مجلة البحوث المالية والتجارية
المجلد (21) – العدد الثالث – يوليو 2020

تحسين جودة الخدمات
بأسلوب نماذج صفوف الانتظار
Improving the Quality of Services using Queuing Models
" دراسة تطبيقية "

بحث مقدم من

محمد السيد السيد العاصي

للحصول على درجة الماجستير في الاحصاء التطبيقي

تحت إشراف

أ.د / محمد المهدي محمد علي
أستاذ الرياضيات والاحصاء الاكتواري المتفرغ
ووكيل الكلية لشئون خدمة المجتمع
وتنمية البيئة (سابقاً)
كلية التجـارة – جامعة بورسعيد

أ.م.د/ رانيا أحمد حامد
قائم بعمل رئيس قسم الإحصاء
و الرياضيات والتأمين
كلية التجـارة – جامعة بورسعيد

الملخص:

نتناول في هذا البحث نظرية صفوف الإنتظار لتقليل وقت انتظار تقديم الخدمة لاقل وقت ممكن باستخدام نماذج صفوف الانتظار لتقييم و تحسين جودة تقديم الخدمات و من ثم التوصل لأفضل الحلول العلمية للقضاء على الازدحام ، حيث تم تقييم الوضع الحالي المتبع الذي يتم من خلاله تقديم الخدمة من محطة تقديم خدمة واحدة مما شكل وجود صفوف انتظار.

من خلال البحث يمكن تحسين و رفع كفاء جودة تقديم الخدمة بزيادة عدد محطات تقديم الخدمة تعمل معاً بالتوازي مع نفس نظام الانتظار لتقليل وقت الانتظار و وقت تقديم الخدمة الى اقل وقت ممكن مما يؤدي إلى عدم تكدس المواطنين و زيادة التوريدات المالية اليومية بناءاً على الفروض التالية: معدل الوصول يتبع توزيع بواسون، معدل تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي.

تم إستخدام برنامج (*winQSB*) كأحد البرامج الاحصائية الذي يعتمد على عامل الزمن (معدل الوصول+معدل تقديم الخدمة) و تطبيقه على : النموذج البسيط نموذج صفوف الانتظار ذو قناة الخدمة الواحدة والوصول يتبع توزيع بواسون وتقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي و الإنتظار غير محدود *(M/M/1)* ، و نموذج صفوف الانتظار ذو قنوات الخدمة المتعددة والوصول يتبع توزيع بواسون وتقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي و الإنتظار غير محدود *(M/M/s)*.

النتائج التي توصل إليها البحث ان إضافة محطات تقديم خدمة جديدة تعمل معاً على التوازي قد أدى إلى تقديم الخدمة لأكثر من مواطن في نفس الوقت و تخفيض الوقت الإجمالي للحصول على الخدمة و تقليل تكدس اعداد المواطنين،و زيادة التوريدات المالية اليومية لزيادة اعداد المواطنين الذين تقدم لهم الخدمات المختلفة و بالتالي تحسين جودة الخدمات بشكل إيجابي.

يوصي البحث بضرورة التوسع في إستخدام نماذج صفوف الانتظار في الوحدات التي تعاني من الازدحام لتحسين الخدمات المقدمة و اتخاذ القرارات الادارية بإضافة محطات تقديم خدمة جديدة، ايضا الإستفادة من تكنولوجيا الاتصالات .

الكلمات المفتاحية:

نماذج صفوف الانتظار ، معدل الوصول ، معدل تقديم الخدمة ، مقاييس الاداء.

Abstract:

We discuss in this research the theory of queues to reduce service waiting time to the lowest possible time, using Queuing Models to evaluate and improve the quality of services, then to reach the best scientific solutions to eliminate congestion, where the current situation through which the service is provided from a single Service channel, which constitutes the queues.

In this research can improve and raise the quality of service by increasing the number of service channels working together in parallel with the same queues system to reduce waiting time and service time to the lowest possible time, which leads to non-accumulation of citizens and increase the daily financial supplies based on the following assumptions: Arrival Rate follows the Poisson distribution, Service Rate follows the Exponential distribution.

By using (WinQSB) programs as a statistical program depends on times (Arrival rate + Service rate), applied on: the Simple Model Single Channel Queuing Model with Poisson Arrival and Exponential Service Times and infinite queues (M/M/1), Multichannel Queuing Model with Poisson Arrival and Exponential Service Times and infinite queues (M/M/S).

Results are the addition of new Service channels working together in parallel has led to the provision of service to more than one citizen at the same time, reducing the total time to get the service, reducing the congestion of citizens, and increasing daily financial supplies to increase the number of citizens who provide them with various services and thus improve the quality of services positively.

Recommended research Should be expanded the using of Queuing models in crowded units to improve the services provided and make administrative decisions by adding new Service channel, also to benefit from communications technology.

Keywords:

Queuing Models, Arrival Rate, Service Rate, Performance Measures.

مقدمة البحث:

تعتبر مشكلات الإنتظار في صفوف من أكثر و أهم المشكلات التي نصادفها في حياتنا اليومية في الأسواق والدواوين الحكومية و غير الحكومية لإنجاز الخدمات .. إلخ.

تتلخص المشكلة في تتابع وصول العناصر التي تحتاج للخدمة و التي نسميها العملاء (*Customers*) إلى امكانية ما تستطيع ان تقدم لهم هذه الخدمة و نسميها عادة محطة الخدمة (*Service station*) أو قنوات الخدمة (*Service channels*) .

فإذا كانت محطة تقديم الخدمة مشغولة فإن العملاء يقفون أمامها في صف (*Queue*) بانتظار تقديم الخدمة لهم، و تحتاج عملية تقديم الخدمات للعملاء إلى تنظيم دقيق لإدارة النظام حيث تحرص على تلبية قناعات جميع العملاء و تهدف أنظمة صفوف الانتظار الى تحقيق مستوى مقبول من الخدمة لعملائها مع ضمان مستوى معقول من التكاليف.

مشكلة البحث :

تتمثل مشكلة البحث فى إستخدام نماذج صفوف الإنتظار فى تقييم و تحسين جودة الخدمة المقدمة للمواطنين بغرض دفع الايجارات الحكومية حيث أن تكدس المواطنين يؤدي إلى إنصرافهم قبل الدفع، مواعيد العمل من 8.30 صباحاً إلى 12.00 ظهراً طوال أيام العمل الرسمية من الأحد إلى الخميس.

اهداف البحث :

1) **تقييم الخدمة المقدمة الحالية و الوصول إلى مقاييس أداء الوضع الحالي.**
2) **تحسين جودة الخدمة المقدمة للحصول على مقاييس أداء أفضل.**

فروض البحث :

1) **إستخدام نماذج صفوف الإنتظار يساعد على تقليل تكدس اعداد المواطنين لدفع إيجارات الوحدات السكنية الحكومية و تقليل وقت تقديم الخدمة.**
2) **إستخدام نماذج صفوف الإنتظار يساعد على زيادة التوريدات المالية اليومية بزيادة أعداد المواطنين.**

أهمية البحث :

1) **القضاء على تكدس المواطنين في صفوف إنتظار أمام شبابيك تحصيل الإيجارات وتقليل زمن تقديم خدمة.**
2) **العمل على زيادة التوريدات المالية اليومية و تقليل المتأخرات.**

حدود البحث :

الحصر الشامل لمدة اسبوع عمل لعدد 2 محطة تقديم خدمة من الاحد الى الخميس.

الدراسات السابقة :

دراسة : ريغي خيرة ، بابا عبد القادر، نماذج صفوف الإنتظار لتحسين الخدمة و دراسة حالة بلدية العقيد لطفي مستغانم ، 2019. (خيرة و عبد القادر، 2019)

تهدف الدراسة إلى التوصل إلى حل لمشكلة الإنتظار التي تشهدها البلدية لأنها من المؤسسات الخدمية التي تشهد وفود من المواطنين يومياً مما يشكل صفوف إنتظار لأسباب مختلفة بإستخدام نظرية صفوف الإنتظار للمساعدة في إتخاذ القرار الأمثل داخل المؤسسة.

توصلت النتائج ان لنظرية صفوف الانتظار دور فعال في تحسين الخدمة و إلغاء الأوقات غير المرغوب فيها.

توصي الدراسة بإستخدام الأساليب الكمية عامة و نظرية صفوف الإنتظار خاصة لمساعدة متخذي القرار على إختيار القرار الأمثل و حل المشاكل التي تواجههم داخل المؤسسة.

دراسة: مازن عطا عبد الهادي العرايشي، دور استخدام الأساليب الكمية في تحسين اداء المؤسسات الصحية الحكومية في قطاع غزة دراسة حالة مجمع الشفاء الطبي،2015.

تهدف الدراسة إلى التعرف على العوامل المؤثرة على طول فترة انتظار المرضى الطالبين لخدمة العمليات الجراحية ، وقد استخدم الباحث الإسلوب الوصفي والقياس الكمي من خلال بناء نماذج الانحدار المناسبة من خلال برنامج*(QM-POM)* . (العرايشي، 2015)

توصلت النتائج إلى وجود عدة علاقات بين متوسط وقت الإنتظار وعدد الأطباء والفنيين والتمريض وعدد العمليات الجراحية حيث أي زيادة في المتغيرات يؤدي إلى زيادة أو نقص متوسط وقت الإنتظار. توصي الدراسة:

- **الاهتمام بشكل اكبر في استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات لدورها في تحقيق الأهداف بأسلوب أكثر دقة وبعيد عن العشوائية الناتجة عن التجربة والخطأ.**
- **تطوير قاعدة بيانات متطورة للتعامل مع كم البيانات الهائل الموجودة في وزارة الصحة.**

دراسة: أحلام دريدى ، دور استخدام نماذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية دراسة حالة المؤسسة العمومية للصحة،2014 . (دريدي، 2014)

تهدف الدراسة إلى معرفة دور استخدام نماذج صفوف الانتظار، والتي تساعد في تحسين جودة الخدمات الصحية لوجود صفوف انتظار طويلة من المرضى أمام مراكز الإنتظار، وطول وقت

الإنتظار للمرضى قد يؤدي أحيانا إلى تدهور حالتهم الصحية والتي لها تأثير مباشر على جودة الخدمة الصحية المقدمة.

توصلت النتائج إلى تقديم بديل لتحسين الوضع ، حيث ساهم هذا البديل في تحسين جودة جميع مؤشرات الأداء، فقد انخفض وقت انتظار المريض للحصول على الخدمة وعليه فإن هذه الدراسة أثبتت أنه من الممكن استخدام نمـــاذج صفـــوف الانتظار فـــي تحسين جـــودة الخدمات الصحية، توصـــي الدراسة بضرورة استحداث قسم خاص ببحوث العمليات في المؤسسات.

دراسة: احلام عبد الغني صالح محمد، واقع تطبيق نظرية صفوف الانتظار بالمصارف التجارية الليبية دراسة ميدانية على العاملين بالمصارف التجارية العامة العاملة بمدينة بنغازي، 2012. (صالح، 2012)

تهدف الدراسة إلى تطبيق نظرية صفوف الانتظار في المصارف التجارية ، والمعوقات التي تحول دون استخدامها في تقليل وقت إنتظار العملاء.

توصلت النتائج إلى أنه لا يتم تطبيق هذه النظرية حيث ينحصر أسلوب إتخاذ القرارات على تطبيق القوانين و القرارات و الخبرة السابقة فقط

توصي الدراسة بضرورة الإستفادة من التطورات التكنولوجية من إدخال الصراف الآلي و إستخدام بطاقات الدفع الالكتروني و العمل على تنمية الوعي لأهمية إستخدام نظرية صفوف الإنتظار للمساعدة في إتخاذ القرارات عن طريق تقديم الدورات التدريبية.

دراسة: سعدي هند ، استخدام نماذج صفوف الانتظار لتحسين فاعلية الخدمات في المراكز الصحية دراسة ميدانية في المؤسسة العمومية الاستشفائية بالمسيلة، 2012. (سعدي، 2012)

تهدف الدراسة إلى تطبيق نماذج صفوف الانتظار لمساعدة متخذ القرار في حل مشكلة صفوف الانتظار لتحسين فاعلية الخدمات.

توصلت النتائج إلى ان تقديم الخدمة على التوازي يساعد على تخفيض الوقت المستغرق للحصول عليها و إن مؤشرات مقاييس الأداء الفعلية للخدمة ستتغير بشكل إيجابي.

توصي الدراسة العمل على إستخدام نماذج صفوف الإنتظار على مستوى المستشفيات و العمل على تنمية الوعي لأهمية إستخدامها في لإتخاذ القرارات.

خطة البحث :

- **الإطار النظري : نماذج صفوف الإنتظار.**
- **الإطار العملي : الدراسة التطبيقية (بإستخدام برنامج: *WinQSB*)**
- **النتائج و التوصيات.**

الإطار النظري: نماذج صفوف الإنتظار.

تعريف نماذج صفوف الانتظار:

نماذج صفوف الانتظار هي عبارة عن نماذج رياضية تحدد مقاييس الأداء لحالة صف بما فيهًا معدل وقت الانتظار ومعدل طول الصف، كما تساعد في اتخاذ القرارات الإداريةٌ من أجل تقديمٌ الخدمة المطلوبة،وتكلفة اتخاذ القرار بإنشاء مراكز تقديم خدمات جديدة أخرى ،وتهدف هذه النماذج إلى دراسة وتحليلٌ المواقف التي تشكل صفوف انتظار وتقليل وقت الانتظار إلى اقل ما يمكن. (بوقرة، 2007، صفحة 158)

وهناك عدة نماذج لصفوف الإنتظار حسب نمط الوصول والأداء وعدد مقدمي الخدمة و كذلك أولويات أو أسبقيات تقديم الخدمة و طاقة النظام ،لذلك وضع العالم *Kendall* صيغ عامة لتوضيح نظم صفوف الإنتظار وإعطائها رموز مختلفة تميزها. (بوصالح، 2005، صفحة 96)

مكونات صف الإنتظار: (العرايشي، 2015، صفحة 33)

1) **حجم مجتمع العملاء (*Population Size Calling Service*).**
2) **مجتمع العملاء الطالب للخدمة (*Population Calling Service*).**
3) **الخصائص الشخصية للعملاء (*Personal Characteristic*).**
4) **نمط أو توزيع وصول العملاء (*Arrival Distribution*).**
5) **نمط أو توزيع وقت العملاء (*Service Distribution*).**
6) **عدد مراكز الخدمة (*Number of Service Channels*).**
7) **نظام تقييم الخدمة (*Service Discipline*).**

خصائص صف الانتظار: (الشيخ، 2012، صفحة 348)

1) **طول صف الانتظار:**

وهو الحد الأقصى لعدد العملاء طالبي الخدمة الموجودين في النظام أي عدد العملاء الذين تقدم لهم الخدمة إضافة إلى طالبي الخدمة في مرحلة الانتظار، وقد يكون طول الصف ، كما قد يكون الصف غير محدود أو لانهائي عندما يكون حجمه بلا حدود.

2) **عدد صفوف الانتظار:**

يمكن أن يكون صف وحيد كالمرور في طريق عام وحيد مركز خدمة مفرد، لكن في الغالب توجد صفوف متعددة كخدمات الهاتف .

3) **الإختيار في صفوف الانتظار:** (العرايشي، 2015، صفحة 34)

تعني الترتيب الذي يتم به إختيار طالبي الخدمة لتقديم الخدمة لهم كالآتي:

- طالب الخدمة الذي يأتي أولا يخدم أولا *FIFO* (*First In first Out*)
  أو *FCFS* (*First Come first Served*)
- طالب الخدمة الذي يأتي أخيرا يخدم أولا *LIFO* (*Last In First Out*)
  أو *LCFS* (*Last Come First Served*)
- عشوائية الإختيار *SIRO* (*Service In Random Order*)
- الإختيار على أساس الأسبقية *SIP* (*Service in Priorities*)

كما يحدث في المستشفيات وفقاً للحالات الملحة.

خصائص مركز تقديم الخدمة: (الشيخ، 2012، صفحة 349)

(1) أشكال وصيغ تقديم الخدمة:

- **نظام انتظار ذو صف انتظار واحد، ومركز تقديم خدمة واحد وبمرحلة واحدة**
- **نظام انتظار ذو صف انتظار واحد، وعدة مراكز لتقديم الخدمة وبمرحلة واحدة.**
- **نظام انتظار به عدة صفوف انتظار، عدة مراكز لتقديم الخدمة وبمرحلة واحدة .**
- **نظام انتظار به صف انتظار واحد، وتقديم الخدمة يتم على عدة مراحل .**
- **نظام انتظار به عدة صفوف انتظار، وعدة مراكز تقديم الخدمة على عدة مراحل .**

(2)معدل تقديم الخدمة:

وهو متوسط عدد العملاء طالبي الخدمة الذين يمكن خدمتهم في فترة زمنية محدودة قد يكون:

- **معدل ثابت :أي أن كل طالب للخدمة سيحصل على الخدمة في وقت ثابت .**
- **معدل متغير : أزمنة الخدمة متغيرة.**

(3) الخروج من النظام:

- **يمكن أن يعود وينظم إلى المنتظرين لطلب الخدمة مرة أخرى.**
- **يمكن أن يدخل في توقع الإحتمالات الضعيفة لطالبي الخدمة مرة أخرى.**

أهداف تطبيق نماذج صفوف الانتظار : (العلاونة و اخرون، 2005، صفحة 491:499)

- **تحديد متوسط زمن الانتظار في صف الانتظار.**
- **دراسة الطاقة الإنتاجية.**
- **تقييم جودة الخدمة المقدمة.**
- **دراسة الموقف التنافسي في السوق.**
- **ترشيد الإنفاق وتخفيض التكاليف.**

نظرية صفوف الأنتظار: (محسن، 2017، صفحة 167)

ان تعريف نظرية صفوف الإنتظار هي دراسة العمليات التي تتميز بالوصول العشوائي و معدلات الخدمة العشوائية، و هذا يعني ان عملية الوصول تكون على فواصل زمنية عشوائية و كذلك معدلات الخدمة، أيضا معدلات الوصول مستقلة عن أزمنة الخدمة و هي إحدى الفرضيات الأساسية في بناء نموذج صفوف الإنتظار،الفكرة الأساسية لمفهوم صفوف الإنتظار هي وجود مكان محدد لتلقي الطلبات و عادة يسمى محطة تقديم خدمة ، و هناك تدفق للطلبات يمكن قياسه من خلال نمط الوصول لطالبي الخدمة و المحطة التي تقدم الخدمة و أسلوب و نمط تقديم الخدمة ، و قد تكون محطة تقديم خدمة واحدة أو عدة محطات،

نشأتها: (السعدي و نجاح، 2009، صفحة 5**) يرجع أصل نظرية صفوف الانتظار إلى عام 1909 حيث قام مهندس الهاتف الدنماركي ايرلانج *A.K.Erlang* بدراسة حل مشكلة الازدحام في مركز تبادل المكالمات الهاتفية،وتختص النظرية بوضع الأساليب الرياضية اللازمة لحل المشاكل المتعلقة بصفوف انتظار نتيجة لوصول الوحدات الطالبة للخدمة وانتظار دورها على أن يكون الوصول الى مكان أداء الخدمة عشوائيا يتبع توزيعا معينا، كما أن زمن أداء تقديم الخدمة لكل وحدة يمكن أن يتبع توزيعاً آخر كما تقدم قياسا لقدرة مركز الخدمة على تحقيق الغرض الذي أنشئ من أجله، ويكون ذلك عن طريق قياس رياضي دقيق لمتوسط وقت الانتظار للحصول على الخدمة.**

هيكل نظام الخدمة:

- **نظام الصف الواحد والخدمة ذات المرحلة الواحدة.**
- **نظام الصفوف المتعددة والخدمة على مرحلة واحدة.**

أهم التوزيعات الاحتمالية المستخدمة في نظرية صفوف الانتظار:

- **توزيع بواسون (*Poisson*): (معدل الوصول يتبع توزيع بواسون)**
- **التوزيع الأسي (*Exponential*): (معدل تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي)**

النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الانتظار: (النعيمي و آخرون، 1999، صفحة 389:379)

النماذج الرياضية هي من علوم بحوث العمليات وإحدى الأساليب الكمية التي تساعد متخذي القرار في لإتخاذ قرارتهم و تهدف إلى دراسة و تحليل المواقف التي تشكل صفوف إنتظار و من ثم إتخاذ القرار المناسب بشأنها، تبنى النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الإنتظار على معاملات أساسية تصف خصائص هذه الأنظمة و المتعلقة بأوقات الوصول و أوقات أداء تقديم الخدمة و نظام الصف و سعته و طاقة المصدر المولد للوحدات الطالبة للخدمة.

و يعود الفضل في وصف معاملات نماذج صفوف الإنتظار إلى عالم الرياضيات البريطاني كندال *(Kendall)* عام 1951 حيث قام بتصنيف نماذج صفوف الإنتظار على الشكل *(a/b/c)* حيث:-

a : يشير إلى قانون توزيع أوقات وصول الوحدات الطالبة للخدمة إلى النظام.

b : يشير إلى قانون توزيع أوقات الخدمة.

c : يمثل عدد قنوات الخدمة و قد يكون محدود أو غير محدود.

مقاييس مؤشرات الأداء:-

عند دراسة النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الإنتظار هناك عدة مؤشرات تصف سلوك النظام خلال فترة زمنية معينة تمكن من الحكم على حالة النظام كالآتي:

n	:	**تمثل عدد الوحدات في النظام.**
$P_{(n)}$	:	**احتمال وجود n وحدة في النظام عندما يكون في حالة استقرار.**
λ	:	**متوسط عدد الوحدات التي تصل خلال فترة زمنية واحدة.**
μ	:	**متوسط عدد الوحدات التي يتم تقديم الخدمة لها في الوحدة الزمنية.**
p	:	**معامل الاستخدام (احتمال ان يكون مقدم الخدمة مشغول) و يساوي النسبة بين معدل الوصول و معدل تقديم الخدمة.**
L_s	:	**العدد المتوقع للوحدات في النظام.**
L_q	:	**العدد المتوقع للوحدات في صف الإنتظار.**
W_s	:	**الوقت المتوقع للوحدة الواحدة في النظام.**
W_q	:	**الوقت المتوقع للوحدة الواحدة في صف الإنتظار.**

<u>النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الإنتظار الأكثر استخداما:</u>

<u>النموذج الأول.. النموذج البسيط ..</u> نموذج صفوف الانتظار ذو قناة الخدمة الواحدة والوصول بواسوني بخدمة أسية و نموذج الإنتظار غير محدود. (علي، 2012، صفحة 56)

Single Channel Queuing Model with Poisson Arrival and Exponential Service Times (M/M/1).

تنتج مشكلة صفوف الانتظار ذات قناة الخدمة الواحدة حيث ان وقت الوصول عشوائي و وقت الخدمة عشوائي لمحطة تقديم خدمة واحدة، فإن وقت الوصول العشوائي يتبع توزيع بواسون و وقت تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي، حيث تصل الوحدات طالبي الخدمة إلى محطة تقديم الخدمة بشكل فردي و تشكل صف واحد و تقدم لها الخدمة في مرحلة واحدة.

يمكن التعبير عن النموذج كالآتي:-

M : تشير إلى معدل الوصول الذي يتبع توزيع بواسون ، و يرمز لها بالرمز λ

M : تشير إلى معدل الخدمة الذي يتبع التوزيع الأسي ، و يرمز لها بالرمز μ

1 : يشير إلى محطة تقديم خدمة واحدة.

FIFO : من يصل أولاً يخدم أولاً.

∞ : نموذج الإنتظارغيرمحدود من حيث الحد الأقصى المسموح به و كذلك مصدرالعملاء.

شكل محطة تقديم خدمة واحدة

فروض إستخدام النموذج:

1) تقديم الخدمة للوافدين باعتبار من يصل اولا يخدم اولا ***(First In First Out)(FIFO)***.
2) المواطن الذي يلتحق بالصف لا يغادره حتى ينتهي من الخدمة.
3) وصول المواطنين مستقل و غير مرتبط ببعضهم البعض مع ثبات معدل الوصول.
4) معدل وصول المواطنين يتبع توزيع بواسون بمعدل λ.
5) معدل أوقات تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي بمعدل μ.
6) معدل الوصول *1* أقل من معدل اوقات تقديم الخدمة μ $(\lambda < \mu)$ شرط تكون صف إنتظار.

الرموز الرياضية المستخدمة...

λ متوسط عدد وصول المواطنين في الفترة الزمنية.

μ متوسط عدد المواطنين طالبي الخدمة في الفترة الزمنية.

معادلات النموذج:

1) L_s متوسط عدد المواطنين في النظام (عبارة عن مجموعة من الوحدات تنتظر دورها في تلقي الخدمة مضافا اليها من دخلوا في مرحلة تلقي الخدمة فعليا)

$$(1) \rightarrow L_s = \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)}$$

2) W_s متوسط الوقت الذي يقضيه المواطن في النظام (يمثل الزمن المتوقع الذي يقضيه المواطن في خط الانتظار مع اضافة الزمن الذي يقضيه في تلقي الخدمة)

$$(2) \rightarrow W_s = \frac{1}{(\mu - \lambda)}$$

3) L_q متوسط عدد المواطنين في قائمة الانتظار (مجموعة من الوحدات تنتظر دورها لتلقي الخدمة).

$$(3) \rightarrow L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$$

4) W_q متوسط الزمن الذي يقضيه المواطن في صف الانتظار (يمثل الزمن المتوقع الذي يقضيه المواطن في خط الانتظار).

$$(4) \rightarrow W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$$

5) ρ معامل الخدمة (متوسط عدد الوحدات التي تتلقى الخدمة في وحدة زمنية واحدة).

$$(5) \rightarrow \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

6) ρ_0 وقت الخمول (النظام غير مشغول)

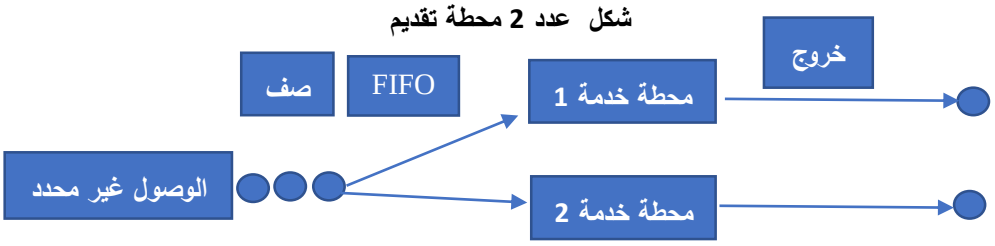
$$(6) \rightarrow \rho_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

<u>النموذج الثاني</u>.. نموذج مراكز الخدمة المتعدد والوصول بواسوني و وقت الخدمة أسي والإنتظار غير محدود. (العرايشي، 2015، صفحة 40)

MultiChannel Queuing Model with Poisson Arrival and Exponential Service Times (M/M/s).

نموذج صفوف الإنتظار ذات قنوات الخدمة المتعددة ، أي وجود عدة محطات تقديم الخدمة تعمل معاً بصورة متوازية ، و كل وحدة في صف الإنتظار يمكن ان تخدم بواسطة أكثر من محطة تقديم خدمة ، بحيث أن كل محطة تقدم ذات الخدمة نفسها، بحيث ان الوحدات (المواطنين) تنتظر في صف واحد و تقدم لها الخدمة من محطات تقديم الخدمة التي تعمل معا على التوازي.

شكل عدد 2 محطة تقديم



فروض إستخدام النموذج:

1) نفس شروط استخدام نموذج *(M/M/1)*.

2) الصف له عدة محطات تقديم الخدمة.

3) فيما عدا شرط تكون صف إنتظار حيث ان معدل الوصول λ اقل من معدل تقديم الخدمة مضروبا في عدد محطات تقديم الخدمة $(\lambda < \mu s)$ حيث s عدد محطات تقديم الخدمة.

معادلات النموذج:

1) احتمال وجود (0) من الوحدات في النظام (النظام غير مشغول)

$$(1) \rightarrow P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{n=s-1} \frac{1}{n!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n\right] + \frac{1}{s!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \frac{s\mu}{s\mu-\lambda}}$$

1) احتمال وجود (n) من الوحدات في النظام بشرط:

$$(2) \rightarrow P_n = \frac{1}{n!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)P_0 \qquad n < s$$

$$(3) \rightarrow P_n = \frac{1}{s!s^{n-s}}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)P_0 \qquad n > s$$

2)

3) و يكون متوسط عدد العملاء المتوقع في النظام (L_s) هو:

$$(4) \rightarrow L_s = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{(s-1)!(s\mu-\lambda)^2}P_o + \frac{\lambda}{\mu}$$

4) متوسط عدد العملاء المتوقع في الصف (L_q) هو:

5) متوسط وقت انتظار العملاء في النظام (W_s) هو:

6) متوسط وقت انتظار العملاء في الصف (W_q) هو:

$$(7) \rightarrow W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

7) معامل الإستخدام (النظام مشغول) (P)هو:

$$(8) \rightarrow P = \frac{\lambda}{s\,\mu}$$

الإطار العملي : الدراسة التطبيقية (بإستخدام برنامج: *WinQSB*)

التطبيق على برنامج ***WinQSB*** هو من البرامج الإحصائية التي تعتمد على عامل الزمن (معدل الوصول و معدل تقديم الخدمة) الذي يعمل ضمن بيئة الويندوز.

WinQSB (Quality System Basics).

الدراسة الإحصائية لصفوف الانتظار :

ان نظرية صفوف الانتظار تحتوي على العديد من النماذج الرياضية التي تهدف إلى دراسة سلوك انظمة صفوف الانتظار و أيضا تحديد مؤشرات الفاعلية الخاص و بها و تختلف هذه النماذج الرياضية بإختلاف التوزيعات الإحتمالية التابعة لها لكل من أوقات الوصول و أوقات تقديم الخدمة.

تحديد فترات المشاهدة: بغرض تحديد متوسط عدد المواطنين الوافدين إلى مراكز تقديم الخدمات.

1) المدة الكلية للمشاهدة أسبوع عمل أي خمسة أيام من الأحد إلى الخميس.
2) أوقات المشاهدة من الساعة 9 صباحاً إلى الساعة 12 ظهراً.
3) ثلاث فترات مشاهدة (9-10)،(10-11)،(11-12) كل ساعة بنظام الحصر الشامل.
4) كل يوم عمل عدد (2) محطة تقديم خدمة (إختيار عشوائي).
5) الإستعانة بزميل و بإستخدام ساعة إيقاف لحصر عدد المواطنين الوافدين كل ساعة و تحديد أوقات الوصول وأوقات تقديم الخدمة.

الحصر الشامل لتحديد عدد وصول المواطنين طالبي الخدمة:

م	الأيام	10-9	11-10	12-11	إجمالي المواطنين
1	الأحد	19	22	42	83
2	الأثنين	22	25	39	86
3	الثلاثاء	23	30	25	78
4	الأربعاء	24	26	43	93
5	الخميس	20	15	30	65
	الإجمالي				405

من الجدول السابق يمكن حساب معدل وصول المواطنين

إجمالي فترات المشاهدة عبارة عن (عدد الأيام)×(فترات المشاهدة) =15 فترة مشاهدة.

معدل وصول المواطنين عبارة عن متوسط عدد المواطنين طالب الخدمة التي تصل إلى صف الإنتظار خلال فترة زمنية معينة، و يرمز له بالرمز λ

معدل الوصول λ = مجموع أعداد المواطنين الوافدين / إجمالي فترات المشاهدة.

λ = 15/405 تساوي 27 مواطن/ساعة اي 0.45 مواطن/دقيقة ، λ = 0.45

إختبار معدل وصول المواطنين *1*

تطبيق أسلوب نماذج صفوف الانتظار يجب إختبار معدل وصول المواطنين و أنه يتبع توزيع بواسون.

h_0 : معدل وصول المواطنين طالبي الخدمة يتبع توزيع بواسون."فرض العدم"

h_1 : معدل وصول المواطنين طالبي الخدمة لا يتبع توزيع بواسون. "الفرض البديل"

كانت نتيجة الإختبار عن طريق برنامج (*SPSS*) قبول فرض العدم h_0 بان معدل وصول المواطنين طالبي الخدمة يتبع توزيع بواسون و التي تم حسابه λ = 0.45 مواطن/دقيقة.

تحديد فترات تقديم الخدمة:

فترة تقديم الخدمة هي تلك الفترة التي تستغرقها محطة تقديم الخدمة إلى المواطنين و هي غير متساوية و غير ثابتة طبقاً للخدمة التي يطلبها المواطن،

عن طريق الحصر الشامل خلال فتر المشاهدة الكلية لأوقات تقديم الخدمة لكل مواطن و طبقا لاعداد المواطنين الوافدين طالبي الخدمة كان إجمالي أوقات تقديم الخدمة خلال فترة المشاهدة هو 826.50 دقيقة.

وعليه يمكن حساب معدل اوقات تقديم الخدمة ، عبارة عن متوسط عدد المواطنين طالبي الخدمة خلال فترة تقديم الخدمة و يرمز له بالرمز μ

معدل تقديم الخدمة μ = مجموع المواطنين الوافدين/ إجمالي أوقات تقديم الخدمة.

μ = 826.50/405 تساوي 0.49 مواطن/دقيقة ، μ = 0.49

إختبار معدل اوقات تقديم الخدمة m

تطبيق أسلوب نماذج صفوف الانتظار يجب إختبار معدل اوقات تقديم الخدمة و أنه يتبع التوزيع الأسي.

h_0 : معدل اوقات تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي. "فرض العدم"

h_1 : معدل اوقات تقديم الخدمة لا يتبع التوزيع الأسي. "الفرض البديل"

كانت نتيجة الإختبار عن طريق برنامج (*SPSS*) قبول فرض العدم h_0 بان معدل اوقات تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسي و التي تم حسابه μ = 0.49 مواطن/دقيقة.

تحديد مؤشرات مقاييس الأداء لمحطات تقديم الخدمة:

تم تحديد كلا من معدل وصول المواطنين طالبي الخدمة λ = 0.45 مواطن/دقيقة.

معدل اوقات تقديم الخدمة μ = 0.49 مواطن/دقيقة.

يتم قياس مؤشرات الأداء عن طريق نماذج صفوف الإنتظار سوف نختار فقط نموذجين للقياس.

- **النموذج ذو محطة تقديم خدمة واحدة *M/M/1***
- **النموذج ذو محطات تقديم الخدمة المتعددة *M/M/S***

أولاً: نموذج صف الانتظار ذو قناة الخدمة الواحدة بتوزيع بواسون للوصول و التوزيع الأسي أوقات تقديم الخدمة *(M/M/1)*:

فروض إستخدام النموذج: كما سبق ذكره .

التطبيق على برنامج *WinQSB*

$\lambda = 0.45$

$\mu = 0.49$

النتائج المستخرجة من تشغيل البرنامج كالآتي:

من نتائج الجدول السابق نلاحظ الآتي:

- **معامل إستخدام النظام ρ يساوي 91.8% اي محطة تقديم الخدمة مشغولة بنسبة 91% من الوقت مما يدل على كثرة الإزدحام و طول صف الإنتظار.**
- **معامل عدم الإستخدام ρ_0 يساوي 8.2% أي الوقت الذي يكون فيه النظام معطل أو الطاقة المعطلة.**
- **متوسط عدد المواطنين في النظام L_s يساوي 11.25 مواطن.**
- **متوسط عدد المواطنين في صف الإنتظار L_q يساوي 10.33 مواطن.**
- **متوسط الوقت المستغرق في النظام W_s يساوي 25 دقيقة يعد زمناً طويلاً جداً.**
- **متوسط الوقت المستغرق في صف الإنتظار W_q يساوي 22.95 دقيقة يعد زمناً طويلاً جداً.**

و بناءاً على ما تقدم نجد أنه من الضروري إضافة محطات تقديم جديدة تعمل على التوازي معنا من أجل تقديم الخدمة لأكثر من مواطن في نفس الوقت لإستيعاب الازدحام في صفوف الإنتظار.

ثانياً: نموذج صف الانتظار ذو قنوات الخدمة المتعددة بتوزيع بواسون للوصول و التوزيع الأسي أوقات تقديم الخدمة (*M/M/s*):

هذا النموذج يسمح بوجود أكثر من محطة تقديم خدمة تعمل معا على التوازي في نفس الوقت.

فروض إستخدام النموذج: كما سبق ذكره ص

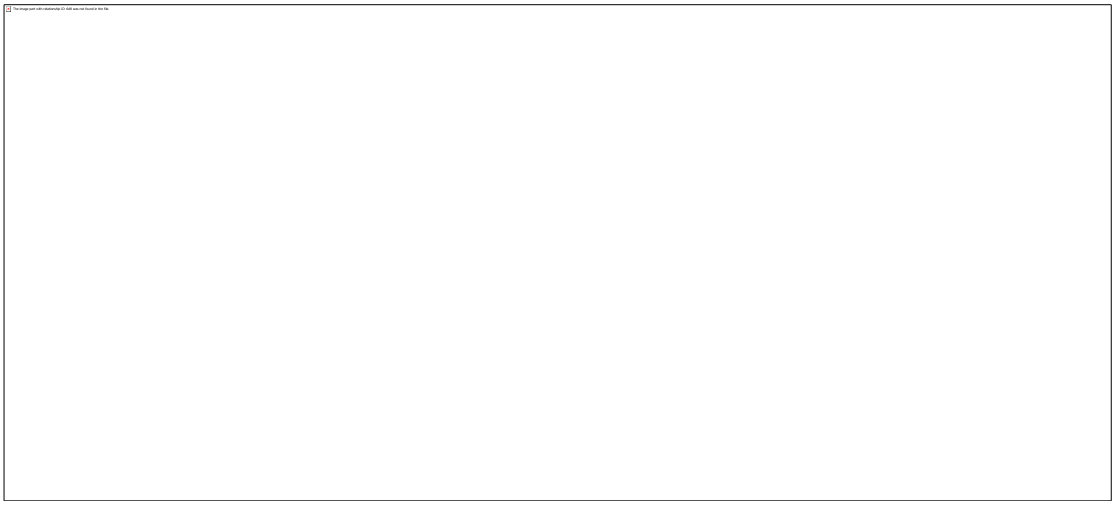
التطبيق على برنامج *WinQSB*

$\lambda = 0.45$

$\mu = 0.49$

$s = 2$

النتائج المستخرجة من تشغيل البرنامج كالآتي:

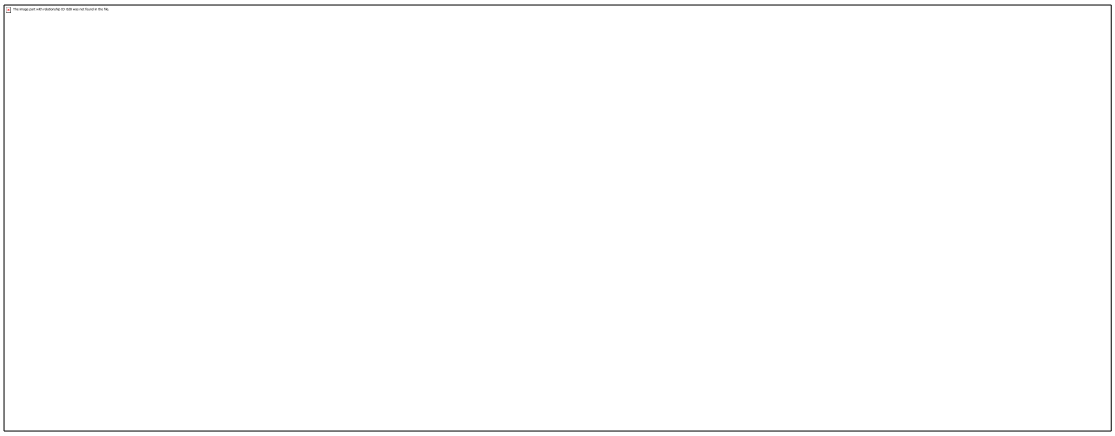


من نتائج الجدول السابق نلاحظ الآتي:

- **معامل إستخدام النظام r يساوي 45.92% اي محطة تقديم الخدمة مشغولة بنسبة 45% من الوقت مما يدل على انخفاض الازدحام في صف الإنتظار.**
- **معامل عدم الإستخدام r_0 يساوي 37% أي الوقت الذي يكون فيه النظام معطل أو الطاقة المعطلة قد زاد مما يدل ايضا على انخفاض الازدحام.**
- **متوسط عدد المواطنين في النظام L_s يساوي 1.16 مواطن انخفاض العدد.**
- **متوسط عدد المواطنين في صف الإنتظار L_q يساوي 0.24 مواطن انخفاض العدد.**
- **متوسط الوقت المستغرق في النظام W_s يساوي 2.5 دقيقة انخفاض وقت الانتظار و الخدمة.**
- **متوسط الوقت المستغرق في صف الإنتظار W_q يساوي 0.54 دقيقة انخفاض وقت صف الانتظار.**

مقارنة نتائج مؤشرات مقاييس الأداء لمحطات تقديم الخدمة:

مقارنة النتائج بعد إضافة محطة تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي مع المحطة الحالية بمعنى تقديم الخدمة لأكبر عدد من المواطنين في نفس الوقت.



- **انخفاض معامل إستخدام النظام r من 91% إلى 45%.**
- **انخفاض متوسط الوقت المستغرق في النظام W_s من 25 إلى 2.5 دقيقة.**
- **انخفاض متوسط الوقت المستغرق في صف الإنتظار W_q من 22.9 إلى 0.54 دقيقة.**
- **انخفاض عدد المواطنين في النظام L_s من 11.25 إلى 1.16 مواطن.**
- **انخفاض عدد المواطنين في صف الانتظار L_q من 10.33 إلى 0.24 مواطن.**
- **زيادة معامل عدم الاستخدام r_0 من 8.16% إلى 37%.**

النتائج:

النتائج التي توصل البحث إليها عند تطبيق نماذج صفوف الإنتظار على البيانات التي تم حصرها من محطات تقديم الخدمة لكل من اعداد الوصول للمواطنين و أوقات الإنتظار و أوقات تقديم الخدمة، بإستخدام نماذج صفوف الانتظار التالية:

- **نموذج *(M/M/1)* محطة تقديم خدمة واحدة.**
- **نموذج *(M/M/S)* عدد (2) محطة تقديم خدمة تعمل على التوازي.**

1) **في حالة تشغيل محطة تقديم خدمة واحدة يكون النظام مشغولاً بنسبة 91% و عند إضافة محطة تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي إنخفضت النسبة إلى 45% من الوقت مما ادى إلى انخفاض وقت الإنتظارو تقليل الازدحام.**
2) **في حالة تشغيل محطة تقديم خدمة واحدة يكون متوسط عدد المواطنين في صف الإنتظار 10.33 مواطن وعند إضافة محطة تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي انخفض عدد المواطنين في صف الإنتظار0.24 مواطن .**

3) في حالة تشغيل محطة تقديم خدمة واحدة يكون متوسط عدد المواطنين طالبي الخدمة في النظام (الوحدات المنتظرة في الصف + الوحدات التي تقدم لها الخدمة) 11.25 مواطن و عند إضافة محطة تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي إنخفض إلى 1.16 مواطن.
4) في حالة تشغيل محطة تقديم خدمة واحدة يكون متوسط وقت المواطن المستغرق في الصف الذي ينتظر تلقي الخدمة 22.9 دقيقة و عند إضافة محطة تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي انخفض إلى 0.54 مما يدل على سرعة الوصول إلى محطة تقديم الخدمة في اقل وقت ممكن.
5) في حالة تشغيل محطة تقديم خدمة واحدة يكون متوسط وقت المواطن المستغرق في النظام (الوقت في صف الإنتظار + الوقت في تلقي الخدمة) 25 دقيقة و عند إضافة محطة تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي إنخفض الوقت إلى 2.5 دقيقة من وقت الوصول إلى الانتهاء من الخدمة.
6) ان إضافة محطات تقديم خدمة جديدة تعمل معاً على التوازي قد أدى إلى تقديم الخدمة لأكثر من مواطن في نفس الوقت و بالتالي قد ساعد على تخفيض الوقت الإجمالي المستغرق للحصول على الخدمة و تقليل تكدس اعداد المواطنين ، مما يؤدي الى زيادة التوريدات المالية اليومية لزيادة اعداد المواطنين الذين تقدم لهم الخدمات المختلفة مما يعني ان إضافة محطات تقديم خدمة جديدة تعمل على التوازي يساهم في تحسين جودة الخدمات بشكل إيجابي.

التوصيات:

1) الإستفادة من إستخدام نماذج صفوف الإنتظار في المصالح الحكومية و الشركات التي تعاني من مشكلة الإزدحام يساعد في تحسين جودة الخدمات و تخفيض وقت الإنتظار و وقت تقديم الخدمة إلى اقل وقت ممكن الأمر و بالتالي يساعد متخذي القرار في إتخاذ القرارات الإدارية عند إضافة محطات تقديم خدمة جديدة من اجل إنخفاض الوقت المستغرق في النظام.
2) التوسع في إنشاء قاعدة بيانات مركزية تحتوي على كافة بيانات و ربطها بالخادم الرئيسي مما يسهل الحصول على الخدمة من أي مكان.
3) الإستفادة من تكنولوجيا الاتصالات و ميكنة الخدمات الحكومية الإلكترونية و الدفع الالكتروني حيث يمكن السداد من أي مكان وفي أي وقت "التحول الرقمي".
4) الإستفادة من تطبيقات الهواتف الذكية في الحصول على الخدمات.

المراجع :

ابوالقاسم مسعود الشيخ. (2012). *بحوث العمليات*. القاهرة ، مصر: المجموعة العربية للتدريب و النشر.

احلام دريدي. (2014). *دور استخدام نماذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية*. الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسير، جامعة محمد خيضر.

احلام عبد الغني صالح. (2012). *واقع تطبيق نظرية صفوف الانتظار بالمصارف التجارية الليبية*. بنغازي: كلية الاقتصاد ، جامعة بنغازي.

رابح بوقرة. (2007). *تحديد مستوى الاستخدام لنماذج صفوف الانتظار كاحد الاساليب الكمية في الادارة* (المجلد 7). المسيلة – الجزائر: جامعة محمد بوضياف.

رجال السعدي، و بولودان نجاح. (2009). *الاساليب الكمية و دورها في اتخاذ القرارات الادارية*. الجزائر: جامعة سكسيدة.

ريغي خيرة، و بابا عبد القادر. (2019). *نماذج صفوف الانتظار لتحسين الخدمة و دراسة حالة بلدية العقيد لطف مستغانم*. الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسير ، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم.

سفيان بوصالح. (2005). *ادارة صفوف الانتظار في القطاع البنكي*. الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير و العلوم الادارية – جامعة ابوبكر بلقاد.

شيماء السيد محمد علي. (2012). *تحليل لبعض انظمة صفوف الانتظار في ظل الوصول السلبي لبعض العملاء*. الدقهلية: كلية التجارة ، جامعة الزقازيق.

علي العلاونة، و اخرون. (2005). *بحوث العمليات في العلوم التجارية* (المجلد الطبعة الاولى). عمان ، الاردن: مركز يزيد للنشر.

مازن عطا عبد الهادي العرايشي. (2015). *دور استخدام الاساليب الكمية في تحسين اداء المؤسسات الصحية الحكومية في قطاع غزة*. غزة: اكاديمية الادارة و السياسة ، جامعة الاقصى.

محمد عبد العال النعيمي، و آخرون. (1999). *مقدمة في بحوث العمليات* (الإصدار الطبعة الاولى). الاردن: دار وائل للطباعة و النشر.

محمد موسى محسن. (2017). *ظاهرة الاكتظاظ في المؤسسات الصحية باستخدام اسلوب صفوف الانتظار*. العراق: كلية الادارة و الاقتصاد ، جامعة البصرة.

هند سعدي. (2012). *استخدام نماذج صفوف الانتظار لتحسين فاعلية الخدمات في المراكز الصحية*. الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسير ، جامعة المسيلة.