

صفوف الإنتظار :مدخل كمي في إتخاذ القرارات

دراسة حالة:وكالة التأمين سلامة

**Waiting lines: Quantitative Approach in Decision Making
Case Study: SALAM Insurance Agency**

أ.د.عزي سهام جامعة الجزائر 3

تاريخ قبول النشر: 2017/12/31

تاريخ الاستلام: 2017/05/28

الملخص: نعيش ظاهرة الإنتظار بصفة يومية سواء كان ذلك في البنوك أو في وكالات التأمين، المستشفيات، مكاتب البريد... إلخ لذا جاءت هذه الدراسة من أجل إبراز أهمية دمج أساليب التحليل الكمي باعتبارها أدوات مساعدة لاتخاذ القرارات الإدارية، من بين هذه الأدوات تعتبر صفوف الإنتظار أكثر ملائمة في حالة وكالة التأمين سلامة في الجزائر و التي تهدف إلى ترشيد قراراتها الإدارية بغية تقديم أفضل خدمة لربائنها.

الكلمات المفتاحية: الأساليب الكمية، صفوف الانتظار، مؤشرات الأداء

Abstract : We daily live in the waiting phenomenon whether in banks or insurance agencies, hospitals, post offices and so on. This study is intended to highlight the importance of integrating quantitative analysis methods as tools helping to make administrative decisions. Among these tools, the waiting lines are considered to be the most appropriate in the case of SALAMA Insurance Agency in Algeria aiming at rationalizing its administrative decisions in order to provide the best service to its customers.

Key words: Quantitative methods, waiting lines, performance indicators

مقدمة

نظرا للتطورات الحاصلة في مجال الاتصالات ونظم المعلومات في القرن الحالي، وما برز عنه من التزامات وأعباء على عاتق المؤسسة لمواكبة هذه التطورات، لم تعد الأساليب التقليدية في اتخاذ القرارات الإدارية مجدية، بل ظهرت توجهات حديثة في الإدارة تركز على ضرورة الاعتماد على الأساليب الكمية كبحوث العمليات.

من المؤكد أنه قد مر كل واحد منا في حالة انتظار لإنجاز عمل ما، مثل الانتظار في المتاجر لدفع الفاتورة أو الوقوف في طابور في البنوك، أو خط انتظار السيارات في إشارة المرور أو محطات تعبئة الوقود، في مثل هذه الحالات وحالات أخرى مماثلة يعتبر خط الانتظار أمرا غير مرغوب فيه من قبل الزبون والإدارة على حد سواء وذلك لإدراكها بأن وقوف الزبون لمدة طويلة معناه العجز عن تقديم الخدمة الجيدة، مما يؤدي إلى بحث الزبون عن مكان آخر يحصل منه على خدمة أفضل، وهنا لابد للإدارة في التفكير بزيادة مراكز تقديم الخدمة لتحسين مستوى الخدمات المقدمة.

ويمكن إرجاع أهمية هذه الدراسة إلى النقاط التالية:

أولاً: قلة الدراسات المتعلقة باستخدام الأساليب الكمية في الإدارة وخاصة في المؤسسات العمومية الخدمية، لذا فهذه الدراسة تأتي كمساهمة لتوجيه متخذي القرارات في المؤسسات الخدمية من أجل استخدام الأساليب الكمية التي يمكن أن تدعم عملية اتخاذ القرارات.

ثانيا: حاجة وكالة التأمين إلى إدراك إيجابيات تطبيق الأساليب العلمية لحل المشاكل التي تواجهها، كما أن الأساليب الكمية تقوي العلاقة بين متخذي القرارات، المحللين والمنفذين نتيجة الاتصالات المتبادلة للحصول على المعلومات وتحديد متغيرات المشكلة.

ثالثا: تحتوي الدراسة على بعض التطبيقات العلمية للأساليب الكمية في وكالة التأمين موضوع الدراسة، من أجل الوصول إلى فعالية هذه الاستعمالات، وتتمثل هذه التطبيقات في استعمال نماذج صفوف الانتظار، والتي تعتبر النماذج الملائمة لدراسة زمن أداء الخدمة.

رابعا: تحسين مستوى الأداء بوكالة التأمين نتيجة طرح وسائل علمية تساعد على تحسين عملية اتخاذ القرارات من خلال:

- تقليل ضياع الوقت.
- تحسين استعمال الموارد البشرية.
- تحسين الأداء وبالتالي التأثير الإيجابي على عائد المؤسسة الخدماتي.

وعليه فقد ازدادت الحاجة نحو اعتماد نماذج وأساليب علمية لترشيد القرار الإداري، بما ينسجم مع ما هو مطروح من تحديات أمام المؤسسات، وكان لتطور تقنيات الحاسوب والبرمجيات العلمية الفضل الكبير في انتشار النماذج والأساليب الكمية.

1. أساسيات في المدخل الكمي

إن التطور السريع والتقدم الصناعي والتقني خاصة بعد الحرب العالمية الثانية أدى إلى اتساع في حجم المؤسسة وكذلك تعدد وتنوع نشاطاتها، وقد نتج عن هذا الاتساع

ظهور مشاكل مختلفة، ما يستدعي المعالجة من خلال سلسلة من القرارات الإدارية التي تستند إلى أسس علمية بعيدة عن التخمين والحدس، وقد تبلورت هذه الأسس في مجموعة من النظريات والأساليب الإحصائية الرياضية في موضوع بحوث العمليات (صادق جواد.د، 2008، ص11) أو بعبارة أخرى المدخل الكمي الذي سيتم التطرق إلى مفهومه وخصائصه في نقاط لاحقة.

تعتبر بحوث العمليات من العلوم التطبيقية الحديثة التي حققت تطبيقاتها نجاحا واسعا في مختلف مجالات الحياة، إذ أن صناعة القرارات وتطبيقاتها في أي مجال من المجالات يتطلب اللجوء إلى الأساليب العلمية التي تمكن صانعي القرارات والقائمين على تنفيذها من الوصول إلى الغايات المرجوة.

لقد وضعت مجموعة من التعاريف لبحوث العمليات منها التعريف الذي اعتمدته جمعية بحوث العمليات البريطانية حيث عرفت بأنها استخدام الأساليب العلمية لحل المشاكل المعقدة في إدارة الأنظمة. أوهي « نظرية القرارات التطبيقية واستخدام الطرق العلمية والرياضية في حل المشاكل التي تواجه المنفذين» وهو التعريف الذي أعطاه كل من M.Starr وM.Miller (راتول.م، 2011، ص3).

يشير هاذان التعريفان إلى ضرورة استعمال الأساليب الكمية على مستوى الإدارة.

أما جمعية بحوث العمليات الأمريكية فقد عرفت بحوث العمليات على أنها تتمم باتخاذ القرارات العلمية لتصميم ووضع أنظمة المعدات والقوى العاملة وفقا لشروط معينة تتطلب تخصيص الموارد المحدودة بشكل أمثل(صادق جواد.د، 2008، ص15).

أما محمد راتول فيعرفها على أنها: " مجموعة الطرق والأساليب العلمية المساعدة لاتخاذ قرارات التسيير العلمي الأمثلي في الإدارة، وهي تعتمد على القياس الكمي بمساعدة الأساليب الإحصائية والرياضية، جوهر ما تتناوله هو البحث عن أمثلية تسيير الموارد المالية والبشرية في مختلف المؤسسات في ظل ظروف كمية محددة " (راتول.م، 2011، ص 3).

ومن خلال هذا التعريف يمكن القول أن بحوث العمليات تلعب دورا مهما لدراسة مختلف المشاكل من خلال النظر إلى المشكلة من زاوية كمية، وتوضح أهمية بحوث العمليات في ما يلي (عبد الله سعيد.س، 2007، ص 16) :

- المساهمة في تقريب المشكلة الإدارية إلى الواقع.
- صياغة نماذج رياضية معينة تعكس مكونات المشكلة.
- عرض النموذج في مجموعة من العلاقات الرياضية وإعطاء فرص مختلفة لعملية اتخاذ القرارات، بما يساهم في تفسير عناصر المشكلة والعوامل المؤثرة فيها.
- تطبيق النماذج الرياضية في المستقبل عندما تواجهنا مشكلة مماثلة.

من أجل الإحاطة أكثر بالمدخل الكمي، فيما يلي سيتم تلخيص جملة من الخصائص العامة المرتبطة به.

أما عن خصائص المدخل الكمي فمن أهمها ما يلي (طعمة حسن ياسين، 2008،

:15)

- تطبيق التحليل العلمي على مشاكل التخطيط والإدارة.
- العمل على دعم وتحسين قدرة المدير على اتخاذ القرارات.
- اعتماد المنهج الكمي على النماذج الرياضية.

يعتمد في اتخاذ القرارات الإدارية على مجموعة من الأساليب، التي يتم اختيار الأنسب منها، ومن بينها نجد صفوف الانتظار، والذي سيتم التركيز عليه في هذه الدراسة.

2. نظرية صفوف الانتظار كأسلوب من أساليب بحوث العمليات

تعد نظرية صفوف الانتظار من أوائل أساليب بحوث العمليات ظهورا، وترجع فكرة نماذج صفوف الانتظار إلى عام 1909، إذ أجرى (A.K.Erlang) تجاربه الأولى والعديدة لمعالجة مشكلة كثرة المكالمات الهاتفية، مما أدى إلى تأخير خدمة طالي هذه المكالمات نظرا لعدم استطاعة العاملات تلبية الطلبات الواردة بالسرعة المطلوبة، وقد تم معالجة المشكلة من خلال حساب مقدار التأخر لعاملة واحدة، وفي عام 1917 تم استخدام الطريقة ذاتها على عدد أكبر من العاملات (عبد اسماعيل الصفار.أ، 2007، ص 493). وبعدها في الحرب العالمية الثانية بدأت تطبيقات عديدة في مجال الصناعة الإنتاجية والخدمية وأصبحت إحدى الأدوات المهمة في العمليات الإدارية (أبو القاسم مسعود الشيخ، 2009 ، ص 341).

ولقد كان استخدام هذه النظرية القائمة على الدراسة الرياضية أو ما يسمى بالانتظار (Queue) في بداية ظهورها محدودا نوعا ما مقارنة بالأساليب الأخرى كالبرمجة الخطية، وربما يعود ذلك إلى كون أهما متخصصة أكثر في المشاكل الخدمية التي لم تحظى بالإهتمام الكافي إلا في العصر الحديث.

وعليه سيتم فيما يلي التطرق إلى جملة من المفاهيم المتعلقة بصفوف الانتظار

صف الانتظار هو عبارة عن نظام يتكون من قناة خدمة واحدة أو أكثر ومكان للانتظار، بالإضافة إلى الزبائن القادمين من الخارج (وحدات طالبة للخدمة) والذين

ينتظرون في الوقت الحالي في صف الانتظار، ليتلقوا بعد ذلك الخدمة المطلوبة ثم يغادرون النظام (Breuer. L, Baum. D, 2005, P 01)، وكمثال نجد المرضى الذين يحتاجون إلى خدمات طبية فهم يمثلون وحدات طالبة للخدمة أما مراكز الخدمة فهم الأطباء.

كما تبرز أهمية دراسة الحالات في صفوف الانتظار في المواقف الآتية (عبد اسماعيل الصفار. أ، 2007، ص 494):

- عجز قنوات الخدمة في صفوف الانتظار من تلبية طلبات زبائنهم نظرا لقلتها، وهنا لابد من دراسة الحالة لتحديد عدد قنوات الخدمة الملائمة لتلبية الخدمات بشكل أسرع.

- انخفاض الطلب على الخدمة، مما يؤدي إلى إبقاء الخدمة عاطلة معظم الوقت، وهنا لابد من تقليل عدد القنوات لمنع الهدر في الموارد.

في إطار صفوف الانتظار هناك العديد من النماذج الرياضية التي تهدف إلى تصوير الواقع الموضوعي لحالة معينة وتلخيص أبعادها لكي تتم دراستها وتحليلها ومن ثم اتخاذ القرار بشأنها، والنجاح في تحليل صفوف الانتظار يقف بوجه خاص على اختيار النموذج المناسب وتحديد خصائصه التي يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

- **المجتمع المصدري:** في مجال صفوف الانتظار، نطلق تسمية المجتمع على المصدر الذي يأتي منه الزبائن وهناك حالتين، الحالة الأولى أين يكون المجتمع غير منتهى ما يعني أن عدد الزبائن المحتملين غير محدود وكبير في أي وقت، وهذا ما يلاحظ على مستوى البنوك، المطاعم وقاعات السينما، الأسواق الكبيرة، المتاحف. أي أن الزبائن تأتي من جميع المصادر الممكنة، أما في الحالة الثانية يكون المجتمع منتهى (محدود) ما يعني أن عدد الزبائن المحتملين يكون محدود بدوره، وكأحسن مثال على هذا نجد: عدد الآلات أو الطائرات التي

سيتم إصلاحها في إحدى مراكز الصيانة، قيام الممرضة في أحد أقسام المستشفى بتقديم خدمة لعدد محدد من المرضى (عبد اسماعيل الصفار، 2007 ، ص 495).

● **سيرورة الوصول:** من خلال سيرورة الوصول يتم تحديد اللحظات الزمنية لوصول الزبائن إلى النظام، ونأخذ دائما في النظرية الكلاسيكية لصفوف الانتظار الفرضية القائمة على أن وصول الزبائن يكون بصفة انعزالية ومستقلة عن بعضها البعض وعلى أساس هذه الفرضية تكون المجالات الزمنية الفاصلة بين وصولين متتابعين تابعة لمتتالية من المتغيرات المستقلة والمتساوية التوزيع (Baynat.B, 2000, P 125).

● **سيرورة الخدمة:** قبل دراسة هذه السيرورة، يجب تحديد عدد قنوات الخدمة أي المسؤولين عن تقديم الخدمة. في معظم الحالات نعتبر أن المجتمع يحوي على زبائن متجانسين، ما يجعل طبيعة الخدمة المقدمة ذات توزيع متساو(لديها نفس التوزيع).
لتكن المتغيرات العشوائية التالية:

D_n : والتي تقيس لحظة ذهاب الزبون n من النظام (لحظة انتهاء تلقيه للخدمة).
 X_n : تقيس مدة الخدمة للزبون.

في المجال التطبيقي تتبع المتغيرة العشوائية X_n التوزيع الأسّي، الذي يعتبر الأسهل في التطبيق الرياضي وذلك للخاصية المهمة التي يتميز بها والمتمثلة في غياب الذاكرة ما يعني أن الوقت المتبقي من أجل إنهاء الخدمة المطلوبة لا يمد بأي صلة للوقت الذي تم استهلاكه في نفس الخدمة) هنالك استقلالية بين الوقت المتبقي والوقت المستغرق).

● **هيكل وقاعدة الانتظار:** تتكون هذه الهيكل من (Baynat.B, 2000, P 127):

❖ **عدد مراكز الخدمة:** أي نظام يمكن أن يحوى مركز خدمة أو أكثر على التوازي، فإذا كانت المراكز شاغرة يدخل الزبون مباشرة في الخدمة، وإن كانت مشغولة ينتظر تحرر واحدة ما.

❖ **قدرة إستيعاب النظام k :** إن قدرة صف الانتظار على استقبال الزبائن المنتظرين يمكن أن تكون منتهية أو غير منتهية، ولتكن k قدرة إستيعاب النظام (تحوي أيضا الزبون أو الزبائن قيد تلقي الخدمة).
في حالة ما أخذت k قيمة معينة، وإذا كان صف الانتظار ممتلئ، يضطر الزبون إلى الرحيل.

❖ **نظام تلقي الخدمة:** المقصود بالنظام هو قاعدة تلقي الخدمة، تحدد الترتيب الذي يتم على أساسه ترتيب الزبائن في خط الانتظار، وهناك العديد من هذه القواعد نجد منها الآتي (Baynat. B,2000, P 128):

FIFO: First in- first out وهي القاعدة المستعملة بكثرة والتي تعني أن الزبائن يتلقون الخدمة المطلوبة حسب ترتيب وصولهم.

LIFO: Last in- first out تقوم على أساس الزبون الذي يصل أخيرا يتلقى الخدمة أولا.

RANDOM (عشوائي): يتم اختيار الزبون عشوائيا ليتلقى الخدمة من خط الانتظار، ويمكن أن يسمى كذلك **SIRO (Service In Random Order)**

الأولوية Priorité: وتقوم على أن الزبون الذي تكون له خصائص معينة تكون له الأولوية في تلقي الخدمة مقارنة بالزبائن الآخرين، وكما تظهر هذه الأولوية

كذلك عندما يتم إيقاف خدمة زبون ما من أجل زبون آخر ليتم إكمال الخدمة لاحقاً أو ربما يبدأ خدمته من جديد.

بعد التطرق إلى خصائص صف الانتظار سيتم فيما يلي التعرف على كيفية تمثيلها في شكل رياضي أو في شكل إحداثيات وهذا ما اقترحه **Kendall** من خلال الصيغة التي تكتب من الشكل الموالي (Breuer. L, Baum. D, 2005, A/B/C/K /D P 05)

A: القانون التوزيعي للواصلين، B: القانون التوزيعي زمن الخدمة، C: عدد مراكز الخدمة، K: قدرة إستيعاب النظام، D: القاعدة الممثلة لوصول الزبائن/وتلقي الخدمة.

من بين أشهر التوزيعات الإحتمالية النظرية في نظرية صفوف الإنتظار التي يمكن أن تتبعها كل من سيرورة الوصول وفترات الخدمة مايلي: (السعدي رجال ونجاح بولودان، 2009، ص7-8):

أولاً: توزيع بواسون

هو توزيع إحتمالي منقطع، ويسمى بقانون الاحتمالات الصغيرة، ويتم الاستفادة منه في العديد من العمليات العشوائية التي تتولد مفرداتها في وحدة زمنية أو مكانية معينة، مثل عدد الزبائن الذين يصلون إلى وكالة التأمين، ويمكن القول أن وصول الزبائن إلى مراكز الخدمة يتبع توزيع بواسون إذا توفرت شروط سياقات بواسون وهي:

- إن احتمال تحقق حدث في الفترة Δt يعتمد فقط على طول الفترة، ويمكن التعبير عنها بثبات الوسط الحسابي لعدد الحوادث في وحدة من الزمن، أي احتمال الانتقال من الحالة λ_{n-1} إلى λ_n متساوي، حيث يكون $\lambda_n = \lambda$.

- عدد الحوادث الواقعة في فترة معينة مستقل عن عدد الحوادث عن الفترات السابقة.
- احتمال تحقق حدثين في نفس الفترة صغير جدا.
- في أي فترة زمنية Δt يصل على الأغلب طالب خدمة واحد إلى محطة الخدمة (سماهر طارق إبراهيم علي، 2013، ص 407).

ونكتب الصيغ العامة لقانون بواسون بالشكل التالي:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda}$$

ثانيا: التوزيع الأسّي

هو توزيع احتمالي مستمر، يستفاد منه في تحليل عدد الزبائن الواصلين في فترة زمنية معينة، وأيضا الأوقات الفاصلة بين وصولين متتابعين، كما يستخدم في دراسة أوقات الخدمة، يعرف التوزيع الأسّي بالصيغة التالية:

$$P_n(t) = \mu e^{-\mu t}$$

3. أهم نماذج نظرية صفوف الإنتظار

يعرف النموذج بأنه صورة للظاهرة محل الدراسة، ومن بين هذه النماذج نجد النماذج الرياضية التي أشتقت منها نماذج بحوث العمليات مثل نماذج صفوف الإنتظار، والتي من أهمها ما يلي (حميدان عباس. ع، 2012، ص 07):

- نماذج رفض الخدمة.
- نماذج الخدمة في حالة الإنتظار: والتي تنقسم بدورها :
 - نماذج ذات المجتمعات غير محدودة .
 - نماذج ذات المجتمعات المحدودة.

ويتفرع النوعين السابقين إلى نماذج ذات مركز خدمة واحد أو نماذج بمراكز خدمة متعددة والتي سيتم التفصيل فيها في النقطة الموالية.

أولاً: نموذج مراكز الخدمة المتعددة:

في نظام صف الانتظار تتدفق الوحدات الطالبة للخدمة على أساس توزيع بواسوني بمعدل λ (نسبة معدل الواصلين للنظام) أما زمن أداء خدمة فيكون على أساس توزيع أسّي بمعدل خدمة μ .

وعليه تكتب العلاقات التالية كما يلي: $(\lambda_n = \lambda)$ لكل الواصلين نفس معدل

(الوصول).

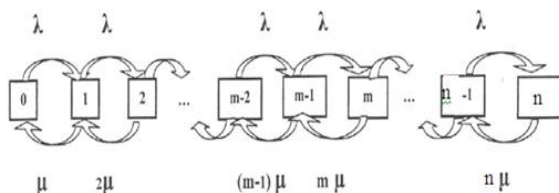
C: عدد قنوات الخدمة.

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\mu_n = \begin{cases} n \cdot \mu & n \leq c \\ c \cdot \mu & n \geq c \end{cases}$$

يمكن توضيح هذا النموذج في الشكل الموالي.

الشكل رقم 01: مراكز الخدمة المتعددة



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على سماهر طارق إبراهيم، 2013، ص 408

الحالة الأولى:

$n < c :$

$$P_n = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{n-1}}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \dots \mu_n} P_0 = \frac{\lambda \lambda \lambda \dots \lambda}{1 \mu \ 2 \mu \ 3 \mu \dots c \mu} P_0$$

$$P_n = \frac{\lambda^n}{1.2.3.4 \dots n. \mu. \mu. \dots \mu} P_0$$

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} P_0$$

الحالة الثانية:

$n \geq c :$

$$P_n = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{n-1}}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \dots \mu_n} P_0 = \frac{\lambda^n}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \dots \mu_c \cdot \mu_{c+1} \dots \mu_n}$$

$$P_n = \frac{\lambda^n}{1 \mu \ 2 \mu \ 3 \mu \dots c \mu (\cdot c \mu \dots c \mu)} P_0$$

$$P_n = \frac{\lambda^n}{c! \mu^c (c \mu)^{n-c}} P_0$$

$$P_n = \frac{c^c}{c!} \left(\frac{\lambda}{c \mu}\right)^n P_0$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} P_0 \\ \frac{c^c}{c!} \left(\frac{\lambda}{c \mu}\right)^n P_0 \end{cases}$$

نقوم بإيجاد قيمة احتمال عدم تواجد زبائن (وحدات طالبة للخدمة) في النظام P_0 كما يلي:

$$\sum_{n \geq 0} P_n = 1 \Leftrightarrow \sum_{0 \leq n < c} P_n + \sum_{n \geq c} P_n = 1$$

$$\Leftrightarrow \sum_{n=0}^{c-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} P_0 + \sum_{n \geq c} \frac{c^c}{c!} \left(\frac{\lambda}{c\mu}\right)^n P_0 = 1$$

$$\Psi = \frac{\lambda}{c\mu} \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\Leftrightarrow P_0 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \sum_{n \geq c} \frac{c^c}{c!} \Psi^{(n+c-c)} \right] = 1$$

$$\Leftrightarrow P_0 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{c^c}{c!} \Psi^c \sum_{n-c \geq 0} \Psi^{n-c} \right] = 1$$

لنضع $n - c = l$ فنحصل على:

$$\sum_{n-c \geq 0} \Psi^{n-c} \quad \Psi^{n-c} > 1.$$

$$\Leftrightarrow P_0 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{(c\Psi)^c}{c!} \frac{1}{1-\Psi} \right] = 1$$

$$\Leftrightarrow P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{(c\Psi)^c}{c!} \frac{1}{1-\Psi} \right]^{-1}.$$

ثانيا: مؤشرات الأداء لنموذج مراكز الخدمة المتعددة

من بين مؤشرات الأداء التي يمكن حسابها نجد:

1. معدل عدد الزبائن في خط الانتظار

من بين أهم المؤشرات التي تبحث المؤسسة عنها هو متوسط الوحدات المتواجدة في قاعة الانتظار من أجل الحصول على الخدمة المطلوبة والذي يرمز له بـ $E(Q)$ ويتم حسابه كما يلي:

N_q : متغيرة عشوائية لعدد الزبائن المنتظرين (الوحدات) في صف الانتظار.

$0 = N_q$ لا يوجد أي زبون في صف الانتظار.

$1 = N_q$ يوجد زبون واحد في صف الانتظار.

$$E(Q) = \sum_{n \geq 0} n P \{ N_q = n \}$$

لتكن X متغيرة عشوائية أخرى والتي تقوم بحساب عدد الزبائن في النظام ككل (بما في ذلك الزبائن في حالة تلقي الخدمة) وعليه:

$$X = N_q + C \quad , \quad \text{حيث } C \text{ تمثل عدد مراكز الخدمة في النظام.}$$

$$\bar{Q} = \sum_{n \geq 0} n P \{X - c = n\}$$

$$\bar{Q} = \sum_{n \geq 0} n P \{X = n + c\} \quad \text{لنضع } n + c = k \text{ وعليه } n = k - c$$

$$\bar{Q} = \sum_{k \geq c} (k - c) P \{X = k\}$$

$$= \sum_{k \geq c} (k - c) P_k$$

$$= \sum_{k \geq c} k P_k - c \sum_{k \geq c} P_k$$

وعليه يتم الحصول على معدل عدد الزبائن في صف الانتظار من خلال العلاقة

التالية:

$$\bar{Q} = \frac{(c \Psi)^c}{c!} \frac{\Psi}{(1-\Psi)^2} P_0$$

$$\bar{Q} = \frac{\Psi}{(1-\Psi)^2} P_c \quad \Psi = \frac{\lambda}{c \mu}$$

2. معدل الوقت المستغرق لكل زبون في صف الانتظار

$$E(W_Q) = \frac{E(Q)}{\lambda} = \frac{1}{c \mu (1-\Psi)}$$

3. معدل عمل قنوات الخدمة

ليكن توقع وجود قناة خدمة في حالة عمل كما يلي:

$$\begin{aligned}
 E(B) &= \sum_{n=0}^{c-1} n P_n + \sum_{n=c}^{\infty} c P_n \\
 &= \frac{\lambda}{\mu} \left[\sum_{n=1}^{c-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{n-1}}{(n-1)!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c-1}}{(c-1)! (1-\Psi)} \right] P_0 \\
 &= \frac{\lambda}{\mu} \left[\sum_{n=0}^{c-2} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{m!} + \frac{\{(1-\Psi) + \Psi\} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c-1}}{(c-1)! (1-\Psi)} \right] P_0 \\
 &= \frac{\lambda}{\mu} \left[\sum_{m=0}^{c-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{m!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{c! (1-\Psi)} \right] P_0 \\
 E(B) &= \frac{\lambda}{\mu} P_0^{-1} P_0 = \frac{\lambda}{\mu} = \underline{c \Psi} .
 \end{aligned}$$

وعليه فاحتمال أن يكون النظام شاغرا هو:

$$E(I) = E(c-B) = E(c) - E(B)$$

$$E(I) = c - c \Psi = c (1-\Psi)$$

4. معدل عدد الزبائن في النظام

$$\begin{aligned}
 E(N) &= E(B) + E(Q) \\
 &= c \Psi + \frac{(c \Psi)^c}{c!} \frac{1}{(1-\Psi)^2} P_0 \\
 E(N) &= c \Psi + \frac{(c \Psi)^c}{c!} \frac{1}{(1-\Psi)^2} P_0 . \\
 \bar{N} &= \bar{Q} + \frac{\lambda}{\mu}
 \end{aligned}$$

عبارة LITTLE

5. معدل وقت انتظار الزبون في النظام (وقت الانتظار+ وقت الخدمة)

باستعمال صيغة LITTLE يمكننا إيجاد $E(W)$ معدل زمن بقاء الزبون الواحد في النظام،

إذ يمكن حسابه كما يلي:

$$E(W) = \frac{E(N)}{\lambda}$$

$$E(W) = \frac{c \Psi + \frac{(c \varphi)^c}{c!} \frac{1}{(1-\varphi)^2} P_0}{\lambda}$$

$$E(W) = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{\bar{N}}{\lambda} \quad \text{أو من خلال العلاقة التالية:}$$

6. احتمال عدم وجود زبائن في النظام

$$P_0 = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$$

7. معدل الزبائن المتواجدين في صف الانتظار من أجل تأدية الخدمة لهم

$$W_Q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \bar{N} - \frac{\lambda}{\mu}$$

9. معدل الوقت الذي يستغرقه الزبون في خط الانتظار بانتظار تأدية الخدمة له

$$E(W_Q) = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{W_Q}{\lambda}$$

4. اتخاذ القرار باستعمال صفوف الانتظار على مستوى وكالة التأمين سلامة

إن نجاح أي مؤسسة إدارية، يكون مرهونا بمدى نجاحها في تحقيق أهدافها المخططة مثلها مثل المؤسسة الاقتصادية، ونجاحها يرجع وبشكل مباشر إلى الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لديها. وبما أن صفوف الانتظار عموما مبنية على الوصول العشوائي من الزبائن فإن خصائص الوصول تخضع لتوزيع احتمال بواسون أو الأسّي أو توزيع إيرلانج (Erlang)، بينما خصائص الخدمة تخضع للتوزيع الآسي أو توزيع إيرلنج.

لدراسة نموذج صفوف الانتظار سوف نهتم بكون نظام الوصول في حالة ثبات (الاستقرار) لأنها تنطبق على الكثير من الظواهر التي يتشكل فيها صف انتظار، حيث أن فترة عمل هذه الظواهر تكون طويلة مما يؤدي إلى حساب مقاييس الأداء والمؤشرات الهامة والتي تنطبق على نظام الصف الذي تتدفق فيه الوحدات طالبي الخدمة

على أساس توزيع بواسوني بمعدل λ ، أما زمن أداء خدمة فيكون على أساس توزيع أسي بمعدل خدمة μ وما دامت توجد محطتي خدمة في وكالة التأمين وتعملان بنفس الطريقة ما يعني أن معدل الخدمة يكون ثابتا μ حيث:

n : تمثل عدد الزبائن في النظام (في الصف + في الخدمة).

λ : تمثل معدل وصول الزبائن في النظام.

μ : تمثل معدل الخدمة والخروج من النظام.

P_n تمثل احتمال وجود n وحدة في النظام .

1.4 القانون الإحتمالي لتوزيع الزمن الفاصل بين وصولين متتالين

من أجل البحث عن توزيع الزمن الذي يفصل بين وصولين متتابعين لزبونين مختلفين (

بالدقائق) نستعين بالفرضيتين التالية، إلى جانب إستعمال إختبار كاي مربع:

H_0 : يتبع توزيع الزمن الفاصل بين وصولين متتالين التوزيع النظري الأسي.

H_1 : يتبع توزيع الزمن الفاصل بين وصولين متتالين توزيعا آخر غير توزيع الأسي.

الجدول رقم 01: التوزيع التجريبي البيني لوصول الزبائن إلى النظام

الفئات	التكرار المشاهد	مركز الفئة
10	83	5,5
19	37	14,5
28	13	23,5
37	6	32,5
46	5	41,5
55	2	50,5
64	0	59,5
أكبر من 64	1	64
المعدل		10,72

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات Excel

من خلال الجدول السابق يمكن الحصول على متوسط وصول الزبائن كما يلي:

$$T_n \rightarrow \text{EXP}(\lambda)$$

$$E(T_n)=10.72$$

$$E(T_n) = \frac{1}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1}{E(T_n)}$$

$$\lambda = 0.09. \quad \text{أي} \quad \lambda = 5 \text{ زبون/ الساعة.}$$

وفيما يلي المطابقة بين التوزيع النظري والتوزيع التجريبي لعينة الدراسة.

الجدول رقم 02: المطابقة بين التوزيع النظري والتوزيع التجريبي البيني لوصول الزبائن إلى النظام

الفئات	التكرار المشاهد	التوزيع الإحتمالي	التوزيع المتوقع
10	83	0,52	90,02
19	37	0,22	38,89
28	13	0,09	16,80
37	6	0,04	7,260
46	5	0,01	3,13
55	2	0,007	1,35
64	0	0,003	0,58
أكبر من 64	1	0,002	0,48
المجموع	174	01	

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات Excel

من خلال الجدول السابق نلاحظ وجود تكرارات نظرية أقل من القيمة 5 وعليه نقوم

بدمج هذه الفئات المقابلة كما يبينه الجدول الموالي:

الجدول رقم 03: المطابقة بين التوزيع النظري والتوزيع التجريبي البيني لوصول الزبائن إلى النظام بعد التعديل

الفئات	ت.المشاهد	الإحتمال	ت.النظري	الفروقات التربيعية
10	83	20,5	90,02	50,5
19	37	0,22	38,89	0,09
28	13	0,09	16,80	0,86
37	6	0,04	7,26	90,2
> =37	8	0.03	5.52	1.11
المجموع	174	0.91	174	2.83

ت: التكرار المصدر: من إعداد الباحثة إعتقادا على مخرجات Excel

ويمكن عرض التوزيع البيني لوصول الزبائن في الشكل البياني التالي:

الشكل رقم 02: التوزيع التجريبي البيني لوصول الزبائن إلى النظام



المصدر: مخرجات Excel

من خلال الجدول الأخير نستنتج أن قيمة كاي مربع المحسوبة (2.83) أقل من القيمة الجدولة (7.81) عند درجة حرية 3 ومستوى معنوية 5% وعليه يتم قبول الفرضية الصفرية القائمة على أن توزيع الزمن الفاصل بين وصولين متتالين هو توزيع أسي.

2.4 القانون الإحتمالي لتوزيع زمن الخدمة: من أجل البحث عن توزيع زمن الخدمة المقدمة إلى الزبائن نعتمد على الفرضيتين التاليتين، إلى جانب إستعمال إختبار كاي مربع.

H_0 : يتبع توزيع أوقات الخدمة التوزيع النظري الأسي.

H_1 : يتبع توزيع أوقات الخدمة توزيعا آخر غير التوزيع الأسي.

الجدول رقم 03: التكرارات المشاهدة لزمن الخدمة

الفئات	التكرار المشاهد	مركز الفئة
6	64	3
12	32	9
18	24	15
24	15	21
30	6	27
36	3	33
42	1	39
48	0	45
أكبر من 48	2	48
المعدل		8,91

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات Excel

من الجدول السابق نستنتج قيمة معدل زمن الخدمة من خلال تطبيق العلاقة التالية:

$$X_n \rightarrow EXP(\mu)$$

$$E(X_n) = \frac{1}{\mu} \Leftrightarrow \mu = \frac{1}{E(X_n)} = \frac{1}{8,91}$$

$$\mu = 0.1 = \text{دئون/ الدقيقة} = 6 \text{ دوائن متلقين للخدمة/ الساعة.}$$

ثبات النظام: بعدما تم تحديد معلمات كل توزيع، سيتم فيما يلي تحديد ثبات النظام.

$$\Psi = \frac{\lambda}{c\mu} = 0,41 \quad \Psi < 1, \quad \mu = \mu_1 = \mu_2$$

لدينا $\Psi < 1$ ، $\mu = \mu_1 = \mu_2$ ، لأن معدل الوصول λ يكون أقل من معدل الخدمة $c\mu$.

الجدول رقم 04: التوزيع التجريبي لزمن الخدمة

الفئات	ت. المشاهد	الإحتمال	ت. النظري	الفروقات التربيعية
6	64	90,4	72,01	0,89
12	32	50,2	36,73	0,61
18	24	30,1	18,73	1,47
24	15	70,0	9,55	3,09
30	6	0,03	4,87	0,25
36	3	20,0	2,48	0,10
42	1	10,0	1,26	0,05
48	0	0,004	0,64	0,64
أكبر من 48	2	0,004	0,67	2,60
المجموع	174	01	147	7,14

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات Excel

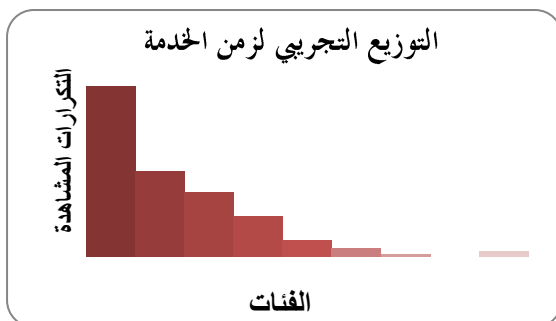
من خلال الجدول السابق نلاحظ وجود تكرارات نظرية أقل من القيمة 5 وعليه نقوم بدمج هذه الفئات المقابلة كما يبينه الجدول الموالي:

الجدول رقم 05: المطابقة بين التوزيع النظري والتوزيع التجريبي لزمن الخدمة بعد التعديل

الفئات	ت.المشاهد	الإحتمال	ت النظري	الفروقات التربيعية
6	64	90,4	72,01	0,89
12	32	50,2	36,73	0,61
18	24	30,1	418,7	81,4
24	15	70,0	69,5	3,09
> = 24	12	70,0	9,95	0,42
المجموع	174	1	174	6.5

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات Excel

الشكل رقم 03: التوزيع التجريبي الأسّي لزمن الخدمة



المصدر: مخرجات Excel

بالعودة إلى جدول كاي مربع، وعند درجة الحرية 4 ومستوى المعنوية 5 %، لدينا ماييلي: قيمة كاي مربع المحسوبة (6.49) أقل من قيمة كاي مربع الجدولة (9.49) عند مستوى معنوية 5 %، وعليه يتم قبول الفرضية الصفرية القائمة على أن توزيع زمن الخدمة هو توزيع أسّي.

من خلال دراسة التوزيعات الإحصائية تم التوصل إلى النتائج التالية:

- يتبع التوزيع البيئي للوحدات الطالبة للخدمة في النظام التوزيع الأسّي.

- يتبع توزيع زمن الخدمة المقدمة للوحدات الطالبة لذلك التوزيع الأسّي.

- قدر معدل الخدمة ب $\mu = 0.1$ خدمة/ الدقيقة.

وعليه فالنموذج الرياضي الذي سيطبق لقياس مؤشرات أداء الخدمة على مستوى وكالة

التأمين سلامة هو من النوع: **M .M.1. FCFS**

والجدول الموالي يلخص مختلف النتائج التي تم التوصل إليها:

الجدول رقم **06**: مؤشرات الأداء لوكالة التأمين سلامة

النتيجة	الشرح	العلاقة الرياضية
0.42	احتمال عدم وجود زبائن في النظام (احتمال كل القنوات عاطلة).	$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{(c\rho)^c}{c!} \frac{1}{1-\psi} \right]^{-1}$
0.41 زبون	معدل الزبائن المتواجدين في صف الانتظار من أجل تأدية الخدمة لهم.	$\bar{Q} = \frac{(c\rho)^c}{c!} \frac{1}{(1-\psi)^2} P_0$
1.42 زبون	معدل الزبائن المتواجدين في النظام	$\frac{\lambda}{\mu} + \bar{N} = \bar{Q}$
5 دقيقة	معدل الوقت الذي يستغرقه الزبون في خط الانتظار بانتظار تأدية الخدمة له.	$E(W_Q) = \frac{E(Q)}{\lambda} = \frac{1}{c\mu(1-\psi)}$
14 دقيقة	معدل الوقت المستغرق في النظام.	$E(W) = \frac{c\psi + \frac{(c\rho)^c}{c!} \frac{1}{(1-\psi)^2} P_0}{\lambda}$
1مركز خدمة	متوسط عدد مراكز الخدمة في حالة عمل	$E(B) = c\psi$
1 مركز العمل	متوسط عدد مراكز الخدمة في حالة توقف عن العمل	$E(I) = c(1-\psi)$

المصدر: من إعداد الباحثة

من خلال النتائج المتحصل عليها، نستنتج أن هناك 42% من الوقت الكلي يكون فيه النظام فارغاً، ما يعني أن حوالي ثلاثة ساعات ونصف يكون النظام متوقف عن العمل ما يسبب ضياع في المداخيل والذي يرجع إلى حدوث عطل على مستوى النظام المعلوماتي، خاصة وأن هذا الأخير يعتمد على شبكة الانترنت.

نلاحظ أن صف الانتظار يحوي معدل 0.41 من الزبائن المنتظرين، هذا المتوسط مهم جدا في معرفة عدد الزبائن في صف الانتظار وبالتالي يمكن أن يكون مؤشر مهم لمتخذ القرار في إمكانية التحكم في عدد الصفوف. وعلى هذا الأساس يجب على المؤسسة الاحتفاظ بصف انتظار واحد.

نلاحظ أن الزبائن يتواجدون في النظام بمعدل 1.42 أي ما يقارب زبونين، يعتبر هذا المتوسط مهم لمقدمي الخدمة من خلال معرفة مدى إمكانية تزويد النظام بمحطات خدمة مضاعفة حتى لا يكون هناك ضياع للوحدات وبالتالي فقدان لبعض العائد المترتب عن أداء الخدمة، في هذه الحالة المؤسسة لا تحتاج إلى زيادة مضيف آخر.

من خلال النتائج المتحصل عليها، نستنتج أن الزبون ينتظر بمعدل 14 دقيقة في النظام لأجل تلقي الخدمة. وينتظر بمعدل خمسة دقائق في صف الانتظار بالرغم من كون أحد مراكز الخدمة حراً وهذا سببه مشكلة في النظام المعلوماتي الحالي، إلى جانب أن واحد من بين مراكز الخدمة يكون في حالة عمل والآخر يكون شاغراً.

الخاتمة

تعد نماذج صفوف الانتظار أحد الأساليب الكمية وإحدى الوسائل الممكنة الاستعمال داخل وكالات التأمين من أجل حل المشاكل أو الصعوبات التي تواجهها،

لأنها أساليب تعتمد على المنهج العلمي والنماذج الرياضية والإحصائية في حل المشكلات التي تواجه الإدارة أوفي تقديم الاستشارة اللازمة لذلك، كما تسمح بتحليل شامل لعدد من الخيارات البديلة، وقد زاد الاستخدام لهذه النماذج في الإدارة نتيجة توفر أجهزة الإعلام الآلي، التي تمكن من الوصول إلى إيجاد الحل بوقت وجهد أقل.

لقد تم تطبيق صفوف الانتظار الخاصة بالزبائن الذين يطلبون الخدمة في وكالات التأمين، حيث تم التعرف على المشكلة أولا والتي تمثلت في البحث عن كيفية خفض التكلفة والاستغلال الأمثل لمواردها البشرية والمادية ليتم بعد ذلك تحديد الأهداف من خلال تقليل الوقت الضائع وتحسين استغلال الموارد والأداء ما يؤدي بطبيعة الحال إلى تحسين الخدمة، أما عن كيفية الحصول على البيانات والمعلومات فقد تم اعتماد الملاحظة والتسجيل لعينة الدراسة لتأتي مرحلة تحليلها من خلال البحث عن محددات النموذج التي من شأنها أن تساعد في وضع البدائل المناسبة وتقييمها مثل: صرف موظف، نقله أو تغيير النظام المعلوماتي، أما المرحلة لأخيرة من هذه الدراسة فتتمثل في اختيار البديل الأفضل وتنفيذه والذي يتمثل في: تغيير النظام المعلوماتي من أجل تفادي الوقت الضائع وتحسين الخدمة.

وعلى أساس ما سبق يمكن تقديم التوصيات التالية:

- صرف أحد الموظفين القائمين على تقديم الخدمة للزبون لأن إبقاءه يعتبر تكلفة إضافية للمؤسسة.
- نقل إحدهما إلى فرع آخر.
- تغيير النظام المعلوماتي الحالي.

قائمة المراجع

1. أبو القاسم مسعود الشيخ، بحوث العمليات، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، 2009.
2. السعدي رجال وبولودان نجاح، تطبيق نماذج صفوف الانتظار لقياس جودة الخدمة البنكية، الملتقى الوطني السادس- سكيكدة- الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، 2009.
3. الصفار عبد اسماعيل أحمد، ماجدة عبد اللطيف التميمي، بحوث العمليات تطبيقات على الحاسوب، ط1، دار المناهج للنشر والتوزيع ، عمان ، 2007.
4. حميدان عباس عدلان، إستخدام أسلوب المحاكاة لحل مشاكل صفوف الإنتظار في تخطيط تكاليف الصيانة، مجلة العلوم الإدارية والإقتصادية، كلية الإقتصاد، جامعة دمشق، العدد 19، 2012.
5. راتول محمد، بحوث العمليات، ط1، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2011.
6. سماهر طارق إبراهيم علي، دراسة ميدانية لمشاكل صفوف الإنتظار على بعض السيطرات في مدينة بغداد، مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية، المجلد 19، العدد 71، 2013.
7. صادق الجواد دلال، حميد ناصر الفتال، بحوث العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، 2008.
8. طعمة حسن ياسين، نماذج وأساليب كمية في الإدارة والتخطيط، ط1، دار الصفراء، عمان، 2008.
9. عبد الله سعيد سهيلة، الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات، دار الحامد، عمان، 2007.
10. Baynat Bruno, théorie des files d'attente, hermes, paris, 2000.
Breuer.L & Baum.D, Introductioto queueing theory, springer Publishers, New York, 2005