراسة الحالة

اختار الباحث أسلوب دراسة الحالة الذى يجمع بين خاصيتى الشمول والتفصيل مما يعنى أن يسمح باستيعاب كافة الجوانب المختلفة لمجال التطبيق، ويسمح فى ذات الوقت بدرجة مناسبة من التحليل التفصيلى لتحقيق إمكانية التطبيق، وقد قام الباحث بدراسة تجريبية تحاول تقديم دليل عملى يوضح مدى ملائمة الإطار المقترح الخاص بدعم تقنية التنقيب عن العمليات لممارسى منهجية ستة سيجما فى تحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات للتطبيق.

٥-٣-٢- اختيار المنشأة محل الدراسة

فى سبيل تحقيق هدف البحث، والمتمثل فى تحديد إمكانية تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات لدعم منهجية ستة سيجما فى تحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر. فقد تم الاعتماد على صناعة البتروكيماويات باعتبارها من الصناعات الإستراتيجية التى تحتاج إلى الإلتزام بالمعايير القياسية لمتطلبات الجودة وذلك لتحقيق أعلى درجات الكفاءة فى الإنتاج، كما أنها تتطلب تطبيق تكنولوجيا معلومات متطورة لمواكبة تحديات بيئة التصنيع العالمية، ومن ثَم تم اختيار واحدة من الشركات المساهمة المصرية الرائدة فى صناعة البتروكيماويات المصرية بمحافظة الأسكندرية

كمجال للتطبيق، نظراً لإعتمادها على منهجية ستة سيجما والإدارة الرشيقة، وحرصها الدائم على الإلتزام بالتحسين المستمر للإداء باتباع المنهجيات التى ترتقى إلى الاستدامة والفعالية فى جميع قطاعات العمل بها بهدف تحسين جميع العمليات سواء الإنتاجية أو الإدارية، ولتعاونها مع الباحث لتحقيق أهداف البحث.

٥-٣-٣- طرق جمع البيانات

وفي هذا يمكن التفرقة بين عملية تجميع البيانات على مستوى المنشأة ككل وبين التحليل الأكثر تفصيلاً بالنسبة لبيانات قسم شكاوى العملاء الذي يحدد مركز نطاق التطبيق من ناحية أخرى.

على مستوى المنشأة، اعتمد الباحث على نظام المعلومات الموجود بالمنشأة بصفة أساسية. وكان على الباحث ان يلجأ في كثير من الأحيان إلى إعادة فحص وترتيب وتسجيل بيانات الشكاوى، كما تم إجراء أكثر من جلسة من جلسات العصف الذهنى مع أحد خبراء ستة سيجما بالمنشأة والحاصل على الحزام الأسود الرئيسى، ولديه خبرة كبيرة فى تحليل العمليات، وإجراء بعض المقابلات الشخصية مع مدير مشروعات ستة سيجما، وثلاثة من ممارسى ستة سيجما، ومدرب معتمد بالمنشأة على مشروعات ستة سيجما، وأحد موظفى تكنولوجيا المعلومات بالمنشأة لمناقشة وتوضيح منافع ومزايا تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم ممارسات ستة سيجما لتحقيق استراتيجية المنشأة نحو التحسين المستمر للعمليات.

على مستوى قسم شكاوى العملاء، تم إجراء مقابلات مع موظفى قسم شكاوى العملاء بالإدارة العامة للجودة للحصول على بيانات تفصيلية عن شكاوى العملاء، وكيفية تلقيها، والإجراءات والخطوات المتبعة لمعالجتها والرد عليها، ومسار العمليات التى تمر بها وتوقيتاتها لاستكمال وتعميق التحليل تفصيلاً بالنسبة لقسم شكاوى العملاء خلال الفترة من ١ يناير ٢٠٢٠ حتى ٣١ ديسمبر ٢٠٢٠.

٥-٣-٤- توصيف المنشأة محل الدراسة

من حيث الشكل القانونى للمنشأة، تعتبر المنشأة محل الدراسة واحدة من أكبر المنشآت المساهمة المصرية الرائدة فى إقامة صناعة متكاملة للبتروكيماويات والتى تم تأسيسها فى ١٦ نوفمبر من عام ١٩٩٧ تحت مظلة قانون الاستثمار المصري ضمن استراتجية وزارة البترول المصرية في إقامة صناعة متكاملة للبتروكيماويات، ويبلغ رأس المال المرخص به ٥١٠٠ مليون جنيه مصري ورأس المال المصدر ١٠٥٠ مليون جنيه مصري.

من حيث توصيف طبيعة عمل المنشأة، فهى تعمل فى انتاج البتروكيماويات الأساسية والوسيطة والنهائية مثل الإيثيلين، والبولى إيثيلين، والبيوتين، وغاز البوتجاز، بالإضافة إلى وحدات المرافق والتسهيلات التى تلعب دوراً حيوياً فى العملية الانتاجية لمصانع الايثيلين والبولى ايثيلين وامدادهما بالطاقة اللازمة لتغطية احتياجات المشروعات الإنتاجية بالمنشأة. كما أنها تسعى دائماً نحو انتاج وتسويق منتجات بتروكيماويات عالية الجودة عن طريق التكامل بين العاملين المهرة واستخدام تكنولوجيات الأعمال الحديثة وأنظمة عمل متطورة بهدف تحقيق التحسين والنمو المستمر.

وفيما يتعلق بدور منظومة الجودة في المنشأة وحرصها على تحقيق الأهداف الإستراتيجية، فقد حصلت المنشأة على شهادة الموائمة مع المواصفة العالمية الأيزو ٩٠٠١ والأيزو ٥٠٠٠١ ، كما قامت الإدارة العامة للجودة بالدراسة والبحث والمقارنة مع الشركات العالمية الرائدة بمجال الصناعة بغرض تحديث منظومة الجودة حتى توصلت إلي أكثر أساليب ومنهجيات الجودة الحديثة ملائمةً لطبيعة العمليات الصناعية والإدارية داخل المنشأة وكان انطلاق شرارة البدء في تطبيق منهجية ستة سيجما والإدارة الرشيقة في عام ٢٠١٠، حيث سعت المنشأة منذ ذلك التاريخ لانجاح تطبيق منهجية ستة سيجما من خلال اعداد كوادر متميزة من العاملين بالإدارة العامة للجودة، حيث نجحوا في الحصول على شهادة الحزام الأسود المعتمدة من اتحاد الجودة العالمي بالولايات المتحدة، وحصول عدد يزيد عن ستين عامل على شهادة الحزام الأخضر معتمدة من جهات متميزة محلياً وعالمياً، ثم قامت الإدارة العامة للجودة بتأهيل عدد يقرب من مائتين وخمسين عاملاً تلقوا البرنامج التدريبي الخاص بالحزام الأصفر داخلياً بالمنشأة. وبالتالى اعتبرت المنشأة تدريب وتأهيل العاملين على درجات المهارة المختلفة الخاصة بمنهجية ستة سيجما وفقاً للمعايير العالمية لتلك المنهجية بمثابة حجر الزاوية للتطبيق الناجح الذي ظهر في تنفيذ العديد من مشروعات التحسين.

٥-٣-٥- نطاق الدراسة

لتطبيق تقنية التنقيب عن العمليات اختار الباحث تحديداً قسم شكاوى العملاء بقطاع الإدارة العامة للجودة لفحص الأنشطة والعمليات التى تمر بها شكاوى العملاء بداخل هذا القطاع، كنموذج عملي للتطبيق في محاوله لأعداد صيغة إجرائية بهدف التحسين المستمر لعمليات هذا القسم يُقاس عليها ما يمكن أن يطبق في القطاعات الأخرى بالمنشأة.

وقد كان تقدير الباحث أن المساحة المتاحة لهذه الدراسة لا تسمح بالتطبيق الكامل على جميع عمليات قطاعات المنشأة، وقد يكون ضمن أسباب اختيار قسم شكاوى العملاء أنه قد اتضح للباحث

فى مرحلة جمع البيانات امكانية تعاون العاملين بهذا القسم بالقدر الذي يسمح بالحصول على بيانات التطبيق.

٥-٣-٦- خطوات تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات على المنشأة محل الدراسة

بناءً على المقابلات التم تم إجراؤها، قام الباحث بشرح الفوائد المحتملة لتقنية التنقيب عن العمليات فى دعم فى كل مرحلة من مراحل نموذج DMAIC باعتبارها المنهجية الواقعية المستخدمة فى مشروعات التحسين من قبل ممارسى ستة سيجما من أجل توجيه الممارسين بشكل فعال لتطبيقها، ولجعل هذه التقنية بمثابة أداة تكميلية وداعمة لممارسات ستة سيجما لتحسين عمليات المنشأة ولتحقيق أهداف استراتيجية كايزن للتحسين المستمر. حيث تم الاتفاق على تطبيق هذه التقنية على قسم شكاوى العملاء بالإدارة العامة للجودة فى محاولة لاسكتشاف تأخير موظفى هذا القسم فى الرد على شكاوى العملاء، ولمدى الأهمية النسبية لهذه الشكاوى من حيث علاقتها بالعملية الانتاجية، وهو ما اعتبره الباحث فرصة جيدة لمحاولة التطبيق العملى لتقنية التنقيب عن العمليات لدعم ممارسات ستة سيجما فى اكتشاف أنشطة وعمليات هذا القسم، وتوفير المعلومات اللازمة لحل المشاكل المتعلقة به بشكل أسرع، وتحليل هذه المعلومات وتفسيرها للممارسين والمستخدمين. ومن أجل تحقيق ذلك، قام الباحث باتباع الخطوات والإجراءات التالية:

الخطوة الأولى: قام الباحث فى المقام الأول بتحديد الأسئلة التى يجب أن تهدف وتركز تقنية التنقيب عن العمليات على توفير إجابات موضوعية لها، والتى تتركز فى ماهية العمليات والأنشطة التى تمت بشكل فعلى لمعالجة والرد على شكاوى العملاء؟، وهل يوجد اختلاف بين نموذج العمليات والأنشطة المقترح وبين العمليات والأنشطة التى تم أداؤها بالفعل؟، وإن كان هناك اختلاف فما هى أسبابه؟، وفقاً لما اشارت إليه دراسات (Garcia et al.,2019; Osman & Ghiran,2019; Dzihni et al.,2019; Markovska & Kabaivanov,2020)، وفيما أكدت عليه أيضاً دراسة Chemingui et al (2019) بأهمية وضرورة وضع أسئلة استرشادية لإجراء تفسير هادف لنماذج العملية المكتشفة.

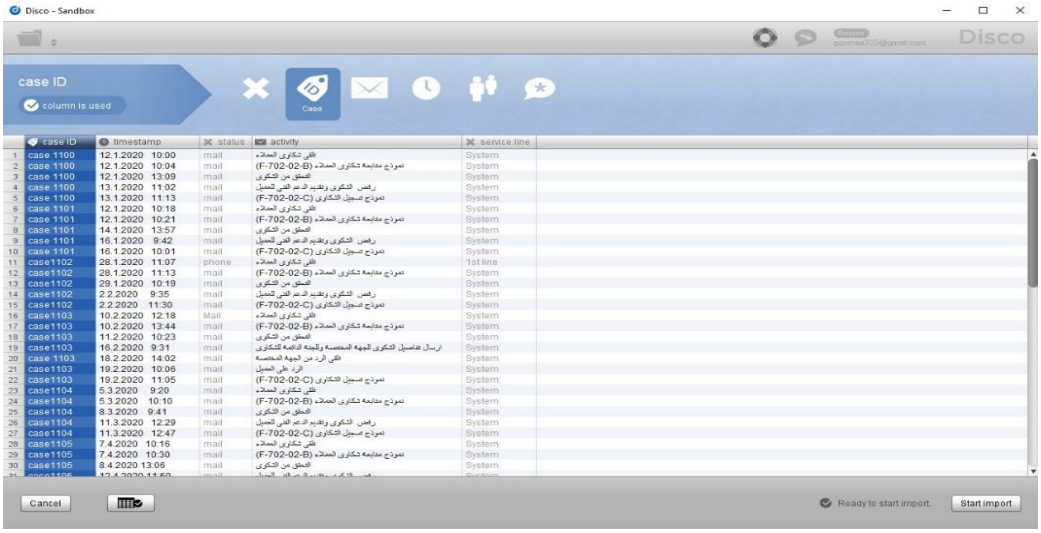
الخطوة الثانية: ركز الباحث فى هذه الخطوة على ضرورة اعداد البيانات المتعلقة بشكاوى العملاء لأغراض التنقيب عن العمليات والتى تمر بثلاث مراحل وهم: التحقق من البيانات، ثم معالجتها، ثم استخراج البيانات المتعلقة بشكاوى العملاء والتى توضح تفاصيل الأنشطة التى تمر بها كل شكوى من البرنامج الخاص بتسجيل الشكاوى ودراسات طلبات الحالة على شبكة المعلومات الداخلية للمنشأة، واللازمة لبناء سجل الأحداث الذى يعتبر بمثابة المدخل الأساسى لعملية التنقيب وفقاً لما أشارت إليه دراسات (Graafmans et al.,2021; Van der aloast,2012; Popov et

al.,2020; Ortmeier et al.,2021; Roldán et al.,2019; Osman & Ghiran,2019; Knoll et al.,2019; Elhadjamoi & Ghannouchi,2019)، وبما يتفق مع هذه الدراسات على أن سجلات الأحداث تعتبر بمثابة نقطة الانطلاق لبداية عمل تقنية التنقيب عن العمليات.

الخطوة الثالثة: قام الباحث بتحميل برنامج Disco للتنقيب عن العمليات باعتباره أحد البرمجيات الهامة فى مجال التنقيب عن العمليات وتحليلها، والذى يمكنه التعامل مع سجلات الأحداث الكبيرة والنماذج المعقدة، والجدير بالذكر أنه تم تصميم برمجيات Disco عام ٢٠٠٩ من قبل مجموعة من الخبراء والأكاديميين بالجامعة التقنية بأيندهوفن، والذين يتمتعون بخبرة كبيرة فى مجال تنقيب وتحليل العمليات، فهو عبارة عن مزيج من المنطق الضبابى Fuzzy Logic والخبرات المكتسبة من الممارسات العملية فى مجال تنقيب العمليات بالإضافة إلى مجموعة من مقاييس العملية واستراتيجيات النمذجة. ومن ثَم، يعتبر برنامج Disco أول خوارزمية تنقيب تقدم تصوراً كاملاً للعمليات بنسة ١٠٠%، كما يتميز بقدرته الفائقة على إنشاء خريطة للعمليات تتضمن جميع المسارات الرئيسية لتدفق الأنشطة والعمليات، مع توفير جميع البيانات الإحصائية والمتغيرات المتعلقة بتلك العمليات. وقد أعتمد الباحث على برنامج Disco نظراً لتميزه عن البرمجيات الأخرى فيما يتعلق بسهولة الاستخدام والتشغيل، ودقة ووضوح مخرجات البرنامج من خلال الحصول على نموذج للعملية دقيق جداً يحتوى على كثير من البيانات المعقدة، كما أنه يتميز بالكفاءة فى الأداء من خلال قدرته على انشاء خريطة للعمليات، وتوفير جميع المعلومات المتعلقة بتلك العمليات فى أقل من ثوانى. فبمجرد إدخال البيانات المتعلقة بالعمليات التى يتطلبها البرنامج مثل معرف الحالة (Case ID)، والتسلسل الزمنى (Time stamp) وليكن وقت بدء العملية أو الحدث، والأنشطة والإجراءات التى تم اتباعها (Activity)، والمستخدم المنفذ للإجراء، وإضافة أى سمات أخرى تتضمنها العملية، يُمكن للمستخدم الحصول على نموذج مثالى للعملية من خلال الحصول على خريطة كاملة للعمليات تتضمن جميع المعلومات المتعلقة بتلك العمليات Günther & Rozinat (2012).

الخطوة الرابعة: قام الباحث بعد ذلك بتجهيز وتنسيق وتهيئة البيانات بحيث تتضمن أهم متطلبات عملية التنقيب والتى يجب أن تشتمل على معرف الحالة (Case ID)، والتسلسل الزمنى (Time stamp)، والأنشطة (Activity)، ثم استيراد هذه البيانات فى التنسيق المناسب (XES) أو (XSLS) لتتناسب مع متطلبات برنامج Disco كأحد برمجيات التنقيب عن العمليات على عدد ١٢ شكوى من شكاوى عملاء المنشأة والتى تم استقبالها خلال الفترة من ٢٠٢٠/١/١ حتى

٢٠٢٠/١٢/٣١، وفيما يلى الشكل رقم (٣) التالى الذى يُمثل بيانات سجل الأحداث الخاص بشكاوى العملاء.



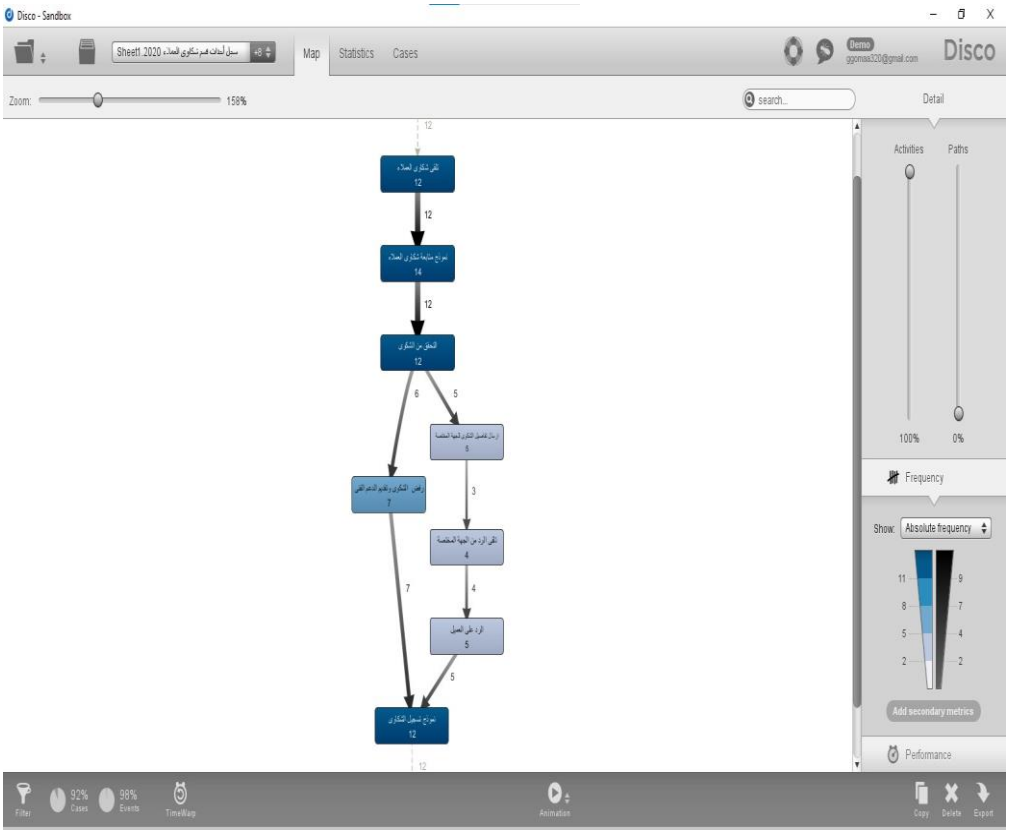
شكل ٣: الشاشة الخاصة بسجل الأحداث الخاص بشكاوى العملاء

المصدر: إعداد الباحث لمتطلبات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

٥-٣-٧- تحليل مخرجات تقنية التنقيب عن العمليات

٥-٣-٧-١- تحليل المخرجات الخاصة بخريطة العمليات (Map)

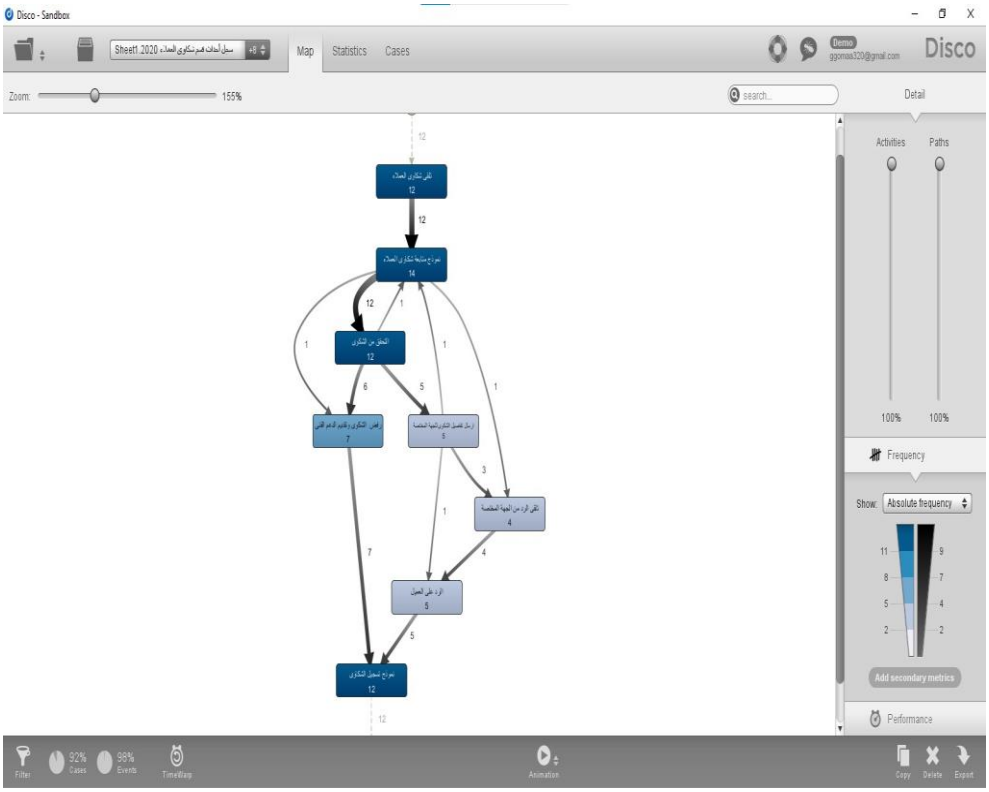
بناءً على البيانات التى تم إدخالها لبرنامج Disco، وظهور سجل الأحداث كما أتضح بالشكل رقم (٣) السابق، يتم بعد ذلك الضغط على أيقونة Start Import أسفل يمين الشاشة والتى من خلالها يتم الحصول على أولى مخرجات تقنية التنقيب عن العمليات والتى تُظهر خريطة العمليات على أساس مسارات الأنشطة كما يتضح بالشكل رقم (٤) التالى، والتى تُظهر التدفق الرئيسى للعمليات من خلال تسلسل جميع الأنشطة التى يمر بها قسم شكاوى العملاء بداية من تلقى شكاوى العملاء وإنتهاءً بنموذج تسجيل الشكوى. وبالنظر لأول مسار بخريطة العمليات يظهر لنا عدد الشكاوى التى تم تلقيها بالفعل خلال عام ٢٠٢٠ والبالغ عددهم ١٢ شكوى وهو ما يؤكد على دقة مخرجات هذه التقنية. وعليه، يرى الباحث أن بضغطة زر واحدة يُمكن انشاء خريطة موضوعية توضح للممارسين كيف تسير العملية بشكل فعلى من خلال توضيح التسلسل المثالى والمنتظم للعملية الفعلية، كما وجد الباحث أن خريطة العمليات على أساس الأنشطة بالشكل رقم (٤) التالى ساهمت فى اظهار جميع الأحداث والحالات والتفاصيل التى لا يمكن رؤيتها فى ظل طرق التحليل التقليدية.



شكل ٤: خريطة العمليات بُناءً على مسارات الأنشطة

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

وفيما يتعلق بمدى دقة وفعالية تقنية التنقيب عن العمليات فى توفير جميع المعلومات المتعلقة بالعمليات، نجد أن الشكل رقم (٤) السابق يوضح تكرارات حدوث كل نشاط من الأنشطة والتى يُمكن رؤيتها من خلال المسارات الواقعة بين الأنشطة لتوضيح عمليات التدفق بينهما، ولكن لاحظ الباحث أن عدد تكرارات نشاط تلقى شكاوى العملاء ١٢ تكرار فقط وهو مايشير إلى عدد الشكاوى التى تم تلقيها بالفعل من العملاء، ولكن عندما تم الانتقال إلى النشاط الثانى المختص بنموذج متابعة الشكاوى، وجد الباحث أن عدد التكرارات عند هذا النشاط أصبح ١٤ تكرار، وهو ما يشير إلى حدوث إعادة بالعمل عند هذا النشاط وهذا ما سيتم توضيحه من خلال الشكل رقم (٥) التالى والذى يُظهر لنا خريطة العمليات على أساس مسارات الأنشطة والعمليات لتوضيح مسارات التدفقات الأخرى للعمليات التى لا يتم اظهارها فى خريطة العمليات على أساس الأنشطة، وبمجرد القيام بفتح زر Paths أعلى يمين الشاشة السابقة يمكننا الحصول على جميع المسارات الممكنة للعمليات المتدفقة للقيام بتنفيذ أنشطة شكاوى العملاء كما يتضح من خلال الشكل رقم (٥) التالى.



شكل ٥: خريطة العمليات بناءً على مسارات الأنشطة والعمليات

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

أوضحت خريطة العمليات بالشكل رقم (٥) السابق قدرة تقنية التنقيب عن العمليات على اكتشاف العملية بالكامل، من خلال قدرتها الفائقة على رؤية وتحديد جميع الحلقات (Loops) والتكرارات فى العمليات والتى تساهم فى تأخير وقت تنفيذ الأنشطة وحدوث الاختناقات مما يجعل النشاط أو العملية بمثابة قيد أو مركز اختناق على المنشأة، حيث أظهرت هذه الخريطة الحلقات والتكرارات فى العمليات المتدفقة لتنفيذ عمل الأنشطة على شكل مسارات تسير فى اتجاه عكسى لتدفق مسار العملية على نفس النشاط، وهو ما حدث فى نشاطى التحقق من الشكوى، وارسال تفاصيل الشكوى للجهة المختصة. كما اتضح لنا بُناءً على الإجراءات والأنشطة التى تمر بها شكاوى العملاء أن نشاط نموذج متابعة الشكوى يعتبر بمثابة نشاط الزامى ويتبعه نشاط التحقق من الشكوى، ويجب أن تكون عدد تكراراته ١٢ تكرار وفقاً لعدد الشكاوى التى تم تلقيها من العملاء، ولكن ما تم ملاحظته من خلال خريطة العمليات أن هذا النشاط أصبح عدد تكراراته ١٤ تكرار، وهو ما تم تفسيره بأن هناك حالتين تم إعادتهم إلى نشاط نموذج متابعة شكاوى العملاء وتكرار

العمل عنده مرة أخرى، فقد تم رؤية التكرار الأول من خلال المسار المتجه عكسياً من نشاط التحقق من الشكوى إلى نموذج متابعة شكاوى العملاء، وتم رصد التكرار الثانى من خلال المسار المتجه عكسياً من نشاط إرسال تفاصيل الشكوى إلى الجهة المختصة إلى نموذج متابعة شكاوى العملاء، وهو ما يؤكد على مساهمة تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم الممارسين فى تحديد المشاكل المتعلقة بالانحرافات والتكرارات بسهولة، والتركيز على هذه الحالات واجراء ما يلزم لتحسينها.

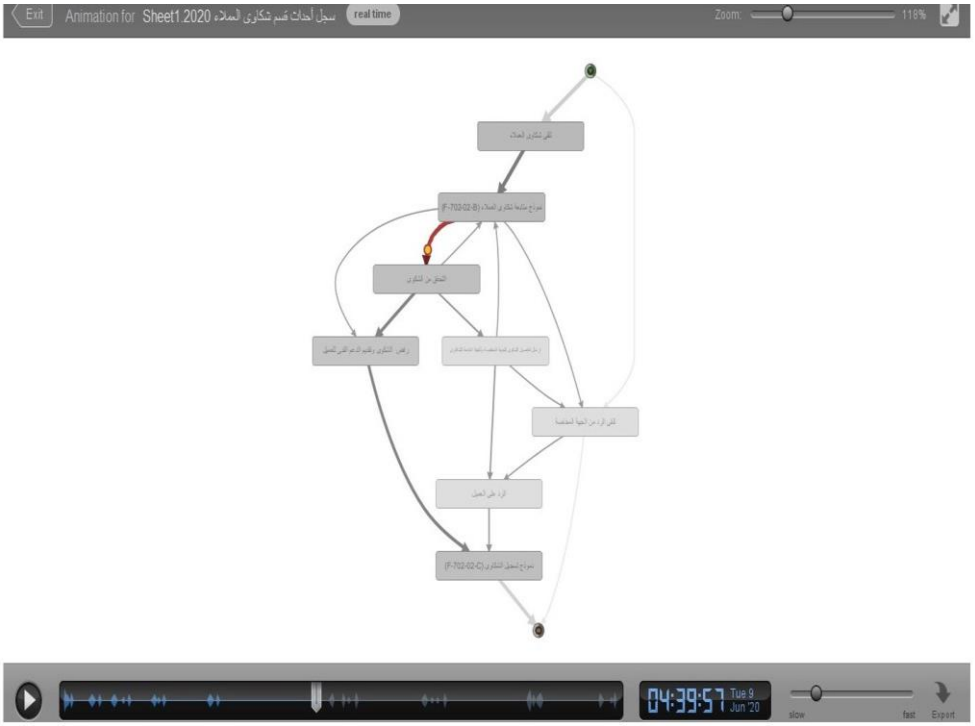
ويتضح للباحث من خلال اكتشاف العمليات بُناءً على خريطة العمليات بالشكل رقم (٥) السابق أن العمليات الحقيقية معقدة للغاية، وغالباً ما لا يستطيع المستخدمين النظر إلى كل هذه التفاصيل باستخدام الطرق التقليدية للاختبار والتحليل، وهو ما يميز خوارزميات التنقيب عن العمليات ومدى قدرتها على التعامل مع تعقد العمليات، وهو ما يتفق مع دراسات (Siek et al.,2020; Joe et al.,2016; Popov et al.,2020; Ortmeier et al.,2021; Ayzatullova et al.,2015; Augusto et al.,2019) التى أكدت على أن الهدف الرئيسى لتقنية التنقيب عن العمليات هو انشاء نموذج عملية فعلى من خلال استخدام خوارزميات مناسبة فى اكتشاف العملية تُمكن المستخدمين من التغلب على ثلاثة معوقات رئيسية وهم تحليل وتقييم الانحرافات عن العملية المخططة، وتحديد الاختناقات فى العمليات، والتخلص من الأنشطة غير المضيفة للقيمة.

ويتضح لنا أيضاً من خلال الشكل رقم (٥) السابق أن الأسهم السميكة فى خريطة العمليات تشير إلى المسارات الأكثر شيوعاً والتى تتدفق من خلالها معظم العمليات. وفيما يتعلق بوجود انحرافات عن التدفق الطبيعى لمسارات الأنشطة والعمليات والتعرف عليها، فقد تم العثور على حالتين لانحراف الأنشطة والعمليات عن مسارهما الطبيعى، من خلال رؤية المسار المتجه من نشاط نموذج متابعة شكاوى العملاء إلى تلقى الرد من الجهة المختصة، والانحراف الأخر من خلال المسار المتجه من نشاط نموذج متابعة شكاوى العملاء إلى رفض الشكوى وتقديم الدعم الفنى. وبالتالى تمكنا من رؤية جميع الفروق والانحرافات أثناء تنفيذ العمليات والتى كان من الصعب رؤيتها والحصول عليها فى ظل الطرق التقليدية لرسم خرائط تدفق العمليات، وهو ما اعتبره الباحث يتفق مع دراسات (Schuh et al.,2020b; Lorenz et al.,2021; Dzihni et al.,2019; Thiede et al.,2017; Turner et al.,2012; Elhadjamoi & Ghannouchi,2019) التى اشارت إلى قدرة تقنية التنقيب عن العمليات على رسم خرائط تفصيلية للعمليات وتحليلها بطريقة آلية من خلال الاستفادة من أصول البيانات للتغلب على قيود طرق تخطيط العمليات الحالية لتقديم صورة كاملة تساهم فى تحسين العمليات، وهو ما يتفق أيضاً مع دراسة Markovska &

Kabaivanov (2020) بأن رسم خريطة تفصيلية للعمليات يساهم بدرجة كبيرة فى تلخيص الخطوات اللازمة لتبسيط عملية المعالجة.

كما اتاحت خريطة العمليات ميزة أخرى تدعم عمل الممارسين من خلال تحقيق رؤية كاملة لجميع تفاصيل الحالات التى انحرفت عن مسارها الطبيعى، وأسباب حدوث هذه الانحرافات. فمن خلال الوقوف على المسار الذى يُمثل انحرافاً والضغط عليه Click يتمكن الممارسين والمحللين من التعرف على الأنشطة والعمليات التى تمت فى هذه الحالة، والتعرف على جميع الأشخاص المشاركين فى هذه العملية، مما يساعدهم فى تحسين العمليات من خلال استجواب هؤلاء الأشخاص ربما كان هناك سبب لديهم لتخطى هذه المسارات، وإذا لم يكن هناك سبب واضح فإن ذلك يعطى فرصة للممارسين من اتخاذ جميع الإجراءات المناسبة لحل هذه المشكلة، وهو ما يعكس مدى توفير هذه التقنية لجميع المعلومات التفصيلية كرؤى أولية تساعد فى تحديد شكل الإجراءات والخطوات اللازمة للتحسين.

ومن حيث مدى واقعية هذه التقنية فى توفير رؤية واضحة للاختناقات فى العمليات، نجد أن تقنية التنقيب عن العمليات لديها تقنية داخلية هائلة جداً لتوصيل صورة حقيقية للمستخدمين والقائمين على تحليل العمليات من خلال فيديو متحرك يوضح إعادة تشغيل العملية الفعلية، والتحرك الفعلى من خلال النقاط الصفراء التى تظهر بالفيديو، حيث أن كل نقطة صفراء تتحرك للأمام فى المخطط الزمنى تُعبر عن العمليات التى تم تنفيذها، وبالتالى فهى ليست محاكاة للعمليات ولكنها إعادة تشغيل للبيانات الفعلية فى خريطة العمليات بشكل حقيقى، والتى تُمكن من معرفة كيف يكون خط سير العملية، والأنشطة التى تمر عليها ويحدث بها اختناقات، كما يتضح بالشكل رقم (٦) التالى الذى يوضح الاختناقات أثناء تنفيذ العمليات، كما توجد بعض الاختناقات الأخرى التى حدثت أثناء تنفيذ العمليات تم ادراجها ضمن ملحقات البحث. وهو ما يراه الباحث يتفق مع نتائج دراسات (Zerbino et al.,2021; Dzihni et al.,2019; Osman and Ghiran,2019; Roldán et al.,2019; Cho et al.,2017; Park & Kang,2016; Aydemir et al.,2019; Hmami et al.,2021;) التى أكدت على أن تطبيق خوارزميات الاكتشاف لنمذجة العمليات تلقائياً من سجلات الأحداث أدت إلى توفير معلومات دقيقة وسريعة ساعدت فى تنبيه الممارسين بوجود انحرافات، ورؤيتها، وتقديم جميع التفاصيل التى تساعد فى شرح وتفسير حالات الاختناق والتكرارات فى العملية الإنتاجية.

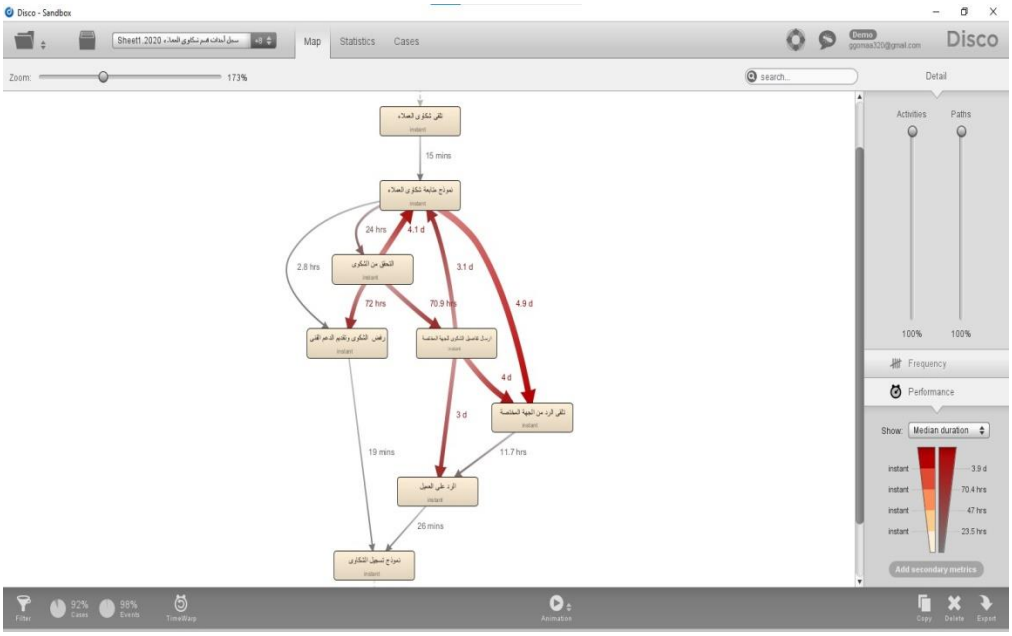


شكل ٦: الشاشة التى توضح أحد الاختناقات أثناء تنفيذ العمليات

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

ومن حيث قدرة تقنية التنقيب عن العمليات فى توفير معلومات عن الأداء، يشير الشكل رقم (٧) التالى إلى خريطة العمليات التى تتضمن كافة المعلومات التى يحتاجها الممارسين عن متوسطات الأزمنة اللازمة لتنفيذ الأنشطة والموجودة على مسارات تدفق العمليات وبعضها البعض، كما توفر أيضاً الأزمنة المتعلقة بالأنشطة والعمليات التى يحدث بها انحرافات أو تكرارات، وهو ما يساهم فى معرفة وتحليل هذه الأزمنة لمعرفة الأسباب التى أدت لحدوث ذلك ومنع حدوثها مرة أخرى. فمثلاً يمكن تفسير المسار المتجه عكسياً من التحقق من شكوى العملاء إلى نموذج متابعة الشكوى بأننا لا نمر بهذه العملية بشكل جيد، حيث يستغرق الأمر فى المتوسط أكثر من ٤ أيام للعودة فعلياً إلى العملية العادية، مما ينتج عن هذا التأخير حدوث اختناقات، ومن ثَم يجب اتخاذ الإجراءات التصحيحية لتحسينها من خلال الرجوع إلى الأشخاص المشاركين فى تنفيذ هذه العمليات، ومعرفة الأسباب الجذرية التى أدت لحدوث هذه المشكلة لعدم تكرارها مرة أخرى. وبالتالى دعم الممارسين لمعرفة التغييرات الدقيقة فى أداء العمليات والتى سيكون لها تأثير كبير على عملية التحسين.

بالإضافة إلى توفير معلومات عن متوسطات الأزمنة بين الأنشطة، فمن خلال الضغط على زر Show أسفل يمين الشاشة تقوم تقنية التنقيب عن العمليات بتوفير كافة المعلومات المتعلقة بالأزمنة الإجمالية(Total Duration) بين الأنشطة، والوسط الحسابى للأزمنة (MeanDuration)، وأقصى مدة ممكنة (Max.Duration)، وأقل مدة ممكنة (Min.Duration)، والتكرارات المطلقة (Absolute Frequencies)، وهى تلك البيانات التى يحتاجها ممارسى منهجية ستة سيجما لأغراض التحليل، ويحتاجون وقتاً كبيراً لتجميعها والحصول عليها من خلال الاستطلاعات والملاحظات والتجارب ووضع الفرضيات لإغراض إجراء التحليلات والاختبارات الاحصائية، وهو ما يراه الباحث يتفق تماماً مع دراسات (Dogan & gurcan,2018; Graafmans et al.,2021; Kollenburg & Wouters,2019; Kregel et al.,2021).



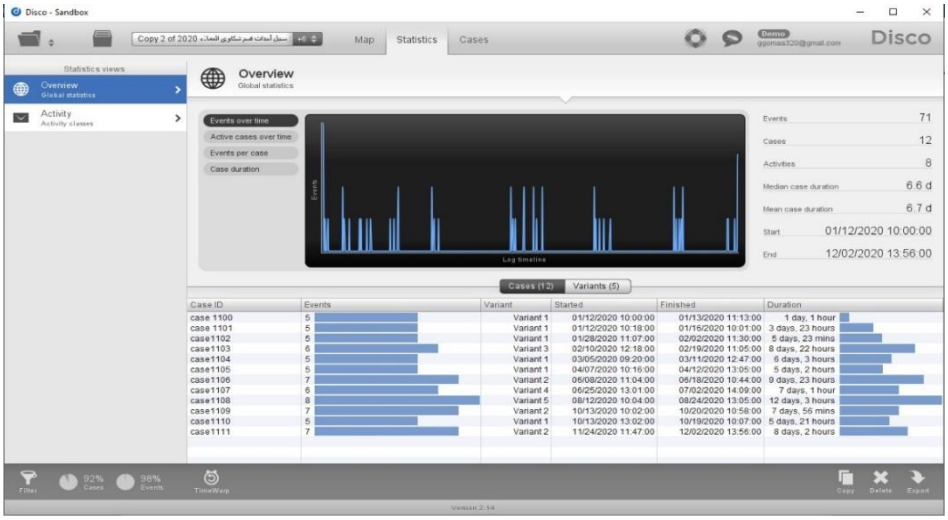
شكل ٧: شاشة خريطة العمليات من حيث متوسط أزمنة الأنشطة والعمليات

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

٥-٣-٧-٢- تحليل المخرجات الخاصة بالإحصائيات (Statesitics)

تحقق تقنية التنقيب عن العمليات ميزة أخرى من خلال توفيرها لجميع الإحصائيات المتعلقة بالأحداث، حيث يوضح الشكل رقم (٨) التالى احصائيات عامة حول العملية من حيث التتابع الزمنى لجميع الأنشطة والعمليات، والتى نستخلص منها أن عدد الأحداث التى تمت بالفعل بلغت ٧١ حدث وهى عبارة عن مجموع الأحداث لكل حالة من الحالات الخاصة بشكاوى العملاء منذ

بداية السنة وحتى نهايتها، وهو ما اعتبره الباحث أمر بالغ الأهمية ويحقق فائدة كبيرة للمحللين خاصة فى ظل وجود عدد كبير من البيانات، كما لاحظنا أيضاً أن عدد الحالات التى تم العمل بها بلغت ١٢ حالة وهو ما يؤكد على أن هناك ١٢ شكوى تم تلقيها من العملاء، والتى تم تأكيدها أيضاً بخريطة العمليات، كما أوضحت هذه الشاشة أن عدد الأنشطة التى تم العمل من خلالها للرد على شكاوى العملاء بلغت ٨ أنشطة، ومتوسط الزمن للرد على جميع الحالات يبلغ تقريباً ٦.٦ أيام. كما وجدنا أيضاً من خلال هذه الشاشة الإطار الزمنى لجميع المتغيرات التى حدثت أثناء تنفيذ العمليات لكل حالة من الحالات الخاصة بشكاوى العملاء التى تم العمل عليها، كما أوضح الرسم البيانى بداخل هذه الشاشة الفجوات الزمنية بين كل عملية والأخرى، وهو ما يجعل الممارسين على دراية كاملة بمتوسط أوقات الإنتاجية، والانتظار، والأوقات العاطلة وتحديد أسبابها فى غضون ثوانى، فمن خلال الضغط على أى نقطة بداخل هذا التوضيح البيانى يُمكن معرفة وقت بداية ونهاية العملية. وهو ما وجده الباحث يتفق مع دراستا (Popov et al.,2020; Ortmeier et al., 2021) بأن هذه التقنية تُمكن الممارسين من تحديد متوسط وقت الانتاجية وإمكانية تخفيضه، ومعرفة وقت الانتظار بسبب الرؤية الواضحة للاختناقات فى العمليات.



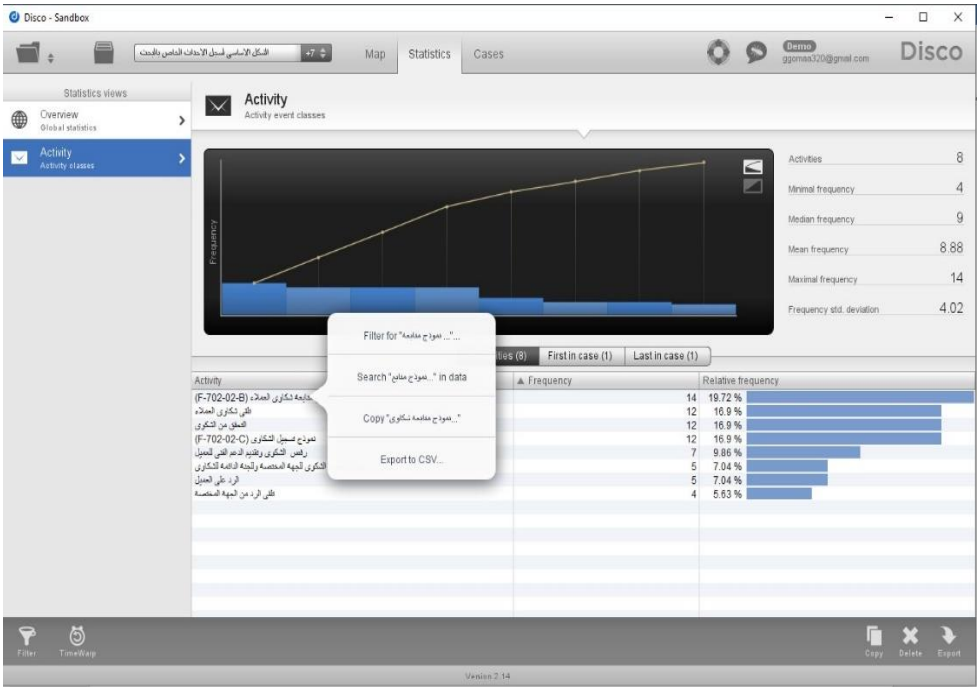
شكل ٨: شاشة الإحصائيات العامة حول العملية

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

كما أوضحت الشاشة السابقة والخاصة بإحصائيات العمليات أن هناك بعض الحالات تم الانتهاء منها فى زمن قصير حوالى يوم عمل، وحالات أخرى استنفذت وقت أكثر من اللازم فى تنفيذ العمليات الخاصة بها والتى استغرقت حوالى ١٢ يوم. وبالتالى يرى الباحث أن هذه المعلومات

تدعم بشكل كبير ممارسات محللى العمليات ومديرى مشروعات ستة سيجما لإجراء عمليات التحسين على الحالات التى بها مشاكل، وهو ما سيتم توضيحه فى الجزء الثالث والأخير من مخرجات تقنية التنقيب عن العمليات والخاص بالحالات والأحداث.

ومن ناحية أخرى، تساعد المعلومات الإحصائية التى توفرها تقنية التنقيب عن العمليات من خلال الشكل رقم (٩) التالى الممارسين فى التعرف على البيانات الاحصائية لتكرارات الأنشطة والموجودة أعلى يمين الشاشة، كما يمكنها توفير معلومات عن التكرارات النسبية لكل نشاط من الأنشطة، فقد أتضح لنا أن العمل بنشاط نموذج متابعة شكاوى العملاء تكرر ١٤ مرة بما يمثل ١٩.٧٢%، ويلية نشاط تلقى شكاوى العملاء ١٢ تكرار بنسبة ١٦.٩%، وأخيراً يسجل نشاط تلقى الرد من الجهة المختصة ٤ تكرارات بنسبة ٥.٦٣%، وعند القيام بجمع هذه التكرارات والأحداث وجدنا أن عددهم يبلغ ٧١ وهو ما يمثل عدد الأحداث التى تم الاشارة إليها بالشكل رقم (٨) السابق، كما لاحظنا أيضاً أن نشاط متابعة شكاوى العملاء الذى تكرر ١٤ مرة، وتم تفسيره من خلال خريطة العمليات بأن هذا النشاط شهد تكرارات وانحرافات عكسية مما أدى إلى إعادة العمل عنده مرة أخرى، فمن خلال هذه الاحصائيات يتمكن الممارسين من معرفة جميع التفاصيل والمعلومات التى أدت لحدوث هذه الانحرافات من خلال الضغط Click على هذا النشاط والدخول إليه لمعرفة كافة المعلومات التفصيلية التى أدت لحدوث هذه المشكلة، كما يُمكن أيضاً عمل Filter لمعرفة كيف يُمكن تحسين هذه المشكلة من خلال تقديم توصيات ومقترحات من شأنها تؤدى إلى تحسين هذه العمليات، وهو ما اعتبره الباحث من أهم أهداف منهجية ستة سيجما فى فهم أسباب حدوث انحرافات العمليات، واتخاذ الاجراءات اللازمة لتخفيض هذه الانحرفات وفقاً لما اشارت إليه دراسات (Smetkowska & Mrugalska,2018; Razali et al.,2018; Mateab et al.,2019).

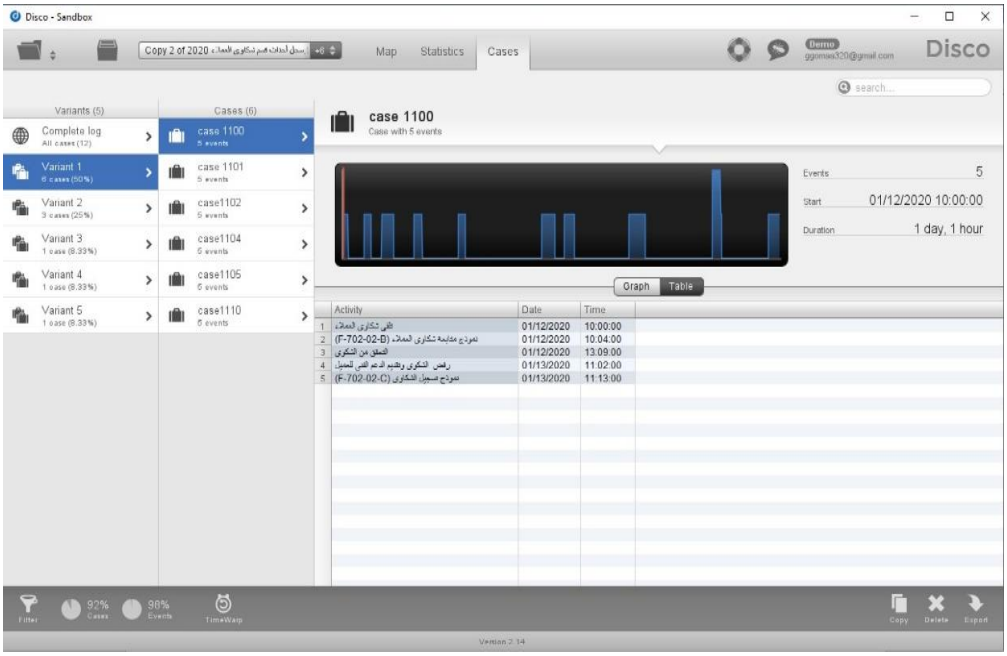


شكل ٩: شاشة التكرارات النسبية للأنشطة

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

٥-٣-٧-٣- تحليل المخرجات الخاصة بالحالات (Cases)

تتمثل الميزة الثالثة لتقنية التنقيب عن العمليات فى عرضها لجميع الحالات Cases بدرجة عالية جداً من التفصيل لكل حالة من الحالات، حيث تعرض هذه الجزئية قائمة بمتغيرات العمليات والتى تحتوى كل منها على عدد من الحالات التى تتضمن سجل تفصيلى بالأنشطة التى تمت، مما يمكننا من الاضطلاع على كل ما يخص الأنشطة الموجودة من حيث وقت بدايتها ونهايتها، والعمليات التى مرت بها، والجهات المشاركة فى العملية، وجميع السمات التى قمنا باستيرادها من البيانات الأصلية، وهو ما يوضحه الشكل رقم (١٠) التالى:



شكل ١٠: شاشة لعرض المتغيرات المختلفة القابلة للتحسين

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

ويتضح لنا أيضاً من خلال الشاشة السابقة أن قائمة المتغيرات التى تم الحصول عليها تساهم بشكل كبير فى اتخاذ العديد من الاجراءات والتى تسمح بالوصول إلى المشاكل بشكل أسرع، والتحدث مع الأشخاص المشاركين فى العملية، والتعرف على الأزمنة المتعلقة بالأحداث، كما يمكننا من خلال فرز المسارات بين العمليات بُناءً على تكرارها التعرف على المتغيرات الأكثر شيوعاً، فعلى سبيل المثال وجدنا أن المتغير الأول هو الأكثر تكراراً حيث يتبعه ٦ حالات وكل حالة تشتمل على عدد من الأنشطة وبالضغط على أى نشاط يظهر لنا خصائص متغيرات العملية التى يشتمل عليها، كما وجدنا أن هذا المتغير يُمثل ٥٠% من مجموعة البيانات بأكملها. وعند البحث عن أفضل المتغيرات التى تساعد المحللين فى تحسين عملياتهم وجدنا أن المتغير الأول والثانى هما أفضل متغيرين وأكثرهما تكراراً ويمثلان ٧٥% من إجمالى البيانات، وهو ما يراه الباحث يدعم الممارسين فى تحديد أفضل المتغيرات عن تدفقات العمليات وفقاً لأولويات بيانات التنفيذ، مما يجعل لديهم فهم واضح لسلوك التدفق الرئيسى للعمليات، وهو ما يتفق مع دراسة Fischer et al (2021) التى أوضحت أن تقنية التنقيب عن العمليات تعمل على تحديد أولويات العملية تلقائياً بُناءً على بيانات التنفيذ، فهى تقوم بتحليل العمليات للتحقق من توزيع قيمة العملية من حيث متغيرات العملية الخاصة بها، ثم تقوم بفحص خصائص متغيرات العملية ذات الحالات المختلفة لاشتقاق وتبرير

التوصيات الخاصة بإدارتها، وبالتالى تقديم الاقتراحات المناسبة لإمكانات التحسين الشاملة للعمليات ومتغيراتها.

٥-٣-٨- تقييم دراسة الحالة لبيان مدى ملائمة الإطار المقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما وكيفية دمجها فى المراحل الخمس لنموذج DMAIC لتحقيق استراتيجية التحسين المستمر لكايزن

بعد أن تم الانتهاء من تطبيق دراسة الحالة على المنشأة محل الدراسة واستخراج النتائج المتعلقة بالتطبيق، قام الباحث بتقييم هذه النتائج من حيث دورها فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما، فى محاولة لتوضيح وتقييم مدى ملائمة الإطار المقترح الخاص بأهمية ومزايا تقنية التنقيب عن العمليات، وامكانية دمجها فى كل مرحلة من مراحل نموذج DMAIC بمشروعات ستة سيجما لتحقيق التحسين المستمر للعمليات التى تسعى إليه استراتيجية كايزن.

٥-٣-٨-١- دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مرحلة التحديد

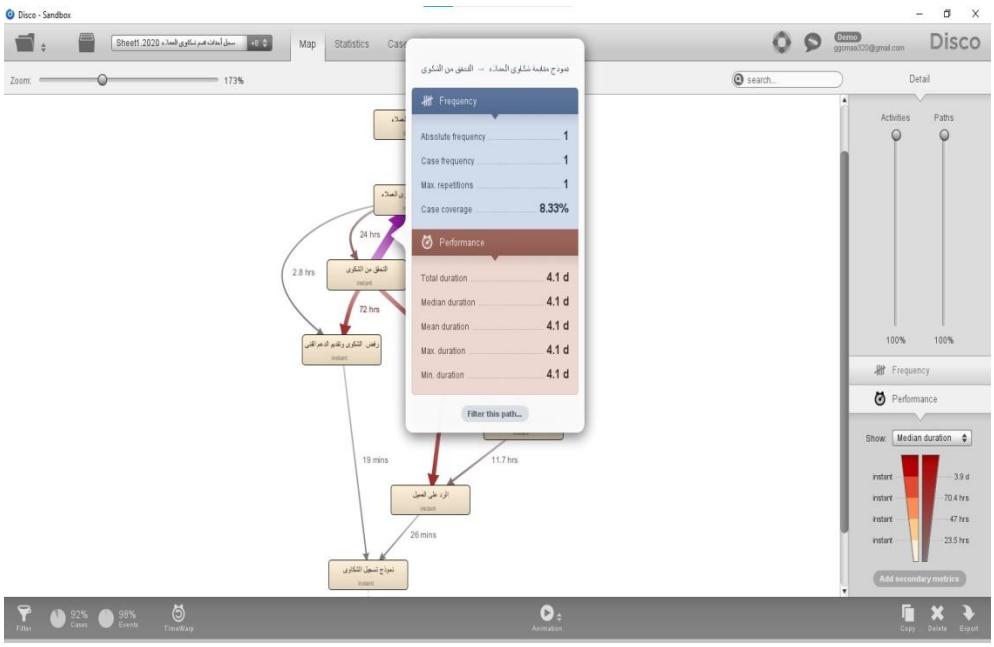
باعتبارها أولى المراحل الخمس بنموذج DMAIC، يتمثل نطاق عمل مرحلة التحديد فى المنشأة محل الدراسة بداية من التخطيط واعداد البيانات الأولية من أجل توفير فهم أفضل لمشكلة العمل فى قسم شكاوى العملاء، والذى يعانى من أوقات معالجة طويلة نسبياً للرد على شكاوى العملاء من خلال تنفيذ العمليات التى تمر بها أنشطة هذا القسم، وبالتالى يقوم الممارسين بالنظر إلى عدد الشكاوى التى تم تلقيها من العملاء، واجراء العديد من المناقشات مع الجهات المشاركة فى العملية، بهدف تحديد المشكلة واختيار العمليات التي سيتم تحليلها وتحسينها.

وفيما يتعلق بدور وأهمية تقنية التنقيب عن العمليات فى مرحلة التحديد، وجدنا أن من أبرز جهود تقنية التنقيب عن العمليات التى تدعم مرحلة التحديد هو اكتشاف العملية من خلال الحصول على خريطة للعمليات التى أوضحت مسارات تنفيذ العمليات والأنشطة كما اتضح بالشكلين رقم (٤) ورقم (٥) السابقين، واللذان أوضحا أيضاً سلوك التنفيذ الفعلى للعملية، كما عكست خريطة العمليات مدى شفافية وموضوعية نماذج العمليات المكتشفة، وقدرتها على تسريع العمليات، وتحديد كل من الاختناقات والانحرافات التى حدثت أثناء تنفيذ الأنشطة، فضلاً عن دقة وتفاصيل المعلومات التى تتضمنها خريطة العمليات، وهو ما يتفق تماماً مع نتائج دراسات (Dogan & gurcan,2018; Graafmans et al.,2021; Kollenburg & Wouters,2019; Kregel et al.,2021; Chemingui et al.,2019; Lorenz et al.,2021; Schuh et al.,2020a)، كما يرى الباحث أن تقنية التنقيب عن العمليات تدعم بشكل غير مباشر خطوات تطبيق استراتيجية كايزن

للتحسين المستمر من خلال دعمها لمرحلة التحديد بمنهجية ستة سيجما، ويبرر ذلك بأن أهم متطلبات استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات تكمن فى التركيز على كل مرحلة من مراحل الإنتاج أو تقديم الخدمة، وتتطلب توفير كافة المعلومات عن الأسباب الرئيسية وراء حدوث المشاكل فى العمليات. وبناءً عليه فإن تقنية التنقيب عن العمليات تدعم استراتيجية كايزن من خلال دعمها لممارسى ستة سيجما بتقديم خريطة تفصيلية للعمليات وتحديد الانحرافات والمشاكل أثناء تنفيذ العمليات لمتابعة تدفق الأنشطة والعمليات، والتعرف على الانحرافات التى تعيق تدفق العمليات، والتى من خلالها سيتم اتخاذ الاجراءات اللازمة للتحسين، وهو ما يتفق مع دراسات (Carnerud et al.,2018; Guo et al.,2019; Ouma et al.,2015; Jin & Zhao,2010; Cheng,2017).

ومن ناحية أخرى، تم ملاحظة أن شكل خريطة العمليات تختلف تماماً عن التصور الذى تم تنفيذه عند اعداد خريطة تدفق العمليات الخاصة بقسم شكاوى العملاء كما هو مدرج بملحقات البحث، وأن أزمنة الأحداث التى اقترحها الممارسين مسبقاً فى معظم الحالات كانت مختلفة تماماً عما حدث بالفعل وتم رؤيته بخريطة العمليات، وبالتالى فإن هذه الخريطة تمكنت من إظهار الوضع الحقيقى للعملية، بما يساعد ممارسى ستة سيجما على فهم سلوك الأنشطة والعمليات بشكل أكثر عمقاً، وهو ما يتفق مع دراسات (Nawcki et al.,2020; Mertens et al.,2020; Augusto et al.,2019; Jin & Zhao,2010) بأن تقنية التنقيب عن العمليات من الممكن أن تدعم أو تحل محل العملية اليدوية لإنشاء نموذج العملية للوصول إلى صورة كاملة للعملية من خلال خريطة العمليات.

كما لاحظنا سهولة رؤية حدوث تكرارات عند أنشطة معينة كدليل على إعادة العمل المفرط مثل الحلقات والحلقات الذاتية الموجودة بخريطة العمليات، والتى من المحتمل أن تؤدى إلى أوقات معالجة أطول. ولمزيد من التحليل تم الإشارة إلى تكرار العمل عند نشاط نموذج متابعة شكاوى العملاء، فعلى سبيل المثال يوضح الشكل رقم (١١) التالى متوسط زمن الحالة التى تكرر فيها إعادة العمل من نشاط التحقق من شكوى العملاء إلى نشاط نموذج متابعة الشكاوى والذى استغرق ٤.١ يوم وهو ما يمثل ٦٢% من متوسط الزمن الإجمالى لجميع الشكاوى التى تم تلقيها والعمل عليها والذى كان يبلغ ٦.٦ يوم.



شكل ١١: شاشة عرض متوسط وقت المعالجة لتكرار نشاط متابعة شكاوى العملاء

المصدر: مخرجات برنامج Disco للتنقيب عن العمليات

٥-٣-٨-٢- دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مرحلة القياس

بعد أن أكتسب الممارسين فهماً أولياً عن كيفية تنفيذ العملية وأدائها والمشاكل المحتملة المتعلقة بالعمليات، يتم الإنتقال إلى مرحلة DMAIC التالية والتى تتعلق بمرحلة القياس. حيث تركز مرحلة القياس فى مشروعات ستة سيجما على تجميع وتخطيط البيانات من خلال قيام قائد المشروع بالنظر على كل مصدر بيانات يُحتمل أن يكون مفيداً فى تحليل العملية، وغالباً ما تكون عملية جمع البيانات فى هذه المرحلة غاية فى التعقيد، كما أن فى بعض الأحيان تكون هناك صعوبة فى توفير البيانات المطلوبة لتغطية جميع جوانب العملية المطلوب تحسينها أو تحليلها (Kregel et al.,2021; Ramires & Sampaio,2021;Geffen & Niks,2013). وفيما يتعلق بدور تقنية التنقيب عن العمليات، وجدنا أن محلل البيانات له دور كبير فى استخراج البيانات المتعلقة بتنفيذ العملية من نظام المعلومات بالمنشأة لإثراء سجل الأحداث بالبيانات المتعلقة بالأنشطة والعمليات وأزمنة التنفيذ وغيرها، والتحقق من صحة ودقة هذه البيانات وهو الأمر التى أكدت عليه غالبية الدراسات التى تم تناولها، ويعتبر الشكل رقم (٨) السابق دليل ومرجعية هامة لمرحلة القياس، حيث تدعم تقنية التنقيب عن العمليات محلل البيانات فى التحقق مما إذا كانت البيانات التى تم تحميلها

فى البرنامج صحيحة من خلال مقارنة عدد الحالات والأنشطة والمستخدمين مع تلك الموجودة بنظام المعلومات التى تم استخراج البيانات منه.

كما لاحظنا أيضاً أن تقنية التنقيب عن العمليات ركزت بدقة شديدة على المسارات الزمنية لتدفق العمليات، ومتوسط الأزمنة الخاصة بالأنشطة والأحداث، والحصول على أوقات الانتظار، والانتاجية، والأوقات العاطلة كما تبين لنا من خلال الشكل رقم (٨) السابق، وتوفير كافة البيانات الاحصائية اللازمة لدعم ممارسى ستة سيجما لأغراض القياس والتحليل والمتعلقة بالوسط الحسابى، والوسيط، والتكرارات المطلقة، والتكرارات النسبية لجميع الحالات بدرجة كبيرة من الدقة والتفصيل كما تبين بالأشكال رقم (٧)، (٨)، (٩) السابقين، وهى تلك البيانات التى كانت تتطلب جهداً كبيراً من الممارسين لإعدادها وتجهيزها لأغراض التحليل فى مرحلة DMAIC التالية، بالإضافة إلى إمكانية وسهولة احتساب عدد متغيرات العملية، وقيام الممارسين بتحديد أىَ منها يتوافق مع قواعد العمل أو إلى أى مدى تكون عملية توحيد المعايير ناجحة أم لا (Popov et al.,2020; Ortmeier et al.,2021; Fischer et al.,2021 Kollenburg & Wouters,2018; Dogan & Gurcan,2018; Kregel et al.,2021; Graafmans et al.,2021). وهو ما يجده الباحث يدعم بشكل كبير نجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر من خلال توفير جميع البيانات ذات الصلة بجودة العمليات وإشراك الجميع فى تحليلها، وتوافر الرؤية الواضحة تجاه جهود التحسين المستمر لدى القائمين بالتحسين، ومن ثَم وضع خطط للتحسين التى تتضمن معايير واضحة لمستويات ونظم التحسين، وبما يتفق مع نتائج دراسات (Jin & Zhao,2010; Cheng,2017; Midor,2020; Amri,2014).

٥-٣-٨-٣- دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مرحلة التحليل

عندما يتحقق الممارسين من صحة البيانات يتم الانتقال إلى مرحلة التحليل التى تهدف إلى انشاء علاقات سببية لتحديد العوامل التى تؤثر على العملية بشكل كبير، وفى هذه المرحلة يستخدم الممارسين العصف الذهنى للعثور على عوامل التأثير المحتملة، ووضع الفرضيات، وتحليلات السبب والنتيجة، ووضع العديد من البدائل المرتبطة بوجهة نظرهم تجاه المشكلة. فقد وجدنا أن تقنية التنقيب عن العمليات تدعم هذه المرحلة بالعديد من بالمعلومات بُناءً على بيانات سجل الأحداث التى تم تحليلها، فهى توفر نظرة ثاقبة للمشاكل الحالية المتعلقة بالعملية والتي تسمح بإجراء تحليل العمليات على نطاق أوسع وبرؤية أفضل، كما تساهم هذه التقنية فى التعرف على الاختناقات المحتملة فى العمليات وتصورها بشكل فعلى فى نماذج العملية، كما اتضح لنا فى الشكل رقم (٦)

السابق وببعض أشكال الاختناقات المدرجة بملحقات البحث، وهو ما يعتبره الباحث مفيداً جداً لممارسى ستة سيجما فى أن تكون هذه النتائج الآلية أساساً فى إقامة ورش العمل والمناقشات للتحقق من صحة الفرضيات والبدائل التى تم وضعها مسبقاً، وبما يحقق متطلبات برنامج التحسين المستمر لاستراتيجة كايزن فى معرفة كيف تؤدى العمليات، والقيام بتحليل العناصر التى سببت قصوراً وانحرافاً فى الأداء، والتعرف الحقيقى على أسباب هذه المشاكل وتقديم اقتراحات لحلها بما يساعد فريق التحسين المستمر بتقييم هذه الحلول لمعرفة مدى منطقيتها للوصول إلى الحل الأمثل. كما تمكنت تقنية التنقيب عن العمليات من تحديد وتفسير ما إذا كانت العمليات يتم تنفيذها بنفس التسلسل والتتابع المطلوب أم انحرفت عن مسارها من خلال النظر على مؤشرات العملية والتتابع الزمنى لكل عملية، بما يمكنهم فى هذه المرحلة من اختيار العملية الأكثر كفاءة والتى تحتوى على عدد كبير من الأحداث كما اتضح لنا بالشكل رقم (١٠) السابق وبباقى أشكال المتغيرات المدرجة بملحقات البحث، وهو ما يراه الباحث يتفق مع دراسات (Kollenburg & Wouters,2018; Dogan & Gurcan,2018; Kregel et al.,2021; Graafmans et al.,2021; Syaifoelida & Ying,2020).

تمكن الباحث أيضاً فى هذه المرحلة من عرض خلال الشكلين رقم (٨) ورقم (٩) الخاصين بالإحصائيات المتعلقة بالعمليات من مقارنة الحالات التى تنطوى على مشاكل بالحالات الأخرى لمعرفة مدى الانحرافات التى حدثت أثناء تنفيذ العمليات، والتكرارات التى حدثت بالأنشطة لإعادة العمل على تحسينها، ورؤية جميع الرسوم البيانية التى يحتاجها الممارسين فى التحليل والمدعومة بالأزمنة والتكرارات وعدد الحالات والأحداث وكما يتضح فى الأشكال المدرجة بملاحق البحث. وهنا يؤكد الباحث على أن عملية تحليل المسارات الزمنية لتدفق العملية، وكذلك متوسط الأزمنة الخاصة بالأنشطة والأحداث للحالات المختلفة ومعرفة كل الموارد المتضمنة فى العملية تساهم فى دعم الممارسين من التحقق مما إذا كان مورد معين هو المساهم الرئيسى فى المشكلة.

٥-٣-٨-٤- دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مرحلة التحسين

تعتمد مرحلة التحسين بشكل رئيسى على مرحلة التحليل فيما يتعلق بتحليل الأسباب الجذرية واللازمة لمتطلبات التحسين، من خلال تطوير أفكار ورؤى لعملية التحسين وتقييمها أو من خلال تصميم التجارب للوصول إلى أفضل نتيجة ممكنة. واتضح للباحث من خلال مخرجات تقنية التنقيب عن العمليات أن هذه التقنية تدعم مرحلة التحسين ومن ثَم تحقيق استراتيجية كايزن من خلال توفير جميع المعلومات اللازمة التى تسمح بإعادة تصميم العمليات بسهولة، فمن خلال رؤية جميع

البيانات المتعلقة بالأنشطة والعمليات والأحداث، والتعرف على متغيرات العملية وعددها وأزمنة الأحداث وتكرارها، يتمكن الممارسين بسهولة من تحديد الأولويات بالنسبة للمشاكل المكتشفة واتخاذ قرارات تستند إلى حقائق التى يتم على أساسها اتخاذ إجراءات التحسين المستمر، وهو ما يتفق مع دراسة (Fischer et al.,2021; Kollenburg & Wouters,2018; Dogan & Gurcan,2018; Kregel et al.,2021; Cheng,2017) Graafmans et al.,2021.

٥-٣-٨-٥- دور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مرحلة الرقابة

تعتبر مرحلة الرقابة بمثابة المرحلة الأخيرة فى كل من نموذج DMAIC واستراتيجية كايزن والتى تهدف إلى استدامة مشروع التحسين من خلال وضع جميع الاجراءات اللازمة لتوحيد ومراقبة ودمج التغييرات المصممة. فقد وجد الباحث أن تقنية التنقيب عن العمليات تهدف إلى الحفاظ على أداء العملية الجديدة بعد تحسينها، واكتشاف التغييرات الهامة التى حدثت فى الأداء بدقة عالية، كما تُمكن مديرى الجودة من التحكم فى ظهور المتغيرات الجديدة الخاصة بالعملية، والرقابة بشكل دورى على نسب عمليات التنفيذ غير المنتظمة، كما يُمكن من خلالها آتمتة عمليات مراجعة العمليات المتكررة ومعالجتها، وبما يتفق مع نتائج دراسات (Dogan & gurcan,2018; Graafmans et al.,2021; Kollenburg & Wouters,2019; Kregel et al.,2021; Chamorro et al.,2018; Amri,2014; Syaifoelida & Ying,2020)، كما يتمكن الممارسين فى هذه المرحلة أيضاً من التنقل بسهولة بين الشاشات التى تم عرضها والاستفادة منها فى مراقبة العملية، ولمقارنة الرؤى بمؤشرات الأداء الرئيسية المحددة، وتقييم ما إذا كانت التحسينات تؤدي إلى النتائج المتوقعة المرغوب فيها أم يسفر عنها ظهور نتائج جديدة تشير بوجود مشاكل جديدة فى العمليات. وفيما يتعلق بضرورة تحقيق هدف الرقابة لنجاح استراتيجية كايزن للتحسين المستمر، يؤكد الباحث على مدى فعالية تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما من خلال توفير المعلومات التفصيلية عن التغييرات فى العمليات، وتحقيق الرقابة المستمرة على بيانات العملية الناتجة من مرحلة التحسين، واختبار خطط وبرامج التحسين التى تم وضعها من أجل التنفيذ، والتحقق من قدرة برنامج التحسين على المدى الطويل، مما ينعكس بشكل ايجابى على تحقيق هدف التحسين المستمر لاستراتيجية كايزن.

٥-٣-٩- الخلاصة والنتائج والتوصيات ومجالات البحث المستقبلية

استهدف البحث بصفة أساسية تقديم إطار مقترح يوضح الدور الفعال لتقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما، وكيفية دمجها فى المراحل الخمسة لنموذج DMAIC

لمساعدة المنشآت فى تحقيق استراتيجية التحسين المستمر للعمليات لكايزن. ولتحقيق هدف الدراسة تم إجراء دراسة حالة لبيان مدى ملائمة الإطار المقترح للتطبيق، ولتقديم دليل عملى للدور الفعال الذى تلعبه تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم منهجية ستة سيجما وكيفية دمجها فى المراحل الخمسة من تحسين العملية لنموذج DMAIC لتحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات.

وبشأن نتائج البحث، فقد خلص الباحث على مستوى الدراسة النظرية إلى أن العمليات التجارية تزداد تعقداً كلما ازداد حجمها وعددها، ومن ثَم فإن نمذجة هذه العمليات يدوياً يعتبر شبه مستحيل، الأمر الذى أدى إلى وجود حاجة ملحة لرقمنة هذه العمليات من أجل تحسينها، وهو ما يعتبر من أهم الأهداف الاستراتيجية بالنسبة لممارسات وأساليب المحاسبة الإدارية المتعلقة بإدارة وتحسين الجودة وفى مقدمتها منهجية ستة سيجما واستراتيجية كايزن. وبالتالى أصبح هناك اهتمام متزايد بغالبية الدراسات على ضرورة تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات لقدرتها على دعم ممارسى منهجية ستة سيجما بوجهات نظر وأدوات جديدة للعثور على الأسباب الجذرية للمشاكل وبصورة سريعة ومفصلة، حيث أن التكامل بين تقنية التنقيب عن العمليات ومنهجية ستة سيجما يؤدى إلى زيادة كفاءة وفعالية جهود التحسين المستمر للعمليات التى تسعى إلى تحقيقها استراتيجية كايزن، ومن ثَم تحسين كفاءة وفعالية معظم ممارسات المحاسبة الإدارية التى تعتمد على منهجية ستة سيجما التى تم تناولها فى المجموعة الثانية من الدراسات السابقة. كما أن تقنية التنقيب عن العمليات لديها قدرة فائقة على استخراج المعلومات الخاصة بالعمليات لتوفير رؤية تفصيلية لسلوك وديناميكية العمليات التى تم تنفيذها، مما يجعلها إضافة قوية وداعمة للمراحل المختلفة لنموذج DMAIC لتحليل التعقد الحقيقي لخرائط تدفق العمليات، وفهم الحالة الحالية للعملية، وتحديد الاختناقات المحتملة وتصورها فى نماذج العملية لتحديد فرص التحسين، وهى الأمور التى كانت تستلزم جهداً كبيراً من ممارسى ستة سيجما لاستنباط جميع المعلومات المطلوبة لفهم الوضع الحالي للعمليات. ومن ثَم خلص الباحث بأن الإطار المقترح لدور تقنية التنقيب عن العمليات فى دعم مراحل نموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما فى تحقيق استراتيجية كايزن للتحسين المستمر للعمليات يقوم على أن تقنية التنقيب عن العمليات لا تحل محل منهجية ستة سيجما، وإنما هى تقنية حديثة وأداة فعالة قادرة على دعم أساليب وأدوات ومراحل هذه المنهجية من خلال قدرتها على التمكن من فهم العملية بشكل سريع، ونمذجة العملية، وإعادة تصميم العمليات بما يساهم فى زيادة كفاءة وفعالية استراتيجية كايزن فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات.

أما بالنسبة لنتائج الدراسة على المستوى التطبيقى لبيان مدى ملائمة الإطار المقترح للتطبيق، فقد توصل الباحث إلى العديد من النتائج من خلال دراسة الحالة، حيث أثبتت تقنية التنقيب عن العمليات قدرتها الفائقة على إنشاء نموذج حقيقى للعملية من خلال توفير خريطة للعمليات تتضمن جميع المؤشرات الرئيسية التى يستخدمها نموذج DMAIC، وقدرتها على ربط جميع أنشطة العملية بتسلسلها الزمني وبعوامل التأثير المحتملة مقارنةً بخرائط التدفق التقليدية، مما يؤدى إلى عدم حاجة الممارسين لإنشاء خريطة العمليات يدوياً، كما توصلت النتائج إلى إمكانية تحليل المؤشرات الرئيسية للعملية بصرياً من خلال تقنية الرسوم المتحركة لخريطة العمليات للتعرف على كل خطوة من خطوات تنفيذ العمليات، ومتابعة جميع المسارات التفصيلية للعملية، وبما يُمكن الممارسين من التحقق من مدى توافق ومطابقة النموذج المكتشف مع النموذج المقترح لتحديد الانحرافات. كما توصلت النتائج أيضاً إلى قدرة تقنية التنقيب عن العمليات فى توفير رؤية كاملة لجميع الاختناقات والانحرافات مع تفسير أسباب حدوثهما، وتحديد الأنشطة التى تمثل مركز اختناق، والتعرف على جميع تفاصيلها، كما تمكنا من الحصول على عدد متغيرات العملية وتم بالفعل تحديد أهم متغيرين واللذان يمثلان ٧٥% من إجمالى البيانات، وهو ما اعتبره الباحث ميزة كبيرة لتقنية التنقيب عن العمليات فى دعم أحد الجوانب الرئيسية للتحسين والرقابة على العمليات التى تسعى لتحقيقهما كل من منهجية ستة سيجما واستراتيجية كايزن، وذلك من خلال التخصيص الأمثل للموارد متمثلاً فى توفير أوقات المعالجة، وإنشاء مراقبة مستمرة للعملية للحفاظ على تحقيق التحسين المستمر، ومن ثَم تم الأجابة على تساؤل البحث بأن تقنية التنقيب عن العمليات تساهم بشكل فعال فى دعم المراحل الخمس لنموذج DMAIC بمنهجية ستة سيجما بما يحقق متطلبات نجاح استراتيجية كايزن فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات.

كما توصلت النتائج أيضاً إلى أن تقنية التنقيب عن العمليات كانت بطبيعتها أكثر استكشافية من خلال توفير المزيد من المعلومات التى لم تكن معروفة من قبل، مقارنةً بمنهجية ستة سيجما التى تعتبر تبؤية ووصفية بشكل أكثر. كما أشارت النتائج إلى ضرورة التأكد من دقة وجودة البيانات اللازمة لتنفيذ أنشطة العملية رقمياً، حيث تتوقف كفاءة (مخرجات) نتائج هذه التقنية على دقة وجودة البيانات التى تم الحصول عليها من أنظمة المعلومات المختلفة، وهو الأمر ذاته الذى له أهمية كبيرة جداً عند ممارسى ستة سيجما فيما يتعلق بجودة ودقة البيانات، مما يجعل تقنية التنقيب عن العمليات بمثابة دافعاً إيجابياً ومحفزاً على تحسين ورفع جودة البيانات. وأخيراً، وبعد عرض النتائج على ممارسى ستة سيجما بالمنشأة، لاقى الباحث ترحيب كبير بالنتائج التى تم التوصل إليها مقارنة بمشروعات ستة سيجما التقليدية والتى عادة ما تستغرق عدة أشهر بما لهذه التقنية من قدرة

فائقة على توفير جميع المعلومات لتفصيلية اللازمة لدعم كل مرحلة من مراحل نموذج DMAIC، مما جعل هناك تحمس كبير لدى الممارسين لتجربة هذه التقنية فى مشروعات تحسين أخرى أكثر تعقيداً.

واستناداً على ما سبق، يوصى الباحث بضرورة استمرار المنشآت فى تطوير النظام الآلى للمعلومات ليلبى متطلبات تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات لدعم أساليب وممارسات المحاسبة الإدارية المتعلقة بتحسين وإدارة جودة العمليات، بالإضافة إلى ضرورة تدريب ممارسى منهجية ستة سيجما على دمج الأدوات والمبادئ التوجيهية لتقنية التنقيب عن العمليات كطريقة منظمة تدعم مراحل تحسين العمليات بنموذج DMAIC لما لها من أهمية عملية فى تحقيق التحسين المستمر للعمليات باستراتيجية كايزن، وتأثيرها الفعال على الممارسات الأخرى التى تعتمد عليها فى توفير معلومات كاملة مصممة خصيصاً لحل مشكلة معينة. كما يوصى الباحث بضرورة تفعيل دور الجامعات المصرية ومراكز البحث العلمى من خلال عقد المؤتمرات العلمية، وورش العمل لتشجيع المنشآت بأهمية استخدام وتطبيق الوسائل التكنولوجية المتطورة مثل تقنية التنقيب عن العمليات للاستفادة منها فى عملية التحديث والتطوير التى تشهدها جمهورية مصر العربية فى هذه المرحلة.

وبشأن مجالات البحث المستقبلية، يقترح الباحث العديد من البحوث التى يمكن اجراؤها فى المستقبل ومنها مدى فعالية تقنية التنقيب عن العمليات كأداة لدعم التكامل بين نموذج DMAIC وخرائط تدفق القيمة لتحديد الفاقد بهدف زيادة الإنتاجية– دراسة حالة، أثر تطبيق تقنية التنقيب عن العمليات على التكامل بين إعادة هندسة العمليات ومنهجية ستة سيجما لزيادة القدرة التنافسية الاستراتيجية– دراسة حالة، قياس أثر تطبيق إدارة الجودة الشاملة المدعومة بتقنية التنقيب عن العمليات على تحسين عمليات الإنتاج– دراسة حالة، إطار مقترح لمدى فعالية تقنية التنقيب عن العمليات فى تحقيق التكامل بين نظام التكاليف على أساس الأنشطة الموجه بالوقت ومحاسبة استهلاك الموارد– دراسة حالة، دراسة تحليلية للعلاقة بين تقنية التنقيب عن العمليات وإعادة هندسة العمليات كمدخل لإعادة تصميم المنتج.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

إبراهيم، محمد عبد المنعم محمد. (٢٠١٩). استخدام منهجية ستة سيجما كمدخل للميزة التنافسية للصناعات الوطنية بالمملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية. ***المجلة العلمية للإقتصاد والتجارة***، كلية التجارة – جامعة عين شمس، (٢): ٣٧١-٤٢٨.

الإيبارى، هشام فاروق مصطفى. (٢٠١١). نحو إطار لتكامل القياس المتوازن للإداءBSC ومنهجية الستة سيجما الخاليةLSS فى منشآت الأعمال الصناعية- دراسة تحليلية وتطبيقية. ***مجلة التجارة والتمويل***، كلية التجارة- جامعة طنطا، ٢: ١٧٣-٢٣٢.

السرحان، ثناء مصطفى عارف. (٢٠١٩). تطبيق منهجية ٦ سيجما لتخفيض معدلات العيوب فى صناعة الملابس. ***مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع***، كلية الإمارات للعلوم التربوية، (٣٦): ١١٦-١٥٥.

الصغير، محمد السيد محمد. (٢٠١٦). التكامل بين منهجية ستة سيجما ونظام تكاليف مسار تدفق القيمة(VSC) لدعم بيئة الإنتاج الخالى من الفاقد(Lean): دراسة ميدانية. الفكر المحاسبى، كلية التجارة – جامعة عين شمس، ٢٠(٤): ٦٥٣-٧١١.

بوشوشة، هبة. (٢٠١٧). علاقة نظم المعلومات بالتحسين المستمر كأحد مرتكزات إدارة الجودة الشاملة: دراسة حالة مؤسسة اتصالات الجزائر لولاية قسنطينة. ***مجلة البحوث الاقتصادية والمالية***، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير- جامعة العربى بن مهيدى أم البواقى، ٤ (٢): ٦٣٦-٦٥٦.

خالد، أحمد عبد الرحمن. (٢٠١٨). أثر التحسين المستمر على الأداء الكلى للمنظمة: دراسة ميدانية. ***المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية***، كلية التجارة بالاسماعيلية- جامعة قناة السويس، ٩ (٢): ٤١٤-٤٢٩.

رزق، محمود عبد الفتاح إبراهيم.، أبو قاسم، يوسف قاسم. (٢٠١٦). أثر تطبيق منهجية ستة سيجما الخالية من الفاقد على خفض التكلفة فى سلسلة التوريد بالتطبيق على صناعة الأقراص المدمجة. ***المجلة المصرية للدراسات التجارية***، كلية التجارة- جامعة المنصورة، ٤٠(٣)، ٧٣٧-٧٦١.

شكر، ايناس جمعة فهمى. (٢٠٢١). إطار مقترح لدعم إعادة هندسة العمليات عبر عقود المقاولات FIDIC باستخدام منهجية Six Sigma وحوكمة الشركات دراسة تطبيقية على شركات

التأمين الهندسى. ***مجلة المحاسبة والمراجعة، اتحاد الجامعات العربية***، كلية التجارة – جامعة بنى سويف، ٢: ٢٥٢-٣١٨.

صالح، سمير أبو الفتوح.، حسيب، نهال صلاح مصطفى. (٢٠١٨). استخدام اسلوب التنقيب عن العمليات (Process Mining) كمنطلق لزيادة فعالية تقارير التكاليف (دراسة تطبيقية على القطاع الخدمى). ***مجلة الدراسات والبحوث التجارية***، كلية التجارة- جامعة بنها، ٣٨(١): ٥٢١-٥٥٣.

عبد الجواد، أحمد حسين. (٢٠١٢). منهجية ستة سيجما كمدخل لتطوير دور المحاسبة الإدارية فى ترشيد قرارات إدارة مخاطر الأعمال: دراسة تحليلية على بيئة الأعمال المصرفية. ***المجلة العلمية للبحوث والدراسات التجارية***، كلية التجارة وإدارة الأعمال- جامعة حلوان، (٣): ٢٥٧-٢٩٥.

عبيد الله، فايزة. (٢٠١٧). انعكاسات نظرية الهيكلة القوية على الأثر المتبادل بين تطور دور المحاسبين الإداريين وتطبيق منهجية الستة سيجما: دراسة حالة. ***مجلة المحاسبة والمراجعة، اتحاد الجامعات العربية***، كلية التجارة – جامعة بنى سويف، ٥(٢): ٥١-١٠٠.

عليان، عبد الرحمن محمود.، حافظ، شريف رأفت أحمد. (٢٠١٧). إطار مقترح للتكامل بين نموذج سلسلة القيمة ومنهجية ستة سيجما لدعم المزايا التنافسية للمنشأة. المجلة العلمية للإقتصاد والتجارة. كلية التجارة- جامعة عين شمس، ٣: ٢٩-٤٤.

عنب، أمانى نبيل عبد العزيز. دراسة تحليلية للعلاقة بين تحليل سلسلة القيمة ومنهج ستة سيجما كمدخل لترشيد التكلفة. ***المجلة العلمية للبحوث والدراسات والبحوث المالية والإدارية***، كلية التجارة – جامعة مدينة السادات، ٢(١): ٧١-٩٦.

عيد، أحمد عبد الوهاب أحمد. (٢٠١٦). مدخل مقترح لتقييم أداء مصلحة الضرائب المصرية باستخدام التكامل بين أسلوبى بطاقة القياس المتوازن وسيجما ستة (دراسة نظرية ميدانية). ***المجلة المصرية للدراسات التجارية***، كلية التجارة- جامعة المنصورة، ٤٠(٤)، ٨٢٥-٩١١.

نور الدين، عمرو أحمد. (٢٠١٤). نموذج مقترح لدمج سيجما ستة والمواصفات القياسية الأيزو"٩٠٠٠" لتحسين العمليات الإنتاجية فى منظمات صناعة الملابس الجاهزة ببور سعيد: دراسة ميدانية. ***مجلة البحوث المالية والتجارية***، كلية التجارة- جامعة بورسعيد، (٢): ٦١٩-٦٤٥.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية

Abbes, N., Sejri, N., Chaabouni, Y., & Cheikhrouhou, M.,(2018). Application of Six Sigma in Clothing SMEs: A case study. ***IOP Conference Series Materials Science and Engineering***, Available at: https:// doi:10.1088/1757-899X/460/1/012009.

Abdulmouti, H.,(2018). Benefits of Kaizen to Business Excellence: Evidence from a Case Study. ***Industrial Engineering & Management,*** 7(2), 1-15.

Amri, H. D., (2014). Kaizen –Six Sigma for improving pipeline project performance Base on Balance Score Card Framework. ***The 4th International Conference on Technology and Operations Management***, 311-323.

Augusto, A., Conforti, R., Dumas, M., La Rosa, M., Maggi, F. M., Marrella, A., Mecella, M., & Soo, A., (2019). Automated Discovery of Process Models from Event Logs: Review and Benchmark. ***IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering***, 31(4):686–705.Available at: https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2841877.

Aydemir, F., Pabuccu, Y. U., & Basciftci, F., (2019). A Hybrid Process Mining Approach for Business Processes in Financial Organizations. 3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship (WOCTINE). ***Procedia Computer Science***, 158, 244–253.

Ayzatullova, R., Lyadova, L., & Shalyaeva, I., (2015). AN Approach to Business Processes Reengineering Based On Integration of the Process Mining Methods and Domain Specific Modeling Tools. ***International Journal Information Models and Analyses***, 4 (2), 122-141.

Bahaweres, R. B., Trawally, J., Hermadi, I., & Suroso, A. I., (2020). Forensic Audit Using Process Mining to Detect Fraud. 2nd Bukittinggi International Conference on Education. ***Journal of Physics: Conference Series***, Available at: https:// doi:10.1088/1742-6596/1779/1/012013.

Bhargava, M., & Gaur, S., (2021). Process Improvement Using Six-Sigma (DMAIC Process) in Bearing Manufacturing Industry: A Case Study.***IOP Conference series Materials and Engineering***. Available at: https://doi:10.1088/1757-899X/1017/1/012034.

Boersma, H. J., Leung, T. I., Vanwersch, R., Heeren, E., & van Merode, G. G., (2019). Optimizing Care Processes with Operational Excellence & Process Mining. **Available at**: **https**:// **DOI**: **10.1007/978-3-319-99713-1_13**.

Bose, R. P. J. C., van der Aalst, W.M.P., Zliobait, I., & and Pechenizkiy, M., (2013). Dealing With Concept Drifts in Process Mining: A Case Study in a Dutch Municipality. **Available at**: **https**:// **DOI**: **10.1109/TNNLS.2013.2278313**.

Carnerud, D., Jaca, C., & Bäckström, I., (2018). Kaizen and continuous improvement – trends and patterns over 30 years. ***The Total Quailty Management Journal***, 30(4), 371-390.

Chamorro, A. E. M., Resinas, M., & Cortés, A. R., (2018). Predictive Monitoring of Business

Processes: A Survey. ***IEEE Transactions on Services Computing***, 11(6), 962-977.

Chemingui, H., Gam, I., Mazo, R., Salinesi, C., & Ben Ghezala, H., (2019). Product Line Configuration Meets Process Mining. ***Procedia Computer Science***, 164, 199–210.

Cheng, L. J., (2017). Implementing Six Sigma within Kaizen events, the experience of AIDC in Taiwan. ***The TQM Journal***, 30(1), 43-53.

Cho, M., Song, M., Comuzzi, M., & Yoo, S., (2017). Evaluating the effect of best practices for business process redesign: An evidence-based approach based on process mining techniques. ***Decision Support Systems***,104, 92-103.

Dogan, O., & and Gurcan, O. F., (2018). Data Perspective of Lean Six Sigma in Industry 4.0 Era: A Guide to Improve Quality. ***International Conference on Industrial Engineering and Operations Management***, 1-12.

Dzihni, A. S., Andreswari, R., & Hasibuan, M. A., (2019). Business Process Analysis and Academic Information System Audit of Helpdesk Application using Genetic Algorithms a Process Mining Approach. The Fifth Information Systems International Conference. ***Procedia Computer Science***, 161, 903–909.

Eihadjamoi, E. A., & Ghammouchi, S. A., (2019). Analyze in Depth Health Care Business Process and Key Performance Indicators Using Process Mining. ***Procedia Computer Science***, 164, 610–617.

Eriksson, H., Dahlin, S., & Raharjo, H., (2019). Process Mining for Quality Improvement: Propositions for Practice and Research. ***Quality management in health care***, 28(1), 8-14.

Fischer, M., Hofmann, A., Imgrund, F., Janiesch, C., & Winkelmann, A., (2021). On the composition of the long tail of business processes: Implications from a process mining study. ***Information System***, 97, 1-17. Available at: https:// doi.org/10.1016/j.is.2020.101689.

Garcia, C. D. S., Meincheim, A., Junior, E. R. F., Dallagassa, M. R., Sato, D. M. V., Carvalho, D. R., Santos, E. A. P., & Scalabrin, E. E., (2019). Process mining techniques and applications –A systematic

mapping study. ***Expert Systems With Applications***, 133, 260-295.

Geffen, F. V., & Niks, R., (2013). Accelerate DMAIC using Process Mining. **Available at**: **https**:// **docplayer**.**net**/**21111057-Accelerate-dmaic-using-process-mining**.**html**.

Graafmans, T., Turetken, O., Poppelaars, H., & Fahland, D., (2021). Process Mining for Six Sigma: A Guideline and Tool Support. ***Business Information Systems Engineering***, 63(3),277-300.

Gross, S., Yeshchenko, A., Djurica, D., & Mendling, J., (2020). Process Mining Supported Process Redesign: Matching Problems with Solutions. **Available at** :https://epub.wu.ac.at/8114/.

Günther, w. c., & Rozinat, A., (2012). Disco: Discover your Processes. ***10th International Conference on Business Process Management***, 940, 40-44.

Guo, W., Jiang, P., Xu, L., & Peng, G., (2019). Integration of value stream mapping with DMAIC for concurrent Lean-Kaizen: A case study on an air-conditioner assembly line. ***Advances in Mechanical Engineering***, 11(2), 1-17.

Heavey, C., & Murphy, E., (2012). Integrating the Balanced Scorecard with Six Sigma. ***The TQM Journal***, *24 (2)*, 108-122.

Hmami, A., Sbai, H., & Fredj, M.,(2020). Enhancing change mining from a collection of event logs: Merging and Filtering approaches. ***The International Conference on Mathematics & Data Science***, Available at: https://doi:10.1088/1742-6596/1743/1/012020.

Ishak, A., Siregar, K., Asfriyati, & Naibaho, H., (2019). Quality Control with Six Sigma DMAIC and Grey Failure Mode Effect Anaysis (FMEA): A Review. **1st International *Conference on Industrial and***

Manufacturing Engineering, Available at: https:// Doi:10.1088/ 1757-899X/505/1/012057.

Jin, M., & Zho, Z., (2010). Combining Six Sigma With Kaizen Blitz for Enhancing Process Interaction. ***Applied Mechanics and Materials***, 26(28), 1220-1225.

Joe, J., Ballal, Y., Emmatty, T., & Kullkarni, S., (2016). Process Mining for Project Management. **Available at**: **https://DOI:10.1109/SAPI-ENCE.2016.7684142**.

Kamble, P., & Kumar, A., (2017). Application of DMAIC Six Sigma Methodology: A Case Study. ***International Journal of Research in Advent Technology***, 5 (1), 6-10.

Kesek, M., Bogacz, P., & Migza, M., (2019). The application of Lean Management and Six Sigma tools in global mining enterprises. ***2nd International Conference on the Sustainable Energy and Environmental Development***, Available at: https:// doi:10.1088 /1755-1315/214/1/012090.

Kholil, M., Suparno, A., Hasan, S. B., & Rizki, M., (2021). Integration of DMAIC, VSM and Valsat to Reduce Waste in Disk Brake Cutting Process Using DMAIC, VSM and Valsat Method Approach (Case Study: Company IM). ***International Journal of Scientific Advances***, 2 (2), 189-196.

Knoll, D., Reinhart, G., & Prüglmeier, M., (2019). Enabling value stream mapping for internal logistics using multidimensional process mining. ***Expert Systems With Applications***, 124, 130-142.

Kollenburg, T. V., & Wouters, S., (2019). The Future of Continuous Improvement. ***European Lean Educators Conference***.

Kregel, I., Stemann, D., Koch, J., & Coners, A., (2021). Process Mining for Six Sigma: Utilising Digital Traces. ***Computers & Industrial Engineering***, 153, 1-12.

Lorenz, R., Senoner, J., Sihn, W., & Netland, T., (2021). Using process mining to improve productivity in make-to-stock manufacturing. ***International Journal of Production Research***, 59(16), 4869-4880.

Lv, D., & Li, Z., (2021). The Strategy of Optimizing Quality Management on Supply Chain with Six Sigma Management Method in the Era of Big Data. ***Journal of Physics: Conference Series***, Available at: https:// doi:10.1088/1742-6596/1852/4/042018.

Markovska, V., & Kabaivanov, S., (2020). Process mining in support of technological readiness level assessment. ***IOP Conference Series Materials Science and Engineering***, Available at: https:// doi:10.1088/1757-899X/878/1/012080.

Mateab, A. A., Dabbas, H. F., & Atta, K. M., (2019). The effect of strategic re-engineering and Six Sigma techniques on strategic competitiveness in the tourism industry. ***African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure***, 8 (4), 1-13.

Matthews, R. L., & Marzec, P. E., (2015). Continuous, quality and process improvement: disintegrating and reintegrating operational improvement?. ***Total Quality Management & Business Excellence***, Available at: https:// DOI: 10.1080/14783363.2015. 1081812.

Mertens, K., Bernerstätter, R., & Biedermann, H., (2020). Value Stream Mapping and Process Mining: A Lean Method Supported by Data Analytics. ***1st Conference on Production Systems and Logistics***.Available at:https://DOI: https://doi.org/10.15488/9653.

Midor, K., (2020). The Use OF Kaizen Philsophy to Improve The Production Process– Case Study. ***Quality Production Improvement***, 2, 197-203.

Nawcki, M. L., Zanon, G. N., Santos, L. C. D., Santos, E. A. P., Szejka, A. L., & and de Lima, E. P., (2020). Process Mining and Value Stream Mapping: An Incremental Approach. ***International Conference of Production Research – Americas***, Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-76310-7_14.

Ortmeier, C., Henningsem, N., Lnger, A., Reiswich, A., Karl, A., & Herrmann, C., (2021). Framwork for the integration of Process Mining into life Cycle Assessment. june 28th CIRP Conference on Life Cycle Engineering. ***Procedia CIRP***, 98, 163-168.

Osman, C. C., & Ghiran, A. M., (2019). When Industry 4.0 meets Process Mining. 23rd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems. ***Procedia Computer Science***, 159, 2130–2136.

Ouma, A. M., Njeru, A. W., & Dennis, J., (2015). Effect of KAIZEN on Managing Cost Levels in the Pharmaceutical Industry in Kenya. ***International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences***, 5(9), 145-154.

Park,S., & Kang, Y. S., (2016). A Study of Process Mining-based Business Process Innovation.***Procedia Computer Science***, 91, 734–743.

Popov, A. A., Masaev,S. N., Edimichev, D. A., & Pomolotova, O. V., (2020). Analytical treatment of transport logistics business processes by the Process Mining technology. ***Journal of Physics: Conference Series***, Available at: https:// doi:10.1088/1742-6596/1679/2/022095.

Prashar, A., (2014). Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality. ***International Journal of Productivity and Performance Management*** ,63 (1), 103-126.

Qayyum, S., Ullah, F., Al-Turjman, F., & Mojtahedi, M., (2021). Managing smart cities through six sigma DMADICV method: A review-based conceptual framework. ***Sustainable Cities and Society***,72, Available at: https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103022.

Ramires, F., & Sampaio, P., (2021). Process mining and lean six sigma: a novel approach to analyze the supply chain quality of a hospital. ***International Journal of Lean Six Sigma***, Available at: https:// DOI:10.1108/IJLSS-12-2020-0226.

Razali, N. M., Kadri, S. M. M., & Ee, T. C., (2018). Six Sigma Approach to Improve Stripping Quality of Automotive Electronics Component – a case study. ***IOP Conference Series Materials Science and Engineering***, Available at: https:// doi:10.1088/1757 -899X/319/1/012026.

Roldán, J. J., Crespo, E., Barrio, A. M., Tapia, E. P., & Barrientos, A., (2019). A training system for Industry 4.0 operators in complex assemblies based on virtual reality and process mining. ***Robotics and Computer Integrated Manufacturing***, 59, 305-316.

Schuh, G., Gutzlaff, A., Cremer, S., & Schopen, M., (2020a). Understanding Process Mining for Data- Driven Optimization of order processing.10th Conference on Learning Factories. ***Procedia Manufacturing***, 45, 417–422.

Schuh, G., Gutzlaff, A., Schmitz, S., & van der Aalst, W.M.P., (2020b). Data-based description of process performance in end-to-end order processing. ***CIRP Annals-Manufacturing Technology***, 1-4.

Setyabudhi, A. L., Sanusi, & Sipahutar, I., (2019). Application Of Six Sigma Methodology To Improve the Product Quality Of Moldings Plastic (Case Study: PT Mega Technology Batam). ***IOP Conference Series Materials Science and Engineering***, Available at: https:// doi:10.1088/1757-899X/505/1/012067.

Sibalija,T., Dimitrijević, M., & Ljubić, A., (2016). Implementation of business process reengineering and DMAIC in manufacturing sector: a case study. ***International Journal Advanced Quality***.

Siek, M., & Mukti, R. M. G., (2020). Process Mining with Applications to Automotive Industry. ***International Conference on Advanced Materials and Technology***, Available at: https:// doi:10.1088/1757-899X/924/1/012033.

Singh, H., Al-Barghuthi, S. B., Dannoun, Z., & Al-Barghuthi, N. B., (2020). Effect of the Kaizen Costing Approach on the Reduced Costs, Competitive Advantage, and Rationalising Strategic Cost Management of Industrial Companies Listed on the Amman Stock Exchange in Jordan. ***International Journal of Innovation, Creativity and Change***, 14(4), 1002-1021.

Smetkowska, M., & Mrugalska, B., (2018). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. ***Procedia –Social and Behavioral Sciences***, 238, 590 – 596.

Syaifoelida, F., & Ying, C. P., (2020). The Productivity Performance's Measurement in SME Industry by using DMAIC of Six Sigma. ***International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE),*** 9(3), 2708-2713.

Thabet, D., Ghannouchi, S. A., & Ben Ghézala, H. H., (2014). Towards Business Process Model Extension with Cost Perspective Based on Process Mining Petri Net Model Case. ***In Proceedings of***

the16th International Conference on Enterprise Information Systems, 335-342.

Thiede, M., Fuerstenau, D., & Barquet, A. P. B., (2017). How is process mining Technology used by organizations? A systematic literature review of empirical studies. ***Business Process Management Journal***, 24 (3), 771-785.

Turner, C. J., Tiwari, A., Olaiya, R., & Xu, Y., (2012). Process mining: from theory to practice. ***Business Process Management Journal***, 18(3), 493-512.

van der Aalst, W., (2012). Process Mining: Overview and Opportunities. **Available at**: **https**:// **doi.acm.org/10.1145/0000000.0000000**.

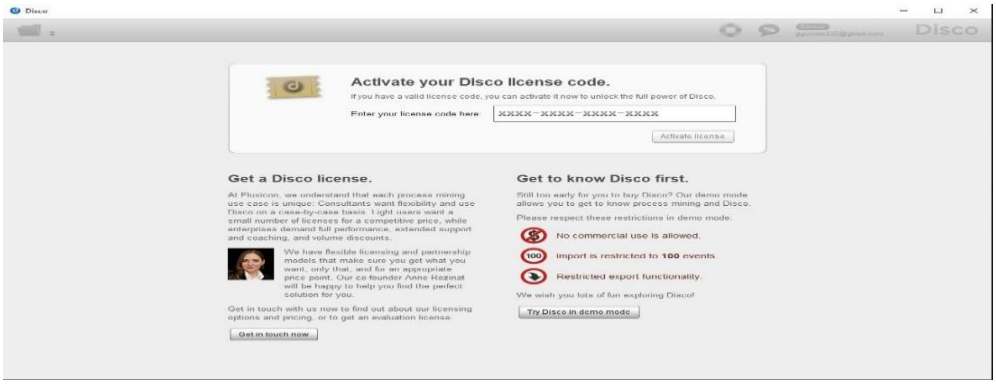
Venkatesh, N., & Sumangala, C., (2018). Success of manufacturing industries – Role of Six Sigma. ***MATEC Web of Conferences***, 144(2),1-15. Available at:https://doi.org/10.1051/matecconf/201814405002.

Zerbino, P., Stefanini, A., & Aloini, D., (2021). Process Science in Action: A Literature Review on Process Mining in Business Management. ***Technological Forecasting & Social Change***, 172, 1-20.

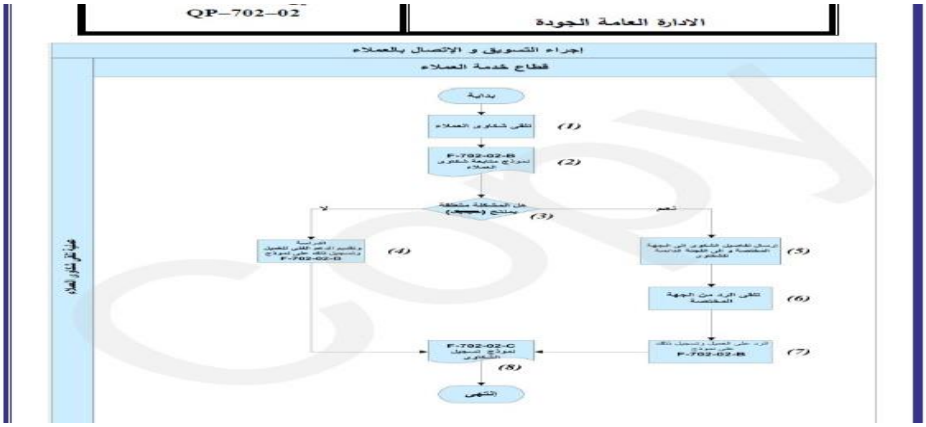
ملاحق البحث

الملاحق الخاصة بتشغيل برنامج Disco الخاص بتقنية التنقيب عن العمليات

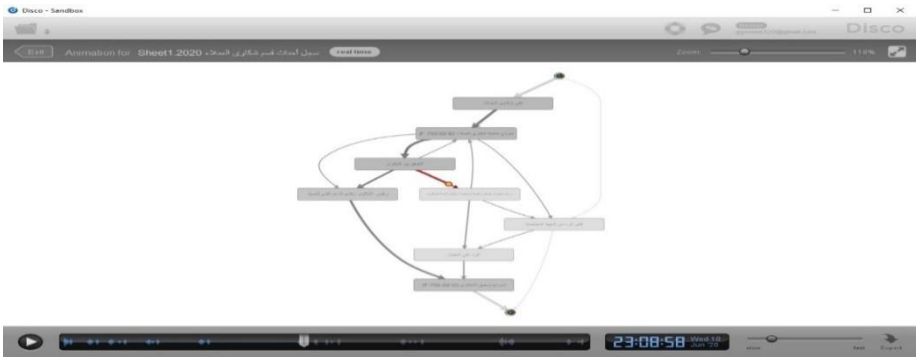
ملحق ١: النافذة الرئيسية لبرنامج Disco



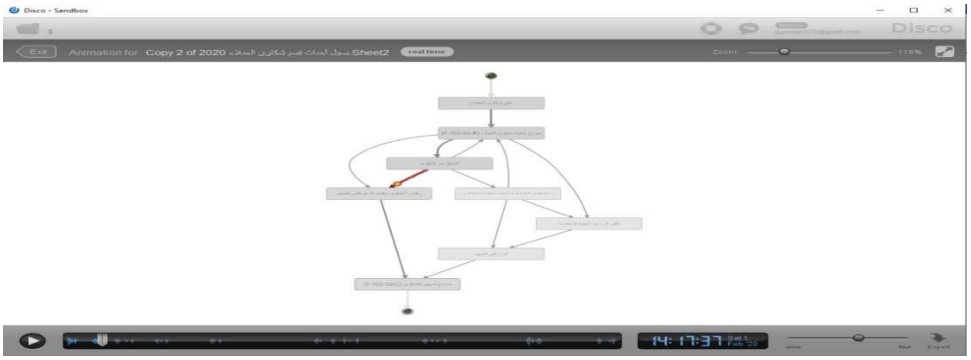
ملحق ٢: خريطة عمليات قسم شكاوى العملاء بالمنشأة



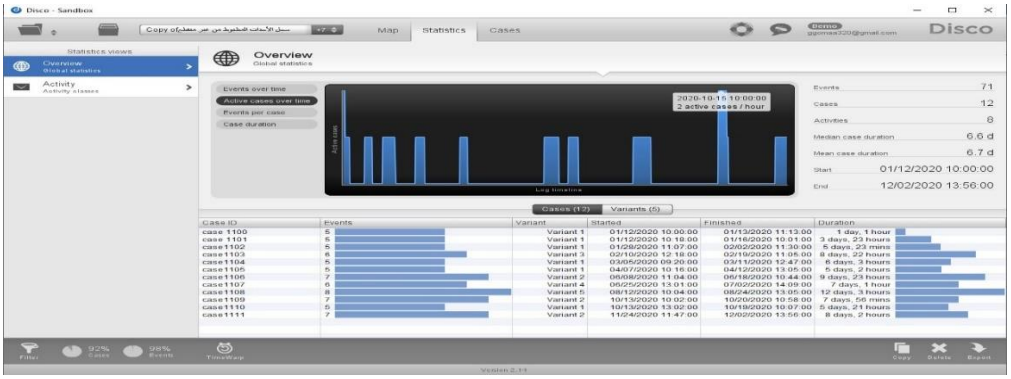
ملحق ٣: شاشة الى توضح حدوث أحد الاختناقات



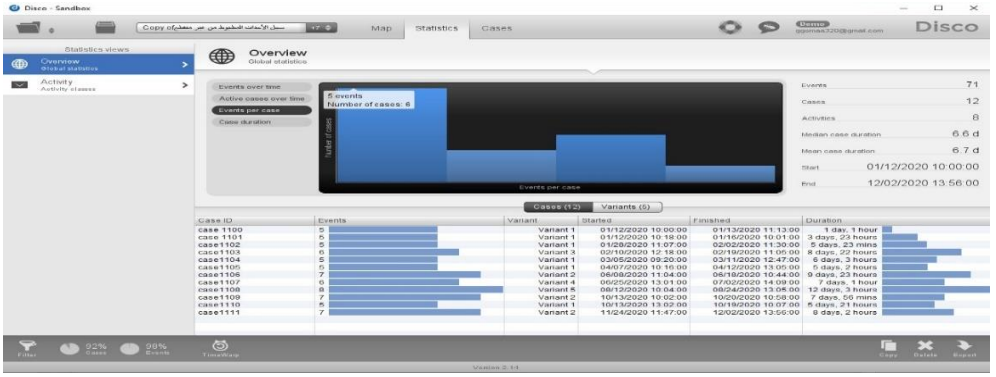
ملحق ٤: شاشة توضح حدوث اختناق أخر



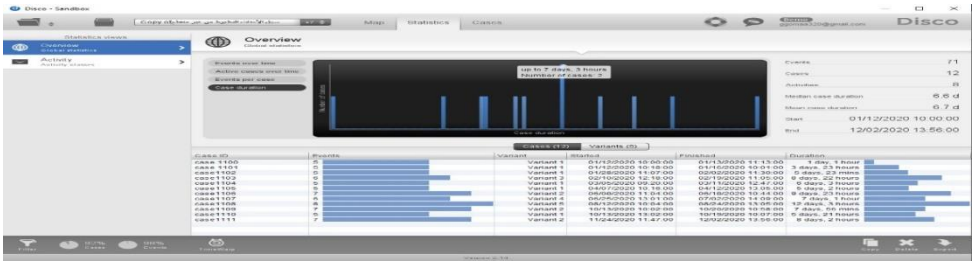
ملحق ٥: شاشة توضح نظرة عامة حول احصائية الحالات النشطة



ملحق ٦: شاشة توضح نظرة عامة حول احصائية الأحداث لكل حالة



ملحق ٧: شاشة توضح نظرة عامة حول احصائية الأزمنة الخاصة بالحالات



ملحق ٨: الشاشات التى توضح متغيرات العمليات والأحداث