تطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على نظام "ضيف" للنقل في دورة المشاعر المقدسة

محمد صالح مير عالم، رؤوف محمد الجزيري
كلية الأعمال - جامعة جدة

Application of Failure Mode Effect and Critical Analysis (FMECA) to the Transportation System "Daif" in Holy Places

Mohammad Saleh Miralam, Raouf Mohamed Jaziri
College of Business - University of Jeddah

ملخص البحث (Abstract):

تعتبر منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) من الوسائل اللازمة لتحقيق متطلبات الجودة في مختلف المؤسسات بما يعزز من مكانة الجودة الشاملة في كافة مراحل العمل. وهي طريقة نوعية تحتوي على تفاصيل عديدة، وتحتاج لوقت كبير لإعدادها وتطبيقها، وتوثيقها بشكل كامل. ويتضمن إجراء تطبيقها عادة على: تعريف النظام الذي سيتم تحليله، تحديد أنماط الفشل المحتملة الحدوث ومعدلاتها، تحليل تأثير الفشل ودرجة الحراجة لكل نوع منه ثم اتخاذ الإجراءات التصحيحية لتحسين موثوقية وعمل النظام. وعادة ما تستخدم طريقة تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة كخطوة أولى لدراسة موثوقية نظام معين. يتضمن ذلك مراجعة ما أمكن من مكونات وتشكيلات ونظم لتحديد نمط الإخفاق وأسبابه وتأثيراته. وغالبا ما توسّع هذه الأداة إلى تحليل نمط وآثار وحراجة الإخفاق، وذلك بإدخال مكون تحليل الحراجة بنهاية العملية. يهدف هذا البحث الى تطبيق هذه الطريقة على نظام النقل "ضيف" الخاص بتأمين تنقل الحجاج في دورة المشاعر المقدسة وذلك حتى نتمكن من تحسين جودة الخدمات المقدمة عبر ترتيب العمليات داخل هذا النظام ثم معرفة الاخطاء الممكن حدوثها في كل عملية وفي الاخير ترتيب الاخطاء حسب مدي خطورتها وكيفية تجنبها. وحيث تبين نتائج البحث ان اهم انماط الفشل ذو الحراجة المرتفعة لنظام "ضيف" تتمثل في تعطل الحافلات المخصصة لمكاتب الخدمة الميدانية، التعطل المستمر لموقع واب النظام، تغير خطة النقل بالمشاعر عدة مرات و كذلك عدم التعاون من قبل بعض المرشدين والسواقين مع موظفي النقل.

Failure Mode Effect and Critical Analysis (FMECA) is a step-by-step approach for identifying all possible failures of product or service in order to achieve the quality requirements in different institutions to enhance the status of Total Quality Management. It is a qualitative method that takes considerable time to prepare and implement it. The process of its application includes: the definition of the understudy system, identification of possible failure patterns and their incidence, analysis of the impact of failures and finally make corrective actions to improve the functioning of the system. The FMECA is usually used to study the reliability of a system. This tool is often extended to analyze the pattern, impact and forest failure, by introducing the Critical analysis component at the end of the process. The purpose of this paper is to apply the FMECA method to the Transportation System « Daif » in Holy Places during the Hajj and Umrah season in order to improve the quality of services. We have to arrange the processes of the understudy system and then identifying the mistakes that can occur in each process and classifying failures according to their seriousness and finally propose how to void them. Findings

show that the most critical failure of the system "Daif"are: breakdown of buses dedicated to service offices, unavailability of "Daif" website, the change of the transport plan several times and the lack of cooperation between some guides and drivers with transport staff.

المقدمة:

تعتبر طريقة تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة Failure Mode Effect and Critical Analysis (FMECA) من إحدى الطرق الهامة التي قام بتطويرها الجيش الامريكي في سنة ١٩٤٩ م، وتستعمل هذه المنهجية كتقنية لتقييم الاعطال التي ممكن ان تطرأ على منظومة معينة من أجل تحديد إمكانية الوثوق فيها (Lipol & Haq, 2011) .

في البداية كان يتم تصنيف الاعطال والفشل حسب مدى تأثيرها على العاملين وحسب مدى قدرة النظام على أداء مهمته على أحسن وجه، إلا أن مصنعي المنتجات الاستهلاكية ومزودي الخدمات قاموا بوضع معايير جديدة، من بينها سلامة العملاء وارضائهم (Prajapati, 2012).

تم استعمال طريقة تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) كمنهجية جديدة لأول مرة في سنوات الستينات في ميدان صناعة الطيران من أجل تحليل سلامة الطائرات، وقد اقتصر استعمال هذه المنهجية ولمدة طويلة على دراسة مدى موثوقية (Reliability) الآلات الصناعية. وفي نهاية الستينات امتد استعمال هذه الطريقة إلى ميدان صناعة السيارات وقد اعتمدها العديد من مصنعي السيارات مثل شركات تويوتا وفورد وغيرهم، وفي سنة ١٩٨٨ م تم تضمين منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة من طرف منظمة الايزو كطريقة لإرساء الجودة الشاملة في كل القطاعات الصناعية والخدماتية (Tsai et al., 2017). ومنذ ذلك الحين أصبحت منهجية FMECA رغم تعقيدها من بين الطرق الاكثر استعمالا وشيوعا والاكثر نجاحا في عديد المجالات، فقد اصبحت تستخدم بشكل متزايد في ميادين السلامة والصيانة، كما لا يقتصر تطبيقها على كل ما هو مادي فقط بل اصبحت تطبق أيضا على الأنظمة والخدمات والبرمجيات. اما حالياً فقد أصبح يوصى باستعمال منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على المستوى العالمي في النظم المنتجة للخدمات التي تقدم الى العملاء، وذلك بغرض القيام بتحليل وقائي للسلامة أثناء الخدمة(Chuang, 2007) .

يصنف الباحث (Stamatis. 2003) منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) الى اربعة أنواع مختلفة تتعلق ب :

١. النظام (System- FMECA): يتم تطبيق المنهجية على وظائف النظام، وهو عبارة عن مجموعة من الأجزاء أو الأنظمة الفرعية المخصصة لتنفيذ وظيفة واحدة أو أكثر.
٢. التصميم (Design-FMECA): يتم تطبيق المنهجية على وظائف جزء أو مكون من المنتج.
٣. العمليات (Process-FMECA): يتم تطبيق المنهجية على عملية الإنتاج أو التجميع.
٤. الخدمة (Service-FMECA): تستخدم المنهجية لتحسين إمكانية تقديم خدمة متميزة (Serviceability) .

في هذه الورقة سوف نركز على النوع الرابع المتعلق بتحليل أنماط الفشل الخاصة بالخدمة وهي التي تحدد حالات الفشل في أداء خدمات نقل الحجاج في دورة المشاعر المقدسة، والتي تؤثر بشكل مباشر على القيمة المضافة للخدمة ورضاء الحجاج باعتبارهم عملاء لمنظومة النقل بالمملكة والتي تندرج تحت اطار مبادرات البعد الثاني من برنامج التحول الوطني ٢٠٢٠ والذي يهدف الى تحسين مستويات المعيشة والسلامة. وحيث يحظى قطاع النقل بأولوية مطلقة في إطار رؤية المملكة ٢٠٣٠ وذلك حسب الهدف الاستراتيجي رقم ١,٣,٢ من الخطة التنفيذية لبرنامج التحول الوطني ٢٠٢٠-٢٠١٨ الخاص بالارتقاء بجودة الخدمات المقدمة من "*وسائل النقل العام والبنية التحتية (الطرق ومواقف السيارات)، على أن تكون هذه الخدمات ذات جودة عالية وأكثر موثوقية*" .

تهدف هذه الورقة العلمية إلى معرفة أنماط الفشل الخاصة بنظام "ضيف" الخاص بنقل الحجاج في دورة المشاعر المقدسة، كما تقدم تحليل لأهم تأثيراتها وحرجيتها على موثوقية هذه المنظومة. كما تناقش ايضا أهم التحديات في مجال النقل في المشاعر المقدسة.

١. أهمية وأهداف الموثوقية في تحليل النظم:

يبرز الباحثين (Sutrisno & Lee. 2011) أهمية وأهداف الموثوقية (Reliability Objectives) من خلال المخاطر الناجمة عن انخفاض الموثوقية من وجهة نظر المنتج والمستهلك كالآتي :

١. الموثوقية من وجهة نظر المنتج او الخدمة (From The Standpoint of the product/service)

- *المنافسة:* ان انخفاض موثوقية وسائل الانتاج تؤدي حتما إلى انخفاض موثوقية المنتجات والخدمات والذي يساهم في الحصول على ميزة تنافسية .
- *احتياجات العملاء*: تعد سبباً أساسيا في نشوء الموثوقية نظرا لكون العملاء هم الذين يقيمون المنتجات والخدمات لان الخدمة او المنتج الذي لا يوثق به سيقل عليه الطلب .
- *الضمانات وتكاليف الخدمات:* في حالة انخفاض موثوقية المنتجات والخدمات تساهم الضمانات المقدمة للعملاء الى زيادة في التكاليف وأعباء مالية أخرى .
- *تكاليف المساءلة القانونية*: تتمثل في مطالبة العملاء بالتعويض في حالة حصول إضرار لهم نتيجة انخفاض موثوقية وسائل انتاج الخدمات او في الخدمات في حد ذاتها.

١,٢. الموثوقية من وجهة نظر المستهلك (From The Consumer's Perspective)

- *الأمان*: عندما تكون موثوقية وسائل انتاج الخدمات منخفضة فهي ستؤدي إلى الاضرار بالعملاء أو موتهم، مثل فشل محركات الطائرة في رحلة جوية.
- *عدم الملاءمة*: تتمثل في انخفاض موثوقية وسائل ومعدات انتاج الخدمات التي لا تؤدي الى الموت بل تؤدي الى التأخر عن توفير الخدمات في الوقت المناسب وتسبب إزعاج وعدم ارتياح مثل عطل في القطار او في الحافلات المؤدية الى المشاعر المقدسة او مثل عطل في أجهزة توليد الكهرباء في الحرم.
- *التكاليف*: يؤدي انخفاض الموثوقية الى تكبد العملاء أموالًا إضافية مقابل الحصول على خدمات ذات موثوقية عالية.

١,٣. أساليب تحسين الموثوقية Methods To Improve Reliability

يمكن اللجوء الى استعمال عدة اساليب لتحسين موثوقية نظام انتاج خدمات معينة مثل:

١. *اضافة عناصر للنظام* (add elements to the system) : نقوم بهذا الاجراء عند الرغبة في تحسين الموثوقية بإضافة مكونات للنظام مما يترتب عليه زيادة في تكلفة النظام.

٢. *زيادة موثوقية العنصر المكون (Increase the reliability ingredient) : لزيادة موثوقية العنصر المكون داخل النظام يجب اتباع الخطوات التالية:*
   - ✓ *اختيار مواد ذات جودة عالية لإنتاج الخدمة.*
   - ✓ *تصميم أجزاء العنصر بطاقة أكبر من المطلوب.*
   - ✓ *استخدام نظام الصيانة الوقائية بشكل دقيق.*

٣. *تحسين ظروف العمل (Improve Working Conditions) : وتتمثل هذه التحسينات في:*
   - ✓ *تخفيض عبء العمل عن العمال المساهمين في انتاج الخدمات بفترات راحة*
   - ✓ *توفير بيئة عمل وفق التصميم.*
   - ✓ *الكشف المبكر عن اخلالات العمال*

٤. *توفير نظام احتياطي بديل (Provision Back-up System) يتمثل في توفير نظام احتياطي يشغل عند توقف النظام الأصلي بالكامل وهذا يكون في حالات خاصة تتعلق بحياة البشر(Salvedy. ٢٠٠١)*

٢. أساسيات منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة:

١,١. المصطلحات المستعملة في منهجية FMECA

تعتبر منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة بالأساس طريقة لتحليل النظم وهي تعتمد على المنطق الاستقرائي (Inductive Logic) الذي يحلل النتائج ابتداء من الاسباب من أجل دراسة منظومة معينة وتحليل اسباب الفشل وتأثيراته الحرجة. ان منهجية

FMECA هي واحدة من ضمن تقنيات التحليل التنبئي (Predictive Analysis)، وهي تطبق بشكل خاص على العمليات (process) التي تساهم في صنع المنتجات والخدمات وهي تمكن من تقدير مخاطر حدوث الفشل والنتائج المترتبة عليه.

وتتميز منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة حسب الباحثين (Lipol & Haq. 2011) بعديد المصطلحات الخاصة بها وهي كالاتي:

- ***العملاء (Customers)*** : هم الأشخاص الذين لهم صلة بفشل الخدمة، قد يكون العميل هو المرحلة التالية من سلسلة التصنيع وقد يكون المرحلة السابقة كما يمكن أن يكون المستعمل النهائي للمنتج او للخدمة.
- ***الفشل او الخلل (Failure)*** : يتعلق الخلل بالمنتج أو بالخدمة عندما لا يعمل المنتج أو لا يتم توفير الخدمة على أحسن وجه أو لا يتم تقديمها في الوقت المحدد.
- ***أنماط الفشل (Modes Failure)*** : تتمثل في الطرق التي يظهر بها الفشل بالنسبة لخدمة معينة وذلك اثر الانحراف عن المواصفات المرجوة من العملاء. وهذا النمط يمكن أن يكون ضعف في الاداء، وأحيانا تصنف أنماط الفشل على أنها فئات من العيوب المتعلقة بإخفاق الخدمات في أداء وظيفتها الأساسية.
- ***أسباب الفشل (Failure Causes)*** *:* تتمثل في الحيثيات المتعلقة بالتصميم أو التصنيع أو توفير الخدمة والتي كانت السبب في الفشل و لتحليل الاسباب يمكن استعمال مخطط ايشيكاوا Ishikawa diagram.
- ***تأثير الفشل (Effects Failure)***: وهي الاثار الناجمة عن الفشل وهي أيضا الاعراض التي يمكن بواسطتها الكشف عن العيوب والخلل في أداء الوظيفة المطلوبة وكذلك النتائج المترتبة عن ذلك.

ويتميز كل فشل بثلاثة خصائص رئيسية:

١. ***الشدة (Severity: S)***: تمثل تقييم لأهمية تأثير الخلل المحتمل على العميل.
٢. ***التردد (Occurrence: O)***: هي وسيلة لتقييم ظهور خلل معين مرتبط بالخدمات المقدمة للعملاء، سواء كان ذلك عند مرحلة التصميم أو التصنيع أو عند تقديم الخدمة. ببساطة التردد يعني وتيرة ظهور الفشل او الخلل اثناء تقديم الخدمات .
٣. ***الكشف (Detection: D)***: وهو عملية تقييم مدى صعوبة وقدرة المراقبة على اكتشاف سبب الفشل أو الخلل داخل النظام.

ولتقييم مستوي خطورة *(Gravity)* الفشل يتم احتساب حاصل ضرب هذه الخصائص الثلاث للحصول على رقم أو مستوى أولوية الخطر (Risk Priority Number : RPN) كالتالي: $RPN = S \times O \times D$

ويمكننا احتساب نسبة التخفيض في RPN كما يلي:

$$\frac{RPN2 - RPN1}{RPN1} x100$$

- ✓ حيث يمثل RPN_1 رقم أولوية الخطر قبل الاجراء .
- ✓ ويمثل RPN_2 رقم أولوية الخطر بعد التدخل لتصحيح الاجراء.

ويساهم رقم أولوية أو مستوى الخطر (RPN) في ترتيب الفشل والاخلالات المحتملة حسب أولويتها مع إعطاء الأولوية للخلل الذي يملك أكبر رقم RPN، حيث سيتم ترتيب مستوى خطر الاخلالات من الأكبر إلى الأصغر، وبعد ذلك نقوم باقتراح الإجراءات التصحيحية والوقائية حسب الأولوية ثم تنفيذها ومتابعتها.

٢,١. مراحل تطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة

يعتبر الكاتب (Gavriel Salvedy. 2001) أن منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة FMECA تتكون من عدة خطوات ومراحل متسلسلة وهي كالتالي:

١. ***طرح الاشكالية***: تعريف و توضيح الهدف المنشود ومجال تطبيق المنهجية .
٢. ***التعرف على العميل***: العميل قد يكون هو مستهلك الخدمة وهو الذي يريد معرفة كل المخاطر المتعلقة بالخدمات.

٣. *تشكيل فريق FMECA* : هذا الفريق ينبغي أن يكون متعدد التخصصات ويتكون من قائد الفريق وأعضاء ممثلين عن مختلف المصالح المعنية داخل النظام، ومن الأفضل أن يكون قائد الفريق محايدا ليس لديه أي دخل في الاشكالية المطروحة حتى لا يؤثر ذلك على سير الدراسة وبالتالي اتخاذ قرارات منحازة ومغلوطة.

٤. *التحليل الوظيفي*: يعمل الفريق على تفكيك النظام إلى نظم فرعية حسب مقاربة منظومية (systemic approach) كما يتم تفكيك النظم الفرعية بدورها إلى عناصر أولية، ويقوم الفريق بتحديد الوظائف الأساسية لكل عنصر والقيود المسلطة عليه كالقوانين والأنظمة والمعايير.

٥. *التحليل الكيفي للفشل*: يتمثل في إحصاء أنماط الفشل ومسبباته ومدى تأثيره على المنظومة.

٦. *التحليل الكمي للفشل*: لكل نمط من أنماط الفشل، يقوم الفريق بتقييم الشدة (S) و تردد الظهور (O) واحتمال عدم الكشف(D) و بالتالي حساب رقم أولوية الخطر (RPN).

٧. *تحديد رقم أولوية الخطر الحرج*: بعد ترتيب الفشل والاخلالات المحتملة حسب رقم أولوية الخطر من الأكبر إلى الأصغر، يقوم الفريق بتحديد الحد الأدنى للرقم الحرج (RPN) الذي اذا تم تجاوزه يجب القيام بإجراءات تصحيحيه.

٨. *وضع خطة العمل*: تحضير مجوعة إجراءات (ماذا، من، كيف، متى) لإزالة أسباب الفشل، ويمكن ان تكون هذه الإجراءات تصحيحية أو وقائية.

٩. *تنفيذ ومتابعة خطة العمل*: يتم تكليف اعضاء من فريق FMECA بمسؤولية تنفيذ ومتابعة الإجراءات التصحيحية أو الوقائية وتسجيل النتائج التي تم الحصول عليها.

١٠. *التحقق من فعالية الإجراءات*: يجب أن يحظى موضوع تنزيل وتنفيذ الإجراءات بمتابعة دقيقة للتحقق من فعاليتها. اما في الحالات التي تكون فيها الإجراءات المقترحة غير قادرة على تحقيق النتيجة المرجوة، يجب القيام بدراسة (FMECA) جديدة من أجل تطوير حلول جديدة.

حدد الباحثان (Lipol and Haq. 2011) درجات ترجيح حدوث الفشل وترتيب الخطورة حسب الاولوية كالآتي:

- *درجة حدوث الفشل*: يعني تحديد مدى حدوث هذا النوع من الفشل، حسب سلم يتراوح من ١ الى ١٠ درجات، بحيث يدل رقم ١ على كون الفشل نادر الحدوث، ورقم ١٠ يدل على احتمال كبير لحدوث الفشل.
- *درجة اكتشاف الفشل*: يعني إذا حدث الفشل فما هو احتمال اكتشافه، و يتم الكشف حسب سلم يتراوح من ١ الى ١٠ درجات، بحيث يدل رقم ١ على كون الفشل قابل للاكتشاف بسهولة، ورقم ١٠ يدل على صعوبة اكتشافه.
- *درجة الخطورة*: يعني إذا حدث شكل من أشكال الفشل فما هو الضرر المترتب عليه؟ وذلك حسب سلم يتراوح من ١ الى ١٠ درجات، بحيث يدل رقم ١ على كون الفشل لا يؤدي إلى الضرر، ورقم ١٠ يدل على أن هذا الفشل يؤدي إلى ضرر كبير، على سبيل المثال في الرعاية الصحية يدل الرقم ١٠ على حدوث الوفاة.

ويتم تحديد أرقام أولويات الخطر المترتب على كل نوع من أنواع الفشل بواسطة احتساب قيمة رقمية تستخدم لتحديد أولويات تحسين النشاطات المتعلقة بعمليات انتاج الخدمة. تتراوح هذه القيمة الرقمية من ١ إلى ١٠٠٠ و تحسب بضرب النقاط الثالث السابقة ببعضها (درجة حدوث الفشل x درجة اكتشاف الفشل x درجة خطورته) ، و يجب أن تقوم عمليات التحسين بالتالي:

- ✓ تقليل درجة حدوث الفشل في تقديم الخدمات
- ✓ تقليل درجة خطورته
- ✓ رفع إمكانية اكتشافه.

٣. دراسة حالة: نظام "ضيف" الالكتروني:

تعتبر مدينة مكة المكرمة العاصمة المقدسة للمسلمين قاطبة ولازالت هذه المدينة تتسع وتتمدد أحياؤها ويتزايد عدد سكانها وتتنوع متطلباتها الحياتية. ويضفي عليها وضعها كعاصمة مقدسة لكل المسلمين ميزات فريدة لا تضاهي غيرها من مدن العالم نظرا للحاجة الملحة لتوفير خدمات الإعاشة والنقل لملايين من ضيوف الرحمن من زوار ومعتمرين وحجاج. وهذه الخصوصيات تدفع الى ضرورة التطوير المتواصل والتجديد المستمر لكل مرافق البنية التحتية والخدماتية، وخاصة منها نظام النقل الذي يصل إلى الذروة في مواسم الحج في أوقات معينة وأماكن محددة، هذا إلى جانب مواسم العمرة. ولعل ما تقوم به حكومة خادم الحرمين الشريفين

لخدمة الحجيج وزوار البيت الحرام يفوق الطاقة المعهودة ويتعدى دوماً أفكار المخططين. ان تنظيم وتطوير منظومة النقل العام في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة تتشابك وتتأثر بالمخطط العمراني العام للمدينة وتلتزم بالأداء الاقتصادي المنشود حتى تنجح التنمية ولكي يؤدي الحجاج الميامين والمعتمرين مناسكهم بكل يسر وأمان ويعودوا إلى بلادهم سالمين.

وفي هذا الإطار تقوم النقابة العامة للسيارات بتنظيم وترتيب النقل في الحج والعمرة وكذلك الإشراف على شركات النقل المنضوية تحت عضوية النقابة. ومن أبرز اهداف النقابة العامة للسيارات هي تأمين نقل الحجاج لرحلة المشاعر المقدسة بطريقة آمنة وميسرة. لذلك أسست النقابة العامة للسيارات منصة إلكترونية "ضيف" تحت إشراف وزارة الحج والعمرة، وهي تهدف لإحداث نقلة نوعية في تنظيم تنقل الحجاج بشكل آمن، وذلك عن طريق تمكينهم من طلب الحافلات، وتحديد مواقع سكنهم، وتتبع الحافلات حتى وصولها ومعرفة حالتها (في حالة عطل، متحركة، متوقفة ومحركها يعمل، متوقفة ومحركها لا يعمل، خارج الخدمة).

تهدف هذه الدراسة إلى تطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على نظام "ضيف" وتقديم مقترحات بشأن الرقي بنظام النقل في العاصمة المقدسة بما يتناسب مع التحديات الحديثة، وذلك بواسطة رفع الكفاءة التشغيلية لمنظومة النقل وزيادة المردودية الاقتصادية لها (Woropay & Andrzej, 2006) .

إن ما تتسم به حركة النقل والمواصلات في مدينة مكة المكرمة من ضخامة في العدد ومواعيد محددة وأماكن معينة وللحفاظ على البنية الأساسية اللازمة لها وحسن استثمارها يتطلب تحليل منطقي لإخفاقات واخلالات هذه المنظومة حتى نتمكن من وضع سياسات تصحيحية واستراتيجية لتطوير مستقبل المواصلات في منطقة مكة المكرمة. ولعل ما نلاحظه من تلازم تأثير التخطيط العمراني وتعدد الطرق واتجاهاتها ونوعياتها مع توفير متطلبات التنمية الاجتماعية الضرورية للسكان والمواطنين، يحتم علينا إيجاد علاقة سببية (سبب-نتيجة) قوية بين انماط فشل المنظومة ومدى تأثيرها وحرجيتها، ثم تقديم بعض الاقتراحات على الجهات المسئولة عن تخطيط متطلبات النقل والمواصلات بما يحقق النجاح المطلوب.

١,٣. تحليل نظام "ضيف" الالكتروني واخفاقاته

تم تطوير منصة "ضيف" لتسهيل عملية نقل ضيوف الرحمن، حيث دمجت جميع أنظمة التتبع في منتصف عام ١٤٣٧هـ. وفي بداية عام ١٤٣٨ هـ، ويشمل نظام "ضيف" طلبات الحافلة، التشغيل، المراقبة والتتبع وتم في البداية تطبيق النظام متكاملاً على مؤسسة مطوفي حجاج جنوب آسيا، وخلال سنة ١٤٣٩ هـ، تم تعميم نظام "ضيف" الشامل على جميع مؤسسات الطوافة وشركات النقل. تتكون المنصة من موقع إلكتروني لتقديم طلبات الخدمة، الجدولة، التشغيل، المراقبة والتوجيه. ويتمثل نظام "ضيف" في كونه تطبيق الكتروني يتم تحميله على الهاتف الجوال الذكي حيث يوفر هذا التطبيق ثلاث خدمات وهي:

١. طلب الحافلات لنقل الحجاج
٢. تحديد مواقع إسكانهم
٣. وتتبع الحافلات.

كما يهدف نظام "ضيف" إلى اختصار الجهد على مكاتب الخدمة الميدانية ، فلا حاجة لإرسال مندوب المكتب لتسلم الحافلات من مقرها، وبعد طلب الحافلات وتحديد الوقت ومقر السكن ترسل الحافلة بالمرشدين إلى الموقع المحدد، وعلى المكاتب تتبع الحافلات[١] ومعرفة عددها وأسماء السائقين وأرقام هواتفهم.

١,٣,١. مستخدمي نظام "ضيف"

يتمثل دور نظام "ضيف" بإدارة اعمال النقل في الحج من لحظة تسجيل البيانات الرئيسية (الحافلات و شركات النقل....الخ) وحتى لحظة عودة الحافلات الى مقرها وانتهاء اعمال الحج. ويتم استخدام نظام "ضيف" من طرف اربعة أطراف مشتركة في اعمال نقل الحجاج وهم:

١. النقابة العامة للسيارات: وهي تهدف إلى تنظيم وترتيب النقل في الحج والإشراف على الشركات الناقلة المنضوية تحت عضوية النقابة. وتحدد النقابة لكل مكتب خدمة ميدانية شركة الحافلات التي سيتعامل معها، كما تحدد له استخدام ١٠ حافلات لكل ساعة. ويتم استخدام نظام "ضيف" من عدة موظفين بالنقابة العامة وهم[٢]:

---

١ الألوان الخاصة بحالة الحافلات في التطبيق الالكتروني بالهاتف الجوال هي كالاتي: الأحمر: الحافلة في حالة عطل، الأخضر: الحافلة متحركة، الأزرق: متوقفة ومحركها يعمل، الأصفر: متوقفة ومحركها لا يعمل، الأسود: خارج الخدمة

- *مدير تشغيل:* وهو خاص بكل مؤسسة الطوافة بحيث يكون مسؤول على ادارة العمليات التشغيلية مع هذه المؤسسة.
- *المرحل الخاص:* وهو الشخص المسؤول عن الربط بين المرشد والحافلة وامر خروج الحافلات داخل النظام في المخازن الترددية التابعة للنقابة.
- *مراقب الجودة:* وهو المسؤول عن المراقبة الميدانية وفحص الحافلات وتقديم البلاغات والاستجابة لها في حالة الطوارئ.
- *المرشد:* وهو الذي يرشد سائق الحافلة ويوجهها الى المسار الصحيح وهو يعمل مع عضو النقل بمكتب الخدمة الميدانية.

٢. مؤسسات الطوافة: وهي ستة (٦) مؤسسات تحت إشراف وزارة الحج وهي كالاتي: المؤسسة الأهلية لمطوفي حجاج تركيا ومسلمي أوروبا وأمريكا وأستراليا، المؤسسة الأهلية لمطوفي حجاج إيران، المؤسسة الأهلية لمطوفي حجاج دول جنوب آسيا، المؤسسة الأهلية لمطوفي حجاج جنوب شرق اسيا، المؤسسة الأهلية لمطوفي حجاج إفريقيا غير العربية، المؤسسة الأهلية لمطوفي حجاج الدول العربية. وهذه المؤسسات الستة مطالبة بضرورة الالتزام بتعليمات وزارة الحج المتعلقة بجداول التفويج للقطار وجداول التفويج لرمي الجمرات وجداول ترحيل الحجاج للمغادرة من المخيمات في الموعد المحدد. وتتعامل كل مؤسسة مع عدد معين من مكاتب الخدمة الميدانية التي تعني بنقل الحجاج الى المشاعر المقدسة. وكل مؤسسة فيها *مدير قطاع النقل* وهو الشخص المعني بإدارة المكاتب التابعة للمؤسسة وادخال عدد الحجاج لكل مكتب.

٣. مكاتب الخدمة الميدانية: هي مكاتب تهدف الى تسهيل وتذليل كافة العقبات امام حجاج بيت الله الحرام منذ وصولهم وحتى عودتهم إلى بلدانهم سالمين، وتكون المكاتب مطالبة بضرورة إتباع تعليمات وتوجهات وزارة الحج والعمرة والعمل على تنفيذ مبادراتها لكافة مراحل رحلة الحج ابتداءً من السكن وانتهاءً بمغادرة الحجاج إلى بلادهم. في كل مكتب هناك *عضو النقل* وهو يملك صلاحيات عالية في نظام "ضيف" تتمثل في تقديم طلبات الحافلات التابعة للمكتب ومتابعتها وادارة مرشديها،

٤. الشركات الناقلة: وهي الشركات المالكة للحافلات وتوظف كل شركة *مرحل خاص* وهو المسؤول عن الربط بين المرشد والحافلة وامر خروج الحافلات داخل نظام "ضيف" من مخازن شركات النقل.

١,٣,٢. تحليل انماط فشل نظام "ضيف"

اثر صدور تعليمات جدولة التفويج من طرف وزارة الحج تقوم مكاتب الخدمات الميدانية بصفة عامة و عضو النقل بصفة خاصة بطلب الاعتماد الالكتروني -عبر موقع مسار الالكتروني التابع لوزارة الحج- وذلك حسب عدد الحجاج المزمع ترحيلهم، وهنا تواجه المكاتب مشكلة الحصول على الاعتماد من المسؤول على قطاع النقل. ثم يتم استلام الحافلات من الشركات الناقلة بعد صدور الاعتماد من داخل المواقف الخاصة بالحافلات داخل المشاعر وداخل الاحياء في مكة. ثم يتم ربط المرشدين بالحافلات بحيث يملك كل مرشد لوحة الكترونية تخول له تحديد مسار الحافلة الى الوجهة المحددة. ولمراعاة الزحام وجب ان تطلب الحافلة قبل الوقت الفعلي بساعة، كما ان النظام لا يسمح بخروج أكثر من ٤ حافلات في الساعة الواحدة لكل مكتب حتى لا تتكدس الحافلات أمام المبنى في الطرقات، ويطلب باقي الحافلات في الساعات التي تليها، مع التنبيه على أنه عند تقديم المكتب طلب حافلة لا يمكنه التراجع أو التعديل إلا عن طريق المؤسسة.

يبين الشكل ١ دورة اصدار طلبات الحافلات في نظام "ضيف".

لتطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على نظام "ضيف" قمنا بعملية عصف ذهني مع ستة ممثلين لمكاتب خدمات ميدانية تندرج تحت ست مؤسسات طوافة مختلفة. ويمكن تعليل اختيارنا لهذه الفئة من اصحاب المصلحة للمشاركة في عملية العصف الذهني بالمبررات التالية:

---

٢ حسب تطبيق جوال عضو النقل وتطبيق جوال المرشد الصادر عن النقابة العامة للسيارات ١٤٣٩

• تعتبر المكاتب الميدانية عنصرا محوريا في نظام "ضيف" وذلك نظرا لكونها على ارتباط مباشر بكل العناصر الفاعلة بالنظام وهي: الحجاج، مؤسسات الطوافة، النقابة العامة للسيارات وشركات النقل

• ارتباطها المباشر بالحجيج الذين يعتبرون العملاء والمستهلكون الرئيسيون لخدمات النقل مما يجعل من المكاتب الميدانية المسؤول المباشر عن جودة الخدمات التي يقيمها الحجاج.

• معرفتهم ودرايتهم بكل المشاكل المتعلقة بنظام "ضيف"

ويوضح الجدول ١ نتائج العصف الذهني التي تحصلنا عليها إثر تطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على نظام "ضيف". كما يبين الشكل ٢ تصنيف مناطق الحراجة حسب منهجية FMECA.

٣,١,٣. الاستنتاجات والحلول المقترحة:

تبين نتائج تطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيره وحرجيته (FMECA) ان تصنيف اخفاقات نظام "ضيف" يتم حسب مناطق الحراجة المبينة بالشكل رقم ٥ الذي يوضح ثلاثة انواع من فشل النظام "ضيف" وهي كالاتي:

١. <u>الفشل ذو الحراجة المرتفعة</u> (اللون الاحمر): وهو اخفاق ذو خطورة عالية على فعالية وأداء النظام. وهو من أهم الاخفاقات التي يجب التعاطي معها بسرعة قصوى لتحسين موثوقية النظام. وفي هذه الدراسة العلمية وجدنا في هذه المنطقة الاخفاقات التالية:

- *<u>تعطل الحافلات المخصصة لمكاتب الخدمة الميدانية</u>*: المسؤول الأول على هذا الفشل هو الشركات الناقلة، والحلول المقترحة لهذا الفشل تتمثل في:

✓ استخدام حافلات جديدة وذات تكييف جيد وعالية السعة مثل الحافلات المفصلية، مع التأكيد على ضرورة تخصيص أماكن للنساء في تلك الحافلات

✓ ضرورة تنويع أحجام وأنواع الحافلات لزيادة الطاقة الاستيعابية لها ولمكاتب الخدمات الميدانية.

✓ توفير عدد كاف من الورش المتنقلة وكذلك ضرورة القيام بالصيانة الوقائية (preventive maintenance) للحافلات.

✓ تحديث وتقوية الهيكل الإداري والتشغيلي للشركات المسئولة عن النقل بالحافلات حتى يكون لها دور في المشاركة في إعداد جداول التفويج وشبكة الطرق التي سوف تسير عليها تلك الحافلات.

✓ تعديل شبكة المسارات الحالية للنقل الجماعي والتي تعتبر شبكة مركزية محورها المسجد الحرام بالإضافة إلى أنها يجب ان تؤدي إلى الربط المباشر بين الأحياء العمرانية الجديدة وبعضها

✓ كما يمكن دراسة وسائل بديلة للحافلات مثل النقل المعلق.

- *<u>التعطل المستمر لموقع "ضيف"</u>*: يمثل هذا الفشل درجة حراجة كبيرة تؤثر حتما على وثوقية النظام. والحلول المقترحة لهذا الفشل تتمثل في:

✓ تأسيس مكتب دعم فني لحل مشاكل تعطل النظام

✓ ربط نظام "ضيف" بنظام المسار الالكتروني

✓ ضرورة ايجاد الية بديلة للنظام القديم لإصدار اعتماد يدوي من النقابة العامة مباشرة.

- *<u>تغير خطة النقل بالمشاعر أكثر من مرة</u>*: لتفادي هذا الاخفاق نقترح الحلول التالية:

✓ وضع خطة نقل بديلة (خطة ب) منذ البداية وبوقت كاف حتى يتمكن اصحاب المصالح من التعامل معها مسبقا.

✓ تخصيص مسارات مستقلة للحافلات، حيث تأكد نجاح ذلك في بعض الدول مما أدى إلى زيادة سرعة الحافلات.

- *<u>عدم التعاون من قبل بعض المرشدين والسائقين مع موظفي النقل</u>*: حل هذه المشكلة يتمثل في الأخذ بعين الاعتبار اثناء تدريب المرشدين والسائقين بعض المهارات الهامة مثل ضبط النفس وتقنيات التواصل مع الاخرين. كما يجب إلزام السائقين بعدم القيام بالمناسك حتى لا يساهموا في تعطيل سير النظام.

٢. الفشل ذو الحراجة الرئيسية (اللون البرتقالي): وهو الاخفاق الذي يعتبر رئيسي ويؤثر بشكل مباشر على سير النظام. في دراستنا الحالية وجدنا الاخفاقات التالية:

- عدم معرفة وتوعية الموظفين والمرشدين والحجاج بنظام ضيف: وتتمثل الحلول في تكثيف القيام بدورات تدريبية حول اهمية وكيفية استخدام نظام "ضيف" لكل أصحاب المصالح من موظفين و مرشدين وحجاج.
- سير المرشدين بنظام الملاحة (جي بي اس) غير نافع ويؤدي إلى سلوكهم طريق خاطئ ومغلق: وتتمثل الحلول في المقترحات التالية:

✓ تحديث خارطة الطريق الالكترونية
✓ عدم التقيد بمزود خدمة وحيد مثل "زين" الذي تفرضه النقابة العامة للسيارات او ارغام هذا المزود بضرورة تحسين سرعة تدفق شبكة الأنترنيت.
✓ زيادة وضع لوحات ارشادية كافية داخل المخيمات لتسهيل مهمة المرشدين
✓ تزويد الحجاج بخرائط المسارات مع جدول التوقيتات للإقلال من زمن الانتظار وتكدس الحجيج
✓ تزويد الحافلات بشاحن بطارية لشحن اللوحة الإلكترونية للمرشد عند الحاجة

٣. الفشل ذو الحراجة الغير هامة (اللون الاصفر): تكون هذه الاخفاقات غير هامة بحيث تؤثر بصفة ضئيلة على سير النظام، وتتمثل هذه الاخفاقات فيما يلي:

- *عدم معرفة المرشدين لمواقع المخيمات والاسكان*: نقترح ضرورة تدريب المرشدين حول كيفية الوصول الى مواقع المخيمات والاسكان وذلك عبر خرائط سهلة القراءة.
- *عدم وجود جهة إشرافيه داخل مواقف خروج الحافلات الخاصة بالشركات*: نقترح ضرورة تأسيس فريق تنسيقي في كل موقف حافلات، مكون من ممثلي عن الوزارة وعن النقابة العامة لتسهيل عمليات خروج الحافلات.

يمكن الإشارة الي ان هناك عديد الدراسات والتجارب الإقليمية التي قامت بتطبيق طريقة تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على نظم النقل مثل الدراسة التي قاما بها (Woropay & Andrzej. 2006) لتحسين نظام النقل في بولندا و كذلك الدراسة التي قاما بها (Popović et al..2010) لتحسين مردودية الحافلات بصربيا و كذلك الدراسة الحديثة بجنوب افريقيا للباحث (Zhuwaki. 2017) التي تهدف لتطوير جودة خدمات القطارات.

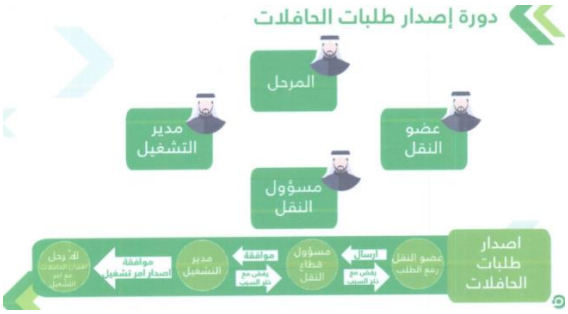
أبرز التوصيات:

١. التحقيق والتدقيق في الاقتراحات الموصي بها إثر تطبيق منهجية تحليل أنماط الفشل وتأثيراته الحرجة (FMECA) على نظام "ضيف".

٢. العمل على اعتماد هذه المنهجية من قبل كل اصحاب المصالح (الوزارة، النقابة العامة، مؤسسات الطوافة، مكاتب الخدمات الميدانية والشركات الناقلة) والعمل على دعمها لسهولة استخدامها ولمساهمتها الفعالة في خفض الاخلالات غير المخطط لها.

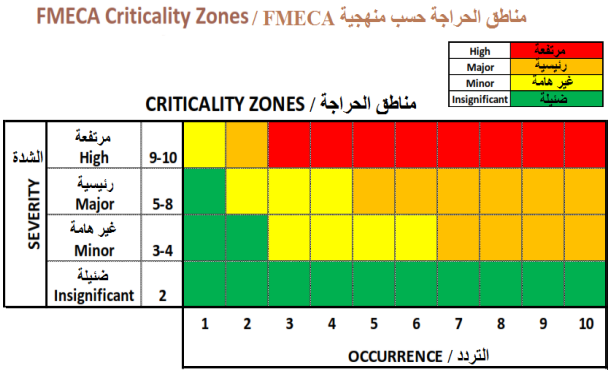
٣. تعريف اصحاب المصالح بهذه الطريقة ومنهجية استعمالها والاهمية المرجوة من تطبيقها. حيث ان تطبيق هذه الطريقة لا يقلل فقط من اخفاقات النظام بل يزيد في جودة خدمات النقل المقدمة لضيوف الرحمن.

الأشكال والجداول:



الشكل ١: دورة اصدار طلبات الحافلات في نظام "ضيف"

المصدر: تطبيق جوال عضو النقل وتطبيق جوال المرشد الصادر عن النقابة العامة للسيارات ١٤٣٩



شكل رقم ٢: تصنيف مناطق الحراجة حسب منهجية FMECA

المصدر: https://quality-one.com/wp-content/uploads/2018/02/FMECA-Severity-Zones.pdf

جدول ١: تحليل أنماط الفشل وتأثيره وحراجته

الفشل في النظام	التأثيرات المحتملة للفشل	اسباب الفشل المحتملة	التردد (O)	الكشف (D)	الشدة (S)	= RPN OxDxS	تصنيف الحراجة
التعطل المستمر لموقع ضيف	- خلل في انجاز الرحلات	- جدولة المواعيد بطريقة خاطئة من المكاتب	٠.٩	٠.٧	٠.٩	٥٦٧	مرتفعة
		- عدم ربط المرشد بالحافلة وعدم ظهورها على موقع التتبع بضيف					
	- عدم صدور الاعتمادات من النقابة	- عدم الحصول على الموافقة المبدئية من المؤسسات					
		- عدم وجود الية بديلة يمكن الرجوع اليها في حال تعطل موقع ضيف					
تغير خطة النقل بالمشاعر أكثر من مرة	- عدم الايفاء بالالتزامات تجاه المكاتب	- ازدحام الطريق	٠.٦	٠.٩	٠.٩	٤٨٦	مرتفعة
	- تأخر الحجاج عن اداء المناسك	- اغلاق بعض الطرق المسجلة بالنظام					
	- عدم احضار حافلات بديلة عند تعطل البواص المخصص للمكتب	- مرور مسؤول مهم					
تعطل الحافلات المخصصة للمكاتب	- تأخير في اداء المناسك	- عدم احضار حافلات بديلة	١٠	١٠	١٠	١٠٠٠	مرتفعة
	- مشاكل بين الحجيج والمرشدين ومندوبي المكاتب	- سوء صيانة الحافلات من طرف الشركات					

		- عدد غير كاف للورش المتنقلة					
عدم وجود جهة إشرافيه داخل مواقف خروج الحافلات الخاصة بالشركات	- تعطل خروج الحافلات - مشاكل بين المكاتب والشركات	- وزارة الحج والنقابة العامة لا توفر منسقين او موجهين داخل مواقف الحافلات	٠.٢	٠.٨	٠.٨	١٢٨	غير هامة
عدم معرفة الموظفين والمرشدين والحجاج بنظام "ضيف"	- تأخر الحافلات - تذمر الحجاج	- عدم وجود دورات تدريبية للمرشدين خاصة والحجاج والموظفين	٠.٩	٠.٧	٠.٨	٥٠٤	رئيسية
عدم معرفة المرشدين لمواقع المخيمات والاسكان	- عدم وصول الحجاج الى المشاعر - تأخير خروج الحجاج من مواقع سكنهم	- عدم القيام بدورات تدريبية للمرشدين من طرف المكاتب	٠.٢	١٠	٠.٧	١٤٠	غير هامة
سير المرشدين بنظام الملاحة (جي بي اس) غير نافع ويؤدي الى سلوكهم طريق خاطئ ومغلق	- عدم وصول الحجاج الى المنطقة المحددة للمخيم	- عدم تحديث خارطة الطريق الالكترونية - عدم توفر شبكات بديلة عن "زين" التي تفرضها النقابة - ضعف شبكة الأنترنيت لمشغل "زين" - عدم وضع لوحات ارشادية كافية داخل المخيمات - في بعض الاحيان ينتهي شحن بطارية لوحة المرشد - صعوبة ايجاد مرشدين يجيدون استخدام برنامج "ضيف"	٠.٧	٠.٣	٠.٨	١٩٢	رئيسية
عدم التعاون من قبل بعض المرشدين والسواقين مع موظفي النقل	- تَهَاوُنُ الحافلات - تأخر الحجاج	- صغر سن المرشدين - السواقون اغلبهم يؤدون مناسك الحج	٠.٣	٠.١	٠.٩	٢٧	مرتفعة

المراجع:

Chuang, P-T. (2007), Combining Service Blueprint and FMEA for Service Design, *The Service Industries Journal*, 27:2, 91-104, DOI: 10.1080/02642060601122587

Di Bona, G., Silvestri, A., Forcina, A., & Petrillo, A. (2017): Total efficient risk priority number (TERPN): a new method for risk assessment, *Journal of Risk Research*, DOI: 10.1080/13669877.2017.1307260

Haimes, Y. (2015), *Risk Modeling, Assessment, and Management*, 4th Edition, Wiley.

Lipol, L-S., Haq, J. (2011), Risk analysis method: FMEA/FMECA in the organizations, *International Journal of Basic & Applied Sciences*, Vol: 11 No: 05, 74-82.

Prajapati, D-R. (2012), Implementation of failure mode and effect analysis: a literature review, - *International Journal of Management,* Vol2, Issue 7, 264-292.

Salvedy, G. (2001), *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*, 3 Volume, 3rd Edition. John wiley & Sons.

Sutrisno, A., Lee, T-R (2011), Service reliability assessment using failure mode and effect analysis (FMEA): survey and opportunity roadmap, *International Journal of Engineering, Science and Technology,* Vol. 3, No. 7, 2011, pp. 25-38

Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis*. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press

Tsai, S-B, Zhou, J., Gao, Y., Wang, J., Li, G., Zheng, Y. (2017) Combining FMEA with DEMATEL models to solve production process problems. *PLoS ONE* 12(8): e0183634. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183634

Woropay, M., Andrzej W. (2006), Analysis and evaluation of risk in a transport system, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol. 13, No. 2.