تحسين الأداء باستعمال نماذج صفوف الانتظار مع التطبيق

م.م هدى عبد السادة
جامعة البصرة/ كلية الإدارة والاقتصاد/ قسم الاقتصاد
م.م شيماء قاسم محسن
جامعة البصرة/ كلية الإدارة والاقتصاد/ قسم الاحصاء
م.م زينب مسلم ناصر
جامعة البصرة/ كلية الإدارة والاقتصاد/ قسم إدارة اعمال

المستخلص:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة دور استخدام نماذج صفوف الانتظار في تحسين أداء تقديم الخدمة. ولتحقيق هذا الهدف تم صياغة نموذج صفوف الانتظار وحله باستخدام (QM for window)، حيث طبقت هذه الدراسة في مستشفى البصرة التعليمي/ الاستشارية الباطنية، وقد توصلت الدراسة الى ان إضافة مراكز خدمة جديدة يعمل على تقليص الوقت الكلي للحصول على الخدمة، اذ نجد ان غالبية المرضى قد تم تسليمهم الخدمة بالمستوى المتوقع من الجودة، وبالتالي تحسين جودة الخدمة بشكل إيجابي.

الكلمات المفتاحية: نظرية صفوف الانتظار، خصائص ونماذج صفوف الانتظار.

Performance Improvement Using Queueing Models with Application

1) **Lecturer Huda Abdul-Sada**

University of Basra / College of Administration and Economics / Department of Economics

2) **Lecturer Shaymaa Qasim Muhsin**

University of Basra / College of Administration and Economics / Department of Statistics

3) **Lecturer Zainab Muslim Nasser**

University of Basra / College of Administration and Economics / Department of Business Administration

Abstract:

This study aims to investigate the role of using queuing models in improving service delivery performance. To achieve this goal, a waiting line model was formulated and solved using (QM for window). This study was implemented in Basra Teaching Hospital/Internal Medicine Clinic.

The study concluded that adding new service centers reduces the overall time required to obtain service. We find that the majority of patients received service at the expected level of quality, thereby positively enhancing the quality of service.

Keywords: Queueing Theory, Queueing Characteristics and Models.

المبحث الأول: منهجية البحث

1. مقدمة:

كانت المستشفيات ولا تزال من أهم وأكبر مكونات النظام الصحي الذي يقدم الخدمات الصحية في المجتمع. لطالما اهتمت المجتمعات المنظمة تاريخيًا ببناء المستشفيات وصيانتها من قبل الدوائر والهيئات الحكومية، اذ زاد الاهتمام بالمستشفيات وإدارتها وعملياتها من قبل الجهات التي تمولها والجهات التي تستفيد من خدماتها والتي تتعامل معها لضمان كفاءة وفعالية استخدامها وبما يحقق الغرض الرئيسي من وجودها، وهو تقديم خدمات عالية الجودة بأقل تكلفة .اذ ان المستشفيات تعتبر من المؤسسات الخدمية لأنها تتطلب أساليب إدارة فعالة لتقديم أفضل الخدمات للمرضى.

تحتاج إدارة الخدمة في المستشفى إلى توفير حلول يمكنها معالجة المشكلات التي تمنع التقديم الجيد لهذه الخدمات، ومن بين هذه الحلول هي استخدام نموذج صفوف الانتظار لمساعدة مسؤولي المستشفى على الإدارة المثلى للتخفيف من طول فترة انتظار المرضى، حيث يعد نموذج صفوف الانتظار أحد الأساليب الكمية والتي يمكن استخدامها داخل المستشفيات لأنها تعتمد على المنهج العلمي والنماذج الرياضية والإحصائية لحل المشكلات التي تواجه الإدارة، والمساعدة التخطيط والرقابة والتنسيق بين مختلف الدوائر والاقسام في الإدارة. حيث ان الهدف من البحث هو تطبيق الأساليب الكمية لمساعدة متخذي القرار بشكل علمي على حل مشكلة صفوف الانتظار، تحسين جودة الخدمات المقدمة للمرضى من خلال دراسة أوقات الانتظار وذلك للحصول على مقاييس أداء أفضل، وتخفيض وقت انتظار المرضى والذي يؤدي الى نقص في جودة الخدمات المقدمة لهم.

2. الدراسات السابقة:

هدفت دراسة (السعدي رجال ونجاح بولودان، 2006) للإجابة على الأسئلة التالية:
كيف يتم استخدام نموذج صف الانتظار لقياس جودة الخدمات البنكية؟ وإذا كانت نماذج صفوف الانتظار تشارك في تخطيط مركز الخدمة؟ فكيف يتم الاستفادة منها لتصميم مركز الخدمة بالكيفية التي تحقق معايير الجودة في تسليم الخدمة؟ توصلت نتائج الدراسة الى ان السبب الرئيسي لمشكلة الانتظار هي الإجراءات الإدارية المطبقة في البنك حيث لا يكتفي الموظف بتسجيل المعلومات المرتبطة بالساحب على متن الشيك والتي تتمثل في اسم ولقب المنجز للعملية، رقم وثيقة التعريف، المقر، تاريخ الإصدار، الامضاء.[3]

تناولت دراسة (يونس عنانة،2017) دور استخدام نموذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمة الصحية من خلال دراسة ميدانية في مستشفى سليمان عميرات، اذ هدفت هذه الدراسة الى إيجاد حل

لمشكلة الازدحام في المستشفى من خلال الاعتماد على أحد أساليب بحوث العمليات والتي تساعد في تحسين جودة الخدمة الصحية، وقد توصلت الدراسة الى إيجاد بديل لتحسين الوضعية الحالية التي تعاني منها المستشفى، اذ ساهم هذا البديل في تحسين جميع مؤشرات الأداء بالإضافة الى استخدام الأساليب العلمية في اتخاذ القرارات في المؤسسات الصحية.[9]

اقترحت دراسة (2016,Lipi B. Mahanta) نموذج طابور خادم واحد للأمراض الشديدة خاصة في قسم العيادات الخارجية، الغرض من الدراسة هو إنشاء نموذج قائمة انتظار يأخذ في الاعتبار المرضى الذين يعانون من أمراض خطيرة والتحقيق في كيفية تحسين النموذج لوقت الخدمة، تم تعديل نموذج الطابور أحادي الخادم وفحصه وتم اختبار كفاءة النموذج باستخدام الخدمات الطبية للمرضى الخارجيين، وقد توصلت نتائج الدراسة الى تحسين متوسط أوقات استجابة الخدمة الطبية للمرضى الخارجيين للخدمة على النموذج العام.[11]

المبحث الثاني: الجانب النظري

1. نظرية صفوف الانتظار:

ان مفهوم نظرية صف الانتظار تتمثل باستخدام شائع ومألوف في حياتنا فكل شخص منا يمر بهذه المشكلة (صف الانتظار) يوميا الى حد ما بطريقة او بأخرى وغالبا ما تتم هذه المشاكل في أنظمة الخدمات وهي غير مقتصرة على البشر فحسب، فالطائرات في المطار تترقب دورها للإقلاع والهبوط، والسيارات المتوقفة عند إشارات المرور إضافة الى خطوط الهاتف المزدحمة التي تعد مثالا لصفوف الانتظار المعقدة، وامام الصراف الالي او الحافلات وحتى شبابيك الحجز والمرضى في عيادة الطبيب وايضا في مجالات الصناعة عند تسليم البضاعة والامثلة عديدة.[4]

يعود اصل نظرية صفوف الانتظار الى سنة 1909 عندما قام العالم الألماني Erlang.K.A بأجراء تجارب تهدف الى حل مشكلة الازدحام في المكالمات الهاتفية من قبل العاملين ، اذ كان هناك تأجيل في خدمة طالبي تلك المكالمات بسبب عدم استطاعة العاملات تلبية الطلبات الواردة بالسرعة المطلوبة بسبب وجود تذبذب في صول طلب الخدمة وفق الفترات الزمنية فتبدا بالتزايد من الصبح حتى وسط النهار ثم تبدا بالتناقص، وبالتالي رأى العالم Erlang احتمالية نمذجة تلك الظاهرة عن طريق دراسة إمكانية تقديم الخدمة بفترات زمنية مناسبة وحسب الطلب، ثم بعد ذلك تعددت استخداماتها ليشمل عددا من المشاكل التي لها صلة بصفوف الانتظار. [10]

ان مفهوم نظرية صفوف الانتظار دراسة العمليات التي تمتاز بالوصول العشوائي ومعدلات الخدمة العشوائية، وهذا يقصد ان عملية الوصول تكون على فواصل زمنية عشوائية وأيضا معدلات الخدمة، ان معدلات الخدمة تكون مستقلة عن معدلات الوصول وهي واحدة من الفرضيات الأساسية لمفهوم صفوف الانتظار هي وجود موضع معين لتلقي الطلبات وعادة يسمى محطة تقديم خدمة، وثمة تدفق للطلبات يمكن قياسه من خلال نظام الوصول لطالبي الخدمة، ومن الممكن ان تكون محطة تقديم واحدة او عدة محطات. [6]

تعتبر نظرية صفوف الانتظار من اهم النظريات الرياضية لحل مشكلة الانتظار فهي طريقة كمية تساعد الإدارة في اتخاذ القرارات التي تهدف الى تحديد العدد الأمثل للأفراد او مراكز الخدمة المطلوبة لخدمة العملاء اللذين يصلون عشوائيا دون نظام.

للنظرية تطبيقات مهمة وواسعة الانتشار في الصناعة ومحلات اصلاح الماكينات، تنظيم العمل في المستودعات والمطارات والموانئ والمنظمات الخدمية المختلفة.[7]

2. خصائص صفوف الانتظار:[1]

ان صف الانتظار هو المكون الأساسي لنظام صفوف الانتظار، اذ يتميز بعدة خصائص منها:

1. عدد صفوف الانتظار: يمكن ان يكون صف الانتظار وحيد مثل المرور في طريق عام وحيد او مركز خدمة خطوط مفردة، وقد تكون متعددة في كثير من الأحيان مثل خدمات الهاتف.
2. طول صف الانتظار: هو الحد الأقصى لعدد طالبي الخدمات الموجودة في النظام أي عدد المتقدمين للحصول على الخدمات للحصول عل خدمات بالإضافة الى خدمة المتقدمين اللذين هم في مرحلة الانتظار، قد يكون طول صف الانتظار محدودا بسبب بعض القيود تنظيمية او مادية مثلا قد يكون الصف غير محدود مثل خدمة دفع رسوم السيارات الوافدة على الطريق السريع.
3. الاختيار في صفوف الانتظار: يشير الى الترتيب الذي يتم به اختيار المتقدمين لتقديم الخدمات وعلى النحو التالي:

- FIFO : حيث طالب الخدمة الذي يأتي أولا يخدم أولا وهي الأكثر شيوعا في الوقوع.
- LIFO : حيث طالب الخدمة الذي يأتي أخيرا يخدم أولا.
- LCFS : يكون الاختيار على أساس الاسبقية.
- FCFS : يكون الاختيار عشوائي.

3. التوزيعات الاحتمالية في نظرية صفوف الانتظار:[5]

1. توزيع بواسون: يطلق علية قانون الاحتمالات الصغيرة ويستخدم في العديد من العمليات العشوائية التي تتولد مفرداتها في وحدة زمنية معينة مثل عدد العملاء اللذين يصلون الى البنك كل خمس دقائق، وتكتب الصيغة العامة لتوزيع بواسون بالشكل الاتي:

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

2. التوزيع الاسي: يساعد في تحليل عدد العملاء اللذين يصلون في فترة زمنية معينة، والاوقات الفاصلة بين وصولين متتابعين، كما انها تستخدم في دراسة وقت الخدمة، وتكتب الصيغة العامة للتوزيع الاسي بالشكل الاتي:

$$p_n(t)=\mu^{-\mu\lambda}$$

4. نماذج صفوف الانتظار:

1. نموذج صف الانتظار ذو قناه خدمة واحدة بتوزيع بواسون للوصول ووقت الخدمة اسي (M/M/1)(GD/∞/∞): يعد هذا النموذج من اكثر النماذج المستخدمة، حيث ان طالبي الخدمة يصل بشكل فردي ومتسلسل في صف واحد الى مركز الخدمة لتزويدهم الخدمة في مرحلة واحدة.[6]

فرضيات النموذج:[8]

1. عملية الوصول تكون وفقًا لتوزيع بواسون بمعدل وصول بواسون λ.
2. تقديم الخدمة تكون وفقًا للتوزيع الاسي وبمعدل خدمة μ .
3. يتم تقديم الخدمة وفقًا لمبدأ FIFO.
4. صف انتظار بهِ مركز خدمة واحد.

معادلات النموذج:[6]

- L_s متوسط عدد طالبي الخدمة في النظام: $L_s=\frac{\lambda}{(\mu-\lambda)}$
- L_q متوسط عدد طالبي الخدمة في صف الانتظار $L_q=\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$
- W_s متوسط الوقت الذي يقضيه طالب الخدمة في النظام: $W_s=\frac{1}{(\mu-\lambda)}$
- W_qمتوسط الوقت الذي يقضيه طالب الخدمة في صف الانتظار: $W_q=\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$

- p معامل الخدمة: $p=\frac{\lambda}{\mu}$
- P_o احتمال عدم وجود أي طالب خدمة في النظام: $P_o=1-\frac{\lambda}{\mu}$

2. نموذج صف الانتظار ذو مراكز خدمة متعددة والوصول بواسوني ووقت الخدمة اسي والانتظار يكون غير محدود حيث ان هذا النموذج يحتوي عدة مراكز خدمة متعددة لطالبي الخدمات اللذين ينتظرون في صف واحد لخدمتهم أي مركز متاح، اذ يتم خدمتهم على مرحلة واحدة او عدة مراحل. [2]

فرضيات النموذج: [8]

1. عملية الوصول تكون وفقًا لتوزيع بواسون بمعدل وصول بواسون λ.
2. تقديم الخدمة تكون وفقًا للتوزيع الاسي وبمعدل خدمة μ .
3. تقديم الخدمة يكون على أساس طالب الخدمة القادم اولًا تقدم لهم الخدمة اولًا.
4. أكثر من مركز خدمة لتقديم الخدمة، حيث يقف العملاء صف واحد ثم يتجه الى مركز الخدمة المتاح.

معادلات النموذج:[2]

- احتمال النظام مشغول (وجود طالبي الخدمة في النظام): $p=\frac{\lambda}{\mu}$
- احتمال النظام متعطل (عدم وجود طالبي الخدمة في النظام):

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

- احتمال وجود (n) من طالبي الخدمة في النظام يوجد شرطان:

1. $p_n=\frac{1}{n!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)p_0$ $\quad n<s$
2. $p_n=\frac{1}{s!s^{n-s}}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)p_0$ $\quad n>s$

- متوسط عدد طالبي الخدمة في صف الانتظار: $L_q=\frac{\left[\frac{\lambda}{\mu}\right]^s*\lambda\mu}{(s-1)*(s\mu-\lambda)^2}*p_0$
- متوسط عدد طالبي الخدمة في النظام: $L_s=L_q+\frac{\lambda}{\mu}$
- متوسط وقت انتظار طالبي الخدمة في صف الانتظار: $w_q=\frac{L_q}{\lambda}$
- متوسط وقت انتظار طالبي الخدمة في النظام: $w_s=w_q+\frac{1}{\mu}$

المبحث الثالث: الجانب العملي

1- جمع البيانات: جرت عملية جمع البيانات ميدانيا من خلال مراجعة مستشفى البصرة التعليمي لمدة ثلاث اسابيع وذلك في أيام عمل المستشفى، وقد تضمنت البيانات تسجيل عدد المرضى الواصلين الى المستشفى وزمن تقديم الخدمة لهم حيث تكون عملية وصول المرضى غير منتظم وعلى فترات زمنية غير متساوية. ومن اجل معرفة التوزيع الاحتمالي لعملية وصول المرضى الى مركز الخدمة عينة الدراسة قمنا بمتابعة وصول المرضى ثلاث اسابيع وتجميع المعلومات في جداول تضم ازمنة الخدمة وعدد المرضى الواصلين وقد تم اختيار عينة مكونه من 50 فترة عشوائيا، ولمعرفة توزيع وصول المرضى يتم الاستعانة بالجدول التالي:

جدول 1 توزيع وصول المرضى خلال فترة المشاهدة

عدد المرضى (x)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∑
التكرارات المشاهدة (F_0)	1	1	2	3	5	5	8	10	5	10	50
∑	1	2	6	12	25	30	56	80	145	100	357

معدل وصول المرضى يساوي $\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{10} F_o x}{\sum_{i=1}^{10} F_o} \longrightarrow \frac{357}{50} \rightarrow 7.14$

$$\lambda = \frac{7.14}{10} \longrightarrow 0.714$$

بعد حساب معدل الوصول يتم استخدام اختبار K^2 لتحديد توزيع وصول المرضى، ولمعرفة التوزيع لوصول المرضى نعتمد على الفرضيتين الرئيسيتين:

H_0: توزيع وصول المرضى يخضع لتوزيع بواسون

H_1: توزيع وصول المرضى لا يخضع لتوزيع بواسون

ويعطى اختبار K^2 بالعلاقة التالية: $K^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$

ومن خلال استخدام العلاقة الرياضية لقانون بواسون وضرب النتائج في مجموع التكرارات المشاهدة يتم الحصول على التكرارات المطلقة النظرية $F_e = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \times 50$

جدول 2 مجموع K^2 لوصول المرضى

عدد المرضى (x)	التكرارات المشاهدة (F_0)	التكرارات النظرية (F_e)	$(F_e-F_o)^2$	K^2
1	1	8.53	56.63	6.64
2	1	3.46	6.04	1.75
3	2	0.69	1.72	2.49
4	3	2.85	0.023	0.0079
5	5	5.20	0.040	0.0077
6	5	5.01	0.000037	0.000007
7	8	10.91	8.41	0.78
8	10	12.69	7.23	0.57
9	5	3.25	3.05	0.94
10	10	9.001	0.91	0.11
المجموع/	50			13.27

لمعرفة هذه الدراسة تتبع توزيع بواسون نقون بمقارنة قيمة K^2 المحسوبة مع قيمة K^2 الجدولية، ومن اجل ذلك تحسب درجة الحرية من العلاقة الاتية:

$$\nu=c-m-1 \longrightarrow 10-1-1 \longrightarrow \nu=8$$

وبما ان قيمة K^2المحسوبة: $K^2=13.27$

قيمة K^2 الجدولية: $K^2_{0.05}=15.507$

ومن خلال المقارنة نجد ان قيمة K^2 الجدولية اكبر من القيمة المحسوبة، اذ يتم قبول الفرضية الصفرية H_0: توزيع وصول المرضى يخضع لتوزيع بواسون عند مستوي معنوية (0.05).

جدول 3 أوقات الخدمة المختارة

زمن الخدمة	التكرارات المشاهدة (F_o)	مركز الفئة (t)	تكرارات مركز الفئة
1.297-0.406	8	0.85	6.81
2.189-1.297	4	1.74	6.97
3.081-2.189	16	2.64	42.16
3.973-3.081	12	3.53	42.33
4.865-3.973	10	4.42	44.19
المجموع	50		142.4653

$$\alpha=\sum \frac{F_o \times t}{F_o} \rightarrow \frac{142.4653}{50}=2.85$$

$$\mu=\frac{1}{\alpha} \rightarrow \frac{1}{2.85}=0.35$$

ومن اجل معرفة توزيع أوقات الخدمة نستخدم اختبار K^2 وبالاعتماد على الفرضيتين الأتيتين:

H_0: توزيع وقت الخدمة يخضع للتوزيع الاسي

H_1: توزيع وقت الخدمة لا يخضع للتوزيع الاسي

جدول 4 مجموع K^2 للأوقات الخدمة

زمن الخدمة	التكرارات المشاهدة (F_o)	التكرارات النظرية (F_e)	$(F_e - F_o)^2$	K^2
1.297-0.406	8	12.99	16.74	1.29
2.189-1.297	4	9.51	3.33	0.35
3.081-2.189	16	6.83	8.76	1.23
3.973-3.081	12	5.09	4.77	0.94
4.865-3.973	10	3.36	4.41	1.31
	50			5.21

وبما ان قيمة K^2 المحسوبة: $K^2=5.21$

وقيمة K^2 الجدولية: $K^2_{0.05}=7.815$

ومن خلال المقارنة نجد ان قيمة K^2 الجدولية اكبر من القيمة المحسوبة، اذ يتم قبول H_0: توزيع أوقات الخدمة يخضع للتوزيع الاسي عند مستوى معنوية (0.05).

2- تحديد الخصائص الرئيسية لنموذج صف انتظار المرضى:

1. ان التوزيع الاحتمالي لوصول المرضى الى مركز الخدمة هو توزيع بواسون.
2. ان التوزيع الاحتمالي لأوقات الخدمة هو التوزيع الاسي.
3. أولوية الخدمة في عيادة الاستشارة الباطنية في مستشفى البصرة التعليمي هي على أساس اسبقية الحضور
   للمريض القادم أولا يخدم أولا.
4. عدد المرضى الواصلين غير محدود.
5. عدد مراكز تقديم الخدمة تساوي 3 (ثلاثة أطباء).

وعليه فان النموذج الموافق لصف الانتظار هو (M/M/S)

جدول 5 مؤشرات أداء النموذج

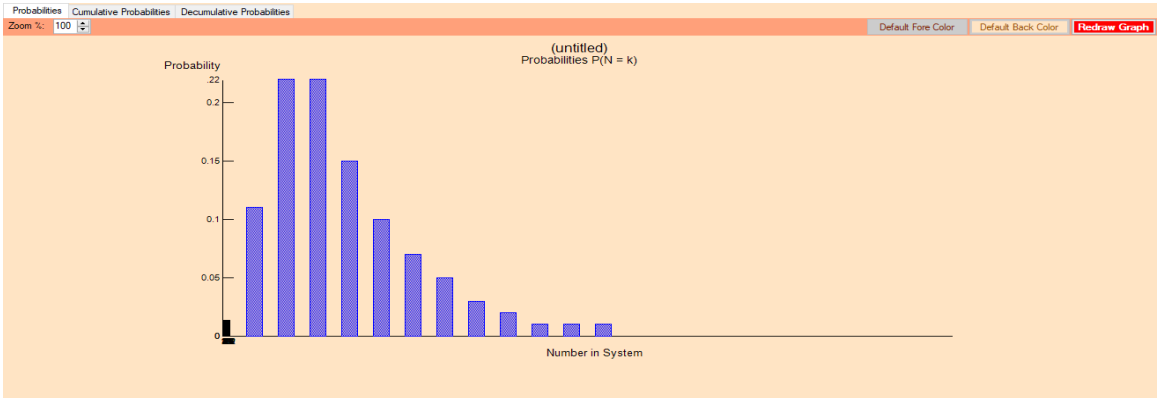
Parameter	Value	Parameter	Value	minutes	Seconds
M/M/S		Average server utilization	0.68		
Arrival rate (lambda)	0.71	Average number in the queue (Lq)	0.96		
Service rate (mu)	0.35	Average number in the system(L)	2.98		
Number of service	3	Average time in the queue(Wq)	1.35	80.81	4848.67
		Average time in the system(W)	4.2	252.24	15134.38
		Probability (% of time) system is empty (P0)	0.11		

المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج (QM Windows)

جدول 6 احتمالات لحالات K مركز الخدمة

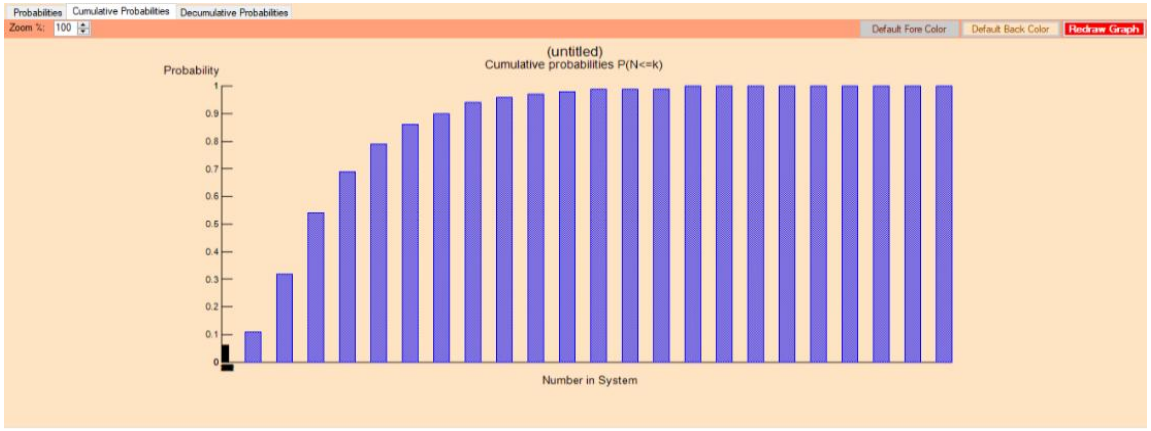
K	Prob (sum in sys=K)	Prob (num in sys<=K)	Prob (num in sys >K
0	0.11	0.11	.89
1	0.22	0.32	.68
2	0.22	0.54	.46
3	0.15	0.69	.31
4	0.10	0.79	.21
5	0.07	0.86	.14
6	.05	0.9	.1
7	.03	0.94	.06
8	.02	0.96	.04
9	.01	0.97	.03
10	.01	0.98	.02
11	.01	0.99	.01
12	.0	1	.01
13	.0	1	.01
14	.0	1	.0
15	.0	1	.0
16	0	1	.0
17	0	1	.0
18	0	1	0
19	0	1	0
20	0	1	0

المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج (QM Windows)



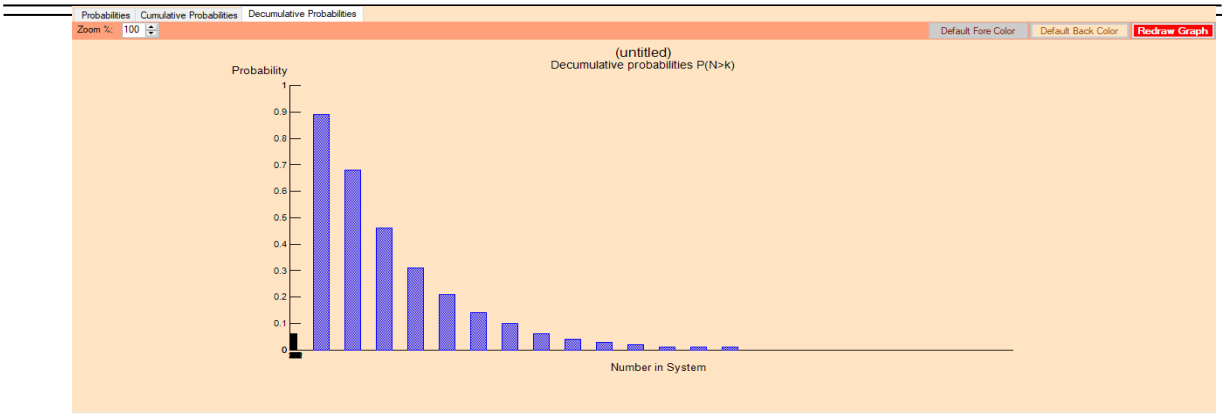
شكل (1) احتمالات عدد الوحدات في النظام عندما N=K

من الشكل أعلاه نلاحظ ان الاحتمال ينخفض من 1 الى 20، اذ انه تقل احتمالية وجود المرضى (N) في النظام مع زياده عدد مراكز الخدمة.



شكل (2) احتمالات عدد الوحدات في النظام عندما N<=K

نلاحظ من الشكل أعلاه ان الاحتمال يزداد من 1 الى 20، أي انه كلما زاد عدد مراكز الخدمة يقل احتمال بان يكون عدد المرضى N اقل من عدد مراكز الخدمة.



شكل (3) احتمالات عدد الوحدات في النظام عندما N>K

نلاحظ من الشكل (3) ان الاحتمال ينخفض من 1 الى 20، أي انه كلما زاد عدد مراكز الخدمة قل احتمال ان يكون عدد المرضى N أكبر من عدد مراكز الخدمة، وهذا يعني ان مشكلة صفوف الانتظار تقل وذلك بزيادة عدد مراكز الخدمة.

يتبين من خلال هذا البحث ان معدل وصول المرضى λ=0.714 الى مركز الخدمة يتبع توزيع بواسون من خلال اختبار k^2 المبين في جدول (2)، ومعدل الخدمة μ=0.35 فهو يتبع التوزيع الاسي حسب اختبار k^2 والمبين في جدول (4).

نلاحظ من الجدول (5) ان قيمة (p) تساوي 0.68 وهذا يشير الى احتمال ان النظام مشغول أي ان 68% من الوقت يكون فيه النظام في حالة عمل وهذا يعطي اشاره واضحة على ان العمل جيد ولا يوجد ازدحام كبير في صف الانتظار، وبالتالي هذا يدل على ان النظام يكون في حالة راحة بنسبة 32% من الوقت.

وان متوسط عدد المرضى المتوقع وجودهم في النظام (L_s) يساوي 2.98 مريض، ومتوسط عدد المرضى المتوقع وجودهم في صف الانتظار (L_q) يساوي 0.96.

زمن الانتظار لكل مريض في صف الانتظار (W_q) يساوي 1.35، حيث ان لهذا المؤشر أهمية كبيره وذلك لان 1.35 زمن جيدا ومقبولا للمريض الذي ينتظر، علما ان هناك فئة من المرضى لا يستطيعون الانتظار خلال فترة الخدمة. وزمن الانتظار لكل مريض في النظام (W_s) يساوي 4.2 ويعتبر هذا الوقت مقبول نوعا ما بالنسبة للوقت الذي يقضيه المريض في صف الانتظار بالإضافة الى وقت الخدمة.

ومن خلال نتائج المؤشرين $(W_s، W_q)$ نلاحظ ان زمن الانتظار الذي يقضيه المريض في النظام او في صف الانتظار هو وقت جيد ولا داعي لتعديل الوضع الحالي.

ولتغيير الوضع الراهن يجب تقصير وقت الانتظار وتقليل الضغط على متخذي القرار في المستشفى واتخاذ التدابير المناسبة، تتمثل احدى هذه التدابير في إضافة مركز خدمة جديد.

جدول 7 مؤشرات أداء النموذج البديل بعد إضافة مركز خدمة جديد

	1	2	3	4	5	6	7
Average server utilization			.68	.51	.41	.34	.29
Average number in the queue(Lq)			.96	.19	.04	.01	.0
Average number in the system(L)			2.98	2.21	2.07	2.04	2.03
Average time in the queue(Wq)			1.35	.26	.06	.01	.0
Average time in the system(W)			4.2	3.12	2.92	2.87	2.86

المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج (QM Windows)

من خلال جدول (7) نلاحظ انه بعد إضافة مركز خدمة جديد انخفض معدل وصول المرضى من (0.68) الى (0.51)، وتشير هذه النتيجة الى انخفاض الاكتظاظ في حالة إضافة مركز خدمة جديد، وهذه النتيجة تقودنا أيضا الى انخفاض الوقت الذي يقضيه المريض في صف الانتظار.

كذلك فان إضافة مركز خدمة جديد يساعد على تقليص الوقت الذي يقضيه المريض لأجل الحصول على الخدمة، اذ نلاحظ ان عدد المرضى في صف الانتظار قد انخفض من (0.96) الى (0.19) مريض، وهذا يؤدي الى انخفاض متوسط عدد المرضى

في النظام من (2.89) الى (2.21) مريض.

وأيضا نلاحظ ان الوقت الذي يقضيه المريض في صف الانتظار انخفض الوقت من (1.35) الى (0.26) دقيقة، اما الوقت الذي يقضيه المريض في النظام فقد انخفض من (4.2) الى (3.12) دقيقة.

وبذلك يمكن القول ان إضافة مركز خدمة جديد يساعد في تقليل الازدحام وقصر أوقات الانتظار، وكما يتضح من التغييرات الإيجابية في مقاييس الأداء وجدنا ان النموذج البديل أفضل من الوضع القائم اذ نجد ان غالبية المرضى قد تم تسليمهم الخدمة بالمستوى المتوقع من الجودة.

جدول 8 مؤشرات أداء النموذج بين الوضع الحالي s=1 والوضع بعد زيادة عدد مراكز الخدمة s=3

المؤشر	قبل زيادة عدد مراكز الخدمة s=1	بعد زيادة عدد مراكز الخدمة s=3
Average server utilization	2.04	.68
Average number in the queue (Lq)	∞	.96
Average number in the system(L)	∞	2.98
Average time in the queue (Wq)	∞	1.35
Average time in the system(W)	∞	4.2

من خلال نتائج المقارنة يتضح ان النظام الحالي (**قبل زيادة عدد مراكز الخدمة**) يعاني من عدم الاستقرار بسبب ارتفاع وصول المرضى مقارنة بمعدل تقديم الخدمة، اما عند زيادة مراكز الخدمة ثلاثة مراكز خدمة نلاحظ حصول انخفاض في معدل وصول المرضى ومعدل زمن الانتظار، أي ان النظام اصبح مستقرًا وهذا يدل على تحسين كفاءة النظام وتقليل زمن انتظار الخدمة.

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

1. الاستنتاجات

في هذه الدراسة تبين أهمية الدراسة الإحصائية لظاهرة الانتظار التي يعاني منها المرضى عند تلقي الخدمات في المستشفى، حيث يمكنها تحديد المشكلة بشكل فعال بالإضافة الى المساعدة التي تقدمها لمتخذي القرار من اجل اتخاذ القرار المناسب لتقليل زمن الانتظار والسعي لتحسين جودة الخدمات التي تقدمها المستشفى. فمن خلال الدراسة التطبيقية وجدنا ان النموذج قد ساهم في ابراز دور نماذج صفوف الانتظار في تحسين مختلف مقاييس الأداء في المستشفى، وتعتبر أساليب بحوث العمليات من الأدوات المهمة التي تتسم بالدقة والموضوعية لقدرتها على نمذجة وتبسيط المشاكل المعقدة، وان عدد المرضى الواصلين الى المستشفى عشوائي وغير محدود، وأيضا يكون وقت تقديم الخدمة للمريض عشوائيا ويختلف من مريض الى اخر.

وقد تبين من خلال نتائج البحث ان إضافة مركز خدمة يؤدي الى تقديم الخدمة لأكثر من مريض في نفس الوقت وهذا يساعد على تخفيض الوقت الكلي المستغرق للحصول على الخدمة، وهذا يعني ان إضافة مراكز خدمة يساهم في تحسين جودة الخدمات المقدمة للمرضى داخل المستشفى. وقد تبين من خلال

النتائج ان زمن انتظار الخدمة للنموذج البديل هو وقت جيد ومقبول حيث نلاحظ ان اغلبية المرضى تقدم لهم الخدمة بالمستوى المرغوب.

2. التوصيات العملية

استناداً إلى نتائج الدراسة واستنتاجاتها، توصي الدراسة بما يأتي:

1. الاستفادة من استخدام نماذج صفوف الانتظار في المؤسسات الحكومية والشركات التي تعاني من الازدحام لتحسين جودة الخدمات وتقليص وقت الانتظار المستغرق في النظام.
2. زيادة الاهتمام بالمرضى في المستشفى محل البحث ودراسة احتياجاتهم.
3. استخدام التكنولوجيا والأساليب المتطورة التي من شانها ان تنظم عملية تقديم الخدمة في المؤسسة الصحية.
4. الاهتمام أكثر بجودة الخدمات الصحية المقدمة.
5. تبني النموذج البديل والمقترح الذي ساهم في تحسين مختلف مقاييس الأداء.

المصادر:

اولا : المصادر العربية

أحلام، دريدي، (2014)،" دور استخدام نماذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية دراسة حالة المؤسسة العمومية للصحة الجوارية بسكرة (رزيق يونس)"، جامعة محمد خيضر، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التيسير، قسم علوم التيسير.

باديس، بلة، (2019)،" دور تطبيق نماذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية -دراسة حالة مركز تصفية الدم بلدية عين مليلة، جامعة العربي بن مهيدي، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية.

بولودان، نجاح،"2006"،" تطبيق نماذج صفوف الانتظار لقياس جودة الخدمة البنكية"، جامعة جيجل، كلية علوم التيسير.

لجبوري، شروق نعيم جاسم، "2019"، "نظرية صفوف الانتظار وتطبيقها في موانئ المملكة العربية السعودية"، مجلة الآداب، العدد (128).

الشاط، امبارك، (2018)،" تطبيقات نماذج نظرية طوابير الانتظار على بعض المصارف التجارية بمنطقة أوباري"، قسم الرياضيات .كلية التربية أوباري .جامعة سبها .ليبيا.

العاصي، محمد السيد،"2020"، "تحسين جودة الخدمات بأسلوب نماذج صفوف الانتظار"، مجلة البحوث المالية والتجارية، المجلد 21، العدد الثالث.

العلوان، سالي زياد، "2017"، "استخدام نماذج صفوف الانتظار في تقدير زمن تقديم الخدمة (دراسة ميدانية على العيادات الخارجية في المستشفيات العامة بدمشق)"، الجمهورية العربية السورية، جامعة دمشق، كلية الاقتصاد، قسم إدارة الاعمال.

علي، عابد، (2022)،" استخدام نظرية صفوف الانتظار لتحقيق ميزة تنافسية للبنوك دراسة تطبيقية في البنك الوطني الجزائري، جامعة ابن خلدون، كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التيسير، قسم العلوم الاقتصادية.

عنانة، يونس،"2017"،"استخدام نماذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات، دراسة حالة المؤسسة العمومية الاستشفائية (مستشفى سليمان عميرات) بعين مليلة، جامعة العربي بن مهيدي، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التيسير.

محمد، احلام عبد الغني صالح،"2012"، "واقع تطبيق نظرية صفوف الانتظار بالمصارف التجارية الليبية "دراسة ميدانية على العاملين بالمصارف التجارية العامة العاملة بمدينة بنغازي"، جامعة بنغازي، كلية الاقتصاد، قسم الإدارة.

ثانيا: المصادر الاجنبية

B. Mahanta, Lipi, others, (2016),” A queuing model for dealing with patients with severe disease”, Electronic Journal of Applied Statistical Analysis Vol. 09, Issue 02.